
	ESTUDO	Nº	REV.
	MD.SAMAE.1.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO CANYON	FOLHA	2 DE 44
TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - CANYON			

**É proibida a reprodução total ou parcial, por
quaisquer meios, sem a autorização dos autores.**


Dados do projeto:

Código do documento:	MD.SAMAE.1.2.01.R0
Descrição do projeto:	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO Canyon
Local da obra:	Municipal Adolfo Randazzo, nº 1580, Loteamento Canyon, Bairro Santa Fé. Caxias do Sul – RS.
Cliente:	Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto – SAMAE, do município de Caxias do Sul.
Título do documento:	MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - CANYON
Responsável Técnico:	Engº Elias Takeshi Matsuo
CREA:	5061891463-SP
Data da elaboração:	7/12/2023
Contato:	(35) 99168-5353 elias@monerasolucoes.com.br

	ESTUDO		Nº
	MD.SAMAE.1.2.01.R0		REV.
	R0		
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO CANYON		FOLHA	
		3 DE 44	
TÍTULO:			
MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - CANYON			

SUMÁRIO


1	APRESENTAÇÃO	4
2	RESUMO DAS PROPOSTAS PARA A ETE CANYON	5
3	DESCRIÇÃO DAS PROPOSTAS PARA A ETE CANYON	6
3.1	TRATAMENTO PRELIMINAR.....	6
3.1.1	Instalação de Peneiramento fino com abertura de 1 mm	6
3.2	REATOR UASB.....	13
3.2.1	Substituição das campânulas dos reatores UASB	13
3.2.2	Substituição das tubulações internas de coleta do biogás	17
3.2.3	Correção dos vazamentos de biogás nas campânulas	20
3.2.4	Instalação de inserte metálico	22
3.3	SISTEMA DE QUEIMA DO BIOGÁS.....	24
3.3.1	Instalação de selo hídrico.....	25
3.3.2	Instalação da tubulação externa do biogás.....	26
3.3.3	Instalação do queimador do biogás	28
4	PROJETO BÁSICO.....	33
4.1	CAMPÂNULAS DO REATOR UASB	34
4.2	TUBULAÇÃO INTERNA DE COLETA DO BIOGÁS	39
4.3	SELO HÍDRICO.....	41
4.4	TUBULAÇÕES EXTERNAS DE COLETA DO BIOGÁS.....	42

	ESTUDO		Nº	REV.
	MD.SAMAE.1.2.01.R0			R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO CANYON		FOLHA	
			4 DE 44	
	TÍTULO:			
MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - CANYON				

1 APRESENTAÇÃO

O presente documento é parte integrante do Produto 2 – Projeto Básico – ETE Canyon, dos serviços para a **realização de diagnóstico dos equipamentos e estruturas dedicados à coleta e queima de biogás, e elaboração de projetos básico e executivo para implantação e/ou reforma dos sistemas de coleta e queima de gases gerados no processo de tratamento das Estações de Tratamento de Esgoto – ETE's Canyon, Belo, Pena Branca, Pinhal, Samuara e Tega, no município de Caxias do Sul/RS**, que é objeto do Contrato 3230370000, assinado em 26 de Julho de 2023, entre o Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto – SAMAE, do município de Caxias do Sul e a empresa E.MATSUO Tratamento de Efluentes.

Os serviços foram executados conforme especificado no Termo de Referência para a elaboração do escopo do contrato 3230370000, tendo como responsável técnico o Engº Civil Elias Takeshi Matsuo, portador do CREA Nº 5061891463-SP, por meio da anotação de Responsabilidade Técnica Nº 28027230231191451.

	ESTUDO Nº		REV.
	MD.SAMAE.1.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO CANYON	FOLHA	5 DE 44
TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - CANYON			


2 RESUMO DAS PROPOSTAS PARA A ETE CANYON

Com base na etapa de diagnóstico, elencamos as seguintes alternativas para as melhorias e adequações necessárias relacionadas à coleta e queima do biogás gerado nos reatores UASB da ETE Canyon.

Tabela 1. Relação das propostas e alternativas para as melhorias e adequações relacionadas à coleta e queima do biogás na ETE Canyon.

