

Assunto: Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Subterrâneas de Média e Baixa Tensão**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

CONTEÚDO

1. OBJETIVOS DO DOCUMENTO E ÁREA DE APLICAÇÃO	4
2. GESTÃO DA VERSÃO DO DOCUMENTO.....	4
3. UNIDADES DA VERSÃO DO DOCUMENTO	4
4. REFERÊNCIAS	4
5. SIGLAS E PALAVRAS-CHAVE	6
6. DESCRIÇÃO.....	9
6.1. Elaboração de Anteprojeto de Redes de Distribuição Subterrâneas	9
6.2. Obtenção de Dados Preliminares.....	9
6.2.1. Características gerais do sistema elétrico.....	10
6.2.2. Planejamento Básico	11
6.3. Levantamento de Carga e Determinação das Demandas	14
6.3.1. Levantamento da Carga	14
6.3.2. Previsão da Taxa de Crescimento da Carga.....	21
6.3.3. Cálculo de Queda de Tensão.....	22
6.4. Seleção Do Tipo de Rede.....	24
6.4.1. Condutores Utilizados.....	24
6.5. Topologia e Definição do Traçado da Rede	26
6.5.1. Pontos de manobra da rede	26
6.5.2. Topologia da Rede	26
6.5.3. Obra Civil	29
6.5.4. Obra Elétrica	35
6.5.5. Centro de Transformação em Superfície – CTS e Centro Satélite - CS.....	36
6.5.6. Disposição dos Condutores.....	36
6.5.7. Disposição de Interferências	37
6.5.8. Ramal de Ligação	37
6.5.9. Quadro de Distribuição Pedestal (QDP) de BT	38
6.5.10. Iluminação Pública.....	38
6.6. Dimensionamento Elétrico.....	39

Assunto: Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Subterrâneas de Média e Baixa Tensão**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

6.6.1.	Circuitos Primários.....	39
6.6.2.	Circuitos Secundários.....	39
6.6.3.	Transformadores	40
6.6.4.	Aterramento	41
6.7.	Dimensionamento Mecânico	41
6.7.1.	Cálculo dos esforços de puxamento dos condutores de Média Tensão.....	42
6.8.	Proteção e Seccionamento.....	42
6.8.1.	Conexões.....	42
6.9.	Qualidade e Confiabilidade da Rede.....	43
6.9.1.	Segurança das Instalações	43
6.9.2.	Confiabilidade	43
6.10.	Apresentação do Projeto	43
6.10.1.	Geral	43
6.10.2.	Memorial Descritivo	44
6.10.3.	Projeto da Rede Primária	45
6.10.4.	Projeto da Rede Secundária.....	45
6.10.5.	Projeto Civil.....	45
6.11.	Execução e Comissionamento da Obra	46
6.11.1.	Etapas de Construção	46
6.11.2.	Ensaio de Comissionamento	47
6.12.	Fiscalização Da Obra	48
7.	ANEXOS.....	48
7.1.	Anexo A – Termo de Autorização de Acesso a Rede de Distribuição de Energia Elétrica de Empreendimentos de Interesse Específico;.....	48
7.2.	Anexo B – Planilha Orientativa de Cálculo de Queda de Tensão;.....	48
7.3.	Desenho 01: Símbolos e Convenções Topográficas	50
7.4.	Desenho 02: Simbologia de Projeto	53
7.5.	Desenho 03: Modelo de Planta	58

Especificação Técnica no. 283

Versão no.01 data: 27/02/2019

Assunto: Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Subterrâneas de Média e Baixa Tensão**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

RESPONSÁVEL POR OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO BRASIL

Nilson Baroni Junior.

Assunto: Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Subterrâneas de Média e Baixa Tensão**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 define requisitos mínimos necessários para elaboração de projetos de extensão, reforço, reforma e melhoria de Redes de Distribuição Subterrânea de Média e de Baixa Tensão do Sistema Elétrico da Enel Distribuição Ceará/Enel Distribuição Rio/Enel Distribuição Goiás de modo a assegurar as condições técnicas, econômicas e de segurança necessárias ao adequado fornecimento de energia elétrica.

Aplica-se as seguintes condições:

- Projetos Especiais de extensão de Redes Subterrâneas de Distribuição de Média Tensão (até 13.800 Volts) e de Baixa Tensão (380 Volts, 240 Volts ou 220 Volts conforme a tensão trifásica de distribuição local) em locais já existentes;
- Projetos Especiais de extensão, reforma e melhoria de Redes Subterrâneas de Distribuição de Média Tensão (até 13.800 Volts) e de Baixa Tensão (380 Volts, 240 Volts ou 220 Volts conforme a tensão trifásica de distribuição local) executadas pela Enel em locais já existentes.

Estes Projetos Especiais não fazem parte do Padrão oficial estabelecido pela Enel. Portanto, conforme opção formal prévia feita pelo interessado na utilização de Projetos Especiais para Obras de Responsabilidade do Interessado, as distribuidoras da Enel no Brasil devem observar se há viabilidade técnica para aceitação deste tipo de projeto e as condições para conexão.

Este documento se aplica a Infraestrutura e Redes Brasil na operação da distribuição.

2. GESTÃO DA VERSÃO DO DOCUMENTO

Versão	Data	Descrição das mudanças
1	27/02/2019	Emissão da especificação técnica de construção. Este documento cancela e substitui WKI-OMBR-MAT-18-0250-INBR, WKI-OMBR-MAT-18-0061-EDCE, NTC-35, NTC- 62 e NTC-64.

3. UNIDADES DA VERSÃO DO DOCUMENTO

Responsável pela elaboração do documento:

- Operação e Manutenção Brasil.

Responsável pela autorização do documento:

- Operação e Manutenção Brasil;
- Qualidade de Processos Brasil.

4. REFERÊNCIAS

- Procedimento Organizacional n.375, *Gestão da Informação Documentada*;
- Código Ético do Grupo Enel;

DOCUMENTO INVÁLIDO SE IMPRESSO OU GRAVADO

Assunto: Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Subterrâneas de Média e Baixa Tensão**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

- Plano de Tolerância Zero à Corrupção;
- PRODIST, Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional;
- Resolução Normativa ANEEL N° 414 de 09/09/2010, estabelece as condições gerais de fornecimento de energia elétrica de forma atualizada e consolidada;
- NR 10, *Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade*;
- NR 15, *Atividades e Operações Insalubres*;
- NR 19, *Explosivos*;
- NR 21, *Trabalho a Céu Aberto*;
- ABNT NBR 6118, *Projeto de estruturas de concreto - Procedimento*;
- ABNT NBR 6916, *Ferro fundido nodular ou ferro fundido com grafita esferoidal*;
- ABNT NBR 7211, *Agregados para concreto - Especificação*;
- ABNT NBR 7229, *Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos*;
- ABNT NBR 7480, *Aço destinado a armaduras para estruturas de concreto armado - Especificação*;
- ABNT NBR 7680, *Concreto - Extração, preparo e ensaio de testemunhos de concreto*;
- ABNT NBR 9050, *Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos*;
- ABNT NBR 11768, *Aditivos químicos para concreto de cimento Portland – Requisitos*;
- ABNT NBR 12655, *Concreto de cimento Portland - Preparo, controle e recebimento - Procedimento*;
- ABNT NBR 13133, *Execução de Levantamento Topográfico*;
- ABNT NBR 13231, *Proteção contra incêndio em subestações elétricas*;
- ABNT NBR 13434-2, *Sinalização de segurança contra incêndio e pânico - Parte 2: Símbolos e suas formas, dimensões e cores*;
- ABNT NBR 14165, *Travessia Férrea – Travessia por linhas e redes de energia elétrica – requisitos*;
- ABNT NBR15715, *Sistema de dutos corrugados de polietileno (PE) para infraestrutura de energia e telecomunicações – Requisitos*;
- ABNT NBR 15749, *Medição de resistência de aterramento e de potenciais na superfície do solo em sistemas de aterramento*;
- IEC60502-1, *Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1kV up to 30kV. Part 1: Cables for rated voltages of 1kV and 3kV*;
- GSC-001, *Global Standard - Technical Specification of Medium Voltage Cables with Rated Voltage $U_0/U_c(U_m)$ 8,7/15(17,5) kV, 12/20(24) kV, 15/25(31) kV, 18/30(36) kV and 20/34,5(37,95) kV*;
- GSC-002, *Global Standard - Technical Specification of Low Voltage Cables with Rated Voltage $U_0/U_c(U_m)$ 0,6/1,0 (1,2) kV*;
- Instrução Operacional 1659, *Critérios de Soluções Construtivas e Design de Subestação de Comutação de Média Tensão – Centro Satélite*;

Assunto: Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Subterrâneas de Média e Baixa Tensão

Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

- Instrução Operacional 1696, *Projeto e construção de Linhas de BT*;
- Instrução Operacional 1896, *Regras e Diretrizes para Projeto e Construção de Redes de Média Tensão*;
- Instrução Operacional 1698, *Critérios Técnicos de Desenvolvimento da Rede AT, MT e BT*;
- GSCC-004, 12/20(24) kV and 18/30(36) kV Cold Shrink Compact Joints For MV Cables;
- GSCC-005, 12/20(24) kV and 18/30(36) kV Cold Shrink Terminations For MV Cables;
- GSCC-006, 12/20(24) kV and 18/30(36) kV Separable Connectors For MV Cables;
- GSM-001, MV RMU With Switch-Disconnecter;
- GST-001, *Global Standard - MV/LV Transformers*.

5. SIGLAS E PALAVRAS-CHAVE

Palavras Chaves	Descrição
Anteprojeto	Constituído de planta de situação georeferenciada, indicando ruas, avenidas e planta baixa, apresentando: caminhamento, distâncias, seções dos condutores, cargas, arranjo escolhido, sistemas de proteção adotada, equipamentos a instalar, relação dos principais materiais e custo aproximado da proposta.
Arranjo de Distribuição	Sistema, ou parte de sistema de potência no qual, dependendo da configuração, pode haver fluxo de energia em dois sentidos, correspondendo à topologia da rede.
Atestado de Viabilidade Técnica - AVT	Documento emitido pela Enel que informa se o sistema elétrico é capaz de suprir a demanda estimada pelo interessado e que indica a necessidade ou não de obras de suporte.
Base para Subida em Poste	Estrutura formada por canaleta de aço zincado e concreto simples, destinada a proteção mecânica dos condutores de interligação entre as redes elétricas aéreas e subterrâneas.
Caixa	Caixa de concreto armado ou material resistente aos esforços mecânicos do solo, subterrânea com tampa de ferro fundido com logotipo da Enel, provida de janelas (furos) longitudinais para dutos, olhais para puxamento de condutores, destinada a manuseio de condutores de Baixa Tensão e passagem de cabos de Média Tensão, conforme padrão da Enel.
Caixa de Passagem	Caixa de concreto ou outro material resistente aos esforços mecânicos do solo, lacrável, pré-fabricada ou não, subterrânea, com tampa de concreto ou de ferro fundido, com logotipo da Enel instalada em áreas com acesso permitido somente para pedestre, destinada a auxiliar o lançamento dos condutores, conforme padrão da Enel.
Carga Instalada	É a soma das potências nominais de todos os aparelhos e dispositivos instalados nas dependências das unidades consumidoras, os quais, em qualquer tempo, podem consumir Energia Elétrica.
Cenário N	Estado permanente da rede, na configuração padrão, com todos os elementos disponíveis.
Cenário N-1	Estado temporário da rede, em uma configuração modificada, devido a indisponibilidade de um elemento.

Assunto: Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Subterrâneas de Média e Baixa Tensão

Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

Palavras Chaves	Descrição
Centro de Transformação de Superfície - CTS	Centro de Transformação de Superfície construído ao nível do solo, provida de acesso para equipamentos, ventilação natural ou forçada, iluminação, com fácil acesso para a via pública, destinada a instalação de equipamentos de transformação, proteção e seccionamento (RMU) do sistema elétrico de distribuição.
Centro Satélite - CS	Correspondem a um nó de Média Tensão, onde uma ou mais linhas de Média Tensão convergem e onde várias linhas de saída de Média Tensão se originam. Cada linha de saída de Média Tensão contempla disjuntores (INT). A infraestrutura para a instalação de um Centro Satélite (equipamentos, proteção etc.), é semelhante ou equivalente ao deslocamento de uma barra de Média Tensão da subestação.
Demanda	Média das potências elétricas instantâneas solicitadas por um consumidor durante um período especificado.
Edificação incombustível	Toda construção, incluindo revestimento, forro, cobertura, subcobertura e isolantes termo acústicos que, nas condições esperadas de uso, não auxiliam a combustão e nem adicionam calor a um ambiente em caso de sinistro.
Edificação resistente ao fogo	Construção com propriedade de resistir à ação do fogo por tempo determinado, mantendo sua segurança estrutural.
Horizonte de Projeto	Período de tempo futuro, estimado em 05 anos, para vida útil da rede, considerando o crescimento de consumo, dentro das condições para a qual foi dimensionada e o perfil de carga dos consumidores.
LILO	Line In / Line Out (Entrada de linha/Saída de linha).
Mapa Chave	Mapa correspondente à representação das áreas urbanas dos centros populacionais na escala de 1:5000 ou seus múltiplos, até o limite de 1:25000.
Mapa Planimétrico	Mapa correspondente à planimetria de uma quadrícula de 500m (ordenada) por 500m (abscissa), na escala 1:1000, com área de 0,25km ² , desenhado no formato A1.
Média Tensão	Tensão entre fases cujo valor eficaz é superior a 1 kV e inferior a 69 kV.
Ponto de Entrega	É a conexão do sistema elétrico da Enel com a unidade consumidora e situa-se no limite da via pública com a propriedade onde esteja localizada a unidade consumidora.
Ponto de Manobra	Ponto na rede que permite a execução de manobras com ou sem tensão.
Ponto Significativo - PS	Ponto do sistema elétrico que limita um trecho do circuito elétrico. Normalmente são pontos de ligação de cargas, instalação de equipamentos mudança de alinhamento, mudança da seção dos condutores, mudança do número de fases, mudança do nível de tensão e local de instalação de equipamentos.
Quadro de Distribuição Pedestal - QDP	Conjunto de dispositivos elétricos (barramentos, isoladores e outros), montados em uma caixa de fibra de vidro com poliuretano injetado, destinados à operação (ponto de manobra) de circuitos secundários, instalada apoiada em base de concreto ou embutida em parede.
Redes de Linhas de Distribuição	Conjunto de estruturas, utilidades, condutores e equipamentos elétricos, aéreos ou subterrâneos, utilizados para a distribuição da energia elétrica, operando em Baixa, Média e, ou Alta Tensão de distribuição. Geralmente, as linhas são circuitos radiais e as redes são circuitos malhados ou interligados.
RMU	Ring Main Unit – MV Switchgear.

Assunto: Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Subterrâneas de Média e Baixa Tensão

Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

Palavras Chaves	Descrição
Talude	Considera-se talude o terreno cuja superfície é formada por um plano inclinado (rampa), seja terreno natural ou resultado de um aterro ou corte no terreno, onde podem ocorrer fenômenos de instabilidade associados ao deslocamento do solo.
Tramo	Considera-se tramo a extensão de condutor entre o seu seccionamento ou entre caixas, o que for de menor comprimento.
Unidade Consumidora Nível "A"	Unidade consumidora de pequeno porte onde o consumo predominante seja o de iluminação interior, incluindo neste nível os consumidores de baixa renda.
Unidade Consumidora Nível "B"	Unidade consumidora pertencente a consumidor de classe média, com utilização de aparelhos eletrodomésticos convencionais.
Unidade Consumidora Nível "C"	Unidade consumidora pertencente a consumidor de classe média alta, com carga de iluminação significativa, aparelhos de ar condicionado, chuveiros elétricos etc.
Unidade Consumidora Nível "D"	Unidade consumidora pertencente a consumidor de classe alta, onde haja abundância de iluminação interna e externa, utilização de pequenas centrais de refrigeração ambiental e outros serviços domésticos significativos.

Assunto: Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Subterrâneas de Média e Baixa Tensão

Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

6. DESCRIÇÃO

6.1. Elaboração de Anteprojeto de Redes de Distribuição Subterrâneas

A elaboração de projetos de redes distribuição subterrâneas deve seguir o roteiro apresentado na Figura 1.

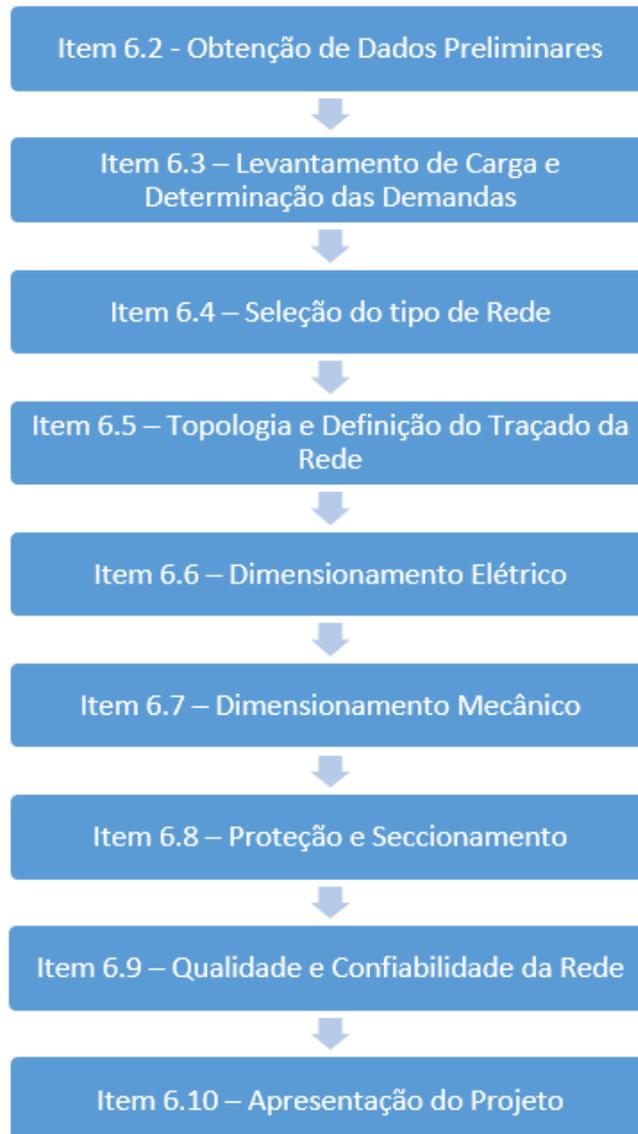


Figura 1 – Roteiro para elaboração de projetos

6.2. Obtenção de Dados Preliminares

De uma maneira geral, o projetista deve fazer o levantamento de todas as informações pertinentes para decisão de como projetar a rede de maneira a atender a todos os critérios elétricos, mecânicos, de segurança, qualidade e confiabilidade requeridos. Os itens a seguir indicam o tipo de informação necessária para o projeto.

Assunto: Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Subterrâneas de Média e Baixa Tensão

Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

6.2.1. Características gerais do sistema elétrico

Na Tabela 1 são apresentadas as características da rede de distribuição subterrânea.

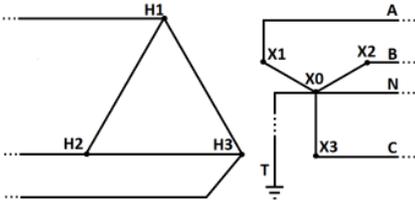
Características	Infraestrutura e Redes Brasil na Operação de Distribuição		
	Ceará	Goiás	Rio
Frequência (Hz)	60		
Número de Fases	3		
Sistema de Baixa Tensão			
 <p style="text-align: center;">Sistema Trifásico</p>	380 - Urbano e Rural	220 - Urbano e 240 - Rural	
Sistema de Média Tensão (kV)			
Tensão nominal	13,8	13,8	11,95 - 13,8
Nível Básico de Isolamento no sistema de distribuição MT (kV)	95		
Nível máximo de curto circuito na barra da subestação (kA)	25	16	16
Conexão de transformador	MT – Delta e BT – estrela aterrada - Dyn1		
Condições Ambientais			
Altitude Máxima (m)	< 1.000		
Temperatura Mínima (°C)	+14	0	-5
Temperatura Máxima (°C)	+40		
Temperatura Média (°C)	+30		
Temperatura de operação (°C)	90		
Umidade Relativa Média (%)	> 80	> 80	Até 100
Nível de Contaminação (ABNT IEC/TR 60815)	Muito Pesado (IV)	Pesado (III)	Pesado (III)
Radiação Solar Máxima (Wh/m ²)	1.000		
Resistividade térmica do solo	Nota 1		
Condições de Instalação			
Profundidade de montagem da MT	1m (via)		
Profundidade de montagem da BT	0,6m (passeio) 0,8m (via)		
Distância horizontal entre circuitos	70mm +D ^{NOTA 2}		
Nota 1: Consultar Tabela 13.			
Nota 2: Diâmetro D da tubulação.			

Tabela 1 - Características do Sistema Elétrico da Enel para Rede Subterrânea

Assunto: Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Subterrâneas de Média e Baixa Tensão**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

O sistema elétrico de distribuição da Enel no Brasil é predominantemente aéreo e constituído por redes de distribuição de MT a 3 (três) condutores fases, transformadores delta-estrela com neutro acessível, solidamente aterrado com defasamento angular de 1 hora da MT com relação à BT (DYn1) e redes de distribuição de BT a 4 (quatro) condutores, sendo 3 (três) fases e 1 (um) neutro.

A rede subterrânea é um tipo de rede especial, cuja tomada de decisão de utilização depende de estudo de viabilidade em relação as demais alternativas disponíveis, considerando o investimento prudente e o padrão da rede no local.

A rede subterrânea é constituída por redes de distribuição de MT a 3 (três) condutores fases, transformadores delta-estrela com neutro acessível, solidamente aterrado com defasamento angular de 1 hora da MT em relação à BT (DYn1) e redes de distribuição de BT a 4 (quatro) condutores, sendo 3 (três) fases e 1 (um) neutro.

A rede de Média Tensão Subterrânea deve ser projetada e construída em área pública, preferencialmente na pista de rolamento cujos espaçamentos estão definidos nos padrões da Enel. A rede de Baixa Tensão deve ser projetada e construída em área pública, preferencialmente no passeio. Em casos especiais a rede de Média Tensão pode ser projetada e construída no passeio, desde que exista legislação específica do município (lei de uso e ocupação do solo, plano diretor, código de postura do município, lei orgânica, etc.).

O caminhamento da rede subterrânea, seja de Média ou Baixa Tensão, deve ser o mais retilíneo possível, sempre paralelo (sem cruzamentos no mesmo caminhamento), evitando grandes mudanças de direção, respeitando os raios de curvatura dos condutores utilizados e a possibilidade de utilização dos equipamentos para a enfição.

6.2.2. Planejamento Básico

6.2.2.1. Mapeamento

O projeto deve fazer o gerenciamento e mitigação dos riscos, de maneira a evitar custos extras, atrasos e retrabalho, tais como problemas com licenças, com o dimensionamento da rede, problemas de qualidade dos materiais, condições climáticas adversas, qualificação do pessoal envolvido na construção, atrasos caso encontre sítio arqueológico, etc.

A elaboração do projeto deve ser precedida de um planejamento ou anteprojeto. Abaixo algumas recomendações de roteiro para mapeamento:

- a) Obter plantas cadastrais da prefeitura e empresas de serviços públicos da área e fazer inspeção no local, levantando todas as informações necessárias à elaboração do projeto;
- b) Atualizar mapas e cadastros existentes por meio de levantamento topográfico, seguindo orientações da NBR 13133 e orientações da Enel;
- c) Identificar rede existente (aérea ou subterrânea), condições locais de pavimentação, arborização e práticas locais de escavações sem autorização;
- d) Fazer esboço em campo das soluções viáveis para o atendimento da nova carga;
- e) Compatibilizar as soluções encontradas com características específicas da área e posturas municipais, bem como conseguir as respectivas licenças e Atestado de Viabilidade Técnica da Enel;

Assunto: Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Subterrâneas de Média e Baixa Tensão**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

- f) Consultar os órgãos de Patrimônio Artístico e Cultural ou de Preservação Ambiental sempre que as instalações estejam inseridas, respectivamente, em área tombada ou de preservação ambiental;
- g) Definir o tipo de tubulação e caixas em função do caminhamento escolhido e das características físicas do terreno;
- h) Planejar a rede para operar o cenário N e no Cenário N-1 (Média Tensão).

6.2.2.2. Obtenção de dados da Área do projeto

Devem ser levantados os aspectos peculiares da área em estudo, observando-se:

- a) Grau de urbanização da área;
- b) Características das edificações;
- c) Dimensões dos lotes;
- d) Tendências regionais;
- e) Comparação com áreas semelhantes que tenham dados de carga e taxa de crescimento conhecidas;
- f) Levantamento da carga;
- g) Previsão da taxa de crescimento da carga;
- h) Meta para os indicadores de qualidade para o conjunto de unidades consumidoras.

6.2.2.3. Atestado de Viabilidade Técnica

Deve ser anexado ao projeto o Atestado de Viabilidade Técnica – AVT, para as seguintes situações:

- a) Obras de atendimento a consumidores individuais do Grupo A ou empreendimentos que se enquadrem nos critérios para solicitação de Atestado de Viabilidade Técnica definido nas especificações técnicas de conexão da Enel Distribuição Ceará/Enel Distribuição Rio/Enel Distribuição Goiás;
- b) Obras de redes subterrâneas que interfiram na rede existente da Enel Distribuição Ceará/Enel Distribuição Rio/Enel Distribuição Goiás ou outras obras consideradas especiais;
- c) Conexão de unidades consumidoras com cargas que possam causar perturbações no sistema ou cargas muito sensíveis a variações de tensão, independente da potência.

6.2.2.4. Compartilhamento de Infraestrutura

Não é permitido o compartilhamento de qualquer tipo de caixas e dutos por onde passa a rede de distribuição subterrânea com outros dutos ou infraestruturas diversas como TV a cabo, telefonia, comunicação, gás, água, esgoto, iluminação, etc. de serviço particular ou infraestrutura que não seja de interesse da Enel.

A passagem de tubulações de gás, em condição de proximidade com a rede de distribuição subterrânea, deve ter uma análise da companhia de gás local.

Assunto: Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Subterrâneas de Média e Baixa Tensão
Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

6.2.2.5. Interferências e pontos significativos da rede

Sempre que houver indícios da existência de interferências não mapeadas no subsolo, devem ser feitas sondagens prévias na área onde o projeto subterrâneo será executado. No projeto deve constar uma nota com a recomendação do procedimento sobre a sondagem que deve ser seguida.

Considera-se interferência qualquer infraestrutura ou condição do relevo local que dificulte ou inviabilize a passagem da rede de distribuição subterrânea, como sistemas de drenagem, com redes de iluminação, comunicações, gás, circuito fechado de TV e segurança, água, esgoto, drenagem de águas pluviais, sistemas de combate a incêndio, afloramento rochoso, lençol freático raso, áreas alagadas, áreas com intrusão salina, etc.

- a) As caixas de ramal devem estar localizadas, preferencialmente entre as divisas das propriedades, evitando-se, com isso, sua localização em área de jardinagem ou sujeitas à escavação ou fluxo de veículos;
- b) Os CTS's devem estar localizados em locais afastados de edificações como medida de proteção contra incêndio de acordo com a NBR13231 e Tabela 2;
- c) Os pontos de proximidade, cruzamento e paralelismo com interferências, devem ser cadastrados ao longo do caminhamento da rede subterrânea, como redes hidráulicas, telefônicas, esgoto, áreas com necessidade de detonação, etc;
- d) O cadastro dos pontos significativos e interferências da rede devem estar num croqui com base do projeto civil, numerando sequencialmente todos os pontos significativos, indicando as disposições e forma de apresentação através plantas com cortes e detalhes específicos. As simbologias dos principais pontos notáveis na rede estão descritas no Desenho 02: Simbologia de Projeto (Anexo 7.4).

Tipo de líquido isolante	Edificação resistente ao fogo por 2h	Edificação incombustível	Edificação combustível
Óleo mineral	1,5m	4,6m	7,6m
Óleo vegetal	1,5m	1,5m	7,6m

Tabela 2 - Tabela de distâncias do CTS para edificações conforme o tipo de óleo

6.2.2.6. Responsabilidades das obras de Terceiros

O empreendedor é o responsável pela elaboração do projeto e construção da rede subterrânea, bem como pela contratação do serviço de execução das obras, sendo que, antes de sua execução, o projeto deve ser aceito pela Enel e deve, obrigatoriamente, estar de acordo com os Padrões vigentes, com as normas ABNT e com as Normas e resoluções expedidas pelos órgãos oficiais competentes. Em caso de dúvidas no projeto por parte do empreendedor, a Enel pode ser consultada para uma análise conjunta sobre pontos específicos e proposta de alternativas e restrições para segurança, confiabilidade e níveis de qualidade no fornecimento.

O empreendedor é o responsável pelo projeto e locação de todas as PS's da rede subterrânea, ou seja, estruturas que estejam afloradas do solo como cabines, quadros, casamatas, etc. Estas estruturas não podem interferir na acessibilidade dos passeios e devem estar em local acessível às equipes e veículos de manutenção, como equipamento guindauto. Além disso, os projetos de arquitetura e paisagismo são de responsabilidade do empreendedor e devem seguir o plano de zoneamento, código de obras e postura, plano diretor, lei de uso de ocupação do solo do município ou quaisquer documentos oficiais que racionalizem o uso do solo no local da obra.

Assunto: Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Subterrâneas de Média e Baixa Tensão**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

O empreendedor é o responsável ainda pelo correto dimensionamento e fornecimento de todos os materiais e equipamentos tais como condutores, transformadores, proteções, aterramentos, ramal de ligação. É responsável também pelos cálculos de demanda e queda de tensão considerando todo o horizonte do projeto, cálculo e medição da tensão de passo e toque nos transformadores e cubículos metálicos, perfil da carga e a vida útil estimada da rede.

O empreendedor deve solicitar visita prévia da Enel para verificar se os equipamentos e materiais adquiridos (inspecionados ou não) correspondem aos materiais homologados e ao padrão construtivo aceito como medida de mitigação de problemas no material e que venha a acarretar prejuízos após a construção e/ou custos adicionais com adequações.

No caso de obras em condomínio legalmente constituído, o empreendedor deve entregar o Termo de Autorização de Acesso a Rede de Distribuição de Energia Elétrica de Empreendimentos de Interesse Específico, conforme Anexo A (item 7.1).

O fluxo de documentos deve seguir as orientações da Enel quanto à autoconstrução, fornecimento e conexão de redes de distribuição em tensão primária e secundária.

6.3. Levantamento de Carga e Determinação das Demandas

6.3.1. Levantamento da Carga

6.3.1.1. Consumidores Especiais

Devem ser analisados separadamente os consumidores que possuem cargas que provocam flutuação de tensão na rede, no início ou durante o período de funcionamento.

As cargas a serem levantadas são:

- a) Aparelhos de Raios X;
- b) Máquinas de solda;
- c) Fornos elétricos a arco;
- d) Fornos elétricos de indução com compensação por capacitores;
- e) Motores de potências elevadas (superiores a 50 cv);
- f) Retificadores e equipamentos de eletrólise;
- g) Outros que provoquem perturbações.

6.3.1.2. Iluminação Pública

Devem ser assinalados, na Planta Cadastral, a potência e tipo das lâmpadas, conforme simbologia de projeto do Desenho 02: Simbologia de Projeto (Anexo 7.4). Os projetos de Iluminação Pública devem ser elaborados conforme prescrições contidas nas Especificações Técnicas de Construção da Enel.

Assunto: Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Subterrâneas de Média e Baixa Tensão

Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

6.3.1.3. Rede de Baixa Tensão
6.3.1.3.1. Processo por Medição

As medições do carregamento dos transformadores devem ser efetuadas no secundário e no horário considerado de carga máxima da área em estudo, observando as recomendações seguintes:

- a) As medições nos transformadores devem ser efetuadas conforme as áreas predominantes a seguir:
- Áreas residenciais: em áreas predominantemente residenciais as medições devem ser efetuadas em dias úteis, entre 18h30min e 20h30min.;
 - Áreas comerciais: em áreas predominantemente comerciais as medições devem ser efetuadas em dias úteis, entre 09h00min e 11h00min ou entre 15h00min e 17h00min.;
 - Áreas heterogêneas: em áreas onde coexistem prédios de apartamentos, consumidores residenciais, comerciais ou outras atividades é necessário segregar as demandas dos consumidores residenciais dos demais e efetuar as medições destes conforme disposto no processo por medição em consumidores, conforme alínea “b)” do item 6.3.1.3.1.;
 - Áreas de sazonalidade: em áreas sujeitas a grande variação de demanda devido a sazonalidade (polos turísticos) as medições dos transformadores devem ser efetuadas em períodos e horários supostamente considerados de máxima demanda. Na impossibilidade de serem efetuadas medições neste período deve ser adotado um fator de majoração que depende das informações disponíveis na região em relação ao comportamento da demanda na área;
 - Áreas homogêneas: em áreas de características homogêneas devem ser medidos cerca de 40% dos transformadores da área em estudo. A demanda média por consumidor deve ser calculada conforme a Equação 1.

$$DMc = \frac{\sum(DMt)}{Nc} \text{ kVA}$$

Equação 1 - Demanda Média por Consumidor

Onde:

DMc = demanda média por consumidor, em kVA;

$\sum (DMt)$ = somatório das demandas dos transformadores medidos, em kVA;

Nc = número de consumidores ligados às redes de BT servidos pelos transformadores.

As medições devem ser efetuadas simultaneamente na saída dos transformadores. O valor máximo da demanda por transformador deve ser determinado conforme a Equação 2.

$$DMt = \frac{(Ia \times Va + Ib \times Vb + Ic \times Vc)}{1000} \text{ (kVA)}$$

Equação 2 - Valor Máximo de Demanda do Transformador

Assunto: Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Subterrâneas de Média e Baixa Tensão

Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

Onde:

 I_a, I_b, I_c = correntes medidas nas fases A, B e C, em ampère;

 V_a, V_b, V_c = tensão medida entre fase e neutro, em volts.

b) Nas medições em consumidores não-residenciais e residenciais deve ser considerado:

- Consumidores não residenciais que apresentam demanda significativa, tais como oficinas, serrarias etc., devem ser medidos individualmente no mesmo período considerado de demanda máxima da área em estudo;
- Demais consumidores não residenciais, tais como pequenos bares, lojas etc., devem ser considerados como consumidores nível B de acordo com a Tabela 3.
- Os consumidores residenciais devem ter suas demandas médias calculadas de acordo com a Equação 3.

$$DCr = DMt - \frac{\sum(DCnr)}{Fdiv} (kVA)$$

Equação 3 - Demanda dos consumidores residenciais

Onde:

 DCr = demanda dos consumidores considerados como residenciais, em kVA;

 DMt = demanda máxima medida do transformador, em kVA;

 $\sum(DCnr)$ = somatório das demandas máximas dos consumidores não residenciais, em kVA;

 $Fdiv$ = fator de diversidade característico do grupo de consumidores de acordo com a Tabela 4 e Tabela 5.

- A demanda média de cada consumidor considerado residencial deve ser calculada conforme a Equação 4.

$$DMc = \frac{\sum DCr}{Ncr} (kVA)$$

Equação 4 - Demanda média de cada consumidor residencial

Onde:

 Ncr = número de consumidores considerados residenciais.

- Áreas comerciais: para áreas predominantemente comerciais, as demandas devem ser determinadas de preferência através de medições diretas no ramal de ligação de cada consumidor, no horário considerado de demanda máxima.

Assunto: Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Subterrâneas de Média e Baixa Tensão

Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

6.3.1.3.2. Processo Estimativo

O processo estimativo para cálculo das demandas de consumidores residenciais e não residenciais, de baixa tensão deve ser conforme a seguir:

- a) Consumidores Residenciais: para a estimativa da demanda dos consumidores residenciais devem ser adotados os valores individuais de demanda diversificada em kVA, correlacionando o número e o nível de consumidores no circuito, de acordo com a Tabela 3.
- b) Consumidores não-Residenciais: para a estimativa da demanda dos consumidores não residenciais podem ser utilizados dois métodos, conforme disponibilidade de dados existentes:
 - **1º Método:** a estimativa dos valores da demanda para consumidores em função da carga total instalada, ramo de atividade e simultaneidade de utilização dessas cargas, deve ser determinado conforme a Equação 5.

$$DCnr = \frac{CInstxFd}{Fp} (kVA)$$

Equação 5 - Método 1

Onde:

DCnr = demanda dos consumidores não residenciais;

CInst = Carga Instalada, em kW;

Fd = Fator de Demanda típico, conforme o Anexo C;

Fp = Fator de Potência.

- **2º Método:** A estimativa da demanda deve ser realizada com base no consumo extraído dos dados de faturamento. É prudente que se tome a média do consumo dos consumidores num período de tempo de no mínimo 3 (três) meses. O cálculo deve ser realizado conforme a Equação 6.

$$DCnr = \frac{CM}{730 \times Fc \times Fp} (kVA)$$

Equação 6 - Método 2

Onde:

CM = Consumo Médio do consumidor, em kWh;

Fc = Fator de Carga Típico, de acordo com o Anexo C;

Fp = Fator de Potência.

Assunto: Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Subterrâneas de Média e Baixa Tensão**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

Nestes casos a demanda de iluminação pública deve ser calculada separadamente e adicionada à demanda estimada dos consumidores.

6.3.1.3.3. Processo Computacional

A determinação da demanda deve ser efetuada através dos relatórios estatísticos obtidos a partir do consumo mensal de cada unidade consumidora ligada à rede de BT.

Neste caso a demanda de iluminação pública deve ser calculada separadamente e adicionada a demanda estimada dos consumidores.

6.3.1.3.4. Determinação da Demanda Estimada por PS

Com base na Tabela 3 deve ser concentrada por PS da rede secundária a demanda diversificada dos consumidores nele ligados, de acordo com Equação 7.

$$DMp = \sum (Cic \times ni) + Dip(kVA)$$

Equação 7 - Demanda máxima diversificada por PS

Onde:

DMp = demanda máxima diversificada por PS, em kVA;

$\sum (Cic \times ni)$ = somatório das demandas individuais diversificadas dos consumidores, em kVA, por nível característico de acordo com a Tabela 3 vezes o nº. de consumidores individuais (ni) ligados ao circuito;

Dip = demanda de iluminação pública, em kVA. Esta demanda será obtida somando-se as potências nominais das lâmpadas e reatores de iluminação pública ligadas, considerando os fatores de potência.

Nesta expressão devem ser computadas também as cargas dos consumidores especiais, considerando como demanda a sua carga nominal.

Assunto: Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Subterrâneas de Média e Baixa Tensão
Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

Número de Consumidores do Circuito	Classe de Consumidores							
	EDCE / EDGO				EDRJ			
	Nível "A"	Nível "B"	Nível "C"	Nível "D"	Nível "A"	Nível "B"	Nível "C"	Nível "D"
1 a 5	0,356	0,992	2,251	3,794	1,0	1,6	2,6	4,0
6 a 10	0,344	0,913	2,094	3,601	0,9	1,4	2,2	3,4
11 a 15	0,333	0,833	1,936	3,408	0,8	1,2	1,9	3,0
16 a 20	0,321	0,754	1,780	3,216	0,7	1,1	1,7	2,6
21 a 25	0,310	0,674	1,622	3,023	0,6	0,9	1,5	2,3
26 a 30	0,298	0,595	1,465	2,830	0,5	0,9	1,4	2,1
31 a 35	0,287	0,516	1,307	2,637	0,5	0,8	1,3	2,0
36 a 40	0,275	0,436	1,150	2,445				
41 ou mais	0,264	0,357	0,993	2,252	0,5	0,8	1,3	2,0

Nível "A" – Consumo médio entre 0-79 kWh

Nível "B" – Consumo médio entre 80-220 kWh

Nível "C" – Consumo médio entre 221-500 kWh

Nível "D" – Consumo médio > 500kWh

Tabela 3 - Demanda Diversificada em kVA

Elementos dos sistemas entre os quais os fatores de diversidade são considerados	Fatores de Diversidade			
	Carga Residencial	Carga Comercial	Consumidores Generalizados	Grandes Consumidores
Entre consumidores individuais	2,00	1,46	1,45	-
Entre transformadores	1,30	1,30	1,35	1,05
Entre alimentadores	1,15	1,15	1,15	1,85
Entre subestações	1,10	1,10	1,10	1,10
Dos consumidores para os transformadores	2,00	1,46	1,44	-
Dos consumidores para o alimentador	2,60	1,90	1,95	1,15
Dos consumidores para a subestação	3,00	2,18	2,24	1,32
Dos consumidores para a estação geradora	3,29	2,40	2,46	1,45

Tabela 4 - Fatores de Diversidade para Consumidores Urbanos

Quantidade de Consumidores	Quantidade de Carga	Fator de Diversidade
1	1	100 %
1	Diversas	85 %
Diversos	Diversas	70 %

Tabela 5 - Fator de Diversidade para Consumidores Rurais

Assunto: Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Subterrâneas de Média e Baixa Tensão

Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

6.3.1.4. Rede de Média Tensão
6.3.1.4.1. Processo por Medição

As medições do carregamento do alimentador na rede de Média Tensão devem ser efetuadas, observando as seguintes recomendações:

- a) Tronco de alimentadores: devem ser utilizados os relatórios de acompanhamento de subestações emitidos mensalmente pela área de operação e manutenção da Alta Tensão. Se estes relatórios não estiverem disponíveis, devem ser efetuadas medições de corrente por fase na saída do alimentador em estudo. A demanda deve ser calculada de acordo com Equação 8.

$$D_{ALIM} = \sqrt{3} \times V_N \times I_{MED} \text{ (kVA)}$$

Equação 8 - Demanda máxima do alimentador

Onde:

D_{ALIM} = demanda máxima do alimentador, em kVA;

V_N = tensão nominal da rede, em kV;

I_{MED} = corrente medida, em ampère.

A medição deve ser efetuada, de preferência, por um período mínimo de 24 horas, com a rede operando em sua configuração normal em dia de carga típica. Em áreas onde o ciclo de carga é conhecido pelas características dos consumidores da região, a medição pode ser efetuada no período considerado da demanda máxima através de aparelhos de registro instantâneo.

- b) Ramais de alimentadores: devem ser efetuadas medições de corrente máxima no início da derivação dos ramais. A demanda deve ser calculada com a Equação 8 no processo por medição em tronco de alimentadores, alínea “a)”;
- c) Consumidores ligados em MT: A demanda máxima deve ser obtida dos dados de faturamento do consumidor. Na falta desta informação, este valor deve ser obtido conforme prescrito no processo por medição em tronco de alimentadores, alínea “a)”;
- d) Edificações: devem ser efetuadas medições de corrente nas três fases, de preferência com medidor eletrônico, durante um período mínimo de 24 h e proceder para o cálculo da demanda, segundo o processo de medição em tronco de alimentadores, alínea “a)”.

6.3.1.4.2. Processo Estimativo

O processo estimativo para o cálculo das demandas de Média Tensão deve ser conforme a seguir:

- a) Tronco de alimentadores: a estimativa da demanda máxima deve ter como base os resultados obtidos na demanda máxima dos ramais, segundo o que prescreve o processo estimativo para ramais de alimentadores, indicado abaixo na alínea “b)”;

Assunto: Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Subterrâneas de Média e Baixa Tensão

Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

- b) Ramais de alimentadores: a estimativa da demanda máxima de ramais deve ser feita através da demanda máxima, obtida na saída da subestação e rateando esta demanda proporcionalmente à capacidade nominal dos transformadores, de acordo com a Equação 9 e Equação 10.

$$F_d = \frac{D_{ma1}}{P_{trafo}}$$

Equação 9 - Fator de demanda médio do alimentador

$$DTd = F_d \times P_{trafo}$$

Equação 10 - Demanda do transformador de distribuição

Onde:

 D_{ma1} = Demanda máxima do alimentador, em kVA;

 P_{trafo} = Somatório das potências nominais dos transformadores, em kVA;

 DTd = Demanda do transformador de distribuição para qualquer potência nominal, em kVA;

 F_d = Fator de Demanda médio do alimentador.

- c) Consumidores ligados em MT: a demanda deve ser obtida através da carga instalada do consumidor aplicando-se um fator de demanda típico, segundo sua atividade, expressa na Tabela de Fatores de Demanda e Fatores de Carga de Consumidores de BT e MT, do Critério de Projeto de Redes Aéreas.

6.3.2. Previsão da Taxa de Crescimento da Carga

Na Tabela 6 estão caracterizados os fatores de multiplicação de demanda em função da taxa de crescimento. Desta maneira, dependendo das condições de crescimento da área, as demandas individuais calculadas no item anterior devem ser multiplicadas pelos fatores da Tabela 6, em cujos resultados serão baseados os cálculos dos dimensionamentos das seções dos condutores, das redes de MT e de BT, bem como do carregamento final do transformador. A taxa de crescimento deve ser estabelecida em função da perspectiva do crescimento da carga na área ou ainda com base na variação percentual do consumo médio característico da região.

Para o dimensionamento dos transformadores, que será tratado no item 6.6, deverá ser considerado um horizonte de 5 anos conforme o especificado na Instrução Operacional no. 1698, *Critérios Técnicos de Desenvolvimento da Rede AT, MT e BT*.

Número de Anos	Fatores de Multiplicação de Demanda									
	Taxa de Crescimento Anual									
	1%	2%	3%	4%	5%	6%	8%	10%	12%	15%
5	1,051	1,104	1,159	1,217	1,276	1,338	1,469	1,611	1,762	2,011

Tabela 6 - Taxa de Crescimento Anual

Assunto: Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Subterrâneas de Média e Baixa Tensão

Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

6.3.3. Cálculo de Queda de Tensão
6.3.3.1. Queda de Tensão - Baixa Tensão

Os limites de variação de tensão de fornecimento em Baixa Tensão, no ponto de conexão, estão contidos no Módulo 8 do PRODIST, devendo se situar em relação à tensão nominal, conforme Tabela 7.

O comprimento máximo dos circuitos secundários é de 200 metros desde que atenda aos limites estabelecidos para queda de tensão.

O limite de queda de tensão deve ser:

- 3% na rede de Baixa Tensão;
- 1% no ramal de ligação;
- 4% caso o ramal derive diretamente do secundário do transformador.

Tensão Nominal (Volts)	Limites de Variação (Volts)					
	Ceará		Goiás		Rio	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
220	-	-	-	-	202	231
380	350	399	350	399	-	-

Tabela 7 – Níveis de Tensão BT

Podem ser adotados os valores limites de queda de tensão do especificados no módulo 8 do PRODIST ao final do horizonte de projeto. O cálculo da queda de tensão deve ser efetuado conforme a demanda.

O processo de cálculo está baseado no coeficiente de queda de tensão em % de $kVA \times 100m$, com o preenchimento da planilha orientativa no Anexo B (item 7.2).

- A: designação do trecho;
- B: comprimento do trecho em 100 m e seus múltiplos;
- C: carga distribuída no trecho (carga levantada x taxa de crescimento + IP), em kVA;
- D: carga alimentada pelo trecho, em kVA;
- E: produto $kVA (C/2 + D) \times B$;
- F: tipo de circuito e bitola dos condutores;
- G: coeficiente da queda de tensão unitária ($kVA / 100 m$), obtido da Tabela 8;
- H: queda de tensão percentual no trecho, obtido pelo produto das colunas E e G;
- I: queda de tensão percentual total, obtida para cada ponto extremo de um trecho pela soma da queda nesse trecho com a queda acumulada até o trecho anterior.

Assunto: Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Subterrâneas de Média e Baixa Tensão

Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

Conductor Alumínio (mm ²)	Queda de Tensão a 90°C (%/kVA x 100m)					
	220 V			380 V		
	Cos φ = 1,0	Cos φ = 0,90	Cos φ = 0,8	Cos φ = 1,0	Cos φ = 0,90	Cos φ = 0,8
25	0,3340	0,3107	0,2811	0,1120	0,1041	0,0942
70	0,1233	0,1202	0,1113	0,0413	0,0403	0,0373
150	0,0573	0,0602	0,0578	0,0192	0,0202	0,0194
240	0,0348	0,0397	0,0394	0,0117	0,0133	0,0132

Tabela 8 – Coeficientes de Queda de Tensão de BT

6.3.3.2. Queda de Tensão - Média Tensão

Os limites de variação de tensão primária de fornecimento (MT) no ponto de conexão estão contidos no Módulo 8 do PRODIST, devendo se situar entre 0,95 e 1,05 da tensão nominal, conforme Tabela 9.

O cálculo da queda de tensão deve ser efetuado também se simulando as transferências de carga previstas em projeto e considerando o fluxo de potência nos dois sentidos e conforme os padrões da Enel, bem como as simulações no cenário N-1.

Tensão Nominal (Volts)	Limites de Variação (Volts)					
	Ceará		Goiás		Rio	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
11.950	-	-	-	-	11.352	12.547
13.800	13110	14.490	13.110	14.490	13.110	14.490

Tabela 9 – Níveis de Tensão MT

Podem ser adotados os valores limites de queda de tensão do especificados no módulo 8 do PRODIST ao final do horizonte de projeto. O cálculo da queda de tensão deve ser efetuado conforme a demanda.

O processo de cálculo está baseado no coeficiente de queda de tensão em %MVA.km - 13800V, com o preenchimento da planilha orientativa no Anexo B (item 7.2).

- A: designação do trecho;
- B: comprimento do trecho;
- C: carga alimentada no trecho, em kVA;
- D: tipo de circuito e bitola dos condutores;
- E: coeficiente de queda de tensão, conforme Tabela 10;
- F: queda de tensão em cada trecho, em volts;
- G: queda de tensão acumulada percentual.

Assunto: Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Subterrâneas de Média e Baixa Tensão

Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

Condutor Alumínio (mm ²)	Queda de Tensão a 75°C (%MVA.km - 13800V)	
	11,95kV	13,8kV
	Cos φ = 0,90	Cos φ = 0,90
95mm ²	0,3016	0,2261
185mm ²	0,1734	0,1301
240mm ²	0,1411	0,1059

Tabela 10 – Coeficientes de Queda de Tensão de MT

6.4. Seleção Do Tipo de Rede
6.4.1. Condutores Utilizados

O dimensionamento e o número de condutores por fase devem ser determinados pelas demandas máximas, pelos critérios de queda de tensão, distribuição espacial de carga, capacidade elétrica dos equipamentos, valor dos investimentos e custos das perdas ao final da análise econômica.

Para o projeto dos condutores devem ser seguidos os critérios abaixo:

- Para projetos de rede subterrânea considera-se a utilização dos condutores listados na Tabela 11 e Tabela 12;
- Para os ramais de ligação deve-se adotar a queda de tensão indicada no 6.3.3;
- A escolha de condutores para redes de Média Tensão deve atender a configuração de número de circuitos da Tabela 14;
- Na ocorrência de mais de um circuito no mesmo caminhamento, o valor de ampacidade (corrente) dos condutores de Média Tensão deverá ser corrigido através do cálculo dos fatores de redução pela multiplicação dos fatores da Tabela 13 e Tabela 14 pela corrente da Tabela 11.

Tipo de condutor	Corrente (A)	Diâmetro Externo Aproximado (mm)	Curto-circuito no condutor	Blindagem	Curto-circuito na blindagem
95mm ²	207	28,7	12,7kA	22,5mm ²	3,78kA
185mm ²	309	37,7	24,7kA	27 mm ²	4,53kA
240mm ²	363	41,9	32,1kA	30 mm ²	5,04kA

Tabela 11 - Condutores de Unipolares de Alumínio com blindagem de cobre utilizados na rede de MT

As correntes da Tabela 11 foram calculadas em um circuito por duto, para a temperatura do solo de 20°C, temperatura máxima do condutor de 90°C, profundidade de instalação de 1m e resistividade do solo de 1mK/W.

Assunto: Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Subterrâneas de Média e Baixa Tensão
Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

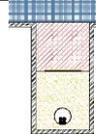
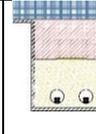
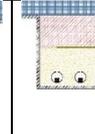
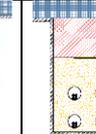
Seção do Condutor (mm ²)	Corrente (A)				Diâmetro Externo Aproximado (mm)
					
25	95	86	81	76	10,9
70	156	140	133	125	15,2
150	250	225	213	200	20,6
240	331	298	281	265	25,6

Tabela 12 - Condutores de Alumínio utilizados na rede de BT 0,6/1kV

As correntes da Tabela 12 foram calculadas em um circuito por duto para a temperatura do solo de 20°C, temperatura máxima do condutor de 90°C, distância entre dutos de 250mm, profundidade de instalação de 0,6m e resistividade do solo de 1mK/W.

		Temperatura do solo °C							
		5	10	15	20	25	30	35	40
Resistividade térmica do solo (km/W)	0,7	1,18	1,16	1,14	1,12	1,09	1,07	1,05	1,02
	1	1,07	1,05	1,02	1	0,98	0,96	0,93	0,91
	1,5	0,97	0,95	0,92	0,90	0,87	0,84	0,82	0,81
	2,5	0,89	0,86	0,84	0,81	0,78	0,75	0,72	0,68

Tabela 13 - Coeficiente de resistividade térmica

		Resistividade térmica do solo (K.m/W)	Número de circuitos			
			1	2	3	4
Distância entre circuitos (mm)	70mm	0,7	1	0,84	0,74	0,69
		1	1	0,85	0,75	0,70
		1,5	1	0,86	0,76	0,70
		2,5	1	0,87	0,76	0,71
	250mm	0,7	1	0,89	0,81	0,78
		1	1	0,89	0,82	0,78
		1,5	1	0,90	0,82	0,79
		2,5	1	0,91	0,83	0,79

Tabela 14 - Coeficiente de paralelismo de circuitos

Assunto: Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Subterrâneas de Média e Baixa Tensão

Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil
 Função Apoio: -
 Função Serviço: -
 Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

6.5. Topologia e Definição do Traçado da Rede

6.5.1. Pontos de manobra da rede

Os pontos de manobra da rede primária devem estar posicionados conforme o estabelecido a seguir:

- a) Nos CTS's;
- b) Nos CS's.

6.5.2. Topologia da Rede

A Figura 2 – Topologia típica de uma rede subterrânea. mostra uma topologia típica de uma rede subterrânea com

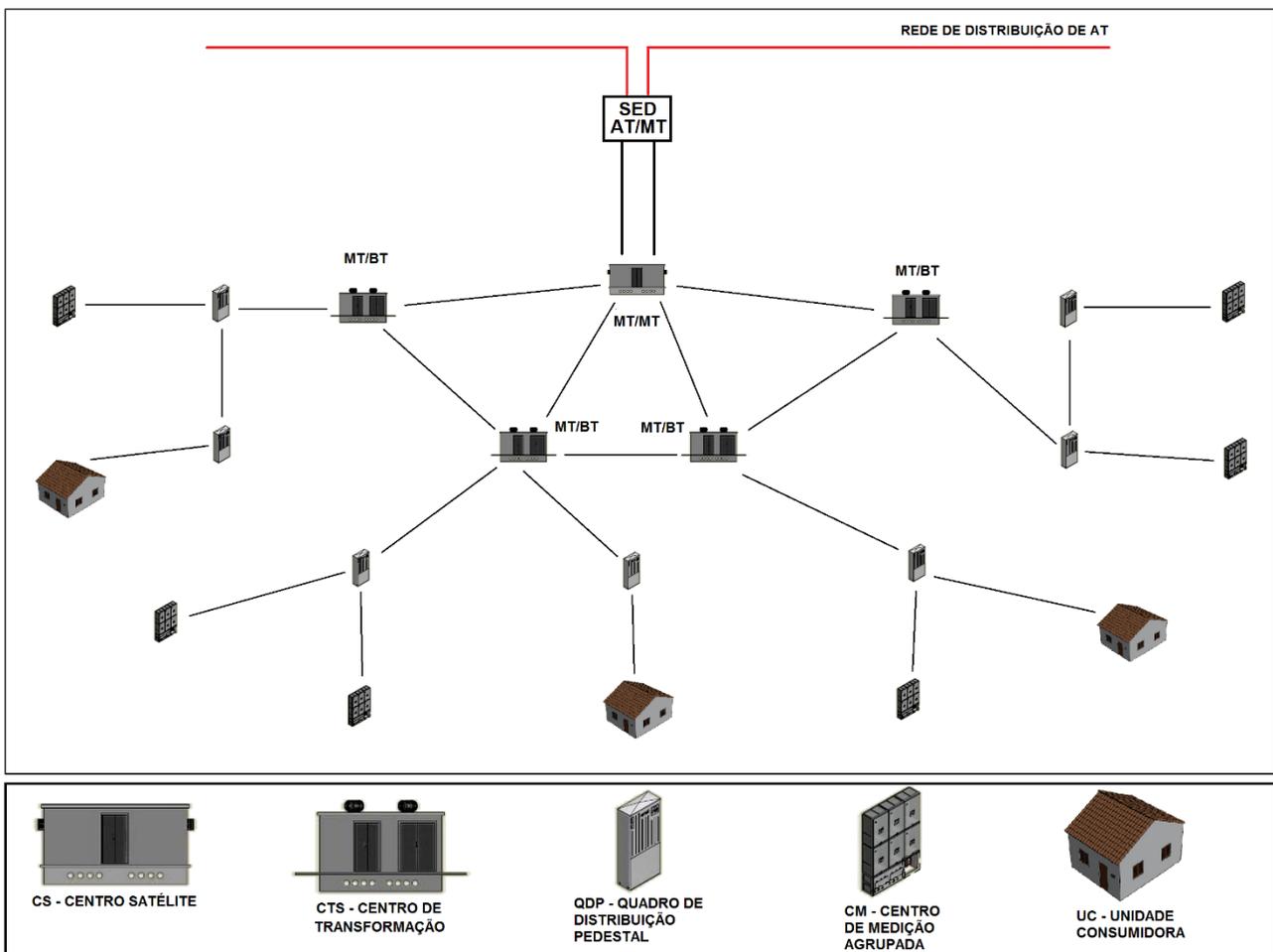


Figura 2 – Topologia típica de uma rede subterrânea.

6.5.2.1. Rede Primária

A rede primária deve apresentar as configurações básicas a seguir:

Assunto: Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Subterrâneas de Média e Baixa Tensão

Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

- a) Radial com recurso: o sistema radial com recurso é um arranjo de distribuição com mais de um ponto de entrega. A rede primária não deve ter extensão linear acima de 500 metros sem ponto de manobra. Caso a rede primária tenha extensão linear acima de 1.000 metros, deve ser prevista uma chave de manobra com abertura em carga. A Figura 3 ilustra essa topologia;

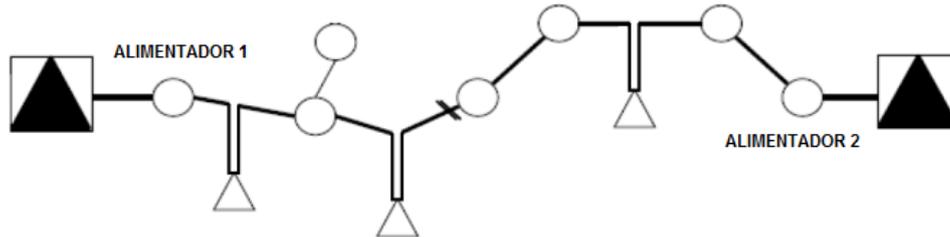


Figura 3 – Rede radial com recurso

- b) Anel aberto: o circuito em anel pode ter o retorno do anel pela mesma infraestrutura do tronco principal, no entanto deve ser observada a quantidade de tubulações reserva, o acondicionamento dos condutores dentro das caixas e a redução da capacidade de corrente dos mesmos. A Figura 4 ilustra essa topologia.

NOTA: O circuito não poderá operar em anel fechado pois eleva as correntes de curto-circuito.

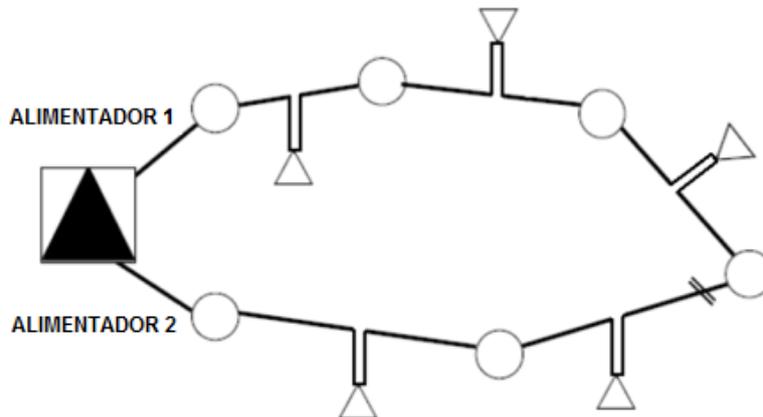


Figura 4 - Rede em anel aberto.

- c) Malha (esquema H): O esquema H é constituído por dois alimentadores ligados por uma ou mais derivações em malha, conforme ilustrado na Figura 5. Para este tipo de esquema recomenda-se avaliar a utilização de equipamentos telecomandados.

Assunto: Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Subterrâneas de Média e Baixa Tensão

Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

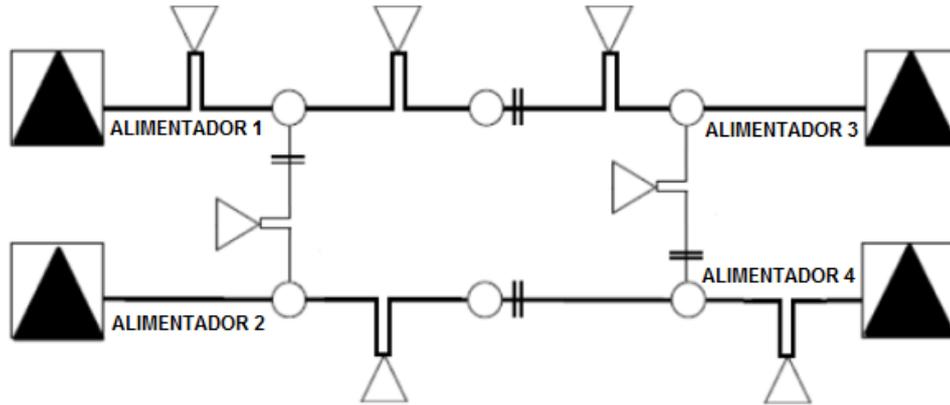


Figura 5 - Rede em esquema H.

- d) Psi (Esquema Ψ): O esquema Psi utiliza a subestação de comutação (também conhecida como Centro Satélite - CS) em um nó de MT, que, eletricamente, simula um deslocamento do barramento de MT da subestação para o nó conforme ilustrado na Figura 6.

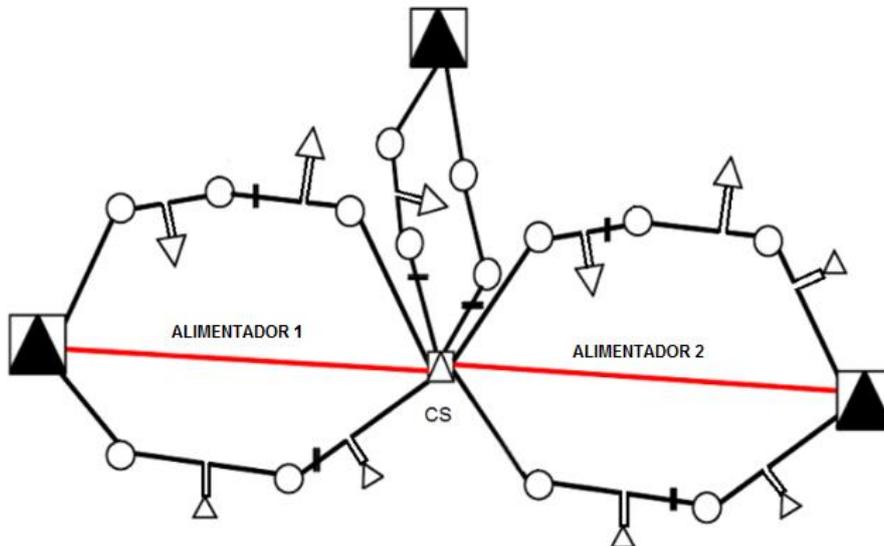


Figura 6 - Rede em esquema Psi (Ψ).

6.5.2.2. Rede Secundária

A rede secundária deve apresentar a configuração radial simples. A Figura 7 ilustra essa topologia.

Assunto: Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Subterrâneas de Média e Baixa Tensão

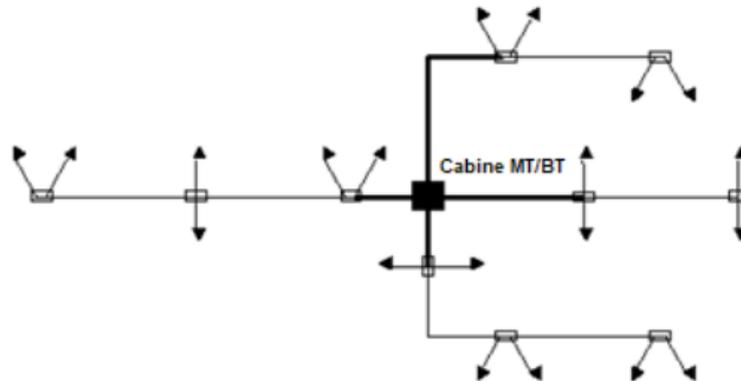
Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes


Figura 7 - Rede secundária

6.5.3. Obra Civil

6.5.3.1. Execução

A execução de obras civis para instalação de redes elétricas inicia-se pela análise das sondagens geotécnicas e escavação do solo, que deve permitir o assentamento de dutos, a construção de caixas de inspeção, derivação e bases para equipamentos. As obras civis naturalmente criam um impacto em relação ao público em geral, quando executados em logradouros de uso comum. Durante a construção, deve-se tomar todas as ações no sentido de minimizar os transtornos à população, sobretudo através de sinalização adequada para orientação do fluxo de veículos, pedestres e trabalhadores em geral. Além disso, devem ser planejados os horários e dias de intervenção para minimizar transtornos. Deve-se ainda atender as seguintes prescrições:

- a) Os cálculos estruturais e detalhamento das escavações devem ser elaborados por Engenheiro Civil, devendo os desenhos e respectivos cálculos serem apresentados junto com a ART do projeto;
- b) O projeto estrutural é de inteira responsabilidade do projetista. Quando utilizado, o concreto deve atender ao previsto na NBR 12655;
- c) Para as estruturas subterrâneas recomenda-se a utilização de aço do tipo CA-50A e concreto com fck mínimo de 20Mpa com adição de impermeabilizante. Demais ferragens da armadura transversal conforme NBR 7480;
- d) Admite-se a utilização de aditivos no concreto como medida para minimizar o tempo de cura. A utilização de aditivos deve ser prevista no projeto e deve seguir os requisitos da NBR 11768;
- e) A Enel se reserva no direito de solicitar a retirada de testemunhos de concreto (corpos de prova) das estruturas de concreto para realização de ensaios para comprovar os valores encontrados nos registros de controle tecnológico de concreto do construtor. A extração deve ocorrer seguindo orientações da NBR 7680.

6.5.3.2. Escavação

Devem ser observados os seguintes itens:

Assunto: Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Subterrâneas de Média e Baixa Tensão**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

- a) Deve-se considerar os aspectos de segurança para o serviço de escavação e orientações da NR 15 e NR 21;
- b) A execução deve seguir as premissas do projeto da rede, que deve considerar as características físicas do terreno, com o caminhamento dos bancos de dutos nos espaços disponíveis nas calçadas ou na via e evitando interferências com redes de iluminação, comunicações, gás, circuito fechado de TV e segurança, água, esgoto, drenagem de águas pluviais, sistemas de combate a incêndio, etc.;
- c) O traçado da rede de MT deve ser, preferencialmente, na pista de rolamento, o mais retilíneo possível, paralela ao meio-fio;
- d) O traçado da rede de BT deve ser, preferencialmente, no passeio, o mais retilíneo possível, paralelo ao meio-fio e, na medida do possível, devem ser minimizadas a quantidade de travessias pela via;
- e) Deve ser garantido o desnível de 1% nos bancos de dutos para evitar acúmulo de água;
- f) Em locais que o lençol freático seja raso, deve ser realizado o rebaixamento do mesmo ou sistema de drenagem, seja por meio de bombas de drenagem ou rede interligada ao sistema de drenagem de águas pluviais;
- g) Durante as escavações, caso seja encontrada rocha, deve-se optar pela remoção ou detonação da mesma, seguindo-se as orientações da Enel para desmonte ou fragmentação de rocha NR 19. No caso de uma detonação parcial da rocha, o ponto de detonação deve ser identificado no projeto, para o caso de ampliação da rede. Recomenda-se a utilização de técnicas de fragmentação de rocha ao invés de desmonte de rocha com explosivos pelo seu menor impacto ambiental como ruído, vibração e lançamento de partículas;
- h) Caso o nível do terreno seja variável em um ciclo hidrológico (por exemplo dunas móveis) com deposição/retirada de sedimentos, devem ser tomadas precauções adicionais e estudos aprofundados de solo de maneira a proteger adequadamente as tubulações e mitigar impactos ambientais;
- i) Devem ser seguidas as boas práticas de escavação, como o uso de enscadeiras/barreiras e distância mínima para alocação do material retirado para mitigar risco de desmoronamento e acidentes;
- j) Deve-se evitar escavações nas proximidades de postes existentes nos casos de projetos de substituição de rede aérea para subterrânea, bem como a proximidade do maquinário utilizado com a rede aérea.

6.5.3.3. Reaterro

O reaterro deve ser feito com areia grossa ou pó de pedra caso o solo natural original não seja adequado. Considera-se que o solo não é adequado quando existe a presença de matéria orgânica, rochas, entulho de construção civil, etc.

A critério da Enel, podem ser solicitados ensaios na areia/solo, como granulometria, massa específica, massa unitária, fator de inchamento e resistividade térmica do solo ou conforme NBR 7211. Não se admite a utilização de matéria orgânica no reaterro, bem como materiais pontiagudos que possam perfurar a tubulação.

Durante o reaterro devem ser instaladas fitas de sinalização acima dos bancos de dutos, conforme padrão da Enel indicado na Figura 8 – Fita de sinalização..

Assunto: Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Subterrâneas de Média e Baixa Tensão

Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

A compactação deve ser planejada e executada em camadas. Deve ser garantida compactação adequada do solo durante o reaterro para evitar recalques no terreno.

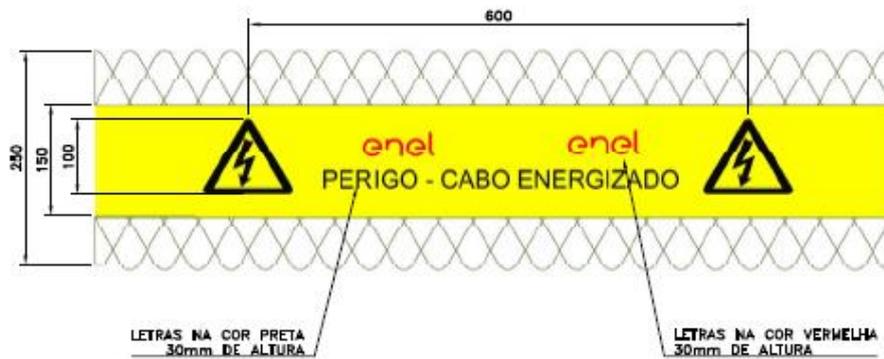


Figura 8 – Fita de sinalização.

6.5.3.4. Caixas

Devem ser observados os critérios a seguir:

- Todas as caixas podem ser em concreto armado ou modular/monobloco, projetadas conforme NBR 6118, ou outro material aprovado pela Enel;
- Podem ser aceitas caixas em alvenaria com bloco estrutural de concreto (tijolo pré-moldado), desde que devidamente justificado no projeto, devendo todas as suas faces externas serem impermeabilizadas;
- Todas as superfícies internas das caixas devem ser lisas e livres de rebarbas e buracos, exceto os destinados para drenagem e instalação do aterramento;
- Associada à cada caixa pode existir pedestal em concreto com cota positiva em relação ao nível do solo onde serão instalados equipamentos como Quadro de Distribuição Pedestal (para a rede de BT), CTS, etc;
- Todos os equipamentos devem ser instalados em cubículos/quadros em pedestal, objetivando facilitar o acesso para manutenção a estes equipamentos. Não é permitida a instalação de nenhum dispositivo de manobra, proteção e sinalização subterrâneo;
- O piso da caixa deve ser revestido por argamassa impermeabilizada e com uma declividade mínima de 1% em direção ao dreno;
- As caixas devem ser assentadas num colchão mínimo de 200mm de brita para garantir a drenagem;
- Devem ser previstos olhais no interior das caixas subterrâneas para auxiliar no puxamento dos condutores. Em caixas de passagem para mudança de direção da tubulação, devem ser previstos olhais adicionais para fixação de carretilhas para curva do condutor. O detalhamento da posição e especificação dos olhais estão nos desenhos da Enel para cada tipo de caixa;
- Para denominação das caixas deve ser adotado o seguinte critério:
 - Primeiro e Segundo dígito – Tipo de instalação/classe de tensão:

Assunto: Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Subterrâneas de Média e Baixa Tensão**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

MT = Média Tensão;

BT = Baixa Tensão;

IP = Iluminação Pública;

UC = Consumidor.

– Terceiro dígito – Tipo de caixa?

P = Passagem;

D = Derivação, conexão e visita;

T = Transformação;

E = Equipamento.

Ex: MTP1 (caixa de passagem de Média Tensão número 1).

6.5.3.5. Localização das Caixas

Devem ser seguidos os critérios abaixo quanto à localização das caixas:

- a) As caixas não devem estar localizadas em depressões no relevo, na base de taludes ou locais que facilitem a entrada de água ou soterramento da mesma, exceto se forem executadas obras de contenção, quer sejam com muro de arrimo, ou com o levantamento/reposicionamento da caixa para o nível do talude;
- b) O espaçamento máximo entre caixas da rede primária deve obedecer aos esforços máximos calculados de puxamento do condutor utilizado e não ser superior à 500 metros;
- c) No caso de afloramento da rede de Média Tensão para travessia em ponte, pontilhão ou passarela, devem existir caixas de passagem antes e após o afloramento da tubulação. A passagem de condutores deve ser em tubulação metálica ou em bandejas adaptadas para passagem de condutores (lacráveis). A forma de travessia deve ser aprovada pela Enel;
- d) A Enel deve aprovar a localização de caixas, devendo ser enviados todos os detalhes, justificativas, todo dimensionamento para acessibilidade em manutenção e cálculo estrutural;
- e) Em locais onde não for possível a intervenção para escavações (ferrovias, vias arteriais, etc.) podem ser utilizadas máquinas de tunelização para instalação dos condutores subterrâneos por método não destrutivo.

6.5.3.6. Tampas

Devem ser seguidos os seguintes critérios:

- a) As caixas devem possuir tampas removíveis. Estas tampas devem ter as mesmas dimensões das caixas. Devem possuir escotilhas para acesso/visita com abertura para fora;
- b) A tampa pode ser metálica (ferro fundido nodular conforme NBR 6916) ou de concreto (apenas para rede secundária). Caso a tampa seja de concreto, deve possuir pontos de içamento embutidos e

Assunto: Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Subterrâneas de Média e Baixa Tensão**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

escotilhas para visita. Caso a tampa seja metálica, deve ser parafusada internamente e com abertura para fora;

- c) A tampa utilizada na rede primária e secundária deve possuir uma sub-tampa em policarbonato virgem com armação metálica, onde deve ser instalado o lacre e parafuso de segurança da Enel, identificação da caixa/circuito e pictograma preto com fundo amarelo e indicação de risco de choque elétrico, conforme NBR 13434-2.

6.5.3.7. Instalação de Equipamentos

Devem ser instalados conforme alíneas a seguir:

- a) Os equipamentos aflorados da Rede de Distribuição Subterrânea devem, preferencialmente, serem instalados em áreas de uso comum como praças, locais de recuo do passeio;
- b) A instalação de equipamentos pode ser no passeio desde que não prejudiquem a acessibilidade para as pessoas conforme NBR 9050.

6.5.3.8. Tubulação

Devem ser instaladas conforme alíneas a seguir:

- a) Devem ser utilizados apenas dutos corrugados (anelar ou helicoidal) conforme NBR 15715. Deve ser prevista a utilização de metodologia que permita o espaçamento, retilineidade, declividade e paralelismo dos mesmos. Esta metodologia pode ser por meio de espaçadores, blocos de ancoragem ou outro material adequado e com distância máxima de 5 metros;
- b) As emendas nos dutos devem ser feitas por material apropriado e devidamente seladas e defasadas de emendas em tubulações adjacentes. As emendas devem ser de material de mesmo fabricante do duto;
- c) A declividade mínima das tubulações deve ser de 1%;
- d) O assentamento das tubulações deve ser feito por camadas, sendo vedada a instalação de mais de uma camada por vez;
- e) É recomendada a instalação de tubulação reserva para o caso de travessias de grande fluxo de veículos ou via férrea, conforme NBR 14165;
- f) Os dutos não utilizados devem ser tamponados e os ocupados devem possuir vedação de forma a impossibilitar a passagem de calor e alastramento de chamas e gases, conforme previsto na NBR 13231;
- g) A largura e profundidade da escavação deve permitir a instalação adequada das tubulações;
- h) Os dutos destinados à iluminação pública devem ser exclusivos e sem comunicação com as demais caixas e tubulações, tanto da rede primária quanto da rede secundária;
- i) Deve ser prevista a utilização de fita de sinalização a ser instalada a pelo menos 200mm acima dos dutos enterrados, conforme padrão da Enel;

Assunto: Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Subterrâneas de Média e Baixa Tensão

Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil
 Função Apoio: -
 Função Serviço: -
 Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

- j) A passagem dos condutores de Média Tensão em pontes, pontilhões e passarelas devem ser em tubulação metálica fixadas nas laterais ou abaixo da estrutura ou em bandejas adaptadas para passagem de condutores (lacráveis). Todo o detalhamento da travessia, como fixação, quantidade de circuitos, raio de curvas, etc. deve ser apresentado para aprovação da Enel. Não se permite a travessia de condutores de Baixa Tensão em pontes, pontilhões e passarelas, devendo ser prevista a travessia de uma rede de Média Tensão;
- k) As tubulações devem ficar, no mínimo, a 200mm do fundo das caixas.

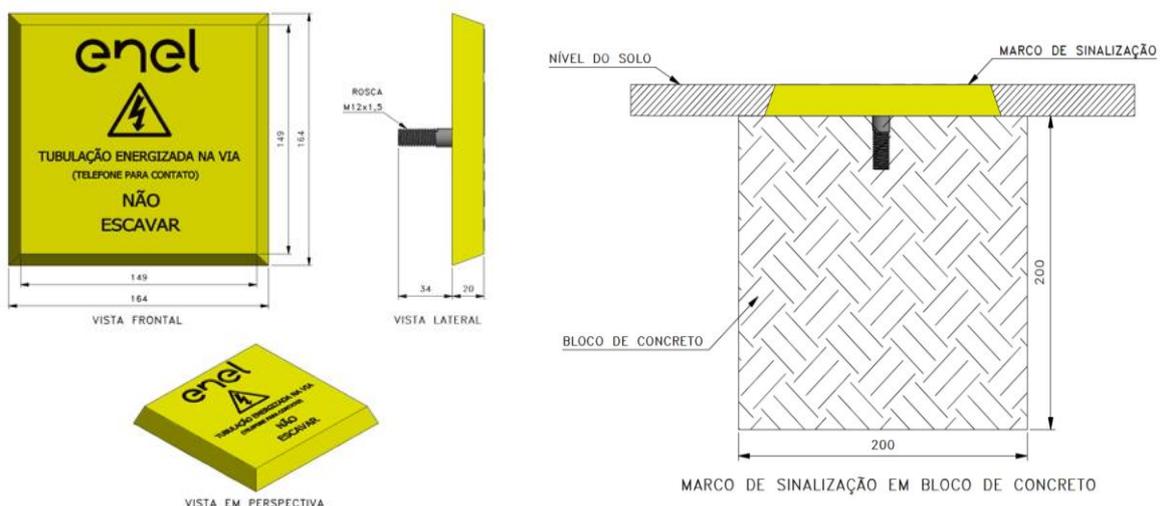
6.5.3.9. Proteção das tubulações

De modo geral, todas as travessias de ruas ou de entradas de garagens com grande volume de tráfego devem ser feitas com dutos concretados/envelopados em toda a sua extensão, devidamente embuchados sem a necessidade de garantia de estanqueidade, bastando evitar a penetração de detritos em seu interior. Qualquer outro método de proteção em condição de travessia deve ser claramente descrito e aprovado pela Enel, como a utilização de uma camada de concreto magro, onde devem ser tomadas as precauções para controlar o fator água-cimento de modo que os agregados graúdos não perfurem as tubulações durante o adensamento do concreto.

6.5.3.10. Sinalização do caminhamento da rede

No caso em que a rede de Média Tensão tenha que seguir pelo passeio e exista alto risco de escavações à revelia de autorização dos órgãos pertinentes, deve ser prevista a utilização de marcos de sinalização horizontal a cada 5 metros, ao nível do piso acabado e onde exista passeio definido, devendo serem instalados ao longo do caminhamento da tubulação, entre caixas de passagem e derivação independentemente do caminhamento ser em terreno natural, exceto nos pontos de travessia. Os marcos horizontais devem ser montados em lajotas de concreto cúbicas, com 200mm de aresta, conforme Figura 9 – Marco de sinalização horizontal.

Para áreas rurais devem ser utilizados marcos verticais conforme Figura 10 – Marco de sinalização vertical.



Assunto: Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Subterrâneas de Média e Baixa Tensão

Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

Figura 9 – Marco de sinalização horizontal

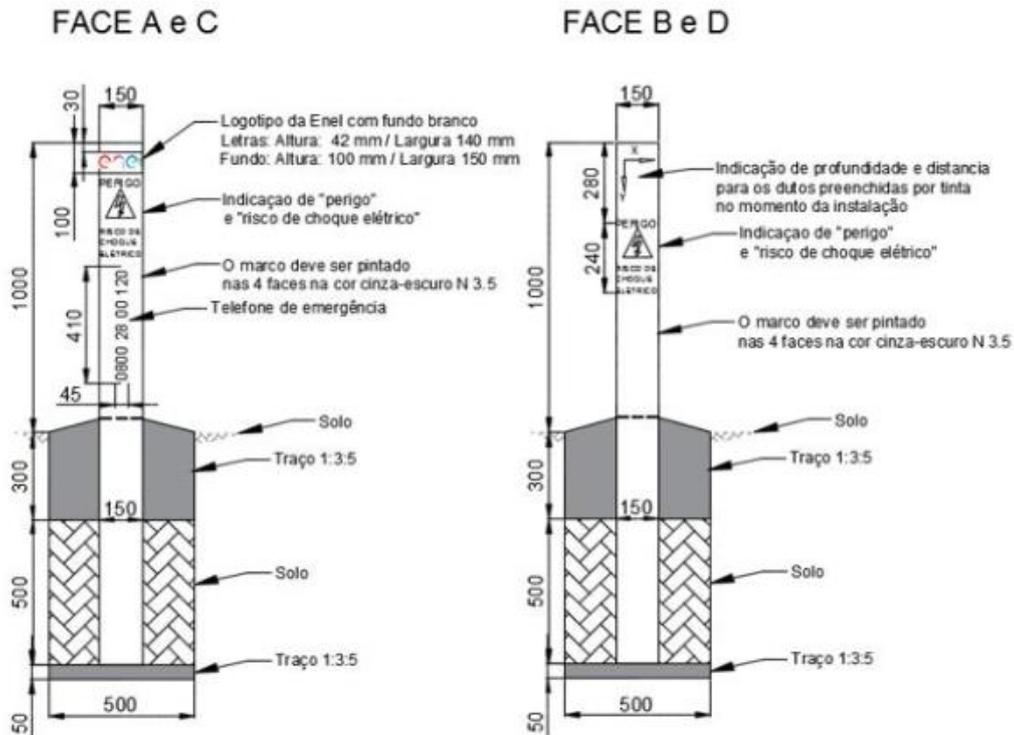


Figura 10 – Marco de sinalização vertical

6.5.4. Obra Elétrica

6.5.4.1. Geral

Devem ser obedecidos os critérios a seguir:

- O responsável pela obra deve solicitar, com 5 (cinco) dias de antecedência, a inspeção das obras civis pela Enel para prosseguimento da parte eletromecânica da obra;
- As instalações elétricas só podem ser iniciadas após a aprovação das obras civis pela Enel;
- O projeto deve prever arranjo de distribuição com recursos de alimentação para rede de MT;
- Em casos especiais onde o sistema seja radial sem possibilidade de recurso por outro ponto de entrega, deve ser previsto circuito duplo, ficando a configuração em anel aberto dentro da mesma infraestrutura, desde que não compartilhem o mesmo duto;
- Na transição da rede aérea para rede subterrânea em Média Tensão deve ser previsto equipamento de manobra com limite para religamento conforme a corrente de curto circuito no local de instalação;
- Não é permitida a transição de Baixa Tensão aérea para subterrânea;
- Não é permitida a transição de qualquer tipo de rede subterrânea para aérea, ou seja, com fluxo de potência tendo como fonte uma rede de distribuição subterrânea, exceto no caso de duas transições consecutivas sem derivação (aérea subterrânea e subterrânea para aérea) para os casos de desvio

Assunto: Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Subterrâneas de Média e Baixa Tensão**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

de uma rede aérea existente motivada por alguma interferência no espaço aéreo (viadutos, passarelas, avanço no passeio existente, vias férreas eletrificadas, etc.);

- h) Derivações para Grupo A devem ser pelo sistema LILO;
- i) Caso a rede possua alimentador exclusivo direto da subestação, a proteção deve ser por meio de disjuntor;
- j) A rede primária não deve ter extensão linear acima de 500 metros sem emenda (tramo máximo). Para este caso admite-se a utilização de caixa de passagem para acomodar a emenda;
- k) Caso a rede primária tenha extensão linear acima de 1.000 metros sem derivação, deve ser prevista uma chave de manobra com abertura em carga a cada intervalo de até 1.000 metros.

6.5.5. Centro de Transformação em Superfície – CTS e Centro Satélite - CS

Os CTS's e CS's devem seguir o padrão da Enel.

- a) O CTS's e CS's devem se situar o mais próximo possível do centro de carga, de forma a minimizar o transporte de energia e, conseqüentemente, as perdas por efeito Joule e queda de tensão;
- b) A localização do CTS/CS deve ser em local seguro e o mais discreto possível, visando minimizar os impactos ambientais, vandalismo, acidentes com veículos e sem ferir a acessibilidade (obstruir rampas ou limitar a largura de passeios), todavia deve-se levar em consideração a possibilidade de instalação ou retirada do mesmo através de caminhão do tipo guindauto. Em casos extremos, deve-se solicitar autorização da prefeitura local e verificação da legislação pertinente: como o código de obras, lei de uso e ocupação do solo, plano diretor, etc;
- c) O CTS/CS devem estar com afastamento adequado de qualquer edificação como medida de proteção contra incêndio, conforme NBR 13231;
- d) Como regra geral, o CS pode utilizar uma área dedicada de até 20 metros quadrados e o CTS de até 24 metros quadrados.

Um sistema de combate à incêndio deve ser previsto tanto para o CS como para o CTS.

6.5.6. Disposição dos Condutores

Os condutores devem estar devidamente acondicionados no interior das estruturas, obedecendo a seu raio de curvatura. Quando utilizar caixas de passagem no passeio, os condutores de Média Tensão devem ser acomodados preferencialmente na parede mais próxima da faixa de rolamento/limite da via pública, e os condutores de Baixa Tensão devem ser instalados em outras caixas, todavia na parede mais afastada da faixa de rolamento/limite da via pública:

- a) Não deve existir compartilhamento de circuitos de Média e Baixa Tensão numa mesma caixa de passagem;
- b) O raio mínimo de curvatura que os condutores podem ser submetidos são 12 vezes o diâmetro externo dos condutores de Média Tensão e 10 vezes o diâmetro externo dos condutores de Baixa Tensão;
- c) Os dutos, após a passagem dos condutores e os não ocupados, devem ser vedados;

Assunto: Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Subterrâneas de Média e Baixa Tensão

Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil
 Função Apoio: -
 Função Serviço: -
 Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

- d) A taxa de ocupação dos dutos não deve ser superior a 40% de sua área útil;
- e) A distância mínima entre as tubulações de Média Tensão ou Baixa Tensão, paralelas ou em condição de cruzamento deve ser de 200mm.

6.5.7. Disposição de Interferências

Para interferências com a rede de Média e Baixa Tensão, utilizar as distâncias mínimas a seguir:

- Redes de água ou esgoto paralelas ou se cruzando: 200mm;
- Redes de telecomunicações paralelas ou se cruzando: 200mm;
- Rede de Iluminação Pública paralelas ou se cruzando: 200mm;
- Fossa séptica/sumidouro (conforme NBR 7229): 1500mm;
- Boca de lobo: 1.500mm ou prever envelopamento da tubulação com concreto.

A Figura 11 traz uma perspectiva ilustrada das interferências de uma rede subterrânea.

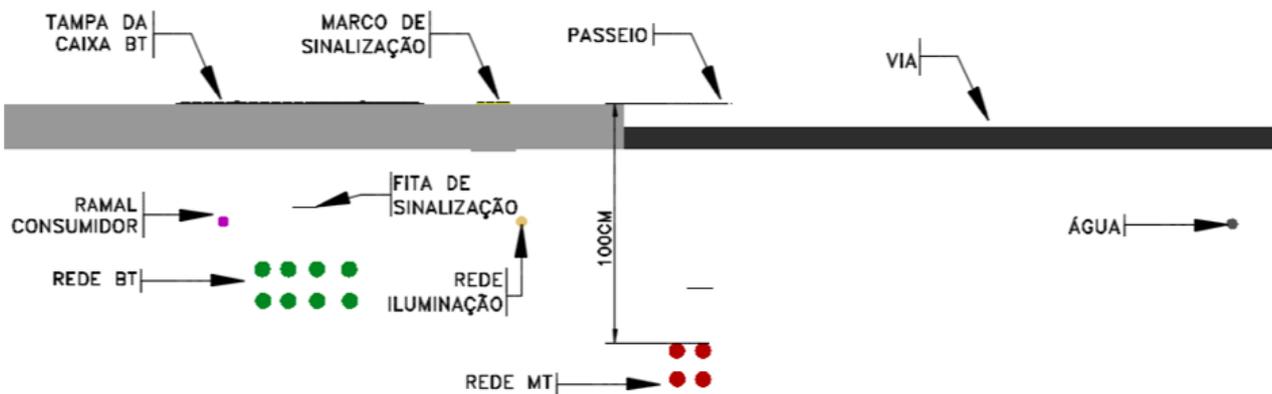


Figura 11 – Interferências na rede subterrânea

6.5.8. Ramal de Ligação

O ramal de ligação deve respeitar as prescrições a seguir:

- a) Os condutores do ramal de ligação devem ser contínuos até a medição;
- b) O comprimento máximo do ramal de ligação é de 30 metros, a contar do ponto de derivação da rede secundária até a medição.

Não é permitido:

- Que os condutores do ramal de ligação sejam enterrados diretamente no solo;
- Que os condutores atravessem terrenos de terceiros;
- Emendas no interior dos dutos e caixas de passagem.

Assunto: Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Subterrâneas de Média e Baixa Tensão

Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

6.5.9. Quadro de Distribuição Pedestal (QDP) de BT

Nos circuitos secundários de cada CTS deve ser previsto ponto de seccionamento nas derivações dos circuitos de BT.

- a) Os QDP's devem ficar localizados nos pontos de derivação da rede secundária e cuja disposição permita a abertura da porta de acesso ao barramento;
- b) A conexão do QDP deve ser feita com condutor de alumínio;
- c) O QDP pode derivar para grandes clientes de BT ou para Centro de Medição Agrupada;
- d) O QDP é instalado apenas na condição apoiado ou em parede;
- e) Em casos especiais, a Enel pode aprovar um PS subterrâneo para derivação de BT, quando exigido pelo município onde a rede subterrânea seja instalada (paisagens, monumentos históricos e centro cultural), e desde que não existam limitações técnicas, como por exemplo risco de soterramento, infiltração de água, intrusão salina, etc. Nesta condição, o solicitante ficará responsável por todos os custos envolvidos nesse tipo de implantação.

Poderão ser utilizadas caixas subterrâneas somente em casos especiais, quando exigido pelo município onde a rede subterrânea será instalada, desde que não exista limitações técnicas para a sua instalação, como por exemplo: entrada de areia, infiltração de água, etc. Nesta condição, o solicitante ficará responsável pela diferença de custo da implantação.

A Figura 12 – Perspectiva ilustrada do QDP mostra o QDP de passeio apoiado em base de concreto.

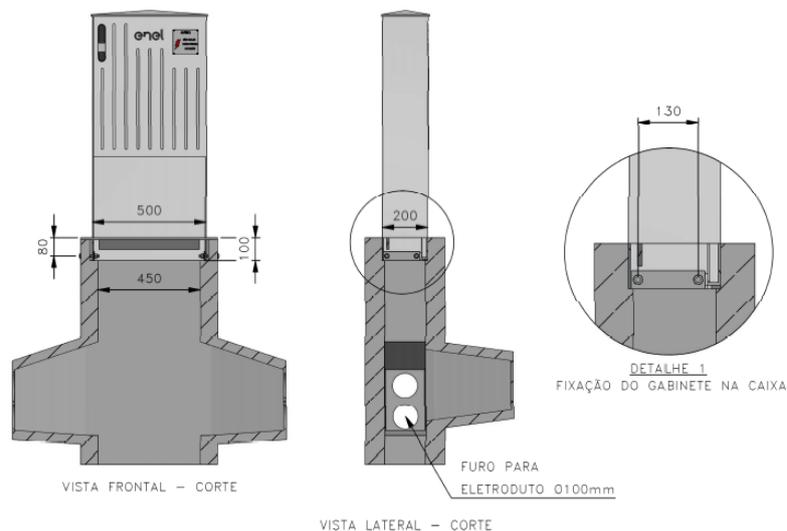


Figura 12 – Perspectiva ilustrada do QDP

6.5.10. Iluminação Pública

O circuito de iluminação pública, ou circuito de uso comum, no caso de condomínio, deve derivar diretamente de circuito exclusivo, além disso, deve ser prevista medição e proteção através de disjuntor termomagnético.

Assunto: Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Subterrâneas de Média e Baixa Tensão**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

6.6. Dimensionamento Elétrico**6.6.1. Circuitos Primários**

Os condutores dos CTS's devem ser dimensionados pelos critérios de corrente admissível, curto-circuito e máxima queda de tensão permitida, visando atingir os limites estabelecidos pela legislação no fim do horizonte do projeto.

No projeto e execução devem ser utilizados os critérios a seguir:

- a) Na Média Tensão, deve ser utilizado 1 (um) circuito por duto tanto para o caso de condutor unipolar ou no caso de condutor triplexado;
- b) O número máximo de circuitos primários são quatro, considerando circuitos futuros dentro do horizonte de projeto.
- c) Admite-se apenas condutores de alumínio para a rede de Média Tensão, limitados as capacidades de corrente indicadas na Tabela 11;
- d) Todos os circuitos de Média Tensão devem ser identificados de maneira legível e indelével por meio de anilhas ou placas conforme definição pela Enel para codificação operacional. Adicionalmente as fases da rede de Média Tensão devem ser identificadas por cores (branco, vermelho e preto);
- e) Não se permite emendas nos condutores dentro de tubulações;
- f) As características das conexões utilizadas devem ser no padrão da GSCC-004, GSCC-005 e GSCC-006;
- g) Não se admite sobrecarga na rede subterrânea no final do horizonte do projeto, tanto no cenário N como no cenário de contingência (N-1).

6.6.2. Circuitos Secundários

O circuito secundário contempla o tronco secundário e ramal secundário, devendo seguir o estabelecido nas alíneas a seguir:

- a) A quantidade de circuitos de Baixa Tensão por CTS, limitado em 4 (quatro), deve ser calculada em função da carga a ser atendida, dos limites de queda de tensão definidos pela legislação, da capacidade de condução de corrente dos condutores e da taxa de crescimento da área dentro do horizonte de estudo;
- b) Na Baixa Tensão, deve ser utilizado 1 (um) circuito por duto;
- c) Admite-se apenas condutores de alumínio para a rede de Baixa Tensão, limitadas as capacidades de corrente indicadas na Tabela 12;
- d) A quantidade máxima de 4 (quatro) circuitos já prevê um circuito para iluminação pública e um circuito para alimentação de uso comum no caso de condomínio (área de lazer, bombas de recalque, combate à incêndio, etc.);
- e) Cada CTS deve possuir um único ponto de onde são derivados todos os circuitos;
- f) Os QDP's, quando utilizados, devem ser instalados em locais que permitam fácil acesso para inspeção e manutenção;

Assunto: Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Subterrâneas de Média e Baixa Tensão

Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

- g) A configuração e dimensionamento da rede secundária deve ser realizada de tal forma a minimizar os custos de instalação, perdas elétricas e manutenção dentro do horizonte do projeto;
- h) A derivação da rede secundária deve ser feita exclusivamente por meio de QDP;
- i) Em locais sujeitos a intrusão salina, lençol freático raso ou zona de alagamento, deve ser prevista a adequada proteção das tubulações e ferragens adequadas;
- j) Deve ser garantida sobras de condutores no interior das caixas com emenda para garantir que, no caso de manutenção, não exista reparo no cabo dentro da tubulação;
- k) Quando as extremidades de dois circuitos secundários de transformadores distintos alimentando clientes adjacentes em um mesmo passeio, estiverem a uma distância não superior a 50 metros, deve ser feita a interligação entre estas caixas com a mesma quantidade de dutos e condutores. Esta interligação entre caixas deve ficar disponível como recurso, mas sem interligação física na BT. Este trecho adicional deve considerar a maior das seções dos circuitos a serem interligados e o comprimento não deve ser levado em consideração na definição de sua extensão máxima de 200 metros;
- l) O dimensionamento do circuito secundário deve levar em consideração 03 parâmetros: queda de tensão, corrente admissível do condutor e capacidade de curto-circuito;
- m) Deve ser previsto um quadro de medição e um de proteção de BT. Deve ainda ser previsto um quadro individual de medição e proteção para os circuitos de IP.

6.6.3. Transformadores

Os transformadores devem ser projetados e instalados conforme critérios a seguir:

- a) O projeto deve prever um carregamento máximo contínuo de até 100% da potência do transformador tanto no cenário N como no cenário N-1 no horizonte de projeto;
- b) A parte ativa dos transformadores pode ser à seco ou imerso em óleo vegetal/mineral isolante conforme projeto de combate à incêndio e padrão da Enel.

A Tabela 15 trata do dimensionamento dos fusíveis dos CTS's.

Potência do Transformador (kVA)	Corrente Nominal Fusível (A)
75	5H
150	8K
225	10K
300	15K

Tabela 15 – Dimensionamento Fusível por transformador

Assunto: Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Subterrâneas de Média e Baixa Tensão**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

6.6.4. Aterramento

O aterramento de uma rede de distribuição tem como finalidade garantir a segurança dos operadores e equipamentos quando da ocorrência de um curto-circuito com circulação de corrente pela terra, e permitir um desempenho correto dos relés de proteção.

Uma malha de terra é um conjunto de cordoalhas e hastes interligadas entre si por conectores apropriados, em contato direto com o solo, para que possa dissipar para a terra as correntes que sejam impostas a essa rede.

O valor da resistência de aterramento, deve atender as tensões de passo e toque conforme especificado na NBR 15749.

Para o projeto e instalação do aterramento devem ser seguidos os critérios abaixo:

- a) Os condutores de aterramento devem ser em aço cobreado, conforme padrão Enel;
- b) As hastes de aterramento devem ser conforme padrão Enel;
- c) Nas estruturas de transformação, devem ser utilizadas, no mínimo, 4 (quatro) hastes de terra dispostas ao redor da estrutura, cravadas em terreno natural a uma distância mínima entre hastes de 2 metros e no mínimo a 1 metro da base do CS/CTS;
- d) As seccionadoras de todos os QDP's devem ser aterradas com 1 (uma) haste de terra, que também servirá como ponto de aterramento temporário;
- e) Caso seja encontrada rocha em baixa profundidade, pode-se optar por aterramento linear em terreno natural, com o cabo enterrado horizontalmente no solo, a uma profundidade mínima de 60cm e uma distância mínima de 10 metros, evitando-se o paralelismo com a tubulação;
- f) No caso da opção por remoção ou detonação da rocha, deve-se seguir os procedimentos da Enel e as orientações da NR 19;
- g) As caixas de passagem da rede primária não necessitam ter haste de aterramento pois são utilizadas apenas na condição de emenda em trechos acima de 500 metros e grandes mudanças de direção das tubulações;
- h) Todas as partes metálicas (transformador, portas, cercas, telas, etc.), bem como o terminal do neutro do transformador devem ser aterrados dentro do CTS;
- i) O aterramento deve possuir uma caixa de inspeção de aterramento. Em locais onde o lençol freático seja raso, esta caixa deverá ser concretada, porém mantendo visível a conexão da haste;
- j) Por questões de segurança operacional, todas as blindagens dos condutores da rede primária devem ser aterradas em todas as extremidades.

6.7. Dimensionamento Mecânico

O dimensionamento mecânico das tubulações deve obedecer às orientações a seguir:

- a) Os condutores devem ser instalados dentro de tubulações construídas de material plástico. Quando as tubulações estiverem afloradas do solo, as mesmas devem ser metálicas. A instalação em bandejas é permitida apenas em estruturas destinadas para esta finalidade como estruturas de pontes, pontilhões, passarelas, desde que devidamente aprovadas pela Enel;

Assunto: Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Subterrâneas de Média e Baixa Tensão
Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

- b) Só é permitido, no máximo, um circuito por tubulação;
- c) Considera-se um circuito de MT o conjunto de três condutores fase, onde é permitida a construção de uma tubulação reserva para o caso de travessias de grande fluxo de veículos ou via férrea;
- d) Considera-se um circuito de BT o conjunto de quatro condutores, sendo três de fase e um de neutro;
- e) O número máximo de circuitos numa rede subterrânea deve ser 4 (quatro), considerando circuitos futuros no horizonte de projeto;
- f) A taxa de ocupação dos eletrodutos não deve ser superior a 40% de sua área útil;
- g) As tubulações padronizadas devem ser do tipo corrugado anelar ou helicoidal, obedecendo a NBR 15715;
- h) Em casos especiais e excepcionais, os cabos de Média Tensão poderão ser enterrados diretamente, naqueles lugares nos quais o caminho traçado é muito complexo e sinuoso, desde que aprovado pela Enel.

6.7.1. Cálculo dos esforços de puxamento dos condutores de Média Tensão

A Tabela 16 abaixo orienta a máxima tração de puxamento dos condutores padronizados de Média Tensão e a máxima distância, em linha reta, entre pontos significativos.

Condutor (mm ²)	Densidade linear (kg/km)	Diâmetro do duto (mm)	Tração de puxamento máximo do cabo (daN)	Distância máxima entre PS's (m)
95	0,872	125	380	300
150	1,111	140	600	350
185	1,281	160	740	350
240	1,509	190	960	400
400	2,152	200	1600	500

Tabela 16 – Distância máxima entre PS
6.8. Proteção e Seccionamento

Para a rede primária, as derivações devem ser feitas exclusivamente por meio de CTS e CS.

Para a rede secundária, as derivações devem ser feitas exclusivamente por meio de QDP.

6.8.1. Conexões

A instalação das conexões deve obedecer às instruções do fabricante, onde alguns cuidados básicos devem ser tomados para reduzir a possibilidade de falhas prematuras, como a preparação do condutor, onde fatores como sujeira e umidade comprometem as características isolantes dos condutores. Além disso, a decapagem do condutor é tarefa crítica e na ocorrência de imperfeições no corte, por menores que sejam, a ponta deve ser cortada e o serviço reiniciado.

Assunto: Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Subterrâneas de Média e Baixa Tensão**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

As conexões devem ser instaladas conforme alíneas a seguir:

- a) Deve ser garantida a recomposição do isolamento de modo a garantir um conjunto seguro e livre de pontos energizados;
- b) O lançamento e serviço em conexões não devem ser realizados em condição de chuva;
- c) No caso de transição da rede aérea, deve existir base subida em poste em ferro galvanizado para proteção dos condutores isolados de MT no poste, bem como mecanismo que impeça entrada de água, conforme padrão da Enel;
- d) O pessoal envolvido na instalação das conexões deve possuir capacitação e ferramental adequado.

6.9. Qualidade e Confiabilidade da Rede

6.9.1. Segurança das Instalações

De acordo com as prerrogativas da NR 10, as redes devem ser projetadas considerando dispositivos de seccionamento equipotencialização e aterramento, obedecendo as prescrições a seguir:

- a) Em todas CTS's deve existir um barramento de cobre conectado ao aterramento para conexão do aterramento temporário, conforme padrão da Enel;
- b) Quando houver escavação em locais com rede existente, seja aérea ou subterrânea, e esta rede esteja energizada, os trabalhadores envolvidos devem possuir treinamento e orientações para o risco elétrico, e tomar ações pertinentes quanto ao aterramento e a proximidade de máquinas e equipamentos com a rede aérea (retroescavadeira, guindauto, caçamba, etc.).

6.9.2. Confiabilidade

O projeto deve apresentar recursos de manobra adequados conforme indicado no item 6.5.2. Os recursos de manobra devem ser bem detalhados para cada tipo de cenário de operação da rede (N e N-1).

6.10. Apresentação do Projeto

6.10.1. Geral

O anteprojeto executivo deve ser apresentado em 4 (quatro) vias impressas coloridas e uma via digital, contendo todo o detalhamento do mesmo.

As plantas e desenhos devem ter mapa planimétrico e mapa chave que possibilite leitura e interpretação das informações, com clareza e possibilidade de rápida identificação dos circuitos e localização da planta no empreendimento.

Cada planta/desenho deve ter identificação de sua sequência lógica, com o mosaico com a posição da mesma com relação as outras plantas.

Qualquer alteração, substituição de material, ou método de trabalho, após a aceitação do projeto, somente pode ser efetuada mediante prévia autorização da Enel.

Assunto: Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Subterrâneas de Média e Baixa Tensão**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

Uma vez aceito, a Enel deve devolver 1 (uma) via do projeto analisado ao interessado.

O prazo máximo de validade do projeto é de 6 (seis) meses após a sua aceitação e validade do AVT. Decorrido este prazo, a aceitação do projeto fica sem efeito.

O projeto a ser enviado para apreciação da Enel deve possuir, no mínimo, os documentos e informações descritas entre os itens 6.10.2 e 6.10.5.

O projeto deve obedecer ao padrão de legendas e simbologias do Desenho 01: Símbolos e Convenções Topográficas (Anexo 7.3), Desenho 02: Simbologia de Projeto (Anexo 7.4) e Desenho 03: Modelo de Planta (Anexo 7.5). Outra simbologia pode ser adotada desde que mantida a coerência e lógica de interpretação.

6.10.2. Memorial Descritivo

O memorial descritivo deve conter:

- a) Planta de situação;
- b) Planta de implantação geral (localização e numeração de todas as caixas, indicação e detalhes de todos os dutos, seção dos condutores, nomes de ruas e acidentes geográficos, localização e capacidade dos transformadores, indicação de chaves de transferência, etc.);
- c) Traçado do arruamento com identificação das ruas, avenidas, edificações, acidentes topográficos, detalhes de rede existente, etc;
- d) Nome da Empresa contratada para execução do projeto juntamente com o responsável técnico e respectiva ART;
- e) Localização do empreendimento com limites, coordenadas geográficas em UTM;
- f) Perfil da carga e de consumo com características de cargas privadas (residência ou comercial) e de uso comum (IP, bombeamento de água, elevadores, etc.);
- g) Previsão de aumento de carga para o horizonte de projeto;
- h) Previsão de interligação com projetos subsequentes;
- i) Informações gerais do empreendimento, tipo de empreendimento, área, planta, número de residências/lotês;
- j) Perfil planialtimétrico do terreno com localização do norte magnético;
- k) Identificação de interferências com a rede (água, esgoto, drenagem de águas pluviais, afloramento rochoso);
- l) Corte transversal identificando ocupação dos dutos;
- m) Cronograma da obra;
- n) AVT;
- o) Memória de cálculo de cargas, dimensionamento de condutores, transformadores, chaves, disjuntores, fusíveis, barramentos, dutos, cálculos de queda de tensão e curto-circuito;
- p) Especificação dos equipamentos de proteção, segurança e recursos da rede que serão instalados como tubulações reserva, para-raios, disjuntores, seccionadores, etc.

Assunto: Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Subterrâneas de Média e Baixa Tensão**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

- q) Diagrama unifilar;
- r) Lista de material;
- s) Especificação de todos os materiais a serem utilizados;
- t) Coordenadas georreferenciadas em coordenadas UTM das caixas, equipamentos, etc.

6.10.3. Projeto da Rede Primária

O projeto da rede primária deve conter:

- a) Transformadores, com sua localização, potência nominal e acessórios;
- b) Diagrama unifilar;
- c) Circuitos primários;
- d) Chaves de proteção e manobra;
- e) Detalhes dos pontos de manobra na rede;
- f) Detalhes da estrutura de transição entre a rede aérea e subterrânea de Média Tensão;
- g) Especificação dos circuitos, tipo de condutores, quantidade de fases, identificação do circuito, do CTS, etc;
- h) Detalhes de instalação de clientes do grupo A.

6.10.4. Projeto da Rede Secundária

O projeto da rede secundária deve conter:

- a) Indicação dos ramais de ligação;
- b) Diagrama unifilar;
- c) Circuitos secundários;
- d) Localização dos QDP's e CTS's;
- e) Especificação de cada quadro de distribuição;
- f) Especificação dos circuitos, tipo de condutores, quantidade de fases, identificação do circuito, do transformador, etc;
- g) Caminhamento elétrico da rede secundária e ramal de ligação.

6.10.5. Projeto Civil

O projeto Civil deve conter:

- a) Localização dos dutos subterrâneos;
- b) Material de preenchimento dos dutos e sua especificação;

Assunto: Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Subterrâneas de Média e Baixa Tensão**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

- c) Caixas de passagem e derivação (com coordenadas XYZ em UTM, Datum);
- d) Cálculos estruturais das caixas (quando aplicável);
- e) Projeto de rebaixamento de lençol freático (quando aplicável);
- f) Projeto de contenção (quando aplicável);
- g) Base dos CTS's e CS's;
- h) Detalhes da separação física entre dutos da rede primária e secundária;
- i) Detalhes do cruzamento entre dutos, onde houver;
- j) Detalhes da preparação do terreno, aterro e reaterro;
- k) Detalhes da proteção mecânica quando os dutos cruzarem locais de grande circulação de veículos;
- l) Detalhes do padrão de medição do cliente.

6.11. Execução e Comissionamento da Obra**6.11.1. Etapas de Construção**

Durante as etapas de construção, recomenda-se que sejam observados os procedimentos de execução da Enel, relativos a cada atividade que esteja sendo executada.

- a) O projeto deve estar disponível, a qualquer hora, no local da obra;
- b) O executor deve informar a Enel, com antecedência de 10 (dez) dias, o início das etapas: lançamento dos dutos, lançamento dos condutores, testes com os equipamentos;
- c) Devem ser tomados todos os cuidados necessários ao correto manuseio, transporte e estocagem dos materiais;
- d) Todas as áreas de trabalho devem ser delimitadas e sinalizadas;
- e) Devem ser tomadas todas as precauções para evitar soterramento de trabalhadores durante as escavações;
- f) Em nenhuma hipótese deve-se admitir que os locais escavados permaneçam abertos e sem sinalização durante à noite;
- g) O lançamento do condutor deve ser cuidadosamente planejado de modo a garantir a integridade dos materiais utilizados e evitar grandes perdas com retalhos de condutor. Esta etapa deve ser iniciada com a presença de técnico da Enel;
- h) O comprimento dos tramos e o peso dos condutores, implica que o processo de instalação deva lidar com esforços mecânicos significativos durante o lançamento, sendo imperativo que todos os cuidados sejam tomados no sentido de que não sejam causados danos que prejudiquem o desempenho do circuito e a vida útil dos condutores;
- i) O condutor deve ser fixado por meio de camisa de puxamento mais destorcedor, para mitigar esforços mecânicos concentrados, bem como torções no condutor;
- j) Acessórios adicionais devem ser utilizados como carretilhas, roletes, guinchos, carretas, etc. Além disso, recomenda-se que durante o processo de instalação, mantenha-se um regime de puxamento

Assunto: Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Subterrâneas de Média e Baixa Tensão
Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

contínuo com a finalidade de aproveitar a inércia do condutor e evitar esforços bruscos. É conveniente também o uso de lubrificantes não abrasivos e nem corrosivos para diminuir o atrito;

- k) Depois de concluída a obra, o projeto deve ser atualizado;
- l) Todas as estruturas de caixas e circuitos devem ser codificadas e identificadas e as serigrafias dos tombamentos dos centros de transformação pintadas. Além disso, todas as portas de acesso às partes energizadas, como CTS, QDP, RMU e grades de acesso devem possuir símbolo triangular e pictograma preto com fundo amarelo e indicação de risco de choque elétrico, conforme NBR 13434-2.

6.11.2. Ensaio de Comissionamento

Antes da enfição (lançamento do condutor), o empreendedor deve entregar à Enel um laudo do mandrilhamento assinado pelo responsável técnico da obra. Adicionalmente a Enel pode verificar os dutos através do mandrilhamento antes da liberação para a enfição. Fica a critério da Enel o acompanhamento do lançamento dos condutores;

A Tabela 17 – Dimensões do Mandril indica as dimensões do mandril conforme o diâmetro interno de cada tipo de duto.

Ø Nominal do Duto		Comprimento do Mandril (mm)	Ø Mandril (mm)
Pol.	(mm)		
2	50	200	38
3	75		56
4	100	400	80
5	125		96
6	150		116
8	200	600	150

Tabela 17 – Dimensões do Mandril

Após a enfição e antes das conexões da rede primária, o empreendedor deve entregar à Enel um laudo dos ensaios de rotina nos condutores da rede primária, com o ensaio de tensão elétrica aplicada conforme IEC 60502-1 ou orientação da Enel. Adicionalmente a Enel poderá realizar ensaio nos condutores da rede primária para comprovar as medições realizadas.

Após a enfição e antes das conexões da rede secundária, o empreendedor deve entregar à Enel um laudo dos ensaios de rotina nos condutores da rede secundária, com o ensaio de resistência de isolamento entre fases e entre fase e neutro conforme IEC 60502-1. Adicionalmente a Enel poderá realizar ensaio nos condutores da rede secundária para comprovar as medições realizadas.

Antes da conexão do aterramento, o empreendedor deve enviar relatório com os valores calculados e medidos de resistência de aterramento, tensão de passo e tensão de toque em todos os pontos, assinado pelo responsável técnico da obra. Adicionalmente a Enel poderá realizar medições de resistência de aterramento e tensão de passo e toque para comprovar as medições realizadas, conforme NBR15749.

Assunto: Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Subterrâneas de Média e Baixa Tensão**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

Qualquer divergência quanto ao método e execução dos ensaios deve ser aceita ou acompanhada pela Enel.

6.12. Fiscalização Da Obra

A Enel se reserva no direito de fiscalizar a obra a qualquer tempo (levantamento de dados, projeto e construção), devendo os projetistas e construtores envolvidos informar toda metodologia e ferramentas utilizadas.

A Enel pode solicitar a paralisação da obra a qualquer tempo, no caso de sendo constatadas anormalidades na execução ou uso de materiais não-homologados. Todos os custos decorrentes da paralisação e adequações serão de responsabilidade do empreendedor.

Antes de ser energizada a rede deve ser cuidadosamente inspecionada a fim de verificar a conformidade com o projeto, com as normas técnicas e o seu correto acabamento.

A Enel deve fornecer um *check-list* de inspeção de obra ao Empreendedor para que o mesmo possa adotar eventuais medidas corretivas necessárias apontadas no *check-list*.

Deve ser observada a limpeza de todas as caixas e locais utilizados durante a execução da obra, devendo todos os lugares ficarem limpos e livres de qualquer tipo de entulho, sobras de construção, galhos, gravetos, etc. Além disso, deve haver a recomposição de todos os passeios/vias danificados.

A empresa construtora deve, obrigatoriamente, solicitar o acompanhamento de fiscalização da Enel quando do início das seguintes etapas da obra:

- a) Fechamento das valas;
- b) Montagens das terminações externas e terminais desconectáveis;
- c) Conexões de Baixa Tensão;
- d) Emendas de Média ou Baixa Tensão (quando eventualmente esteja previsto e aprovado);
- e) Instalação de equipamentos como transformadores e chaves a gás;
- f) Medição de tensão de passo, toque (obrigatório para os equipamentos) e do aterramento, além dos ensaios de tensão elétrica aplicada (Média e Baixa Tensão);
- g) Mandrilhamento dos eletrodutos;
- h) Lançamento dos condutores;
- i) Ensaio elétricos.

7. ANEXOS

7.1. Anexo A – Termo de Autorização de Acesso a Rede de Distribuição de Energia Elétrica de Empreendimentos de Interesse Específico;

7.2. Anexo B – Planilha Orientativa de Cálculo de Queda de Tensão;

7.3. Desenho 01: Símbolos e Convenções Topográficas;

7.4. Desenho 02: Simbologia de Projeto;

Especificação Técnica no. 283

Versão no.01 data: 27/02/2019

Assunto: Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Subterrâneas de Média e Baixa Tensão**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

7.5. Desenho 03: Modelo de Planta.

Assunto: Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Subterrâneas de Média e Baixa Tensão
Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

7.3. Desenho 01: Símbolos e Convenções Topográficas

1 – CERCADOS E VIAS DE COMUNICAÇÃO	
CONVENÇÃO	SIGNIFICADO
	CERCA DE ARAME
	CERCA VIVA COMUM
	RODOVIA/VIA PAVIMENTADA
2 – BENFEITORIAS, ACIDENTES GEOGRÁFICOS E SOLO	
	QUADRA DE ESPORTES
	CAMPO DE FUTEBOL
	PISCINA
	RESERVATÓRIO D'ÁGUA
	RESERVATÓRIO
	TANQUE
	LINHA ADUTORA (TUBULAÇÃO)
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO D'ÁGUA
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO

Assunto: Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Subterrâneas de Média e Baixa Tensão

Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

7.3. Desenho 01: Símbolos e Convenções Topográficas (continuação)

2 – BENFEITORIAS, ACIDENTES GEOGRÁFICOS E SOLO	
CONVENÇÃO	SIGNIFICADO
	CÓRREGO
	RIO
	BREJO
	ALAGADOS COM VEGETAÇÃO
	ALAGADOS SEM VEGETAÇÃO
	AFLORAMENTO ROCHOSO
	VALA OU EROSÃO
	BARRANCO, CORTE, ATERRO

Assunto: Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Subterrâneas de Média e Baixa Tensão

Áreas de aplicação

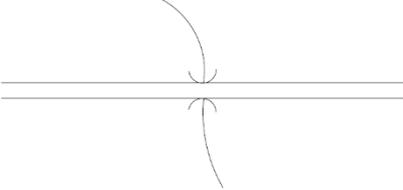
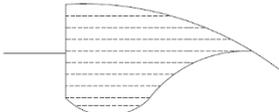
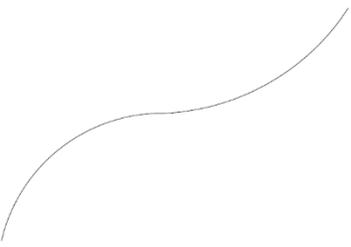
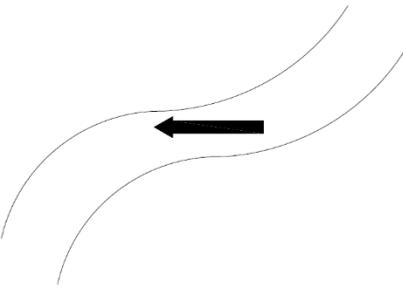
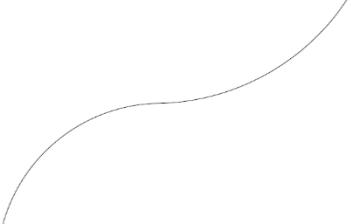
Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

7.3. Desenho 01: Símbolos e Convenções Topográficas (conclusão)

2 – BENFEITORIAS, ACIDENTES GEOGRÁFICOS E SOLO	
CONVENÇÃO	SIGNIFICADO
	BUEIRO
	BARRAGEM / REPRESA
	ORLA MARÍTIMA
	CURSO D'ÁGUA PERENE
	CURSO D'ÁGUA INTERMITENTE

Assunto: Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Subterrâneas de Média e Baixa Tensão
Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

7.4. Desenho 02: Simbologia de Projeto

SIMBOLOGIA	PROJETO
POSTE DE CONCRETO ARMADO DUPLO T A IMPLANTAR	1
POSTE DE CONCRETO ARMADO DUPLO T A RETIRAR	3
POSTE DE CONCRETO ARMADO DUPLO T A SUBSTITUIR	2
POSTE DE CONCRETO ARMADO DUPLO T EXISTENTE	3
TRANSFORMADOR ENEL EM POSTE A RETIRAR	3
TRANSFORMADOR ENEL EM POSTE EXISTENTE	3
TRANSFORMADOR ENEL EM CABINE A IMPLANTAR	3
TRANSFORMADOR ENEL EM CABINE A RETIRAR	3
TRANSFORMADOR ENEL EM CABINE A SUBSTITUIR	2
TRANSFORMADOR ENEL EM CABINE EXISTENTE	3
TRANSFORMADOR PARTICULAR EM POSTE	3
TRANSFORMADOR PARTICULAR EM POSTE	3
TRANSFORMADOR PARTICULAR EM CABINE	3
TRANSFORMADOR COOPERATIVA EM POSTE	3
TRANSFORMADOR COOPERATIVA EM POSTE	3
RELÉ FOTOELÉTRICO COMANDO EM GRUPO A IMPLANTAR	1
RELÉ FOTOELÉTRICO COMANDO EM GRUPO A RETIRAR	3
RELÉ FOTOELÉTRICO COMANDO EM GRUPO A SUBSTITUIR	2
LUM. ECONOLITE COMANDO INDIVIDUAL A IMPLANTAR	1
LUM. ECONOLITE COMANDO INDIVIDUAL A RETIRAR	3
LUM. ECONOLITE COMANDO INDIVIDUAL A SUBSTITUIR	2
LUM. ECONOLITE COMANDO INDIVIDUAL EXISTENTE	3
LUM. ECONOLITE COMANDO GRUPO A IMPLANTAR	1
LUM. ECONOLITE COMANDO GRUPO A RETIRAR	3
LUM. ECONOLITE COMANDO GRUPO A SUBSTITUIR	2
LUM. ECONOLITE COMANDO GRUPO EXISTENTE	3
LUM. ABERTA COMANDO INDIVIDUAL A IMPLANTAR	1
LUM. ABERTA COMANDO INDIVIDUAL A RETIRAR	3
LUM. ABERTA COMANDO INDIVIDUAL A SUBSTITUIR	2
LUM. ABERTA COMANDO INDIVIDUAL EXISTENTE	3
LUM. ABERTA COMANDO GRUPO A IMPLANTAR	1
LUM. ABERTA COMANDO GRUPO A RETIRAR	3
LUM. ABERTA COMANDO GRUPO A SUBSTITUIR	2
LUM. ABERTA COMANDO GRUPO EXISTENTE	3
LUM. FECHADA COMANDO INDIVIDUAL A IMPLANTAR	1
LUM. FECHADA COMANDO INDIVIDUAL A RETIRAR	3
LUM. FECHADA COMANDO INDIVIDUAL A SUBSTITUIR	2
LUM. FECHADA COMANDO INDIVIDUAL EXISTENTE	3
LUM. FECHADA COMANDO GRUPO A IMPLANTAR	1
LUM. FECHADA COMANDO GRUPO A RETIRAR	3
LUM. FECHADA COMANDO GRUPO A SUBSTITUIR	2
LUM. FECHADA COMANDO GRUPO EXISTENTE	3
LUM. DE 70W A IMPLANTAR	1
LUM. DE 125 A 400W BRAÇO CURTO	1
LUM. DE 150 A 400W BRAÇO CURTO A IMPLANTAR	1
LUM. DE 400W BRAÇO LONGO A IMPLANTAR	1
ESTAI DE POSTE A POSTE	1
ESTAI DE POSTE A POSTE EXISTENTE	1
ESTAI DE CRUZETA A POSTE	1
ESTAI DE CRUZETA A POSTE EXISTENTE	1
PARA-RAIO TIPO VÁLVULA	1
PARA-RAIO TIPO VÁLVULA EXISTENTE	1
ATERRAMENTO A IMPLANTAR	1
ATERRAMENTO A RETIRAR	3
ATERRAMENTO A SUBSTITUIR	2
ATERRAMENTO EXISTENTE	1
ATERRAMENTO NO DESLIGAMENTO	1
FERROVIA	1
CERCA	1
RODOVIA FEDERAL (BR)	1
RODOVIA ESTADUAL	1

Assunto: Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Subterrâneas de Média e Baixa Tensão
Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

7.4. Desenho 02: Simbologia de Projeto (continuação)

EQUIPAMENTOS	PROJETO
UC JÁ LIGADA – REFERÊNCIA	
UC A SER LIGADA	
UC EM CONSTRUÇÃO	
REDE DE DISTRIBUIÇÃO PRIMÁRIA	
REDE DE DISTRIBUIÇÃO PRIMÁRIA EXISTENTE	
REDE DE DISTRIBUIÇÃO SECUNDÁRIA	
REDE DE DISTRIBUIÇÃO SECUNDÁRIA EXISTENTE	
LINHA DE TRANSMISSÃO ≤230kV (COR MARROM)	
LINHA DE TRANSMISSÃO ≤230kV EXISTENTE	
LINHA DE DISTRIBUIÇÃO DE ALTA TENSÃO 69kV (COR AZUL)	
REDE DE TELECOMUNICAÇÃO (COR CYAN)	
REDE DE TELECOMUNICAÇÃO EXISTENTE	
CRUZAMENTO COM LIGAÇÃO	
CRUZAMENTO SEM LIGAÇÃO	
ENCABEÇAMENTO PRIMÁRIO	
ENCABEÇAMENTO PRIMÁRIO EXISTENTE	
ENCABEÇAMENTO SECUNDÁRIO	
ENCABEÇAMENTO SECUNDÁRIO EXISTENTE	
ENCONTRO DE ALIMENTADORES NORMALMENTE ABERTO	
ENCONTRO DE ALIMENTADORES NORMALMENTE FECHADO	
MUDANÇA DE SEÇÃO DE CONDUTOR	
SECCIONAMENTO DO PRIMÁRIO	
SECCIONAMENTO DO PRIMÁRIO EXISTENTE	
SECCIONAMENTO DO SECUNDÁRIO	
SECCIONAMENTO DO SECUNDÁRIO EXISTENTE	
SECCIONAMENTO DO CONTROLE	
SECCIONAMENTO DO CONTROLE EXISTENTE	
CHAVE FUSÍVEL SEM ABERTURA EM CARGA	
CHAVE FUSÍVEL COM ABERTURA EM CARGA	
CHAVE FUSÍVEL RELIGADORA	
CHAVE SECCIONADORA UNIPOLAR SEM ABERTURA EM CARGA	
CHAVE SECCIONADORA UNIPOLAR COM ABERTURA EM CARGA	
CHAVE SECCIONADORA TRIPOLAR SEM ABERTURA EM CARGA	
CHAVE SECCIONADORA TRIPOLAR COM ABERTURA EM CARGA	
RELIGADOR MONOFÁSICO	
RELIGADOR TRIFÁSICO	
SECCIONALIZADOR MONOFÁSICO	
SECCIONALIZADOR TRIFÁSICO	
CAPACITOR FIXO	
CAPACITOR AUTOMÁTICO	
REGULADOR DE TENSÃO	
UNIDADE TERMINAL REMOTA	
REDE ENEL COM 3 FASES E 1 NEUTRO	
REDE DE BAIXA TENSÃO AÉREA (COR VERDE)	
REDE DE BAIXA TENSÃO SUBTERRÂNEA (COR VERDE)	
EM ELETRODUTO	
REDE DE BAIXA TENSÃO SUBTERRÂNEA ENVELOPADA (COR VERDE)	
REDE DE BAIXA TENSÃO SUBTERRÂNEA DIRETAMENTE ENTERRADA (COR VERDE)	
REDE DE MÉDIA TENSÃO AÉREA (COR VERMELHA)	
REDE DE MÉDIA TENSÃO SUBTERRÂNEA (COR VERMELHA)	
EM ELETRODUTO	
REDE DE MÉDIA TENSÃO COMPACTA (COR VERMELHA)	
REDE DE MÉDIA TENSÃO SUBTERRÂNEA ENVELOPADA (COR VERMELHA)	
REDE DE MÉDIA TENSÃO SUBTERRÂNEA ENTERRADA (COR VERMELHA)	
REDE DE ALTA TENSÃO (COR AZUL)	
RAMAL DO CONSUMIDOR SUBTERRÂNEO (COR LILÁS)	
REDE DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA SUBTERRÂNEA (COR AMARELA)	
INTERFERÊNCIAS (ÁGUA, ESGOTO, FIBRA ÓPTICA, ETC) (COR CINZA)	

Assunto: Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Subterrâneas de Média e Baixa Tensão
Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

7.4. Desenho 02: Simbologia de Projeto (continuação)

EQUIPAMENTOS	PROJETO
DEADBREAK	
CHAVE SECCIONADORA EXISTENTE	
CHAVE SECCIONADORA A IMPLANTAR	
CUBICULO PRIMÁRIO PEDESTAL EXISTENTE	
CUBICULO PRIMÁRIO PEDESTAL A IMPLANTAR	
CENTRO DE TRANSFORMAÇÃO DE SUPERFÍCIE CTS EXISTENTE	
CENTRO DE TRANSFORMAÇÃO DE SUPERFÍCIE CTS A IMPLANTAR	
CENTRO SATÉLITE CS EXISTENTE	
CENTRO SATÉLITE CS A IMPLANTAR	
QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO PEDESTAL QDP EXISTENTE	
QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO PEDESTAL QDP A IMPLANTAR	
CENTRO DE MEDIÇÃO CM EXISTENTE	
CENTRO DE MEDIÇÃO CM A IMPLANTAR	
PLUGUE DE INSEÇÃO SIMPLES (PIS)	
PÁRA-RAIOS DESCONNECTÁVEL EXISTENTE	
PÁRA-RAIOS DESCONNECTÁVEL A IMPLANTAR	
RECEPTÁCULO ISOLANTE BLINDADO (RTB) EXISTENTE	
RECEPTÁCULO ISOLANTE BLINDADO (RTB) A IMPLANTAR	
TRANSIÇÃO REDE AÉREA-SUBTERRÂNEA A IMPLANTAR	
TRANSIÇÃO REDE SUBTERRÂNEA-AÉREA A IMPLANTAR	
TRANSIÇÃO REDE AÉREA-SUBTERRÂNEA A RETIRAR	
TRANSIÇÃO REDE SUBTERRÂNEA-AÉREA A RETIRAR	
TRANSIÇÃO REDE AÉREA-SUBTERRÂNEA A SUBSTITUIR	
TRANSIÇÃO REDE SUBTERRÂNEA-AÉREA A SUBSTITUIR	
TRANSIÇÃO REDE AÉREA-SUBTERRÂNEA EXISTENTE	
TRANSIÇÃO REDE SUBTERRÂNEA-AÉREA EXISTENTE	

NOTA: Os símbolos acima devem ter ao lado os números 1, 2 e 3 respectivamente para os equipamentos a serem instalados, substituídos e retirados.

Assunto: Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Subterrâneas de Média e Baixa Tensão
Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

7.4. Desenho 02: Simbologia de Projeto (continuação)

DESCRIÇÃO	EXISTENTE	PROJETADO	RETIRADO	SIGLA
BASE PARA CTS				BCTS
BASE PARA CAIXA DE DISTRIBUIÇÃO QDP				BCD
BASE PARA CM				BCM
LINHA DE DUTO				LD
CAIXA DE PASSAGEM				CP
TRANSIÇÃO REDE AÉREA-SUBTERRÂNEA				TAS
TRANSIÇÃO REDE SUBTERRÂNEA-AÉREA				TSA
PÁRA-RAIOS DESCONECTÁVEL				PrD
PÁRA-RAIOS INSERÇÃO				PrI
CABO BT (DUTO) ENVELOPADO (VERDE)				CBTe
CABO MT (DUTO) ENVELOPADO (VERMELHO)				CMTe
RECEPTÁCULO ISOLADO BLINDADO				RIB

Assunto: Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Subterrâneas de Média e Baixa Tensão
Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

7.4. Desenho 02: Simbologia de Projeto (conclusão)

DESCRIÇÃO	EXISTENTE	PROJETADO	RETIRADO	SIGLA
CABO BT (DUTO) (VERDE)				CBTd
CABO MT (DUTO) (VERMELHO)				CMTd
CABO MT DIRETAMENTE ENTERRADO (VALA) (VERMELHO)				CMTv
TERMINAL EXTERNO MT				TEMT
TERMINAL DESCONECTÁVEL MT (200A)				TDC
TERMINAL DESCONECTÁVEL ISOLADO MT (600A)				TBB
CHAVE A GÁS EX. 4.3.1 – 4 VIAS – 3 SEM PROTEÇÃO E 1 COM PROTEÇÃO				CG 4.3.1
BARRAMENTO ISOLADO DE BT EX. 4 VIAS				BISOL

SIMBOLOGIA DOS CONDUTORES BT

CONDUTORES	SIMBOLOGIA
CONDUTOR ALUMÍNIO SEÇÃO 25 mm ²	AS016
CONDUTOR ALUMÍNIO SEÇÃO 70 mm ²	AS070
CONDUTOR ALUMÍNIO SEÇÃO 150 mm ²	AS150
CONDUTOR ALUMÍNIO SEÇÃO 240 mm ²	AS240
CONDUTOR ALUMÍNIO SEÇÃO 400 mm ²	AS400

SIMBOLOGIA DOS CONDUTORES MT

CONDUTORES	SIMBOLOGIA
CONDUTOR ALUMÍNIO COM BLINDAGEM DE COBRE 95 mm ²	ACS095
CONDUTOR ALUMÍNIO COM BLINDAGEM DE COBRE 185 mm ²	ACS185
CONDUTOR ALUMÍNIO COM BLINDAGEM DE COBRE 240 mm ²	ACS240

Assunto: Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Subterrâneas de Média e Baixa Tensão

Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

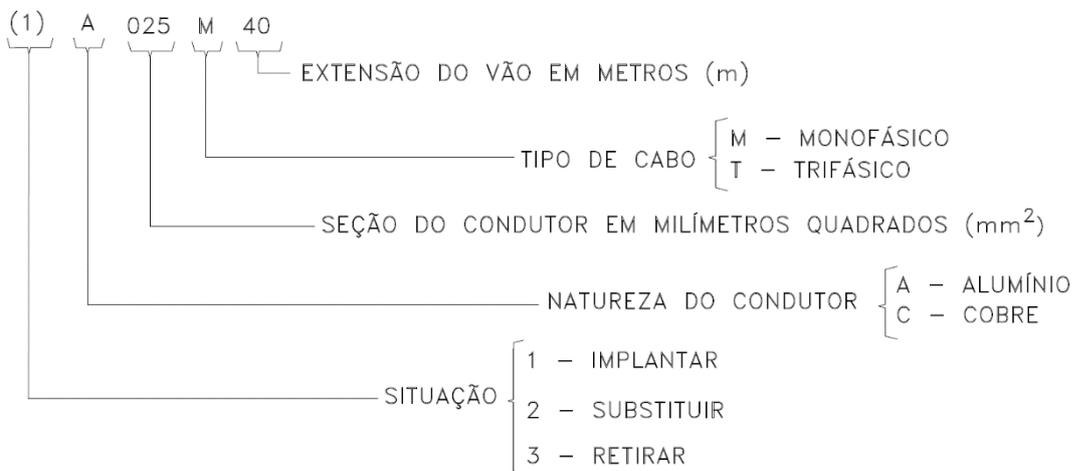
Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

7.5. Desenho 03: Modelo de Planta

LEGENDA

REDE BAIXA TENSÃO



REDE MÉDIA TENSÃO

