

NORMA

INFRA S.A.
SUP-00027

rev 0
22.06.2023

**Superestrutura de via permanente —
Construção**

Superstructure of railroad — Construction

INFRA S.A.

© INFRA S.A. 2023

Todos os direitos reservados. A menos que especificado de outro modo, nenhuma parte desta publicação pode ser reproduzida ou utilizada em qualquer forma ou por qualquer meio, eletrônico ou mecânico, incluindo fotocópia e microfilme, sem permissão por escrito da INFRA S.A.

Sede da INFRA S.A.

SAUS, Quadra 01, Bloco 'G', Lotes 3 e 5. - CEP: 70.070-010

Asa Sul Brasília - DF

Telefone:+55 61 2029-6100

<https://www.infrasa.gov.br>

Sumário

Prefácio	v
1 Objetivo	1
2 Referências normativas	1
3 Termos e definições	2
4 Características da via permanente	3
5 Serviços topográficos	4
6 Lançamento, montagem e acabamento	5
6.1 Premissas	5
6.2 Execução	7
6.2.1 Lançamento de grade	7
6.2.2 Informações complementares	7
6.3 Alívio de tensões	8
6.4 Formação do trilho contínuo	10
6.5 Soldagem aluminotérmica	10
6.6 Fixação definitiva do trilho contínuo	10
6.7 Aparelho de mudança de via (AMV)	10
7 Tolerâncias de recebimento	12
7.1 Via corrida	12
7.1.1 Planimetria	12
7.1.2 Altimetria	13
7.2 Solda aluminotérmica	14
7.2.1 Aparelho de mudança de via (AMV)	14
8 Critérios para o recebimento da via e AMV	14
8.1 Preparativos para vistoria	14
8.2 Vistoria para recebimento	15
8.2.1 Da via permanente	15
8.2.2 Do AMV	15
9 Outros serviços	15
9.1 Marcos de referência, de segurança e quilométrico	15
9.2 Para-choques	16
9.3 Contratrilho em obra de arte especial (OAE)	16
9.4 Carga e descarga de materiais	16
9.5 Controle de tráfego da via em construção	16
9.6 Fornecimento de pessoal de mão de obra e equipamento de proteção individual (EPI)	16
10 Recebimento da via	17
10.1 Recebimento do lançamento da grade	17
10.2 Recebimento com 15 cm de lastro	17

10.3	Recebimento com altura final de lastro	17
11	Manejo ambiental.....	17
12	Critério de medição	18
	Bibliografia	19

Prefácio

A Valec – Engenharia, Construções e Ferrovias S.A. (nome fantasia – “INFRA S.A.”), empresa pública de capital fechado, é uma sociedade por ações controlada pela União e vinculada ao Ministério dos Transportes, regida por seu Estatuto Social e, especialmente, pelas Leis nº 6.404, de 15 de dezembro de 1976, nº 11.772, de 17 de setembro de 2008, nº 12.404, de 04 de maio de 2011, nº 12.743, de 19 de dezembro de 2012 e nº 13.303, de 30 de junho de 2016, e pelos Decretos nº 8.945, de 27 de dezembro de 2016 e nº 11.081, de 24 de maio de 2022.

A INFRA S.A. tem por objeto social prestar serviços na área de projetos, estudos e pesquisas, destinados a subsidiar o planejamento da logística e dos transportes no País, considerando as infraestruturas, as plataformas e os serviços pertinentes aos modos rodoviário, ferroviário, dutoviário, aquaviário e aeroviário.

A Superintendência de Projetos e Custos (SUPRO) da INFRA S.A. tem por objetivo criar, revisar, zelar e organizar o acervo de Normas Técnicas de engenharia, com o intuito de melhorar os procedimentos da empresa. Ainda que a responsabilidade do conteúdo das normas seja de todo o corpo técnico da INFRA S.A., a SUPRO é a responsável pela gestão do processo de manutenção do acervo de Normas Técnicas de engenharia.

Para estabelecer a estrutura técnica aplicada à infraestrutura de logísticas de transporte nacional, foi elaborada a Norma Técnica INFRA SUP-00027 – Superestrutura de via permanente – Construção, para regulamentação dos requisitos para a construção da superestrutura da via permanente a ser utilizado em obra ferroviária, juntamente com os requisitos concernentes às características dos materiais, controle de qualidade e critério de medição.

Esta edição revoga e substitui a VALEC 80-ES-050A-18-8001 – Construção da superestrutura.

Superestrutura de via permanente — Construção

1 Objetivo

Esta Norma estabelece os critérios e as diretrizes para construção de superestrutura de via permanente ferroviária, compreendendo a execução dos serviços de lançamento de lastro sobre a plataforma, lançamento de dormentes, formação e lançamento de Trilho Longo Soldado (TLS), soldas, alívio de tensão, montagem de aparelhos de mudança de via (AMV), assentamento de contratrilhos, instalação de marcos de referência, marcos de segurança, marcos quilométricos e para-choques, critérios para recebimento e medição dos serviços executados, além do manejo ambiental.

2 Referências normativas

Os documentos a seguir são citados no texto de tal forma que seus conteúdos, totais ou parciais, constituem requisitos para este Documento. Para referências datadas, aplicam-se somente as edições citadas. Para referências não datadas, aplicam-se as edições mais recentes do referido documento (incluindo emendas):

INFRA SUP-00029, *Soldagem elétrica de trilho por caldeamento – Especificação de serviço;*

VALEC 80-EG-000A-28-0000, *Estudos topográficos;*

VALEC 80-EM-030A-58-8012, *Calço isolador;*

VALEC 80-EM-030A-58-8016, *Palmilha amortecedora;*

VALEC 80-EM-043A-58-8020, *Tala de junção;*

VALEC 80-EM-044A-58-8015, *Fixação por grampo elástico;*

VALEC 80-EM-046A-58-8017, *Parafuso e porca para tala de junção;*

VALEC 80-EM-047A-58-8010, *Aparelho de mudança de via n° 8;*

VALEC 80-EM-047A-58-8011, *Aparelho de mudança de via n° 14 otimizado;*

VALEC 80-ES-000A-24-8007, *Marco de referência;*

VALEC 80-ES-000A-24-8008, *Marco de segurança;*

VALEC 80-ES-000A-24-8009, *Marco quilométrico;*

VALEC 80-ES-035A-56-8004, *Soldagem de trilho por aluminotermia;*

VALEC 80-DES-000A-18-8021, *Contratrilhos protetores em OAE;*

VALEC 80-EM-044^a-58-8014 – *Especificação de material de superestrutura – Grampo elástico;*

VALEC 80-DES-000A-18-8023, *Tolerância construtiva da via permanente posicionamento dos dormentes (Enquadramentos); e*

VALEC 80-DES-000A-18-8025, *Tolerância construtiva da via permanente nivelamento.*

3 Termos e definições

Para os efeitos desta Norma, aplicam-se os seguintes termos e definições.

