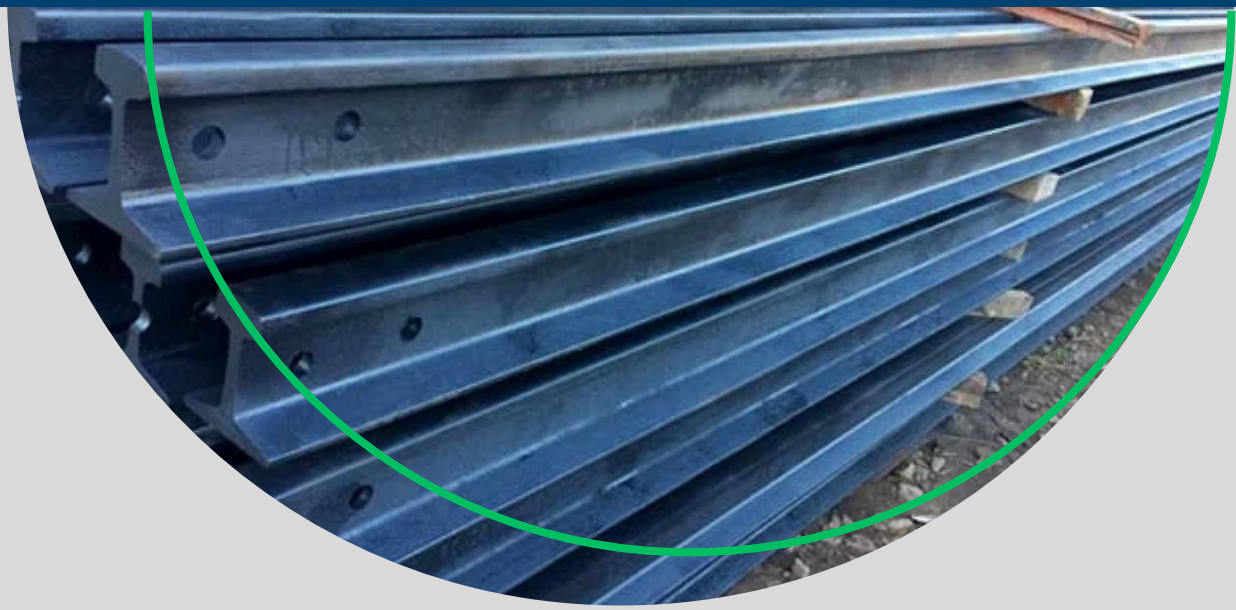
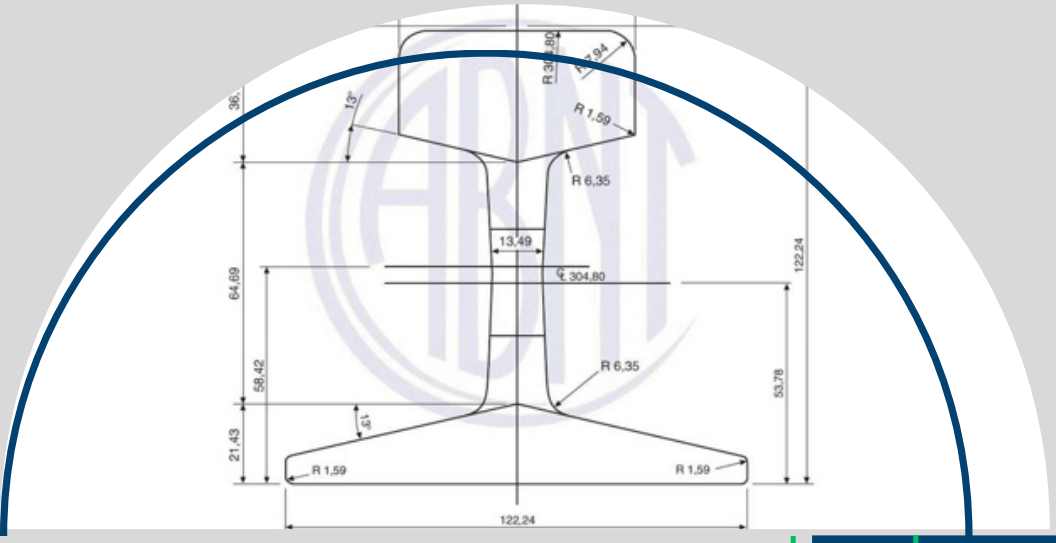
EMVP 16/CBTU

TRILHOS





ESPECIFICAÇÃO DE MATERIAL DE VIA PERMANENTE

EMVP 16/CBTU - REV. 7

CBTU

Sumário

1. OBJETIVO 1
2. REFERÊNCIAS NORMATIVAS 1
3. CARACTERÍSTICAS GERAIS 1
4. MARCAS E ESTAMPAS 7
5. ACABAMENTO 8
6. ENSAIOS 10
7. INSPEÇÃO 11
8. EMBARQUE E TRANSPORTE 14
9. RELATÓRIOS 14
10. GARANTIA 15
11. REQUISITO GERAL 16
12. ANEXO 16

1. OBJETIVO

1.1. Esta Especificação fixa as características dos Trilhos Vignole a serem utilizados na Superestrutura da Via Permanente da CBTU.

2. REFERÊNCIAS NORMATIVAS

2.1. Esta ESVP deve ser observada juntamente com a ABNT NBR-7590:2012 - (ou versão mais atualizada à época de sua utilização).

2.2. Em caso de divergência entre a EMVP-16/CBTU e a ABNT NBR-7590:2012, deve prevalecer a que for mais restritiva a favor da segurança e da qualidade.

