



TRANSFORMADORES DE POTÊNCIA E AUXILIARES DO
SISTEMA DE ABASTECIMENTO PÚBLICO DE ÁGUA
TRATADA DO RIO SANTA MARIA DA VITÓRIA

CLASSE DE TENSÃO 36,2KV GRUPO DE LIGAÇÃO Dyn1
IMERSOS EM ÓLEO MINERAL ISOLANTE

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA
C-035-000-00-6-ET-0001
(EMIÇÃO INICIAL)

Apresentação

Está especificação estabelece as características elétricas e mecânicas dos transformadores de potência e auxiliares, trifásico, imersos em óleo mineral isolante, com dois enrolamentos, com derivações de tensão no lado primário padronizados para a classe de tensão de 36,2kV utilizados nas subestações de energia elétrica ao tempo da ETA-V/EEAT Planalto e ETA/EEAT/EEAB Santa Maria localizadas no município de SERRA-ES operadas pela CESAN.

As cópias e/ou impressões parciais ou em sua íntegra deste documento não são controladas.

A presente versão desta especificação técnica é a emissão inicial, datada de 26 de abril de 2023.

Serra - ES, abril de 2023.

Gerência de Engenharia de Serviços (O-GES)

Sumário

Apresentação.....	2
1 FINALIDADE	4
2 NORMAS TÉCNICAS APLICÁVEIS	5
3 ITENS GERAIS	8
4 PROPOSTA TÉCNICA COMERCIAL E QUALIFICAÇÃO TÉCNICA DO PROPONENTE/LICITANTE	11
5 DOCUMENTO PARA APROVAÇÃO DA FABRICAÇÃO.....	14
6 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	18
7 CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS	25
8 ACESSÓRIOS DIVERSOS.....	30
9 INSPEÇÕES E ENSAIOS.....	39
10 ACABAMENTO E PINTURA	46
11 REQUISITOS PARA TRANSPORTE E DESCARREGAMENTO	49
12 MANUAL DE INSTRUÇÕES.....	52
13 GARANTIAS DE DESEMPENHO PARA O FORNECIMENTO E PENALIZAÇÕES	54
14 CONTROLE DE REVISÕES	55

1 FINALIDADE

1.1.1 Esta especificação tem por finalidade definir os requisitos técnicos gerais que deverão constar na proposta técnica comercial para fornecimento à CESAN, de transformadores de força e de serviços auxiliares, trifásico, grupo de ligação Dyn1, imersos em óleo mineral isolante de base naftênica Tipo A, para instalação nas subestações de energia elétrica ao tempo, da ETA-V/EEAT Planalto e ETA/EEAT/EEAB Santa Maria de classe de tensão 36,2kV.

1.2 Documentos Complementares

1.2.1 Esta especificação é complementada pelas Folhas de Dados específicas dos transformadores apresentadas no **ANEXO IV**.

- **Folha de Dados FD-ODEN-TR-2023-001** - Código de Material n° 1160200068 - Transformador 500kVA 34,5kV/440V - ETA-V / Serviços Auxiliares EEAT Planalto;
- **Folha de Dados FD-ODEN-TR-2023-002** - Código de Material n° 1160200067 - Transformador 750kVA 34,5kV/440V - ETA/EEAT Santa Maria;
- **Folha de Dados FD-ODEN-TR-2023-003** - Código de Material n° 1160200066 - Transformador 1500KVA 34,5kV/2,4kV - EEAT Planalto;
- **Folha de Dados - FD-ODEN-TR-2023-004** - Código de Material n° 1160200065 - Transformador 2500kVA 34,5kV/4,16kV - EEAB Santa Maria;
- **Folha de Dados FD-ODEN-TR-2023-005** - Código de Material n° 1160200069 - Transformador 150kVA 34,5kV/380V - Serviços Auxiliares EAB Santa Maria.

2 NORMAS TÉCNICAS APLICÁVEIS

2.1.1 A especificação dos transformadores, componentes e acessórios, os requisitos de desempenho e tolerâncias admitidas e os ensaios deverão atender as normas técnicas relacionados a seguir. Para referências datadas, aplicam-se somente as edições citadas. Para referências não datadas, aplicam-se as edições mais recentes do referido documento (incluindo emendas).

2.1.2 Incluir-se-ão quaisquer outras normas implícitas que se fizerem necessárias a interpretação ou aplicação das normas citadas nesta especificação técnica.

2.1.3 Em caso de divergências que excedam as exigências mínimas das normas citadas ou exceções manifestadas a elas, prevalecerá a Especificação Técnica da CESAN.

ABNT NBR 12454, Transformadores imersos em líquido isolante com tensões máximas até 36,2 kV e potência igual ou superior a 500 kVA – Requisitos.

ABNT NBR 5356-1, Transformadores de potência - Parte 1: Generalidades.

ABNT NBR 5356-2, Transformadores de potência - Parte 2: Aquecimento.

ABNT NBR 5356-3, Transformadores de potência - Parte 3: Níveis de isolamento, ensaios dielétricos e espaçamentos externos em ar.

ABNT NBR 5356-4, Transformadores de potência - Parte 4: Guia para ensaios de impulso atmosférico e de manobra para transformadores e reatores - Procedimento.

ABNT NBR 5356-5, Transformadores de potência - Parte 5: Capacidade de resistir a curto-circuito.

ABNT NBR 5356-7 Transformadores de potência Parte 7: Guia de carregamento para transformadores imersos em líquido isolante.

ABNT NBR 5356-8 Transformadores de potência Parte 8: Guia de aplicação.

ABNT NBR 5356-9 Transformadores de potência Parte 9: Recebimento, armazenagem, instalação e manutenção de transformadores e reatores de potência imersos em líquido isolante.

ABNT NBR 5034 Buchas para tensões alternadas superiores a 1 kV - Especificação.

ABNT NBR 5435 Buchas para transformadores imersos em líquido isolante - Tensão nominal 15 kV, 24,2 kV e 36,2 kV - Especificações.

ABNT NBR 12460 Buchas de tensões nominais 15 kV, 24,2 kV e 36,2 kV para transformadores e reatores de potência - Padronização.

ABNT NBR 16856 Buchas para transformadores imersos em líquido isolante — Tensão nominal de 1,2 kV e correntes de 160 A até 8 000 A — Especificação.

ABNT NBR 16367-1 Acessórios para transformadores e reatores de sistemas de potência imersos em líquido isolante Parte 1: Secador de ar.

ABNT NBR 16367-3 Acessórios para transformadores e reatores de sistemas de potência imersos em líquido isolante Parte 3: Indicadores de temperatura do óleo e do enrolamento.

ABNT NBR 16367-4 Acessórios para transformadores e reatores de sistemas de potência imersos em líquido isolante Parte 4: Monitor digital de temperatura do óleo e do enrolamento.

ABNT NBR 16367-6 Acessórios para transformadores e reatores de sistemas de potência imersos em líquido isolante Parte 6: Válvulas para transformadores.

ABNT NBR 16367-7 Acessórios para transformadores e reatores de sistemas de potência imersos em líquido isolante Parte 7: Relé detector de gás tipo Buchholz.

ABNT NBR 16367-2 Acessórios para transformadores e reatores de sistemas de potência imersos em líquido isolante Parte 2: Dispositivo de alívio de pressão.

ABNT NBR 16367-5 Acessórios para transformadores e reatores de sistemas de potência imersos em líquido isolante Parte 5: Indicador de nível de óleo.

ABNT NBR 11388, Sistemas de pintura para equipamentos e instalações de subestações de equipamentos elétricos.

ABNT NBR 11003, Tintas - Determinação da aderência - Método de ensaio.

ABNT NBR 10443, Tintas e vernizes - Determinação da espessura da película seca - Método de ensaio.

ABNT NBR 5915, Chapas finas a frio de aço carbono para estampagem - Especificação.

ABNT NBR 6648, Chapa grossas de aço carbono para uso industrial.

ABNT NBR 6650, Chapas finas a quente de aço carbono para uso industrial.

ABNT NBR 5590, Tubos de aço carbono com requisitos de qualidade para condução de fluidos - Especificação.

ABNT NBR 11888, Bobinas finas e chapas finas de aço-carbono e de aço baixa liga e alta resistência - Requisitos gerais.

ABNT NBR 11889, Bobinas grossas e chapas grossas de aço-carbono e de aço de baixa liga e alta resistência - Requisitos gerais.

ABNT NBR 7277, Medição do nível de ruído de transformadores e reatores - Método de ensaio.

ABNT NBR 6234, Óleo-água - Determinação da tensão interfacial - Método de ensaio.

ABNT NBR 6869, Líquidos isolantes elétricos - Determinação da rigidez dielétrica (eletrodo de disco) - Método de ensaio.

ABNT NBR IEC 60156, Líquidos isolantes - Determinação da rigidez dielétrica à frequência industrial - Método de ensaio.

ABNT NBR 5755, Líquidos isolantes - Determinação de água - Método de Karl Fischer - Método de ensaio.

ABNT NBR 7070, Guia para amostragem de gases e óleo em transformadores e análise dos gases dissolvidos - Procedimento.

ABNT NBR 8148, Ensaio do grau de polimerização do papel - Método de ensaio.

ABNT NBR IEC 60529, Graus de proteção para Invólucros de equipamentos elétricos (Código IP).

ABNT NBR 5458, Transformadores de potência - Terminologia.

ABNT NBR 6856 Transformador de corrente com isolamento sólida para tensão máxima igual ou inferior a 52 kV - Especificação e ensaios.

IEEE Std C57.110 IEEE Recommended Practice for Establishing Liquid Immersed and Dry-Type Power and Distribution Transformer Capability when Supplying Nonsinusoidal Load Currents.

3 ITENS GERAIS

3.1 Unidades e Idiomas

3.1.1 As unidades de medidas do Sistema Internacional de Unidades serão usadas para as referências da proposta, inclusive na descrição técnica, especificações, desenhos e quaisquer documentos ou dados adicionais. Qualquer valor indicado, por conveniência, em outro sistema de medidas, deverá ser indicado também em unidades do Sistema Internacional de Unidades.

3.1.2 Todas as instruções, manuais de instalação, comissionamento, operação e manutenção, notas em desenhos e relatórios dos ensaios apresentados pelo FORNECEDOR deverão ser em língua portuguesa.

3.2 Condições de serviço

3.2.1 Os equipamentos abrangidos por esta especificação deverão ser adequados para as seguintes condições de serviço:

- Altitude: não superior a 1000 metros acima do nível do mar;
- Clima: Tropical Quente e Úmido;
- Velocidade máxima de Vento: 30 km/h;
- Velocidade média do vento: 17,5 km/h;
- Temperatura ambiente máxima: 40° C;
- Temperatura ambiente média diária: 30° C;
- Umidade Relativa: de 30% até 100%;
- Nível de Poluição: não inferior ao nível III - atmosfera fortemente poluída;
- Radiação solar: 5,5 kWh/m²/dia;

3.2.2 Os equipamentos serão instalados em ambiente externo, expostos à ação direta dos raios solares e intempéries, o que favorece a formação de fungos e a aceleração da corrosão.

3.2.3 Os equipamentos deverão possuir sistema de pintura adequado para resistir a instalação próximo ao litoral, região com grau de salinidade elevado.

3.3 Intercambialidade

- 3.3.1 Os equipamentos do mesmo tipo e mesmas características eletromecânicas nominais deverão ser intercambiáveis física e eletricamente.
- 3.3.2 Os equipamentos serão projetados e construídos de modo a permitir a intercambialidade de suas partes com unidades similares.

3.4 Compatibilidade física com as estruturas existentes

- 3.4.1 Os equipamentos deverão possuir dimensões compatíveis para instalação nas baias das subestações pré-existentis, sem ônus adicionais a CESAN. São pontos de atenção:
 - a) Tipo de rodas e distanciamentos entre si adequados aos trilhos existentes.
 - b) Tipos de conectores das buchas dos enrolamentos primário e secundário adequados aos condutores utilizados.
 - c) Posição das buchas inclusive a disposição do neutro X0, que dependendo do caso deverá divergir do disposto na NBR-5356.
 - d) Posição dos radiadores.
 - e) Posição dos conectores de aterramento do tanque.
- 3.4.2 Os desenhos das estruturas existentes serão fornecidos pela **CESAN** ao **FORNECEDOR** para verificação dos dimensionais e adequação do projeto dos transformadores a serem fornecidos.
- 3.4.3 Será facultado ao **FORNECEDOR** realizar visita ao local as suas expensas. Neste caso deverá ser solicitada agendamento de visita com pelo menos 7 (sete) dias de antecedência em dia útil e entre 8:00h e 16:00h.

3.5 Características da Rede Pública de Distribuição

3.5.1 As características do sistema público de distribuição de energia elétrica onde os transformadores serão instalados são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Características do sistema.

	Subestação Planalto	Subestação Santa Maria
Tensão nominal de fornecimento (kV)	34,5	34,5
Curto-circuito trifásico simétrico (kA)	3,54	1,89
X/R	3,9	1,02
Curto-circuito trifásico assimétrico (kA)	7,25	2,08
Curto-circuito monofásico simétrico (kA)	2,21	1,29
X/R	4,89	1,61
Curto-circuito trifásico assimétrico (kA)	4,78	2,09

4 PROPOSTA TÉCNICA COMERCIAL E QUALIFICAÇÃO TÉCNICA DO PROPONENTE/LICITANTE

- 4.1.1 Toda documentação técnica a ser enviada pelo **PROponente** à CESAN, deverá ser através de meio magnético, em extensão que possa ser utilizada pelo AUTOCAD da AUTODESK, WORD / EXCEL da Microsoft, ACROBAT e em outra extensão, desde que aceita pela CESAN, sob consulta.
- 4.1.2 Os seguintes documentos (todos em português) deverão ser apresentados pelo **PROponente** junto à proposta técnica-comercial na fase de qualificação técnica do licitante, sob pena de desclassificação:
- a) Folha de Dados do transformador com as características garantidas pelo fabricante conforme indicado no **ANEXO IV - Folhas de Dados de Características Técnicas e de Desempenho Garantidas**, para cada item da **PLANILHA de PREÇOS** da **EDITAL DE LICITAÇÃO DA CESAN**;
 - b) Descrição técnica do equipamento e de suas características construtivas e operacionais que permita o confronto da proposta com a Especificação Técnica da **CESAN**;
 - c) Manual de operação e manutenção do transformador;
 - d) Manual de operação e manutenção de acessórios;
 - e) Desenho dimensional do transformador montado com todos os acessórios, contendo a perfeita identificação de todos os componentes, códigos e detalhes construtivos;
 - f) Especificação completa do sistema de pintura;
 - g) Livro de Dados (*Data-book*) de um mais transformadores com reuniam as características similares especificadas pela **CESAN** já construídos pelo fabricante, imerso em líquido isolante, mesma classe térmica, elevação de temperatura e método de refrigeração, níveis de suportabilidade de impulso atmosférico iguais ou superiores, potência nominal e classe de tensão iguais ou superior ao maior transformador solicitado na **PLANILHA de PREÇOS** do **EDITAL DE LICITAÇÃO da CESAN**, contendo a Folha de Dados do equipamento e os laudos dos seguintes os ensaios de rotina, tipo e especiais previstos nas partes aplicáveis da norma NBR-5356-1: Medição da relação de transformação; medição da impedância de curto-circuito e perdas em carga; medição de perdas em vazio e corrente de excitação; ensaio dielétrico de rotina (tensão aplicada e tensão induzida de curta duração); elevação de temperatura, ensaios dielétricos de tipo (Impulso atmosférico

onda plena e onda cortada), ensaio de suportabilidade a curto-circuito, determinação do nível de ruído audível.

Serão considerados apenas laudos de ensaios com no máximo 10 (dez) anos de realizados e emitidos por laboratórios nacionais ou internacionais de referência, tais como CEPEL, IEE-USP, LACTEC, LAT-EFEI ou por laboratórios do próprio fabricante do transformador desde que tenham sido testemunhados e aprovados por inspetores da **CESAN**.

As cópias dos laudos dos ensaios deverão ser autenticadas ou possuir sistema de certificação digital.

- h) Declaração de disponibilização de laboratório próprio do fabricante ou subcontratado pelo fabricante/proponente, atestando a capacidade técnica de pessoal, equipamento e instrumentos calibrados pela Rede Brasileira de Calibração de execução necessários a execução dos ensaios de rotina, tipo e especiais requeridos nesta especificação técnica e em conformidade as partes aplicáveis da NBR-5356, conforme modelo do **ANEXO I - Declaração de Disponibilidade de Laboratório**.
- i) Lista de desvios ou alternativas técnicas à Especificação Técnica da CESAN, se existirem, ressaltando os pontos em desacordo e devidas justificativas técnicas embasadas em normas técnicas da ABNT, IEC ou IEEE, ou relatório de testes e ensaios por laboratório idôneos que comprovem equivalência ou superioridade à Especificação Técnica da CESAN, conforme o modelo do **ANEXO II - Lista de Desvios**.
- j) Checklist de apresentação da Proposta Técnica preenchido, conforme o modelo **ANEXO III - Checklist de Apresentação da Proposta Técnica Comercial**.

- 4.1.3 A **CESAN** avaliará se na lista de divergências ou alternativas técnicas apresentadas pelo fabricante existe algum item impeditivo ou prejudicial à operação ou a manutenção dos transformadores na **CESAN**. Desde que haja comprovada equivalência ou vantagem técnica para a administração pública, a **CESAN** a seu exclusivo critério, poderá aprovar ou reprovar o fornecimento com as divergências listadas.
- 4.1.4 Fica entendido que todas as características do equipamento a ser fornecido, não relacionado na lista de divergências, deverão estar de acordo com os requisitos desta Especificação.
- 4.1.5 Quaisquer inconformidades identificadas pela **CESAN** ou esclarecimentos adicionais que se fizerem necessários à análise técnica serão comunicadas ao proponente que deverá responder ou ratificar a proposta técnica sem alteração do preço dentro do prazo de 3 (três) dias úteis, sob pena de desclassificação.
- 4.1.6 A **CESAN**, a seu critério, a partir da data de apresentação da proposta pelo proponente, poderá realizar visita técnica de avaliação e confrontar os dados apresentados pelo proponente. Caso identifique alguma característica incompatível ou em desacordo com o apresentado, a empresa será desclassificada.

5 DOCUMENTO PARA APROVAÇÃO DA FABRICAÇÃO

5.1 Desenhos e Documentos

5.1.1 Após o recebimento do **PEDIDO DE COMPRA** da **CESAN**, o **FORNECEDOR** deverá enviar no prazo de até 60 (sessenta) dias os seguintes desenhos e documentos do projeto do transformador, para aprovação da fabricação, de acordo com o 4.1.1 desta especificação técnica, a saber:

- a) Folha de Dados do transformador com as características asseguradas pelo fabricante conforme indicado no **ANEXO IV - Folhas de Dados de Características Técnicas e de Desempenho Garantidas**;
- b) Desenhos dimensionais do equipamento, indicando a localização de todos os acessórios, sendo que o mesmo deverá conter no mínimo as seguintes informações: massas em Kg (parte ativa, tanque e acessórios, óleo e total), dimensões do equipamento montado e dimensões para transporte, altura livre necessária para remover as buchas e o núcleo, detalhes dos olhais de suspensão do equipamento, sua tampa, e dos dispositivos para suspensão do núcleo e das bobinas e dos olhais para arraste do equipamento, assim como das rodas para movimentação;
- c) Desenhos de contorno das buchas, incluindo a localização dos transformadores de corrente, tipo, tensões de ensaio dielétrico, distâncias de escoamento e corrente nominal e do tipo do pino externo;
- d) Desenho detalhado dos conectores externos;
- e) Desenho da caixa e circuitos de controle, comando e proteção;
- f) Desenhos com informações (dimensionais, massas, etc) de todos os acessórios do equipamento, inclusive dos radiadores;
- g) Desenho da Placa de identificação;
- h) Manual de instruções relativo à operação e a todas as fases de fabricação, instalação e manutenção dos equipamentos e seus componentes, inclusive aqueles não produzidos pelo fabricante do equipamento e contendo um item reservado para colocação de fotografias das várias fases de fabricação do equipamento;
- i) PIT - Plano de inspeção e testes;
- j) Cronograma de fabricação do equipamento, com todas as etapas do fornecimento, inclusive os ensaios;

- k) Processo de pintura;
- l) Lista de todos os desenhos;
- m) Desenhos não relacionados acima, mas julgados pela **FABRICANTE** como necessários à instalação, operação ou manutenção.
- n) Os prazos gastos na submissão e aprovação dos documentos entendem-se como incluídos no prazo de fornecimento declarado no **PEDIDO DE COMPRA**. A **CESAN** terá 10 (dez) dias úteis para devolver os documentos com “APROVADO”, “APROVADO COM COMENTÁRIO”, “NÃO APROVADO”, sendo que no caso de não aprovação por problemas de responsabilidade do **FORNECEDOR** ou **FABRICANTE**, o prazo adicional decorrido para aprovação ou aprovação com comentário previsto originalmente para fornecimento não será adicionado.

- 5.1.2 Todos os documentos e desenhos deverão trazer o nome do equipamento, o **PEDIDO DE COMPRA** e o **CÓDIGO DO MATERIAL** da **CESAN**, na qual foi requisitado, contendo inclusive uma lista de desenhos e documentos emitidos e serem sempre enviados através de um Guia de Remessa de Documentos (GRD).
- 5.1.3 Os documentos deverão ser enviados para o e-mail engenharia@cesan.com.br, no assunto deverá ser indicado o número da licitação.

5.2 Relatórios de Ensaios e Registradores de Impacto

- 5.2.1 Após realização dos ensaios de fábrica (rotina e tipo) previstos no Item 9 e antes do embarque dos transformadores, o FORNECEDOR deverá providenciar o envio cópias dos ensaios testemunhados pelos inspetores da CESAN.
- 5.2.2 Antes do embarque do equipamento deverão ser fixados os registradores de impacto nos transformadores. O FORNECEDOR deverá providenciar o envio de um relatório fotográfico mostrando os registradores fixados e a relação de números de series dos registradores fixados em cada transformador.
- 5.2.3 Também deverá ser enviada junto ao equipamento uma cópia impressa e em meio magnético do manual e relatórios dos ensaios realizados.

5.3 Extensões do fornecimento

- 5.3.1 Cada equipamento deverá ser fornecido com todos os componentes e ligações internas, necessárias à pronta operação, de acordo com os requisitos desta especificação, incluindo, mas não se limitando, os itens a seguir:
- a) Parte ativa: enrolamentos e núcleo;
 - b) Tanque e tampa;
 - c) Comutador de derivações sem tensão, instalados no enrolamento primário de alta tensão;
 - d) Radiadores destacáveis;
 - e) Óleo isolante;
 - f) Buchas de porcelana para alta tensão;
 - g) Buchas de porcelana para baixa tensão e neutro;
 - h) Transformadores de corrente do tipo bucha para imagem térmica;
 - i) Ensaios de fábrica testemunhados por inspetores da **CESAN** e os não testemunhados;
 - j) Ensaios de recebimento executados nos locais de entrega indicados pela **CESAN**;

- k) Documentação Técnica e Manuais de Instruções;
- l) Embalagem, transporte e descarga nos locais indicados pela **CESAN**;
- m) Fornecimento e fixação dos registradores nos transformadores, desde o carregamento de fábrica até o descarregamento nos locais indicados pela **CESAN**;
- n) Acessórios: Terminais de alta tensão, de baixa tensão e neutro; indicador externo de nível de óleo; dispositivo para alívio de pressão; relé detector de gás tipo buchholz; caixa de ligação dos componentes auxiliares; conservador de óleo do transformador, com bolsa de borracha e detector de ruptura; meios para suspensão da parte ativa do transformador completamente montado, das tampas, do conservador de óleo e dos radiadores rodas; apoios para macacos; janelas para inspeção na tampa principal e no conservador de óleo; respirador com secador de ar livre de manutenção; núcleo e ferragens de atracação do núcleo; Monitor digital de temperatura do óleo e do enrolamento; Válvulas diversas; Conexões para o enchimento de nitrogênio; Placas de identificação do transformador; Provisão para instalação de termômetro para óleo; Terminais e conectores de aterramento do tanque; suporte para para-raios no lado de alta tensão (H); Previsão para ventilação forçada; Caixas de terminais e controle com placa diagramática da fiação dos equipamentos auxiliares.

5.4 Trabalho Executado Antes da Aprovação da Documentação

- 5.4.1 Qualquer trabalho executado antes da aprovação dos documentos correrá por conta e risco do **FORNECEDOR**. A **CESAN** tem o direito de solicitar quaisquer detalhes adicionais e de exigir, do fornecedor, que faça quaisquer alterações no projeto que sejam necessárias ao cumprimento das disposições e do objetivo do Edital, sem custo adicional para a **CESAN**.

6 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

6.1.1 O equipamento deverá ser trifásico, com enrolamentos imersos em óleo isolante, com resfriamento natural (ONAN), provido de comutador de derivação de tensão externo sem tensão do enrolamento primário (H), previsto para montagem ao tempo, com as características específicas descritas nas especificações complementares, conforme item 3.2.

6.2 Capacidade de Resistir a Curtos-circuitos

6.2.1 Os transformadores devem suportar os efeitos mecânicos e térmicos de sobrecorrentes causadas por curto-circuito nos terminais externos de qualquer um de seus enrolamentos, limitados ao valor de 25 vezes a corrente nominal, conforme requerido na ABNT-NBR 5356-1 e ABNT-NBR 5356-5.

6.2.2 Será exigida comprovação da capacidade dos transformadores resistirem a curtos-circuitos por meio de cálculos e considerações de projeto, sendo necessário comparação com ensaios executados em transformadores similares conforme critérios constantes no ANEXO B da NBR-5356-5.

6.2.3 A ligação de neutro deverá ser capaz de suportar as correntes de curto-circuito que eventualmente sejam causadas por um curto-circuito entre qualquer um dos terminais secundários e neutro ou entre qualquer um dos terminais secundários e terra.

6.3 Níveis de Isolamento

6.3.1 Os transformadores deverão ser projetados para atender aos níveis de isolamento indicados na Tabela 2.

6.3.2 Os terminais de neutro deverão ser projetados para os mesmos níveis de isolação requerido das fases.

Tabela 2 - Níveis de isolamento dos transformadores.

Tensão nominal do enrolamento kV (eficaz)	≤1,2	2,4	4,16	34,5
Tensão máxima do enrolamento kV (eficaz)	1,2	7,2	7,2	36,2
Espaçamentos externos mínimos fase-fase e fase-terra no ar (mm)	65	165	165	330

Tensão Suportável a frequência industrial ou tensão induzida de curta duração kV (eficaz)	10	20	20	70
Tensão Suportável Nominal de Impulso Atmosférico Pleno Crista KV (eficaz)	30	60	60	200
Tensão Suportável Nominal de Impulso Atmosférico Onda Cortada KV (eficaz)	33	66	66	220

6.4 Relações de Tensões e Derivações do Enrolamento Primário (H)

- 6.4.1 Os enrolamentos de alta tensão dos transformadores deverão possuir 5 (cinco) derivações, 34,5kV $\pm 2 \times 2,5\%$, sendo a derivação principal a central, correspondente a tensão nominal de fornecimento do sistema de 34,5kV.
- 6.4.2 Todas as derivações deverão ser previstas para operar continuamente à potência nominal máxima do transformador e a mudança de derivações deverá ser feita através de comutador de tensão externo sem tensão.
- 6.4.3 O desvio máximo das relações de tensão, verificado nos ensaios de rotina com relação aos valores garantidos em qualquer derivação, deverá ser inferior a 0,5%.

6.5 Classe Térmica e elevações máximas de temperatura

- 6.5.1 A isolamento dos enrolamentos deverá ser em papel termoestabilizado, no mínimo, de classe térmica 120 (E), referenciada a Tabela 1 da Norma NBR IEC 60085.
- 6.5.2 O fornecedor deve comprovar a utilização de papel termoestabilizado na fabricação do transformador, apresentando no momento da inspeção o certificado do fornecedor do material.
- 6.5.3 O equipamento deverá ser capaz de fornecer continuamente as potências nominais respeitando os seguintes limites de temperatura:
- Elevação de temperatura média dos enrolamentos medidos pelo método de variação de resistência: 55°C;
 - Elevação de temperatura do ponto mais quente dos enrolamentos: 65°C;
 - Elevação de temperatura do óleo isolante medida próxima à parte superior do tanque: 55°C;

- Elevação de temperatura das partes metálicas em contato com a isolamento sólida ou adjacente a ela: 65 °C;

6.5.4 A elevação de temperatura será verificada por ensaio de tipo em pelo menos um equipamento de cada item do **PEDIDO de COMPRA**, selecionado aleatoriamente pelos inspetores da CESAN.

6.5.5 Caso a elevação de temperatura medida no transformador ensaiado seja maior que a elevação de temperatura especificada, a **CESAN** reserva-se ao direito de rejeitar todos os transformadores equivalentes do item do **PEDIDO de COMPRA**.

6.5.6 A temperatura de referência para determinação das perdas totais e impedância será de 75 °C.

6.6 Carregamento

6.6.1 Os transformadores devem ser projetados para operação contínua sob carga nominal de modo que a elevação de temperatura do topo do óleo e máxima do enrolamento não ultrapasse 55 °C e 65 °C, respectivamente.

6.6.2 Os acessórios tais como buchas, comutadores de derivação em vazio e em carga, TC's de bucha e outros, devem estar dimensionados para suportar as condições de carregamento previstas.

6.6.3 Deverá ser considerando ainda que os transformadores poderão alimentar cargas não lineares conforme descrito no Item 6.8.

6.6.4 Os transformadores com enrolamento secundário na tensão nominal maior do que 1kV poderão alimentar motores de indução trifásico acionados por partida direta.

6.6.5 Em condições normais os motores operam em regime contínuo, ocorrendo revezamentos diários entre as máquinas que são reservas entre períodos longos.

6.6.6 Em caso de desligamento súbitos por problemas na qualidade de energia ou operacionais com carregamento prévio do transformador em regime contínuo de 60%, poderão ocorrer até duas partidas de motores indicados na Tabela 3 em um intervalo de 10min.

Tabela 3 - Motores com partida direta.

	Planalto	Santa Maria
Potência do transformador (kVA)	1500	2500
Potência do motor (CV)	300	1250
Tensão nominal em 60Hz (kV)	2,4	4,16
Corrente nominal (A)	70	156
Ip/In	8	8
Tempo de partida (s)	8	8

6.7 Perdas, correntes de excitação e tensão de curto-circuito

6.7.1 Os transformadores deverão atender os valores de perdas, corrente de excitação e tensão de curto-circuito e impedância percentual informados na Tabela 4 - Perdas, corrente de excitação e tensão de curto-circuito percentual (impedância percentual).

Tabela 4 - Perdas, corrente de excitação e tensão de curto-circuito percentual (impedância percentual).

Potência nominal (kVA)	Tensão Primária (kV)	Tensão Secundária (kV)	Perdas em vazio (W)	Perdas totais (W)	Corrente de excitação (%)	Tensão de curto-circuito (%)
150	34,5	0,38	405	2145	2,8	4
500	34,5	0,44	1180	7430	1,5	5,5
750	34,5	0,44	1545	10265	1,5	6
1500	34,5	2,4	2460	17855	1,2	4,85
2500	34,5	4,16	3460	26860	1,2	4,85

- 6.7.2 As impedâncias de curto-circuito, na base de potência ONAN e tensão nominal, deverão ser corrigidas para a temperatura de referência de 75°C.
- 6.7.3 O desvio máximo da impedância de curto-circuito medida em relação à impedância requerida será de 7,5%.
- 6.7.4 O desvio máximo da diferença das impedâncias de quaisquer dois transformadores do mesmo projeto será de 7,5%, visando garantir a operação em paralelo.

6.8 Aplicação Especial - (Fator k para cargas não lineares)

- 6.8.1 Os transformadores com enrolamento secundário de tensão nominal superiores a 1kV poderão alimentar inversores de média tensão com topologia de tensão imposta com transformador defasador de 18 (dezoito) pulsos e células de baixa tensão. De acordo com manuais dos fabricantes a taxa de distorção harmônica total de corrente é de 3%.
- 6.8.2 Os transformadores com enrolamento secundário de tensão nominal igual ou inferior a 1kV poderão alimentar inversores de frequência com retificador não controlado de 6 (seis) pulsos com alta taxa de distorção harmônica de corrente, em média de 40%.
- 6.8.3 Quando especificado, o transformador deverá ser devidamente projetado com Fator k maior ou igual a 6, adequado para alimentação de cargas não lineares de corrente nominal eficaz com a distribuição harmônica apresentada na Tabela 5, sem nenhum fator de desclassificação da sua potência nominal ou prejuízo a sua vida útil.

Tabela 5 - Distribuição harmônica da corrente de carga.

h	1 ^a	5 ^a	7 ^a	11 ^a	13 ^a
I_h/I_1	1	0,4	0,2	0,10	0,8

Onde:

h - Ordem da harmônica;

I_1 - Corrente da componente fundamental;

I_h - Corrente da ordem da harmônica h.

6.9 Níveis de ruído audível na base ONAN:

Os níveis de ruído audível devem atender a NBR-5356, conforme indicado na

Tabela 6.

Tabela 6 - Níveis de Ruído Audível.

Potência do transformador (kVA)	Nível médio de ruído (dB)
150	56
500	56
750	58
1500	60
2500	62

6.10 Operação em Paralelo

6.10.1 Todos os equipamentos num mesmo item de um **PEDIDO DE COMPRA** deverão ser projetados para operarem em paralelo um com os outros. Quando o equipamento for projetado para operar em paralelo com outro equipamento já existente, a **CESAN** fornecerá as características deste último.

6.10.2 O Equipamento será considerado apto para operação em paralelo, desde que suas relações de espiras, tensões, reatâncias, resistências e ligações à terra sejam apropriadas para esta operação.

6.10.3 A impedância do equipamento deverá concordar com a dos equipamentos com os quais ele operará em paralelo, com uma diferença máxima de 7,5%. Essa tolerância se aplicará também, às derivações de tensão da mesma relação de espiras.

7 CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS

7.1 GERAL

7.1.1 Esta seção apresenta os requisitos mínimos de construção exigidos para os transformadores aqui especificados. Todos os materiais a serem aplicados ao equipamento deverão ser de alta qualidade e satisfazer todas as exigências de acabamento impostas por estas especificações.

7.1.2 Todos os cantos vivos do núcleo, da parte ativa, das peças e acessórios etc. deverão ser tais que produzam campos elétricos que favoreçam a não existência de descargas parciais, corona interno etc., e diminuam a possibilidade de ocorrência de acidentes durante os trabalhos de montagem e manutenção.

7.2 TANQUE

7.2.1 O tanque deverá ser fabricado em chapa de aço e deverá estar apto a suportar, sem deformações permanentes, uma pressão de até 25% acima da pressão normal de operação. Deverá resistir ao enchimento com óleo sob vácuo a uma pressão absoluta de 6773 Pa, sem deformação permanente. As chapas de aço devem estar de acordo com as normas **ABNT: NBR 6648, NBR 6650, NBR 11888 e NBR 11889**, quando aplicáveis, ou equivalentes aprovadas pela **CESAN**. Os proponentes devem indicar na proposta o tipo de aço que vai ser utilizado na fabricação do tanque.

7.2.2 A tampa do tanque do transformador deverá ser equipada com uma janela de inspeção para permitir fácil acesso às partes internas das buchas terminais, às partes superiores dos enrolamentos e ao mecanismo do comutador de derivações.

7.3 PARTE ATIVA

7.3.1 O núcleo deverá ser em chapa de aço silício de alta qualidade, de baixa perda por histerese e de alta permeabilidade magnética. Cada lâmina deverá ter um revestimento isolante à ação de óleo quente.

7.4 BUCHAS

7.4.1 As buchas deverão ser em uma única peça de porcelana marrom sem qualquer espécie de junta, vidrada, não absorventes de umidade, mesmo quando sua superfície for danificada ou lascada. Deverão atender as exigências das normas **NBR-5034, NBR-5435 e NBR-12460**.

7.4.2 As buchas dos enrolamentos de alta tensão e de baixa tensão deverão ser instaladas no topo do tanque do transformador, caso não seja solicitado o contrário.

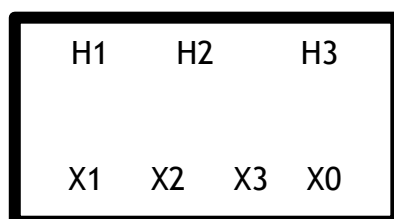
- 7.4.3 Cada uma das buchas deverá ser dimensionada e instalada, de tal forma, que possibilite a conexão física direta de barramento em tubos em seu terminal. Esta conexão será externa às buchas, porém, as mesmas (buchas) deverão garantir as distâncias elétricas de isolamento no ar, e, garantir a total suportabilidade aos esforços físicos, térmicos e dinâmicos gerados pelo barramento em seu terminal aéreo.
- 7.4.4 As buchas deverão ser do tipo aparafusadas, engaxetadas com material resistente ao ataque do líquido isolante ou seus vapores.
- 7.4.5 As buchas de classe de tensão 1 igual ou superior a 15kV devem ser adequadas para o Grau de Poluição III, com distância de escoamento mínima de 25 mm/kV, conforme descrito na **ABNT IEC/TR 60815**.
- 7.4.6 Para determinação da distância de escoamento deverá ser considerada a tensão nominal máxima entre fases do equipamento.
- 7.4.7 O sistema de fixação das buchas à tampa do tanque do transformador deverá ser externo.
- 7.4.8 Os terminais das buchas dos enrolamentos deverão ser do acordo com os tipos indicados no Quadro 1.

Quadro 1 - Terminais para buchas dos transformadores.

Tensão Nominal do Enrolamento	Tipo de terminal
34,2kV	Terminal pino roscado com conector grampo com olhal com diâmetro de 15mm para condutores de cobre nú de secção nominal de 70-95mm ² e encordoamento classe 2.
4,16kV	Terminal pino roscado com conector tipo grampo com olhal com diâmetro de 22mm, para conexão de tubo com diâmetro de ½". O conector deverá permitir o ajuste do ângulo de entrada do tubo.
2,14kV	
≤ 1kV	Terminal tipo bandeira padrão NEMA com 4 furos

- 7.4.9 A disposição das buchas dos enrolamentos secundários dos transformadores será uma exceção ao disposto na NBR-5356. Olhando do lado das buchas do enrolamento secundário (X), a disposição das buchas deverá obedecer a seguinte sequência X1, X2, X3 e X0, conforme Figura 1.

Figura 1 - Posição das Buchas.



7.5 Transformador de Corrente do Tipo Bucha para Imagem Térmica

- 7.5.1 Deve ser previsto transformador de corrente destinado à alimentação dos dispositivos de imagem térmica dos enrolamentos, proteção ANSI 49.
- 7.5.2 A corrente nominal primária deve ser dimensionada pela maior corrente circulante no enrolamento com potência máxima.
- 7.5.3 Os transformadores de corrente tipo bucha, a serem alojados nos transformadores de potência, deverão seguir os requisitos da norma NBR-6856.
- 7.5.4 A instalação dos transformadores de corrente nas buchas deverá ser feita de maneira a permitir sua remoção, sem que se torne necessário a retirada da tampa do tanque.
- 7.5.5 A polaridade e códigos relativos aos terminais dos TC's deverão ser claramente indicadas por marcação permanente.
- 7.5.6 O secundário do TC tipo bucha deverá ser levado através de cabos alojados em eletrodutos, a caixas de conexões próprias, à prova de tempo e pó, localizada próxima à respectiva bucha. Nestas caixas, as conexões deverão ser do tipo que permitam a fácil desconexão, sem prejuízo das características de contato. Conexões soldadas e do tipo pressão por mola não serão aceitas.
- 7.5.7 Nas caixas de conexões, os secundários e as derivações dos transformadores de corrente deverão ser ligados, ainda por meio de cabos alojados em eletrodutos, a blocos terminais do tipo olhal, localizados na caixa de terminais.

7.6 Comutador de Derivações Externo Sem Tensão

- 7.6.1 O transformador deverá ser fornecido com comutador externo das derivações do enrolamento primário, com indicação de posição e meios adequados para travá-lo em qualquer posição com cadeado.
- 7.6.2 O seu mecanismo deverá ser do tipo que torne impossível deixar um enrolamento aberto ou curto-circuitado.
- 7.6.3 Próximo ao comutador deverá ser gravado os dizeres “OPERAR SEM TENSÃO”.

7.7 Radiadores

- 7.7.1 Os radiadores deverão ser fabricados com chapas conforme as normas **ABNT: NBR 5396, NBR 5906 e NBR 5915-2**, e os respectivos ensaios conforme **ABNT NBR 5356**, galvanizados a FOGO.

- 7.7.2 Cada radiador será provido de bujões no fundo e no topo, para drenagem de óleo e purgação de água, respectivamente. Também deverão ter a identificação numérica (número de série) do transformador ao qual será instalado.
- 7.7.3 Os radiadores deverão suportar, sem deformação permanente, os esforços decorrentes do enchimento do óleo a pleno vácuo, bem como uma pressão interna 25% superior à normal.
- 7.7.4 Os espaçamentos entre os radiadores deverão ser suficientemente amplos, para permitir a pintura e a limpeza deles e do tanque. Os radiadores deverão ser projetados de modo a evitar acúmulo de água nas superfícies externas, permitir livre circulação de óleo e evitar a formação de bolsas de gás durante o enchimento do tanque.
- 7.7.5 A fim de permitir o içamento dos radiadores, um olhal de suspensão deverá ser previsto nas suas partes superiores.

7.8 Tanque de expansão de óleo

- 7.8.1 O transformador deverá ser fornecido com tanque de expansão óleo. O sistema de conservação do óleo contra umidade presente no ar atmosférico e que entra no tanque de expansão deverá ser por meio de bolsa de borracha nitrílica quimicamente resistente ao óleo. Na parte mais baixa deverá ser prevista uma cova com válvula de drenagem.
- 7.8.2 O tanque de expansão deverá ter a forma cilíndrica conservador tampa lateral removível para limpeza da parte interna. deverá ser de construção robusta, com volume suficiente para permitir a operação do transformador sob temperatura ambiente.
- 7.8.3 O tanque de expansão deverá ser equipado com pelo menos os seguintes acessórios:
- a) Duas válvulas de ligação para filtro-prensa, localizadas em lados opostos do conservador, sendo uma na parte superior e outra na parte inferior;
 - b) Dois poços coletores, localizados nas extremidades inferiores do conservador equipados com válvulas de drenagem e filtros-prensa.
 - c) Respirador a prova de tempo, com proteção por tela de metal não corrosível. O respirador deverá ser preenchido de "sílica-gel" da cor laranja;
 - d) Válvula para enchimento de óleo do conservador, na parte superior deste;
 - e) Tampa lateral;
 - f) Indicador magnético de nível de óleo;
 - g) Olhais de suspensão;
 - h) Bolsa de borracha nitrílica;

- i) Sensor e relé para indicador de ruptura da membrana de borracha nitrílica para separação do óleo ar do conservador, com contatos auxiliares para sinalização remota.

7.8.4 A ligação entre o conservador e o tanque principal será feita através de um relé Buchholz. Para isto, cada uma das extremidades do referido relé será fixada à tubulação proveniente do conservador, ou do tanque principal, por meio de um conjunto formado por duas válvulas esfera e flanges, de modo que seja possível a remoção do relé de para testes, sem a necessidade de remover o óleo do conservador.

7.8.5 A ligação tubular deverá ser disposta de forma a impedir a penetração de água e outros resíduos provenientes do conservador, no tanque principal. O arranjo deverá permitir a retirada do conservador.

7.9 Meio isolante

7.9.1 Será fornecido um volume de óleo suficiente para o primeiro enchimento do transformador. O óleo estará de acordo com os requisitos da norma NBR 5356, anexo B, tabela 1, e será livre de ácidos inorgânicos, álcalis, composto corrosivo de enxofre, inibidor e aditivos de qualquer espécie, ou seja, um óleo mineral naftênico (tipo “A”).

8 ACESSÓRIOS DIVERSOS

8.1 Indicador magnético do nível de óleo

- 8.1.1 Os indicadores externos de nível de óleo deverão ser do tipo magnético, com contatos de alarme para níveis mínimo e máximo de óleo, sendo marcado na face dos indicadores o nível relativo a 25 °C. Esses indicadores deverão ser próprios para operação com bolsa de borracha.
- 8.1.2 Os indicadores deverão possuir dispositivo para teste de nível mínimo e máximo sem necessidade de remoção da tampa frontal.
- 8.1.3 Deverão ser fornecidos 02 (dois) indicadores, sendo um para o óleo do conservador do transformador e outro para o nível de óleo do tanque do transformador.
- 8.1.4 Os indicadores têm mostradores com indicação dos níveis máximo, mínimo e o relativo a 25°C. Tem 02 (dois) contatos não aterrados para nível máximo e nível mínimo. A capacidade dos contatos deverá atender a norma **NBR 16367-5**. A caixa de ligação deverá **ser fornecida com proteção contra intempéries (entrada de umidade), com grau de proteção mínimo de IP65**.
- 8.1.5 Os indicadores deverão possuir conformidade com a norma NBR16367-5.

8.2 Relé tipo Buchholz

- 8.2.1 Deve ser instalado entre o tanque principal e o conservador, e possuir válvulas para reter o óleo antes e após o relé.
- 8.2.2 Deve ser equipado com dois contatos normalmente abertos e independentes, sendo o primeiro operado para alarme de acúmulo de gases, o segundo para desligamento por alto fluxo de óleo (variação súbita de pressão).
- 8.2.3 A capacidade dos contatos deverá atender é conforme norma **NBR 16367-7**. A caixa dos terminais do relé Buchholz **deve ser fornecida com proteção contra intempéries (entrada de umidade)**.
- 8.2.4 O relé possui no topo de sua tampa uma válvula tipo esfera com rosca macho destinado a desaeração do ar existente no interior do relé quando de sua montagem e para coleta e análise dos eventuais gases existentes.
- 8.2.5 Na lateral do relé, deverá existir um visor fabricado em vidro temperado com escala graduada em cm³ que permita a visualização da quantidade do gás acumulado em sua câmara.

8.2.6 O relé deverá contar com botão manual de teste para verificação do funcionamento dos contatos de alarme e desligamentos.

8.2.7 O relé deverá atender os requisitos mínimos da norma NBR 16367-7.

8.3 Válvula de alívio de pressão

8.3.1 Deverá ser do tipo mola, instalada no tanque principal, em posição tal que impeça a queda do óleo sobre o transformador ou sobre acessórios que possam exigir a ação do operador.

8.3.2 Deverá ser incluída canalização do óleo até o nível da base do transformador.

8.3.3 Deverá possuir dois grupos de contatos reversíveis.

8.3.4 Deverá ser fornecida com proteção contra intempéries (entrada de umidade).

8.3.5 A válvula deverá atender a norma NBR 16367-2.

8.4 Secador de ar a sílica-gel

8.4.1 Deverá ser fornecido 01 (um) secador de ar para o conservador de óleo fabricado em material metálico, com capacidade mínima de 1 (um) quilograma de sílica gel.

8.4.2 O secador deverá ser fornecido completo com a sílica gel da cor laranja, livre de cobalto. O secador deverá possuir na parte inferior recipiente para enchimento de óleo para prover a retenção de material particulado no ar atmosférico.

8.4.3 Deverão existir duas válvulas na tubulação de saída do respirador do conservador de óleo do transformador, uma para ligação do sistema de selagem e outra para instalação do secador de ar do transformador, que também deve ser fornecido.

8.4.4 O secador deverá ser instalado numa posição que permita a substituição fácil e segura da sílica pelo mantenedor em pé ao nível do solo. A distância mínima entre o secador dos terminais energizados deverá ser de no mínimo superior a 50% da distância que delimita a “Zona Livre” conforme disposto na Norma Regulamentadora N° 10.

8.4.5 A secador de ar deverá atender a norma NBR 16367-1.

8.5 Monitor digital de temperatura do óleo e dos enrolamentos

- 8.5.1 O transformador deverá ser equipado com um monitor digital monitoração e proteção térmica do transformador.
- 8.5.2 O princípio de funcionamento deverá ser baseado na medição de temperatura do topo do óleo, efetuada por meio de termorresistências (RTD) do tipo PT-100 a três fios ou quatro fios. A temperatura dos enrolamentos deverá ser determinada por meio de cálculos baseados em modelos matemáticos do comportamento térmico dos enrolamentos, para isso, o monitor também deve receber informações da corrente de carga do transformador através dos TC de bucha especificados para esta finalidade.
- 8.5.3 O TC de bucha para imagem térmica deverá ser instalado com o secundário curto-circuitado e a corrente deste deverá ser lida por um dispositivo do tipo janela seccionável. Não será aceito processos de imagem térmica baseado em resistência de aquecimento.
- 8.5.4 O monitor digital de temperatura deverá ser instalado no painel de equipamentos auxiliares do transformador e possuir no mínimo os seguintes requisitos:
- a) Indicação local das temperaturas do óleo e enrolamentos por imagem térmica;
 - b) Alarmes pelas temperaturas do óleo e enrolamentos;
 - c) Desligamento pelas temperaturas do óleo e enrolamentos;
 - d) Provisão para comando do sistema de resfriamento em dois estágios e reversão automática entre os estágios;
 - e) Duas termorresistências de platina com $100\ \Omega$ a 0°C (PT-100), conforme NBR 13773 classe de tolerância B. A termorressistência deverá possuir invólucro do tipo em cabeçote metálico com haste em inox para instalação em poço termométrico no transformador;
 - f) Temporização das funções de desligamento;
 - g) Saída de 4 a 20 mA em corrente contínua 24V para indicação remota das temperaturas do óleo e enrolamentos
 - h) Proteção contra surtos, indução eletromagnéticas, ruídos elétricos de alta intensidade e poeira;
 - i) Dotado de 2 (dois) contatos independentes para a temperatura do óleo, sendo um para alarme e um para desligamento;
 - j) Dotado de 2 (dois) contatos independentes para a temperatura do enrolamento, sendo um para alarme e um para desligamento;

- k) O relé deverá reter em memória não volátil as temperaturas máximas atingidas no óleo e no enrolamento;
- l) Entrada de corrente para imagem térmica para um TC de bucha, próprio para esse fim, que deverá ser instalado na bucha X2;
- m) Comunicação Modbus-RTU e DNP 3.0, meio físico RS-485;
- n) Comunicação Modbus TCP/IP, meio físico ethernet dual 10/100Mbps;
- o) Capaz de operar em ambientes com temperatura de 0°C a 55°C;
- p) Tensão de alimentação universal 24V a 230V CA ou CC;
- q) Proteção contra surtos, induções eletromagnéticas, ruídos elétricos de alta intensidade e poeira;
- r) A programação do relé e alarmes deverá ser gravada em memória retentiva devendo ser mantida na falta de alimentação auxiliar;
- s) O monitor deverá possuir conformidade com a norma NBR 16367-4.

8.6 Válvulas para enchimento e retirada de óleo

8.6.1 Devem ser previstas válvulas conforme abaixo:

- a) Uma de 1½” (uma e meia polegadas) de diâmetro, sendo na lateral do tanque principal, próximo ao topo, provida de um defletor para evitar fluxo de óleo sobre os enrolamentos.
- b) Uma de 1½” (uma e meia polegadas) de diâmetro, na face oposta, posicionada a 15 cm do fundo do tanque, provida de bujão para retirada de amostra de óleo, com redução para ½” (meia polegada) de diâmetro.
- c) O conservador deve ser provido de válvula de 1½” (uma e meia polegada) de diâmetro.

8.6.2 Todas as válvulas devem ser do tipo esférica, corpo em bronze e esfera em aço inox, com exceção das válvulas dos radiadores que devem ser do tipo borboleta.

8.6.3 As válvulas deverão atender a norma NBR 16397-6.

8.7 Relé de bloqueio

8.7.1 No painel local de controle e proteção caixa de ligação dos terminais dos acessórios deverá ser instalado relé de bloqueio (ANSI 86) para os contatos de desligamentos dos demais relés que não sejam retentivos como Relé de Buchholz.

8.8 Sensor e relé de ruptura e membrana/bolsa

8.8.1 O transformador deverá ser equipado com relé e sensor óptico no conservador capaz de detectar a ruptura da membrana ou bolsa de borracha usada em sistemas de preservação de óleo.

8.8.2 O relé deverá possuir entrada de tensão auxiliar universal em corrente alternada 60Hz ou contínua na faixa de 110 a 230 V em 60Hz.

8.8.3 O relé deverá possuir um contato seco reversível e leds de sinalização de que o monitoramento está ativo e da ruptura da membrana/bolsa, caso ocorra. A capacidade dos contatos deverá equivalente e outros relés e dispositivos da NBR 16397.

8.9 Meios de locomoção

8.9.1 A base do transformador deve ser provida de 04 (quatro) rodas de flanges largos para movimento em duas direções ortogonais.

8.9.2 A base deve ainda ser provida de 04 (quatro) sapatas para possibilitar o levantamento do transformador por meio de macacos hidráulicos, com altura mínima de 300 mm da base de apoio.

8.9.3 Devem ser previstos ganchos para a suspensão do transformador completo, e olhal para tração nas quatro faces.

8.9.4 As dimensões dos trilhos das subestações existentes são indicadas na Tabela 7.

Tabela 7 - Dimensões e tipo de trilhos existentes.

Potência do transformador (kVA)	Subestação	Tipo de trilhos	Distância entre os centros dos trilhos (mm)
150	Santa Maria	Perfil de aço em "U" 3"x1.5/8"x1/4"	600
500	Planalto	Perfil de aço em "U" 3"x1.1/2"x6,55mm	700
750	Santa Maria	Perfil de aço em "U" 4"x1.5/8"x1/4"	615
1500	Planalto	Perfil de aço em "U" 4"x1.5/8"x6,27mm	900
2500	Santa Maria	Perfil de aço em "U" 4"x1.5/8"x1/4"	990

8.10 Meios de aterramento

8.10.1 Para fins de aterramento, devem ser soldados à base do transformador, duas placas de aço inoxidável ou liga de cobre estanhado, de faces planas e lisas.

8.10.2 As duas placas devem ser acompanhadas de conectores de aterramento tipo prensa chapa-cabo para cabos de cobre de 50 mm² até 120 mm².

8.11 Painel local de monitoramento e proteção

8.11.1 O transformador deve ser provido de um ou mais painéis para instalação de monitores digitais e terminais dos relés e acessórios, à prova de tempo e de poluição salina e de poluição industrial e provido de todos os recursos (chapéus, chapas duplas internas, anteparos, etc) para suportar as características ambientais informadas no item 3.2, devendo ser de alumínio ou aço inox, com tratamento anti-corrosão para as demais partes e peças dos painéis. A chapa do painel deve ter a espessura mínima de 2 mm.

8.11.2 O grau de proteção do invólucro deve ser no mínimo IP-55 (**ABNT NBR IEC 60529**). O lado inferior do painel deverá possuir flange removível para fins de furação no campo.

8.11.3 Todos os cabos de controle, proteção, alimentação de força e sinalização devem ser levados ao painel de controle através de eletrodutos rígidos de aço zincado por imersão à quente, conforme norma **NBR 6323**. Eletrodutos flexíveis são admitidos apenas em pontos de transição da tubulação.

8.11.4 Toda fiação utilizada deve ser composta por cabos de controle flexíveis de cobre flexível, isolamento para 1kV, do tipo chama não propagante (**NBR 7289** ou **NBR 7290**), identificados por anilhas plásticas. As cores e as bitolas mínimas dos condutores são conforme abaixo:

8.11.5 As interligações são sempre feitas entre os bornes de cada equipamento ou entre os bornes do equipamento e a régua de bornes terminais, não sendo admitidas derivações ou emendas. Devem ser utilizados nos condutores terminais de pressão pré-isolados, do tipo olhal.

8.11.6 As fiações dos secundários dos TC's, dos contatos auxiliares dos dispositivos de proteção do transformador e todos os pontos para interconexão externa, são levadas as régua de bornes terminais. Deve ser prevista uma régua de terminais com um ponto para aterramento dos terminais secundários dos TC's.

8.11.7 Os bornes terminais da fiação dos secundários dos TC's devem ser dotados de ponte de curto-circuito e conexão de pino banana para ligação do amperímetro de aferição em série, estando os mesmos em operação.

- 8.11.8 Os bornes terminais devem ser adequados para permitir desfazer e refazer conexões sem que sejam perdidas as características de pressão e contato. São do tipo “parafuso passante”, próprios, para ligação de condutores com terminais tipo “olhal”, com capacidade para 30 A ou 4,0 mm² (fiação dos secundários dos TC’s), e 20 A ou 2,5 mm² (demais circuitos). Os parafusos e arruelas dos bornes devem ser de materiais não ferrosos, e estanhados.
- 8.11.9 Devem ser previstos bornes terminais de modo a permitir um futuro funcionamento em paralelo. A régua de bornes deve possuir um mínimo de 20% de bornes reserva.
- 8.11.10 O painel deverá ser equipado com resistências de aquecimento controladas por termostato, lâmpada interna controlada pela abertura e fechamento da porta, alimentada por circuitos auxiliares de 220 V. Deverá ser prevista uma tomada de serviço de 10 A.
- 8.11.11 Todos os dispositivos instalados no painel devem ser identificados por etiquetas de material resistente, com os mesmos códigos com que são designados nos esquemas funcionais.
- 8.11.12 As chaves de comando, chaves comutadoras e sinaleiros devem possuir ainda plaquetas de acrílico com identificação de função.
- 8.11.13 O painel deve ser aterrado ao tanque do transformador através de cordoalha flexível de cobre estanhado. A porta deve ser aterrada ao corpo do painel através de cordoalha flexível de cobre estanhado. As portas de acesso deverão possuir porta documentos, limitador de abertura e dispositivo trava na posição de abertura máxima.

8.12 Placa de identificação

- 8.12.1 Os transformadores deverão ser providos de uma placa de identificação em aço inoxidável, com espessura mínima de 1,0mm, à prova de tempo, em posição visível.
- 8.12.2 A placa de identificação deverá conter, indelevelmente marcadas no mínimo as seguintes informações:
- a) A palavra "Transformador de Potência";
 - b) Nome do Fabricante e local de fabricação;
 - c) Número de série de fabricação;
 - d) Ano de fabricação;
 - e) Designação e data da Norma seguida pelo Fabricante;
 - f) Modelo (segundo o Fabricante);

- g) Número de fases;
- h) Designação do método de resfriamento;
- i) Potências com circulação natural de óleo e ar, em kVA;
- j) Diagrama de ligações contendo todas as tensões nominais e de derivação e respectivas correntes, transformadores de corrente em cada bucha, com indicação das respectivas polaridades;
- k) Frequência nominal;
- l) Limite de elevação de temperatura dos enrolamentos;
- m) Diagrama fasorial;
- n) Impedância de curto-circuito, em percentagem;
- o) Indicação em forma de tabela, da classe de exatidão e da corrente nominal dos transformadores de corrente, bem como as respectivas ligações dos seus terminais secundários;
- p) Impedância de sequência zero;
- q) Tipo de óleo e volume necessário, em litros;
- r) Níveis de isolamento;
- s) Correntes de curto-circuito máximas admissíveis, simétrica e assimétrica, e duração máxima admissível da corrente, em segundo;
- t) Massa total aproximada, em quilogramas;
- u) Fator K (IEEE C57.110);
- v) Número do Manual de Instruções (segundo Fabricante).

8.12.3 A impedância de curto-circuito deverá ser indicada para a derivação principal e nas outras derivações referidas à temperatura de 75°C. Deverão ser indicadas, para cada impedância de curto-circuito, as respectivas tensões nominais ou de derivação, a potência de referência e a frequência de referência.

8.12.4 A placa de identificação deverá conter, além da indicação da massa total, o seguinte:

- a) Massa da parte ativa, em quilogramas;
- b) Massa do tanque e acessórios, em quilogramas;
- c) Massa de óleo, em quilogramas.

8.12.5 O diagrama de ligações deverá ser constituído de um esquema dos enrolamentos, mostrando as ligações permanentes, bem como todas as derivações e terminais, com os números e letras indicativas.

8.12.6 Deverá conter também, uma tabela, mostrando, separadamente, as ligações dos diversos enrolamentos, com a disposição e identificação de todas as buchas, bem como as ligações no painel ou a posição do comutador para a tensão nominal e as tensões de derivação.

8.12.7 Os níveis de isolamento dos enrolamentos e do terminal de neutro deverão ser indicados conforme segue:

- a) Níveis de Isolamento;
- b) Tensões Suportáveis AT alta tensão e BT baixa tensão;
- c) Frequência industrial (kV eficaz);
- d) Impulso atmosférico (kV crista).

8.13 PROTEÇÃO INTRÍNSECA

8.13.1 As proteções intrínsecas dos transformadores são as seguintes:

- Função para detecção de faltas internas que ocasionem formação de gás (ANSI 63) ou aumento da pressão interna (ANSI 20);
- Função de sobre temperatura do óleo (ANSI 26) com dois níveis de atuação (alarme e desligamento);
- Função sobre temperatura do enrolamento (ANSI 49) com dois níveis de atuação (alarme e desligamento).

9 INSPEÇÕES E ENSAIOS

9.1 Itens gerais

- 9.1.1 Os ensaios deverão ser executados conforme especificado na última versão das partes aplicáveis da norma **ABNT-NBR-5356** ou das que vierem a substituí-las.
- 9.1.2 Os ensaios serão testemunhados na fábrica acompanhada por 2 (dois) inspetores credenciados pela CESAN (funcionário próprio ou por ela designado), visando assegurar o atendimento às normas técnicas descritas nas especificações e demais documentos.
- 9.1.3 Todos os custos inerentes à inspeção, ensaios, testes e inclusive a repetição, se necessário, sejam estes realizados dentro ou fora do Brasil, serão de responsabilidade do FORNECEDOR, como passagens aéreas, hospedagem em hotel no mínimo 3 (três) estrelas em quartos separados e traslado no município da unidade fabril por quantos dias forem necessários à execução dos ensaios.
- 9.1.4 Os trechos de deslocamentos interestaduais ou internacionais deverão ser realizados obrigatoriamente por via aérea.
- 9.1.5 A CESAN deverá ser informada formalmente sobre as datas para inspeção, (mínimo duas datas propostas), com antecedência de pelo menos 15 (quinze) dias da previsão estabelecida pelo **FORNECEDOR** através do e-mail: engenharia@cesan.com.br.
- 9.1.6 Os ensaios deverão ser executados em dias úteis entre os horários de 08:00hs até 17:00hs, com intervalo de 1 (uma) hora para almoço.
- 9.1.7 Todos os instrumentos e aparelhos de medição, máquinas de ensaios, etc., deverão possuir certificados de aferição válidos na ocasião da inspeção, emitidos por instituições acreditadas pelo INMETRO. Os ensaios não serão realizados caso os certificados de aferição dos instrumentos e aparelhos estiverem vencidos.
- 9.1.8 A aceitação dos transformadores pela CESAN, baseada nos ensaios e respectivos laudos, não eximirá o fabricante de sua responsabilidade em fornecer os transformadores em plena concordância com a Especificação Técnica, nem invalidará ou comprometerá qualquer inconformidade ou defeito de fabricação que posteriormente seja encontrado enquanto perdurar a garantia.
- 9.1.9 A reprovação de transformadores em virtude de falhas constatadas por meio de inspeção e ensaios, ou por discordância com da Especificação Técnica, não eximirá o fabricante de sua responsabilidade em fornecer os transformadores no prazo contratual e das multas por atraso.

9.1.10 Caberá ao fornecedor prover acesso irrestrito aos inspetores da CESAN às instalações e equipamentos referentes aos testes.

9.2 Gestão da qualidade

9.2.1 O FORNECEDOR Deverá apresentar o programa de controle de qualidade usualmente utilizado na fabricação do equipamento.

9.2.2 Os materiais empregados na fabricação tais como: aço estrutural, aço silício, cobre, materiais isolantes (papel, papelão, etc.) serão submetidos aos ensaios de recebimento de matéria prima antes de serem usados na fabricação, de preferência conforme as Normas Aplicáveis da **ASTM**.

9.2.3 Os ensaios poderão vir a ser testemunhados por Inspetor credenciado da **CESAN**.

9.2.4 Os materiais estocados na fábrica do Fornecedor poderão ser usados na fabricação e será apresentado certificado de comprovação que eles atendem aos requisitos exigidos nas Normas de aceitação de matéria-prima, conforme **ASTM**.

9.3 Ensaios individuais em componentes do transformador

9.3.1 Alguns componentes do transformador deverão ser submetidos a ensaios de rotina individualmente de acordo com as normas da ABNT aplicáveis, tais como:

- a) Isoladores tipo bucha;
- b) Transformadores de corrente;
- c) Acessórios.

9.3.2 Os ensaios de componentes individuais não serão testemunhados por inspetores da **CESAN**, contudo os relatórios deverão ser apresentados a **CESAN** antes da montagem e integrar o Livro de Dados a ser entregue junto ao transformador.

9.4 Ensaios de rotina

9.4.1 Os ensaios de rotina a serem feitos na fábrica deverão ser executadas em todos os transformadores constante no **PEDIDO DE COMPRA**.

9.4.2 Para efeito desta especificação técnica serão considerados como de rotina, os seguintes ensaios:

- a) Inspeção visual geral (marcação dos terminais; dimensões e acabamento; características dos componentes e acessórios);
- b) Resistência elétrica dos enrolamentos;
- c) Resistência do isolamento;
- d) Relação de Tensões;
- e) Polaridade, deslocamento angular e sequência de fases;
- f) Perdas em vazio e corrente de excitação;
- g) Perdas em cargas e impedância de curto-circuito;
- h) Verificação do funcionamento dos acessórios, conforme partes aplicáveis da norma NBR 16367;
- i) Ensaios dielétricos de rotina (Tensão suportável à frequência industrial; Tensão induzida de curta duração);
- j) Medição do fator de dissipação ($\tan \delta$) da isolação (medição do fator de potência do isolamento);
- k) Medição da resposta em frequência e impedância terminal conforme ABNT NBR 5356-1:2007, item 11.21.
- l) Ensaios para a verificação do esquema de pintura das partes interna e externa do transformador conforme a NBR 11388;
- m) Estanqueidade e resistência a pressão;
- n) Análise cromatográfica dos gases dissolvidos no óleo isolante;
- o) Ensaio físico-química de óleo isolante (rigidez dielétrica; teor de água; fator de perdas dielétricas ou fator de dissipação; tensão interfacial).

- 9.4.3 Deverão ser executados os ensaios de resposta em frequência e medição da impedância terminal em todos os enrolamentos dos transformadores e nas derivações de maior tensão.
- 9.4.4 O método para a realização do ensaio de resposta em frequência e medição da impedância terminal deverão ser informados pelo fabricante junto à sua proposta de fornecimento devendo ser objeto de acordo entre as partes após a adjudicação de contrato.
- 9.4.5 A metodologia utilizada nos ensaios, os instrumentos utilizados, os resultados obtidos, e os critérios de aceitação na ocasião da repetição destes ensaios nos locais de entrega, devem constar do relatório de ensaios do equipamento. Todos os arquivos gerados devem ser fornecidos em meio digital, na forma de planilha eletrônica.
- 9.4.6 A medição deve ser apresentada em gráfico (módulo e ângulo x frequência) em função da frequência na faixa de 10 Hz a 2 MHz com no mínimo 200 pontos.
- 9.4.7 Os ensaios de resposta em frequência e medição da impedância terminal devem ser repetidos no campo, no local de instalação dos equipamentos, utilizando a mesma metodologia e instrumentação de ensaio.
- 9.4.8 Os ensaios do item 9.2.4, alíneas “l)” e “m)” não serão testemunhados não serão testemunhados por inspetores da CESAN, contudo os relatórios com registros fotográficos deverão ser apresentados para aprovação da **CESAN** e integrar Livro de Dados a ser entregue junto ao transformador.

9.5 Ensaios de tipo

- 9.5.1 Os ensaios de tipo a serem feitos na fábrica deverão ser realizados em pelo menos um transformador de cada item do **PEDIDO DE COMPRA**.
- 9.5.2 Os transformadores que serão submetidos aos ensaios de tipo serão escolhidos aleatoriamente pelos inspetores da CESAN.
- 9.5.3 Para efeito desta especificação técnica serão considerados como de tipo, os seguintes ensaios:
- a) Elevação de temperatura, que deverá ser realizado na derivação de maior corrente nominal;
 - b) Impedância de sequência zero;

- c) Ensaios dielétricos de tipo tensão suportável de impulso atmosférico (ondas plenas e cortadas);
- d) Determinação do nível de ruído audível conforme ABNT NBR 5356-1:2007, item 11.18.

9.5.4 Os ensaios de tipo, para os quais o Fabricante apresente Certificados de Ensaios executados em equipamentos similares, poderão ser dispensados pela CESAN a seu exclusivo critério.

9.6 Ensaios de recebimento

9.6.1 Os seguintes ensaios serão considerados como critérios da inspeção de recebimento dos transformadores postos nos locais de entrega indicados pela **CESAN**.

- a) Resistência elétrica dos enrolamentos;
- b) Resistência do isolamento;
- c) Relação de tensões;
- d) Medição do fator de dissipação ($\tan \delta$) da isolação (medição do fator de potência do isolamento);
- e) Medição da resposta em frequência e impedância terminal conforme ABNT NBR 5356-1:2007, item 11.21.

9.6.2 Após o descarregamento nos locais indicados pela **CESAN** o **FORNECEDOR/FABRICANTE**, as suas expensas, deverá reconduzir os ensaios do subitem 9.6.1 com equipamentos portáteis de qualidade, resolução e repetibilidades equivalentes aos utilizados na fábrica.

9.6.3 Os ensaios serão comparados aos ensaios testemunhados em fabricada corrigidos a mesma temperatura. Em caso de diferenças acima das tolerâncias indicadas na Tabela 8, os transformadores poderão ser rejeitados e reconduzidos ao laboratório do fabricante para investigação.

9.6.4 A aceitação final dos transformadores somente ocorrerá mediante a execução dos ensaios de recebimento, apresentação dos relatórios com parecer conclusivo sobre a segurança em sua energização.

Tabela 8 - Tolerâncias de diferenças dos resultados entre os ensaios de fábrica e de recebimento.

Ensaio	Tolerância
Resistência elétrica dos enrolamentos	$\pm 5\%$, comparando-se os valores individuais dos ensaios de fábrica
Resistência do isolamento	$\pm 20\%$, comparando-se os valores individuais dos ensaios de fábrica entre os enrolamentos primário e secundário e entre o enrolamento e a massa dos ensaios de fábrica
Relação de tensões	$\pm 0,5\%$, da relação nominal
Medição do fator de potência do isolamento	$\pm 20\%$, comparando-se os valores individuais dos ensaios de fábrica entre os enrolamentos primário e secundário e entre o enrolamento e a massa dos ensaios de fábrica
Resposta em frequência e impedância terminal	Deverá ser informado pelo FABRICANTE e adjudicado ao contrato

9.7 Relatórios de ensaios

9.7.1 O **FORNECEDOR** deverá apresentar a **CESAN** em até 7 (dias) após a realização dos ensaios, duas vias de relatórios de ensaios de fábrica, incluindo no mínimo, as seguintes informações:

- Identificação completa do equipamento e seus componentes, incluindo tipo, número de série, valores nominais e referência do número do Contrato.
- Descrição dos ensaios.
- Valores encontrados nos ensaios, curvas, memórias de cálculo e fórmulas empregadas para determinação dos resultados.
- Interpretação dos resultados, onde necessário.

9.7.2 Os Relatórios de ensaio conterão pelo menos as seguintes informações:

- Descrição do transformador ensaiado com os dados técnicos necessários para sua perfeita identificação;
- Data de ensaio;
- Condições ambientais no momento e local de ensaio;
- Descrição dos ensaios realizados com indicação das normas técnicas adotadas;
- Lista dos equipamentos de ensaio utilizados, dados técnicos e classe de precisão deles;

- f) Registro de todos os resultados e observações feitas durante o ensaio;
- g) Laudo conclusivo sobre a aprovação do equipamento em relação as tolerâncias normativas;
- h) Nome(s) e assinatura(s) do(s) responsável(is) pela execução do ensaio;
- i) Nome(s) e assinatura(s) dos fiscais da **CESAN**, quando os ensaios foram testemunhados.

9.8 FALHAS NO ATENDIMENTO AOS REQUISITOS

- 9.8.1 Se através dos ensaios de rotina na fábrica ou de testes de campo, vierem a ser detectadas falhas no equipamento e/ou constatado que o equipamento não atende a todas as exigências constantes nessa especificação, os equipamentos serão modificados, reprojutados, refeitos e reensaiados às custas do FORNECEDOR/FABRICANTE até que as falhas sejam perfeitamente sanadas e todos os requisitos desta Especificação sejam integralmente atendidos, sem custo adicional e extensão do prazo de entrega.

10 ACABAMENTO E PINTURA

10.1.1 Os painéis de monitoramento e terminais de acessórios, e monitoramento de gases e humidade em tempo real dos transformadores devem ser à prova de tempo, devendo ser de alumínio, com tratamento anti-corrosão para as demais partes e peças dos painéis.

10.1.2 Deve ser feito arredondamento em todas as bordas do tanque e de todos os componentes a serem pintados ou galvanizados como:

- a) Tampa principal e tampas de inspeção;
- b) Tanque de expansão de óleo;
- c) Radiadores (galvanizado a fogo);
- d) Suportes;
- e) Painéis de monitoramento e terminais de acessórios.

10.1.3 A pintura deverá ser aplicada após preparação da superfície.

10.1.4 A medida de espessura da película seca não deve contemplar a rugosidade da chapa, isto é, a espessura deve ser medida acima dos picos.

10.1.5 O processo de pintura do equipamento, bem como dos seus componentes e acessórios, inclusive tanque de expansão de óleo, deverá ser conforme os seguintes itens:

10.2 TRATAMENTO DE SUPERFÍCIES INTERNA E EXTERNA

- a) Desengraxe com uso de solventes.
- b) Jateamento com granalha de aço ao metal branco padrão Sa-3 segundo a norma ISO 8501. Opcionalmente, para as superfícies internas nos pontos onde não é possível o jateamento, é permitido o sistema de decapagem química.

Procedimentos de pré-tratamento da superfície para pintura:

- c) Limpar a superfície com ar comprimido isento de água e de óleo;
- d) Inspeção da superfície a ser pintada, antes da aplicação da tinta de fundo, quanto à presença de corrosão, graxa, umidade e outros materiais estranhos. Se for constatada a presença de óleo ou graxa, limpar a superfície com xilol;
- e) Pintura de toda a superfície preparada, com a tinta de fundo, na mesma jornada;

- f) Aplicação de uma camada de tinta, antes de cada demão normal, em regiões de solda, frestas e outras de difícil acesso;
- g) Espera do tempo de repintura recomendado pelo fabricante da tinta ou, na ausência desta informação, espera de um tempo mínimo de 12 horas e máximo de 24 horas. No caso de o tempo máximo de repintura ser ultrapassado, lixar a camada de tinta existente antes da aplicação da demão seguinte;
- h) Vedação das eventuais frestas existentes com massa flexível a base de poliuretano;
- i) Não aplicação de tinta se a temperatura ambiente for inferior a 50°C ou superior a 500°C;
- j) Não aplicação de tinta em tempo de chuva, nevoeiro ou quando a umidade do ar for superior a 85%.

10.3 PINTURA INTERNA

- a) Aplicar uma demão de Shop Primer Epóxi, espessura de 20 micrometros (médio);
- b) Aplicar uma demão de epóxi poliamina na cor branca, isenta de ácidos graxos espessura de 80 micrometros (médio);
- c) A espessura final da película seca deverá ser de mínimo de 100 micrometros;
- d) Grau de aderência conforme NBR11003, método A grau X0, Y0.

10.4 PINTURA EXTERNA

- a) Aplicar uma demão de tinta epóxi pigmentada com zinco e com alumínio (mínimo de 65+/-2% na película seca) com espessura de película seca de 80 micrometros (médio);
- b) Aguardar o tempo de repintura recomendado pelo fabricante da tinta. Na ausência desta informação, aguardar no mínimo 12 horas e no máximo 24 horas;
- c) Se o tempo de repintura for ultrapassado, lixar levemente a camada de tinta antes da aplicação da demão seguinte;
- d) Vedar as eventuais frestas existentes com massa flexível a base de poliuretano;
- e) Aplicar duas demãos de tinta epóxi curada com poliamida com espessura de película seca de 100 micrometros por demão;

- f) Aguardar o tempo de repintura recomendado pelo fabricante da tinta. Na ausência desta informação, aguardar no mínimo 12 horas e no máximo 24 horas;
- g) A espessura final da película seca deve ser de 340 μm .
- h) Grau de aderência conforme NBR 11003, método A, grau Y1 e X1.

10.4.1 Se necessário, deverá ser fornecida uma quantidade suficiente de tinta para retocar superfícies danificadas durante o transporte.

11 REQUISITOS PARA TRANSPORTE E DESCARREGAMENTO

11.1.1 Os equipamentos devem ser adequadamente acondicionados para transporte salvaguardando a integridade física e funcional deles.

11.1.2 Para equipamentos que contenham painéis elétricos com dispositivos de desumidificação, o FORNECEDOR deverá prover na embalagem um ponto elétrico para alimentação do respectivo dispositivo, devendo inclusive informar a tensão de alimentação.

11.1.3 Após a embalagem do equipamento, caso haja necessidade de acondicionamento em vários volumes, deverá ser disponibilizado um romaneio contendo a descrição e quantidade de acessórios existentes em cada volume, sendo encaminhado em conjunto com a documentação de informações técnicas solicitadas.

11.1.4 Todo equipamento e/ou acessórios deverão ser enviados pelo FORNECEDOR para o destino, contendo, em local externo e visível da embalagem as seguintes informações:

- Número da licitação
- Número do PEDIDO DE COMPRA da CESAN;
- Número do Código de Material da CESAN;
- Número da Nota Fiscal;
- Número de série dos equipamentos;
- Local de instalação/destino em destaque;
- Número sequencial da caixa ou peça;
- Peso bruto e líquido.

- 11.1.5 Todas as partes salientes, tais como buchas, válvula, bocais, caixas terminais e tubos no tanque principal deverão ser fortemente fixados ao tanque e protegidas por pranchas de madeira onde necessárias.
- 11.1.6 8. Todos os eletrodutos devem ser devidamente protegidos contra a entrada de água.
- 11.1.7 Deverão ser submetidos à CESAN desenhos detalhando as proteções requeridas para transportes.
- 11.1.8 Deverão ser submetidos os desenhos de dimensões mostrando todos os detalhes das proteções de transporte requeridas acima.
- 11.1.9 Todos os transformadores de corrente deverão ter os seus terminais curtos-circuitados e aterrados nos cubículos terminais.
- 11.1.10 Quando aplicável, as embalagens devem ser confeccionadas de modo a possibilitar sua movimentação por empilhadeira ou o seu içamento.
- 11.1.11 As embalagens devem conter os símbolos utilizados para identificação tais como: posição de armazenamento da embalagem, local abrigado ou não, empilhamento máximo e outros se necessários.
- 11.1.12 O FORNECEDOR será responsável por entregar o transformador nos locais indicados pela CESAN, incluindo carregamento, transporte e descarga nos locais indicados pela CESAN.
- 11.1.13 A CESAN não será responsável por providenciar qualquer tipo equipamento ou máquina sejam móveis ou fixos para içamento e descarga dos transformadores.
- 11.1.14 A CESAN não fornecerá mão de obra para auxiliar na operação de descarregamento dos transformadores.
- 11.1.15 A CESAN em nenhuma hipótese será responsável pela orientação técnica de operadores de máquinas, ou inspeção de qualquer natureza de equipamento e acessórios utilizados no içamento e descarregamento dos transformadores, e tão pouco responsável por quaisquer avarias ocorridas por imperícia na operação de descarregamento.
- 11.1.16 Não será autorizado o descarregamento de transformadores nos pátios da CESAN com vazamento de óleo que não puderem ser totalmente contidos. O FORNECEDOR deverá prever medidas de contingência caso ocorra eventual sinistro envolvendo vazamento de óleo, para limpeza e esvaziamento do tanque do transformador, se necessário, armazenamento temporário e destinação final, atendente a legislação ambiental vigente.

- 11.1.17 O FORNECEDOR deverá seguir demais orientações aplicáveis na expedição, transporte e descarga da NBR 5356-9.

11.2 Registrador de Impacto

- 11.2.1 O **FORNECEDOR** deverá providenciar a instalação, junto ao corpo do transformador, de um ou mais registradores de vibração e impacto para monitoramento de todo o processo de carregamento, transporte e descarregamento nos locais de destino indicados pela **CESAN**. O registrador deve armazenar as acelerações nos sentidos longitudinal, transversal e vertical e serem fixados o mais próximo possível dos centros de massa dos transformadores que devem ser informados pelo fabricante.
- 11.2.2 Antes do carregamento junto ao transportador o **FORNECEDOR** deverá apresentar a **CESAN** um relatório fotográfico que permita a identificação do fabricante, modelo, n° de série dos registradores fixados em cada transformador.
- 11.2.3 O **FORNECEDOR**, por meio de declaração do **FABRICANTE** dos transformadores deverá informar, quais os níveis globais de vibração e impacto máximo suportáveis por cada transformador do **PEDIDO DE COMPRA**, que será adjudicado ao **CONTRATO**, para energização e operação segura do equipamento.
- 11.2.4 O **FORNECEDOR** será responsável por retirar e devolver ao fabricante, ou a quem de direito, os registradores de impacto, visando a extração dos dados de vibração e impacto registrados, assim como a emissão dos laudos técnicos. Deverão ser entregues a **CESAN** cópia dos registros e laudos técnicos em até 15 dias úteis após o recebimento provisório dos transformadores. O **FORNECEDOR** deverá providenciar declaração assinada pelo fabricante, com base nos registros efetuados, de que o transporte se deu livre de vibrações e impactos com potencial para comprometimento da integridade física dos equipamentos, atestando que eles estão aptos a energização segura.
- 11.2.5 Para os transformadores de potência igual ou inferior a 1000kVA serão aceitos registradores de impacto máximo que sinalização a ocorrência de eventos por mudança de cor ou sinalização equivalente.
- 11.2.6 O recebimento definitivo dos transformadores e a efetuação do pagamento por parte da **CESAN** somente ocorrerá mediante a apresentação dos relatórios dos registradores de impactos e do laudo com o parecer sobre a integridade física do equipamento.

11.2.7 Se os registros indicarem níveis de vibração e impacto acima dos níveis suportáveis declarados pelo fabricante, caberá ao **FORNECEDOR**, e as suas expensas, proceder com o retorno do(s) equipamento(s) sob suspeita para inspeção interna em fábrica. Não será concedido extensão de prazo de entrega, estando o **FORNECEDOR** sujeito a multas por atraso que forem previstas em Edital.

11.2.8 Como referencial mínimo de qualidade dos registradores que deverão ser utilizados no transporte, fica estabelecido o aparelho da marca ShockWatch modelo 298ShockLog, e para indicadores a marca ShockWatch modelo MAG 2000.

12 MANUAL DE INSTRUÇÕES

12.1.1 Quando do embarque do transformador, o **FORNECEDOR** deverá fornecer duas cópias do manual de instruções em papel e em meio digital, para instalação, operação e manutenção do transformador e seus acessórios. Este manual deve ser específico do material e dos acessórios instalados no transformador, e constar de:

- Instruções para o transformador;
- Instruções para as buchas;
- Instruções para os indicadores de temperatura e nível de óleo;
- Instruções para o secador de ar “Sílica-gel”;
- Instruções para o relé “Buchholz”;
- Instruções para utilização e montagem da bolsa de borracha do conservador;
- Demais instruções necessárias, para todos os acessórios colocados no transformador;
- Cópia dos desenhos finais aprovados, com valores de ensaios já anotados nos desenhos de placa;
- Cópias dos relatórios de ensaios;
- Cópias das Folhas de Dados do Equipamentos;
- Cópia dos desenhos de fixação dos para-raios.

- 12.1.2 Uma cópia adicional em papel completa do manual de instruções deve acompanhar o transformador, dentro do painel de comando, até o seu destino.
- 12.1.3 O Manual de Instruções deverá ser redigido no idioma português, obrigatoriamente, incluindo todos os seus anexos e demais partes integrantes, devendo ser entregue totalmente encadernado.
- 12.1.4 Todos os desenhos incluídos no Manual de Instruções deverão estar numerados, dobrados corretamente e fixados ao volume de forma semelhante à das páginas do texto do Manual.

13 GARANTIAS DE DESEMPENHO PARA O FORNECIMENTO E PENALIZAÇÕES

- 13.1.1 O FORNECEDOR deverá garantir o FORNECIMENTO durante a execução do contrato e durante o período de garantia contra quaisquer defeitos que não possam ser atribuídos a seu uso inadequado.
- 13.1.2 O período de garantia deverá ser de 18 (dezoito) meses a contar da data de recebimento definitivo na **CESAN**.
- 13.1.3 Caso os transformadores apresentem defeitos ou deixem de atender aos requisitos exigidos, a **CESAN** poderá rejeitá-lo e exigir que o **FORNECEDOR** proceda a sua imediata substituição ou correção, devidamente montado, sem ônus para o **CESAN**. Nesse caso, um novo período de garantia de 18 (dezoito) meses para o equipamento reparado ou substituído será concedido.
- 13.1.4 Todos os custos referentes a reparos ou substituição de qualquer acessório, peça ou mesmo do equipamento em sua totalidade, inclusive aqueles relativos a qualquer tipo de transporte ou parte dele, será de responsabilidade do **FORNECEDOR**.
- 13.1.5 O local de retirada do equipamento defeituoso sob garantia será o mesmo do local de entrega, sendo o ônus de responsabilidade do **FORNECEDOR**.
- 13.1.6 Caso o **FORNECEDOR** se recuse a efetuar as modificações necessárias, ou se após as modificações ficar evidente a impossibilidade de serem obtidos valores iguais a potência nominal, o fornecimento poderá ser recusado com todas as implicações contratuais.
- 13.1.7 Caso, depois de notificado pela **CESAN**, o **FORNECEDOR** se recusar ou deixar de corrigir ou substituir o **FORNECIMENTO**, o **CESAN** terá direito de efetuar o trabalho de correção por seu próprio pessoal ou por terceiros, conforme julgar necessário, a fim de reparar quaisquer defeitos, e de deduzir os respectivos custos de qualquer crédito devido ao **FORNECEDOR** ou de iniciar uma ação judicial para reavê-los.

14 CONTROLE DE REVISÕES

Rev.	Data	Item	Descrição das Alterações	Responsável pela Elaboração	Responsável pela Aprovação
0	26/04/2023	-	Emissão Inicial	Rafael Coelho Marins	

Notas:

- a) Esta Especificação Técnica é um documento dinâmico, podendo ser alterada ou ampliada sempre que for necessário. Sugestões e comentários devem ser enviados à Gerência de Engenharia de Serviços da CESAN através do e-mail engenharia@cesan.com.br.
- b) As cópias e impressões não são controladas.



ANEXO I - DECLARAÇÃO DE DISPONIBILIDADE DE BANCADA

Nome de Proponente:_____.

Pregão Eletrônico CESAN n°:_____.

Declaramos a disponibilização de laboratório próprio do fabricante ou subcontratado, com capacidade técnica de pessoal, equipamento e instrumentos calibrados pela Rede Brasileira de Calibração de execução necessários a execução dos ensaios de rotina, tipo e especiais requeridos na especificação técnica e em conformidade as partes aplicáveis da NBR-5356 ou nelas referenciadas.

_____/_____/_____
NOME / ASSINATURA DO PROPONENTE DATA

A referida declaração citada acima deverá ser assinada pelo representante legal do proponente e anexado à proposta.

Qualquer informação incompleta ou inverídica constante do documento, poderá implicar na desclassificação d respectiva licitante.

ANEXO II - LISTA DE DIVERGÊNCIAS

Nome de Proponente:_____.

Pregão Eletrônico CESAN n°:_____.

	DESCRIÇÃO (a ser preenchida pelo Fornecedor)
1.	
2.	
3.	
4.	
5.	
6.	
7.	
8.	
9.	
10.	

Se não houver desvios, exceções e/ou exclusões a especificação técnica n° C-035-000-00-6-ET-0001, a seguinte declaração deverá ser claramente adicionada à Proposta:

“Declaração: Declaramos ter pleno conhecimento da Especificação Técnica n° C-035-000-00-6-ET-0001 e Folhas de Dados dos Transformadores, e que não há desvios, exceções e/ou exclusões em nossa Oferta a nenhum dos itens da especificação ou dos seus requisitos”.

Caso seja preenchida a planilha, ela deve ser assinada pelo proponente.

_____/_____/_____
NOME / ASSINATURA DO PROPONENTE DATA

A referida declaração citada acima deverá ser assinada pelo representante legal do proponente e anexado à proposta.

Qualquer informação incompleta ou inverídica constante do documento, poderá implicar na desclassificação d respectiva licitante.

ANEXO III - CHECK-LIST DE APRESENTAÇÃO DA PROPOSTA TÉCNICO-COMERCIAL

Nome de Proponente:_____.

Pregão Eletrônico CESAN n°:_____.

Item	Check-list	Sim	Não
1	Os transformadores propostos estão adequados as condições ambientais de serviço indicadas no Item 3.2 da Especificação CESAN n° C-035-000-00-6-ET-0001?		
2	Os transformadores propostos estão adequados as condições de carregamento indicada no Item 6.6 da Especificação Técnica CESAN n° C-035-000-00-6-ET-0001?		
3	Quanto ao código de material CESAN n° 1160200067, o transformador proposto, está adequado a aplicação especial indicada no Item 6.8 da Especificação Técnica CESAN n° C-035-000-00-6-ET-0001?		
4	A proposta inclui os ensaios de fábrica (rotina e tipo) previstos no Item 9 da Especificação Técnica CESAN n° C-035-000-00-6-ET-0001, testemunhados por fiscais da CESAN , com custos às expensas do proponente?		
5	<p>A proposta contempla a execução dos ensaios de recebimento, previstos no Item 9 da Especificação Técnica CESAN n° C-035-000-00-6-ET-0001, nos locais de entrega indicados pela CESAN, que devem ser contratadas às expensas do proponente, junto ao próprio fabricante dos transformadores, sua rede de assistência técnica autorizada ou por terceiro com capacidade técnica formalmente acreditada por ele?</p> <p>Obs.: O Proponente possui pleno conhecimento de que a apresentação dos laudos de ensaios atestados pelo fabricante será condição para o recebimento definitivo dos transformadores e efetuação do pagamento por parte da CESAN. O tempo necessário para a execução dos ensaios de recebimento dos transformadores está incluso no prazo global de entrega.</p>		
6	<p>A proposta contempla o transporte dos transformadores com registradores de vibração e impacto, desde o carregamento em fábrica até o descarregamento nos locais indicados pela CESAN?</p> <p>Obs.: O Proponente possui pleno conhecimento de que a apresentação de cópia dos registros de vibração e impacto e laudos de integridade dos equipamentos atestados pelo fabricante será condição para o recebimento definitivo dos transformadores e efetuação do pagamento por parte da CESAN. O tempo necessário para</p>		

	apresentação dos laudos dos registradores de impacto e vibração está incluso no prazo global de entrega.		
7	A proposta contempla os custos de transporte e descarregamento por empresa qualificada para executar as operações conforme orientações do fabricante utilizando maquinário e acessórios adequados, zelando pela integridade física dos equipamentos?		
8	A proposta contempla as condições de garantia do Item 13 da Especificação CESAN n° C-035-000-00-6-ET-0001?		
9	Estão anexados na proposta todos os documentos solicitados no Item 4.1.2 da Especificação CESAN n° C-035-000-00-6-ET-0001?		

_____ ____/____/____
 NOME / ASSINATURA DO PROPONENTE DATA

A referida declaração citada acima deverá ser assinada pelo representante legal do proponente e anexado à proposta.

Qualquer informação incompleta ou inverídica constante do documento, poderá implicar na desclassificação do respectivo proponente/licitante.

ANEXO IV - Folhas de Dados de Características Técnicas e de Desempenho Garantidas

- **Folha de Dados FD-ODEN-TR-2023-001** - Código de Material n° 1160200068 - Transformador 500kVA 34,5kV/440V - ETA-V / Serviços Auxiliares EEAT Planalto;
- **Folha de Dados FD-ODEN-TR-2023-002** - Código de Material n° 1160200067 - Transformador 750kVA 34,5kV/440V - ETA/EEAT Santa Maria;
- **Folha de Dados FD-ODEN-TR-2023-003** - Código de Material n° 1160200066 - Transformador 1500KVA 34,5kV/2,4kV - EEAT Planalto;
- **Folha de Dados FD-ODEN-TR-2023-004** - Código de Material n° 1160200065 - Transformador 2500kVA 34,5kV/4,16kV - EEAB Santa Maria;
- **Folha de Dados FD-ODEN-TR-2023-005** - Código de Material n° 1160200069 - Transformador 150kVA 34,5kV/380V - Serviços Auxiliares EAB Santa Maria.