



Instrução de Serviço Ferroviário – ISF

**ISF-212: PROJETO DE SUPERESTRUTURA
DA VIA PERMANENTE – LASTRO E
SUBLASTRO**

2015

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

**ISF-212: PROJETO DE SUPERESTRUTURA
DA VIA PERMANENTE – LASTRO E
SUBLASTRO**

2015

MINISTRO DOS TRANSPORTES

Antônio Carlos Rodrigues

DIRETOR GERAL DO DNIT

Valter Casimiro Silveira

DIRETORIA DE INFRAESTRUTURA FERROVIÁRIA

Mário Dirani

COORDENAÇÃO GERAL DE OBRAS FERROVIÁRIAS

Marcelo Almeida Pinheiro Chagas

FISCAL DO CONTRATO 127/2008

Zilda Maria do Santos Mello

EQUIPE TÉCNICA

COORDENAÇÃO GERAL

Wellington de Aquino Sarmiento

COORDENAÇÃO TÉCNICA

Jailson de Oliveira Santos

COLABORADORES

Elmer Barreira Ponte

Gélio Proença Brum Filho

Helder Girão

Makoto Nishimura

Patricia Moraes Mendes

Sílvia Passos Borges

CONSÓRCIO STE/SISCON – Contrato nº 127/2008 DIF/DNIT

Brasil. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT)
Diretoria de Infraestrutura Ferroviária (DIF).
Aprovação técnica pelo DNIT - Janeiro de 2012.

QUADRO DE REVISÕES DO DOCUMENTO

SEQUENCIAL	DATA	OBSERVAÇÃO
R01	agosto 2015	Resultado de consulta pública

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO

1 OBJETIVO

2 SUBLASTRO

3 LASTRO

4 ELABORAÇÃO DO PROJETO

5 FASES DO PROJETO

6 APRESENTAÇÃO

ÍNDICE

APRESENTAÇÃO

As Instruções de Serviços Ferroviários (ISFs) têm por objetivo definir e especificar os serviços constantes nos projetos básicos e executivos de engenharia de infraestrutura ferroviária, bem como orientar sua elaboração e padronizar sua apresentação.

Cabem algumas considerações de caráter geral sobre o processo de elaboração, homologação e manutenção das ISFs.

Como documentos normativos que são, essas instruções devem ser objeto de uma atualização quando (1) se identificar algo em seu conteúdo que deva ser 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.

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.

O Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), através da sua Diretoria de Infraestrutura Ferroviária, Coordenação Geral de Obras Ferroviárias tem a satisfação de apresentar esta instrução que compõe o conjunto das ISFs elaboradas pelo Consórcio STE/SISCON, apresentado a seguir:

Projetos de Engenharia Ferroviária

INSTRUÇÕES DE SERVIÇOS FERROVIÁRIOS

IDENTIFICAÇÃO	OBJETO
ISF-201	Levantamento Aerofotogramétrico e Perfilamento a Laser para Projetos Básicos de Ferrovias
ISF-202	Levantamento Aerofotogramétrico e Perfilamento a Laser para Projetos Executivos de Ferrovias
ISF-203	Estudos Topográficos para Projetos Básicos de Engenharia
ISF-204	Estudos Topográficos para Projetos Executivos de Engenharia
ISF-205	Estudos de Traçado
ISF-206	Estudos Geológicos
ISF-207	Estudos Geotécnicos
ISF-208	Estudos Hidrológicos
ISF-209	Projeto Geométrico
ISF-210	Projeto de Drenagem
ISF-211	Projeto de Terraplenagem
ISF-212	Projeto de Superestrutura da Via Permanente – Lastro e Sublastro
ISF-213	Projeto de Superestrutura da Via Permanente – Trilhos e Dormentes
ISF-214	Projeto de Superestrutura da Via Permanente – Acessórios
ISF-215	Projeto de Superestrutura da Via Permanente – Aparelhos de Mudança de Via
ISF-216	Projeto de Obras de Arte Especiais
ISF-217	Projeto de Sinalização Ferroviária
ISF-218	Projeto de Pátios Ferroviários
ISF-219	Projeto de Passarela para Pedestres
ISF-220	Projeto de Interferências
ISF-221	Projeto de Passagem em Nível
ISF-222	Componente Ambiental dos Projetos de Engenharia Ferroviária
ISF-223	Projeto de Passagem Inferior
ISF-224	Projeto de Desapropriação
ISF-225	Orçamento da Obra
ISF-226	Plano de Execução da Obra
ISF-227	Estudos Operacionais
ISF-228	Projeto de Vedação da Faixa de Domínio
ISF-229	Projeto de Proteção Vegetal de Taludes
ISF-230	Projeto de Recuperação de Áreas Degradadas

