

**PROJETO DE HULHA NEGRA / RS**  
**REDE DE ADUTORA DE ÁGUA BRUTA 150MM**

**ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA**

<b>Emissão Inicial</b>	<b>Em elaboração</b>

## Sumário

1.	APRESENTAÇÃO .....	4
1.1	IDENTIFICAÇÃO DO CONTRATO DE PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS.....	4
1.2	OBJETIVO DO RELATÓRIO .....	5
2.	INTRODUÇÃO.....	6
2.1	LOCALIZAÇÃO E ABRANGÊNCIA REGIONAL .....	6
3.	CONCEPÇÃO DA ADUTORA.....	8
3.1	DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO .....	9
3.1.1	VAZÕES DE PROJETO E PRESSÕES DE OPERAÇÃO.....	9
3.1.2	DEFINIÇÃO DO VALOR DIAMETRAL E MATERIAL DA ADUTORA .....	9
3.2	MÉTODO CONSTRUTIVO REDE ADUTORA 150MM.....	11
4.	GENERALIDADES PARA EXECUÇÃO .....	11
4.1.1	LOCAÇÃO E CADASTRO .....	14
4.1.2	ESCAVAÇÃO DA VALA.....	14
4.1.3	ESCORAMENTO .....	15
4.1.4	ESGOTAMENTO .....	15
4.1.5	ASSENTAMENTO DA TUBULAÇÃO.....	15
4.1.6	PREENCHIMENTO DA VALA.....	16
4.1.7	TRAVESSIAS.....	17
4.1.8	PASSAGEM POR ENTRADAS DE PROPRIEDADE - ENVELOPADAS .....	18
4.1.9	QUANTIDADES ESTIMADAS DA REDE 150MM EM PVC-O.....	18
4.2	DIMENSIONAMENTO DOS REGISTROS DE DESCARGA.....	19
4.2.1	LOCALIZAÇÃO DOS REGISTROS DE DESCARGA .....	19
4.2.2	DEFINIÇÃO DO TAMANHO DOS REGISTROS .....	19
4.2.3	ESPECIFICAÇÃO DOS REGISTROS .....	23
4.2.4	MONTAGEM DAS CAIXAS DE DRENAGEM .....	24
4.3	DIMENSIONAMENTO DAS VÁLVULAS VENTOSAS .....	24
4.3.1	LOCALIZAÇÃO DAS VENTOSAS.....	25
4.3.2	ESPECIFICAÇÃO DAS VÁLVULAS.....	29
4.3.3	MONTAGEM DAS CAIXAS DE VENTOSAS .....	30
5.	SISTEMA DE LIMPEZA DE TUBULAÇÃO .....	31
5.1	DESCRIÇÃO DO PROCESSO DE LIMPEZA DA ADUTORA.....	31
6.	BOOSTER.....	34
6.1	CIVIL.....	34
7.	REFERÊNCIAS .....	35

## Índice de Quadros

Quadro 2 – Dados dos registros de descarga da adutora.....	21
Quadro 3 – Localização dos registros de descarga por trecho e DN.....	23
Quadro 4 – Dados das ventosas da Adutora de água tratada.....	27
Quadro 5 – Localização ventosas por trecho e DN. ....	29

## Índice de Figuras

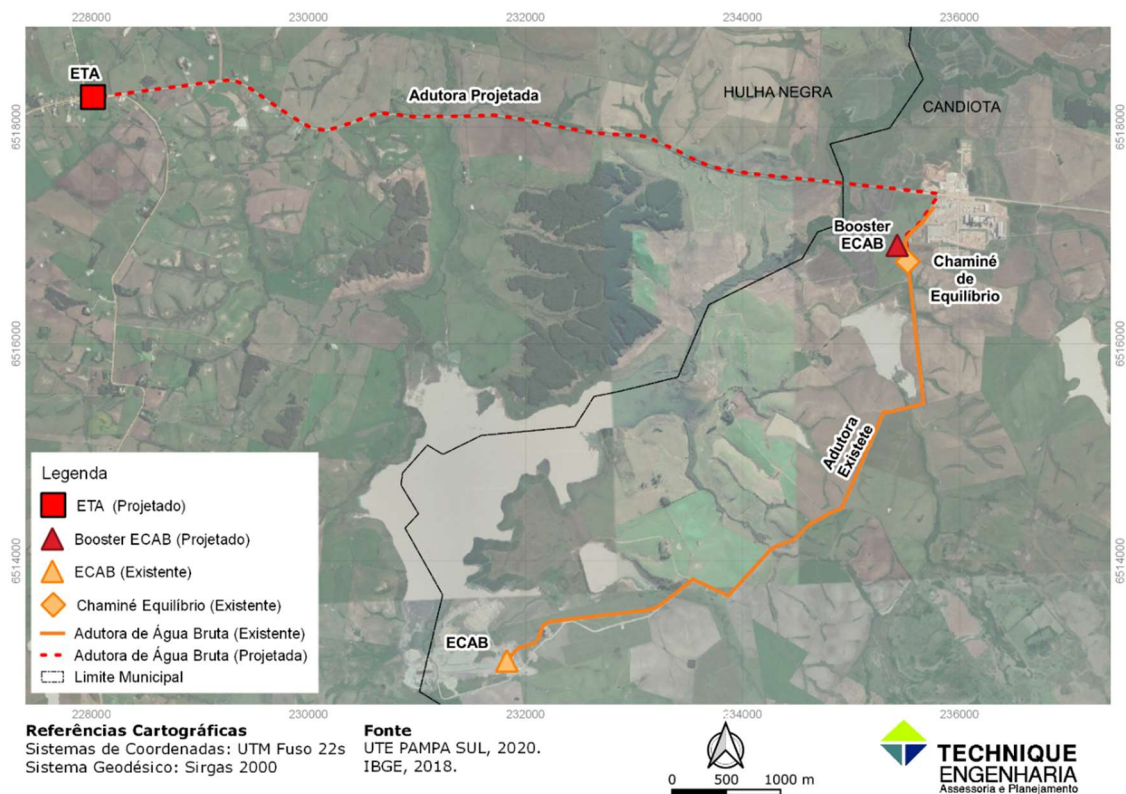
Figura 1 – Localização da área do projeto .....	4
Figura 2 - Localização do município de Hulha Negra/RS.....	6
Figura 3 - Limite territorial de Hulha Negra/RS, municípios limítrofes e principais acessos.....	7
Figura 4 - Encaminhamento da adutora .....	8
Figura 5 – Especificação dos tubos de PVC-O .....	9
Figura 6 – Especificação do tubo de Ferro Fundido.....	10
Figura 7 – Perfil vala implantação tubulação adutora. ....	17
Figura 8 – Esquema Básico das condições de Drenagem .....	20
Figura 9 – Modelo da caixa de descarga.....	24
Figura 10 – Modelo da caixa de ventosas.....	30
Figura 11 – PIG do tipo espuma.....	31
Figura 12 – Representação da trajetória do PIG dentro da tubulação.....	31

## 1. APRESENTAÇÃO

Na busca por aprimorar o Sistema de Abastecimento de Água (SAA) do município Hulha Negra, a UTE Pampa Sul S.A. firmou contrato com a prefeitura onde se compromete a fornecer e implantar uma nova adutora de água bruta junto com seu respectivo sistema de bombeamento.

A origem da água bruta será o reservatório da Barragem do Rio Jaguarão junto com a Estação de Captação de Água Bruta (ECAB) que abastece a usina, e será encaminhada até a nova Estação de Tratamento de Água (ETA) do município, localizada na Tricolândia, conforme pode ser observado na Figura 1, onde estão localizadas as unidades que serão projetadas e as unidades existentes que compõem este projeto.

Figura 1 – Localização da área do projeto



Fonte: Technique Engenharia (2020).

### 1.1 IDENTIFICAÇÃO DO CONTRATO DE PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS

É objeto deste Contrato os serviços técnicos especializados para elaboração de projeto e orçamento de referência para a implantação de adutora de água bruta, com aproximadamente 8km de extensão, que será conectada na ETA (Estação de Tratamento de Água), do município de Hulha Negra - RS, conforme Plano de Trabalho, para a UTE Pampa Sul.

**Contratante:** USINA TERMELETRICA PAMPA SUL S.A., pessoa jurídica de direito privado, geradora de energia elétrica na condição de Produtor Independente, com filial na cidade de Candiota, Estado do Rio Grande do Sul, na Estrada SEIVAL – TRIGOLANDIA (Antiga RS-84), CEP 96.495-000, inscrita no CNPJ/MF sob o n.º 04.739.720/0002-05.

**Contratada:** TECHNIQUE ASSESSORIA E PLANEJAMENTO LTDA EPP, com sede na cidade de Porto Alegre, Estado do Rio Grande do Sul, na Avenida Encantado, nº 384 conjunto 201, Bairro Petrópolis, CEP 90.470-420, inscrita no CNPJ/MF sob o n.º 01.776.974/0001-24.

**Contrato Nº 3.612**

## 1.2 OBJETIVO DO RELATÓRIO

O presente relatório contempla as metodologias e os resultados do dimensionamento **da Nova Adutora de Água Bruta de 150mm em PVC-O** (Policloreto de Vinila não plastificado orientado, conforme NBR 15750/09).

## 2. INTRODUÇÃO

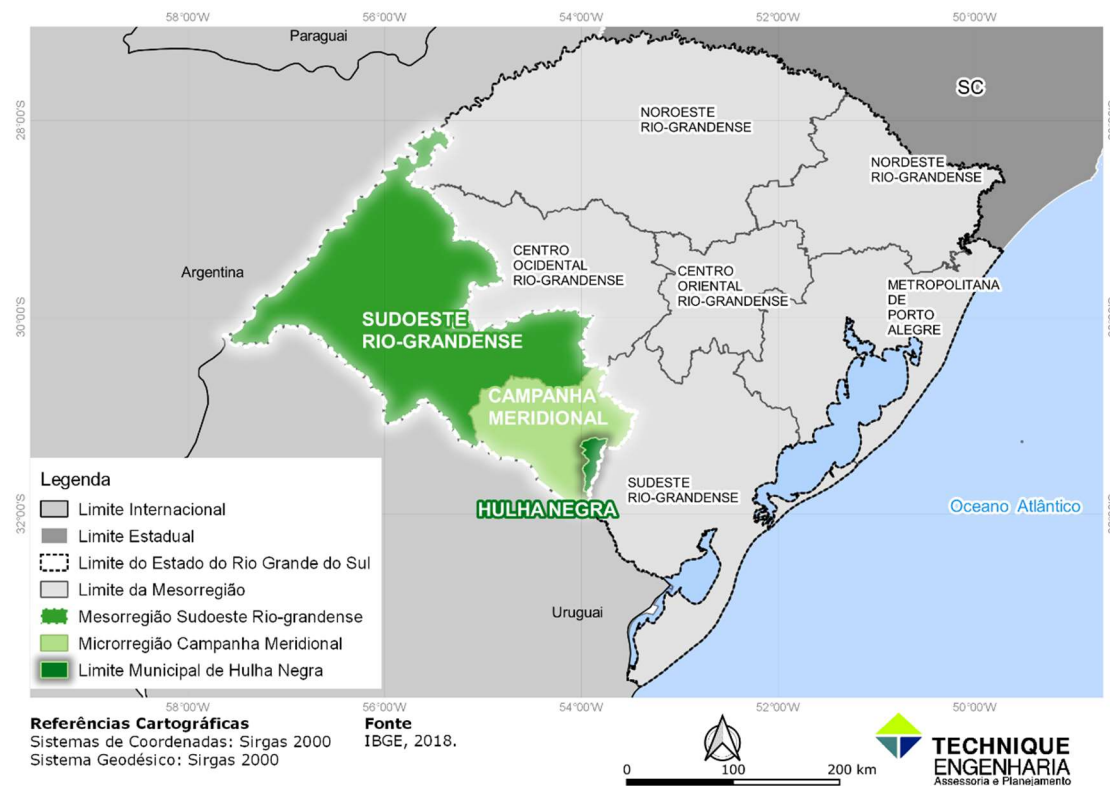
No capítulo que segue estão descritos dados e informações sucintas acerca do município onde está localizada a área do projeto e do empreendimento UTE Pampa Sul.