2.3. A edição válida das normas serão sempre as mais recentes, anterior à data de início dos documentos de concorrência.

3. CARACTERÍSTICAS GERAIS

3.1. Somente serão aceitos para aplicação nas linhas da CBTU, Trilhos isentos de defeitos prejudiciais ou fendas de qualquer espécie, devendo ainda ser retilíneos e de seção uniforme em todo seu comprimento, obedecendo aos requisitos recomendados na NBR-7590:2012 com relação à:

- Fabricação: Requisitos Gerais, Laminação e Estocagem (item 3.1 da NBR-7590:2012)
- Dimensões: Massa, Forma e Dimensões e Comprimento (item 3.2 da NBR-7590:2012)
- Tolerância: (item 3.3 da NBR-7590:2012)

3.2. Dimensões dos trilhos

3.2.1. Os trilhos serão fornecidos de acordo com a NBR-7590:2012 da ABNT, com 12 metros de comprimento, quando medidos à temperatura normal de 20ºC. A tolerância de comprimento está na TABELA 2. Poderá ser fornecido também, mediante prévia autorização da CBTU, barras de 18, 24 e 36 metros de comprimento.

3.2.2. O perfil laminado dos trilhos fabricados será o definido pela NBR-7590:2012 da ABNT.

3.2.3. A massa nominal dos trilhos, para efeito de cálculo de quantitativo de peso, será calculada conforme a TABELA 1, abaixo:

TABELA 1 - Massa Nominal	
Tipo de Trilho	**Massa Nominal por metro de trilho (km/m)**
TR37	37,1
TR45	44,64
TR57	56,90
NOTA: O trilho é designado por TR.	

3.3. Tolerância

3.3.1. As tolerâncias gerais para os trilhos devem estar de acordo com a TABELA 2:

TABELA 2 - Tolerâncias para todos os tipos de trilho	
Dimensão	**Tolerância (mm)**
Altura	+ 0,8 e - 0,4
Largura do patim	+- 1,0
Largura do boleto	+- 0,6
Assimetria	+- 1,2
Esquadria da extremidade (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	+- 10,0

3.4. Propriedades mecânicas

3.4.1. As propriedades mecânicas dos trilhos devem estar de acordo com a TABELA 3:

TABELA 3 - Propriedades Mecânicas Limite de Resistência e Alongamento				
Tipo de Aço	**Resistência à Tração - Mínima (Mpa)**	**Alongamento mínimo (%)**	**Escoamento mínimo (Mpa)**	**Dureza Brinell (HB)**
Aço Carbono 3 (resistência mínima)	**880**	**10**	**420**	**260 a 310**
Aço-Liga 7 (média resistência)	**1000**	**8**	**580**	**310 a 340**

3.5. Seção transversão dos trilhos e suas dimensões

3.5.1. Trilho TR-37:

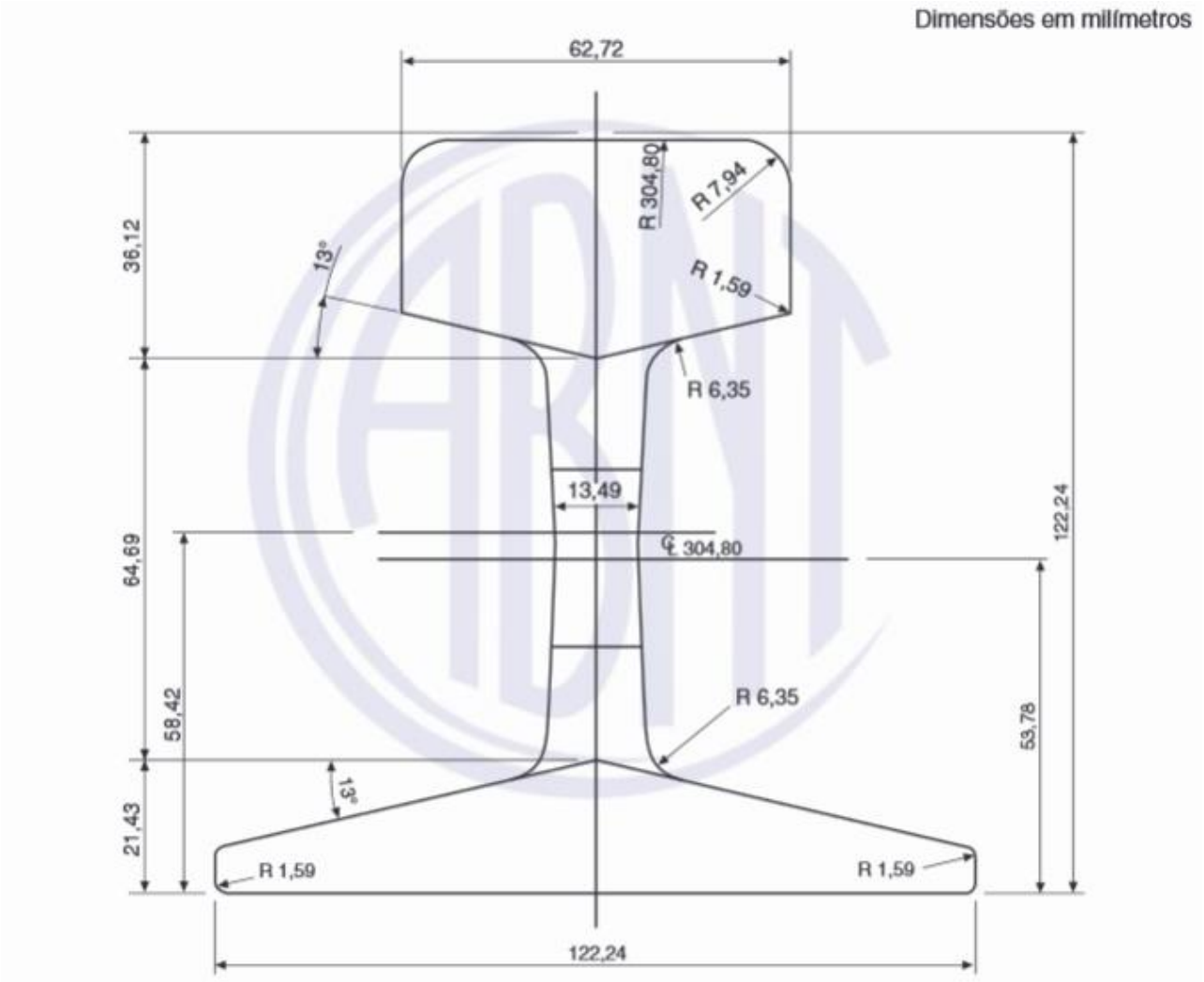


Figura A.1 – Forma e dimensões do trilho TR37

Tabela A.1 – Requisitos do trilho TR37

Área da seção transversal cm ^{2}	Momento de inércia cm ^{4}	Módulo de resistência do boleto cm ^{3}	Módulo de resistência do patim cm ^{3}	Peso por metro kg/m
47,39	951,40	149,10	162,90	37,20

REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU	REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU
0	21/11/1985	ELABORAÇÃO		4	16/11/2005	REVISÃO	
1	18/10/1996	REVISÃO		5	18/11/2011	REVISÃO	
2	12/11/1998	REVISÃO		6	30/06/2020	REVISÃO	
3	16/05/2002	REVISÃO		7	16/05/2023	REVISÃO	

3.5.2. Trilho TR-45:

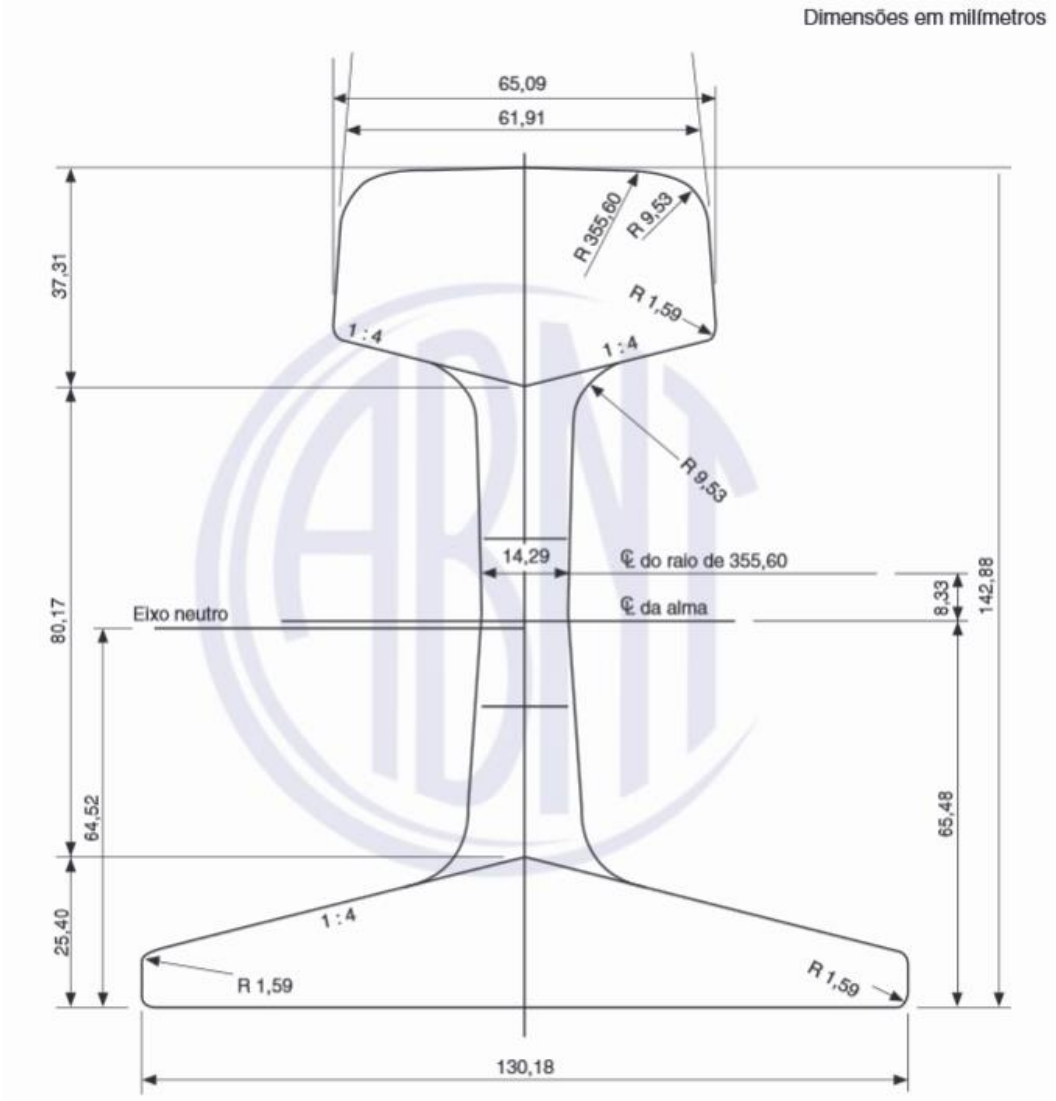


Figura A.2 – Forma e dimensões do trilho TR45

Tabela A.2 – Requisitos do trilho TR45

Área da seção transversal cm^2	Momento de inércia cm^4	Módulo de resistência do boleto cm^3	Módulo de resistência do patim cm^3	Peso por metro kg/m
56,90	1 610,81	205,82	249,58	44,65

REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU	REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU
0	21/11/1985	ELABORAÇÃO		4	16/11/2005	REVISÃO	
1	18/10/1996	REVISÃO		5	18/11/2011	REVISÃO	
2	12/11/1998	REVISÃO		6	30/06/2020	REVISÃO	
3	16/05/2002	REVISÃO		7	16/05/2023	REVISÃO	

