

Assunto: Estruturas Metálicas para Subestações AT**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

CONTEÚDO

1.	OBJETIVOS DO DOCUMENTO E ÁREA DE APLICAÇÃO	3
2.	GESTÃO DA VERSÃO DO DOCUMENTO.....	3
3.	UNIDADES DA VERSÃO DO DOCUMENTO	3
4.	REFERÊNCIAS	3
4.1	NORMAS ENEL.....	3
4.2	LEGISLAÇÕES E NORMAS BRASILEIRAS.....	3
4.3	NORMAS INTERNACIONAIS	3
5.	POSIÇÃO DO PROCESSO COM RELAÇÃO A ESTRUTURA ORGANIZACIONAL.....	4
6.	SIGLAS E PALAVRAS-CHAVE.....	4
7.	DESCRIÇÃO.....	4
7.1	CONDIÇÕES DE SERVIÇO.....	4
7.2	LISTAGEM DE ESTRUTURAS METÁLICAS.....	5
7.3	CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS.....	5
7.3.1.	Generalidades.....	5
7.3.2.	Dimensões	5
7.3.2.1.	Furos.....	5
7.3.3.	Cálculos	5
7.3.4.	Parafusos, Porcas e Arruelas	6
7.3.5.	Material	6
7.3.6.	Galvanização	6
7.3.7.	Soldas	6
7.4	FORNECIMENTO.....	7
7.4.1.	Generalidades.....	7
7.4.2.	Desenhos de Conjunto	7
7.4.3.	Outros requisitos de Fornecimento	7
7.5	IDENTIFICAÇÃO	7
7.5.1.	Nas peças	7
7.5.2.	Na Embalagem	7
7.6	ENSAIOS.....	7
7.6.1.	Ensaios de Tipo	7
7.6.2.	Ensaios de Rotina.....	8
7.6.3.	Ensaios de Recebimento.....	8
7.6.4.	Amostragem.....	8
7.7	EMBALAGEM	9
7.8	GARANTIA.....	9



Especificação Técnica no. 895

Versão no.02 data: 20/08/2021

Assunto: Estruturas Metálicas para Subestações AT

Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

8. ANEXOS 10

RESPONSÁVEL POR PM & CONSTRUCTION BRAZIL
Fernando Andrade

Assunto: Estruturas Metálicas para Subestações AT**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

1. OBJETIVOS DO DOCUMENTO E ÁREA DE APLICAÇÃO

Este documento tem como objetivo estabelecer os critérios e as exigências técnicas mínimas para o fornecimento de estruturas metálicas para subestações de 69 e 138 kV, destinadas ao uso no sistema elétrico da Enel Distribuição Ceará, Enel Distribuição Goiás, Enel Distribuição Rio e Enel Distribuição São Paulo.

Este documento se aplica a Infraestruturas e Redes Brasil na Operação de Distribuição.

2. GESTÃO DA VERSÃO DO DOCUMENTO

Versão	Data	Descrição das mudanças
1	29/10/2020	Emissão da especificação técnica
2	20/08/2021	Novo item MAT-20-0895/10 e atualização códigos do E4E

3. UNIDADES DA VERSÃO DO DOCUMENTO

Responsável pela elaboração do documento:

- PM & Construction Brazil

Responsável pela autorização do documento:

- Qualidade de Processos Brasil.

4. REFERÊNCIAS**4.1 NORMAS ENEL**

- Procedimento Organizacional n.375 Gestão da Informação Documentada;
- Código Ético do Grupo Enel;
- Plano de Tolerância Zero à Corrupção
- CNS-OMBR-MAT-19-0289-EDBR - Critério de Projeto de Subestações de Distribuição ATAT, ATMT e MTMT.pdf

4.2 LEGISLAÇÕES E NORMAS BRASILEIRAS

- ABNT NBR 5422, Projeto de linhas aéreas de transmissão de energia elétrica;
- ABNT NBR 5426, Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos;
- ABNT NBR 6123, Forças devidas ao vento em edificações;
- ABNT NBR 7400, Galvanização de produtos de aço e ferro fundido por imersão a quente - Verificação da uniformidade do revestimento - Método de ensaio.

4.3 NORMAS INTERNACIONAIS

- ASTM A36, Carbon Structural Steel;

Assunto: Estruturas Metálicas para Subestações AT
Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

- ASTM A123, Zinc (Hot-Dip Galvanized) Coatings on Iron and Steel Products;
- ASTM A153, Zinc Coating (Hot-Dip) on Iron and Steel Hardware;
- ASTM A325, Structural Bolts, Steel, Heat Treated, 120/105 ksi Minimum Tensile Strength;
- ASTM A563, Carbon and Alloy Steel Nuts;
- ASTM A572, High-Strength Low-Alloy Columbium-Vanadium Structural Steel.

