



DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES
DIRETORIA DE INFRAESTRUTURA FERROVIÁRIA
COORDENAÇÃO-GERAL DE OBRAS FERROVIÁRIAS

Procedimentos de Inspeção de Materiais – PIMs

PIM 01 - TRILHO PARA LINHA FÉRREA

Contrato DIF/DNIT 127/2008

2015

APRESENTAÇÃO

Os Procedimentos de Inspeção de Materiais (PIMs) têm por objetivo definir as principais características dos materiais ferroviários mais utilizados na via permanente, bem como padronizar sua inspeção e recebimento.

Na elaboração dos PIMs foram abordados os seguintes tópicos referentes ao objeto de cada um:

- Definição e características
- Forma e Dimensões
- Gabaritos (quando aplicado)
- Tolerâncias
- Inspeção
- Recebimento
- Normas utilizadas
- Ficha de Inspeção do Material

Cabem algumas considerações de caráter geral sobre o processo de elaboração, homologação e manutenção dos PIMs.

Como documentos normativos que são, esses procedimentos devem ser objeto de uma revisão quando (1) se identificar algo em seu conteúdo que deva ser corrigido ou aperfeiçoado, (2) quando ocorrer uma importante inovação tecnológica que exija uma atualização nos procedimentos e nas especificações estabelecidas, ou (3) quando as normas que os fundamentaram sofrerem modificações.

No caso do PIM 10, as principais normas que o fundamentaram foram canceladas pela ABNT, mas ainda carecem de substitutas. Ressalte-se que a motivação para o cancelamento foi a evolução dos materiais utilizados – aqueles previstos nas normas então vigentes não são mais utilizados. No entanto, o procedimento permanece útil para nortear serviços de manutenção e recuperação de vias antigas. Quando uma norma substituta for publicada, recomenda-se então a revisão do procedimento, de modo a refletir as novas instruções normativas. Aliás, esse tipo de providência deve-se aplicar a todos os demais PIMs, sempre que ocorrerem mudanças no referencial normativo.

Os documentos normativos geralmente cobrem um universo de aplicação bastante amplo, no âmbito do qual podem ocorrer casos específicos com circunstâncias e características distintas, que exigem uma solução diferente daquela apontada na norma. Esses casos, porém, devem se revestir de um tratamento especial, exigindo uma justificativa sólida para o não cumprimento da norma, bem como a aprovação de quem contratou o serviço.

Segue uma lista completa dos PIMs elaborados, ressaltando-se que foram revisados os PIMs de 1 a 11 e acrescentado o PIM 18. Os outros PIMs não foram objeto de solicitação de revisão, permanecendo válida a versão entregue anteriormente.

PROCEDIMENTOS DE INSPEÇÃO DE MATERIAIS PIMs

| Identificação | Nome |
|---------------|--|
| PIM 001 | Trilho para linha Férrea |
| PIM 002 | Tala de junção |
| PIM 003 | Parafuso e Porca para Tala de Junção |
| PIM 004 | Arruela de Pressão para Parafuso de Tala de Junção |
| PIM 005 | Placa de Apoio Ferro Fundido Nodular |
| PIM 006 | Placa de Apoio Aço Laminado |
| PIM 007 | Tirefão para Via Férrea |
| PIM 008 | Arruela de Pressão Dupla |
| PIM 009 | Prego de Linha |
| PIM 010 | Placa Amortecedora de Borracha para Fixação Ferroviária (palmilha) |
| PIM 011 | Retensor para Via Férrea |
| PIM 012 | Grampo Tipo Deenik para Fixação Elástica |
| PIM 013 | Grampo Tipo Pandrol para Fixação Elástica |
| PIM 014 | Dormente de Madeira |
| PIM 015 | Dormente de Concreto |
| PIM 016 | Dormente de Aço |
| PIM 017 | AMV - Aparelho de Mudança de Via |
| PIM 018 | Soldagem Aluminotérmica |

PIM 01 - TRILHO PARA LINHA FÉRREA

SUMÁRIO

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | OBJETIVO | 7 |
| 2 | DEFINIÇÃO - CARACTERÍSTICAS - FABRICAÇÃO | 7 |
| 2.1 | DEFINIÇÃO | 7 |
| 2.2 | CARACTERÍSTICAS..... | 7 |
| 2.3 | FABRICAÇÃO | 9 |
| 3 | FORMA – DIMENSÃO - FURAÇÃO | 11 |
| 4 | GABARITOS PARA INSPEÇÃO | 21 |
| 4.1 | GABARITO PARA VERIFICAÇÃO DA ALTURA DO TRILHO..... | 22 |
| 4.2 | GABARITO PARA VERIFICAÇÃO DA LARGURA DO PATIM..... | 23 |
| 4.3 | GABARITO PARA VERIFICAÇÃO DA FORMA E DIMENSÃO DO BOLETO | 24 |
| 4.4 | GABARITO PARA VERIFICAÇÃO DA ASSIMETRIA DO TRILHO | 25 |
| 4.5 | GABARITO PARA VERIFICAÇÃO DA FORMA DA SUPERFÍCIE DE AJUSTE DA TALA DE JUNÇÃO | 26 |
| 4.6 | GABARITO PARA VERIFICAÇÃO DA FURAÇÃO DO TRILHO | 27 |
| 4.7 | GABARITO PARA VERIFICAÇÃO DA DISTÂNCIA ENTRE O FURO E A BASE DO TRILHO..... | 28 |
| 4.8 | GABARITO PARA VERIFICAÇÃO DA ESPESSURA DA ALMA DO TRILHO | 29 |
| 5 | TOLERÂNCIAS..... | 30 |
| 6 | INSPEÇÃO E RECEBIMENTO | 31 |
| 6.1 | INSPEÇÃO | 31 |
| 6.2 | AMOSTRAGEM..... | 32 |
| 6.3 | VERIFICAÇÕES..... | 33 |
| 6.4 | PROPRIEDADES MECÂNICAS..... | 34 |
| 6.5 | COMPOSIÇÃO QUÍMICA..... | 35 |
| 6.6 | MARCAÇÃO DO TRILHO | 38 |
| 6.6.1 | MARCAÇÃO ESTAMPADAS EM ALTO-RELEVO | 39 |
| 6.6.2 | MARCAÇÃO ESTAMPADAS A QUENTE | 39 |
| 6.6.3 | TIPO DE AÇO | 40 |
| 6.7 | VERIFICAÇÃO DIMENSIONAL..... | 40 |
| 6.7.1 | VERIFICAÇÃO DIMENSIONAL – COMPRIMENTO | 40 |
| 6.7.2 | VERIFICAÇÃO DIMENSIONAL – ALTURA (H) DO TRILHO | 41 |

| | |
|--|-----------|
| 6.7.3 VERIFICAÇÃO DIMENSIONAL – LARGURA (L) DO PATIM..... | 41 |
| 6.7.4 VERIFICAÇÃO DIMENSIONAL – BOLETO DO TRILHO..... | 42 |
| 6.7.5 VERIFICAÇÃO DIMENSIONAL – ASSIMETRIA DO TRILHO..... | 42 |
| 6.7.6 VERIFICAÇÃO DIMENSIONAL – SUPERFÍCIE DE AJUSTE DA TALA DE JUNÇÃO..... | 42 |
| 6.7.7 VERIFICAÇÃO DIMENSIONAL – FURAÇÃO DO TRILHO..... | 42 |
| 6.7.8 VERIFICAÇÃO DIMENSIONAL – DISTÂNCIA ENTRE O FURO E A BASE DO TRILHO..... | 42 |
| 6.7.9 VERIFICAÇÃO DIMENSIONAL – ESPESSURA DA ALMA DO TRILHO..... | 42 |
| 6.8 VERIFICAÇÃO DE MASSA..... | 42 |
| 6.9 VERIFICAÇÃO DE ASPECTO | 43 |
| 6.10 VERIFICAÇÃO DE ULTRASSOM | 43 |
| 6.11 ENSAIO DE DUREZA | 44 |
| 6.12 ENSAIO DE RESISTÊNCIA À TRAÇÃO, DE ALONGAMENTO E DE ESCOAMENTO..... | 44 |
| 6.13 ENSAIO DE RESISTÊNCIA AO CHOQUE | 45 |
| 6.14 ENSAIO DE DESCARBONETAÇÃO..... | 45 |
| 6.15 ENSAIO DE INCLUSÕES NÃO METÁLICAS | 46 |
| 6.16 CONDIÇÕES INTERNAS..... | 46 |
| 6.17 OUTROS ENSAIOS (ESPECIFICAR) | 47 |
| 7 LIBERAÇÃO PARA EMBARQUE | 47 |
| 8 CARREGAMENTO E TRANSPORTE | 47 |
| 9 LOCAL DE ENTREGA..... | 47 |
| 10 TERMO DE ACEITAÇÃO PROVISÓRIA..... | 47 |
| 11 GARANTIA..... | 47 |
| 12 ACEITAÇÃO | 48 |
| 13 TRANSPORTE E ESTOCAGEM | 48 |
| 13.1 CARGA E DESCARGA | 48 |
| 13.2 ESTOCAGEM..... | 49 |
| ANEXOS..... | 50 |
| ANEXO 1: NORMAS TÉCNICAS UTILIZADAS | 51 |
| ANEXO 2: MODELO DE FICHA PARA INSPEÇÃO | 52 |

PIM 01 - TRILHO PARA LINHA FÉRREA

1 OBJETIVO

Definir as principais características do material, da fabricação, bem como as condições para a inspeção e recebimento de **TRILHOS** ferroviários.

2 DEFINIÇÃO - CARACTERÍSTICAS - FABRICAÇÃO

2.1 Definição

Trilho: Cada uma das barras de aço carbono laminado (em número de duas na bitola normal e três na bitola mista, e paralelas entre si), de formato especial, que se prolongam, assentadas e fixadas sobre dormentes, e que suportam e guiam as rodas dos veículos ferroviários, constituindo, assim, a superfície de rolamento de uma via férrea (superestrutura).

2.2 Características

O trilho constitui o elemento fundamental da estrutura da via permanente e deve cumprir os seguintes propósitos:

- Resistir diretamente às tensões que recebe do trem e transmiti-las aos outros elementos que compõem a estrutura da via (fixações do trilho, placa de apoio, dormente, lastro, sublastro);
- Realizar a orientação das rodas dos veículos ferroviários, em seu movimento; e
- Servir de condutor da corrente elétrica para a sinalização e à tração nas linhas eletrificadas.

É necessário que o trilho tenha a superfície do boleto liso e retilíneo, tenha uma elevada rigidez e que possa converter a energia do tráfego em deformação elástica.

O acabamento da superfície frontal do trilho cortado a frio, perpendicularmente ao seu eixo, deve ser plana, lisa e sem defeito, sendo que a rebarba deixada pelo corte deve ser retirada.

Quanto ao acabamento da furação do trilho a frio, com broca, deve ser isenta de rebarba, sendo os bordos chanfrados a 45°.

Os trilhos são classificados em **tipo** conforme sua massa por metro, em kg/m. Para efeito de identificação é feito o arredondamento para número inteiro (**NBR 7590:2012**).

Exemplo: TR57 = tipo de trilho com massa de 56,90 kg/m.

TR45 = tipo de trilho com massa de 44,64 kg/m.

São adotados os seguintes *tipos* de trilhos na **NBR 7590:2012**, conforme a massa/metro:

Tabela 1 – Massa nominal

| Tipos de Trilhos | Massa nominal por metro linear de trilho (kg/m) |
|------------------|---|
| TR37 | 37,10 |
| TR45 | 44,64 |
| TR50 | 50,35 |
| TR57 | 56,90 |
| UIC60 | 60,34 |
| GB60 | 60,64 |
| TR68 | 67,56 |
| 140RE | 69,50 |
| 141RE | 69,90 |

Nota: O trilho é designado por TR. Os trilhos UIC 60 e GB 60 correspondem ao TR60. Os trilhos, 140 RE e 141 RE, correspondem ao TR 70. O trilho UIC corresponde ao EN 60 E1.

É permitida uma variação máxima de 0,5% na massa calculada da seção.

Quanto ao *tipo do aço*, o trilho é classificado conforme a **NBR 7590:2012** constante da Tabela 2, a seguir apresentada.

Tabela 2 – Tipos de aço

| Nível de resistência | Tipos de aço | |
|----------------------|--------------|--------|
| Mínima | Aço-carbono | 3 4 |
| Média | Aço-liga | 7 8 |
| Alta | Aço tratado | 10 |

2.3 Fabricação

A responsabilidade pelo fornecimento e transporte de trilhos, ao local a ser determinado pelo DNIT, é do fornecedor.

Antes do início da produção dos trilhos, o fornecedor deve disponibilizar dois conjuntos de gabaritos e calibres, previamente aprovados pelo DNIT, necessários aos controles de formas, dimensões e furação, que justifiquem a verificação, os respectivos desenhos e as planilhas de controle dimensional.

O fornecedor deve disponibilizar ao DNIT informações técnicas para a execução de soldas, principalmente referente aos processos “flash butt” (caldeamento ou solda elétrica), aluminotérmico e a gás sob pressão bem como a curva tempo-transformação-temperatura (curva TTT) dos trilhos.

O processo de laminação do trilho deve ser controlado para evitar dobras e trincas, e não pode apresentar empenamento, de acordo com a NBR-7590:2012.

O controle quantitativo e qualitativo das inclusões, no trilho acabado, deverá atender aos limites especificados na norma NBR NM 88 – Aço – Determinação de inclusões não metálicas – Método Micrográfico, ASTM E45 (método A) ou DIN 50602 (Método M e K3).

Depois de laminados a quente e para evitar a fissura no patim e outros defeitos, todos os trilhos de massa nominal igual a superior a 45 kg/m devem ser submetidos ao resfriamento controlado de acordo com a ASTM A1.

O processo de laminação do trilho deve minimizar as tensões residuais, de acordo com o sentido de laminação.

A fabricação do trilho é composta de vários processos que envolvem desde o siderúrgico na obtenção do ferro gusa para a fabricação do aço carbono, até o de conformação mecânica por meio de laminação a quente, de blocos provenientes dos lingotes de aço, e que podem variar de empresa para empresa.

As características metalúrgicas encontram-se adiante especificadas, de acordo com a NBR-7590:2012, como a composição química do aço e a variação admitida; teores máximos de elementos residuais para os trilhos tratados; carbono equivalente; fragilidade ao hidrogênio e teor de oxigênio.

No que se refere aos teores de hidrogênio e oxigênio, o trilho acabado deverá atender aos seguintes limites:

- O teor de hidrogênio do aço para evitar a fragilidade do trilho acabado, medido em corpo de prova retirado em vazamento ou no boleto do trilho, deve ser de 0,000002% (duas partes por milhão).

O teor máximo de oxigênio, medido em corpo de prova retirado em vazamento ou no boleto do trilho, deve ser de 0,000020% (vinte partes por milhão).

Quando não especificado pelo comprador, a escolha do processo cabe ao fabricante, que deverá informar ao comprador, não podendo alterar a escolha sem prévio conhecimento do mesmo.

Aço é o ferro onde foi removida a maior parte das impurezas.

O aço também possui certa concentração de carbono (0,5 % a 1,5 %).

As impurezas como a Si (sílica), o P (fósforo) e o S (enxofre) enfraquecem muito o aço, então devem ser eliminadas.

A vantagem do aço sobre o ferro é o aumento de sua resistência.

Os processos de fabricação do aço são designados pelo tipo de forno:

- T = Thomas;
- B = Bressemer,
- M = Martin,
- E = Elétrico;
- SM = Siemens Martin.

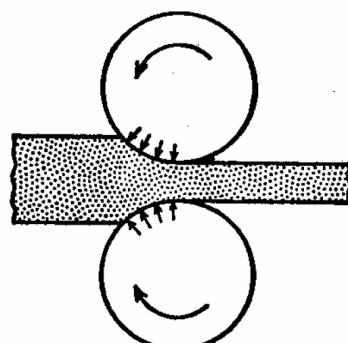
Exemplo: Fabricação o trilho de aço carbono produzido pelo processo Siemens-Martin básico.

O processo Siemens-Martin é uma das maneiras de produzir aço a partir de ferro-gusa. O ferro gusa, o calcário e o minério de ferro são colocados em um forno Siemens-Martin. Este é aquecido a aproximadamente 871°C (1600°F).

O calcário e o minério formam uma escória que flutua na superfície.

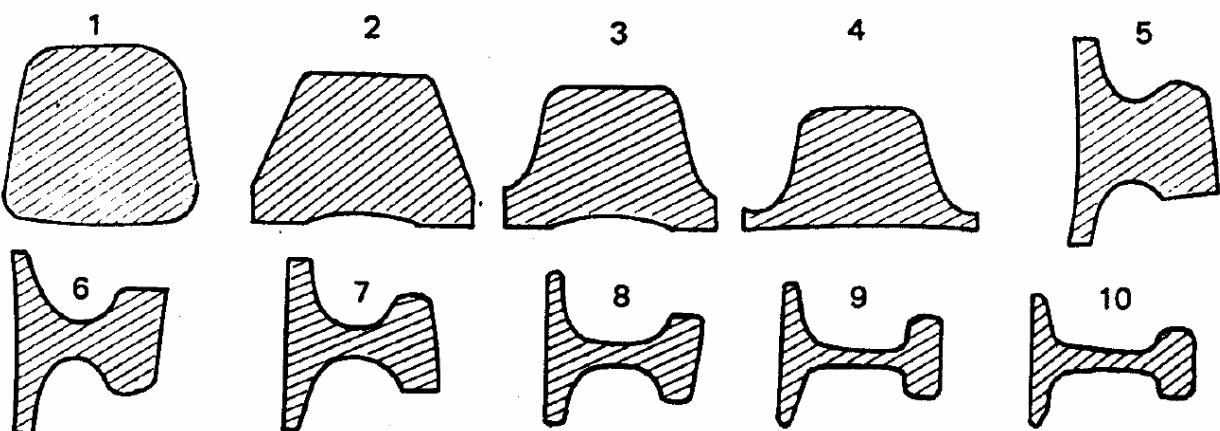
As impurezas, incluindo o carbono, são oxidadas e migram do ferro para a escória. Quando o teor de carbono está correto, obtém-se o aço carbono.

A lamação, um dos tipos de conformação mecânica, é o processo de deformação plástica no qual o metal tem sua forma alterada ao passar entre rolos e rotação. É o de maior uso em função de sua alta produtividade e precisão dimensional. Pode ser a quente ou a frio.



Laminação

No caso do trilho ferroviário a laminação é realizada a quente.



Laminação a quente de perfis. Esquema de passes empregado para a laminação de um trilho ferroviário.

O trilho é fabricado nos comprimentos de 12m, 18m, 24m, 36m.

Todas as barras de trilho são garantidas até, no mínimo, 31 de dezembro do ano N+5, sendo o ano marcado na barra, contra todo defeito imputável à sua fabricação e não detectado no recebimento.