### 2.1 LOCALIZAÇÃO E ABRANGÊNCIA REGIONAL

O município de Hulha Negra está localizado no estado do Rio Grande do Sul e pertence à mesorregião Sudoeste Rio-grandense e na microrregião Campanha Meridional, especificamente nas coordenadas geográficas Latitude - 53° 52' 08" oeste e Longitude - 31° 24' 14" sul, de acordo com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2020). Com área de 822,608 km<sup>2</sup>, ocupa apenas 0,29% do território gaúcho (281.707,151 km<sup>2</sup>), sendo que dessa superfície, 25,30 km<sup>2</sup> são de área urbana e 797,30 km<sup>2</sup> de área rural. Hulha Negra está distante cerca de 376 km da capital (Porto Alegre), cujas principais rodovias de acesso são a BR-290, a BR-153 e a BR-293 e os municípios limítrofes são Aceguá, Bagé e Candiota (IBGE, 2020).

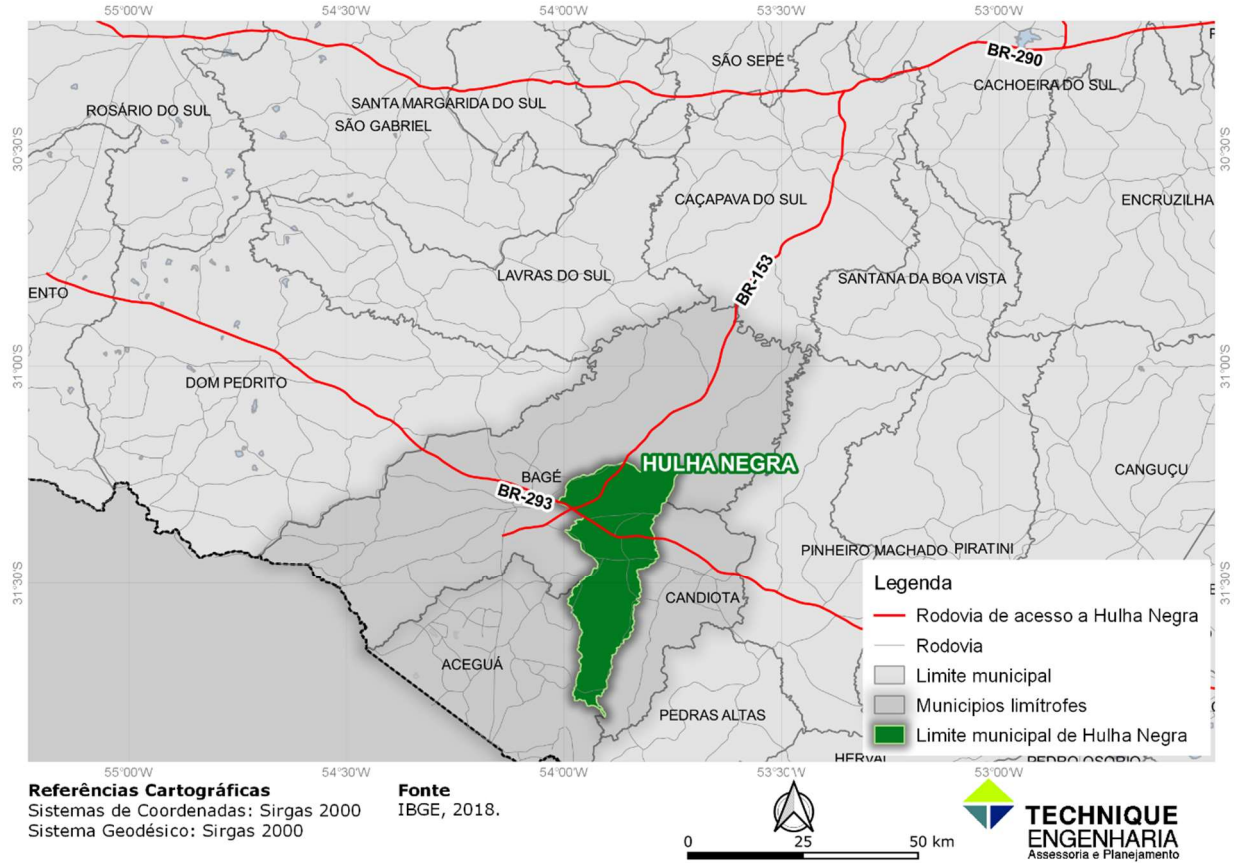
Na Figura 2 a seguir está ilustrada a localização do município de Hulha Negra em relação ao estado e as mesorregião e microrregião e na Figura 3 pode ser visualizado o seu limite territorial, os municípios limítrofes e as principais rodovias de acesso.

Figura 2 - Localização do município de Hulha Negra/RS



Fonte: Technique Engenharia (2020).

Figura 3 - Limite territorial de Hulha Negra/RS, municípios limítrofes e principais acessos



Fonte: Technique Engenharia (2020).

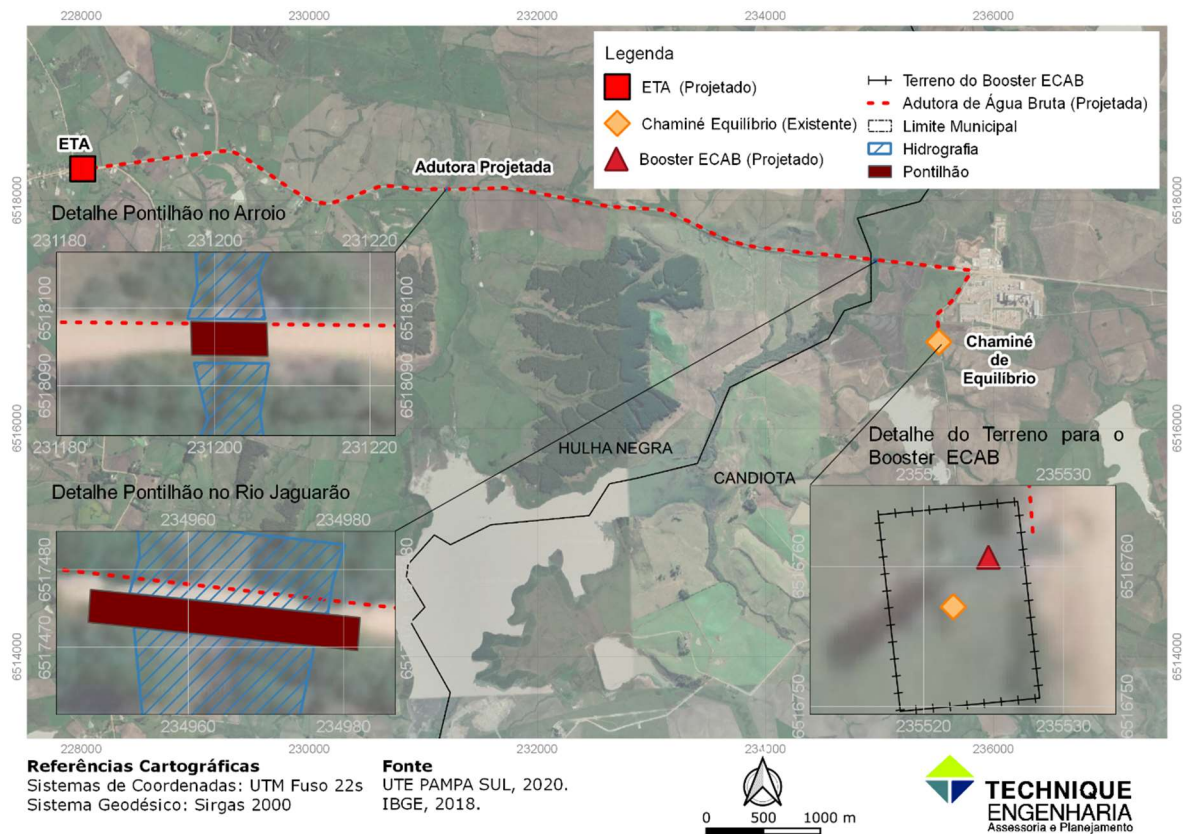


### 3. CONCEPÇÃO DA ADUTORA

A nova adutora de água bruta do município de Hulha Negra tem sua origem no Booster ECAB localizado junto a Chaminé de Equilíbrio da Usina Pampa Sul, deste ponto inicial ela percorrerá aproximadamente 8,78 km pela Estrada Bagé em direção ao distrito urbano da cidade tendo o seu fim na Nova ETA.

A adutora terá diâmetro de 150mm e o material escolhido foi o PVC-O ((Policloreto de Vinila não plastificado orientado, conforme NBR 15750/09), com 8.739m, duas travessias somando 47,57m, em Ferro Fundido (uma sobre o rio Jaguarão e outra sobre um córrego sem nome). Sendo assim somando a tubulação em PVC-O e as travessias a adutora terá 8.787m, e através da Figura 4 é possível verificar o traçado da adutora e a localização das travessias.

Figura 4 - Encaminhamento da adutora



Fonte: Technique Engenharia (2020).



### 3.1 DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO

Neste item serão apresentados os resultados do dimensionamento hidráulico da adutora e de suas peças especiais.

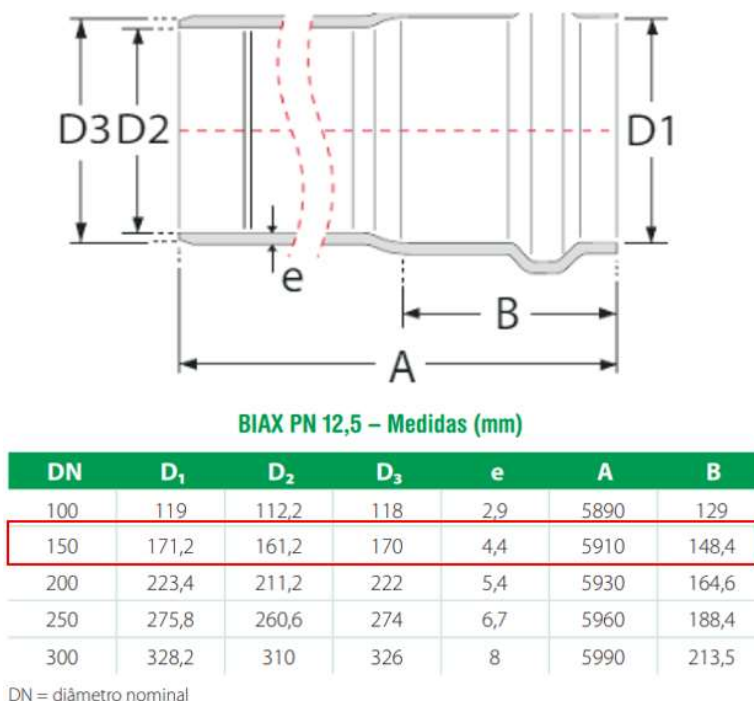
#### 3.1.1 VAZÕES DE PROJETO E PRESSÕES DE OPERAÇÃO

A adutora de recalque do Booster ECAB será dimensionada com base na vazão de 6 L/s. Para a referida vazão, a máxima pressão disponível, em regime normal de trabalho, será 76,46 mca.

