

CATÁLOGO TÉCNICO

TRILHOS FERROVIÁRIOS DE AÇO, PERFIL MODELO UIC 60 E2, MASSA 60,03 KG/M, GRAU R350HT, DUREZA BRINELL NA CABEÇA 350-390 HB (PADRÃO INFORMADO ~370 HB), FORNECIDOS EM BARRAS DE 24 M, SEM FURAÇÃO NAS EXTREMIDADES, COM CONTROLE DE QUALIDADE INCLUINDO INSPEÇÃO VISUAL E ENSAIO ULTRASSÔNICO. PARA USO EM VIA PERMANENTE FERROVIÁRIA PARA OPERAÇÃO DE TRANSPORTE FERROVIÁRIO DE CARGA

I. GERAL

O presente catálogo refere-se à Especificação Técnica do novo trilho UIC 60 E2 denominada “UIC 60

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA DO TRILHO DE AÇO UIC 60 E2

1. Especificação técnica

1.1 Principais características do novo trilho UIC 60 E2

- Trilho UIC 60 E2, massa de 60,03 kg/m;
- Tipo de trilho: R350HT;
- Dureza padrão do trilho: 370 HB;
- Comprimento das barras: 24 metros;
- Trilho sem furação nas extremidades.
- Aplicação: uso em via permanente ferroviária para operação de transporte ferroviário de carga

2. Normas

- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas;
- AREMA - American Railway Engineering and Maintenance-of-way Association (edição 2017);
- ASTM - American Society for Testing and Materials;
- UIC - Union Internationale des Chemins de Fer - EN 13674-1.

3. Requisitos técnicos e gerais

3.1 Produção

3.1.1 O aço utilizado na fabricação dos trilhos novos é produzido por um dos seguintes processos:

- Forno a oxigênio básico (Basic Oxygen Furnace - BOF);
- Forno elétrico a arco (Electric Arc Furnace - EAF);
- Forno elétrico a arco de corrente contínua (Direct Current Electric Arc Furnace - DC EAF).

3.1.2 O processo de fabricação assegura que os trilhos produzidos atendam aos requisitos de tensões residuais e dureza.

3.1.3 O aço é lingotado por processo contínuo (strand casting) em tarugos/blooms.

3.1.4 Todos os trilhos são ensaiados por ultrassom.

3.1.5 Todos os trilhos são inspecionados em todas as suas superfícies, garantindo que estejam livres de defeitos e falhas prejudiciais.

3.1.6 Eliminação de hidrogênio

Os trilhos produzidos estão livres de “shatter cracks” (trincas por hidrogênio). A eliminação de hidrogênio é realizada por pelo menos um dos processos abaixo:

- Desgaseificação a vácuo (Vacuum Degassing).
- Resfriamento controlado dos blooms (Control cooling of blooms).
- Resfriamento controlado do trilho (Control cooling of rail).
- O teor de hidrogênio não excede 2,0 ppm.

3.2 Tensões residuais e dureza

3.2.1 Tensões residuais

- O trilho apresenta as menores tensões residuais possíveis e está livre de tensões internas prejudiciais;
- Limite máximo aceitável no patim (rail foot): 250 MPa;
- Limite superior aceitável na alma (web): 50 MPa.

3.3 Composição química

O aço utilizado na fabricação dos trilhos atende aos requisitos de composição química listados abaixo, de acordo com a norma EN 13674-1:2011:

- Carbono (C): 0,74% a 0,82%.
- Silício (Si): 0,13% a 0,60%.

- Manganês (Mn): 0,65% a 1,25%.
- Fósforo (P): máximo de 0,025%.
- Enxofre (S): máximo de 0,030%.
- Cromo (Cr): máximo de 0,15%.
- Alumínio (Al): máximo de 0,004%.
- Vanádio (V): máximo de 0,030%.
- Nitrogênio (N): máximo de 0,010%.
- Hidrogênio (H): máximo de 2,0 ppm.
- Oxigênio (O): máximo de 20 ppm.

3.3.1 Para trilhos de química padrão e trilhos de alta resistência, a composição esta em conformidade com a EN 13674-1:2011.

3.4 Propriedades mecânicas à tração

3.4.1 O material atende aos requisitos de propriedades de tração e é ensaiado conforme a versão mais recente da ASTM A 370.

