

DNIT

DIRETORIA DE INFRAESTRUTURA FERROVIÁRIA



PRODUTO 7
PIM - PROCEDIMENTO DE INSPEÇÃO DE MATERIAL

PIM 15 – DORMENTE DE CONCRETO

PIM - PROCEDIMENTO DE INSPEÇÃO DE MATERIAL**DORMENTE MONOBLOCO DE CONCRETO PROTENDIDO PARA VIA FÉRREA****SUMÁRIO**

1. OBJETIVO
2. DEFINIÇÃO - CARACTERÍSTICAS - FABRICAÇÃO
3. MODELO – FORMA – DIMENSÃO
4. CALIBRES PARA INSPEÇÃO
5. TOLERÂNCIAS
6. INSPEÇÃO E RECEBIMENTO
 - 6.1. INSPEÇÃO
 - 6.2. PLANO DE AMOSTRAGEM
 - 6.3. VERIFICAÇÕES
 - 6.4. ENSAIOS DE HOMOLOGAÇÃO PARA DORMENTE MONOBLOCO
 - 6.5. MARCAÇÃO
 - 6.6. VERIFICAÇÃO DIMENSIONAL E VISUAL
 - 6.7. ENSAIOS PARA CARACTERIZAÇÃO DOS MATERIAIS
 - 6.8. ENSAIOS SOBRE CORPOS-DE-PROVA DE CONCRETO
 - 6.9. ENSAIO DE MOMENTO POSITIVO NO APOIO DO TRILHO
 - 6.10. ENSAIO DOS INSERTOS DAS FIXAÇÕES
 - 6.11. ENSAIO DE MOMENTO NEGATIVO NO CENTRO DO DORMENTE
 - 6.12. ENSAIO DE ADERÊNCIA OU DE ANCORAGEM
 - 6.13. OUTROS ENSAIOS
7. LIBERAÇÃO PARA EMBARQUE
8. CARREGAMENTO E TRANSPORTE
9. LOCAL DE ENTREGA
10. TERMO DE ACEITAÇÃO PROVISÓRIA
11. GARANTIA
12. ACEITAÇÃO
13. TRANSPORTE E ESTOCAGEM
 - 13.1. CARGA E DESCARGA
 - 13.2. ESTOCAGEM
14. NORMAS TÉCNICAS

ANEXO: MODELO DE FICHAS PARA INSPEÇÃO DE DORMENTE MONOBLOCO DE CONCRETO PROTENDIDO PARA VIA FÉRREA

1. OBJETIVO

Este procedimento tem por objetivo definir as principais características do material fabricado, bem como as condições para a inspeção e recebimento de **DORMENTE MONOBLOCO DE CONCRETO PROTENDIDO** para via férrea.

Não se aplica aos suportes de concreto protendido destinados aos aparelhos de mudança de via (AMV), nem aos dormentes de concreto destinados a vias férreas especiais, como vias sem lastro (assentadas sobre plataforma rígida de concreto ou aço), vias monotrilho, vias para deslocamento lento de equipamentos pesados e outras aplicações especiais.

2. DEFINIÇÃO - CARACTERÍSTICAS – FABRICAÇÃO

A definição dos termos técnicos e as características exigíveis para os Dormentes Monoblocos de Concreto Protendido - **DCMP** obedecerão a Norma Brasileira da **ABNT-NBR-11709/2010** – “Dormente de concreto – Projeto, materiais e componentes” e as referências normativas.

DEFINIÇÃO

- a) Armadura ativa – armadura constituída por barras, fios isolados ou cordoalhas, destinada à produção de forças de protensão (na qual se aplica um pré-alongamento inicial);
- b) Bitola estreita – bitola entre 750 mm e 1.067 mm;
- c) Bitola larga – bitola entre 1.524 mm e 1.676 mm;
- d) Bitola padrão – bitola de 1.435 mm (bitola normal);
- e) Cabeceira – distância medida longitudinalmente na base do dormente, compreendida entre o centro da mesa de apoio do trilho e a borda externa do dormente;
- f) Cabo de protensão – termo genérico utilizado para se referir a fio, barra ou cordoalha de protensão;
- g) Chumbador – tipo de inserto com rosca externa, parcialmente embutido no dormente com a parte roscada projetada para fora do dormente;
- h) Concreto protendido – concreto com armadura no qual 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;
- i) Conjunto de fixação do trilho – conjunto de peças ou componentes através dos quais os trilhos são fixados ao dormente;
- j) Dormente - peça da superestrutura da via férrea, que transmite ao lastro ou à plataforma rígida os esforços recebidos das rodas dos veículos, através das fiadas de trilhos, opondo-se ao deslocamento longitudinal delas, mantendo a bitola da via e a inclinação das fiadas dos trilhos;

- k) Dormente monobloco – dormente composto por uma viga monolítica de concreto protendido;
- l) Elemento estrutural – espectro completo das aplicações do concreto como material estrutural (o dormente de concreto é considerado elemento estrutural);
- m) Estado-limite de abertura das fissuras (**ELS-W**) – estado em que as fissuras se apresentam com aberturas iguais aos valores máximos especificados para a abertura característica das fissuras (W_k);
- n) Estado-limite de formação das fissuras (**ELS-F**) – estado em que se inicia a formação de fissuras. Admite-se que este estado-limite é atingido quando a tensão de tração máxima na seção transversal for igual à resistência do concreto à tração na flexão ($f_{ct,f}$);
- o) Estado-limite último (**ELU**) – estado-limite relacionado ao colapso ou a qualquer outra forma de ruína estrutural, que determine a paralisação do uso da estrutura;
- p) Fissura – fenda parcial no concreto devido à aplicação de um momento fletor externo no dormente de concreto;
- q) Fissura estrutural – fissura que se origina na face tracionada do dormente e se estende até a camada de armadura ativa mais externa e que aumenta em tamanho e abertura com o aumento do carregamento;
- r) Fissura residual – fissura cuja extensão e abertura são medidas após o descarregamento. A fissura residual é medida quando a aplicação do momento fletor externo é cessada;
- s) Fissura sob carga – fissura cuja extensão e abertura são medidas sob carga. A fissura sob carga é medida sob aplicação de momento fletor externo;
- t) Grade – topo da superestrutura da via permanente, incorporando os dormentes, os trilhos e os conjuntos de fixação dos trilhos;
- u) Inserto – qualquer tipo de componente de aço, ferro fundido ou mesmo plástico, embutido ou parcialmente embutido no topo (ou eventualmente, nas faces laterais) do dormente, com a função de possibilitar a montagem e/ou aperto das fixações do trilho, ou de outros dispositivos como suporte do terceiro trilho, suporte do contratrilho, suporte do trilho-guia, etc.
- v) Inserto roscado – tipo de inserto em que a entrada da rosca fica desobstruída por um recesso no concreto ou contida no plano da face externa do concreto ou ainda ligeiramente projetada para fora do concreto;
- w) Mesa de apoio do trilho – região plana da face superior do dormente sobre a qual o trilho se apoia. Nos dormentes de concreto, é a inclinação da mesa de apoio do trilho que estabelece a inclinação do próprio trilho;
- x) Ombreira – tipo de inserto não roscado, parcialmente embutido no dormente, cuja parte projetada para fora do dormente (olhal) se destina ao encaixe de elementos de fixação elástica.

y) Palmilha do trilho – peça plana de material plástico ou elastomérico posicionada entre o patim do trilho e a superfície da mesa de apoio do trilho (considerada parte integrante do conjunto de fixação do trilho);

z) Palmilha resiliente – palmilha do trilho feita de borracha vulcanizada, ou outro material elastomérico sólido ou expandido, de superfície lisa ou com caneluras ou ranhuras em baixo relevo, ou ainda saliências em alto relevo.

As funções principais da palmilha resiliente são: absorver as vibrações de alta frequência resultantes do contato roda-trilho, aumentar a capacidade de retencionamento longitudinal do conjunto de fixação do trilho, atenuar os impactos dinâmicos e proporcionar uma distribuição homogênea das cargas e sobre a mesa de apoio do trilho;

aa) Palmilha rígida – palmilha do trilho feita de material plástico rígido, como polietileno de alta densidade (PEAD) ou similar. A palmilha rígida possui a função de evitar o contato direto entre o trilho e o concreto da mesa de apoio do trilho. Para todos os efeitos, considera-se que a palmilha rígida não possui qualquer capacidade de absorção de vibrações e atenuação de impactos dinâmicos;

bb) Pós-tração – processo de protensão em que o pré-alongamento da armadura ativa é realizado após o endurecimento do concreto, sendo utilizados, como apoios para os cabos de protensão, partes do próprio elemento estrutural. Na pós-tração, a força de protensão é transferida ao elemento estrutural ancorando-se os cabos de protensão pré-alongados contra as extremidades do próprio elemento estrutural, podendo-se ou não promover a aderência posterior e definitiva destes cabos ao concreto através da injeção das bainhas;

cc) Pré-tensão – processo de protensão em que o pré-alongamento da armadura ativa é realizado antes do lançamento do concreto, sendo utilizados, como apoios para os cabos de protensão, dispositivos externos, independentes do elemento estrutural. Na pré-tração, os cabos de protensão pré-alongados são liberados de seus apoios externos após o endurecimento do concreto, fazendo com que a força de protensão seja transferida ao elemento estrutural através da simples aderência dos cabos de concreto; e

dd) Testeira – face da extremidade da cabeceira do dormente.

CARACTERÍSTICAS

Os parâmetros condicionantes do projeto da via permanente, necessários ao desenvolvimento do projeto, fabricação e fornecimento de dormentes monoblocos de concreto pretendido, estão caracterizados a seguir.

CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DA VIA PERMANENTE

O DNIT deve informar as seguintes características básicas da via permanente ao fornecedor de dormentes:

- Bitola da via (ou bitolas, no caso de via de bitola mista);

- Exigência e condições de aplicação de sobrebitola nas curvas (quando houver);
- Dimensões dos dormentes máximas e/ou mínimas permitidas (em cada bitola, no caso de via de bitola mista): para o comprimento; largura na base inferior e na mesa de apoio; altura no apoio dos trilhos e na parte central do dormente;
- Pesos dos dormentes máximos e mínimos permitidos, informando se estes pesos incluem ou não os conjuntos de fixação dos trilhos;
- Espaçamento longitudinal dos dormentes (se estiver definido);
- Inclinação das mesas do dormente para o apoio dos trilhos;
- Perfil dos trilhos (TR);
- Características mecânicas dos trilhos;
- Tipo e características da união dos trilhos (Trilhos Longos Soldados – TLS e a possibilidade de uso e as condições de aplicação de talas de junção);
- Máxima carga estática vertical por eixo (em cada bitola, no caso de via de bitola mista);
- Máxima carga estática vertical da roda de tração;
- Trem-tipo (para cada bitola, no caso de via de bitola mista) mostrando as distâncias entre as rodas, os diâmetros das rodas e as cargas em todos os eixos ou rodas;
- Velocidade operacional máxima (em cada bitola, no caso de via de bitola mista);
- Tonelagem bruta a ser anualmente transportada por via singela (em cada bitola, no caso de via de bitola mista), em milhões de toneladas métricas brutas anuais (MTBA);
- Características e espessuras do lastro e sublastro, ou do suporte elástico alternativo dos dormentes;
- Características da plataforma;
- Rampa máxima;
- Superelevação máxima; e
- Raio de curva mínimo.

CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DOS DORMENTES

O DNIT deve informar as seguintes características básicas dos dormentes ao fornecedor:

- Comprimento e tolerância em mm, tanto para o de bitola simples, quanto para o de bitola mista;
- Largura mínima e tolerância em mm, na base inferior e nas mesas de apoio dos trilhos;

- Altura máxima em mm, nos apoios dos trilhos e altura mínima na parte central do dormente; e
- Peso máximo, excluindo os dispositivos de ancoragem dos grampos, em kgf.

CARACTERÍSTICAS DO CONCRETO

A mistura do concreto é feita em central de concreto que possua controle automático de dosagem dos seus componentes.

A compactação do concreto fresco deve ser feita mecanicamente e em volume compatível com o número inteiro de formas.

Quando na moldagem dos dormentes de uma mesma concretagem houver um período de interrupção, este jamais pode ser superior ao de pega do concreto empregado. Havendo interrupção superior ao tempo de pega do concreto, os dormentes devem ser automaticamente refugados na própria linha de concretagem.

De acordo com a classe de resistência C45 da norma **ABNT-NBR-8953/2009**, a resistência característica à compressão do concreto (f_{ck}), para a fabricação de dormentes monoblocos, não deve ser inferior a 45 MPa, aos 28 dias de cura, conforme a norma **ABNT-NBR-6118/2007**, obtida em corpos de prova cilíndricos.

No caso particular de dormente monobloco pretendido por pré-tração com aderência inicial, a operação de liberação ou de transferência da protensão não pode ser efetuada até que o concreto tenha atingido uma resistência mínima à compressão de 21 MPa.

A resistência característica à tração na flexão, deve ser de, no mínimo, 5 MPa aos 7 dias de cura, de acordo com a norma **ABNT-NBR-6118/2007**, obtidos em corpos de prova prismáticos de 150x150x700 mm, conforme a norma **ABNT-NBR-NM-55/1996**.

O concreto do dormente deve apresentar uma resistência característica à compressão no instante da transferência da protensão, adequada aos esforços iniciais de protensão. Este valor deve ser fixado previamente pelo fabricante.

CARACTERÍSTICAS DO MATERIAL

O material necessário à produção do concreto deve possuir as características mínimas enumeradas a seguir, as quais devem ser comprovadas através de ensaios executados pelo fabricante no decorrer da produção em série, observando os métodos preconizados pela ABNT e sem ônus para o DNIT, a qual também pode comprová-las sempre que a seu critério, julgar conveniente.

- Cimento – deverá ser utilizado o cimento Portland de alta resistência inicial (CP V ARI com mínimo de resistência à compressão aos 7 dias de idade $\geq 34,0$ MPa), conforme especificado na norma **ABNT-NBR-5733/1991** ou cimento Portland composto (Classes de resistência à compressão aos 28 dias de idade – vide ,Tabela 1), conforme especificado na norma **ABNT-NBR-11578/1991**;

Tabela 1 – Classe de Resistência do cimento Portland composto

Classe de resistência	Resistência à compressão aos 28 dias de idade (MPa)	
	Limite inferior	Limite Superior
25	≥ 25,0	42,0
32	≥ 32,0	49,0
40	≥ 40,0	-

A norma **ABNT-NBR-7215/1996** especifica o método para a determinação da resistência à compressão de cimento Portland.