3.1 acessórios para fixação elástica

Acessórios de diversos tipos, com características elásticas capazes de conter os esforços longitudinais e transversais, além de amortecer os efeitos dinâmicos das cargas verticais.

3.2 aparelho de mudança de via (AMV)

Desvio instalado nos trilhos, que permite ao trem mudar de uma determinada linha para outra. O aparelho de mudança de via compõe-se das seguintes partes principais:

3.2.1 chave

Acessório montado de forma a permitir o encaminhamento dos veículos ferroviários de uma para outra linha ou para a mesma via, conforme desejado. Também chamada de grade de agulhas.

3.2.2 agulhas

Peças geralmente constituídas por trilhos, paralelos entre si, com pontas chanfradas, de modo que suas extremidades na parte anterior se adaptem perfeitamente aos trilhos de encosto (contra-agulha) e permitindo que as rodas dos veículos ferroviários transponham a chave.

3.2.3 aparelho de manobra

Aparelhagem que permite movimentar as agulhas, dando passagem para uma outra via.

3.2.4 trilho de enlace ou de ligação

Trilho que conecta a chave ao coração (jacaré) do AMV e, posteriormente, a outra linha. É responsável por transmitir a força do trem ao AMV, permitindo que a chave seja acionada e a mudança de via seja realizada com segurança e eficiência.

3.3 coice

Conjunto de peças com função de articular a agulha com o trilho de ligação.

3.4 contratrilho

Trilho de comprimento adequado, colocado junto aos trilhos externos e de ambos os lados do coração (jacaré), com a finalidade de impedir que o rodeiro faça movimentos transversais de modo que possam quebrar o coração (jacaré).

3.5 grade

Conjunto previamente preparado fora do leito da via ou em local apropriado, composto por fiadas de trilhos fixadas aos dormentes.

3.6 jacaré

Parte principal do AMV e que o caracteriza, permite às rodas dos veículos, que se movem em uma via, passar para os trilhos de outra. Pode ser constituído por uma só peça de aço fundido ou de trilhos comuns cortados, usinados, aparafusados e cravados a uma chapa de aço que se assenta no lastro. Também chamada de coração.

3.7 ombro

Parte do lastro que fica ao lado dos trilhos e tem a função de dar suporte lateral à via permanente.

3.8 placa de apoio

Chapa colocada entre trilhos e dormentes, com furos necessários à passagem dos elementos de fixação do trilho ao dormente.

3.9 superestrutura

Parte superior da estrutura da via permanente que suporta diretamente os esforços dos veículos e os transmite à infraestrutura da via permanente, composta basicamente por trilhos, acessórios de fixação, dormentes e lastro.

4 Características da via permanente

Parâmetros condicionantes do projeto:

- a) carga de dimensionamento: 320 kN (trem tipo TB-32);
- b) bitola da via:
 - 1) 1 600 mm para bitola simples; e
 - 2) 1 600 mm e 1 000 mm para bitola mista.
- c) raio mínimo: 343,823 m
- d) rampa compensada:
 - 1) 0,6% no sentido exportação; e
 - 2) 1,45% no sentido importação.
- e) velocidades:
 - 1) de projeto= 80 km/h; e
 - 2) operacional = 60 km/h.
- f) barras de trilho soldadas eletricamente ou por aluminotermia, conforme a INFRA SUP-00029 e VALEC 80-ES-035A-56-8004, respectivamente, para obtenção de barras longas (trilho longo soldado - TLS) e, em seguida, pela soldagem dos TLS entre si, com a utilização de um destes processos de soldagem, para formação do trilho contínuo;
- g) junta mecânica, constituída por tala, parafuso, porca e arruela, conforme as VALEC 80-EM-043A-58-8020 e VALEC 80-EM-046A-58-8017, respectivamente, a ser usada transitoriamente na montagem da grade e, de forma definitiva, nos AMV;
- h) fixação por grampo elástico, conforme a VALEC 80-EM-044A-58-8015;
- i) palmilha amortecedora, conforme a VALEC 80-EM-030A-58-8016;
- j) calço isolador, conforme a VALEC 80-EM-030A-58-8012;
- k) aparelho de mudança de via n° 8, atendendo a VALEC 80-EM-047A-58-8010 e n°14 otimizado, conforme a VALEC 80-EM-047A-58-8011; e
- l) lastro com pedra britada bitolada, com altura sob os dormentes e ombros como estabelecido no

projeto.

5 Serviços topográficos

A fiscalização deve disponibilizar na obra os elementos topográficos de amarração e referências de nível (RN) que se fizerem necessários para a locação da via. Esses pontos de amarração e RN constituem o apoio de campo, que orienta a execução dos serviços de relocação do eixo traçado e eventuais remarcações de topografia que venham a ser necessárias.

Antes do lançamento da linha, devem ser verificadas e corrigidas as cotas do greide do sublastro. Em relação ao projeto, é aceita uma tolerância de + 2cm em cada ponto de seção (entre estacas). A plataforma e o sublastro devem ser recompostos em todos os locais em que ocorrerem danos à seção, seja por erosão ou por outros fatores.

Os serviços topográficos de locação definitiva do eixo da via somente devem ser executados após avaliação e correções necessárias do sublastro, condicionados à aprovação da fiscalização.

Nos pátios e terminais, os serviços de topografia são executados a partir dos vértices da poligonal básica, já existente na área, ou por intermédio de poligonais secundárias a serem implantadas, amarradas aos vértices da poligonal básica.

Na via principal, os serviços topográficos são executados a partir dos marcos de amarração dos pontos notáveis de curva, dos marcos intermediário em tangente e das referências de nível existente ao longo do trecho.

As poligonais secundárias devem atender aos seguintes limites de tolerância:

- a) erro relativo máximo de 1:60 000, no fechamento linear; e
- b) erro máximo admissível de $10'' \times V^{1/2}$, no fechamento angular, sendo "V" o número de vértices da poligonal.

Os eixos das vias devem ser locados com base nos elementos geométricos do projeto, observando-se as notas de serviço.

Nos trechos em tangente, a locação é feita a cada 20 m, e nos trechos em curva, a cada 10 m. Essa locação deve ser executada e materializada, no terreno, por meio da implantação de piquetes de madeira.