	<i>Propostas</i>	<i>Alternativas</i>
1.0	Tratamento preliminar	
	Instalação de Peneiramento fino com abertura de 1 mm	Tambor rotativo de fluxo interno Cestos removíveis Tambor rotativo de fluxo interno instalado em canal
2.0	Reator UASB	
	Substituição das campânulas do reator	Placas rígidas de Polipropileno ou PEAD Placas de Concreto armado Chapas de aço inoxidável Placas rígidas de PRFV
	Substituição das tubulações internas de coleta do biogás	Tubos em polipropileno ou PEAD Tubos em aço inoxidável Tubos em PRFV
	Correção dos vazamentos de biogás nas campânulas	Revestimento monolítico com Resina isoftálica com NPG Revestimento monolítico com Poliuretano vegetal
	Substituição dos insertes metálicos	Aço inoxidável Ferro fundido
3.0	Sistema de queima do biogás	
	Instalação de selo hídrico	Selo hídrico fabricado em chapas de aço inoxidável Selo hídrico fabricado em placas rígidas de Polipropileno ou PEAD
	Instalação da tubulação externa de biogás	Tubos em polipropileno ou PEAD Tubos em aço inoxidável Tubos em PRFV
	Instalação do queimador	Queimador de chama aparente Queimador de chama semi-enclausurada Queimador de chama enclausurada

*Em verde as alternativas eleitas.

	ESTUDO Nº MD.SAMAE.1.2.01.R0		REV. R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO CANYON		FOLHA 6 DE 44
	TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - CANYON		

3 DESCRIÇÃO DAS PROPOSTAS PARA A ETE CANYON

Apresentamos a seguir as descrições das propostas para correções e melhorias do sistema de coleta do biogás da ETE Canyon.

3.1 TRATAMENTO PRELIMINAR

3.1.1 Instalação de Peneiramento fino com abertura de 1 mm

Justificativa:

Conforme apresentado na etapa de diagnóstico, o acúmulo de espuma no interior da campânula pode prejudicar e até mesmo impedir a coleta do biogás gerado no reator UASB.


Com base na experiência do responsável técnico deste projeto, que acompanhou a operação de 14 ETE's com reatores UASB, desde o ano de 2002, foi verificado que a utilização de peneiramento fino com abertura de 1 mm contribuiu para evitar o acúmulo de espuma no interior do reator trifásico.

A lista de referência das ETE's acompanhadas por este responsável técnico é apresentada a seguir.

Nestas ETE's, nunca houve necessidade de interrupção da operação dos reatores por problemas relacionados ao acúmulo de espuma no interior das campânulas ou por entupimento no sistema de coleta de biogás.

Tabela 2. Lista de referências das ETE's com reatores UASB acompanhadas pelo autor deste projeto.

	OPERADOR	LOCALIZAÇÃO	VAZÃO (l/s)	INÍCIO DA OPERAÇÃO
1	Águas do Mirante	Piracicaba/SP	3 x 22	2014
2	SAAE	Águas de Lindóia/SP	22	2014
3	Prefeitura Municipal	Reginópolis/SP	22	2014
4	CODEN	Nova Odessa/SP	4 x 45	2013

	ESTUDO Nº		REV.
	MD.SAMAE.1.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO CANYON	FOLHA	7 DE 44
TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - CANYON			

	OPERADOR	LOCALIZAÇÃO	VAZÃO (l/s)	INÍCIO DA OPERAÇÃO
5	SAEIT	Igaraçu do Tietê/SP	45	2006
6	SEMAE	Piracicaba/SP	11	2006
7	DMAE	Poços de Caldas/MG	22	2002
8	DAE	Americana - SP	2 X 45	2018
9	BRK/SANEAQUA	Mairinque-SP	45	2018
10	Estaleiro Jurong/SAAE	Aracruz-ES	33	2020
11	SAAESP	São Pedro - SP	2 x 45 s	2018
12	SAEAN – ETE Três Barras	Artur Nogueira - SP	1 x 45	2017
13	SAEAN – ETE Stocco	Artur Nogueira - SP	2 x 45	2018


Com base também nas inspeções realizadas nas ETE's do SAMAE, onde verificamos o acúmulo de espessas crostas de espuma no interior das campânulas dos reatores UASB, bem como a necessidade de sua remoção, incluímos então a instalação de peneiramento fino com abertura de 1 mm como uma das medidas para evitar o acúmulo de espuma.

Apresentamos à seguir as alternativas para peneiramento fino.

Tabela 3. Alternativas para peneiramento fino na ETE Canyon.