- Agregado miúdo – deverá ser utilizada areia natural, quartzosa ou artificial, resultante esta última do britamento de rochas estáveis, com grãos de diâmetro máximo igual ou inferior a 4,8 mm e com uma quantidade de material pulverulento passando na peneira nº 200 inferior a 3%. As demais características devem obedecer à norma **ABNT-NBR-7211/2009**;
- Agregado graúdo – deve ser de pedra britada, oriunda de rochas sás e estáveis, com diâmetros compreendidos entre 4,8 e 38 mm, com abrasão Los Angeles inferior a 40%. As demais características obedecem à norma **ABNT-NBR-7211/2009**;
- Aditivos - para melhorar a trabalhabilidade do concreto, podem ser utilizados aditivos, desde que não sejam à base de cloretos ou outros halogenetos que possam prejudicar o desempenho do dormente durante a sua vida útil; e
- Água - a água a ser empregada deve estar isenta de substâncias nocivas ao concreto. Presume-se satisfatória a água potável conforme norma **ABNT-NBR-NM-137/1997**.

Para a cura convencional do concreto, deve ser observado o que dispõe a norma **ABNT-NBR-6118/2007**.

Na cura a vapor, deve ser observado o que dispõe a norma **ABNT-NBR-9062/2006**, exceto onde o presente procedimento prescrever diferentemente.

CARACTERÍSTICAS DOS ELEMENTOS METÁLICOS

Armadura

As armaduras para concreto protendido devem ter seus componentes especificados em projeto e o sistema a ser adotado previamente aprovado pelo DNIT.

O aço para protensão é um aço com alto limite elástico, devendo estar de acordo com as características indicadas nas normas **ABNT-NBR-7482/2008** e **ABNT-NBR-7483/2008**.

- O fio de aço para protensão com acabamento superficial entalhado, deve ser de alta resistência e estabilizado, para garantir uma relaxação baixa (RB), devendo possuir características mínimas correspondentes às categorias CP 170 RB E ou CP175 RB E, estabelecidas na norma **ABNT-NBR-7482/2008**. Os números 170 e 175 correspondem ao limite mínimo de resistência à tração na unidade kgf/mm² (1kgf/mm² = 9,81 MPa);

- A cordoalha de aço para protensão deve ser de alta resistência e estabilizada, constituída por 7 (sete) fios, para garantir uma relaxação baixa e possuir característica mínima correspondente à categoria CP 190 RB 7, estabelecida na norma **ABNT-NBR-7483/2008**. O número 190 corresponde ao limite mínimo de resistência à tração na unidade kgf/mm².
- O fio ou cordoalha de aço deve ser estocado em locais cobertos e ventilados e deve ser protegido contra oxidação mediante a aplicação de óleos solúveis e neutros em relação ao próprio aço;
- A bainha utilizada na confecção do cabo de protensão deve ser de metal galvanizado, corrugada, suficientemente flexível para assumir as curvaturas do cabo e deve ser totalmente impermeável para evitar infiltração do concreto ou da nata de cimento durante a concretagem. O tipo de bainha escolhida deve ser aprovado pelo **DNIT**;
- O purgador, que deve ser escolhido em função do tipo de bainha e da fita adesiva usada, deve ser de boa qualidade e está sujeito à aprovação do **DNIT**;
- O cone de ancoragem deve atender, rigorosamente, às especificações do projeto e devem ser bem fixados à forma, conforme indicado no projeto, de modo a não alterar o seu posicionamento quando da confecção dos cabos e da concretagem;
- O cabo deve ser colocado de forma correta, conforme indicado no projeto, não sendo permitidas ondulações, horizontais ou verticais, que infrinjam o traçado original de projeto;
- Antes e durante a concretagem, a posição dos cabos deve ser mantida firmemente, de acordo com o projeto, mediante espaçadores horizontais e verticais ou outros elementos aprovados pelo **DNIT**;
- Os fios ou cordoalhas devem estar isentos de graxa, óleo, pintura, solo, ou qualquer outra substância que possa prejudicar sua aderência ao concreto.

Sistema de transferência de protensão

- Quando a transferência da protensão não for procedida por aderência da cordoalha ao concreto, o conjunto das ancoragens nas extremidades do dormente deve possuir resistência suficiente para absorver, sem transmitir, os esforços inerentes ao processo de fabricação, causadores de deformações indesejáveis;
- A medição da força de protensão, aplicada pelo aparelho tensor durante a operação de estiramento da armadura ativa, deve ser efetuada comparando-se os resultados obtidos por dois diferentes métodos:
 - medição do alongamento dos cabos de protensão; e
 - leitura da força aplicada pelo cilindro hidráulico de protensão;

Os resultados obtidos pelos dois métodos não devem diferir entre si em mais de 5% (cinco por cento).

- A aferição desta carga deve ser executada pelo menos uma vez por semana.

Dispositivos de Ancoragem de fixação dos trilhos (Insertos)

- São considerados insertos quaisquer componentes de aço, de ferro fundido, de poliamida (náilon) de alta resistência, com ou sem fibra de vidro e com ou sem encapsulamento de chapa fina de aço, ou ainda outro material apropriado embutidos ou parcialmente embutidos nos dormentes de concreto, com a função de possibilitar a montagem dos conjuntos de fixação dos trilhos e outros dispositivos acessórios dos dormentes (suportes do terceiro trilho, trilho guia ou contratrilho) denominados de:

- ombreiras de aço ou ferro fundido;
- parafusos chumbadores de aço, com rosca externa;
- tubos passantes para posicionamento de pinos ou estojos (prisioneiros) de aço;
- buchas metálicas ou de ferro fundido, ou ainda de plástico, com rosca interna.

- No caso do DNIT especificar o grampo elástico tipo Pandrol, deverá ser considerado que este será dotado de dispositivo antivândalo. O projeto, do dispositivo de ancoragem do grampo elástico denominado de ombreira (com olhal), deve ser de responsabilidade do fornecedor do dormente;

- Os dispositivos de ancoragem embutidos no dormente devem permanecer fora da influência dos fios ou da cordoalha de protensão, sendo tais dispositivos fornecidos já inseridos no concreto, e prontos para uso;

- O material empregado na fabricação do dispositivo de ancoragem deve ser o ferro fundido nodular, obedecendo à norma **ABNT-NBR-6916/1981**, classe FE 50007, da ABNT, com a observância das seguintes características técnicas:

- o material deve apresentar uma resistência mínima à tração de 500 MPa;
- o alongamento mínimo deve ser de 7%;
- o limite mínimo de escoamento (0,2%) deve ser de 350 N/m².

- O dispositivo de ancoragem deve estar isento de empeno e defeitos de fundição tais como:

- queimaduras;
- cavidades;
- bolhas; ou
- outros defeitos superficiais visíveis.

- O dispositivo de ancoragem deverá obrigatoriamente sofrer uma proteção anticorrosiva por processo de galvanização ou zincação, por imersão a quente, de acordo com a norma **ABNT-NBR-7414/1982**; e

- O fabricante do dispositivo de ancoragem deve fornecer, com cada lote, um certificado confirmando estar o material de sua fabricação de acordo com a norma **ABNT-NBR-6916/1981**, classe FE-50007.

CARACTERÍSTICAS DAS FIXAÇÕES

O **DNIT** deve informar os seguintes dados, ao fornecedor do dormente monobloco de concreto pretendido, no que se refere às características do conjunto de fixação dos trilhos para o qual o dormente deve ser projetado e produzido:

a) Quando há uma definição ou escolha prévia por parte do **DNIT**, o mesmo deverá informar ao fornecedor do dormente, os seguintes dados:

- Tipo, a marca e o modelo do conjunto de fixação;
- Características dos componentes integrantes do conjunto de fixação, especialmente da palmilha do trilho;

b) Quando não há uma definição ou escolha prévia por parte do **DNIT**, o mesmo deverá informar ao fornecedor os seguintes dados:

- Quais os tipos de conjunto de fixação aceitos (exemplos: fixação tipo grampo, fixação aparafusada, fixação mista: grampo + parafuso, etc.);
- Quais os tipos de palmilha do trilho aceitos (exemplos: palmilha rígida, palmilha resiliente ou ambas);
- Se há necessidade de isolamento elétrico entre os trilhos; e
- Qualquer outra exigência preestabelecida pelo **DNIT** relativa aos conjuntos de fixação dos trilhos.

CARACTERÍSTICAS DO ACABAMENTO

Quanto ao acabamento, o dormente monobloco de concreto pretendido deve apresentar as seguintes características:

- As superfícies laterais e a superfície superior dos dormentes monoblocos devem apresentar uma aparência lisa e uniforme. A distribuição aleatória de pequenos vazios superficiais é permitida em todas as superfícies e não constitui motivo de rejeição.
- As mesas de apoio dos trilhos devem ser planas, lisas e livres de quaisquer grandes vazios. A concentração intensa de vazios superficiais, ou outras evidências de um concreto inadequadamente misturado ou vibrado (como, por exemplo, segregação de componentes ou ninho de pedras), é considerada motivo de rejeição.
- A superfície inferior do dormente deve possuir um padrão em baixo relevo (nos casos em que são utilizados pesos de compactação) ou ser deixada uniformemente rugosa.
- O dormente será refugado quando a ferragem do dormente ficar visível, independentemente do motivo, sendo vedado qualquer tipo de retoque;
- A presença de pequenos vazios não deve ser motivo de rejeição. Grande quantidade destes, evidência de retoque, adensamento ou cura inadequados, podem ser motivo para a rejeição. Em ambos os casos, a decisão de rejeição fica sempre a critério do **DNIT**; e

- Pode ocorrer, ocasionalmente, quebra de quinas das mesas de apoio dos trilhos no decorrer da operação de desmoldagem. Isto só deve servir de motivo para rejeição se a quebra ocorrer na sede do trilho, ou seja, nas arestas que ficam sob os trilhos.

FABRICAÇÃO

A responsabilidade pelo projeto, construção e fornecimento de dormente monobloco de concreto pretendido é do fornecedor.

Os requisitos aplicáveis ao projeto e dimensionamento estrutural dos dormentes de concreto estão especificados no **Anexo A (normativo) – Projeto de dormente de concreto**, da norma **ABNT-NBR-11709/2010**. Os dormentes de concreto sendo de maneira genérica elementos estruturais de concreto pré-fabricados, quaisquer requisitos não cobertos pelo referido anexo devem atender às normas **ABNT-NBR-6118/2007** e **ABNT-NBR-9062/2006**.

Quando houver exigência, por parte do **DNIT**, de realização do processo de homologação de projeto, o fornecedor deve submeter à apreciação deste, em caráter confidencial, o desenho detalhado do dormente a ser submetido aos ensaios de homologação e memória de projeto, de acordo com a Norma **ABNT-NBR-11.709/2010**.

Os referidos dados podem conter informações confidenciais, configurar propriedade intelectual ou industrial, ou mesmo envolver tecnologias patenteadas, portanto recomenda-se que as partes, em comum acordo, estabeleçam as condições de confidencialidade e as responsabilidades pela divulgação desses dados e informações.

Quando não houver exigência, por parte do **DNIT**, de realização do processo de homologação de projeto, o fornecedor deve submeter à apreciação deste para simples avaliação técnica do projeto, os seguintes dados:

- Desenho ilustrativo mostrando as dimensões principais do dormente, contendo informações sobre o modelo e o peso total, a referência do desenho detalhado do dormente e o modelo de fixação do trilho para o qual o dormente foi projetado; e
- Ficha resumo do projeto, incluindo os valores dos requisitos de desempenho à flexão, especificados pelo **DNIT**, ou calculados pelo fornecedor, conforme o caso, e a confirmação de todos os parâmetros adotados no projeto do dormente.

Antes do início da produção seriada, o fornecedor deve submeter à apreciação do **DNIT**, em caráter confidencial, a ficha técnica do dormente de concreto.

O fornecedor deve apresentar ao **DNIT** uma descrição do processo de fabricação e os métodos de cura e tempos de cura, os processos de concretagem e de desmoldagem e as condições de movimentação, manuseio e estocagem são considerados parte do processo de fabricação e devem ser submetidos ao **DNIT** para aprovação.

A base do dormente deve ser plana, com suficiente aspereza e/ou ranhuras que garantam bom atrito com o lastro. As ranhuras, caso existam, devem ser formadas durante a moldagem.

A fôrma a ser utilizada na fabricação do dormente deve ser de aço, e garantir as dimensões de projeto do mesmo, com as tolerâncias adiante especificadas.

As tolerâncias admissíveis nas dimensões de projeto da fôrma são as seguintes:

- Comprimento: ± 6 mm;
- Largura (em qualquer ponto): ± 3 mm;
- Altura (em qualquer ponto): +6 e -1 mm;
- Inclinação da superfície da mesa de apoio do trilho: $\pm 1:05$;
- Empeno máximo transversal (torção) entre as mesas: 1 mm.

A cobertura mínima da armação, com concreto, deve ser de 30 mm na base e de 20 mm nas demais partes do dormente.

Para a armação longitudinal são empregados fios ou cordoalhas com distribuição simétrica em relação às seções transversais do dormente.

É exigido o emprego mínimo de 4 fios, os quais devem ficar o mais próximo possível da periferia do dormente, obedecidas as coberturas mínimas mencionadas.

A protensão é transferida por meio de fios lisos ou barras lisas ancoradas nas testeiras do dormente, ou por fios endentados ou, ainda, por cordoalha aderente, a critério do fabricante.

No caso de protensão com aderência imediata, sem ancoragens nas testeiras do dormente, ou seja, no caso em que a ancoragem dos fios, barras ou cordoalhas seja realizada por aderência, somente são aceitos elementos tensores constituídos por cordoalhas, fios endentados ou barras com saliências, não sendo, portanto, permitido o uso de fio liso ou barras lisas. Não é permitida a protensão sem aderência.

O emprego de armação transversal é de opção do fabricante, desde que não dificulte o embutimento da ancoragem das fixações dos trilhos ao dormente.

As extremidades das cavidades deixadas nas testeiras dos dormentes, devido ao processo de fabricação, devem ser protegidas com cobertura de argamassa de areia e cimento de boa qualidade (no mínimo $f_{ck28} = 30$ MPa) e, a seguir, impermeabilizadas.

Requisitos mínimos de acabamento em todas as superfícies do dormente devem ser acordados entre o **DNIT** e o fornecedor.

É proibido o reparo de qualquer tipo de defeito estrutural que exponha ou atinja o nível das armaduras internas do dormente, ou que possa comprometer a montagem dos conjuntos de fixação dos trilhos.

Reparos no dormente de concreto após a sua desmoldagem e que não afetem o seu desempenho mecânico só podem ser executados se procedimentos detalhados tiverem sido incluídos na descrição do processo de fabricação aprovado pelo **DNIT**. No caso de dormente produzido por processo de desmoldagem imediata logo após a compactação, são permitidas operações de limpeza e retoques superficiais com função puramente

estética, tais como a remoção de pequenas saliências, salpico da nata de cimento e correção de vazios superficiais.

No caso de aquisição de **dormente monobloco de terceiros**, o material a ser utilizado e o processo de fabricação poderão ser fixados nas especificações do **DNIT**.

Demais requisitos encontram-se especificados na Norma **ABNT-NBR-11.709/2010 (EB 116)**.