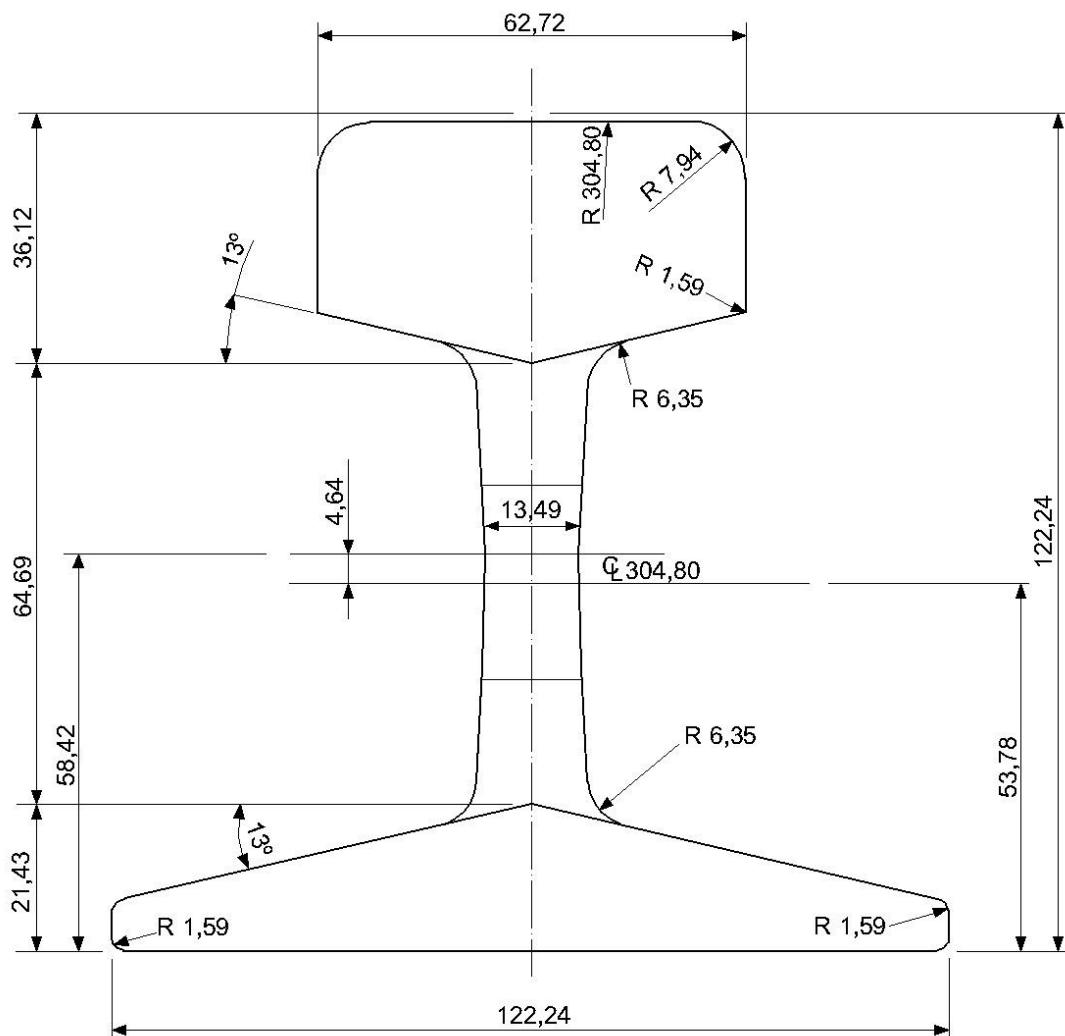
No que se refere à estocagem, o trilho deve ser mantido separado por corrida até a aprovação dos ensaios de propriedades mecânicas: resistência à tração, de alongamento, de escoamento e de dureza Brinell.

3 FORMA – DIMENSÃO - FURAÇÃO

O trilho tem a **forma** e **dimensão** conforme a **NBR 7590:2012**, a seguir apresentada nas seguintes figuras representativas.

Figura 1 – Trilho tipo TR37

(Dimensões em mm)

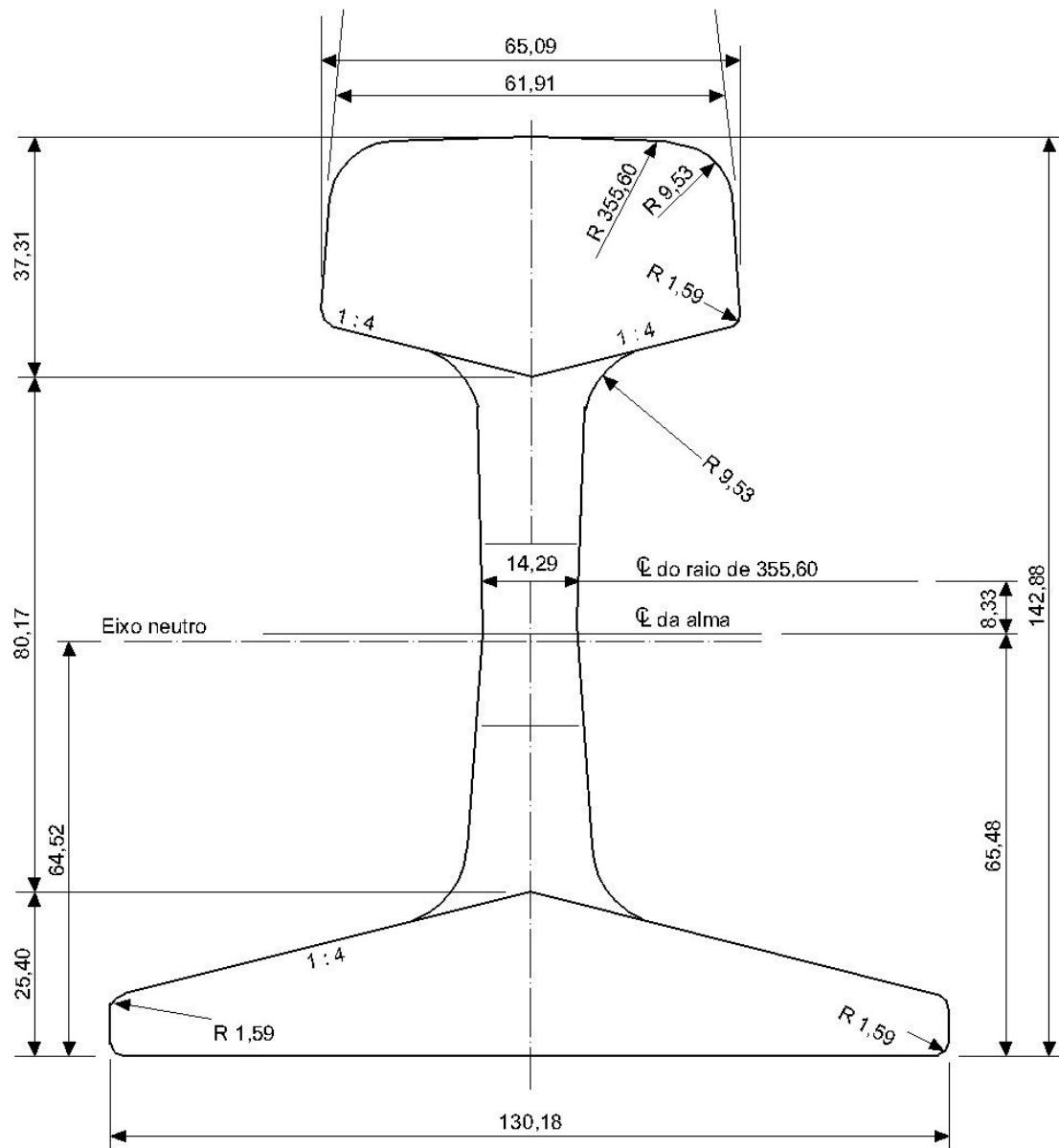


Requisitos do trilho TR37

| | |
|---|---------------|
| Área da seção transversal (cm²) | 47,39 |
| Momento de inércia (cm⁴) | 951,40 |
| Módulo de resistência do boleto (cm³) | 149,10 |
| Módulo de resistência do patim (cm³) | 162,90 |
| Peso por metro (kg/m) | 37,20 |

Figura 2 – Trilho tipo TR45

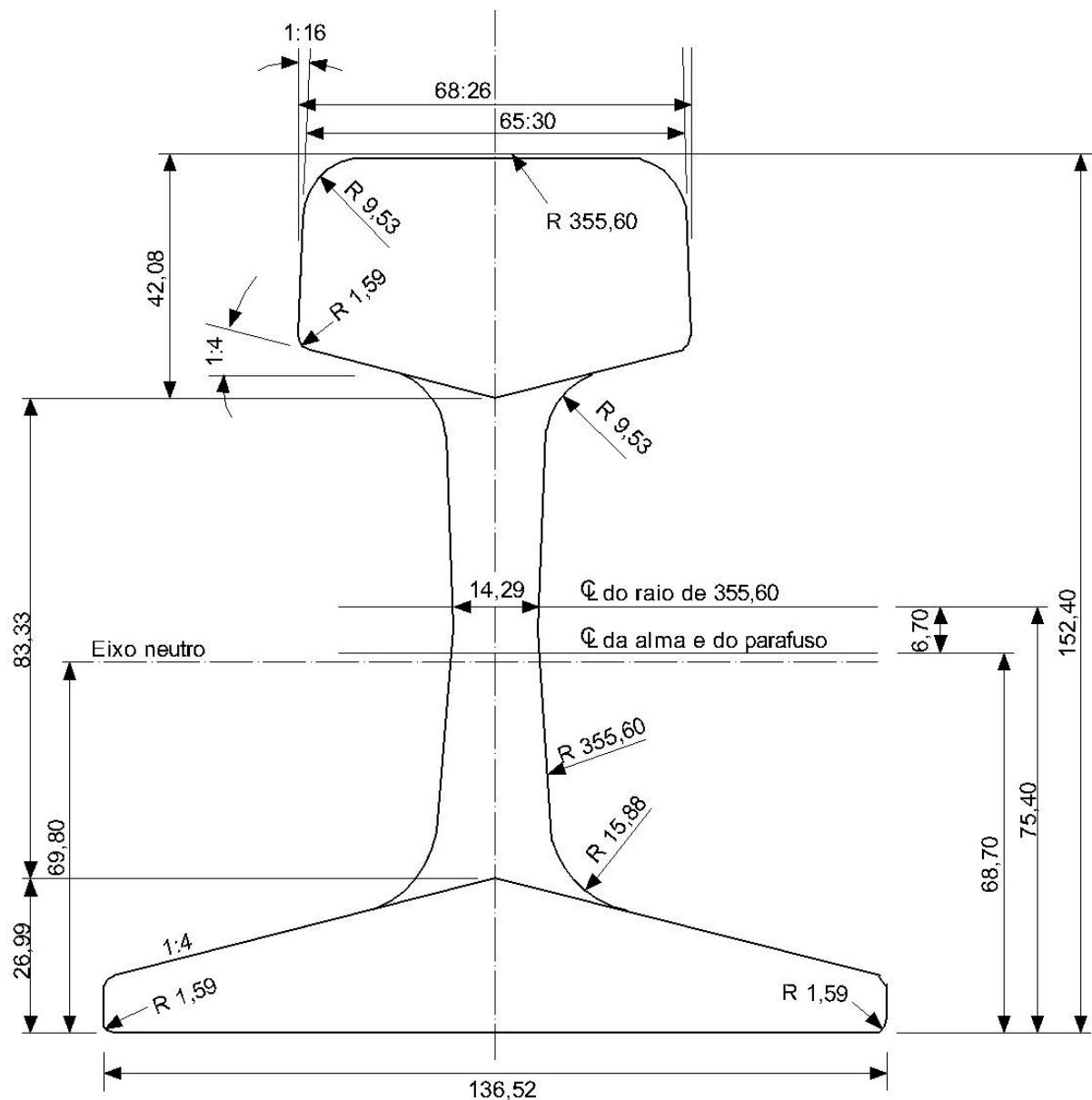
(Dimensões em mm)



Requisitos do trilho TR45

| | |
|---|-----------------|
| Área da seção transversal (cm²) | 56,90 |
| Momento de inércia (cm⁴) | 1.610,81 |
| Módulo de resistência do boleto (cm³) | 205,82 |
| Módulo de resistência do patim (cm³) | 249,58 |
| Peso por metro (kg/m) | 44,65 |

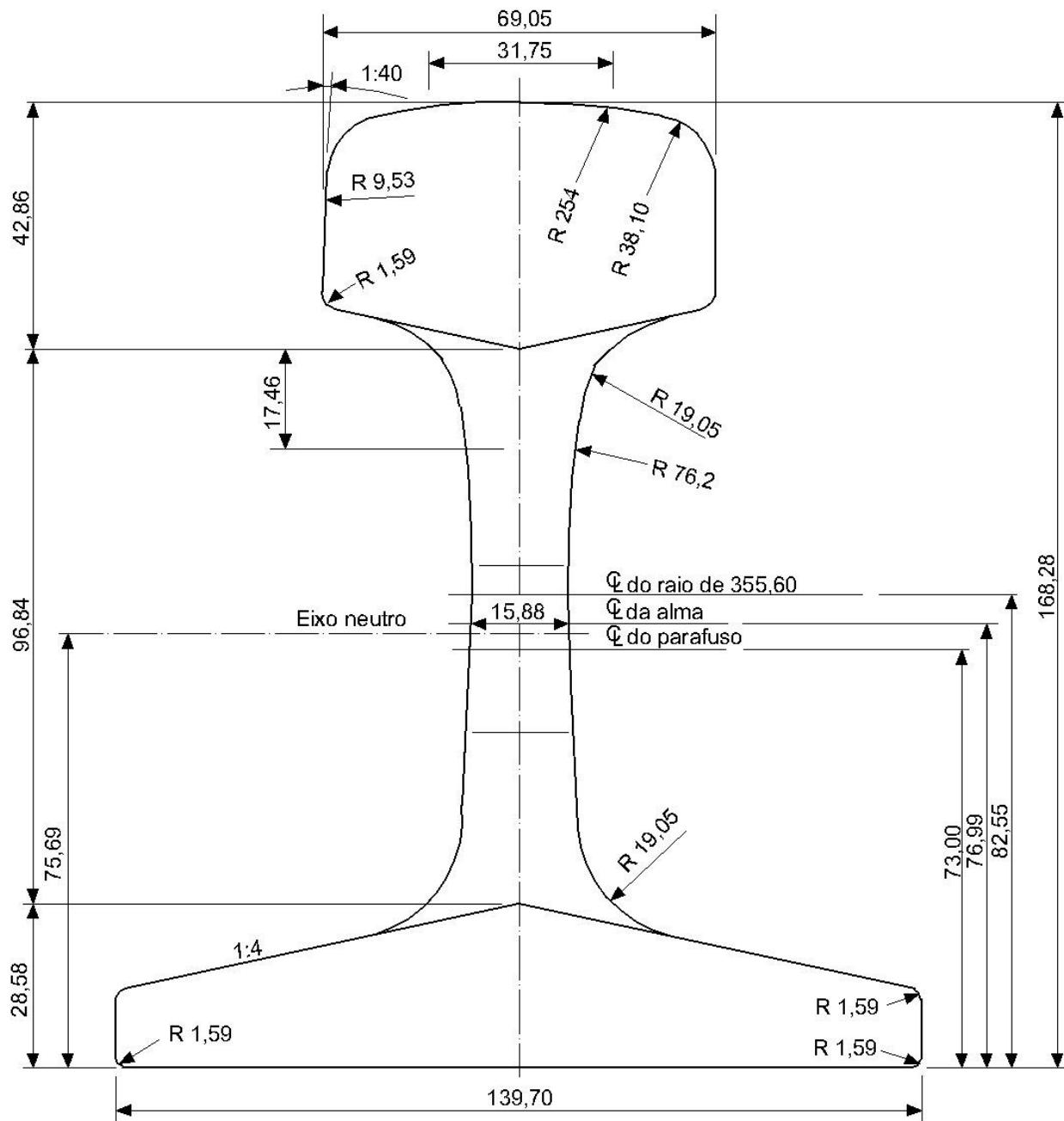
Figura 3 – Trilho tipo TR50
(Dimensões em mm)



| Requisitos do trilho TR50 | |
|---|-----------------|
| Área da seção transversal (cm²) | 64,19 |
| Momento de inércia (cm⁴) | 2.039,53 |
| Módulo de resistência do boleto (cm³) | 247,45 |
| Módulo de resistência do patim (cm³) | 291,69 |
| Peso por metro (kg/m) | 50,35 |

Figura 4 – Trilho tipo TR57

(Dimensões em mm)

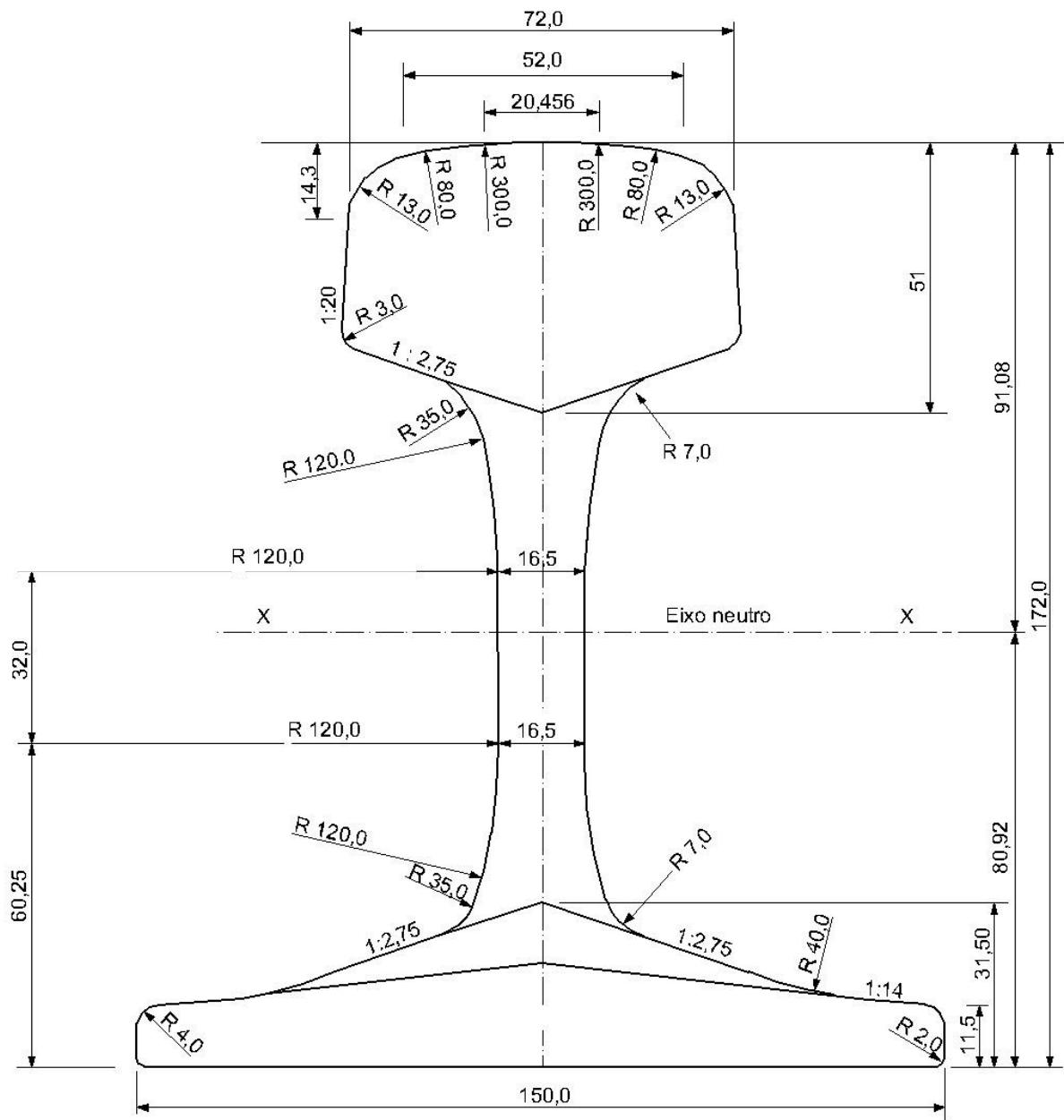


Requisitos do trilho TR57

| Requisitos do trilho TR57 | |
|--|----------|
| Área da seção transversal (cm ²) | 72,56 |
| Momento de inércia (cm ⁴) | 2.730,48 |
| Módulo de resistência do boleto (cm ³) | 297,00 |
| Módulo de resistência do patim (cm ³) | 360,52 |
| Peso por metro (kg/m) | 56,90 |

