

Sumário

1. Finalidade.....	2
2. Âmbito de aplicação.....	2
3. Conceitos básicos.....	2
3.1. Documentos técnicos.....	2
3.2. Inspetor.....	2
3.3. Estrutura.....	2
3.4. Fornecimento.....	2
3.5. Pré montagem.....	2
3.6. Testes e ensaios.....	2
4. Normas complementares.....	2
5. Sistema de unidades.....	4
6. Interpretação de documentos e documentos para aprovação.....	4
7. Proposta técnica – composição.....	4
8. Matéria Prima.....	6
8.1. Lotes.....	6
8.2. Qualidade.....	6
8.3. Perfis laminados H - padrão americano.....	7
9. Fabricação.....	7
9.1. Requisitos gerais.....	7
9.2. Cortes e dobras.....	7
9.3. Furos.....	8
9.4. Soldas.....	8
9.5. Marcação das peças.....	8
9.6. Galvanização.....	9
9.7. Pré montagem.....	9
9.8. Excessos.....	9
10. Plano de controle de qualidade – ensaios e certificados.....	9
10.1. Pré montagens.....	10
10.2. Ensaios certificados do relatório final.....	10
10.3. Ensaios mecânicos.....	10
10.4. Ensaios de zincagem.....	10
10.5. Qualificação das soldas.....	10
10.6. Expedição.....	11
11. Exigências das instalações.....	11
11.1. Galvanização.....	11
11.2. Ensaios.....	11
12. Cooperação.....	11
13. Rejeição.....	11
14. Embalagens.....	12
15. Transporte.....	12
16. Garantia.....	12
17. Autores.....	12

1. Finalidade

Estabelecer as exigências técnicas mínimas que devem ser atendidas para a fabricação e recebimento de estruturas metálicas de aço galvanizado para aplicação em linhas aéreas de transmissão e subestações.

2. Âmbito de aplicação

Engenharia, Gestão de Ativos e Suprimentos da CPFL Paulista e Piratininga.

3. Conceitos básicos

Os termos abaixo cujos significados não forem explicitamente declarados em outra parte desta especificação ou em qualquer outro documento, devem ser assim entendidos:

3.1. Documentos técnicos

Designa desenhos, catálogos, cronogramas, relatórios, certificados, planos e listas para inspeção.

3.2. Inspetor

Designa colaborador da CPFL, ou qualquer organização por ela autorizada para agir como seu representante com relação ao fornecimento.

3.3. Estrutura

Designa o conjunto unitário e completo com todos os seus componentes e acessórios que deve atender ao desempenho e qualidade explicitadas nesta especificação.

3.4. Fornecedor

Designa as estruturas completas e seus componentes, galvanização, trabalho de pré montagem, testes, ensaios laboratoriais, plano de inspeção, embalagens e transporte até o local designado para entrega, conforme previstos no contrato de fornecimento.

3.5. Pré montagem

Montagem experimental por tipo de estrutura, com todos os seus elementos e componentes em posição e condições que permitam inspeção visual, dimensional e funcional das mesmas, previamente à fabricação do lote.

3.6. Testes e ensaios

Realizados na presença do inspetor e de acordo com o plano de inspeção pré estabelecido entre fornecedor e CPFL.

4. Normas complementares

Na aplicação desta especificação devem ser consultadas as seguintes normas e documentos complementares:

- ASCE: Manual and reports on engineering practice n. 52. Guide for design of steel transmission towers. Second edition;
- ASTM A6: Specification for general requirements for of rolled steel plates, shapes, sheet piling and bars for structural use;
- ASTM A36: Specification for structural steel;
- ASTM A90: Test methods for weight of coating on zinc - coated (galvanized) iron or steel articles;
- ASTM A123: Specification for zinc (hot - dip galvanized) coatings on iron and steel products fabricated from rolled, pressed, and forged steel shapes, plates, bars and strips;
- ASTM A143: Recommended practice for safeguarding against embrittlement of hot - dip galvanized structural steel products and procedure for detecting embrittlement;
- ASTM A153: Specification for zinc coating (hot - dip) on iron and steel hardware;
- ASTM A239: Test method for locating the thinnest spot in a zinc (galvanized) coating on iron and steel articles by the Preece Test (copper sulfate dip);
- ASTM A242: Specification for high strength low-alloy structural steel;
- ASTM A370: Test methods and definitions for mechanical testing of steel products;
- ASTM A394: Specification for zinc-coated steel transmission tower bolts;
- ASTM A441: Specification for high strength low-alloy structural Manganese Vanadium steel;
- ASTM A529: Specification for structural steel with 42000 psi (290 MPa) minimum yield point ($1/2$ in. (12,7mm) maximum thickness;
- ASTM A563: Specification for carbon and alloy steel nuts;
- ASTM A563M: Specification for carbon and alloy steel nuts (metric);
- ASTM A570: Specification for hot-rolled carbon steel and strip, structural quality;
- ASTM A572: Specification for high strength low-alloy Columbium-Vanadium steels of structural quality;
- ASTM A588: Specification for high-strength low-alloy structural steel with 50.000 psi (345 MPa) minimum yield point to 4 in thick;
- ASTM A606: Specification for steel sheet and strip, hot-rolled and cold-rolled, high strength, low-alloy, with improved atmospheric corrosion;
- ASTM A607: Specification for steel sheet and strip, hot-rolled and cold-rolled, high-strength, low-alloy columbium and or Vanadium;

- ASTM A715: Specification for steel sheet and strip, hot-rolled, high-strength, low-alloy, with improved formability;
- ASTM B6: Specification for zinc metal (slab zinc);
- ASTM E376: Practice for measuring coating thickness by magnetic-field or eddy-current (electromagnetic) test methods;
- NBR 5984: Norma geral de desenho técnico;
- NBR 6109: Cantoneiras de abas iguais de aço laminado. Dimensões e tolerâncias;
- NBR 7095: Ferragens eletrotécnicas para linhas de transmissão e subestações de alta tensão e extra alta tensão;
- AISC: Manual of steel construction, sétima edição;
- ANSI B18.2.1: Square and hex bolts and screws. (Inch series);
- ANSI B18.2.2: Square and hexagon nuts. (Inch series);
- ANSI B18.5: Round head bolts;
- AWS D1: American Welding Society Standards "Code for Welding in Building Construction".

5. Sistema de unidades

Todos os documentos e desenhos devem fazer uso do sistema internacional de unidades – sistema métrico decimal. Se outro sistema de unidades for utilizado, a conversão para o sistema métrico deverá ser indicada.

6. Interpretação de documentos e documentos para aprovação

Todo e qualquer erro de redação cometido pelo fornecedor que possa afetar a interpretação da proposta técnica, ou mesmo de correspondência posterior a esta, é de inteira responsabilidade do fornecedor, que se sujeitará às penalidades que do erro advenham.

O fornecedor deve remeter para aprovação todo e qualquer documento que julgar necessário. A CPFL a qualquer tempo, se assim o entender, pode "à posteriori" especificar e exigir do fornecedor todo e qualquer documento ou descrição de qualquer acessório para acompanhar e controlar a qualidade de fabricação.

A aprovação dos documentos não exime o fornecedor de suas responsabilidades no projeto e fabricação das estruturas, que devem estar de acordo com esta especificação, cumprir perfeitamente sua finalidade e não contrariar as normas nomeadas.

7. Proposta técnica – composição

A proposta técnica deve ser apresentada obedecendo os preceitos das normas

específicas de licitação/convite, normas técnicas pertinentes e desta especificação. Deve ser redigida em língua portuguesa e conter o que segue.

i. Cliente.

ii. Fornecimento.

Estruturas metálicas galvanizadas zincadas a quente, para uso em subestações e linhas de transmissão, conforme esta especificação e licitação/convite.

iii. Projetos e cálculos.