#### 3.1.2 DEFINIÇÃO DO VALOR DIAMETRAL E MATERIAL DA ADUTORA

O diâmetro e o material da tubulação foram definidos com duas premissas principais: reduzir a complexidade caso seja necessárias eventuais manutenções na adutora, e materiais que sejam de fácil aquisição no mercado (sempre atendendo as necessidades de projeto). Sendo assim ficou definido que o material da adutora será de PVC-O classe 12,5 com resistência de 1,25 Mpa e o diâmetro, conforme dimensionamento, será todo de 150mm. O PVC-O (PVC orientado) possui esse nome pelo fato de ocorrer um controle da orientação molecular durante o processo de fabricação, que resulta em uma melhora das propriedades físicas e mecânicas. O diâmetro externo da referida tubulação é de 170 mm, e o interno é de 161,2 mm, demais especificações conforme Figura 5.

Figura 5 – Especificação dos tubos de PVC-O



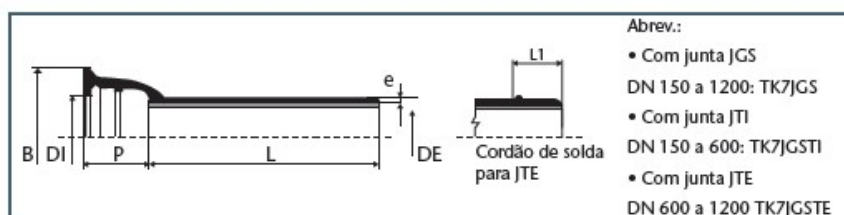
Fonte: Catálogo do fabricante Amanco (2017)

Nas travessias o material da tubulação será de ferro fundido, K7, com junta travada interna, o diâmetro do tubo será de 150mm, as demais características do tubo estão na Figura 6 seguir

Figura 6 – Especificação do tubo de Ferro Fundido

## TUBOS PONTA E BOLSA

### Tubo Classe K7



	DN	L m	L1 mm	DE mm	DI mm	B mm	p mm	e mm	Massa aprox.		
									por metro kg	total kg	
Integral	Natural	150	6	170,0	173,0	243,0	100,5	5,2	23,3	139,8	
		200	6	222,0	225,0	296,0	106,5	5,4	31,9	191,4	
		250	6	274,0	277,0	353,0	105,5	5,5	40,3	241,8	
		300	6	326,0	329,0	410,0	107,5	5,7	49,8	298,8	
	Clássica	350	6		378,0	381,0	465,0	110,5	5,9	64,9	389,4
		400	6		429,0	432,0	517,0	112,5	6,3	77,9	467,4
		450	6		480,0	483,0	575,0	115,5	6,7	91,7	550,2
		500	6		532,0	535,0	630,0	117,5	7,0	106,1	636,6
		600	6	135,0	635,0	638,0	739,0	122,5	7,7	137,9	827,4
		700	7	148,0	738,0	741,0	863,0	147,5	8,4	176,5	1235,5
		800	7	150,0	842,0	845,0	974,0	147,5	9,1	216,3	1514,1
		900	7	148,0	945,0	948,0	1082,0	147,5	9,8	259,4	1815,8
1000	7	155,0	1048,0	1051,0	1191,0	157,5	10,5	316,2	2213,4		
1200	7	165,0	1255,0	1258,0	1412,0	167,5	11,9	411,9	2883,3		

Fonte: Catálogo do fabricante Saint-Gobain (2015)

O tubo ferro fundido deve ter revestimento interno de argamassa de cimento de alto-forno, apropriado para águas potáveis, sendo aplicado em conformidade com as especificações da norma *NBR 8682-Revestimento de argamassa de cimento em tubos de ferro fundido dúctil*. O revestimento externo da canalização deve ser feito por meio da metalização de um fio de zinco (99% zinco no mínimo) – para a obtenção do efeito de proteção galvânica – a quantidade da camada protetora de zinco sobre a superfície do tubo deverá atender o mínimo previsto na *NBR 11827 - Revestimento externo de zinco em tubos de ferro fundido dúctil*, portanto maior que 130 g/m<sup>2</sup>. Por fim a pintura de acabamento externo deve ser do tipo Betuminosa com espessura mínima de 100 µm.

## 3.2 MÉTODO CONSTRUTIVO REDE ADUTORA 150MM

A Adutora de recalque de água bruta do Booster ECAB terá uma extensão aproximada 8.739 metros, os quais serão implantados através do método de abertura de trincheiras/valas, com o assentamento da tubulação na vala sobre um berço de areia e com materiais adequados para reaterro/aterro de compactação da vala e recomposição do pavimento. A exceção deste tipo de implantação se dará nos pontos de travessias, abordado em item específico.

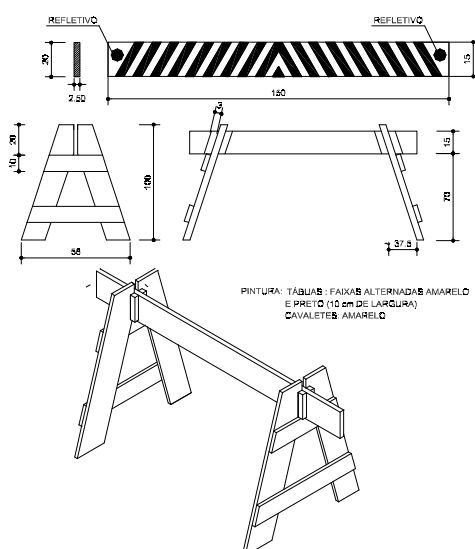
O assentamento da tubulação em valas padrão seguirá as seguintes etapas:

## 4. GENERALIDADES PARA EXECUÇÃO

Abaixo são listados alguns itens que deverão sempre ser atendidos, visando a qualidade da obra, o comprometimento com o prazo, e segurança dos trabalhadores e população afetada, durante a execução:

- A Contratada deverá manter tantas equipes quantas forem necessárias para atender a demanda dos serviços nos prazos estipulados;
- A Contratada deverá ter um Engenheiro que responda pela solução dos problemas que por ventura ocorrerem
- A empresa deverá ter controle rígido da conduta e assiduidade das equipes, controle dos materiais hidráulicos utilizados, qualidade, eficiência e produtividade.
- Todo o pessoal da contratada deverá possuir conhecimento e experiência para executar adequadamente os serviços que lhes forem atribuídos.
- A Contratada deverá atender todas as normas regulamentadoras referentes aos procedimentos e equipamentos de proteção coletiva e individual dando todas as condições de proteção e segurança ao pessoal que irá executar os serviços, (equipamento de proteção individual – EPI, cavaletes, cones, placas de sinalização, etc.). Em especial deverá atender às NR 18, NR 6 e NR 26.
- Serão de inteira responsabilidade da CONTRATADA acidentes que porventura venham a ocorrer com os seus funcionários ou com terceiros em virtude da prestação dos serviços.
- A CONTRATADA será responsável pelo transporte de seus funcionários, respondendo também pelos encargos sociais, trabalhistas, impostos, taxas, seguros e outras obrigações referentes às suas equipes.
- A CONTRATADA será responsável pelo fornecimento de refeições de seus funcionários, durante todo o período de execução dos serviços.

- Compreende o escopo da CONTRATADA, colocação, manutenção e remoção, com reaproveitamento dos materiais, de todos os dispositivos de proteção, segurança e sinalização ao trânsito de veículos e pedestres, diurno e noturno, que deverão atender o que estabelecem as normas regulamentadoras da Secretaria Municipal dos Transportes, DAER, DNIT e demais órgãos de controle do trânsito.
  - As fitas zebradas para sinalização devem ser empregadas para serviços rápidos que ocorram somente no passeio e em áreas internas da obra, com a finalidade de advertir e impedir a passagem de pessoas e deverá estar disposta em toda a área necessária. Devem ser de polietileno, ter um acabamento perfeito, e estar em perfeitas condições de uso. As faixas devem ter pintura uniforme sem falhas ou manchas.
  - Cavaletes, deverão ser utilizados tanto para sinalização de advertência, como de indicativo de trânsito interrompido ou restrito, colocados nos cruzamentos de ruas e ao longo das valas. Os cavaletes de madeira deverão ter 1,20 m de altura e 1,50 m de comprimento. Em casos de saída e entrada de veículos ou em locais escuros poderão ser utilizados cavaletes com sinalizadores luminosos.



Fonte: Manual de Elaboração de Projetos e Obras de Saneamento - (SOPS, 2005).

- As placas de sinalização serão utilizadas para aviso, advertência e indicações. Deverão ser colocadas nas cabeceiras das escavações e à frente das valas, com

0,80 m de altura, podendo ser de madeira ou metálicas. Essencialmente serão de dois tipos:

- Placas fixadas em postes metálicos ou de madeira, com altura mínima de 80 cm;
- Placas móveis do tipo cavalete ou articuláveis, de madeira ou plástico.



Fonte: Manual de Elaboração de Projetos e Obras de Saneamento - (SOPS, 2005).

- Os cones serão utilizados para o balizamento de faixas interditadas ao trânsito e sinalização de locais de obras. Poderão ser de borracha ou de plástico, fixados em uma base para apoio no solo de material resistente.
- Serão de inteira responsabilidade da CONTRATADA acidentes que porventura venham a ocorrer, face à inobservância da proteção recomendada. A falta de proteção ou sinalização da obra acarretará na paralisação total ou parcial dos serviços a critério da Fiscalização, até que o problema seja regularizado. Tal ocorrência NÃO implicará na prorrogação do prazo previsto no contrato, nem dispensa das penalidades previstas.
- A CONTRATADA deverá providenciar a cobertura, através da colocação de chapas de aço, de buracos que obstruam passagens de vias para pedestres ou veículos, sempre que tais pontos tenham que ficar abertos de um dia para o outro, durante todo o transcurso da obra.

- A CONTRATADA deverá instalar nos locais de execução dos serviços placas de identificação da obra.
  - Caberá à Contratada a execução de um plaqueiro, no local determinado pela Fiscalização, de acordo com as exigências do CREA. Para a confecção das placas, deverão ser usadas chapas planas de metal galvanizado com pintura esmalte resistente às intempéries.

#### 4.1.1 LOCAÇÃO E CADASTRO

A locação deverá ser executada em terreno limpo e consistirá da demarcação do perímetro e nivelamento do terreno da obra, através da determinação de cotas, devendo obedecer ao projeto da obra e as alterações efetuadas ou autorizadas pela FISCALIZAÇÃO

A Locação da obra deverá em intervalos de 10 metros, devendo ser responsabilidade do executor manter as referências conservadas.

O nivelamento e o contranivelamento geométrico de 2ª Ordem deverão conter erro máximo de fechamento de 5mm por km, não sendo permitida visada superior a 40 metros.