ISF-212: PROJETO DE SUPERESTRUTURA DA VIA PERMANENTE – LASTRO E SUBLASTRO

1 OBJETIVO

Dimensionar a altura do lastro e sublastro, descrevendo e justificando a metodologia adotada, de modo que as cargas induzidas pelo tráfego da via e transmitidas pelo subconjunto trilho-dormente sejam absorvidas pelo subleito, sem que seja atingida a pressão admissível.

2 SUBLASTRO

Sublastro é uma camada de material que compõe a superestrutura, está posicionada acima da plataforma ferroviária para receber o lastro.

A função do sublastro é a de absorver os esforços transmitidos pelo lastro e transferi-los para o terreno subjacente, na taxa adequada à sua capacidade de suporte, evitar o fenômeno do bombeamento de finos do subleito e diminuir a altura necessária de lastro.

Os materiais a serem empregados no sublastro poderão ser obtidos "in natura" (lateritas, cascalhos, solos arenosos, etc.), ou obtidos pela mistura de dois ou mais materiais em usina ou na pista, de modo que o produto resultante tenha sempre as seguintes características:

- A granulometria do material deverá se enquadrar numa das faixas A, B, C, D, e/ou F da AASHO segundo o método DNER-M 80-64;
- A capacidade de suporte deverá ser medida pelo ensaio de Índice de Suporte Califórnia, determinado segundo o método DNER-ME-49-94 e com a energia de compactação (Proctor Intermediário) definida pelo método DNER-ME-162-94. O Índice de Suporte Califórnia (ISC) mínimo admissível de projeto é de 20, e é obtido pela expressão:

$$\text{ISC} = \frac{\text{pressão calculada ou pressão corrigida}}{\text{pressão padrão}} \times 100$$

- O agregado retido na peneira nº 10 deve ser constituído de partículas duras e duráveis, isentas de fragmentos moles, alongados ou achatados, isento de matéria vegetal ou outra substância prejudicial;
- A percentagem do material que passa na peneira nº 200 (0,074), não poderá superar 2/3 da percentagem que passa na peneira nº 40 (0,42mm). A fração que passa na peneira nº 40 deve apresentar um limite de liquidez (LL) inferior ou igual a 25% e um índice de plasticidade (IP) inferior ou igual a 6%;
- Expansão máxima de 1,0%;
- O índice de grupo (IG) deverá ser igual a zero;

- No caso de solos lateríticos a expansão máxima admitida será de 0,5% no ensaio de ISC. A fração que passa na peneira nº 40 deverá ter limite de liquidez inferior ou igual a 40% e índice de plasticidade inferior ou igual a 15%.

3 LASTRO

Lastro é a camada de material situada entre os dormentes e o sublastro, geralmente composta de pedra britada.

O lastro tem as seguintes funções:

- Distribuir de forma uniforme sobre a plataforma os esforços resultantes das cargas dos veículos, produzindo uma taxa de trabalho adequado na plataforma;
- Impedir os deslocamentos dos dormentes, tanto vertical como horizontalmente;
- Formar um suporte, até certo limite de forma elástica, atenuando as trepidações resultantes da passagem dos veículos rodantes;
- Sobrepondo-se a plataforma, suprimir suas irregularidades, formando uma superfície contínua e uniforme para os dormentes e trilhos;
- Facilitar a drenagem da superestrutura;

A altura do lastro, tanto em aterros quanto em cortes em materiais de primeira categoria ou em cortes em rochas devidamente rebaixados, deve obedecer à altura mínima abaixo e será medida no eixo da via:

- Classe I - 40 cm;
- Classe II - 30 cm;
- Classe III - 25 cm.

De acordo com a norma ABNT NBR 7914:1990, nos desvios em que a velocidade máxima seja de 30 km/h, a altura mínima será de 15 cm.

Nos casos especiais de plataforma rígida de concreto armado é dispensável o uso de lastro.

No caso de obras de arte convencionais recomenda-se no tabuleiro das mesmas um rebaixo para inclusão de esteiras elásticas a fim de evitar o trituramento do lastro e desgastes na superfície da obra de arte. Pode-se examinar, no lugar da esteira elástica, o uso de brita não graduada com formatos uniformes e pequenas dimensões. O lastro padrão terá as mesmas alturas dos lastros dos encontros e aterros de acesso.

O talude de lastro não terá inclinação menor que 1:1,5 (altura-base), obedecida às condições mínimas de ombro do lastro:

- Classe I - 30 cm;
- Classe II - 20 cm;

- Classe III - 15 cm;

No caso de trilhos longos soldados, o ombro do lastro será no mínimo de 30 cm, qualquer que seja a classe da ferrovia.

O lastro não deverá cobrir os dormentes, sendo coroado a 5 cm da face superior dos mesmos. No caso de dormente bi-bloco, o lastro ficará 2 cm abaixo da face inferior do tirante e no blocos de concreto o coroamento será de 5 cm da face superior dos mesmos.

3.1 Especificações

O lastro de pedra britada deve ser de constituição homogênea, com fragmentos duros, limpos, resistentes e duráveis, com superfícies ásperas e angulosas, forma cúbica, com reduzida capacidade de absorção, livres de quantidades prejudiciais de substâncias nocivas, conforme especificação apresentada a seguir, elaborada com base nas normas da ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas e, como complementação destas, as normas da AREMA - American Railway Engineering and Maintenance-of-Way Association.

3.1.1 Características Petrográficas

O lastro deve ser obtido pela britagem de material extraído de rochas duras e são, reconhecidas como de boas características petrográficas para o uso em lastro de via férrea.

As jazidas deverão ser objetos de estudos geológicos e petrográficos realizados por entidade especializada reconhecida como idônea pelo DNIT, observadas as normas da ABNT (ABNT NBR 6490:1985, ABNT NBR 7389 e NB-48) e devem ser limpas de materiais que possam contaminar o lastro produzido.

3.1.2 Propriedades Físicas

O material para lastro deve apresentar as seguintes características:

Tabela 1 - Propriedades físicas do lastro ferroviário

CARACTERÍSTICA	VALOR
Forma média das partículas (ABNT NBR 5564:2011)	Cúbica
Partículas máximas não cúbicas (ABNT NBR 5564:2011)	15%
Massa específica aparente mínima (ABNT NBR 5564:2011)	2.500 kg/m ³
Absorção máxima de água (ABNT NBR 5564:2011)	0,8%
Porosidade aparente mínima (ABNT NBR 5564:2011)	1,5%
Pureza/sulfato de sódio (ASTM-C 88)	5,0%

3.1.3 Propriedades Mecânicas

O material para lastro deve apresentar as seguintes propriedades mecânicas:

Tabela 2 - Propriedades mecânicas do lastro ferroviário

CARACTERÍSTICA	VALOR
Resistência ao desgaste – abrasão Los Angeles máxima (ABNT NBR NM 51:2001)	30%
Resistência do choque – índice de tenacidade <i>Tretón</i> máximo (ABNT NBR 5564:2011)	25%
Resistência mínima à compressão axial (ABNT NBR 5564:2011)	100 MPa

3.1.4 Granulometria

A granulometria será limitada entre as dimensões que variam entre 19,1mm (3/4”) e 50,8mm (2”), admitindo-se uma tolerância máxima de 5% na menor dimensão até 12,7mm (1/2”), condicionada aos percentuais da Tabela 3 abaixo.

A granulometria da pedra britada para lastro é determinada com auxílio de peneiras de laboratório tendo malhas quadradas padronizadas pela ABNT (NBR NM ISO 2395:1997, NBR NM ISO 3310-1:1997, NBR NM ISO 3310-2:1997 e NBR 5564:2011).

