



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

Revisão N°	Data	Descrição	Responsável
0	06/12/2018	Emissão inicial	Roberto Oenning - GPO/DIPAE
1	29/03/2019	Revisão itens 3, 4.1, 4.13 e 4.14	Roberto Oenning - GPO/DIPAE
2	22/07/2019	Revisão itens 3, 4.1, 4.4, 4.6, 4.10, 4.12, 4.13 e 4.14	Roberto Oenning - GPO/DIPAE
3	18/10/2019	Revisão itens 4.10 e 4.12	Roberto Oenning - GPO/DIPAE
4	14/11/2019	Revisão itens 4.1, 4.2, 4.10, 4.11 e 4.12	Roberto Oenning - GPO/DIPAE

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	4
2. REFERÊNCIAS NORMATIVAS	4
3. BASES DE PROJETO	6
4. REQUISITOS GERAIS.....	7
4.1. Instalações elétricas, pneumáticas e hidráulicas.....	7
4.2. Instrumentos diversos	11
4.3. Instrumentação analítica	12
4.4. Macromedidores de vazão eletromagnéticos	13
4.5. Válvulas de bloqueio tipo borboleta.....	18
4.6. Atuadores motorizados.....	19
4.6.1. Requisitos gerais.....	19
4.6.2. Requisitos mecânicos.....	21
4.6.3. Requisitos elétricos	22
4.6.4. Requisitos de pintura.....	25
4.7. Atuadores pneumáticos.....	26
4.8. Válvulas solenoides.....	27
4.9. Bombas dosadoras.....	27
4.10. Motores elétricos	30
4.10.1. Método de partida dos motores.....	32
4.10.2. Banco de capacitores.....	36
4.10.3. Condutores de saída	36
4.11. Aterramento.....	36
4.12. Painéis elétricos e CCMs	37
4.12.1. Integração com o sistema de automação.....	43

4.13. Painéis de automação	43
4.14. CLPs.....	46
4.14.1. CPU (Unidade central de processamento)	47
4.14.2. Módulos de entradas e saídas	49
4.14.3. Interfaces de comunicação.....	50
4.14.4. Software de configuração e programação.....	50
4.14.5. Segurança	52
4.15. <i>Switches</i>	52
4.16. IHMs	53
4.17. Radiocomunicadores.....	54
5. DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA.....	55

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-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)

Norma / Padrão	Descrição
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
ABNT/NBR-7075	Conexões de ferro fundido dúctil
ABNT/NBR 7289	Cabos de controle com isolamento extrudada de PE ou PVC para tensões até 1 kV - Requisitos de desempenho
ABNT/NBR-9117	Condutores isolados para ligações internas
API 682	<i>Pumps - Shaft Sealing Systems for Centrifugal and Rotary Pumps</i>
DIN-2501	<i>Flange dimensions and drilling</i>
EN-1092-1	<i>Flanges and ther joints - Circular flanges for pipes, valves, fittings and accessories, PN designated - Part 1: Steel Flanges</i>
IEC 60068-2	<i>Electronic Equipment & Product Standards</i>
IEC-60529	<i>Degrees of Protection Provided by Enclosures (IP Code)</i>
IEC 60721-3-3	<i>Classification of environmental conditions - Part 3: Classification of groups of environmental parameters and their severities - Section 3: Stationary use at weatherprotected locations</i>
IEC-61000-4-2	<i>Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-2: Testing and measurement techniques - Electrostatic discharge immunity test</i>
IEC-61000-4-3	<i>Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-3: Testing and Measurement Techniques - Radiated, Radio-Frequency, Electromagnetic Field Immunity Test</i>
IEC-61000-4-5	<i>Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-5: Testing and Measurement Techniques - Surge Immunity Test</i>
IEC-61131-1	<i>Programmable Controllers - Part 1: General information</i>

Norma / Padrão	Descrição
IEC-61131-2	<i>Programmable Controllers - Part 2: Equipment Requirements and Tests</i>
IEC-61131-3	<i>Programmable Controllers - Part 3: Programming Languages</i>
IEC 61784-1	<i>Industrial communication networks – Profiles – Part 1: Fieldbus profiles</i>
IEEE 472	<i>Guide for surge withstand compatibility tests</i>
IEEE 519	<i>Recommended Practices and Requirements for Harmonic Control in Electric Power System</i>
ISA-101	<i>Human-Machine Interfaces</i>
ISA-S5.1	<i>Instrumentation Symbols and Identification</i>
NEMA ICS 1	<i>Industrial Control and Systems - General Requirements</i>
NEMA ICS 2	<i>Industrial Control Devices, Controllers and Assemblies</i>
NEMA ICS 6	<i>Enclosures for Industrial Control and Systems</i>
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	<i>Electromagnetic Susceptibility of Process Control Instrumentation</i>

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.

4. REQUISITOS GERAIS

4.1. Instalações elétricas, pneumáticas e hidráulicas

- a. 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;
- b. Em caso de uso de eletrodutos, deverão ser instalados condutores 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 condutores tipo L, com no máximo 1 curva entre 2 condutores;
- c. Cada calha ou eletroduto deverá ter no máximo 60% da sua área útil ocupada;
- d. A tensão de alimentação dos circuitos de controle e comando deverá ser sempre em 24 Vdc;
- e. As instalações deverão sempre seguir as recomendações dos fabricantes dos equipamentos;
- f. 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;
- g. 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;
- h. 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.
- i. 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).
- j. Onde aplicável e viável, deverão ser utilizadas caixas de junção para recebimento dos sinais dos instrumentos. Não serão aceitas emendas de cabos;
- k. 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;
- l. 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;
- m. Os cabos de sinal de instrumentação deverão ser encaminhados ao painel de automação de forma segregada dos cabos de potência;
- n. 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 $\pm 10\%$;
 - 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.
- o. Para redes de comunicação ethernet deverão ser utilizados cabos de par trançado de categoria 5e ou superior para velocidades de até 100Mbps/s, e categoria 6 ou superior para velocidades acima de 100Mbps/s;
- p. 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;
- q. 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;
- r. Quando utilizados cabos de fibra ótica multifibras, deverá ser previsto sempre um adicional mínimo de 4 fibras (2 pares) reserva para uso futuro;
- s. 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;
- t. 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;
- u. Sistemas de ar de instrumento deverão conter um único filtro de ar com dreno automático, sistema de secagem e lubrificação e manômetro;
- v. Os compressores de ar deverão ser do tipo parafuso, padrão industrial, e deverão possuir purga automática e secador integrado;

- w. 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;
- x. As conexões entre o sistema de ar de instrumento e os atuadores deverão ser realizadas por meio de dispositivos do tipo “engate rápido”;
- y. 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;
- z. A aplicação de válvulas manuais nas instalações deve considerar as necessidades de manutenção dos conjuntos moto-bombas e demais instrumentos e equipamentos;
- aa. 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.

4.2. 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.

4.3. Instrumentação analítica

- a. As metodologias analíticas para determinação dos parâmetros previstos devem atender às normas nacionais ou internacionais mais recentes, incluindo:
- Standard Methods for the 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 (USEPA);
 - Normas publicadas pela International Standardization 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.

4.4. 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 (leitura 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 autodiagnóstico:
 - 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 .

4.5. 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.

4.6. Atuadores motorizados

4.6.1. 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 ou passível de instalação em local 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.
- 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 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;
- Operação em manual;
- Válvula emperrada;
- Sobre temperatura do motor;
- Sobre torque;
- 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 0°C a 70° C, conforme IEC-60068-2-14;
- m. Os atuadores devem possuir grau de proteção IP68, segundo a norma IEC 60529;
- 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*.

4.6.2. 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 (submersível por 96 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.
- 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;

4.6.3. 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. Os atuadores deverão possuir um módulo de força integrado composto por contadores 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;
- c. 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 contínuo 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;
 - d. 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;
 - e. 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 independente 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*;

- f. 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;
- g. 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;
- h. O atuador deverá obrigatoriamente estar equipado com o dispositivo de proteção contínua 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;
- i. Os atuadores deverão disponibilizar informações / histórico para a manutenção preventiva do equipamento via *display* do atuador, tais como: o número de operações dos contadores, tempo de operação e outros;
- j. 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;

k. 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.

l. 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.

4.6.4. Requisitos de pintura

- 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 centrífuga;
- Tinta de Fundo: 1 ou mais demãos de 15 µm a 20 µm de tinta de aderência epóxi-isocianato-óxido de ferro;
- 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.

4.7. 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.

4.8. 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 $\leq 6W$) 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).

4.9. 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.

4.10. Motores elétricos

- 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 Commission);
- Os motores devem ser do tipo elétrico de indução, assíncrono e rebobinável;
- Os motores deverão ser do tipo Totalmente Fechados com Ventilador Externo (TFVE);
- 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;
- A partida dos motores deverá ser compatível com acionamento em carga;
- Os cabos de alimentação dos motores deverão possuir isolamento especial para suportar os picos de tensão causados pelo uso de inversor de frequência;
- Todos os motores elétricos deverão possuir alimentação trifásica, exceto quando expressamente requisitado de forma diversa pela CASAN;
- 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;
- A frequência da alimentação elétrica é de 60 Hz;
- Os motores devem possuir grau de proteção mínimo IP 55;
- O fator de serviço deverá ser de, no mínimo, 1,15;
- O regime de serviço deverá ser S1;
- 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 isolamento classe F ou superior;
- q. A elevação da temperatura deverá considerar o método de variação da resistência dos enrolamentos, com valor limitado a 80 °C;
- 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 °C ou em m/s) para desligamento do motor. Os cabos de cada sensor deverão ser blindados, devendo possuir comprimento mínimo de 20 metros.

4.10.1. Método de partida dos motores

- a. Os motores serão acionados com chave de partida direta ou inversor de frequência. Cada motor terá seu 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), 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;
- Os inversores de frequência deverão ser próprios para acionamento, controle, variação de velocidade e proteção de motores de indução;
- Os inversores de frequência deverão possuir controladores PID para o fechamento de malhas de controle locais;
- 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;
- 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. A proteção contra subtensão, sobretensão e falta de fase do motor deverá ser feita pelo inversor;
- Cada inversor deverá possuir as seguintes características mínimas:

- Grau de proteção: IP20 ou superior;
- Modos de controle escalar e vetorial;
- Guia de ventilação para o ar não entrar em contato com a eletrônica do *drive*;
- Funções incorporadas de Regulador PID e Velocidades Fixas programáveis;
- Fonte de alimentação interna de 24 Vdc;
- 06 (seis) entradas discretas;
- 02 (duas) entradas analógicas configuráveis de 0 a 10 V ou 4 a 20 mA;
- 03 (três) saídas discretas a relé;
- 02 (duas) saídas analógicas configuráveis para todos os parâmetros de medição;
- Tipo de controle vetorial *sensorless* ou com *encoder*;
- Fator de potência real ou *true-RMS* (fundamental mais harmônicas) $\geq 0,92$;
- IHM com exibição simultânea dos parâmetros de corrente e velocidade/frequência (programável);
- 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 0.95);
 - Rampas linear, tipo “S” e dupla rampa;
 - Rampas de aceleração e desaceleração independentes;
 - Frenagem ótima “*Optimal Braking*” – modo vetorial;
 - 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;
sobretensão no inversor; sobrecarga no motor; curto-circuito; limitação de corrente;
 - Placas de circuito eletrônico com envernizamento especial para ambientes agressivos (envernizamento 3C2, de acordo com a IEC 60721-3-3);
 - Certificação CE, UL, cL, C-TICK.
 - Idioma português.
- 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 das entradas analógicas;
 - Mensagens de erros/defeitos.
- Cada inversor de frequência deverá possuir os seguintes acessórios:
 - Interface Homem-Máquina IHM destacável e programável - Display 2 linhas com textos alfanuméricos para instalação na porta do painel, com grau de proteção IP21, em português;
 - Manual em português.
 - O dimensionamento do inversor deverá considerar o fator de serviço do motor a ser acionado;
 - Os inversores deverão possuir ainda uma função específica para limpeza das bombas, que funcione da seguinte maneira:
 - Inversor detecta travamentos da bomba causados por algum sólido preso nas pás;
 - A função gira a bomba nos dois sentidos para remover possíveis poluentes sólidos;
 - A função pode ser usada em partidas no caso de sobrecarga inicial.

- Os inversores de frequência deverão ser parametrizados pela empresa contratada, sendo que a lista de parâmetros deverá ser apresentada no esquema elétrico;
- As interfaces de comunicação deverão ser passíveis de substituição sem a necessidade de remoção do inversor.

4.10.2. 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.

4.10.3. 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*.

4.11. 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.

4.12. 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 as NRs 10 e 12;
- b. As portas deverão ter dobradiças embutidas, com trava-portas, e permitir abertura não inferior a 105° graus;

- c. 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;
- d. 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;
- e. 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;
- f. 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;
- g. Deverão possuir desumidificador controlado por termo higrostató regulável, com circuito exclusivo, protegido por disjuntor termomagnético adequado;
- h. 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;
- i. Todos os painéis deverão possuir proteção contra surtos com DPSs, coordenados com DPSs distribuídos ao longo da instalação;

- j. De forma a controlar sobretensões na instalação, todos os contadores deverão possuir supressores de surto em suas bobinas, do tipo RC (para bobinas CA) ou do tipo diodo de roda livre (para bobinas CC);
- k. 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;
- l. 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.
- m. 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 3 números, onde o primeiro é reservado para a folha de origem do cabo no projeto e os dois seguintes para identificação sequencial do cabo;
 - Cada borne deve ser identificado no CCM pelo mesmo código do fio ou cabo ligado a ele;

- n. 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;
- o. Todas as ligações dos condutores deverão ser feitas por meio de terminais adequados à seção do condutor;
- p. 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;
- q. 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.;
- r. 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;
- s. 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;
- t. 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;
- u. 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;
- v. 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;

- w. 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;
- x. As réguas de bornes deverão ser convenientemente distribuídas dentro do quadro, obedecendo-se a separação entre circuitos de potência dos de comando;
- y. 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 informar seus sinais de leitura para o sistema de controle, quando existente, ou para diretamente para o sistema supervisorio da CASAN quando não houver sistema de controle no local;
- z. Os painéis deverão ser providos de iluminação interna adequada, através de lâmpada LED, com acendimento quando da abertura da porta através de um micro interruptor com alavanca de material isolante;
- aa. Deverão possuir placas de advertência “PERIGO ELETRICIDADE, RISCO DE CHOQUE ELÉTRICO” e “SOMENTE PESSOAL AUTORIZADO”, conforme NR-10;
- bb. 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.
- cc. 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;
- dd. Demais características devem seguir o projeto ou o Termo de Referência apresentado pela Casan.

4.12.1. 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.

4.13. 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. Os dispositivos de proteção nas entradas de alimentação devem ser próprios para aplicação em corrente alternada;

- d. Cada painel deverá possuir um sistema para controle de umidade e condensação no interior do painel, composto por um higo-termostato e um resistor de aquecimento. Este sistema deverá ter seu funcionamento independente dos demais sistemas existentes no painel;
- e. As entradas de alimentação dos painéis de automação devem considerar para cada caso a limitação de corrente disponível nos alimentadores;
- f. 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;
- g. 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;
- h. 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;
- i. Todos os sinais analógicos de entradas e saídas deverão seguir o padrão 4-20mA;
- j. Todos os sinais discretos de entradas e saídas deverão utilizar o nível de tensão 24Vdc;
- k. Caso seja necessária a utilização de instrumentos, contadoras 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;
- l. Quando forem utilizados relés, estes devem possuir led indicador 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;
- m. 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;
- n. As fontes 24Vdc devem possuir contatos para indicação de falha/funcionamento, e estes devem ser interligados ao sistema de automação para monitoramento das mesmas;
- o. 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;
- p. 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;
- q. Para a proteção individual dos circuitos dos sinais de E/S deverão ser utilizados bornes com fusível ultrarrápido 5x20mm com indicação de falha;
- r. 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 régua de bornes para espelhamento dos respectivos pontos de E/S;
- s. O painel deverá possuir um porta-documentos na parte interna da porta compatível com documentos no formato A3;
- t. 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 "-";

- u. Todos os cabos utilizados na instalação deverão ser identificados por meio de anilhas em ambas as extremidades, com identificação inequívoca.

4.14. CLPs

- a. Deverão ser utilizados CLPs modulares, de médio porte, 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 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;

- 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.

4.14.1. 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 ser capaz de disponibilizar, em registros definidos de memória de leitura, informações relativas à taxa de ocupação de memória, ciclo médio/máximo/último observado de varredura, valor de

- entradas/saídas/variáveis internas e demais diagnósticos da CPU e dos módulos componentes;
- d) 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;
- e) O equipamento deverá ser capaz de trabalhar com cálculos em ponto flutuante e com PIDs com recurso de *auto tuning* e *anti-windup*;
- f) 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;
- g) 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.
- h) 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.
- i) A CPU deve possuir memória de programação de pelo menos 2 MB, expansível através de SDCard, e memória de registros de ao menos 100Kb;
- j) A CPU deverá ser capaz de armazenar e restaurar todos os comentários efetuados na lógica de programação sem qualquer tipo de supressão;

- k) 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;
- l) 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;
- m) O fabricante do *hardware* utilizado deve possuir suporte nacional para atendimento de dúvidas em português, através de telefone.

4.14.2. 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 isolamento (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.

4.14.3. Interfaces de comunicação

- a) Todas as interfaces de comunicação deverão ser nativas do sistema. Não serão aceitos conversores de sinal 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 serial e ethernet deverão suportar no mínimo o uso dos protocolos modbus RTU e modbus TCP, respectivamente, com cada um destes nas configurações mestre (cliente) e/ou escravo (servidor);
- e) As portas de comunicação serial deverão ser no padrão RS-485;
- f) Cada sistema deverá ser fornecido com no mínimo 1 porta de comunicação independente, para comunicação exclusivamente com o sistema supervisor 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.

4.14.4. Software de configuração e programação

A ferramenta de programação deve 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 POU's 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;

- 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*.
- 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.

4.14.5. 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.

4.15. 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 cascadeamento 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.

4.16. 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* $\geq 50.000h$;
- 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) 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;
- l) Todo *software* aplicativo que venha a ser desenvolvido para as IHMs deverá seguir as recomendações da norma ISA-101.

4.17. 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.

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 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;
- e) 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;

- f) 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;
- g) 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);
- h) 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.