

Assunto: Subestação compacta até 145 kV montada sobre plataforma metálica (PM-Br 199.90)

Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Enel Grids

CONTEÚDO

1. OBJETIVOS DO DOCUMENTO E ÁREA DE APLICAÇÃO	5
2. GESTÃO DA VERSÃO DO DOCUMENTO	6
3. UNIDADES RESPONSÁVEIS PELO DOCUMENTO	6
4. REFERÊNCIAS	6
5. POSIÇÃO DO PROCESSO COM RELAÇÃO À ESTRUTURA ORGANIZACIONAL	11
6. SIGLAS E PALAVRAS-CHAVE	11
7. MATERIAL	13
7.1 Características do Sistema Elétrico	13
7.1.1. Sistema de Subtransmissão	13
7.1.2. Serviços Auxiliares – Corrente Alternada (AC)	14
7.1.3. Transferência de alimentação Auxiliar	15
7.1.4. Serviços auxiliares – Corrente Contínua (CC)	15
7.1.5. Condições de instalação	15
7.2 Equipamentos	16
7.2.1. Para-Raios	16
7.2.2. Chave Seccionadora	16
7.2.3. Disjuntor Tripolar (Alta Tensão)	17
7.2.4. Transformador de Potência	18
7.2.4.1. Transformador de Corrente de Uso Interno e Dispositivos de Proteção do Transformador de Potência	19
7.2.4.1.1. Indicador externo de nível de óleo	19
7.2.4.1.2. Dispositivo de alívio de pressão do transformador	20
7.2.4.1.3. Rele detector de gás tipo buchholz (63t)	20
7.2.4.1.4. Dispositivo de proteção do comutador de derivações em carga	20
7.2.4.1.4.1. Rele de fluxo (63C)	21
7.2.4.1.4.2. Rele de sobre pressão	21
7.2.4.1.4.3. Dispositivo de alívio de pressão	21
7.2.4.1.5. Conservador de óleo do transformador	21
7.2.4.1.6. Monitoramento do sistema de preservação de óleo isolante	22
7.2.4.1.7. Conservador de óleo do comutador de derivação em carga	22
7.2.5. Transformador de Corrente (TC) de Uso Externo	22
7.2.6. Transformador de Potencial (TP) de Uso Externo	23
7.2.7. Dispositivo Eletrônico Inteligente (IED)	23
7.2.8. Chave fusível	24
7.2.9. Cabos de potência	24

DOCUMENTO INVÁLIDO SE IMPRESSO OU GRAVADO

Assunto: Subestação compacta até 145 kV montada sobre plataforma metálica (PM-Br 199.90)

Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Enel Grids

7.2.10.	Cabos de controle.....	24
7.2.11.	Acumuladores (Banco de Baterias).....	25
7.2.12.	Retificador.....	25
7.3	Medidor Eletrônico para Medição Operacional	26
7.4	Conjuntos blindados	26
7.4.1.	Condições específicas.....	26
7.4.2.	Características principais.....	27
7.4.3.	Características construtivas.....	28
7.4.4.	Barra de aterramento.....	29
7.4.5.	Entrada e saída de cabos de força e controle nos cubículos do conjunto blindado	29
7.4.6.	Fiação de Baixa Tensão e de Controle	29
7.4.6.1.	Disjuntores de CA e CC.....	29
7.4.6.2.	Distribuição de Corrente	29
7.4.6.3.	Fiação Interna	30
7.4.6.4.	Identificação da fiação e componentes	30
7.4.6.5.	Terminais e Réguas de Bornes	31
7.4.6.6.	Sistema de aquecimento	31
7.4.6.7.	Tomada	32
7.4.6.8.	Iluminação interna	32
7.4.6.9.	Sinaleiros	32
7.4.7.	Sinalizações e avisos	33
7.4.8.	Placa de identificação do conjunto blindado	33
7.4.9.	Disjuntor.....	34
7.4.9.1.	Características nominais	34
7.4.9.2.	Mecanismo de Operação do Disjuntor	35
7.4.9.3.	Acesso ao Mecanismo de operação do disjuntor.....	36
7.4.9.4.	Sistema de acumulação	36
7.4.9.5.	Abertura livre.....	36
7.4.9.6.	Contador de operações	36
7.4.9.7.	Indicador de operações	36
7.4.9.8.	Circuitos de controle	37
7.4.9.9.	Contatos auxiliares	37
7.4.9.10.	Posição de teste	38
7.4.9.11.	Intertravamentos – Inserção e Extração do Disjuntor	38
7.4.9.12.	Sistema de Movimentação do Disjuntor	38
7.4.9.13.	Dispositivos de Desconexão de Alta Tensão do Disjuntor e Obturadores de Segurança	39
7.4.9.14.	Dispositivos de Desconexão de Baixa Tensão do Disjuntor	39
7.4.9.15.	Placa de identificação do disjuntor	40
7.4.10.	Transformador de Corrente TCs.....	41
7.4.10.1.	Características nominais dos Transformadores de Corrente (TCs).....	42
7.4.10.2.	Placa de identificação do TC	42

Assunto: Subestação compacta até 145 kV montada sobre plataforma metálica (PM-Br 199.90)

Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Enel Grids

7.4.11.	Transformador de Potencial Indutivo.....	43
7.4.11.1.	Relação Nominal e Classe de Exatidão	43
7.4.11.2.	Placa de identificação do TP	44
7.4.12.	Aterramento dos Condutores dos Circuitos.....	44
7.4.12.1.	Operação	45
7.4.12.2.	Contatos Auxiliares	45
7.4.12.3.	Indicação Mecânica	45
7.4.12.4.	Placa de Identificação.....	45
7.4.13.	Sistema de Proteção e Controle Digital (SPCS)	46
7.4.14.	Softwares	46
7.4.15.	Acessórios, peças sobressalentes e ferramentas especiais.....	46
7.4.15.1.	Acessórios	46
7.4.15.2.	Peças Sobressalentes	46
7.4.15.3.	Ferramentas Especiais	47
7.5	Transformador de Serviços Auxiliares.....	47
7.6	Equipamentos de Automação	47
7.6.1.	Transceptor de Dados – Switch Óptico	47
7.6.2.	Concentrador Armazenamento.....	48
7.6.3.	Distribuidor Óptico de Campo para Uso Interno.....	48
7.6.4.	Cordão Óptico MM 62,5 - (Duplex LC/LC – Multimodo).....	49
7.6.5.	Interface de Integração Gráfica	49
7.6.6.	Distribuidor Óptico de Campo de Bandeja	49
7.6.7.	Modulo de Sincronismo	50
7.6.8.	Cabo Óptico 6 Fibras.....	50
7.6.9.	Concentrador da Proteção.....	51
7.7	Sala Elétrica.....	51
7.7.1.	Estruturas da Sala Elétrica	51
7.7.1.1.	Tratamento (Galvanização) dos Suportes e Estruturas de Base.....	52
7.7.1.2.	Pintura.....	52
7.7.1.3.	Telhado	52
7.7.1.4.	Portas.....	52
7.7.1.5.	Ar Condicionado	52
7.7.1.6.	Iluminação e Tomadas	53
7.7.1.7.	Aterramento	54
7.7.1.8.	Painéis	55
7.8	Proteção contra incêndio	55
7.8.1.	Na Sala elétrica.....	55
7.9	Plataforma Metálica	55
7.9.1.	Tratamento (galvanização).....	55
7.9.2.	Guarda-Corpo e Corrimão	56
7.9.3.	Cargas Admissíveis	56

Assunto: Subestação compacta até 145 kV montada sobre plataforma metálica (PM-Br 199.90)

Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Enel Grids

7.9.4.	Coleta do Óleo Isolante	56
7.10	Informações técnicas adicionais	56
7.10.1.	Projeto Executivo	56
7.10.2.	Cablagem	56
7.10.3.	Fabricação e montagem	56
7.11	Ensaio	57
7.12	Amostragem	69
7.13	Transporte, Embalagem e Acondicionamento	69
7.14	Fornecimento	69
7.14.1.	Extensão e limite de fornecimento	69
7.15	Treinamento	70
7.16	Lista de materiais	70
7.17	Garantia	71
7.17.1.	Rejeição Técnica	71
8.	ANEXOS	72
8.1	Características Técnicas Garantidas – CTG	72
8.2	Diagrama Unifilar de Operação de Referência	72
8.3	Monitoramento do transformador	72
8.4	Comando ventiladores	72
8.5	Painel de comando	72
8.6	Comando do Comutador	72
8.7	Sala elétrica – Desenho orientativo	72

RESPONSÁVEL POR NETWORK DEVELOPMENT BRAZIL
Silvana Flavia D'Andrea

Assunto: Subestação compacta até 145 kV montada sobre plataforma metálica (PM-Br 199.90)

Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Enel Grids

1. OBJETIVOS DO DOCUMENTO E ÁREA DE APLICAÇÃO

Este documento estabelece os requisitos técnicos e funcionais para o fornecimento de Subestação Compacta Móvel montada sobre estrutura metálica tipo chassi (**SKID**) com instalação elétrica, civil e mecânica completamente integrada e compatível com as condições operacionais do sistema elétrico da Enel Grids Brasil. Esta especificação visa garantir confiabilidade, segurança operacional, facilidade de mobilização, padronização dos componentes e conformidade com os requisitos regulatórios e normativos aplicáveis.

A subestação tipo *skid* deverá ser projetada como um sistema modular, pré-fabricado e transportável, capaz de ser instalado em campo com mínima intervenção civil. Toda a solução deverá ser montada sobre base metálica autoportante com galvanização a fogo, com instalação apoiada-elevada (acima do nível do solo) e tela de proteção lateral, compatível com içamento, movimentação e fixação definitiva, incluindo:

- Painéis de média e baixa tensão;
- Transformador de potência trifásico, imerso em óleo isolante mineral do tipo naftênico, com resfriamento ONAN/ONAF1/ONAF2;
- Conjuntos blindados para distribuição secundária (até 38 kV);
- Equipamentos de manobra e proteção, incluindo chave seccionadora, disjuntor com isolamento a ar (AIS - Air Insulated Switchgear) e, extinção de arco por ampola à vácuo, disjuntor com isolamento SF₆, transformadores de corrente (TC) e de potencial (TP) entre outros;
- Painéis de controle e proteção com IEDs conforme norma IEC 61850 (MMS e goose), DNP3.0;
- Sala elétrica com climatização, iluminação (interna e externa), CFTV, alarme, proteção contra incêndio (prever aprovação no corpo de bombeiros), TSA de 75kVA, serviços auxiliares CA e CC, tomada externa trifásica de 45kVA (pelo menos 100A).;
- Sistemas de aterramento, SPDA e interligações completas (cabos de força e controle);
- Plataforma metálica com guarda-corpo e sistema de contenção de óleo (com saída para caixa separadora de água-óleo).

A subestação móvel deverá ser completamente funcional, com todos os sistemas integrados, ensaiados em fábrica, prontos para comissionamento no campo. A engenharia deve garantir que os componentes e arranjos atendam aos requisitos operacionais estabelecidos pela Enel, considerando:

- Condições ambientais severas (salinidade, radiação solar, poluição, umidade elevada, possibilidade de inundação);
- Conectividade total via sistema SCADA (IEC 61850 e protocolos compatíveis);
- Segurança de operação e manutenção com dispositivos de intertravamento, sinalização e acessibilidade;
- Modularidade e intercambialidade de disjuntores, cubículos e IEDs;
- Atendimento integral às normas ABNT, IEC e regulamentos aplicáveis da ANEEL.

Este documento se aplica à Enel Grids Brasil.

A presente política aplica-se ao Grupo Enel no que diz respeito à sua atuação no Brasil, de acordo com as leis, regulamentos, acordos coletivos e normas de governança aplicáveis, incluindo a Lei Geral de Proteção de Dados, que em qualquer situação, prevalecem sobre as disposições contidas neste documento.

Assunto: Subestação compacta até 145 kV montada sobre plataforma metálica (PM-Br 199.90)

Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Enel Grids

A Lei Geral de Proteção de Dados, Lei nº 13.709/2018 (LGPD) e GDPR (Regulamento U.E. 2016/679 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 27 de abril de 2016) regulamentam o tratamento de dados pessoais. A LGPD define que tratamento é toda operação realizada com dados pessoais, como as que se referem a coleta, produção, recepção, classificação, utilização, acesso, reprodução, transmissão, distribuição, processamento, arquivamento, armazenamento, eliminação, avaliação ou controle da informação, modificação, comunicação, transferência, difusão ou extração, bem como que Dados Pessoais são todas as informações relacionadas a uma pessoa natural (pessoa física), que possa torná-la identificada ou identificável (tais como: nome, CPF, endereço, nome de familiares, perfil de consumo, geolocalização, número de Unidade Consumidora, etc., os quais de forma isolada, ou associada com dois ou mais, possam identificar direta, ou indiretamente, um titular de dados pessoais).

Os Tratamentos de Dados Pessoais realizados durante as atividades descritas neste documento, deverão estar devidamente mapeados no sistema de registro de tratamento de dados pessoais do Grupo Enel, conforme a Instrução Operacional n. 3341 - Gerenciamento de Registro de Tratamento de Dados Pessoais e deverão ocorrer em consonância com as regras de Proteção De Dados Pessoais, GDS e Segurança da Informação do Grupo Enel, estabelecidas nas respectivas Políticas e Procedimentos internos, listados no item 4 deste documento.

2. GESTÃO DA VERSÃO DO DOCUMENTO

Versão	Data	Descrição das mudanças
0	05/11/2025	Emissão da especificação técnica. Esse documento cancela e substitui a especificação NTE-M-039-1.

3. UNIDADES RESPONSÁVEIS PELO DOCUMENTO

Responsável pela elaboração do documento:

- Engineering Sup & Global St. Adoption

Responsável pela autorização do documento:

- Engineering Sup & Global St. Adoption

4. REFERÊNCIAS

- Procedimento Organizacional n.375 Gestão da Informação Documentada;
- Código Ético do Grupo Enel;
- Plano de Tolerância Zero à Corrupção;
- Enel Human Rights Policy;
- Enel Global Compliance Program (EGCP);
- Política do SGI;

Assunto: Subestação compacta até 145 kV montada sobre plataforma metálica (PM-Br 199.90)

Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Enel Grids

- ISO 9001 - Sistema de Gestão da Qualidade;
- ISO 14001 - Sistema de Gestão Ambiental;
- ISO 45001 - Sistema de Gestão de Segurança e Saúde Ocupacional;
- ISO 50001- Sistema de Gestão de Energia;
- ISO 37001 - Sistema de Gestão Antissuborno;
- Policy n.344 - Application of the General Data Protection Regulation (EU Regulation2016/679) within the scope of the Enel Group;
- Procedimento Organizacional n.1626 – Aplicação da Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais no âmbito das Empresas do Grupo Enel;
- Policy n.243 - Segurança da Informação;
- Policy n.33 – Information Classification and Protection;
- Policy n.347 – Policy Personal Data Breach Management;
- Policy n.1042 – Gerenciamento de Incidentes de Segurança de Dados Pessoais;
- Instrução Operacional n.3341 – Gerenciamento de Registro de Tratamento de Dados Pessoais;
- Instrução Operacional n.3340 – Metodologia para Processo de Avaliação de Impacto na Proteção de Dados;
- Policy n.241 – Gestão de Crises e Incidentes Brasil;
- Policy n.25 – Management of Logical Access to IT Systems;
- Policy n.37 - Enel Mobile Applications;
- Procedimento Organizacional n.34 - Application Portfolio Management;
- Procedimento Organizacional n.35 - GDS Initiatives Planning and Activation;
- Procedimento Organizacional n.36 - Solutions Development & Release Management;
- Instrução Operacional n.944 - Cyber Security Risk Management Methodology;
- ABNT NBR 5356 – Transformadores de Potência, para padronização de requisitos de projeto, ensaios e construção;
- ABNT NBR 10898 - Sistema de iluminação de emergência;
- ABNT NBR 11388 - Sistemas de pintura para equipamentos e instalações de subestações elétricas - Especificação;
- ABNT NBR 13231 - Proteção contra incêndio em subestações elétricas;
- ABNT NBR 13248 - Cabos de potência e condutores isolados sem cobertura, não halogenados e com baixa emissão de fumaça, para tensões até 1 kV - Requisitos de desempenho;
- ABNT NBR 13491 - Fibras ópticas - Determinação da atenuação óptica - Método de ensaio;
- ABNT NBR 14205 - Acumulador chumbo-ácido estacionário regulado por válvula — Métodos de ensaio;
- ABNT NBR 16112 - Conectores montados em mídias ópticas e adaptadores — Determinação da durabilidade;

Assunto: Subestação compacta até 145 kV montada sobre plataforma metálica (PM-Br 199.90)

Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Enel Grids

- ABNT NBR 16113 - Conectores montados em mídias ópticas e adaptadores — Determinação do impacto;
- ABNT NBR 16114 - Conectores montados em mídias ópticas e adaptadores — Determinação da estabilidade;
- ABNT NBR 16115 - Conectores montados em mídias ópticas e adaptadores — Determinação do puxamento axial;
- ABNT NBR 16116 - Conectores montados em mídias ópticas e adaptadores — Determinação da retenção angular;
- ABNT NBR 16117 - Conectores montados em mídias ópticas e adaptadores — Determinação da retenção axial;
- ABNT NBR 16118 - Conectores montados em mídias ópticas e adaptadores — Determinação da torção;
- ABNT NBR 16119 - Conectores montados em mídias ópticas e adaptadores — Determinação do dobramento;
- ABNT NBR 16190 - Conectores montados em mídias ópticas e adaptadores — Determinação da umidade — Método de ensaio;
- ABNT NBR 16191 - Conectores montados em mídias ópticas e adaptadores — Determinação do ciclo térmico — Método de ensaio;
- ABNT NBR 16192 - Conectores montados em mídias ópticas e adaptadores — Determinação do calor seco — Método de ensaio;
- ABNT NBR 16193 - Conectores montados em mídias ópticas e adaptadores — Determinação da perda por retorno — Método de ensaio;
- ABNT NBR 16194 - Conectores montados em mídias ópticas e adaptadores — Determinação da perda por inserção — Método de ensaio;
- ABNT NBR 16429 - Conectores de fibra óptica para montagem em campo - Especificação;
- ABNT NBR 5419-1 - Proteção contra descargas atmosféricas - Parte 1: Princípios gerais;
- ABNT NBR 5419-2 - Proteção contra descargas atmosféricas - Parte 2: Gerenciamento de risco;
- ABNT NBR 5419-3 - Proteção contra descargas atmosféricas - Parte 3: Danos físicos a estruturas e perigos à vida;
- ABNT NBR 5419-4 - Proteção contra descargas atmosféricas - Parte 4: Sistemas elétricos e eletrônicos internos na estrutura;
- ABNT NBR 6323 - Galvanização por imersão a quente de produtos de aço e ferro fundido - Especificação;
- ABNT NBR 6855 - Transformador de potencial indutivo com isolamento sólida para tensão máxima igual ou inferior a 52 kV - Especificação e ensaios;
- ABNT NBR 6856 - Transformador de corrente com isolamento sólida para tensão máxima igual ou inferior a 52 kV - Especificação e ensaios;
- ABNT NBR 7007 - Aços-carbono e aços microligados para barras e perfis laminados a quente para uso estrutural - Requisitos;

Assunto: Subestação compacta até 145 kV montada sobre plataforma metálica (PM-Br 199.90)

Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Enel Grids

- ABNT NBR 7397 - Produto de aço e ferro fundido galvanizado por imersão a quente — Determinação da massa do revestimento por unidade de área — Método de ensaio;
- ABNT NBR 7398 - Produto de aço e ferro fundido galvanizado por imersão a quente - Verificação da aderência do revestimento - Método de ensaio;
- ABNT NBR 7399 - Produto de aço e ferro fundido galvanizado por imersão a quente - Verificação da espessura do revestimento por processo não destrutivo - Método de ensaio;
- ABNT NBR 7400 - Galvanização de produtos de aço e ferro fundido por imersão a quente - Verificação da uniformidade do revestimento - Método de ensaio;
- ABNT NBR 16820, Sistemas de sinalização de emergência - Projeto, requisitos e métodos de ensaio;
- ABNT NBR IEC 60068-2-30 - Ensaios climáticos - Parte 2-30: Ensaios - Ensaio Db: Calor úmido, Cíclico (ciclo de 12 h + 12 h);
- ABNT NBR IEC 60529, Graus de proteção providos por invólucros (Códigos IP);
- ABNT NBR IEC 61000-4-2 - Compatibilidade eletromagnética (EMC) -Parte 4-2: Ensaios e técnicas de medição — Ensaio de imunidade de descarga eletrostática;
- ABNT NBR IEC 61000-4-5 - Compatibilidade eletromagnética (EMC) - Parte 4-5: Ensaios e técnicas de medição — Ensaio de imunidade a surtos;
- ABNT NBR IEC 61000-4-6 - Compatibilidade eletromagnética (EMC) - Parte 4-6: Técnicas de medição e ensaio — Imunidade a perturbação conduzida, induzida por campos de radiofrequência;
- ABNT NBR IEC 61850-10 - Redes e sistemas de comunicação para automação de sistemas de potência - Parte 10: Ensaios de conformidade;
- ABNT NBR IEC 61869-1, Transformadores para instrumento - Parte 1: Requisitos gerais;
- ABNT NBR IEC 61869-2, Transformadores para instrumento - Parte 2: Requisitos adicionais para transformadores de corrente;
- ABNT NBR IEC 62271-1 - Manobra e comando de alta tensão - Parte 1:Especificações comuns para equipamentos de manobra e comando em corrente alternada
- ABNT NBR IEC 62271-200 - Conjunto de manobra e controle de alta-tensão - Parte 200: Conjunto de manobra e controle de alta-tensão em invólucro metálico para tensões acima de 1 kV até e inclusive 52 kV;
- ABNT NBR ISO/CIE 8995-1 - Iluminação de ambientes de trabalho - Parte 1: Interior;
- ABNT NBR ISO 9223, Corrosão de metais e ligas — Corrosividade de atmosferas — Classificação, determinação e estimativa;
- ABNT NBR NM 87, Aço carbono e ligados para construção mecânica - Designação e composição química;
- IEC 60068-2-1, Environmental testing – Part 2-1: Test A – Cold;
- IEC 60076-1, Power transformers – Part 1: General;
- IEC 60076-2, Power transformers – Part 2: Temperature rise for liquid-immersed transformers;
- IEC 60076-3, Power transformers – Part 3: Insulation levels, dielectric tests and external clearances;
- IEC 60076-10, Power transformers – Part 10: Determination of sound levels;

Assunto: Subestação compacta até 145 kV montada sobre plataforma metálica (PM-Br 199.90)

Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Enel Grids

- IEC 60099-4, Surge arresters – Part 4: Metal-oxide surge arresters without gap;
- IEC 60255-21-1, Electrical relays – Part 21-1: Vibration (basic);
- IEC 60255-21-2, Electrical relays – Part 21-2: Shock;
- IEC 60255-5, Electrical relays – Part 5: Insulation coordination;
- IEC 60282-2, High-voltage fuses – Part 2: Application guide;
- IEC 60422, Mineral insulating oils in electrical equipment – Supervision and maintenance guide;
- IEC 60502-2, Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV ($U_m = 1,2$ kV) up to 30 kV ($U_m = 36$ kV) - Part 2: Cables for rated voltages from 6 kV ($U_m = 7,2$ kV) up to 30 kV ($U_m = 36$ kV);
- IEC 60815, Selection and dimensioning of high-voltage insulators intended for use in polluted conditions - Part 1: Definitions, information and general principles;
- IEC 61000-4-5, Electromagnetic compatibility – Surge immunity test;
- IEC 61850, Communication networks and systems for power utility automation - ALL PARTS;
- IEC 61850-4, Communication networks and systems for power utility automation – System and project management;
- IEC 61850-6, Communication networks and systems for power utility automation – Configuration description language;
- IEC 61850-7-2, Communication networks and systems – Basic information and communication structure;
- IEC 61850-7-3, Communication networks and systems – Common data classes;
- IEC 61850-7-4, Communication networks and systems – Logical node classes and data object models;
- IEC 61850-8-1, Communication networks and systems – Specific communication service mapping (SCSM);
- IEC 61850-9-1, Communication networks and systems – Sampled values over ISO/IEC 8802-3;
- IEC 61850-9-2, Communication networks and systems – Specific communication service mapping (Sampled values);
- IEC 62271-1, High-voltage switchgear and controlgear – Part 1: Common specifications;
- IEC 62271-100, High-voltage switchgear and controlgear – Part 100: AC circuit breakers;
- IEC 62271-102, High-voltage switchgear and controlgear – Part 102: Disconnectors and earthing switches;
- IEEE 1588, Padrão IEEE para um protocolo de sincronização de relógio de precisão para sistemas de medição e controle em rede.
- NR-10, Instalações e Serviços de Eletricidade;
- NR-12. Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos.

Notas:

- 1) O fornecedor deve disponibilizar, para o inspetor da Enel, no local da inspeção, todas as Normas acima mencionadas, em suas últimas revisões.

Assunto: Subestação compacta até 145 kV montada sobre plataforma metálica (PM-Br 199.90)

Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Enel Grids

- 2) Deverá ser usado o Sistema Internacional de Unidades (Sistema Métrico) para todo e qualquer fornecimento a ser realizado.

5. POSIÇÃO DO PROCESSO COM RELAÇÃO À ESTRUTURA ORGANIZACIONAL

Value Chain: Gestão da Rede

Macro Process: Gestão de Materiais

Process: Padronização de Componentes de Rede

6. SIGLAS E PALAVRAS-CHAVE

Siglas e Palavras-Chave	Descrição
ABNT/NBR	Associação Brasileira de Normas Técnicas/Normas Brasileiras
CBBS	Conjunto blindado barra simples.
Dado Pessoal	Dado Pessoal é qualquer informação relacionada a pessoa natural identificada ou identificável, tais como nome, número de identificação, dados de localização, um identificador online ou a um ou mais dos elementos característicos de sua identidade física, fisiológica, genética, mental, econômica, cultural ou social (veja também Categorias especiais de dados pessoais).
Dados Pessoais Sensíveis (incluindo biométricos e referentes à Saúde)	No contexto de proteção de dados, merece especial atenção a categoria de dado pessoal sobre origem racial ou étnica, convicção religiosa, opinião política, filiação a sindicato ou a organização de caráter religioso, filosófico ou político, dado referente à saúde ou à vida sexual, dado genético ou biométrico, quando vinculado a uma pessoa natural. Esses dados são definidos pela LGPD como Dados Pessoais Sensíveis. - Dados genéticos: dados pessoais relativos às características genéticas, hereditárias ou adquiridas de uma pessoa física que fornecem informações unívocas sobre a fisiologia ou sobre a saúde de tal pessoa física, e que resultam designadamente da análise de uma amostra biológica da pessoa física em questão; - Dados biométricos: dados pessoais resultantes de um tratamento técnico específico relativo às características físicas, fisiológicas ou comportamentais de uma pessoa física que permitam ou confirmem a identificação única dessa pessoa, tais como foto, vídeo, imagens da face ou dados de impressão digital; - Dados relativos à saúde: dados pessoais relacionados com a saúde física ou mental de uma pessoa física, incluindo a prestação de serviços de saúde, que revelem informações sobre o seu estado de saúde.

Assunto: Subestação compacta até 145 kV montada sobre plataforma metálica (PM-Br 199.90)

Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Enel Grids

ECD	Estação Compacta de Distribuição
FLR	Frontal, lateral e posterior.
General Data Protection Regulation or GDPR	Regulamento (UE) 2016/679 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 27 de abril de 2016, relativo à proteção das pessoas naturais, no que diz respeito ao tratamento de dados pessoais e à livre circulação desses dados; e que revoga a Diretiva 95/46 / CE.
ID	Instrução técnica.
IED	Dispositivo Eletrônico Inteligente
Lei Geral de Proteção de Dados ou LGPD.	Lei Brasileira nº 13.709/18 promulgada em 14 de agosto de 2018, posteriormente alterada pela Lei 13.853/19, que dispõe sobre o tratamento de dados pessoais, inclusive nos meios digitais, por pessoa natural ou por pessoa jurídica de direito público ou privado, com o objetivo de proteger os direitos fundamentais de liberdade e de privacidade e o livre desenvolvimento da personalidade da pessoa natural.
SCADA	Controle supervisão e aquisição de dados.
SPCS	Sistema de proteção, controle e supervisão.
TC	Transformador de corrente.
Titular dos Dados Pessoais	Pessoa natural a quem se referem os dados pessoais que são objeto de tratamento. Ele / ela entendido como uma pessoa natural identificada ou identificável.
TP	Transformador de potencial.
Tratamento	Toda operação realizada com dados pessoais, como as que se referem a coleta, produção, recepção, classificação, utilização, acesso, reprodução, transmissão, distribuição, processamento, arquivamento, armazenamento, eliminação, avaliação ou controle da informação, modificação, comunicação, transferência, difusão ou extração.
TRT	Tensão de restabelecimento transitória.

Assunto: Subestação compacta até 145 kV montada sobre plataforma metálica (PM-Br 199.90)

Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Enel Grids

7. MATERIAL

Tabela 1 – Códigos de material

Item	Tensão primária (kV)	Tensão secundária (kV)	Potência (MVA)	Distribuidora	Códigos Enel Grids
1	138	13,8	33	Enel São Paulo	220149
2	138	13,8	20	Enel São Paulo	220150
3	88	13,8	33	Enel São Paulo	220162
4	88	13,8	20	Enel São Paulo	220148
5	138	13,8/11,95	33	Enel Rio	220144
6	138	13,8/11,95	20	Enel Rio	220147
7	138	34,5	33	Enel Rio	220146
8	138	34,5	20	Enel Rio	220137
9	69	13,8/11,95	33	Enel Rio	220145
10	69	13,8/11,95	20	Enel Rio	220143
11	69	13,8	33	Enel Ceará	220142
12	69	13,8	25	Enel Ceará	220141
13	69	13,8	16	Enel Ceará	220140
14	69	34,5	12	Enel Ceará	220139
15	34,5	13,8	12	Enel Ceará	220138

7.1 Características do Sistema Elétrico

7.1.1. Sistema de Subtransmissão

A subestação deverá ser compatível com sistemas de subtransmissão trifásicos, com neutro solidamente aterrado e frequência nominal de 60 Hz. A tensão nominal primária deve estar conforme definida na Tabela 1 do documento, variando entre 34,5 kV e 138 kV, conforme a necessidade do projeto. Os principais parâmetros são:

- Frequência: 60 Hz
- Número de fases: 3
- Sistema de aterramento: Neutro solidamente aterrado
- Classe de isolamento: Conforme IEC 60076 e IEC 62271
- Compatibilidade com correntes de curto-circuito: ≥ 25 kA, conforme tensão nominal.

Assunto: Subestação compacta até 145 kV montada sobre plataforma metálica (PM-Br 199.90)

Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Enel Grids

Tabela 2 – Características do sistema elétrico

Característica	Enel Distribuição Ceará	Enel Distribuição Rio	Enel Distribuição São Paulo
Número de fases AT e MT	3	3	3
Frequência (Hz)	60	60	60
Tensão Nominal do Sistema/Tensão máxima de operação (kV)			
AT1	-	138/145	138/145
AT2	69/72,5	69/72,5	88/92,4
MT1	34,5/36	34,5/36	34,5/36
MT2	13,8/15	13,8;11,95/15	13,8/15
Nível de curto-circuito simétrico (kA)			
AT1	-	40	40
AT2	31,5	31,5	40
MT1	25	16	8
MT2	25	25	25
Nível Isolamento Um/Uf/Ui V (NBI)			
AT1	-	145/275/650	145/275/650
AT2	72,5/140/325	72,5/140/325	92,4/185/450
MT1	36/70/170	36/70/170	36/70/170
MT2	17,5/38/95	17,5/38/95	15/34/110
Características Gerais			
Conexão do transformador AT/MT e MT/MT	Dyn1	Dyn1	Dyn1 / Dd0
Conexão do transformador AT/AT	-	Ynad1	Dyn1 / Yyn0 + d Dd0 / Yd1
Tensão BT CA (Vca)	380/220	220/127	220/127
Tensão auxiliar CC (Vcc)	125 (+10%-20%)	125 (+10%-20%)	125 (+10%-20%)
Nota: nos dados referentes a Nível de isolamento, deve-se adotar a legenda a seguir: - Um: Tensão máxima do equipamento (kVef); - Uf: Tensão Suportável de frequência industrial (kVef); - Ui: Tensão Suportável de impulso atmosférico (kVcrista).			

7.1.2. Serviços Auxiliares – Corrente Alternada (AC)

A tensão auxiliar em corrente alternada da subestação deve atender as seguintes características, sem perda de vida útil e estar conforme NBR IEC 62271-1.

- Tensão fase-fase:** 220 V (Enel Rio e Enel São Paulo) e 380 V (Enel Ceará);
- Tensão fase-neutro:** 127 V (Enel Rio e Enel São Paulo) e 220 V (Enel Ceará);
- Sistema:** Trifásico a 4 fios;
- Frequência:** 60 Hz;
- Classe de isolamento dos painéis auxiliares:** Mínimo 660 V.

DOCUMENTO INVÁLIDO SE IMPRESSO OU GRAVADO

Assunto: Subestação compacta até 145 kV montada sobre plataforma metálica (PM-Br 199.90)

Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Enel Grids

7.1.3. Transferência de alimentação Auxiliar

A subestação deverá possuir infraestrutura para **alimentação auxiliar externa via tomada industrial blindada**, com intertravamento mecânico tipo **KIRK** ou similar. A operação de transferência deve seguir lógica de segurança que garanta:

- Desabilitação automática da alimentação interna quando a externa for acionada
- Bloqueio mecânico para evitar realimentação do transformador via fonte externa
- Disjuntores de transferência manual e bloqueio elétrico adicional

7.1.4. Serviços auxiliares – Corrente Contínua (CC)

A tensão auxiliar em corrente contínua da subestação para a alimentação de todos os equipamentos listados no item 7.2 desta especificação deve atender as seguintes características, sem perda de vida útil e estar conforme ABNT NBR IEC 62271-1 e ABNT NBR 14205.

- Sistema isolado não aterrado;**
- Tensão nominal:** 125 Vcc;
- Tensão de operação permanente:** 136 Volts (tensão de flutuação do retificador).

Deverá haver um sistema de supervisão de corrente contínua para a tensão mínima garantindo a confiabilidade do sistema de CC. Este sistema poderá ser composto por reles para monitoramento tanto da tensão da bateria quanto para a tensão do retificador. Estes reles deverão informar estas variáveis ao SPCS (Sistema de Proteção e Controle da Subestação) da subestação para que sejam utilizadas no comando de desligamento dos disjuntores.

7.1.5. Condições de instalação

A subestação deverá ser concebida para operação em ambiente externo, sob as seguintes condições ambientais:

Tabela 3 - Características ambientais

Caraterísticas	Ceará	Rio	São Paulo
Altitude Máxima (m)	1.000		
Temperatura Mínima (°C)	+14°	0°	0°
Temperatura Máxima (°C)	+40°		
Temperatura Média (°C)	+30°		
Umidade Relativa Média (%)	> 80		
Velocidade básica do vento V0 (m/S) (ABNT NBR 14744)	30	35	40
Nível de Salinidade (mg/cm² dia)	> 0,3502	> 0,3502	-
Radiação Solar Máxima (wb/m²)	1.000		
Categoria (NBR ISO 9223)	C5	C5	C3
Corrosividade (NBR ISO 9223)	Muito alta	Muito alta	Média
Taxa da Corrosão (NBR ISO 9223)	650 a 1500 g/(m².ano) ou 80 a 200 µm/ano		200 a 400 g/(m².ano) ou 25 a 50 µm/ano

Deve-se considerar proteção mecânica, anticorrosiva e isolamento compatível com atmosferas agressivas (industrial ou costeira). A plataforma deve prever **bacia de contenção de óleo** e drenagem.

Assunto: Subestação compacta até 145 kV montada sobre plataforma metálica (PM-Br 199.90)

Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Enel Grids

O fornecedor deverá assegurar, por meio de projeto e seleção de materiais, que os equipamentos mantenham suas **características nominais durante toda a vida útil prevista**, mesmo quando submetidos a condições ambientais severas.

7.2 Equipamentos

Todos os equipamentos a serem integrados na subestação móvel devem ser fornecidos prontos para operação, instalados e conectados sobre a plataforma metálica (*skid*), atendendo rigorosamente às normas internacionais IEC e nacionais ABNT, conforme especificado. Toda a **interligação elétrica e mecânica**, incluído conexões com a sala elétrica, será de responsabilidade do proponente. Os principais equipamentos estão descritos nos itens a seguir.

7.2.1. Para-Raios

Os para-raios deverão ser do tipo **óxido metálico (ZnO)**, sem centelhador em série, encapsulados em invólucro polimérico, classe 2, uso externo, conforme **IEC 60099-4**. Devem ser instalados entre fase e terra, com a finalidade de proteger os equipamentos contra sobretensões transitórias.

As características mínimas dos para-raios devem atender aos valores da Tabela 4:

Tabela 4 - Características elétricas isoladores

Tensão do sistema (kV)	138	88	69	34,5
Frequência nominal (Hz)	60			
Tensão nominal (Ur) (kV)	120	84	60	30
Tensão de operação (Uc) (kV)	88	60	48	24
Corrente de descarga (In) (kA)	10			
Nível de poluição (kV/mm/kV)	Conforme IEC 60815 (nível a ser especificado conforme local de instalação)			
Isolamento	Polímero (silicone HTV ou similar)			

O sistema de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA) deve considerar o posicionamento dos para-raios respeitando as **distâncias de isolamento mínimas** e **zonas de proteção efetivas** da entrada de alta tensão.

7.2.2. Chave Seccionadora

As seccionadoras deverão ser do tipo **externo**, com suporte isolante em porcelana ou material polimérico de classe **36/72,5/92/145 kV**, conforme **IEC 62271-102**. Devem permitir abertura visível e segura do circuito, com intertravamento mecânico se necessário.

- A construção deve ser **dupla abertura central**, com três colunas isolantes, sendo uma rotativa (contato móvel) e duas fixas (contato estático).
- Devem dispor de **acionamento motorizado com reserva manual** e intertravamento elétrico e mecânico;
- Alimentação do motor em 125 Vcc;
- Devem prever possibilidade de travamento por cadeado e contatos auxiliares de posição.

A seccionadora deve ter características elétricas conforme a Tabela 5.

Assunto: Subestação compacta até 145 kV montada sobre plataforma metálica (PM-Br 199.90)

Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Enel Grids

Tabela 5 - Características elétricas seccionadora

Tensão do sistema (kV)	145	92	72,5	36
Frequência nominal (Hz)	60			
Corrente nominal	1250	1250	1250	600
Corrente suportável nominal de curta duração I _k (kA)	40	40	40	25
Tensão suportável nominal ao impulso atmosférico Up valor comum (kVp)	650	550/650	325	150
Tensão suportável nominal ao impulso atmosférico Up através da distância de isolamento (kVp)	750	630/750	375	165
Tempo de abertura ou fechamento com motor (s)	≤ 15			
Grau de proteção	IP54			
Tensão de operação circuito CC (V)	125			
Tensão de operação circuito ante condensação CA (V)	220			
Potência CC máxima absorvida (W)	1000			
Potência CA máxima absorvida (VA)	1750			

7.2.3. Disjuntor Tripolar (Alta Tensão)

O disjuntor de manobra geral da subestação deverá ser do tipo **SF₆ monopressão**, tripolar, uso externo para instalação em sistemas com neutro solidamente aterrado, conforme **IEC 62271-100**.

- Deve possuir **contatos auxiliares vagos** internos (mínimo 4NA + 4NF) e externos (7NA + 7NF) conectados a terminais de bornes.
- O **acionamento mecânico de emergência ("trip")** deve estar em destaque (cor vermelha) e identificado.
- Deve possuir **contador de operações visível** sem a necessidade de abertura do painel e sinalização de carregamento da mola visível;

As demais características elétricas devem estar conformes Tabela 6.

Tabela 6 - características elétricas disjuntor

Tensão do sistema (kV)	145	92	72,5	36
Frequência nominal (Hz)	60			
Corrente nominal (A)	2000	2000	2000	630
Corrente suportável nominal de curta duração I _k (kA)	40	40	31,5	25
Tempo de abertura ou fechamento com motor (s)	15			
Grau de proteção	IP54			
Sequência de operação	O – 0,3s – CO – 1MIN – CO			
Classe do disjuntor	C2 – E1 – M2			
Potência CA máxima absorvida (VA)	1750			
Categoria das chaves de aterramento	E0 – M0 – A			
Tempo máximo de interrupção (ms)	≤ 60			
Tensão de operação circuito CC (V _{cc})	125			
Tensão de operação circuito ante condensação CA (V _{ca})	220			
Potência CC máxima absorvida (W)	1000			
Potência CA máxima absorvida (VA)	250			
Classes de contatos auxiliares (Tabela 6 da IEC 62271-1)	1			

O disjuntor tanque vivo deverá ser previsto de forma a possibilitar transporte seguro. Caso montado sobre SKID, deverá ser transportado desmontado, respeitando Resolução DNIT nº 1/2025.

Assunto: Subestação compacta até 145 kV montada sobre plataforma metálica (PM-Br 199.90)

Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Enel Grids

7.2.4. Transformador de Potência

O transformador de potência trifásico a ser instalado na subestação compacta deverá ser fornecido pelo PROPONENTE e ser encaminhado a Enel Grids Brasil todos os desenhos de controle e proteção, peso e dimensional.

Tabela 7 - Características técnicas do Transformador de Potência

Tensão primária (kV)	Tensão secundária (kV)	Faixa de variação	Número de derivações	Tap Central (kV)	Categoria
138	13,8	1,377%	±8	131,6	OLTC
88	13,8	1,25%	±8	84	OLTC
138	13,8/11,95	1,25%	+4/-12	138	OLTC
138	34,5	1,25%	+4/-12	138	OLTC
69	13,8/11,95	1,25%	+4/-12	69,3	OLTC
69	13,8	1,25%	+4/-12	69,3	OLTC
69	34,5	1,25%	+4/-12	69,3	OLTC
34,5	13,8	1,25%	+4/-12	34,5	OLTC

Toda a instalação, montagem e passagem de cabos do transformador de potência e interligação com os demais equipamentos instalados sobre a plataforma metálica e/ou sala elétrica ficará sob a responsabilidade do PROPONENTE.

O transformador deve ter tensão nominal e potência conforme Tabela 1, deverá ter isolamento a óleo e estar conforme o especificado na IEC 60076-1 e deve ter as seguintes características:

O transformador trifásico deverá ser do tipo imerso em óleo mineral ou vegetal, resfriamento **ONAN/ONAF1/ONAF2**, com buchas em porcelana, conforme **IEC 60076-1/2/3/10** e deve seguir as seguintes características:

- Admitir, além do óleo mineral, a utilização de óleo vegetal isolante (K-Class), reduzindo riscos ambientais e eliminando a necessidade de bacia ou parede corta-fogo;
- Devem ser fornecidos **desenhos mecânicos e elétricos completos**, incluindo massa total, centro de gravidade, arranjo de terminais e dimensionamento da base de fixação e método de içamento para substituição;
- Toda a **interligação elétrica, mecânica e civil** entre transformador e os demais painéis é de responsabilidade do fornecedor;
- O transformador deverá possuir: pintura anticorrosiva, nível de ruído ≤ 65 dB(A), impedância de curto conforme CONTRATANTE, sistema de monitoramento embarcado (temperatura, umidade, DGA), limites máximos de perdas e datasheet técnico para cada classe da Tabela 8.

Assunto: Subestação compacta até 145 kV montada sobre plataforma metálica (PM-Br 199.90)

Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Enel Grids

Tabela 8 - Características do transformador

Tensão do sistema (kV)	145	92	72,5	36
Tensão primária (kV)	Conforme Tabela 1			
Tensão secundária (kV)	Conforme Tabela 1			
Potência nominal (VA)	Conforme Tabela 1			
Número de fases	3			
Frequência nominal	60			
Número de enrolamentos	3	2		
Esquema de ligação	Yyn0+d	Dyn1		
Ventilação	ONAN/ONAF1/ONAF2			
Nível de poluição (kV/mm)	Conforme área a ser instalada			
TC's e dispositivos de proteção	Conforme item 7.2.4.1			

O projeto do transformador deverá apresentar dimensões máximas (altura, largura, comprimento), massa total (com e sem óleo) e centro de gravidade, respeitando limites da Resolução DNIT nº 1/2025 (altura ≤ 4,40 m; largura ≤ 3,20 m; comprimento ≤ 30 m; PBTC ≤ 57 t).

O fornecedor deve informar a massa total (com e sem óleo) e o centro de gravidade do transformador, para fins de transporte conforme Resolução DNIT nº 1/2025.

7.2.4.1. Transformador de Corrente de Uso Interno e Dispositivos de Proteção do Transformador de Potência

Tabela 9 - Características técnicas do TC de Uso Interno

Potência em MVA	Distribuidora	TC de proteção tipo bucha			Impedância em %	
		Posição	Relação	Exatidão	Z1	Z0
12	Enel Ceará	H1 – H2 – H3	400/250:5	100VA10P20	8	~8
		X0	1200:5	50VA10P20		
16	Enel Ceará	H1 – H2 – H3	500/400:5	100VA10P20	9	~9
		X0	1200:5	50VA10P20		
15/20	Enel Rio / Enel São Paulo	H1 – H2 – H3	400/250:5	100VA10P20	14,5	~14,5
		X0	1200:5	50VA10P20		
25/33	Enel Ceará	H1 – H2 – H3	500/400:5	100VA10P20	12	~12
		X0	1200:5	50VA10P20		
25/33	Enel Rio	H1 – H2 – H3	500/400:5	100VA10P20	8	~8
		X0	1200:5	50VA10P20		
25/33	Enel São Paulo	H1 – H2 – H3	500/400:5	100VA10P20	21	~21
		X0	1200:5	50VA10P20		

7.2.4.1.1. Indicador externo de nível de óleo

Deve possuir indicador de nível tipo magnético para óleo do transformador e para óleo do comutador de derivação em carga, projetado e construído de forma a atender a norma de padronização existente. O indicador deve ser colocado em posição bem visível do solo, possuir referências para os níveis de óleo mínimo, máximo e a 25 °C e grau de proteção IP-65, conforme ABNT NBR IEC 60529. Deve possuir dois jogos de contatos normalmente aberto livre de potencial, potência máxima de chaveamento dos contatos 70 W em CC e 250 VA em CA, tensão máxima de chaveamento 250 Vcc/Vca, corrente máxima de condução 5

DOCUMENTO INVÁLIDO SE IMPRESSO OU GRAVADO

Assunto: Subestação compacta até 145 kV montada sobre plataforma metálica (PM-Br 199.90)

Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Enel Grids

A, para sinalização de alarme por nível mínimo e máximo. A caixa de ligação deve ser estanque, com régua de bornes com identificação dos contatos, diagrama de ligações e permitir a utilização de terminais tipo olhal e conexão de cabos de até 4mm². Todos os contatos devem ser disponibilizados no alojamento de controle conforme desenhos dos anexos 8.4 e 8.5

7.2.4.1.2. Dispositivo de alívio de pressão do transformador

Deve ser instalado preferencialmente na tampa do transformador e possuir contatos para desligamento e alarme com potência máxima de chaveamento dos contatos 70 W em CC e 250 VA em CA, tensão máxima de chaveamento 250 Vcc/Vca, corrente máxima de condução 5 A. A caixa de ligação deve ser estanque com grau de proteção IP-65, conforme ABNT NBR IEC 60529, com régua de bornes com identificação dos contatos, diagrama de ligações e permitir a utilização de terminais tipo olhal e conexão de cabos de até 4 mm². A caixa de ligação deve possuir uma proteção mecânica contra impactos e incidência direta dos raios solares e chuvas.

Todos os contatos devem ser disponibilizados no alojamento de controle conforme desenhos dos anexos 8.4 e 8.5.

O dispositivo de alívio pressão deve possuir defletor e dutos para direcionar o fluxo de óleo com uma tubulação rígida destinada a condução do óleo ejetado até uma altura de 500 mm do solo.

7.2.4.1.3. Rele detector de gás tipo buchholz (63t)

O relé de gás Buchholz deve ser do tipo antissísmico, com boias maciças, contatos de atuação magnética tipo reed-switch para operação por acúmulo de gás e por fluxo de óleo ajustado para vazão de 1,5 m/s e imune a campos magnéticos. Deve possuir:

- Janela graduada para controle visual do gás acumulado;
- Dispositivo na parte superior, para retirada de amostra de gás e para aplicação do analisador;
- Bujão de drenagem na parte inferior;
- Dispositivo para teste pneumático e dispositivo para permitir teste dos contatos individualmente;
- Contatos com potência máxima de chaveamento dos contatos 70 W em CC e 250 VA em CA, tensão máxima de chaveamento 250 Vcc/Vca, corrente máxima de condução 5 A;
- Flanges conforme padrão norma DIN;
- Grau de proteção IP-65, conforme ABNT NBR IEC 60529;
- Caixa de ligação estanque, com régua de bornes com identificação dos contatos, diagrama de ligações e permitir a utilização de terminais tipo olhal e conexão de cabos de até 4mm².

O rele de gás deve ser montado entre duas válvulas de esfera, passagem plena, com flange classe 150 e haste para fechamento, para permitir a sua retirada sem remover o óleo conservador e sem expor o óleo do tanque a atmosfera. Todos os contatos devem ser disponibilizados no alojamento de controle conforme desenhos dos anexos 8.4 e 8.5.

7.2.4.1.4. Dispositivo de proteção do comutador de derivações em carga

Devem ser previstos dois dos seguintes dispositivos para prevenir sobre pressão no compartimento da chave comutadora ou chave seletora:

Assunto: Subestação compacta até 145 kV montada sobre plataforma metálica (PM-Br 199.90)

Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Enel Grids

7.2.4.1.4.1. Rele de fluxo (63C)

Deve ser instalado na conexão com o conservador, montado entre duas válvulas de esfera, passagem plena, com flange classe 150 e haste para fechamento, para permitir a sua retirada sem remover o óleo conservador e sem expor o óleo do comutador a atmosfera e atuar a um fluxo de óleo predeterminado.

Deve possuir contatos com potência máxima de chaveamento dos contatos 70 W em CC e 250 VA em CA, tensão máxima de chaveamento 250 Vcc/Vca, corrente máxima de condução 5 A e serem disponibilizados no alojamento de controle conforme desenhos dos anexos 8.4 e 8.5.

7.2.4.1.4.2. Rele de sobre pressão

Instalado no compartimento da chave comutadora ou chave seletora, deve proporcionar o alívio da pressão quando este atingir um valor predeterminado.

Deve possuir contatos com potência máxima de chaveamento dos contatos 70 W em CC e 250 VA em CA, tensão máxima de chaveamento 250 Vcc/Vca, corrente máxima de condução 5 A e serem disponibilizados no alojamento de controle conforme desenhos dos anexos 8.4 e 8.5.

7.2.4.1.4.3. Dispositivo de alívio de pressão

Instalado no compartimento da chave comutadora ou chave seletora, o dispositivo deve abrir para proporcionar o alívio da pressão quando este atingir um valor predeterminado.

Caso seja instalado um dispositivo do tipo auto vedante, deve possuir defletor e duto para direcionar o fluxo de óleo com uma tubulação rígida destinada a condução do óleo ejetado até uma altura de 500 mm do solo. Deve possuir ainda contatos com potência máxima de chaveamento dos contatos 70 W em CC e 250 VA em CA, tensão máxima de chaveamento 250 Vcc/Vca, corrente máxima de condução 5 A e serem disponibilizados no alojamento de controle conforme desenhos dos anexos 8.4 e 8.5.

7.2.4.1.5. Conservador de óleo do transformador

O conservador de óleo do transformador deve absorver as dilatações térmicas do óleo, suportar pleno vácuo e pressões conforme estabelecidos na ABNT NBR 5356-1 e possuir os seguintes componentes:

- 02 (duas) válvulas de esfera DN40 (1.1/2"), passagem plena, com flange classe 150 e haste para fechamento, sendo uma na parte superior para ligação do filtro prensa e outra na parte inferior para drenagem, localizadas em lados opostos do conservador. A válvula de drenagem deve garantir o escoamento completo do óleo isolante, devendo ser instalado poço coletor caso necessário;
- Respirador a prova de tempo com dessecante à base de sílica gel, protegido por tela de metal não corrosível e visor de vidro para visualização do estado do elemento dessecante. A indicação de umidade não deve possuir cloreto de cobalto;
- Indicador de nível de óleo do transformador;
- Sistema de preservação do óleo isolante por meio de bolsa ou membrana resistente ao óleo isolante e compatível com a temperatura de operação especificada do transformador, com todos os acessórios necessários (sistema de enchimento, bужão para sangria, etc.);
- Janela para inspeção interna, ao lado do indicador do nível de óleo, com diâmetro mínimo de 200 mm;
- Meios que permitam a limpeza interna (uma das tampas laterais flangeada ou abertura com diâmetro mínimo de 380 mm ou 250x400 mm);

Assunto: Subestação compacta até 145 kV montada sobre plataforma metálica (PM-Br 199.90)

Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Enel Grids

- Ligação para permitir a equalização de vácuo entre o sistema de preservação de óleo e o conservador provido de válvula de esfera.

7.2.4.1.6. Monitoramento do sistema de preservação de óleo isolante

Deve ser fornecido um sensor para detectar a ruptura da membrana ou bolsa do sistema de preservação do óleo isolante.

A tensão de alimentação auxiliar deste sistema deverá atender a variação de 40 à 130 Vcc e estar conforme a ABNT NBR IEC 62271-1. Os contatos devem possuir potência máxima de chaveamento dos contatos 70 W em CC e 250 VA em CA, tensão máxima de chaveamento 250 Vcc/Vca, corrente máxima de condução 5 A. Os contatos e as conexões elétricas do monitor devem atender aos desenhos dos anexos 8.3 e 8.5.

7.2.4.1.7. Conservador de óleo do comutador de derivação em carga

O conservador de óleo do comutador de derivação em carga deve absorver as dilatações térmicas do óleo, suportar pleno vácuo e pressões conforme estabelecidos na ABNT NBR 5356-1 e possuir os seguintes componentes:

- 01 (uma) válvula de esfera DN25 (1"), passagem plena, com flange classe 150 e haste para fechamento, na parte inferior para drenagem;
- 01 (uma) válvula de esfera DN25 (1"), passagem plena, com flange classe 150 e haste para fechamento, localizada na parte superior para enchimento ou sangria;
- 01 (uma) válvula de esfera DN25 (1"), passagem plena, com flange classe 150 e haste para fechamento, para a tubulação de conexão com o comutador sob carga;
- Respirador à prova de tempo com dessecante a base de sílica gel, protegido por tela de metal não corrosível e visor de vidro para visualização do estado do elemento dessecante. A indicação de umidade não deve possuir cloreto de cobalto;
- Indicador de nível de óleo do comutador;
- Meios que permitam inspeção e limpeza interna;
- Ligação para permitir a equalização de vácuo entre o comutador e o transformador provido de válvula de esfera;
- Sistema de preservação do óleo isolante por meio de bolsa, membrana ou secador resistente ao óleo isolante e compatível com a temperatura de operação especificada do transformador, com todos os acessórios necessários (sistema de enchimento, bujão para sangria, etc.).

7.2.5. Transformador de Corrente (TC) de Uso Externo

Os transformadores de correntes TCs devem atender às normas **ABNT NBR 6856** e **ABNT NBR IEC 61869-2**, sendo do tipo **unipolar, tipo janela ou encapsulados**, com classe de tensão de **15 kV ou 38kV**, isolamento sólida para uso exterior, podendo ser utilizado para proteção, medição ou para proteção diferenciais e medição a ser instalado no barramento secundário do transformador de potência.

O sistema elétrico ao qual os TCs estarão conectados será do tipo **solidamente aterrado**.

Quanto à relação e classe de exatidão devem ser utilizados conforme os grupos abaixo definidos e listados no diagrama unifilar fornecido pela Enel Grids Brasil.

Assunto: Subestação compacta até 145 kV montada sobre plataforma metálica (PM-Br 199.90)

Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Enel Grids

Tabela 10 - Características TC

Aplicação	Item 1
Relação nominal	1500/1200 - 5 A (diferencial)
Relação nominal	1200/600 - 5 A (medição)
Classe de exatidão	10P20, 50 VA (diferencial)
Classe de exatidão	0,3, 50 VA (medição)

- Dois secundários independentes (um para proteção e outro para medição);
- Isolamento sólido encapsulado em resina epóxi ou polimérica;
- Montagem no secundário do transformador de potência ou dentro do conjunto blindado.

NOTA: O transformador de corrente (TC) utilizado para **proteção diferencial e medição** deverá possuir **dois enrolamentos secundários independentes**: um exclusivo para **proteção** e outro exclusivo para **medição**, evitando interferência entre funções.

7.2.6. Transformador de Potencial (TP) de Uso Externo

Os transformadores de potencial TPs devem atender às normas **ABNT NBR 6855** e **IEC 61869-2**, sendo do tipo **unipolar e indutivo** com classe de tensão de **15 kV ou 36 kV**, isolação sólida para uso exterior, podendo ser utilizado para proteção, medição ou para proteção diferenciais e medição a ser instalado no barramento secundário do transformador de potência.

O sistema elétrico ao qual os TPs estarão conectados será do tipo **solidamente aterrado**.

Quanto à relação e classe de exatidão devem ser utilizados conforme os grupos abaixo definidos e listados no diagrama unifilar fornecido pela Enel Grids Brasil.

Tabela 11 - Características TP

Grupo	Núcleo	Tensão nominal (V)		Relação nominal	Exatidão
		Primária	Secundária		
15/02	1 x proteção 1 x medição	$\frac{13800}{\sqrt{3}}$	$115/155/\sqrt{3}$	70/120:1:1	1 x 0,6 P 200 1 x 0.3 P 100
36/01	1 x proteção 1 x medição	$\frac{34500}{\sqrt{3}}$	$115/155/\sqrt{3}$	175/300:1:1	1 x 0,6 P 200 1 x 0.3 P 100

7.2.7. Dispositivo Eletrônico Inteligente (IED)

Os IEDs – *Intelligent Electronic Devices* devem estar em conformidade com a norma **IEC 61850**, sendo aplicáveis às funções de proteção, controle, supervisão e automação da subestação. Toda a parametrização dos sistemas de proteção, controle e supervisão (SCADA) será de responsabilidade do PROPONENTE. A Enel fornecerá ao PROPONENTE o caderno lógico e os desenhos básicos contendo os requisitos mínimos necessários para a parametrização dos IEDs. Os modelos e tipos de IEDs estão descritos na tabela a seguir:

Requisitos gerais:

- Suporte ao protocolo **IEC 61850**, com funções GOOSE, MMS e *Sampled Values* (SV), conforme aplicável;
- Conectividade Ethernet com dupla interface óptica (redundância PRP/HSR);
- Capacidade de operação em redes com **sincronismo via PTP (IEEE 1588)**;

Assunto: Subestação compacta até 145 kV montada sobre plataforma metálica (PM-Br 199.90)

Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Enel Grids

- Suporte à integração com sistema SCADA/EMS da Enel;
- Parametrização via software homologado, compatível com os sistemas da distribuidora;
- Fornecimento completo incluindo: IEDs, firmware, manuais, software de configuração e arquivos CID/SSD/SCD.

Quantidade mínima recomendada:

Tabela 12 - Tipos de IEDs

Tipo do IED	Quantidade
IED de proteção de transformador (87T - diferencial)	1
IED de proteção de Linha de transmissão (21L)	1
IED de controladora de bay	1
IED de proteção de sobrecorrente	3

- A parametrização e comissionamento serão de responsabilidade do fornecedor, a partir do caderno lógico e diagramas fornecidos pela Enel;
- Devem prever funções locais e remotas, com registrador de eventos e oscilografia integrada.

7.2.8. Chave fusível

As **chaves fusíveis** devem estar de acordo com a **IEC 60282-2**, devem ter corrente compatível com a aplicação, suportar uma corrente de curto-circuito de 8 kA deverão ser instaladas na entrada do transformador de serviços auxiliares e transformadores de potencial (TP), para sua proteção.

Tabela 13 - Características da chave fusível

Tensão nominal (kV)	Tensão suportável nominal à frequência industrial – através dos contatos abertos (kV)	Tensão suportável nominal ao impulso atmosférico – através dos contatos abertos (kV)	Corrente nominal da base do fusível (A)	Corrente nominal da porta fusível (A)
15	38	110	315	100
36	55	165		

- O dimensionamento deve considerar a **potência nominal do equipamento a ser protegido** e a **coordenação com as demais proteções da SE**.

7.2.9. Cabos de potência

Os **cabos de potência** devem atender à norma **IEC 60502-2**, com isolamento em XLPE para tensão de 12/20 kV (V0/V) ou 20/35 kV (V0/V) conforme tensão do sistema a ser instalado. O cabo de potência será utilizado no trecho entre a saída do transformador de potência e o disjuntor secundário, devendo ser dimensionado para suportar uma corrente de curto-circuito (I_{cc}) de 8 kA.

7.2.10. Cabos de controle

Deverão ser do tipo blindado, respeitando-se rigorosamente a identificação das vias (códigos de cores) conforme estabelecido na referida norma.

Assunto: Subestação compacta até 145 kV montada sobre plataforma metálica (PM-Br 199.90)

Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Enel Grids

7.2.11. Acumuladores (Banco de Baterias)

O Sistema de baterias estacionárias será utilizado para suprimento de corrente contínua (125 Vcc) dos sistemas de proteção, controle e telecomunicações da subestação, conforme a norma **ABNT NBR 14205**.

Especificações mínimas:

- Tipo: **Chumbo-ácido regulado por válvula (VRLA)**
- Tensão nominal do sistema: **125 Vcc**
- Capacidade: **200 Ah a 10 horas**
- Composição: **62 elementos de 2 V**
- Vida útil projetada: ≥ 10 anos
- Montada em estante

Tabela 14 - Características dos elementos da bateria

Tensão nominal	Tensão final de descarga	Tensão de flutuação a 25 °C	Tensão de flutuação a 25 °C
2 V	1,75 V	1,75 V	2,30 – 2,40 V

- As baterias devem ser fornecidas com rack de montagem e proteção mecânica;
- Conectores flexíveis e parafusos de fixação inclusos;
- Sistema de monitoração da tensão individual e temperatura por elemento pode ser requerido.

7.2.12. Retificador

O retificador a ser fornecido deverá possuir tensão nominal de 125 Vcc, e incorporar sistema de alimentação e gestão de corrente contínua com recursos de supervisão e controle, isento de qualquer restrição de patente.

O equipamento deverá contar com sistema de monitoramento da capacidade de carga individual de cada acumulador, considerando-se, para o dimensionamento dos sensores, um total de 62 acumuladores.

O retificador deverá anteder às características elétricas descritas a seguir.

Tabela 15 - características elétricas retificador

Seção	Características	Valor
Alimentação CA	Tensão Nominal	220 Vca ou 380 VCA ($\pm 10\%$)
	Frequência Nominal	60 Hz ($\pm 5\%$)
	Fator de Potência Indutivo	0,92
	Fator de Potência Indutivo com tensão máxima de saída e demais condições nominais	$\geq 0,85$
	Fator de Potência Capacitivo para consumo mínimo de 20% do valor da potência máxima de saída e demais condições nominais	$\geq 0,75$
	Rendimento	$\geq 90\%$
Saída	Tensão Nominal	125 Vcc
	Tensão mínima/Máxima de operação	105/130 Vcc
Conexão com baterias	Tensão Nominal	125 Vcc
	Tensão de Flutuação e Carga	132 (130,2 a 135) Vcc

Assunto: Subestação compacta até 145 kV montada sobre plataforma metálica (PM-Br 199.90)

Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Enel Grids

7.3 Medidor Eletrônico para Medição Operacional

Deverá ser previsto medidor de energia para medição operacional para os circuitos alimentadores. Abaixo seguem as características técnicas:

- O medidor deve ser fornecido com uma placa de identificação contendo as características técnicas principais, diagramas ou esquemas elétricos, todos com texto em idioma português.
- O medidor deve dispor, no seu frontal, de unidade de medição e Interface Humana (IH) composta de teclado digital para navegação, um mostrador alfanumérico, display de cristal líquido (LDC), e teclado que permita no mínimo acesso as medições;
- Todos os elementos componentes dos medidores devem alojar-se em uma única caixa metálica, provida de porta com tampa transparente, hermeticamente fechada a prova de poeira, umidade e corrosão. Todos estes elementos devem fazer parte do fornecimento. A caixa deve ter um terminal de aterramento;
- Os cartões analógicos devem ser, preferivelmente, encaixáveis para permitir substituições rápidas por questões econômicas e de espaço físico;
- O intercâmbio e acesso as informações armazenadas na memória dos medidores deve ser possível de forma independente, através de IHM e computador portátil conectado a uma porta de comunicação, RS 232, instalada no frontal de cada medidor, utilizando o software de usuário que deve fazer parte do fornecimento ou por meio de uma rede de dados mediante portas de comunicação RS485/fibra ótica posicionada na parte posterior do medidor, que permita sua comunicação com o SPCS;
- Os bornes das conexões de cada unidade devem estar instalados na parte posterior do medidor e devem ser de construção robusta com parafusos. Os mesmos devem ser adequados à conexão de condutores de cobre de:
 - 4 mm² de seção para os circuitos de corrente;
 - 2,5 mm² de seção para os circuitos de tensão e controle.
- Deve permitir acesso a todos os seus parâmetros a partir do teclado frontal;
- A falta de alimentação do medidor não deve provocar a perda dos dados armazenados;
- Na ocorrência de uma falha de comunicação com o sistema SCADA ou com outros dispositivos, a função de medição deve permanecer intacta;

7.4 Conjuntos blindados

7.4.1. Condições específicas

Os conjuntos blindados devem ser fornecidos conforme as normas **ABNT NBR IEC 62271-200** e **IEC 62271-100**, com acessibilidade total (tipo FLR), grau de proteção mínimo IP-41 e suportabilidade de arco interno.

Deve ser composto por:

a) **01 (um) cubículo de serviços auxiliares**, contendo os seguintes itens:

– 03 (três) transformadores de corrente, com dois secundários sendo:

- Um para utilização na proteção diferencial do transformador de potência;
- Um para medição de qualidade de energia da subestação;

Assunto: Subestação compacta até 145 kV montada sobre plataforma metálica (PM-Br 199.90)

Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Enel Grids

– Barramentos, condutores, acessórios, dispositivos auxiliares diversos, estruturas e suportes.

b) **Até 03 (três) cubículos de circuito de distribuição**, contendo os seguintes itens, conforme a tensão secundária:

– **Para tensão secundária de 13,8 kV:**

Cada cubículo deverá ser equipado com:

- 01 (um) disjuntor de 13,8 kV, 1600 A;
- 03 (três) transformadores de corrente (TCs) para proteção e medição do circuito de distribuição;
- 01 (um) transformador de potencial indutivo (TP), com proteção por fusível no primário;
- 01 (uma) chave tripolar de aterramento;
- Sistema de proteção, controle e supervisão;
- Barramentos, condutores, acessórios, dispositivos auxiliares, estruturas e suportes.

– **Para tensão secundária de 38 kV:**

Cada cubículo deverá ser equipado com:

- 01 (um) disjuntor de 38 kV, 630 A;
- 03 (três) transformadores de corrente (TCs) para proteção e medição do circuito de distribuição;
- 01 (um) transformador de potencial indutivo (TP), com proteção por fusível no primário;
- 01 (uma) chave tripolar de aterramento;
- Sistema de proteção, controle e supervisão;
- Barramentos, condutores, acessórios, dispositivos auxiliares, estruturas e suportes.

NOTAS:

- Todos os disjuntores devem ser extraíveis e intercambiáveis, do mesmo tipo e classe;
- Todos os cubículos deverão ser completamente fechados em todos os lados, no fundo e no topo com chapas metálicas, grau de proteção mínima IP-41, conforme ABNT NBR IEC 60529;
- O conjunto blindado deverá possuir duto para alívio de pressão dos gases. O projeto do conjunto blindado deverá prever que duto direcione os gases para fora da sala elétrica;
- Os conjuntos blindados devem atender ABNT NBR IEC 62271-200, possuir classificação IAC AFLR, continuidade LSC-2B PI, disjuntores extraíveis e dutos de alívio de pressão;
- A quantidade de cubículos será definida por projeto e especificada no pedido de compra.

7.4.2. Características principais

Os conjuntos blindados deverão atender às seguintes características elétricas, em conformidade com a norma NBR IEC 62271-1:

Assunto: Subestação compacta até 145 kV montada sobre plataforma metálica (PM-Br 199.90)

Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Enel Grids

Tabela 16 - Características Elétricas

Tensão máxima de operação	15 kV	38 kV
Tensão nominal de operação do sistema	13,8 kV	34,5
Frequência	60 Hz	60 Hz
Tipo de acessibilidade	A para todas as faces (FLR)	A para todas as faces (FLR)
Corrente suportável nominal de curta duração (valor eficaz)	25 kA	25 kA
Valor de crista da corrente suportável nominal	65 kA	65 kA
Duração nominal de curto-circuito	1 s	1 s
Tensão suportável nominal de impulso atmosférico (valor de crista)	95 kV	145 kV
Tensão suportável nominal à frequência industrial a seco e sob chuva durante 1 minuto (valor eficaz)	34 kV	70 kV
Sistema de monitoração de arco elétrico no conjunto blindado	Sim (deve possuir)	Sim (deve possuir)

Nota: A alimentação em corrente Contínua será na tensão de 125 Vcc.

7.4.3. Características construtivas

Invólucro e Estrutura

- Construído em chapa de aço SAE 1010/1020, espessura mínima 2 mm;
- Tratamento anticorrosivo: galvanização ou pintura epóxi (Classe III – ABNT NBR 11388);
- A pintura deve atender a classe III e esquemas de pintura 4.1.4.a ou 4.1.4.b., conforme a ABNT NBR 11388.
- A cor de tinta de acabamento deve ser cinza claro, notação MUNSSELL 6,5.
- Outros esquemas de tratamento e/ou pintura podem ser aceitos desde que seja previamente aprovado pela Enel Brasil.
- Resistência a atmosferas agressivas;
- Todas as portas com abertura $\geq 105^\circ$, com sistema de travamento em posição aberta.

Compartimentos obrigatórios:

1. **Barramento**
2. **Cabos (TC/TP)**
3. **Disjuntor**

4. **Painel de controle (BT)**

- Compartimentos devem ser isolados fisicamente;
- Deve possuir tampa de alívio de pressão para arco interno;
- Acessos aos cubículos sempre pela parte frontal. Parte traseira deve ficar contra parede (não acessível);

Assunto: Subestação compacta até 145 kV montada sobre plataforma metálica (PM-Br 199.90)

Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Enel Grids

- A instalação das barras, disjuntores e equipamentos deve **evitar pontos de descarga parcial e acúmulo de contaminantes**.

7.4.4. Barra de aterramento

Cada cubículo deve conter barra de aterramento interna, em cobre nu, montada lateralmente, ligada estruturalmente ao invólucro e ao sistema de aterramento geral da SE.

Especificações:

- Corrente admissível: 200 A/mm² (1s), 125 A/mm² (3s);
- Identificação: fita verde/amarela;
- Conectores: terminais de compressão tipo olhal, com furo de 10 mm;
- Número de pontos de conexão mínimos: 9 por cubículo.

7.4.5. Entrada e saída de cabos de força e controle nos cubículos do conjunto blindado

As entradas e saídas dos cabos de força e controle nos cubículos do conjunto blindado deverão ocorrer pela parte inferior, por meio de dutos de cabos instalados sob a plataforma metálica de suporte.

Deverão ser previstas chapas de fechamento e/ou dispositivos adequados que assegurem a compartimentação e o isolamento dos dutos de cabos, de forma a evitar a propagação de arco interno e facilitar a separação funcional entre os compartimentos. No caso de utilização de chapas, estas deverão:

- Ser pré-furadas com orifícios centralizados, compatíveis com os diâmetros dos cabos especificados;
- Ser bipartidas longitudinalmente (no sentido do comprimento), permitindo a fácil instalação e remoção sem necessidade de desconectar os cabos.

As **barras coletoras** destinadas à conexão dos cabos deverão dispor de terminais com **dois furos padrão NEMA**, posicionados com afastamento adequado em relação ao isolador suporte, de modo a permitir a correta instalação da terminação dos cabos e o respectivo enfaixamento isolante. Além disso, não deve haver compartilhamento dos cabos de controle com a bacia de contenção de óleo do transformador.

7.4.6. Fiação de Baixa Tensão e de Controle

7.4.6.1. Disjuntores de CA e CC

- Corrente contínua: 125 Vcc – disjuntores de 10 kA;
- Corrente alternada: 220 ou 380 Vca – disjuntores de 10 kA.

7.4.6.2. Distribuição de Corrente

- Corrente contínua: extensão do barramento CC da sala de controle, sem disjuntor geral no conjunto blindado;
- Corrente alternada: alimentada por cabo 70 mm², protegido por disjuntor de 200 A;
- Considerando-se a visualização frontal do cubículo, ou seja, a partir do lado do compartimento do disjuntor, a sequência de cores dos condutores, do fundo para a frente, deverá ser a seguinte:
 - Neutro (azul claro), azul, branco, vermelho, preto (corrente contínua – negativo) e branco (corrente contínua – positivo).

DOCUMENTO INVÁLIDO SE IMPRESSO OU GRAVADO

Assunto: Subestação compacta até 145 kV montada sobre plataforma metálica (PM-Br 199.90)

Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Enel Grids

7.4.6.3. Fiação Interna

- Fios de cobre com Composto termoplástico poliolefínico não halogenado (LSHF/A) com baixa emissão de fumaça e gases tóxicos em caso de incêndio, conforme ABNT NBR 13248.
 - Não propaga chamas.
 - Livre de halogênios
 - Apresenta baixa emissão de fumaça e gases tóxicos.
- Bitolas e cores:
 - 2,5 mm² – potencial (verde);
 - 2,5 mm² – controle (cinza/preto);
 - 1,5 mm² – supervisão/alarme (cinza/preto);
 - 4 mm² – TC (vermelho).

7.4.6.4. Identificação da fiação e componentes

A fiação interna do conjunto blindado deverá ser devidamente identificada, de forma a possibilitar a rastreabilidade e a correta associação entre os pontos de origem e de destino dos condutores. A identificação deverá estar presente em **ambas as extremidades de conexão** de cada fio de interligação, indicando claramente os equipamentos e terminais correspondentes.

Para proteção e fixação da identificação, deverão ser utilizadas **luvas de PVC transparente**, com as seguintes características técnicas:

- Formato ovalado, permitindo ampla visualização da gravação mesmo após a conexão do fio;
- Vincos laterais e internos, que reduzam o atrito com o condutor, garantam a fixação segura e facilitem a aplicação;
- Material isento de silicone e cádmio, reciclável, com resistência dielétrica adequada e conforme os requisitos abaixo:
 - **Resistência à flamabilidade**, conforme norma **UL94**;
 - **Resistência à radiação ultravioleta (UV)**;
 - **Resistência a agentes químicos**, como óleos, álcoois, benzina e querosene.

A **impressão nas plaquetas de identificação** deverá ser **indelével**, permanecendo legível mesmo quando exposta a solventes ou condições ambientais severas. As plaquetas devem possuir as mesmas propriedades das luvas acima especificadas.

Os **componentes de controle e proteção** do conjunto blindado também deverão ser identificados com base na sua **função elétrica e operacional**, conforme segue:

a) **Relés de proteção e auxiliares** deverão possuir, na parte frontal, **plaquetas em acrílico gravadas**, fixadas com parafusos, indicando as respectivas funções (ex.: 50, 51, 87, etc.), em conformidade com os diagramas funcionais aprovados;

b) **Fusíveis, chaves, disjuntores auxiliares e outros componentes** deverão ser identificados por meio de **plaquetas gravadas**, conforme exemplo: “Sistema de aquecimento”, “Alimentação de CC”, entre outros.

Assunto: Subestação compacta até 145 kV montada sobre plataforma metálica (PM-Br 199.90)

Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Enel Grids

No **verso dos painéis**, os componentes instalados deverão ser identificados por meio de **plaquetas de acrílico ou alumínio anodizado**, gravadas de forma indelével e fixadas o mais próximo possível do respectivo equipamento. A codificação utilizada deverá ser **idêntica àquela apresentada no diagrama topográfico de fiação**.

Adicionalmente, os **disjuntores de proteção dos circuitos de aquecimento, iluminação, etc.**, deverão ser identificados tanto pelo código de referência quanto pela sua **função específica**.

7.4.6.5. Terminais e Réguas de Bornes

Toda a fiação do conjunto blindado deverá ser equipada com **terminais do tipo olhal**, assegurando conexões firmes e confiáveis. Exceções serão permitidas apenas para condutores conectados diretamente a dispositivos específicos (como contatos de desconexão de baixa tensão ou equipamentos de supervisão e controle), os quais poderão utilizar **terminais soldados** ou outro tipo equivalente. **Todos os terminais deverão ser estanhados**, garantindo proteção contra oxidação e boa condutividade elétrica.

As **réguas de bornes** deverão atender aos seguintes requisitos:

- Ser do tipo **parafuso passante**, compatíveis com terminais tipo olhal;
- **Não serão aceitos** bornes com conectores de pressão, nos quais o parafuso atue diretamente sobre o condutor nu (sem terminal);
- Devem ser fixadas exclusivamente **nas laterais do compartimento de baixa tensão**, com posicionamento que assegure fácil acesso para operação e manutenção.
- As réguas de bornes para fiação de TC e TP deverão **ter proteção de acrílico para mitigação de contatos acidentais**.

As características elétricas mínimas das réguas de bornes deverão ser:

- **Para circuitos de controle, alarme, supervisão e potencial:**
 - Capacidade mínima: **30 A / 750 V**;
 - Compatível com cabos de até **6 mm²** de seção transversal.
- **Para circuitos de corrente (TCs e afins):**
 - Capacidade mínima: **50 A / 750 V**;
 - Compatível com cabos de até **10 mm²** de seção transversal.

Somente deverão ser utilizados **bornes homologados** e compatíveis com as especificações exigidas pela concessionária.

Os **blocos de terminais de potência**, como aqueles destinados à **entrada de alimentação em corrente alternada (CA) e corrente contínua (CC)** do conjunto blindado, deverão possuir **proteção isolante**, de modo a evitar riscos de contatos acidentais e assegurar a segurança operacional.

NOTA: Não serão aceitos bornes do tipo seccionável.

7.4.6.6. Sistema de aquecimento

Deverá ser previsto, em cada compartimento do conjunto blindado, um sistema de aquecimento por resistores, protegido por tela, com as seguintes características:

Assunto: Subestação compacta até 145 kV montada sobre plataforma metálica (PM-Br 199.90)

Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Enel Grids

- Os resistores de aquecimento deverão ser cobertos por chapas metálicas perfuradas, confeccionadas em ferro galvanizado ou aço inox, de modo a permitir adequada dissipação térmica e proteção contra contato acidental;
- O controle de temperatura será feito por meio de termostato regulável com faixa de ajuste entre 20 °C e 120 °C;
- Cada aquecedor deverá dispor de disjuntor termomagnético dedicado, garantindo proteção contra sobrecarga e curto-circuito.

As resistências deverão ser alimentadas em tensão nominal de 220 V e instaladas em posições estratégicas dentro dos compartimentos, de modo a:

- Evitar a formação de condensação de umidade sobre os equipamentos e componentes elétricos;
- Facilitar o acesso para manutenção preventiva ou corretiva.

Os condutores de alimentação das resistências deverão ser selecionados conforme a classe térmica adequada à temperatura de operação do sistema de aquecimento, devendo suportar as condições de regime permanente com margem de segurança.

Cada resistência deverá ser monitorada individualmente, por meio de dispositivo de sinalização luminosa, instalado no compartimento de baixa tensão do cubículo, indicando seu estado de funcionamento (ligado/desligado ou falha).

7.4.6.7. Tomada

O compartimento de baixa tensão do conjunto blindado deverá dispor de circuito independente contendo:

- 01 (uma) **tomada de 127 Vca / 20 A;**
- 01 (uma) **tomada de 220/380 Vca / 20 A.**

Ambas tomadas deverão ser do tipo **industrial**, com **isolamento para 250 Vca**, devidamente identificadas por etiquetas gravadas e **posicionadas em local de fácil acesso**.

As tomadas deverão ser alimentadas por meio de **disjuntores termomagnéticos independentes**, com **capacidade nominal compatível** à corrente de operação e à bitola dos condutores, garantindo a devida proteção contra sobrecargas e curto-circuito.

7.4.6.8. Iluminação interna

Cada cubículo do conjunto blindado deverá dispor de um **sistema de iluminação interna frontal**, em circuito independente, protegido por disjuntor termomagnético. O sistema deverá incluir lâmpada led (devidamente dimensionada), acionado automaticamente com a abertura da porta frontal do compartimento de baixa tensão.

7.4.6.9. Sinais

Os sinais deverão ser do tipo frontal, com corpo quadrado, fixação por furo de diâmetro 22,5 mm, compatíveis com as tensões de operações de **125 Vcc e 220 Vca**. A sinalização luminosa deve ser realizada por meio de **LED's de alta durabilidade**, nas cores **vermelha, verde, amarela e branca**.

Assunto: Subestação compacta até 145 kV montada sobre plataforma metálica (PM-Br 199.90)

Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Enel Grids

7.4.7. Sinalizações e avisos

O conjunto blindado deverá conter as seguintes sinalizações obrigatórias, com inscrições em **português**, utilizando materiais duráveis e resistentes a intempéries, produtos químicos, radiação UV, abrasão mecânica conforme NBR 16820 e o pictograma de risco elétrico tabela 5, código A-5:

1. **a) Sinalização de Segurança**

- A sinalização “**PERIGO DE MORTE – ALTA TENSÃO – NÃO SE APROXIME**” deve ser aplicada, de forma visível, nos **obturadores do compartimento do disjuntor**.
- A sinalização deve seguir os requisitos da **NR-10**, com fundo **amarelo**, letras **pretas**, e confeccionada em plaqueta metálica ou material autoadesivo de alta durabilidade.

2. **b) Sinalizações de Identificação**

Devem ser instaladas identificações específicas, conforme segue:

- **Guilhotinas:** identificação funcional conforme o tipo de operação;
- **Posição de teste do disjuntor:** faixa de **cor amarela**;
- **Dispositivo de disparo (trip) mecânico do disjuntor:** identificado com **cor vermelha**;
- **Tomadas:** indicação da **tensão nominal**;
- **Disjuntor:** indicação da **posição (ligado/desligado/teste)**;
- **Faseamento:** identificação das fases com as cores:
 - Azul (fase A),
 - Branco (fase B),
 - Vermelho (fase C);
- Chave de aterramento: indicação visual da posição (fechada/aberta).

A identificação das fases nos barramentos deve estar posicionada:

- Na parte superior dos cubículos, tanto na **face frontal quanto traseira** do conjunto blindado;
- **Obrigatoriamente no cubículo do secundário do transformador.**

7.4.8. Placa de identificação do conjunto blindado

O conjunto blindado deve ser provido de **placa de identificação em aço inoxidável**, fixada em **local externo visível**, que permita leitura sem a necessidade de remoção de coberturas ou abertura de portas de acesso às partes energizadas de alta tensão.

As **inscrições da placa devem ser gravadas de forma indelével**, com contraste e dimensões adequadas para garantir **legibilidade permanente**. Os dizeres devem estar redigidos em **português técnico**.

A placa de identificação deve conter, no mínimo, as seguintes informações:

- a) Fabricante;
- b) Designação do tipo;
- c) Número de série;
- d) Manual de instruções;
- e) Ano de fabricação;

Assunto: Subestação compacta até 145 kV montada sobre plataforma metálica (PM-Br 199.90)

Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Enel Grids

- f) Norma aplicável;
- g) Tensão nominal;
- h) Frequência nominal;
- i) Tensão suportável nominal de impulso atmosférico;
- j) Tensão suportável nominal à frequência industrial;
- k) Corrente nominal de regime contínuo;
- l) Corrente suportável nominal de curta duração (para o circuito principal e de aterramento);
- m) Duração nominal de curto-circuito (para o circuito principal e de aterramento);
- n) Classificação de arco interno;
- o) Tipo de acessibilidade;
- p) Corrente de ensaio de arco;
- q) Duração da corrente de arco;
- r) Número e data do pedido de compra;
- s) Grau de proteção;
- t) Tensão de comando (Vcc).

7.4.9. Disjuntor

Os disjuntores devem ser do tipo **tripolar, extraíveis e com tecnologia de interrupção a vácuo**.

Caso os disjuntores sejam fornecidos por terceiros, devem ser entregues **completos**, incluindo tanto a **unidade móvel (extraível)** quanto a **unidade fixa**, assegurando total compatibilidade e integridade de funcionamento. A parte fixa deve compreender, no mínimo:

- **Braços de contato da unidade extraível;**
- **Contatos auxiliares fixos e móveis;**
- **Mecanismos de engate e suporte adequados.**

É obrigatório que todos os componentes da unidade (fixa e móvel) sejam fabricados e fornecidos pelo mesmo fabricante do disjuntor, garantindo a padronização, rastreabilidade, desempenho elétrico e mecânico do conjunto.

Os disjuntores devem possuir **classe de durabilidade mecânica mínima M2**, conforme norma **IEC 62271-100**, assegurando elevado número de manobras sem necessidade de manutenção corretiva.

7.4.9.1. Características nominais

As características nominais do equipamento devem estar em conformidade com os valores especificados na tabela abaixo:

Assunto: Subestação compacta até 145 kV montada sobre plataforma metálica (PM-Br 199.90)

Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Enel Grids

Tabela 17 - Características disjuntores dos conjuntos blindados

Tensão nominal do disjuntor	15 kV	38 kV
Número de polos	3	
Frequência nominal	60 Hz	
Corrente nominal	1600 A	630A
Capacidade de interrupção nominal simétrica em curto-circuito (valor eficaz)	25 kA	
Corrente suportável nominal de curta duração (1 seg.) (valor eficaz)	25 kA	
Capacidade de estabelecimento nominal em curto-circuito (valor eficaz)	62,5 kA	
Sequência nominal de operação com religamento rápido*	O - 0,3 s — CO - 15 s — CO	
Disjuntor deve suportar sequência de religamento sem comprometer vida útil e confiabilidade	O - 1 s — CO - 25 s — CO - 35 s — CO	
Tempo de abertura máximo	5 ciclos	
Fator de primeiro polo	1,5	
Valores de TRT presumida	Conforme IEC 62271-100	
Tensão suportável nominal de impulso atmosférico (valor de crista)	95 kV	145 kV
Tensão suportável nominal à frequência industrial durante um minuto (valor eficaz)	34 kV	70 kV

Nota: A função de religamento rápido deverá operar sem comprometer a vida útil e a confiabilidade do equipamento. Caso o número de operações ou a sequência de manobras previstas impactem negativamente esses parâmetros, o FORNECEDOR deverá apresentar memória de cálculo técnico justificando os limites de utilização e demonstrando a adequação da aplicação.

7.4.9.2. Mecanismo de Operação do Disjuntor

O disjuntor deverá possuir mecanismo de acionamento por **mola armazenada**, com carregamento automático por **motor elétrico** e opção de carregamento **manual por meio de manivela ou alavanca removível**.

O sistema de comando deverá prever **acionamento remoto**, com possibilidade de **ligação e desligamento à distância**, por meio de **alimentação em corrente contínua de 125 Vcc**. A **bobina de abertura (trip)** deverá operar adequadamente em 125 Vcc.

O mecanismo de carregamento da mola deverá dispor de **chave de fim de curso**, com ao menos **um contato auxiliar livre (NA ou NF)** dedicado à **sinalização da condição de mola carregada**, independente dos contatos empregados no circuito de comando.

Os dispositivos de acionamento manual deverão atender aos seguintes requisitos:

- O **dispositivo mecânico de abertura (trip)**, acionado por botão ou alavanca, deverá ser na **cor vermelha**, com função identificada por **plaqueta de acrílico gravada de forma indelével**;
- O **dispositivo mecânico de fechamento (ligar)** deverá ser protegido contra acionamento acidental, estando **inacessível ao operador**, mediante **tampa aparafusada**.

O motor de carregamento da mola deverá ser **monofásico**, com alimentação em **125 Vcc, 60 Hz**.

Assunto: Subestação compacta até 145 kV montada sobre plataforma metálica (PM-Br 199.90)

Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Enel Grids

Todas as identificações no disjuntor devem ser **permanentes e indelévels**, sendo **vedada a utilização de etiquetas adesivas ou autocolantes**. As **plaquetas de identificação** devem ser fixadas por **parafusos autoatarraxantes**, garantindo resistência e durabilidade.

7.4.9.3. Acesso ao Mecanismo de operação do disjuntor

O mecanismo de operação do disjuntor deve permitir **acesso facilitado para ajustes, lubrificação, reparos e substituição de componentes**, garantindo praticidade e segurança durante a manutenção.

A chapa frontal do disjuntor deve ser **totalmente removível** e, após a sua retirada, **não deve permanecer acoplada à estrutura do equipamento**, assegurando total independência física para facilitar as operações de manutenções.

7.4.9.4. Sistema de acumulação

O mecanismo de acionamento por mola deverá ser capaz de executar um (01) ciclo completo de operação **"abre-fecha-abre"**, sem necessidade de recarregamento da mola.

O recarregamento da mola deverá ser realizado por meio de motor elétrico, com tempo adequado para atender à sequência nominal de operação com religamento rápido, conforme especificações do projeto.

Deverá ser incorporado dispositivo de bloqueio que impeça a inserção ou extração do disjuntor enquanto a mola do mecanismo estiver carregada, garantindo segurança operacional durante manobras e manutenção.

7.4.9.5. Abertura livre

Os disjuntores devem possuir **característica de abertura livre**, ou seja, o desligamento deve ocorrer independentemente da posição do mecanismo de fechamento, permitindo a operação de abertura por comando elétrico ou mecânico a qualquer momento, inclusive durante a operação de fechamento.

7.4.9.6. Contador de operações

O disjuntor deve ser equipado com um **contador mecânico ou eletromecânico de operações**, fixando em local de fácil visualização, permitindo a leitura segura do número de manobras realizadas **sem a necessidade de abertura da porta do compartimento do disjuntor**. O contador deve ser robusto, de leitura direta e não deve perder a contagem em caso de falha na alimentação.

7.4.9.7. Indicador de operações

O disjuntor deve dispor de **indicadores de posição operacionais claros e de fácil visualização**, contemplando as seguintes condições:

- **Disjuntor LIGADO** – indicação **vermelha**
- **Disjuntor DESLIGADO** – indicação **verde**
- **Molas CARREGADAS** – indicação **branca**

As indicações devem ser **mecânicas e elétricas**, visíveis com a porta do compartimento fechada. As marcações por cores devem ser **pintadas de forma indelével diretamente no material**, sendo **vedada a utilização de etiquetas, adesivos ou dispositivos removíveis**.

Assunto: Subestação compacta até 145 kV montada sobre plataforma metálica (PM-Br 199.90)

Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Enel Grids

7.4.9.8. Circuitos de controle

Os circuitos de "LIGAR" e "DESLIGAR" dos disjuntores devem ser devidamente **protegidos por um ou mais disjuntores termomagnéticos** independentes, com características adequadas à aplicação.

A **bobina de desligar** deve ser dimensionada para **operar continuamente sob energização permanente**, devido ao sistema de supervisão utilizado pela Enel. Caso não seja tecnicamente viável, o FORNECEDOR deve prover um **sistema próprio de supervisão desta bobina**, assegurando que não ocorra disparo indevido do disjuntor sob corrente de supervisão constante.

A bobina deve ser específica para a **tensão nominal de controle especificada no projeto**, não sendo aceitas soluções que envolvam **bobinas multitensão baseadas em circuitos eletrônicos internos**.

Os circuitos de sinalização e identificação de posição do disjuntor devem utilizar **contatos internos do próprio disjuntor**, possibilitando a supervisão tanto na **posição de teste** quanto na **posição inserida**.

O mecanismo de operação deverá incorporar **chave de verificação de posição mecânica correta**, com a função de **inibir o acionamento do disjuntor** quando este se encontrar em **qualquer posição intermediária**, que não seja "teste" ou "inserido". Essa função é indispensável para garantir a **segurança operacional** e evitar manobras inadequadas.

O circuito de comando de **ligação** deve obrigatoriamente incluir **relé "Anti-pumping"**, a fim de impedir múltiplos acionamentos consecutivos não intencionais.

Por fim, o **esquema funcional do comando** do disjuntor deve seguir **rigorosamente o esquema básico da Enel**, conforme sua **última revisão vigente**.

7.4.9.9. Contatos auxiliares

Os disjuntores devem ser equipados com **chaves com contatos auxiliares** dos tipos:

- **Tipo "a"** (normalmente abertos – NA)
- **Tipo "b"** (normalmente fechados – NF)

Esses contatos devem ser adequados para atender aos **esquemas funcionais de controle** do disjuntor conforme projeto e aplicação.

3. Contatos Auxiliares Internos (Parte Extraível do Disjuntor)

Na parte **interna e extraível** do disjuntor, deverão estar disponíveis, exclusivamente para uso da Enel:

- **04 (quatro) contatos do tipo "a"** (NA)
- **04 (quatro) contatos do tipo "b"** (NF)

Esses contatos devem estar **fisicamente disponíveis e não conectados** (vagos), permitindo futura utilização conforme necessidade de operação e controle.

4. Contatos Auxiliares Externos (Parte Fixa/Estacionária do Cubículo)

Na parte **externa ao disjuntor, instalada no cubículo** (por exemplo, chaves de posição para "inserido" e "extraído"), devem ser providos:

- **07 (sete) contatos do tipo "a"** (NA)
- **07 (sete) contatos do tipo "b"** (NF)

Assunto: Subestação compacta até 145 kV montada sobre plataforma metálica (PM-Br 199.90)

Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Enel Grids

para **cada posição**, também **vagos e disponíveis para uso da Enel**.

Todos os contatos devem possuir capacidade de corrente adequada para os circuitos de controle e sinalização e devem ser devidamente identificados em esquema elétrico e na montagem final do equipamento.

7.4.9.10. Posição de teste

O disjuntor deve possuir uma **posição de teste**, também denominada posição de **estacionamento**, que possibilite a realização de testes funcionais do equipamento **sem a necessidade de inserção nos contatos principais** de potência.

Nesta posição, deve ser **possível simular todas as operações do disjuntor** (fechamento, abertura, sinalizações e travamentos), através do sistema de comando e controle remoto/local.

A **posição de teste** deve ser **claramente identificada** de forma **indelével** por meio de **faixa de cor amarela**, aplicada no **piso do cubículo** correspondente ao compartimento do disjuntor.

7.4.9.11. Intertravamentos – Inserção e Extração do Disjuntor

O disjuntor deve ser provido de um sistema de **intertravamentos mecânicos e/ou elétricos**, que **impeça sua inserção ou extração do cubículo quando estiver na posição "ligado" (fechado)**.

Durante o processo de **inserção**, caso o disjuntor esteja fechado, o sistema de intertravamento deve **atuar automaticamente, desligando o disjuntor antes da abertura das guilhotinas**, garantindo assim uma operação segura.

Durante a **extração**, se o disjuntor estiver na posição ligada, o sistema de intertravamento deve **bloquear mecanicamente ou eletricamente** a movimentação de retirada. A **liberação da extração** só poderá ocorrer **após o desligamento completo do disjuntor**.

O sistema de intertravamento deve ser confiável, robusto e assegurar **proteção integral ao operador e à integridade do equipamento**.

7.4.9.12. Sistema de Movimentação do Disjuntor

O disjuntor deve ser dotado de **roletes robustos e de baixa fricção**, adequados para permitir seu deslocamento suave, seguro e sem a necessidade de grande esforço físico.

Devem ser instalados **puxadores ergonômicos**, firmemente fixados à estrutura do disjuntor, que possibilitem uma **movimentação estável e controlada**, facilitando a inserção e retirada do equipamento do cubículo.

A plataforma ou carrinho de extração deve possibilitar o **acoplamento seguro e preciso ao cubículo**, assegurando **estabilidade total durante o processo de inserção e remoção** do disjuntor. O sistema deve ser projetado de forma a garantir **ergonomia e segurança**, permitindo que toda a operação de movimentação seja realizada de forma prática e segura por **apenas um operador**, sem necessidade de ferramentas especiais.

Assunto: Subestação compacta até 145 kV montada sobre plataforma metálica (PM-Br 199.90)

Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Enel Grids

7.4.9.13. Dispositivos de Desconexão de Alta Tensão do Disjuntor e Obturadores de Segurança

Os dispositivos de desconexão de alta tensão devem ser instalados nos orifícios dos isoladores de epóxi, com profundidade adequada para garantir isolamento dielétrico segura entre os terminais das partes ativas e quaisquer partes metálicas aterradas adjacentes.

Tais dispositivos devem ser projetados para assegurar contato elétrico firme e confiável, com capacidade de suportar, sem ocorrências de abertura de arco, deformações ou fusão dos contatos, as correntes de curto-circuito máximas especificadas para o disjuntor associado. Devem ainda, conduzir a corrente nominal de forma contínua, respeitando os limites de elevação de temperatura estabelecidos na norma **NBR IEC 62271-1**.

Os contatos utilizados nesses dispositivos devem ser revestidos com **prata, tanto** nos terminais do circuito principal e nos terminais de acoplamento ao disjuntor, garantindo elevada condutividade elétrica, baixa resistência à corrosão. O tipo construtivo dos contatos deve ser **preferencialmente do tipo “tulipa”**. Devido à sua confiabilidade mecânica e elétrica em aplicações de média e alta tensão.

Qualquer proposta de uso de contatos de tipo ou material alternativo deverá ser **previamente submetida à aprovação formal da Enel**, acompanhada de documentação técnica e ensaios que comprovem desempenho equivalente ou superior.

Caso os dispositivos de desconexão de alta tensão sejam **removíveis** dos orifícios dos isoladores de epóxi, o FORNECEDOR deverá fornecer **ferramentas especiais apropriadas** para a remoção e reinstalação seguros mesmos, garantindo a integridade dos contatos, do isolamento e a segurança do operador.

O **cubículo contendo os disjuntores** devem ser equipados de **obturadores automáticos de segurança**, metálicos, bipartidos e independentes, devidamente aterrado na estrutura estacionária, possuir dispositivo de travamento por cadeado para impedir o acesso acidental a partes energizadas do circuito de alta tensão quando o disjuntor estiver na posição desconectado ou tenha sido removido. O **FORNECEDOR** é responsável pelo fornecimento dos cadeados e suas respectivas chaves.

Deve ser aplicados avisos visíveis nos obturadores, na parte superior e inferior, com a mensagem: **"PERIGO DE MORTE - ALTA TENSÃO"**.

Devem também ser indicadas junto aos obturadores as seguintes informações:

- a) Na parte superior do cubículo: indicação da barra com o texto **"BARRA Nº [espaço para caractere]"**
- b) Na parte inferior do cubículo: identificação do circuito com o texto **"CIRCUITO"**;
- c) As hastes de acionamento das guilhotinas devem ser metálicas;
- d) As guilhotinas devem ser aterradas através de cordoalha.

7.4.9.14. Dispositivos de Desconexão de Baixa Tensão do Disjuntor

Os dispositivos de desconexão da baixa tensão devem assegurar a continuidade das ligações dos circuitos de controle entre o mecanismo de operação do disjuntor, as chaves auxiliares e os instrumentos instalados na parte estacionária do compartimento.

Esses dispositivos devem ser do tipo conector pino-tomada com contatos múltiplos, sendo todos **elementos condutores revestidos com prata** para garantir excelente condutividade elétrica, baixa resistência de contato e elevada resistência à corrosão.

Assunto: Subestação compacta até 145 kV montada sobre plataforma metálica (PM-Br 199.90)

Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Enel Grids

As tomadas devem ser fixadas na estrutura estacionária enquanto os pinos devem ser montados no disjuntor móvel. Deve ser previsto um suporte de repouso para a tomada quando desacoplada, instalando em local que não interfira na movimentação, inserção ou retirada do disjuntor, protegendo o chicote de ligações contra *damps* mecânicos.

Os contatos na tomada devem ser **rebaixados** ou protegidos de forma a **evitar curtos-circuitos acidentais** nos circuitos de controle e sinalização durante manobras de manutenção.

Os pinos devem ser equipados com **molas de compressão ou suspensão**, de modo a garantir alinhamento correto e contato firme durante o acoplamento. Os dispositivos devem ser projetados de modo a **assegurar o encaixe preciso e automático dos pinos na posição correta**, evitando falhas de conexão.

Os dispositivos de desconexão de baixa tensão devem contar com **intertravamentos mecânicos** que:

- **Impeçam a inserção do disjuntor na posição de serviço** caso o conector de baixa tensão não esteja completamente acoplado;
- **Impeçam a retirada do conector de baixa tensão** enquanto o disjuntor estiver energizado e na posição de serviço.

O sistema deve permitir **acoplamento e desacoplamento manual seguro**, e serão também aceitos dispositivos com **acoplamento automático**, desde que, ao inserir o disjuntor na posição de funcionamento (serviço), o conector de baixa tensão:

- **Realize o acoplamento de forma autoalinhável;**
- **Estabeleça todos os contatos elétricos automaticamente;**
- **Execute o desacoplamento de forma automática** quando o disjuntor for deslocado para a posição de teste ou extraído da estrutura.

7.4.9.15. Placa de identificação do disjuntor

O disjuntor deve ser equipado com **placa de identificação permanente**, confeccionada em **aço inoxidável** com **gravação em baixo-relevo** e caracteres preenchidos na cor **preta**. Todas as informações devem estar em **português**, gravadas de forma legível e durável, e a placa deve estar **fixada em local visível**, acessível sem a necessidade de desmontagem de componentes.

A placa deve conter, no mínimo, os seguintes dados:

a) Informações Disjuntor:

- Nome ou razão social do fabricante (fornecedor);
- Referência de identificação do modelo ou tipo do disjuntor
- Ano de fabricação;
- Número de série do equipamento;
- Número e data do pedido de compra;
- Expressão "Disjuntor" e o meio isolante;
- Para interior ou exterior
- Aplicação: "Para uso em ambiente interno" ou "Para uso em ambiente externo";

Assunto: Subestação compacta até 145 kV montada sobre plataforma metálica (PM-Br 199.90)

Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Enel Grids

- Tensão nominal (em kV, valor eficaz);
- Corrente nominal (em A, valor eficaz);
- Frequência nominal (Hz);
- Tensão suportável nominal a frequência industrial (kV, valor eficaz);
- Tensão suportável nominal de impulso atmosférico (kV, pico);
- Capacidade de interrupção nominal simétrica em curto-circuito (valor eficaz);
- Tempo de interrupção nominal (em ciclos);
- Sequência nominal de operações (ex.: O-0,3s-CO-3min-CO);
- Massa total do disjuntor completamente montado (em kg);
- Normas técnicas aplicáveis utilizadas no projeto e fabricação;
- Número ou código do manual de instruções correspondente ao modelo fornecido.

b) Informações do Mecanismo de Operação:

- Expressão "MECANISMO DE OPERAÇÃO"
- Tipo do mecanismo de operação;
- Tensão de comando nominal e sua faixa de tolerância (em V);
- Tensão nominal de alimentação do motor de acionamento e tolerância (em V);
- Corrente nominal e corrente de partida do motor (em A);
- Número ou código do manual de instruções específico do mecanismo.

7.4.10. Transformador de Corrente TCs

Os transformadores de corrente devem ser do tipo **seco, encapsulados em resina epóxi**, apropriados para instalação em ambiente interno, conforme requisitos da norma **NBR IEC 61869-2**.

Os **terminais secundários** de todos os devem ser acessíveis por meio de **régua de bornes** localizada no **compartimento de baixa tensão**. O **aterramento dos enrolamentos secundários** deve ser realizado diretamente neste mesmo bloco de bornes, por meio de conexão firme e identificada, garantindo segurança e padronização.

Os TCs devem ser capazes de suportar, **sem danos ou degradação de desempenho**, os esforços mecânicos, **elétricos e térmicos** decorrentes de manobras de abertura, fechamento e interrupção de corrente, incluindo os níveis máximos de **corrente de curto-circuito suportável** de curta duração, de acordo com a capacidade do conjunto blindado.

Os transformadores de corrente devem ser instalados obedecendo rigorosamente, o posicionamento e polaridades impostas pelo diagrama unifilar.

Os secundários de todos os transformadores de corrente devem estar voltados para o lado da porta traseira dos cubículos ou aberturas dos compartimentos, para facilidade de acesso.

Assunto: Subestação compacta até 145 kV montada sobre plataforma metálica (PM-Br 199.90)

Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Enel Grids

7.4.10.1. Características nominais dos Transformadores de Corrente (TCs)

Os transformadores de corrente devem atender integralmente às características elétricas estabelecidas na tabela a seguir, conforme as normas da série NBR IEC 61869-1 e NBR IEC 61869-2. Todas as características devem ser garantidas pelo fabricante por meio de ensaios de tipo e rotinas documentadas.

Tabela 18 - Características elétricas TC

Tensão nominal	15 kV	38kV
Frequência nominal	60 Hz	
Tensão suportável nominal de impulso atmosférico (valor de crista)	95 kV	145 kV
Tensão suportável nominal à frequência industrial durante 1 minuto (valor eficaz)	34 kV	70 kV
Corrente suportável nominal de curta duração (valor eficaz)	25 kA	25 kA
Valor de crista nominal da corrente suportável	62,5 kA	62,5 kA
Fator térmico	1,2	1,2
Relação nominal	2000/1200/600 – 5A	1000/600 – 5A
Classe de exatidão	50 VA 10P20 (dentro da faixa nominal este TC deve possuir classe de exatidão 50 VA 0,6)	

7.4.10.2. Placa de identificação do TC

Cada transformador de corrente deverá ser provido de uma **placa de identificação em aço inoxidável**, com **gravação em baixo relevo, caracteres pretos e todas as informações redigidas em português**. A placa deve estar permanentemente fixada em local visível no corpo do equipamento e conter, no mínimo, as seguintes informações:

- Expressão "**TRANSFORMADOR DE CORRENTE**";
- Nome ou razão social do fabricante**;
- Ano de fabricação (ANO)**;
- Número de série (N 0)**;
- Tipo ou modelo (TIPO)**;
- Número do manual de instruções correspondente**;
- Tipo de aplicação: uso interno ou externo (USO)**;
- Corrente primária e secundária nominais em ampères (A)**;
- Tensão máxima do equipamento (Umáx), em kV**;
- Nível de isolamento nominal (NI)**, representado como NI _ / _ / _, em kV (frequência industrial/impulso atmosférico);
- Frequência nominal (f), em Hz**;
- Fator térmico de sobrecarga nominal (Ft)**;
- Classe de exatidão e carga (VA)**;
- Corrente suportável nominal de curta duração (It)**;
- Valor de crista nominal da corrente suportável (Id)**;
- Massa total do equipamento (M-total), em kg**;
- Norma técnica de referência e seu respectivo ano de edição (NORMA/ANO)**;
- Diagrama unifilar de conexões do secundário**, gravado de forma clara e permanente na placa;
- Número e data do Pedido de Compra da Enel**.

DOCUMENTO INVÁLIDO SE IMPRESSO OU GRAVADO

Assunto: Subestação compacta até 145 kV montada sobre plataforma metálica (PM-Br 199.90)

Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Enel Grids

7.4.11. Transformador de Potencial Indutivo

Os transformadores de potencial devem ser do tipo seco para instalação interna. Todos os pontos de ligação dos secundários dos transformadores de potencial devem estar disponíveis na régua de bornes do compartimento de baixa tensão. O aterramento dos TPs deve ser feito nesse mesmo bloco.

Devem possuir proteção com fusível, instalada no primário do TP e projetada de acordo com a potência do equipamento.

Devem suportar sem danos, quando energizado a tensão nominal, aos esforços mecânicos e térmicos decorrente de curto-circuito externo.

Os transformadores de potencial devem ser instalados obedecendo rigorosamente, o posicionamento e polaridades impostas pelo diagrama unifilar.

Os secundários de todos os transformadores de potencial devem estar voltados para o lado da porta traseira dos cubículos ou aberturas dos compartimentos, para facilidade de acesso aos mesmos.

O terminal de aterramento da carcaça deve ser fornecido com conector para cabo de cobre de 70 mm² a 120 mm².

Tabela 19 - Características elétricas TP

Tensão nominal	15 kV	38 kV
Frequência nominal	60 Hz	
Tensão suportável nominal de impulso atmosférico (valor de crista)	95 kV	145 kV
Tensão suportável nominal à frequência industrial durante 1 minuto (valor eficaz)	34 kV	70 kV
Tensão suportável nominal à frequência industrial nos enrolamentos secundários	3 kV	3 kV
Fator de sobretensão	1,2 contínuo e 1,5 por 30 segundos	1,2 contínuo e 1,5 por 30 segundos
Carga simultânea	100 VA	100 VA
Potência térmica nominal superior a:	225 VA	225 VA

NOTA: As relações nominais de transformação devem ser obtidas por meio de derivações no enrolamento secundário.

7.4.11.1. Relação Nominal e Classe de Exatidão

A relação de transformação e classe de exatidão dos transformadores de potencial (TP) devem seguir os grupos definidos no diagrama unifilar fornecido pela Enel. Deverá conter um núcleo para proteção e um núcleo para medição conforme tabela abaixo.

Tabela 20 - Características específicas TP

Núcleo	Primário (V)	Secundário (V)	Relação Nominal	Exatidão
Proteção/Medição	13800 / $\sqrt{3}$	115 / 115/ $\sqrt{3}$	70/120:1:1	1 x 0,6 P 25VA 1 x 0,3 P 12,5VA
Proteção/Medição	34500 / $\sqrt{3}$	115 / 115/ $\sqrt{3}$	175/300:1:1	1 x 0,6 P 25VA 1 x 0,3 P 12,5VA

Assunto: Subestação compacta até 145 kV montada sobre plataforma metálica (PM-Br 199.90)

Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Enel Grids

7.4.11.2. Placa de identificação do TP

O transformador de potencial (TP) deve ser equipado com uma placa de identificação e diagramática em aço inoxidável, fixadas em local visível, com gravação em baixo-relevo e caracteres indeléveis. As placas devem conter, no mínimo, as seguintes informações:

- Expressão "**TRANSFORMADOR DE POTENCIAL INDUTIVO**";
- Nome do fabricante;
- Ano de fabricação (ANO);
- Número de série (N°);
- Tipo/modelo;
- Número do manual de instruções;
- Para interior ou exterior (USO);
- Norma técnica aplicada e ano de sua edição (NORMA/ANO);
- Frequência nominal em Hz;
- Tensão máxima do equipamento (U_{max}), em kV;
- Nível de isolamento (NI);
- Fator de sobretensão contínuo e por 30s;
- Relações nominais;
- Tensões primárias e secundárias nominais (U_p), (U_{sec}), em V;
- Classe e carga (EXATIDÃO);
- Potência térmica nominal em VA;
- Grupo de ligação;
- Massa total em kg;
- Manual de instruções;
- Número do pedido de compra;
- Diagrama de ligações.

7.4.12. Aterramento dos Condutores dos Circuitos

Devem ser instaladas **chaves de aterramento trifásicas** nos cubículos, próximas aos pontos de conexão dos cabos dos circuitos alimentadores, conforme os diagramas unifilares da Enel. Essas chaves devem suportar a **corrente de curto-circuito especificada**, com capacidade de **fechamento sob tensão residual** e **resistência térmica adequada** à corrente de curta duração. Devem ainda ser intertravadas com disjuntor e conectadas ao sistema de aterramento da subestação:

Tabela 21 - Característica das chaves de aterramento

Tensão nominal	15 kV	38 kV
Frequência nominal	60 Hz	
Número de polos	3	
Uso	Interno	
Tensão suportável nominal de impulso atmosférico (valor de crista)	95 kV	145 kV
Tensão suportável nominal à frequência industrial durante 1 minuto (valor eficaz)	34 kV	70 kV
Corrente suportável nominal de curta duração (valor eficaz)	25 kA	
Valor de crista da corrente suportável	62,5 kA	
Capacidade de estabelecimento nominal de curto-circuito (valor de crista)	62,5 kA	
Classe de durabilidade elétrica	E1	

Assunto: Subestação compacta até 145 kV montada sobre plataforma metálica (PM-Br 199.90)

Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Enel Grids

7.4.12.1. Operação

A chave de aterramento deve ser **operada manualmente**, com acionamento frontal no cubículo e **travamento por cadeado** nas posições aberta e fechada.

Deve possuir os seguintes **intertravamentos obrigatórios**:

- Mecânico: habilita a operação apenas com o disjuntor na posição de teste. Impede a inserção do disjuntor na posição de serviço se a chave estiver fechada;
- Tipo KIRK (ou similar)**: permite o fechamento apenas com a porta de saída de cabos fechada. A abertura da porta só é liberada após o aterramento;
- Eletromecânico com solenoide**, fechamento condicionado a ausência de tensão (tensão de retorno), através da informação de um TP instalado na fase central (branca), na saída dos cabos do circuito de distribuição, localizado após os TCs de proteção.

7.4.12.2. Contatos Auxiliares

A chave de aterramento deve ser equipada com chave auxiliar contendo:

- **4 contatos do tipo "a"** (normalmente aberto - NA)
- **4 contatos do tipo "b"** (normalmente fechado - NF)

Todos os contatos devem ser **livres de potencial e reservados para uso da Enel**.

7.4.12.3. Indicação Mecânica

A chave de aterramento deve possuir um **indicador mecânico visível**, que mostre de forma clara o seu **estado operacional** (aberta ou fechada).

7.4.12.4. Placa de Identificação

A chave de aterramento deve possuir **placa de identificação em aço inoxidável**, com gravação em baixo relevo, caracteres na cor preta e informações em **português**. A placa deve conter, no mínimo, os seguintes dados:

- Nome do fabricante;
- Local de fabricação;
- A palavra "**Secionador de Aterramento**";
- Número de série;
- Ano de fabricação;
- Tipo/modelo do fabricante;
- Norma técnica do projeto e ano de edição;
- Tensão nominal (kV);
- Frequência nominal (Hz);
- Tensão suportável nominal de impulso atmosférico (kV – valor de crista);
- Tensão suportável nominal a frequência industrial (kV – valor eficaz);
- Corrente nominal (A);
- Corrente suportável nominal de curta duração e tempo de duração (It/t);
- Valor de crista nominal da corrente suportável (Id);
- Massa do polo (kg);

Assunto: Subestação compacta até 145 kV montada sobre plataforma metálica (PM-Br 199.90)

Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Enel Grids

- p) Massa total;
- q) Número do manual de instruções;
- r) Norma brasileira e ano de sua edição;
- s) Número e data do pedido de compra da Enel.

7.4.13. Sistema de Proteção e Controle Digital (SPCS)

O conjunto blindado deve ser equipado com **Sistema de Proteção e Controle Digital** conforme os requisitos estabelecidos pela Enel, garantindo o atendimento integral às funcionalidades exigidas para cada cubículo.

O **SPCS** deverá estar configurado para realizar as funções de proteção, controle, supervisão, medição e comunicação, medição e comunicação, de acordo com as necessidades operacionais e de segurança do sistema elétrico.

7.4.14. Softwares

Devem ser fornecidos todos os softwares necessários ao funcionamento do **SPCS**, incluindo ferramentas para parametrização, diagnóstico, análise de proteção e oscilografia. As licenças devem ser permanentes, com manuais e suporte técnico incluídos.

- a) Software para **parametrização e configuração** do sistema;
- b) Ferramentas para **diagnóstico e supervisão** dos dispositivos e funções do SPCS;
- c) Aplicativos para **análise de eventos, proteção e oscilografia**, com capacidade de exportação de dados em formatos compatíveis com ferramentas amplamente utilizadas no setor elétrico;
- d) As licenças de software deverão ser perpétuas para no mínimo 3 postos de engenharia e ilimitadas para visualização. Entregar arquivos CID/SSD/SCD, lista de sinais IEC 61850, plano IP e relatórios de testes GOOSE/PRP/HSR.

7.4.15. Acessórios, peças sobressalentes e ferramentas especiais

7.4.15.1. Acessórios

O PROPONENTE, se considerar necessário, deve apresentar a lista de acessórios que acompanham o conjunto blindado, incluindo a descrição técnica e a aplicação de cada item.

7.4.15.2. Peças Sobressalentes

Devem ser cotadas separadamente as seguintes peças sobressalentes por conjunto blindado:

- a) 01 (um) relé de proteção digital de alimentador;
- b) 01 (um) relé de bloqueio;
- c) 01 (uma) bobina de ligar para cada tipo de disjuntor;
- d) 01 (uma) bobina de desligar para cada tipo de disjuntor;
- e) 01 (um) motor de carregamento da mola para cada tipo de disjuntor;
- f) 01 (um) conjunto de sinaleiros completo para o cubículo de secundário de transformador;
- g) 01 (um) conjunto de sinaleiros completo para o cubículo de circuito de distribuição;
- h) 03 (três) fusíveis para transformador de potencial;
- i) 03 (três) fusíveis para transformador de serviço auxiliar.

A Enel avaliará e definirá posteriormente a inclusão e quantidade desses itens na aquisição.

Assunto: Subestação compacta até 145 kV montada sobre plataforma metálica (PM-Br 199.90)

Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Enel Grids

7.4.15.3. Ferramentas Especiais

Devem ser consideradas, para cada conjunto blindado, as seguintes ferramentas especiais, caso não estejam incluídas no escopo de fornecimento:

- Dispositivo para extração e inserção dos disjuntores.

Outras ferramentas que o PROPONENTE considerar necessárias deverão ser relacionadas nas informações técnicas, acompanhadas de:

- Descrição completa,
- Finalidade de uso,
- Respectivo valor unitário.

7.5 Transformador de Serviços Auxiliares

O transformador de serviços auxiliares deve ser do tipo **trifásico, imerso e óleo isolante** e destinado à **instalação aérea**, conforme **ABNT NBR 5356**.

O equipamento deverá atender às **características técnicas mínimas** especificadas na tabela a seguir:

Tabela 22 - Características do transformador auxiliar

Classe de Tensão	15 kV	38 kV
Primário	13,8 / 13,2 / 12,6 kV	36 / 34,5 / 33 / 31,5 kV
Secundário	380 / 220 / 127 V	380 / 220 / 127 V
Potência	75 kVA	
Corrente de excitação I_0	3,6 %	3,6 %
Perdas em vazio P_0	150 W	230 W
Perdas totais P_t	695 W	1075 W
Impedância de curto-circuito a 115 °C Z	10 %	

7.6 Equipamentos de Automação

Deverão ser fornecidos os equipamentos necessários para composição da rede de automação da subestação compacta, conforme especificado na tabela a seguir.

7.6.1. Transceptor de Dados – Switch Óptico

O transceptor de dados (switch óptico) deverá atender aos requisitos especificados na tabela seguir.

Assunto: Subestação compacta até 145 kV montada sobre plataforma metálica (PM-Br 199.90)

Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Enel Grids

Tabela 23 - Requisitos switch

Requisitos	Descrição
Número de portas de comunicação ópticas 100 Mbytes	16
Número de portas de comunicação ópticas 1000 Mbytes	2
Número de portas de comunicação RJ45 - 1000 Mbytes	4
Contato de alarme defeito (sim/não)	Sim
Tensão de alimentação	125 VDC
Tempo de recuperação da comunicação do anel óptico	50 ms
Software de parametrização e diagnóstico do sistema, análise conforme especificado (sim/não e tipo)	Sim
Permitir ser gerenciado remotamente utilizando o software HP OpenView NNM através do protocolo SNMP (sim/não)	Sim
Permite ser sincronizado por software através de um sincronizador de tempo que utiliza o software SNTP (sim/não)	Sim
Tipo do sistema de refrigeração	Dissipador (sem partes móveis)
MTBF do equipamento	>200 anos
Garantia	10 anos
Quantidade	2

7.6.2. Concentrador Armazenamento

Os requisitos do concentrador de armazenamento devem ser conforme tabela abaixo.

Tabela 24 - Características concentrador de armazenamento

Requisitos	Descrição
Estrutura	Rack 19"
Temperatura de Operação	até 75°C (Mínimo) sem utilização de partes móveis (ventiladores)
Grau de proteção	IP-40 (Mínimo)
Processador	mínimo 2.5GHz, 64 bits (Mínimo)
Memória	16GB DDR3 1333MHz ECC (Mínimo)
Armazenamento	2 x SSD de 16GB removível (Mínimo)
Interfaces	- 2 portas USB frontais e 4 portas USB traseiras - 2 portas seriais traseiras EIA-232 com alimentação auxiliar de 5V no pino 1 - 1 porta ethernet 10/100BaseT - 2 portas ethernet 100Base-FX (Traseira)
Saída de Vídeo	2 x Saída de Vídeo VGA com resolução de até 1920 x 1200 (caso a interface seja HDMI ou DVI deverá ser fornecido conversor para VGA)
Sincronização de horário	NTP
Saída Digital	Para Alarme self-test
Sistema operacional	Microsoft Windows Server 2012 R2 (5 CALs de usuários)
Tensão de Alimentação	125VDC
Garantia	10 anos
Quantidade	2

7.6.3. Distribuidor Óptico de Campo para Uso Interno

O Distribuidor Óptico de Campo para uso interno deve atender aos requisitos estabelecidos pela **ABNT NBR 16429**. Os conectores e adaptadores ópticos utilizados devem possuir **certificação ANATEL**, conforme Lista

DOCUMENTO INVÁLIDO SE IMPRESSO OU GRAVADO

Assunto: Subestação compacta até 145 kV montada sobre plataforma metálica (PM-Br 199.90)

Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Enel Grids

de Referência de Produtos para Telecomunicações do **Ato nº 7.280, de 26 de novembro de 2020**, da ANATEL e possuir as seguintes características:

- a) Ambiente de Instalação: Interno;
- b) Ambiente de Operação: Não Agressivo;
- c) Garantia: 12 meses;
- d) Tipo de conector: LC/LC;
- e) Tipo de fibra: Multimodo OM1 (62.5 µm).

7.6.4. Cordão Óptico MM 62,5 - (Duplex LC/LC – Multimodo).

O cordão óptico 62,5 µm, tipo **duplex com conectores LC/LC**, deve atender integralmente aos requisitos da norma **ABNT NBR 13491**, além de possuir as seguintes características técnicas mínimas:

- a) Tipo de conector: **LC/LC** (ambas as extremidades com conectores LC polidos e testados);
- b) Tipo de fibra: **Multimodo OM1 (62.5 µm)**;
- c) Comprimento: 20 metros (a ser definido no projeto);
- d) O cordão óptico deverá ter alta resistência à tração e protegido contra o ataque de roedores.

7.6.5. Interface de Integração Gráfica

A Interface de Integração Gráfica deve ser um monitor industrial robusto, com tela sensível ao toque e características específicas para operação em ambientes severos. Abaixo, os principais requisitos técnicos:

- **Monitor:** TFT - LCD de 19;
- **Interface de Vídeo:** DVI/VGA
- **Resolução:** 1280 x 1024, 16,77 milhões de cores
- **Brilho:** 300 cd/m² alto brilho
- **MTFB Vida de tubos de luz:** 50.000 horas
- **Ângulo visão:** direita e esquerda - 130° e superior e inferior - 120°

Temperatura de Operação: -40°C a 80°C

Grau de proteção: IP65

Construção de caixa: Aço resistente gabinete de construção metálica

Painel frontal: sem botões na sua frontal (industrial)

Touch Screen:

- Tipo: Resistivo, 5 fios
- Resolução: 4096 x 4096
- Durabilidade: ≥ 10 milhões ao toque
- Interface: USB
- Montagem: Compatível com VESA-75 e VESA-100, com 4 furos extras para fixação em parede industrial.

7.6.6. Distribuidor Óptico de Campo de Bandeja

O Distribuidor óptico de campo do tipo bandeja, para uso interno, devem atender aos seguintes requisitos

Assunto: Subestação compacta até 145 kV montada sobre plataforma metálica (PM-Br 199.90)

Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Enel Grids

- **Norma técnica:** Conforme ABNT NBR 16429
- **Conectividade:** Deve possuir conectores e adaptadores para fibra óptica
- **Certificação:** Todos os componentes ópticos devem ter om certificação ANATEL, conforme lista de referência de produtos para telecomunicações do ato nº 7.280, de 26 de novembro de 2020, ANATEL.
- **Ambiente de Operação:** Não Agressivo;
- **Garantia:** 12 meses;
- **Tipo de conector:** LC/LC;
- **Tipo de fibra:** Multimodo OM1 (62.5 µm);

7.6.7. Módulo de Sincronismo

O módulo de sincronismo deve atender aos requisitos técnicos definidos conforme tabela específica abaixo, garantindo a compatibilidade e funcionalidade exigidas para o sistema de automação da subestação.

Tabela 25 - Requisitos do Módulo de Sincronismo

Requisitos	Descrição
Estrutura	Rack 19"
Temperatura de Operação	até 85°C (Mínimo) sem utilização de partes móveis (ventiladores)
Grau de proteção	IP-40 (Mínimo)
Fonte para sincronização de horário	- GPS (prover kit para instalação, cabo, antena e conectores) - Considerar distância de 20 metros entre o servidor e a antena
Interfaces	- 1 porta ethernet 10/100BaseT- 2 portas ethernet 100Base-FX (Traseira)
Informações da Frontal	- Data e Hora- Qualidade do Sinal- Status das interfaces de rede- Status do serviço NTP
Serviços/Saídas para sincronização de horário	NTP v4
Saída Digital	Alarme Self-Test
Tensão de Alimentação	125VDC
Garantia	10 anos
Quantidade	1

O módulo de sincronismo deverá prover PTP (IEEE 1588) e IRIG-B, com holdover mínimo de 24 horas.

7.6.8. Cabo Óptico 6 Fibras

O cabo óptico DDG de 6 fibras deve estar em conformidade com a ABNT NBR 13491 e apresentar as seguintes características principais:

- Tipo:** multimodo;
- Núcleo:** com Preenchimento adequado;
- Número de fibras ópticas:** 6 (3 pares);
- Fibras:** com diâmetro de 62.5µm.

Assunto: Subestação compacta até 145 kV montada sobre plataforma metálica (PM-Br 199.90)

Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Enel Grids

7.6.9. Concentrador da Proteção

O concentrador de proteção deve atender aos requisitos técnicos especificados na tabela abaixo, garantindo compatibilidade com o sistema de proteção e controle digital da subestação, conforme definido no projeto.

Tabela 26 - Características do concentrador de proteção

Requisitos	Descrição
Estrutura	Rack 19"
Temperatura de Operação	até 75°C (Mínimo) sem utilização de partes móveis (ventiladores)
Grau de proteção	IP-40 (Mínimo)
Processador	mínimo 2.5GHz, 64 bits (Mínimo)
Memória	16GB DDR3 1333MHz ECC (Mínimo)
Armazenamento	2 x SSD de 16GB removível (Mínimo)
Interfaces	- 2 portas USB frontais e 4 portas USB traseiras- 2 portas seriais traseiras EIA-232 com alimentação auxiliar de 5V no pino 1- 1 porta ethernet 10/100BaseT- 2 portas ethernet 100Base-FX (Traseira)
Saída de Vídeo	2 x Saída de Vídeo VGA com resolução de até 1920 x 1200 (caso a interface seja HDMI ou DVI, deverá ser fornecido conversor para VGA)
Sincronização de horário	NTP
Saída Digital	Para Alarme self-test
Sistema Operacional	Microsoft Windows Server 2012 R2 (5 CALs de usuários)
Tensão de Alimentação	125VCC
Garantia	10 anos
Quantidade	2

7.7 Sala Elétrica

A sala elétrica deverá ter altura mínima (pé direito) de 3,0 metros, iluminação em LED, climatização redundante, detecção/combate incêndio por gás inerte, portas IP-55 (conforme ABNT NBR IEC 60529) e isolamento térmico, conforme desenho orientativo no Anexo 8.7. Garantir ergonomia e ruído conforme NR-10 e NR-12. Montada sobre plataforma metálica, deve ter vida útil mínima de 30 anos.

Internamente, deve acomodar:

- Acumuladores;
- Retificador;
- Painéis de comando e proteção;
- Conjunto blindado.
- Ar Condicionado

A solução deve atender integralmente às exigências desta especificação da Enel.

7.7.1. Estruturas da Sala Elétrica

A sala elétrica deve ser construída em estrutura metálica de aço, sem pontos de acúmulo de água, e dimensionada para suportar os esforços mecânicos dos equipamentos internos e do trânsito de pessoas.

Assunto: Subestação compacta até 145 kV montada sobre plataforma metálica (PM-Br 199.90)

Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Enel Grids

7.7.1.1. Tratamento (Galvanização) dos Suportes e Estruturas de Base

As estruturas da sala elétrica (verticais e horizontais), devem ser fabricadas em aço galvanizado a quente. O processo de tratamento deve incluir:

- Eliminação de todos os respingos de solda, escórias e rebarbas. As arestas de cantos vivos devem ser arredondadas;
- Desengraxamento de todas as estruturas;
- Decapagem química eliminando totalmente a ferrugem e carepa de laminação. As peças decapadas devem ser lavadas em banhos próprios e secos;
- Galvanização por imersão a quente, conforme ABNT NBR 6323;

A galvanização deve estar livre de defeitos conforme norma ABNT NBR 7397 a 7400. Outros tratamentos só serão aceitos com aprovação da Enel. Nenhuma estrutura metálica pode ficar exposta ao tempo sem galvanização.

7.7.1.2. Pintura

A pintura externa das superfícies da sala elétrica deve atender a **Classe III**, conforme **ABNT NBR 11388**, utilizando os esquemas de pintura **4.1.4.a** ou **4.1.4.b**.

A cor de acabamento deve ser **cinza claro - MUNSELL 6,5**.

Outros esquemas de pintura podem ser aceitos desde, mediante aprovação prévia da Enel.

7.7.1.3. Telhado

O telhado da sala elétrica deve ser **autossustentável**, com colchão de ar entre forro e telhado para melhorar o isolamento térmico e tela contra abrigo de pássaros.

Deve possuir 02 (dois) planos inclinados (queda de águas) com inclinação adequada para evitar acúmulo de água.

7.7.1.4. Portas

A sala elétrica deve possuir 02 (duas) portas de acesso:

- Equipadas com **barra antipânico** e aviso interno “**saída de emergência**”.
- **Dimensões adequadas** para movimentação de equipamentos (painéis, disjuntores, retificadores).
- Uma porta deve **ter fechadura tipo cremona** com previsão para **cadeado (gancho de 10 mm)**.
- A outra porta deve ser de **abertura interna apenas**.
- Acima das portas, devem ser instaladas **calhas de alumínio** para proteção contra águas pluviais.

7.7.1.5. Ar Condicionado

O sistema de ar-condicionado da sala elétrica deve ser **industrial (Heavy Duty)**, com controle por **termostato**, e atender as seguintes diretrizes:

Critérios de Projeto:

Assunto: Subestação compacta até 145 kV montada sobre plataforma metálica (PM-Br 199.90)

Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Enel Grids

- **Considerar:**
 - Temperaturas equivalentes do teto, paredes e piso;
 - Radiação, convecção, condução térmica;
 - Calor gerado por equipamentos internos;
 - Permanência de até **4 operadores simultâneos**;
 - Altitude, temperatura externa e condições climáticas locais;
 - **Renovação de ar mínima de 25%** do volume da sala (pressurização)
- **Instalação:** vertical ou horizontal.
- **Baixo ruído**, com abafadores se necessário.
- **Redundância total:** cada unidade deve atender toda a carga sozinha em caso de falha da outra.
- Deve funcionar com **modo frio/quente**.
- Monitoramento contínuo de **temperatura e umidade relativa interna**.
- Filtros de **alto rendimento contra pó**, apropriados para áreas industriais urbanas sem contaminação química.

Condições Ambientais da Sala (8 x 4 x 3 m):

- Temp. interna mínima: **+10°C**
- Temp. interna máxima: **+30°C**
- Temp. externa mínima: **-10°C**
- Temp. externa máxima: **+45°C**
- Refrigeração: **18 a 25°C**
- Calefação: **2 a 6°C**
- Umidade relativa:
 - Mínima: **25%**
 - Máxima sem condensação: **95%**
 - Variação: **até 59%**
- Índice pluviométrico anual: **2000 mm/ano**
- Nível de poluição ambiental: **Alto**

O sistema deve garantir o **conforto térmico e proteção dos equipamentos**, mesmo em condições ambientais severas.

7.7.1.6. Iluminação e Tomadas

O sistema de **iluminação e tomadas** da sala elétrica deve atender aos seguintes requisitos técnicos:

Iluminação Interna:

- **Luminárias LED**, luz branca.
- Iluminância mínima: 500 lux, conforme **ABNT NBR ISO/CIE 8995-1**.

Assunto: Subestação compacta até 145 kV montada sobre plataforma metálica (PM-Br 199.90)

Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Enel Grids

- Caso a pintura interna seja escura, a iluminação deve ser **recalculada** para manter os 500 lux.
- **Iluminação de emergência** conforme **ABNT NBR 10898**:
 - Uma luminária por porta de acesso;
 - Outras luminárias distribuídas pelo perímetro;
 - Alimentação principal: **127 ou 220 VCA**;
 - Alimentação reserva: **125 VCC da subestação**;
 - Sistema automático de **transferência entre CA e CC**.
- **Iluminação externa** sobre cada porta de acesso:
 - Luminárias LED herméticas;
 - Acionamento por **célula fotoelétrica**.

Tomadas Internas:

- Instalação a cada 5 metros:
 - Tomadas **monofásicas 127 Vca – 20 A**;
 - Tomadas **monofásicas 220 Vca – 20 A**.
- **Tomada telefônica** prevista.

Instalação Elétrica:

- Distribuição via:
 - **Eletrocalhas de aço galvanizado**;
 - **Eletrodutos aparentes de alumínio**;
 - **Condutetes metálicos** para tomadas e interruptores (altura: 1,2 m do piso).
- **Interruptores paralelos** próximos às portas (entrada/saída).
- Cabos:
 - Tipo **antichama**;
 - Temperatura máxima: **90°C**;
 - Isolamento: **750 Vca**;
 - Seção mínima: **1,5 mm²**.

O sistema deve garantir **segurança, eficiência energética e funcionalidade**, mesmo em caso de falha na alimentação principal.

7.7.1.7. Aterramento

O sistema de aterramento da subestação compacta deve garantir blindagem eletromagnética e segurança elétrica, sendo conectado diretamente à malha do SEP. Deve possuir anel de aterramento externo em barra chata de cobre, com condutores de descida interligando a malha principal. Todos os equipamentos devem ser aterrados com cabos ou barras de cobre ligados ao anel externo da subestação compacta. O projeto deve atender às normas ABNT NBR 5419-1, ABNT NBR 5419- 2, ABNT NBR 5419-3 e ABNT NBR 5419-4, e suportar corrente de curto-circuito de 40 kA.

Assunto: Subestação compacta até 145 kV montada sobre plataforma metálica (PM-Br 199.90)

Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Enel Grids

7.7.1.8. Painéis

O PROPONENTE será responsável pela instalação dos equipamentos, fiação interna dos painéis e passagem de cabos de interligação com os equipamentos montados sobre a plataforma metálica da subestação.

7.8 Proteção contra incêndio

A subestação compacta deve ser equipada com sistema de combate a incêndio que cubra todos os equipamentos sobre a plataforma metálica, em conformidade com a ABNT NBR 13231 e as normas do Corpo de Bombeiros do estado onde será instalada.

7.8.1. Na Sala elétrica

A sala elétrica deve possuir sistema de detecção de umidade, chama e calor excessivo, com dois contatos secos (alarme e desligamento). O sistema deve incluir detectores iônicos de gases de combustão e de umidade e 01 (um) indicador de ação programável. Os sensores devem cobrir toda a área da sala elétrica.

7.9 Plataforma Metálica

A subestação compacta deve ser construída sobre uma plataforma metálica dimensionada conforme a Resolução nº1, de 28/03/2025 do DNIT, atendendo ao Código de Trânsito Brasileiro para transporte sem escolta. A estrutura deve abrigar todos os equipamentos sem pontos de acúmulo de água, suportar esforços mecânicos dos equipamentos, circulação de pessoas e transporte, e possuir uma vida útil mínima de 30 anos.

O FORNECEDOR deve informar o dimensional e a distribuição de carga nos pontos de apoio do chassi com a base de concreto.

7.9.1. Tratamento (galvanização)

Todas as estruturas da plataforma metálica devem ser de aço galvanizado a quente.

O tratamento dos suportes e estruturas de base devem possuir as seguintes características:

- Eliminação de todos os respingos de solda, escórias e rebarbas. As arestas de cantos vivos devem ser arredondadas;
- Desengraxamento de todas as estruturas;
- Decapagem química removendo ferrugem e carepa de laminação, seguida de lavagem e secagem das peças.
- Galvanização por imersão a quente, imediatamente após a decapagem.

A galvanização deve seguir a norma ABNT NBR 6323, devendo estar isenta dos defeitos mencionados nas normas ABNT NBR 7397, ABNT NBR 7398, ABNT NBR 7399 e ABNT NBR 7400.

Outros processos de tratamento (galvanização eletrolítica, pintura especial etc.) só serão aceitos mediante aprovação prévia da Enel, acompanhados de documentação técnica e ensaios que comprovem o desempenho equivalente ou superior.

Nenhuma estrutura metálica poderá ser exposta ao ambiente sem tratamento anticorrosivo, sendo obrigatória a galvanização de todas as peças, antes do transporte, armazenamento ou instalação.

Assunto: Subestação compacta até 145 kV montada sobre plataforma metálica (PM-Br 199.90)

Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Enel Grids

7.9.2. Guarda-Corpo e Corrimão

A subestação compacta deve contar com guarda-corpo com corrimão ao seu redor, pintados em amarelo para fácil visualização. Devem ser modulares e removíveis, garantindo segurança operacional e facilidade no transporte e montagem.

7.9.3. Cargas Admissíveis

O projeto da plataforma metálica, deve considerar as cargas dos equipamentos que serão instalados (transformador, sala elétrica, etc.) e os esforços, do transporte da subestação compacta até o local de instalação. Os cálculos estruturais devem ser apresentados à Enel para a análise e aprovação.

7.9.4. Coleta do Óleo Isolante

A plataforma metálica deve contar com sistema de captação de óleo isolante proveniente de eventuais vazamentos dos transformadores de potência e serviços auxiliares. O óleo deverá ser conduzido por no mínimo dois dutos de 150mm até uma bacia separadora de água e óleo sob a subestação, incluindo possíveis vazamentos dos radiadores que ultrapassem a área da plataforma.

Caso as dimensões do transformador, incluindo seus radiadores, excedam as dimensões da plataforma, deverá ser previsto um sistema complementar de captação do óleo isolante na área excedente.

7.10 Informações técnicas adicionais

7.10.1. Projeto Executivo

O FORNECEDOR é responsável pelo desenvolvimento do projeto executivo da Sala Elétrica, assegurando a plena funcionalidade da subestação, conforme os diagramas unifilares, trifilares e esquemas fornecidos pela Enel. O projeto deve incluir todas as interligações internas entre os equipamentos da sala e também as conexões com os equipamentos instalados sobre a plataforma metálica.

7.10.2. Cablagem

O FABRICANTE deve desenvolver o projeto de cablagem dos equipamentos. Observando as seguintes diretrizes:

- As conexões entre os equipamentos da sala elétrica e os da plataforma metálica devem ser feitas pela parte inferior da base, utilizando aberturas revestidas para impedir a propagação de fogo e fumaça;
- As conexões internas devem, preferencialmente, ser feitas pela parte superior dos equipamentos utilizando eletrocalhas e conectores (macho/fêmea), garantindo fácil desmontagem, montagem e confiabilidade;
- A rede de comunicação em fibra óptica deve ser independente em relação aos cabos metálicos, utilizando eletrodutos ou calhas exclusivas para seu caminho.

7.10.3. Fabricação e montagem

A subestação compacta deve ser entregue com todos os equipamentos internos e externos montados. Cada equipamento deve passar por ensaio individual nas instalações do FABRICANTE, seguindo de testes de comissionamento para verificar a integração e conformidade com o projeto funcional da subestação. Após a instalação final no local, novos testes de comissionamento devem ser realizados pelo FABRICANTE para assegurar a correta montagem e operação dos sistemas. O FABRICANTE ofertará o treinamento para os

DOCUMENTO INVÁLIDO SE IMPRESSO OU GRAVADO

Assunto: Subestação compacta até 145 kV montada sobre plataforma metálica (PM-Br 199.90)

Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Enel Grids

colaboradores indicados pela ENEL, do processo de montagem, desmontagem, testes, comissionamento e operação da subestação compacta.

7.11 Ensaios

Todos os equipamentos da subestação devem passar por ensaios de tipo conforme normas técnicas nacionais e internacionais aplicáveis. Todos os ensaios de recebimento deverão ser realizados pelo FORNECEDOR com a presença da FISCALIZAÇÃO da Enel, sem ônus abrangendo todas as partes do fornecimento.

A seguir, os principais ensaios exigidos por equipamento:

Assunto: Subestação compacta até 145 kV montada sobre plataforma metálica (PM-Br 199.90)

Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Enel Grids

Tabela 27 - Tabela de ensaios

Ensaio	Equip./Materi	Norma aplicável	Tipo	Recebimento
Tensão suportável de impulso atmosférico	Conjunto blindado	IEC 62271	X	
Elevação de temperatura			X	
Corrente de curta duração e pico (circuitos principais e de aterramento)			X	
Capacidade de interrupção			X	
Grau de proteção (IP e IAC)			X	
Ensaio dielétricos em barramentos (se aplicável)			X	
Verificação visuais, dimensionais e de fiação				X
Verificação da intercambialidade dos componentes de mesma construção e valores nominais				X
Ensaio de tensão suportável nominal à frequência industrial no circuito principal				X
Ensaio de tensão suportável nominal à frequência industrial no circuito auxiliares				X
Ensaio de resistência ôhmica do circuito principal				X
Ensaio para verificar a operação satisfatória dos dispositivos de manobra e das partes removíveis				X
Verificação dos circuitos de aterramento				X
Verificação dos circuitos auxiliares e de controle				X
Verificação das resistências de aquecimento e lâmpadas de iluminação				X
Ensaio para determinação das condições de acabamento: qualidade e espessura da camada de pintura, cadmiação				X
Ensaio visuais, dielétricos e térmicos	Disjuntores AT e MT	IEC 62271-100	X	
Tensão de rádio interferência			X	
Medição da resistência do circuito principal			X	
Elevação de temperatura			X	
Suportabilidade de corrente de curta duração e de corrente de pico			X	
Verificação do grau de proteção			X	
Estanqueidade			X	X
Compatibilidade eletromagnética (EMC)			X	
Adicionais nos circuitos auxiliares e de controle			X	
Fechamento e abertura de corrente de curto-circuito			X	
Corrente crítica			X	
Falta monofásica e falta dupla à terra			X	
Falta em linha curta			X	

Assunto: Subestação compacta até 145 kV montada sobre plataforma metálica (PM-Br 199.90)

Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Enel Grids

Ensaio de operação mecânica, ambiental e de manobras (curto, capacitiva, fora de fase, etc).			X	
Teste dielétrico no circuito principal				X
Ensaio nos circuitos auxiliares e de controle				X
Medição da resistência do circuito principal				X
Verificações de projeto e inspeções visuais				X
Ensaio de operação mecânica				X
Tratamentos de proteção				X
Suportabilidade de isolamento no invólucro do para-raios	Para-raios	IEC 60099-4	X	
Tensão residual			X	
Teste para verificar a estabilidade de longo prazo sob tensão contínua de operação			X	
Teste para verificar a capacidade de transferência de carga repetitiva			X	
Comportamento de dissipação de calor da amostra de teste			X	
Ciclo de operação			X	
Tensão em frequência industrial versus tempo;			X	
Momento fletor			X	
Ambientais			X	
Tensão de interferência de rádio (RIV)			X	
Teste para verificar a suportabilidade dielétrica dos componentes internos			X	
Componentes de graduação internos			X	
Envelhecimento climático e resistência a curto-circuito			X	
Medição da tensão de frequência elétrica na corrente de referência				X
Tensão residual do impulso atmosférico na corrente de descarga nominal				X
Ensaio de descarga parcial interna				X
Ensaio de momento fletor e carga de tração em seccionadores				X
Inspeção visual	Seccionadores tripolares	IEC 62271-102	X	
Ensaio dielétrico			X	
Ensaio de tensão de interferência de rádio (RIV)			X	
Medição da resistência do circuito principal			X	
Ensaio de elevação de temperatura			X	
Ensaio de suportabilidade de corrente de curta duração e de corrente de pico			X	
Verificação do grau de proteção			X	
Ensaio adicional nos circuitos auxiliares e de controle			X	
Operação nos limites de temperatura			X	
Ensaio elétrico, mecânico, de EMC e resistência térmica			X	
Manobra de corrente de transferência induzida			X	
Verificação visual				X
Ensaio nos circuitos auxiliares e de controle (se houver)				X

Assunto: Subestação compacta até 145 kV montada sobre plataforma metálica (PM-Br 199.90)

Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Enel Grids

Medição da resistência do circuito principal (após os ensaios de operação mecânica)	Transformador de Corrente	ABNT NBR 6856		X
Ensaio de operação mecânica				X
Inspeção visual e dimensional			X	X
Tensão induzida			X	X
Tensão suportável à frequência industrial a seco			X	X
Descargas parciais			X	X
Polaridade			X	X
Exatidão			X	X
Fator de perdas dielétricas do isolamento			X	X
Resistência dos enrolamentos			X	
Tensão suportável de impulso atmosférico			X	
Tensão suportável de impulso de manobra a seco e sob chuva			X	
Tensão suportável a frequência industrial, sob chuva			X	
Corrente suportável nominal de curta duração (corrente térmica nominal)			X	
Valor de crista nominal da corrente suportável (corrente dinâmica nominal)			X	
Tensão de circuito aberto			X	
Elevação de temperatura			X	
Inspeção geral e dimensional	IED	-	X	X
Ensaio de calor seco, o ensaio deve ser realizado com o relé operacional com as portas de comunicação funcionando, o equipamento deve suportar as seguintes condições operando normalmente e sem apresentar nenhum dano		IEC 60068-2	X	
Teste de tensão de isolamento		IEC 60255-5	X	
Ensaio dielétricos	Chave fusível	IEC 60282-2	X	
Medição da resistência ôhmica do porta-fusível			X	
Ensaio de elevação de temperatura			X	
Ensaio de interrupção			X	
Ensaio das características tempo-corrente			X	
Ensaio de suportabilidade a surtos de corrente de raio			X	
Ensaio mecânicos			X	
Ensaio ambientais			X	
Ensaio nas interfaces e conexões dos terminais			X	
Ensaio de interrupção com penetração de corrente			X	
Ensaio de tensão em frequência industrial a seco				X
Medição da resistência ôhmica dos elos fusíveis				X
Ensaio de elevação de temperatura				X
Ensaio das características tempo-corrente dos elos fusíveis				X
Ensaio mecânicos dos elos fusíveis. Ensaio dinâmicos				X

Assunto: Subestação compacta até 145 kV montada sobre plataforma metálica (PM-Br 199.90)

Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Enel Grids

Análise química das ligas metálicas	Acumuladores estacionários	ABNT NBR 14205	X	
Análise do eletrólito do acumulador novo			X	
Avalanche térmica			X	
Capacidade real em regime nominal			X	
Capacidade, em ampères-hora, em regime diferente do nominal (capacidade indicada C _i)			X	
Corrente de curto-circuito e resistência interna CC			X	
Desempenho frente a ciclos de carga e descarga (durabilidade)			X	
Eficiência na recarga			X	
Emissão de gases			X	
Ciclagem térmica			X	
Inflamabilidade			X	
Impacto do estresse térmico a 55°C ou 60°C			X	
Inspeção Construtiva/Dimensional			X	X
Inspeção Visual			X	X
Inspeção visual interna			X	
Operação de válvula			X	
Proteção contra ignição interna causada por uma centelha externa			X	
Queda de tensão nas interligações			X	
Retenção de carga durante armazenamento			X	
Revelação de tensões residuais de moldagem do vaso e da tampa			X	
Determinação da capacidade nominal				X
Grau de proteção	Retificador CC	ABNT NBR IEC 60529	X	
Elevação de temperatura		NBR IEC 60146	X	
Suportabilidade a surtos		IEC 61000-4-5	X	
Verificação visual		-		X
Verificação dimensional		-		X
Tensão suportável à frequência industrial		-		X
Resistência de isolamento		-		X
Rendimento		-		X
Fator de potência		-		X
Regulação estática e estabilidade da tensão de saída		-		X
Regulação estática e estabilidade de corrente de saída em limitação		-		X
Regulação dinâmica da tensão de saída		-		X
Regulação dinâmica da corrente de saída em limitação		-		X
Tensão de ondulação		-		X
Sensores		-		X
Funcional		-		X
Aderência e espessura da pintura		-		X

DOCUMENTO INVÁLIDO SE IMPRESSO OU GRAVADO

Assunto: Subestação compacta até 145 kV montada sobre plataforma metálica (PM-Br 199.90)

Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Enel Grids

Verificação da conformidade com os requisitos da especificação;	Transformador a óleo / Transformador auxiliar	-	X	
Elevação de temperatura		IEC 60076-2	X	
Ensaio dielétricos		IEC 60076-3	X	
Determinação do nível de ruído		IEC 60076-10	X	
Medição da perda e corrente em vazio a 90% e 110% da tensão nominal;		-	X	
Medição da resistência dos enrolamentos;		-		X
Medição da relação de transformação e verificação do deslocamento de fase;		-		X
Medição da impedância de curto-circuito e perdas em carga;		-		X
Medição das perdas em vazio e da corrente em vazio;		-		X
Ensaio de suporte à frequência industrial com fonte separada para os enrolamentos de MT e BT;		IEC 60076-3		X
Ensaio de suporte à tensão induzida em corrente alternada;				X
Ensaio de impulso atmosférico;				X
Ensaio de estanqueidade com pressão para transformadores imersos em líquido;		-		X
Ensaio do óleo isolante		IEC 60422		X
Ensaio em comutadores de derivação desenergizados;		-		X
Determinação da composição química	Estruturas metálicas	ABNT NBR NM 87 e ABNT NBR 7007	X	
Ensaio de corrosão por exposição à névoa salina, por um período mínimo de 168h;		ABNT NBR 17088	X	
Aderência da camada de zinco		ABNT NBR 7398	X	
Espessura da camada de zinco;		ABNT NBR 7399	X	
Uniformidade da camada de zinco		ABNT NBR 7400	X	
Massa por unidade de área		ABNT NBR 7397	X	
Verificação visual;		-		X
Verificação dimensional;		-		X
Tensão de impulso 5 kV (pico) com onda de 1,2 / 50 microssegundos, 3 descargas positivas e 3 negativas a intervalos de 5 s;	Transceptor Dados	IEC 60255-5	X	
Alta frequência (SWC), 2,5 kV (pico), 1 MHz, constante de tempo de 15 microssegundos, 400 descargas por segundo, durante 2 s;		NBR IEC 61000-4-5	X	
Descarga eletrostática, 8 kV (pico), 5/30 ns;		NBR IEC 61000-4-2	X	
Interferência de rádio, 150 kHz a 80 MHz;		NBR IEC 61000-4-6	X	
Transitórios rápidos, 2 kV (pico), 5/50 ns, 5 kHz, 4 mJ por descarga;		NBR IEC 61000-4-5	X	
Temperatura, - 10 a + 55°C com equipamento' em serviço, - 25 a + 55°C, durante o período de armazenagem e - 25 a 70°C durante o transporte;		-	X	
Umidade, 93%, 40°C		NBR IEC 60068-2-30	X	
Ensaio climáticos, de calor seco e frio		IEC 60068-2-1	X	
Choques e quedas		IEC 60255-21-2	X	
Resistencia a vibração		IEC 60255-21-1	X	
Verificação visual e dimensional.		-		X

DOCUMENTO INVÁLIDO SE IMPRESSO OU GRAVADO

Assunto: Subestação compacta até 145 kV montada sobre plataforma metálica (PM-Br 199.90)

Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Enel Grids

Perda por inserção;	Distribuidor óptico de campo para uso interno e	ABNT NBR 16194	X	
Perda por retomo.		ABNT NBR 16193	X	
Calor a seco;		ABNT NBR 16192	X	
Ciclo térmico;		ABNT NBR 16191	X	
Umidade;		ABNT NBR 16190	X	
Dobramento;		ABNT NBR 16119	X	
Torção;		ABNT NBR 16118	X	
Retenção axial;		ABNT NBR 16117	X	
Retenção angular;		ABNT NBR 16116	X	
Puxamento axial;		ABNT NBR 16115	X	
Estabilidade;		ABNT NBR 16114	X	
Impacto;		ABNT NBR 16113	X	
Durabilidade;		ABNT NBR 16112	X	
Vibração.		ABNT NBR 16157	X	
Inspeção visual e dimensional;		-		X
Perda por inserção;	Cordão Óptico MM 62,5 - Cordão óptico duplex lc/lc - multimodo	ABNT NBR 16194	X	
Perda por retorno		ABNT NBR 16193	X	
Calor a seco;		ABNT NBR 16192	X	
Ciclo térmico;		ABNT NBR 16191	X	
Umidade.		ABNT NBR 16190	X	
Dobramento;		ABNT NBR 16119	X	
Torção;		ABNT NBR 16118	X	
Retenção axial;		ABNT NBR 16117	X	
Retenção angular;		ABNT NBR 16116	X	
Puxamento axial;		ABNT NBR 16115	X	
Estabilidade;		ABNT NBR 16114	X	
Impacto;		ABNT NBR 16113	X	
Durabilidade;		ABNT NBR 16112	X	
Vibração.		ABNT NBR 16157	X	
Verificação visual e dimensional;		-		X
Coeficiente de atenuação óptica;		-		X
Curvatura;		-		X
Dobramento;		-		X
Extração do revestimento da fibra óptica;		-		X
Diâmetro externo do elemento óptico;		-		X
Excentricidade do elemento óptico;		-		X
Dimensões externas do cordão óptico.		-		X

Assunto: Subestação compacta até 145 kV montada sobre plataforma metálica (PM-Br 199.90)

Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Enel Grids

Perda por inserção;	Cabo óptico 6 fibras	-	X	
Perda por retorno		-	X	
Calor a seco;		-	X	
Ciclo térmico;		-	X	
Umidade.		-	X	
Dobramento;		-	X	
Torção;		-	X	
Retenção axial;		-	X	
Retenção angular;		-	X	
Puxamento axial;		-	X	
Estabilidade;		-	X	
Impacto;		-	X	
Durabilidade;		-	X	
Vibração.		-	X	
Coeficiente de atenuação óptica;		-		X
Uniformidade da atenuação óptica;		-		X
Comprimento de onda de corte;		-		X
Contração dos revestimentos;		-		X
Escoamento do composto de enchimento;		-		X
Penetração de umidade;		-		X
Compressão;		-		X
Impacto;		-		X
Curvatura;		-		X
Flexão alternada;		-		X
Torção;		-		X
Dobramento;		-		X
Extração do revestimento da fibra óptica;		-		X
Espessura dos revestimentos;		-		X
Uniformidade da espessura;		-		X
Diâmetro externo do cabo;		-		X
Ovalização;		-		X
Verificação visual e dimensional.		-		X
Tensão de impulso 5 kV (Pico) com onda de 1,2 1 50 ms, 3 descargas positivas e 3 negativas a intervalos de 5 s;	IHM	IEC 60255-5	X	
Alta frequência (SWC), 2,5 kV (Pico), 1 MHz, constante de tempo de 15 microssegundos, 400 descargas por segundo, durante 2 s;		ABNT NBR IEC 61000-4-5	X	
Descarga eletrostática, 8 kV (Pico), 5/30 ns;		ABNT NBR IEC 61000-4-2	X	
Interferência de rádio, 150 kHz a 80 MHz;		ABNT NBR IEC 61000-4-6	X	
Transitórios rápidos, 2 kV (Pico), 5/50 ns, 5 kHz, 4 mJ por descarga;		ABNT NBR IEC 61000-4-5	X	
Umidade, 93%, 400C.		ABNT NBR IEC 60068-2-30	X	
Verificação visual e dimensional				X

DOCUMENTO INVÁLIDO SE IMPRESSO OU GRAVADO

Assunto: Subestação compacta até 145 kV montada sobre plataforma metálica (PM-Br 199.90)

Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Enel Grids

Tensão de impulso 5 kV (Pico) com onda de 1,2 1 50 microssegundos, 3 descargas positivas e 3 negativas a intervalos de 5 s	Módulo de Sincronismo	IEC 60255-5	X	
Alta frequência (SWC), 2,5 kV (Pico), 1 MHz, constante de tempo de 15 microssegundos, 400 descargas por segundo, durante 2 s		ABNT NBR IEC 61000-4-5	X	
Descarga eletrostática, 8 kV (Pico), 5/30 ns		ABNT NBR IEC 61000-4-2	X	
Interferência de rádio, 150 kHz a 80 MHz		ABNT NBR IEC 61000-4-6	X	
Transitórios rápidos, 2 kV (Pico), 5/50 ns, 5 kHz, 4 mJ por descarga		ABNT NBR IEC 61000-4-5	X	
Umidade, 93%, 400C.		ABNT NBR IEC 60068-2-30	X	
Verificação visual e dimensional		-		X
Inspeção visual e dimensional	Concentrador da Proteção	-	X	X
Dispositivo pronto para ensaios		ABNT NBR IEC 61850-10	X	
Declaração de conformidade da implementação do protocolo (PICS). Um PICS-padrão, também conhecido como PICS proforma		IEC 61850-7-2, Anexo A	X	
Declaração de informação extra da implementação do protocolo para ensaio (PIXIT)		ABNT NBR IEC 61850-10	X	
Inspeção da documentação e controle de versão do dispositivo		IEC 61850-4	X	
Ensaio de arquivo de configuração do dispositivo de acordo com a sintaxe padronizada (esquema)		IEC 61850-6	X	
Ensaio de arquivo de configuração do dispositivo de acordo com o modelo de objeto relativo ao dispositivo		IEC 61850-7-4 e IEC 61850-7-3	X	
Ensaio da implementação da pilha de comunicação de acordo com o SCSM aplicável		IEC 61850-8-1, IEC 61850-9-1 e IEC 61850-9-2	X	
Ensaio dos serviços ACSI implementados de acordo com a definição de ACSI		IEC 61850-7-2	X	
Ensaio das extensões específicas do dispositivo de acordo com as regras determinadas IEC em geral.		IEC 61850	X	
Verificação visual e dimensional	Transformador de Potencial	ABNT NBR 6855	X	X
Verificação de marcação dos terminais e Polaridade			X	X
Tensão suportável à frequência industrial nos enrolamentos primários			X	X
Medição de Descargas parciais			X	X
Tensão suportável à frequência industrial nos enrolamentos secundários e entre seções			X	X
Exatidão			X	X
Resistência ôhmica dos enrolamentos			X	X
Elevação de temperatura			X	
Suportabilidade a Curto-circuito			X	

DOCUMENTO INVÁLIDO SE IMPRESSO OU GRAVADO

Assunto: Subestação compacta até 145 kV montada sobre plataforma metálica (PM-Br 199.90)

Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Enel Grids

Tensão suportável de impulso atmosférico;			X	
Medição de corrente de excitação e perdas em vazio;			X	
Determinação de impedância de curto-circuito;			X	
Tensão suportável à frequência industrial sob chuva para transformadores de uso externo.			X	
Ensaio de tensão suportável de impulso atmosférico;	Chave de Aterramento	-	X	
Ensaio de elevação de temperatura;		-	X	
Ensaio de corrente suportável de curta duração e do valor de crista da corrente suportável;		-	X	
Ensaio de capacidade de estabelecimento de curto-circuito.		-	X	
Verificação visual e dimensional;		-		X
Ensaio de tensão suportável à frequência industrial;		-		X
Medição da resistência ôhmica do circuito principal;		-		X
Ensaio de operação.		-		X
Ensaio de tensão de impulso	Medidores eletrônicos	ABNT NBR 14520	X	
Ensaio de tensão aplicada			X	
Ensaio da corrente de partida			X	
Ensaio de marcha em vazio			X	
Ensaio de influência da temperatura ambiente			X	
Ensaio de influência da variação da corrente			X	
Ensaio de perdas no circuito de potencial e no circuito da fonte de alimentação			X	
Ensaio de perdas no circuito de corrente			X	
Influência da variação de tensão			X	
Influência da variação da frequência			X	
Influência de componente harmônico nos circuitos de tensão e corrente			X	
Influência de forma de onda: 10% do terceiro harmônico na corrente			X	
Influência da inversão da sequência de fase			X	
Influência da interrupção de uma ou duas fases			X	
Influência da componente CC (1/2 onda) no circuito de corrente CA			X	
Influência de harmônicos ímpares no circuito de corrente			X	
Influência de sub-harmônicos no circuito de corrente			X	
Influência da indução magnética CC de origem externa			X	
Influência da indução magnética CA de origem externa			X	
Influência da operação de acessórios			X	
Ensaio de influência da sobrecarga de curta duração			X	
Ensaio de influência do autoaquecimento			X	
Ensaio de aquecimento			X	
Ensaio de variação brusca da tensão			X	
Ensaio do início do funcionamento do medidor			X	
Com o medidor não estando em comunicação			X	
Com o medidor em comunicação com a leitora programadora			X	

Assunto: Subestação compacta até 145 kV montada sobre plataforma metálica (PM-Br 199.90)

Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Enel Grids

Ensaio da variação lenta da tensão de alimentação			X	
Ensaio do mostrador			X	
Ensaio da saída de dados para controle do usuário			X	
Ensaio da saída serial de dados para comunicação remota			X	
Ensaio de imunidade à descarga eletrostática			X	
Ensaio de imunidade a transientes elétricos			X	
Impulso combinado			X	
Imunidade a campos de radiofrequência conduzidos			X	
Ensaio de imunidade a campos eletromagnéticos de alta frequência			X	
Ensaio de medição de radioperturbação.			X	
Ensaio de calor seco			X	
Ensaio de frio			X	
Ensaio da variação brusca da temperatura			X	
Ensaio cíclico de calor úmido			X	
Ensaio de névoa salina			X	
Ensaio de radiação solar			X	
Ensaio do martelo de mola			X	
Ensaio de impacto			X	
Ensaio de vibrações			X	
Ensaio de resistência ao calor e ao fogo			X	
Ensaio contra a penetração de poeira e de água			X	
Equipamentos não listados aqui, mas que forem utilizados na subestação devem seguir as normas técnicas correspondentes ao seu tipo e aplicação.	Demais equipamentos	-	X	X

Tabela 28 - Ensaios funcionais do sistema montado

Ensaios funcionais do sistema montado – Na planta do fornecedor e local de instalação		
Os Ensaios Operacionais de Recebimento da Subestação SKID têm por objetivo verificar e assegurar o pleno funcionamento da solução completa, sendo executados conforme descrito a seguir: Nota: O Fornecedor deve garantir o perfeito funcionamento da subestação SKID no local de instalação. Para isso, os ensaios realizados nas dependências do fornecedor, quando necessário, deverão ser repetidos também no local de implantação da solução.		
Ensaio	Equipamento/Material	Norma aplicável
Preparação prévia	Subestação Completa	Conforme projeto
Conferência documental		

DOCUMENTO INVÁLIDO SE IMPRESSO OU GRAVADO

Assunto: Subestação compacta até 145 kV montada sobre plataforma metálica (PM-Br 199.90)

Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Enel Grids

Inspeção visual		
Ensaio Elétricos		
Ensaio de Equipamentos Primários		
Relação de transformação (TTR)	Transformador de potência	-
Resistência de enrolamentos		-
Resistência de isolamento (megger)		-
Tangente delta / fator de potência de isolamento		-
Teste de dispositivos de proteção		-
Análise do óleo isolante		-
Tempo de abertura/fechamento	Disjuntores de alta tensão	-
Resistência de contato		-
Operação mecânica		-
Verificação de SF6 ou vácuo		-
Continuidade elétrica	Seccionadoras e chaves de aterramento	-
Operação mecânica		-
Intertravamentos		-
Corrente de fuga ou contador de descargas	Para-raios	-
Relação de transformação	TCs e TPs	-
Polaridade		-
Isolamento		-
Ensaio de Sistemas de Aterramento		
Medição de resistência de aterramento	Subestação Completa	Conforme projeto
Continuidade equipotencial		
Teste de interligações		
Ensaio de Proteção, Controle e Automação		
Relés de proteção:	Subestação Completa	Conforme projeto
Parametrização		
Testes secundários		
Testes de comunicação		
Manobras típicas e faltas, validar intertravamentos, GOOSE, integração SCADA, sincronismo e verificar iluminação/climatização.		
SCADA		
Verificação de pontos de sinalização e comando	Subestação Completa	Conforme projeto
Testes de bloqueios		
Sistema de medição		
Calibração	Subestação Completa	Conforme projeto
Verificação de grandezas		
Ensaio de Sistemas Auxiliares		
Teste de autonomia	Bancos de baterias e carregadores	-
Teste de tensão e corrente de flutuação		-
Simulação de falta de CA		-
Operação de disjuntores e fusíveis	Painéis de distribuição CA/CC	-

Assunto: Subestação compacta até 145 kV montada sobre plataforma metálica (PM-Br 199.90)

Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Enel Grids

Teste de iluminação e climatização		-
Ensaio de Integração e Operação Simulada		
Energização parcial para testes de lógica	Subestação Completa	Conforme projeto
Simulação de manobras típicas		
Simulação de faltas		
Documentação Final e Aceite		
Emissão de relatório de comissionamento	Subestação Completa	Conforme projeto
Lista de não-conformidades corrigidas		

7.12 Amostragem

A amostragem dos materiais e equipamentos deverá seguir as exigências das normas técnicas aplicáveis, conforme definido para cada item fornecido.

7.13 Transporte, Embalagem e Acondicionamento

- A embalagem deve seguir princípios de sustentabilidade e economia circular, priorizando:
 - Materiais reciclados;
 - Embalagens reutilizáveis.
- O transporte da subestação compacta, da fábrica até o local de entrega definido pela ENEL, será de responsabilidade do FORNECEDOR, encerrando-se sua responsabilidade com a chegada ao local do destino.
- A descarga da subestação compacta no local de instalação também é de responsabilidade do FORNECEDOR.
- Recomenda-se que o FORNECEDOR realize uma avaliação prévia do local de descarga, após validação junto à Enel.
- O fornecedor deve prever durante transporte registrador de impacto. No final do transporte da subestação compacta da fábrica até o destino definido pela Enel, o fornecedor deve fornecer todas as informações registradas durante o transporte para análise da Enel;
- O projeto deverá indicar dimensões, peso, centro de gravidade, pontos de içamento/amarração, cargas por eixo e base. Deve apresentar procedimento de transporte com e sem óleo e desenho de içamento.
- Durante o transporte da subestação móvel, a transportadora deve assegurar a utilização de dispositivos e procedimentos preventivos que garantam a integridade do equipamento e evitem interferências ou impactos com árvores, redes elétricas aéreas e demais obstáculos presentes no percurso.

7.14 Fornecimento

Para fornecimento à Enel Grids Brasil, é obrigatório qualificação no grupo mercadológico.

7.14.1. Extensão e limite de fornecimento

O escopo de fornecimento descrito abaixo é geral, cabendo ao FORNECEDOR complementá-lo, conforme necessário para garantir a plena funcionalidade do projeto.

Assunto: Subestação compacta até 145 kV montada sobre plataforma metálica (PM-Br 199.90)

Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Enel Grids

Nenhuma complementação poderá ser utilizada como justificativa para reajuste de preço.

O Fornecimento deverá incluir, no mínimo:

- a) Conjunto blindado barra simples, disjuntores, TCs, TP's indutivos e chaves de aterramento;
- b) Relés digitais;
- c) Software de parametrização e supervisão;
- d) Ferramentas especiais;
- e) Peças sobressalentes;
- f) Placa de identificação do equipamento;
- g) Cronograma de fabricação;
- h) Desenhos para aprovação;
- i) Desenhos finais (as built).
- j) Manuais de instrução (instalação, operação e manutenção);
- k) Romaneio (Packing List);
- l) Relatórios de ensaio dos equipamentos fornecidos;
- m) Embalagem, transporte e descarga no local de instalação;
- n) Garantia do fornecimento conforme especificação contratual;
- o) Ensaio de tipo conforme normas aplicáveis;
- p) Ensaio de recebimento/testes de fábrica (FAT);
- q) Documentação técnica completa: lista de materiais, desenhos construtivos/unifilares, diagramas IEC 61850, memoriais de cálculo, relatórios FAT/SAT, manuais de operação e manutenção, e documentos as built em DWG e PDF.
- r) Supervisão técnica de montagem no local.

7.15 Treinamento

O fornecedor deverá realizar treinamentos técnicos presenciais e práticos (≥ 40 h) abrangendo operação, manutenção, transformador, disjuntores, sistemas auxiliares, plataforma metálica e CPC (configuração, parametrização, IEC 61850, redundância). Devem ser fornecidos materiais didáticos, certificados e cronograma.

7.16 Lista de materiais

A lista de materiais apresentada abaixo informa as quantidades mínimas previstas para cada tipo de equipamento, porém o FORNECEDOR pode prever no seu projeto quantidades superiores as apresentadas.

Assunto: Subestação compacta até 145 kV montada sobre plataforma metálica (PM-Br 199.90)

Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Enel Grids

Tabela 29 - Lista de Materiais

Equipamento	Quantidade (Un.)
Cordão e fibra ótica	24
IED	6
Distribuidor ótico	6
Switches gerenciáveis	2
Interface IHM	2
Concentrador local gateway	2
Relógio sincronizador GPS	1
Medidor eletrônico	3
Retificador	1
Disjuntor tripolar AT	1
Banco de baterias	1
Cubículos blindados de serviços auxiliares	1
Cubículos blindados de circuito de distribuição	3
Chave fusível	3
Para-raios	3
Chave seccionadora tripolar	1
Transformador de potência	1
Transformador de corrente	3
Transformador de potencial	3

7.17 Garantia

O FORNECEDOR deve garantir o equipamento fornecido contra quaisquer defeitos de fabricação, materiais e acabamento, pelo prazo mínimo de **60 (sessenta) meses a partir da entrega integral do fornecimento**.

Todos os custos associados à substituição ou reparo de componente, partes, ou do equipamento como um todo – incluído despesas com transporte, movimentação, reinstalação ou quaisquer encargos logísticos – serão de total responsabilidade do FORNECEDOR.

A aceitação do equipamento pela Enel, seja mediante aprovação nos ensaios exigidos, ou pela eventual dispensa da inspeção, não isenta o **FORNECEDOR de sua responsabilidade** quanto à conformidade total com esta especificação técnica, **nem invalida ou compromete as condições de garantia aqui estabelecidas**.

7.17.1. Rejeição Técnica

A subestação será considerada **rejeitada e deverá ser retrabalhada ou substituída** caso apresente:

- Qualquer não conformidade com especificações
- Falha nos ensaios de rotina ou FAT
- Dano físico estrutural ou elétrico
- Falta de certificações válidas
- Desvio de projeto sem prévia autorização técnica da Enel

Assunto: Subestação compacta até 145 kV montada sobre plataforma metálica (PM-Br 199.90)

Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Enel Grids

8. ANEXOS

- 8.1 Características Técnicas Garantidas – CTG**
- 8.2 Diagrama Unifilar de Operação de Referência**
- 8.3 Monitoramento do transformador**
- 8.4 Comando ventiladores**
- 8.5 Painele de comando**
- 8.6 Comando do Comutador**
- 8.7 Sala elétrica – Desenho orientativo**