Mediante entendimento entre o **DNIT** e o fornecedor, o fabricante fornecerá **certificado** indicando:

- Características do dormente monobloco;
- Resultados obtidos nos ensaios;

A **unidade de compra é um dormente monobloco**.

O **pedido de dormente monobloco** deverá conter pelo menos:

- a) especificação técnica do **dormente monobloco**, conforme norma **ABNT-NBR-11.709/2010 (EB-116)**;
- b) quantidade de unidades;
- c) marca do **DNIT** no **dormente**;
- d) cronograma de entrega;
- e) destino e transporte a ser utilizado;
- f) onde serão feitos os ensaios do **DNIT**;
- g) normas técnicas.

Quando for o caso, o pedido conterá também:

- h) condições de tratamento;
- i) exigência de certificado;
- j) empilhamento;
- k) proteção requerida, e
- l) garantia.

3. MODELOS – FORMA – DIMENSÃO

Os modelos típicos de **dormentes monoblocos** encontram-se caracterizados a seguir, mostrando as dimensões controladas:

Figura 1 - Modelo típico de Dormente monobloco de base constante

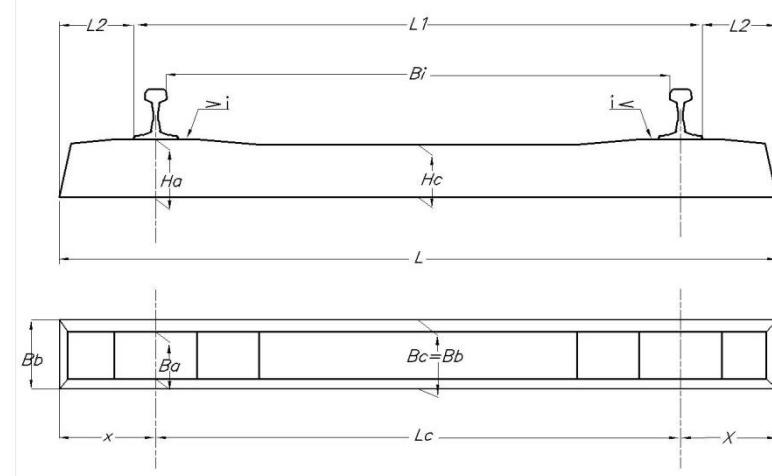


Figura 2 - Modelo típico de Dormente monobloco de base variável

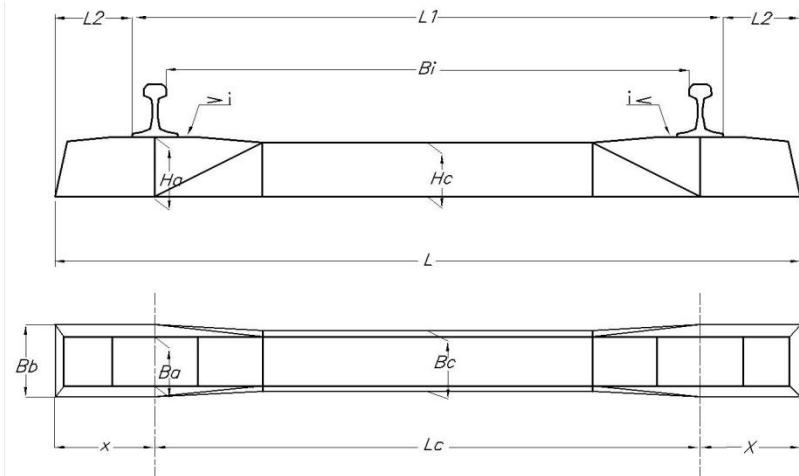
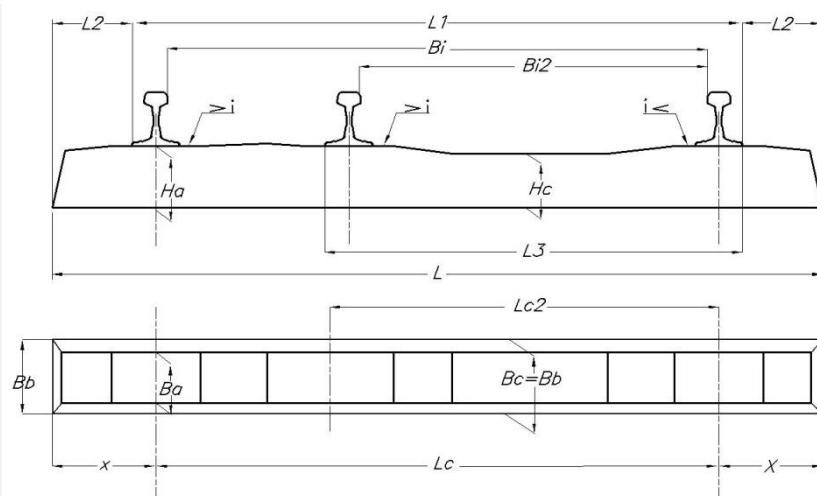


Figura 3 - Modelo típico de Dormente monobloco de bitola mista



Onde:

L Comprimento total do dormente;

- L_1 Distância entre os apoios externos das fixações;
- L_2 Posição dos apoios externos das fixações com relação às respectivas bordas das cabeceiras do dormente;
- L_3 Distância entre os apoios externos das fixações da bitola menor (somente para dormente de bitola mista)
- B_i Bitola nominal da via (ou bitola maior, no caso de via de bitola mista);
- B_{i2} Bitola menor da via de bitola mista;
- i Inclinação das mesas de apoio do trilho;
- H_a Altura da seção transversal que passa pelo centro da mesa de apoio do trilho;
- H_c Altura da seção central do dormente;
- L_c Distância entre os centros das mesas de apoio dos trilhos;
- L_{c2} Distância entre os centros das mesas de apoio dos trilhos da bitola menor (somente para dormente de bitola mista);
- X Comprimento da cabeceira do dormente;
- B_a Largura das mesas de apoio dos trilhos;
- B_b Largura da base do dormente nas regiões sobre o trilho; e
- B_c Largura da base na região central do dormente.

Os modelos típicos de dormentes monoblocos, de base constante, de base variável e de bitola mista, devem ter as limitações e tolerâncias dimensionais e de peso, conforme a Tabela 2:

Tabela 2 – Limites e tolerâncias dimensionais e de peso - Dormente monobloco

Símbolo ou expressão	Parâmetro	Requisito	Valor ou expressão		Unidade	Tolerância
			Mínimo	Máximo		
$\frac{L - L_c}{L}$	Relação entre o comprimento total do dormente e a distância entre os centros das mesas de apoio dos trilhos.	Bitola larga e mista	0,34	0,48	-	-
		Bitola estreita	0,42	0,52	-	-
L	Comprimento total do dormente	Objeto de especificação	$L = \underline{\hspace{2cm}}$		m	± 10 mm
L_1	Distância entre os apoios externos das fixações	Objeto de especificação	$L_1 = \underline{\hspace{2cm}}$		m	+ 2 mm - 1 mm
L_2	Posição dos apoios externos das fixações com relação às respectivas bordas das cabeceiras do dormente	Objeto de especificação	$L_2 = \underline{\hspace{2cm}}$		m	± 8 mm
L_3	Distância entre apoios externos das fixações da bitola menor (Via de bitola mista)	Objeto de especificação	$L_3 = \underline{\hspace{2cm}}$		m	+ 2 mm - 1 mm
L_c	Distância entre os centros das mesas de apoio dos trilhos	Objeto de especificação			m	-
L_{c2}	Distância entre os centros das mesas de apoio dos trilhos da bitola menor (Via de bitola mista)	Objeto de especificação			m	-
B_a	Largura das mesas de apoio dos trilhos	-	0,16	0,32	m	± 3 mm
B_b	Largura da base nas regiões sob os trilhos	-	0,24	0,34	m	± 3 mm
B_c	Largura na base na região central do dormente	-	0,20	0,34	m	± 3 mm
B_i	Bitola nominal da via (Via de bitola simples)	Objeto de especificação			m	± 2 mm
	Bitola maior (Via de bitola mista)	Objeto de especificação			m	± 2 mm
B_{i2}	Bitola menor (Via de bitola mista)	Objeto de especificação			m	± 2 mm
H_a	Altura da seção transversal que passa pelo centro da mesa de apoio do trilho	Carga por eixo ≤ 350 kN	-	0,25	m	+ 5 mm - 3 mm
		Carga por eixo > 350 kN	-	0,27	m	+ 5 mm - 3 mm
H_c	Altura da seção transversal central do dormente	Via de bitola simples	0,80 H_a	H_a	m	+ 5 mm - 3 mm
	Altura da seção transversal no centro da bitola menor.	Via de bitola mista				+ 5 mm - 3 mm

Símbolo ou expressão	Parâmetro	Condição	Valor ou expressão		Unidade	Tolerância
			Mínimo	Máximo		
i	Inclinação das mesas de apoio dos trilhos	Objeto de especificação	zero	1: _____	-	$\pm 0,25^\circ$
P_{tot}	Peso total para dormente de bitola estreita (incluir ou não conjuntos fixação dos trilhos).	-	-	350	kgf	$\pm 5\%$
	Peso total para dormente de bitola padrão (incluir ou não conjuntos fixação dos trilhos).	Carga por eixo ≤ 350 kN	-	400	kgf	$\pm 5\%$
		Carga por eixo > 350 kN	-	450	kgf	$\pm 5\%$
	Peso total para dormente de bitola larga ou mista (incluir ou não conj. fixação dos trilhos).	Carga por eixo ≤ 350 kN	-	450	kgf	$\pm 5\%$
		Carga por eixo > 350 kN	-	500	Kgf	$\pm 5\%$
P_m	Planicidade das mesas de apoio dos trilhos	Verificar dentro de uma extensão de referência 150 mm			mm	1 mm
t_m	Torção relativa entre as mesas de apoio dos trilhos	Medir c/ auxílio de Gabarito			mm	1 mm
X	Comprimento da cabeceira do dormente	Objeto de especificação			m	-

O dormente monobloco típico, de base constante, de base variável e de bitola mista, deve ter as tolerâncias de posicionamento dos elementos estruturais internos (armaduras ativas), conforme a Tabela 3:

Tabela 3 – Tolerâncias de posicionamento dos elementos estruturais (armaduras ativas) - Dormente monobloco

Parâmetro	Tolerância
Posicionamento vertical de armaduras ativas de protensão	± 3 mm
Posicionamento horizontal de armaduras ativas de protensão	± 6 mm

Observadas as normas técnicas brasileiras, em especial a **ABNT-NBR-11709/2010** (EB-116), os **requisitos**, e os **métodos de ensaio** do **dormente monobloco de concreto protendido** são estabelecidos pelo fornecedor, que deverá informar ao **DNIT** as características adotadas, as quais não podem ser alteradas sem o prévio conhecimento do **DNIT**.

Os desenhos dos **dormentes monoblocos**, com todos os detalhes de forma e dimensão nominal, deverão ser apresentados pelo fornecedor ao **DNIT** para conhecimento e respectiva aprovação.

4. CALIBRES PARA INSPEÇÃO

Os calibres necessários ao controle de forma e dimensão são fornecidos pelo fabricante, sem ônus específicos ao **DNIT**, quando por ele solicitado, e submetidos à aceitação deste, antes da fabricação do **dormente monobloco de concreto protendido**.

5. TOLERÂNCIAS

As tolerâncias dimensionais dos **dormentes monoblocos de concreto protendido** deverão estar contempladas nos desenhos a serem apresentados pelo fornecedor, sujeito à aprovação do **DNIT**.

O Fabricante ou fornecedor deverá informar ao **DNIT** os pesos em kgf de um **dormente monobloco**, com e sem o inserto para fixação do grampo.

6. INSPEÇÃO E RECEBIMENTO

6.1. INSPEÇÃO

É facultado ao **DNIT**, através de seus fiscais ou de terceiros devidamente credenciados, o direito de realizar as inspeções que julgar necessárias, tanto na fase de fabricação quanto na de controle de qualidade, de manipulação, de estocagem e de expedição, bem como executar contraensaios, a seu exclusivo critério, sem prejuízo à atividade normal do fabricante.

Deverão ser colocados à disposição do **DNIT**, pelo fabricante, todos os meios necessários à execução das inspeções, sejam de pessoal, material, ferramentas, equipamentos, etc.

O pessoal designado pelo **DNIT** estará autorizado a executar todos os controles adicionais para se assegurar a correta observação das condições exigidas na especificação.

Para esta finalidade, o fabricante nacional deverá informar ao **DNIT** com pelo menos 10 dias de antecedência, o dia do início previsto de produção e o respectivo cronograma de produção. Para o fabricante estrangeiro esse prazo não poderá ser inferior a 30 dias.

Todas as despesas decorrentes de ensaios e testes laboratoriais e outros que o **DNIT** julgar necessário correrá por conta do fabricante, sem ônus para o **DNIT**.

Deverá ser fornecida ao **DNIT**, também sem ônus, sob forma de certificado, uma via original de todos os resultados das verificações, dos ensaios e contra-ensaios.

6.2. PLANO DE AMOSTRAGEM

O Plano de Amostragem e os procedimentos para inspeção são específicos para cada tipo de verificação e de ensaio, tendo sido adotados aqueles constantes da norma **ABNT-NBR-11709/2010**.

6.3. VERIFICAÇÕES

Quando houver exigência para a realização do processo de homologação de projeto, o **DNIT** pode exigir ou dispensar a execução dos ensaios de homologação de projeto com base no histórico de desempenho dos dormentes produzidos por um determinado fabricante.

Os ensaios de homologação de projeto verificam se um determinado modelo de dormente está dimensionado para suportar as solicitações estáticas e dinâmicas de trabalho estimadas com base nos parâmetros de projeto especificados pelo **DNIT**. Os ensaios de homologação devem ser executados em laboratório especializado aprovado pelo **DNIT**.

Deverão ser executadas, sob a coordenação e acompanhamento do pessoal designado pelo **DNIT**, as seguintes verificações, ficando a critério do DNIT a escolha dos ensaios a serem realizados obrigatoriamente:

- Ensaios de homologação de projeto para dormente monobloco;
- Marcação;
- Dimensional e Visual;
- Ensaios para a caracterização dos materiais;
- Ensaios sobre corpos-de-prova de concreto;
- Ensaio de momento fletor positivo no apoio do trilho (momento fletor de projeto M_d);
- Ensaio dos insertos das fixações;
- Ensaio de momento fletor negativo no centro do dormente (M_2);
- Ensaio de aderência ou de ancoragem; e
- Outros ensaios:
 - Ensaio de momento fletor negativo no apoio do trilho (M_1);
 - Ensaio de momento fletor positivo no centro do dormente (M_3);

6.4. ENSAIOS DE HOMOLOGAÇÃO DE PROJETO PARA DORMENTE MONOBLOCO

De um lote não inferior a cinco dormentes de concreto dimensionados e produzidos de acordo com as exigências da norma **ABNT-NBR-11709/2010**, dois dormentes (protótipos) devem ser selecionados aleatoriamente pelo fornecedor para a execução dos ensaios laboratoriais de homologação de projeto. A não ser que outro período de cura venha a ser acordado entre o **DNIT** e fornecedor, os protótipos devem ser submetidos aos ensaios de homologação de projeto com 28 dias a 42 dias de cura.