5. POSIÇÃO DO PROCESSO COM RELAÇÃO A ESTRUTURA ORGANIZACIONAL

Área de Processo/Cadeia de Valor: Gestão de Redes

Macroprocesso: Gestão de Materiais

Processo: Padronização de Componente de Rede

6. SIGLAS E PALAVRAS-CHAVE

Palavras Chaves	Descrição
Subestação	Instalações elétricas que agrupa os equipamentos, condutores e acessórios destinados a proteção, medição, manobra e transformação de grandezas elétricas.

7. DESCRIÇÃO

7.1 CONDIÇÕES DE SERVIÇO

Os materiais especificados neste documento devem ser fabricados e projetados para operar em qualquer nível de contaminação, em clima tropical, atmosfera salina, exposição à ação direta dos raios do sol, fortes chuvas, devendo receber tratamento adequado para resistir às condições ambientais indicadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Condições Ambientais

Característica	Enel CE, GO, RJ e SP
Altitude máxima (m)	1.000
Temperatura mínima (°C)	-5
Temperatura máxima (°C)	+40
Temperatura média (°C)	+30
Umidade relativa média anual (%)	80
Nível de contaminação (ABNT IEC 60815-1)	Muito alto (IV) – Enel Ceará e Enel Rio; Médio (II) – Enel Goiás e São Paulo
Radiação solar máxima (wb/m²)	1.000
Pressão do vento (Pa)	700

Assunto: Estruturas Metálicas para Subestações AT
Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

7.2 LISTAGEM DE ESTRUTURAS METÁLICAS

As estruturas metálicas especificadas neste documento são as contidas na Tabela 2.

Tabela 2 - Lista de Estruturas

Type Code	Descrição	Tensão nominal da Subestação (kV)	Código		Desenho
			CE,GO e RJ	SP	
MAT-20-0895/01	SUPORTE METÁLICO PARA TRANSFORMADOR DE POTENCIAL	69 e 138	830024	43564	Anexo A
MAT-20-0895/02	SUPORTE METÁLICO PARA PARA-RAIOS	69 e 138	830027	43566	Anexo B
MAT-20-0895/03	SUPORTE METÁLICO PARA ISOLADOR PEDESTAL	69 e 138	990368	43567	Anexo C
MAT-20-0895/04	SUPORTE METÁLICO TIPO ALTO PARA ISOLADOR PEDESTAL	69 e 138	990369	43568	Anexo D
MAT-20-0895/05	SUPORTE METÁLICO TIPO ALTO PARA ISOLADOR PEDESTAL E PARA-RAIOS	69 e 138	830026	43630	Anexo E
MAT-20-0895/06	ESTRUTURA METÁLICA TIPO PORTICO	138	830025	43570	Anexo F
MAT-20-0895/07	SUPORTE METÁLICO TIPO TUBULAR DE ISOLADOR PEDESTAL PARA BARRAMENTO	138	990374	43569	Anexo G
MAT-20-0895/08	SUPORTE METÁLICO TIPO TUBULAR DE ISOLADOR PEDESTAL PARA BARRAMENTO	69	990373	-	Anexo H
MAT-20-0895/09	ESTRUTURA METÁLICA TIPO PORTICO	69	990375	-	Anexo I
MAT-20-0895/10	ESTRUTURA METÁLICA TIPO SUPORTE DE MUFLAS	69 e 138	830023	-	Anexo J

7.3 CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS
7.3.1. Generalidades

O projeto das estruturas metálicas deverá ser executado de acordo com o estabelecido na presente especificação e anexos.

Todos os cortes e furações deverão ser feitos com gabaritos. A furação deverá ser bem centralizada e feita sem deixar arestas vivas, rebarbas ou saliências nas bordas dos furos.

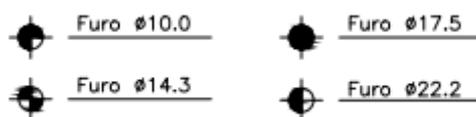
As peças acabadas devem ser isentas de empenos ou torções.

7.3.2. Dimensões

As dimensões indicadas como fixas devem ser rigorosamente obedecidas. O dimensional dos componentes de cada estrutura estão especificados no anexo desta especificação

7.3.2.1. Furos

Como regra geral, os furos devem possuir dimensões conforme a legenda abaixo. As simbologias são utilizadas nos desenhos anexos a esta especificação.


Figura 1 - Legenda de Furos
7.3.3. Cálculos

Assunto: Estruturas Metálicas para Subestações AT**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

Cada estrutura deve ser concebida de modo a atender aos requisitos construtivos e mecânicos especificados neste documento, sendo tais requisitos asseguradas por meios de envio de memória de cálculo e realização de ensaios conforme tópicos subsequentes.

7.3.4. Parafusos, Porcas e Arruelas

Os parafusos devem ser conforme a NBR 8855 e NBR 8851. As arruelas devem atender à NBR 9983 e NBR 5871

7.3.5. Material

Os componentes das estruturas devem atender aos requisitos da **Tabela 3**.

Tabela 3 - Normas Referência

Componente	Material
Perfis	ASTM A572-Grau 50
Chapas	ASTM A36
Parafusos	ASTM A325
Porcas	ASTM A563-Gr.A
Chumbadores	ABN NBR 14827

7.3.6. Galvanização

A zincagem dos componentes e elementos de sustentação devem ser à quente, conforme ASTM A123 e A153.

7.3.7. Soldas

- A solda será aceita somente onde indicada nos detalhes de fabricação;
- Todas as soldas deverão ser lisas e uniformes e sem sobreposições ou falhas;
- Superfícies ásperas, escamas, escórias, salpicos de solda, etc., deverão ser removidos antes da galvanização por meio de esmerilhamento, de jato de areia ou talhadeira. Se for usada talhadeira, deverá ser seguida por um ou mais dos outros métodos mencionados;
- Não deverá haver vazios ou fendas entre as superfícies adjacentes, que deem margem a penetração de ácidos de decapagem ou outros fluidos;
- As superfícies a serem soldadas deverão estar perfeitamente limpas, isentas de matérias gordurosas, de vestígios de ferrugem ou de tinta e de qualquer outra matéria estranha. Esta limpeza deverá ser executada com aplicações rigorosas de escovas com fios de aço.

Assunto: Estruturas Metálicas para Subestações AT**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

7.4 FORNECIMENTO**7.4.1. Generalidades**

Para fornecimento à Enel Distribuição Ceará, Goiás, Rio e São Paulo deve-se ter protótipo previamente homologado.

7.4.2. Desenhos de Conjunto

O fabricante deve fornecer o desenho de conjunto das estruturas em planta e vistas com indicação dos pesos, listas, relação de desenhos e demais informações complementares para que haja uma visão geral do projeto. Cada desenho de montagem deve mostrar o conjunto de peças constituintes da unidade, os seus componentes e demais partes.

O número, comprimento e diâmetro dos parafusos, bem como, o número e tipo de arruelas exigidos para a montagem correta, deve ser mostrado em cada ligação. Cada desenho, deve conter uma lista contendo todo material necessário para o conjunto, incluindo todos os parafusos e acessórios. A lista deve indicar a quantidade de peças exigidas, o número de marcação da peça, a descrição da peça, incluindo bitola e comprimento e pesos unitários e totais.

7.4.3. Outros requisitos de Fornecimento

Para cada parafuso, devem ser fornecidos 1 arruela plana de 2,0mm, uma porca e Palnut. Os chumbadores devem conter a quantidade de arruelas e porcas conforme o indicado nos desenhos.

7.5 IDENTIFICAÇÃO**7.5.1. Nas peças**

Antes da galvanização, as marcas de identificação de cada peça e da estrutura a que pertencem, correspondentes às indicadas nos desenhos de montagem, deverão ser estampadas em cada peça. Esta identificação deverá ser feita próxima a metade do comprimento da peça, com letras ou números de, no mínimo, 12,7mm (1/2") de altura e profundidade de marcação mínima de 0,8mm, de modo a torná-la bem visível após a galvanização.

7.5.2. Na Embalagem

- a) Nome ou marca do fabricante;
- b) Identificação completa do conteúdo;
- c) Tipo e quantidade;
- d) Massa (bruta e líquida) e dimensões do volume;
- e) Nome do usuário;
- f) Número da ordem de compra e da nota fiscal.

7.6 ENSAIOS**7.6.1. Ensaio de Tipo**

- a) Torque, resistência a tração e cisalhamento de parafusos e chumbadores

Assunto: Estruturas Metálicas para Subestações AT

Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

- b) Análise Química e Física dos materiais cada componente, conforme norma aplicável.
- c) Ensaio de Revestimento de Zinco de porcas, parafusos, arruelas chumbadores
 - I. Ensaio de aderência da camada, conforme ABNT NBR 7398;
 - II. Ensaio de espessura da camada, conforme ABNT NBR 7399;
 - III. Ensaio de uniformidade da camada, conforme ABNT NBR 7400;
 - IV. Ensaio de massa por unidade de área, conforme ABNT NBR 7397.