Antes de realizar a medição das curvas e do AMV, é necessário definir os pontos de referência. Para os AMV, esses pontos incluem a ponta da agulha, o centro geométrico do aparelho, a ponta de 1/2 e o coice do jacaré. É importante observar que a localização desses pontos deve seguir os mesmos critérios de tolerância aplicados às poligonais secundárias.

A locação dos trechos em tangente, o desenvolvimento das curvas e os demais pontos dos AMV devem obedecer aos seguintes limites de tolerância:

- a) erro relativo máximo de 1:40 000, no fechamento linear; e
- b) erro máximo admissível de $15'' \times V^{1/2}$, no fechamento angular, sendo "V" o número de vértices da poligonal.

Todos os elementos do AMV são locados com base no plano de assentamento do aparelho.

A locação dos marcos de referência de via é obtida por meio da poligonal de apoio.

As altitudes desses marcos são levantadas por meio de nivelamento e contranivelamento geométrico de precisão, partindo de um marco da rede de RN existente.

O nivelamento dos marcos de referência pode ter um erro máximo de fechamento altimétrico de 5 mm, sendo a distância nivelada em quilômetros (km).

A locação dos marcos de segurança e marco quilométrico deve ser feita conforme as VALEC 80-ES-000A-83-8008 e VALEC 80-ES-000A-24-8009, respectivamente.

Os equipamentos a serem utilizados para execução desses serviços são aqueles constantes na VALEC 80-EG-000A-28-0000 e compreendem, dentre outros:

- a) estação total com coletor interno de dados;
- b) GPS geodésico;
- c) distanciômetro eletrônico tipo DM 502 (Kern), tipo DI 3S (Wild) ou similar;
- d) teodolito tipo DKM 2A, tipo Wild T-2 ou similar;
- e) nível do tipo NA2 (Wild), tipo GK 2A (Kern) ou similar;
- f) mira dobrável; e
- g) trenas e balizas.

Em caso de uso de metodologias *Building Information Modeling* (BIM), o levantamento deve ser realizado mediante o uso ferramentas que permitam uma boa resolução, reproduzam corretamente o terreno e garantam o correto georreferenciamento.

6 Lançamento, montagem e acabamento

6.1 Premissas

Previamente ao início das atividades de lançamento da superestrutura, o segmento em que será implantada a grade ferroviária deve encontrar-se livre e desimpedido, e com os seguintes serviços concluídos, conforme projeto executivo: sublastro, dispositivos de drenagem superficial e profunda, revestimentos e proteção de taludes, obras de arte corrente, obras de contenção de taludes, entre outras obras e serviços que a fiscalização julgar necessárias para a manutenção da plataforma e dos taludes ferroviários. Essas ações visam garantir a sequência lógica de implantação do projeto e evitar descompassos entre atividades fundamentais para a preservação das obras.

No lançamento, montagem e acabamento da superestrutura devem ser realizados os seguintes procedimentos:

- a) para a definição do processo de assentamento da linha, são consideradas as características topográficas e as condições climáticas da região atravessada pela ferrovia, o apoio logístico disponível e as produções exigidas para o trabalho a ser executado;
- b) a superestrutura das vias principal e secundárias deve ser lançada obedecendo ao projeto

geométrico locado;

- c) no caso de bitola mista, são lançados dormentes monobloco de concreto com dispositivos de ancoragem para fixação do 3º trilho, sendo a posição desse trilho, ou seja, a sua localização na grade, estabelecida em projeto para cada trecho a ser construído e sua montagem definida pela fiscalização em momento oportuno;
- d) os trilhos curtos devem ser soldados por processo de caldeamento de topo, para a formação de trilhos longos soldados (TLS), com comprimento mínimo de 120 m e máximo de 480 m;
- e) não é permitido no manuseio de trilhos o uso de ferramentas que não sejam específicas para este fim;
- f) o TLS pode ser arrastado sobre a plataforma por uma distância máxima a ser definida pela fiscalização, no entanto, todo dano causado ao TLS e à plataforma que vier a ocorrer nesta movimentação é de total responsabilidade e ônus da contratada;
- g) tanto as juntas mecânicas por talas quanto as soldadas não podem estar a uma distância inferior a 3 m uma da outra, mesmo estando em trilhos de filas diferentes;
- h) nas extremidades do TLS, devem ser usados trilhos furados para montagem de talas de junção metálicas, utilizadas como união provisória dos trilhos;
- i) as barras de trilho curto são fornecidas pela INFRA S.A. sem furação para fixação de talas; esta furação deve ser executada pela contratada nas extremidades dos TLS, devendo, para o caso da fixação provisória na linha corrida, ser feito um furo em cada extremidade, de acordo com as características dimensionais da tala de junção a ser utilizada;
- j) o TLS é lançado a qualquer temperatura, devendo ser fixado provisoriamente aos dormentes, quando da montagem da grade, para o levante, a socaria, o alinhamento e o nivelamento da via;
- k) o tipo de dormente a ser usado na montagem da grade, em caso de bitola simples ou mista, deve ser definido para cada trecho de construção pelo projeto correspondente;
- l) a taxa de dormentação da grade é de 1 667 dormentes/km, ou seja, o espaçamento eixo a eixo de dormentes consecutivos é de 60 cm;
- m) na montagem da grade, as barras longas são ligadas no campo por meio de talas de junção. Essa ligação deve ficar, aproximadamente, no centro do espaço livre entre dois dormentes, sendo que a distância mínima entre a junta e a aresta do dormente mais próximo deve ser de 10 cm, e o posicionamento para tal pode ser obtido pelo espaçamento dos dormentes próximos à junta em questão, não devendo, no entanto, serem ultrapassadas as tolerâncias admissíveis, citadas na alínea d) deste item 6.1, para o espaçamento e para o posicionamento angular destes;
- n) para o assentamento das vias dos pátios de cruzamento, devem ser observadas as prioridades indicadas pela fiscalização, de acordo com as necessidades de operação programadas na construção; e
- o) a produção de insumos para montagem da superestrutura, como TLS, britas e dormentes, deve ser precedida de autorização expressa da INFRA S.A., a qual deve estar necessariamente vinculada e compatível com o ritmo de execução do empreendimento e deve evitar a formação de estoques por longos períodos de tempo sem a devida aplicação dos insumos na via.