Os elementos colhidos e executados na obra serão lançados em prancha padrão, nas escalas indicadas no projeto, para cadastro da rede. Na apresentação das pranchas desenhadas, deverão acompanhar as planilhas de cada tipo correspondente do trecho desenhado. As folhas de cadastro deverão ser produzidas e entregues a Fiscalização.

#### 4.1.2 ESCAVAÇÃO DA VALA

As valas serão escavadas predominantemente de forma mecânica. Em pontos críticos a escavação será manualmente, visando questões técnicas e de segurança principalmente com interferências onde a escavação mecânica fica mais crítica.

O material escavado será classificado como terra, rocha decomposta ou rocha viva.

- Como terra entende-se os solos constituídos de material argiloso, arenoso, saibro, ou ainda, mistura destes, removíveis à pá e picareta, e que apresentam bom rendimento quando escavados mecanicamente.
- Rocha decomposta são aqueles solos que possam ser removidos com auxílio de rompedores, ou equipamento similar, não sendo necessário o uso de explosivos.
- Como rocha viva estão blocos de rocha ou rocha sã, cuja remoção exige a utilização de explosivos.



#### 4.1.3 ESCORAMENTO

Conforme previsto pela NR 18, escavações acima de 1,25 metros, ou em casos que o solo não tem suporte, deverá ser previsto escoramento para segurança e trabalho do colaborador.

Conforme as alturas de escavação, o perfil do terreno e o diâmetro constante da tubulação, devem ser utilizadas medidas de precaução contra desmoronamentos e engolfamentos.

A CONTRATADA, deverá propor o sistema de escoramento, que pretende utilizar, sendo que este deverá ser aprovado pela fiscalização UTE Pampa Sul e deverá ser certificado através de laudos técnicos que comprovem o seu dimensionamento.

#### 4.1.4 ESGOTAMENTO

Ao longo do trecho, através das análises de solos realizada, não se identificou a presença de água. Porém caso ocorra a presença da mesma durante a execução, deverá ser realizado o esgotamento provisório com bombas elétricas, para que se possa realizar o trabalho na vala.

#### 4.1.5 ASSENTAMENTO DA TUBULAÇÃO

A tubulação será assentada no leito da via pública. O fundo da vala deverá ser preparado com berço de areia na espessura de 10 cm. Cada tubo ou peça deverá apoiar-se uniformemente no berço de areia. A execução do berço antecede o lançamento do tubo.

Observações sobre o berço de areia:

- A areia a ser utilizada nestes casos, será a areia de campo com teor de impurezas de até 6,00% e grau de compactação superior a 95% (GC > 95%).
- Caso haja a ocorrência de lençol freático no fundo da vala o berço de assentamento deverá ser executado com lastro de brita nº 02 ou rachão

Após a realização do berço, assentar a tubulação sobre o mesmo, conforme diretrizes abaixo:

- Utilizando estopa limpa, limpar a ponta do tubo, o interior da bolsa, retirando eventuais partículas sólidas e poeira.
- Aplicar a pasta lubrificante na parte visível do anel de vedação e na ponta do tubo, para facilitar a montagem. Não usar óleo ou graxa como lubrificante, pois podem danificar o anel de vedação.
- Introduzir a ponta chanfrada do tubo na bolsa observando as marcações, que indicam quanto à ponta deve ser introduzida na bolsa.
- A montagem deve ser manual e poderá ser utilizada uma alavanca.

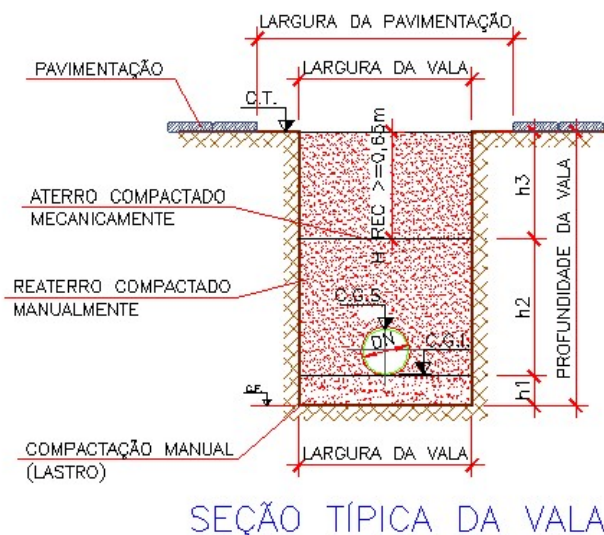
#### 4.1.6 PREENCHIMENTO DA VALA

Para reutilização do material escavado no reaterro das valas, o material deve apresentar boa condição de suporte (ISC < 9% e expansão > 2%). Caso não tenha essas características, deverá ser utilizado material importado, que atenda a mesma condição (ISC < 9% e expansão > 2%).

O procedimento para reenchimento será o seguinte:

- Os serviços de aterro/reaterro só poderão ser iniciados após autorização e de acordo com a FISCALIZAÇÃO;
- Reaterro manual, realizar envoltória de areia adensada ou pó-de-pedra desde a geratriz inferior externa conforme determinado em projeto até geratriz superior do tubo, através de processos manuais – apiloamento, em camadas não superiores a 15 cm;
  - Caso se utilize areia deverá ter teor de impurezas de até 6,00% e grau de compactação superior a 95% (GC > 95%)
  - Após a montagem e assentamento dos tubos, as valas serão preenchidas e compactadas manualmente com cuidados no mínimo, 20 cm acima da geratriz superior dos tubos, em camadas não superiores a 10 cm, evitando-se danos as juntas e tubos
  - Para execução destes serviços serão utilizados soquetes de madeira, ferro fundido ou concreto
  - Esta etapa deverá ser desenvolvida em paralelo com a remoção dos escoramentos
- Reaterro/Aterro superior com material importado ou o mesmo material, desde que atenda os índices de desempenho acima citados, até a interface com a camada de recomposição do pavimento da via. O material deverá ser compactado por processos mecânicos – sopo ou rolo, em camadas não superiores a 20 cm;
  - Caso se utilize areia deverá ter teor de impurezas de até 6,00% e grau de compactação superior a 95% (GC > 95%).
  - Compactação a 95 % do PN (Proctor Normal), NBR 7122 da ABNT
  - Esta etapa deverá ser desenvolvido em paralelo com a remoção dos escoramentos
  - É estritamente proibida a compactação da última camada do reaterro com rodado da retroescavadeira, caminhão, etc
  - Toda e qualquer depressão verificada posteriormente no local das valas, serão corrigidas às expensas da CONTRATADA e os materiais em sobra serão removidos imediatamente após a conclusão dos serviços no trecho
  - Não será permitido deixar lombadas, acima do nível da rua, para futuros adensamentos
  - Todo material escavado que não seja passível de reaproveitamento, será considerado material excedente de bota-fora, devendo ter o correto destino final

Figura 7 – Perfil vala implantação tubulação adutora.



Fonte: Technique Engenharia (2020).

#### 4.1.7 TRAVESSIAS

Serão implantadas duas travessias aéreas: uma sobre o rio Jaguarão - travessia 1, e outra sobre um córrego (sem nome) - travessia 2. A seguir é descrita a localização de cada travessia.

- **Travessia 1:**
  - Localizada entre as estacas 1+560 a 1+603.
  - Está situada sobre o Rio Jaguarão
  - Esta travessia terá como sustentação uma treliça de aço (conforme projeto estrutural) e com extensão aproximada de 36,00m. Peso aproximado da estrutura 2.340 kg.
  - Terá fundação, nas duas cabeceiras, de Estaca Escavada DN 30cm, com 6 metros de profundidade.
  - Serão duas estacas por blocos de ancoragem
  - 01 Bloco de ancoragem 1,50 x 1,00 x 1,10 m por cabeceira.
- **Travessia 2:**
  - Localizada entre as estacas 5+420 a 5+438.
  - Localizada sobre um córrego sem nome, esta travessia terá 11,57m de extensão.
  - Foi utilizada como solução técnica tubo de ferro fundido, visto que é autoportante para essa extensão.
  - Terá fundação, nas duas cabeceiras, de Estaca Escavada DN 30cm, com 6 metros de profundidade.
  - Tubulação é fixada sob blocos de ancoragem nas cabeceiras da travessia.
  - 01 bloco de ancoragem de 1,00 x 1,00 x 1,20m por cabeceira.

#### 4.1.8 PASSAGEM POR ENTRADAS DE PROPRIEDADE - ENVELOPADAS

Ao longo do encaminhamento da adutora foram cadastradas 8 entradas de propriedades, nestes trechos está previsto que a adutora será envelopada, com concreto, e passará dentro de um tubo de 300mm de PEAD.

O concreto para o envelopamento, deverá ter fck mínimo de 15Mpa, garantindo um cobrimento mínimo de 15cm sobre a geratriz superior do eletroduto em que passará a adutora de PVC.

Detalhe típico do envelope estará indicado nos projetos da Adutora.

#### 4.1.9 QUANTIDADES ESTIMADAS DA REDE 150MM EM PVC-O

Abaixo estimativa das principais quantidades referente a rede de 150mm de PVC-O. Não incluí as peças de ferro. As quantidades deverão ser conferidas pelo projeto e prevalecem sobre as previsões deste quantitativo.

<b>SERVIÇOS TÉCNICOS</b>		
<b>Locação e Cadastro</b>		
Locação para obras de condutos forçados	m	8788
Cadastro e desenho para obras de condutos forçados	m	8788
<b>MOVIMENTO DE SOLO</b>		
<b>Escavação de Solo Valas</b>		
Escavação de valas mecânica, solo 0-2 m	m3	8315
Escavação de valas mecânica, solo 0-3 m	m3	729
<b>Aterro, Reaterro, Lastro, Espalhamento e Nivelamento</b>		
Reenchimento manual apiloado	m3	3079
Areia para aterro/reaterro (inclusive carga e descarga)	m3	3079
Reenchimento mecânico e compactação mecânica 0-2 m	m3	4972
Reenchimento mecânico e compactação mecânica 0-3 m	m3	111
Lastro de areia - material, compactação, carga e descarga	m3	698
<b>Carga, Transporte, Descarga</b>		
Carga e descarga de solo para bota-fora	m3	3956
<b>ESCORAMENTO</b>		
<b>Escoramento Metálico</b>		
Escoramento contínuo (metálico/madeira), blindagem leve, valas até 2 m	m2	11271
Escoramento contínuo (metálico/madeira), blindagem pesada, valas acima de 2 m	m2	1457
<b>ASSENTAMENTO, CARGA, DESCARGA E TRANSPORTE</b>		
<b>Assentamento, Carga, Descarga e Transporte de Tubulação</b>		
Assentamento, carga, descarga e transporte de tubos de PVC DN 150	m	8788
<b>FORNECIMENTO DE MATERIAIS</b>		
<b>Tubos e Peças de PVC-O para Esgoto</b>		
Tubo de PVC-O, DN 150, L=6m – CFE PROJETO	br	1529

## 4.2 DIMENSIONAMENTO DOS REGISTROS DE DESCARGA

Para o dimensionamento das válvulas ventosas e descargas das tubulações considerou-se as condições do relevo topográfico dos condutos forçados, as linhas piezométricas de regime permanente e transitórias durante a operação de drenagem.

### 4.2.1 LOCALIZAÇÃO DOS REGISTROS DE DESCARGA

Para realizar a drenagem da adutora de água tratada serão considerados 12 (dose) registros de descarga projetados, com diâmetro de 50mm. O dimensionamento, que levou a definição da localização e diâmetro destes registros é apresentado na sequência.

### 4.2.2 DEFINIÇÃO DO TAMANHO DOS REGISTROS

Para o dimensionamento do diâmetro dos registros de descargas serão apresentadas duas metodologias, o Equacionamento de Koelle<sup>1</sup> e a verificação por perda de carga nos registros de forma semelhante ao que ocorre nos bocais.

Para Koelle a relação entre o diâmetro da adutora (D) e o diâmetro da descarga (d<sub>D</sub>), com descarga intermediária, é dado por:

$$\frac{D}{d_D} = 65 \sqrt{\frac{T \cdot \sqrt{Z_m}}{L}}$$

E a velocidade máxima e mínima na descarga será dada pela seguinte equação:

$$V_{M\acute{a}x} = 2,5 \sqrt{Z_{M\acute{a}x}} \left(\frac{d_D}{D}\right)^2$$

$$V_{min} = 1,25 * \sqrt{Z_{min}} * \left(\frac{d_D}{D}\right)^2$$

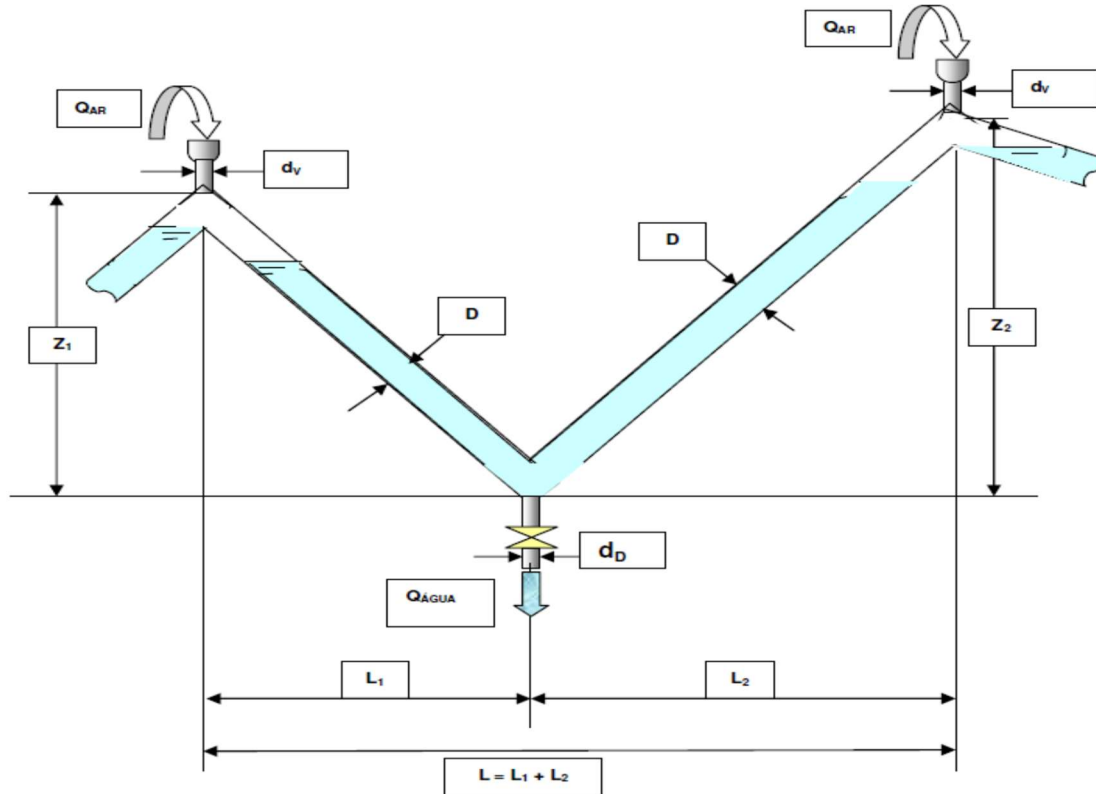
onde :

- D = Diâmetro da Linha a ser drenada
- d<sub>D</sub> = Diâmetro da Descarga
- Z<sub>m</sub> =  $\left(\frac{Z_1 + Z_2}{2}\right)$  = Desnível geométrico médio do trecho a ser drenado
- T = Tempo de drenagem do trecho (h)
- L = L<sub>1</sub> + L<sub>2</sub> = Extensão do trecho a ser drenado

Sendo cada elemento conforme consta na Figura 8.

<sup>1</sup> KOELLE (1998) *apud* TSUTIYA, M. **Abastecimento de água**. São Paulo: USP, 2013, p.189.

Figura 8 – Esquema Básico das condições de Drenagem



Para a seleção do diâmetro do registro de descarga, considerou-se que o tempo de esvaziamento do trecho seja aproximadamente de 2 (duas) horas, preferencialmente inferior a este tempo. Admitiu-se um ponto de drenagem tempo superior a este, porém inferior a 3 (três) horas (visando a economicidade do projeto).

Verificou-se, também, a vazão máxima de descarga do registro selecionado através da formulação da perda de carga em bocais, que segundo Netto<sup>2</sup> pode ser compreendido como:

$$Q_o = C_d A \sqrt{2gh}$$

onde :

- $Q_o$  = Vazão de saída do orifício, adotada como máxima ( $m^3/s$ );
- $C_d$  = Coeficiente de descarga, adotado 0,70;
- $A$  = Área do orifício ( $m^2$ );
- $h$  = Carga sobre o centro do orifício (m).

Resultados obtidos a partir dos equacionamentos acima são apresentados na Quadro 1.

<sup>2</sup> NETTO, A. Manual de hidráulica. São Paulo: Blucher, 1998 p.66.



Quadro 1 – Dados dos registros de descarga da adutora.

DIMENSIONAMENTO DOS REGISTROS DE DESCARGA													
Ventosa	Descarga	Distância	Cota (m)	Di AAT (mm)	Z (m)	L (m)	Θ calc. mm (T=1hora)	DN mm adotado	T (min)	T (h:min)	Vmáx (m/s)	Vmín (m/s)	Qmáx (m³/s)
1		-	191.45		Z <sub>mont.</sub> = 14.80								
	<b>1</b>	<b>431.32</b>	<b>176.65</b>	<b>156.4</b>	<b>Z<sub>méd.</sub> = 9.92</b>	<b>711.05</b>	<b>36</b>	<b>80.00</b>	<b>12.25</b>	<b>0:12</b>	<b>2.52</b>	<b>0.73</b>	<b>0.06</b>
2		711.05	181.69		Z <sub>jus.</sub> = 5.04								
2		711.05	181.69		Z <sub>mont.</sub> = 19.27								
	<b>2</b>	<b>1,312.62</b>	<b>162.42</b>	<b>156.4</b>	<b>Z<sub>méd.</sub> = 10.93</b>	<b>889.13</b>	<b>39</b>	<b>80.00</b>	<b>14.60</b>	<b>0:15</b>	<b>2.87</b>	<b>0.53</b>	<b>0.07</b>
3		1,600.18	165.01		Z <sub>jus.</sub> = 2.59								
3		1,600.18	165.01		Z <sub>mont.</sub> = 2.82								
	<b>3</b>	<b>1,850.92</b>	<b>162.19</b>	<b>156.4</b>	<b>Z<sub>méd.</sub> = 3.32</b>	<b>526.05</b>	<b>41</b>	<b>80.00</b>	<b>15.68</b>	<b>0:16</b>	<b>1.28</b>	<b>0.55</b>	<b>0.03</b>
4		2,126.23	166.00		Z <sub>jus.</sub> = 3.81								
4		2,126.23	166.00		Z <sub>mont.</sub> = 3.32								
	<b>4</b>	<b>2,395.84</b>	<b>162.68</b>	<b>156.4</b>	<b>Z<sub>méd.</sub> = 4.96</b>	<b>493.77</b>	<b>36</b>	<b>80.00</b>	<b>12.03</b>	<b>0:12</b>	<b>1.68</b>	<b>0.60</b>	<b>0.04</b>
5		2,620.00	169.29		Z <sub>jus.</sub> = 6.61								
5		2,620.00	169.29		Z <sub>mont.</sub> = 2.20								
	<b>5</b>	<b>2,859.99</b>	<b>167.09</b>	<b>156.4</b>	<b>Z<sub>méd.</sub> = 18.09</b>	<b>1317.03</b>	<b>42</b>	<b>80.00</b>	<b>16.81</b>	<b>0:17</b>	<b>3.81</b>	<b>0.49</b>	<b>0.09</b>
6		3,937.03	201.06		Z <sub>jus.</sub> = 33.97								
6		3,937.03	201.06		Z <sub>mont.</sub> = 38.02								
	<b>6</b>	<b>5,280.00</b>	<b>163.04</b>	<b>156.4</b>	<b>Z<sub>méd.</sub> = 20.66</b>	<b>1490.17</b>	<b>44</b>	<b>80.00</b>	<b>17.79</b>	<b>0:18</b>	<b>4.03</b>	<b>0.59</b>	<b>0.10</b>
7		5,427.19	166.34		Z <sub>jus.</sub> = 3.30								
7		5,427.19	166.34		Z <sub>mont.</sub> = 3.30								
	<b>7</b>	<b>5,280.00</b>	<b>163.04</b>	<b>156.4</b>	<b>Z<sub>méd.</sub> = 23.00</b>	<b>685.21</b>	<b>29</b>	<b>80.00</b>	<b>7.76</b>	<b>0:08</b>	<b>4.27</b>	<b>0.59</b>	<b>0.10</b>
8		6,112.41	205.73		Z <sub>jus.</sub> = 42.70								
8		6,112.41	205.73		Z <sub>mont.</sub> = 1.19								

DIMENSIONAMENTO DOS REGISTROS DE DESCARGA													
Ventosa	Descarga	Distância	Cota (m)	Di AAT (mm)	Z (m)	L (m)	Ø calc. mm (T=1hora)	DN mm adotado	T (min)	T (h:min)	Vmáx (m/s)	Vmín (m/s)	Qmáx (m³/s)
	<b>8</b>	<b>6,320.00</b>	<b>204.54</b>	<b>156.4</b>	<b>Zméd. = 4.32</b>	<b>527.29</b>	<b>38</b>	<b>80.00</b>	<b>13.77</b>	<b>0:14</b>	<b>1.79</b>	<b>0.36</b>	<b>0.04</b>
9		6,639.69	211.99		Zjus. = 7.45								
9		6,639.69	211.99		Zmont. = 3.99								
	<b>9</b>	<b>7,020.00</b>	<b>208.00</b>	<b>156.4</b>	<b>Zméd. = 5.64</b>	<b>656.09</b>	<b>40</b>	<b>80.00</b>	<b>14.99</b>	<b>0:15</b>	<b>1.77</b>	<b>0.65</b>	<b>0.04</b>
10		7,295.78	215.30		Zjus. = 7.29								
10		7,295.78	215.30		Zmont. = 1.09								
	<b>10</b>	<b>7,521.91</b>	<b>214.20</b>	<b>156.4</b>	<b>Zméd. = 3.24</b>	<b>474.89</b>	<b>39</b>	<b>80.00</b>	<b>14.33</b>	<b>0:14</b>	<b>1.52</b>	<b>0.34</b>	<b>0.04</b>
11		7,770.67	219.58		Zjus. = 5.38								
11		7,770.67	219.58		Zmont. = 10.30								
	<b>11</b>	<b>8,080.02</b>	<b>209.28</b>	<b>156.4</b>	<b>Zméd. = 9.32</b>	<b>683.75</b>	<b>36</b>	<b>80.00</b>	<b>12.16</b>	<b>0:12</b>	<b>2.10</b>	<b>0.94</b>	<b>0.05</b>
12		8,454.43	217.61		Zjus. = 8.33								
12		8,454.43	217.61		Zmont. = 2.45								
	<b>12</b>	<b>8,559.87</b>	<b>215.16</b>	<b>156.4</b>	<b>Zméd. = 2.18</b>	<b>333.33</b>	<b>36</b>	<b>80.00</b>	<b>12.25</b>	<b>0:12</b>	<b>1.02</b>	<b>0.45</b>	<b>0.02</b>
fim	fim	8,787.76	217.07		Zjus. = 1.91								

A água drenada da adutora deve ser retirada da caixa de drenagem com o auxílio de uma bomba submersas portáteis, uma vez que a via por onde passa a tubulação não existe rede de coleta de água pluvial.

Em suma os registros de descargas terão o tamanho e posição conforme Quadro 2, ver detalhamento nas plantas de projeto.

Quadro 2 – Localização dos registros de descarga por trecho e DN.

Descarga	Estaca	Distância Acumulada (m)	Cota Terreno (m)	Cota GI (m)	H vala (m)	Diâmetro descarga (mm)	Vazão de Drenagem (m <sup>3</sup> /s   m <sup>3</sup> /h)	
1	0+420	431.32	177.39	176.32	1.45	80	0.06	215.88
2	1+300	1312.62	163.68	162.09	1.96	80	0.07	246.27
3	1+840	1850.92	164.02	161.86	2.53	80	0.03	109.50
4	2+380	2395.84	163.74	162.35	1.77	80	0.04	144.25
5	2+840	2859.99	168.64	166.76	2.25	80	0.09	327.01
6	5+280	5280.00	165.08	162.71	2.75	80	0.10	345.97
7	5+280	5280.00	165.08	162.71	2.75	80	0.10	366.61
8	6+320	6320.00	205.90	204.21	2.07	80	0.04	153.13
9	7+020	7020.00	210.12	207.67	2.83	80	0.04	151.54
10	7+520	7521.91	215.88	213.87	2.38	80	0.04	130.12
11	8+080	8080.02	211.18	208.95	2.61	80	0.05	180.08
12	8+540	8559.87	216.55	214.83	2.09	80	0.02	87.77

#### 4.2.3 ESPECIFICAÇÃO DOS REGISTROS

Fluido:	Água, 25 °C
Tipo de válvula:	Gaveta com cunha emborrachada, de passagem reta, com flanges
Tipo de flanges:	Corpo curto
Acionamento:	sem haste
Haste:	Não aplicável
Comprimento total da haste:	Não aplicável
Norma:	ABNT NBR 14968
Pressão nominal (PN):	PN 10
Diâmetro nominal (DN):	Conforme Quadro 1
Montagem:	Entre flanges com furação conf. ABNT 7675 (ISO 2531)
Aplicação:	Expurgo/drenagem da tubulação adutora
Corpo:	Ferro dúctil com revestimento conforme item 5.3.4 da ABNT-NBR 14968
Cunha emborrachada:	EPDM ou NBR, com vedação por com- pressão

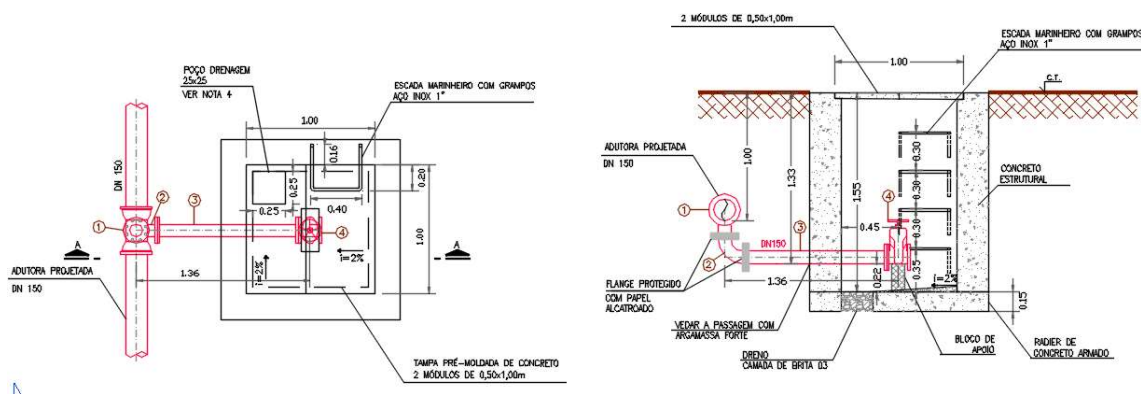
Porca de manobra:	Bronze ou latão de alta resistência
Ensaio hidrostáticos	Conforme norma NBR 14968, item 7.2
Ensaio de qualidade	Conforme norma ABNT-NBR 14968, item 7.3

Os registros serão do tipo gaveta em corpo curto de FD e devem respeitar as seguintes especificações.

#### 4.2.4 MONTAGEM DAS CAIXAS DE DRENAGEM

Os registros de drenagem devem ser implantados abrigados em caixas que permitam o seu acesso para manobra e manutenção. As caixas de registro de drenagem serão constituídas de uma câmara única que abrigará o registro na Figura 9 apresenta-se o modelo esquemático da caixa de descarga, maiores detalhes podem ser visualizados na planta do projeto da adutora.

Figura 9 – Modelo da caixa de descarga.



Fonte: *Technique Engenharia (2020)*.

As caixas para registros deverão ser executadas concreto, tendo as dimensões conforme consta nas plantas de detalhes do projeto hidráulico, não podendo ter paredes com espessura menor que 22 cm. As tampas serão de ferro.

#### 4.3 DIMENSIONAMENTO DAS VÁLVULAS VENTOSAS

As válvulas ventosas são aparelhos instalados nos pontos altos da tubulação que permitem que o ar entre quando ocorre redução de pressão local em casos de drenagem e ruptura da adutora em pontos baixos e também permitem a saída do ar que se acumula no local durante o enchimento e operação da adutora. O ar que se acumula nos pontos altos da tubulação compromete o escoamento devido à redução da seção útil do conduto e conseqüente aumento de perda de carga.

#### 4.3.1 LOCALIZAÇÃO DAS VENTOSAS

As válvulas ventosas devem operar em duas situações distintas, quais sejam, admissão ou expulsão de ar da tubulação. Como regra geral as ventosas são localizadas utilizando-se os seguintes critérios:

- Pontos altos
- Trechos Horizontais com extensão superior a 800 m
- Mudanças de Declividade
  - Descida acentuada
  - Subida acentuada

Em relação à localização das válvulas ventosas, também foram verificados outros critérios como:

- Espaçamento entre ventosas não deve ser superior a 800m;
- Verificação pela fórmula de Kent, adotando velocidade de enchimento  $V = 0,30\text{m/s}$ :

$$V \geq 1,36.(g.D.\text{sen } \theta)^{1/2}$$

Onde,  $V$  = velocidade para arraste de ar, m/s

$g$  = aceleração da gravidade,  $\text{m}^2/\text{s}$

$D$  = diâmetro da tubulação, m

$\theta$  = ângulo entre o conduto e a horizontal a jusante do ponto alto, graus.

A velocidade da adutora deverá ser suficiente para o arraste hidráulico do ar nos pontos altos cuja declividade a jusante satisfaça a condição recomendada pela equação de Kent.

Calculou-se, portanto, a velocidade crítica em todos os trechos conforme sua declividade e diâmetro. Quando a velocidade crítica do trecho apresentou valor maior que a velocidade de enchimento, foi prevista válvula ventosa no trecho de jusante onde ocorrerá o acúmulo de ar.

No dimensionamento das ventosas foram verificados os critérios de dimensionamento recomendados por Azevedo Netto (1998) e Tsutiya (2006) como:

1.  $dV = D/8$

Onde,  $dV$  = diâmetro da válvula ventosa, mm.

$D$  = diâmetro da adutora, mm.

2.  $Q_{ar} \geq Q_e$  (item 2) e  $Var \leq 40\text{m/s}$  (item 2.1)

Em situação de enchimento da adutora em que há necessidade de expulsão de ar, a capacidade de expulsão de ar ( $Q_{ar}$ ) pelo orifício da ventosa deve ser maior ou igual a vazão de enchimento ( $Q_e$ ). Segundo Azevedo Netto, a vazão de enchimento normalmente situa-se em 15% da vazão da adutora. É preciso considerar que nesta

situação de expulsão, a velocidade do ar ( $V_{ar}$ ) não deve ser superior a 40 m/s de forma a evitar ruídos;

### 3. $Q_{ar} \geq Q_d$

Na admissão de ar, situação de drenagem ou ruptura da adutora, a capacidade de admissão de ar pelo orifício da válvula deve ser maior ou igual a vazão de descarga no expurgo da adutora.

Para determinação da vazão de ar, tanto no item 2 quanto no item 3, adotou-se a mesma formulação fixada para a vazão máxima de descarga do registro:

$$Q_{ar} = C_d \cdot A_o \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot \frac{P \cdot \rho_{\text{água}}}{\rho_{ar}}}$$

Onde,  $C_d$  = coeficiente de descarga de orifício, adotado 0,6

$A_o$  = Área do orifício,  $m^2$ , conforme catálogo (adotado D-46 ou D-050, ARI, de acordo com a seleção do ARIavCAD)

$\rho_{\text{água}}$  = massa específica da água, 1.000  $kgf/m^3$

$\rho_{ar}$  = massa específica do ar, 1,4  $kgf/m^3$

$P$  = diferencial de pressão admissível, adotado 2,5 mca, conforme recomendação do fabricante.

Sabendo o que a vazão de ar deve ser maior ou igual a vazão na descarga, definiu-se a área mínima do orifício da válvula ventosa.

### 4. $d_v = 0,21 \cdot Z_{\text{máx}}^{1/4} \cdot d_D$

Também para admissão de ar na ventosa, foi definido o diâmetro da adutora conforme Koelle, onde  $d_v$  = diâmetro da ventosa, m

$Z_{\text{máx}}$  = máximo desnível entre o ponto alto e a descarga, m

$d_D$  = diâmetro do registro de descarga, m

As ventosas selecionadas constam na Quadro 3 e a curva típica na Figura 10.



Quadro 3 – Dados das ventosas da Adutora de água tratada.

DIMENSIONAMENTO DAS VENTOSAS														
Ventosa	Descarga	Distância (m)	Estaca	Cota (m)	Di AAT (mm)	Z (m)	Qdesc. (m³/s)	(2) Ao (mm²)	(3) Ao (mm²)	dV (mm)				ADOTADO
										(1)	(2)	(2.1)	(3)	
	Início					Z <sub>mont.</sub> = 0.00	Q <sub>mont.</sub> = 0.00							
1		-	0+000	191.45	156.4	Z <sub>máx.</sub> = 14.80	Q <sub>máx.</sub> = 0.05997	42.00	451.27	19.55	50	50	32.95	50
	1	431.32	0+420	176.65		Z <sub>jus.</sub> = 14.80	Q <sub>jus.</sub> = 0.06							
	1	431.32	0+420	176.65		Z <sub>mont.</sub> = 5.04	Q <sub>mont.</sub> = 0.06							
2		711.05	0+700	181.69	156.4	Z <sub>máx.</sub> = 19.27	Q <sub>máx.</sub> = 0.07	42.00	514.80	19.55	50	50	35.20	50
	2	1,312.62	1+300	162.42		Z <sub>jus.</sub> = 19.27	Q <sub>jus.</sub> = 0.07							
	2	1,312.62	1+300	162.42		Z <sub>mont.</sub> = 2.59	Q <sub>mont.</sub> = 0.07							
3		1,600.18	1+600	165.01	156.4	Z <sub>máx.</sub> = 2.82	Q <sub>máx.</sub> = 0.07	42.00	514.80	19.55	50	50	21.77	50
	3	1,850.92	1+840	162.19		Z <sub>jus.</sub> = 2.82	Q <sub>jus.</sub> = 0.03							
	3	1,850.92	1+840	162.19		Z <sub>mont.</sub> = 3.81	Q <sub>mont.</sub> = 0.03							
4		2,126.23	2+120	166.00	156.4	Z <sub>máx.</sub> = 3.81	Q <sub>máx.</sub> = 0.04	42.00	301.54	19.55	50	50	23.47	50
	4	2,395.84	2+380	162.68		Z <sub>jus.</sub> = 3.32	Q <sub>jus.</sub> = 0.04							
	4	2,395.84	2+380	162.68		Z <sub>mont.</sub> = 6.61	Q <sub>mont.</sub> = 0.04							
5		2,620.00	2+620	169.29	156.4	Z <sub>máx.</sub> = 6.61	Q <sub>máx.</sub> = 0.09	42.00	683.59	19.55	50	50	26.94	50
	5	2,859.99	2+840	167.09		Z <sub>jus.</sub> = 2.20	Q <sub>jus.</sub> = 0.09							
	5	2,859.99	2+840	167.09		Z <sub>mont.</sub> = 33.97	Q <sub>mont.</sub> = 0.09							
6		3,937.03	3+920	201.06	156.4	Z <sub>máx.</sub> = 38.02	Q <sub>máx.</sub> = 0.10	42.00	723.21	19.55	50	50	41.72	50
	6	5,280.00	5+280	163.04		Z <sub>jus.</sub> = 38.02	Q <sub>jus.</sub> = 0.10							
	6	5,280.00	5+280	163.04		Z <sub>mont.</sub> = 3.30	Q <sub>mont.</sub> = 0.10							

DIMENSIONAMENTO DAS VENTOSAS														
Ventosa	Descarga	Distância (m)	Estaca	Cota (m)	Di AAT (mm)	Z (m)	Qdesc. (m <sup>3</sup> /s)	(2) Ao (mm <sup>2</sup> )	(3) Ao (mm <sup>2</sup> )	dV (mm)				ADOTADO
										(1)	(2)	(2.1)	(3)	
7		5,427.19	5+420	166.34	156.4	Z <sub>máx.</sub> = 3.30	Q <sub>máx.</sub> = 0.10	42.00	723.21	19.55	50	50	22.65	50
	8	6,320.00	6+320	204.54		Z <sub>jus.</sub> = -38.20	Q <sub>jus.</sub> = 0.04							
	8	6,320.00	6+320	204.54		Z <sub>mont.</sub> = 1.19	Q <sub>mont.</sub> = 0.04							
8		6,112.41	6+100	205.73	156.4	Z <sub>máx.</sub> = 1.19	Q <sub>máx.</sub> = 0.04	42.00	320.11	19.55	50	50	17.57	50
	8	6,320.00	6+320	204.54		Z <sub>jus.</sub> = 1.19	Q <sub>jus.</sub> = 0.04							
	8	6,320.00	6+320	204.54		Z <sub>mont.</sub> = 7.45	Q <sub>mont.</sub> = 0.04							
9		6,639.69	6+620	211.99	156.4	Z <sub>máx.</sub> = 7.45	Q <sub>máx.</sub> = 0.04	42.00	320.11	19.55	50	50	27.75	50
	9	7,020.00	7+020	208.00		Z <sub>jus.</sub> = 3.99	Q <sub>jus.</sub> = 0.04							
	9	7,020.00	7+020	208.00		Z <sub>mont.</sub> = 7.29	Q <sub>mont.</sub> = 0.04							
10		7,295.78	7+280	215.30	156.4	Z <sub>máx.</sub> = 7.29	Q <sub>máx.</sub> = 0.04	42.00	316.78	19.55	50	50	27.61	50
	10	7,521.91	7+520	214.20		Z <sub>jus.</sub> = 1.09	Q <sub>jus.</sub> = 0.04							
	10	7,521.91	7+520	214.20		Z <sub>mont.</sub> = 5.38	Q <sub>mont.</sub> = 0.04							
11		7,770.67	7+760	219.58	156.4	Z <sub>máx.</sub> = 10.30	Q <sub>máx.</sub> = 0.05	42.00	376.43	19.55	50	50	30.10	50
	11	8,080.02	8+080	209.28		Z <sub>jus.</sub> = 10.30	Q <sub>jus.</sub> = 0.05							
	11	8,080.02	8+080	209.28		Z <sub>mont.</sub> = 8.33	Q <sub>mont.</sub> = 0.05							
12		8,454.43	8+440	217.61	156.4	Z <sub>máx.</sub> = 8.33	Q <sub>máx.</sub> = 0.05	42.00	376.43	19.55	50	50	28.54	50
	Fim	8,787.76	8+780	217.07		Z <sub>jus.</sub> = 0.53	Q <sub>jus.</sub> = 0.00							

Em suma as ventosas terão o tamanho e posição conforme Quadro 4. Para detalhamentos, ver as plantas de projeto.

Quadro 4 – Localização ventosas por trecho e DN.

Ventosa	Estaca	Dist Ac (m)	Cota Terreno (m)	Cota GI (m)	H vala (m)	DN Ventosa (mm)	Vazão de ar (m <sup>3</sup> /h)
2	0+700	711.05	182.16	181.69	1.12	50	246.27
4	2+120	2126.23	166.71	166.00	1.36	50	144.25
5	2+620	2620.00	169.98	169.29	1.34	50	327.01
6	3+920	3937.03	201.98	201.06	1.57	50	345.97
8	6+100	6112.41	206.60	205.73	1.52	50	153.13
9	6+620	6639.69	212.99	211.99	1.65	50	153.13
10	7+280	7295.78	216.01	215.30	1.37	50	151.54
11	7+760	7770.67	220.30	219.58	1.37	50	180.08
12	8+440	8454.43	218.60	217.61	1.64	50	180.08

#### 4.3.2 ESPECIFICAÇÃO DAS VÁLVULAS

Os ventosas devem respeitar as seguintes especificações.

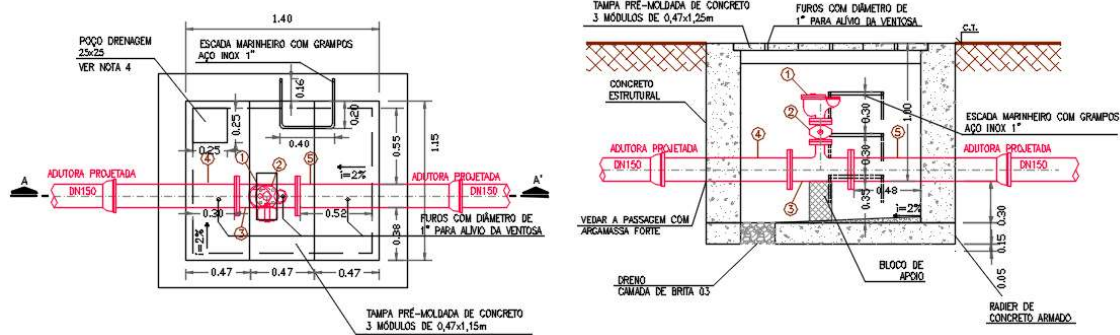
Características técnicas: <i>ventosa automática [combinada ou tríplice função] para águas limpas</i>	
Tipo construtivo:	Combinada ou tríplice função
Sistema “non slam”:	( X ) Sim ( ) não
Função:	Admissão e expulsão de ar de tubulações pressurizadas
Diâmetro nominal (DN):	Conforme Quadro 4
Pressão mínima de operação:	0,2 bar
Classe de pressão:	PN 10
Pressão de fechamento com ar:	A partir de 0,8 bar
Pressão de fechamento com água:	A partir de 0,2 bar
Tipo de bóia/flutuador :	Com movimento de pêndulo, evitando travamentos e isolando vibrações
Formato do corpo:	Tipo cônico para se evitar acúmulos de resíduos
Tipo de conexão:	Flange ABNT 7675 PN 10
<b>Materiais empregados:</b>	
Corpo superior:	Nylon reforçado
Tira de elastômero:	Epdm
Guia:	Nylon reforçado
Flutuador superior:	Polipropileno expandido
Guia:	Nylon reforçado
Base:	Latão

Junta tórica:	Buna-n
Parafuso e porca:	Aço cromado
Flutuador inferior:	Polipropileno ou aço inox 304
Corpo inferior:	Ferro fundido
Revestimento:	Epóxi

#### 4.3.3 MONTAGEM DAS CAIXAS DE VENTOSAS

As ventosas devem ser implantadas abrigadas em caixas que as resguarde de vandalismo e intempéries climáticas. As caixas devem ter acesso para permitir a sua adequada manutenção via escada marinheiro, a Figura 10 é possível verificar o modelo esquemática do projeto da caixa de ventosa.

Figura 10 – Modelo da caixa de ventosas.



Technique Engenharia (2020).

Fonte:

## 5. SISTEMA DE LIMPEZA DE TUBULAÇÃO

Para executar a limpeza da tubulação é sugerida a utilização de PIGs. Os PIGs, são ferramentas utilizadas para a limpeza de particulados sólidos, resíduos e parafina que podem se originar a partir do processo de montagem dos dutos ou como resultado da deposição de substratos do produto que percorre a tubulação. Entre os diversos tipos de PIGs um dos mais comuns e utilizados no mercado são os de espuma.

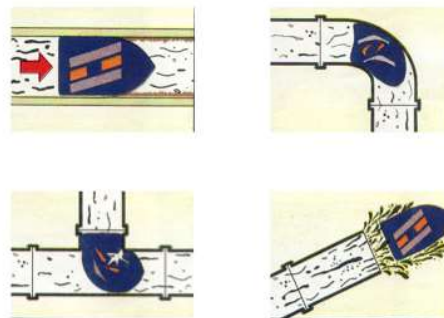
Os PIGs do tipo espuma são mais utilizados por serem os mais versáteis e possuírem custo baixo de aquisição, em comparação a outros PIGs de outros materiais. Além disso, os PIG de espuma são bastante flexíveis e comumente utilizados em tubulações onde a geometria é desconhecida ou de difícil acesso, também possuem baixa possibilidade de ficar preso em alguma parte do trajeto, na Figura 1 é possível verificar a aparência do Pig tipo espuma e na Figura 2 como é o seu movimento ao longo da tubulação.

Figura 11 – PIG do tipo espuma



Fonte: 4PIPE-HIDROPIG, (2020).

Figura 12 – Representação da trajetória do PIG dentro da tubulação



Fonte: Operatec Engenharia, (2020).

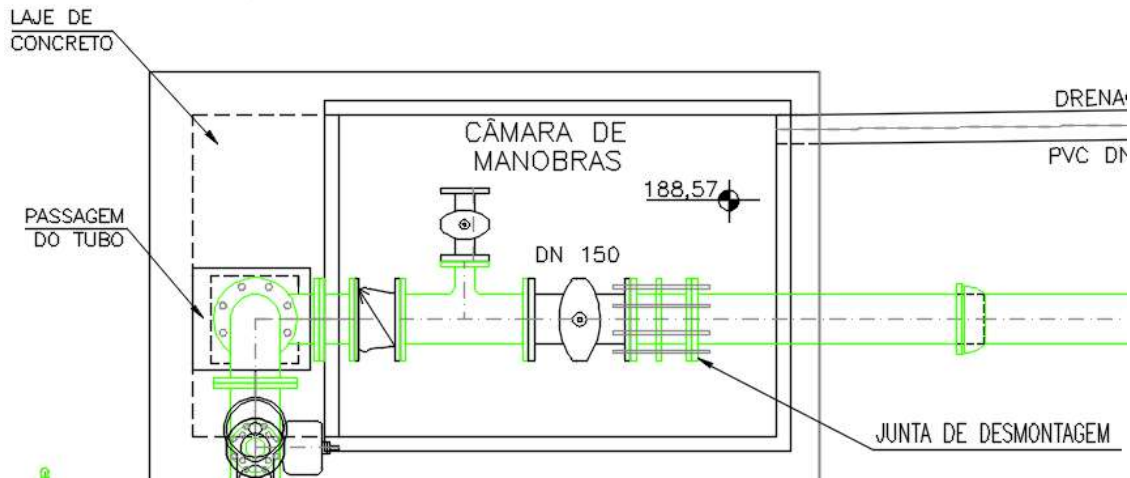
### 5.1 DESCRIÇÃO DO PROCESSO DE LIMPEZA DA ADUTORA

Visando facilitar o processo de limpeza da tubulação da adutora e também pensando em evitar o envio do acúmulo de partículas sólidas para a ETA, foi projetada uma caixa de limpeza localizada na estaca 8+772,72. Nesta caixa de limpeza está localizada a junta de desmontagem que servirá para a abertura da adutora para passagem direta do Pig, o qual será responsável por essa manutenção.

O processo de limpeza da adutora seguirá o procedimento descrito a baixo:

1. Agendamento da manutenção preventiva de limpeza, com todos os operadores da Adutora e ETA.
2. Abertura da adutora com a retirada da junta de desmontagem localizada na caixa de manobra do Booster ECAB, Figura 3, para inserção do Pig do tipo espuma. Após a colocação do Pig deve se fechar adutora com relocação da junta de desmontagem;

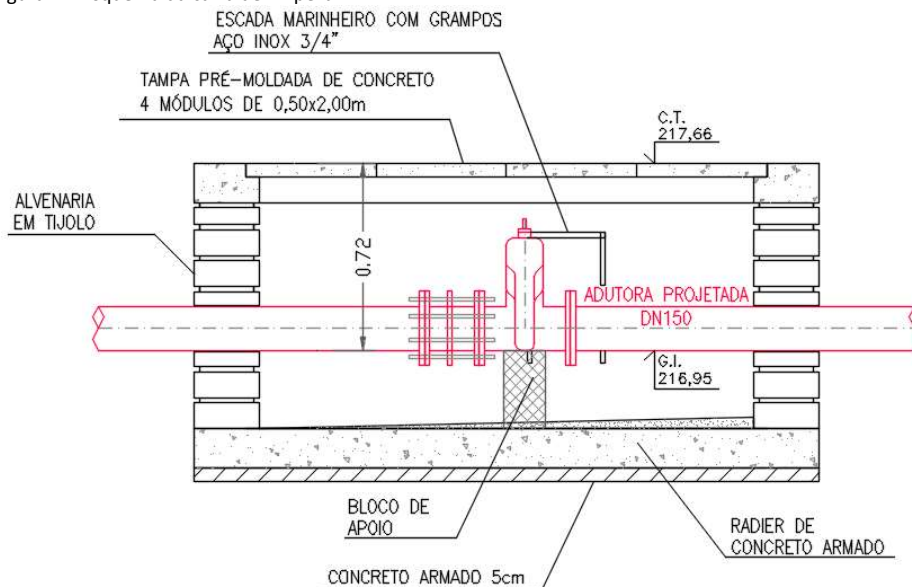
Figura 3 – Localização da Junta de desmontagem na caixa de manobra do Booster



Fonte: Technique Engenharia (2020).

3. Abertura da adutora com a retirada da junta desmontagem localizada na caixa de limpeza que fica na entrada da ETA, figura 04.

Figura 4 – Esquema da caixa de limpeza



Fonte: Technique Engenharia (2020).

4. Acionamento da bomba do Booster em sua capacidade nominal;
5. Conforme for enchendo a caixa de limpeza deve-se utilizar uma bomba submersível portátil para esvaziar a caixa;
6. Após a chegada do Pig na caixa de limpeza deve-se fechar a adutora com a relocação da junta de desmontagem

Recomenda-se que este processo seja executado com uma periodicidade anual ou quando se verifique a necessidade de limpeza da rede.

Recomenda-se a contratação de empresa especializada para fornecer o PIG e executar o serviço ou que a equipe que for realizar a manutenção esteja devidamente treinada para a realização do serviço e tenha acompanhamento de um engenheiro responsável pela atividade.



## 6. BOOSTER

### 6.1 CIVIL

Será necessário a construção de uma edificação térrea para o Booster, visando a alocação dos equipamentos elétricos e mecânicos responsáveis pelo recalque de água bruta até a ETA de Hulha Negra.

Este terreno terá dimensão de 20,00 x 10,00 metros. Deverá ser cercada (com mourões de concreto e arame) por questões de segurança do local. Nesse terreno ainda terá um portão de acesso com 5,00m de comprimento, e uma pavimentação em rachão, para que se possa realizar a manobra de veículos para operação e/ou manutenção do sistema (área aproximada de 25,00m<sup>2</sup>). O restante do terreno, deverá ter como pavimentação grama.

A edificação terá a sala de bombas e a câmara de manobras. A sala de bombas terá aproximadamente 9,00 m<sup>2</sup>, e abrigará as bombas, motores, quadros e outros equipamentos.

A sala de bombas utilizará como fundações sapatas isoladas. O sistema construtivo adotado será de concreto armado, com laje superior impermeabilizada com manta asfáltica. O fechamento será através de alvenaria de tijolos, com parede de 15cm. Deverá ser rebocado e receber pintura PVA Acrílica. O piso será em cimento alisado.

A edificação ainda contará com uma porta do tipo venezianada, com duas folhas em alumínio para acesso. E também contará com uma monovia para içamento dos equipamentos quando necessário.

Demais detalhes estão disponíveis nos projetos arquitetônicos e estrutural da edificação.

## 7. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6484: Solo - Sondagens de simples reconhecimentos com SPT: Método de ensaio. Rio de Janeiro, 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7250: Identificação e descrição de amostras de solos obtidas em sondagens de simples reconhecimento dos solos. Rio de Janeiro, 1982.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8036: Programação de sondagens de simples reconhecimento dos solos para fundações de edifícios. Rio de Janeiro, 1983.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9603: Sondagem a trado: procedimento. Rio de Janeiro, 2015.

BACELAR, Lucas de Souza. **Desenvolvimento de um sistema de aquisição de dados sem fio para PIG de limpeza instrumentado**. 2018. 47 p. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) para Bacharel em Ciências Exatas e Tecnológicas - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFB), Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas. Orientador: Prof. Dr. Geydison Gonzaga Demetino. Cruz das Almas - BA, 2018. Disponível em:

<[http://www2.ufrb.edu.br/bcet/components/com\\_chronoforms5/chronoforms/uploads/tcc/20190608101436\\_2018.1\\_TCC\\_Lucas\\_de\\_Souza\\_Bacelar\\_-\\_Desenvolvimento\\_De\\_Um\\_Sistema\\_De\\_Aquisio\\_De\\_Dados\\_Sem\\_Fio\\_Para\\_Pig\\_De\\_Limpeza\\_Instrumntado.pdf](http://www2.ufrb.edu.br/bcet/components/com_chronoforms5/chronoforms/uploads/tcc/20190608101436_2018.1_TCC_Lucas_de_Souza_Bacelar_-_Desenvolvimento_De_Um_Sistema_De_Aquisio_De_Dados_Sem_Fio_Para_Pig_De_Limpeza_Instrumntado.pdf)>. Acesso em: 15 abr. 2020.

CASTRO, Bruno Carilho; GARCIA, Andressa Faquineli. Cartografia geotécnica para a cidade de Palmas/TO: determinação das cotas de impenetrável e nível freático por meio de sondagem spt. Dez, 2017.

Disponível em: <[https://www.researchgate.net/figure/Figura-6-Perspectiva-do-ensaio-a-percussao-SPT\\_fig4\\_322138819](https://www.researchgate.net/figure/Figura-6-Perspectiva-do-ensaio-a-percussao-SPT_fig4_322138819)> Acesso em 02 Fev 2020

CURVELO, Evelyn Vieira. **Estudo Para Projeto De Módulo Discriminador De Um Pig Mfl**. 2016, 44 p. Projeto de Graduação apresentado ao Curso de Engenharia Mecânica da Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Engenheiro. Orientador: José Stockler Canabrava Filho, Rio de Janeiro, RJ, 2016. Disponível em: <<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10016881.pdf>>. Acesso em 15 de abr de 2020.

ENGIE. 2020. Usina Termelétrica (UTE) Pampa Sul. Disponível em: <<https://www.engie.com.br/complexo-gerador/usinas/usina-termeletrica-pampa-sul/>> Acesso em: 02 Fev. 2020.

FORTUNATO, José Carlos. Topografia com Drones x Tradicional em Levantamentos Planialtimétricos. 2018. Disponível em: <<https://droneshowla.com/artigo-topografia-com-drones-x-tradicional-em-levantamentos-planialtimetricos/>> Acesso em: 02 Fev. 2020.

IBGE. 2000. Censo Demográfico 2000. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/>> Acesso em: 01 Fev. 2020.

IBGE. 2010. Censo Demográfico 2010. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/>> Acesso em: 01 Fev. 2020.

IBGE. 2019. Estimativa da população de Hulha Negra. Disponível em:  
<<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/hulha-negra/historico>> Acesso em: 02 Fev. 2020.

IBGE. 2020. Panorama, Histórico do município de Hulha Negra/ RS. Disponível em:  
<<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/hulha-negra/historico>> Acesso em: 01 Fev. 2020.

JORNAL DO COMÉRCIO. 2019. Termelétrica Pampa Sul inicia operação comercial - Notícia veiculada em 01 de julho de 2019. Disponível em:  
<[https://www.jornaldocomercio.com/\\_conteudo/economia/2019/06/691114-termeletrica-pampa-sul-inicia-operacao-comercial.html](https://www.jornaldocomercio.com/_conteudo/economia/2019/06/691114-termeletrica-pampa-sul-inicia-operacao-comercial.html)> Acesso em: 02 Fev. 2020.

SEPLAG. 2019. Atlas Socioeconômico do Rio Grande do Sul - COREDES. 4ª Edição - última atualização em 15 de fevereiro de 2019. Disponível em: <<https://atlassocioeconomico.rs.gov.br/conselhos-regionais-de-desenvolvimento-coredes>> Acesso em: 02 Fev. 2020.