



FASCÍCULO

REDE DE DISTRIBUIÇÃO AÉREA

EMPREENDIMENTOS PARTICULARES

LIVRO DE INSTRUÇÕES GERAIS

INDICE

INTRODUÇÃO.....	3
1. OBJETIVO	4
2. CAMPO DE APLICAÇÃO	4
3. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS.....	4
4. TERMINOLOGIA DE REDE AÉREA	6
5. APRESENTAÇÃO DO PROJETO DE REDE AÉREA.....	8
6. INSTALAÇÕES DOS CONSUMIDORES	9
7. ELABORAÇÃO DO PROJETO BÁSICO ELÉTRICO.....	9
8. REDES AÉREAS URBANAS E RURAIS.....	9
9. CABOS DE ALUMÍNIO COBERTO – REDE AÉREA COMPACTA.....	11
10. POSTES.....	12
11. ESTRUTURAS BÁSICAS PRIMÁRIAS.....	15
12. REDE SECUNDÁRIA.....	20
13. ESTRUTURAS BÁSICAS SECUNDÁRIAS.....	26
14. RAMAIS DE LIGAÇÃO	27
15. OUTRAS ESTRUTURAS	29
16. EQUIPAMENTOS	31
17. PARA-RAIOS	40
18. QUEDA DE TENSÃO.....	41
19. DEFINIÇÃO DOS CIRCUITOS SECUNDÁRIOS	42
20. VIGÊNCIA.....	42

INTRODUÇÃO

A AES Eletropaulo buscando a uniformização no atendimento e elaboração dos projetos de rede de distribuição Aérea e Subterrânea de Empreendimentos Particulares, elaborou este Fascículo visando a excelência dos processos e melhora na qualidade e confiabilidade no fornecimento de Energia Elétrica para seus clientes.

1. OBJETIVO

Estabelecer critérios e métodos visando à elaboração de projetos para alimentação de novos loteamentos residenciais e comerciais através do padrão de “rede de distribuição Aérea Compacta em Média Tensão e em Baixa Tensão com cabos pré-reunidos” apresentados neste Fascículo.

2. CAMPO DE APLICAÇÃO

Aplica-se a novos loteamentos residenciais e comerciais, com demandas não superiores a 4,5 MVA, situados em localidades atendidas com redes de distribuição aéreas em 13,8 kV.

3. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

Para a utilização desta Norma é necessário consultar em sua última revisão:

- PD- 4.009 – Redes de Distribuição Aérea Compacta 15 KV;
 - ID-5059 - Numeração de Circuitos e Equipamentos para Rede de Distribuição Aérea;
 - ID-4.004 – Montagem de Redes Aéreas em Baixa Tensão com cabos pré-reunidos;
 - ID-4005 – Montagem de Rede Compacta em Média Tensão (Spacer Cable);
 - NTE-8.049: Transformador Para Rede Aérea de Distribuição – Especificação;
 - NTE-051: Terminais Para Cabos de Potência com Isolação Para Tensões de 1 a 35 kV - Especificação;
 - PD-4.001: Redes de Distribuição Aérea Urbana – 15 kV;
 - PD-4.008 – Redes de Distribuição Aérea em Cabos de Baixa Tensão – Pré- reunidos;
 - PD-8.001: Materiais Padronizados Para Rede de Distribuição Aérea;
-

-
- NBR-7310: Transporte, Armazenamento e Utilização de Bobinas de Condutores Elétricos em Madeira;
 - NTE-030: Carretéis Para Fios e Cabos Elétricos;
 - ID 5.050 – Linha Terra;
 - RT-2.001 - Critérios para Adoção de Tensões Mecânicas Admissíveis para Elaboração e/ou Verificação de Projeto Utilizando Cabos Singelos de Alumínio sem Alma de Aço;
 - RT-2.002 - Tensões mecânicas admissíveis para elaboração e/ou verificação de projetos de travessias aéreas utilizando cabos singelos de alumínio com alma de aço;
 - RT-2.003 - Dimensionamento de Poste de Concreto com Seção Circular, utilizando em Rede de Distribuição;
 - NBR-5434 – Redes de Distribuição Aérea de Energia Elétrica (Afastamentos);
 - NBR-15214 - Rede de distribuição de energia elétrica - Compartilhamento de infra-estrutura com redes de telecomunicações;
 - LIG BT – Livro de Instruções Gerais – Baixa Tensão;
 - LIG MT – Livro de Instruções Gerais – Media Tensão;
 - Resolução 505 (de 26 de novembro de 2001)- Conformidade dos Níveis de Tensão em Regime Permanente;
 - NTE – 8085 - Religadores automáticos com controle integrado de circuitos trifásicos, de tensões nominais acima de 1 kV e até 36,2 kV em corrente alternada, aplicados como dispositivos de manobra e proteção dos alimentadores de circuitos de distribuição, destinados à ELETROPAULO METROPOLITANA - ELETRICIDADE DE SÃO PAULO S/A.
 - Comunicado Técnico 39 – Requisitos Minimos para o atendimento e incorporação de Redes em Loteamentos Particulares.
-

4. TERMINOLOGIA DE REDE AÉREA

- Limite de propriedade: demarcações que separam a propriedade do consumidor da via pública e dos terrenos adjacentes de propriedades de terceiros no alinhamento designado pelos poderes públicos;
 - Ponto de entrega: é o ponto até o qual a AES ELETROPAULO se responsabiliza pelo fornecimento de energia elétrica e pela execução dos serviços de operação e manutenção. O ponto de entrega deverá situar-se no limite da via interna com o limite da propriedade (lote);
 - Espaçador - acessório de material polimérico de formato losangular cuja função é a sustentação e separação dos cabos cobertos na rede compacta ao longo do vão, mantendo o isolamento elétrico da rede;
 - Padrão Técnico de Construção - PD-4.009 Rede de Distribuição Aérea Compacta – 15Kv;
 - Separador - acessório de material polimérico de formato vertical cuja função é a sustentação e separação dos cabos cobertos na rede compacta, em situações de conexões entre fases (“fly-tap”), mantendo o isolamento elétrico da rede;
 - Braço Tipo “L” - ferragem, em formato “L”, que é presa ao poste, com a função de sustentação o cabo mensageiro da rede compacta, em condição de tangência ou com ângulos de deflexão de até 6°;
 - Braço Tipo “C” - ferragem, em formato “C”, presa ao poste, com a finalidade de sustentação das fases em condições de ângulo e final de linha, derivações e conexão de equipamentos à rede;
 - Cabo Mensageiro - cabo utilizado para sustentação dos espaçadores e separadores, e para proteção elétrica e mecânica na rede compacta;
 - Braço Antibalanço - acessório de material polimérico, cuja função é a redução da vibração mecânica das redes compactas;
-

-
- Estribo para Braço Tipo “L” - ferragem complementar ao braço tipo “L” cuja função é a sustentação de espaçador junto ao braço;
 - Anel de Amarração - amarração de material elastomérico ou similar, com a função de fixação dos cabos cobertos e mensageiro, ao espaçador, da rede compacta;
 - Protetor de pára-raios - acessório de material polimérico utilizado para proteção das partes energizadas de pára-raios;
 - Cobertura de emenda para cabo coberto - acessório de material polimérico utilizado sobre as emendas para reconstituição das características do cabo coberto;
 - Pino para isolador – ferragem utilizada para fixação do isolador tipo pilar nas estruturas metálicas para redes compactas;
 - Suporte auxiliar para braço tipo C – ferragem utilizada para encabeçamento das fases, na extremidade superior do braço tipo C;
 - RA (Disjuntor): equipamento de proteção com controle integrado de circuitos trifásicos, de tensões nominais acima de 1 kV e até 36,2 kV em corrente alternada, aplicados como dispositivos de manobra e proteção dos alimentadores de circuitos de distribuição. Cada proteção de alimentador de circuito de distribuição deve ser constituída de proteção de sobrecorrente nas três fases e neutro, falha de disjuntor, religamento automático (esta função será Bloqueada para esta aplicação), seqüência negativa, subfreqüência e “cold load pick-up”.

Nota: Nos loteamentos não edificados são colocados à venda os lotes, sendo de responsabilidade dos compradores as futuras construções das residências e as ligações dos serviços de infra-estrutura.