Figura 5 – Trilho tipo UIC60 (TR60)

(Dimensões em mm)

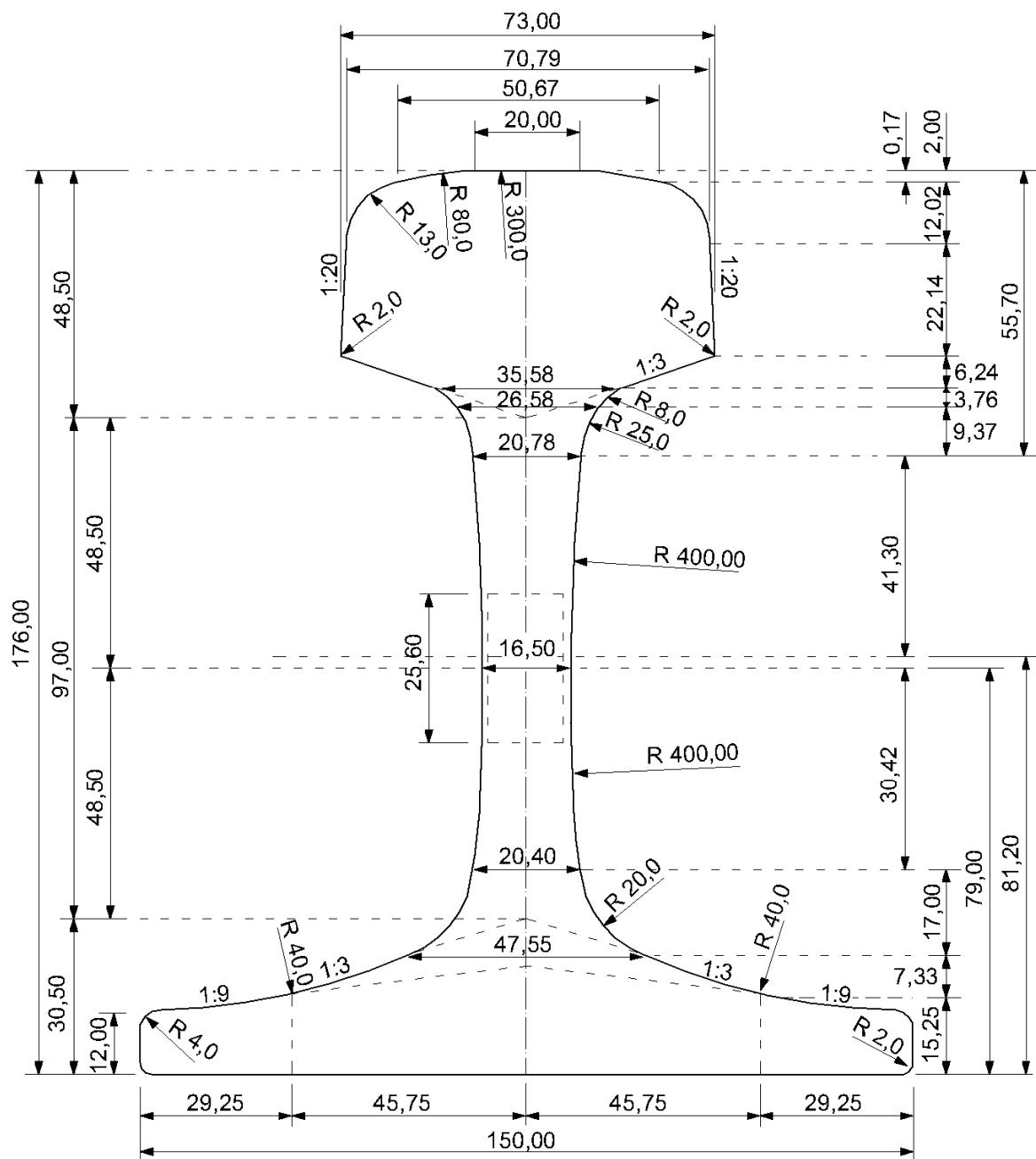


Requisitos do trilho UIC60 (TR60)

| Requisitos do trilho UIC60 (TR60) | |
|--|----------|
| Área da seção transversal (cm ²) | 76,70 |
| Momento de inércia (cm ⁴) | 3.038,30 |
| Módulo de resistência do boleto (cm ³) | 333,60 |
| Módulo de resistência do patim (cm ³) | 375,50 |
| Peso por metro (kg/m) | 60,21 |

Figura 6 – Trilho tipo GB60 (TR60)

(Dimensões em mm)

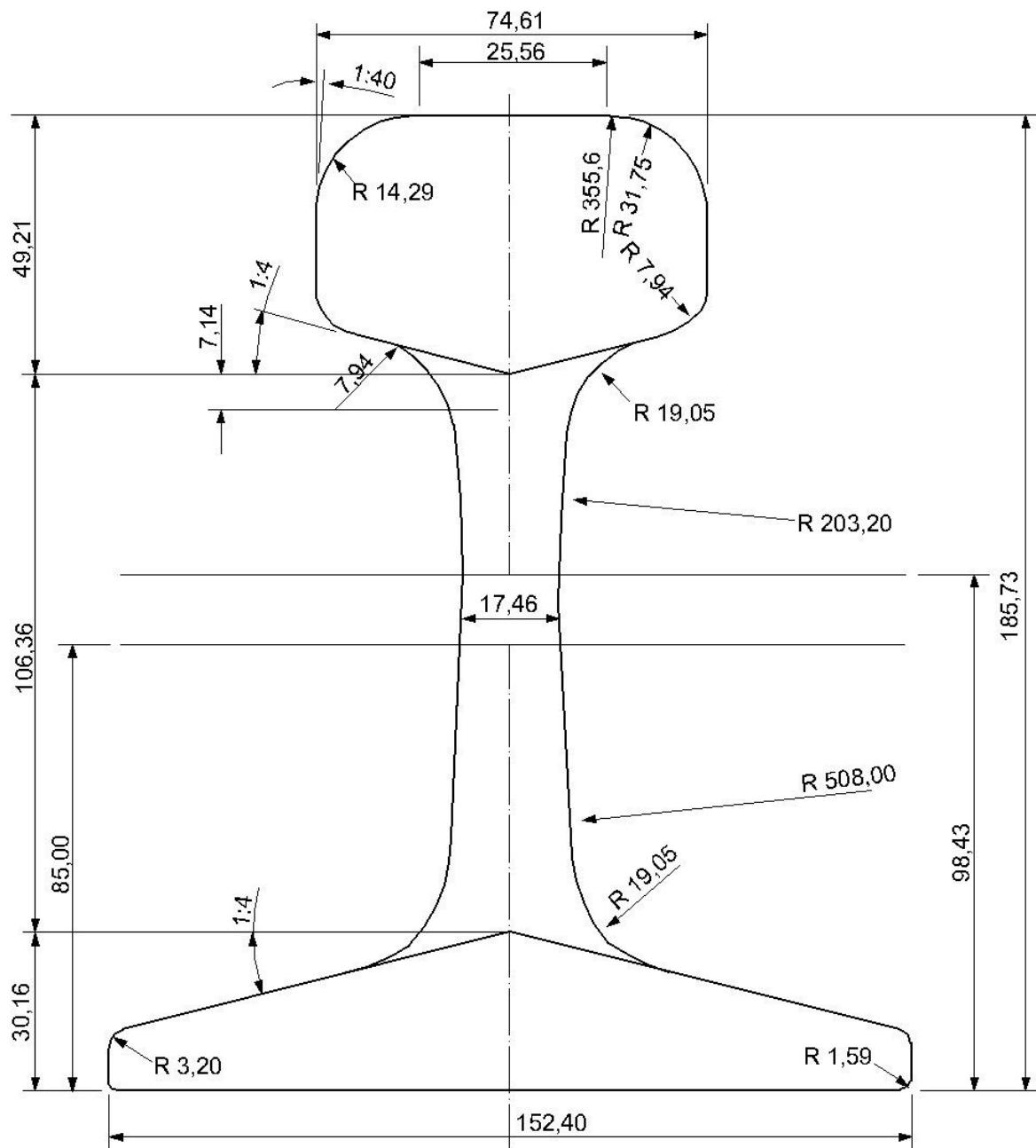


Requisitos do trilho GB60 (TR60)

| | |
|---|-----------------|
| Área da seção transversal (cm²) | 77,47 |
| Momento de inércia (cm⁴) | 3.220,00 |
| Módulo de resistência do boleto (cm³) | 339,90 |
| Módulo de resistência do patim (cm³) | 388,90 |
| Peso por metro (kg/m) | 60,64 |

Figura 7 – Trilho tipo TR68

(Dimensões em mm)

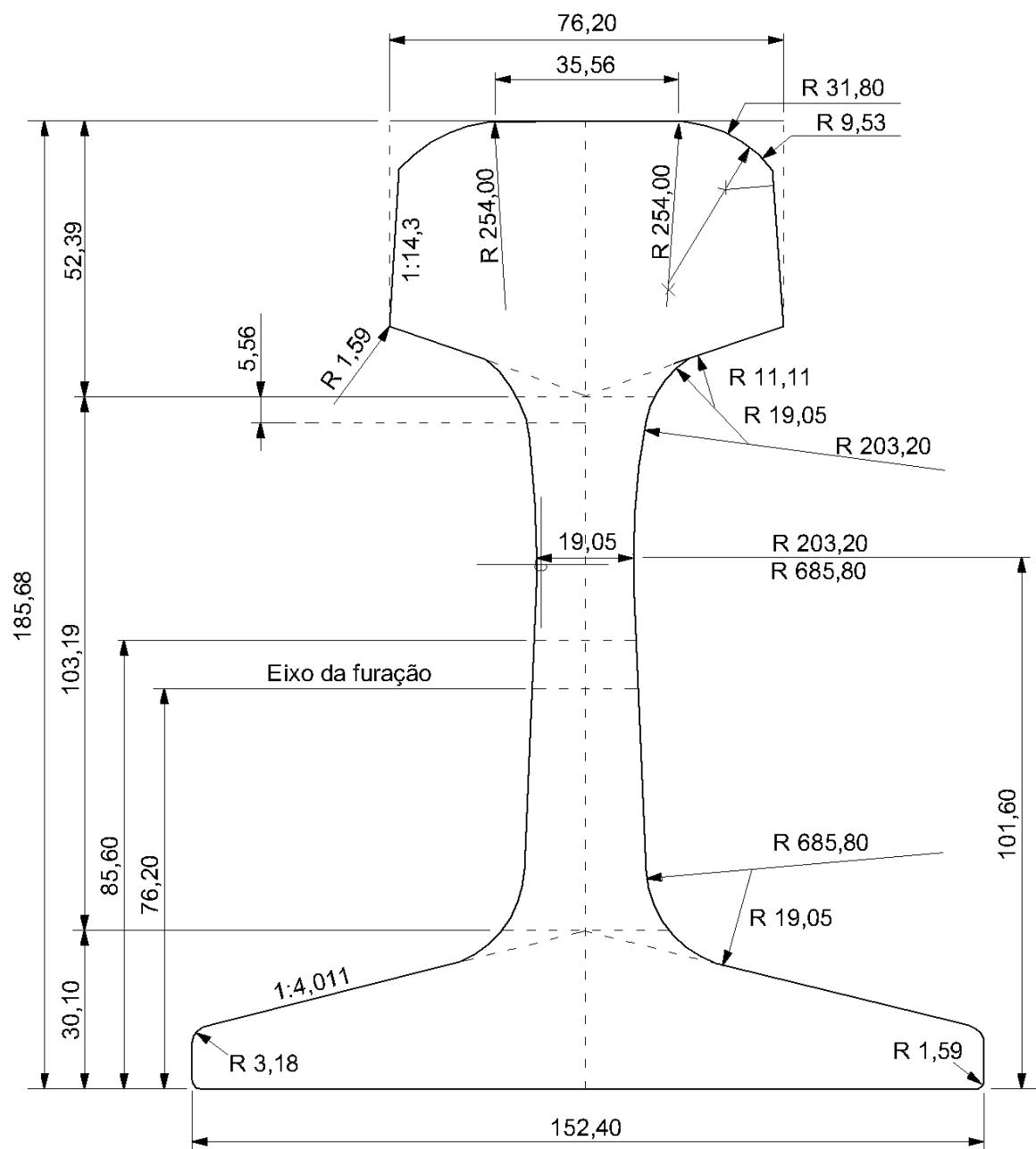


Requisitos do trilho TR68

| | |
|---|----------|
| Área da seção transversal (cm²) | 86,52 |
| Momento de inércia (cm⁴) | 3.920,90 |
| Módulo de resistência do boleto (cm³) | 388,37 |
| Módulo de resistência do patim (cm³) | 462,12 |
| Peso por metro (kg/m) | 67,41 |

Figura 8 – Trilho tipo 140RE (TR70)

(Dimensões em mm)

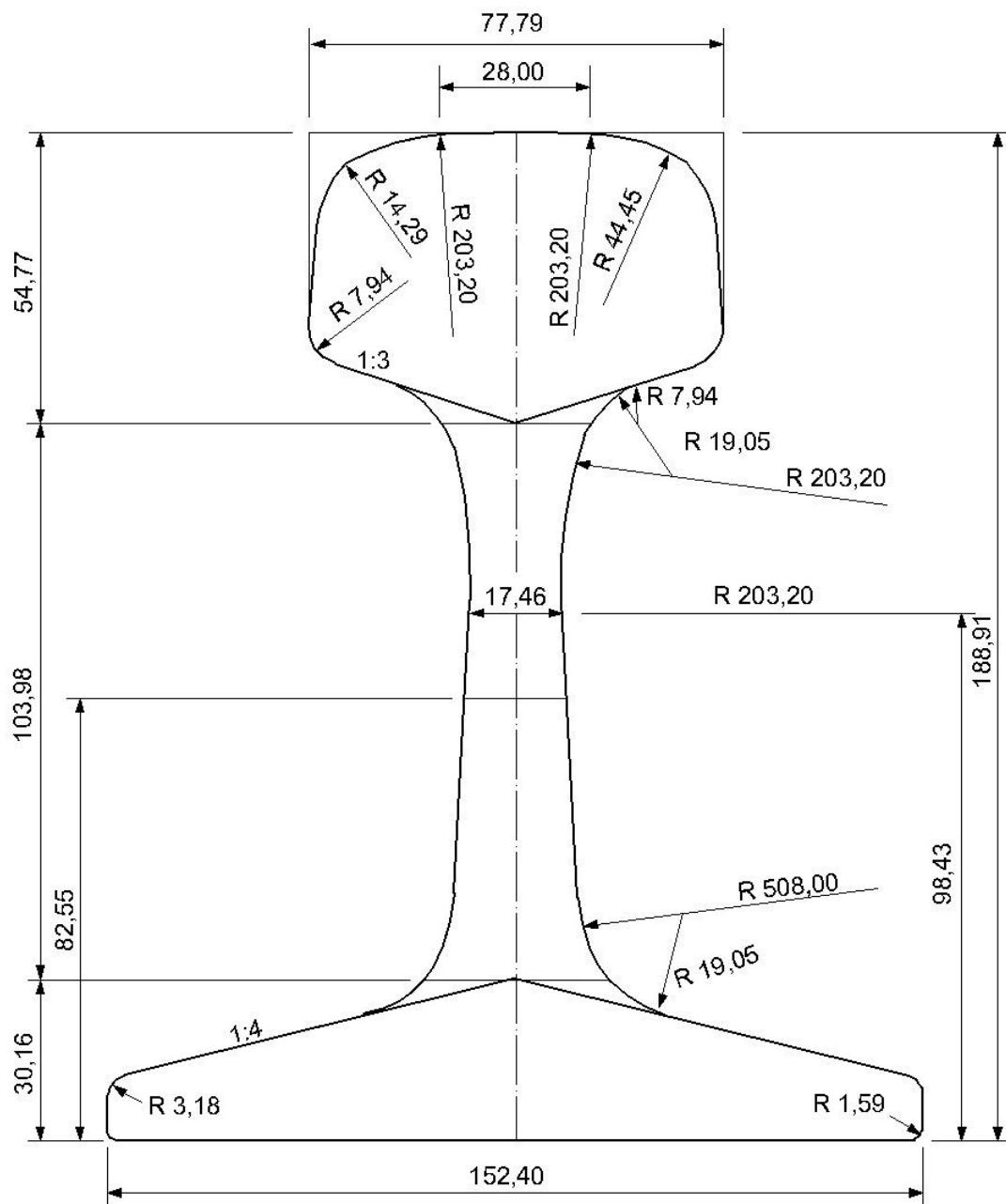


Requisitos do trilho 140RE (TR70)

| | |
|---|-----------------|
| Área da seção transversal (cm²) | 88,09 |
| Momento de inércia (cm⁴) | 3.967,00 |
| Módulo de resistência do boleto (cm³) | 397,00 |
| Módulo de resistência do patim (cm³) | 495,60 |
| Peso por metro (kg/m) | 69,50 |

Figura 9 – Trilho tipo 141RE (TR70)

(Dimensões em mm)



Requisitos do trilho 141RE (TR70)

| | |
|---|----------|
| Área da seção transversal (cm²) | 88,38 |
| Momento de inércia (cm⁴) | 4.181,00 |
| Módulo de resistência do boleto (cm³) | 414,00 |
| Módulo de resistência do patim (cm³) | 474,60 |
| Peso por metro (kg/m) | 69,79 |

A **furação dos trilhos** é efetuada a frio, com broca, sem rebarba, sendo os bordos chanfrados a 45°, de acordo com a **NBR-7590:2012**.

A distância entre os furos deve ser conforme a figura 10 e a Tabela 3 observados os diâmetros, e as tolerâncias especificados na Tabela 12.

Figura 10 – Furação do Trilho

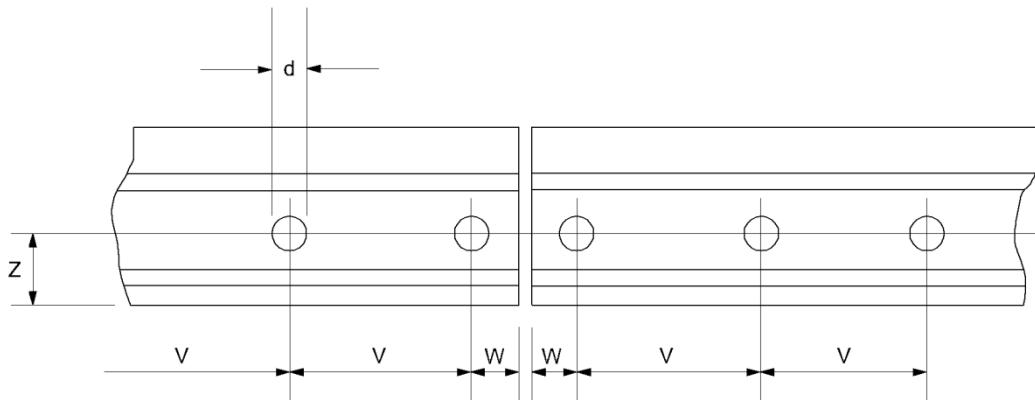


Tabela 3 – Dimensões para furação de Trilho

| Trilho | Dimensões em mm | | |
|--------|-----------------|------|-------|
| | Z | W | V |
| TR37 | 53,7 | 68,3 | 139,7 |
| TR45 | 65,5 | 68,3 | 139,7 |
| TR50 | 68,7 | 68,3 | 139,7 |
| TR57 | 73,0 | 88,9 | 150,4 |
| UIC60 | 76,3 | 88,9 | 152,4 |
| GB60 | 79,0 | 78,4 | 140,0 |
| TR68 | 78,6 | 88,9 | 150,4 |
| 140RE | 76,2 | 88,9 | 152,4 |
| 141RE | 78,6 | 88,9 | 152,4 |

4 GABARITOS PARA INSPEÇÃO

Os gabaritos são de material de alta resistência à deformação térmica e ao desgaste.

Os gabaritos e os calibres necessários aos controles de formas, dimensões e furação, são fornecidos pelo fabricante e submetidos à aceitação do comprador, em dois

jogos, antes da fabricação dos trilhos, observadas a norma **NBR 7590:2012**. Um jogo fica em poder do **DNIT** até o recebimento final.

As verificações com o uso de gabaritos devem ser realizadas em mesa nivelada, devendo haver espaçamento suficiente entre os trilhos, para observação de suas partes externas e geometria.

Serão utilizados os seguintes gabaritos:

- Gabarito para verificação da altura (H) do trilho;
- Gabarito para verificação da largura (L) do patim;
- Gabarito para verificação da forma e dimensão do boleto do trilho;
- Gabarito para verificação da assimetria do trilho;
- Gabarito para verificação da forma da superfície de ajuste da tala de junção;
- Gabarito para verificação da furação do trilho;
- Gabarito para a verificação da distância entre o furo e a base do trilho; e
- Gabarito para a verificação da espessura da alma do trilho.

4.1 Gabarito para Verificação da Altura do Trilho

Os requisitos para este gabarito devem ter forma e dimensões, respectivamente de acordo com a Figura 11 e a Tabela 4.

Figura 11 – Gabarito para a verificação da altura do trilho

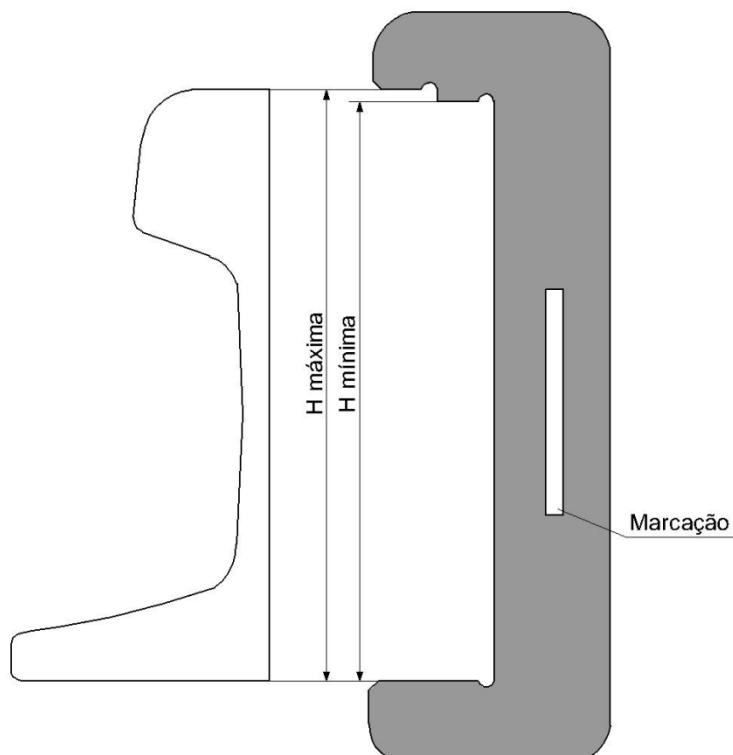


Tabela 4 – Dimensões do gabarito para altura (H)

| Tipo do trilho | Dimensão (H) em mm | | |
|----------------|--------------------|---------------|---------------|
| | Normal | Máxima (+0,8) | Mínima (-0,4) |
| TR37 | 122,2 | 123,0 | 121,8 |
| TR45 | 142,9 | 143,7 | 142,5 |
| TR50 | 152,4 | 153,2 | 152,0 |
| TR57 | 168,3 | 169,1 | 167,9 |
| UIC60 | 172,0 | 172,8 | 171,6 |
| GB60 | 176,0 | 176,8 | 175,6 |
| TR68 | 185,7 | 186,5 | 185,3 |
| 140RE | 185,7 | 186,5 | 185,3 |
| 141RE | 188,9 | 189,7 | 188,5 |

4.2 Gabarito para Verificação da Largura do Patim

Os requisitos para este gabarito devem ter forma e dimensões, respectivamente de acordo com a Figura 12 e a Tabela 5.

Figura 12 – Gabarito para a verificação da largura do patim

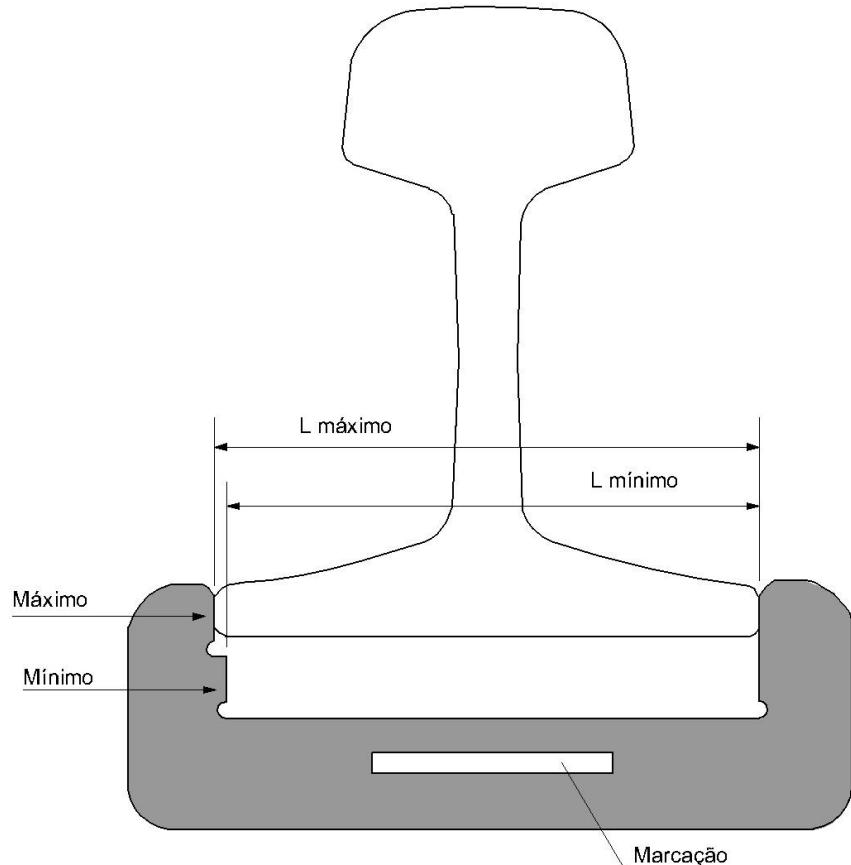


Tabela 5 – Dimensões do gabarito para largura do patim (L)

| Tipo do trilho | Dimensão (L) em mm | | |
|----------------|--------------------|---------------|---------------|
| | Normal | Máxima (+1,0) | Mínima (-1,0) |
| TR37 | 122,2 | 123,2 | 121,2 |
| TR45 | 130,2 | 131,2 | 129,2 |
| TR50 | 136,5 | 137,5 | 135,5 |
| TR57 | 139,7 | 140,7 | 138,7 |
| UIC60 | 150,0 | 151,0 | 149,0 |
| GB60 | 150,0 | 151,0 | 149,0 |
| TR68 | 152,4 | 153,4 | 151,4 |
| 140RE | 152,4 | 153,4 | 151,4 |
| 141RE | 152,4 | 153,4 | 151,4 |

4.3 Gabarito para Verificação da Forma e Dimensão do Boleto

Os requisitos para este gabarito devem ter forma e dimensões, respectivamente de acordo com a Figura 13 e a Tabela 6.

Figura 13 – Gabarito para a verificação da forma e dimensão do boleto

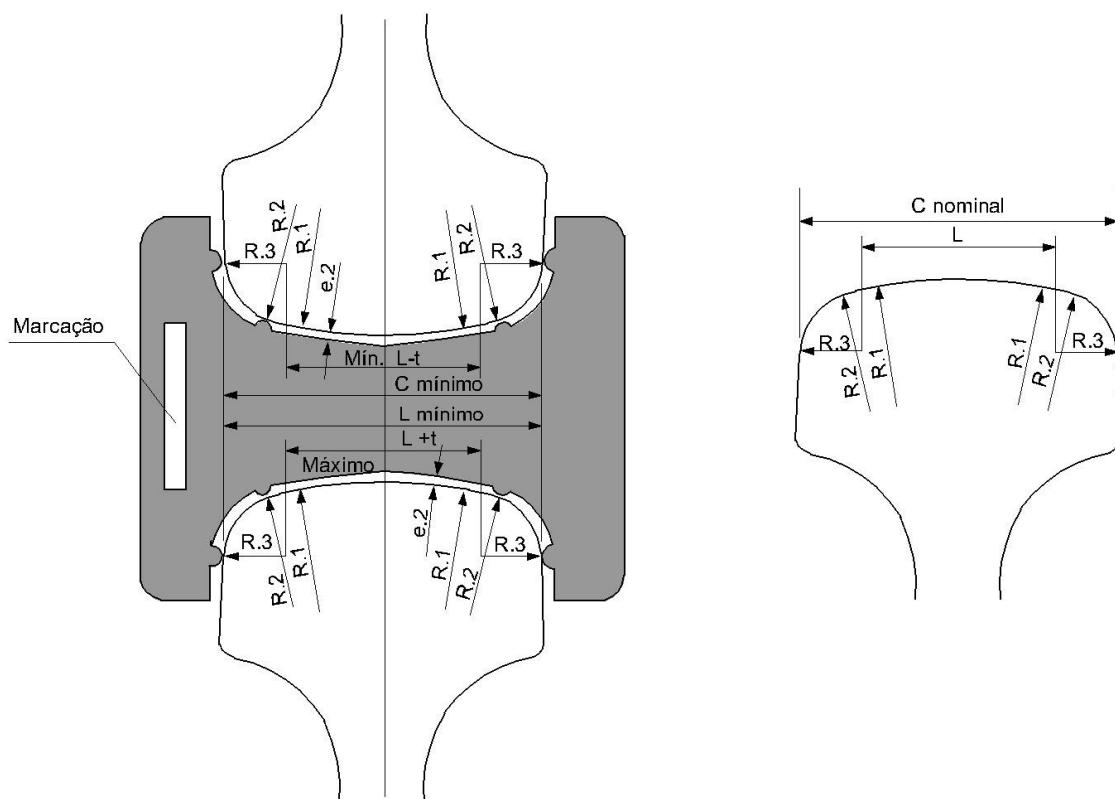


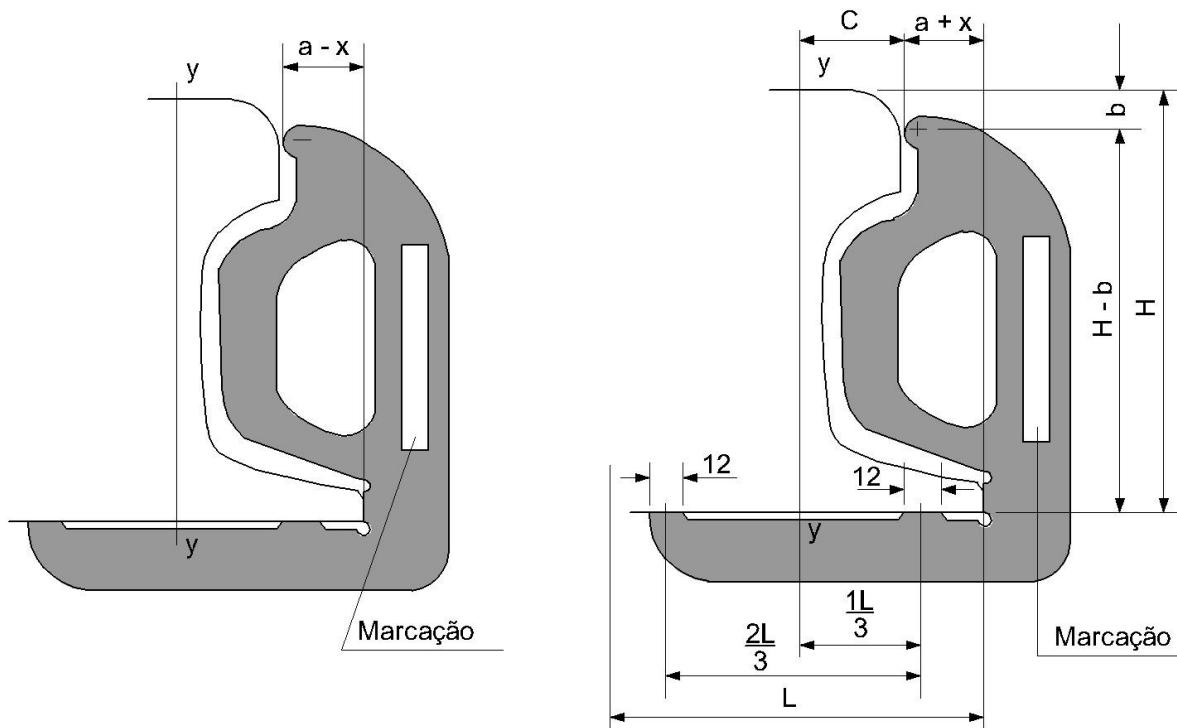
Tabela 6 – Dimensões do gabarito para boleto

| Tipo do trilho | Dimensão em mm | | | | | | |
|----------------|-----------------------|---------------|---------------|-------|-------|------|---------------|
| | Largura ISO do boleto | | | R1 | R2 | R3 | $L_{nominal}$ |
| | Nominal | Máxima (+0,6) | Mínima (-0,6) | | | | |
| TR37 | 62,7 | 63,3 | 62,1 | 304,8 | 304,8 | 7,9 | 46,9 |
| TR45 | 65,1 | 65,7 | 64,5 | 355,6 | 355,6 | 9,5 | 46,1 |
| TR50 | 68,3 | 68,9 | 67,7 | 355,6 | 355,6 | 9,5 | 49,3 |
| TR57 | 69,0 | 69,6 | 68,4 | 254,0 | 38,10 | 9,5 | 50,0 |
| UIC60 | 74,2 | 74,8 | 73,6 | 300,0 | 80,0 | 13,0 | 52,0 |
| GB60 | 73,0 | 73,6 | 72,4 | 300,0 | 80,0 | 13,0 | 50,7 |
| TR68 | 74,6 | 75,2 | 74,0 | 355,6 | 31,75 | 14,3 | 46,0 |
| 140RE | 76,2 | 76,8 | 75,6 | 254,0 | 31,8 | 9,5 | 35,6 |
| 141RE | 77,8 | 78,4 | 77,2 | 203,2 | 44,5 | 14,3 | 28,0 |

4.4 Gabarito para Verificação da Assimetria do Trilho

Os requisitos para este gabarito devem ter forma e dimensões, respectivamente de acordo com a Figura 14 e a Tabela 7.

Figura 14 – Gabarito para a verificação da assimetria do trilho



Onde: a = distância entre as paralelas do eixo de simetria do trilho ($y-y$), uma passando pelo ponto da linha de bitola e a outra pela extremidade do flange; H = altura do trilho; b = 16 mm; L = largura do trilho; C = largura do boleto; x = depende da seção do trilho, de acordo com as tolerâncias.

Tabela 7 – Dimensões do gabarito para verificação da assimetria do trilho

| Tipo do trilho | Dimensão em mm | | | | | | |
|----------------|----------------|-------|------|------|------|-------|-------|
| | L | 2L/3 | 2L/6 | C | a | H | H-b |
| TR37 | 122,2 | 81,5 | 40,7 | 62,7 | 29,8 | 122,2 | 106,2 |
| TR45 | 130,2 | 86,8 | 43,4 | 65,1 | 32,6 | 142,9 | 126,9 |
| TR50 | 136,5 | 91,0 | 45,5 | 68,3 | 34,1 | 152,4 | 136,4 |
| TR57 | 139,7 | 93,1 | 46,6 | 69,0 | 35,4 | 169,3 | 153,3 |
| UIC60 | 150,0 | 100,0 | 50,0 | 74,2 | 37,9 | 172,0 | 156,0 |
| GB60 | 150,0 | 100,0 | 50,0 | 73,0 | 38,5 | 176,0 | 160,0 |
| TR68 | 152,4 | 101,6 | 50,8 | 74,6 | 38,9 | 185,7 | 169,7 |
| 140RE | 152,4 | 101,6 | 50,8 | 76,2 | 38,1 | 185,7 | 169,7 |
| 141RE | 152,4 | 101,6 | 50,8 | 77,8 | 37,3 | 188,9 | 172,9 |

4.5 Gabarito para Verificação da Forma da Superfície de Ajuste da Tala de Junção

Os requisitos para este gabarito devem ter forma e dimensões, respectivamente de acordo com a Figura 15 e a Tabela 8.

Figura 15 – Gabarito para a verificação da forma da superfície de ajuste da tala de junção

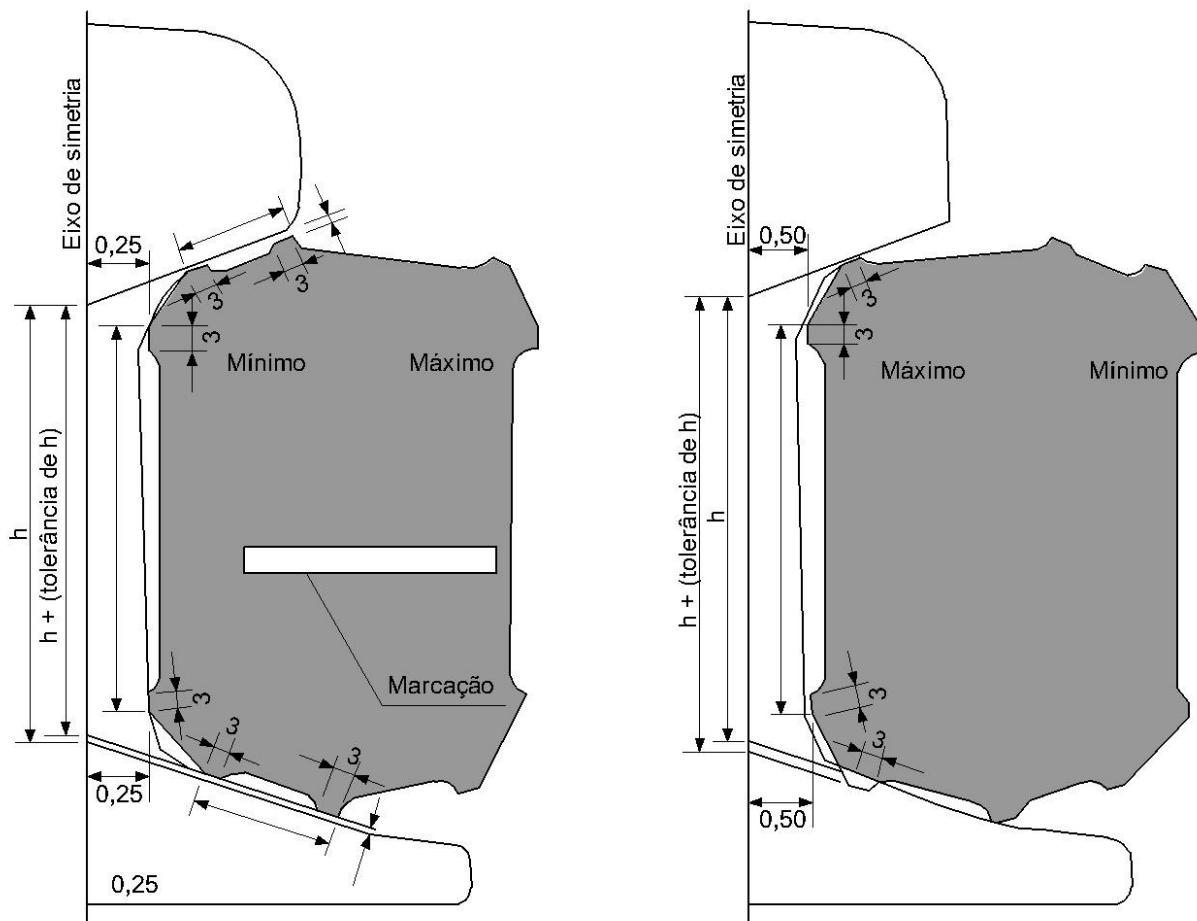


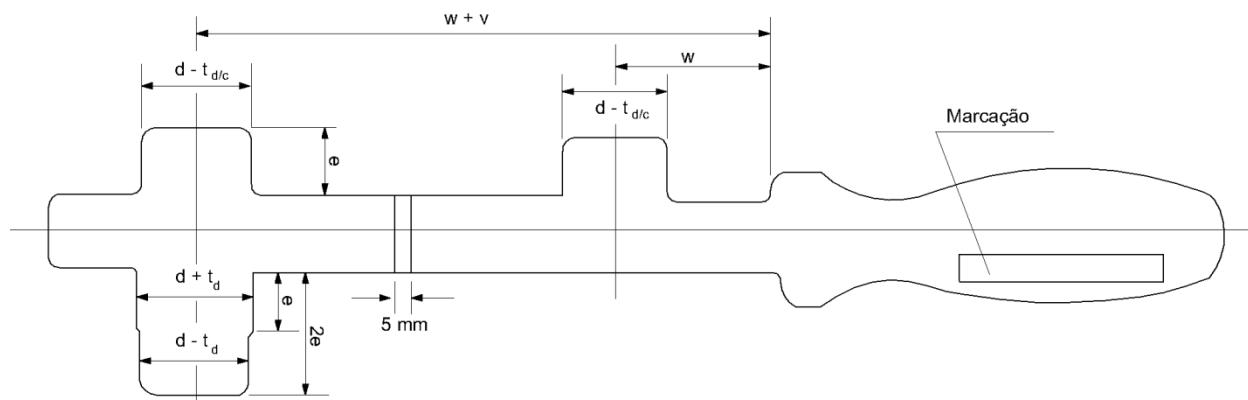
Tabela 8 – Dimensões do gabarito para verificação da forma da superfície de ajuste da tala de junção

| Tipo do trilho | TR37 | TR45 | TR50 | TR57 | UIC60 | GB60 | TR69 | 140RE | 141RE |
|--------------------|------|------|------|------|-------|------|-------|-------|-------|
| Dimensão (h) em mm | 64,3 | 80,2 | 83,3 | 96,8 | 89,5 | 97,0 | 106,4 | 103,2 | 104,0 |

4.6 Gabarito para Verificação da Furação do Trilho

Os requisitos para este gabarito devem ter forma e dimensões, respectivamente de acordo com a Figura 16 e a Tabela 9.

Figura 16 – Gabarito para a verificação da furação do trilho



Onde: e = espessura da alma; t_d = tolerância para o diâmetro dos furos; t_c = tolerância para centragem e posição dos furos; $t_{d/c}$ = tolerância combinada para diâmetro dos furos e centro dos furos na vertical: $[t_{d/c} = (t_c + t_d/2) \times 2 = (0,8 + 0,4) \times 2 = 2,4]$

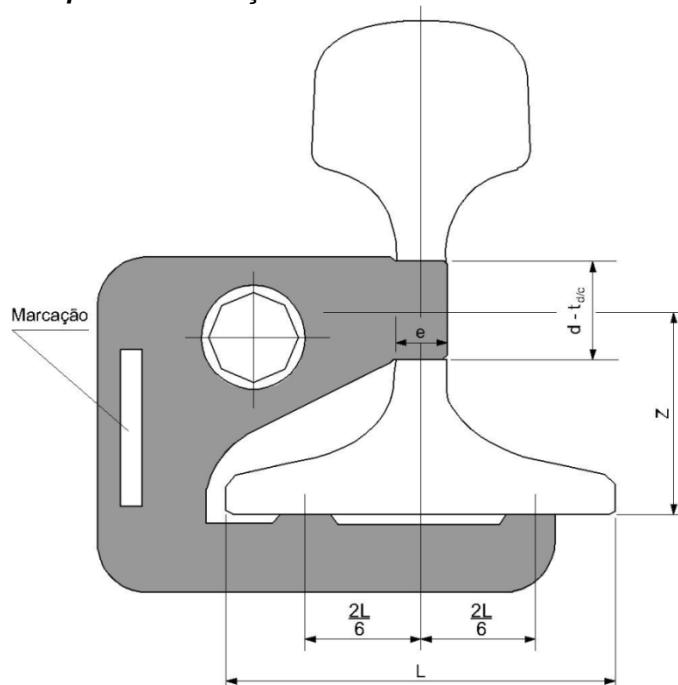
Tabela 9 – Dimensões em mm do gabarito para verificação da furação do trilho

| Tipo do trilho | e | Z | W | V | d | d+t _d | d-t _d | d-t _{d/c} | |
|----------------|------|------|------|-------|------|------------------|------------------|--------------------|---------------|
| | | | | | | | | Máxima (+2,4) | Mínima (-2,4) |
| TR37 | 13,5 | 53,7 | 68,3 | 139,7 | 28,6 | 29,4 | 27,8 | 31,0 | 26,2 |
| TR45 | 14,3 | 65,5 | 68,3 | 139,7 | 28,6 | 29,4 | 27,8 | 31,0 | 26,2 |
| TR50 | 14,3 | 68,7 | 68,3 | 139,7 | 28,6 | 29,4 | 27,8 | 31,0 | 26,2 |
| TR57 | 15,9 | 73,0 | 88,9 | 150,4 | 28,6 | 29,4 | 27,8 | 31,0 | 26,2 |
| UIC60 | 16,5 | 76,3 | 88,9 | 152,4 | 28,6 | 29,4 | 27,8 | 31,0 | 26,2 |
| GB60 | 16,5 | 79,0 | 78,4 | 140,0 | 28,6 | 29,4 | 27,8 | 31,0 | 26,2 |
| TR68 | 17,5 | 78,6 | 88,9 | 150,4 | 28,6 | 29,4 | 27,8 | 31,0 | 26,2 |
| 140RE | 19,0 | 76,2 | 88,9 | 152,4 | 28,6 | 29,4 | 27,8 | 31,0 | 26,2 |
| 141RE | 17,5 | 78,6 | 88,9 | 152,4 | 28,6 | 29,4 | 27,8 | 31,0 | 26,2 |

4.7 Gabarito para Verificação da Distância Entre o Furo e a Base do Trilho

Os requisitos para este gabarito devem ter forma e dimensões, respectivamente de acordo com a Figura 17 e a Tabela 10.

Figura 17 – Gabarito para a verificação da distância entre o furo e a base do trilho



Onde: e = espessura da alma; t_d = tolerância para o diâmetro dos furos; t_c = tolerância para centragem e posição dos furos;

$t_{d/c}$ = tolerância combinada para diâmetro dos furos e centro dos furos na vertical: $[t_{d/c} = (t_c + t_d/2) \times 2 = (0,8 + 0,4) \times 2 = 2,4]$

Tabela 10 – Dimensões do gabarito para verificação da distância do furo e a base do trilho

| Tipo do trilho | Dimensão em mm | | | | | | |
|----------------|----------------|------|------|-------|--------------------|---------------|------|
| | Z | e | d | L | d-t _{d/c} | | 2L/6 |
| | | | | | Máxima (+2,4) | Mínima (-2,4) | |
| TR37 | 53,7 | 13,5 | 28,6 | 122,2 | 31 | 26,2 | 40,7 |
| TR45 | 65,5 | 14,3 | 28,6 | 130,2 | 31 | 26,2 | 43,4 |
| TR50 | 68,7 | 14,3 | 28,6 | 136,5 | 31 | 26,2 | 45,5 |
| TR57 | 73,0 | 15,9 | 28,6 | 139,7 | 31 | 26,2 | 46,6 |
| UIC60 | 76,3 | 16,5 | 28,6 | 150,0 | 31 | 26,2 | 50,0 |
| GB60 | 79,0 | 16,5 | 28,6 | 150,0 | 31 | 26,2 | 50,0 |
| TR68 | 78,6 | 17,5 | 28,6 | 152,4 | 31 | 26,2 | 50,8 |
| 140RE | 76,2 | 19,0 | 28,6 | 152,4 | 31 | 26,2 | 50,8 |
| 141RE | 78,6 | 17,5 | 28,6 | 152,4 | 31 | 26,2 | 50,8 |

4.8 Gabarito para Verificação da Espessura da Alma do Trilho

Os requisitos para este gabarito devem ter forma e dimensões, respectivamente de acordo com a Figura 18 e a Tabela 11.

Figura 18 – Gabarito para a verificação da espessura da alma do trilho

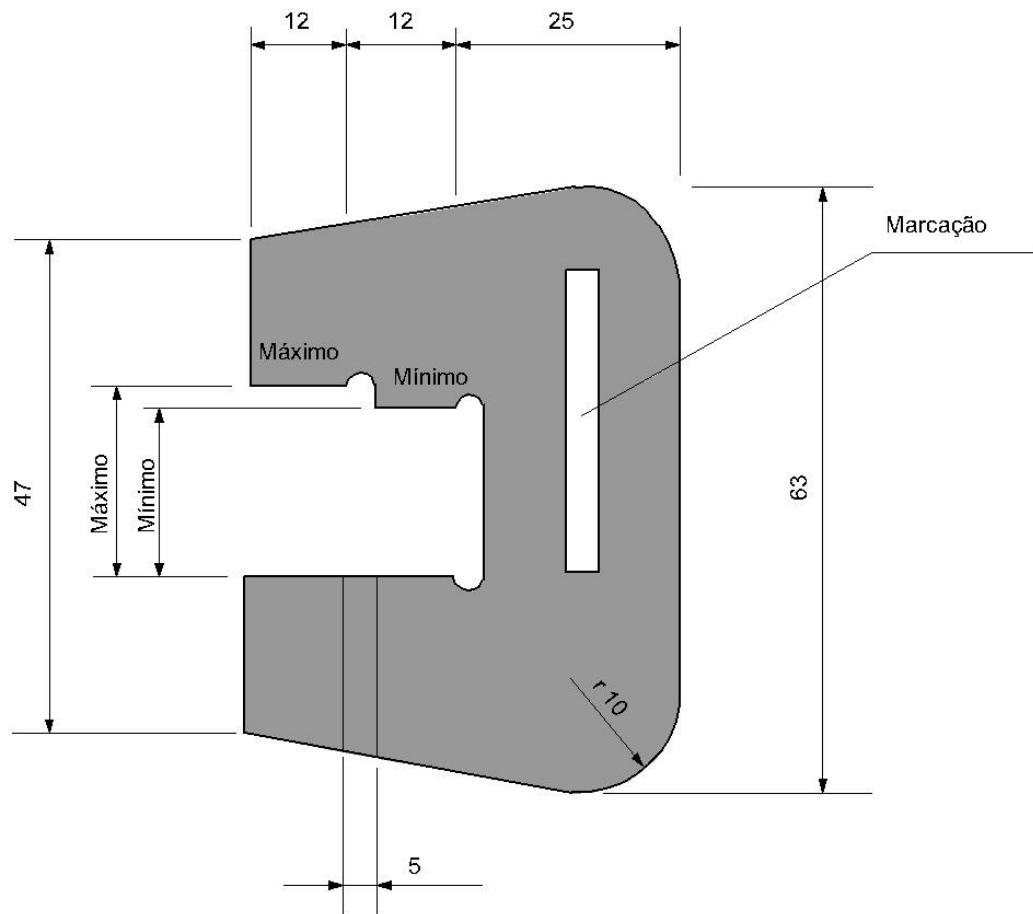


Tabela 11 – Dimensões do gabarito para verificação da espessura da alma do trilho

| Tipo do trilho | Dimensão (P) em mm | | |
|----------------|--------------------|---------------|----------------|
| | Normal | Máxima (+1,0) | Mínima (-0,50) |
| TR37 | 13,49 | 14,49 | 12,99 |
| TR45 | 14,29 | 15,29 | 13,79 |
| TR50 | 14,30 | 15,30 | 13,80 |
| TR57 | 15,88 | 16,88 | 15,38 |
| UIC60 | 16,50 | 17,50 | 16,00 |
| GB60 | 16,50 | 17,50 | 16,00 |
| TR68 | 17,50 | 18,50 | 17,00 |
| 140RE | 19,05 | 20,05 | 18,55 |
| 141RE | 17,46 | 18,46 | 16,96 |

5 TOLERÂNCIAS

As **tolerâncias para todos os tipos de trilho** são definidas pela **NBR 7590:2012** e estão discriminadas na Tabela 12.

Tabela 12 – Tolerâncias para todos os tipos de trilho

| Dimensão | Tolerância em mm |
|--|------------------|
| Altura. | + 0,8 e – 0,4 |
| Largura do patim. | ± 1,0 |
| Largura do boleto. | ± 0,6 |
| Assimetria. | ± 1,2 |
| Esquadria das extremidades (em qualquer direção). | 0,6 |
| Espessura da alma. | + 1,0 e – 0,5 |
| Inclinação do boleto e do patim. | ± 3,6% |
| Diâmetro do furo. | ± 0,8 |
| Posição do centro do furo, com referência à extremidade do trilho e à base do patim. | ± 0,8 |
| Comprimento (Deve ser medido a uma temperatura ambiente de 20° C) (*) | ± 10,0 |

(*) Na impossibilidade de se efetuar esta medição na temperatura de 20° C, o fornecedor deve disponibilizar os parâmetros de conversão.

É permitida uma variação máxima de 0,5% na massa calculada da seção. Para esta verificação o peso do trilho será calculado pelo produto do seu comprimento pelo seu peso nominal (peso específico de 7,85g/cm³).

Quanto ao **acabamento na esquadria** do topo do trilho (retilineidade das extremidades verificada por meio de régua com 1,50m), em qualquer direção, tanto na direção vertical quanto na horizontal, é admitida uma variação de 0,6 mm, não podendo exceder os seguintes limites:

- a) Plano vertical, com retilineidade:
 - Côncava ≤ 0,5 mm;
 - Convexa = 0,0 mm.
- b) Plano horizontal:
 - Flecha (F) ≤ 0,7 mm;
 - Proibida mudança de direção nos dois sentidos.

O trilho pode apresentar uma **curvatura máxima**, no plano vertical, de 20 mm em 12 m de comprimento, quando colocado sobre uma superfície plana, com boleto para cima.

A uma distância de 1,20 m, contada a partir de cada extremidade do trilho, deve ser garantida a planicidade da parte inferior do patim do trilho, não sendo permitida folga maior que 0,5 mm.

Para vias férreas de grande velocidade, as tolerâncias podem ser objeto de acordo entre o DNIT e o fabricante.

Os trilhos deverão estar isentos de quaisquer defeitos, internos e externos, prejudiciais à sua utilização, tais como: fissuras, rebarbas, nós, materiais estranhos, torção, ondulação etc. É rigorosamente proibido qualquer processo, a frio ou a quente, utilizado para encobrir defeitos.

6 INSPEÇÃO E RECEBIMENTO

6.1 Inspeção

O **DNIT**, através de seus fiscais ou através de terceiros, devidamente credenciados, supervisionará a fabricação em todos os seus detalhes e fará todas as verificações, ensaios e contraensaios, referentes às corridas destinadas à produção de seus trilhos, bem como executar contraensaios ao seu exclusivo critério.

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.

No caso de corrida contínua, o fornecedor deverá informar ao **DNIT**, o local de onde serão retiradas as amostras.

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 a forma de certificado, uma via original de todos os resultados das verificações, dos ensaios e contra-ensaios.

6.2 Amostragem

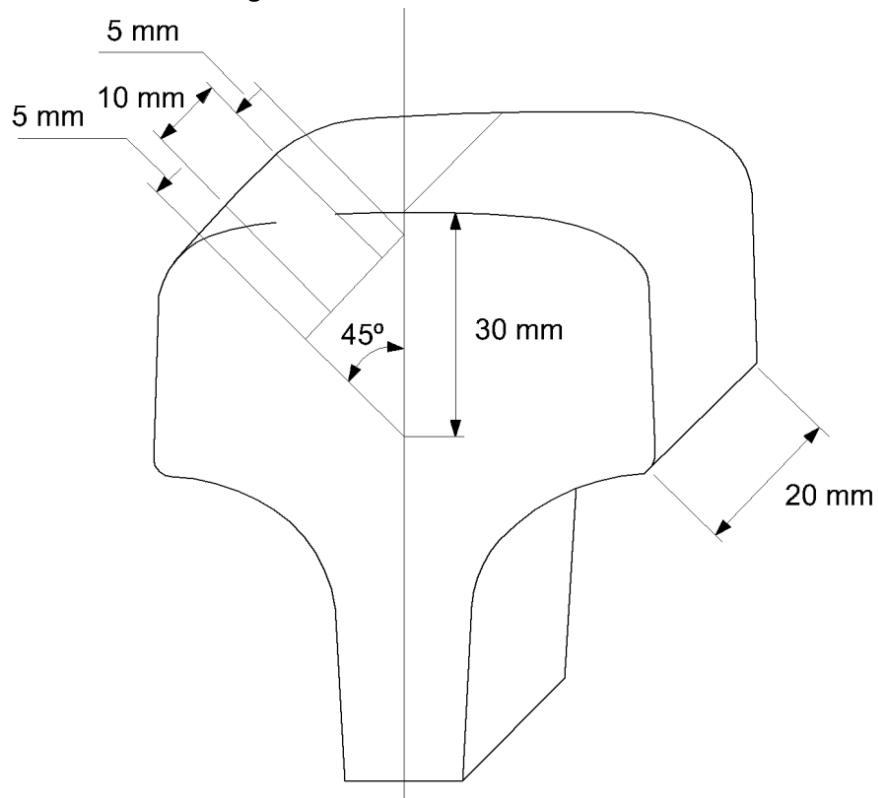
De acordo com a NBR 7590:2012, a amostragem para cada tipo de ensaio deve ser feita conforme a Tabela 13.

Tabela 13 – Amostragem para cada tipo de ensaio do trilho

| Ensaio | Amostragem |
|------------------------------------|---|
| Exames visuais | Em todos os trilhos acabados por corrida. |
| Exames dimensionais | Em todos os trilhos acabados por corrida. |
| Composição química | Uma para cada corrida de trilho laminado ou a cada 150 t. |
| Resistência ao choque | Um ensaio para cada corrida de trilho laminado. |
| Condições internas | Em todos os trilhos. |
| Alongamento e resistência à tração | Uma para cada corrida de trilho laminado. |
| Dureza Brinell | Dois ensaios para cada corrida de trilho laminado. |
| Tensões residuais de fabricação | Uma para cada corrida de trilho laminado. |
| Descarbonatação | Uma em cada corrida. |
| Inclusão não metálica | Uma para cada corrida de trilho laminado, na região indicada (*). |

(*) Região indicada na Figura 19 – Inclusão não metálica, devendo atender aos requisitos da NBR NM 88.

Figura 19 – Inclusão não metálica



A posição do trilho no Bloom ou no lingote (n^o 1, 2, ..., N) é representada pelas letras de A à Z, na ordem da laminação, a partir do topo do lingote, sendo a letra A reservada ao primeiro trilho da cabeça do lingote e a letra Z, ao último trilho do pé do lingote.

No trilho produzido por corrida contínua, a marcação de sua posição, pode ser:

- a) Número da corrida a partir da qual o trilho é laminado;
- b) Posição do trilho com referência à cabeça do bloco ou do produto de corrida contínua;
- c) Outras referências de posição do trilho na corrida.

Não é conveniente usar a marcação da letra “D” e as seguintes, para o TR 37 e trilhos mais leves.

Quanto ao sentido de laminação deve ser marcado com uma seta cuja ponta indica a direção do topo do lingote ou a cabeça da linha da corrida contínua.

6.3 Verificações

Deverão ser executadas, sob a coordenação e acompanhamento do pessoal designado pelo **DNIT**, tanto para o aço processado através de lingotamento como através de corrida contínua, as seguintes verificações:

1. Propriedades Mecânicas;
2. Composição Química;
3. Marcação;
4. Dimensional;
5. Massa;
6. Aspecto;
7. Ultrassom;
8. Ensaio de Dureza;
9. Ensaio de Resistência à Tração, Alongamento e Escoamento;
10. Ensaio de Resistência ao Choque
11. Descarbonetação;
12. Ensaio de inclusões não metálicas;
13. Condições Internas.
14. Outros ensaios (Especificar)

6.4 Propriedades Mecânicas

As propriedades mecânicas dos trilhos devem estar de acordo com a NBR 7590:2012, cujos limites estão definidos, na Tabela 14, por tipo de aço a ser especificado.

Tabela 14 – Propriedades mecânicas dos trilhos

| Tipo de aço | | Resistência à tração mínima (Mpa) | Alongamento mínimo (%) | Escoamento mínimo (Mpa) | Dureza Brinell (HB) |
|-------------------------------------|----|-----------------------------------|------------------------|-------------------------|---------------------|
| Aço-carbono (resistência mínima) | 3 | 880 | 10 | 420 | 260 a 310 |
| | 4 | 980 | 10 | 510 | 280 a 320 |
| Aço-liga (média resistência) | 7 | 1 000 | 8 | 580 | 310 a 340 |
| | 8 | 1 190 | 10 | 770 | 340 a 370 |
| Aço tratado (Alta resistência) | 10 | 1 200 | 10 | 840 | 370 a 420 |

Os ensaios de tração, de alongamento e de escoamento devem ser feitos de acordo com a ABNT NBR ISO 6892, em uma amostra para cada corrida de trilho laminado.

Caso o ensaio de tração não apresente resultado de acordo com a Tabela 14, todas as barras de trilho da corrida devem ser rejeitadas.

O fabricante deverá fornecer ao DNIT os resultados dos ensaios dos trilhos por corrida, mediante acordo entre as partes.

Os limites estabelecidos para a tensão residual longitudinal no patim do trilho devem estar de acordo com a Tabela 15, em uma amostra para cada corrida de trilho laminado.

Tabela 15 – Tensão residual longitudinal no patim do trilho

| Ferrovias de baixa carga por eixo | Ferrovias de alta carga por eixo |
|-----------------------------------|----------------------------------|
| ≤ 250 Mpa | ≤ 150Mpa |

Quanto à metodologia de medição das tensões residuais do trilho, deverá ser estabelecida entre as partes interessadas, ficando a critério do DNIT, e de acordo com a NBR 7590:2012 o ponto de medição e a referida medição deverá estar respectivamente em conformidade com as Figuras 20 e 21.

Figura 20 – Ponto de medição

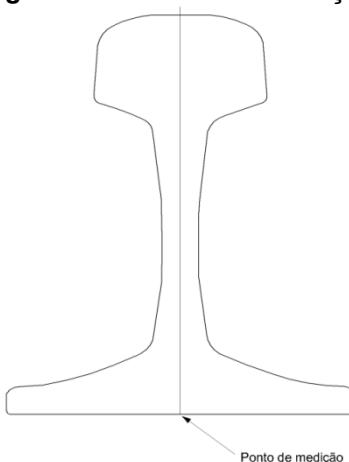
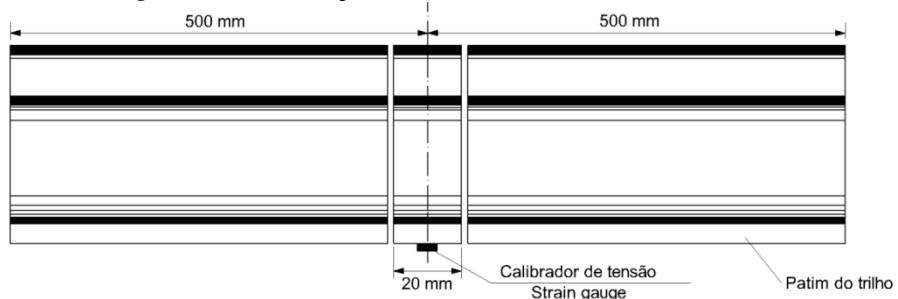


Figura 21 – Medição das tensões residuais do trilho



O ensaio de dureza Brinell deve ser feito no topo do boleto do trilho, após a remoção da descarbonetação e com esfera de carbeto de tungstênio, de acordo com a ABNT NBR NM 6506-1. A diferença de dureza entre dois pontos de medição não pode ser maior que 30 HB. Deverão ser realizados dois ensaios para cada corrida de trilho laminado.

6.5 Composição Química

A composição química do aço deve estar de acordo com a Tabela 16, sendo admitida a variação dos elementos químicos Carbono, Manganês, Fósforo, Enxofre e Silício para análise química de uma amostra para cada corrida de trilho laminado ou a cada 150 t.

Tabela 16 – Composição química

| Composição química (%) | | Aço-carbono | | Aço-liga | | | Variação admitida | |
|------------------------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------------|-----------------|
| | | 3 | 4 | 7 | 8 | 10 | Abaixo da mínima | Acima da máxima |
| Carbono C | Máxima Mínima | 0,80 0,60 | 0,82 0,72 | 0,80 0,70 | 0,92 0,72 | 0,92 0,72 | - - 0,04 | + 0,04 - |
| Manganês Mn | Máxima Mínima | 1,30 0,80 | 1,10 0,80 | 1,40 1,00 | 0,79 0,60 | 1,25 1,11 | - - 0,06 | + 0,06 - |
| Silício Si | Máxima Mínima | 0,50 0,10 | 0,60 0,10 | 1,00 0,60 | 0,60 0,10 | 0,60 0,10 | - - 0,02 | + 0,05 - |
| Fósforo P | Máxima Mínima | 0,02 - | 0,02 - | 0,02 - | 0,02 - | 0,02 - | - - | + 0,008 - |
| Enxofre S | Máxima Mínima | 0,02 - | 0,02 - | 0,02 - | 0,02 - | 0,02 - | - - | + 0,008 - |
| Níquel Ni | Máxima Mínima | - - | - - | - - | 0,15 - | 0,15 - | - - | - - |
| Cromo Cr | Máxima Mínima | 0,15 - | 0,15 - | 0,40 0,15 | 0,70 0,15 | 0,70 0,15 | - - | - - |
| Molibdênio Mo | Máxima Mínima | - - | - - | - - | 0,05 - | 0,05 - | - - | - - |
| Vanádio V | Máxima Mínima | - - | - - | - - | 0,01 - | 0,01 - | - - | - - |
| Nióbio Nb | Máxima Mínima | - - | - - | 0,05 0,02 | - - | - - | - - | - - |

A corrida deve ser rejeitada se a comparação entre duas análises químicas revelar pelo menos uma das situações a seguir apresentada:

- Uma diferença de mais de 0,06% (em massa) do elemento carbono (C);
- Uma diferença de mais de 0,12 % (em massa) para o manganês (Mn);
- Quando a média das duas análises do C, Mn, Cr, Si e P não se mantiver dentro dos limites formulados pelo fabricante e por ele apresentados, integrando a sua proposta de fornecimento dos trilhos.

Para evitar a fragilidade do trilho ao hidrogênio, o aço deve ter o teor de hidrogênio, medido em corpo de prova retirado em vazamento ou no boleto do trilho, no máximo igual a 2ppm (duas partes por milhão), correspondente a 0,000002 %.

O teor máximo de Oxigênio, medido em corpo de prova retirado em vazamento ou no boleto do trilho, deve ser de 20ppm (vinte partes por milhão), correspondente a 0,000020 %.

O fabricante deve entregar ao DNIT, sob a forma de certificado, os resultados dos seus ensaios de composição química, na proporção prevista.

Para trilhos tratados, os teores máximos de elementos residuais estão especificados na Tabela 17.

Tabela 17 – Trilhos tratados – Teores máximos de elementos residuais

| Valores em porcentagem em massa (%) | | |
|-------------------------------------|--------------------|---------------------|
| INDIVIDUALIZADOS | CLASSE | |
| | A | B |
| Cromo (Cr) | - | 0,10 |
| Molibdênio (Mo) | 0,02 | 0,02 |
| Níquel (Ni) | 0,10 | 0,10 |
| Cobre (Cu) | 0,15 | 0,15 |
| Estanho (Sn) | 0,04 | 0,04 |
| Antimônio (Sb) | 0,02 | 0,02 |
| Titânio (Ti) | 0,025 | 0,025 |
| Nióbio (Nb) | 0,01 | 0,01 |
| Vanádio (V) | 0,03 | 0,03 |
| Alumínio (Al) | 0,004 | 0,004 |
| Nitrogênio (N) | 0,009 | 0,009 |
| COMBINADOS | Mo + Ni + V < 0,20 | Cr + Mo + Ni < 0,25 |

Os elementos químicos Cromo (Cr), Molibdênio (Mo), Vanádio (V), Níquel (Ni) e Cobre (Cu), constantes da tabela 17, são utilizados no cálculo do Carbono Equivalente (CE) para expressar a temperabilidade de uma liga de aço em particular, em termos de um simples aço-carbono que tenha temperabilidade equivalente.

Recomenda-se calcular o carbono equivalente somente para soldagens de trilhos utilizando eletrodos, sendo que o resultado é utilizado para o cálculo da temperatura mínima de preaquecimento antes da soldagem dos aços-carbono e de baixa liga.

Para o caso de trilhos não tratados, quando o teor em massa de Mn exceder 1,10 %, os elementos de liga residuais devem ser mantidos de acordo com a Tabela 18, aplicada somente para trilhos de aço-liga.

Tabela 18 – Trilhos não tratados – Teores máximos de elementos residuais

| Valores em porcentagem em massa (%) | | | |
|-------------------------------------|-------|------------|---------|
| Níquel | Cromo | Molibdênio | Vanádio |
| 0,25 | 0,40 | 0,10 | 0,03 |

6.6 Marcação do Trilho

Conforme a NBR-7590:2012, a frequência de marcação será de acordo entre comprador e fornecedor.

Os caracteres da marcação devem estar conforme as figuras 22 e 23, a seguir representadas:

Figura 22 – Marcação em baixo relevo na alma do trilho

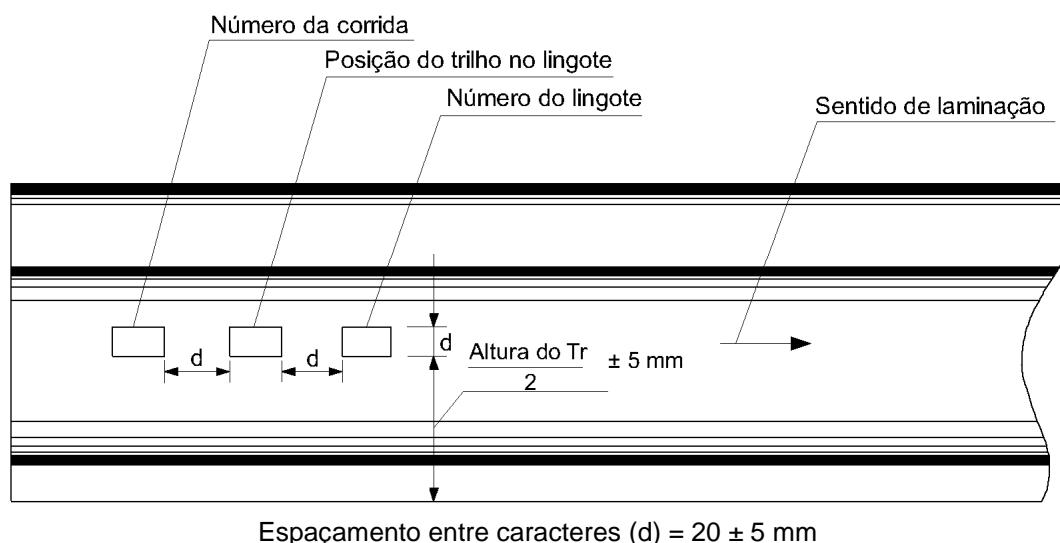
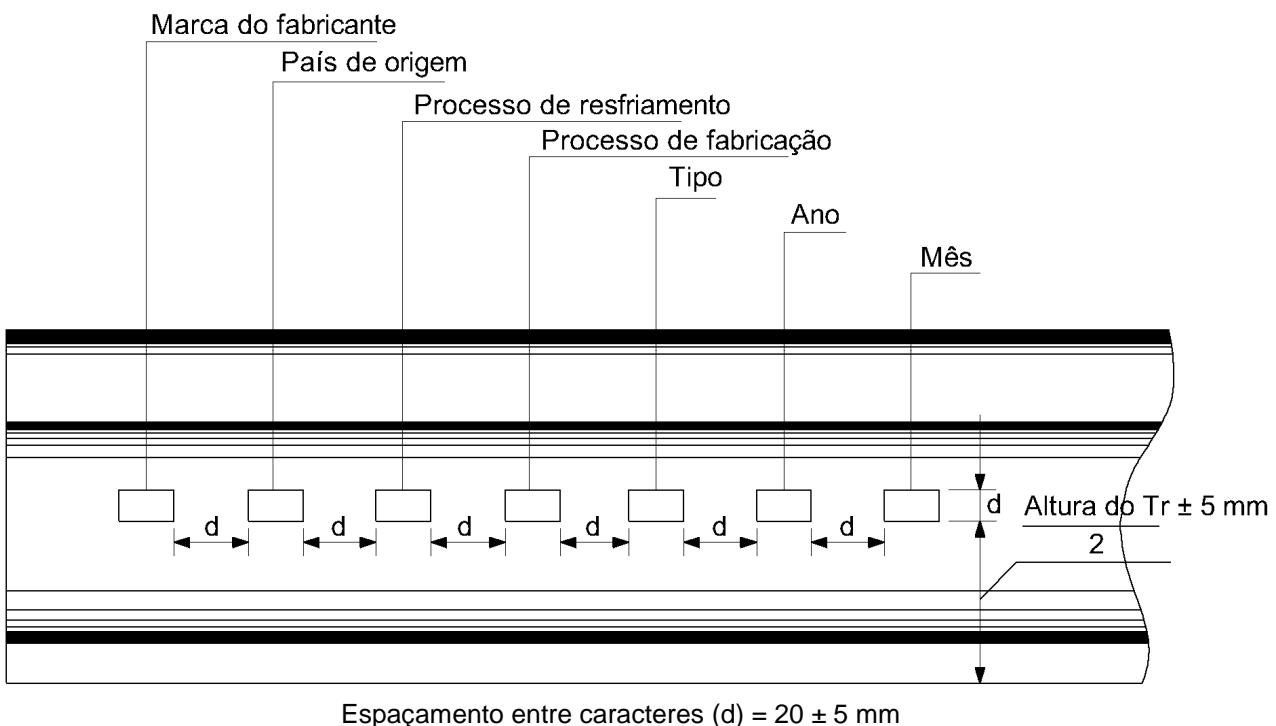


Figura 23 – Marcação em alto relevo na alma do trilho



6.6.1 Marcação estampadas em alto-relevo

A marcação é estampada em um dos lados da alma de cada trilho, devendo ser em alto relevo, com altura de 25 mm, $1 \text{ mm} \leq \text{saliência} \leq 1,5 \text{ mm}$, perfeitamente legíveis e assim mantendo durante todo o tempo de vida útil do trilho. A marcação deve seguir a seguinte ordem:

- a) Marca do fabricante;
- b) País de origem;
- c) Método de redução do teor de hidrogênio (processo de resfriamento controlado) deverá constar a marca RC e o tipo do processo.

Depois de laminados a quente, para evitar a fissura no patim e outros defeitos, todos os trilhos de massa nominal $\geq 45 \text{ kg/m}$ devem ser submetidos ao resfriamento controlado de acordo com a ASTM A1.

O trilho que não for resfriado de acordo com a ASTM A1, deve ter a sua marca de resfriamento controlado (RC) retirada.

- d) Processo de fabricação deve ser marcado com o tipo do forno de aço: T = Thomas; B = Bressemer; M = Martin; E = Elétrico; SM = Siemens Martin, podendo ser dispensado quando a numeração da corrida permitir identificá-lo;
- e) Tipo de trilho (de acordo com a NBR 7590);
- f) Ano de fabricação (os dois últimos algarismos);
- g) Mês de fabricação (indicado pelo número de traços verticais).

Exemplo: Trilho fabricado pela CSN, no Brasil, com resfriamento controlado pelo processo LD, processo de fabricação SM, trilho TR 57, em 1984, no mês de maio:

CSN BRASIL RC LD SM TR 57 84 IIIII.

6.6.2 Marcação estampadas a quente

A marcação é estampada a quente, no lado oposto da alma citada no item anterior, com no mínimo as informações a seguir especificadas, obedecendo a seguinte ordem:

- a) Número da corrida;
- b) Posição do trilho no Bloom (corrida contínua) ou no lingote, deve ser marcada sobre a face da alma junto da extremidade correspondente à cabeça do lingote e do número do lingote (1, 2, ..., N), com as letras A, B, ..., Z, na ordem da laminação, a partir do topo do lingote, sendo a letra A reservada ao primeiro trilho da cabeça do lingote e o Z, ao último trilho do pé do lingote.

No trilho produzido por corrida contínua, a marcação de sua posição, pode ser:

- b₁) número da corrida a partir da qual o trilho é laminado;
- b₂) posição do trilho com referência à cabeça do bloco ou do produto de corrida contínua;
- b₃) outras referências de posição do trilho na corrida.

Convém não usar a marcação da letra D e seguintes, para o TR37 e trilhos mais leves.

- c) Posição do lingote na ordem do lingotamento (número do lingote: 1, 2, ..., N);
- d) Sentido de laminação deve ser marcado com uma seta cuja ponta indica a direção do topo do lingote ou a cabeça da linha da corrida contínua.

Exemplo 1: Trilho da corrida 950238, posição no lingote B, lingote número 12: **950238 B 12**.

Exemplo 2: Trilho da corrida 7A0784 (a letra A indica que a corrida é do forno A), posição do lingote F, lingote número 20: **7A0784 F 20**.

6.6.3 Tipo de aço

O tipo de aço deve ser indicado utilizando os numerais 3, 4, 7, 8, e 10, conforme determinado na Tabela 2.

6.7 Verificação Dimensional

Deverá ser feita pelo fabricante a verificação dimensional em 100% dos trilhos e o DNIT fará a inspeção em uma amostragem com percentual mínimo a ser definido.

Quanto a forma e as dimensões dos trilhos devem estar de acordo com as Figuras 1 à 9 e respectivas tabelas de requisitos para cada tipo de trilho.

6.7.1 Verificação Dimensional – Comprimento

O comprimento dos trilhos (12 m, 18 m, 24 m ou 36 m), e o comprimento do TLS – trilho longo soldado, será definido pelo DNIT por ocasião da compra.

No caso de Trilho Longo Soldado – TLS, o fornecedor deverá disponibilizar informações técnicas para a execução de soldas, principalmente referente aos processos “flash butt” (caldeamento ou solda elétrica), aluminotérmico e à gás sob pressão, bem como a curva tempo-transformação-temperatura (curva TTT) dos trilhos.

Para estabelecer o comprimento final o trilho deve ser cortado a frio, perpendicularmente ao seu eixo, admitindo-se uma tolerância de 0,5 mm em relação ao esquadro do seu topo. A superfície frontal do trilho deve ser plana, lisa e sem defeito. Rebarba deixada pelo corte deve ser retirada.

O comprimento do trilho deve ser medido a uma temperatura ambiente de 20° C, e na impossibilidade de se efetuar esta medição na referida temperatura, o fornecedor deve disponibilizar os parâmetros de conversão.

O trilho poderá apresentar uma curvatura máxima no plano vertical de 20 mm em 12 m de comprimento, quando colocado sobre uma superfície plana com o boleto para cima.

A retilinidade das extremidades do trilho deve ser medida por meio de régua com comprimento de 1,50 m e não pode exceder os seguintes limites:

a) Plano vertical, com retilinidade:

- a₁) côncava ≤ 0,5 mm;
- a₂) convexa = 0,0 mm;

b) Plano horizontal:

- b₁) flecha (F) ≤ 0,7 mm;
- b₂) proibida mudança de direção nos dois sentidos.

A uma distância de 1,20 m, contada a partir de cada extremidade do trilho, deve ser garantida a planicidade da parte inferior do patim do trilho, não sendo permitida folga maior que 0,5 mm.

Com a utilização de gabaritos e calibres necessários aos controles de formas, dimensões e furação a serem fornecidos pelo fabricante, deverão ser executadas as seguintes verificações.

6.7.2 Verificação Dimensional – Altura (H) do Trilho

A verificação da altura do trilho deve ser realizada em mesa nivelada, devendo haver espaço suficiente entre os trilhos, para observação de suas partes externas e geometria, com o uso de gabarito cuja forma encontra-se representada na Figura 11, devendo ser considerado os valores dimensionais expressos na Tabela 4.

6.7.3 Verificação Dimensional – Largura (L) do Patim

A verificação da largura do patim deve ser realizada em mesa nivelada, devendo haver espaço suficiente entre os trilhos, para observação de suas partes externas e geometria, com o uso de gabarito cuja forma encontra-se representada na Figura 12, devendo ser considerado os valores dimensionais expressos na Tabela 5.

A variação máxima permitida na largura de qualquer aba do patim pode ser de 1,0 mm, porém a variação na largura total do patim não pode exceder a 1,0 mm.

6.7.4 Verificação Dimensional – Boleto do Trilho

A verificação do boleto deve ser realizada em mesa nivelada, devendo haver espaço suficiente entre os trilhos, para observação de suas partes externas e geometria, com o uso de gabarito cuja forma encontra-se representada na Figura 13, devendo ser considerado os valores dimensionais expressos na Tabela 6.

6.7.5 Verificação Dimensional – Assimetria do Trilho

A verificação da assimetria do trilho deve ser realizada em mesa nivelada, devendo haver espaço suficiente entre os trilhos, para observação de suas partes externas e geometria, com o uso de gabarito cuja forma encontra-se representada na Figura 14, devendo ser considerado os valores dimensionais expressos na Tabela 7.

6.7.6 Verificação Dimensional – Superfície de Ajuste da Tala de Junção

A verificação da forma da superfície de ajuste da tala de junção (TJ) deve ser realizada em mesa nivelada, devendo haver espaço suficiente entre os trilhos, para observação de suas partes externas e geometria, com o uso de gabarito cuja forma encontra-se representada na Figura 15, devendo ser considerado os valores dimensionais expressos na Tabela 8.

6.7.7 Verificação Dimensional – Furação do Trilho

A verificação da furação do trilho deve ser realizada em mesa nivelada, devendo haver espaço suficiente entre os trilhos, para observação de suas partes externas e geometria, com o uso de gabarito cuja forma encontra-se representada na Figura 16, devendo ser considerado os valores dimensionais expressos na Tabela 9.

6.7.8 Verificação Dimensional – Distância Entre o Furo e a Base do Trilho

A verificação da distância entre o furo e a base do trilho deve ser realizada em mesa nivelada, devendo haver espaço suficiente entre os trilhos, para observação de suas partes externas e geometria, com o uso de gabarito cuja forma encontra-se representada na Figura 17, devendo ser considerado os valores dimensionais expressos na Tabela 10.

6.7.9 Verificação Dimensional – Espessura da Alma do Trilho

A verificação da espessura da alma do trilho deve ser realizada em mesa nivelada, devendo haver espaço suficiente entre os trilhos, para observação de suas partes externas e geometria, com o uso de gabarito cuja forma encontra-se representada na Figura 18, devendo ser considerado os valores dimensionais expressos na Tabela 11.

6.8 Verificação de Massa

A massa nominal por metro de trilho deve estar de acordo com a Tabela 1.

Caso um trilho se encontre fora dos limites, o mesmo será rejeitado e serão verificados todos os trilhos da respectiva corrida.

Na massa calculada da seção, será admitida uma variação máxima de 0,5%.

Para esta verificação o peso do trilho será calculado pelo produto do seu comprimento (em metros) pelo seu peso nominal (peso específico de 7,85 g/cm³).

6.9 Verificação de Aspecto

A verificação do aspecto será realizada em 100% dos trilhos, por meio de exame visual, a olho nu ou através de lentes, a fim de separar os trilhos com defeitos superficiais.

O exame visual deve ser realizado em mesa nivelada, devendo haver espaçamento suficiente entre os trilhos para observação de suas partes externas.

Os trilhos deverão estar isentos de:

- ✓ Qualquer defeito, interno ou externo, prejudicial à sua utilização;
- ✓ Fissuras;
- ✓ Torção;
- ✓ Ondulação;
- ✓ Nós;
- ✓ Marcas a quente tais como: cisalhamento (corte), marcas de desbaste, buracos ou arranhões a quente, dobras e trincas maiores que 0,50 mm de profundidade ou maiores que 1,50 mm de largura;
- ✓ Arranhões a frio excedendo a 900 mm de comprimento ou 0,20 mm de profundidade;
- ✓ Quaisquer protuberâncias na alma devido a excesso de material, maior que 1,50 mm e com área superior a 12,50 mm²;
- ✓ Excesso de material no boleto ou no patim.

É proibida a utilização de qualquer processo, a frio ou a quente, para encobrir defeitos.

A superfície frontal do trilho deve ser plana, lisa e sem defeito. A rebarba deixada pelo corte deve ser retirada.

O boleto do trilho deve ser liso e retilíneo.

6.10 Verificação de Ultrassom

A verificação de ultrassom será realizada em 100% dos trilhos.

O trilho deve ser testado com ultrassom quando a temperatura estiver abaixo de 65°C para verificar as condições internas. Todo o comprimento do trilho deve ser testado utilizando um equipamento de teste de ultrassom em linha.

O trilho deve estar livre de superfícies ásperas, ferrugem ou material estranho que possam interferir na detecção de defeitos através da ultrassonografia.

O nível de sensibilidade, do sistema de teste em linha, deve ser ajustado para detectar um defeito de no mínimo 2 mm de diâmetro em qualquer parte do boleto, no mínimo 1 mm de diâmetro na alma e imperfeições longitudinais que ocorram no patim, maiores que 12 mm de comprimento e maiores que 0,5 mm de profundidade.

O trilho rejeitado pelo aparelho de ultrassom de linha poderá ser testado novamente por aparelho manual de ultrassom mantendo-se os mesmos limites.

O aparelho de ultrassom deve ser calibrado a cada intervalo de 8 horas de operação, a cada mudança de seção, a cada turno ou sempre que indicar funcionamento inadequado.

6.11 Ensaio de Dureza

O trilho deve ter dureza superficial mínima HB (dureza Brinell) igual ou superior à especificação técnica do material (tipo de aço), de acordo com a Tabela 14.

Devem ser realizados dois ensaios de dureza Brinell, de acordo com a norma ABNT NBR NM 6506-1, para cada corrida de trilho laminado.

O ensaio deve ser realizado no topo do boleto do trilho, após a remoção da descarbonatação e com esfera de carbeto de tungstênio.

A diferença de dureza entre dois pontos de medição não poderá ser maior que 30 HB.

O fabricante deverá fornecer os resultados do referido ensaio por corrida, a critério do DNIT.

6.12 Ensaio de Resistência à Tração, de Alongamento e de Escoamento.

Os limites mínimos de resistência à tração, de alongamento e de escoamento, para cada tipo de aço, encontram-se especificados na Tabela 14.

Deverá ser realizado um ensaio de resistência à tração, de alongamento e de escoamento, de acordo com a norma ABNT NBR ISO 6892, para cada corrida de trilho laminado.

Caso o ensaio de tração não apresente o resultado de acordo com a Tabela 14, todas as barras de trilho da corrida devem ser rejeitadas. O fabricante deverá fornecer os resultados do referido ensaio por corrida, a critério do DNIT.

6.13 Ensaio de Resistência ao Choque

De acordo com a NBR 7590:2012, deve ser realizado um ensaio de resistência ao choque para cada corrida de trilho laminado.

O fornecedor deverá informar ao DNIT o método utilizado na determinação da resistência do trilho ao choque, cuja execução do ensaio foi verificar a possibilidade do trilho vir a fraturar na via.

Com relação ao resultado deste ensaio, fica a critério do DNIT solicitar ao fabricante apresentar relatório contendo:

- Tipo de trilho, conforme a NBR 7590:2012;
- Comprimento do corpo-de-prova – CP;
- Temperatura do corpo-de-prova – CP;
- Dado que identifique o lote onde foi retirada a amostra;
- Indicação de ocorrência como trinca ou fratura.

6.14 Ensaio de Descarbonetação

De acordo com a NBR 7590:2012, o ensaio de descarbonetação será realizado em uma amostra para cada corrida. E conforme as Figuras 24 e 25 a seguir representadas, a camada de descarbonetação não pode exceder a espessura de 0,5 mm.

Figura 24 – Camada de descarbonetação

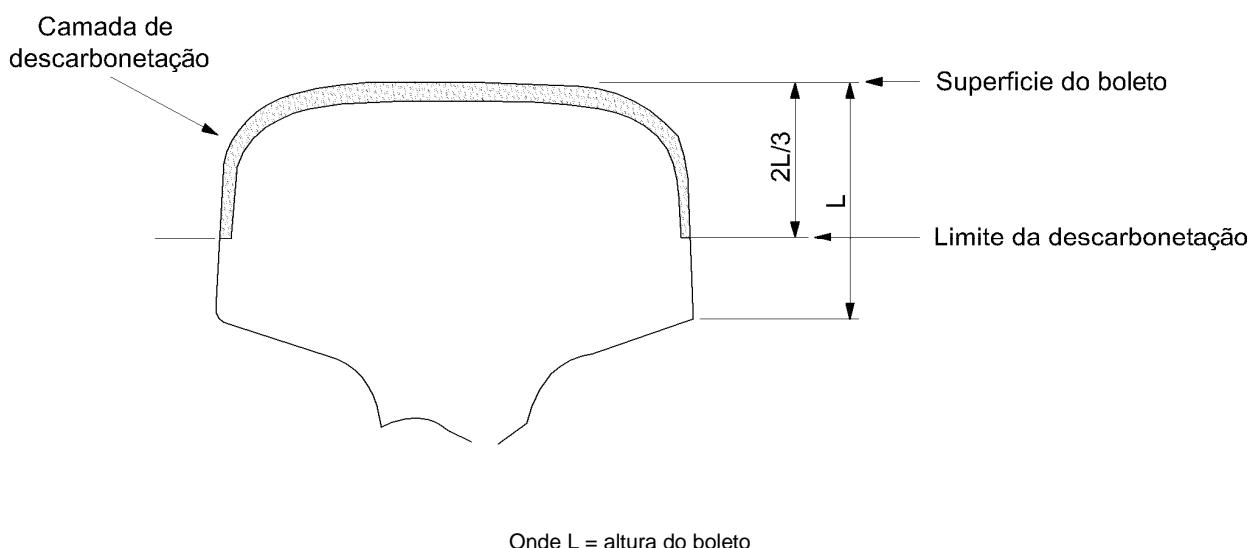
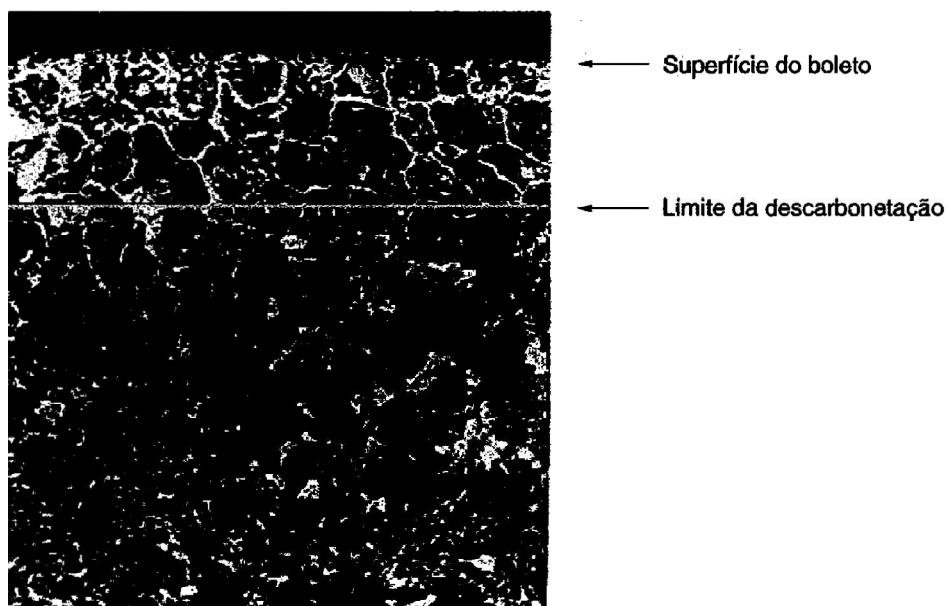


Figura 25 – Limite da descarbonatação

6.15 Ensaio de Inclusões não Metálicas

De acordo com a NBR 7590:2012, o ensaio de inclusões não metálicas será realizado em uma amostra para cada corrida de trilho laminado, na região indicada na Figura 19, atendendo aos requisitos especificados na norma ABNT NBR NM 88.

O controle das inclusões, tanto quantitativo quanto qualitativo, deve obedecer aos limites especificados nas normas ABNT NBR NM 88, ASTM E45 e DIN 50602.

Caso venha a ser utilizada a norma ASTM E45, a análise deverá ser realizada pelo Método “A”, sendo que o nível máximo de inclusões para os trilhos fabricados é limitado em 2 (taxa média para amostra metalográfica individual), e o valor máximo individual de inclusões não pode passar de 2,5 para qualquer tipo de inclusão fina ou grossa.

6.16 Condições Internas

De acordo com a NBR 7590:2012, o ensaio para a determinação das condições internas dos trilhos, através da impressão de “Baumann” será realizado em 100% dos trilhos, por meio de solução aquosa a 5% de ácido sulfúrico, conforme a norma ABNT NBR 5567.