3.5.3. Trilho TR-57:

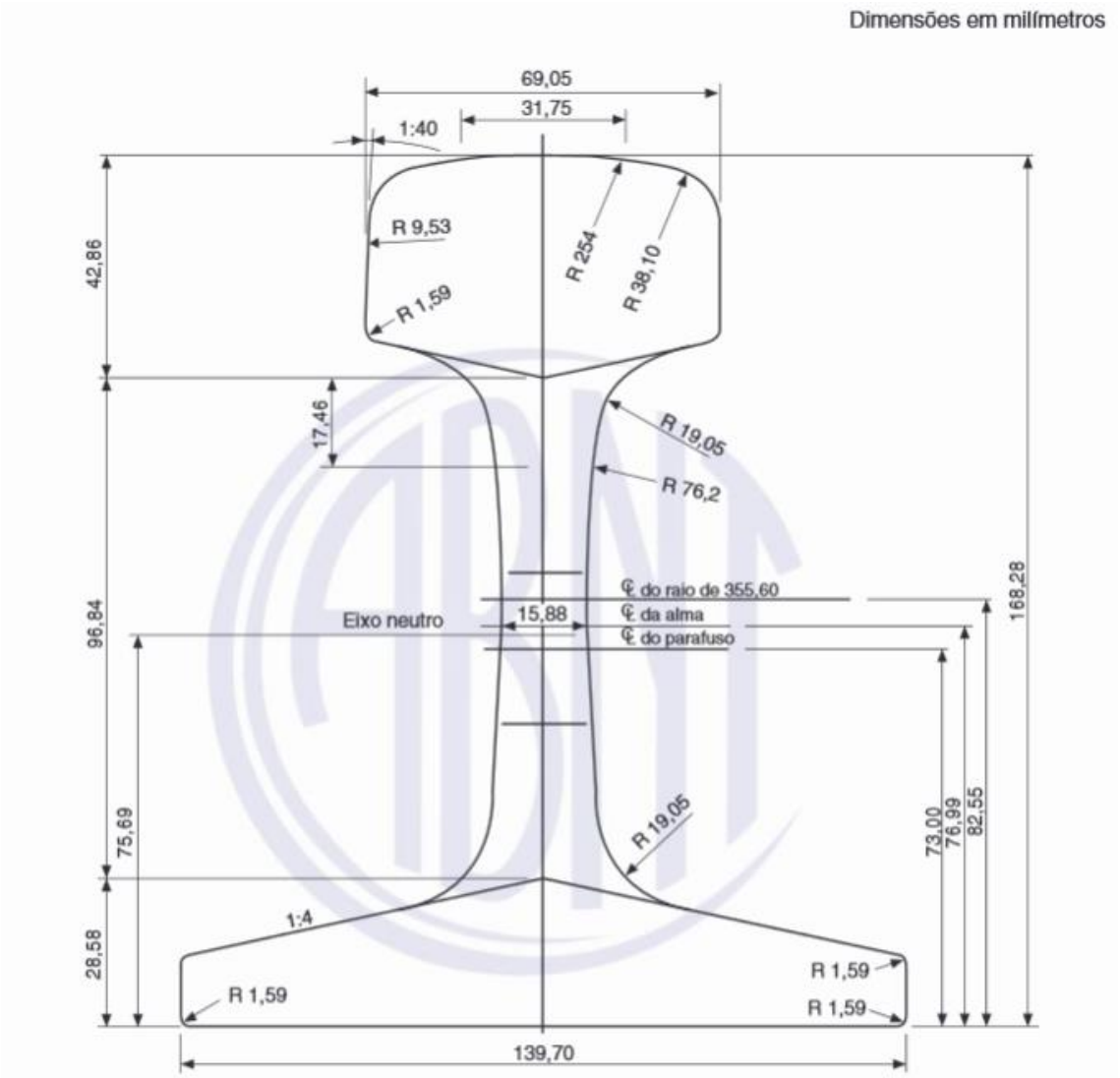


Figura A.4 – Forma e dimensões do trilho TR57

Tabela A.4 – Requisitos do trilho TR57

Área da seção transversal cm^2	Momento de inércia cm^4	Módulo de resistência do boleto cm^3	Módulo de resistência do patim cm^3	Peso por metro kg/m
72,56	2 730,48	297,00	360,52	56,90

REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU	REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU
0	21/11/1985	ELABORAÇÃO		4	16/11/2005	REVISÃO	
1	18/10/1996	REVISÃO		5	18/11/2011	REVISÃO	
2	12/11/1998	REVISÃO		6	30/06/2020	REVISÃO	
3	16/05/2002	REVISÃO		7	16/05/2023	REVISÃO	

3.6. Composição química

3.6.1. O aço para a fabricação dos trilhos deverá ter a composição química de acordo com a ABNT NBR 7590:2012, TABELAS 4, 5 e 6 a seguir:

TABELA 4 - COMPOSIÇÃO QUÍMICA			
COMPOSIÇÃO QUÍMICA (%)		Aço Carbono 3	Aço- Liga 7
CARBONO C	Máxima	0,80	0,80
	Mínima	0,60	0,70
MANGANÊS Mn	Máxima	1,30	1,40
	Mínima	0,80	1,00
SILÍCIO Si	Máxima	0,50	1,00
	Mínima	0,10	0,60
FÓSFORO P	Máxima	0,02	0,02
ENXOFRE S	Máxima	0,02	0,02
NÍQUEL Ni	Máxima	-	-
CROMO Cr	Máxima	0,15	0,40
	Mínima	-	0,15
MOLIBDÊNIO Mo	Máxima	-	-
VANÁDIO V	Máxima	-	-
NIÓBIO Nb	Máxima	-	0,05
	Mínima	-	0,02

TABELA 5 - Variação da composição química		
Elemento	Abaixo da Mínima %	Acima da máxima %
Carbono	0,04	0,04
Manganês	0,06	0,06
Fósforo	-	0,008
Enxofre	-	0,008
Silício	0,02	0,05
NOTA: A variação da Tabela 5 só é considerada para análise química de amostra retirada do boleto de peça acabada.		

TABELA 6 (TABELA 7 da NB 7590)			
Trilhos não tratados - Teores máximos de elementos residuais Valores em percentual em massa			
Níquel	Cromo	Molibdênio	Vanádio
0,25	0,40	0,10	0,03
NOTA: Os teores máximos de elementos residuais desta tabela são aplicados somente para os trilhos de Aço-Liga.			

3.6.2. Fragilidade ao Hidrogênio

3.6.2.1. Para evitar a fragilidade do trilho ao hidrogênio, o aço deve ter teor de hidrogênio, medido em corpo de prova retirado em vazamento ou no boleto do trilho, máximo de 0,000002 (2 partes por milhão) ou 0,0002%.

3.6.3. Teor de Oxigênio

3.6.3.1. O teor máximo de oxigênio, medido em corpo de prova retirado em vazamento ou no boleto do trilho, deve ser de 0,000020 (20 partes por milhão) ou 0,002%.

4. MARCAS E ESTAMPAS

4.1. Marcação

4.1.1. As marcas estampadas na alma de cada trilho devem ser perfeitamente legíveis, de modo, a se manterem durante toda vida útil do trilho.

4.1.2. A marcação deve ser em alto-relevo, com altura de 25mm, saliência com variação maior ou igual a 1mm e menor e igual a 1,5mm.

4.1.3. As marcas estampadas em alto-relevo, em um dos lados da alma do trilho, devem obedecer a seguinte ordem:

I - Marca do Fabricante;

II- País de origem;

III - Método de redução do teor de hidrogênio (processo de resfriamento);

IV - Processo de fabricação conforme tipo de forno de aço: T = Thomas; B = Bressemer; M = Martin; E = Elétrico; SM = Siemens Martin;

V - Tipo de trilho;

VI - Ano de fabricação (os dois últimos algarismos);

VII - Mês de fabricação (indicado pelo número de traços verticais).

Exemplo: CSN BRASIL RC LD TR 57 84 I I I I I

Trilho fabricado pela CSN, no Brasil, com resfriamento controlado pelo processo LD, processo e fabricação SM, trilho TR-57, em 1984, em maio.

4.1.4. Marcas estampadas a quente: no lado oposto da alma citada no item 3.1.1, obedecendo a seguinte ordem:

I - Número da corrida;

II - Posição do trilho na corrida contínua ou no lingote;

III - Posição do lingote na ordem do lingotamento;

IV - Sentido de laminação

Exemplo: 950238 B 12

Trilho da corrida 950238, posição no lingote B, lingote nº 12

OBS1: A marcação do processo de fabricação é dispensada sempre que a numeração da corrida permita identificá-lo.

Exemplo: 7A0O784 F 20

Trilho da corrida 7A0784 (a letra A indica que a corrida é LD do forno A), posição no lingote F, lingote nº 20.

OBS2: A marcação em cada lado da alma deve ser repetida, no mínimo, a cada 3000mm.

4.1.5. Marcação adicional:

- Os trilhos nº 1, em comprimentos menores que o padrão encomendado (trilhos curtos), caso aceitos pela CBTU, terão ambas as extremidades pintadas de verde.

- Os trilhos nº 1, nos padrões encomendados, não levarão qualquer identificação por cor.

5. ACABAMENTO

5.1. Resfriamento

5.1.1. Depois de laminados a quente (para evitar a fissura no patim e outros defeitos), todos os trilhos de massa nominal igual ou superior a 45 Kg/m serão submetidos ao

resfriamento controlado conforme as especificações ASTM-A1:00(2018) e NBR-7590:2012 (item 6.4) da ABNT.

5.1.2. O trilho que não for resfriado de acordo com a ASTM-A1:00(2018), deverá ter sua marca de resfriamento controlado (RC) retirada.

5.2. Desempeno

5.2.1. O desempeno do trilho é efetuado a frio, por ações graduais e sem choque.

5.3. Superfície dos trilhos

5.3.1. Todos os trilhos deverão ser apresentados com os boletos lisos, bem retificados, sem apresentarem torções, ondulações, dobras ou qualquer outro defeito prejudicial ao seu bom desempenho.

5.3.2. Serão considerados retificados, os trilhos que, quando colocados com o boleto para cima numa superfície plana, não apresentarem entre suas extremidades uma flecha superior a 20mm, em um comprimento de 12m, ou proporcionalmente a isso, conforme o comprimento do trilho.

5.4. Corte dos trilhos

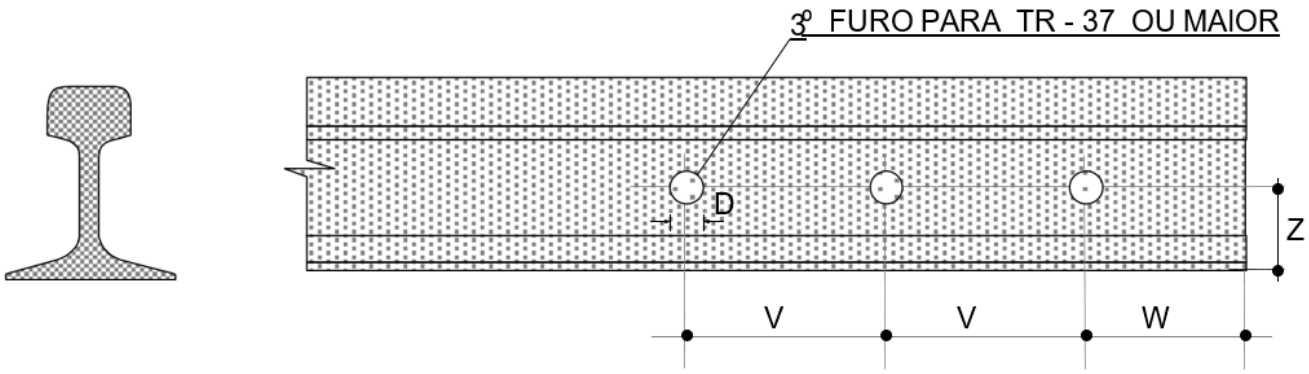
5.4.1. Para estabelecer o comprimento final e para dar ao trilho o devido esquadro e acabamento, suas extremidades serão cortadas a frio perpendicularmente ao seu eixo por fresa ou serra, tolerando-se uma variação para fora do esquadro de 0,5 mm). A superfície frontal do trilho deverá ser plana, lisa e sem defeito. Rebarbas deixadas pelo corte deverão ser retiradas

5.5. Furação dos trilhos

5.5.1. Os trilhos poderão ser encomendados com furação ou sem furação, conforme solicitação prévia da CBTU.

5.5.2. O trilho deve ser furado a frio, com broca e de forma a produzir furo cilíndrico, de parede lisa e sem rebarba.

TABELA 7 (TABELA 8 da NB 7590)			
Tipo de trilho	Dimensões (mm)		
	Z	W	V
TR37	53,70	68,30	139,70
TR45	65,50	68,30	139,70
TR57	73,00	88,90	150,40



6. ENSAIOS

6.1. Serão executados, obrigatoriamente, os ensaios e análises necessários à verificação dos seguintes dados:

- Composição química;
- Dureza Brinell;
- Resistência ao choque;
- Condições internas;
- Limites de alongamento e resistência à tração;

6.2. O Fabricante, ao submeter os trilhos a ensaios, deverá apresentar, ao inspetor da CBTU, uma relação dos trilhos de todas as corridas e lingotes. Os trilhos apresentados para ensaios devem ser colocados em uma estante horizontal, sobre suportes. O acesso aos trilhos deverá ser livre para facilitar a inspeção.

6.3. A CBTU poderá aceitar como válidos os certificados dos ensaios e análises fornecidos pelo Fabricante.

6.4. A CBTU poderá realizar, sempre que julgar conveniente, as análises e ensaios confirmatórios através de laboratório especializado. As despesas correrão por conta da CBTU.

7. INSPEÇÃO

7.1. A execução das inspeções deverá ser programada e, para tanto, o Fabricante deverá fornecer ao comprador o cronograma de fabricação, em prazo previamente combinado, não inferior a 72 horas (dias úteis).

7.2. Os inspetores da CBTU terão livre acesso, a qualquer hora de trabalho, a todos os setores de fabricação e testes, que concernem ao fabrico do material pedido.

7.3. Deverá ser cedida à CBTU uma área, no local da inspeção, a ser utilizada para a guarda de materiais, elaboração e controle de dados, relatórios etc.

7.4. Caberá ao Fabricante, sem ônus para a CBTU, fornecer o local e os meios necessários à execução da inspeção, a fim de assegurar que o produto fabricado preencha todos os requisitos especificados.

7.5. Após o desempeno e acabamento dos trilhos aprovados pelo Controle de Qualidade do Fabricante, todos os trilhos serão submetidos a exame visual e controle dimensional pelos inspetores da CBTU.

7.6. A inspeção será feita com base no total de trilhos laminados e acabados. Deverá ser realizado um controle de qualidade de trilhos aceitos e rejeitados, inclusive relacionando os trilhos por tipo de defeitos que proporcionaram a rejeição. Também deverão ser relacionados os trilhos curtos com seus respectivos comprimentos.

7.7. Exame visual:

7.7.1. Será feito a olho nu ou através de lentes, em local que ofereça boas condições de iluminação, com a finalidade de separar trilhos com defeitos superficiais que não foram detectados pelo Controle de Qualidade do Fabricante.

7.7.2. Quando a iluminação não for adequada, o Fabricante deverá fornecer uma iluminação suficiente para a realização de uma boa inspeção.

7.8. Exame dimensional:

7.8.1. O exame deverá ser realizado em mesa nivelada e apropriada, devendo haver espaçamento suficiente entre os trilhos, para observação de suas partes externas e geometria. O Fabricante deverá fornecer, sem ônus à CBTU, serventes para auxílio na inspeção.

7.8.2. Deverá ser realizado através de gabaritos, régua e trena, visando a aferição das tolerâncias nas dimensões de seção, retilineidade e comprimento do trilho.

7.8.3. Os gabaritos e calibres necessários aos controles de formas, dimensões e furação, deverão ser fornecidos pelo Fabricante, em dois conjuntos, sem ônus à CBTU, conforme Norma NBR-7590:2012 da ABNT, e só utilizados quando aprovados pela Fiscalização da CBTU.

7.8.4. Em cada trilho serão verificados os seguintes tópicos, conforme Norma NBR7590:2012 da ABNT:

- Altura do trilho - gabarito GAB-I;
- Largura do trilho - gabarito GAB-II;
- Forma e dimensão do boleto - gabarito GAB -III;
- Assimetria do trilho - gabarito GAB-IV;
- Forma da superfície de ajuste da tala de junção - gabarito GAB-V;
- Furação - gabarito GAB-VI;
- Distância entre o furo e a base do patim - gabarito GAB-VII;
- Comprimento do trilho - trena com precisão milimétrica;
- Retilineidade do trilho - régua de aço plana e retificada com 1m de comprimento

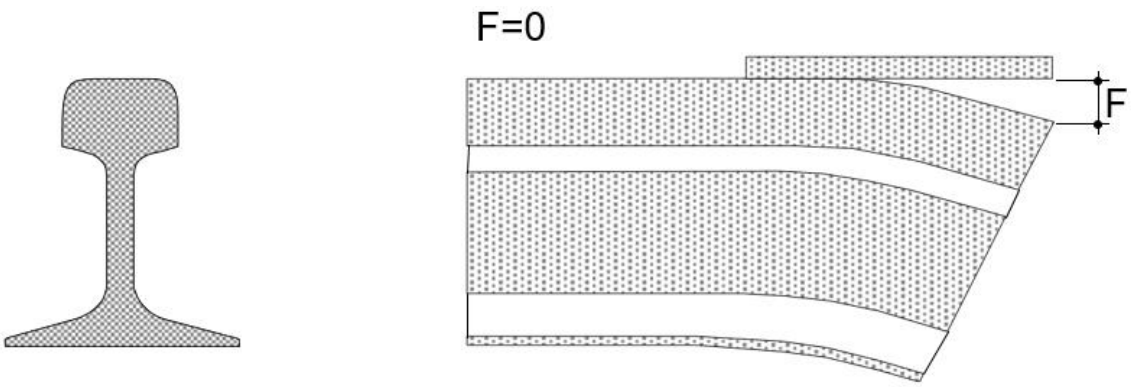
Serão admissíveis as seguintes tolerâncias:

DIMENSÃO	TIPO DE TRILHO	TOLERÂNCIA
Altura	**Até TR-57** **TR-68**	**± 0,6** **± 0,6**
Largura do patim	**todos**	**± 1,0**
Largura do boleto	**Até TR-57** **TR-68**	**± 0,5** **± 0,5**
Assimetria	**todos**	**± 1,6**
Esquadria das extremidades (em qualquer direção)	**todos**	**0,8**
Espessura da alma	**todos**	**+ 1 e -0,5**
Inclinação do boleto e do patim		**± 3,6%**
Diâmetro do furo	**todos**	**± 0,8**
Posição do centro do furo, com referência à extremidade do trilho e a base do patim	**todos**	**± 0,8**
Comprimento	**todos**	**± 10,0**
Retilineidade		**Conforme desenho a seguir***

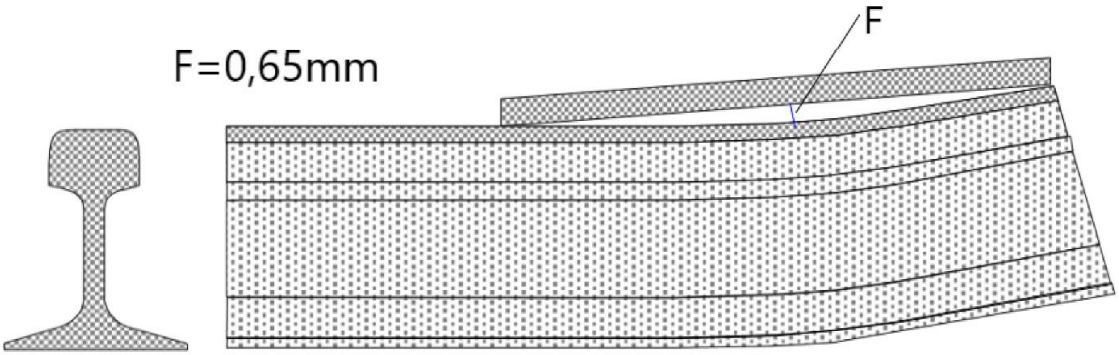
* A retilineidade nas extremidades dos trilhos será verificada da seguinte maneira:

* A retilineidade nas extremidades dos trilhos será verificada da seguinte maneira:

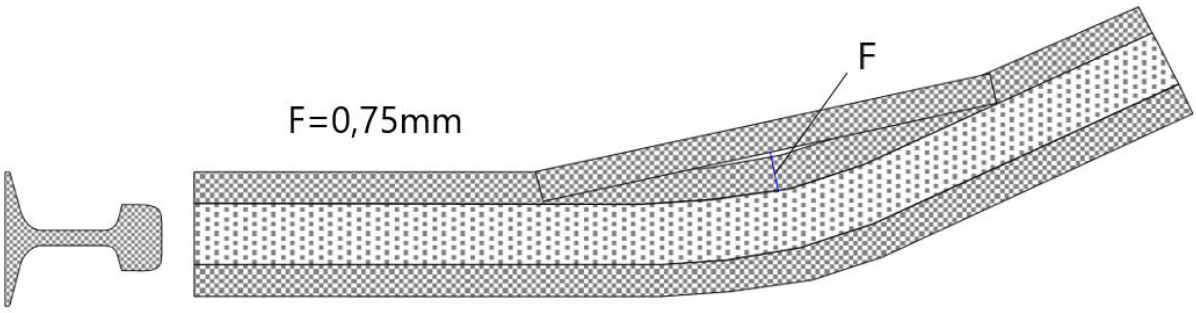
a) Vertical convexo:



b) Vertical convêxo



c) Horizontal côncavo



OBS: F = Flecha máxima permitida, utilizando uma régua de 1m.

REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU	REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU
0	21/11/1985	ELABORAÇÃO		4	16/11/2005	REVISÃO	
1	18/10/1996	REVISÃO		5	18/11/2011	REVISÃO	
2	12/11/1998	REVISÃO		6	30/06/2020	REVISÃO	
3	16/05/2002	REVISÃO		7	16/05/2023	REVISÃO	

8. EMBARQUE E TRANSPORTE

8.1. Os trilhos serão embarcados e transportados em transporte marítimo, veículos apropriados e vagões ferroviários, devendo ser manuseados com atenção para evitar danos e/ou empeno.

8.2. Os trilhos devem ser transportados, amarrados e cintados em cinco ou três trilhos por amarração. A disposição dos nos amarrados de cinco trilhos deve ser de três trilhos com boleto para cima e dois trilhos com boleto para baixo. Nos amarrados de três trilhos deve ser de dois trilhos com boleto para cima e um trilho com boleto para baixo.

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

8.4. O controle e acompanhamento do embarque, fase final da inspeção, deverão ser feitos pelo representante da CBTU, para verificar se os trilhos embarcados foram os liberados, e se não houve danos. O embarque só deverá ser efetuado mediante autorização da Fiscalização.

8.5. Os trilhos deverão ser embarcados e transportados em amarrados com placas metálicas de identificação, separadamente por tipo, classe e comprimento (nominal e curto), a menos que a quantidade fornecida seja insuficiente para permitir embarque separado.

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

8.7. No caso de transporte marítimo, os trilhos deverão ter proteção anticorrosiva, a qual deverá constar na proposta de fornecimento dos trilhos o produto a ser utilizado.

9. RELATÓRIOS

9.1. Planilha de Liberação de Trilhos para Embarque

- A Fiscalização da CBTU deverá apresentar ao Fabricante, uma planilha contendo a identificação dos trilhos aprovados na inspeção, e liberados para embarque (Anexo).

9.2. Certificado

9.2.1. Ao Fabricante obriga-se emitir um certificado com uma declaração de que os exames foram executados de acordo com esta Especificação.

9.2.2. Os resultados obtidos dos ensaios de propriedades mecânicas, dureza e composição

química deverão ser incluídos no certificado.

9.2.3. Os certificados deverão ser emitidos para cada lote embarcado.

9.2.4. Deverá ser seguida a amostragem de acordo com tabela 17 da NBR 7590:2012 conforme a Figura X abaixo:

4 Amostragem

A amostragem deve ser feita de acordo com a Tabela 17.

Tabela 17 – Amostragem

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
Descarbonetação	Uma em cada corrida
Inclusão não metálica	Uma para cada corrida de trilho laminado, na região indicada na Figura A.19, respeitando-se o especificado em 5.4.2

10. GARANTIA

10.1. Os trilhos serão garantidos até 31 de dezembro do ano N + 5, sendo N o ano de fabricação marcado no trilho contra todo defeito de fabricação e não detectado no recebimento.

10.2. Durante a garantia, o trilho que romper, ou apresentar defeito, será retirado da linha e colocado à disposição do fornecedor, mediante comunicação por escrito, para fins de verificação. Estes trilhos devem ser substituídos dentro de 90 dias, a contar da comunicação, sem ônus para a CBTU.

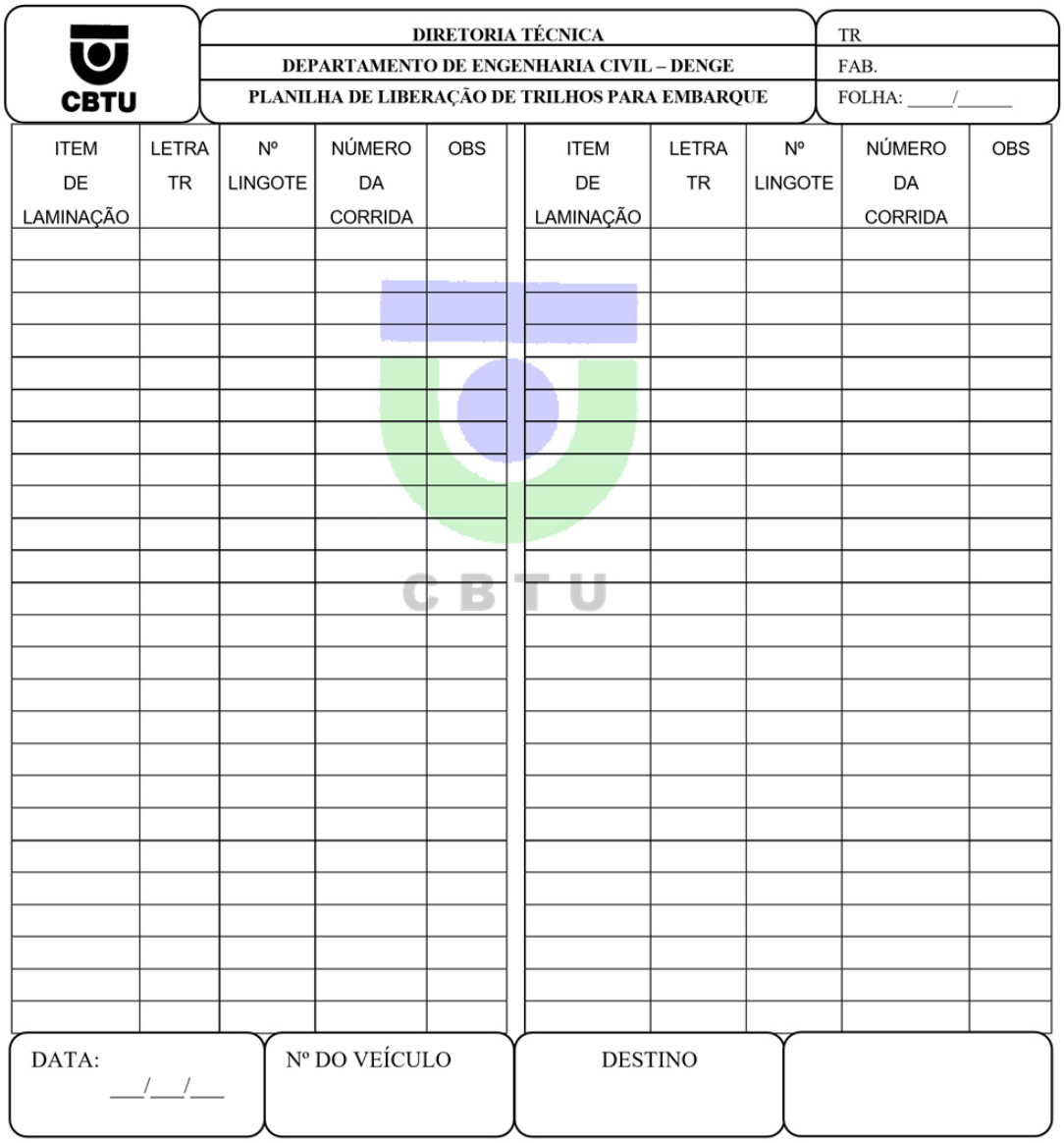
10.3. O trilho substituído será considerado de propriedade da CBTU, caso não seja retirado dentro do prazo de 30 dias, a contar da substituição.

11. REQUISITO GERAL

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

12. ANEXO

12.1. Em anexo é apresentada a “planilha de liberação de trilhos para embarque”.



CBTU

DIRETORIA TÉCNICA — TR

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL – DENGE — FAB.

PLANILHA DE LIBERAÇÃO DE TRILHOS PARA EMBARQUE — FOLHA: ____/_____

ITEM DE LAMINAÇÃO	LETRA TR	Nº LINGOTE	NÚMERO DA CORRIDA	OBS	ITEM DE LAMINAÇÃO	LETRA TR	Nº LINGOTE	NÚMERO DA CORRIDA	OBS