O desenho detalhado do modelo de dormente cujos protótipos são submetidos aos ensaios de homologação de projeto deve ser encaminhado ao laboratório responsável pela execução dos ensaios.

Para que o laboratório possa atestar que o modelo de dormente ensaiado corresponde ao desenho de dormente apresentado, é necessário que nas testeiras do protótipo estejam identificados os seus elementos estruturais internos como o diâmetro e o posicionamento de cada um dos fios, barras ou cordoalhas de protensão utilizados.

Para efeito de execução dos ensaios de homologação de projeto, conforme relacionados na Tabela 4, uma das mesas de apoio do trilho do dormente é designada como apoio do trilho A e a outra como apoio do trilho B.

TABELA 4 – Ensaios de homologação para dormente monobloco

Ensaios de homologação	Protótipo		Apóio do trilho	
	1	2	A	B
Ensaio de carga vertical no apoio do trilho (momento negativo e momento positivo).	X		X	X
Ensaio de momento negativo no centro do dormente.	X			
Ensaio de momento positivo no centro do dormente.	X			
Ensaio de carga repetida no apoio do trilho.	X			X
Ensaio de aderência, ancoragem e carga de ruína.	X		X	
Ensaio de todos os insertos do dormente, para montagem das fixações dos trilhos.		X		

O laboratório responsável pela execução dos ensaios de homologação de projeto deve fazer constar no relatório de ensaios ao menos as seguintes informações:

- Referência ou número do projeto do dormente de concreto cujos protótipos foram submetidos aos ensaios de homologação de projeto;
- Número da norma e a data de emissão da versão utilizada como referência para a execução dos ensaios;
- Valores de todos os momentos fletores de referência e cargas de ensaio aplicadas;
- Para cada ensaio executado, ao menos uma fotografia do arranjo de ensaio mostrando o protótipo em situação de ensaio;
- Resultados obtidos para cada ensaio individual, informando se o dormente atendeu ou não às exigências estabelecidas na norma para o respectivo ensaio;
- Relatório final de homologação, informando se os protótipos ensaiados atenderam ou não às exigências da norma, além das exigências adicionais estabelecidas pelo **DNIT**, se for o caso.

6.5. MARCAÇÃO

O dormente de concreto e cada uma das ombreiras fundidas das fixações, quando for o caso, devem conter as seguintes marcações permanentes em alto ou baixo relevo:

- a) Marca do DNIT
- b) Marca do fabricante;
- c) Ano de fabricação;
- d) Código de identificação da data, ou do lote de fabricação;
- e) Código de identificação do modelo de dormente (não se aplica às ombreiras);
- f) Identificação do perfil do trilho em dormente projetado para um único perfil de trilho, caso exigido pelo DNIT; e
- g) Identificação do molde e cavidade.

6.6. VERIFICAÇÃO DIMENSIONAL E VISUAL

De acordo com a Norma **ABNT-NBR-11709/2010**, antes de qualquer outra verificação o **controle dimensional da forma** deve ser realizado no ato de sua aferição, sobretudo antes do início da fabricação em série dos dormentes e é de responsabilidade do fornecedor, tendo em vista a obtenção de dormentes com as características indicadas nesta especificação.

O **dormente monobloco** deve ter bom **acabamento**, ressalvadas as tolerâncias previstas nestas especificações, a ferragem do dormente não deve ficar visível, as superfícies laterais e superiores devem apresentar uma aparência lisa e uniforme. A base do dormente deve ser plana, com suficiente aspereza e/ou ranhuras que garantam bom atrito com o lastro. As mesas de apoio dos trilhos devem ser planas, lisas e livres de quaisquer grandes vazios ou outros defeitos que possam prejudicar sua função ou vida útil.

Todas as amostras de cada lote são submetidas às verificações de aspecto, forma, dimensão e massa média. Assim, durante a inspeção visual de recebimento, o **DNIT** poderá, a seu critério, decidir quais lotes de **dormentes monoblocos** serão aceitos ou rejeitados.

A verificação dimensional das peças acabadas será realizada por meio do uso de gabaritos e calibres a serem fornecidos, em dois jogos pelo fabricante, previamente aprovados pelo **DNIT**.

As medidas a serem verificadas são aquelas cotadas nos desenhos especificados pelo fornecedor e aprovado pelo **DNIT**.

A verificação das exigências quanto às mesas de apoio dos trilhos, distâncias entre insertos e dimensões principais do dormente devem ser realizadas, com frequência recomendada de execução para cada lote de 200 dormentes ou fração, produzidos por dia, ou aquela a critério do fabricante e aprovada pelo **DNIT**.

O tamanho do lote é reduzido à metade em caso de falha constatada na verificação, conforme citado anteriormente. Para produções acima de 600 dormentes por dia, permite-se dobrar o tamanho do lote diário de inspeção.

Após definido o tamanho do lote de dormentes ou fração produzidos por dia, com prazo de 28 dias a 42 dias de cura, seleciona-se aleatoriamente um dormente de cada lote para que seja executada a referida verificação nas instalações do fabricante, ou em outro local aprovado pelo **DNIT**.

Se o dormente verificado for reprovado, dois dormentes adicionais podem ser selecionados aleatoriamente do mesmo lote de produção para serem verificados. Se qualquer dos dois dormentes adicionais for reprovado, todos os dormentes restantes do lote de produção em questão podem ser rejeitados em conjunto, ou verificados um a um para aprovação individual, a critério do fabricante e aceito pelo **DNIT**.

6.7. ENSAIOS PARA CARACTERIZAÇÃO DOS MATERIAIS

O fabricante dos dormentes deve manter registros das características de todos os materiais utilizados na fabricação dos dormentes, demonstrando o atendimento das exigências estabelecidas nas normas da **ABNT**.

Os ensaios para a caracterização dos materiais devem ser executados por laboratório especializado independente, aprovado pelo **DNIT**.

No caso de produtos industrializados, como aço para armadura ativa, cimento, lubrificantes, aditivos, adições minerais, insertos etc. o Certificado de Qualidade emitido pelo fabricante do produto pode ser utilizado como registro demonstrativo do atendimento das exigências estabelecidas na norma **ABNT-NBR-11709/2010**.

No caso de materiais metálicos, recomenda-se realizar antes do início da produção em série dos dormentes e sempre que houver alteração na procedência dos materiais, ou evidências de alteração nas suas características e propriedades físico-químicas, ao menos os ensaios indicados a seguir:

- Ensaio completo de tração (**ABNT-NBR-ISO-6892/2002** e **ABNT-NBR-6349/2008**) – determinar ao menos a tensão de escoamento ou tensão a 1 % de deformação, conforme o tipo de aço, a resistência à ruptura e o alongamento porcentual na ruptura. No caso de cabos de protensão, determinar ainda o módulo de deformação longitudinal destes cabos;
- Ensaio de dobramento: deve ser realizado em conformidade com as normas **ABNT-NBR-6153/1988**, **ABNT-NBR-7480/2007** e **ABNT-NBR-6004/1984**;
- Análise da composição química: devem ser determinados os teores dos principais elementos químicos para classificação material de acordo com a norma **ABNT-NBR-7007**. A determinação desses teores pode ser efetuada por via úmida ou seca;
- Controle dimensional: devem ser verificadas as formas, dimensões e tolerâncias, conforme especificado em projeto.

6.8. ENSAIOS SOBRE CORPOS-DE-PROVA DE CONCRETO

O fabricante dos dormentes deve efetuar um controle diário, isto é, para todos os dias de produção, da resistência do concreto através da execução dos ensaios sobre o concreto endurecido, em corpos-de-prova moldados e curados de acordo com a norma **ABNT-NBR-5738/2003**.

- Determinação da resistência à compressão de corpos-de-prova cilíndricos com diâmetro de 15 cm x 30 cm, ou diâmetro de 10 cm x 20 cm: deve ser realizado de acordo com a norma **ABNT-NBR-5739/2007**;
- Determinação da resistência à tração por compressão diametral de corpos-de-prova cilíndricos com diâmetro de 15 cm x 30 cm (resistência à tração indireta): deve se realizado de acordo com a norma **ABNT-NBR-7222/2011**;
- Determinação da resistência à tração na flexão em corpos-de-prova prismáticos de seção quadrada com aresta $d = 15 \text{ cm} \times \text{comprimento } c \geq 3d + 50 \text{ mm}$: deve ser realizado de acordo com a norma **ABNT-NBR-12142/2010**.

Nota: A relação entre a resistência à tração indireta ($f_{ct,SP}$) e a resistência à tração na flexão ($f_{ct,f}$) está definida na norma **ABNT-NBR-6118/2007**.

Para produções com concreto adquirido de usina externa, recomenda-se moldar um conjunto de corpos-de-prova para cada caminhão betoneira recebido na fábrica, independentemente do volume de concreto.

No sistema de produção em linha longa, ou sistema “*long line*”, cada pista de produção utiliza um par de cabeceiras de protensão (uma em cada extremidade da pista de produção) para protender várias de dezenas cavidades de moldagem de dormente por vez, posicionadas uma após a outra, em linha, no sentido longitudinal do dormente.

Cada ciclo de concretagem corresponde ao preenchimento com concreto de todos os moldes de uma mesma pista de produção, o que pode ocorrer mais de uma vez ao dia.

Para a produção no sistema de linha longa, recomenda-se moldar um conjunto de corpos-de-prova por pista de produção, por ciclo de concretagem.

Para os demais sistemas de produção, moldar um conjunto de corpos-de-prova para cada 200 dormentes ou fração.

O ensaio de resistência à compressão deverá ser realizado, no mínimo em dois corpos-de-prova cada, antes da desprotensão e após 28 dias a 42 dias de cura do CP. É recomendado dobrar o número mínimo de CP, para o ensaio na idade da desprotensão, até que esteja perfeitamente definido o tempo em horas para se efetuar a desprotensão.

Os ensaios de resistência à tração por compressão diametral e à tração na flexão deverão ser realizados, no mínimo em dois corpos-de-prova cada.

6.9. ENSAIO DE MOMENTO FLETOR POSITIVO NO APOIO DO TRILHO

O ensaio deve ser realizado em ambas as mesas de apoio do trilho, com frequência recomendada de execução para cada lote de 200 dormentes ou fração produzidos por dia, ou aquela a critério do fabricante e aprovada pelo **DNIT**.

O tamanho do lote é reduzido à metade em caso de falha nos ensaios sobre os corpos-de-prova de concreto, conforme item anterior. Para produções acima de 600 dormentes por dia, permite-se dobrar o tamanho do lote diário de inspeção.

Após definido o tamanho do lote de dormentes ou fração produzidos por dia, com prazo de 28 dias a 42 dias de cura, seleciona-se aleatoriamente um dormente de cada lote para que seja executado o referido ensaio nas instalações do fabricante, ou em outro local aprovado pelo **DNIT**.

Com o dormente apoiado e carregado conforme mostrado na **Figura 4**, a carga P_d deve ser progressivamente aumentada (numa taxa não superior a 22 kN/min) até que seja alcançada a carga P_d , necessária para produzir no dormente o momento fletor M_d . Esta carga deve ser mantida por pelo menos 3 min, tempo durante o qual o dormente deve ser inspecionado, quanto à ocorrência de fissuras estruturais no concreto, com uma lupa iluminada, com aumento de 5 vezes.

Nas condições de execução dos ensaios mecânicos especificados, não podem apresentar qualquer fissuração sob carga no bordo tracionado do concreto.

A carga P_d deve ser calculada pela fórmula:

$$P_d = \frac{2 \times M_d}{\left(\frac{2 \times X}{3} - 0,057 \right)}$$

Onde:

P_d = carga a ser aplicada no ensaio de momento positivo no apoio do trilho, em kN;

M_d = momento fletor de projeto (positivo no apoio do trilho), em kN.m; e

X = comprimento da cabeceira do dormente, em m.

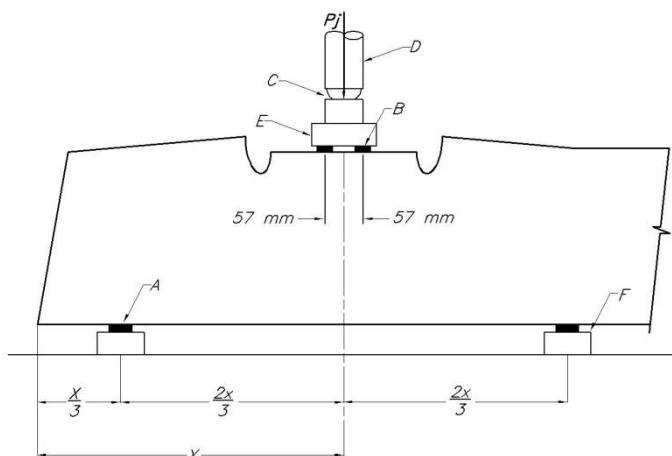


Figura 4

A = Tira de borracha com largura de 50 mm \pm 1 mm, espessura de 25 mm \pm 0,5 mm, comprimento mínimo igual à largura do dormente e dureza de 50 \pm 5 pontos na escala do durômetro Tipo A;

B = Tira de borracha com largura de 25 mm \pm 1 mm, espessura de 12,5 mm \pm 0,5 mm, comprimento mínimo igual à largura do dormente e dureza de 50 \pm 5 pontos na escala do durômetro Tipo A;

C = Rótula (opcional);

D = Cilindro ou atuador hidráulico para aplicação do carregamento especificado;

E = Placa de aço, suficientemente robusta para distribuir o carregamento sobre as tiras de borracha sem sofrer qualquer deflexão significativa;

F = Placa de aço com largura e espessura apropriadas e comprimento mínimo igual à largura do dormente.

Se o dormente ensaiado for reprovado, dois dormentes adicionais podem ser selecionados aleatoriamente do mesmo lote de produção para serem ensaiados.

Se qualquer dos dois dormentes adicionais for reprovado, todos os dormentes restantes do lote de produção em questão podem ser rejeitados em conjunto, ou ensaiados um a um para aprovação individual, a critério do fabricante e aceito pelo **DNIT**.

Demais procedimentos e o ensaio encontram-se especificados na norma **ABNT-NBR-11709/2010**.

6.10. ENSAIOS DOS INSERTOS DAS FIXAÇÕES

Os ensaios mecânicos de arrancamento e de torque devem ser realizados em todos os insertos do dormente, com frequência recomendada de execução para cada lote de 200 dormentes ou fração produzidos por dia, ou aquela a critério do fabricante e aprovada pelo **DNIT**.

O tamanho do lote é reduzido à metade em caso de falha nos ensaios sobre os corpos-de-prova de concreto, conforme citado anteriormente. Para produções acima de 600 dormentes por dia, permite-se dobrar o tamanho do lote diário de inspeção.