	Descrição	Fabricantes
1	Tambor rotativo de fluxo interno	JS Filtração
2	Tambor rotativo de fluxo interno instalado em canal	Vibropac Johnson Screens Werjen
3	Cestos removíveis	JS Filtração Empresas locais em Caxias do Sul

Pelo fato de estar prevista a instalação de gradeamento mecanizado com abertura de

	ESTUDO Nº		REV.
	MD.SAMAE.1.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO CANYON	FOLHA	8 DE 44
TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - CANYON			

10 mm na ETE Canyon, entendemos que o peneiramento fino poderá operar como etapa de “polimento” do pré-tratamento, estando sujeita a uma menor acumulação de resíduos sólidos.

Para qualquer uma destas alternativas, o local de instalação seria no início da unidade de tratamento preliminar, antes da desarenação.




Figura 1: Canal de concreto no início da unidade de tratamento preliminar (desarenação), da ETE Canyon.

Tambor rotativo de fluxo interno

O tambor rotativo de fluxo axial ou interno corresponde ao equipamento para peneiramento de esgoto recomendado pelo autor deste projeto, pelas seguintes razões:

- Elevado desempenho;
- Facilidade operacional;
- Perfil de tela autolimpante;
- Facilidade de manutenção.

A distribuição do esgoto no interior da peneira é realizada através de uma canaleta vertedora ao longo do comprimento do tambor em movimento. É importante destacar que o tambor deve estar em movimento durante a alimentação do esgoto, não devendo confundir o seu funcionamento com o de uma peneira estática.

	ESTUDO Nº		REV.
	MD.SAMAE.1.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO CANYON	FOLHA	9 DE 44
TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - CANYON			

A calha vertedora distribui o esgoto bruto em ambos os lados de seu comprimento, sendo que o lado contrário à rotação do tambor recebe a maior parcela da vazão. Esta forma de distribuição do esgoto no interior do tambor resulta na aplicação de esforços de cisalhamento sobre os resíduos, desagregando-os e promovendo a sua “lavagem”. O interior do tambor possui também “aletas” ou “pás” que direcionam os resíduos sólidos do fundo do tambor para a sua saída.

O tambor possui também dois ramais de limpeza, sendo um para o lado externo e outro para o lado interno, através de bicos ejetores que aplicam água com alta pressão.

Um grande diferencial desta tecnologia é que não há partes móveis, como coroa e pinhão, correntes, dentre outros, imersas o esgoto.

A instalação de uma peneira rotativa dentro da área da ETE Canyon poderá aproveitar o sistema de bombeamento já existente.



Figura 2: Peneiramento com tambor rotativo de fluxo interno. Fonte: Acervo do autor.


	ESTUDO Nº		REV.
	MD.SAMAE.1.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO CANYON	FOLHA	10 DE 44
TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - CANYON			



Figura 3: Vista do interior da Peneira com tambor rotativo de fluxo interno. Fonte: Acervo do autor.

Modulação/quantidade: 1 em operação

Capacidade unitária mínima: 340 m³/h de esgoto gradeado em # 40 mm

Especificações Básicas:

Equipamento: Peneira rotativa de fluxo axial ou interno

Abertura da tela: 1 mm


Materiais Construtivos:

Tela: Perfil trapezoidal em AISI 304 ou superior

Tambor rotativo de fluxo interno instalado em canal

Podem acomodar aberturas de 2 a 6 mm para tela perfurada e 0,25 mm a 2 mm para tela com perfil trapezoidal autolimpante. Possui parafuso classificador, que remove os sólidos para um sistema de lavagem e compactação.

Por possuir diversos sistemas integrados, com muitas partes móveis, quando comparado ao tambor rotativo de fluxo interno, sua manutenção é mais complexa. O rolamento de tela está sempre submerso em águas residuais e na prática precisa ser substituído periodicamente.

	ESTUDO Nº		REV.
	MD.SAMAE.1.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO CANYON	FOLHA	11 DE 44
TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - CANYON			

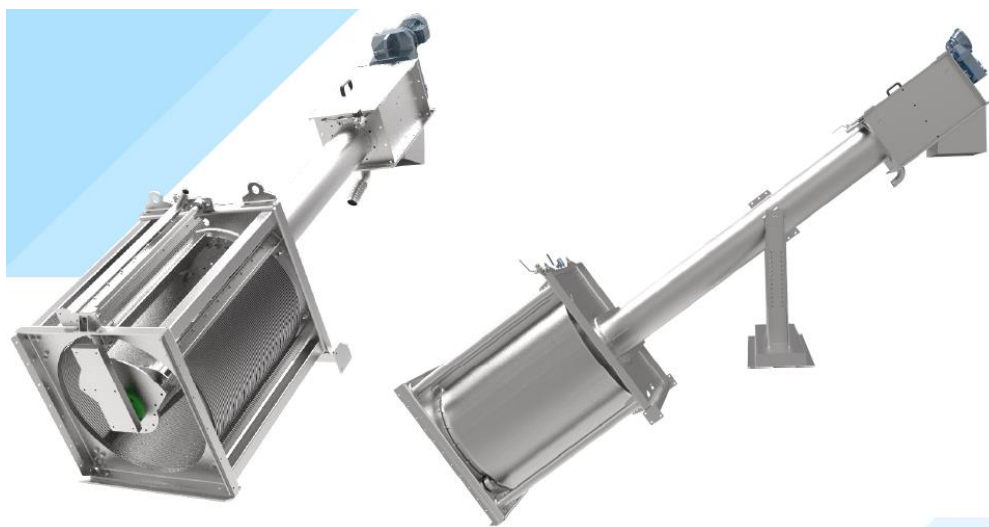


Figura 4: Tambor rotativo de canal. Fonte: Catálogo técnico da empresa Vibropac.

Modulação/quantidade: 1 em operação

Capacidade unitária mínima: 340 m³/h de esgoto gradeado em # 40 mm

Especificações Básicas:

Equipamento: Peneira rotativa de canal


Abertura da tela: 1 mm

Materiais Construtivos:

Tela: Perfil trapezoidal em AISI 304 ou superior

Cestos removíveis

Os cestos removíveis correspondem à solução mais simples para o peneiramento. Este equipamento normalmente é indicado para baixas vazões de esgoto e necessitam ser instalados onde haja desnível hidráulico suficiente para promover a lavagem dos resíduos e evitar a rápida colmatção das suas aberturas. Sua limpeza é feita de forma manual e em função de seu peso, será necessário a utilização de sistema de içamento. A elevada altura da unidade de tratamento preliminar, onde deverá ser feita a sua

	ESTUDO Nº		REV.
	MD.SAMAE.1.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO CANYON	FOLHA	12 DE 44
TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - CANYON			

instalação, dificulta ainda mais a realização da operação de basculação do cesto para a remoção de sólidos e limpeza.

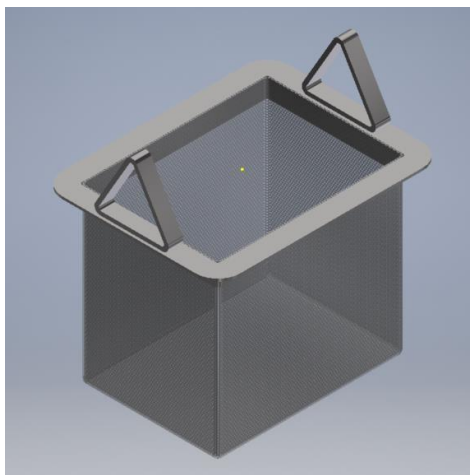


Figura 5: Gradeamento tipo cesto. Imagem meramente ilustrativa.

Modulação/quantidade: 2 cestos

Capacidade unitária mínima: 170 m³/h de esgoto gradeado em # 40 mm

Especificações Básicas:

Equipamento: Grade tipo cesto removível com limpeza manual

Abertura da tela: 1 mm


Dimensões aproximadas: 500 x 500 x 500 mm

Comprimento x altura x largura

Acessórios: Sistema de içamento do cesto para remoção dos sólidos

Materiais Construtivos:

Cesto: AISI 304

	ESTUDO		Nº
	MD.SAMAE.1.2.01.R0		REV.
	R0		
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO CANYON		FOLHA	
		13 DE 44	
TÍTULO:			
MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - CANYON			

lçamento

AISI 304

3.2 REATOR UASB

Conforme apresentado, o reator UASB da ETE Canyon foi recentemente reformado e encontra-se fora de operação. As campânulas em lona do projeto original foram substituídas por campânulas fabricadas em placas rígidas de PRFV.

Em função de haver somente um reator UASB na ETE, a realização de limpeza e manutenção que resulta na interrupção da operação é problemática, por resultar no lançamento de esgoto sem tratamento.

3.2.1 Substituição das campânulas dos reatores UASB


Justificativa:

Devido aos problemas relacionados à execução das campânulas em PRFV apontados na etapa de diagnóstico, temos preocupação com a durabilidade das campânulas, mesmo após a adoção de medidas corretivas. Tal preocupação reside no fato de que há um excesso de conexões parafusadas devido à inviabilidade de execução de uma estrutura monolítica para a campânula em PRFV.

As campânulas dos reatores UASB são estruturas que em condições normais de operação podem estar sujeitas a esforços de pressão interna de pequena magnitude.

Porém, no caso da ETE Canyon, as campânulas encontram-se bastante submergidas e permite a entrada da espuma na tubulação de coleta do biogás, podendo causar o seu entupimento. Para evitar que isto ocorra, foi prevista a pressurização através de selo hídrico, o que vem a aumentar consideravelmente os valores de empuxo e pressão sobre as campânulas.

O acúmulo e solidificação da espuma no interior da câmara de biogás aumenta ainda mais o valor do empuxo, sendo a causa principal do colapso de reatores UASB existentes.

	ESTUDO Nº		REV.
	MD.SAMAE.1.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO CANYON	FOLHA	14 DE 44
TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - CANYON			

Portanto, devido às peculiaridades do reator UASB da ETE Canyon, as alternativas para substituição das campânulas devem atender aos seguintes requisitos técnicos:

- Resistência mecânica adequada.
- Resistência à corrosão perante os compostos sulfurosos.
- Geometria compatível com o tanque de concreto do reator UASB.

Elencamos à seguir as seguintes alternativas para fabricação das campânulas dos reatores UASB para a ETE Canyon.

Tabela 4. Alternativas para substituição das campânulas dos reatores UASB.


	Descrição	Fabricantes
1	Placas rígidas de Polipropileno ou PEAD	Paques Brasil Dedini Ind. de Base Ecoscienses Alphenzs
2	Placas de Concreto armado	Construtoras
3	Chapas de aço inoxidável	Dedini Ind. de Base
4	Placas rígidas de PRFV	JE-Fiber Empresa de Engenharia Ambiental – EEA Fibrav Fibratec

Placas rígidas de Polipropileno ou PEAD

As placas rígidas de Polipropileno ou PEAD tem sido empregadas com bastante sucesso em reatores UASB e outros tipos de reatores anaeróbios para o tratamento de efluentes industriais.

Vantagens:

- Resistência mecânica suficiente;

	ESTUDO	Nº	REV.
		MD.SAMAE.1.2.01.R0	R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO CANYON	FOLHA	15 DE 44
TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - CANYON			

- Elevada resistência à corrosão;
- Elevada vida útil;
- Material soldável em campo;

Desvantagens:

Não encontramos desvantagens perante as alternativas técnicas elencadas neste projeto. Porém, se o projeto do equipamento for inadequado, poderá haver problemas relacionados aos aspectos mecânicos e de processo.




Figura 6: Reator UASB em chapas de polipropileno. Fonte: Catálogo Hydrothane.

Chapas de aço inoxidável

As chapas de aço inoxidável devem ser no mínimo em AISI 304. Tecnicamente é um bom material, mas na prática, o seu custo tem sido o principal impeditivo para a sua aplicação, sendo por este motivo que normalmente não há registros de reatores UASB com campânulas em aço inoxidável.

As chapas muito finas encontram também problemas para serem soldadas em campo.

	ESTUDO Nº		REV.
	MD.SAMAE.1.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO CANYON	FOLHA	16 DE 44
TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - CANYON			

Placas de Concreto armado

Tecnicamente o uso de concreto armado para a fabricação das campânulas dos reatores UASB é desvantajoso pelas seguintes razões:

- A norma NBR 6118 - Projeto de estruturas de concreto, exige recobrimento mínimo da armadura de 4,5 cm para estruturas em classe de agressividade ambiental IV, o que inclui o interior do reator UASB. Portanto, a fabricação das campânulas em concreto armado resultará demasiadamente espessa.
- Não é desejável também que haja mais estruturas fixas dificultando ainda mais o acesso ao interior do reator.
- O peso das estruturas de concreto é demasiadamente alto e irá demandar novos suportes e ancoragens, sendo estes um dos fatores impeditivos à sua aplicação na ETE Canyon.
- A estrutura de concreto necessita ser impermeabilizada e protegida contra a corrosão.

As vantagens do uso de placas rígidas de concreto são:


- O elevado peso contribui para resistir aos esforços de empuxo no interior das campânulas.
- Elevada resistência mecânica, mantendo sua integridade estrutural mediante aos esforços de empuxo.

Placas rígidas de PRFV

O uso de placas rígidas de PRFV tem sido tradicionalmente empregado na fabricação de campânulas para reatores UASB no Brasil.