5. APRESENTAÇÃO DO PROJETO DE REDE AÉREA

5.1 ESTRUTURA DO PROJETO ELÉTRICO

Projeto básico da rede de distribuição aérea compacta de Média Tensão e da rede secundária em Baixa Tensão com cabos pré-reunidos (3 cópias em papel e formato digital), indicando em plantas:

- entradas de serviço: quantidade e seção, material do condutor e isolamento, dos cabos;
- circuitos secundários: quantidade e localização dos cabos e acessórios (derivações, emendas e outros);
- caixas de medição (no caso de condomínios edificadas): tipo da caixa, identificação da seção dos cabos e números de fases e neutro, disjuntor de proteção, tipo de poste de entrada (Nota: materiais adicionais para instalação dos quadros de distribuição, tal como conectores, também devem ser indicados na planta);
- diagrama unifilar: por transformador (localização, tipo, com identificação e potências nominais), chaves, fusíveis e identificação dos consumidores com a respectiva carga, postes de transição, RA (disjuntor) de manobra aérea (identificação, chave NA ou NF), cabo (número, seção e comprimento);
- os aterramentos dos terminais/equipamentos deve ser observado o PD-4001;
- circuitos e ramais de ligação primários: seções e localizações dos cabos, identificação e localização dos acessórios (emendas, terminais, pára-raios, chaves fusíveis e outros), postes de transição e outros.

Nota 1: Todos os postes, transformadores, chaves e consumidores devem ser identificados nas plantas através da sigla correspondente e o número.

Nota 2: Os projetos básicos (primário, secundário) devem ser desenvolvidos sobre uma mesma planta básica.

Nota 3: O projetista deve seguir as orientações também descritas no item 5: Conteúdo e Apresentação dos Projetos do Fascículo Condições Gerais – Empreendimentos Particulares.

6. INSTALAÇÕES DOS CONSUMIDORES

Os critérios para atendimento dos consumidores, assim como os requisitos técnicos correspondentes, estão definidos neste fascículo e nos demais fascículos do LIG BT e LIG MT.

7. ELABORAÇÃO DO PROJETO BÁSICO ELÉTRICO

A definição da rede de distribuição aérea compacta é feita após a obtenção dos dados relativos às demandas dos lotes/edificações e envolve um grau de complexidade muito grande, pois são muitos os fatores que a influenciam, tais como:

As características físicas dos loteamentos (espaços disponíveis nas calçadas, espaços disponíveis para instalação dos transformadores e outros);

As características das cargas (demanda, modalidade de atendimento, localização).

Os padrões e critérios de projetos da AES ELETROPAULO, abordados a seguir, procuram facilitar essa definição pelos projetistas.


8. REDES AÉREAS URBANAS E RURAIS

Os símbolos gráficos das redes de distribuição para projeto estão relacionados na ferramenta GIS-Designer.

A simbologia deverá ser complementada, quando necessário, com informações não implícitas no símbolo. Estas complementações (características) devem ser indicadas em código próximo ao símbolo.

Para a elaboração do projeto, devem ser adotadas as seguintes convenções:

a) Todos os projetos devem ser elaborados através das orientações e padrões da AES Eletropaulo.

b) Todo elemento projetado estará representado com suas características em códigos dentro de um retângulo. 

c) Todo elemento a ser retirado ou substituído deve ter suas características em códigos cortados com o sinal -----.

d) O hífen indica a separação de estruturas ou equipamentos dentro da mesma classe de tensão.

e) Colchete indica a existência de circuito duplo, poste duplo ou estruturas em um mesmo nível de construção.

f) Deve prevalecer sempre a simbologia futura, em caso de substituição.

g) A seqüência de codificação das estruturas e equipamentos deve atender conforme abaixo, exceto quando houver instalação de cabos pré-reunidos de média tensão:

Postes
Estruturas primárias
Equipamentos
Estruturas secundárias
Ramal de ligação
Estrutura de ramais
Estruturas de iluminação pública

Exemplo:



O exemplo acima indica projetar duas estruturas primárias em ângulo, para dois circuitos em rede compacta no mesmo nível de construção, poste de concreto de 12 metros de altura e 1000 daN de capacidade, com a base concretada. Estrutura do neutro em reta, secundário em pré reunido em reta, três ramais triplex de 10 mm², um

ramal multiplexado quadriplex de 25 mm² em estrutura para ancorar ramais com um isolador do tipo roldana e unidade de iluminação pública.

9. CABOS DE ALUMÍNIO COBERTO – REDE AÉREA COMPACTA

Segue abaixo na tabela 9.1 os cabos cobertos padronizados para a Rede Compacta.

Tabela 9.1 – Cabos de alumínio Coberto

Item	Classe Tensão	Seção Nominal (mm ²)	Espessura Nominal da Cobertura de XLPE	Blindagem	Diâmetro externo (mm)		Massa Nominal (kg/km)	RMC (daN)	Resist. Elétrica Nominal C.C a 20°C (ohm/km)
					Min.	Max.			
1	15kV	35	3,0mm	não	12,8	15,3	190	455	0,868
2		50	3,0mm	não	14	14,5	228	650	0,641
3		70	3,0mm	não	15,5	18	315	910	0,443
4		95	3,0mm	não	17,2	19,7	400	1235	0,32
5		150	3,0mm	não	20	22,5	580	1950	0,206
6		185	3,0mm	não	21,8	24,3	695	2405	0,164
7	25kV	35	6,3mm	sim	19,1	21	235	455	0,868
8		35	4,0mm	sim	14,5	16,4	235	455	0,868
9		50	4,0mm	sim	16	16,5	274	650	0,641
10		70	4,0mm	sim	17,5	20,1	370	910	0,443
11		70	6,3mm	sim	21,8	24	370	910	0,443
12		95	6,3mm	sim	23,4	25,7	460	1235	0,32
13		95	4,0mm	sim	19,2	19,7	460	1235	0,32
14		150	6,3mm	sim	26,2	28,8	650	1950	0,206
15		150	4,0mm	sim	22	22,5	650	1950	0,206
16		185	4,0mm	sim	23,8	26,4	770	2405	0,164
17		185	6,3mm	sim	27,7	30,5	770	2405	0,164
18		300	4,0mm	sim	28,2	31,5	1155	3900	0,1
19	35kV	70	7,6mm	sim	25,3	28,6	660	910	0,443
20		95	7,6mm	sim	27	30,3	775	1235	0,32
21		150	7,6mm	sim	29,8	33,1	1000	1950	0,206
22		185	7,6mm	sim	31,6	34,9	1150	2405	0,164
23		300	7,6mm	sim	36	40	1585	3900	0,1

Nota 1: Devem ser construídos contemplando extrusão em tripla camada, sendo a camada interna semicondutora, a camada intermediária composta por polietileno de baixa densidade, e a externa por polietileno de alta densidade.

Normas aplicáveis: ABNT NBR 11873 Cabos cobertos com material polimérico para redes compactas de distribuição em tensões de 13,8kV a 34,5kV.

Nota 2:

1. Material:

- a) Condutor em alumínio, têmpera H19, compactado;
- b) Cobertura XLPE, na cor cinza c) Bloqueio longitudinal;
- d) Blindagem semi-condutora apenas para classe de 25kV e 35kV

10. POSTES**10.1 Postes Padrão**

CONCRETO	
DESCRIÇÃO	CÓDIGO
10,5m x 300 daN	14
10,5m x 600 daN	15
10,5m x 1000 daN	18
12m x 300 daN	20
12m x 600 daN	23
12m x 1000 daN	25

MADEIRA	
DESCRIÇÃO	CÓDIGO
10m x 300 daN	30
10m x 600 daN	31
12m x 300 daN	32
12m x 600 daN	33
13m x 300 daN	34
13m x 600 daN	35

KIT	
DESCRIÇÃO	CÓDIGO
7,5m x 90 daN	KIT

10.2 Postes Especiais

CONCRETO	
DESCRIÇÃO	CÓDIGO
10,5m x 1500 daN	10 x 15
10,5m x 1800 daN	10 x 18
12m x 1500 daN	12 x 15
12m x 1800 daN	12 x 18
12m x 2500 daN	12 x 25
14m x 600 daN	14 x 06
14m x 1000 daN	14 x 10
14m x 1500 daN	14 x 15
14m x 2500 daN	14 x 25
16m x 1500 daN	16 x 15
16m x 2500 daN	16 x 25
20m x 1500 daN	20 x 15
20m x 2500 daN	20 x 25

10.3 Engastamento

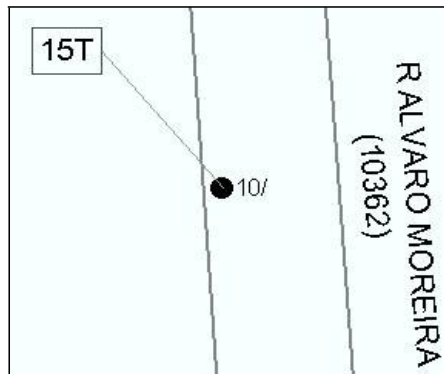
O tipo do engastamento (exceto engastamento simples) ou serviço deve ser indicado após o código do poste, conforme codificação abaixo.

DESCRIÇÃO	CÓDIGO	POSTE
Base reforçada/Travar postes	T	= 600 daN
Base Concretada	C	≥ 1000 daN
Aprumar Poste	A	≥ 300 daN
Simple		≤ 300 daN

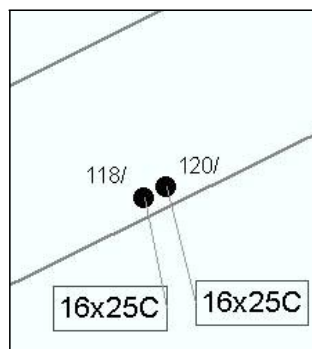
Nota: No caso em que o solo apresente características específicas (pântano/brejo), deve-se concretar a base, independente da resistência do poste.

Exemplos:

a) Projetar um poste de concreto com altura de 10,5 metros e capacidade de 600 daN, com engastamento com base reforçada / travada.



b) Projetar dois postes de concreto especial de 16 metros de altura e capacidade de 2500 daN com engastamento em base concretada.



11. ESTRUTURAS BÁSICAS PRIMÁRIAS

11.1 Rede Compacta

Na tabela abaixo, relacionamos os códigos das estruturas de acordo com o tipo de instalação.

Descrição	Estruturas		
	15 kV	24,2kV	34,5 kV
Reta	RC1	RC1G	RC1Q
Ângulo	RC2	RC2G	RC2Q
Final de Linha	RC3	RC3G	RC3Q
Final de Linha – com Pára-raios	RC3PR	RC3GPR	RC3QPR
Final de Linha - Dupla	RC3DP	RC3GDP	RC3QDP
Ponto Mecânico	RC4	RC4G	RC4Q
Derivação 90 ⁰	RC5	RC5G	RC5Q
Derivação 45 ⁰	RC6	RC6G	RC6Q
Espaçador Losangular	RCEL	RCELG	RCELQ
Espaçador Vertical	RCEV	RCEVG	RCEVQ
Transição Convencional/Compacta 1X2	RCT	RCTG	RCTQ
Transição Convencional/Compacta 0X3	RCT2	RCTG2	RCTQ2
Estrutura Compacta para ET	RCET	RCETG	RCETQ
Fly-Tap	RCEV	RCEVG	RCEVQ

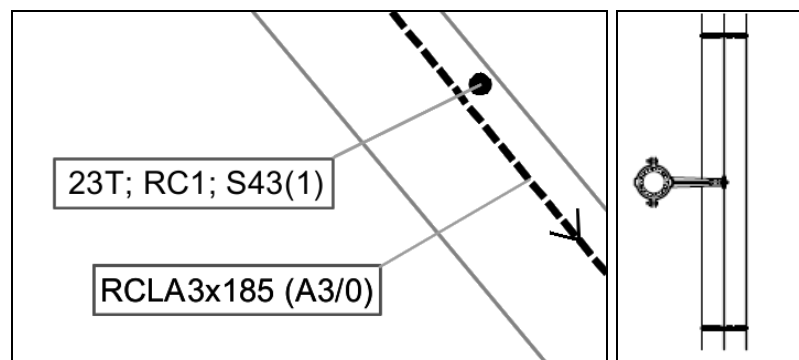
11.2 Afastamento de Rede Compacta

Na tabela abaixo, relacionamos os códigos das estruturas de acordo com o tipo de instalação.

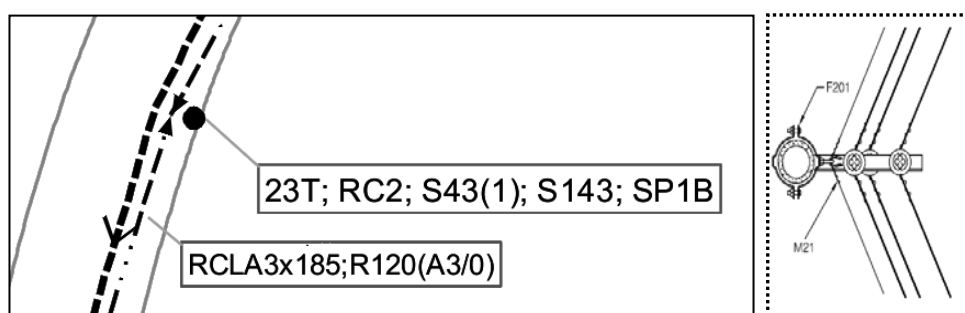
Descrição	15kV		24,2kV		36,2kV	
	2000 mm	2400 mm	2000 mm	2400 mm	2000 mm	2400 mm
Reta	RC1AF	RC1AF1	RC1GAF	RC1GAF1	RC1QAF	RC1QAF1
Ângulo	RC2AF	RC2AF1	RC2GAF	RC2GAF1	RC2QAF	RC2QAF1
Final de Linha	RC3AF	RC3AF1	RC3GAF	RC3GAF1	RC3QAF	RC3QAF1
Ponto Mecânico	RC4AF	RC4AF1	RC4GAF	RC4GAF1	RC4QAF	RC4QAF1

Exemplos:

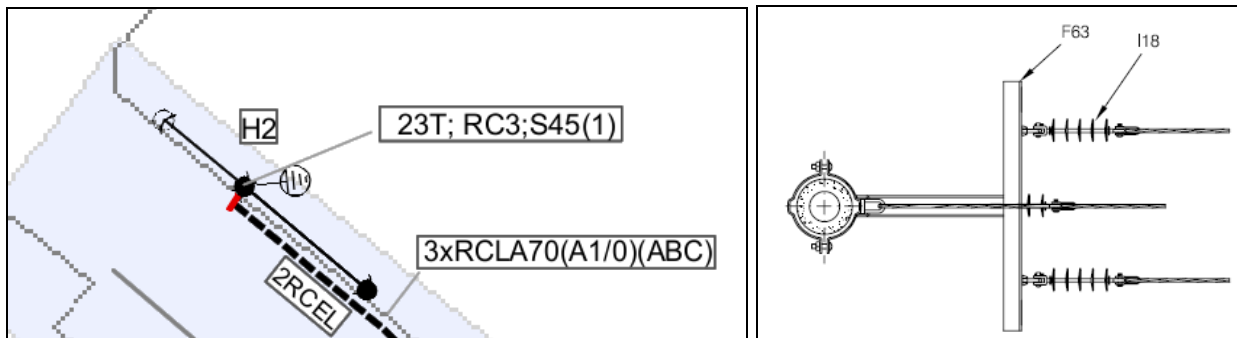
a) Projetar uma estrutura primária em reta, para um circuito em rede compacta e poste de concreto de 12 metros de altura e 600 daN de capacidade, com a base reforçada/travada.



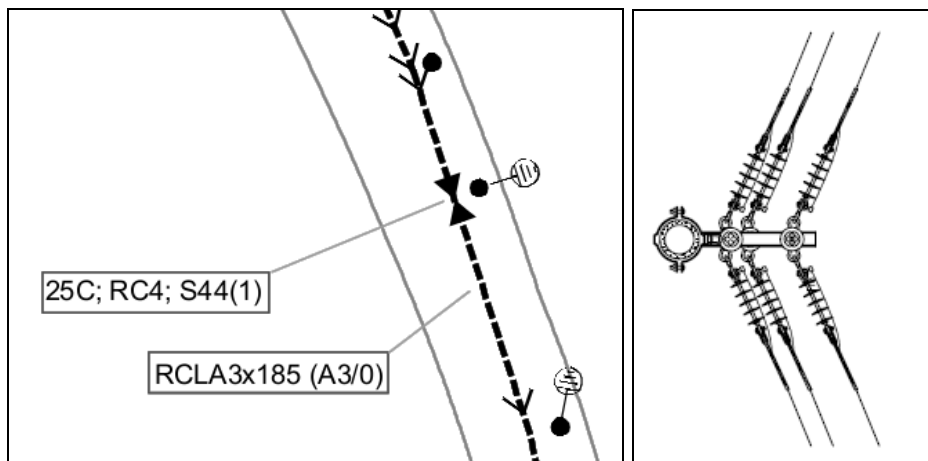
b) Projetar poste, estrutura primária em ângulo e secundário em reta, para um circuito em rede compacta no mesmo nível de construção, poste de concreto de 12 metros de altura e 600 daN de capacidade, com a base reforçada/travada.



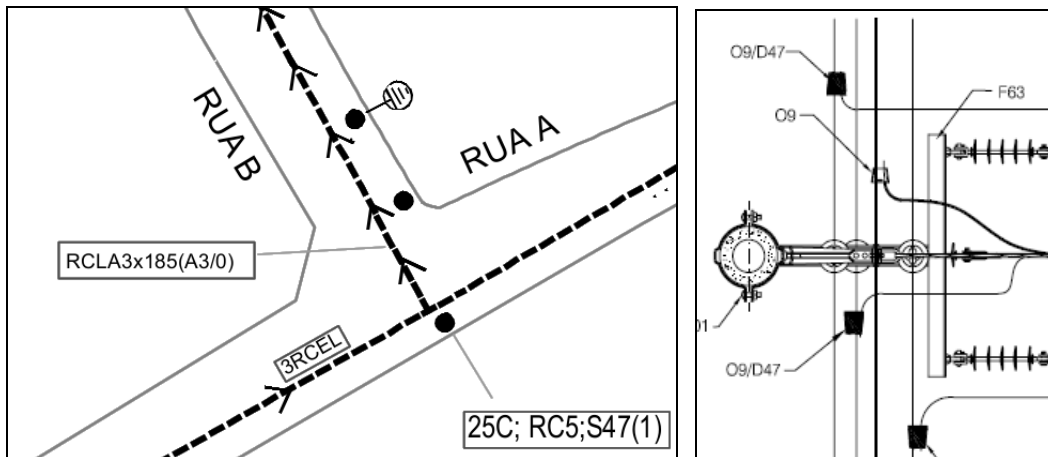
c) Projetar uma estrutura primária em final de linha, para um circuito em rede compacta em poste de concreto de 12 metros de altura e 600daN de capacidade, com a base travada com estai de poste H2.



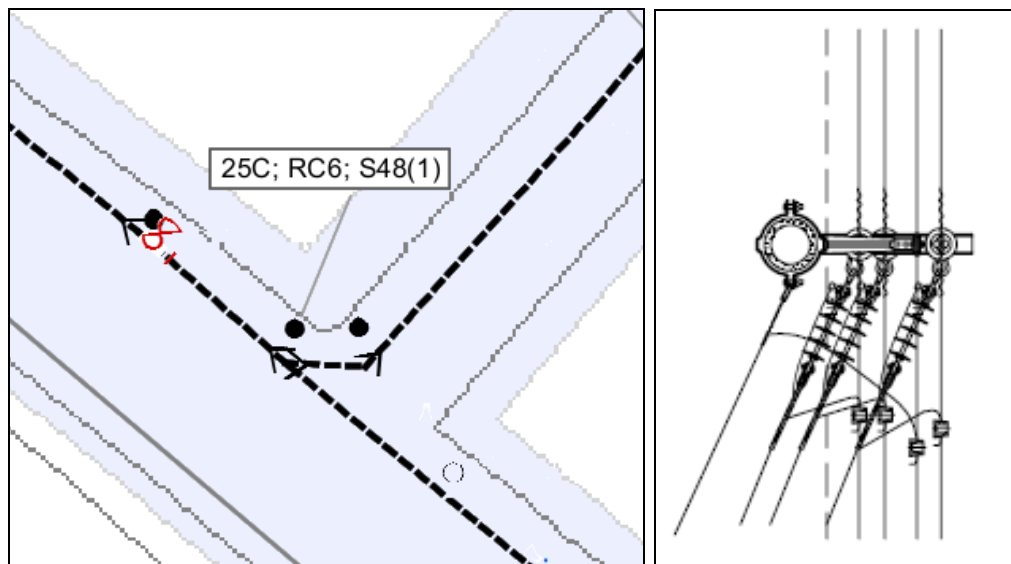
d) Projetar uma estrutura primária em ponto mecânico, para um circuito em rede compacta em poste de concreto de 12 metros de altura e 1000 daN de capacidade, com a base concretada.



e) Projetar uma estrutura primária em derivação de 90°, para um circuito em rede compacta em poste de concreto de 12 metros de altura e 1000 daN de capacidade, com a base concretada.

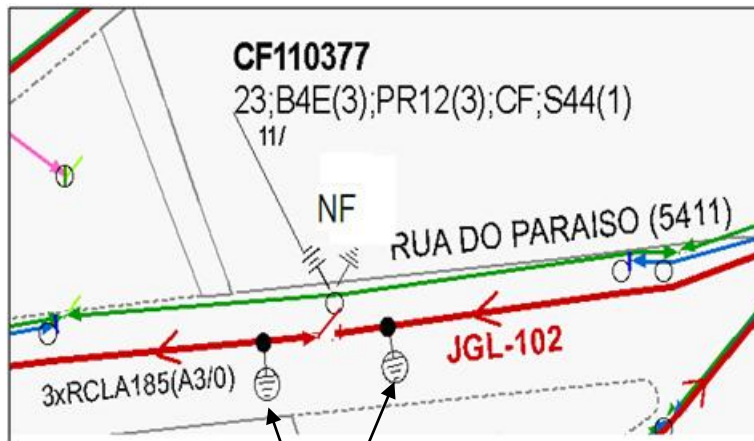


f) Projetar uma estrutura primária em derivação de 45°, para um circuito em rede compacta em poste de concreto de 12 metros de altura e 1000 daN de capacidade, com a base concretada.



11.3 Estribo de Espera em Rede Compacta

a) Projetar instalação de estribo de espera em rede compacta próxima a estrutura de chave faca e condutores de alumínio coberto de 185 mm² existentes.



Simbologia Estribo de Espera

11.4 Travessias

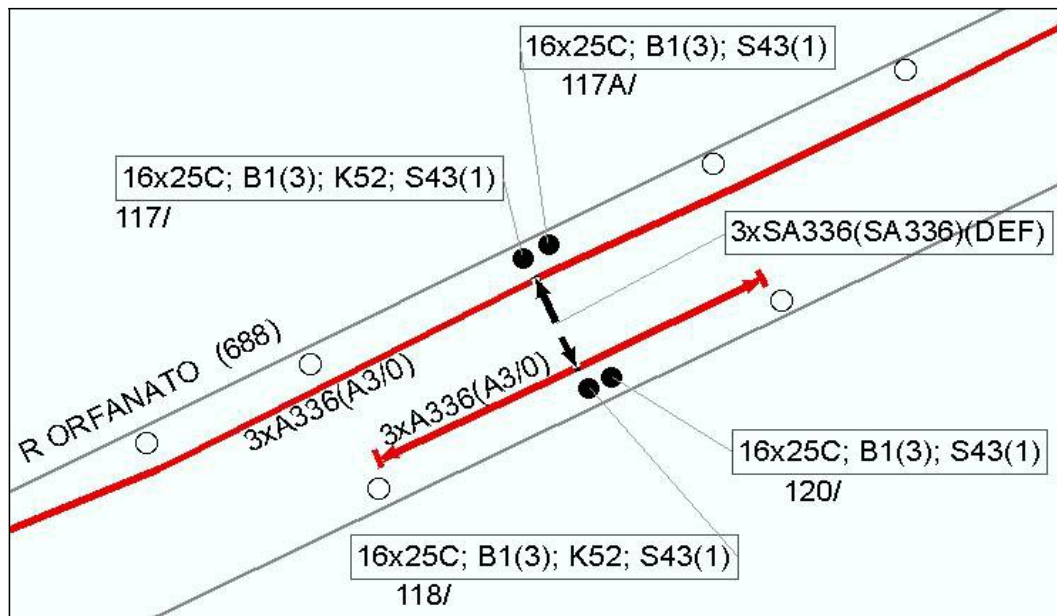
Na tabela abaixo relacionamos os códigos das estruturas de acordo com a classe de tensão.

5 kV	15 kV	24,2 kV	36,2 kV
K21	K41	K41G	K41Q
K22	K42	K42G	K42Q
K31	K51	K51G	K51Q
K32	K52	K52G	K52Q

Exemplos:

a) Projetar uma estrutura primária para travessia em derivação, com dois postes de concreto especiais de 16 metros de altura e capacidade de 2500 daN com a base

concretada e duas estruturas primárias, na construção beco simples com três fases, na classe 15kV.



12. REDE SECUNDÁRIA

12.1 Concepção Básica

Os circuitos secundários deverão ser trifásicos a 4 fios (3 fases + neutro), radiais e utilizados cabo multiplexado auto-sustentado constituído por 3 condutores fase de alumínio compactado, com isolamento sólida extrudada de polietileno reticulado (XLPE) para 0,6/1,0 kV, dispostos helicoidalmente em torno de um condutor neutro em liga de alumínio (Aldrey).

As fases são identificadas com as letras A, B e C, ou 1, 2 e 3, ou liso, 1 traço e 2 traços na cor branca. O ramal de ligação deve ter um comprimento máximo de 30.

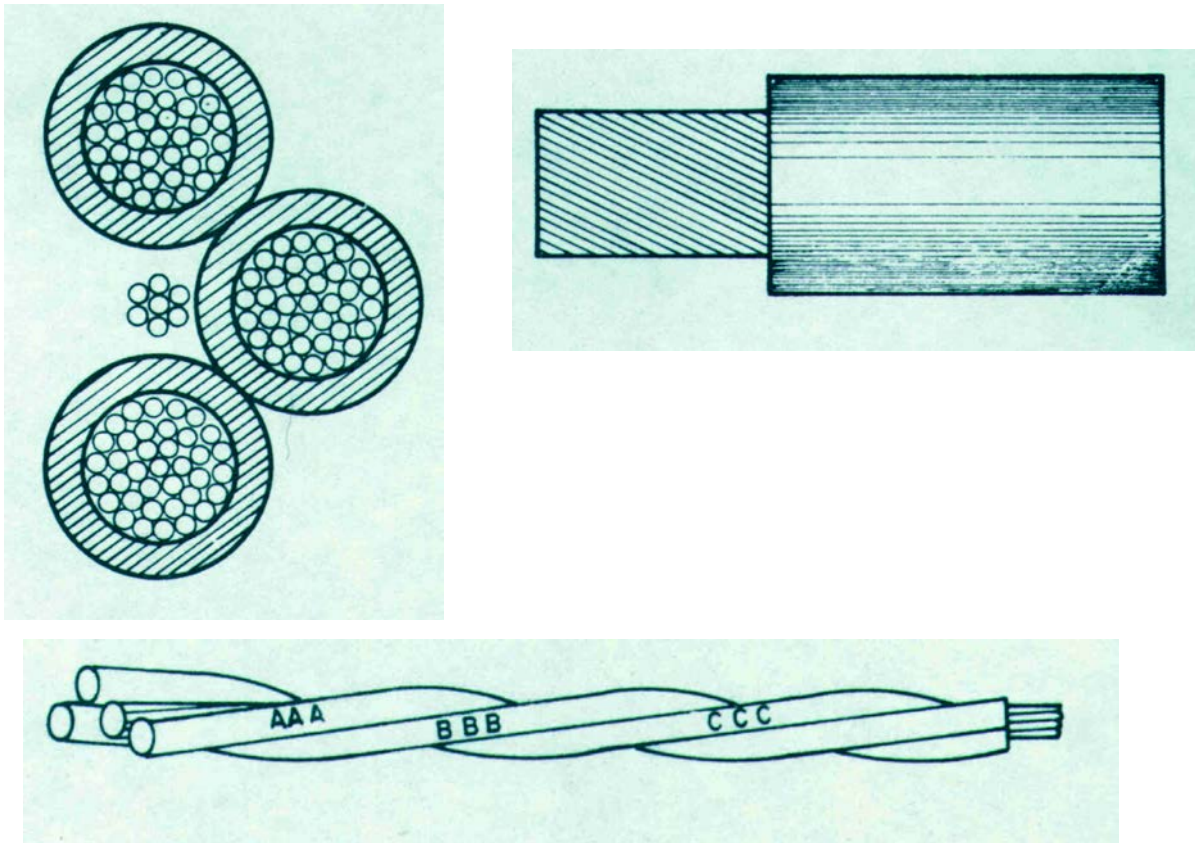


Figura - Vista do Conjunto

Tabela 12.1 – Cabos Padronizados para rede de distribuição secundária

CABOS DE BAIXA TENSÃO – PRÉ REUNIDO	
3 x 1 x 70 + 50 mm²	
Impedância $Z_1 \Rightarrow$	0,5694 + j 0,0727
Impedância $Z_o \Rightarrow$	1,5263 + j 0,8643
3 x 1 x 120 + 70 mm²	
Impedância $Z_1 \Rightarrow$	0,3261 + j 0,0932
Impedância $Z_o \Rightarrow$	1,3753 + j 0,0534

Nos loteamentos não edificados, os ramais de ligação serão instalados quando os consumidores solicitarem as ligações (início das obras nos lotes) secundárias.

12.2 Características Técnicas dos cabos da rede de distribuição secundária

As características técnicas dos cabos pré-reunidos devem estar de acordo com a NBR-8182, para a construção da rede secundária de distribuição.

Segue abaixo a tabela 12.2, com as características dos cabos secundários para a rede de distribuição em baixa tensão:

Tabela 12.2 – cabos pré-reunidos para rede de distribuição secundária em baixa tensão

Condutores de fases		
Cabo	120 mm ²	70 mm ²
Diâmetro	12,73	9,65
Espessura do isolamento	2,0 mm	1,8 mm

Condutor neutro		
Cabo	70 mm ²	50 mm ²
Diâmetro	10,35 mm	9,0 mm

Cabo completo		
Cabo	3x120 mm ²	3x70 mm ²
Capacidade de corrente por fase a temperatura ambiente de 40°C	289 A	207 A
Raio mínimo de curvatura do cabo completo	190 mm	150 mm
Raio mínimo de curvatura do cabo fase	85 mm	65 mm
Peso do cabo	1,46 (kg/m)	0,90 (kg/m)

12.3 Características Técnicas dos Ramais de ligação para derivação da rede de distribuição secundária em baixa tensão

Os cabos de potência Multiplexados, ou simplesmente, cabos Multiplex, são constituídos pela reunião de um, dois ou três condutores fase, em torno de um condutor mensageiro nu (ou isolado) neutro para sustentação.

Estes cabos, próprios para instalação em redes aéreas, já são fabricados para tensões até 12/20KV, no caso específico dos de baixa tensão a norma aplicável é a

NBR-8182 - Cabos de Potência Multiplexados Auto-Sustentados com isolação sólida Extrudada de Polietileno Termoplástico (PE) ou Termofixo (XLPE) para tensões até 0,6/1KV.

Nos cabos Multiplex, o revestimento dos condutores é dimensionado de maneira a trabalhar como isolação.

Por esta característica, fica reduzida a possibilidade de defeitos” fase-fase” ou “fase-terra”, garantido assim uma maior segurança de continuidade de serviço.

Nas linhas de baixa tensão, um dos fatores predominantes é a queda de tensão. Neste particular, os cabos Multiplex oferecem sensível vantagem sobre o sistema convencional (cabos singelos), pois devido à proximidade de seus condutores, há uma menor reatância indutiva e, conseqüentemente menor queda de tensão, proporcionando um melhor fator de potência. A terminologia normalizada para designar os Multiplex em função do número de condutores presentes em sua formação é a seguinte:

Duplex: Um condutor fase reunido ao redor do condutor neutro, aplicável nos ramais de ligação aéreos de consumidores Monofásicos atendidos a 2 fios (fase-neutro).

Ex.: 1 x 10 mm² +10 mm²



Triplex: Dois condutores fase reunidos ao redor do condutor neutro, aplicável nos ramais de ligação aéreos de consumidores Monofásicos atendidos a 3 fios(2 fases-neutro).

Ex: 2 x 1 x 10 mm² +10 mm²



Quadruplex: Três condutores fase reunidos ao redor do condutor neutro, aplicável nos ramais de ligação aéreos de consumidores trifásicos, ou conjunto de consumidores Monofásicos, atendidos a 4 fios(3 fases-neutro). Exemplo: 3 x 1 x 10 mm² +16 mm² .

Em qualquer dos tipos mencionados, depois de instalados, o condutor neutro permanece em posição axial em relação aos condutores fase e estando devidamente fixado às estruturas da Rede e do padrão de Entrada dos consumidores.



Os cabos Multiplex, apresentam como características construtivas, os dados fornecidos pela tabela 12.3 a seguir:

TABELA 12.3 – Características construtivas dos cabos Multiplexados para ramal de ligação

SEÇÃO MM2	FORMAÇÃO FASE	DIÂMETRO FASE	ESPESSURA XLPE	PESO FASE (KG/KM)	RESISTÊNCIA (OHM/KM)	FORMAÇÃO NEUTRO	DIÂMETRO NEUTRO (MM)	CARGA DE RUPTURA (KN)	CORRENTE (A)	PESO CABO COMPLETO
2x1x25	7C	5,85	1,2	107,24	1,2	-	-	-	135	-
2x1x25+25	7C	5,85	1,2	107,24	1,2	7x 2,06(Ca)	6,18	4,25	135	278,73
3x1x25+25	7C	5,85	1,2	107,24	1,2	7x 2,06(Ca)	6,18	4,25	116	386,37
2x1x10	7C	3,65	1,2	48,65	3,08	-	-	-	76	-
2x1x10+10	7C	3,65	1,2	48,65	3,08	7x 1,36(Ca)	4,08	1,95	76	124,93
3x1x10+16	7C	3,65	1,2	48,65	3,08	7x 1,70(Ca)	5,1	2,78	65	189,42
2x1x50+50	7C	7,92	1,6	187,17	0,641	7x 3,00Ca)	9	8,31	200	511,07
3x1x50+35	7C	7,92	1,6	187,17	0,641	6+1x 2,68(Caa)	8,04	12,68	171	697,31
2x1x70+70	14C	9,55	1,8	263,86	0,443	7x 3,45Ca	10,35	10,67	253	708,6

Nota 1: Nos loteamentos não edificados, os ramais de ligação serão instalados quando os consumidores solicitarem as ligações (início das obras nos lotes) secundárias.

13. ESTRUTURAS BÁSICAS SECUNDÁRIAS

13.1 Rede com Cabo Pré-Reunido em Baixa Tensão

Na tabela abaixo relacionamos os códigos das estruturas de acordo com o tipo de instalação.

DESCRIÇÃO	CÓDIGO
Reta	S143
Ponte Mecânico	S144
Final de Linha	S145
Ângulos 60° a 90°	S146
Reta com Derivação (90°)	S147
Reta com Derivação (270°)	S148
Ponte Mecânico com Derivação (270°)	S149

13.2 Afastamento de Rede com Cabo Pré-Reunido em Baixa Tensão

Na tabela abaixo relacionamos os códigos das estruturas de acordo com o tipo de instalação.

DESCRIÇÃO	AFASTADOR	CRUZETA DE AÇO
Reta	AFS143	S143AF
Ponte Mecânico	AFS144	S144AF
Final de Linha	AFS145	S145AF

14. RAMAIS DE LIGAÇÃO

14.1 Estruturas

DESCRIÇÃO	CÓDIGO
Em Cabos Multiplex	L1(X)
Em Cabos Singelos (Chapa Braquete)	L2(X)
Em Cabos Singelos	L3(X)
Em Cabos Multiplex Derivando do H6	L4
Em Cabos Multiplex Derivando do Pré-Reunido	L5

Notas:

Na estrutura L1 o X indica o número de roldanas 1 ou 2

O X indica o número de condutores nas estruturas L2 e L3

Considerar a construção L2, somente para retirada (fora de padrão)

14.2 Ramais

Inserir o Código R no projeto, quando se tratar de instalação de ramal de ligação para alimentação dos clientes em Baixa Tensão.

Nota:

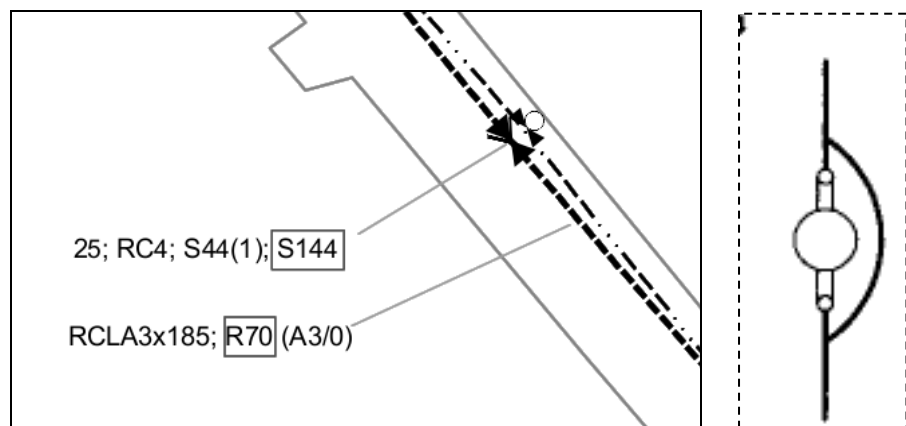
A quantidade, código e o tipo de ramal devem ser indicados antes dos códigos das estruturas L1, L3, L4 e L5.

Exemplos:

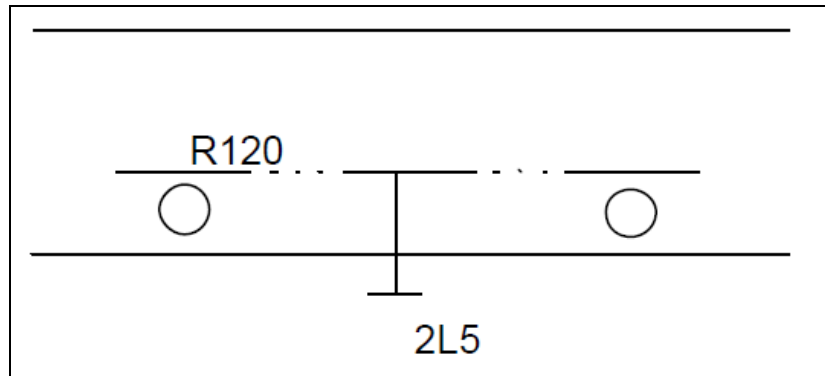
a) Projetar uma estrutura secundária em reta, utilizando poste existente de 12 metros de altura 600.



b) Projetar estrutura secundária em ponto mecânico, utilizando poste existente de 12 metros de altura x 1000.



c) Projetar uma estrutura L5 com dois ramais de ligação multiplexados de 10mm² em um vão de poste com circuito secundário pré-reunido multiplexado em reta existente com R120.



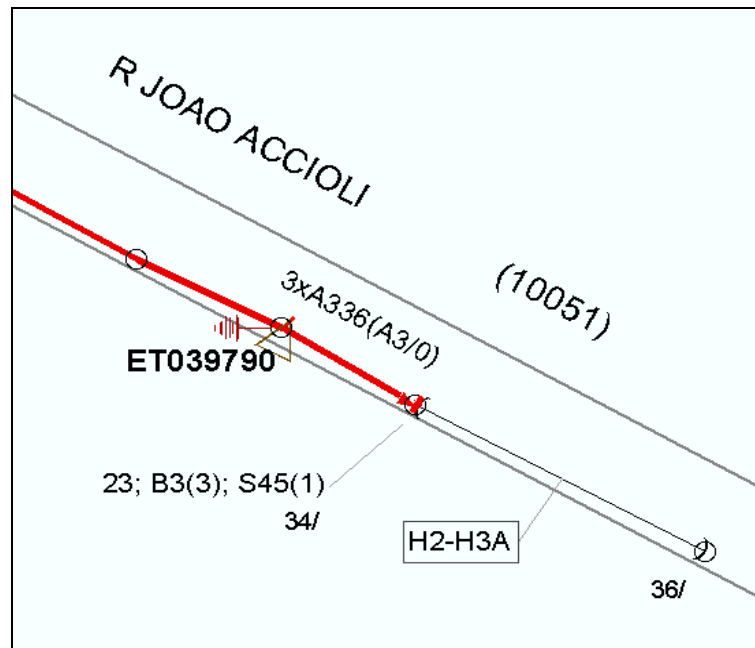
15. OUTRAS ESTRUTURAS

15.1 Estaiamentos

DESCRIÇÃO	CÓDIGO
Estai de Contraposte	H1
Estai de Poste	H2
Estai de Cruzeta Primária - FL	H3A
Estai de Cruzeta Secundária - FL	H3B
Estai de Cruzeta Primária - RT	H4A
Estai de Cruzeta Secundária - RT	H4B
Estai de Âncora	H5
Tirante para Ramal de Ligação	H6

Exemplos:

- a) Projetar um estai de poste e cruzeta em final de linha primária.

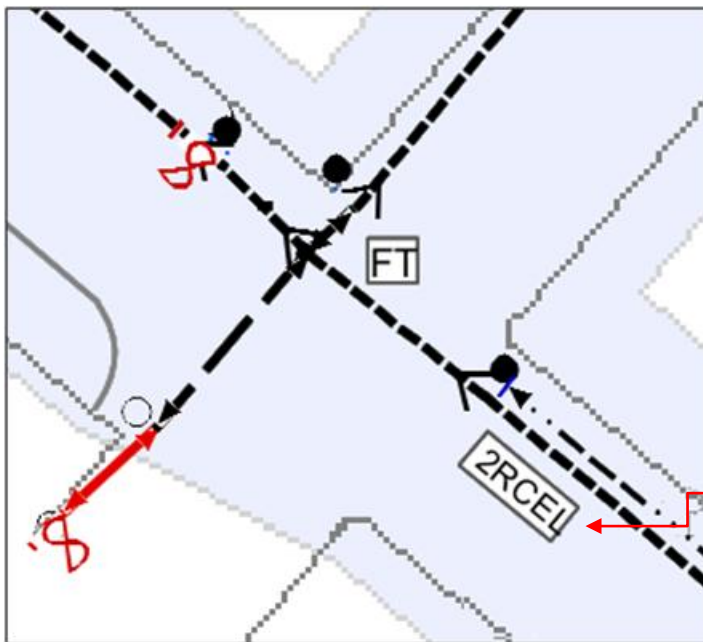


15.2 Cruzamento de Circuitos com Ligação

	CÓDIGO
Cruzamento de Circuito com Ligação Tipo FLY-TAP	FT

Exemplos:

- a) Projetar uma ligação tipo FLY-TAP no cruzamento entre o circuito primário projetado com cabo RCLA 70,185 ou 300 mm².



Informar quantidade de Espaçadores Losangulares por vão.

16. EQUIPAMENTOS

O número do equipamento deve ser indicado no projeto.

A codificação do equipamento deve ser indicada, sempre próximo a simbologia do equipamento.

16.1 Chave Faca, Chave Faca-Fusível e Chave Tripolar

DESCRIÇÃO	CÓDIGO
Chave Faca para Operar com "LB"	CF
Chave Faca-Fusível	CFF
Chave de Manobra Trifásica	CM
Chave de Manobra Trifásica Automatizada	CMA
Chave de Manobra Trifásica Automática	CA

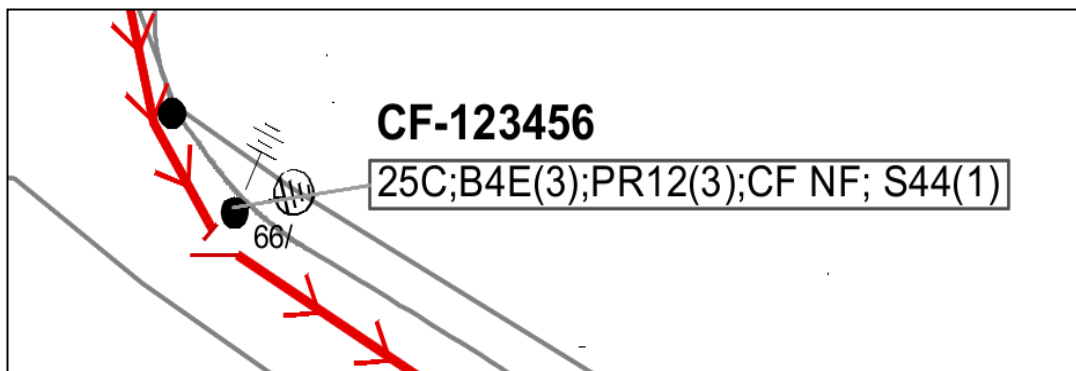
Nota 1: A característica de operação NA (normalmente aberta) ou NF (normalmente fechada), deverá ser indicada junto ao símbolo.

Nota 2: No símbolo, a abertura da chave, deverá ser representada do lado da carga.

Nota 3: Para retirar as chaves, não indicar a característica de operação.

Exemplos:

a) Projetar chave faca monopolar em condição elétrica normalmente fechada (NF), em construção beco (0X3) e poste de concreto 12 metros x 1000 daN.



16.2 Chave Fusível

DESCRIÇÃO	CÓDIGO
Chave Fusível para Operar com "LB"	BF

Nota 1: Quando necessário deverá ser indicada a quantidade de chaves entre parênteses.

Nota 2: A característica de operação deverá ser indicada somente na situação NA

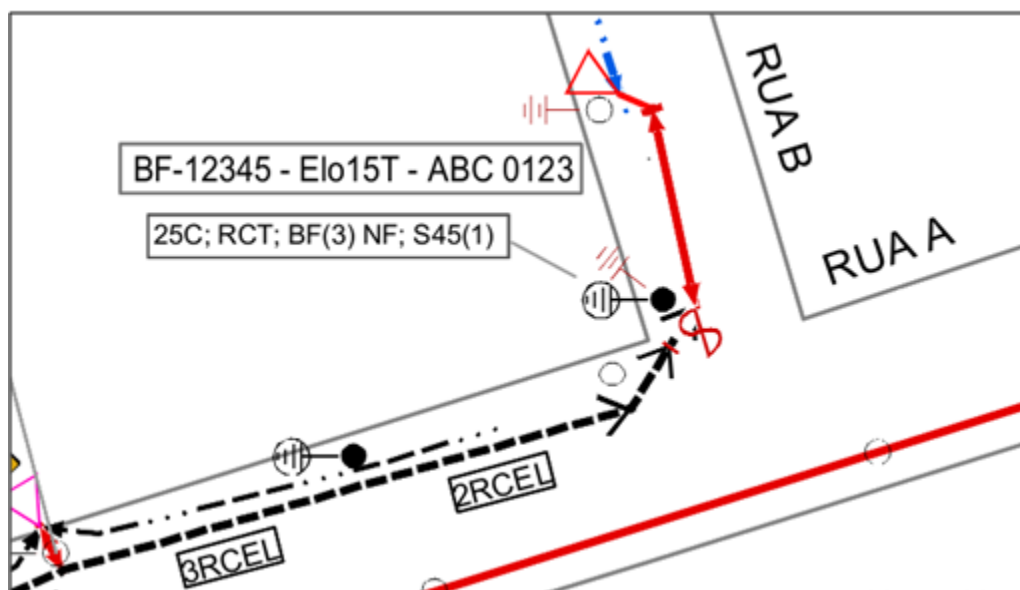
Nota 3: (Normalmente Aberta), junto ao símbolo.

Nota 4: A capacidade dos elos fusíveis deverá ser indicada junto ao símbolo.

Nota 5: Na simbologia a abertura da chave deverá ser representada do lado da carga.

Exemplos:

a) Projetar chave fusível com dispositivo para operar com "LOAD BUSTER", normalmente fechada, com elo fusível de 15 A tipo T em circuito primário trifásico, construção meio beco e poste de 12 metros x 1000 daN.



16.3 Estação Transformadora

A estação transformadora é constituída do transformador e mais acessórios instalados em poste. Segue na tabela abaixo as descrições para projeto:

DESCRIÇÃO	CÓDIGO		
	MONTAGEM EM CRUZETA	MONTAGEM EM ADAPTADOR	MONTAGEM EM REDE COMPACTA
E.T. Trifásico	ET4	ET4A	ET4AC

Notas:

As demais informações sobre os transformadores da estação (quantidade, Capacidade e tap) devem ser indicados separadamente da codificação da estação.

“Somente serão utilizados em projeto transformadores trifásicos (ET4AC)”.

Os outros tipos de estações transformadoras apresentadas na tabela acima são utilizadas apenas pela AES Eletropaulo em redes existentes.

16.4 Transformadores Trifásicos

As potências nominais dos transformadores de distribuição aérea, para uma elevação de temperatura do enrolamento a 55° C, são as seguintes:

Trifásicos: 15 - 30 - 45 - 75 - 150 - 225 kVA.

TABELA 16.4 - Características Elétricas para Transformadores Trifásicos

POTÊNCIA (KVA)	GRUPO	Perdas máximas (W)		Impedância de curto-circuito	Corrente de excitação	Massa máxima com óleo
		em vazio	totais			
15	M e M/L	85	410	3,5	4,0	250
	O	95	470	4,0	4,8	300
30	M e M/L	150	695	3,5	3,6	330
	O	160	790	4,0	4,2	450
45	M e M/L	195	945	3,5	3,2	390
	O	215	1055	4,0	3,6	505
75	M e M/L	295	1395	3,5	2,7	580
	O	315	1550	4,0	3,2	730
150	M e M/L	480	2335	3,5	2,3	800
	O	520	2610	4,0	2,6	950
225	M e M/L	650	3260	4,5	2,1	1100
	O	725	3650	5,0	2,4	1200

Tabela 16.4 Máxima tensão para transformadores

Grupos	Tensão Máxima do Transformador
G, H, M e M/L	15
I e O	24,2

Tabela 16.5 Transformadores Trifásicos e Elos Fusíveis Padronizados

TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS (KVA)	TENSÃO NOMINAL DO SISTEMA (KV)		
	13,2	23	34,5
	TIPO DE ELO FUSÍVEL		
15	1 H	1H	1H
30	2 H	1 H	1 H
75	5 H	3 H	2 H
150	8 K	5 H	-
225	12 K	8 K	-

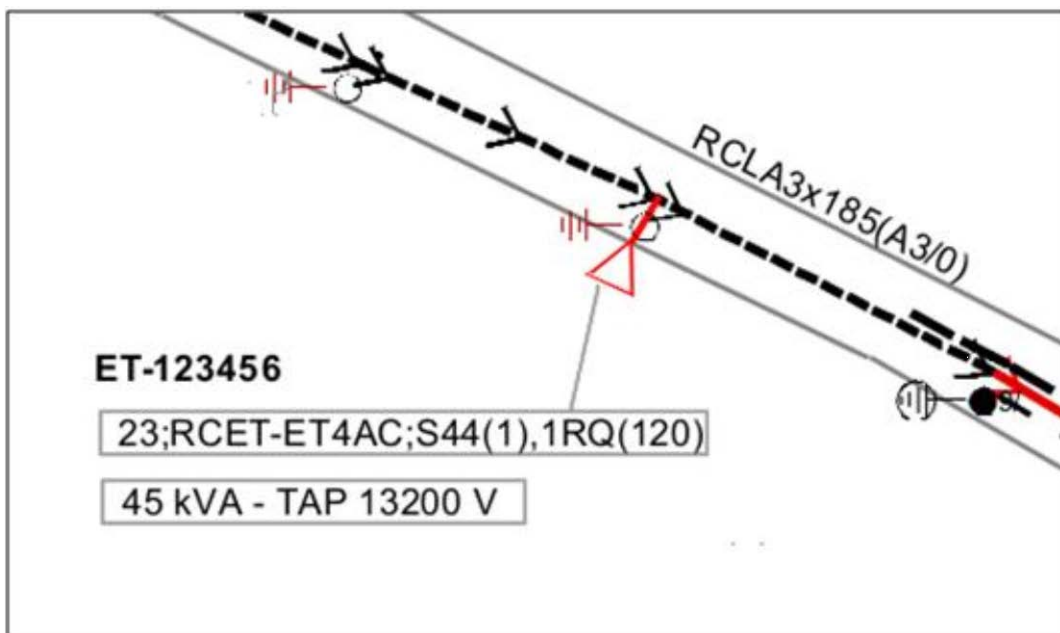
Notas:

Os outros tipos de estações transformadoras apresentadas na tabela acima, são utilizadas apenas pela AES Eletropaulo em redes existentes.

Para outras informações sobre transformadores deve ser consultada a NTE - 8.049 - TRANSFORMADOR PARA REDES AÉREAS DE DISTRIBUIÇÃO.

Exemplos:

a) Projetar estação transformadora exclusiva em adaptador com um transformador trifásico 45 kVA, no tap de 13200V, em poste de concreto de 12 metros x 600 daN.



16.5 Ligação de Entrada Primária e Câmara Transformadora

DESCRIÇÃO	CÓDIGO	
	Chave Faca	Chave Fusível
Entrada Primária Aérea	EPCFA	EPBFA
Entrada Primária Subterrânea	EPCFS	EPBFS
Câmara Transformadora	--	CTBFS

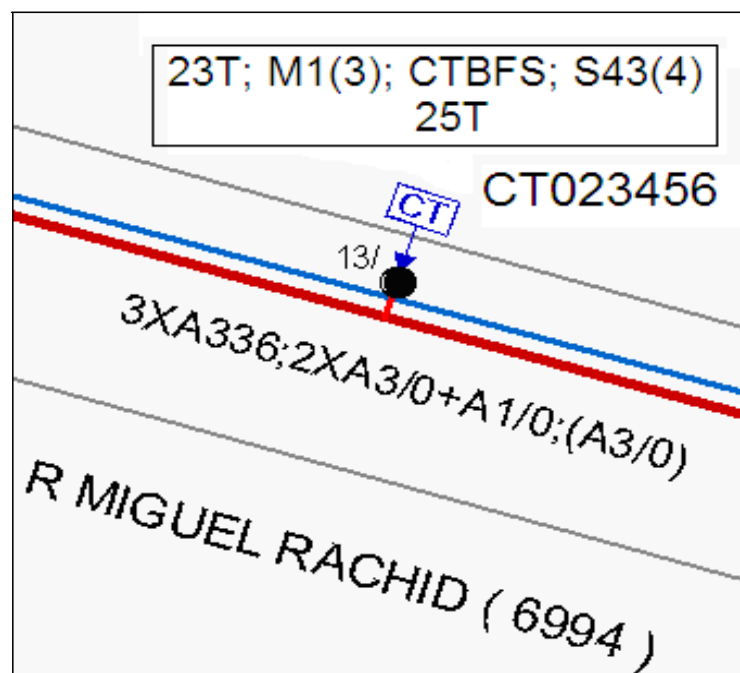
Nota 1: A capacidade dos elos fusíveis deverá ser indicada para projeto, junto ao símbolo.

Nota 2: As estruturas de montagem das entradas primárias e câmaras transformadoras,

Nota 3: O lado da posteação e lado oposto da posteação, diferem-se apenas na cruzeta da rede primária, que é codificada separadamente.

Exemplos:

a) Projetar uma estrutura para ligação de câmara transformadora com elo de 25A - tipo T, mesmo lado da posteação, em poste de 12 metros x 600 daN, em um circuito primário meio beco e circuito secundário com três fases e neutro existentes.



16.6 Religador e Seccionalizador

RELIGADOR AUTOMÁTICO/TIPO	CÓDIGO
L 1Φ	RAL
KF 3Φ	RAKF
R 3Φ	RAR
RV 3Φ	RARV
SEV 3Φ	RASEV
ESV 3Φ	RAESV
GVR-15 3Φ	RAGVR
Outros	RA

SECCIONALIZADOR AUTOMÁTICO /TIPO	CÓDIGO
Monofásico	SA
Trifásico	SAT

ESTRUTURA DE MONTAGEM	CÓDIGO
Construção	1
Construção	2

Notas:

O código da estrutura de montagem deverá ser indicado após o código do religador ou seccionalizador.

A quantidade de religadores e seccionalizadores monofásicos deverá ser indicada entre parênteses

A capacidade do religador ou seccionalizador deverá ser indicada separadamente da codificação do equipamento.

A sequência de operação e a graduação do dispositivo de disparo por corrente a terra do religador e o ajuste do número de contagem do seccionalizador, deverão ser indicados no memorial descritivo.

17. PARA-RAIOS

Código PR

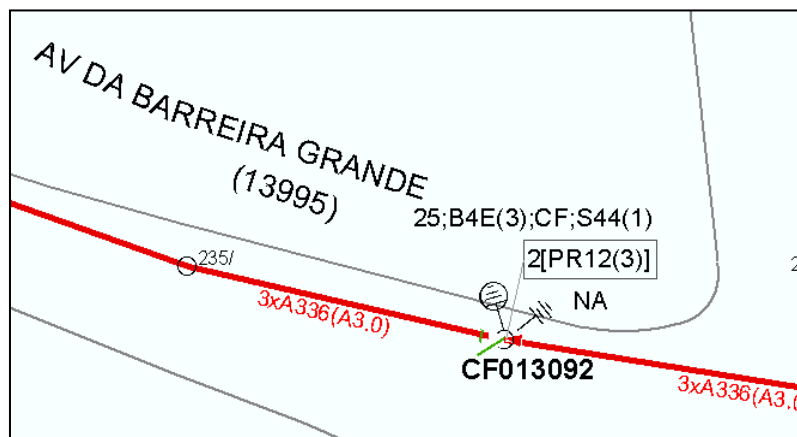
Notas: A tensão nominal dos para-raios deverá ser indicada após o seu respectivo código.

A quantidade dos para-raios deverá ser indicada entre parênteses.

Os para-raios não devem ser indicados nos equipamentos cujas normas exigem sua instalação.

Exemplos:

a) Projetar seis pára-raios de 12 kV em chave faca NA em circuito primário aéreo existente.

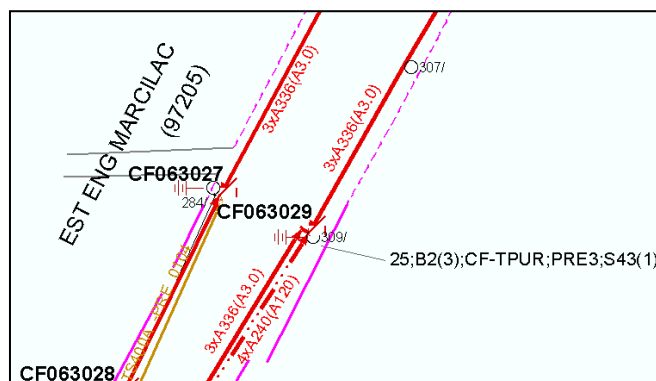


Acrescentar em anotações de projeto caixa de texto indicando o tipo de poste e estruturas existentes

Tabela 17 - Terminal para cabos Subterrâneos (primários e Secundários) e Cabos Pré- Reunido

DESCRIÇÃO	CÓDIGO		
	PRIMÁRIO	SECUNDÁRIO	
		POSTE	FACHADA
Terminal Unipolar	TPU	--	--
Terminal Unipolar - Pré-Reunido	TPUR	--	--
Terminal Tripolar	TPT	TSP	TSF

b) Indicar terminal primário unipolar de pré-reunido de média tensão e um jogo de chave faca, em um circuito primário existente na construção beco dupla, instalados em poste de concreto de 12 metros x 1000 daN.



18. QUEDA DE TENSÃO

A máxima queda de tensão admissível na rede secundária (circuito secundário + ramal de ligação) **é de 3%**.

Os cálculos de quedas de tensão deverão ser feitos considerando temperatura do condutor de 70°C, visto que normalmente o dimensionamento do condutor é feito em função da queda de tensão. Nestas condições, os cabos raramente operam com

correntes superiores a 80% de sua corrente nominal e para tanto as quedas de tensão poderão ser calculadas em função de temperatura no condutor de 70°C. Quando as correntes nos cabos forem superior a 80% da corrente nominal, cálculos de queda de tensão devem ser feitos considerando temperatura no condutor de 90°C.

Informações sobre parâmetros elétricos e fatores de queda de tensão dos cabos padronizados estão apresentados na tabela 8.3.

19. DEFINIÇÃO DOS CIRCUITOS SECUNDÁRIOS

As definições das rotas dos cabos dos circuitos secundários e das localizações e capacidades dos transformadores devem ser feitas levando em consideração:

- atendimento de todas as cargas previstas;
- localização do transformador, considerando o exposto no item anterior e, se possível nas proximidades dos centros de cargas;
- definição de cabo cuja corrente admissível seja superior a corrente de carga prevista e que implique em quedas de tensões inferiores ao máximo admissível;
- a instalação do menor número possível de transformador que normalmente implica em menores custos de implantação.

Os circuitos secundários devem ser localizados entre a guia (divisa entre as vias de circulação de veículos e calçadas) e os demais serviços instalados nas calçadas (telefone, TV a cabo, etc).

20. VIGÊNCIA

Esta norma técnica entra em vigência em 30 (trinta) dias a contar da sua data de publicação.