Após definido o tamanho do lote de dormentes ou fração produzidos por dia, com prazo de 28 dias a 42 dias de cura, seleciona-se aleatoriamente um dormente de cada lote para que seja executado o referido ensaio nas instalações do fabricante, ou em outro local aprovado pelo **DNIT**.

Esse ensaio deve ser executado para cada um dos insertos do dormente, utilizando-se um arranjo de ensaio similar ao mostrado na **Figura 5**.

Sempre que possível, os suportes **B** mostrados na referida figura devem ser posicionados numa distância d_s = 200 mm com relação ao eixo do inserto ensaiado. A distância d_s pode ser aumentada, ou diminuída, conforme necessário para possibilitar a montagem do dispositivo de ensaio, em função das dimensões da cabeceira do dormente e da geometria da mesa de apoio do trilho.

Com o dormente apoiado e carregado conforme mostrado na figura, a carga P_j deve ser progressivamente aumentada (numa taxa não superior a 22 kN/min) até que seja alcançada a carga P_t ; Esta carga deve ser mantida por pelo menos 3 min, tempo durante o qual o dormente deve ser inspecionado quanto à ocorrência de quaisquer escorregamentos do inserto, ou rachaduras no concreto. Qualquer destas ocorrências caracteriza uma falha neste ensaio.

A ocorrência de fissuras na argamassa de cimento nas vizinhanças do inserto não constitui falha neste ensaio. Por outro lado, a incapacidade do inserto propriamente dito de resistir à carga P_t sem apresentar deformação permanente também deve ser considerada como uma falha.

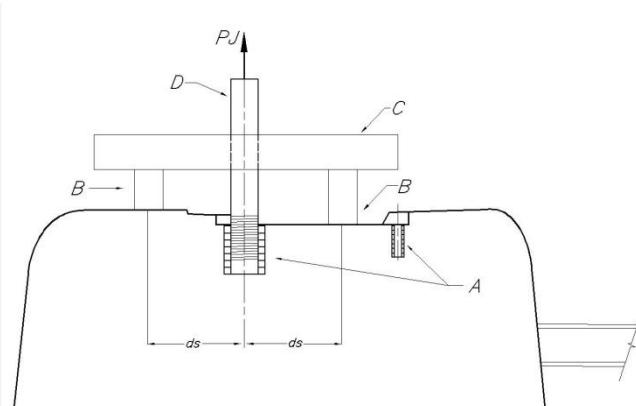


Figura 5

A carga P_t deve ser calculada pela fórmula:

$$P_t = Q_t \times D_f \times (\operatorname{tg}(\beta) \times \frac{h_t}{L_t} - 0,5) \text{ sendo que: } \operatorname{tg}(\beta) = \frac{P_L}{P_V}$$

Onde:

P_t = carga a ser aplicada no ensaio de arrancamento dos insertos, em kN;

Q_t = carga estática da roda de tração, em kN;

$\operatorname{tg}(\beta)$ = razão entre a carga lateral (P_L) e a carga vertical (P_V);

h_t = altura do trilho, em m;

L_t = largura do patim do trilho, em m;

Nota: Caso o DNIT não especifique, adotar $\operatorname{tg}(\beta) = 1,0$ para o cálculo de P_j .

A = Insertos;

B = Suporte de madeira, aço ou outro material apropriado, com comprimento mínimo igual à largura do dormente e largura e altura tais que permitam posicionar a viga **C** na direção perpendicular ao eixo da haste **D**;

C = Barra ou viga de aço destinada a suportar a reação da carga P_j ;

D = Haste de aplicação da carga P_j , com ponteira adaptada à rosca do inserto, ou cavidade de encaixe ou ainda olhal da ombreira fundida, de maneira a possibilitar que o arrancamento seja exercido na direção do eixo do inserto;

Se o dormente ensaiado for reprovado, dois dormentes adicionais podem ser selecionados aleatoriamente do mesmo lote de produção para serem ensaiados. Se qualquer dos dois dormentes adicionais for reprovado, todos os dormentes restantes do lote de produção em questão podem ser rejeitados em conjunto, ou ensaiados um a um para aprovação individual, a critério do fabricante e aceito pelo **DNIT**.

Após a execução do ensaio de arrancamento dos insertos, o ensaio de torque deve ser executado sobre cada um dos insertos dos dormentes. Um torque $T_r = 340$ N.m deve ser aplicado em torno do eixo longitudinal do inserto por intermédio de um torquímetro calibrado com um dispositivo apropriado de engate no inserto. Este torque deve ser mantido por pelo menos 3 min.

Na maioria dos casos, o eixo de aplicação do torque T_r pelo período especificado sem apresentar rotação, rachadura do concreto ou deformação permanente, as exigências deste ensaio terão sido atendidas.

Demais procedimentos encontram-se especificados na norma **ABNT-NBR-11709/2010**.

6.11. ENSAIO DE MOMENTO FLETOR NEGATIVO NO CENTRO DO DORMENTE

Os ensaios mecânicos de momento fletor negativo no centro do dormente (M_2) devem ser realizados, com frequência recomendada de execução para cada lote de 200 dormentes ou fração produzidos por dia, ou aquela a critério do fabricante e aprovada pelo DNIT.

O tamanho do lote é reduzido à metade em caso de falha nos ensaios sobre os corpos-de-prova de concreto, conforme citado anteriormente. Para produções acima de 600 dormentes por dia, permite-se dobrar o tamanho do lote diário de inspeção.

Após definido o tamanho do lote de dormentes ou fração produzidos por dia, com prazo de 28 dias a 42 dias de cura, seleciona-se aleatoriamente um dormente de cada lote para que seja executado o referido ensaio nas instalações do fabricante, ou em outro local aprovado pelo **DNIT**.

Com o dormente apoiado e carregado conforme mostrado na **Figura 6**, a carga P_j deve ser progressivamente aumentada (numa taxa não superior a 22 kN/min) até que seja alcançada a carga P_2 , necessária para produzir no dormente o momento fletor negativo M_2 , devido ao apoio da região central do dormente sobre o lastro. Esta carga deve ser mantida por pelo menos 3 min, tempo durante o qual o dormente deve ser inspecionado quanto à ocorrência de fissuras estruturais no concreto. Os dormentes inspecionados não podem apresentar qualquer ocorrência de fissuras estruturais no concreto.

A carga P_2 deve ser calculada conforme fórmula:

$$P_2 = \frac{-2 \times M_2}{\left(\frac{L_c}{2} - 0,076\right)}$$

Onde:

P₂ = Carga a ser aplicada no ensaio de momento negativo no centro do dormente monobloco, em kN;

M₂ = Momento fletor negativo no centro do dormente, em kN.m;

L_c = Distância entre os centros das mesas de apoio dos trilhos, em m;

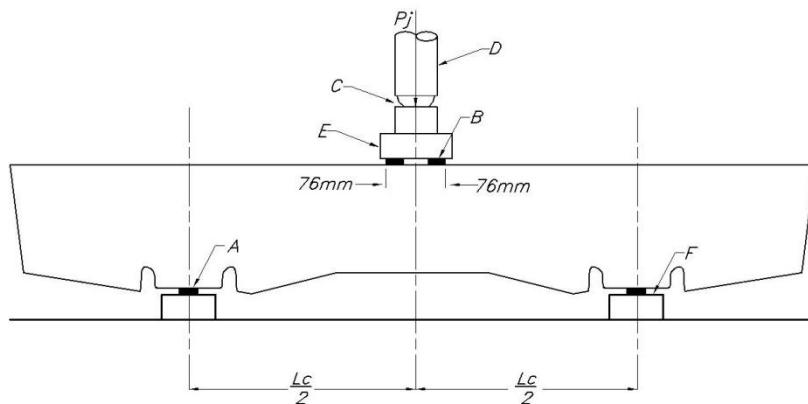


Figura 6

A = Tira de borracha com largura de 50 mm \pm 1 mm, espessura de 25 mm \pm 0,5 mm, comprimento mínimo igual à largura do dormente e dureza de 50 \pm 5 na escala do durômetro Tipo A;

B = Tira de borracha com largura de 25 mm \pm 1 mm, espessura de 12,5 mm \pm 0,5 mm, comprimento mínimo igual à largura do dormente e dureza de 50 \pm 5 na escala do durômetro Tipo A;

C = Rótula (opcional);

D = Cilindro ou atuador hidráulico para aplicação do carregamento especificado;

E = Placa de aço, suficientemente robusta para distribuir o carregamento sobre as tiras de borracha sem sofrer qualquer deflexão significativa;

F = Placa de aço com largura e espessura adequadas e comprimento mínimo igual à largura do dormente.

Se o dormente ensaiado for reprovado, dois dormentes adicionais podem ser selecionados aleatoriamente do mesmo lote de produção para serem ensaiados. Se qualquer dos dois dormentes adicionais for reprovado, todos os dormentes restantes do lote de produção em questão podem ser rejeitados em conjunto, ou ensaiados um a um para aprovação individual, a critério do fabricante e aceito pelo **DNIT**.

Demais procedimentos encontram-se especificados na norma **ABNT-NBR-11709/2010**.

6.12. ENSAIO DE ADERÊNCIA OU DE ANCORAGEM

Os ensaios de aderência ou de ancoragem devem ser realizados, com frequência recomendada de execução para cada lote de 2.000 dormentes produzidos, podendo ser reduzido o tamanho máximo do lote a critério do fabricante e aprovado pelo **DNIT**.

Na execução dos ensaios do dormente monobloco pré-tensionado e pós tensionado, considera-se ruína estrutural do dormente monobloco qualquer das seguintes ocorrências:

- Ruptura por compressão excessiva do bordo comprimido;
- Alongamento excessivo sob carga (maior que 1 %) da armadura mais tracionada;
- Escorregamento de qualquer camada da armadura ativa (no caso de pré-tração) ou ruptura de qualquer ancoragem (no caso de pós tração);
- Abertura de qualquer fissura após o descarregamento maior que 0,5 mm.

Fica dispensada a determinação da carga de ruína.

O dormente monobloco **pré-tensionado**, quando apoiado e carregado conforme mostrado na **Figura 4** (*momento positivo no apoio do trilho*), a carga P_j deve ser progressivamente aumentada (numa taxa não superior a 22 kN/min) até que seja alcançada a carga $P_6 = k_{2e} \times P_d$ (P_d = carga necessária para produzir no dormente o momento fletor positivo no apoio do trilho; k_{2e} = coeficiente de ponderação dos momentos fletores accidentais, para execução de ensaios estáticos), carga esta deve ser mantida por pelo menos 5 min, tempo durante o qual é efetuado a leitura do escorregamento do fio ou cabo de protensão mais externo na camada inferior da armadura ativa.

Se o escorregamento dos fios ou cabos de protensão, medido com auxílio de um equipamento apropriado com leitura de 0,0025 (1/400 mm), não ultrapassar 0,025 mm (1/40 mm), as exigências deste ensaio terão sido atendidas.

A carga P_j deve então se progressivamente aumentada (numa taxa não superior a 22 kN/min) até que ocorra a ruína estrutural do dormente, sendo que o valor da carga de ruína deve ser apenas registrado, não havendo valores-limites a serem atendidos.

Se nesta etapa final do ensaio, a carga P_j aplicada ao dormente atingir a máxima capacidade de carga da prensa de ensaio antes de ocorrer a ruína estrutural do dormente, o valor a ser registrado é o da carga máxima aplicada ao dormente.

O dormente monobloco **pós-tensionado**, quando submetidos à mesma carga aplicada para o dormente monobloco pré-tensionado, nas condições de execução dos ensaios mecânicos especificados na referida norma, deverá suportar esta carga.

Em caso de falha nos ensaios de aderência, ou de ancoragem, três dormentes adicionais podem ser selecionados aleatoriamente do mesmo lote para serem ensaiados. Se qualquer dos três dormentes adicionais não atender às exigências do ensaio, o lote completo pode ser rejeitado, a critério do **DNIT**.

O dormente submetido aos ensaios especificados e que tenha sido:

- **Rejeitado**, deve ser imediatamente destruído pelo fornecedor na presença do representante do **DNIT**; e
- **Aprovado**, será considerado adequado para uso na via, podendo ser entregue ao **DNIT** na condição de dormente novo e isento de defeitos.

Demais procedimentos encontram-se especificados na norma **ABNT-NBR-11709/2010**.

6.13. OUTROS ENSAIOS

Segundo a norma **ABNT-NBR-11709/2010**, os ensaios a seguir relacionados, não são necessários para a liberação da entrega ao **DNIT** de um determinado lote de dormentes, conforme tabela de ensaios recomendados sobre dormentes, executados em fábrica.

Contudo, para assegurar o controle de qualidade da fabricação do dormente, recomenda-se que os referidos ensaios sejam também realizados.

6.13.1. ENSAIO DE MOMENTO FLETOR NEGATIVO NO APOIO DO TRILHO

As solicitações de flexão negativas na seção transversal do apoio do trilho, representadas pelo momento fletor M_1 , podem ocorrer devido a diferentes fatores, como os deslocamentos verticais da via durante a passagem dos trens, oscilações harmônicas resultantes de corrugações nos trilhos, esforços dinâmicos laterais transmitidos aos dormentes nas curvas, esforços devidos ao manuseio do dormente nas operações de manutenção e, sobretudo, o próprio comportamento elástico do dormente de concreto.

O ensaio deve ser realizado em ambas as mesas de apoio do trilho, com frequência recomendada de execução para cada lote de 200 dormentes ou fração produzidos por dia, ou aquela a critério do fabricante e aprovada pelo DNIT.

O tamanho do lote é reduzido à metade em caso de falha nos ensaios sobre os corpos-de-prova de concreto, conforme anteriormente citado. Para produções acima de 600 dormentes por dia, permite-se dobrar o tamanho do lote diário de inspeção.

Após definido o tamanho do lote de dormentes ou fração produzidos por dia, com prazo de 28 dias a 42 dias de cura, seleciona-se aleatoriamente um dormente de cada lote para que seja executado o referido ensaio nas instalações do fabricante, ou em outro local aprovado pelo DNIT.

Com o dormente apoiado e carregado conforme mostrado na **Figura 7**, a carga P_1 deve ser progressivamente aumentada (numa taxa não superior a 22 kN/min) até que seja alcançada a carga P_1 , necessária para produzir no dormente um momento fletor M_1 . Esta carga deve ser mantida por pelo menos 3 min, tempo durante o qual o dormente deve ser inspecionado quanto à ocorrência de fissuras estruturais no concreto.

A carga P_1 deve ser calculada conforme fórmula:

$$P_1 = \frac{-2 \times M_1}{\left(\frac{-2 \times X}{2} - 0,076 \right)}$$

Onde:

P_1 = Carga a ser aplicada no ensaio de momento negativo no apoio do trilho, em kN;

M_1 = Momento fletor negativo no apoio do trilho, em kN.m;

X = Comprimento da cabeceira do dormente, em m.