3.4.2 As propriedades de tração atende aos seguintes requisitos:

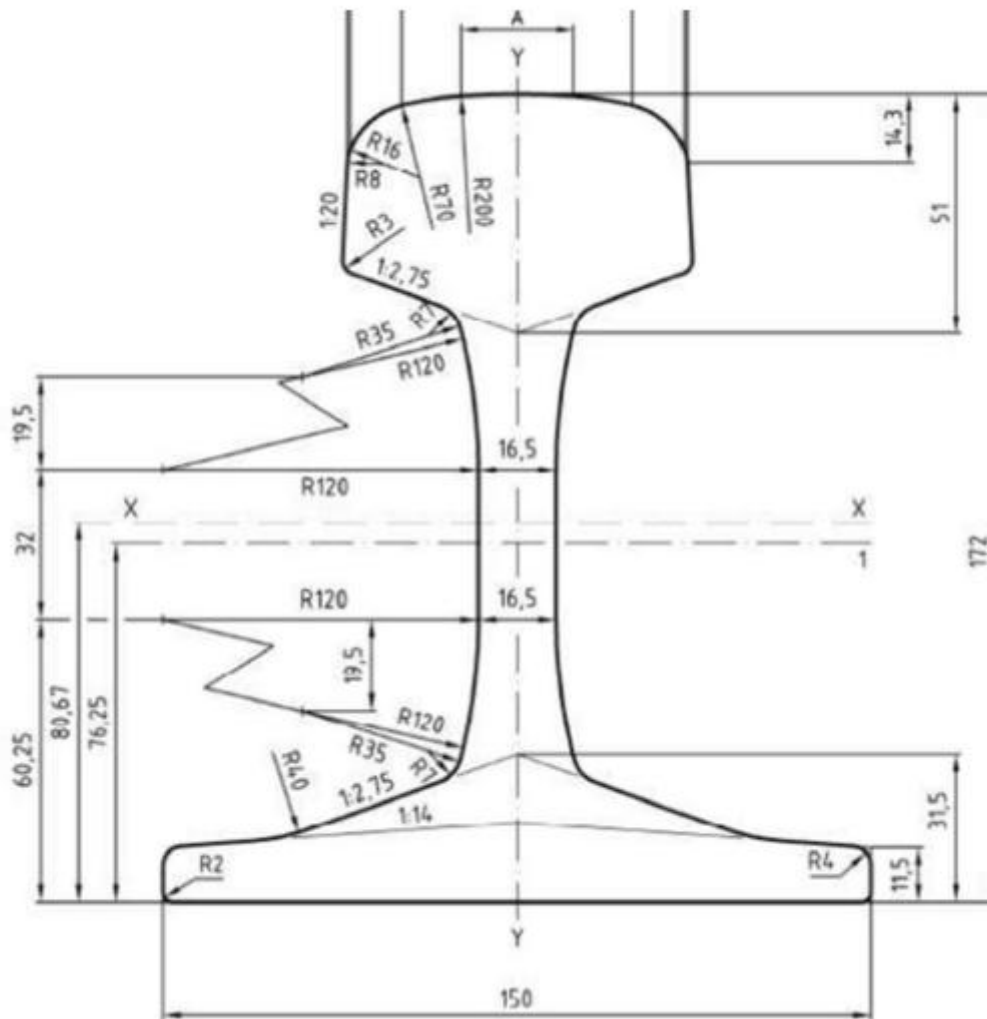
- Resistência à tração mínima: 1175 MPa.
- Limite de escoamento mínimo: 724 MPa.
- Alongamento mínimo: 9%.

3.5 Requisitos dimensionais

3.5.1 A seção final do trilho esta de acordo com a AREMA 2017 e sujeita às tolerâncias máximas permitidas abaixo:

- Altura do trilho: +/- 0,6 mm.
- Largura do boleto (rail head width): +0,5 mm.
- Altura do patim (height of fishing): +/- 0,6 mm.
- Largura do patim (width of rail foot): +/- 1,0 mm.
- Concavidade da base do patim: máximo de 0,3 mm.
- Assimetria do perfil/seção: +/- 1,2 mm.
- Espessura da alma (web thickness): +1,0 mm / -0,5 mm.
- Espessura da ponta do patim (foot toe thickness): +0,75 mm / -0,5 mm.
- Perfil de coroa (crown profile): +0,6 mm.

A Figura 1 do documento original apresenta o perfil do trilho UIC 60 E2.



3.5.2 Massa e comprimento:

- Massa: os trilhos podem variar até 1% acima e 2% abaixo do valor especificado de 60,03 kg/m.
- Comprimento: os trilhos podem variar até 24 mm para mais ou para menos em relação ao comprimento especificado de 24,00 m.

3.6 Ensaio de dureza

- A dureza é apx 350 HB, mas nunca inferior ao mínimo de 350 HB.
- A dureza pode variar entre 350 e 390 HB no topo da linha central do boleto do trilho.

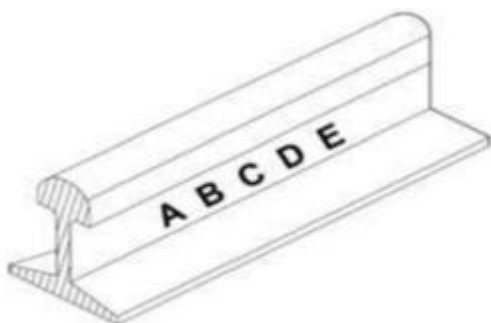
- O ensaio é conduzido conforme ASTM E10 (Brinell), versão mais recente.
- A dureza do boleto fica entre 350 HB e 390 HB. A dureza da alma e do patim pode variar entre 320 HB e 340 HB, com controle no boleto, alma e patim.
- Item novo: o trilho é fabricado com maior valor médio de dureza Brinell, para reduzir propensão a falhas e propagação de trincas. A dureza média na superfície do tarugo/bloom seria 370 HB.

3.7 Ensaio ultrassônico

- Os trilhos são ensaiados por ultrassom para detecção de imperfeições internas.
- O trilho é livre de rugosidades, carepas soltas ou materiais estranhos que interfiram no ensaio.
- Os ensaios são realizados com temperatura do trilho abaixo de 65 °C (149 °F).
- O trilho padrão de calibração passa pelo equipamento no início de cada turno ou, no mínimo, a cada 8 horas de operação, e também após mudanças de seção ou indicação de mau funcionamento.

3.8 Tenacidade à fratura

O ensaio de tenacidade à fratura é realizado conforme EN 13674-1, Anexo B.



60 E2 R350HT 2025 04 TSLA

A	Tipo de trilho
B	Peso e seção transversal do trilho
C	Processo de eliminação de hidrogênio
D	Fabricante
E	Mês e ano de fabricação

3.8.1 A identificação do trilho é estampada a quente (baixo relevo) na alma, no lado oposto à marcação, conforme EN 13674-1:2011 + A1:2017, incluindo número da corrida (heat), posição do trilho na corrida, número do lingote/ordem de lingotamento, letra do trilho e outros códigos do fabricante (quando aplicável).

4. Processo de fabricação

4.1 Fabricação do aço

A fabricação do aço adota as etapas: alto-forno (BF), conversor (BOF), metalurgia secundária em panela (LF) e degaseificação a vácuo (RH).

A etapa de metalurgia secundária em LF e RH é utilizada para refino, controle preciso de composição e remoção de gases dissolvidos (especialmente hidrogênio), assegurando desempenho do trilho e reduzindo o risco de trincas por hidrogênio.

4.2 Laminação de trilhos

Após a produção do bloom, ele passa por aquecimento e laminação em linha de trilhos. O controle de processo inclui: tratamento térmico (quando aplicável), controle dimensional, controle de dureza, ensaios ultrassônicos e inspeção superficial antes do despacho.

Nota: LF = forno panela (ladle furnace); RH = equipamento de degaseificação a vácuo; SMS = sistema de metalurgia secundária (secondary metallurgy system).

4.3 Fluxo de produção do trilho (visão geral)

A seguir, apresenta-se o fluxo de produção (conforme diagrama do documento original), com tradução dos principais passos:

- Alto-forno (Blast furnace)
- Conversor / BOF (Converter)
- Forno panela - LF (Ladle refining furnace)
- Degaseificação a vácuo - RH (Vacuum degassing device)
- Lingotamento contínuo (Continuous casting)
- Blooms (tarugos)
- Forno de aquecimento de viga caminhante (Walking beam heating furnace)
- Quebra de carepa hidráulica (Hydraulic scale breaker)
- Cadeira de laminação 1150 (1150 rolling stand)
- Cadeira de laminação 1100 (1100 rolling stand)
- Quebra de carepa hidráulica (Hydraulic scale breaker)
- Trilho multiuso / conformação (All-purpose rail)
- Corte a serra a quente (Hot saw cutting)
- Estampagem (Stamping)
- Degaseificação de hidrogênio (Hydrogen degassing)
- Endireitadeira vertical-horizontal (Vertical-horizontal straightening machine)

- The flowchart illustrates the steel production process, starting with raw materials and ending with finished rails. The process is divided into several stages, each represented by an icon and a label in Chinese and English.

Raw Materials: 原料 (Raw materials)

炼铁 (Ironmaking): 高炉 (Blast furnace) → 转炉 (Converter) → 铁水 (Iron water) → 铁水 (Iron water) → 铁水 (Iron water)

炼钢 (Steelmaking): 转炉 (Converter) → 铁水 (Iron water) → 铁水 (Iron water) → 铁水 (Iron water) → 铁水 (Iron water)

连铸 (Continuous Casting): 连铸 (Continuous casting) → 连铸 (Continuous casting) → 连铸 (Continuous casting) → 连铸 (Continuous casting) → 连铸 (Continuous casting)

铸锭 (Casting): 铸锭 (Casting) → 铸锭 (Casting) → 铸锭 (Casting) → 铸锭 (Casting) → 铸锭 (Casting)

轧制 (Rolling): 热轧 (Hot rolling) → 热轧 (Hot rolling) → 热轧 (Hot rolling) → 热轧 (Hot rolling) → 热轧 (Hot rolling)

冷却 (Cooling): 冷却 (Cooling) → 冷却 (Cooling) → 冷却 (Cooling) → 冷却 (Cooling) → 冷却 (Cooling)

精整 (Finishing): 精整 (Finishing) → 精整 (Finishing) → 精整 (Finishing) → 精整 (Finishing) → 精整 (Finishing)

成品 (Finished Product): 成品 (Finished product) → 成品 (Finished product) → 成品 (Finished product) → 成品 (Finished product) → 成品 (Finished product)

Página 8