7.6.2. Ensaio de Rotina

- a) Verificação Geral e Dimensional; conforme esta especificação
- b) Ensaio de Pré Montagem; conforme esta especificação

7.6.3. Ensaio de Recebimento

- a) Verificação Geral e Dimensional,
- b) Propriedade Química e Física da matéria prima,
- c) Exposição à névoa Salina
- d) Ensaio Revestimento de Zinco
 - I. Visual
 - II. Espessura da Camada
 - III. Ensaio e Aderência
 - IV. Ensaio de Preece, Conforme ABNT NBR 7400.
- e) Ensaio de Pré Montagem, conforme esta especificação
- f) Torque, resistência a tração e cisalhamento de parafusos e chumbadores;
- g) Ensaio Mecânicos dos perfis chapas, conforme ASTM A572-Grau 50 e ASTM A36:
 - I. Limite máximo de escoamento
 - II. Limite de mínimo de ruptura
 - III. Alongamento mínimo percentual

Os testes mecânicos devem ser realizados em corpos de provas que representem o mais fielmente possível as estruturas fornecidas.

- c) Soldas Estruturais
 - I. Verificação Visual, conforme AWS D1.1
 - II. Verificação dimensional, conforme esta especificação
 - III. Ensaio de líquidos penetrantes; conforme AWS D1.1
 - IV. Ensaio de Ultrassom, (somente com penetração total) conforme AWS D1.1.

7.6.4. Amostragem

Amostragem conforme ABNT NBR 5426 e norma referência

Assunto: Estruturas Metálicas para Subestações AT

Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

- a) Verificação Geral e Dimensional – Normal e Simples, Nível de inspeção S3 , NQA 2,5%
- b) Ensaio de Pré Montagem – Amostragem 100%;
- c) Visual, dimensional e Líquidos penetrantes das soldas – Normal e Simples, Nível de inspeção, S2, NQA 1,5 %;
- d) Torque, resistência a tração e cisalhamento de parafusos e chumbadores, conforme norma aplicável (ver **Tabela 3**);
- e) Ensaio Mecânicos dos perfis chapas, conforme norma aplicável (ver **Tabela 3**);
- f) Ultrassom das soldas – Amostragem 100%

7.7 EMBALAGEM

- a) O material deve ser agrupado de forma adequada para evitar avarias na peça e no revestimento de zinco;
- b) O acondicionamento deve ser adequado ao transporte previsto, às condições de armazenagem e ao manuseio, de comum acordo entre o fabricante e usuário;
- c) Os parafusos, porcas, arruelas, ferragens e chapas pequenas devem ser acondicionados em caixas de madeira ou latões de aço de 100kg de peso máximo. Cada latão ou caixa só deverá conter um tipo ou tamanho de peça;
- d) As peças deverão ser fornecidas em grupos de amarrados por meio de cintas de aço galvanizados. Cada amarrado deverá conter, preferencialmente, peças iguais e não exercer uma tonelada. Havendo conveniência, além das cintas, os grupos poderão ser amarrados com arame de aço galvanizado nº 12 BWG passando pelos furos.

7.8 GARANTIA

A garantia deve cobrir um período de 60 meses contados a partir da data do recebimento. Esta garantia deverá abranger todo e qualquer defeito de projeto e fabricação das estruturas que por acaso ocorra sob as condições normais de utilização.

Durante o prazo de garantia acima indicado deverão ser substituídas quaisquer partes e/ou estruturas defeituosas, sem ônus para a Enel. Neste caso, o fabricante deverá repetir, às suas custas, os ensaios julgados necessários para Enel para comprovar a perfeição dos reparos e o bom desempenho da unidade.

Assunto: Estruturas Metálicas para Subestações AT

Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

8. ANEXOS

- Anexo A - Suporte metálico para transformador de potencial - 69 e 138 kV
- Anexo B - Suporte metálico para para-raios - 69 e 138 kV
- Anexo C - Suporte metálico para isolador pedestal - 69 e 138 kV
- Anexo D - Suporte metálico tipo alto para isolador pedestal - 69 e 138 kV
- Anexo E - Suporte metálico tipo alto para isolador pedestal e para-raios - 69 e 138 kV
- Anexo F - Estrutura metálica tipo pórtico - 138 kV
- Anexo G - Suporte metálico tipo tubular de isolador pedestal para barramento - 138 kV
- Anexo H - Suporte metálico tipo tubular de isolador pedestal para barramento - 69 kV
- Anexo I - Estrutura metálica tipo pórtico - 69 kV
- Anexo J - Estrutura metálica tipo suporte de muflas