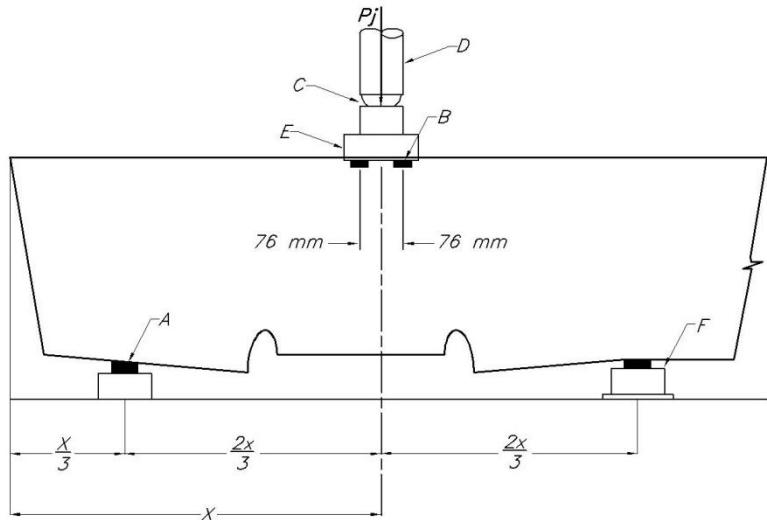


Figura 7

A = Tira de borracha com largura de $50 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$, espessura de $25 \text{ mm} \pm 0,5 \text{ mm}$, comprimento mínimo igual à largura do dormente e dureza de 50 ± 5 pontos na escala do durômetro Tipo A;

B = Tira de borracha com largura de $25 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$, espessura de $12,5 \text{ mm} \pm 0,5 \text{ mm}$, comprimento mínimo igual a largura do dormente e dureza de 50 ± 5 pontos na escala do durômetro Tipo A;

C = Rótula (opcional);

D = Cilindro ou atuador hidráulico para aplicação do carregamento especificado;

E = Placa de aço, suficientemente robusta para distribuir o carregamento sobre as tiras de borracha sem sofrer qualquer deflexão significativa;

F = Placa de aço com largura e espessura apropriadas e comprimento mínimo igual à largura do dormente;

G = Calço metálico com largura e comprimento ao menos iguais aos da placa F e espessura apropriada para manter a base do dormente na posição horizontal;

Se o dormente ensaiado for reprovado, dois dormentes adicionais podem ser selecionados aleatoriamente do mesmo lote de produção para serem ensaiados.

Se qualquer dos dois dormentes adicionais for reprovado, todos os dormentes restantes do lote de produção em questão podem ser rejeitados em conjunto, ou ensaiados um a um para aprovação individual, a critério do fabricante e aceito pelo **DNIT**.

Demais procedimentos e o ensaio encontram-se especificados na norma **ABNT-NBR-11709/2010**.

6.13.2. ENSAIO DE MOMENTO FLETOR POSITIVO NO CENTRO DO DORMENTE

As solicitações de flexão positivas na seção transversal central do dormente, representadas pelo momento fletor **M₃**, podem ocorrer principalmente devido à reversão elástica do momento fletor negativo no centro do dormente **M₂**.

Os ensaios devem ser realizados, com frequência recomendada de execução para cada lote de 200 dormentes ou fração produzidos por dia, ou aquela a critério do fabricante e aprovada pelo DNIT.

O tamanho do lote é reduzido à metade em caso de falha nos ensaios sobre os corpos-de-prova de concreto, conforme citado anteriormente. Para produções acima de 600 dormentes por dia, permite-se dobrar o tamanho do lote diário de inspeção.

Após definido o tamanho do lote de dormentes ou fração produzidos por dia, com prazo de 28 dias a 42 dias de cura, seleciona-se aleatoriamente um dormente de cada lote para que seja executado o referido ensaio nas instalações do fabricante, ou em outro local aprovado pelo **DNIT**.

Com o dormente apoiado e carregado conforme mostrado na **Figura 8**, a carga P_j deve ser progressivamente aumentada (numa taxa não superior a 22 kN/min) até que seja alcançada a Carga P_3 , necessária para produzir no dormente o momento fletor M_3 . Esta carga deve ser mantida por pelo menos 3 min, tempo durante o qual o dormente deverá ser inspecionado quanto à ocorrência de fissuras estruturais no concreto.

A carga P_3 deve ser calculada conforme segue:

$$P_3 = \frac{2 \times M_3}{\left(\frac{L_c}{2} - 0,076 \right)}$$

Onde:

P_3 = Carga a ser aplicada no ensaio de momento positivo no centro do dormente monobloco, em kN;

M_3 = Momento fletor positivo no centro do dormente, em kN.m;

L_c = Distância entre os centros das mesas de apoio dos trilhos, em m.

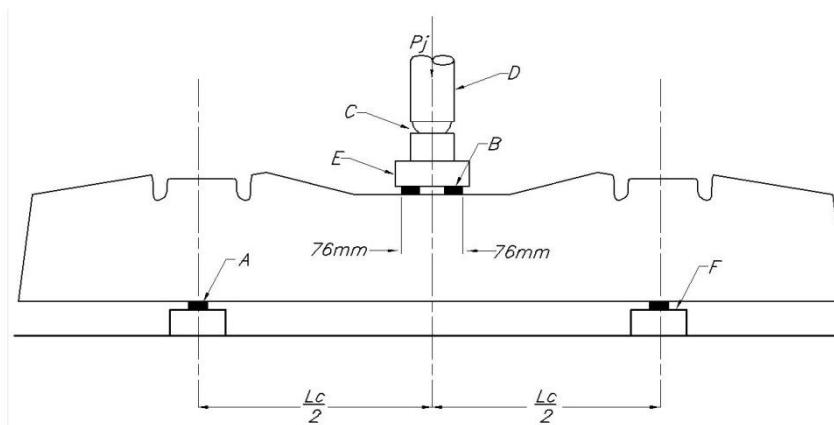


Figura 8

A = Tira de borracha com largura de 50 mm \pm 1 mm, espessura de 25 mm \pm 0,5 mm, comprimento mínimo igual à largura do dormente e dureza de 50 \pm 5 pontos na escala do durômetro Tipo A;

B = Tira de borracha com largura de 25 mm \pm 1 mm, espessura de 12,5 mm \pm 0,5 mm, comprimento mínimo igual a largura do dormente e dureza de 50 \pm 5 pontos na escala do durômetro Tipo A;

C = Rótula (opcional);

D = Cilindro ou atuador hidráulico para aplicação do carregamento especificado;

E = Placa de aço, suficientemente robusta para distribuir o carregamento sobre as tiras de borracha sem sofrer qualquer deflexão significativa;

F = Placa de aço com largura e espessura apropriadas e comprimento mínimo igual à largura do dormente;

Se o dormente ensaiado for reprovado, dois dormentes adicionais podem ser selecionados aleatoriamente do mesmo lote de produção para serem ensaiados.

Se qualquer dos dois dormentes adicionais for reprovado, todos os dormentes restantes do lote de produção em questão podem ser rejeitados em conjunto, ou ensaiados um a um para aprovação individual, a critério do fabricante e aceito pelo **DNIT**.

Demais procedimentos e o ensaio encontram-se especificados na norma **ABNT-NBR-11709/2010**.

6.13.3. ENSAIO DINÂMICO NO APOIO DO TRILHO

Após executados os ensaios do momento positivo e negativo nos apoios dos trilhos sobre o dormente e na parte central, e os resultados forem satisfatórios, será realizado o ensaio dinâmico no apoio B do trilho nº 1. A carga P_d será aumentada progressivamente (numa taxa não superior a 22 kN/min), até que ocorra fissura do dormente desde a sua superfície inferior até a altura dos tirantes inferiores (*Esquema de carga da Figura 4 – Momento positivo no apoio do trilho*).

Submete-se então o dormente a 3 milhões de ciclos de carregamento pulsativo, com variação da carga desde 18 kN até 1,1 P_d em cada ciclo. A freqüência desse carregamento será 600 ciclos/min, com variação máxima de 20 ciclos/min.

Se após a aplicação dos 3 milhões de ciclos, o dormente puder suportar a carga vertical de 1,1 P_d no apoio do trilho, as exigências deste ensaio terão sido atendidas.

7. LIBERAÇÃO PARA EMBARQUE

A liberação para embarque dos **dormentes monoblocos de concreto protendido (DCMP)** dar-se-á após a execução de todas as verificações, ensaios e contraensaios sob a supervisão e fiscalização do **DNIT**, e a correspondente emissão de Termo de Liberação de Inspeção.

8. CARREGAMENTO E TRANSPORTE

É de responsabilidade do fornecedor a movimentação e o manuseio dos dormentes monoblocos de concreto protendido (**DCMP**) nas instalações da fábrica, durante o carregamento, transporte, descarregamento e empilhamento no local de entrega a ser definido pelo **DNIT**.

Toda e qualquer movimentação de dormentes deve ser feita por processos mecânicos, que garantam a sua preservação e indeformabilidade, de modo a evitar danos de qualquer natureza em consequência de golpes, quedas e impactos.

A estocagem e o carregamento em veículos para o transporte, são feitos por meio de ponte rolante, pórtico ou por empilhadeira, sendo adotado o que for mais conveniente para cada situação.

Os dormentes devem ser transportados em vagões abertos ou em carretas, cujo carregamento e descarregamento podem ser feitos por guindastes instalados no próprio meio de transporte adotado.

Todo e qualquer situação de empilhamento é feito interpondo calços de madeira sob os dormentes, evitando o contato direto entre as camadas destes, devendo os calços ser capazes de resistir ao peso das demais camadas superiores. Os dormentes devem ser dispostos num mesmo sentido de orientação, com as faces superiores voltadas sempre para cima.

A área destinada ao empilhamento dos dormentes deve estar limpa, drenada, compactada e capaz de resistir ao peso das pilhas sem sofrer recalque que possa prejudicar a integridade dos dormentes.

As pilhas devem conter dormentes de um mesmo lote de fabricação, devidamente identificado e com o dia de produção, separadas entre si, por uma distância adequada que permita fácil acesso e manobra de veículos utilizados no manuseio dos dormentes.

Os dormentes curados deverão ser estocados em pilhas, cujas alturas dependem do equipamento de manuseio e da capacidade de suporte do terreno, assim como da resistência dos próprios dormentes.

Portanto, todos os dormentes monoblocos de concreto pretendido (**DCMP**) ao serem transportados para seu destino serão de inteira responsabilidade do fornecedor, sem nenhum tipo de ônus para o **DNIT**.

9. LOCAL DE ENTREGA

O local de entrega é o estipulado pelo **DNIT** no Contrato de fornecimento.

10. TERMO DE ACEITAÇÃO PROVISÓRIA

Após a chegada dos **dormentes monoblocos de concreto pretendido (DCMP)** nas dependências do DNIT, os mesmos, serão vistoriados e, se o **DNIT** julgar necessário, realizará verificações de qualquer ordem.

Caso esteja tudo em ordem, inclusive a parte quantitativa, o **DNIT** emitirá o Termo de Aceitação Provisória.

11. GARANTIA

O **dormente de madeira (DM)** será garantido, no mínimo, até 31 de dezembro do ano **N+9**, sendo **N** o ano de fabricação marcado no **dormente**, contra todo e qualquer defeito imputável à sua fabricação independentemente dos resultados da inspeção no ato do recebimento e/ou ensaios posteriores.

O **DNIT** poderá optar entre a substituição do **dormente** comprovadamente com defeito de fabricação por outro novo colocado no mesmo local, ou por uma indenização, em valor equivalente ao de um novo, na data de substituição, mais as despesas decorrentes para ser disponibilizado no mesmo local.

Os **dormentes** defeituosos, substituídos ou indenizados pelo fabricante, não sendo retirados no prazo de 30 dias a contar da data da substituição, passam a ser de propriedade do **DNIT**, que deles poderá dispor a seu exclusivo critério, sem qualquer tipo de ônus.

12. ACEITAÇÃO

Serão aceitos somente os lotes de **dormentes monoblocos de concreto protendido (DCMP)** que atenderem totalmente à Especificação Técnica constante no Termo de Referência do Edital.

O **DNIT** se reserva o direito de rejeitar qualquer peça defeituosa, encontrada na inspeção, independentemente do fato de pertencer ou não à amostra, e do lote ser aprovado ou rejeitado. As peças rejeitadas de um lote aprovado poderão ser reparadas e apresentadas para nova inspeção, desde que autorizada pelo **DNIT**.

Os lotes rejeitados somente poderão ser reapresentados, para nova inspeção, após haverem sido reexaminadas todas as unidades pertencentes aos referidos lotes e retiradas ou reparadas aquelas consideradas defeituosas.

Nesse caso o responsável pela inspeção determinará se este reexame deve incluir todos os tipos de defeitos ou ficarem restritos somente aqueles que ocasionaram as referidas rejeições.

O fabricante colocará à disposição dos inspetores do **DNIT** todos os meios necessários ao bom desempenho de suas funções, permitindo o livre acesso a qualquer fase da fabricação e controle de qualidade.

Será obrigatória a execução, pelo fabricante, de todos os ensaios exigidos neste procedimento, na presença dos inspetores do **DNIT**.

13. TRANSPORTE E ESTOCAGEM

13.1. CARGA E DESCARGA

A responsabilidade pela carga, descarga e empilhamento do material é exclusiva do transportador, cabendo ao responsável pelo almoxarifado do **DNIT** a conferência pelas quantidades entregues e verificação da existência de possíveis danos ocorridos durante a carga, transporte e/ou descarga.

Na ocorrência de danos no material, este pode ser recusado pelo responsável pelo recebimento, lavrando no ato um Termo de Não Recebimento de Material, onde serão discriminados a quantidade e motivo do não aceite.

13.2. ESTOCAGEM

É importante que o responsável pelo almoxarifado conheça bem a área de estocagem para que este possa orientar o transportador quanto aos acessos e locais de empilhamento dos lotes dos **dormentes monoblocos de dormente de concreto (DCMP)**.

14. NORMAS TÉCNICAS

ABNT-NBR-6966/1994 - (TB 138) – Título: Dormente – Terminologia.

Data de Publicação: 30/01/1994

Objetivo: Esta Norma define os termos empregados em dormente de via férrea.

ABNT-NBR-9062/2006 – (NB 949) – Título: Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado.

Data de Publicação: 04/12/2006

Objetivo: Esta Norma estabelece os requisitos exigíveis para o projeto, execução e controle de estruturas pré-moldadas de concreto armado ou pretendido, excluídas aquelas em que se empreguem concreto leve ou outros especiais.

ABNT-NBR-6118/2007 - (NB 1) – Título: Projeto de estruturas de concreto - Procedimento.

Data de Publicação: 21/05/2007

Objetivo: Esta norma fixa os requisitos básicos exigíveis para projeto de estruturas de concreto simples, armado e pretendido, excluídas aquelas em que se empregam concreto leve, pesado ou outros especiais.

ABNT-NBR-11709/2010 - (EB 116) – Título: Dormente de concreto - Projeto, materiais e componentes.

Data de Publicação: 20/08/2010

Objetivo: Esta Norma especifica os requisitos para o projeto dos dormentes de concreto e os requisitos para os materiais e componentes utilizados na fabricação destes dormentes.

ABNT-NBR-5741/1993 - (MB 508)– Título: Extração e preparação de amostras de cimentos

Data de Publicação: 30/06/1993

Objetivo: Esta Norma estabelece os procedimentos pelos quais devem ser executadas a extração e preparação de amostras de cimento.

ABNT-NBR-5733/1991 - (EB 2) - Título: Cimento Portland de alta resistência inicial

Data de Publicação: 30/07/1991

Objetivo: Esta Norma fixa as condições exigíveis no recebimento do cimento Portland de alta resistência inicial (CP V - ARI).

ABNT-NBR-11578/1991 - (EB 2138) - Título: Cimento Portland composto - Especificação

Data de Publicação: 30/07/1991

Objetivo: Esta Norma fixa as condições exigíveis no recebimento dos cimentos Portland composto (CP II-E, CPII-Z| e CP II-F), de classes 25, 32 e 40

ABNT-NBR-7215/1996 - (MB 1) – Título: Cimento Portland - Determinação da resistência à compressão

Data de Publicação: 30/12/1996

Objetivo: Esta Norma especifica o método de determinação da resistência a compressão de cimento Portland.

ABNT-NBR-NM-26/2009 - (NBR 7216/1982) – Título: Agregados - Amostragem

Data de Publicação: 30/10/2009

Objetivo: Esta Norma estabelece os procedimentos para a amostragem de agregados, desde a sua extração e redução até o armazenamento e transporte das amostras representativas de agregados para concreto, destinadas a ensaios de laboratório.

ABNT-NBR-7211/2009 - (EB 4) – Título: Agregados para concreto - Especificação

Data de Publicação: 29/04/2009

Objetivo: Esta Norma especifica os requisitos exigíveis para recepção e produção dos agregados miúdos e graúdos destinados à produção de concretos de cimento Portland.

ABNT-NBR-NM-51/2001 – (NBR 6465/1984) – Título: Agregado graúdo - Ensaio de abrasão "Los Angeles"

Data de Publicação: 30/05/2001

Objetivo: Esta Norma estabelece o método de ensaio de abrasão de agregados graúdos usando a máquina "Los Angeles".

ABNT-NBR-7218/2010- (MB 8) - Título: Agregados — Determinação do teor de argila em torrões e materiais friáveis.

Data de Publicação: 22/01/2010

Objetivo: Esta Norma especifica um método para a determinação do teor de argila em torrões e materiais friáveis em agregados destinados ao preparo do concreto.

ABNT-NBR-NM-46/2003 - (NBR 7219/1987) - Título: Agregados - Determinação do material fino que passa através da peneira 75 um, por lavagem

Data de Publicação: 30/07/2003

Objetivo: Esta Norma estabelece o método para a determinação por lavagem, em agregados, da quantidade de material mais fino que a abertura de malha da peneira de 75 um. As partículas de argila e outros materiais que se dispersam por lavagem, assim como materiais solúveis em água, serão removidos do agregado durante o ensaio.

ABNT-NBR-6916/1981 - (EB 585) – Título: Ferro fundido nodular ou ferro fundido com grafita esferoidal

Data de Publicação: 30/10/1981

Objetivo: Esta Norma fixa as condições exigíveis para classificar em função de características mecânicas o ferro fundido nodular para uso geral e estabelecer algumas condições que as peças fundidas com este material devem obedecer.

ABNT-NBR-6004/1984 - (MB 782) – Título: Arames de aço - Ensaio de dobramento alternado

Data de Publicação: 30/08/1984

Objetivo: Esta Norma prescreve o método para verificar as condições de ductilidade de arames de aço pelo ensaio de dobramentos alternado. Este ensaio aplica-se normalmente a um diâmetro ou dimensão característica, igual ou maior que 0,4 mm e geralmente não superior a 10 mm, devendo ser executado somente em arames novos (não utilizados) ou em arames retirados dos cabos de aço novos.

ABNT-NBR-6349/2008 - (MB 864) – Título: Barras, cordoalhas e fios de aço para armaduras de protensão - Ensaio de tração

Data de Publicação: 17/11/2008

Objetivo: Esta Norma especifica o método de ensaio de tração para fios e cordoalhas de aço para armadura de concreto protendido.

ABNT-NBR-7482/2008 - (EB 780) – Título: Fios de aço para estruturas de concreto protendido - Especificação

Data de Publicação: 17/03/2008

Objetivo: Esta Norma fixa os requisitos exigíveis para fabricação, encomenda, fornecimento e recebimento de fios de aço de alta resistência, de seção circular, encruados a frio por trefilação, com superfície lisa ou entalhada, destinados a armaduras de protensão

ABNT-NBR-7483/2008 - (EB 781) – Título: Cordoalhas de aço para estruturas de concreto protendido - Especificação

Data de Publicação: 17/03/2008

Objetivo: Esta Norma fixa os requisitos exigíveis para fabricação, encomenda, fornecimento e recebimento de cordoalhas de aço de alta resistência de três e sete fios, destinadas a armadura de protensão.

ABNT-NBR-7484/2009 - (MB 784) – Título: Barras, cordoalhas e fios de aço destinados a armaduras de protensão - Método de ensaio de relaxação isotérmica.

Data de Publicação: 09/07/2009

Objetivo: Esta Norma prescreve o método de ensaio de relaxação isotérmica de fios, barras e cordoalhas de aço destinado a armaduras de protensão, especificados de acordo com as ABNT NBR 7482 e ABNT NBR 7483.

ABNT-NBR-5738/2003 - (MB 2) – Título: Concreto - Procedimento para moldagem e cura de corpos-de-prova.

Data de Publicação: 30/12/2003

Objetivo: Esta Norma prescreve o procedimento para moldagem e cura de corpos-de-prova de concreto.

ABNT-NBR-5739/2007 - (MB 3) – Título: Concreto - Ensaios de compressão de corpos-de-prova cilíndricos.

Data de Publicação: 28/05/2007

Objetivo: Esta norma prescreve um método de ensaio pelo qual devem ser ensaiados à compressão os corpos-de-prova cilíndricos de concreto, moldados conforme a ABNT NBR 5738 e extraídos conforme a ABNT NBR 7680.

ABNT-NBR-7680/2007 - (NB 695) – Título: Concreto - Extração, preparo e ensaio de testemunhos de concreto.

Data de Publicação: 28/05/2007

Objetivo: Esta Norma estabelece os requisitos exigíveis para extração, preparo e ensaio de testemunhos cilíndricos e prismáticos de concreto simples, armado e protendido.

***Modelo de Ficha para Inspeção de
Dormente Monobloco de Concreto Protendido para via férrea***

**DNIT – DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTURA DE TRANSPORTES
PIM - PROCEDIMENTO DE INSPEÇÃO DE MATERIAL**

FICHA DE INSPEÇÃO DE DORMENTE MONOBLOCO PARA VIA FÉRREA – 1 / 9

DNIT – DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTURA DE TRANSPORTES
PIM - PROCEDIMENTO DE INSPEÇÃO DE MATERIAL

FICHA DE INSPEÇÃO DE DORMENTE MONOBLOCO PARA VIA FÉRREA – 2 / 9

Características das fixações dos trilhos			
Conjunto de fixações	Tipo, marca e modelo	Especificação	
Fixação _____			
Palmilha _____			
Outros (especificar) _____			
PROCESSO DE HOMOLOGAÇÃO DE PROJETO DO DORMENTE			
É exigência do DNIT?	<input checked="" type="checkbox"/> SIM	Apresentar ao DNIT desenho detalhado do dormente a ser submetido aos ensaios de homologação e memória do projeto, conforme especificação.	
	<input type="checkbox"/> NÃO	Submeter ao DNIT para simples avaliação técnica do projeto os seguintes dados: <ul style="list-style-type: none"> Desenho ilustrativo mostrando as dimensões principais do dormente, contendo informações sobre o modelo e o peso total, a referência do desenho detalhado do dormente e o modelo de fixação do trilho para o qual o dormente foi projetado; Ficha resumo do projeto, incluindo os valores dos requisitos de desempenho à flexão, especificados pelo DNIT, ou calculados pelo fornecedor, conforme o caso, e a confirmação de todos os parâmetros adotados no projeto do dormente. 	
ANTES DO INÍCIO DA PRODUÇÃO SERIADA DO DORMENTE		ATENDEU?	
Apresentar ao DNIT para aprovação		SIM	NÃO
Ficha Técnica do dormente (caráter confidencial)			
Processo de fabricação			
Métodos de cura e tempos de cura			
Processos de concretagem e de desmoldagem			
Condições de movimentação, manuseio e estocagem			
Controle Dimensional das Formas			
FÔRMAS DE AÇO PARA FABRICAÇÃO DE DORMENTES			
Dimensões de projeto da fôrma	Tolerâncias Admissíveis	Medição	
Comprimento	± 6 mm	_____ mm	
Largura (em qualquer ponto)	± 3 mm	_____ mm	
Altura (em qualquer ponto)	+6 e -1 mm	_____ mm	
Inclinação da superfície da mesa de apoio do trilho	± 1:05	_____	
Empeno máximo transversal (torção) entre as mesas	1 mm	_____ mm	

DNIT – DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTURA DE TRANSPORTES
PIM - PROCEDIMENTO DE INSPEÇÃO DE MATERIAL

FICHA DE INSPEÇÃO DE DORMENTE MONOBLOCO PARA VIA FÉRREA – 3 / 9

LIMITES E TOLERÂNCIAS DIMENSIONAIS DO DORMENTE MONOBLOCO						
Parâmetros (unidade)	Requisito	Dimensão			Tolerância	Medição
		Mín.	Máx.	Nom.		
Comprimento total do dormente (m)	Especificação			$L = \underline{\hspace{2cm}}$	$\pm 10 \text{ mm}$	
Distância entre os apoios externos das fixações (m)	Especificação			$L_1 = \underline{\hspace{2cm}}$	+ 2 mm - 1 mm	
Posição dos apoios externos das fixações com relação às bordas das cabeceiras do dormente (m)	Especificação			$L_2 = \underline{\hspace{2cm}}$	$\pm 8 \text{ mm}$	
Distância entre os centros das mesas de apoio dos trilhos da bitola menor - via de bitola mista (m)	Especificação			$L_3 = \underline{\hspace{2cm}}$	+ 2 mm -1 mm	
Distância entre os centros das mesas de apoio dos trilhos (m)	Especificação			$L_c = \underline{\hspace{2cm}}$	-	
$L - L_c$ L	Bitola larga e mista	0,34	0,48		-	
	Bitola Estreita	0,42	0,52		-	
Distância entre os centros das mesas de apoio dos trilhos da bitola menor – via de bitola mista (m)	Especificação			$L_{c2} = \underline{\hspace{2cm}}$	-	
Largura das mesas de apoio dos trilhos (m)		0,16	0,32	$B_a = \underline{\hspace{2cm}}$	$\pm 3 \text{ mm}$	
Largura da base nas regiões sob os trilhos (m)		0,24	0,34	$B_b = \underline{\hspace{2cm}}$	$\pm 3 \text{ mm}$	
Largura na base na região central do dormente		0,20	0,34	$B_c = \underline{\hspace{2cm}}$	$\pm 3 \text{ mm}$	
Bitola nominal da via - bitola simples (m)	Especificação			$B_F = \underline{\hspace{2cm}}$	$\pm 2 \text{ mm}$	
Bitola maior da via – bitola mista (m)	Especificação			$B_F = \underline{\hspace{2cm}}$	$\pm 2 \text{ mm}$	
Bitola menor da via – bitola mista (m)	Especificação			$B_{i2} = \underline{\hspace{2cm}}$	$\pm 2 \text{ mm}$	
Altura da seção transversal que passa pelo centro da mesa de apoio do trilho (m)	Carga por eixo $\leq 350 \text{ kN}$	-	0,25	$H_a = \underline{\hspace{2cm}}$	+ 5 mm - 3 mm	
	Carga por eixo $> 350 \text{ kN}$	-	0,27	$H_a = \underline{\hspace{2cm}}$	+ 5 mm - 3 mm	
Altura da seção transversal central do dormente (m)	Via de bitola simples	0,80 H_a	H_a	$H_c = \underline{\hspace{2cm}}$	+ 5 mm - 3 mm	
Altura da seção transversal no centro da bitola menor (m)	Via de bitola mista			$H_c = \underline{\hspace{2cm}}$	+ 5 mm - 3 mm	
Inclinação das mesas de apoio dos trilhos	Especificação	zero	1: $\underline{\hspace{2cm}}$	$i = \underline{\hspace{2cm}}$	$\pm 0,25^\circ$	
Planicidade das mesas de apoio dos trilhos (mm)	Verificar em uma extensão 150 mm			$P_m = \underline{\hspace{2cm}}$	1 mm	

**DNIT – DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTURA DE TRANSPORTES
PIM - PROCEDIMENTO DE INSPEÇÃO DE MATERIAL**

FICHA DE INSPEÇÃO DE DORMENTE MONOBLOCO PARA VIA FÉRREA – 4 / 9

LIMITES E TOLERÂNCIAS DIMENSIONAIS DO DORMENTE MONOBLOCO						
Parâmetros (unidade)	Requisito	Dimensão			Tolerância	Medição
		Mín.	Máx.	Nom.		
Torção relativa entre as mesas de apoio dos trilhos (mm)	Medir c/auxílio de Gabarito			$t_m = \underline{\hspace{2cm}}$	1 mm	
Comprimento da cabeceira do dormente	Especificação				-	

LIMITES E TOLERÂNCIAS DE PESO DO DORMENTE MONOBLOCO (Kgf)

Peso máximo excluindo os dispositivos de ancoragem	Requisito	Dimensão			Tolerância	Medição
		Mín.	Máx.	Nom.		
Dormente de bitola estreita	-	-	350	$P_{tot} = \underline{\hspace{2cm}}$	$\pm 5\%$	
Dormente de bitola padrão	Carga por eixo ≤ 350 kN	-	400	$P_{tot} = \underline{\hspace{2cm}}$	$\pm 5\%$	
	Carga por eixo > 350 kN	-	450	$P_{tot} = \underline{\hspace{2cm}}$	$\pm 5\%$	
Dormente de bitola larga ou mista	Carga por eixo ≤ 350 kN	-	450	$P_{tot} = \underline{\hspace{2cm}}$	$\pm 5\%$	
	Carga por eixo > 350 kN	-	500	$P_{tot} = \underline{\hspace{2cm}}$	$\pm 5\%$	

PLANO DE AMOSTRAGEM

O Plano de Amostragem e os procedimentos para inspeção são específicos para cada tipo de verificação e de ensaio, tendo sido adotados aqueles constantes da norma **ABNT-NBR-11709/2010**.

Ensaios laboratoriais de Homologação de Projeto:

Tamanho do Lote de Dormentes > 5 dormentes de concreto com 28 dias a 42 dias de cura

Tamanho da Amostra (n) = 2 dormentes protótipos, selecionados aleatoriamente pelo fornecedor

Verificação Dimensional (Mesas de apoio dos trilhos, Distância entre insertos e Dimensões principais);

Ensaio de Momento Fletor Positivo no apoio do trilho (em ambas as mesas de apoio do trilho):

Ensaio de Momento Fletor Negativo no centro do dormente;

Ensaio de Momento Fletor Negativo no apoio do trilho; e

Ensaio de Momento Fletor Positivo no centro do dormente:

- Se constatada falha na verificação, o tamanho do lote será reduzido pela metade (100 dormentes);
 - Se produção diária > 600 dormentes, tamanho do lote pode ser dobrada (400 dormentes);
 - Define-se o tamanho do lote de dormentes ou fração da produção diária com 28 a 42 dias de cura

Tamanho da Amostra (n) = 1 dormente selecionado aleatoriamente, de cada lote com tamanho definido

- Se dormente verificado for reprovado, dois novos são selecionados aleatoriamente do mesmo lote;
 - Se um dos dois dormentes for reprovado: **(a)** Os demais dormentes podem ser rejeitados em conjunto, ou **(b)** verificados um a um para aprovação individual a critério do DINIT.

DNIT – DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTURA DE TRANSPORTES
PIM - PROCEDIMENTO DE INSPEÇÃO DE MATERIAL

FICHA DE INSPEÇÃO DE DORMENTE MONOBLOCO PARA VIA FÉRREA – 5 / 9

PLANO DE AMOSTRAGEM				
Ensaios dos insertos das fixações (ensaios mecânicos de arranque e de torque em todos os insertos);				
Tamanho do Lote de Dormentes: Sugerido 200 dormentes ou fração da produção diária ou a combinar.				
<ul style="list-style-type: none"> • Se constatada falha na verificação, o tamanho do lote será reduzido pela metade (100 dormentes); • Se produção diária > 600 dormentes, tamanho do lote pode ser dobrada (400 dormentes); • Define-se o tamanho do lote de dormentes ou fração da produção diária com 28 a 42 dias de cura 				
Tamanho da Amostra (n) = Ensaio a ser realizado em todos os insertos do dormente				
Ensaio de Aderência ou de Ancoragem:				
Tamanho do Lote de Dormentes: Sugerido 2.000 dormentes produzidos, podendo ser reduzido (a combinar);				
<ul style="list-style-type: none"> • Em caso de falha nos ensaios, três dormentes são selecionados aleatoriamente do mesmo lote • Se qualquer dos três dormentes adicionais não atender as exigências do ensaio, o lote completo pode ser rejeitado, a critério do DNIT. 				
ENSAIOS LABORATORIAIS DE HOMOLOGAÇÃO DE PROJETO				
<i>Informações mínimas prestadas no relatório do laboratório responsável</i>		ATENDEU		
		SIM	NÃO	
Referência ou número do projeto do dormente de concreto cujos protótipos foram submetidos aos ensaios de homologação de projeto;				
Número da norma e a data de emissão da versão utilizada como referência para a execução dos ensaios;				
Valores de todos os momentos fletores de referência e cargas de ensaio aplicadas;				
Para cada ensaio executado, ao menos uma fotografia do arranjo de ensaio mostrando o protótipo em situação de ensaio;				
Resultados obtidos para cada ensaio individual, informando se o dormente atendeu ou não às exigências estabelecidas na norma para o respectivo ensaio;				
Relatório final de homologação, informando se os protótipos ensaiados atenderam ou não às exigências da norma, além das exigências adicionais estabelecidas pelo DNIT, se for o caso.				
ENSAIOS PARA CARACTERIZAÇÃO DOS MATERIAIS				
<i>Ensaios realizados por laboratório especializado e independente</i>		ATENDEU		
		SIM	NÃO	
Apresentou o(s) Certificado(s) de Qualidade emitido(s) pelo(s) fabricante(s) do(s) produto(s): como aço para armadura ativa, cimento, lubrificantes, aditivos, adições minerais, insertos etc.;				
Elementos Estruturais Internos – Armaduras Ativas				
Material para protensão	Categoria	Acabamento	Resistência à tração (kgf/mm²)	
			Limite mínimo	
Fio de aço de alta resistência e estabilizado, para garantir relaxação baixa, com acabamento superficial entalhado.	CP 170 RB E CP 175 RB E	Protegido contra oxidação, isentos de graxa, óleo, pintura, solo, ou outra substância que prejudique a sua aderência ao concreto.	170	
			175	
Cordoalha de aço de alta resistência e estabilizada, constituída por 7 fios, para garantir relaxação baixa.	CP 190 RB 7		190	
			ATENDEU?	
			SIM	
			NÃO	

DNIT – DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTURA DE TRANSPORTES
PIM - PROCEDIMENTO DE INSPEÇÃO DE MATERIAL

FICHA DE INSPEÇÃO DE DORMENTE MONOBLOCO PARA VIA FÉRREA – 6 / 9

<i>Elementos Estruturais Internos – Armaduras Ativas</i>			
<i>Material para protensão</i>	<i>Categoria</i>	<i>Acabamento</i>	ATENDEU?
			SIM NÃO
Bainha para confecção do cabo em metal galvanizado, corrugada, flexível para assumir as curvaturas do cabo.	Tipo adotado a ser aprovado pelo DNIT	Impermeável para evitar infiltração do concreto ou da nata de cimento durante a concretagem.	
Purgador a ser escolhido em função do tipo de bainha e da fita adesiva usada.	Sujeito à aprovação do DNIT	Boa qualidade	
Cone de ancoragem deve atender rigorosamente às especificações do projeto e devem ser fixados à forma para não alterar o seu posicionamento quando da confecção dos cabos e da concretagem			
O cabo deve ser colocado de forma correta, conforme indicado no projeto, não sendo permitidas ondulações horizontais ou verticais, que infrinjam o traçado original de projeto			
Antes e durante a concretagem, a posição dos cabos deve ser mantida firmemente de acordo com o projeto, mediante espaçadores horizontais e verticais ou outros elementos aprovados pelo DNIT			
<i>Posicionamento dos Elementos Estruturais Internos – Armaduras Ativas</i>			
<i>Parâmetro</i>		Tolerância	Medição
Posicionamento vertical de armaduras ativas de protensão		± 3 mm	
Posicionamento horizontal de armaduras ativas de protensão		± 6 mm	
No caso de materiais metálicos foram realizados ensaios?		SIM	NÃO
<ul style="list-style-type: none"> • Ensaio completo de tração; • Análise da composição química; • Controle dimensional, conforme especificado no projeto. • Outros ensaios (Especificar): _____ 			
<i>Dispositivos de Ancoragem de Fixação dos Trilhos (Insertos)</i>			
<i>Características técnicas dos Insertos</i>			Limite
Resistência mínima à tração			500 MPa
Alongamento mínimo			7 %
Limite mínimo de escoamento (0,2%)			350 N/m²
Tipo de Dispositivo de Ancoragem de Fixação dos Trilhos (Insertos)		Material Ferro fundido nodular Classe FE 50007	Atendeu?
			Sim
			Não
Isento de empeno e defeitos de fundição: queimaduras, cavidades, bolhas, etc.?			
O fabricante apresentou, com cada lote, um certificado atendendo a Norma?			
<i>Proteção Anticorrosiva</i>		<i>Processo</i>	
Por imersão a quente		(<input type="checkbox"/>) Galvanização	
		(<input type="checkbox"/>) Zincagem	

DNIT – DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTURA DE TRANSPORTES
PIM - PROCEDIMENTO DE INSPEÇÃO DE MATERIAL

FICHA DE INSPEÇÃO DE DORMENTE MONOBLOCO PARA VIA FÉRREA – 7 / 9

Ensaios dos Insertos das Fixações			
Ensaio de arrancamento dos insertos		<i>Falha no ensaio?</i>	
		SIM	NÃO
A carga P_r em kN deve ser aplicada e mantida por 3 min, sem ocorrer escorregamentos do inserto, ou rachaduras no concreto.			
Ensaio de torque			<i>Falha no ensaio?</i>
		SIM	NÃO
Um torque $T_r = 340$ N.m deve ser aplicado em torno do eixo longitudinal do inserto e mantido por 3min, sem apresentar rotação, rachadura do concreto ou deformação permanente.			
Ensaios sobre Corpos-de-Prova de Concreto			
Ensaios de resistência do concreto em CP	Resistência Mínima		Medição
	Limite MPa	Dias de Cura	MPa
Compressão do concreto (f_{ck})	45	28	
Tração na flexão	5	7	
Determinação da resistência à compressão			ATENDEU
	SIM	NÃO	
Foi realizado em dois corpos-de-prova cilíndricos com diâmetro de 15 cm x 30 cm, ou diâmetro de 10 cm x 20 cm, antes da desprotensão e após 28 dias de cura?			
Foram realizados ensaios em CP's para definir o tempo certo para a desprotensão?			
Resistência à tração por compressão diametral e à tração na flexão			
Foi realizado em dois corpos-de-prova cada, após 28 dias a 42 dias de cura do CP?			
ENSAIO DE MOMENTO FLETOR POSITIVO NO APOIO DO TRILHO			
Carga de projeto aplicada por pelo menos 3 min: $P_d =$ _____ kN	<i>Fissuras estruturais?</i>		
Momento fletor de projeto: $M_d =$ _____ kN.m	SIM	NÃO	
Comprimento da cabeceira do dormente: $X =$ _____ m			
ENSAIO DE MOMENTO FLETOR NEGATIVO NO CENTRO DO DORMENTE			
Carga aplicada por pelo menos 3 min: $P_2 =$ _____ kN	<i>Fissuras estruturais?</i>		
Momento fletor de projeto: $M_2 =$ _____ kN.m	SIM	NÃO	
Distância entre os centros das mesas de apoio dos trilhos: $L_c =$ _____ m			
ENSAIO DE ADERÊNCIA OU DE ANCORAGEM			
Dormente monobloco pré-tensionado	<i>Falha no ensaio?</i>		
	SIM	NÃO	
A carga P_6 em kN deve ser aplicada e mantida por 5 min, sem ocorrer escorregamento do fio ou cabo de protensão mais externo na camada inferior da armadura ativa maior do que 0,025 mm (1/40mm).			
Dormente monobloco pós-tensionado	<i>Falha no ensaio?</i>		
	SIM	NÃO	
A mesma carga aplicada para o dormente monobloco pré-tensionado deverá ser suportada sem ruptura de qualquer ancoragem.			

DNIT – DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTURA DE TRANSPORTES
PIM - PROCEDIMENTO DE INSPEÇÃO DE MATERIAL

FICHA DE INSPEÇÃO DE DORMENTE MONOBLOCO PARA VIA FÉRREA – 8 / 9

OPERAÇÃO DE LIBERAÇÃO OU DE TRANSFERÊNCIA DA PROTENSÃO			
<i>Concreto pretendido por pré-tração com aderência inicial</i>		Limite MPa	Medição
Resistência mínima à compressão		21	
<i>Medição da força de protensão no estiramento da armadura ativa</i>		Valor	Limite %
Método 1 - medição do alongamento dos cabos de protensão		X= _____	X-Y ≤ 5
Método 2 - leitura da força aplicada pelo cilindro hidráulico de protensão		Y= _____	(semanal)
ENSAIO DE MOMENTO FLETOR NEGATIVO NO APOIO DO TRILHO			
Carga de projeto aplicada por pelo menos 3 min: $P_1 =$ _____ kN		Fissuras estruturais?	
Momento fletor de projeto: $M_1 =$ _____ kN.m		SIM	NÃO
Comprimento da cabeceira do dormente: $X =$ _____ m			
ENSAIO DE MOMENTO FLETOR POSITIVO NO CENTRO DO DORMENTE			
Carga aplicada por pelo menos 3 min: $P_3 =$ _____ kN		Fissuras estruturais?	
Momento fletor de projeto: $M_3 =$ _____ kN.m		SIM	NÃO
Distância entre os centros das mesas de apoio dos trilhos: $L_c =$ _____ m			
ENSAIO DINÂMICO NO APOIO DO TRILHO			
Após aplicar 3 milhões de ciclos de carregamento pulsativo, com variação de carga de 18 kN a 1,1 P_d em cada ciclo, com frequência de 600 ciclos/min, com variação máxima de 20 ciclos/min, o dormente deverá suportar a carga vertical de 1,1 P_d no apoio do trilho.		Falha no ensaio?	
OUTROS ENSAIOS (Especificar)			
Tipo de ensaio realizado:			
VERIFICAÇÕES			
PARÂMETRO		ATENDE	NÃO ATENDE
MARCAÇÃO	Marcações permanentes em alto ou baixo relevo no dormente de concreto e cada uma das ombreiras fundidas das fixações Marca do DNIT; Marca do fabricante; Ano de fabricação; Código de identificação da data, ou do lote de fabricação; Código de identificação do modelo do dormente (não se aplica às ombreiras); Identificação do perfil do trilho em dormente projetado para um único perfil de trilho (se exigido) e Identificação do molde e cavidade.	[]	[]

DNIT – DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTURA DE TRANSPORTES
PIM - PROCEDIMENTO DE INSPEÇÃO DE MATERIAL

FICHA DE INSPEÇÃO DE DORMENTE MONOBLOCO PARA VIA FÉRREA – 9 / 9

VERIFICAÇÕES			
	PARÂMETRO	ATENDE	NÃO ATENDE
VISUAL	Dormente monobloco deve ter bom acabamento;	[]	[]
	A ferragem do dormente não deve ficar visível, sendo vedado qualquer tipo de retoque;	[]	[]
	A base do dormente deve ser plana, com suficiente aspereza e/ou ranhuras que garantam bom atrito com o lastro;	[]	[]
	As mesas de apoio dos trilhos devem ser planas, lisas e livres de quaisquer grandes vazios ou outros defeitos que possam prejudicar sua função ou vida útil;	[]	[]
	As superfícies laterais e a superfície superior dos dormentes monoblocos devem apresentar uma aparência lisa e uniforme.	[]	[]
	A presença de grande quantidade de pequenos vazios, evidência de retoque, adensamento ou cura inadequados podem ser motivo de rejeição.	[]	[]
	Quebra de quinas das mesas de apoio dos trilhos durante a desmoldagem (arestas que ficam sob os trilhos).	[]	[]
ENSAIOS	Momento fletor positivo no apoio do trilho	[]	[]
	Momento fletor negativo no centro do dormente	[]	[]
	Aderência ou de ancoragem	[]	[]
	Momento fletor negativo no apoio do trilho	[]	[]
	Momento fletor positivo no centro do dormente	[]	[]
	Dinâmico no apoio do trilho	[]	[]
	Outros Ensaios (Especificar):	[]	[]

Data e Identificação do Responsável: