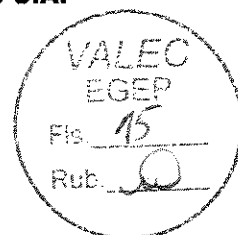


**VALEC**

Engenharia, Construções  
e Ferrovias S.A.



## **NORMA TÉCNICA PARA ESTRUTURA METÁLICA**

---

**ESPECIFICAÇÃO DE  
SERVIÇO**

**80-ES-028A-13-8008 Rev. 2**

**Aprovada a partir de  
Abril de 2017**

7.

Tipo de Documento:	Unidade Responsável:	Processo:	Código:	Página:
ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO	SUPRO/DIPLAN	51402.177563/2017-51	80-ES-028A-13-8008	1/13

**Resumo**

Esta Especificação de Serviço tem a finalidade de definir as características básicas para a execução de Estrutura Metálica a ser implantada em obras de vias férreas. São também aqui apresentados os requisitos concernentes a materiais, soldagem, montagem, controle de qualidade, manejo ambiental, critérios de medição e forma de pagamento dos serviços executados.

**Palavras-chave:** Estrutura, Aço, Solda.



Tipo de Documento: ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO	Unidade Responsável: SUPRO/DIPLAN	Processo: 51402.177563/2017-51	Código: 80-ES-028A-13-8008	Página: 2/13
------------------------------------------------	--------------------------------------	-----------------------------------	-------------------------------	-----------------

## Sumário

1. OBJETIVO .....	3
2. ÁREA DE APLICAÇÃO .....	3
3. REFERÊNCIAS.....	3
4. DISPOSIÇÕES NORMATIVAS .....	3
5. MATERIAL.....	4
5.1. Aço.....	4
5.2. Parafusos .....	4
5.3. Eletrodos para Solda.....	4
6. SOLDAS .....	5
6.1. Qualificação de Soldadores.....	6
6.2. Especificação de Procedimento de Soldagem (EPS).....	6
7. MONTAGEM.....	7
8. DIMENSÕES E TOLERÂNCIAS.....	8
9. APARÊNCIA .....	8
10. INSPEÇÃO E ACEITAÇÃO.....	9
10.1. Inspeção Dimensional.....	9
10.1.1. Amostragem.....	9
10.2. Inspeção de Soldagem .....	9
10.2.1. Amostragem.....	10
11. MANEJO AMBIENTAL.....	11
12. CRITÉRIO DE MEDIÇÃO .....	11
13. FORMA DE PAGAMENTO .....	11
14. VIGÊNCIA .....	12
ANEXO A – TERMO DE APROVAÇÃO.....	13

7.

Tipo de Documento: ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO	Unidade Responsável: SUPRO/DIPLAN	Processo: 51402.177563/2017-51	Código: 80-ES-028A-13-8008	Página: 3/13
------------------------------------------------	--------------------------------------	-----------------------------------	-------------------------------	-----------------

## 1. OBJETIVO

A presente especificação define os critérios básicos e detalha as diferentes condições de execução de Estrutura Metálica a ser implantada em obras de vias férreas. São também aqui apresentados os requisitos concernentes a materiais, controle de qualidade, manejo ambiental, critérios de medição e forma de pagamento dos serviços executados.

## 2. ÁREA DE APLICAÇÃO

Esta especificação aplica-se em todo o âmbito da VALEC

## 3. REFERÊNCIAS

AASHTO/AWS D1.5M/D1.5:2015 – Bridge welding code

ABNT NBR 5884:2003 – Perfil I estrutural de aço soldado por arco elétrico – Requisitos gerais

ABNT NBR 6355:2012 – Perfis estruturais de aço formados a frio – Padronização

ABNT NBR 8800:2008 – Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios

ABNT NBR 14842:2015 – Soldagem – Critérios para a qualificação e certificação de inspetores para o setor de petróleo e gás, petroquímico, fertilizantes, naval e termogeração (exceto nuclear)

ABNT NBR NM 315:2005 – Ensaios não destrutivos - Ensaio visual – Procedimento

ABNT NBR NM 334:2012 – Ensaios não destrutivos – Líquidos penetrantes – Detecção de descontinuidades

ABNT NBR NM 336:2012 – Ensaios não destrutivos – Ultrassom em solda – Procedimento

American Railway Engineering and Maintenance-of-Way Association - Manual for Railway Engineering

AWS D1.1/D1.1M:2015 Structural Welding Code – Steel

## 4. DISPOSIÇÕES NORMATIVAS

a) Esta especificação tem como fundamentação técnica as disposições das normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT. Quando não previstas em norma nacional, devem ser observadas as disposições das revisões mais recentes das normas do

Tipo de Documento:	Unidade Responsável:	Processo:	Código:	Página:
ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO	SUPRO/DIPLAN	51402.177563/2017-51	80-ES-028A-13-8008	4/13

Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – DNIT, aplicáveis ao caso, de normas da American Railway Engineering and Maintenance of Way Association – AREMA, além de critérios julgados cabíveis pela VALEC, os quais prevalecem sobre os demais, devendo os casos omissos ou dúbios, uma vez constatados, serem resolvidos pela equipe técnica da mesma.

b) A fabricação, montagem e inspeção de estrutura metálica devem obedecer às recomendações constantes das *Specifications for Steel Railway Bridges*, Parte 2, 3 e 4 da AREMA referentes a estruturas metálicas.

c) Em caso de conflito entre as recomendações da AREMA e as recomendações de projeto, prevalecem as últimas.

## 5. MATERIAL

### 5.1. Aço

a) O aço a ser empregado na estrutura metálica deve ser de alta resistência mecânica e à corrosão atmosférica, do tipo especificado na norma ASTM A588, ou similar.

b) A contratada deve demonstrar à fiscalização as características do aço por meio de ensaios.

### 5.2. Parafusos

a) Parafusos de alta resistência, quando usados, devem atender à norma ASTM A325 e/ou ASTM A490.

b) Parafusos comuns deverão estar em conformidade com a norma ASTM A307.

c) A contratada deve fornecer certificados de análise, evidenciando a qualidade dos materiais empregados.

### 5.3. Eletrodos para Solda

Os eletrodos a serem empregados na solda devem ser compatíveis com a composição química e características mecânicas do aço. O metal depositado deve ter resistência à corrosão similar à do metal-base. Para a seleção do eletrodo adequado, as prescrições da AWS D1.1 e NBR 8800:2008, bem como aquelas constantes no projeto, devem ser observadas. Na tabela 1, adaptada da NBR 8800:2008, são apresentados eletrodos de solda pré-qualificados para o metal-base recomendado por esta especificação. Caso se utilizem outros tipos de eletrodos ou outro processo de soldagem, que não sejam pré-qualificados pela AWS D1.1, deve-se realizar a qualificação do processo, conforme descrição do item 6.2 desta especificação. Podem ser necessários processos e materiais de soldagem especiais, como eletrodos de baixa liga E80XX-X, para atender as características de resistência à corrosão atmosférica e de resistência ao choque do metal-base.

Tipo de Documento:	Unidade Responsável:	Processo:	Código:	Página:
ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO	SUPRO/DIPLAN	51402.177563/2017-51	80-ES-028A-13-8008	5/13

Tabela 1 - Compatibilidade do metal-base com o metal da solda (Adaptado de NBR 8800:2008)

Metal-base	Metal da solda compatível			
	Arco elétrico com eletrodo revestido (SMAW)	Arco submerso (SAW)	Arco elétrico com proteção gasosa (GMAW)	Arco elétrico com fluxo no núcleo (FCAW)
A588	AWS A5.1-E7015, E7016, E7018, E7028.	AWS A5.17-F7-XX-EXXX, F7-XX-ECXXX.	AWS A5.18-ER70S-X, E70C-XC, E70C-XM. (exceto -GS)	AWS A5.20-E7XT-X, E7XT-XM (exceto -2, -2M, -3, -10, -13, -14 e -GS com espessura superior a 12 mm)
	AWS A5.5*-E7015-X, E7016-X, E7018-X.	AWS A5.23*-F7-XX-EXXX-XX, F7-XX-ECXXX-XX.	AWS A5.28*-ER70S-XXX, E70C-XXX.	AWS A5.29*-E7XTX-X, E7XTX-XM

*\*Grupos B3, B3L, B4, B4L, B5, B5L, B6, B6L, B7, B7L, B8, B8L, B9, ou qualquer grau BXH não são pré-qualificados.*

## 6. SOLDAS

Todas as soldagens deverão ser realizadas por soldadores qualificados e o procedimento da soldagem deverá ser enviado a VALEC, antes do início das operações de solda.

A soldagem deve ser realizada de modo a não causar empenos ou gerar esforços adicionais nos elementos, devendo também ser realizada ao abrigo da chuva, vento e demais condições climáticas que possam afetar a qualidade final da solda.

As superfícies a serem soldadas deverão estar limpas, sem a presença de escamas soltas, escórias, graxa, tinta, ferrugem e outros materiais estranhos que possam afetar a eficiência da soldagem ou gerar vapores indesejados.

7.

Tipo de Documento: ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO	Unidade Responsável: SUPRO/DIPLAN	Processo: 51402.177563/2017-51	Código: 80-ES-028A-13-8008	Página: 6/13
------------------------------------------------	--------------------------------------	-----------------------------------	-------------------------------	-----------------

### 6.1. Qualificação de Soldadores

Os serviços de solda deverão ser executados por soldadores previamente qualificados, por meio de teste, para cada processo de soldagem a ser empregado na fabricação ou montagem. Os procedimentos de teste e qualificação dos soldadores deverão estar de acordo com as prescrições AWS D1.1. O tipo e quantidade de ensaios são definidos, na AWS D1.1, em função do tipo de soldagem, posição e dimensão dos elementos. Entre os ensaios que devem ser realizados, destacam-se:

- a) Inspeção visual;
- b) Flexão de face;
- c) Flexão de raiz;
- d) Flexão lateral;
- e) Análise macrográfica;
- f) Ruptura de solda de filete.

Os ensaios deverão ser executados às expensas da contratada e em laboratório especializado. A contratada deverá fornecer à VALEC cópias dos certificados de qualificação dos soldadores.

### 6.2. Especificação de Procedimento de Soldagem (EPS)

Antes do início das operações de soldagem, deverá ser entregue a VALEC, descrição detalhada de todos os procedimentos de soldagem que serão utilizados, os quais devem obedecer às prescrições da AWS D1.1, AWS D1.5 e da NBR 8800:2008. Dentre as variáveis que devem ser apresentadas nesta especificação, destacam-se:

- a) Processo(s) de soldagem;
- b) Projeto da junta;
- c) Posição de soldagem;
- d) Composição, classe e espessura do(s) metal(is) de base;
- e) Tipo e características dos consumíveis;
- f) Características elétricas, como corrente, tensão;
- g) Temperatura de pré-aquecimento e interpasse;
- h) Técnica operatória.
- i) Número aproximado de passes;
- j) Tratamento térmico pós-solda.

Tipo de Documento: ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO	Unidade Responsável: SUPRO/DIPLAN	Processo: 51402.177563/2017-51	Código: 80-ES-028A-13-8008	Página: 7/13
------------------------------------------------	--------------------------------------	-----------------------------------	-------------------------------	-----------------

Sempre que o procedimento não cumprir todas as disposições da AWS D1.1 de procedimentos pré-qualificados, deverá ser feita a qualificação do processo de soldagem em laboratório especializado através de testes em corpos-de-prova, às custas da contratada. Devem ser entregues à VALEC os Registros de Qualificação de Procedimentos (RQPS) referentes aos procedimentos ensaiados.

Sempre que julgar necessário, a VALEC poderá solicitar que se repitam os ensaios de qualificação dos procedimentos ou se realizem outros ensaios adicionais, às custas da contratada.

## 7. MONTAGEM

a) Todas as recomendações e restrições contidas no Volume 2, Capítulo 15, Parte 4 da AREMA devem ser observadas na montagem.

b) Devem ser utilizados equipamentos e ferramentas adequadas ao bom desempenho dos serviços.

c) Para cada estrutura, antes do início dos serviços, a contratada deve elaborar e submeter à aprovação da VALEC um plano de montagem, que deverá abordar, minimamente, os seguintes aspectos:

I. Disposição do canteiro de obra;

II. Detalhamento do processo de montagem;

III. Plano de "Rigging";

IV. Execução das ligações;

V. Equipamentos, tanto os principais, como guias e guindastes, quanto os auxiliares, como máquinas de solda, guincho, geradores;

VI. Mão-de-obra, apresentando dimensionamento das equipes, organograma, qualificações e certificações necessárias;

VII. Ferramentas e consumíveis;

VIII. Estruturas auxiliares;

IX. Plano de segurança.

d) Os cálculos de montagem, incluindo a verificação de tensões e estabilidade dos diversos conjuntos de estruturas, são de responsabilidade da contratada, e devem ser submetidos à aprovação da VALEC.

e) A aprovação da VALEC não isenta a contratada de total responsabilidade quanto a erros ou acidentes que possam ocorrer.



Tipo de Documento:	Unidade Responsável:	Processo:	Código:	Página:
ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO	SUPRO/DIPLAN	51402.177563/2017-51	80-ES-028A-13-8008	8/13

## 8. DIMENSÕES E TOLERÂNCIAS

a) Devem ser observadas, na fabricação, todos os detalhes e dimensões indicadas no projeto.

b) As dimensões de conjuntos, partes de conjunto e peças indicadas nos desenhos não podem sofrer desvios superiores aos prescritos na NBR 8800, em sua revisão mais recente, conforme descrito abaixo:

### 12.2.1.7 Tolerâncias dimensionais

12.2.1.7.1 É permitida uma variação de 1 mm no comprimento total de barras com ambas as extremidades usinadas, com rugosidade média igual ou inferior a 12,5 µm, para ligação por contato.

12.2.1.7.2 Barras sem extremidades usinadas para contato, e que devem ser ligadas a outras partes de aço da estrutura, podem ter uma variação em relação ao comprimento detalhado não superior a 2 mm, para barras de até 9000 mm, e não superior a 3 mm, para barras com comprimentos acima de 9000 mm.

12.2.1.7.3 A não ser que seja especificado em contrário, uma barra de perfil laminado pode ter as mesmas tolerâncias permitidas pela ASTM A6 para perfis W. Para os perfis soldados deve ser obedecida a ABNT NBR 5884. A tolerância de falta de linearidade de barras comprimidas não pode ultrapassar 1/1000 do comprimento do eixo longitudinal entre pontos que serão lateralmente contraventados.

12.2.1.7.4 Vigas e treliças detalhadas sem especificação de contraflecha devem ser fabricadas de tal forma que, após a montagem, qualquer flecha devida à laminação ou à fabricação fique voltada para cima. Caso seja especificada contraflecha e a flecha decorrente da laminação ou da fabricação seja igual ou superior a 75% desse valor, a contraflecha pode ser dispensada. A contraflecha pode ter:

a) 13mm acima do valor estipulado nas vigas de alma cheia com até 15 m de comprimento, mais 3 mm para cada 3 m ou fração que ultrapassar os 15 m;

b) 1/800 da distância entre os apoios acima do valor estipulado nas treliças.

12.2.1.7.5 Qualquer desvio permissível em alturas de seções de vigas pode resultar em mudanças bruscas de altura nos locais de emendas. Qualquer uma dessas diferenças de altura em emendas com talas, dentro das tolerâncias prescritas, deve ser compensada com chapas de enchimento, com o conhecimento do responsável pelo projeto. Nas emendas soldadas de topo, o perfil da solda pode ser adaptado para se ajustar às variações permissíveis de altura, desde que a solda tenha a seção transversal mínima necessária e que a declividade da sua superfície satisfaça os requisitos da AWS D1.1. "

## 9. APARÊNCIA

Além da observância de boas técnicas de execução e normas aplicáveis, especialmente aquelas da Volume 2, Capítulo 15, Parte 3 da AREMA, as estruturas acabadas

Tipo de Documento: ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO	Unidade Responsável: SUPRO/DIPLAN	Processo: 51402.177563/2017-51	Código: 80-ES-028A-13-8008	Página: 9/13
------------------------------------------------	--------------------------------------	-----------------------------------	-------------------------------	-----------------

devem se apresentar com boa aparência, livres de sujeiras, graxas, respingos de solda e deformações que, embora toleráveis sob o ponto de vista técnico, prejudiquem a aparência do conjunto.

## **10. INSPEÇÃO E ACEITAÇÃO**

a) Durante o processo de montagem, devem ser inspecionadas a qualidade do material, a qualidade das soldas, os processos e cálculos de montagem, as tolerâncias e quaisquer outros elementos que forem necessários, a critério da VALEC.

b) A fiscalização detém autoridade suficiente para rejeitar materiais e serviços que não estiverem de acordo com os detalhes do projeto e especificações da AREMA.

c) O material ou serviço rejeitado deve ser prontamente substituído ou recuperado pela contratada sem qualquer ônus para a VALEC. A aceitação pela fiscalização de material ou do serviço não impede sua futura rejeição, caso venha a ser encontrado defeito que justifique tal procedimento.

### **10.1. Inspeção Dimensional**

a) Durante a inspeção dimensional, deverão ser consideradas as tolerâncias definidas no item 8 desta especificação.

#### **10.1.1. Amostragem**

a) Para estruturas primárias, como longarinas, vigas e montantes, deverá ser inspecionado pelo menos 50% do peso total dos elementos.

b) Para estruturas secundárias, como chapas de ligação, contraventamentos, presilhas, transversinas, travessas, tampas, conectores e insertos, deverá ser inspecionado pelo menos 20% do peso total.

### **10.2. Inspeção de Soldagem**

a) A VALEC poderá inspecionar todas as soldas utilizando ensaios não destrutivos ou qualquer método que julgar necessário.

b) As soldas consideradas defeituosas deverão ser reparadas ou substituídas, quando necessário, sem custos adicionais para a VALEC.

c) Os reparos deverão ser aprovados pela VALEC e as soldas reparadas só poderão ser aceitas após inspeção e realização de teste não destrutivo, como o radiográfico, ultrassônico ou similar.

7

Tipo de Documento: ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO	Unidade Responsável: SUPRO/DIPLAN	Processo: 51402.177563/2017-51	Código: 80-ES-028A-13-8008	Página: 10/13
------------------------------------------------	--------------------------------------	-----------------------------------	-------------------------------	------------------

### 10.2.1. Amostragem

a) Deverá ser realizada inspeção visual em todas as soldas.

b) O ensaio visual deve respeitar as indicações da ABNT NBR NM 315:2007. Quando realizado sem auxílios óticos (método direto), deve ser executado a uma distância máxima de 640 mm e um ângulo mínimo de 30° com a superfície sob ensaio, com luminosidade mínima de 1000 lux.

c) Critérios de aceitação para a inspeção visual são os definidos em AWS D1.1, dentre os quais se destacam:

I. Qualquer trinca deve ser inaceitável;

II. Deve existir fusão completa entre camadas adjacentes de metal de solda e entre o metal de solda e o metal-base;

III. Todas as crateras devem ser preenchidas para fornecer o tamanho de solda especificado;

IV. Os perfis de solda devem estar em conformidade com o especificado;

V. Pode-se iniciar a inspeção após as soldas finalizadas terem resfriado até a temperatura ambiente;

VI. Em membros primários, a mordedura não deve ser mais profunda que 0,25 mm, quando a solda é transversal à tensão de tração sob qualquer condição de projeto de carga. A mordedura não deve ser mais profunda que 1 mm para os demais casos;

VII. A frequência de porosidade tubular em soldas de filete não deve exceder uma em cada 100 mm de comprimento de solda e o diâmetro máximo não deve exceder 2,5 mm;

VIII. Soldas em chanfro em juntas de topo transversais à direção de tração não devem ter porosidade de cano. Para as demais soldas em chanfro, a frequência de porosidade de cano em soldas de filete não deve exceder uma em cada 100 mm de comprimento de solda e o diâmetro máximo não deve exceder 2,5 mm.

d) Após aprovação na inspeção visual e com objetivo de avaliar a existência de descontinuidades internas nas soldas, deverão ser realizados testes não destrutivos, como ensaios radiográficos, ultrassônicos, líquido penetrante, magnético ou equivalentes, seguindo as prescrições da AWS D1.1 em:

I. Todas as soldas de topo presentes na mesa dos elementos submetidos a flexão ou tracionados;

II. Todas as soldas em chapas com espessura superior a 25mm;

III. Pelo menos 10% das ligações para os demais tipos de solda.

7.

Tipo de Documento: ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO	Unidade Responsável: SUPRO/DIPLAN	Processo: 51402.177563/2017-51	Código: 80-ES-028A-13-8008	Página: 11/13
------------------------------------------------	--------------------------------------	-----------------------------------	-------------------------------	------------------

## 11. MANEJO AMBIENTAL

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

I. Todo o material excedente ou sobras deve ser removido das proximidades da obra, devendo ser transportado para local pré-definido 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 onde possam causar passivos ambientais;

II. O tráfego de máquinas e funcionários deve ser disciplinado, de forma a evitar a abertura indiscriminada de caminhos e acessos, pois acarretaria em desmatamento desnecessário;

III. A área afetada pelas operações de construção deve ser recuperada mediante a limpeza do canteiro de obras, devendo ainda ser efetuada sua recomposição ambiental;

IV. 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.

b) Além destas, devem ser observadas, no que couberem, as disposições da série Norma Ambiental VALEC (NAVA) e a Política de Meio Ambiente da VALEC, nas suas edições mais recentes.

## 12. CRITÉRIO DE MEDIÇÃO

A estrutura metálica é medida em kg de aço utilizado, conforme elementos do projeto.

A medição é feita em três etapas:

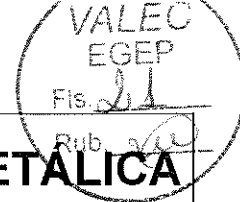
a) A fabricação e o fornecimento são medidos após a pré-montagem, de acordo com os elementos do projeto e liberação pela fiscalização.

b) O transporte é medido quando o material for depositado no canteiro de obra, pelas notas fiscais, até o limite de peso no projeto.

c) A montagem é medida após o seu término in loco e de acordo com os elementos previstos no projeto.

## 13. FORMA DE PAGAMENTO

A estrutura metálica é paga aos preços unitários contratuais, estando neles incluídos o fornecimento dos componentes, transporte, pré-montagem, lançamento, equipamentos, soldas, mão de obra com encargos e demais serviços necessários.



<b>VALEC</b> Engenharia, Construções e Ferrovias S.A.		<b>ESTRUTURA METALICA</b>		
Tipo de Documento: ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO	Unidade Responsável: SUPRO/DIPLAN	Processo: 51402.177563/2017-51	Código: 80-ES-028A-13-8008	Página: 12/13

14. VIGÊNCIA

Esta Norma foi aprovada pela Diretoria de Planejamento, conforme Termo de Aprovação.

7

Tipo de Documento: ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO	Unidade Responsável: SUPRO/DIPLAN	Processo: 51402.177563/2017-51	Código: 80-ES-028A-13-8008	Página: 13/13
------------------------------------------------	--------------------------------------	-----------------------------------	-------------------------------	------------------

**ANEXO A – TERMO DE APROVAÇÃO**

<b>VALEC</b> Engenharia, Construções e Ferrovias S.A.	Termo de Aprovação
<p>Este Documento Normativo foi aprovado pela Diretoria de Planejamento, em 18/04/2017, e entrará em vigor na data da sua assinatura.</p> <p>Brasília, 18 de abril de 2017.</p> <p> Marcia Guimarães de Aquino Diretor de Planejamento VALEC Eng. Const. e Ferrovias S.A. Diretor de Planejamento VALEC</p>	