6.2 Execução

6.2.1 Lançamento de grade

Os métodos de lançamento de grade admitidos são os seguintes:

6.2.1.1 Diretamente sobre a plataforma

- a) A grade deve ser lançada diretamente sobre a plataforma;
- b) Após o lançamento da grade, devem ser executadas duas primeiras operações de lastreamento, correspondentes a uma altura de levantamento de 7,5 cm cada, com socarias do lastro em cada levante, regularização inicial e um primeiro nivelamento da via;
- c) Em seguida, devem ser feitos o terceiro e quarto lançamentos de brita, os quais devem corresponder, também, a alturas de levantamento de 7,5 cm cada, com socaria do lastro em cada lançamento; nestas etapas, é iniciada a execução da superelevação do trilho externo das curvas, com a sua concordância às respectivas tangentes; e
- d) No posicionamento final e no acabamento, as superfícies de rolamento do boleto dos trilhos são colocadas na sua posição definitiva, em planta e em perfil, dentro das tolerâncias estipuladas em projeto.

6.2.1.2 Sobre colchão de brita

- a) A grade deve ser lançada sobre uma primeira camada de lastro de 15 cm de espessura e adensada pela passagem de rolo compressor liso, sem vibração;
- b) Após o lançamento da grade, deve ser executada a operação de socaria, visando uma regularização inicial e um primeiro nivelamento da via;
- c) O segundo e terceiro lançamentos de brita devem corresponder a alturas de levantamento de 7,5 cm cada, com socaria do lastro em cada lançamento; nestas etapas, deve ser iniciada a execução da superelevação do trilho externo das curvas, com a sua concordância às respectivas tangentes; e
- d) No posicionamento final e no acabamento, a superfície de rolamento do boleto dos trilhos é colocada na sua posição definitiva, em planta e em perfil, dentro das tolerâncias estipuladas no projeto.

6.2.2 Informações complementares

Nos serviços de socaria, alinhamento e nivelamento, é obrigatório o emprego de máquina socadora, niveladora e alinhadora automática, com a assistência de equipe de topografia, com pelo menos 1 topógrafo e 2 ajudantes, que deve certificar as cotas e eixos de projeto ao final dos serviços.

A via deve ser alinhada e nivelada com o número necessário de socarias mecânicas para que permaneça firmemente assentada em sua posição geométrica de projeto, sendo que em cada passagem de socaria é permitido um levante máximo de 7,5 cm.

O uso de socaria manual ou de conjuntos de socaria tipo *Jackson* ou similar, somente é permitida na execução de serviços transitórios ou em locais inacessíveis às socadoras automáticas e mediante autorização da fiscalização.

Na operação de posicionamento final e acabamento, devem ser corrigidos os erros e as imperfeições da via, inclusive da superelevação definitiva do trilho externo das curvas e das concordâncias necessárias.

Deve ser realizada a regularização do lastro toda vez que for necessário.

Deve ser mantida distância máxima de 5 km entre a frente de início de lastreamento e/ou montagem da grade e o lastreamento com 22,5 cm de lastro sob a grade montada, com correções iniciais de alinhamento e nivelamento da via.

6.3 Alívio de tensões

Após a via estar em sua posição geométrica de projeto, nivelada e alinhada, nos padrões definidos na seção 5 desta Norma, devem ser executados os serviços de alívio de tensões nos trilhos longos soldados (TLS).

O comprimento ideal da barra a ser usada para o alívio de tensões deve ser definido em função das condições existentes no local. Caso o TLS tenha sido soldado e transportado para o local com comprimento diferente deste, o comprimento mínimo ideal deve ser obtido com nova ou novas soldas a serem efetuadas antes do alívio.

A fim de permitir que as tensões nos trilhos sejam plenamente liberadas, deve-se retirar os dispositivos de fixação do trilho e colocar roletes de aço entre o trilho e o dormente, a fim de facilitar a dilatação e de liberar as tensões residuais do mesmo. A disposição dos roletes deve ser tal que permita que o TLS fique totalmente apoiado sobre eles. Proceda-se, então, à percussão da barra com auxílio de marreta especial de bronze ou cobre, com 5 kg.

Para a definição da faixa de temperatura de ancoragem, é necessário estipular os conceitos a seguir:

- a) temperatura do trilho: As temperaturas e faixas de temperatura definidas e mencionadas a seguir se referem à temperatura do trilho e devem ser medidas por intermédio de termômetro próprio, protegido contra radiações solares diretas;
- b) temperatura neutra: É o valor médio anual entre as temperaturas máxima e mínima medidas no local, acrescido de 5°C, como mostrado na equação a seguir. Para a definição deste valor, devem ser levantadas diariamente as temperaturas máximas e mínimas, por um período mínimo de um ano, por meio de termógrafos especiais ligados a um pequeno segmento de via férrea, na região em que é efetuado o alívio de tensões. Este levantamento é de responsabilidade da INFRA S.A.

$$T_n = \frac{T_{\max} + T_{\min}}{2} + 5$$

onde

T_n é a temperatura neutra

T_{\max} é a temperatura máxima dos trilhos

T_{\min} é a temperatura mínima dos trilhos

- c) Faixa de temperatura de ancoragem: Consiste na faixa de temperatura compreendida entre +5°C e -5°C, respectivamente acima e abaixo da temperatura neutra, na qual se faz a fixação definitiva das barras longas (TLS).

Com base na experiência, foi observado que o alívio de tensões realizado dentro da faixa de temperatura de ancoragem proporciona segurança para a linha ferroviária contra a ruptura dos trilhos e parafusos em temperaturas mais baixas e contra deslocamentos laterais em temperaturas mais altas. É importante ressaltar que, nesse último caso, é essencial não ultrapassar o limite de resistência à compressão do material.

As temperaturas máxima e mínima devem ser obtidas nos trilhos, com a utilização de termômetro de trilho, durante o período de um ano, como descrito no parágrafo quarto deste item 6.3.