Tabela 3 - Granulometria do lastro ferroviário

ABERTURA NOMINAL DA MALHA		PORCENTAGEM ACUMULADA QUE PASSA	PORCENTAGEM ACUMULADA RETIDA
mm	POLEGADAS		
63,5	2 ½”	100	0
50,8	2”	80 – 100	0 – 20
39,1	1 ½”	40 – 70	30 – 60
25,4	1”	10 – 30	70 – 90
19,1	¾”	0 – 10	90 – 100
12,7	½”	0 – 5	95 – 100

3.1.5 Substâncias Nocivas

A quantidade de substâncias nocivas e impuras presentes no lastro será tolerada até os seguintes valores:

Tabela 4 - Substâncias nocivas e impuras presentes no lastro

CARACTERÍSTICA	VALOR
Materiais pulverulentos (ABNT NBR NM 46:2003)	1,0%
Torrões de argila (ABNT NBR 7218:2010)	0,5%
Fragmentos macios e friáveis (ABNT NBR 5564:2011)	5,0%

4 ELABORAÇÃO DO PROJETO

Conhecida a pressão admissível no lastro que será transmitida ao sublastro, a partir da pressão gerada na interface dormente-lastro, obtém-se a altura do lastro necessária para

distribuir a pressão recebida do dormente preferencialmente por equações recomendadas pela AREMA, tais como, a de Talbot ou a de Boussinesq.

O sublastro deverá ter o mesmo tratamento dado à camada final de terraplenagem em face de suas semelhanças granulométricas e mecânicas. Para o dimensionamento do sublastro deve-se considerar a pressão admissível dos materiais que compõem as camadas com base em:

- Ensaio Triaxiais de Carga Cíclica;
- CBR;
- Módulo de Elasticidade.

5 FASES DO PROJETO

O projeto será desenvolvido em duas fases:

- a) Projeto Básico;
- b) Projeto Executivo.

5.1 Fase de Projeto Básico

Esta fase compreende a identificação das condicionantes básicas do projeto, a seleção das ocorrências de materiais que possam ser utilizados no sublastro e lastro, e o dimensionamento preliminar de alternativas estruturais que serão objeto de análise técnico-econômica. Nesta fase, o projeto da superestrutura da via permanente fornecerá também os quantitativos aproximados para orçar os diferentes serviços que o compõem.

5.2 Fase de Projeto Executivo

O projeto do subconjunto lastro sublastro da superestrutura da via permanente, nesta fase de Projeto Executivo, constituir-se-á de:

- Estudo estatístico e definição do índice de suporte do subleito;
- Quadro de quantidades de materiais, serviços e equipamentos e respectivas especificações, por obra;
- Definição dos materiais a serem utilizados no sublastro e lastro;
- Apresentação das ocorrências de materiais, com indicação dos locais de extração e beneficiamento, acompanhados dos ensaios que demonstrem a sua qualidade;
- Dimensionamento do subconjunto lastro sublastro na via principal, nas vias secundárias, nos terminais e pátios ferroviários;
- Cálculo dos volumes e distâncias de transporte dos materiais empregados.
- Conjunto de desenhos, quadros, tabelas, notas de serviço e outros que se façam necessários para a perfeita implantação do projeto.

6 APRESENTAÇÃO

6.1 Fase de Projeto Básico

Nesta fase a apresentação do projeto dar-se-á através do relatório do projeto de engenharia a que corresponde, constituído de texto explicativo e desenhos das soluções propostas, conforme discriminado a seguir:

RELATÓRIO			
VOLUME	DISCRIMINAÇÃO	MATÉRIAS	FORMATO
1	Relatório do Projeto	<ul style="list-style-type: none">– Concepção do projeto da alternativa indicada– Análise técnica-econômica de alternativas de soluções estruturais	A4
2	Projeto Básico de Execução	<ul style="list-style-type: none">– Desenhos das seções transversais tipo, em tangente e em curva;– Croquis da pedra, indicando a localização no trecho, com amarração precisa em relação ao eixo da ferrovia e posição dos furos de sondagens preliminares, volume estimado de decapagem e volume útil estimado em relação ao plano de ataque previsto, informações relativas ao proprietário da área de ocorrência e resumo das características petrográficas, físicas e mecânicas da rocha analisada	A1, dobrado em formato A3
3	Memória Justificativa do Projeto	<ul style="list-style-type: none">– Discriminação de todos os serviços; distâncias de transporte e quantidade;– Especificações particulares e complementares	A4
3A	Estudos Geotécnicos	<ul style="list-style-type: none">– Quadro-resumo de resultados de ensaios do estudo preliminar de ocorrência de materiais.	A4
4	Orçamento Básico das Obras	<ul style="list-style-type: none">– Relação dos serviços a executar;– Custos unitários de cada serviço.	A4

