Companhia Catarinense de Águas e Saneamento
DO – Diretoria de Operação e Expansão
GPO – Gerência de Políticas Operacionais

CRITÉRIOS GERAIS DE PROJETO PARA SISTEMAS DE TRATAMENTO DE ÁGUA E ESGOTO

Documento assinado digitalmente
gov.br
ROBERTO OENNING
Data: 28/10/2025 11:48:35-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Controle de revisões

Revisão	Responsável	Descrição	Data
0	roenning	Emissão inicial	06/12/2018
1	roenning	Revisão itens 3, 4.1, 4.13 e 4.14	29/03/2019
2	roenning	Revisão itens, 3, 4.1, 4.4, 4.6, 4.10, 4.12, 4.13 e 4.14	22/07/2019
3	roenning	Revisão itens 4.10 e 4.12	18/10/2019
4	roenning	Revisão itens 4.1, 4.2, 4.10, 4.11 e 4.12	14/11/2019
5	dfurlan	Revisão itens 4.10 e 4.12	17/07/2020
6	roenning	Revisão itens 4.10.1 e 4.14.4	17/05/2021
7	roenning	Revisão itens 3, 4.13, 4.14 e 4.6	30/08/2021
8	roenning	Revisão itens 4.14.1 e 4.14.4	03/09/2021
9	roenning	Inserção item 4.11; revisão item 4.15	04/10/2021
10	roenning	Revisão item 4.11	03/11/2021
11	roenning	Revisão geral	29/06/2023
12	roenning	Revisão geral	28/10/2024
13	roenning	Revisão geral	28/05/2025

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO 5
2. REFERÊNCIAS NORMATIVAS 5
3. BASES DE PROJETO 7
4. REQUISITOS GERAIS 8
4.1. Projeto de unidades de tratamento 8
4.2. Instalações elétricas, pneumáticas e hidráulicas 12
4.3. Instrumentos diversos 16
4.4. Instrumentação analítica 17
4.5. Macromedidores de vazão eletromagnéticos 18
4.6. Válvulas de bloqueio tipo borboleta 23
4.7. Atuadores motorizados 24
4.7.1. Requisitos gerais 24
4.7.2. Requisitos mecânicos 26
4.7.3. Requisitos elétricos 27
4.7.4. Requisitos de pintura 30
4.8. Atuadores pneumáticos 31
4.9. Válvulas solenoides 32
4.10. Bombas dosadoras 33
4.11. Motores elétricos 35
4.11.1. Método de partida dos motores 37
4.11.2. Banco de capacitores 38
4.11.3. Condutores de saída 38
4.12. Inversores de Frequência 38
4.12.1. EMC – Compatibilidade Eletromagnética: 45

4.12.2. Harmônicas: 46
4.13. Aterramento 46
4.14. Painéis elétricos e CCMs 47
4.14.1. Integração com o sistema de automação 53
4.15. Painéis de automação 53
4.16. CLPs 56
4.16.1. CPU (Unidade central de processamento) 58
4.16.2. Módulos de entradas e saídas 61
4.16.3. Interfaces de comunicação 61
4.16.4. Software de configuração e programação 63
4.16.5. Segurança 65
4.16.6. Padrão de programação 65
4.17. Switches 67
4.18. IHMs 67
4.19. Radiocomunicadores 68
4.20. Infraestrutura Subterrânea 69
4.21. Plano de pintura para painéis 69
5. DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA 70

1. INTRODUÇÃO

Este documento tem o objetivo de definir os requisitos mínimos a serem atendidos pelos equipamentos, instalações e sistemas a serem fornecidos para a CASAN para uso em sistemas de tratamento de água e esgoto. A abrangência deste documento estende-se para todas as Unidades da CASAN.

2. REFERÊNCIAS NORMATIVAS

Norma / Padrão	Descrição
ABNT/NBR-12211	Concepção de sistemas de abastecimento de água
ABNT/NBR-12213	Captação de água superficial para abastecimento público
ABNT/NBR-12214	Bombeamento de água para abastecimento público
ABNT/NBR-12215	Adutora de água para abastecimento público
ABNT/NBR-12216	Estação de tratamento de água para abastecimento público
ABNT/NBR-12217	Reservatório de água para abastecimento público
ABNT/NBR-12218	Rede de distribuição de água para abastecimento público
ABNT/NBR-16680	Sistemas e revestimentos protetores de invólucros para conjuntos de manobra e controle
ABNT/NBR-17094	Máquinas elétricas girantes - Parte 1: Motores de indução trifásicos - Requisitos
ABNT/NBR/ICE-60439-1	Conjuntos de manobra e controle de baixa tensão - Parte 1: Conjuntos com ensaio de tipo totalmente testados (TTA) e conjuntos com ensaio de tipo parcialmente testados (PTTA)
ABNT/NBR-5349	Condutores de cobre eletrolítico flexível encordoados
ABNT/NBR-5410	Instalações elétricas em baixa tensão
ABNT/NBR-5413	Iluminância de Interiores
ABNT/NBR-5419	Proteção contra descargas atmosféricas e aterramento
ABNT/NBR-6148	Isolamento de cabos de composto termoplástico (PVC)
ABNT/NBR-6808	Conjuntos de manobra e controle de baixa tensão montados em fábrica - "CMF"
ABNT/NBR-6880	Condutores de cobre para fios e cabos isolados

Norma / Padrão	Descrição
ABNT/NBR-7075	Conexões de ferro fundido dúctil
ABNT/NBR 7289	Cabos de controle com isolação extrudada de PE ou PVC para tensões até 1 kV - Requisitos de desempenho
ABNT/NBR-9117	Condutores isolados para ligações internas
ABNT/NBR-9223	Corrosão de metais e ligas — Corrosividade de atmosferas — Classificação, determinação e estimativa
API 682	*Pumps - Shaft Sealing Systems for Centrifugal and Rotary Pumps*
DIN-2501	*Flange dimensions and drilling*
EN-1092-1	*Flanges and ther joints - Circular flanges for pipes, valves, fittings and accessories, PN designated - Part 1: Steel Flanges*
IEC 60068-2	*Electronic Equipment & Product Standards*
IEC-60529	*Degrees of Protection Provided by Enclosures (IP Code)*
IEC 60721-3-3	*Classification of environmental conditions - Part 3: Classification of groups of environmental parameters and their severities - Section 3: Stationary use at weatherprotected locations*
IEC-61000-4-2	*Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-2: Testing and measurement techniques - Electrostatic discharge immunity test*
IEC-61000-4-3	*Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-3: Testing and Measurement Techniques - Radiated, Radio-Frequency, Electromagnetic Field Immunity Test*
IEC-61000-4-5	*Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-5: Testing and Measurement Techniques - Surge Immunity Test*
IEC-61131-1	*Programmable Controllers - Part 1: General information*
IEC-61131-2	*Programmable Controllers - Part 2: Equipment Requirements and Tests*
IEC-61131-3	*Programmable Controllers - Part 3: Programming Languages*
IEC 61784-1	*Industrial communication networks – Profiles – Part 1: Fieldbus profiles*
IEEE 472	*Guide for surge withstand compatibility tests*
IEEE 519	*Recommended Practices and Requirements for Harmonic Control in Electric Power System*
ISA-101	*Human-Machine Interfaces*

Norma / Padrão	Descrição
ISA-S5.1	*Instrumentation Symbols and Identification*
NEMA ICS 1	*Industrial Control and Systems - General Requirements*
NEMA ICS 2	*Industrial Control Devices, Controllers and Assemblies*
NEMA ICS 6	*Enclosures for Industrial Control and Systems*
NR-10	Norma Regulamentadora 10 – MTE – Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade
NR-12	Norma Regulamentadora 10 – MTE – Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos
SAMA PMC 33.1	*Electromagnetic Susceptibility of Process Control Instrumentation*

3. BASES DE PROJETO

a. Os critérios básicos constantes deste documento pretendem cobrir uma ampla faixa de requisitos, havendo, porém, alguns itens que possam não se aplicarem total ou parcialmente a uma determinada obra. A delimitação dos itens aplicáveis a cada projeto será definida de acordo com o escopo descrito no respectivo Termo de Referência;

b. Em caso de dúvidas sobre um ou mais itens deste documento, a CASAN deverá ser consultada;

c. Devem ser fornecidos e utilizados apenas instrumentos e equipamentos que possuam assistência técnica dos respectivos fabricantes no Brasil ou carta oficial dos fabricantes atestando que a empresa fornecedora está autorizada a comercializar e será responsável por prestar assistência técnica durante o período mínimo de 5 (cinco) anos após o *startup*;

d. Qualquer desvio ou proposição de desvio a este documento deve ser acompanhado de uma justificativa técnica fundamentada para tal e aprovado pela CASAN por escrito;

e. Os sistemas de acionamento, controle e monitoramento devem possuir como característica principal um funcionamento operacional satisfatório para a unidade a um mínimo custo de manutenção, o uso de seus

componentes deve ser otimizado e devem ser projetados para um máximo trabalho contínuo e simplicidade e padronização de equipamentos;

f. Somente deverão ser utilizados dispositivos e componentes que estejam em ciclos de vida ativos e cujos respectivos fabricantes garantam uma política de fabricação de sobressalentes por, no mínimo, 10 anos após instalação do sistema, de modo a evitar obsolescência precoce dos mesmos;
g. Os graus de proteção IP requeridos para os equipamentos deverão ser atestados por meio de certificados próprios emitidos por organismos certificadores independentes;
h. As anilhas de identificação devem possuir o mesmo código (numérico e exclusivo) em ambas as extremidades;
i. As únicas conexões dos cabos devem ser nas extremidades (sem interligações/emendas ao longo do cabo);
j. Todos os projetos deverão atender integralmente às recomendações de projeto, instalação e montagem dos respectivos fabricantes dos componentes utilizados.

4. REQUISITOS GERAIS

4.1. Projeto de unidades de tratamento

a. Todos os instrumentos e equipamentos de uma determinada unidade de tratamento devem ser monitorados e comandados pelo sistema de controle da unidade e pelo sistema supervisório da CASAN, porém deverá haver a possibilidade de operação local em caso de falha no sistema de controle;
b. O sistema de controle da unidade deverá possuir um controlador principal e, quando aplicável, controladores secundários ou remotas de campo distribuídos convenientemente pela unidade de acordo com as áreas do processo de tratamento, a fim de minimizar a necessidade de cabeamento. O controlador principal deverá ficar localizado na Sala de Operação da unidade e deverá possuir uma IHM de ao menos 19” com

acesso a todas as áreas da unidade. Cada controlador secundário/remota deverá possuir uma IHM local de ao menos 12” e deverá permitir o comando e monitoramento de toda a sua área de atuação. Os controladores secundários/remotas poderão ficar junto aos CCMs das unidades, desde que em colunas totalmente segregadas da parte de potência;

c. O controlador principal da unidade deverá ser a única interface de comunicação com o sistema de supervisório da CASAN, portanto em caso do uso de controladores locais o controlador principal deverá possuir o espelhamento de todos os sinais dos demais controladores de maneira transparente;
d. O controlador principal do sistema deverá possuir 2 interfaces ethernet distintas, sendo uma delas exclusiva para a comunicação com o sistema supervisório da CASAN e a outra para a comunicação com os dispositivos da rede local (rede de campo). A rede de campo deverá possuir os IPs na faixa 192.168.0.x/24; as configurações para a comunicação com a rede CASAN serão informadas pela CASAN no momento do projeto;
e. A comunicação do controlador central às remotas deverá ser por meio de *link* com topologia em anel e com o uso de *switches* de rede gerenciáveis com suporte a MRP e devidamente configurados;
f. A comunicação do sistema de controle central com os equipamentos de terceiros deverá ser em topologia estrela (quando utilizado meio físico ethernet) e em barramento linear (quando for utilizada comunicação serial, limitada a 6 dispositivos por porta/barramento);
g. Para equipamentos que se comuniquem com o sistema de controle por meio de protocolos homologados pela norma IEC 61784-1 (PROFINET, ETHERCAT, ETHERNET/IP, etc.), todos os comandos (liga/desliga/reset/setpoint/etc.) e retorno de status (ligado/desligado/falha/etc.) poderão ser realizados via rede de comunicação. Para os demais casos, todos os sinais críticos (comandos de liga/desliga/reset/setpoint e retorno de status ligado/desligado/falha)

de equipamentos deverão ser interligados novo sistema de controle através de sinais físicos (entradas e saídas discretas e sinais 4-20mA), enquanto que os demais sinais poderão ser enviados por meio de redes de comunicação (neste caso utilizar preferencialmente o protocolo modbus TCP para esta comunicação, sendo admitido também o uso do protocolo modbus RTU);

h. Todos os painéis de comando dos equipamentos fornecidos em formato de pacotes ou SKIDs de terceiros deverão possuir chaves seletoras de 3 posições (LOCAL-0-REMOTO), a fim de permitir o comando apenas pelas botoeiras locais conforme padrão do fornecedor (seletora em modo LOCAL) ou apenas remoto pelo sistema de controle da unidade (seletora em modo REMOTO). Com a seletora na posição “0” o sistema/equipamento deverá ser desativado e não deverá aceitar comandos locais nem remotos. Para sistemas/equipamentos que possuam controlador próprio com IHM local, a seletora na posição REMOTO deverá permitir ao sistema de controle da unidade enviar remotamente os mesmos comandos previstos na IHM do sistema local por meio de integração via rede de comunicação;
i. Cada equipamento fornecido deverá ser alimentado pelo CCM relacionado à remota do sistema de controle com o qual fará a integração. Cada QA (Quadro de automação) deverá possuir o monitoramento de todos os equipamentos de uma ou mais áreas correlatas; caso sejam utilizados controladores locais não deverá haver dependências entre QAs distintos;
j. Cada equipamento presente nos CCMs da unidade deverá possuir uma chave seletora de 3 posições (LOCAL-0-REMOTO) individual, a fim de permitir o comando apenas pelas botoeiras locais independentemente do sistema de controle da unidade (seletora em modo LOCAL) ou apenas automático pelo sistema de controle da unidade (seletora modo REMOTO). Com a seletora na posição “0” o sistema deverá ser desativado e não deverá aceitar comandos locais nem remotos. Os

comandos e sinalizações deverão estar localizados nas portas dos CCMs e arranjados de modo que em cada coluna haja comandos e sinalizações referentes a apenas 1 equipamento (consultar o padrão CASAN). Quando um equipamento possuir acionamento por inversor de frequência, a IHM do inversor deverá estar localizada também na porta do painel, na parte superior e alinhada aos comandos a sinalizações referentes àquele equipamento. Os comandos e sinalizações dos equipamentos deverão ser dispostos na ordem em que os mesmos aparecem no processo;

k. Deverão ser adotadas as seguintes cores para as botoeiras de comando e sinalizadores dos painéis:

Comando	Cor
Comando ligar	Verde
Comando desligar	Vermelho
Comando reset	Amarelo
Sinalização desligado	Verde
Sinalização ligado	Vermelho
Sinalização de falha	Amarelo
Chave seletora	Preto
Botoeira de emergência	Vermelho

Observação: Caso exista algum outro tipo de dispositivo não previsto na tabela acima, a CASAN deverá ser consultada sobre a cor a ser adotada.

l. Todos os painéis obrigatoriamente deverão ser protegidos contra intempéries, incidência de luz solar direta, vibrações e ruídos excessivos. **Os CCMs e QAs deverão estar localizados obrigatoriamente em salas fechadas, com climatização**. Cada CCM deverá agrupar os acionamentos para o maior número possível de equipamentos, a fim de minimizar a quantidade de painéis;

m. Os controladores das unidades, suas remotas (se aplicável) e todos os instrumentos de campo deverão ser alimentados em tensão 24Vdc com UPS com autonomia de ao menos 1h. A tensão de comando de todos os painéis deverá ser 24Vdc;

n. Equipamentos relacinados a sistemas que necessitem de funcionamento em modo automático continuamente (como bombas de estações elevatórias internas de ETAs e ETEs, por exemplo) deverão ser projetados para operar automaticamente mesmo quando em modo local, de acordo com o nível de seu respectivo tanque ou outro parâmetro de controle. Para cada um destes equipamentos deverá haver, então, uma chave seletora (LOCAL/0/REMOTO) e outra (MANUAL/AUTO).
o. Quando operando em modo local, os equipamentos que possuírem acionamento por inversor de frequência deverão permitir o ajuste manual da velocidade/quantidade ou outra grandeza que faça sentido para o serviço daquele equipamento.
p. Em todas as bombas (inclusive dosadoras), quando necessário, deverão ser instaladas válvulas de retenção ou outro tipo de dispositivo de maneira a possibilitar a operação e a alternância da bomba em operação (principal/reserva) remotamente, via sistema de controle, a qualquer momento, sem a necessidade de alinhamento manual de válvulas ou quaisquer outros ajustes. Deverão ser instaladas válvulas manuais na sucção e descarga de cada bomba (quando aplicável) apenas para fins de manutenção.

4.2. Instalações elétricas, pneumáticas e hidráulicas

q. Todos os fios e cabos necessários deverão ser instalados em eletrodutos rígidos ou eletrocalhas com tampa parafusável. Os eletrodutos e eletrocalhas instalados em áreas externas devem ser em aço carbono galvanizados a fogo ou em aço inox;
r. Em caso de uso de eletrodutos, deverão ser instalados conduletes de passagem no mínimo a cada 10 metros em áreas internas a edificações ou 20 metros em áreas externas. Nas mudanças de direção, onde possível deverão ser utilizadas curvas ao invés de conduletes tipo L, com no máximo 1 curva entre 2 conduletes;

s. Cada calha ou eletroduto deverá ter no máximo 60% da sua área útil ocupada;
t. A tensão de alimentação dos circuitos de controle e comando deverá ser sempre em 24 Vdc;
u. As instalações deverão sempre seguir as recomendações dos fabricantes dos equipamentos;
v. Todos os sinais analógicos e discretos a serem interligados a sistemas de controle e/ou telemetria deverão ser disponibilizados através de cabos blindados de par trançado, com a malha ligada ao aterramento funcional (aterramento DC). Caso necessário, a CONTRATADA deverá providenciar o aterramento com o valor de resistência máximo exigido pelo fabricante do equipamento que efetuará a leitura do sinal. A medição da resistência e conexão na malha existente também será de responsabilidade da CONTRATADA;
w. Os sinais de comando, controle e monitoramento poderão ser encaminhados compartilhando a mesma infraestrutura, desde que possuam o mesmo nível de tensão. Estes sinais deverão ser sempre encaminhados de forma separada dos cabos de alimentação elétrica;
x. Para os sinais de comando, controle e monitoramento deverão ser utilizados cabos e/ou multicabos de sinal próprios para instrumentação industrial, com as seguintes características mínimas:

- Condutor de cobre eletrolítico, têmpera mole, nu, encordoamento classe 2, conforme NBR NM 280;
- Isolação em policloreto de vinila, tipo PE (70 °C);
- Identificação: Par preto e branco numerados sequencialmente PT1; BR1; PT2; BR2, etc;
- Passo de torção dos pares: 50 a 65 mm;
- Separador: fita não higroscópica aplicada sobre reunião dos pares
- Blindagem: eletrostática com fita de alumínio + poliéster com condutor dreno de cobre estanhado em contato elétrico com alumínio;
- Condutor de cobre com seção mínima de 1,0 mm², isolado com PVC/A (70 °C);

- Cobertura em policloreto de vinila (PVC), tipo ST1;
- Resistência a óleos, combustíveis, solventes e água;
- Desempenho conforme a norma ABNT/NBR 7289;
- Classe de tensão 300V.

y. Todos os cabos de força deverão seguir o seguinte código de cores:

- Fases e comando CA: preto;
- Neutro: azul claro;
- Retorno: amarelo;
- Terra: verde;
- Comando CC: vermelho (positivo) e cinza (negativo/comum).

z. Onde aplicável e viável, deverão ser utilizadas caixas de junção para recebimento dos sinais dos instrumentos. Não serão aceitas emendas de cabos;

aa. Na hipótese de uso de caixas de junção, deverão ser utilizadas caixas e multicabos separados para sinais discretos e analógicos, e ainda, para níveis diferentes de tensão;

bb. Quando utilizadas caixas de junção, deverá ser considerada uma reserva instalada mínima de 20% na quantidade de pontos, e todos os pontos da caixa (utilizados e reservas) deverão estar interligados ao multicabo que interliga a caixa de junção ao painel de automação;

cc. Os cabos de sinal de instrumentação deverão ser encaminhados ao painel de automação de forma segregada dos cabos de potência;

dd. Para redes seriais de comunicação deverão ser utilizados cabos próprios para comunicação RS-485, com as seguintes características mínimas:

- Cabo de dados RS485, PLTC/CM, 1 par trançado, com *shield* e dreno, revestimento em PVC;
- Condutor flexível de cobre;
- Os cabos deverão possuir seção de 22 a 20 AWG para redes com comprimento até 300m, e de 20 a 16 AWG para redes com comprimento de 300 a 1200m;
- Impedância característica de 120 ohms ±10%;

- Capacitância entre condutores menor do que 100pF por metro e entre condutores e *shield* menor do que 200pF por metro;
- Resistência a raios UV;
- Resistência a óleo.

ee. Para redes de comunicação ethernet deverão ser utilizados cabos de par trançado de categoria 5e ou superior para velocidades de até 100Mbits/s, e categoria 6 ou superior para velocidades acima de 100MBits/s;

ff. Os cabos de comunicação deverão sempre utilizar caminhos segregados fisicamente de quaisquer outros tipos de cabos que possam causar qualquer tipo de interferência na comunicação;

gg. Quando utilizados cabos de fibra ótica, estes deverão ser identificados como tal e protegidos mecanicamente contra danos acidentais devido à sua fragilidade inerente. A rota de encaminhamento de cabos de fibra ótica deverá observar os raios de curvatura mínimos requeridos pelos mesmos;

hh. Quando utilizados cabos de fibra ótica multifibras, deverá ser previsto sempre um adicional mínimo de 4 fibras (2 pares) reserva para uso futuro;

ii. Deverá ser previsto sempre um adicional mínimo de 4 (quatro) fibras (2 (dois) pares) reserva para uso futuro em cada cabo de fibra ótica. Os pontos reserva deverão ser fornecidos já interligados aos respectivos DIOs;

jj. Todos os cabos utilizados em áreas externas juntamente com prensa-cabos para vedação deverão possuir revestimento externo perfeitamente cilíndrico, de forma a propiciar a adequada vedação no prensa-cabos;

kk. Sistemas de ar de instrumento deverão conter um único filtro de ar com dreno automático, sistema de secagem e lubrificação e manômetro;

ll. Os compressores de ar deverão ser do tipo parafuso, padrão industrial, e deverão possuir purga automática e secador integrado;

mm. A instalação de ar de instrumento deverá ser construída com tubulação rígida desde o compressor até os *manifolds* de distribuição em campo. Entre os *manifolds* e os atuadores deverão ser utilizadas

mangueiras flexíveis confeccionadas em material próprio para este tipo de aplicação;

nn. As conexões entre o sistema de ar de instrumento e os atuadores deverão ser realizadas por meio de dispositivos do tipo “engate rápido”;

oo. Quando o escopo de fornecimento abranger a construção de nova infraestrutura para ar de instrumento, o projeto deverá prever uma reserva instalada de pelo menos 20% no número de pontos nos *manifolds* de ar de instrumento e solenoides;

pp. A aplicação de válvulas manuais nas instalações deve considerar as necessidades de manutenção dos conjuntos motobombas e demais instrumentos e equipamentos;

qq. No caso dos sistemas de bombeamento (processo e dosagens) deverão ser previstos, para todos os casos, bomba e acionamento reservas, instalados de forma a estarem prontos para operar;

rr. Todas as instalações hidráulicas e elétricas aéreas devem ser fixadas em suportes metálicos em aço inoxidável ASTM A240 tipo 304. Devem ser instaladas de modo a permitir seu acesso à manutenção, em toda a sua extensão e a qualquer tempo, além de apresentar estabilidade em sua estrutura e livre de interferências, vibrações ou esforços não previstos.

4.3. Instrumentos diversos

a. Todos os instrumentos fornecidos para a CASAN deverão possuir o selo de certificação do INMETRO e/ ou da Comunidade Europeia (marcação CE);

b. Deverão ser utilizados instrumentos de medição analógicos para todas as leituras necessárias, admitindo-se o uso de sensores discretos apenas para o intertravamento de proteção de equipamentos;

c. Todos os instrumentos deverão ser especificados adequadamente para cada ambiente em que serão instalados, levando-se em conta também os diversos tipos de produtos químicos com os quais poderão ter contato ao longo de sua vida útil;

d. Cada instrumento deverá possuir identificação por meio de uma plaqueta de alumínio em alto relevo contendo o tag do instrumento conforme o projeto;
e. Sempre que possível, os instrumentos deverão ser alimentados em 24Vdc.

4.4. Instrumentação analítica

a. As metodologias analíticas para determinação dos parâmetros previstos devem atender às normas nacionais ou internacionais mais recentes, incluindo:

    - Standard Methods for de Examination of Water and Wastewater de autoria das instituições American Public Health Association (APHA), American Water Works Association (AWWA) e Water Environment Federation (WEF);
    - United States Environmental Protection Agency (USE-PA);
    - Normas publicadas pela International Standartization Organization (ISO); e
    - Metodologias propostas pela Organização Mundial da Saúde (OMS).

b. Todos os equipamentos analíticos devem ter manual de operação em português. O manual deve conter no mínimo os seguintes itens:

    - Especificações técnicas;
    - Princípio de funcionamento;
    - Instruções de instalação;
    - Procedimento de operação;
    - Procedimento de calibração;
    - Manutenção preventiva.

c. Todos os equipamentos analíticos devem apresentar, além das respectivas características específicas, as seguintes características mínimas:

    - Menu protegido por senha;
    - Gabinete com grau de proteção NEMA 4X / IP66 ou superior;
    - Devem possuir filtro Y na entrada de água;
    - Devem incluir câmara de fluxo com vazão máxima de acordo com a necessidade do processo.

d. Os equipamentos analíticos deverão ser fornecidos juntamente com peças de reposição suficientes para no mínimo 12 meses de operação contínua, conforme as recomendações de manutenção preventiva indicadas pelos respectivos fabricantes. Por exemplo, se o manual prevê a substituição trimestral das mangueiras, o equipamento deve vir acompanhado de 4 kits de mangueiras. As peças de reposição devem ser fornecidas em embalagens adequadas.

4.5. Macromedidores de vazão eletromagnéticos

a. Os macromedidores de vazão deverão utilizar o princípio de medição por indução eletromagnética através de eletrodos de fluxo volumétrico com eletrodos compactos baseados na “Lei de Indução de Faraday”;
b. A medição necessitará ser independente da viscosidade, densidade e temperatura do fluido;
c. O equipamento deverá ser calibrado hidraulicamente em laboratório, seguindo um procedimento de calibração acreditado e/ou rastreado pelo INMETRO;
d. Deverá ser provido ensaio de calibração em laboratório para cada equipamento, com o fornecimento de certificado de qualidade e calibração;
e. O equipamento deverá possuir conjunto magnético de baixa tensão para maior segurança de operação;
f. Deverá haver um calibrador interno para ajuste de zero automaticamente (sem a necessidade de parada da linha);
g. A alimentação dos sinais deverá se dar através de conversores de alta confiabilidade que gerenciem as operações do instrumento e forneçam autodiagnóstico;
h. Deverá haver um calibrador interno para ajuste de zero sem a necessidade de parada da linha;
i. Os eletrodos deverão ser confeccionados em materiais e em formatos que minimizem a incrustação de sujeira ao longo do tempo. Serão aceitos

medidores com sistema de autolimpeza dos eletrodos, desde que este recurso possua opção para ser ativado ou desativado por meio de parâmetro configurável via menu do conversor;

j. Não serão aceitos sensores com eletrodos removíveis;

k. A bobina do sensor deverá **OBRIGATORIAMENTE** ser resinada de fábrica. O sensor (incluindo o espaço entre o tubo de medição e o corpo externo, onde se encontram as bobinas e os eletrodos, bem como os seus respectivos cabos de ligação entre si e a caixa de bornes) deverá ser hermeticamente selado com resina isolante composta de material que não permita a absorção nem a retenção de umidade;

l. Será exigido IP 68 para os sensores, considerando uma imersão de 2 metros por até 48h;

m. Materiais dos Principais Componentes:

- ✓ **Tubo Interno:** Aço Inox (AISI 304) ou liga não magnética;
- ✓ **Carcaça externa:** Aço Carbono SAE 1020 (ou outro com características superiores);
- ✓ **Revestimento interno do sensor:** Polipropileno, Politetrafluoretileno (“Teflon”), Rilsan®, borracha de monômero de etileno-propileno-terpolimero (EPDM) ou Ebonite, compatíveis para utilização com água e esgoto, além de certificado de aprovação para água potável. O certificado de aprovação para água potável deverá ser emitido por órgão competente (NSF / ACS / KTW / WRAS) e deverá englobar não apenas os materiais do revestimento interno, mas todo o processo de fabricação (estando no nome do fabricante), de forma a garantir que os materiais utilizados não sofreram alterações em suas propriedades durante o processo de fabricação;
- ✓ **Eletrodos:** Aço Inox (AISI 316) ou Hastelloy® C;
- ✓ **Caixa de ligação:** Aço Inox (SAE 8620), Aço Inox (AISI 316 L) ou alumínio com revestimento adequado para instalação em ambientes externos;
- ✓ **Tampa:** Alumínio SAE A-305 (ou outro com características superiores);

- ✓ **Certificação para uso em local sem trecho reto:** Tendo em vista a aplicação de medidores em locais onde não se possui o trecho reto mínimo necessário para sua instalação, a CASAN irá exigir, para os medidores flangeados, certificação específica de acordo com a ISO4064-2:2014 e OIML R49-1:2013, expedida por entidade competente (nacional ou internacional) que ateste o uso do medidor sem o devido trecho reto.

n. O invólucro do conversor deverá ter caixa em liga de alumínio ou Aço Inox (AISI 316), à prova de intempéries e vibrações, requerendo grau de proteção **IP 66** ou superior;
o. As placas de circuito deverão ter a aplicação de verniz de proteção (climatização) resistente a microrganismos e à ação de corrosão;
p. A montagem do conversor deverá ser **remota** com suporte;
q. O conversor deverá possuir bateria de *backup* interna, automaticamente recarregável pelo mesmo, com autonomia garantida de pelo menos 30 dias de operação contínua (leituras e totalização de vazão e armazenamento e visualização de dados) em caso de interrupção na alimentação externa;
r. Deverá dispor de corte por vazões baixas programável, detecção de tubulação vazia e indicação de vazão igual a zero nesta condição;
s. Deverá possuir menu de auto diagnóstico de falhas;
t. Deverá manter os parâmetros de configuração e o(s) registrador(es) de totalização armazenados na memória por prazo indeterminado na ausência de alimentação elétrica (totalizador não volátil).
u. Os macromedidores deverão possuir no mínimo as seguintes funções de autodiagnostico:

- Erro no microprocessador;
- Falha no conversor analógico/digital;
- Desconexão da bobina;
- Detecção de tubo com secção não plena;
- Entrada do parâmetro inválido.

v. Cada macromedidor de vazão deverá ser acompanhado do respectivo conversor;
w. O conversor deverá possuir indicação, totalização e registrador de dados (memória);
x. A parametrização do conversor deve ser realizada através de teclado alfanumérico ou “menu”, localizado no frontal do conversor de sinal, e através da comunicação remota.
y. Os macromedidores deverão possuir plaqueta de identificação;
z. Todos os macromedidores fornecidos devem ter manual de operação em português. O manual deve conter no mínimo os seguintes itens:

- Desenho dimensional e lista de peças;
- Especificações técnicas;
- Procedimento de instalação;
- Procedimento de operação;
- Procedimento de calibração;
- Programa de manutenção preventiva;
- Diagrama elétrico de interligação, com indicação de pinagem.

aa. O FORNECEDOR deverá estar estabelecido no Brasil na linha de macromedidores eletromagnéticos. Seu laboratório, também no Brasil, deverá ser rastreado pela Rede Brasileira de Calibração (RBC) e credenciado pelo Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO);
bb. Assistência técnica, incluindo serviços e peças, deverá apresentar disponibilidade em no máximo 10 dias corridos;
cc. A conexão ao processo deve ser do tipo flangeada, com padrão construtivo conforme a norma ABNT-NBR 7675, DIN 2501 ou EN 1092-1, com pressão nominal PN 10 ou superior, e deverá respeitar as distâncias de trecho reto antes e depois do elemento primário de medição conforme as recomendações do fabricante;
dd. Os displays deverão possuir as seguintes características:

- Indicação de vazão instantânea, totalização volumétrica em ambos os sentidos e da diferença, etc;
- Menu para configuração;
- Programação de operação via teclado local e por acesso remoto;
- Unidade de volume em m³ e litros (opção de escolha do programador);
- Unidade de vazão em m³/h, m³/s e l/s (opção de escolha do programador);
- Unidade de velocidade: m/s;
- Unidade de tempo: segundos, minutos, horas e dias (opção de escolha do programador);
- Diâmetro do medidor em mm.

ee. Deverão ser assegurados os dados em situação de falta de energia.

ff. Todos os macromedidores devem apresentar as seguintes características:

- Alimentação em 24Vdc;
- Sinal de saída de vazão em 4-20mA;
- Interface de comunicação RS-485 com protocolo modbus RTU;
- Protetores de surto indicados e fornecidos pelo fabricante e com seus respectivos esquemas de ligação;
- Não devem possuir partes móveis.

gg. Os medidores deverão ser providos de terminal para aterramento da carcaça, com dois anéis de aterramento em aço inox constando como parte integrante do equipamento, mesmo que o aterramento não seja uma exigência do Fabricante no que tange à garantia do equipamento;

hh. Deverão ser fornecidos dois anéis de aterramento juntamente com cada medidor, fabricados em Aço Inoxidável (AISI 316). Deverão também ser providos de ranhuras de usinagem para permitir melhor aderência com as juntas de borracha. O diâmetro interno de cada anel deverá ser do mesmo diâmetro interno do medidor, considerando o revestimento;

ii. Nos locais onde não houver malha de aterramento adequada para a interligação dos macromedidores, deverá ser realizada a medição de resistência à Terra, tipo “Megger” ou similar, bem como o fornecimento e

instalação das hastes necessárias para proteção da macromedição com impedância menor ou igual a 10Ω.

4.6. Válvulas de bloqueio tipo borboleta

a. As válvulas de bloqueio tipo borboleta a serem fornecidas para a CASAN deverão atender às seguintes especificações:

- Devem possuir construção conforme norma ABNT NBR 15768, classe de pressão PN10 ou superior, para instalação entre flanges NBR 7675, com vedação estanque e bidirecional;
- Corpo, disco e hastes devem ser projetados com sistema de duplo offset, de forma a reduzir o atrito entre o disco e a sede;
- Devem possuir corpo monobloco em ferro fundido nodular ASTM A536, GR 65.45.12 com batente incorporado ao corpo.
- Disco com sistema duplo excêntrico em ferro fundido nodular ASTM A536, GR 65.45.12, com guarnição fabricada em aço inox CF8 para o contato de vedação em sede de borracha;
- Haste superior e inferior em aço inoxidável ASTM A276 tipo 410;
- Buchas em bronze norma TM23
- Sede de vedação substituível em Buna-N com alma de aço e encaixada ao corpo da válvula e fixada através de anel de retenção, com possibilidade de substituição sem a remoção da válvula da tubulação;
- Preme gaxeta do tipo invertido que possibilita o ajuste das gaxetas sem a remoção do acionamento da válvula;
- Base de fixação do flange de topo fabricada conforme norma ISO 5211;
- Devem possuir plaqueta de identificação em aço inoxidável;
- Corpo totalmente revestido interna e externamente em pintura epóxi.

b. Válvulas de bloqueio tipo borboleta cujo diâmetro nominal seja igual ou superior a 300mm deverão obrigatoriamente ser flangeadas. Válvulas de diâmetro nominal inferior a 300mm poderão ser do tipo wafer ou flangeada, a depender das condições do local de instalação.

4.7. Atuadores motorizados

4.7.1. Requisitos gerais

a. Atuadores elétricos motorizados devem cumprir com as normas aplicáveis e os padrões de especificações típicas fornecidos pela CASAN. O escopo de fornecimento deverá estar de acordo com as normas brasileiras (ABNT) e internacionais aplicáveis, incluindo as seguintes:

- IEEE 472 - *Guide for Surge Withstand Compatibility Tests*;
- SAMA PMC 33.1 - *Electromagnetic Susceptibility of Process Control Instrumentation*;
- NEMA ICS 1 - *Industrial Control and Systems - General Requirements*
- *NEMA ICS 2 - Industrial Control Devices, Controllers and Assemblies*;
- *NEMA ICS 6 - Enclosures for Industrial Control and Systems*.

b. Atuadores motorizados deverão ser fornecidos com interface de comando local instalada em local ergonomicamente adequado e facilmente acessível ao Operador, mantendo todas as funcionalidades;

c. Os atuadores motorizados deverão permitir o funcionamento em modo local e remoto, selecionável através de uma chave;

d. Devem ser empregados apenas atuadores motorizados do tipo integrais ou inteligentes, de acordo com a necessidade de cada projeto. Não serão aceitos atuadores do tipo *standard*;

e. Os desenhos dimensional mecânico, diagrama elétrico e manuais do produto deverão ser apresentados na contratação dos serviços. Todos os documentos devem estar em português;

f. Para atuadores integrais (ON/OFF), deverão ser previstos no mínimo os seguintes sinais:

- Comando remoto para abrir;
- Comando remoto para fechar;
- Confirmação de posição aberta;
- Confirmação de posição fechada;

- Sinal resumo de falhas;
- Sinalização de modo de operação selecionado (local/remoto).

g. Para atuadores inteligentes ou modulantes (0-100%), deverão ser previstos no mínimo os seguintes sinais:

- Referência de posição;
- Retorno de posição;
- Sinal resumo de falhas.

h. Quando solicitada a capacidade de comunicação via rede, os atuadores deverão ser capazes de enviar e receber no mínimo os as seguintes informações através da rede de comunicação:

Informações de status:

- Válvula abrindo / intermediário / fechando;
- Abertura e fechamento por etapas;
- Posição continua da válvula (% de abertura e fechamento);
- Torque operação;
- Desligado / local / remoto;
- Operação em manual;
- Válvula emperrada;
- Sobre temperatura do motor;
- Sobretorque;
- Falha de *hardware*;
- Falta de fase;
- Contatores não energizados.

Comandos:

- Abrir/fechar/parar válvula;
- ESD (bloqueio de emergência);
- Reconhecer alarmes.

i. Quando não for solicitada a capacidade de comunicação via rede, os atuadores deverão possuir no mínimo contatos elétricos para sinalização de abertura-fechamento do atuador.

j. Os atuadores deverão ser fornecidos com *displays* locais que possibilitem o diagnóstico de eventuais falhas;
k. Todos os atuadores devem ter uma placa de aço inoxidável gravada com as seguintes informações técnicas:

- Tag de identificação conforme projeto;
- Fabricante;
- Modelo de atuador;
- Torque máximo;
- Tensão e frequência de alimentação do motor;
- Rotações por minuto (RPM).

l. Os atuadores devem ser certificados para operação em temperaturas de 0ºC a 70º C, conforme IEC-60068-2-14;
m. Os atuadores devem possuir grau de proteção IP 68, segundo a norma ABNT NBR IEC 60529:2005, para profundidades de até 5 metros por pelo menos 100 horas contínuas;
n. Caso o fornecedor do atuador para a CASAN não seja o próprio fabricante, o mesmo deverá apresentar uma carta do fabricante atestando que o fornecedor está autorizado a comercializar e será responsável por prestar assistência técnica do produto durante o período mínimo de 5 (cinco) anos após o *startup*.

4.7.2. Requisitos mecânicos

a. Os atuadores devem ser dimensionados para operar no máximo torque, correspondente à pressão diferencial de cada válvula;
b. Os atuadores devem possuir indicador mecânico de posição com visor de vidro temperado instalado na tampa da caixa de controle, composto por ponteiro e escala com marcações “totalmente aberta” e “totalmente fechada”, que permitam visualizar a correta posição da válvula mesmo na falta de energia, sem necessidade de uso de bateria;
c. Os atuadores deverão possuir volante manual para operação em situações de emergência. Este volante deverá operar apenas de forma

segura, ou seja, em caso de energização do motor o volante será automaticamente desacoplado do motor de forma a evitar dano acidental ao operador. Não será aceito sistema de acoplamento com manivela que apresente risco de esmagamento da mão do operador;

d. Os atuadores para aplicação em válvula multivoltas devem ser fornecidos com uma base de empuxo (incluindo uma porca de arraste) desmontável e lubrificada, de forma a permitir a desmontagem do atuador da válvula sem afetar a haste da mesma;
e. Os atuadores devem ser fabricados com materiais de qualidade igual ou superior aos indicados abaixo:

- Corpo do atuador e Volante: Liga de alumínio, conforme norma SAE 323 ou SAE 305 ou ASTM B26/86;
- Engrenagens: Sem fim em liga de aço de alta dureza, e engrenagem do sem fim em liga de bronze;
- Lubrificante: Para uso em alta pressão e longa vida útil;
- Selos: Anéis tipo ”O’ring”;
- Projeto do Corpo do Atuador: Selado com anéis tipo ”O’ring”, conforme norma IP68 (submergível por 100 horas a 5 metros de profundidade). Deverá ter um compartimento de conexão para o cabeamento exterior, totalmente independente do resto do atuador, mantendo os componentes elétricos e eletrônicos protegidos do meio ambiente permanentemente por um duplo selo. O projeto do atuador deve ser do tipo não intrusivo. O grau de proteção deverá ser atestado por laboratório independente com certificação.

f. O Projeto do atuador deve ser modular de forma a facilitar a manutenção do atuador de forma fácil e rápida e a substituição das partes quando necessário;
g. Os atuadores deverão operar em qualquer ângulo de montagem e posição sem perda de desempenho e/ou funcionalidades;

4.7.3. Requisitos elétricos

a. Os atuadores deverão operar com a alimentação elétrica de 24Vdc sempre que possível (baixo torque/potência), e 380 Vca trifásica nos demais casos;

b. Não deverão ser utilizados atuadores com diferentes tensões de alimentação em uma mesma unidade/instalação;
c. Os atuadores deverão possuir um módulo de força integrado composto por contatores com intertravamento elétrico e mecânico para prevenir energização simultânea dos contatos de abrir e fechar e um transformador de controle com fusíveis de proteção no primário e secundário. O módulo também deverá incluir um retardador auto-reversível para evitar picos de corrente causados por rápida inversão do motor. É necessário um fusível dedicado para o circuito 24Vcc;
d. O motor do atuador será do tipo trifásico, com rotor tipo gaiola de esquilo, isolamento classe F, com características de alto torque e baixa inércia. Para serviço continuo de 15 minutos, deverá possuir uma elevação de temperatura que não exceda a permitida para a classe de isolamento tipo B. A proteção contra sobreaquecimento deverá ser realizada por meio de um termostato embutido no embobinamento do motor. Os rolamentos do motor deverão ser do tipo anti-fricção, permanentemente lubrificados e livres de manutenção. A inversão do giro do motor deve ser executada de forma instantânea tanto local como remotamente sem necessidade de parar o motor previamente. O motor deverá possuir um dispositivo que garanta o giro correto para fechar a válvula independentemente da sequência em que se tenham conectado as fases da alimentação trifásica do motor. Esta correção deve ser feita automaticamente;
e. O atuador deverá estar equipado com duas chaves magnéticas de operação, sendo uma para a seleção local/desligado/remoto e outra para a operação de comando local de abertura/parada/fechamento. Ambas as chaves deverão ser do tipo não intrusivo, sem nenhum eixo que penetre o compartimento de controle, de forma a garantir o selo hermético do compartimento eletroeletrônico do atuador. As chaves deverão ser do tipo “Efeito Hall”. Chaves tipo “Reed” não serão aceitas, uma vez que com o tempo são suscetíveis a falhas;

f. O atuador deverá possuir um *display* de cristal líquido com capacidade gráfica de no mínimo 2 (duas) linhas de 16 (dezesseis) caracteres cada uma, e com linguagem em português. O *display* deve ter capacidade de girar em qualquer posição de forma a assegurar sua fácil leitura pelo operador, independentemente da posição de instalação da válvula, sem a necessidade de remoção de nenhuma das tampas dos compartimentos. O visor para o *display* deve ser de vidro temperado que evita o amarelamento e a perda de transparência. Todos os parâmetros do atuador e dados de status de operação devem ser configuráveis através do display e do painel local, sem a necessidade de nenhuma ferramenta especial ou configurador de nenhum tipo. Juntamente com o atuador deverá ser fornecida uma tampa móvel de proteção para o painel de comando local e o *display*;
g. O atuador não deverá necessitar de baterias nem outro tipo de energia de *backup* para manter por tempo indefinido todos os parâmetros do atuador, incluindo os limites de fim de curso, ao perder a energia de alimentação;
h. A medição da posição deverá ser feita através de um sensor absoluto de posição. A configuração dos limites de posição, torque e outros parâmetros ser não intrusiva, sem a necessidade de se abrir nenhum compartimento do atuador, de forma que nenhum elemento interno do motor ou da eletrônica seja exposto ao meio ambiente durante o comissionamento e partida do equipamento e a configuração possa ser feita sob qualquer condição climática;
i. O atuador deverá obrigatoriamente estar equipado com o dispositivo de proteção continua contra falhas em sua própria eletrônica via *software*, a fim de evitar operações espontâneas ou indevidas. Este recurso deverá estar constantemente monitorando o status do atuador desde a energização. Se uma falha eletrônica for detectada, deve inibir a operação do atuador e emitir um alarme;

j. Os atuadores deverão disponibilizar informações / histórico para a manutenção preventiva do equipamento via *display* do atuador, tais como: o número de operações dos contatores, tempo de operação e outros;
k. O bloco de conexão tanto para controle como para a fonte de energia deverá estar obrigatoriamente localizado em um compartimento independente e totalmente isolado do restante do atuador. Todos os pontos de terminais deverão estar claramente identificados e numerados para fácil conexão do equipamento;
l. Os atuadores deverão possuir as seguintes proteções para o motor:

Motor parado automaticamente por:

- Válvula emperrada;
- Alta temperatura do motor;
- Perda de fase de alimentação.

Proteções eletrônicas:

- Inversão instantânea do giro do motor;
- Inversão das fases do motor.

m. A eletrônica dos atuadores deverá atender no mínimo aos seguintes requisitos de imunidade:

- Descargas eletrostáticas: conforme IEC-61000-4-2 nível 3;
- Transientes: conforme IEC-61000-4-5 nível 3;
- Transientes rápidos: conforme IEC-61000-4-5 nível 2;
- Imunidade eletromagnética: conforme IEC-61000-4-3 nível 3.

4.7.4. Requisitos de pintura

a. Tratamento de superfície: Jato abrasivo padrão Sa 2 com preparação de superfícies de aço para pintura, pelo emprego de granalha de aço, óxido de alumínio sintetizado ou outros abrasivos, impelidos por meio de ar comprimido ou através de força centrifuga;
b. Tinta de Fundo: 1 ou mais demãos de 15 µm a 20 µm de tinta de aderência epóxi-isocianato-óxido de ferro;

c. Tinta de Acabamento: 1 ou mais demãos de tinta epóxi de poliamida alta espessura com espessura mínima de película seca de 100 µm por meio de rolo ou pistola sem ar. O intervalo para aplicação da tinta de acabamento deve ser de no mínimo 6 horas e no máximo 72 horas após a aplicação da tinta de fundo. Para demãos adicionais o intervalo de aplicação deve ser de no mínimo 16 horas e no máximo 48 horas.

4.8. Atuadores pneumáticos

a. Atuadores pneumáticos integrais (ON/OFF) para válvulas de bloqueio deverão ser acionados por válvulas solenoides e devem ser fornecidos com chaves de fim de curso para indicação de posição aberto/fechado;
b. Os atuadores pneumáticos deverão possuir acoplamento à válvula conforme a norma ISO 5211;
c. Materiais de construção:

- Tampa: Alumínio fundido revestido;
- Carcaça: liga de alumínio forjado anodizado;
- Eixo: aço niquelado ou aço inoxidável de alta liga;
- Placa de montagem: liga de alumínio forjado anodizado;
- Pistão / haste: alumínio fundido sob pressão;
- Vedações: NBR;
- Rolamento: POM;
- Ressalto: aço inoxidável fundido ou aço;
- Parafusos: aço inoxidável de alta liga;
- Compatível com RoHS.

d. Conjuntos de atuação pneumáticos para válvulas integrais deverão ser fornecidos com dispositivos restritores do ar de saída para amortecimento da resposta, de modo a evitar impactos bruscos na tubulação e na própria válvula durante o acionamento;
e. Atuadores pneumáticos proporcionais para válvulas de controle deverão ser comandados através de posicionadores (conversores I/P)

comandados por sinal 4-20mA e deverão possuir transdutores de posição com sinal também em 4-20mA;

f. Todos os atuadores pneumáticos para válvulas deverão possuir fácil acesso fácil para operação e manutenção;
g. O ar proveniente do compressor deverá ser tratado previamente aos atuadores, necessitando ser ao menos desumidificado e depurado, com separação de partículas líquidas e sólidas utilizando-se elemento filtrante coalescente.

4.9. Válvulas solenoides

a. As válvulas solenoides devem seguir o padrão de acoplamento NAMUR;
b. As bobinas devem possuir comando em tensão 24Vdc, com conectores padrão DIN43650B, LED indicador de estado e supressor de surto;
c. As bobinas devem ser moldadas em epóxi;
d. As válvulas solenoides devem ser do tipo baixo consumo (potência ≤ 6W) e devem possuir dispositivo mecânico para acionamento manual local;
e. As válvulas solenoides devem possuir grau de proteção mínimo IP66 quando instaladas em localidades sujeitas à ação de maresia e IP65 nos demais casos;
f. As válvulas solenoides devem possuir conexão roscada, e devem ser padronizadas para todo um mesmo escopo de fornecimento;
g. O projeto das instalações deverá prever que as válvulas solenoides permaneçam a maior parte do tempo (durante a operação normal) na condição desenergizada, sendo energizadas apenas durante a atuação (comandos/operações);
h. Todas as válvulas solenoides de uma mesma instalação deverão ser instaladas em blocos do tipo *manifold* alocados em um painel próprio, que deverá ser instalado em um local abrigado de chuva e da incidência de luz solar direta. Deverão ser fornecidas solenoides reserva instaladas na quantidade de 2 ou 20% do número total (o que for maior).

4.10. Bombas dosadoras

a. Todas as bombas dosadoras devem ser fornecidas com manual de operação em português. O manual deve conter no mínimo os seguintes itens:

   - Catálogo e descrição geral dos equipamentos com a curva das bombas;
   - Manual com recomendações de operação e manutenção;
   - Marca e o modelo do equipamento;
   - Especificação completa e localização dos componentes;
   - Desenho preliminar do conjunto e desenho de corte típico.

b. Todas as bombas dosadoras devem apresentar, além das respectivas características específicas, as seguintes características mínimas:

   - Possibilidade de operação em modo manual com ajuste local de vazão;
   - Possibilidade de operação em modo automático com *setpoint* remoto de vazão e/ou velocidade (0 a 100%) através de sinal 4-20mA;
   - Grau de Proteção: IP66 ou superior.

c. Bombas dosadoras do tipo peristálticas deverão ser dimensionadas de modo que a vazão de operação prevista na pressão de trabalho não seja superior 60% da vazão máxima do equipamento ofertado, de forma a evitar o desgaste precoce dos cabeçotes;

d. As instalações das bombas dosadoras deverão contemplar válvulas de bloqueio manuais nas tubulações de sucção e de descarga, de modo a facilitar a remoção das bombas para manutenção e/ou substituição;

e. Bombas dosadoras do tipo diafragma devem ter as seguintes características mínimas:

   - Devem conter válvula de purga;
   - Ajuste de dosagem manual, com dois controles: regulando o número de pulsos de 0 a 100% e regulando o volume da injeção individualmente;
   - Grau de Precisão: melhor ou igual a 5%;

- Acionamento: tipo eletromagnético (através de magneto ou solenoide);
- Válvula de sucção e descarga: com esfera.

f. Os materiais de construção da bomba não devem apresentar incompatibilidade com nenhum dos produtos químicos a serem dosados;

g. As bombas deverão permitir o bombeio contínuo, independente das variações de pressão e viscosidade;

h. A precisão deve ser mantida em todo o range de operação;

i. Para bombas do tipo cavidade progressiva, os sistemas de vedação mecânica devem seguir a norma API 682;

j. Os materiais de construção das bombas devem apresentar propriedades mecânicas e químicas iguais ou superiores aos seguintes materiais:

- Cabeçote, válvula de sucção e descarga: PVDF;
- Vedações: PTFE (Teflon) ou EPDM ou FPM (Viton);
- Assento das válvulas (sedes das esferas): PP ou PTFE (Teflon);
- Diafragma: PTFE (Teflon);
- Esferas: cerâmica ou PTFE (Teflon);
- Válvula de pé com filtro: PVDF;
- Válvula de injeção: PVDF.

k. Os seguintes itens deverão ser fornecidos juntamente com cada bomba dosadora:

Para bombas do tipo diafragma:

- Mangueira de sucção com comprimento mínimo de 5,0 metros, compatível com os materiais químicos a serem dosados e também compatível com o diâmetro da sucção do equipamento;
- Mangueira de recalque com comprimento mínimo de 5,0 metros, compatível com os materiais químicos a serem dosados e também compatível com o diâmetro do recalque do equipamento;
- Mangueira para purga com comprimento mínimo de 1,5 metros, compatível com os materiais químicos a serem dosados e também compatível com o diâmetro da purga do equipamento;
- 1 válvula de sucção, 1 válvula de recalque, 1 válvula de pé com filtro e 1 válvula de injeção anti-sifão;

- Cabo de alimentação com comprimento mínimo de 2 metros com plug de 2P+T padrão ABNT NBR 14136;
- 3 fusíveis reserva compatíveis com o modelo da bomba dosadora ofertada, caso a mesma utilize fusíveis;
- Kit de reparo contendo 1 diafragma da bomba, 1 válvula de sucção completa, 1 válvula de recalque completa, 2 esferas de válvulas e 1 jogo de selos (vedações e assento das válvulas/sede das esferas.

Para bombas peristálticas:

- 1 cabeçote completo (se aplicável);
- 1 conjunto mangote + lubrificante (se aplicável);
- Cabos de sinais de entrada e saída (se aplicável).

Para bombas de cavidade progressiva:

- 1 estator e 1 kit completo de vedações.

4.11. Motores elétricos

a. Os motores a serem fornecidos para a CASAN deverão ser projetados, construídos e testados de acordo com as últimas revisões ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) e IEC (International Electrotechnical Comission);
b. Os motores devem ser do tipo elétrico de indução, assíncrono e rebobinável;
c. Os motores deverão ser do tipo Totalmente Fechados com Ventilador Externo (TFVE);
d. Motores com potência igual superior a 40cv e previstos para operar por pelo menos 75% do tempo, incluindo seus reservas, mesmo que estes não operem com a mesma frequência, devem possuir índice de rendimento (IR) mínimo IR4, conforme a NBR 17094;
e. A partida dos motores deverá ser compatível com acionamento em carga;
f. Os cabos de alimentação dos motores deverão possuir isolação especial para suportar os picos de tensão causados pelo uso de inversor de frequência;

g. Todos os motores elétricos deverão possuir alimentação trifásica, exceto quando expressamente requisitado de forma diversa pela CASAN;
h. A tensão nominal dos motores deverá ser especificada de acordo com a alimentação disponível no local e com a aplicação, e estará sujeita à aprovação da CASAN;
i. A frequência da alimentação elétrica é de 60 Hz;
j. Os motores devem possuir grau de proteção mínimo IP 55;
k. O fator de serviço deverá ser de, no mínimo, 1,15;
l. O regime de serviço deverá ser S1;
m. A corrente de rotor bloqueado deverá estar de acordo com a Norma NBR-7094;
n. O momento de impulsão (GD2) deverá ser fornecido pelo fabricante da carga acionada;
o. Os conjugados deverão ser superiores aos requeridos pela carga em pelo menos 30%, para qualquer ponto considerado da curva conjugado x velocidade, até a rotação correspondente ao torque máximo do motor;
p. Os motores deverão possuir isolação classe F ou superior;
q. A elevação da temperatura deverá considerar o método de variação da resistência dos enrolamentos, com valor limitado a 80 ºC;
r. O rotor deve ser de alumínio ou cobre;
s. O eixo deve ser do tipo sólido;
t. Os mancais devem ser do tipo com rolamento e retentores com vida útil prevista mínima de 15.000 (quinze mil) horas de serviço. Quando aplicável, deverão possuir visor de nível do lubrificante;
u. Os motores deverão possuir duplo aterramento: interno à caixa de ligação principal e externo à mesma, solidário à carcaça;
v. Os motores deverão ser providos de dispositivo (olhal, alça) para içamento através de ponte rolante;
w. O nível de ruído máximo admissível é de 95 dB;
x. Projetos de sistemas acionados por motores elétricos que possuam equipamento(s) reserva em configuração *hot standby* deverão prever a

alternância de funcionamento entre o(s) equipamento(s) principal(is) e reserva(s) de modo a prover um balanceamento nos tempos de operação dos equipamentos;

y. Motores com potência a partir de 100 cv deverão ser fornecidos com sensores de proteção já inseridos, nas bobinas (PTC ou PT100) e nos rolamentos (PTC, PT100 ou sensor de vibração), devendo ser fornecidos também os relés de proteção térmica. Quando o Termo de Referência exigir sensores PT100 ou de vibração, o fornecedor do motor deverá também informar os valores máximos admissíveis (em ºC ou em m/s) para desligamento do motor. Os cabos de cada sensor deverão ser blindados, devendo possuir comprimento mínimo de 20 metros.

4.11.1. Método de partida dos motores

a. Os motores serão acionados com chave de partida direta ou inversor de frequência. Cada motor terá se próprio acionamento, mesmo sendo reserva.
b. O método de partida de cada motor deverá ser selecionado respeitando-se os seguintes critérios:

- **Partida direta:**
  - Poderá ser utilizado o método de partida direta para motores de baixa potência (menor ou igual a 5 cv em 380 Vac e menor ou igual a 2,5cv em 220Vac), **e** quando não houver a necessidade de variação de velocidade;
  - Deverá ser utilizado disjuntor motor com ajuste térmico e magnético fixo, com possibilidade de bloqueio por cadeado na posição aberto. A proteção contra subtensão, sobretensão e falta de fase do motor será feita a partir de relé protetor.
- **Partida com inversor de frequência:**
  - Deverá ser utilizado o método de partida com inversor de frequência para todos os motores de potência superior a 5cv e para motores de baixa potência que requeiram a necessidade de variação de velocidade ou quando o conjugado de partida possuir alta inércia;

- A alimentação dos inversores, mesmo de pequeno porte, deverá ser entrada trifásica, exceto se explicitamente especificado em contrário.

4.11.2. Banco de capacitores

a. Cada motor cujo acionamento não for realizado por inversor de frequência deverá possuir correção de fator de potência por meio de um banco de capacitores. Este banco poderá ser único para todo o CCM, sendo acionado por um controlador, ou individual para cada motor, sendo acionado por um contator com resistores de amortecimento, próprio para uso com capacitores, comandado quando o motor alcançar plena tensão;
b. Os bancos de capacitores deverão ser através de uma célula trifásica, auto regenerativa, equipada com resistores de descarga (máximo 1 minuto) da desenergização, e deverão possuir ao menos 6 estágios;
c. Cada banco de capacitores deverá ser protegido por disjuntor tripolar, termomagnético, do tipo caixa moldada. O dimensionamento dos condutores e proteções deverá seguir a Norma DPSC / NT-02 da Celesc.

4.11.3. Condutores de saída

a. Os condutores de saída para os motores ou equipamentos deverão ser multipolares, 4 veias, 0,6/1kV, para as três fases + condutor de proteção sempre que o valor requerido da seção para o cabo assim permitir;
b. Os condutores deverão ser protegidos por eletrodutos PEAD, em rede subterrânea, ou eletrocalhas e perfis, de acordo com a opção escolhida pela CASAN. A conexão destes cabos na carga deverá ser realizada através de conduletes e *seal tube*.

4.12. Inversores de Frequência

a. Os inversores de frequência deverão ser próprios para acionamento, controle, variação de velocidade e proteção de motores de indução;
b. Os inversores de frequência deverão possuir controladores PID para o fechamento de malhas de controle locais;

c. O controle de velocidade dos inversores, pelo comando manual na porta do CCM, não deverá ser realizado com potenciômetro, exceto se este fizer parte da própria IHM. Deverão ser utilizados botões para acréscimo e decréscimo de velocidade;
d. Para cada inversor deverá ser utilizado disjuntor de caixa moldada com ajuste térmico e magnético fixo, com possibilidade de bloqueio por cadeado na posição aberto, sem prejuízos a outras proteções recomendadas pelo fabricante. A proteção contra subtensão, sobretensão e falta de fase do motor deverá ser feita pelo inversor;
e. Cada inversor deverá possuir as seguintes características mínimas:

- Grau de proteção: IP20 ou superior;
- Modos de controle escalar e vetorial devem ser suportados e devem existir cadeias de controle e parâmetros independentes para ambos os modos de controle do motor;
- A conexão elétrica do inversor e do motor deve ser trifásica;
- O inversor deverá permitir um comprimento máximo do cabo de ao menos 300 metros sem a necessidade de filtros para acionamento do motor;
- O inversor deve ser capaz de controlar os motores padrão IEC e NEMA;
- Deve ser possível comissionar motores de indução, de imã permanente e motor de relutância síncrona apenas com os valores da placa de identificação do motor, sem necessidade de obter os valores do motor de quaisquer outras fontes;
- O inversor deve ser capaz de acionar múltiplos motores de indução de tamanho igual em paralelo (aplicação multimotor). O comprimento total máximo permitido do cabo do motor neste caso deve ser de pelo menos 100 metros;
- A classificação de sobrecarga do inversor deve ser de ao menos 110% de sua corrente de serviço leve nominal por 1 minuto a cada 10 minutos. A capacidade de sobrecarga deve estar sempre disponível - não apenas no início;
- O inversor deve ser capaz de detectar a perda de carga (correia quebrada / acoplamento quebrado / bomba seca) e sinalizar a condição de perda de carga. O acionamento deve poder ser programado para sinalizar esta condição através de uma advertência na IHM, via saída discreta e/ou via comunicação;

- As saídas de relés devem incluir atrasos de tempo programáveis que permitirão a aceleração do inversor a partir da velocidade zero sem sinalizar uma condição de subcarga falsa. As curvas de subcarga e sobrecarga devem poder serem definidas pelo usuário;
- Deve ser possível tornar o motor mecanicamente seguro, iniciando um recurso de segurança funcional padrão incorporado *Safe Torque Off* (STO);
- O inversor deve incluir um circuito de otimização de energia (otimização de fluxo), que reduzirá automaticamente a tensão do motor aplicada ao motor com a finalidade de reduzir o consumo de energia;
- O inversor deve ser capaz de iniciar uma carga de desaceleração (avanço ou retrocesso) até a velocidade máxima e acelerar ou desacelerar até um ponto de ajuste (partida veloz) sem danos aos componentes, com todos os tipos de motor suportados (motor de indução, motor de ímã permanente e motor de relutância síncrona);
- O inversor deve ser capaz de reiniciar após a perda de energia sem a necessidade de reenviar o comando de partida. Este recurso deve estar presente independentemente da fonte de controle, painel de controle, E/S ou comunicação;
- Deve haver uma capacidade ajustável de frenagem de fluxo, onde o inversor controla o motor para dissipar a energia rotativa extra como calor sempre que a frenagem for necessária. Deve ser possível usar este recurso de frenagem de fluxo para desacelerar o motor de uma velocidade para outra - não apenas para parar o motor;
- A passagem de perda de potência deve estar disponível. Se a tensão de alimentação de entrada for cortada, o inversor deve continuar a operar usando a energia cinética do motor rotativo. O inversor deve continuar operacional enquanto o motor girar e gerar energia;
- O inversor deve incluir uma função de controle de frequência de comutação. Isso reduz a frequência de chaveamento, com base na temperatura real do drive e permite a maior frequência da portadora sem desclassificação do inversor ou operando na alta frequência da portadora somente em baixas velocidades. Deve ser possível definir uma frequência de comutação mínima e de referência;
- O inversor deve incluir uma função de suavização de ruído, que distribui o ruído do motor acústico em uma faixa de frequências em vez de uma única frequência tonal, resultando em menor intensidade de pico de ruído;

- O inversor deve possuir ao menos três (3) faixas de bloqueio de frequência crítica ou de velocidade crítica programáveis para evitar operar a carga continuamente em uma faixa de velocidade indesejável (frequências de salto);
- O inversor deve manter inalterada sua capacidade de fornecimento de corrente até a temperatura ambiente de + 50 °C, continuamente;
- O inversor deve ser adequado para operação segura até 2000 m de altitude em sistemas elétricos TN com aterramento neutro ou sistemas IT. As características nominais devem ser aplicáveis até 1000 metros acima do nível do mar. A redução por altitude acima de 1000 metros deve ser menor ou igual a 1% por 100 m;
- O inversor deve ser projetado para operar em condições ambientais de umidade relativa mínima de até 95% (sem condensação);
- O inversor deverá tolerar recebimento de sinal de reset quando não estiver em falha sem que isso acarrete em qualquer consequência à sua operação;
- Inversores construídos em painéis devem ser projetados para operar em ambientes vibratórios. A vibração permitida deve ser de acordo com a norma IEC / EN 60721-3-3: 2002 de 10 a 57 Hz: máx. Amplitude de 0,075 mm de 57 a 150 Hz;
- Guia de ventilação para o ar não entrar em contato com a eletrônica do *drive*;
- Quando utilizados em *boosters*, devem possuir funções incorporadas de regulador PID duplo e velocidades fixas programáveis, com a possibilidade de alternância entre PID1 e PID2 via sinalização por meio de entrada discreta e/ou com função incorporada de bombeamento que permita o funcionamento padrão do regulador PID, porém com possibilidade de compensação de *setpoint* de referência no caso de baixa pressão de sucção permitindo a recuperação do sistema e evitando o desligamento do bombeamento;
- Função de monitoramento de entradas analógicas, permitindo a sinalização, via saídas discretas, de limites pré-configurados;
- Fonte de alimentação interna de 24 Vdc;
- 06 (seis) entradas discretas;
- 02 (duas) entradas analógicas configuráveis 4 a 20 mA monitoráveis e com possibilidade de acionar o *trip* do inversor em caso de falha do sensor e/ou do sinal ou em caso de leitura falsa;
- 03 (três) saídas discretas a relé;

- 02 (duas) saídas analógicas configuráveis para todos os parâmetros de medição;
- Função *sleep* (dormir) configurável com base na rotação do motor e/ou na leitura das entradas analógicas;
- Função de *wake-up* (acordar) configurável com base nas leituras das entradas analógicas;
- Fator de potência real ou *true-RMS* (fundamental mais harmônicas) ≥ 0,90;
- Eficiência ≥ 97%;
- O inversor deve possuir a funcionalidade de efetuar o cálculo estimativo da vazão bombeada sem a necessidade do uso de sensores;
- Deve possuir IHM inteligente com *display* de LCD com luz de fundo e exibição simultânea de ao menos 3 (três) parâmetros livremente selecionáveis. O *display* deve estar em palavras completas, em português, para programação e diagnóstico de falhas (códigos de falha alfanuméricos não são aceitáveis);
- A IHM deve fornecer uma interface do usuário clara, interativa e baseada em menu sensível ao contexto, para facilitar o ajuste das configurações do inversor. Deve possuir ainda assistentes interativos para axiliar no comissionamento e na operação;
- A IHM deve fornecer um menu de fácil utilização, onde o usuário possa verificar o status e a função de todas as entradas e saídas analógicas e digitais e que reúna os dados de diagnóstico sobre a operação do inversor coletados em um único local. Os dados devem incluir dados sobre falhas ativas, avisos e eventos. Além disso, os dados devem conter um resumo das fontes de controle ativo do inversor;
- O inversor deve permitir a configuração via PC por meio de uma conexão Ethernet e/ou USB;
- Comunicação modbus RTU ou modbus TCP, independente da porta para IHM remota, em módulo destacável. Serão aceitos equipamentos que se comuniquem através de protocolo homologado pela norma IEC 61784-1 em substituição ao modbus quando esta opção for justificadamente mais conveniente para fins de integração com o restante do sistema. Nestes casos a CASAN deverá ser previamente consultada e deverá estar de acordo com esta alteração;
- Função *copy*, com acesso a toda a programação do inversor. Se necessário *hardware* adicional para *backup* dos parâmetros (IHM ou cartão de memória), este também deverá ser fornecido;

- Função de Segurança de Desligamento Seguro (STO) integrada;
- Autodiagnostico de falhas e de defeitos;
- Auto ajuste do inversor às condições de carga;
- Indicação de grandeza específica (programável);
- Ajuste de corrente de sobrecarga;
- Operação durante falhas momentâneas da rede;
- Função JOG (impulso momentâneo de velocidade);
- Correção de fator de potência (mínimo 0.98);
- Rampas linear, tipo “S” e dupla rampa;
- Rampas de aceleração e desaceleração independentes;
- Frenagem CC;
- Seleção do sentido de rotação;
- Rejeição de frequências críticas ou ressonantes;
- Partida com motor girando;
- Diagnóstico de falhas através na IHM;
- Filtro RFI;
- Demais proteções e recursos (mínimo requerido): sobretensão e subtensão na rede; falta de fase na rede; sobretemperatura no inversor; sobrecarga no motor; curto-circuito; limitação de corrente;
- Derate de temperatura: se a temperatura do *drive* exceder o limite admissível, o conversor deverá limitar automaticamente a corrente de saída até que a temperatura retorne à normalidade (para temperaturas até 40°C o inversor não deve ter perdas na corrente de saída nominal; para temperaturas entre 40 e 50 °C a corrente de saída nominal poderá cair no máximo 1% para cada 1°C adicional);
- Derate de desbalanceamento de fases: se a rede apresentar desbalanceamento entre as fases o *drive* limita automaticamente a corrente de saída até que o desbalanceamento seja corrigido;
- Placas de circuito eletrônico com proteção especial para ambientes agressivos (envernizamento classe 3C2 com *coating* ou 3C3) e proteção para partículas sólidas classe 3S2 ou superior, de acordo com a norma IEC 60721-3-3);
- Certificação CE, UL, cL, C-TICK;
- Idioma português;
- Manual em português.

f. Cada inversor deverá disponibilizar, no mínimo, as seguintes informações:

- **Proteção eletrônica:**
  - Sobrecorrente na saída/motor;
  - Sobrecarga no motor;
  - Subcorrente no motor;
  - Curto-circuito na saída;
  - Curto-circuito fase-terra na saída;
  - Falta de fase na alimentação;
  - Falta de fase no motor;
  - Sobretensão no circuito intermediário;
  - Subtensão no circuito intermediário;
  - Sobretemperatura no inversor;
  - Ligação invertida motor/encoder;
  - Falha no encoder incremental;
  - Erro externo;
  - Erro na CPU;
  - Erro de autodiagnose ou programação.
- **Supervisão:**
  - Referência de velocidade (RPM);
  - Velocidade no motor (RPM);
  - Potência de saída (kW);
  - Corrente de saída no motor (A);
  - Tensão de saída no motor (V);
  - Horas de funcionamento/trabalho (h);
  - Horas de produto energizado (h);
  - Torque no motor (%);
  - Tensão no circuito intermediário (V);
  - Estado do inversor;
  - Estado das entradas discretas;
  - Estado das saídas discretas;
  - Valor e estado das entradas analógicas;

- Mensagens de erros/defeitos.

g. Cada inversor de frequência deverá ser fornecido com 1 (uma) IHM com cabo de comunicação e moldura para instalação em porta de painéis.
h. O dimensionamento do inversor deverá considerar o fator de serviço do motor a ser acionado;
i. Os inversores de frequência deverão ser parametrizados pela empresa contratada, sendo que a lista de parâmetros deverá ser apresentada no esquema elétrico;
j. As interfaces de comunicação deverão ser passíveis de substituição sem a necessidade de remoção do inversor.

4.12.1. EMC – Compatibilidade Eletromagnética:

a. Os Inversores fornecidos para a CASAN deverão atender aos requisitos técnicos especificados na norma EN 61800-3: 2004 + A1: 2012 (Sistemas de acionamento de energia elétrica com velocidade ajustável - Parte 3: Requisitos de EMC e métodos de teste específicos);
b. Os inversores devem ter filtros EMC / RFI embutidos como padrão;
c. Deverá ser possível desconectar os filtros EMC sem ferramentas específicas (para sistemas elétricos IT e de aterramento TN);
d. A faixa deve estar em conformidade com a Diretiva de Compatibilidade Eletromagnética (EMC) da União Europeia EMC 2014/30 / EU, um requisito para a marcação CE (ou similar);
e. Os inversores deverão atender o padrão de produto EMC para inversores EN 61800-3 Classe C2 (1º ambiente, distribuição restrita) como padrão;
f. O fabricante deve fornecer prensa-cabos adequados para instalação em conformidade com a EMC;
g. A compatibilidade EMC de acordo com EN 61800-3 Classe C2 (emissões) e 2º ambiente (imunidade) deve ser atendida sem filtros externos com comprimentos máximos de cabo de pelo menos 100 metros para inversores com potência até 250kW. Para potências a partir de 250kW a compatibilidade EMC segundo EN 61800-3 Classe C3 (emissões) e 2º

ambiente (imunidade) deve ser atendida sem filtros externos com comprimento máximo de cabo de pelo menos 100 metros;

h. O fabricante deve apresentar uma declaração de conformidade do inversor emitida por órgão certificador independente;
i. Deverá haver uma opção de filtro interno de invólucro disponível para atendimento aos limites da EN 61800-3 Classe C1 (somente para condução), sem filtros externos e com um comprimento máximo do cabo do motor de 10 metros, no mínimo.

4.12.2. Harmônicas:

a. Os Inversores fornecidos para a CASAN devem atender aos requisitos técnicos especificados pela norma IEC / EN 61000-3-12: 2011 (Compatibilidade Eletromagnética (EMC) - Parte 3-12: Limites - Limites para correntes harmônicas produzidas por equipamentos conectados a sistemas públicos de baixa tensão com corrente de entrada > 16 A e ≤ 75 A por fase.
b. O fabricante deve apresentar uma declaração de conformidade do inversor emitida por órgão certificador independente;
c. Os inversores devem possuir reatores de entrada incorporados ou filtro CC para minimizar a Distorção Harmônica Total (THD);
d. O fabricante deve fornecer uma ferramenta para o cálculo das harmônicas de corrente e tensão nos terminais de entrada do inversor.

4.13. Aterramento

a. Em todos os sistemas novos que possuam sistemas de automação e/ou telemetria deverão ser construídas malhas de aterramento elétrico (AC) e de sinal (DC), independentes entre si;
b. À malha de aterramento elétrico deverão ser conectados os circuitos de proteção de todos os painéis, equipamentos e instalações elétricas AC, além das carcaças, cabines, painéis, bandejas etc.

c. À malha de aterramento de sinal deverão ser conectados todos os instrumentos e equipamentos alimentados em tensão DC, além das blindagens dos cabos de sinais e de comunicação;
d. A malha de aterramento de sinal deverá atender aos requisitos dos fabricantes de todos os instrumentos e equipamentos de automação e/ou telemetria utilizados no projeto;
e. As malhas de aterramento elétrico e de sinal deverão ser interconectadas em um único ponto, de forma a propiciar a equipotencialização entre si e eliminar correntes de retorno;
f. Em unidades instaladas em edificações o sistema de aterramento deverá consistir de malha enterrada ao redor da mesma, com hastes com espaçamento mínimo de 3 metros, respeitando-se as Normas NBR5410 e NBR5419, sendo que todos os materiais utilizados no sistema de aterramento deverão seguir o padrão Celesc. Excepcionalmente, unidades de baixa tensão instaladas em local com restrição de espaço, em muretas ou em passeio de via pública poderão possuir malha consistindo de hastes cravadas em linha (sempre no mínimo de três).
g. Deverá ser apresentado o laudo do aterramento executado, atestando que a resistência de aterramento se encontra nos limites das Normas NBR5410 e NBR5419, com a respectiva ART.

4.14. Painéis elétricos e CCMs

a. Os painéis deverão ser projetados, fabricados, ensaiados e fornecidos de acordo com as prescrições das normas ABNT/NBR-6808 (Conjunto de Manobra e Controle de Baixa Tensão) e ABNT/NBR/IEC-60439 e a NR-10;
b. As portas deverão ter dobradiças embutidas, com trava-portas, e permitir abertura não inferior a 105° graus;
c. Plano de pintura conforme item 4.21;
d. Cada painel deverá dispor de espaço interno suficiente para facilitar a acomodação da fiação interna e suas conexões e, também, possibilitar fácil acesso e remoção dos equipamentos montados;

e. O tipo de montagem interna deverá seguir a forma construtiva tipo 2B conforme a norma ABNT/NBR/IEC-60439 (separação de barramentos das unidades funcionais e com terminais para condutores externos separados do barramento) ou mais restrita;
f. As portas deverão ter porta-documentos na parte interna, com espaço suficiente para acomodar uma das vias do manual e uma cópia do projeto do painel, que deverão ser fornecidos pelo executante. Os porta-documentos deverão ter largura e altura para comportar folhas A4 sem a necessidade de dobrá-las;
g. Cada painel elétrico deverá possuir uma tomada monofásica 2P+T, 10 A, 220 Vca, padrão NBR 14136, com circuito individual de proteção elétrica contra curto circuito e sobrecarga, localizada no lado interno do painel. Caso o painel em questão seja o único painel elétrico presente no local da instalação, o mesmo deverá ser fornecido também com uma tomada trifásica 3P+T, 20A / 250V padrão industrial, e com uma segunda tomada monofásica 2P+T 10A, 220Vca, padrão NBR 14136, ambas com circuito individual de proteção elétrica contra curto circuito e sobrecarga e acessíveis pelo lado externo do painel, sem a necessidade de abertura do mesmo, para uso geral da manutenção;
h. Deverão possuir desumidificador controlado por termo higrostato regulável, com circuito exclusivo, protegido por disjuntor termomagnético adequado;
i. Todos os painéis elétricos e CCMs deverão possuir todos os dispositivos de proteção e segurança necessários à operação, aos dispositivos alocados no interior do painel e às cargas a serem alimentadas, acionadas e/ou comandadas;
j. Todos os painéis deverão possuir proteção contra surtos com DPSs classes I/II, coordenados com DPSs distribuídos ao longo da instalação, com disjuntores individuais para manutenção. Cada DPS deve ser ligado diretamente ao barramento de terra (sem *jumpers* entre si);

k. De forma a controlar sobretensões na instalação, todos os contatores deverão possuir supressores de surto em suas bobinas, do tipo RC (para bobinas CA) ou do tipo diodo de roda livre (para bobinas CC);
l. A disposição das fases deverá ser A-B-C da esquerda para a direita, de cima para baixo e da frente para trás, quando se está de frente para o painel;
m. No caso de novas unidades elevatórias de esgoto, os seguintes requisitos devem ser seguidos:
    - Seu padrão de entrada deverá ser sempre trifásico;
    - Dutos que vão do painel até o poço deverão ser completamente isolados contra a subida de gases com espuma expansiva;
    - Todos os cabos (de alimentação da bomba e dos sensores) deverão ser facilmente acessíveis a partir da tampa de inspeção do poço;
    - Deverá ser previsto sistema com dois acionamentos iguais (titular e reserva) com seus respectivos acionamentos completos, de forma que o bombeamento reserva possa operar imediatamente em caso de falha no titular. A lógica do esquema de comando deverá contemplar duas formas de funcionamento: (a) O revezamento da operação das bombas (via programador horário), na qual a titular operará por um tempo bem maior que a reserva (para que o desgaste e tempo de falha das duas não seja o mesmo), e para que a reserva não falhe por falta de uso; (b) Entrada imediata e automática da bomba reserva tão logo a bomba titular entre em falha ou em manutenção e o nível do poço exceda o limite normal de trabalho;
    - Prever um duto adicional da régua de bornes do painel até o poço contendo um cabo PP 4 vias para permitir a rápida instalação emergencial de chave boia, no caso de falha do sistema de controle principal;

- As bombas deverão possuir sinaleiras no painel para indicação de ligada, desligada e em falha (erro do inversor). Cada bomba deverá possuir recurso de comando manual/automático, devendo o comando manual ser realizado por botoeira pulsante, sem retenção. As IHMs dos inversores e do controlador de nível deverão ser instalados na porta do painel;
- O controle de nível poderá ser feito por sensor de nível a laser ou por sonda de nível hidrostática. Caso seja escolhido a sonda hidrostática, a mesma deverá ser instalada no interior de tubulação de dimensões apropriadas, fixada à parede do poço. Sempre que possível, a extremidade superior do tubo deve ficar abaixo do nível do extravasor, caso contrário o mesmo deverá ser vedado na parte superior, devendo ser feitas furações de 1cm de diâmetro nas laterais superiores para permitir o respiro. Somente serão admitidos sensores com especificações compatíveis para aplicação em esgoto bruto.

n. Todos os componentes, condutores e bornes de conexão devem ser nitidamente identificados de acordo com o projeto elétrico, respeitando-se o seguinte código:
    - Os componentes devem ser identificados no projeto e no painel por código de 03 (três) partes, sendo que a primeira indica a página no projeto onde se encontra o componente, e as demais indicam o código de letras deste componente e seu número sequencial;
    - Os cabos de comando devem ser identificados no CCM, nas duas extremidades, por anilhas com numeração inequívoca;
    - Cada borne deve ser identificado no CCM pelo mesmo código do fio ou cabo ligado a ele;
o. Os contatos devem ser identificados no projeto por código de três dígitos, onde o primeiro indica a folha de endereçamento e o segundo e terceiro a linha e coluna na folha;

p. Todas as ligações dos condutores deverão ser feitas por meio de terminais adequados à seção do condutor;
q. Todos os condutores que entram e saem do painel devem passar por bornes de ligação. Os bornes deverão ser apropriados para os terminais do condutor que irá conectar;
r. A entrada e saída dos condutores elétricos deverá ser pela região inferior do painel elétrico através de prensa-cabos, eletrocalhas ou eletrodutos devidamente selados, garantindo a vedação do painel contra a entrada de animais, poeira, etc.;
s. Quando se tratar de painéis de sobrepor, todos os cabos que entram e saem dos painéis devem ser selados por prensa-cabos, prensa-conduítes/corrugados ou conector para eletroduto rígido;
t. Painéis de acionamento de bombas com potência a partir de 100 cv deverão possuir relé de proteção térmica integrado a seu esquemático, devendo estes serem compatíveis com os sensores da bomba;
u. Sempre que o painel elétrico realizar comandos externos de manobra, tais como acionamento de cargas à longa distância ou abertura e fechamento de válvulas, deverá ser previsto e integrado ao esquemático o retroaviso desses acionamentos;
v. Todos os painéis deverão possuir chave de desligamento de emergência via botão cogumelo. Além de desenergizar o circuito de comando, o botão cogumelo deverá também sinalizar entrada digital responsável pela parada de emergência do drive;
w. As fontes de alimentação do circuito de comando em extrabaixa tensão deverão sempre possuir saída em 24 Vcc, sendo que a saída da fonte deverá possuir proteção geral em disjuntor ou fusível, ajustado à potência da fonte;
x. Todas as chaves seletoras e de comando deverão ser do tipo rotativa para montagem em painéis, com mecanismo de operação na parte posterior. O sentido de rotação das chaves seletoras e de comando deverá obedecer ao *layout* do projeto elétrico;

y. Cada dispositivo utilizado, interna ou externamente aos painéis, deverá ser identificado por uma plaqueta que conterá o código do equipamento denominado no diagrama esquemático. Estas plaquetas deverão ser sempre internas aos painéis, e localizadas de forma a permitir uma fácil visualização. Adicionalmente, deverão ser representados no projeto, desenhados logo abaixo de cada componente, todos os contatos que este aciona;
z. As réguas de bornes deverão ser convenientemente distribuídas dentro do quadro, obedecendo-se a separação entre circuitos de potência dos de comando;
aa. A conexão dos cabos de campo deverá ocorrer sempre por meio de barramento, réguas de bornes ou outro dispositivo de conexão intermediário. Não serão aceitos projetos que prevejam a conexão de cabos de campo diretamente nos componentes do painel;
bb. Os painéis de distribuição ou CCMs (quando não houver painéis de distribuição a montante destes) deverão ser fornecidos com multimedidores de grandezas elétricas instalados em suas portas, e estes deverão informa seus sinais de leitura para o sistema de controle, quando existente, ou para diretamente para o sistema supervisório da CASAN quando não houver sistema de controle no local;
cc. Os painéis deverão ser providos de iluminação interna adequada, através de lâmpada LED tipo bulbo de 6500K 20W com soquete E27, com acendimento quando da abertura da porta através de um micro interruptor com alavanca de material isolante;
dd. Deverão possuir placas de advertência “PERIGO ELETRICIDADE, RISCO DE CHOQUE ELÉTRICO” e “SOMENTE PESSOAL AUTORIZADO”, conforme NR-10;
ee. Todos os painéis deverão, antes de sua execução, ter seus projetos executivos aprovados pela CASAN. Tais projetos deverão ser elaborados em folha padrão A3 ou A4 da ABNT, e no selo deverão constar no mínimo os seguintes dados:

- Data;
- Revisão;
- Local de aplicação;
- Potência dos motores;
- Nome do Eng. responsável;
- Indicação para uso abrigado ou ao tempo.

ff. O projeto deverá conter, no mínimo, o diagrama trifilar, diagrama funcional, vista frontal do painel, vista interna da disposição dos equipamentos no painel e lista de materiais completa;

gg. Demais características devem seguir o projeto ou o Termo de Referência apresentado pela Casan.

4.14.1. Integração com o sistema de automação

a. Para equipamentos que se comuniquem com o sistema de controle através de protocolos homologados pela norma IEC 61784-1, os sinais de *setpoint*, liga/desliga e retorno de status ligado/desligado poderão ser realizados por meio de comunicação via rede. Para os demais casos, estes comandos deverão ser interligados ao novo sistema de controle através de sinais físicos;

b. No caso de uso de comunicação via rede ethernet, os equipamentos deverão ser integrados ao sistema de automação por meio de uma arquitetura do tipo anel ou estrela com o uso de *switches* industriais, sendo vedado o emprego de arquiteturas tipo árvore e linear (barramento em série). Quando utilizada a arquitetura em estrela, os dispositivos deverão suportar MRP (*Media Redundancy Protocol*);

c. Não será admitido o uso de roteadores no sistema de automação.

4.15. Painéis de automação

a. Entende-se por painel de automação o painel contendo controladores de processo e/ou equipamentos de telemetria, bem como os demais acessórios necessários para o funcionamento do sistema;

b. Os painéis de automação deverão contar com todas as proteções elétricas necessárias, tais como DPS, disjuntores, etc., devendo na sua montagem respeitar as normas NR-10, NBR 5410 e, onde aplicável, NR-12 do Ministério do Trabalho;
c. Para definição dos planos de pintura dos painéis, deve-se considerar a seguinte classificação da agressividade ambiental de acordo com ABNT NBR 14643: Corrosividade: C5-I. Para áreas marítimas, considerar Corrosividade C5-M;
d. Plano de pintura conforme item 4.21;
e. Os dispositivos de proteção nas entradas de alimentação devem ser próprios para aplicação em corrente alternada;
f. Cada painel deverá possuir um sistema para controle de umidade e condensação no interior do painel, composto por um higro-termostato e um resistor de aquecimento. Este sistema deverá ter seu funcionamento independente dos demais sistemas existentes no painel;
g. As entradas de alimentação dos painéis de automação devem considerar para cada caso a limitação de corrente disponível nos alimentadores;
h. Os painéis de automação deverão ser projetados com um arranjo interno que permita fácil acesso para a manutenção/substituição de todos os seus componentes, e deverão possuir espaço reserva de 25% em sua área interna para uso em futuras expansões;
i. Cada painel de automação deverá possuir uma tomada monofásica de serviço 2P+T padrão NBR 14136, 10A, 220 Vca, com circuito individual de proteção elétrica contra curto circuito e sobrecarga, localizada no lado interno do painel, na mesma coluna do CLP;
j. Quando requerida a alimentação dos componentes do painel de automação e/ou dos atuadores por meio de *no-break* / UPS, a autonomia não deverá ser inferior a 2 horas;
k. Todos os sinais analógicos de entradas e saídas deverão seguir o padrão 4-20mA;

l. Todos os sinais discretos de entradas e saídas deverão utilizar o nível de tensão 24Vdc;
m. Caso seja necessária a utilização de instrumentos, contatoras ou outros dispositivos de acionamento elétrico alimentados/comandados em tensão diferente de 24Vdc, estes devem ser comandados através de relés de interface/interposição/acoplamento acionados pelo sistema de automação em 24Vdc. O nível de tensão no painel de automação deverá ser restrito a 24Vdc, exceto pelo ramal de alimentação das fontes de alimentação principais e da tomada de serviço, que serão em 220Vca;
n. Quando forem utilizados relés, estes devem possuir led indicador de estado na base e devem possibilitar a troca da bobina sem a necessidade de remoção da base. A conexão dos cabos deverá ser por meio de terminais tipo parafuso ou *push-in.* Não serão aceitos terminais tipo mola;
o. O painel deverá possuir ao menos 2 fontes 24Vdc, sendo uma para alimentação exclusiva da eletrônica do sistema (restrita ao interior do painel) e a outra para a alimentação de instrumentos e para comandos de campo (internamente e externamente ao painel). Eventuais necessidades de uso de fontes redundantes serão tratadas caso a caso;
p. As fontes 24Vdc devem possuir contatos para indicação de falha/funcionamento, e estes devem ser interligados ao sistema de automação para monitoramento das mesmas;
q. Caso seja realizada a comunicação do sistema com algum outro sistema via sinais de entrada e saída 4-20mA, deverão ser utilizados isoladores galvânicos nos respectivos sinais;
r. Quando utilizado CLP, todos os sinais de cada módulo de E/S do CLP deverão ser interligados a uma régua de bornes no mesmo painel, provendo o “espelhamento” dos pontos de E/S;
s. Para a proteção individual dos circuitos dos sinais de E/S deverão ser utilizados bornes com fusível ultrarrápido 5x20mm com indicação de falha;

t. Quando utilizado CLP, o painel deverá possuir espaço reserva para a instalação futura de pelo menos 2 módulos de E/S adicionais, bem como para a instalação das réguas de bornes para espelhamento dos respectivos pontos de E/S;
u. O painel deverá possuir um porta-documentos na parte interna da porta compatível com documentos no formato A3;
v. Todos os cabos utilizados em sinais 24Vdc no interior do painel deverão ser identificados segundo o seguinte padrão de cores:
    - **Positivo:** Na cor vermelha, com identificação através de anilhas com o sinal gráfico "+";
    - **Negativo:** Na cor cinza, com identificação através de anilhas com o sinal gráfico "-";
w. Todos os cabos utilizados na instalação deverão ser identificados por meio de anilhas em ambas as extremidades, com identificação inequívoca;
x. Caso o painel de automação venha a ser instalado em um ambiente cuja temperatura possa atingir temperaturas iguais ou superiores a 30°C, deverá ser previsto sistema de refrigeração (climatização) adequado a fim de garantir a operação do sistema em temperaturas iguais ou inferiores a 25°C;
y. Os painéis de automação deverão possuir na parte interna de sua porta uma bandeja articulada para utilização com notebooks.

4.16. CLPs

a. Deverão ser utilizados CLPs modulares, de médio porte, montagem em bastidor ou trilho DIN EN 50022, expansíveis por barramento determinístico, próprios para uso em controle de processos e que estejam consolidados no mercado, tendo sido lançados pelos respectivos fabricantes pelo menos 1 (um) ano antes da data de publicação do edital que ensejará o fornecimento;
b. Os CLPs utilizados devem ser dotados de recursos de autodiagnóstico, tanto para componentes de *hardware* como de *software*, com sinalização

visual (física, por alarme e indicação via comunicação). No mínimo, devem permitir a criação de alarmes para a indicação de falhas de CPU, fonte de alimentação, módulos de E/S e interfaces de comunicação;

c. Os CLPs propostos devem ter alta disponibilidade, minimizando a possibilidade de paradas devido a falhas de seus componentes. Também devem apresentar facilidades de manutenção (diagnóstico, montagem e reposição dos componentes), permitindo reduzir o tempo de eventuais paradas em decorrência de falha do sistema. Estas facilidades de manutenção não devem comprometer o funcionamento satisfatório dos componentes do sistema;
d. Os CLPs devem permitir a inserção dos cartões em *trilhos*, chassi ou *baseplate* padronizados, não havendo diferenciação de posição para módulos de E/S de tipos diferentes;
e. Todas as saídas do CLP que se destinam a circuitos externos ao painel de automação deverão ser individualmente protegidas por fusível;
f. A montagem dos componentes deverá seguir as instruções e recomendações específicas do fabricante para instalação, de forma a atender os requisitos de imunidade a ruídos elétricos, magnéticos e interferência, conforme a norma IEC 61000-4-3/4/5/6, Zona B, Critério A (ou norma equivalente);
g. Todas as configurações, incluindo endereçamento dos sinais de E/S, taxa de comunicação, drivers de protocolo e características de sinais de E/S, devem ser feitas via *software*, sem o uso de *dip switches*;
h. Caso seja necessário o uso de *software*(s) específico(s) para a configuração/*backup*/restauração, deve(m) ser fornecida(s) cópia(s) do(s) mesmo(s), com a(s) respectiva(s) licença(s), em caráter definitivo e ilimitado, se aplicável;
i. Em nenhuma hipótese os CLPs deverão ser fornecidos com bloqueios por senha. Em caso de existência de conteúdo protegido por direitos autorais ou segredos de negócio, tal conteúdo deverá ser alocado em blocos função “tipo caixa preta”, estes sim protegidos por senha dentro do CLP,

de forma que as demais funções e capacidades do CLP não sejam comprometidas nem restringidas, permitindo livremente a adição ou alteração de lógicas por parte da CASAN;

j. Somente deverão ser utilizados CLPs cujos respectivos fabricantes garantam uma política de fabricação de sobressalentes por, no mínimo, 10 anos após instalação do sistema, de modo a evitar obsolescência precoce dos mesmos;

k. Todos os módulos utilizados em um mesmo sistema deverão pertencer a uma única linha/família de CLPs. Não serão aceitas mesclas entre diferentes linhas/famílias de CLPs, mesmo que estas sejam totalmente compatíveis entre si;

l. Em cada rede local deverá haver ao menos 1 interface ethernet livre e disponível para o acesso para manutenção via computador munido da ferramenta de programação. Caso o CLP utilizado não possua interfaces diretas livres para esta finalidade, o número de interfaces poderá ser expandido por meio da utilização de *switches* de rede que atendam ao disposto no item 4.16.6.

4.16.1. CPU (Unidade central de processamento)

a) O FORNECEDOR deve, com base na demanda de entradas e saídas e nos requisitos listados neste documento, verificar as necessidades de recursos para a CPU (processador, memória, barramento etc.);

b) Deve ser considerada reserva de capacidade no mínimo 40% para a CPU, memória e interfaces de comunicação;

c) A CPU deve dispor de funcionalidade *watchdog* e deve permitir criação de tarefas independentes;

d) A CPU deve possuir indicação de operação / falha da CPU e do barramento de I/O (erro de configuração, erro de *hardware*) por meio de *display* alfa numérico e/ou LEDs na própria CPU;

e) A CPU deve dispor de relógio-calendário em tempo real, plenamente accessível para o desenvolvimento e execução de aplicativos, com a

possibilidade de sincronismo externo através do protocolo SNTP (*server/client*);

f) A CPU deve dispor de sistema *webserver* embarcado que opere em HTML5, permitindo a criação de telas de supervisão, monitoramento e controle sem a necessidade de utilização de um *software* SCADA, acessível por meio de navegador *web* (*browser* padrão) com possibilidade de restrições de usuários e senhas;

g) A CPU deve ter memória integrada de ao menos 200kB para o programa (RAM) e de 1MB para dados (*flash*), sendo ao menos 16 kB de memória de dados retentiva. Deverá possuir ainda ao menos 1,5MB de memória disponível para função *webserver*;

h) A CPU deve ter recursos que possibilitem a execução de programas de forma continua e/ou disparada por eventos, conforme definição da IEC 61131-1;

i) O equipamento deverá ser capaz de trabalhar com cálculos em ponto flutuante e com PIDs com recurso de *auto tuning* e *anti-windup*;

j) Na ocorrência de defeito interno ou falta de energia, a CPU deve manter a programação em memória por pelo menos 30 dias. Deve sinalizar o esgotamento ou falha de bateria em indicação local (LED de indicação de falha de bateria) e em registro de memória de leitura. A bateria deve ser de fácil reposição, sem a necessidade de remoção do controlador;

k) A CPU do controlador deve possuir, no mínimo, as seguintes indicações luminosas em sua parte frontal:

- Controlador energizado;
- Controlador em modo de programação;
- Controlador em modo execução;
- Controlador em falha interna;
- Controlador com bateria interna esgotada;
- Controlador com falha de comunicação com módulos/nós de rede.

l) A CPU deve possuir, no mínimo, as seguintes funções de *self-checking* (disponíveis em registro de memória):

- Falha de comunicação com cada um dos módulos de entrada e saída.

m) A CPU deve possuir memória de programação (*load memory*) de pelo menos 4 MB, expansível através de SDCard, e memória de trabalho (*work memory*) de ao menos 512Kb;

n) A CPU deverá ser capaz de armazenar internamente o programa com todos os comentários efetuados na lógica de programação sem qualquer tipo de supressão. Deverá ser possível recuperar o programa do CLP a partir do *software* de programação mesmo sem uma cópia prévia do mesmo;

o) Cada CPU deverá suportar a comunicação com ao menos 4 remotas de campo (*remote I/Os*), além de pelo menos 3 módulos de comunicação e 8 módulos de E/S locais;

p) Cada CPU deverá suportar ao menos 12 conexões de rede simultaneamente, das quais ao menos 2 deverão restar livres para uso eventual;

q) Os blocos de comunicação não deverão ser limitados quantitativamente, mas apenas pela quantidade de memória disponível na CPU;

r) Não devem ser utilizadas CPUs com sinais de entradas e saídas integradas, exceto quando se tratar de sistemas de pequeno porte onde o número de sinais de E/S integradas na CPU é suficiente para cobrir todo o sistema, sem a necessidade de módulos adicionais;

s) A CPU deverá suportar a atualização da lógica sem a necessidade de parada (modificações *online*) para alterações de pequeno porte e que não impliquem em modificações na configuração de *hardware*;

t) A conexão da CPU ao PC com a ferramenta de programação deverá ser realizada por meio de uma interface ethernet com conector RJ-45;

u) O fabricante do *hardware* utilizado deve possuir suporte nacional para atendimento de dúvidas em português, através de telefone.

4.16.2. Módulos de entradas e saídas

a) Os módulos de E/S deverão permitir a interligação direta de cabos de sinal de pelo menos 1,5 mm² de seção;
b) Quando utilizados chassis de *baseplates* no controlador, estes deverão possuir capacidade para receber, futuramente, ao menos 2 módulos adicionais (reserva instalada), exceto se especificado explicitamente em contrário no respectivo Termo de Referência;
c) Para sinais semelhantes, deve-se sempre utilizar o mesmo modelo de módulo de E/S;
d) Não devem ser utilizados módulos com entradas e saídas no mesmo módulo;
e) Circuitos de entrada e saída dos módulos deverão ter proteção contra sobrecargas, transientes, surtos de tensão e inversão de polaridade;
f) Os módulos de entrada e saída devem possuir isolação (galvânica ou óptica) dos circuitos de instrumentação de campo;
g) As conexões dos módulos de E/S devem ser do tipo plug-in, de modo a que os mesmos possam ser substituídos sem que seja necessária a remoção da fiação a eles conectada;
h) Não devem ser utilizados módulos de saída discreta a relé. Deverão ser utilizados relés de interposição externos acionados por saídas discretas a transistor;
i) Os módulos de E/S devem possuir LEDs de sinalização de leitura/atuação na parte frontal do módulo;
j) Os módulos de E/S devem possuir diagnóstico de falha de comunicação com a CPU;
k) Quando utilizados chassis, deve existir sistema de proteção mecânica para evitar problemas de conexão inadequada ao chassi.

4.16.3. Interfaces de comunicação

a) Todas as interfaces de comunicação deverão ser nativas do sistema. Não serão aceitos conversores de sinal/protocolo de qualquer tipo;

b) Os módulos para a comunicação devem vir com os respectivos drivers de comunicação e licenças, quando aplicável;
c) A perda da comunicação não poderá afetar o controle do processo;
d) As interfaces de comunicação ethernet deverão suportar o padrão Ethernet 10Base-T/100Base-TX via conector RJ-45 (fêmea) e deverão permitir conexão de programação / monitoramento simultâneo de no mínimo 4 computadores. Deverão ainda suportar o protocolo UDP para troca de variáveis entre equipamentos e os protocolos OPC UA *server* com no mínimo 125 tags e 5 conexões, OPC DA com no mínimo 4 conexões e a possibilidade de trabalhar em protocolo Ethernet-IP como *scanner* e *adapter* com no mínimo de 1KB de memória de comunicação;
e) As interfaces de comunicação ethernet deverão possuir as seguintes funcionalidades:
    - *Webserver* integrado com opção HTTP / HTTPs com no mínimo 2 conexões simultâneas;
    - SNTP *server / cliente*;
    - FTP *server / client* para no mínimo duas conexões simultâneas;
    - SMTP server, protocolo ModBus-TCP/IP *client / server* com no mínimo 8 *servers / clients* simultaneamente.
f) As interfaces de comunicação serial deverão ser no padrão RS-485, deverão possuir terminação e circuito de *pull up/pull down* incorporado e deverão suportar o protocolo modbus/RTU mestre/escravo.
g) As portas de comunicação deverão ser isoladas de acordo com a norma EN61131-2;
h) Cada sistema deverá ser fornecido com no mínimo 1 porta de comunicação independente, para comunicação com a IHM e com o sistema supervisório da CASAN, sem prejuízo das demais interfaces requeridas pela aplicação. Exceto quando especificado em contrário no respectivo Termo de Referência, esta porta deverá ser do tipo ethernet e deverá estar apta ao uso do protocolo modbus TCP.

4.16.4. Software de configuração e programação

A ferramenta de programação deve permitir configuração e diagnóstico do controlador e ter suporte ao desenvolvimento de aplicações orientadas a objetos, possibilitando a criação e reaproveitamento de funções, blocos funcionais e programas (POUs), conforme modelo de *software* sugerido pela IEC 61131-3.

a) Deve ser possível o desenvolvimento de POUs em todas as linguagens definidas pela norma IEC 61131-3:

- Texto Estruturado (ST);
- Diagrama de Blocos Funcionais (FBD);
- Diagrama Ladder (LD);
- Lista de Instruções (IL);
- Sequenciamento Gráfico de Funções (SFC).

b) O aplicativo deve possibilitar a edição dos programas nas seguintes condições:

- Modo OFFLINE: neste modo, o programador não tem que estabelecer comunicação com a CPU e pode realizar quaisquer alterações que, no entanto, não alterarão o conteúdo da memória de programa da CPU;

- Modo ONLINE - RUN: neste modo, o programador deve estabelecer comunicação com o controlador e este deve estar processando a lógica já armazenada na memória de programa. No entanto, deve ser possível elaborar acréscimos de programação mesmo durante o processamento do aplicativo já operante, utilizando-se ferramentas de teste de consistência de lógica. Logo após, é dado o comando de confirmação da alteração, sem necessidade de parar a execução do aplicativo carregado na CPU. Deve ser possível monitorar em tempo real o valor de todas as variáveis do programa;

- Modo OFFLINE - SIMULATOR: neste modo, o programador não tem estabelecido comunicação com o controlador, mas pode, através de ferramentas de software, simular a execução do aplicativo para realizar testes.

c) O aplicativo de programação deve possibilitar:

- Declaração de tipo de dados elementares e derivados, definição de funções e operadores conforme IEC 61131-3;
- O uso de variáveis de 8bits (Byte), 16bits (Word e Inteiro), 32bits (Inteiro e Real) e 64bits (Inteiro e Real), funções de controle PID e trigonométricas, além de permitir programação com variáveis simbólicas locais e globais, e estruturas de dados,
- Utilização de qualquer uma das linguagens previstas na norma IEC 61131-3 e/ou de combinação entre as mesmas em uma mesma aplicação, permitindo também a conversão de partes do código entre linguagens diferentes;
- Monitoramento da execução do programa *online*;
- Ferramenta de comparação entre programas *offline* e *online*;
- Ferramentas para forçar valores de variáveis em modo *online*;
- Ferramenta de busca de ocorrência de variáveis ao longo do programa (referência cruzada);
- Ferramenta de importação e exportação de base de dados;
- Ferramenta de simulação *offline*;
- A edição dos programas por meio dos recursos de copiar/colar e arrastar/soltar;
- A identificação de variáveis declaradas e não utilizadas.

d) As lógicas de configuração deverão ser desenvolvidas utilizando-se das melhores práticas de programação. Todo o código fonte deverá ser

suficientemente comentado de forma que seja facilmente compreendido por um profissional que não tenha participado de sua elaboração;

e) O ambiente de configuração do CLP deverá ser integrado ao ambiente de desenvolvimento da(s) IHM(s) utilizadas no projeto, de maneira a permitir o referenciamento das variáveis de maneira transparente e automática, minimizando a chance de erros humanos no processo;
f) O ambiente de configuração do CLP deverá ainda dispor de ferramentas gráficas (como osciloscópio, por exemplo) para a análise de variáveis do processo e blocos de controle;
g) Caso o *software* de programação seja baseado na plataforma CODESYS®, este deverá utilizar a versão 3.x ou mais recente de tal plataforma.

4.16.5. Segurança

O sistema deve atender aos seguintes requisitos de segurança:

a) A falha em qualquer módulo de entrada ou saída não deve afetar o funcionamento de nenhum outro módulo;
b) Os controladores devem ter ação segura e previsível em caso de falha, seja por defeito interno, seja por falha na alimentação elétrica. Na falha, a CPU deve levar todas as saídas à condição desenergizada. Caso o sistema seja desligado e reinicializado, ele deve também garantir a condição desenergizada para todas as saídas.

4.16.6. Padrão de programação

a) Todos os parâmetros referentes a equipamentos e instrumentos interligados ao sistema de controle e que sejam pertinentes à operação e à manutenção do sistema deverão ser monitorados;
b) Em casos onde houver mais de uma medição referente à mesma grandeza e ao mesmo ponto, por instrumentos distintos, deverá ser prevista a possibilidade de selecionar via IHM do sistema qual das medições será utilizada com a medição primária e servirá de referência para a lógica.

c) Todos os dados comunicados entre a(s) CPU(s) e as IHMs deverão fazer parte de uma área de memória organizada por blocos de maneira que seja fácil identificar e localizar as variáveis; a área de comentários deverá ser utilizada para discriminar os significados dos estados/valores das variáveis. Deverão ser deixados endereços reserva em cada área para uso futuro de maneira a permitir a expansão do sistema sem a necessidade de alterar os endereços já em uso nem o padrão de endereçamento original;
d) As lógicas deverão se utilizar de blocos de funções padronizadas onde possível, de maneira a minimizar a duplicidade de código e facilitar a manutenção. Deverá ser utilizada preferencialmente a linguagem LADDER. Todas as linhas deverão ser comentadas. Todas as variáveis deverão ser tagueadas e deverão possuir comentários explicativos sobre os valores que podem assumir. Blocos de função devem obrigatoriamente acessar as variáveis por meio de tags de entrada e de saídas; não deve haver acesso direto pelos blocos a variáveis globais/externas;
e) A configuração deverá ser desenvolvida de modo que o sistema supervisório da CASAN possa se comunicar com o CLP via protocolo modbus TCP, podendo monitorar e comandar os dispositivos de maneira transparente como se fosse uma segunda IHM do sistema, sem a necessidade de prévia liberação nem de ajuste de configurações ou parâmetros. A comunicação com o sistema supervisório da CASAN deverá ser realizada por uma rede fisicamente segregada da rede local;
f) Sempre que previstas no escopo de fornecimento, as estações de configuração do sistema e as licenças de software previstas deverão ser fornecidas ANTES do início da configuração dos sistemas, de maneira a permitir à CASAN o acompanhamento adequado conforme necessário;
g) Ao final do projeto, deverão ser fornecidos os backups das configurações de todos os dispositivos/equipamentos/instrumentos configuráveis, em sua versão final, bem como a versão as-built de toda a documentação de projeto.

4.17. Switches

Switches que venham a ser fornecidos para uso em sistemas de automação devem atender os seguintes requisitos gerais:

a) Devem ser próprios para uso industrial;
b) Devem possuir capacidade de detecção de falhas de *link*;
c) Devem possuir ao menos 4 portas ethernet 100BaseT ou superior, com conectores RJ-45;
d) Devem possuir suporte a *High Speed Redundancy Protocol* (HRP) e/ou *Parallel Redundancy Protocol* (PRP);
e) Devem possuir tensão nominal de alimentação de 24 Vdc;
f) Devem suportar cascateamento ilimitado, independentemente da topologia de rede;
g) Quando utilizados em redes que contenham *drives* de acionamento de motores ou 10 (dez) ou mais dispositivos, devem ser gerenciáveis e possuir suporte a *Media Redundancy Protocol* (MRP). Neste caso, também devem possuir a capacidade de *backup* e restauração de sua configuração de forma simplificada, preferencialmente através de *web servers* integrados. Caso seja necessário o uso de *software*(s) específico(s) para a configuração/backup/restauração, deve(m) ser fornecida(s) cópia(s) do(s) mesmo(s), com a(s) respectiva(s) licença(s), em caráter definitivo e ilimitado, se aplicável.

4.18. IHMs

As IHMs devem atender aos seguintes requisitos gerais:

a) Devem ser do tipo *touchscreen*;
b) Devem ser testadas em fábrica e fornecidas com certificado de teste;
c) Devem possuir ao menos 1 porta para comunicação com o CLP e outra porta independente para programação;
d) Devem possuir comunicação com o controlador através do protocolo modbus TCP, PROFINET e/ou modbus RTU;
e) Devem possuir tensão nominal de alimentação de 24 Vdc;
f) Devem possuir certificação CE;

g) Devem possuir resistência a choque mecânico e vibração conforme a norma EN/IEC 61131-2;
h) Devem possuir compatibilidade eletromagnética nível 3 conforme a norma EN/IEC 61000-4-2;
i) Vida útil *backlight* ≥ 50.000h;
j) Devem possuir a capacidade de *backup* e restauração de sua configuração de forma simplificada. Caso seja necessário o uso de *software*(s) específico(s) para a configuração/*backup*/restauração, deve(m) ser fornecida(s) cópia(s) do(s) mesmo(s), com a(s) respectiva(s) licença(s), em caráter definitivo e ilimitado, se aplicável;
k) Deverão possuir capacidade reserva de 40% no número total de pontos configuráveis considerando-se a versão final da aplicação desenvolvida, para fins de expansão futura do sistema;
l) Somente deverão ser utilizadas IHMs cujos respectivos fabricantes garantam uma política de fabricação de sobressalentes por, no mínimo, 10 anos após instalação, de modo a evitar obsolescência precoce das mesmas;
m) As IHMs deverão ser desenvolvidas de maneira a chamar a atenção apenas para o que for de fato relevante, sem poluir demais a tela. As telas deverão ser desenvolvidas de acordo com o preconizado na norma ISA 101.

4.19. Radiocomunicadores

Os equipamentos de comunicação via ondas de rádio devem atender aos seguintes requisitos gerais:

a) A potência e a frequência do sinal deverão ser calculadas levando-se em consideração as interferências presentes nos locais de instalação e possíveis interferências devido a mudanças climáticas;
b) Todos os equipamentos deverão possuir proteção contra surtos e descargas atmosféricas;

c) Deverá haver isolamento elétrico completo entre os equipamentos de rádio e os demais dispositivos;
d) A potência emitida pelo sistema de comunicação deverá ser condizente com a frequência do sinal, de forma a garantir uma irradiação de energia dentro dos limites permitidos pelos órgãos competentes;
e) A comunicação deverá possuir segurança baseada em criptografia de 64 bits ou superior;
f) Sempre que for necessária a utilização de uma frequência que necessite de licenciamento dos órgãos competentes, é de responsabilidade da CONTRATADA a obtenção de tais licenças em nome da CASAN, para operação pelo período mínimo de 20 anos.

4.20. Infraestrutura Subterrânea

A infraestrutura subterrânea de eletrodutos e caixas de passagem deverá atender os seguintes requisitos gerais:

a) As caixas de passagem deverão ser em concreto pré-moldado com as dimensões mínimas 65 x 41 x 70 cm e tampão de ferro fundido nodular construídos de acordo com a NBR 10160, classe B 125kN para áreas de circulação de pessoas e veículos leves e classe D 400kN para áreas sujeitas a circulação de veículos pesados;
b) Cada eletroduto deverá ter no máximo 40% da sua área útil ocupada e entre as caixas de passagem subterrâneas deverá ser previsto eletroduto reserva, de mesmas características e seção dos demais dutos.

4.21. Plano de pintura para painéis

a) Para aumentar a proteção, todos os painéis metálicos deverão ser preparados e pintados conforme norma ABNT NBR 16680;
b) Para definição dos planos de pintura dos painéis, deve-se considerar a seguinte classificação da agressividade ambiental C5 de acordo com ABNT NBR 9223, e as seguintes categorias de corrosividade de acordo com a norma ABNT NBR 16680:

- Para áreas marítimas (até 50 km do litoral): considerar corrosividade C5-M;
- Para áreas não marítimas: considerar corrosividade C5-I.

5. DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA

A documentação técnica deve atender aos seguintes requisitos gerais:

a) Toda a documentação de projeto gerada pela CONTRATADA deverá ser previamente enviada à CASAN para a realização de comentários gerais e aprovação, visando atender de maneira satisfatória aos requisitos e necessidades da CASAN;

b) Deve ser entregue uma cópia do projeto juntamente à carta protocolada na unidade solicitante da CASAN encaminhando todos os documentos para análise e aprovação. Os documentos devem ser apresentados em 01 (uma) via encadernada e os respectivos arquivos eletrônicos para impressão gravados em CD devidamente etiquetados e em diretórios apropriadamente identificados conforme material impresso. O material entregue será avaliado e, se for o caso, a CONTRATADA, com base nas observações descritas nos documentos entregues pela CASAN, procederá todos os ajustes e/ou as alterações. Os relatórios devem ser gravados em uma única pasta com as figuras, os gráficos, os quadros, as tabelas e, devem integrar o corpo do relatório. Poderá ser aceito pela CASAN o envio de documentação para análise e comentários por meios exclusivamente eletrônicos, desde que a CASAN seja previamente comunicada e esteja de acordo com tal opção;

c) A fabricação/montagem/configuração de componentes ou do sistema como um todo somente deverá ser iniciada pela CONTRATADA após a aprovação ou aceite final dos respectivos projetos pela CASAN;

d) A aprovação ou aceite final dos projetos pela CASAN não exime a CONTRATADA da responsabilidade sobre a completude e a corretude da solução projetada. A CASAN se reserva o direito de exigir, a qualquer momento, o atendimento pleno aos requisitos da solução contratada;

e) A documentação deve ser em língua portuguesa. Exceção feita aos manuais e folhas de dados de *hardware* de equipamentos de automação, que podem ser na língua inglesa quando não houver versão em língua portuguesa;
f) Todos os documentos de projeto gerados pelo fornecedor devem ser identificados com numeração própria e devem possuir o nome do responsável técnico pelo projeto e o número de registro no respectivo conselho de classe;
g) A documentação dos painéis deverá incluir um *layout* interno e externo dos painéis e uma listagem de itens contendo, no mínimo, a descrição, fabricante, referência (*part number*) e a quantidade utilizada de cada componente utilizado no painel;
h) Todos os documentos deverão ser impressos e encadernados ao final do projeto, formando um livro único por disciplina (instrumentação, automação, elétrica, etc), e fornecidos em duas vias, juntamente com as cópias eletrônicas no formato original e editável (.doc, .xls, .dwg, etc);
i) Quando o escopo contratado tratar de fornecimento de um novo sistema completo (ETA ou ETE), deverá ser fornecido um fluxograma de engenharia (P&ID) do sistema, com a simbologia definida pela norma ISA S5.1, retratando todos os equipamentos e instrumentos que fazem parte do mesmo, bem como a interação entre estes e o sistema de controle.