A operação de alívio de tensões do trilho, a ser executada dentro dos limites da faixa de temperatura de ancoragem e preferencialmente no sentido ascendente, deve seguir os seguintes procedimentos:

- a) na barra longa, estabelece-se uma zona central (ZC) que é mantida fixada aos dormentes pela fixação elástica durante o processo;
- b) em seguida, retira-se a fixação dos dois segmentos restantes da barra;
- c) coloca-se, então, nesses dois segmentos adjacentes à parte central da barra mantida fixada, roletes de aço entre o patim do trilho e os dormentes, distanciados entre si em 10 m, a fim de permitir a livre movimentação desses dois segmentos no sentido longitudinal da via. Esses roletes devem ser fabricados a partir de barra de aço redonda e lisa, com 12,50 mm ($\frac{1}{2}$ ") de diâmetro;
- d) após a colocação desses apoios, percute-se a barra com marreta ou martelo de bronze, com peso aproximado de 5 kg, para facilitar a sua expansão, propiciando, assim, a remoção de qualquer fator impeditivo da liberação das tensões. O sentido das percussões deve ser sempre da zona central (ZC) da barra para as extremidades a serem soldadas. Nessa operação, deve ser tomada precaução para que não se bata com o martelo ou marreta no boleto do trilho e, sim, no patim do trilho;
- e) liberadas as tensões, é deixada uma abertura na junta a ser soldada dentro da tolerância admitida para esta, sendo a tolerância definida pelo fabricante da solda utilizada no processo de soldagem por aluminotermia;
- f) após a soldagem, são retirados os roletes, sempre no sentido da ZC para a junta;
- g) feita esta operação, devem ser remontados os 20 primeiros grampos de fixação de cada lado da ZC, num total de 40 fixações, sendo no sentido da junta para o centro, seguindo-se com a fixação de um dormente para cada três deixados soltos e, assim sucessivamente, até completar a prefixação de toda a barra. Para execução da soldagem aluminotérmica, a abertura da junta deve ser de 5 mm, quando a temperatura medida no trilho estiver no limite inferior da faixa de temperatura de ancoragem, e zero, quando estiver no seu limite superior;
- h) somente após a colocação das fixações, conforme descrito na alínea g), pode ser executada a soldagem;
- i) terminado o processo da soldagem, inicia-se imediatamente a liberação das 30 primeiras fixações adjacentes à junta soldada, permitindo-se, assim, que ocorra livremente a contração do trilho, em decorrência da solidificação com o resfriamento da solda;
- j) a colocação do total das fixações só deve ser realizada após 40 min do término da soldagem, e dentro da faixa neutra de temperatura; e
- k) havendo a necessidade de efetuar o alívio de tensões em horário noturno, fora da faixa neutra de

temperatura, devem ser utilizados aquecedores de trilho do tipo *Geismar* ou similar. A operação de aquecimento consiste na elevação da temperatura dos trilhos até o limite superior da faixa neutra de temperatura (T_n). Alcançada esta temperatura, é executado o alívio das tensões.

No caso de a contratada pretender executar o alívio de tensões de forma diferente da descrita em 6.3 desta Norma, o novo processo deve ser submetido à aprovação da fiscalização.

6.4 Formação do trilho contínuo

A formação do trilho contínuo é precedida do alívio de tensões. A soldagem final, interligando os trilhos longos soldados, elimina as juntas mecânicas com talas de junção, o que propicia inúmeros benefícios à operação, à manutenção e à segurança da via, com a eliminação da degradação das juntas, dentre outras.

A construção de via formada por trilho contínuo a partir da soldagem de trilhos longos soldados (TLS) exige cuidados especiais, tornando próximos os valores absolutos das tensões de tração e compressão que venham a ocorrer nos extremos de temperatura ao longo do ano no local de sua implantação, evitando, em consequência, instabilidade e deformações da via.

O trabalho de soldagem final é executado paralelamente em ambos os trilhos da via, afim de evitar diferentes tensões entre os trilhos.

6.5 Soldagem aluminotérmica

A soldagem aluminotérmica tem como objetivo interligar os segmentos intermediários das barras de trilhos componentes da via (TLS), após o assentamento dessa em sua posição geométrica de projeto, transformando-a em via contínua, com um nível de tensões axiais compatível com as resistências longitudinal e transversal da superestrutura; esse nível de tensões é estabelecido em função das condições climáticas locais e por meio de metodologia apropriada para os trabalhos de liberação das tensões térmicas e mecânicas existentes por ocasião da soldagem para formação do trilho longo contínuo.

Todos os responsáveis pela fiscalização dos serviços de soldagem e soldadores devem possuir certificação que comprove conhecimento teórico e prático suficiente para execução do trabalho com segurança e eficiência.

O manual de soldagem aluminotérmica do processo utilizado deve estar sempre disponível na frente de trabalho.

6.6 Fixação definitiva do trilho contínuo

A fixação definitiva do trilho contínuo é feita dentro da faixa de temperatura neutra. Para isso, são distribuídas duplas de trabalhadores, a cada 12 m ou 18 m, para recolocação dos grampos, em uma primeira etapa, quando são aplicadas fixações em dormentes alternados, completando, em um segundo momento, a montagem das fixações restantes.

6.7 Aparelho de mudança de via (AMV)

Na montagem do AMV, devem ser observadas as considerações elencadas abaixo:

Devem ser usados AMV para bitola simples ou mistas com aberturas definidas pelo projeto.

Constituem elementos básicos para a montagem do AMV, a sua planta de assentamento e a locação dos seus pontos principais, definidos pelo projeto.

Para o assentamento do AMV, o sublastro deve estar regularizado, devidamente compactado e colocado na cota estabelecida em projeto.

Os dormentes são distribuídos perpendicularmente ao trilho de alinhamento reto e com o espaçamento indicado na planta de assentamento do respectivo AMV. Todas as placas de apoio devem estar com sua fixação ao dormente de madeira completa.

Os dormentes devem ser montados de acordo com a sua numeração sequencial, a qual deve estar localizada na face superior da extremidade do dormente situada no lado externo ao trilho da linha direta, como indicado no desenho do aparelho.

Sobre os dormentes, deve ser montado o AMV com todos os seus componentes, trilhos de ligação e a máquina de chave, complementado com a regulagem das agulhas, sendo, então, feito o acabamento da via neste local.

Devem ser cuidadosamente examinadas e ajustadas as folgas nas juntas dos trilhos, a posição do jacaré, das agulhas em relação aos trilhos de encosto, a bitola das vias direta e desviada, assim como o assentamento correto dos contratrilhos.

A bitola simples com 1 600 mm ou mista com 1 600 mm e 1 000 mm, as cotas de salvaguarda, livre passagem e esquadro das agulhas devem ser rigorosamente observadas em todo o AMV.

As placas de deslizamento das agulhas devem ser cuidadosamente limpas e lubrificadas.

As agulhas são montadas de modo a permitir, sem grande esforço, seu deslocamento sobre as placas de deslizamento.

É, então, feita a descarga final de brita, com respectivo levante em etapas, até que a superfície de rolamento do boleto atinja a cota de projeto, com posterior compactação por meio de conjunto vibratório portátil, conformação do talude do lastro e acabamento.