6.2 Fase de Projeto Executivo

Nesta fase o projeto será apresentado no relatório do projeto executivo de engenharia a que corresponde, compreendendo os seguintes volumes:

RELATÓRIO			
VOLUME	TÍTULO	FORMATO	
		MINUTA	IMPRESSÃO DEFINITIVA
1	<p>Relatório do Projeto e Documentos para Concorrência</p> <ul style="list-style-type: none"> – Concepção do projeto; – Discriminação de todos os serviços, quantidades e distâncias de transporte. – Especificações Particulares e Complementares. – Declaração de responsabilidade de que os quantitativos foram calculados e verificados pelo projetista e que ele assume total responsabilidade pelos quantitativos apresentados, elaborada de acordo com o modelo apresentado no Anexo I. 	A4	A4
2	<p>Projeto de Execução</p> <ul style="list-style-type: none"> – Quadro-resumo contendo os quantitativos e distâncias de transporte dos diversos materiais que compõem o lastro e sublastro; – Gráfico de distribuição dos materiais e espessuras das camadas, final de terraplenagem, sublastro e lastro ao longo do trecho; – Desenhos da seção transversal tipo, em tangente e em curva, da via principal, de vias secundárias, desvios, passagens em nível, terminais e pátios ferroviários; – Planta detalhada de pedra com curvas de nível de 1 m a 1 m, indicando a localização no trecho, com amarração precisa em relação ao eixo da ferrovia e posição dos furos de sondagens, seções transversais mostrando os horizontes delineados pelas sondagens rotativas, área prevista para exploração, volume estimado de decapagem, volume útil em relação ao plano de ataque previsto, informações relativas ao proprietário da área de ocorrência e resumo das características petrográficas, físicas e mecânicas da rocha analisada; – Demais desenhos que elucidem o projeto. 	A1, dobrado em formato A3	A3
3	<p>Memória Justificativa</p> <ul style="list-style-type: none"> – Memória de cálculo do dimensionamento do lastro e sublastro; – Memória de cálculo das quantidades de serviços. 	A4	A4
3A	<p>Estudos Geotécnicos</p> <ul style="list-style-type: none"> – Quadros-resumo de resultados de ensaios; – Boletins de sondagens das ocorrências de materiais; – Boletins de sondagens do subleito. 	A4	A4

RELATÓRIO			
VOLUME	TÍTULO	FORMATO	
		MINUTA	IMPRESSÃO DEFINITIVA
3C	Notas de Serviço e Cálculo de Volumes – Notas de serviço das camadas de sublastro e/ou lastro.	A4	A4
4	Orçamento e Plano de Execução das Obras – Quadro de quantidade de materiais, serviços e equipamentos e respectivas especificações, por obra; – Custos unitários dos serviços; – Cronograma físico - financeiro; – Plano de Execução	A4	A4

ANEXO Nº I**DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE**

O Eng.º _____, responsável pelo Projeto de Superestrutura da Via Permanente – Lastro e Sublastro, e a empresa _____, aqui representada pelo seu responsável técnico, o Eng.º _____, declaramos que calculamos e verificamos os quantitativos relativos ao Projeto de Superestrutura da Via Permanente – Lastro e Sublastro, pelos quais assumimos total responsabilidade.

_____, _____ de _____ de 20____

Engenheiro Responsável

Empresa

ÍNDICE

APRESENTAÇÃO	7
1 OBJETIVO	9
2 SUBLASTRO	9
3 LASTRO	10
3.1 Especificações.....	11
3.1.1 Características Petrográficas.....	11
3.1.2 Propriedades Físicas.....	11
3.1.3 Propriedades Mecânicas	11
3.1.4 Granulometria.....	12
3.1.5 Substâncias Nocivas	12
4 ELABORAÇÃO DO PROJETO	12
5 FASES DO PROJETO	13
5.1 Fase de Projeto Básico	13
5.2 Fase de Projeto Executivo.....	13
6 APRESENTAÇÃO	14
6.1 Fase de Projeto Básico	14
6.2 Fase de Projeto Executivo.....	14
ÍNDICE	18