As estruturas serão fabricadas com base em desenhos construtivos fornecidos pela CPFL, em uma via, junto ao licitação/convite.

iv. Quantidades e pesos.

Peso total estimado teórico, peso máximo admissível, peso real obtido na balança, itens de fornecimento, código da estrutura correspondente e quantidade.

v. Materiais e normas.

- Laminados de aço, perfilados, chapas que serão empregados na fabricação das estruturas e normas correspondentes;
- Parafusos, porcas e arruelas, tipos, características mecânicas e porcentagem de excesso sobre quantidades de projetos;
- Normas correspondentes.

vi. Galvanização por imersão à quente.

Normas e especificações para:

- Perfilados e chapas;
- Parafusos, porcas e arruelas;
- Acessórios, quando houver.

vii. Marcação por punção do código característico da estrutura e número da peça, previamente à galvanização.

- Localização;
- Profundidade;
- Altura.

viii. Inspeção e Ensaios.

- Acesso para inspetores nas dependências da fábrica no período de fabricação e horários normais de funcionamento;
- Ensaios previstos, executados em laboratórios ou em campo, em quantidade razoável de amostras representativas da produção, conforme plano de controle de qualidade adiante especificado;

- Deverá ser previsto suporte técnico e certificados de identificação e rastreabilidade, inspeção e ensaios de recebimento de matéria prima, à disposição de Inspetores. Remessa de documentos referente à encomenda;
 - Outros ensaios eventuais.
- ix. Embalagens.
- Tipos, Características, Normas e Pesos máximos.
- x. Transporte.
- Entrega - CIF - Local determinado pela CPFL.
 - Descarga - Condições.
 - Demais condições conforme licitação/convite.
- xi. Garantias.
- Prazos e condições.

8. Matéria Prima

Os materiais empregados na fabricação das estruturas, bem como parafusos, porcas e arruelas, devem ter suas características comprovadas por certificados de origem e qualidade da matéria prima, fornecidos por usinas ou produtores, devidamente relacionados aos produtos fornecidos que atestem que o material foi produzido, inspecionado, ensaiado e aprovado conforme requisitos de norma técnica correspondente.

8.1. Lotes

Os lotes de materiais a serem utilizados devem ser perfeitamente rastreáveis desde o início do processo de aquisição até o fim do processo produtivo.

8.2. Qualidade

Não são admitidos materiais com qualidade inferior as estabelecidas pelas normas:

- Aço estrutural (perfilados, perfis não planos, chapas grossas e finas) com características do aço ASTM A36 e ASTM A572 grau 50. A menos que previamente e expressamente autorizada a utilização pela CPFL;
- Parafusos - ASTM A394;
- Parafusos Degrau e Parafusos Chumbadores - SAE 1020;
- Porcas e Arruelas - ASTM A153;
- Arruelas quadradas ou redondas fabricadas em aço ASTM A36 A572 Grau 50 ou similar atenderão à ASTM A283;
- Pureza do Zinco para Galvanização ASTM B 6 e composição do banho de zinco ASTM A123;

8.3. Perfis laminados H - padrão americano

Os perfis "H" para estrutura de apoio e distribuição indicados em projeto como perfis laminados "H" - Padrão Americano - podem ser substituídos por conjuntos soldados, fabricados com chapas de espessuras equivalentes, soldadas com entalhes e completa penetração, devendo atender as seguintes características, para aceitação por ocasião da inspeção:

- Emendas junta de topo soldadas com entalhes e completa penetração, em posições desencontradas nas abas e na alma e atenderem aos requisitos de execução e controle de qualidade do AISC e AWS;
- O metal da solda deve ser compatível com metal base;
- Perfil e solda devem atender conjuntamente as mesmas condições de solicitações de projetos;
- Devem ser executadas de acordo com a resistência máxima do perfil para que o mesmo seja considerado como uma barra única;
- O cálculo e o dimensionamento da solda devem atender esforços do projeto quanto à solicitação a Flexo Compressão;
- As soldas devem ser executadas por soldador qualificado, comprovado por registro de qualificação de soldador;
- Todas as soldas com penetração total serão obrigatoriamente submetidas à ensaio de ultra som em 100%;
- Devem ser tomados todos os cuidados contra qualquer empenamento, sendo conferida a sua perfeita retificação;
- As juntas em "T" devem atender aos requisitos de execução e controle de qualidade do AISC e AWS.

9. Fabricação

9.1. Requisitos gerais

A fabricação deve respeitar as técnicas e processos normalmente empregados neste tipo de trabalho, podendo-se adotar as normas do "Manual of Steel Construction", do American Institute of Steel Construction, última edição, sendo que, a fabricação somente terá início após a pré-montagem por tipo de estrutura.

Antes de seu uso na fabricação, os materiais laminados devem estar desempenados dentro das tolerâncias de fornecimento. Qualquer trabalho corretivo está sujeito rigorosamente às limitações de normas e métodos aprovados, usualmente empregados, bem como a serem rejeitados.

9.2. Cortes e dobras

Todos os cortes devem ser feitos sem deixar arestas vivas, rebarbas ou saliências nas

bordas.

Os comprimentos dos cortes de pontas de abas de cantoneiras devem ser os menores possíveis, apenas o necessário para desobstruir o ponto de ligação. Não é permitido o uso de maçarico.

A execução de dobras será feita de maneira a evitar que as peças se tornem quebradiças. Para tanto, deverão ser atendidas as recomendações da norma ASTM A143.

Nenhuma peça deve ser fletida por motivos de ordem construtiva. Se as fixações de dois ou mais elementos resultarem em planos diferentes, deve ser prevista a colocação de calços galvanizados retos ou oblíquos, de espessura apropriada, junto com os parafusos.

9.3. Furos

O diâmetro dos furos não deve exceder o diâmetro nominal do parafuso mais $\frac{1}{16}$ ", após a galvanização.

Todos os furos devem ser feitos obrigatoriamente antes da galvanização.

Não é permitido o uso de alargadores para corrigir alinhamentos mal executados.

A execução de furos e cantoneiras ou chapas deve ser feita observando-se o seguinte:

- Puncionados em uma só operação:

Aço - A36: E igual ao diâmetro do parafuso.

Aço - A572 GR50: E igual ao diâmetro do parafuso menos $\frac{1}{16}$ ".

Aço - A572 GR65: E igual ao diâmetro do parafuso menos $\frac{1}{8}$ ".

Observação: E = à espessura da cantoneira ou chapa.

- Subpuncionados e alargados a broca:

Para cantoneiras ou chapas com espessuras maiores que as especificadas anteriormente, os furos devem ser subpuncionados e alargados a broca.

9.4. Soldas

As soldas quando indicadas nos desenhos devem ser executadas por soldadores com experiência comprovada pelo fornecedor, com certificado ou registro de qualificação de soldador.

A técnica a ser empregada, a execução, a aparência e a qualidade devem estar de acordo com as normas correspondentes a cada caso.

Soldas de penetração total devem ser documentadas com registro de qualificação de soldador, especificação dos procedimentos de soldagem e submetidas a testes de ultra-som.

9.5. Marcação das peças

Cada peça deve ser estampada antes da galvanização com uma marca formada por letras e números, de maneira a identificar-se claramente:

- sigla do fornecedor;
- código da estrutura;
- número da peça - posição.

As marcas deverão obedecer os seguintes critérios:

- na mesma posição relativa para peças semelhantes;
- visíveis após a montagem;
- profundidade de aproximadamente 0,8mm;
- altura mínima de 12mm;
- visíveis após a galvanização.

9.6. Galvanização

A galvanização de todas as peças, deve ser feita por imersão a quente, sendo aplicada somente após o corte, perfuração, dobramento, marcação e limpeza e de acordo com as normas ASTM A123 para perfilados e chapas e ASTM A153, ASTM A143 para os parafusos, porcas e arruelas.

Para evitar acúmulo de zinco em roscas galvanizadas das porcas é conveniente repassá-las após a galvanização de forma a permitir ajuste manual do parafuso.

A camada de zinco não deve descamar-se, mesmo durante o transporte ou montagem.

9.7. Pré montagem

Após a liberação da pré montagem, pela CPFL será iniciada a fabricação do lote.

Devem ser realizados ensaios, conforme estabelecido no plano de controle de qualidade adiante especificado.

Os equipamentos para realização dos ensaios devem estar aferidos por entidade reconhecida e autorizada.

9.8. Excessos

Parafusos, porcas, arruelas e acessórios devem ser fornecidos acrescidos de 5% sobre a necessidade real.

10. Plano de controle de qualidade – ensaios e certificados

O fornecedor deve enviar à CPFL para aprovação, com prazo mínimo de 15 dias de antecedência em relação à data de Inspeção de Pré Montagem o plano de controle de qualidade e de inspeção, que será utilizado por inspetor da CPFL por ocasião da inspeção cuja data será previamente acordada com a CPFL.

nota: O Plano de Inspeção deve ser enviado para aprovação da CPFL antes do início

da fabricação.

10.1. Pré montagens

- Uma pré montagem por tipo de estrutura.
- Ensaios visual e dimensional.

10.2. Ensaios certificados do relatório final

- Testes mecânicos de tração e dobramento em matéria prima conforme norma ASTM - A370 rastreamento da matéria prima.
- Certificados de origem e qualidade da matéria prima, constando dados de rotina tais como: descrição do produto, dimensões, composição ou análise química, propriedades mecânicas, ensaios, análises e tolerâncias de acordo com requisitos das normas técnicas pertinentes ao produto e que serão referenciadas.

10.3. Ensaios mecânicos

- Ensaio de Tração Excêntrica em parafusos conforme norma ASTM A394 e dimensões, conforme normas ANSIB.18.2.1 e ANSIB.18.2.2.
- Ensaio de cisalhamento em parafusos ruptura no corpo e na rosca, conforme norma ASTM A394.
- Ensaio de tração e dobramento, em corpos de prova de perfis representativos das estruturas, conforme norma ASTM A370.

10.4. Ensaios de zincagem

- Ensaios de Preece em porcas, arruelas, parafusos e corpos de prova de chapas e perfis representativos das estruturas, conforme norma NBR 7400.
- Ensaio de peso da camada de zinco em corpos de prova de perfis representativos das estruturas, conforme norma NBR 7397 e tabela massa por unidade de área NBR 6323.
- Ensaio de Aderência em corpos de prova representativos das estruturas, conforme norma NBR 7398.
- Espessura de Camada Processo não Destrutivo Método Magnético ASTM E376 e NBR 7399.
- Controle qualitativo, quantitativo e origem do zinco comprovado por certificado de análise do banho de zinco, assinado por químico responsável.
- Certificado de inspeção de pré montagem.

10.5. Qualificação das soldas

- Exame visual.
- Teste com líquido penetrante. Amostragem aleatória e será obrigatoriamente realizado em caso de dúvida na interpretação da inspeção visual.

- Relatório de qualificação e especificação do procedimento de soldagem.
- Ensaio por ultra som para soldas com penetração total, conforme AWS D1.1. Será emitido certificado referente ao ensaio e registro de qualificação de soldador para o caso previsto no item 8.3.

10.6. Expedição

Os materiais devem ser examinados com base nos romaneios de expedição, conferindo-se quantidades, pesos e espessura da galvanização.

Os romaneios ou listas de embarque devem indicar o número de volumes/amarrados, código da estrutura a que pertencem, posições, discriminação dos materiais, dimensões, quantidade de peças, pesos correspondentes, espessura, etc.

Qualquer lote do material será aprovado para entrega após ter sido aprovado em todas as inspeções e ensaios solicitados na presente especificação e de acordo com as normas técnicas pertinentes.

11. Exigências das instalações

Caso o proponente não apresente em suas instalações as condições constantes dos itens 11.1. e 11.2. deve informar as empresas ou entidades que serão por ele subcontratadas para atendê-los. Caso as subcontratadas não sejam consideradas habilitadas pela CPFL para a prestação do serviço, a proposta será tecnicamente desclassificada.

11.1. Galvanização

O tamanho da cuba deve possibilitar a galvanização, em duas imersões no máximo, de toda e qualquer peça das estruturas.

As duas imersões devem ocorrer sem solução de continuidade.

Se o proponente não dispuser de instalações próprias, ou se a cuba de sua instalação não atender ao requisito anterior, deve informar na sua proposta outras empresas que serão por ele subcontratadas para executar os serviços de galvanização.

11.2. Ensaios

Caso o proponente não disponha dos equipamentos necessários para a realização dos ensaios mecânicos aplicáveis, deverá informar na sua proposta outras empresas ou entidades que serão por ele subcontratadas para realizar os ensaios.

12. Cooperação

Além dos procedimentos de controle de qualidade do fornecedor, o material e a qualidade do serviço estarão permanentemente sujeitas à inspeção, permitindo-se o acesso programado aos locais onde estão sendo executados os serviços.

13. Rejeição

O material ou serviço que não atenderem aos requisitos de normas técnicas ou desta especificação podem ser rejeitados a qualquer instante durante a execução do serviço.

14. Embalagens

As embalagens devem ser adequadas ao transporte rodoviário e constituídas por:

- Parafusos, porcas, arruelas e pequenas peças devem ser acondicionadas em caixas de madeira com proteção de saco plástico, cintadas, com pesos máximos de 50 a 100 kg, formando “pallets” de 700 a 1500 kg máximo;
- Peças das estruturas devem ser acondicionadas por posição em amarrados feitos com arame galvanizado ou fitas metálicas de aço de modo a não sofrer qualquer empenamento durante o transporte. Os amarrados de peças iguais devem ser de até 2.000 kg de peso máximo e volume que permita fácil manuseio;
- Cada volume deve ser identificado externamente com etiqueta resistente ao tempo e manuseio com as seguintes informações:
 - Nome do cliente;
 - Número do documento de compra;
 - Destino do material;
 - Número do volume, amarrados ou caixas;
 - Descrição do material, tipo e quantidade.

15. Transporte

O transporte da fábrica até o local para armazenagem determinado pela CPFL será de inteira responsabilidade do fornecedor.

O fornecedor deve considerar o transporte para estrutura e peças descarregados.

16. Garantia

A garantia deve cobrir um período mínimo de 24 meses contados a partir da data de recebimento dos produtos pela CPFL.

A garantia deve cobrir todas as imperfeições de fabricação quando submetidos à utilização normal. Durante o período de garantia, qualquer reposição, manutenção ou reparo, deve ser executado pelo fornecedor, sem qualquer ônus adicional para a CPFL.

Após o término do prazo de garantia, o fornecedor deve responder pelos produtos, sem qualquer ônus adicional para a CPFL em caso de falha ou defeito decorrente da fabricação. O disposto neste item aplica-se também quando da montagem e acertos no local de instalação forem realizados pela CPFL, sem a presença do fornecedor.

17. Autores



Tipo de Documento: Especificação Técnica

Área de Aplicação: Linhas de Transmissão

Título do Documento: Fabricação de Estruturas Metálicas Galvanizadas para
LTs e SEs

Esta especificação técnica foi elaborada pelo seguinte grupo de trabalho:

Fernando Cavalcanti EE

José Antônio Ortiz Bueno EE

Esta especificação técnica foi revisada por:

Tiago de Mattos Queiroz DEEM