O fabricante, à critério do DNIT, deverá fornecer os resultados do referido ensaio em relatório contendo no mínimo:

- Identificação do corpo de prova e da amostra, em relação ao lote de origem;
- Impressão obtida;
- Impressão padrão adotada;
- Intensidade dos defeitos apresentados: maior ou menor;

- Anormalidades verificadas;
- Referência à norma NBR 5567.

6.17 Outros Ensaios (Especificar)

A critério do DNIT, poderá ser solicitado ao fornecedor a especificação de outros ensaios eventualmente realizados, com a apresentação de seus resultados sob a forma de relatório.

7 LIBERAÇÃO PARA EMBARQUE

A liberação para embarque dos trilhos dar-se-á após a execução de todas as verificações, ensaios e contra-ensaios sob a supervisão e fiscalização do DNIT, e a correspondente emissão de Termo de Liberação de Inspeção.

8 CARREGAMENTO E TRANSPORTE

Os trilhos deverão ser carregados e transportados em amarrados de modo que cheguem ao local de entrega em perfeitas condições. O proponente poderá sugerir, opcionalmente, outro tipo de embalagem, desde que, então, explice detalhadamente em sua proposta o tipo de amarrado ou embalagem a ser utilizada, para que o mesmo possa ser analisado e, se for o caso, aprovado pelo 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 trilhos nas dependências do DNIT, o mesmo, será vistoriado e, se o DNIT julgar necessário, será realizado verificações de qualquer ordem.

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

11 GARANTIA

Todas as barras de trilho serão garantidas individualmente até, no mínimo, 31 de dezembro do ano N+5, sendo o ano marcado na barra, contra todo e qualquer defeito imputável à sua fabricação e não detectado pelo DNIT no recebimento.

Se durante a garantia alguma barra de trilho romper ou apresentar defeito de fabricação, pela qual seja retirada do serviço, será colocado à disposição do fabricante mediante notificação por escrito para fins de verificação.

Caso não haja acordo entre o DNIT e o fabricante, prevalecerá o parecer emitido por instituição governamental ou privado de teste do material, escolhida de comum acordo entre as partes.

O DNIT poderá optar entre a substituição da barra de trilho comprovadamente com defeito de fabricação por outra nova posta no mesmo local, ou por uma indenização em valor equivalente ao de uma nova na data de substituição, mais as despesas decorrentes para ser colocada no mesmo local.

As barras de trilho substituídas pelo fabricante, não sendo retiradas no prazo de 30 dias a contar da data da substituição, passam a ser de propriedade do DNIT, que delas poderá dispor a seu exclusivo critério, sem qualquer tipo de ônus.

12 ACEITAÇÃO

Serão aceitos somente os trilhos que atenderem totalmente a Especificação Técnica constante no Termo de Referência do Edital.

13 TRANSPORTE E ESTOCAGEM

13.1 Carga e Descarga

Em qualquer fase do manuseio e transporte os trilhos devem ser posicionados de modo que a marcação em relevo de todos os trilhos seja orientada na mesma extremidade e direção, sendo proibido girar o trilho.

Os trilhos devem ser transportados, amarrados e cintados em cinco ou três trilhos por amarração.

Os trilhos nos amarrados devem ter a seguinte disposição:

- Amarrados de cinco trilhos: deve ser de três trilhos com o boleto para cima e dois trilhos com o boleto para baixo;
- Amarrados de três trilhos: deve ser de dois trilhos com o boleto para cima e um trilho com boleto para baixo.

Em transporte de veículo terrestre, os amarrados de trilhos devem ser cintados por mais de três cintas, abrangendo todos os trilhos.

Para o içamento do trilho ou feixe (amarrado) de trilhos devem ser efetuadas através de equipamentos apropriados para suportarem o peso da carga e adaptados para a função a que se destinam, tendo o cuidado para que os mesmos não sofram deformações.

Os trilhos devem ser embarcados e transportados separadamente por tipo, classe e comprimento, a menos que a quantidade fornecida seja insuficiente para permitir embarque separado.

O controle de peso de transporte deve ser feito pela pesagem do vagão ou carreta antes e após o carregamento, devendo ser considerados em ambos os casos os pontaletes de madeira para separação dos trilhos.

Os trilhos devem ser manuseados e transportados de modo a evitar danos e empeno. Não serão aceitos os trilhos empenados e com marcas causadas pelo manuseio indevido, pelos equipamentos de carga, descarga, transporte e armazenagem, de responsabilidade do fornecedor.

Caberá 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 será discriminado a quantidade e motivo do não aceite.

13.2 Estocagem

A área para estocagem deve ser totalmente limpa e sem vegetação, plana e ampla o suficiente para permitir a movimentação livre dos equipamentos e empilhamento dos trilhos.

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 trilhos.

Os trilhos devem ser apoiados em local seco, nivelado e sobre paletes de madeira da mesma altura e espaçados longitudinalmente no máximo a cada 1,50 m. Entre uma camada e outra deve ser colocada uma camada de paletes em igual espaçamento da primeira camada. Os trilhos devem ser apoiados pelos seus patins, sendo garantida uma folga mínima de 10 mm entre os patins, evitando o acúmulo de poeira e oxidação do trilho.

ANEXOS

ANEXO 1: NORMAS TÉCNICAS UTILIZADAS

NBR 7590/2012 – Título: Trilho Vignole – Requisitos

Data de Publicação: 31/07/2012

Objetivo: Esta Norma estabelece os requisitos para trilhos Vignole.

NBR ISO 6892-1/2013 – Título: Materiais metálicos – Ensaio de Tração

Parte 1: Método de ensaio à temperatura ambiente

Data de Publicação: 04/04/2013

Objetivo: Esta parte da ABNT NBR ISO 6892 especifica o método de ensaio de tração de materiais metálicos e define as propriedades mecânicas que podem ser determinadas à temperatura ambiente.

NBR ISO 6892-2/2013 – Título: Materiais metálicos – Ensaio de Tração

Parte 2: Método de ensaio à temperatura elevada

Data de Publicação: 11/10/2013

Objetivo: Esta parte da ABNT NBR ISO 6892 especifica um método de ensaio de tração de materiais metálicos a temperaturas mais altas que à temperatura ambiente.

NBR NM ISO 6506-1/2010 – Título: Materiais metálicos – Ensaio de dureza Brinell

Parte 1: Método de ensaio (ISO 6506-1:2005, IDT)

Data de Publicação: 05/07/2010

Objetivo: Esta parte da ABNT NBR NM ISO 6506 especifica o método de ensaio de dureza Brinell para materiais metálicos e a aplicabilidade até o limite de 650 HBW.

NBR NM 88/2000 – Título: Aço – Determinação de inclusões não metálicas – Método micrográfico

Data de Publicação: 30/10/2000

Objetivo: Esta Norma estabelece os métodos micrográficos para a determinação do teor de inclusões não metálicas em produtos de aço laminados ou forjados, para definir o tamanho, a distribuição e os tipos de inclusões.

NBR 5567/1989 – Título: Trilho ferroviário – Determinação das condições internas através da impressão de “Baumann”

Data de Publicação: 30/12/1989

Objetivo: Esta Norma prescreve o método de determinação das condições internas de trilho para via férrea, através da impressão de “Baumann”.

ANEXO 2: MODELO DE FICHA DE INSPEÇÃO

Trilho para via férrea

FICHA DE INSPEÇÃO DE TRILHO – 1 / 7

| | |
|-----------|---------|
| Processo: | Edital: |
|-----------|---------|

| |
|-------------|
| Contratada: |
|-------------|

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

| <u>Tipo de trilho</u> | <u>Tipo de Aço</u> |
|------------------------------|---|
| TR37 [] TR45 [] TR50 [] | Aço-carbono (resistência mínima) 3 [] 4 [] |
| TR57 [] UIC60 [] GB60 [] | Aço-liga (média resistência) 7 [] 8 [] |
| TR68 [] 140RE [] 141RE [] | Aço tratado (alta resistência) 10 [] |

Processo de Fabricação (Tipo de forno)

T = Thomas [] B = Bressemer [] M = Martin []

E = Elétrico [] SM = Siemens Martin []

| | | |
|--|--|--|
| Comprimento dos Trilhos: | 12 m [] | 18 m [] |
| | 24 m [] | 36 m [] |
| Comprimento das Barras dos Trilhos – (TLS – Trilhos Longos Soldados): | __ x 12 m = ____ m __ x 24 m = ____ m | __ x 18 m = ____ m __ x 36 m = ____ m |
| | | |

Propriedades Mecânicas

| Limites | Mínimo | Medição |
|----------------------|--------|---------|
| Resistência à Tração | Mpa | Mpa |
| Dureza Brinell | HB | HB |
| Tensão de Escoamento | Mpa | Mpa |
| Alongamento | % | % |

FICHA DE INSPEÇÃO DE TRILHO – 2 / 7

| Composição Química (%) | | | | | | | |
|-------------------------------|--------------|------|-------------------------------------|---------|---|----------|-----|
| Elemento químico | Limites | | Variação Admitida | Medição | Duas análises químicas | Atendeu? | |
| | Máx. | Mín. | | | | Sim | Não |
| C – Carbono | | | | | 1 ^a 2 ^a | | |
| Mn – Manganês | | | | | 1 ^a 2 ^a | | |
| Si – Silício | | | | | 1 ^a 2 ^a | | |
| P – Fósforo | | - | | | 1 ^a 2 ^a | | |
| S – Enxofre | | - | | | 1 ^a 2 ^a | | |
| Ni – Níquel | | - | | | 1 ^a 2 ^a | | |
| Cr – Cromo | | | | | 1 ^a 2 ^a | | |
| Mo – Molibdênio | | - | | | 1 ^a 2 ^a | | |
| V – Vanádio | | - | | | 1 ^a 2 ^a | | |
| Nb – Nióbio | | | | | 1 ^a 2 ^a | | |
| Marcação do Trilho | | | | | | | |
| Marcação | Alto Relevo | | [<input type="checkbox"/>] Atende | | [<input type="checkbox"/>] Não Atende | | |
| | Baixo Relevo | | [<input type="checkbox"/>] Atende | | [<input type="checkbox"/>] Não Atende | | |

FICHA DE INSPEÇÃO DE TRILHO – 3 / 7

| <i>Furação do trilho (em mm)</i> | | | | |
|---|--|--|------------------------|-------------------------------------|
| Dimensão | Medida do centro do furo à base do patim (Z) | Medida do centro do furo à extremidade (W) | Medida entre furos (V) | Diâmetro do furo (D) |
| Nominal | | | | |
| Tolerância | $\pm 0,8$ | $\pm 0,8$ | $\pm 0,8$ | $\pm 0,8$ |
| Medição | | | | |
| <i>Gabaritos para Inspeção</i> | | | | |
| Gabaritos e calibres para controles de formas, dimensões e furação: | | | | Foram entregues (dois jogos) |
| | | | | Sim Não |
| Gabarito para verificação da altura (H) do trilho; | | | | () () |
| Gabarito para verificação da largura (L) do patim; | | | | () () |
| Gabarito para verificação da forma e dimensão do boleto do trilho; | | | | () () |
| Gabarito para verificação da assimetria do trilho; | | | | () () |
| Gabarito para verificação da forma da superfície de ajuste da tala de junção; | | | | () () |
| Gabarito para verificação da furação do trilho; | | | | () () |
| Gabarito para verificação da distância entre o furo e a base do trilho; | | | | () () |
| Gabarito para a verificação da espessura da alma do trilho. | | | | () () |
| <i>Verificação Dimensional</i> | | | | |
| <i>Verificação do comprimento do trilho, medido à 20° C</i> | | | | |
| Dimensão nominal | Tolerância | Comprimento | Medição | |
| 12 m | $\pm 10 \text{ mm}$ | 11,9 – 12,1 | | |
| 18 m | | 17,9 – 18,1 | | |
| 24 m | | 23,9 – 24,1 | | |
| 36 m | | 35,9 – 36,1 | | |

FICHA DE INSPEÇÃO DE TRILHO – 4 / 7

| Verificação do comprimento da barra de trilhos (TLS) | | | | | |
|---|-----------------------|-------------|-------------------------|-----|---------------|
| Dimensão nominal | Tolerância | Comprimento | Medição | | |
| ___ x 12 m = _____ | | | | | |
| ___ x 18 m = _____ | | | | | |
| ___ x 24 m = _____ | | | | | |
| ___ x 36 m = _____ | | | | | |
| Verificação das informações técnicas para a execução de soldas | | | | | |
| Processos (tipos de soldagem dos trilhos) | | | Apresentou informações? | | |
| | | | Sim | Não | |
| Processo “flash butt” / caldeamento ou solda elétrica | | | | | |
| Aluminotérmico | | | | | |
| Gás sob pressão | | | | | |
| Curva tempo-transformação-temperatura (curva TTT) dos trilhos | | | | | |
| Verificação da altura (H) do trilho | | | | | |
| Tipo do trilho | Dimensão (H) em mm | | | | |
| | Nominal | Tolerância | Medição | | |
| | | +0,8 e -0,4 | | | |
| Verificação da largura do patim (L) do trilho | | | | | |
| Tipo do trilho | Dimensão (L) em mm | | | | |
| | Nominal | Tolerância | Medição | | |
| | | ±1,0 | | | |
| Verificação da forma e dimensão do boleto | | | | | |
| Tipo do trilho | Dimensão em mm | | | | |
| | Largura (C) do boleto | | | R1 | R2 |
| | Nominal | Tolerância | Medição | R3 | $L_{nominal}$ |
| | ±0,6 | | | | |

FICHA DE INSPEÇÃO DE TRILHO – 5 / 7

| Verificação da assimetria do trilho | | | | | | | | | | | |
|---|---------------------------|---------------------------|-------------------|-------------------|----------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|---------------|---------------|
| Tipo do trilho | Dimensão | Dimensão em mm | | | | | | | | | |
| | | L | 2L/3 | 2L/6 | C | a | H | | | | |
| | Nominal | | | | | | | | | | |
| | Tolerância | ±1,2 | ±1,2 | ±1,2 | ±1,2 | ±1,2 | ±1,2 | | | | |
| | Medição | | | | | | | | | | |
| Verificação da forma da superfície de ajuste da tala de junção | | | | | | | | | | | |
| Tipo do trilho | | Dimensão (h) em mm | | | | | | | | | |
| | | Nominal | Tolerância | Medição | | | | | | | |
| Verificação da furação do trilho | | | | | | | | | | | |
| Tipo do trilho | Dimensão em mm | | | | | | | | | | |
| | Dimensão | e | z | w | v | d | d + t_d | d - t_d | d - t_d/c | Máxima | Mínima |
| | Nominal | | | | | | | | | | |
| | Tolerância | ±0,8 | ±0,8 | ±0,8 | ±0,8 | ±0,8 | ±0,8 | ±0,8 | +2,4 | -2,4 | |
| | Medição | | | | | | | | | | |
| Verificação da distância do furo e a base do trilho | | | | | | | | | | | |
| Tipo do trilho | Dimensão em mm | | | | | | | | | | |
| | Dimensão | z | e | d | L | d-t_d/c | 2L/6 | Máxima | Mínima | | |
| | Nominal | | | | | | | | | | |
| | Tolerância | ±0,8 | ±0,8 | ±0,8 | ±0,8 | +2,4 | -2,4 | -2,4 | ±0,8 | | |
| | Medição | | | | | | | | | | |
| Verificação da espessura da alma do trilho | | | | | | | | | | | |
| Tipo do trilho | Dimensão (P) em mm | | | | | | | | | | |
| | Nominal | Máxima | Mínima | Medição | | | | | | | |
| | | +1,0 | -0,5 | | | | | | | | |
| Verificação da massa | | | | | | | | | | | |
| Tipo de trilho | Nominal | | | Tolerância | | Medição | | | | | |
| | Kg/m | | | ± 0,5% | | Kg/m | | | | | |

FICHA DE INSPEÇÃO DE TRILHO – 6 / 7

| <i>Verificação do acabamento na esquadria do topo do trilho</i> | | | | |
|---|-------------------|---|------------------------------|--|
| <p>Retilineidade das extremidades verificadas com régua de 1,50 m, em qualquer direção, tanto na vertical como na horizontal, é admitida uma variação de 0,6 mm</p> | | | | |
| Plano | Tolerância | Limites | Medição | |
| Vertical, com retilineidade. | 0,06 mm | Côncava ≤ 0,5 mm | | |
| | | Convexa = 0,0 mm | | |
| Horizontal | | Flecha (F) ≤ 0,7 mm | | |
| | | Proibida mudança de direção nos dois sentidos | | |
| <i>Verificação do aspecto do trilho</i> | | | | |
| Todos os trilhos devem estar isentos de: | | Sim | Não | |
| Qualquer defeito interno ou externo prejudicial à sua utilização | | (<input type="checkbox"/>) | (<input type="checkbox"/>) | |
| Fissuras | | (<input type="checkbox"/>) | (<input type="checkbox"/>) | |
| Torção | | (<input type="checkbox"/>) | (<input type="checkbox"/>) | |
| Ondulação | | (<input type="checkbox"/>) | (<input type="checkbox"/>) | |
| Nós | | (<input type="checkbox"/>) | (<input type="checkbox"/>) | |
| Marcas a quente tais como: cisalhamento (corte), marcas de desbaste, buracos ou arranhões a quente, dobras e trincas maiores que 0,50 mm de profundidade ou maiores que 1,50 mm de largura. | | (<input type="checkbox"/>) | (<input type="checkbox"/>) | |
| Arranhões a frio excedendo a 900 mm de comprimento ou 0,20 mm de profundidade. | | (<input type="checkbox"/>) | (<input type="checkbox"/>) | |
| Quaisquer protuberâncias na alma devido a excesso de material, maior que 1,50 mm e com área superior a 12,50 mm ² . | | (<input type="checkbox"/>) | (<input type="checkbox"/>) | |
| Excesso de material no boleto ou no patim | | (<input type="checkbox"/>) | (<input type="checkbox"/>) | |
| Utilização de qualquer processo, a frio ou a quente, para encobrir defeitos. | | (<input type="checkbox"/>) | (<input type="checkbox"/>) | |
| Defeitos, sendo que a superfície frontal do trilho deve ser plana e lisa. | | (<input type="checkbox"/>) | (<input type="checkbox"/>) | |
| Rebarba deixada pelo corte | | (<input type="checkbox"/>) | (<input type="checkbox"/>) | |
| Defeitos, sendo que o boleto do trilho deve ser liso e retilíneo. | | (<input type="checkbox"/>) | (<input type="checkbox"/>) | |

FICHA DE INSPEÇÃO DE TRILHO – 7 / 7

| <i>Ensaios realizados</i> | | |
|--|---------------|-------------------|
| Verificação dos ensaios realizados | Atende | Não atende |
| Ultrassom | [] | [] |
| Dureza Brinell | [] | [] |
| Resistência à tração, de alongamento e de escoamento | [] | [] |
| Resistência ao choque | [] | [] |
| Descarbonetação | [] | [] |
| Inclusões não metálicas | [] | [] |
| Condições internas | [] | [] |
| Outros ensaios (especificar) | [] | [] |

Data e Identificação do Responsável: