T.235/2

PROJETO DE ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS E LINHAS DE RECALQUE DE ESGOTOS SANITÁRIOS







Projeto de Estações Elevatórias e Linhas de Recalque de Esgotos Sanitários

N.º: T.235/2 Subst.: T.235/1 Aprov.: 23/02/18 Pág.: 1/36

1 Objetivos

1.1 Esta Norma estabelece as condições mínimas a serem obedecidas na elaboração e apresentação de projetos básicos e executivos de estações elevatórias de esgotos sanitários, com emprego de bombas centrífugas, e suas respectivas linhas de recalque.

1.2 Aplica-se a todas as unidades organizacionais da empresa e a seus prestadores de serviço, cujas atividades estão relacionadas ao sistema de esgotamento sanitário.

2 Referências

- 2.1 Na aplicação desta Norma é necessário consultar:
- Da ABNT:
- NBR 5410 Instalações elétricas de baixa tensão Procedimento.
- NBR 7191 Execução de desenhos para obras de concreto simples ou armado.
- NBR 9648 Estudos de concepção de sistemas de esgoto sanitário.
- NBR 9649 Projeto de redes coletoras de esgoto sanitário Procedimento.
- NBR 12207 Projeto de interceptores de esgoto sanitário.
- NBR 12208 Projeto de estações elevatórias de esgoto sanitário.
- NBR 12587 Cadastro de sistema de esgotamento sanitário.
- NBR 13133 Execução de levantamento topográfico.
- Da COPASA MG
- P.000/_ Formatos e legendas para desenhos técnicos.
- T.001/_ Execução de cadastro de rede de esgoto.
- T.014/ Escoramento de valas.
- T.175/ Projeto e execução de estruturas em concreto para obras de saneamento.
- T.181/ Diretrizes para apresentação de desenhos técnicos.
- T.197/ Seleção de conjunto motobomba, potência maior ou igual a 25CV.
- T.233/_ Concepção de sistemas de esgotamento sanitário.
- T.234/_ Projetos de redes coletoras e interceptores de esgotamento sanitário.

Wilton José F. Ferreira DTE / SPDT / DVDT Matrícula 10.159



Projeto de Estações Elevatórias e Linhas de Recalque de Esgotos Sanitários

N.º: T.235/2 Subst.: T.235/1 Aprov.: 23/02/18 Pág.: 2/36

- Do Ministério do Trabalho e Emprego:

NR10 - Serviços e instalações em eletricidade.

2.2 Cada referência citada neste texto deve ser observada em sua edição em vigor.

3 Definições

Para os efeitos desta Norma, são adotadas as definições de 3.1 a 3.8.

3.1 Altura manométrica

Energia necessária para que o fluido vença o desnível geométrico da instalação, somada à diferença de pressão entre os dois reservatórios (caso exista) e à resistência natural que as tubulações e acessórios oferecem ao escoamento dos fluidos (perdas de carga).

3.2 Curva característica

Lugar geométrico dos pontos de correspondência biunívoca entre altura manométrica e vazão.

3.3 Estações elevatórias de esgotos sanitários

Unidades destinadas ao transporte do esgoto do nível do poço de sucção das bombas ao nível de descarga na saída da linha de recalque, acompanhando, aproximadamente, as variações da vazão afluente.

3.4 Ponto de operação

Ponto de interseção das curvas características da bomba e do sistema.

3.5 Poço de sucção

Estrutura de transição que recebe as contribuições dos esgotos afluentes e as coloca à disposição das unidades de recalque.

3.6 Tempo médio de detenção

Relação entre volume efetivo e vazão média de início de plano afluente ao ponto de sucção.

3.7 Volume efetivo do poço de sucção

Volume compreendido entre o fundo do poço e o nível médio de operação das bombas.

3.8 Volume útil do poço de sucção

Volume compreendido entre o nível máximo e o nível mínimo de operação das bombas, isto é, entre a faixa de operação das bombas.

Wilton Jobe F. Ferreira

DTE / SPDT / DVDT

Matricula 10.159



Projeto de Estações Elevatórias e Linhas de Recalque de Esgotos Sanitários

N.°: T.235/2 Subst.: T.235/1 Aprov.: 23/02/18 Pág.: 3/36

4 Condições específicas para a elaboração dos projetos

4.1 Classificação das elevatórias e das linhas de recalque

4.1.1 O porte das estações elevatórias é classificado conforme indicado na tabela 1:

Tabela 1 - Relação entre vazão, altura manométrica e porte das estações elevatórias

	< 50 L/s	Pequeno porte	
Quanto à vazão	Entre 50 e 500 L/s	médio porte	
	> 500 L/s	grande porte	
	< 10 mca	baixa carga	
Quanto à altura manométrica	Entre 10 e 20 mca	média carga	
	> 20 mca	alta carga	

4.1.2 As linhas de recalque são classificadas da seguinte forma:

a) curta: comprimento até 10m;

b) longa: comprimento acima de 10m.

4.2 Elementos necessários:

- a) estudo de concepção, se houver, conforme Norma Técnica T.233/_, da COPASA MG, contendo estudo comparativo entre o projeto de uma estação elevatória e outras soluções tecnicamente possíveis e as diretrizes para a implantação da unidade;
- b) levantamento topográfico planialtimétrico e cadastral da área da elevatória e da faixa de caminhamento da linha de recalque;
- c) sondagens de reconhecimento da natureza do terreno e dos níveis do lençol freático na área da elevatória e no caminhamento da linha de recalque;
- d) características técnicas do conduto afluente;
- e) informações quanto à disponibilidade de energia elétrica.

4.3 Atividades necessárias:

- a) reavaliar as diretrizes definidas no estudo de concepção (se houver);
- b) descrever e avaliar o sistema de esgotamento sanitário existente em termos do aproveitamento de suas unidades na composição do sistema em projeto;
- c) executar os levantamentos topográficos determinando nível de inundação, caso a área da elevatória esteja localizada próxima a cursos d'água;
- d) executar os levantamentos geotécnicos;
- e) delimitar a área para a qual será projetada a elevatória, assim como a divisão das bacias e sub-bacias de esgotamento contidas na área;

Wilton Jose F. Ferreira
DTE / SPDT / DVDT
Matricula 10.159



Projeto de Estações Elevatórias e Linhas de Recalque de Esgotos Sanitários

N.º: T.235/2 Subst.: T.235/1 Aprov.: 23/02/18 Pág.: 4/36

- f) fixar o período de projeto, inclusive a época de início de funcionamento do sistema, e as etapas de implantação;
- g) determinar as vazões afluentes de início e fim de plano;
- h) dimensionar a elevatória, a linha de recalque e órgãos acessórios, com elaboração de planilhas de cálculo;
- i) elaborar desenhos da estação elevatória, linha de recalque e órgãos acessórios;
- j) elaborar especificações técnicas de materiais, equipamentos e serviços;
- k) elaborar orçamento de obras, de acordo com os padrões exigidos pela COPASA MG;
- I) elaborar cronograma físico-financeiro da obra;

m)elaborar relatório de projeto, contendo todos os elementos descritos acima, inclusive memorial descritivo e justificativo.

4.4 Condições a serem observadas

4.4.1 Avaliação do estudo de concepção:

a) avaliar as principais conclusões do estudo de concepção;

Nota: Se porventura, na atual fase de projeto, certas características ou parâmetros previamente definidos, venham a ser modificados com o surgimento de novas alternativas, ou suscitem dúvidas em relação às conclusões do estudo de concepção, deve ser realizada uma reavaliação generalizada do estudo para otimização do sistema, dentro do mesmo rigor previsto na elaboração do estudo de concepção.

b) no caso de inexistência de estudo de concepção, proceder de acordo com o proposto no procedimento para a elaboração de estudo de concepção, conforme Norma T.233/_, da COPASA MG e o disposto nesta Norma.

4.4.2 Localização

- **4.4.2.1** Para a escolha do local adequado à estação elevatória, considerar:
- a) o menor desnível geométrico médio do ponto de sucção ao ponto de recalque;
- b) o trajeto mais curto da tubulação de recalque;
- c) o baixo custo e facilidade de desapropriação do terreno;
- d) as condições topográficas e geotécnicas do terreno;
- e) a estabilidade contra erosão;
- f) a localização do terreno em cota superior à máxima de inundação possível, ou em caso contrário, com possibilidade de proteção adequada;

Wilton Jose F. Ferreira DTE I SPDT I DVDT Matricula 10.159



Projeto de Estações Elevatórias e Linhas de Recalque de Esgotos Sanitários

N.°: T.235/2 Subst.: T.235/1 Aprov.: 23/02/18 Pág.: 5/36

g) a possibilidade de acesso ininterrupto, não obstante inundações ou outras dificuldades, através de meios práticos de transporte, a não ser que em tais ocasiões seja permitido que a unidade fique fora de operação;

- h) a disponibilidade de área que satisfaça à necessidade presente e à expansão futura;
- i) a facilidade de fornecimento de energia elétrica e água de serviço;
- j) a facilidade de extravasão do esgoto, em condições de eventuais paralisações dos conjuntos elevatórios;
- k) o mínimo remanejamento de interferências;
- I) a menor movimentação de terra;
- m)a influência nas condições ambientais;
- n) a harmonização da obra com o ambiente circunvizinho.
- **4.4.2.2** A definição do local onde se prevê a implantação da estação elevatória deve ser obtida em comum acordo entre a COPASA MG (áreas de projeto, obra e operação), a Prefeitura Municipal e a Contratada.

4.4.3 Parâmetros básicos de projeto

4.4.3.1 Determinação das vazões de projeto

- **4.4.3.1.1** Definir as vazões de projeto, conforme o número de etapas previstas, considerando-se as contribuições domésticas, de infiltração e das indústrias existentes nas sub-bacias contribuintes.
- **4.4.3.1.2** Para a determinação das vazões de contribuição de projeto, seguir as recomendações da Norma Técnica T.234/_ da COPASA MG.
- **4.4.3.1.3** Para as elevatórias que recebem contribuição de outras elevatórias, adotar:
- a) para vazão mínima: apenas as contribuições locais onde se situa cada elevatória, considerando as demais desligadas;
- b) para vazão máxima: a soma das contribuições máximas local e de cada uma das elevatórias à montante.
- **4.4.3.1.4** As principais vazões consideradas no dimensionamento das elevatórias são:
- a) vazão média de início de plano: utilizada para calcular as dimensões máximas do poço de sucção, de modo que o esgoto não permaneça tempo demasiado no poço, evitando sua septicidade;
- b) vazão máxima de fim de plano: tem por finalidade fixar a capacidade de recalque das bombas.

Wilton José F. Ferreira
DTE / SPDT / DVDT
Matrícula 10.159



Projeto de Estações Elevatórias e Linhas de Recalque de Esgotos Sanitários

N.º: T.235/2 Subst.: T.235/1 Aprov.: 23/02/18 Pág.: 6/36

4.4.3.2 Dados do interceptor ou coletor afluente:

- a) forma e dimensões da seção transversal;
- b) natureza do material e espessura da parede;
- c) cota da soleira do conduto no ponto de entrada da elevatória;
- d) cota de soleira do conduto na saída do último poço de visita à montante;
- e) cota da lâmina d'água máxima do sistema que contribui para a elevatória em projeto;
- f) desnível geométrico entre o nível de sucção e o nível de descarga.

4.4.3.3 Período de alcance do projeto e etapas de implantação:

- a) considerar como fatores limitantes:
- a vida útil das instalações e equipamentos e a rapidez com que se tornam obsoletos;
- a maior ou menor dificuldade de ampliação das instalações;
- as características de crescimento da população atendida;
- as taxas de juros e amortização do financiamento para a implantação da unidade;
- o nível econômico da população atendida;
- as facilidades ou dificuldades de obtenção de financiamento;
- o funcionamento da instalação nos primeiros anos, quando trabalha com folga.
- b) realizar avaliação econômico-financeira para estabelecer o período de projeto, principalmente em instalações de grande porte;
- c) estabelecer as etapas de implantação das bombas, que dependerão dos aspectos econômico-financeiros ligados a:
- custos de implantação dos equipamentos;
- custos de operação e manutenção;
- características de evolução das vazões, durante o período de alcance do projeto;
- características de segurança e confiabilidade de operação dos equipamentos;
- fonte de energia utilizada na estação de bombeamento;
- etapas de implantação da linha de recalque;
- vida útil dos equipamentos, comparativamente à vida útil das tubulações.
- d) justificar técnica e economicamente a adoção de bombas de velocidade variável.

Wilton Jose F. Ferreira
DTE I SPDT I DVDT
Matricula 10.159



Projeto de Estações Elevatórias e Linhas de Recalque de Esgotos Sanitários

N.º: T.235/2 Subst.: T.235/1 Aprov.: 23/02/18 Pág.: 7/36

4.4.4 Dimensionamento do poço de sucção

4.4.4.1 Considerações básicas

4.4.4.1.1 Devido ao custo e às dificuldades construtivas e operacionais, é desejável que o poço seja projetado de modo a obter a menor profundidade, embora esta esteja condicionada pelos condutos afluentes à elevatória.

- **4.4.4.1.2** Dadas as constantes e significativas variações diárias e horárias das vazões afluentes às estações elevatórias de esgoto, há necessidade de um poço de sucção que garanta o adequado funcionamento dos conjuntos elevatórios com o amortecimento dessas variações.
- **4.4.4.1.3** No dimensionamento do poço de sucção, o revezamento automático das bombas poderá ser considerado.
- **4.4.4.1.4** Em elevatórias finais, assegurar que a vazão máxima não ultrapasse a capacidade hidráulica da unidade de entrada no sistema de tratamento.

4.4.4.2 Parâmetros básicos para o dimensionamento do poço de sucção

- a) tempo de detenção:
- a permanência excessiva do esgoto bruto no poço acarretará a emanação de gases, danificando a estrutura e o equipamento;
- o tempo de detenção deverá ser limitado entre 10 e 30 minutos.
- b) ciclo de funcionamento:
- corresponde à soma de dois tempos parciais: tempo de subida (Ts) e tempo de descida (Td), sendo que o tempo de subida corresponde ao tempo que o esgoto leva para subir desde o nível mínimo até o nível máximo de operação, ou seja, tempo em que o motor permanece parado, e o tempo de descida, que corresponde ao tempo de esvaziamento do poço, no qual o motor permanece ligado;
- o intervalo de tempo entre duas partidas consecutivas não deverá ser inferior a 10(dez) minutos.

4.4.4.3 Volume útil

- **4.4.4.3.1** O volume útil deve ser calculado, considerando:
- a) a vazão da maior bomba a instalar (quando operada isoladamente);
- b) o menor intervalo de tempo entre partidas consecutivas do motor de acionamento, conforme recomendado pelo fabricante.

Nota: Para o dimensionamento dos poços de sucção, deve-se utilizar a metodologia proposta pelo Eng.º Roberto Teixeira França, cujas fórmulas para elevatórias com até seis bombas atuantes, encontram-se descritas nos anexos A e B.

Wilton Jose F. Ferreira DTE I SPDT I DVDT Matricula 10.159



Projeto de Estações Elevatórias e Linhas de Recalque de Esgotos Sanitários

N.°: T.235/2 Subst.: T.235/1 Aprov.: 23/02/18 Pág.: 8/36

4.4.4.4 Dimensões e forma do poço de sucção

4.4.4.1 As dimensões e forma do poço de sucção devem ser determinados a partir do volume útil calculado e respeitados os seguintes critérios:

- a) não permitir a formação de vórtice;
- b) não permitir descarga livre na entrada e nem velocidade de aproximação superior a 0,60 m/s;
- c) evitar o favorecimento da tomada por uma ou mais bombas em prejuízo de outras;
- d) não permitir formação de depósitos no fundo ou nos cantos, adotando-se enchimento em concreto na forma de planos inclinados, convergindo para a sucção das bombas;
- e) facilitar a instalação de tubulações e conjuntos elevatórios, bern como as condições de operação, conforme recomendado pelo fabricante.
- **4.4.4.2** Definidos os conjuntos motobomba e estabelecido o sistema operacional das bombas, determina-se as dimensões exatas do poço de sucção, como segue:
- a) o comprimento será aquele necessário para a instalação adequada dos conjuntos motobomba selecionados, respeitando-se as folgas necessárias para montagem, instalações complementares e interferências na sucção das bombas;
- b) a largura será determinada através de vários critérios, tais como:
- espaço físico suficiente para instalação de bombas submersas, considerando-se, entre bombas e a parede, a distância recomendada pelo fabricante;
- condições hidráulicas adequadas na sucção;
- disposição física do poço de sucção em relação às outras unidades da estação;
- definição da altura, comprimento e volume útil necessário.
- c) na determinação da profundidade, considerar:
- a cota da soleira do coletor afluente;
- o nível máximo-maximorum de esgoto do poço de sucção (geralmente nível máximo de alarme);
- o nível máximo de operação das bombas: de 0,10m abaixo do nível de alarme;
- a altura requerida para a instalação da bomba e peças especiais, mantendo-se o nível mínimo recomendado pelo fabricante;
- a faixa de operação igual ou superior a 0,60m, dependendo do volume útil calculado, da natureza da elevatória, das características das bombas selecionadas, do sistema operacional adotado e também das dimensões já definidas.

Nota: O limite inferior corresponde ao nível mínimo de operação normal das bombas.

Wilton Jose F. Ferreira
DTE / SPDT / DVDT
Matrícula 10.159



Projeto de Estações Elevatórias e Linhas de Recalque de Esgotos Sanitários

N.º: T.235/2 Subst.: T.235/1 Aprov.: 23/02/18 Pág.: 9/36

4.4.4.3 Definidas as dimensões do poço de sucção, verificar-se-ão os volumes útil e efetivo, de maneira a atender as condições já estabelecidas.

Notas: 1 - Se não forem satisfeitas, as dimensões do poço deverão ser reestudadas.

- 2 Verificar ainda o tempo de ciclo (e o número de partidas por hora), que deverá estar dentro das faixas recomendadas pelo fabricante.
- **4.4.4.4** Para a proteção das bombas, geralmente são instalados cestos no interior do poço ou grades, em compartimento a montante do mesmo.

Nota: Os cestos ou grades deverão ser em material resistente a corrosão, com espaçamento definido pela passagem máxima de sólidos na bomba.

- **4.4.4.5** Deverá ser observada a submergência mínima na sucção, a fim de evitar a entrada de ar na bomba devido ao fenômeno do vórtice.
- **4.4.4.6** A forma e as dimensões do poço de sucção não deverão prejudicar o desempenho das bombas e as condições de operação, nem permitir a formação de vórtices.
- **4.4.4.7** Em poços de sucção de grandes dimensões é conveniente a adoção de uma parede divisória entre as bombas, com comunicação através de uma comporta.

Nota: Este processo de duas células é conveniente para limpeza e também quando se prevê instalação de futuras unidades de recalque.

4.4.4.5 Tempo de detenção médio

4.4.4.5.1 O tempo de detenção médio deve ser determinado com base no volume efetivo, sendo:

V = Q . T

V = volume efetivo do poço de sucção, em m³;

Q = vazão média afluente em início de plano, em m³/min;

T = tempo de detenção no poço, em min.

4.4.4.5.2 O tempo de detenção médio deve ser o menor possível, evitando-se assim eventuais folgas no dimensionamento do poço de sucção.

Nota: O maior valor recomendado é de 30 minutos.

4.4.5 Seleção dos conjuntos elevatórios

- **4.4.5.1** As principais condições hidráulicas que determinam o tipo de bomba são:
- a) vazão;
- b) altura manométrica;
- c) NPSH disponível;

Wilton Jose F. Ferreira
DTE / SPDT / DVDT
Matricula 10.159



Projeto de Estações Elevatórias e Linhas de Recalque de Esgotos Sanitários

N.º: T.235/2 Subst.: T.235/1 Aprov.: 23/02/18 Pág.: 10/36

d) rendimento.

4.4.5.2 Outros aspectos que também deverão ser considerados são:

- a) a natureza e as etapas de projeto;
- b) a padronização de equipamentos eletromecânicos;
- c) o estudo de transientes hidráulicos;
- d) características do esgoto recalcado;
- e) volume da obra;
- f) a padronização de equipamentos com outras unidades existentes ou projetadas;
- g) eficiência energética, economia e facilidade de operação;
- h) bombas disponíveis no mercado;
- i) facilidade para manutenção e reposição de peças e assistência técnica.
- **4.4.5.3** A elevatória deverá cobrir as variações diárias do esgoto afluente através da associação de bombas, podendo operar de forma isolada, em paralelo ou em série.
- **4.4.5.4** Para a escolha dos conjuntos motobombas e determinação do ponto de operação é necessária a análise das curvas do sistema elevatório e das bombas disponíveis no mercado passíveis de serem utilizadas em cada caso, bem como o tipo de operação do sistema de bombeamento.
- Notas: 1 Para escolha da bomba devem ser priorizadas as bombas de baixa rotação.
 - 2 Se o motor for de potência igual ou superior a 25CV, consultar a Norma T.197/_, da COPASA MG.
- **4.4.5.5** As bombas selecionadas devem dispor de curvas características estáveis, cuja composição com as curvas características extremas do sistema resulte em um funcionamento adequado em todos os pontos de operação, conforme a associação de bombas adotada.

Nota: As curvas características extremas do sistema são as determinadas pelas alturas geométricas máxima e mínima, conforme Anexo C.

4.4.5.6 A potência do motor de acionamento deve ser calculada de modo a atender, com folga, a qualquer ponto de operação da bomba.

Nota: A fórmula para cálculo da potência encontra-se disponível no Anexo D.

4.4.5.7 Para a vazão de operação máxima de cada bomba do sistema, o NPSH disponível deve superar o NPSH requerido em pelo menos 30% (trinta por cento) e também, em pelo menos, 1,5 m.

Nota: O cálculo do NPSH requerido deve ser feito segundo o Anexo E.

Wilton Job F. Ferreira
DTE / SPDT / DVDT
Matrícula 10.159



Projeto de Estações Elevatórias e Linhas de Recalque de Esgotos Sanitários

N.º: T.235/2 Subst.: T.235/1 Aprov.: 23/02/18 Pág.: 11/36

4.4.5.8 A rotação máxima recomendada para bombas que operam com esgoto é de 1.800 RPM, para evitar ruídos excessivos.

Nota: Caso sejam utilizadas bombas de rotação superior, justificar e verificar a necessidade de isolamento acústico.

- **4.4.5.9** O cálculo da altura manométrica deverá considerar o envelhecimento dos tubos ao longo do alcance do projeto e a variação dos níveis no poço de sucção.
- **4.4.5.10** No caso de utilização de bombas re-autoescorvantes, deverá ser realizada a verificação da altura de re-autoescorva, conforme indicado no Anexo F.
- **4.4.5.11** No caso de adoção de bombas submersas devem ser observados os seguintes aspectos:
- a) quando o motor a ser adquirido for alimentado através de inversor de frequência, este deverá possuir uma classe de isolamento adequada;
- b) se o equipamento (motor e bomba) for especificado para atender também às condições operacionais de segunda etapa, é necessário constar claramente esta condição no Termo de Referência;
- c) motor deverá ser dotado de sensor de temperatura, montado internamente no mesmo, para protege-lo contra sobrecarga;
- o conjunto motobomba deverá ser blindado e dotado de sensor de umidade, montado internamente no mesmo, para proteger o motor contra a entrada do líquido bombeado;
- e) conjunto motobomba dotado de potência igual ou superior a 50 CV deverá:
- ser dotado de sensor de umidade, montado internamente no depósito de óleo, no encaixe superior e no motor, para protegê-lo contra a entrada do líquido bombeado;
- ser dotado de sensor de temperatura, montado internamente nos mancais superior e inferior, e no motor, para protegê-lo contra sobrecarga e aquecimento.
- f) Todos os conjuntos motobombas verticais submersíveis para drenagem devem ser dotados de uma unidade de proteção, visando ao controle e monitoramento de todas as proteções internas do conjunto, que fará parte integrante do fornecimento.
- **4.4.5.12** A unidade de proteção, de que trata o item "f" deve ser dotada das seguintes funções, no mínimo:
- a) existência de um dispositivo que indique a presença de umidade no interior do conjunto motobomba nos pontos requeridos, de acordo com a sua potência, conforme itens "d" e "e", acima;
- b) existência de um dispositivo que desligue o motor quando da ocorrência da presença de umidade e/ou ocorrência de temperatura, além dos valores pré-ajustados;
- c) possibilidade de ajuste de sensibilidade dos sensores de umidade;





Projeto de Estações Elevatórias e Linhas de Recalque de Esgotos Sanitários

N.°: T.235/2 Subst.: T.235/1 Aprov.: 23/02/18 Pág.: 12/36

d) existência de um dispositivo que indique a elevação da temperatura interna do conjunto motobomba nos pontos requeridos, de acordo com a sua potência;

- e) botão de "reset" para reiniciar todas as funções (temperatura e umidade);
- f) possibilidade de operar de forma manual (o motor não será desligado, porém será indicada a ocorrência da anormalidade de modo sonoro e visual) ou automática (o motor será desligado e também será indicada a ocorrência da anormalidade de modo sonoro e visual).
- **4.4.5.13** No caso de adoção de bombas horizontais para esgotos e efluentes (HEE), devem ser observadas as seguintes características complementares do equipamento motobomba:
- a) a passagem máxima de sólidos admissível pela bomba tipo "HEE" (horizontais para esgotos e efluentes) deverá ser compatível com o sistema de pré-gradeamento à montante da bomba;
- b) ainda que o esgoto ou efluente tenha sido pré-gradeado, a bomba deve permitir a passagem de sólidos em suspensão de diâmetro máximo de até 30mm;
- c) as bombas devem permitir também a presença de areia ou de sólidos finos no liquido recalcado, desde que em baixa quantidade;
- d) fará parte integrante da bomba uma peça a ser instalada na linha de sucção que seja dotada de abertura para limpeza e inspeções internas desta linha e da bomba;
- e) a bomba deve permitir o acesso às suas partes internas através da desmontagem pela parte traseira, sem que seja necessário desconectar a tubulação de sucção;
- f) realizar as seguintes verificações relativas ao equipamento adotado:
- a bomba será dotada de vedação por selo mecânico ou por selagem?
- a bomba requer líquido de fonte externa para lavagem do selo mecânico?
- a bomba requer elevatória auxiliar para provimento do liquido de fonte externa para selagem do selo mecânico?
- qual a vazão do líquido externo para selagem (L/h)?
- qual a pressão do liquido externo para selagem (mca)?
- qual a especificação do selo mecânico (marca, tipo, material, Código API, Plano API)?
- a bomba requer líquido de fonte externa para lavagem do selo?
- **4.4.5.14** No caso de adoção de bombas horizontais re-autoescorvantes para esgotos e efluentes (RAE), devem ser observadas as seguintes características complementares do equipamento motobomba:

Wilton Jok F. Ferreira
DTE / SPDT / DVDT
Matrícula 10.159



Projeto de Estações Elevatórias e Linhas de Recalque de Esgotos Sanitários

N.º: T.235/2 Subst.: T.235/1 Aprov.: 23/02/18 Pág.: 13/36

a) altura de escorva (desnível entre o NA máximo do poço de sucção e a linha de centro do flange de sucção da bomba);

b) altura de reescorvamento máxima permitida pela bomba para a rotação nominal desta
 (m).

4.4.6 Número de conjuntos motobomba e características operacionais

- **4.4.6.1** O número de conjuntos elevatórios varia em função de:
- a) vazões envolvidas e de suas variações;
- b) equipamentos disponíveis no mercado;
- c) análise econômica, considerando os custos das obras civis, de equipamentos, de operação e manutenção do sistema.
- **4.4.6.2** Para a definição do número de bombas, observar:
- a) para pequenas elevatórias, o número mínimo será de duas unidades, que deverão ser iguais, sendo uma para reserva e/ou rodízio;
- b) em elevatórias maiores, o número mínimo será de três unidades, sendo uma para reserva e/ou rodízio, que poderão ser iguais, devendo duas quaisquer, em funcionamento simultâneo, atender à vazão máxima prevista;
- c) no caso de estações elevatórias de grande porte, devem ser projetadas e instaladas várias unidades de recalque.
- Notas: 1 Deve-se proceder à determinação da curva de vazão horária da vazão afluente, dimensionando-se as unidades de recalque de forma a concordar, da melhor maneira possível, a linha correspondente às vazões de recalque com a curva de variação da vazão afluente, dentro de uma faixa de rendimentos satisfatórios.
- 2 Nestas estações, poderá haver uma ou mais unidades de rotação variável, para tornar mais fácil tal ajustamento.
- **4.4.6.3** Sempre que possível, selecionar bombas iguais e em menor número.
- Nota: Excetuam-se sistemas operacionais que acompanhem as variações da vazão afluente dentro de uma etapa e, mediante adição de novas unidades, atendam às etapas subsequentes.
- **4.4.6.4** Apresentar estudo meticuloso da superposição das curvas características das bombas e do sistema, com a determinação dos pontos operacionais resultantes das diversas situações.
- **4.4.6.5** Todos os pontos de operação devem estar compreendidos na faixa de trabalho adequada da curva característica da bomba, sendo a potência do motor adequada para atender a todas essas variações.

Wilton Joe F. Ferreira
DTE / SPDT / DVDT
Matricula 10.159



Projeto de Estações Elevatórias e Linhas de Recalque de Esgotos Sanitários

N.°: T.235/2 Subst.: T.235/1 Aprov.: 23/02/18 Pág.: 14/36

Notas: 1- A metodologia de elaboração das curvas características do sistema encontra-se resumida no Anexo C.

2- Em caso de utilização de bombas centrífugas, deverá ser calculado o consumo, reservação e esgotamento das águas de selagem e gaxeta.

4.4.7 Determinação das tubulações de sucção e recalque

- **4.4.7.1** A tubulação de sucção deve ser a mais curta possível e sempre ascendente até atingir a bomba, podendo ser horizontal, vertical ou inclinada.
- **4.4.7.2** O diâmetro mínimo da tubulação de sucção deve ser, preferencialmente, de uma bitola comercial imediatamente superior à da tubulação de recalque.

Nota: O método de dimensionamento do diâmetro das tubulações de sucção e recalque encontra-se resumido no Anexo G.

- **4.4.7.3** As tubulações de sucção e do barrilete deverão ser dispostas de maneira que haja espaço para inspeção, conserto, manutenção de válvulas e outras peças, além de permitir a montagem e desmontagem com um mínimo de perturbação no sistema.
- **4.4.7.4** O dimensionamento das tubulações será elaborado levando-se em consideração os seguintes critérios:
- a) velocidade limite, conforme Tabela 2, apresentada abaixo.

Tabela 2 - Velocidade limite nas tubulações (m/s)

SUCÇÃO	Mínima	0,60
SUCÇAU	Máxima	1,50
DECAL OUE	Mínima 0,60	0,60
RECALQUE	Máxima	3,00

- b) comparação técnica-econômica, considerando:
- os custos de aquisição e assentamento de tubos, peças e aparelhos;
- os custos dos conjuntos motobomba;
- os custos de operação, manutenção e consumo de energia;
- a amortização e juros.
- c) as bombas disponíveis no mercado com curvas características adaptáveis às do sistema projetado;
- d) adequação da (s) bomba (s) ao esquema operacional estabelecido para o sistema;
- e) características peculiares à elevatória em estudo, tais como tipo, finalidade, localização, regime de operação (contínuo, intermitente ou ocasional) porte e importância;
- f) variação das vazões de recalque e etapas de projeto.

Wilton Jose F. Ferreira
DTE / SPDT / DVDT
Matricula 10,159



Projeto de Estações Elevatórias e Linhas de Recalque de Esgotos Sanitários

N.º: T.235/2 Subst.: T.235/1 Aprov.: 23/02/18 Pág.: 15/36

4.4.7.5 Os materiais utilizados irão variar de acordo com:

- a) o diâmetro da tubulação;
- b) a pressão de serviço;
- c) as características do esgoto;
- d) a declividade do terreno;
- e) a altura do aterro;
- f) o tipo de solo;
- g) o método de assentamento e de seu custo econômico.
- **4.4.7.6** As tubulações de recalque devem ser projetadas evitando-se pontos altos. Caso não seja possível, instalar peças para remoção e entrada de ar, o que deverá ser submetido à aprovação da COPASA MG.
- **4.4.7.7** Deve-se prever a instalação de descargas em pontos baixos, sempre que necessário.
- 4.4.8 Unidades complementares
- 4.4.8.1 Dispositivos de entrada na elevatória
- **4.4.8.1.1** São utilizados com as seguintes finalidades:
- a) reunião de contribuições;
- b) regularização de fluxo;
- c) instalação de extravasor ou de canal de desvio ("by pass");
- d) instalação de comportas ou "stop logs";
- e) gradeamento;
- f) dispositivos de medição de vazão e também para inspeção e manutenção.
- **4.4.8.1.2** As elevatórias pequenas podem dispensar estrutura independente, desde que as peças e equipamentos que requerem manutenção possam ser facilmente removidos e recolocados, sem que o operador tenha necessidade de entrar no poço de sucção.
- **4.4.8.1.3** Nas instalações maiores, o esgoto deverá ser encaminhado ao poço de sucção por canais ou condutores convenientemente estudados.
- **4.4.8.1.4** Os canais afluentes serão dimensionados de modo a se conseguir velocidade mínima de 0,40 m/s para a vazão afluente inicial, e velocidade máxima de 1,40m/s.

Nota: As declividades adotadas deverão ser compatíveis com o projeto e dimensões padronizadas de comportas e equipamentos de gradeamento.

Tilten Se F. Ferreira
DTE / SPDT / DVDT
Matricula 10.159



Projeto de Estações Elevatórias e Linhas de Recalque de Esgotos Sanitários

N.º: T.235/2 Subst.: T.235/1 Aprov.: 23/02/18 Pág.: 16/36

4.4.8.1.5 Quando for prevista mais de uma etapa de construção, deverão ser projetados, no mínimo dois canais, com utilização de um canal na primeira etapa, ficando o outro de reserva.

Nota: Esses canais deverão ter comporta para isolamento nas extremidades.

4.4.8.2 Sistema de medição de esgoto

- **4.4.8.2.1** Recomenda-se a previsão de dispositivo de medição da vazão afluente, de custo compatível com as dimensões da unidade.
- **4.4.8.2.2** O ponto de medição deverá ser à jusante da grade de barras, quando esta for utilizada.
- Notas: 1- Medidores de vazão de recalque também podem ser utilizados, desde que os comprimentos mínimos a montante e a jusante sejam observados de maneira a evitar interferência na leitura.
 - 2 Em caso de utilização de calha Parshall ou vertedor são admitidos para a leitura, desde réguas graduadas até sensores de variação de nível com dispositivo totalizador de vazões.
- **4.4.8.2.3** Quando forem utilizados medidores de vazão de recalque, deverá ser previsto um sistema de registro de nível do líquido no poço de sucção, de modo a ser possibilitar a obtenção do hidrograma de entrada na instalação.

4.4.8.3 Remoção de sólidos grosseiros

- **4.4.8.3.1** A remoção de sólidos grosseiros do esgoto afluente às elevatórias é efetuada com o intuito de proteger os conjuntos elevatórios.
- **4.4.8.3.2** A seleção e o dimensionamento dos dispositivos e equipamentos dependem:
- a) das características das bombas ou equipamentos que devem ser protegidos;
- b) das características e quantidade prevista do material a ser retido;
- c) das dificuldades e necessidades operacionais da instalação.
- **4.4.8.3.3** São admitidos os seguintes dispositivos para a remoção de sólidos grosseiros:
- a) grades de barras, de limpeza manual ou mecânica;
- b) cesto;
- c) triturador;
- d) peneira.
- **4.4.8.3.4** Nas elevatórias de pequeno porte:
- a) a solução mais comum é o uso de cestos removíveis por içamento, colocados à altura da boca de descarga do coletor;

Wilton Jok F. Ferreira
DTE / SPDT / DVDT
Matricula 10.159



Projeto de Estações Elevatórias e Linhas de Recalque de Esgotos Sanitários

N.°: T.235/2 Subst.: T.235/1 Aprov.: 23/02/18 Pág.: 17/36

b) são utilizadas grades de limpeza manual, desde que instaladas a baixas profundidades (até 4m);

c) a escolha do tamanho do cesto deverá levar em consideração a frequência de limpeza associada ao peso do cesto.

4.4.8.3.5 Quando o volume de material a ser retido ou as dificuldades de operação relativas à localização da elevatória ou à profundidade do canal justificarem, devem ser utilizadas as grades mecanizadas.

4.4.8.3.6 Nas instalações de porte médio e mais profundas, normalmente são utilizadas grades com limpeza mecânica, sendo os sólidos retidos automaticamente depositados em caçambas ou carrinhos previamente colocados em locais adequados.

Notas: 1- Recomenda-se a instalação de pelo menos duas unidades. Caso não haja possibilidade, deve ser construído canal de desvio protegido por grade de limpeza manual, com igual espaçamento entre barras.

- 2- Prever espaço para o trânsito dos carrinhos e acesso para a aproximação de veículos que transportarão o material gradeado para fora de estação.
- **4.4.8.3.7** Nas instalações de grande porte é comum a chegada de sólidos grosseiros maiores, que prejudicam a limpeza da grade mecanizada, prevendo-se a instalação de uma grade grosseira à montante daquela.
- **4.4.8.3.8** As grades deverão ser fixadas em quadros ou suportes para facilitar a sua retirada.

Nota: As grades nunca deverão ser chumbadas na estrutura de concreto do canal.

- **4.4.8.3.9** O espaçamento útil das barras deverá ser igual ou ligeiramente inferior às dimensões de passagem de sólidos pela bomba.
- **4.4.8.3.10** De acordo com o espaçamento entre barras, as grades podem ser classificadas:
- a) grade grossa: 40 a 100 mm;
- b) grade média: 20 a 40 mm;
- c) grade fina: 10 a 20 mm.
- **4.4.8.3.11** Recomenda-se que, para a vazão inicial, a velocidade mínima através das grades seja maior ou igual a 0,60 m/s.
- 4.4.8.3.12 Para a vazão final, recomenda-se a velocidade máxima de 1,20 m/s.

Nota: Tolerar-se-á valores até 1,40 m/s, desde que devidamente justificados.

4.4.8.3.13 A velocidade do esgoto para a grade limpa deverá ser verificada, e manter-se dentro dos limites estabelecidos.

Wilton Jobs F. Ferreira
DTE / SPDT / DVDT
Matricula 10.159



Projeto de Estações Elevatórias e Linhas de Recalque de Esgotos Sanitários

N.°: T.235/2
Subst.: T.235/1
Aprov.: 23/02/18
Pág.: 18/36

4.4.8.3.14 No caso de grades de limpeza manual, determinar a perda de carga para a grade 50% obstruída, assegurando que não haja remanso na tubulação de chegada do esgoto.

4.4.8.3.15 O valor mínimo de perda de carga a ser considerado nas grades de limpeza manual é de 0,15m, e nas de limpeza mecânica, 0,10m.

4.4.8.3.16 A inclinação das grades de barras em relação à horizontal está normalmente compreendida entre 45° a 60° para grades com limpeza manual e de 60° a 90° para grades com limpeza mecânica (usualmente entre 75° a 85°).

4.4.8.3.17 O cálculo do material retido em grades e cestos pode ser realizado conforme diretrizes contidas no Anexo H.

4.4.8.4 Extravasor

4.4.8.4.1 O sistema de extravasão deverá ser dimensionado para a vazão máxima afluente à elevatória. A cota da soleira do extravasor deve estar pelo menos 0,15 m acima do nível máximo de operação das bombas.

Nota: O extravasor poderá ser localizado num poço de visita situado à montante da elevatória, desde que essa configuração seja vantajosa para o sistema.

4.4.8.4.2 O nível máximo de extravasão não deve causar remanso na tubulação do esgoto afluente, nem causar problemas de inundação no local da elevatória.

Nota: Caso ocorra remanso na tubulação, deve ser verificada sua influência à montante.

- **4.4.8.4.3** É imprescindível que se verifique o nível máximo a ser alcançado na extravasão, as cotas dos poços de visita e soleiras das casas situadas em locais desfavoráveis.
- **4.4.8.4.4** Deve-se estudar o comportamento do sistema de extravasão perante o nível máximo do corpo receptor, para evitar refluxo através da tubulação. Se necessário, prever a utilização de válvula Flap.
- 4.4.9 Seleção, dimensionamento e disposição dos elementos hidráulicos complementares
- 4.4.9.1 As válvulas selecionadas:
- a) devem ter pressões de serviço compatíveis com as máximas pressões previstas;
- b) devem possuir indicação clara de posição aberta ou fechada;
- c) devem possuir seus componentes sujeitos a desgaste em bronze ou aço inoxidável;
- d) devem ter acionamento motorizado sempre que o diâmetro for superior a 500 mm.

Wilton Joé F. Ferreira

DTE / SPDT / DVDT

Matrícula 10.159



Projeto de Estações Elevatórias e Linhas de Recalque de Esgotos Sanitários

N.º: T.235/2 Subst.: T.235/1 Aprov.: 23/02/18 Pág.: 19/36

- 4.4.9.2 Com relação à disposição dos registros, válvulas, comportas e tubulações:
- a) deve-se prever espaço adequado para os serviços de operação, manutenção e reparação, em pontos acessíveis ao operador;
- b) quando inviável, deverão ser previstos acessos através de piso, escadas ou acionamento por corrente, ou ainda mecanizados, qualquer que seja seu diâmetro;
- c) deve-se prever a colocação de juntas de montagem para possibilitar a montagem e desmontagem sem transmissão de esforços a peças e equipamentos instalados.
- **4.4.9.3** Deve ser realizada a análise dos efeitos de fenômenos transitórios, em todos os elementos projetados, para diversos tipos de eventos, inclusive acidentais, como o caso de parada não programada de bombas por queda de energia elétrica ou por manobras acidentais nas válvulas, verificando-se a necessidade de instalação de dispositivos de proteção ou de arranjos que limitem os seus efeitos.
- **4.4.9.4** Na seleção dos equipamentos de proteção deverão ser estudadas várias alternativas, sendo escolhida a que oferecer a proteção adequada a um custo economicamente viável.
- **4.4.9.5** No caso de instalações com problemas de transientes hidráulicos, pode ser necessário que a válvula tenha fechamento rápido.
- **4.4.9.6** Em caso de acionamento manual, o esforço tangencial a ser aplicado ao volante ou acionador deve ser inferior ou igual a 200 N. Quando esta condição não puder ser atendida, deve ser previsto acionamento motorizado, hidropneumático ou redutor mecânico.
- **4.4.9.7** Devem ser utilizadas válvulas de retenção tipo portinhola única, não sendo recomendado o uso das válvulas borboleta e de válvula de retenção de portinhola dupla.
- **4.4.9.8** As travessias de parede devem ter tratamento adequado, quer quanto à fixação de elementos às paredes, quer quanto à vedação de eventuais infiltrações.
- **4.4.9.9** As tubulações devem ter revestimento interno e externo resistentes às características adversas do esgoto.
- **4.4.9.10** Bombas projetadas com caixas de gaxetas, comunicantes com o líquido bombeado, devem ser equipadas com "selo hidráulico".
- 4.4.10 Seleção de dispositivos de operação, controle, segurança e alarme
- **4.4.10.1** Dependendo do porte, da importância e do grau de automação previsto, definir-se-ão os elementos que devem ser introduzidos no sistema para exercer as funções previamente estabelecidas e fornecer segurança ao equipamento.

Wilton Joseph F. Ferreira
DTE / SPDT / DVDT
Matricula 10.159



Projeto de Estações Elevatórias e Linhas de Recalque de Esgotos Sanitários

N.º: T.235/2 Subst.: T.235/1 Aprov.: 23/02/18 Pág.: 20/36

4.4.10.2 O controle automático das bombas é baseado na variação de nível do líquido no poço de sucção, que é detectada através de sensores de nível ajustados para comandar diversos pontos de operação de acionamento e desligamento de bombas ou para programar a sua operação através de um painel de comando.

- **4.4.10.3** Esses dispositivos serão regulados para operar em dois níveis específicos do líquido no poço de sucção, nos quais as condições de funcionamento dos conjuntos motobomba tendam para uma situação potencial de perigo:
- a) no primeiro ponto farão soar um alarme (visual e sonoro);
- b) no segundo ponto, mais crítico, porém ainda seguro, interromperão o funcionamento do conjunto, tirando-os de operação.
- **4.4.10.4** Quando é necessária a instalação de dispositivo de segurança na elevatória, este deve indicar a condição potencial de perigo através de sinal sonoro e visual, bem como interromper o funcionamento dos conjuntos antes da ocorrência de danos.

4.4.11 Dimensionamento da sala de bombas

- **4.4.11.1** A sala de bombas deve ser dimensionada de modo a:
- a) abrigar os conjuntos motobomba selecionados;
- b) abrigar os elementos de montagem dos conjuntos motobomba e os elementos hidráulicos complementares;
- c) facilitar a manutenção, montagem, desmontagem, circulação de pessoas, movimentação dos equipamentos instalados e reserva de espaço para futuras expansões.
- **4.4.11.2** É conveniente que o comprimento da sala acompanhe o comprimento do poço de sucção e que as dimensões complementares sejam estudadas a fim de possibilitar uma boa distribuição, com minimização da construção civil.
- **4.4.11.3** Nos casos em que os quadros de comando de motores e demais quadros elétricos, estejam situados em cômodos separados dos conjuntos motobombas, é recomendável a previsão de uma janela de inspeção de cerca de 1,0 m² em vidro transparente.

4.4.12 Dispositivos de movimentação de equipamentos e serviços

- **4.4.12.1** Devem ser previstos dispositivos ou equipamentos, bem como aberturas nos pisos e paredes, para permitir a colocação e retirada dos equipamentos elétricos e mecânicos. As cargas e apoios necessários devem ser considerados no cálculo estrutural da elevatória.
- **4.4.12.2** O curso de movimentação dos equipamentos deve ser estudado de forma que se possa retirar o elemento do caminhão, colocá-lo no local de instalação ou vice-versa. A

Wilton F. Ferreira
DTE / SPDT / DVDT
Matricula 10.159



Projeto de Estações Elevatórias e Linhas de Recalque de Esgotos Sanitários

N.°: T.235/2 Subst.: T.235/1 Aprov.: 23/02/18 Pág.: 21/36

capacidade de carga deve atender ao elemento de maior peso que puder ser transportado isoladamente.

4.4.12.3 Nas unidades com equipamentos de potência maior ou igual a 7,5CV, deverão ser previstos monovia, perfil metálico, talhas e acessórios.

4.4.13 Acessos, escadas e fechamentos

- **4.4.13.1** Prever apenas uma entrada, que permita a passagem de caminhões carregados até a plataforma de operação.
- **4.4.13.2** O terreno da estação deverá ser rodeado de muros ou cercas de arame com porta e entrada controlada.
- **4.4.13.3** Entre os diversos pisos, deverão ser construídas escadas seguras e adequadas, protegidas com guarda-corpo, corrimão e piso anti-derrapante.

Nota: Escadas tipo marinheiro não serão admitidas em poços ou compartimentos visitáveis.

4.4.14 Sistemas de ventilação, detecção e exaustão de gases

- **4.4.14.1** A estação elevatória será ventilada por meio de janelas, portas, exaustores ou outros meios.
- **4.4.14.2** Devem ser previstas condições ou dispositivos de segurança de modo a evitar a concentração de gases que possam causar explosão, intoxicação ou desconforto.
- **4.4.14.3** Os dutos de ventilação e exaustão deverão ser de materiais resistentes à corrosão provocada pelo ambiente agressivo.
- **4.4.14.4** Devem ser previstos dispositivos de proteção contra vandalismo, de acordo com a recomendação da vigilância patrimonial da COPASA MG.

4.4.15 Drenagem de pisos

- **4.4.15.1** Será previsto um ou mais poços de drenagem, para os quais as águas de lavagem ou vazamento deverão ser encaminhadas, através de canaletas e declividades suaves dos pisos da estação elevatória.
- **4.4.15.2** Os poços de drenagem poderão ser equipados com bombas de esgotamento adequadas, montadas verticalmente e acionadas automaticamente por dispositivos que detectem o nível do líquido dentro do poço.
- **4.4.15.3** O recalque será encaminhado a local conveniente, normalmente ao poço de sucção, tomando-se a precaução de que a boca de saída esteja acima do nível máximo do líquido, pelo menos 0,15m.

Wilton Joseph F. Ferreira DTE / SPDT / DVDT Matricula 10.159



Projeto de Estações Elevatórias e Linhas de Recalque de Esgotos Sanitários

N.º: T.235/2 Subst.: T.235/1 23/02/18 Aprov.: Pág.: 22/36

4.4.16 Comportas

4.4.16.1 As comportas serão instaladas de forma a facilitar a operação, o acesso, a montagem e desmontagem, devendo ser selecionadas para a maior pressão que possa ocorrer, levando em conta se ela atua no sentido de comprimir a comporta contra a sede ou de deslocá-la da mesma.

4.4.16.2 As comportas das elevatórias de pequeno a médio porte, nas quais as cotas dos pisos de operação se encontram acima da cota de inundação e da cota necessária para o extravasamento do esgoto, serão acionadas manualmente, através de equipamento de redução com volante instalado no piso de operação e conectados à comporta por eixo prolongado.

4.4.16.3 Em elevatórias, cujos pisos de operação, devido a condições particulares, estejam abaixo das cotas de inundação, a comporta de bloqueio deverá ser automatizada e regulada para fechar em função da cota "máxima maximorum" atingida pelo esgoto no poço de sucção, nas ocasiões em que o corte de energia elétrica acarretar paralisação imediata dos conjuntos motobomba em operação.

- 4.4.16.4 Em elevatórias de maior porte, as comportas deverão ser mecanizadas ou automatizadas
- **4.4.16.5** Em se tratando de número elevado de comportas motorizadas que necessitem manobras constantes, deverá ser preparado um cabeçote para adaptação de acionador motorizado portátil.

Nota: Um único operador acionará todas as unidades.

4.4.17 Instalações elétricas / Iluminação

- **4.4.17.1** A elevatória deve ser iluminada naturalmente por meio de janelas ou outras aberturas.
- 4.4.17.2 Deve ser provido de iluminação elétrica, com iluminarias nos recintos de operação em conformidade com as prescrições da NBR 5410, e os respectivos interruptores colocados junto à entrada, do lado externo.

4.4.18 Instalações hidráulicas e sanitárias prediais

- **4.4.18.1** O projeto de água potável e de serviço deverá contemplar:
- o prolongamento de rede do ponto de tomada até a unidade, se necessário;
- a alimentação do sistema de água aos pontos de utilização e a correspondente rede de distribuição;
- o sistema de reservação, em caso de insuficiência de pressão na rede distribuidora ou de descontinuidade no abastecimento):

Wilton Jok F. Ferreira DTE / SPDT / DVDT

Matricula 10.159



Projeto de Estações Elevatórias e Linhas de Recalque de Esgotos Sanitários

N.º: T.235/2 Subst.: T.235/1 Aprov.: 23/02/18 Pág.: 23/36

d) o sistema de bombas de recalque, inclusive detalhes necessários.

Nota: Os detalhes poderão, se necessário, ser apresentados em perspectiva isométrica.

4.4.18.2 O projeto de esgotamento sanitário e de drenagem pluvial deverá abranger:

a)as instalações de esgotos sanitários, inclusive localização das caixas coletoras e de outras unidades, porventura necessárias, as correspondentes ligações, ventilações e detalhes;

b)o sistema de coleta dos esgotos pluviais, incluindo dimensionamento, detalhamento e localização dos dispositivos de coleta e lançamento necessários.

4.4.19 Geração própria de energia elétrica para emergência

- **4.4.19.1** Em locais cuja interrupção de energia seja freqüente ou não haja possibilidade de extravasão, deverá ser previsto grupo gerador de emergência.
- **4.4.19.2** O grupo gerador deverá ser dimensionado para acionar sistemas auxiliares que devem trabalhar ininterruptamente, tais como exautores de compartimentos estanques e instrumentos detetores de concentração de gases tóxicos ou explosivos, como também, dependendo das circunstâncias, para manter em funcionamento conjuntos motobomba que necessitem operar continuamente.
- **4.4.19.3** O grupo gerador deverá possuir as opções de acionamento manual ou automatizado, selecionado para entrar em operação logo após o corte no fornecimento de energia elétrica da estação.
- **4.4.19.4** Deverá ser verificada a necessidade de projeto de sistema de isolamento acústico.

4.4.20 Aspectos e verificações complementares

- **4.4.20.1** Em complementação ao projeto hidráulico deverão ser desenvolvidos os projetos:
- a) arquitetônico;
- b) do sistema viário de acesso e movimentação;
- c) de urbanização;
- d) de terraplenagem;
- e) de paisagismo;
- f) de detalhamento do projeto hidráulico-sanitário com isométricos;
- g) de detalhamento de montagem;
- h) de controle de odores no entorno.

Wilton Job F. Ferreira
DTE / SPDT / DVDT
Matricula 10.159



Projeto de Estações Elevatórias e Linhas de Recalque de Esgotos Sanitários

N.º: T.235/2 Subst.: T.235/1 Aprov.: 23/02/18 24/36 Pág.:

4.4.20.2 Deverão ser feitas as seguintes verificações:

- a) das perdas de carga, para as vazões máximas e mínimas de projeto;
- b) dos perfis hidráulicos máximo e mínimo;
- c) dos níveis de operação e alarme no poço de sucção;
- d) dos níveis de pisos de operação;
- e) da posição e cotas dos sensores e transmissores selecionados.

5 Condições Específicas para a Apresentação do Projeto

5.1 Memorial descritivo

- 5.1.1 O memorial descritivo e justificativo do projeto hidráulico deverá conter todos os critérios e parâmetros básicos de projeto, a síntese do sistema proposto, com a descrição das particularidades do projeto e outros dados de interesse.
- Deverá ser apresentado de uma maneira racional e clara, possibilitando o fácil e perfeito entendimento de todo o projeto. Os relatos, quadros, gráficos, tabelas e conclusões deverão ser colocados na maioria dos casos, no próprio corpo do trabalho, à medida do desenvolvimento do mesmo.
- O memorial descritivo do projeto hidráulico e mecânico deve conter:
- a) reavaliação do Estudo de Concepção, com análise das opções estudadas na fase de concepção;
- b) descrição da função e tipo de elevatória;
- c) localização e facilidades de acesso;
- d) inserção da unidade no sistema existente;
- e) eventuais estudos e cálculos de população;
- f) parâmetros básicos de projeto;
- g) critérios de cálculos hidráulicos empregados;
- h) estudos e cálculos de vazões de contribuição, inclusive industrial;
- i) etapas de projeto;
- j) descrição física da obra;
- k) descrição do sistema operacional da elevatória;
- I) memorial de cálculo dos canais afluentes e das tubulações de sucção e recalque;
- m)cálculos referentes a elevatórias e linhas de recalque, no que se refere aos aspectos técnicos e econômicos: Wilton Joseff. Ferreira

DTE / SPDT / DVDT

Matrícula 10.159



Projeto de Estações Elevatórias e Linhas de Recalque de Esgotos Sanitários

N.°: T.235/2 Subst.: T.235/1 Aprov.: 23/02/18 Pág.: 25/36

- n) estudos de sobrepressão e de transientes hidráulicos e dos elementos para proteção anti-golpe de Aríete;
- o) perfil hidráulico da elevatória;
- p) descrição da programação adotada para o funcionamento dos conjuntos motobomba;
- q) as curvas características do sistema e das bombas selecionadas, a composição de ambas as curvas com indicação dos pontos de operação nas possíveis associações em paralelo, as curvas de NPSH disponível, de rendimento, potência consumida, e outros dados de interesse;
- r) o catálogo do fabricante da bomba escolhida, mostrando todas as características construtivas;
- s) sistema de movimentação de equipamentos;
- t) sistema de ventilação e de gradeamento;
- u) cálculos de otimização da divisão de etapas e de estagiamento das obras.
- **5.1.4** Toda unidade que acarrete edificação ou construção acima do nível do solo deverá ter sua composição arquitetônica compatível com a localização, com o objetivo, com a funcionalidade e com a economia.
- **5.1.4.1** O memorial descritivo deverá conter a justificativa das soluções adotadas, incluindo serviços, materiais e métodos construtivos adotados.
- **5.1.5** Os projetos elétrico e de automação devem apresentar a memória descritiva e de funcionamento, inclusive memória de cálculo, contendo:
- a) os parâmetros básicos de projeto;
- b) as memórias de cálculo e descritiva do projeto, incluindo análise de surtos de tensão e estudos de curto-circuito;
- c) a descrição do sistema operacional;
- d) a descrição dos elementos do controle, medição e alarme;
- e) o sistema de iluminação;
- f) os sistema de iluminação de emergência;
- g) as tabelas de motores com as respectivas funções;
- h) as tabelas de instrumentos com as respectivas funções;
- i) a indicação clara da distância da linha de suprimento de energia elétrica e tensão;
- j) o Workstatement básico do sistema contendo Subsistema Servidor de Dados de Tempo Real (SBDTR);
- k) as características de gerenciamento e hardware do CLP;

Tilton Joseph F. Ferreira
DTE / SPDT / DVDT
Matricula 10.159



Projeto de Estações Elevatórias e Linhas de Recalque de Esgotos Sanitários

N.º: T.235/2 Subst.: T.235/1 Aprov.: 23/02/18 Pág.: 26/36

I) a documentação básica do software compatível com o existente nas unidades operacionais da COPASA MG;

m)o programa básico de treinamento de software e hardware;

- n) as especificações completas de todos os materiais e equipamentos (CLP, rádio modem, conforme e caso) e serviços pertinentes;
- o) as listas de materiais;
- p) o orçamento detalhado com suas respectivas regulamentações e cópia das coletas de preços para materiais não constantes da listagem de preços da COPASA MG.

Nota: Na definição da tecnologia de controle, de processamento e de medição, etc., dever-se-á considerar a qualidade da mão de obra, a tecnologia disponível e a cultura empresarial vigente, além da disponibilidade financeira.

- **5.1.6** O projeto estrutural deverá atender às condições exigidas na Norma Técnica T.175/, da COPASA MG, e apresentar:
- a) o dimensionamento estrutural de acordo com o projeto básico e sondagens;
- b) os estudos de percolação e estabilidade dos taludes;
- c) a verificação da estabilidade quanto à estabilidade do solo e nível do lençol freático (sub pressão);
- d) a especificação da resistência do concreto, do recobrimento das armaduras, fator água cimento, tipo do cimento a ser utilizado;
- e) o detalhamento dos métodos executivos das unidades dos sistema, observando-se as condições geotécnicas dos locais de implantação;
- f) sistemas de proteção química contra ataque de produtos corrosivos;
- g) a previsão de escoramentos;
- h) a identificação de jazidas e locais de empréstimo e bota-fora de material, buscando o balanceamento ótimo de corte e aterro, buscando a menor proximidade possível, de maneira a otimizar operacionalmente o uso dos equipamentos de transporte e a minimização do impacto ambiental adjacente às áreas.

5.2 Desenhos

- **5.2.1** Deverão ser observados os seguintes aspectos gerais:
- a) o bom aproveitamento dos formatos, com o uso de escalas adequadas;
- b) a clareza na visualização das informações;
- c) a adequação das escalas adotadas para os desenhos;
- d) o nível de detalhamento que permita a perfeita execução da obra;





Projeto de Estações Elevatórias e Linhas de Recalque de Esgotos Sanitários

N.°: T.235/2 Subst.: T.235/1 Aprov.: 23/02/18 Pág.: 27/36

- e) a compatibilização de dados dos levantamentos topográficos e geotécnicos com os dados do projeto hidráulico;
- f) a compatibilização entre todos os dados dos sistemas existente e projetado, e entre as diversas peças constituintes dos projetos (memorial descritivo, memória de cálculo, desenhos, manual de operação, especificações e orçamento), dados topográficos e geotécnicos;
- g) a compatibilização do projeto hidráulico com os projetos elétrico e estrutural;
- h) a padronização do nível de informação para cada tipo de detalhe;
- i) as notas, selo, convenções e legendas compatíveis em todos os desenhos;
- j) a identificação dos padrões da COPASA MG utilizados;
- k) toda peça gráfica deverá estar dentro das especificações da COPASA MG, T.181/_ e P.000/_. Pranchas de desenhos maiores, deverão ter dimensões máximas ditadas pelo modelo A1;
- I) as plantas deverão seguir o mesmo sistema de coordenadas das plantas aerofotogramétricas, sendo a malha de coordenadas verdadeiras indicada em todas as plantas (Datum SAD 69, meridiano central, conforme NBR 13133).
- **5.2.2** Nos projetos hidráulico e mecânico devem ser apresentados os seguintes desenhos:
- a) plantas de locação, situação e movimento de terra, com indicação de:
- planta de locação com malha de coordenadas e indicação do norte verdadeiro e do norte magnético;
- situação da elevatória dentro da cidade, as ruas e avenidas adjacentes;
- localização da elevatória dentro do lote destinado, vinculando todas as estruturas a pontos fixos e conhecidos;
- acesso e circulação interna adequados;
- elementos geométricos das pistas;
- coletor ou interceptor afluente com a locação dos últimos poços de visita a montante da elevatória;
- tubulações externas: afluente, extravasor, o início de recalque, com os respectivos diâmetros e cotas da soleira, à entrada e saída das estruturas;
- curvas de nível do terreno original e/ou cotas representativas do local;
- níveis máximos do corpo receptor do extravasor;
- movimento de terra: plantas e perfis de escavação e terraplenagem, com indicação dos perfis natural e proposto do terreno;

 Wilton Jerreira

DTE / SPOT / DVDT Matricula 10.159



Projeto de Estações Elevatórias e Linhas de Recalque de Esgotos Sanitários

N.º: T.235/2 Subst.: T.235/1 Aprov.: 23/02/18 Pág.: 28/36

- indicação das inclinações dos taludes;
- locação dos furos de sondagem em planta, com indicação de coordenadas e apresentação dos perfis de sondagem;
- caminhamento da linha de recalque e do extravasor (com indicação do diâmetro e percurso até o ponto de descarga da linha).
- b) a planta, cortes e detalhes, com indicação de:
- níveis dos pisos;
- cotas da estrutura, parciais e totais, sempre que possível não fixando a espessura das paredes de concreto, incluindo as cotas de elevação de eixos de tubos, suportes, monovias, corrimãos e parapeitos e aberturas nas paredes;
- enchimentos dos poços de sucção, cotados;
- distância entre os eixos das bombas, nos dois sentidos;
- extravasor: estruturas, acessos, escada, tampão, comporta de retenção (flap valve);
- sistema de medição de vazão: sistema de aferição, tampão, grelha, acesso;
- grades de limpeza, mecanizadas ou manuais e cestos: indicação da separação das barras e os detalhes de montagem das barras, da bandeja retentora dos sólidos, dos perfis embutidos no concreto;
- projeção dos eixos dos equipamentos de movimentação e de serviços da ponte rolante ou monovia, locação do pórtico e amarração com a casa de bombas, especificação e indicação do comprimento da corrente;
- aberturas e respectivas tampões para bombas, tubulações, dutos de ventilação;
- tubulação, diâmetro e locação;
- registros, válvulas, comportas, pedestais: identificação e diâmetro;
- saída e ancoragem das bombas: fixação do motor em laje superior ou detalhe de saída das bombas pelas guias;
- suportes da tubulação;
- ancoragem do recalque;
- bomba de esgotamento: poço de coleta, tampa de suporte do motor, níveis de operação, canal coletor de águas de limpeza ou das gaxetas;
- sistema de retirada de ar e de drenagem da bomba, em planta, corte e isométrico (com indicações de peças);
- quadro de comando, banheiro, vestuário, depósito;

Wilton John F. Ferreira
DTE / SPDT / DVDT
Matricula 10.159



Projeto de Estações Elevatórias e Linhas de Recalque de Esgotos Sanitários

N.°: T.235/2 Subst.: T.235/1 Aprov.: 23/02/18 Pág.: 29/36

- comportas e "stop-logs": detalhes da fixação lateral e do assentamento na sede inferior;
- corrimãos e parapeitos: projeção com dimensões, detalhes da ancoragem na laje;
- ventilação: dutos em planta e corte, detalhes da fixação dos dutos nas paredes ou na laje superior;
- sistema de regulagem de níveis: esquema das partidas e paradas das bombas;
- fixação e regulagem dos flutuadores;
- posição das plantas, perfis e detalhes, indicando as folhas em que serão encontrados;
- cota de máxima cheia;
- sistemas de água de serviço, esgotamento sanitário e drenagem pluvial contendo:
- a diferenciação clara entre tubulações de água, esgoto e drenagem;
- o detalhe do ponto de água de serviço;
- a planta e perfil de drenagem com todos os dados (inclusive malha de coordenadas e curvas de nível);
- a identificação e detalhe de PVs, caixas de passagem e demais dispositivos de drenagem, inclusive lançamento, em planta e cortes, com cotas, dimensões e todos os dados das tubulações.

Nota: Deverão ser traçados os perfis para visualização dos mesmos em relação ao terreno e às suas interferências entre si ou com outros elementos da unidade ou do sistema.

- acessos e interligações;
- montagem das unidades, peças, tubulações e equipamentos;
- lista de materiais.
- c) linha de recalque com apresentação de:
- planta topográfica, com o percurso da linha de recalque com curvas de nível a cada metro, indicação de todos os acidentes do terreno, das interferências e das estacas.
- Notas: 1- Serão marcadas em planta e perfil as peças especiais que forem necessárias, tais como: curvas, válvulas, registros e outros.
- 2- As unidades componentes do sistema situadas a montante e a jusante da linha de recalque deverão ser representadas esquematicamente.
- perfil, com indicação de:
- · trecho;





Projeto de Estações Elevatórias e Linhas de Recalque de Esgotos Sanitários

N.°: T.235/2
Subst.: T.235/1
Aprov.: 23/02/18
Pág.: 30/36

- diâmetro;
- material dos tubos e acessórios (classe e norma);
- cotas do terreno e das tubulações;
- tipo de terreno e pavimentação;
- movimento de terra necessário;
- · distâncias entre os pontos representativos do projeto;
- indicação de necessidade de embasamento e proteções especiais (encamisamento, escoramentos e outros).
- detalhes das travessias aéreas e subterrâneas com indicação de métodos construtivos e equipamentos;
- lista de materiais.
- d) deverá ser apresentado detalhamento gráfico (plantas, perfis, seções e detalhes) de qualquer dispositivo especial porventura necessário;
- e) nos desenhos deverão ser indicadas as referências de nível (RN) utilizadas (localização, número e cota) e as convenções utilizadas.
- **5.2.3** Os desenhos dos projetos de arquitetura, urbanismo e paisagismo devem conter as informações abaixo discriminadas:
- a) planta geral da área em escala adequada, que localizará posição:
- das edificações em relação às divisas do terreno;
- das vias de circulação interna, estacionamento, locais para manobras, carga e descarga de veículos e passeios (indicar comprimentos, larguras, raios de curvatura, níveis em relação à referência de nível do projeto e declividade);
- dos muros e portões.
- b) projeto arquitetônico constituído por plantas, cortes e detalhes, mostrando:
- todos os elementos arquitetônicos (portas, janelas, escadas, móveis e peças sanitárias);
- cotas de todos os pisos e de todos os elementos de interesse;
- dimensões parciais e totais;
- diagrama de cobertura;
- perfis natural e modificado do terreno;
- inclinações dos pisos;

Wilton Mré F. Ferreira
DTE / SPDT / DVDT
Matricula 10.159



Projeto de Estações Elevatórias e Linhas de Recalque de Esgotos Sanitários

N.º: T.235/2 Subst.: T.235/1 Aprov.: 23/02/18 Pág.: 31/36

- acabamento das paredes com especificação da pintura, tipo e altura dos revestimentos internos;
- fachadas:
- isolamento acústico (se necessário) e outros.
- c) projeto de urbanização, com indicação:
- dos tipos de pavimento utilizados nas vias de circulação interna, estacionamento, locais para manobras, carga e descarga de veículos e passeios;
- dos elementos de proteção e acesso à área (cercas, muros e portões);
- dos detalhes de passeios, meios-fios, jardineiras, elementos decorativos em geral, bancos e divisões de ambiente.
- d) projeto de paisagismo que localizará:
- os contornos externos das edificações;
- as plantas ornamentais, árvores, arbustos e gramados, com legenda que identifique cada tipo de vegetação pelo seu nome técnico, especificação e indicação de quantitativos.
- **5.2.4** Os desenhos dos projetos elétrico e de automação devem apresentar as informações abaixo discriminadas:
- a) padrões de entrada;
- subestações em poste, subestação abrigada e cabine de medição (conforme o caso);
- c) rede aérea de distribuição de energia externa em 13,8 kV;
- d) iluminação interna e externa;
- e) tomadas das unidades operacionais pertinentes;
- f) força e controle para QCM dos motores das unidades;
- g) distribuição de dutos/canaletas nas áreas das unidades;
- h) diagramas completos de interligação;
- i) estudo de correção de fator de potência;
- j) diagramas unifilares e trifilares (conforme o caso);
- k) dispositivos de proteção;
- desenhos de fluxogramas completos da instrumentação;
- m) diagrama de malhas;
- n) folha de dados dos instrumentos;

Wilton Joseph F. Ferreiro DTE / SPDT / DVDT Matricula 10.159



Projeto de Estações Elevatórias e Linhas de Recalque de Esgotos Sanitários

N.º: T.235/2 Subst.: T.235/1 Aprov.: 23/02/18 Pág.: 32/36

- o) projetos de locação e detalhamento de instrumentos;
- p) diagramas lógicos de operação do processo;
- q) diagramas de interligação do sistema de automação com o processo;
- r) gerador de emergência (se houver).
- **5.2.5** No projeto estrutural devem estar as seguintes informações:
- a) desenhos de formas e armação de cada estrutura de concreto armado mostrando os elementos estruturais (lajes, vigas, etc.), com as representações necessárias em plantas e cortes, conforme NBR 7191, da ABNT e Norma T.175/_, da COPASA MG;
- b) plantas e cortes de forma, com indicação de cotas, larguras, comprimentos, espessuras, dimensões necessárias para a completa definição das estruturas, designação dos pilares, de vigas, de lajes com as correspondentes seções ou espessuras;
- c) na primeira folha dos desenhos de forma de cada unidade, indicar-se-á:
- volume de concreto total para todas as estruturas;
- a resistência do concreto;
- a tensão admissível do solo à compressão.
- d) nos desenhos de formas serão indicadas todas as aberturas necessárias para a passagem de tubulações, bombas, talhas, montagem de ventiladores, comportas, dutos de ventilação, tampas de inspeção, entre outros;
- e) em cada estrutura, os desenhos de armação deverão acompanhar os desenhos de formas;
- f) desenhos de armação: os elementos a serem armados serão referenciados segundo a numeração adotada nos desenhos de formas. A folha será integralmente utilizada visando uma melhor informação da ferragem: comprimento total e parcial, diâmetro, quantidade, separação, posição e dobramento;
- g) para cada tipo de aço utilizado será elaborada uma tabela resumo com as seguintes informações:
- tipo (ou número) da ferragem para cada posição;
- diâmetro, em polegadas ou centímetros;
- quantidade necessária para cada posição, em unidades;
- comprimento unitário, para cada posição, em centímetros;
- comprimento total, para cada diâmetro, em centímetros;
- peso total, para cada diâmetro, em quilograma-força.

Wilton Josh F. Ferreira
DTE / SPDT / DVDT
Matricula 10.159



Projeto de Estações Elevatórias e Linhas de Recalque de Esgotos Sanitários

N.°: T.235/2 Subst.: T.235/1 Aprov.: 23/02/18 Pág.: 33/36

Notas: 1 O peso total da ferragem utilizada será igual à somatória dos pesos dos ferros para todos os diâmetros, acrescida de 10% para levar em conta as perdas e desperdícios.

- 2 Em cada folha dos desenhos da armação deverá ser indicado o recobrimento da armadura.
- h) não será permitida a representação de detalhes de estruturas diferentes num mesmo desenho, exceção feita à pequenas estruturas como poços de visitas e caixas. Nestes casos, elas poderão ser representadas numa folha de estruturas diversas.
- **5.2.5.1** Na ocasião do projeto, se os equipamentos não estiverem perfeitamente definidos, faz-se necessário tomar precauções com relação aos métodos construtivos nos locais de instalação.

Nota: Nestes casos, em instalações maiores, é conveniente prever-se uma segunda etapa de concretagem (concreto secundário) a ser executada após a instalação do equipamento no local.

5.2.5.2 Quando os equipamentos forem adquiridos antecipadamente ao projeto executivo e o projetista puder dispor de desenhos com dimensões exatas dos equipamentos que incluem os métodos de montagem, o projeto hidráulico funcional será adaptado a estes desenhos e o projeto estrutural desenvolver-se-á normalmente.

5.3 Descrições topográficas

- **5.3.1** Todas as áreas de servidão ou de pleno domínio que porventura venham a ser necessárias, deverão ser justificadas e indicadas nos desenhos, com a elaboração das respectivas descrições topográficas e previsão dos custos de desapropriação, que deverão constar no orçamento.
- **5.3.2** As descrições topográficas devem conter todos os elementos necessários à perfeita caracterização das áreas com a finalidade de legalização por servidão ou pleno domínio. Estes elementos compreendem basicamente, a materialização do ponto de partida, o transporte de amarrações, a descrição de divisas e a identificação de proprietários, devendo ser elaboradas conforme Norma Técnica T.237/, da COPASA MG.

5.4 Manual de operação

- **5.4.1** O manual de operação deverá conter:
- a) descrição da unidade;
- b) os parâmetros utilizados no projeto;
- c) os procedimentos de operação com descrição de cada rotina e sua frequência;
- d) a identificação dos problemas operacionais mais freqüentes e os procedimentos a adotar em cada caso;
- e) a descrição dos procedimentos de segurança do trabalho;

Wilton Jose F. Ferreira
DTE / SPDT / DVDT
Matrícula 10.159



Projeto de Estações Elevatórias e Linhas de Recalque de Esgotos Sanitários

N.º: T.235/2 Subst.: T.235/1 Aprov.: 23/02/18 Pág.: 34/36

f) os modelos das fichas de operação a serem preenchidas pelo operador.

5.5 Especificações

- **5.5.1** As especificações técnicas de materiais, equipamentos e serviços deverão ser completas e detalhadas, permitindo a perfeita execução dos serviços e assegurando a qualidade dos materiais, equipamentos e serviços.
- **5.5.2** Deverão ser apresentadas especificações e os cuidados especiais para a instalação, operação e manutenção.
- **5.5.3** As especificações técnicas deverão contemplar todos os materiais, equipamentos hidráulicos, equipamentos mecânicos, tampas, comportas, válvulas, registros, demais peças especiais, tubulações, instrumentação (sensores, transmissores e receptores), motores elétricos empregados, construções metálicas, transformadores e demais equipamentos elétricos e de automação importantes.
- **5.5.4** Nos casos particulares em que forem indicados materiais e serviços especiais não previstos nas Especificações de Obras, os mesmos deverão ser detalhadamente justificados e especificados.
- **5.5.5** As especificações de equipamentos complexos devem obedecer a uma sequência, a saber:
- a) condições de serviço;
- b) descrição das principais características construtivas estabelecendo-se quando necessário, as normas que devem ser obedecidas;
- c) materiais de construção, incluindo acabamento da superfície, revestimento superfícial e pintura;
- d) testes de fábrica julgados necessários;
- e) critérios para verificação do equipamento instalado e testes de campo;
- f) informações a serem fornecidas pelo fabricante por ocasião da concorrência.
- **5.5.6** Opcionalmente poderão ser incluídas peças de reposição e ferramentas especiais para manutenção e condições comerciais.

Nota: No caso de bombas operando sob diversas condições, deverão ser incluídas as curvas características do sistema e curvas do NPSH disponível na instalação.

5.6 Orçamento da obra

5.6.1 O orçamento das estações elevatórias de esgotos e linhas de recalque deve ser elaborado conforme itemização, códigos e preços estabelecidos pela Planilha de Preços, Insumos e Serviços da COPASA MG de acordo com as etapas de implantação previstas.

Nota: Os serviços, materiais e equipamentos constantes do mesmo devem ser especificados de forma a permitir a sua correta execução e aquisição, incluindo o teste hidrostático.

Wilton Joy F. Ferreira
DTE / SPDT / DVDT
Matricula 10.159



Projeto de Estações Elevatórias e Linhas de Recalque de Esgotos Sanitários

N.º: T.235/2 Subst.: T.235/1 Aprov.: 23/02/18 Pág.: 35/36

5.6.2 O detalhamento do orçamento deve ser suficientemente claro a fim de permitir a licitação e execução da obra.

- **5.6.3** O orçamento deverá ser elaborado em conformidade com os "Procedimentos para elaboração de planilha de orçamento", da área de custos da COPASA MG.
- **5.6.4** Para os serviços não constantes da planilha de preços da COPASA MG, deverão ser apresentadas as composições de custo, suas regulamentações e a relação dos fornecedores, com nome, endereço e telefone, além da indicação dos insumos, preços e data de consulta.
- **5.6.5** Para os insumos de maior representatividade financeira, deverá ser apresentada cópia do documento comprobatório de coleta de preços.
- **5.6.6** Os custos de recuperação das áreas de empréstimo e bota-fora deverão ser considerados no orçamento.
- **5.6.7** O orçamento deverá ser acompanhado da metodologia utilizada para o levantamento dos quantitativos de serviços e obras, bem como da memória de cálculo dos quantitativos.
- **5.6.8** Apresentar o resumo do orçamento, para cada etapa, em moeda estável, por unidade proposta.

5.7 Cronograma físico-financeiro da obra

5.7.1 Deverá ser apresentado cronograma físico-financeiro detalhado para a execução das obras, contemplando todas as etapas necessárias ao perfeito desenvolvimento, assegurando a qualidade do produto final.

6 Disposições Finais

- 6.1 As responsabilidades e obrigações que competem à CONTRATADA e à COPASA MG, bem como as especificações particulares, devem estar acordadas no Contrato do projeto.
- **6.2** Cabe às áreas de projetos e às demais áreas usuárias o acompanhamento da aplicação desta Norma.
- **6.3** Esta Norma entra em vigor a partir desta data, revogadas as disposições em contrário.
- **6.4** Esta Norma, como qualquer outra, é um documento dinâmico, podendo ser alterada ou ampliada sempre que necessário. Sugestões e comentários devem ser enviados à Divisão de Cooperação Técnica e Desenvolvimento Tecnológico DVDT.





Projeto de Estações Elevatórias e Linhas de Recalque de Esgotos Sanitários

N.º: T.235/2
Subst.: T.235/1
Aprov.: 23/02/18
Pág.: 36/36

6.5 Coordenador da equipe de revisão desta Norma:

Identificação Organizacional		Name de Desmanaérol	
Diretoria	Superintendência	Divisão/Distrito	Nome do Responsável
DTE	SPDT	DVDT	Frank Deschamp Lamas

6.6 Responsáveis pela aprovação:

	Identificação Organizacional		Nomes des Pesnansávois	
Diretoria	Superintendência	Divisão/Distrito	Nomes dos Responsáveis	
DTE	SPDT	DVDT	Wilton José Fonseça Ferreira	
DTE	SPDT	-	Patrícia Rezende de Castro Pirauá	

/ANEXO A

ANEXO A DIMENSIONAMENTO DO POÇO DE SUCÇÃO

A-1 Volume útil (Vu)

Para um ciclo de 10 minutos, V_u será o resultado da expressão geral, deduzida para até 06 (seis) conjuntos de bomba que trabalham com ligações automáticas:

$$V_{\mu} = V_1 + V_2 + V_3 + V_4 + V_5 + V_6 = 2,5Q_{b1} + 0,98 Q_{b2} + 0,68 Q_{b3} + 0,5 Q_{b4} + 0,40 Q_{b5} + 0,35 Q_{b6}$$

Onde:

V_u: volume útil (m³);

V_i : volume de cada uma das parcelas correspondente ao número de bombas (i) na elevatória (m³);

Q_{bi}: vazão de recalque com i bombas em funcionamento (m³/min).

A-2 Área útil (Au)

$$A_u = \frac{V_u}{H_u}$$

Onde:

Au: área útil (m2);

Hu: altura útil (m).

Adotar as dimensões para o poço de sucção e, em seguida corrigir o volume útil do mesmo.

A-3 Volume efetivo (Vef)

$$V_{ef} = A_b$$
. $H_m - volume$ de enchimento

Corresponde ao volume compreendido entre o fundo do poço e o nível médio de operação das bombas.

Onde:

Vef: volume efetivo (m3);

Ab: área da base do poço de sucção (m2);

Hm: altura média do poço \rightarrow altura entre o fundo do poço e o nível médio de operação das bombas (m).

/ANEXO B

Wilton José F. Ferreira DTE / SPDT / DVDT Matricula 10.159

ANEXO B CICLO DE FUNCIONAMENTO

B-Ciclo de funcionamento

Determinadas as dimensões do poço de sucção, calcula-se o ciclo de funcionamento para as vazões mínima, média e máxima de início e final de plano.

O ciclo de funcionamento será calculado através da fórmula a seguir:

$$T = \sum_{i=1}^{n} T_{si} + T_D$$

T > 10 min

Onde:

T: ciclo de funcionamento (min);

n: número de conjuntos com operação automática e següencial;

Tsi: tempo de subida do nível de esgoto entre o acionamento do conjunto motobomba de número n-1 e de número n(min);

TD: tempo de descida do nível de esgoto no poço de sucção, desde o acionamento do conjunto motobomba de número n até o nível mínimo do poço (min).

Considerando 06 (seis) conjuntos motobomba, temos:

$$T = T_s + T_D$$

$$T_{s} = \frac{V_{1}}{Q_{a}} + \frac{V_{2}}{Q_{a} - Q_{1b}} + \frac{V_{3}}{Q_{a} - Q_{2b}} + \frac{V_{4}}{Q_{a} - Q_{3b}} + \frac{V_{5}}{Q_{a} - Q_{4b}} + \frac{V_{6}}{Q_{a} - Q_{5b}}$$

$$T_D = \frac{V_{\text{útil}}}{Q_{6b} - Q_a}$$

Onde:

V₁: parcela do volume útil até o acionamento do conjunto motobomba 1(m³);

V₂: parcela do volume útil entre o acionamento do conjunto motobomba 1 e 2 (m³);

V₃: parcela do volume útil entre o acionamento do conjunto motobomba 2 e 3 (m³);

 V_4 : parcela do volume útil entre o acionamento do conjunto motobomba 3 e 4 (m³);

V₅: parcela do volume útil entre o acionamento do conjunto motobomba 4 e 5 (m³);

 V_6 : parcela do volume útil entre o acionamento do conjunto motobomba 5 e 6 (m³).

Q_{1b}: vazão de recalque com um conjunto motobomba em funcionamento (m³/min);

Q_{2b}: vazão de recalque com dois conjuntos motobomba em funcionamento (m³/min);

Q_{3b}: vazão de recalque com três conjuntos motobomba em funcionamento (m³/min);

Q_{4b}: vazão de recalque com quatro conjuntos motobomba em funcionamento (m³/min);

Q_{5b}: vazão de recalque com cinco conjuntos motobomba em funcionamento (m³/min);

Q_{6b}: vazão de recalque com seis conjuntos motobomba em funcionamento (m³/min).

B-2 Tempo médio de detenção

O tempo de detenção deve ser calculado a partir da vazão média de início de plano e pelo volume efetivo, de acordo com a fórmula:

> Wilton José F. Ferreira DTE / SPDT / DVDT Matricula 10.159

$$T_d = \frac{V_{ef}}{Q_{mip}}$$

Td \leq 30 min (NBR 12.208)

Onde:

Vef: volume efetivo (m3); Qmip: vazão média de início de plano (m3/min); Td: tempo de detenção (min).

/ANEXO C

Wilton Jose F. Ferreira DTE / SPDT / DVDT Matricula 10.159

ANEXO C TRAÇADO DAS CURVAS DO SISTEMA

C-1 Cálculo da altura manométrica

Será determinada a partir da expressão:

$$H_m = H_g + h_{fc} + h_{fl}$$

Onde:

H_m: altura manométrica (m);

H_g: altura geométrica, diferença entre o nível do ponto que recebe a linha de recalque e o

NA_{mín} do poço de sucção da elevatória (m);

h_{fc}: perda de carga contínua (m);

h_{fl}: perda de carga localizada (m).

C-2 Cálculo da perda de carga contínua

A perda de carga contínua será calculada através da fórmula de Hazen-Williams.

$$h_{fc} = 10,643.L.D^{-4,87}.Q^{1,85}.C^{-1,85}$$

Onde:

L: extensão da tubulação (m);

D: diâmetro da tubulação (m);

Q: vazão recalcada (m³/s);

C: coeficiente de rugosidade.

C-3 Cálculo da perda de carga localizada

A perda de carga localizada será calculada através da fórmula a seguir:

$$h_{fl} = \sum k \left(\frac{V^2}{2g} \right)$$

Onde:

k: coeficiente de perda em peças e conexões;

V: velocidade do fluido (m/s);

g: aceleração da gravidade (m/s²).

C-4 Traçado e análise das curvas do sistema

C-4.1 Construir curvas que relacionam vazão x altura manométrica, utilizando $H_{g\ min}$ e $H_{g\ max}$.

C-4.2 Com base nas curvas do sistema, fazer escolha da bomba (operando com maior rendimento possível). A curva da bomba deverá ser traçada junto às curvas do sistema.

C-4.3 Definir os pontos de operação da bomba (onde as curvas se cruzarem).

C-4.5 As bombas deverão cobrir as variações diárias do esgoto afluente mediante uma vazão de recalque adequada e dispor de curvas características que se adaptem às curvas do sistema apresentando funcionamento adequado nos dois pontos extremos.

/ANEXO D



ANEXO D POTÊNCIA DO CONJUNTO ELEVATÓRIO

D-1 Potência da bomba

A potência da bomba será calculada pela seguinte relação:

$$P = \frac{\gamma . Q. Hman}{75. \eta}$$

Onde:

P: potência (cv);

Q: vazão (m³/s);

 γ : peso específico da água = 1000 Kgf/m³;

η: rendimento global do conjunto elevatório;

75: fator de correção para cv.

A potência disponível para a bomba deverá ser superior a potência calculada, conforme consulta ao fabricante.

/ANEXO E

Wilton Josa F. Ferreira
DTE / SPDT / DVDT
Matricula 10.159

ANEXO E NPSH: ENERGIA DISPONÍVEL NO LÍQUIDO NA ENTRADA DA BOMBA

E-1 Cálculo do NPSH_{disponível}

Para bombas que não estão afogadas, o NPSH_{disponível} deve ser superior ao NPSH_{requerido} que é indicado pelo fabricante. O NPSH_{disponível} é calculado pela fórmula:

$$NPSH$$
 disponivel $= \pm H + \frac{Pa - Pv}{\gamma}.10 - h_f$

Onde:

+ H = carga ou altura de água na sucção (m);

- H = altura de aspiração (m);

P_a = pressão atmosférica no local (kgf/cm²);

 P_v = pressão de vapor (kgf/cm²);

 γ = peso específico = 1,0 (kgf/cm²);

10 = fator de correção de unidade;

h_f = soma das perdas de carga na sucção (m).

/ANEXO F

Wilton José F. Ferreira DTE / SPDT / DVDT Matricula 10.159

ANEXO F ALTURA DE RE-ESCORVA

F-1 Altura de re-escorva

Para bombas re-autoescorvantes, temos:

 $H_{re-autoescorva} > H_{instalação}$

Onde:

H_{re-autoescorva}: indicada pelo fabricante (m);

H_{instalação}: eixo da bomba – NA _{máx} do poço de sucção (m).

/ANEXO G

Wilton Jose F. Ferreira DTE / SPDT / DVDT Matricula 10.159

ANEXO G DIMENSIONAMENTO DAS TUBULAÇÕES DE SUCÇÃO E RECALQUE

G-1 Cálculo do diâmetro de sucção e recalque

O diâmetro do bocal de entrada da tubulação deve ser maior que 1,5 vezes o diâmetro da tubulação de sucção.

A fórmula de Bresse fornece o diâmetro da linha de recalque:

$$D=K\sqrt{Q}$$

Onde:

D: diâmetro (m);

K: coeficiente variável, em função dos custos de investimentos e de operação. O valor de

K varia ente 0,8 e 1,3 (valor comum 1,0);

Q: vazão (m³/s).

/ANEXO H

Wilton José F. Ferreira DTE / SPDT / DVDT Matricula 10.159

ANEXO H CÁLCULO DO MATERIAL RETIDO NO CESTO

H-1 Cálculo do volume de material retido:

V = Q.T.86,4

Onde:

V: volume de material retido (m³/d);

Q: vazão afluente (m³/s);

τ: coeficiente de Schroepfer (L/m³)., conforme tabela apresentada abaixo.

86,4: fator de correção de unidades.

Tabela H.1 – Coeficiente de Schroepfer

Espaçamento (cm)	Quantidade (L/m³)
2,0	0,038
2,5	0,023
3,5	0,012
4,0	0,009

Wilton Jose F. Ferreiro DTE / SPDT / DVDT Matricula 10.159