As juntas dos trilhos imediatamente antes e imediatamente após o AMV somente são ligadas em definitivo quando este estiver perfeitamente alinhado, nivelado e com a seção do lastro completa. As juntas do AMV não são soldadas, sendo necessário, portanto, o máximo rigor na montagem, para que as suas folgas fiquem dentro do limite de tolerância.

Devem ser assentados os marcos de segurança do AMV conforme a VALEC 80-ES-000A-24-8008.

7 Tolerâncias de recebimento

7.1 Via corrida

7.1.1 Planimetria

A planimetria deve seguir as seguintes especificações:

a) Bitola

Tanto para a bitola simples como mista, medida a 16 mm abaixo da cota do topo do bolete (linha decota), admite-se uma tolerância de +2 mm a -1 mm, como se apresenta na Figura 1:

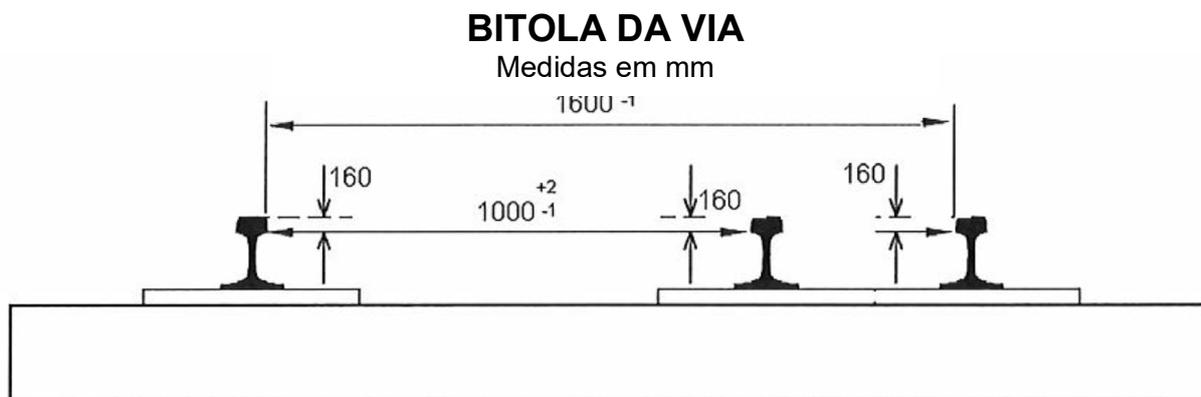


Figura 1 — Medidas e tolerâncias da bitola

b) Alinhamento em retas e curvas circulares

- 1) o afastamento do eixo da via em relação ao eixo de projeto pode ser de no máximo 4 mm;
- 2) nas tangentes, não podem ocorrer divergências entre +4 mm a -4 mm, em uma extensão de 10 m, conforme Figura 2; e
- 3) nas curvas circulares, a variação máxima admissível para a flexa é de 6 mm, medida no centro de uma corda de 10 m.

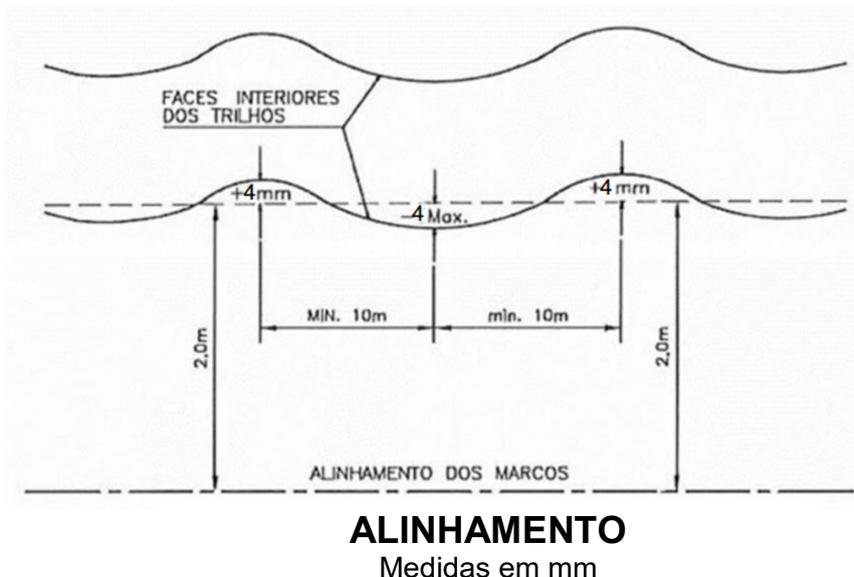


Figura 2 — Medidas e tolerâncias da bitola

c) Alinhamento de curva de transição:

- 1) o afastamento do eixo da via em relação ao eixo de projeto pode ser de no máximo 4,0 mm; e
- 2) o alinhamento de reta e de curva é medido no centro de uma corda de 10,0 m, a cada 5,0 m.

d) Posicionamento dos dormentes, conforme desenho VALEC 80-DES-000A-18-8023:

- 1) no espaçamento dos dormentes, é admitida uma variação de $\pm 2,0$ cm. Essa verificação deve ser feita nas duas extremidades de cada par de dormentes; e
- 2) no posicionamento angular, dois dormentes consecutivos podem apresentar uma variação da distância entre si, medida nas extremidades dos seus eixos longitudinais em um mesmo lado da via, de no máximo $\pm 2,0$ cm. Essa verificação deve ser feita entre cada dois dormentes e em relação a uma linha imaginária perpendicular aos trilhos, passando pelo eixo do dormente.

7.1.2 Altimetria

A altimetria deve seguir as seguintes especificações:

a) Nivelamento transversal

É permitida uma variação de ± 4 mm, não podendo existir divergências de +4mm a -4mm em um comprimento de 5 m, conforme o desenho VALEC 80-DES-000A-18-8025.

b) Nivelamento longitudinal

Permite-se uma variação de ± 6 mm, medida no centro de uma corda de 10m, como mostrado no desenho anterior, a diferença de cota admissível entre o topo do trilho no campo e o topo do trilho no

projeto é de ± 6 mm.

7.2 Solda aluminotérmica

Devem ser observadas as disposições da VALEC 80-ES-035A-56-8004.

7.2.1 Aparelho de mudança de via (AMV)

- a) Para o nivelamento e alinhamento do AMV, prevalecem as tolerâncias adotadas para as vias entre as quais o aparelho será assentado;
- b) Tanto para a bitola simples quanto para a mista, é admitida uma tolerância entre +2 mm e -3 mm; e
- c) Especial atenção deve ser dada à cota de salvaguarda, livre passagem e esquadro das agulhas, que devem ser rigorosamente obedecidas.

8 Critérios para o recebimento da via e AMV

Devem ser considerados os seguintes:

- a) a medição de flechas de AMV é um método comum para avaliar a qualidade da soldagem de trilhos de linhas ferroviárias. O ponto inicial de posicionamento do centro da corda para a medição de flechas de AMV deve estar localizado no coice da agulha, pois a partir desse ponto que as deformações e distorções da solda são mais perceptíveis;
- b) as medições devem ser feitas na linha reversa, ou seja, na direção oposta à qual os trens circulam, e as agulhas devem estar posicionadas corretamente à respectiva linha no momento das medições. Deve-se medir as flechas em 10 pontos no sentido do coice para a ponta da agulha e em 15 pontos do coice da agulha no sentido do jacaré, para garantir uma avaliação completa da qualidade da soldagem. Com essas medidas, é possível avaliar e garantir a qualidade da soldagem de trilhos de linhas ferroviárias, minimizando riscos e garantindo a segurança dos usuários;
- c) a via e AMV assentados, assim como todas as ligações executadas, devem ser vistoriadas antes de serem recebidas;
- d) a solicitação de vistoria a ser efetuada pela fiscalização deve ser feita pela contratada em tempo hábil, devendo, esta última, implementar todas as providências necessárias à sua execução; e
- e) as vistorias para recebimento são efetuadas após a conclusão de cada etapa de serviço, por trecho da obra. O trecho submetido ao recebimento é representado por segmento da via entre pontos predeterminados, de comum acordo com a fiscalização. Esses pontos devem ser facilmente identificáveis para eventuais conferências ou recebimento de etapas posteriores.

8.1 Preparativos para vistoria

Quando do recebimento da via, devem estar assinalados, com caracteres legíveis, em tinta a óleo amarela, os seguintes pontos:

- a) o início e o fim das curvas circulares, das curvas de transição e dos AMV, marcados na alma do trilho externo da curva, sempre do lado interno à bitola;
- b) nas mudanças de greide, o início e o fim das curvas de concordância vertical, marcados na alma do trilho interno, quando coincidirem com a curva horizontal, ou do trilho situado ao lado direito da via,

no sentido do estaqueamento, quando em tangente, sempre do lado interno à bitola; e

- c) nas superelevações, as medidas teóricas destas devem ser marcadas na alma do trilho externo, em intervalos de aproximadamente 5 m. Os intervalos exatos devem ser calculados de modo que possam ser lidos em milímetros (mm), sem fração.

8.2 Vistoria para recebimento

8.2.1 Da via permanente

No que diz respeito à geometria, deve ser observado:

- a) que a vistoria de alinhamento e nivelamento seja efetuada por meio de régua específica para levantamento da geometria da via, em planta e em perfil, por meio da verificação da distância do eixo paralelo aos marcos de referência. Nesta operação também pode ser usado equipamento ótico ou carro-controle;
- b) que as vistorias de bitolas e nivelamento transversal sejam realizadas por meio da utilização de régua de bitola e superelevação; e
- c) que apenas são aceitos os serviços que tenham sido executados de acordo com as presentes determinações e que obedeçam, rigorosamente, às tolerâncias apresentadas na Seção 6 desta Norma.

8.2.2 Do AMV

Para o recebimento do serviço de assentamento de AMV, devem ser realizadas as seguintes verificações:

- a) os dormentes do AMV devem estar assentados, rigorosamente, de acordo com a planta de assentamento;
- b) as dimensões do AMV devem obedecer, rigorosamente, à sua planta de assentamento;
- c) o lastro deve estar conformado de acordo com sua seção transversal padrão, definida em projeto;
- d) para o nivelamento e alinhamento, prevalecem as mesmas tolerâncias adotadas para a via. Além disso, devem ser verificados os ajustes das fixações aos dormentes, o funcionamento do aparelho de manobra e a proteção antiferruginosa aplicada ao conjunto, conforme estabelecidos em projeto, complementado pelas instruções do fabricante do AMV;
- e) para as bitolas, devem ser observadas as tolerâncias de recebimento estipuladas em 6.1.a) desta Norma;
- f) as juntas do coice da agulha devem apresentar folga suficiente para um perfeito funcionamento do aparelho; e
- g) as placas deslizantes, na região das agulhas, devem estar limpas e lubrificadas.

9 Outros serviços

9.1 Marcos de referência, de segurança e quilométrico

Devem ser implantados de acordo com as VALEC 80-ES-000A-24-8007, VALEC 80-ES-000A-24-8008 e VALEC 80-ES-000A-24-8009, respectivamente.

9.2 Para-choques

No final de desvio morto, são assentados para-choques, quando previsto em projeto ou indicado pela fiscalização. O para-choque deve ser definido pela fiscalização.

9.3 Contratrilho em obra de arte especial (OAE)

O contratrilho somente é montado na superestrutura da via sobre OAE e quando esta for construída em estrutura metálica, sem tabuleiro, ou seja, quando o dormente é fixado diretamente a essa estrutura.

O contratrilho é constituído por trilho idêntico ao da via e fixado diretamente sobre os dormentes.

No caso de bitola com apenas dois trilhos, o contratrilho é instalado internamente à bitola e segue até 20 m além dos encontros da OAE, como mostrado no desenho VALEC 80-DES-000A-18-8021, no qual também é indicada a sua posição em relação ao trilho da via.

No caso de bitola mista, o contratrilho é montado externamente aos trilhos da bitola mais larga, nas mesmas demais condições indicadas no parágrafo segundo deste item 9.3, como mostrado no desenho VALEC 80-DES-000A-18-8021.

9.4 Carga e descarga de materiais

O manuseio, a carga e a descarga dos materiais a serem aplicados na superestrutura da via ou utilizados como apoios para o lançamento, incluindo a pedra britada para lastro, fazem parte dos serviços de lançamento da superestrutura e são de responsabilidade da contratada. Devem ser tomadas precauções para que esses materiais não sofram quaisquer danos que possam alterar as funções que desempenham na via.

Devem ser atendidas as determinações da fiscalização, para embarque, manuseio, carga e descarga de materiais da via, como lastro, dormentes, trilhos e acessórios.

9.5 Controle de tráfego da via em construção

Este serviço corresponde ao controle do tráfego de trens durante a construção e até a entrega definitiva do lote considerado, visando a ordenação e a ocupação da linha, o posicionamento das composições, o período e os locais de manobra.

O controle pode ser feito por meio de rádio ou telefonia, considerando que as composições também irão dispor de sistemas próprios, compatíveis com este meio de comunicação, também existem outras tecnologias que podem auxiliar no controle remoto, como sistemas de comunicação por satélite, sistemas de posicionamento global (GPS), radiofrequência, equipamentos que utilizem comunicação por satélite, drones ou qualquer equipamento apropriado para esse objetivo.

9.6 Fornecimento de pessoal de mão de obra e equipamento de proteção individual (EPI)

Pessoal de mão de obra e EPI devem ser disponibilizados quando requisitados, de modo a liberar frentes para serviços na superestrutura. Os equipamentos de proteção individual devem estar em

perfeitas condições de operação e de acordo com a legislação vigente. O pessoal de mão de obra deve estar devidamente equipado com o EPI e com as ferramentas necessárias ao serviço a ser executado.

10 Recebimento da via

O recebimento da via é feito segundo as seguintes etapas:

10.1 Recebimento do lançamento da grade

Procedimento mediante o qual a fiscalização considera o serviço executado em determinado trecho tecnicamente satisfatório para a etapa correspondente ao lançamento da grade da via, com os trilhos fixados aos dormentes na bitola correta, talas aplicadas e o pré-alinhamento concluído.

10.2 Recebimento com 15 cm de lastro

Procedimento mediante o qual a fiscalização considera o serviço executado em determinado trecho tecnicamente satisfatório para a etapa correspondente ao lançamento da grade da via, com os trilhos fixados aos dormentes na bitola correta, talas aplicadas e pré-alinhamento concluído.

10.3 Recebimento com altura final de lastro

Procedimento mediante o qual a INFRA S.A. recebe a obra, em caráter definitivo, em trechos de 25 km de via executada, estando com a grade devidamente encaixada, socada, nivelada e alinhada conforme a posição geométrica de projeto, com trilhos continuamente soldados e em consonância com os requisitos desta Norma, decorridos não menos que 90 dias após o recebimento com a via em altura final de lastro.

Nesses trechos, a plataforma e áreas adjacentes devem estar completamente limpas, regularizadas e desobstruídas, e os marcos de referência, quilométricos e de segurança, assim como os para-choques, devidamente implantados.

Durante todo o período de construção do lote, a contratada é responsável pela manutenção e operação da via permanente, sem ônus para a INFRA S.A., de forma que as especificações pertinentes sejam integralmente atendidas. Este período pode ser prorrogado até que sejam corrigidos todos os defeitos que venham a ser apontados pela fiscalização, caso existam, efetuando-se, então, o recebimento definitivo somente após o término dessa prorrogação e com todos os serviços perfeitamente executados e em total acordo com esta Norma.

11 Manejo ambiental

11.1 Durante a execução da obra, devem ser preservadas as condições ambientais, com a exigência, entre outros, dos seguintes procedimentos:

- a) todo o material excedente de escavação ou sobras devem ser removidos das proximidades da obra, devendo ser transportado para local predefinido em conjunto com a fiscalização, sendo vedado seu lançamento na faixa de domínio, nas áreas lindeiras, no leito de rios e em quaisquer outros locais em que possam causar prejuízos ambientais;
- b) o tráfego de máquinas e funcionários deve ser disciplinado de forma a evitar a abertura indiscriminada de caminhos e acessos, o que acarretaria desmatamento desnecessário;
- c) a área afetada pelas operações de construção deve ser recuperada mediante a limpeza do canteiro

de obras, devendo ainda ser efetuada sua recomposição ambiental; e

- d) durante o desenvolvimento da obra, deve ser evitado o tráfego desnecessário de veículos e equipamentos por terrenos naturais, de modo a evitar a sua desfiguração.

11.2 Além dessas, devem ser observadas, no que for aplicável, as disposições da série Norma Ambiental INFRA S.A. (NAVA) a Política de Meio Ambiente da INFRA S.A., nas suas edições mais recentes, bem como deve ser observada a legislação ambiental vigente na jurisdição que corresponder, federal, estadual e/ou municipal, e condições de licenciamento aplicáveis.

12 Critério de medição

A construção da superestrutura deve ser medida como a seguir estipulado, descontados os comprimentos dos AMV existentes no trecho medido:

Serviços medidos em itens específicos, por km executado ou fração:

- a) lastreamento da via;
- b) montagem da grade;
- c) nivelamento, levante, alinhamento e socaria da linha; e
- d) posicionamento final com acabamento.

As soldagens de trilhos, elétrica e por aluminotermia, para a formação de TLS e de trilho contínuo, são medidas, em itens específicos, por unidade executada.

Teste de solda por ultrassonografia deve ser medido por unidade executada.

Marcos de referência, de segurança e quilométricos, assim como para-choques, devem ser medidos em item próprio, por unidade implantada.

O serviço de alívio de tensões também deve ser medido separadamente, por unidade executada; a unidade corresponde ao alívio efetuado por trilho longo soldado (TLS), sendo o comprimento da barra de TLS definido como estipulado no segundo parágrafo do item 6.3 desta Norma.

As cargas de dormente na pilha de estocagem assim como a descarga no local da sua aplicação devem ser pagos por unidade manipulada.

Os conjuntos de tala de junção com respectivos parafusos, porcas e arruelas, usados na montagem provisória da grade antes da soldagem para formação do trilho contínuo, não são objetos de medição;

Corte e furação de trilho também não será medida.

Bibliografia

- [1] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 16697**: Cimento Portland de alta resistência inicial – Requisitos, Rio de Janeiro: ABNT, 2018.
- [2] _____. **ABNT NBR 7641**: Via permanente ferroviária, Rio de Janeiro: ABNT, 1980.
- [3] DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **Especificação de Serviços: ISF 213** – Projeto de Superestrutura da via Permanente: Trilhos e Dormentes. Brasília: DNIT, 2016.
- [4] _____. **Especificação de Serviços: ISF 215** – Projeto de Superestrutura da Via Permanente: Aparelho de Mudança de Via. Brasília: DNIT, 2016.
- [5] VALEC ENGENHARIA, CONSTRUÇÕES E FERROVIAS S.A. **80-DES-000A-18-8036** - Projeto superestrutura - Empilhamento de dormentes (madeira/concreto) / trilhos - Revisão 0. Brasília, 2018.
- [6] _____. **80-EM-044A-58-8014**- Especificação de material de superestrutura - Grampo elástico – Revisão I. Brasília, 2012.
- [7] RUMO. **Conceitos Técnicos de Via Permanente**. Operação Sul, 2017, p.149.
- [8] VALE. **Manual Técnico da Via Permanente**. Revisão 2009, p.362.