Devem ser consideradas as seguintes particularidades para o reator UASB da ETE Canyon:

- O acesso ao interior do reator se dá apenas pelas aberturas na laje de

	ESTUDO Nº		REV.
	MD.SAMAE.1.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO CANYON	FOLHA	17 DE 44
TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - CANYON			

cobertura, com largura de 800 mm e comprimento máximo de 7.400 mm.

- O projeto das campânulas em PRFV deve ser totalmente revisado, para que haja um mínimo de serviços de campo.

Sendo resolvidas as questões de projeto, algumas das desvantagens são:

- A elevada quantidade de serviços de emendas em campo pode inviabilizar a alternativa em PRFV, devido ao elevado consumo de materiais (manta de fibra de vidro, resinas, etc), que resultam também em gases tóxicos em quantidades elevadas para ambientes confinados.



Figura 7: Campânulas para reator UASB fabricadas em PRFV. Fonte: Catálogo técnico da empresa JE-FIBER.


3.2.2 Substituição das tubulações internas de coleta do biogás

Justificativa:

A substituição das tubulações internas de coleta do biogás devem ocorrer de forma concomitante à substituição das campânulas.

As alternativas de materiais devem atender aos seguintes requisitos técnicos:

- Resistência à corrosão;

	ESTUDO Nº MD.SAMAE.1.2.01.R0		REV. R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO CANYON		FOLHA 18 DE 44
	TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - CANYON		

- Estanqueidade das conexões;

As principais alternativas para tubulações de biogás normalmente empregadas em ETE's são as seguintes:

Tabela 5. Alternativas para substituição das tubulações internas de coleta do biogás dos reatores UASB.


	Descrição	Fornecedores
1	Tubos em polipropileno ou PEAD	Paques Brasil Dedini Ind. de Base Alphenz
2	Tubos em aço inoxidável	
3	Tubos em PRFV	

*Os fabricantes de tubos e acessórios podem não fazer a instalação do sistema de tubulações. Portanto, foram listadas algumas empresas que tradicionalmente fazem tanto o fornecimento como a instalação destes sistemas de tubulações em ETE's.

O uso de tubulação em aço carbono e aço galvanizado não é recomendado para esta aplicação, por não apresentarem resistência à corrosão.



Figura 8: Tubulação de coleta do biogás da ETE de Itabirito-MG, fabricada em aço galvanizado, estando totalmente corroída. Fonte: Acervo do autor.

	ESTUDO Nº		REV.
	MD.SAMAE.1.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO CANYON	FOLHA	19 DE 44
TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - CANYON			

Tubos em Polipropileno ou PEAD

Possuem alta resistência à corrosão e elevada vida útil. Porém, possuem também alto coeficiente de dilatação ou expansão térmica, não sendo recomendado o seu uso caso a tubulação esteja exposta ao sol.

São soldáveis em campo, havendo alternativas de alto desempenho, tais com as soldas de topo com placas aquecidas e conexões para eletrofusão.

A disponibilidade no mercado de tubulações e acessórios em PEAD é maior do que em Polipropileno, podendo ser este um fator decisivo para a escolha da alternativa em PEAD.

Possuem menor resistência mecânica, em relação às demais alternativas, podendo exigir uma maior quantidade de suportes.

A execução das emendas e soldas para esta alternativa não depende do uso de solventes e gases, além de não produzir efluentes gasosos, sendo mais favorável do ponto de vista de atendimento às normas de segurança de trabalho, no tocante a ambientes confinados, devido ao uso de processos de solda com gases inertes, dentre outros.


Tubos em aço inoxidável

Possuem alta resistência à corrosão e elevada vida útil, além do diferencial de alta resistência mecânica e baixo coeficiente de dilatação térmica. A questão do custo será o diferencial na sua escolha.

A execução das soldas deve atender também às normas de segurança de trabalho, no tocante a ambientes confinados, devido ao uso de processos de solda com gases inertes, dentre outros.

Tubos em PRFV

Atendem aos requisitos de durabilidade, resistência mecânica e resistência à corrosão.

	ESTUDO	Nº	REV.
	MD.SAMAE.1.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO CANYON	FOLHA	20 DE 44
TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - CANYON			

Deve ser prestada especial atenção às emendas entre tubos, as quais podem ser do tipo:

Junta rígido ponta e bolsa soldada:

A união ocorre mediante a introdução da ponta do tubo na bolsa, e a restauração da capacidade resistiva é feita por laminação manual por meio da aplicação de uma bandagem constituída por manta, tecido e resina (Kit de solda).

Junta rígida ponta solda (JR-PPS)

União de topo das extremidades do tubo, e a restauração da capacidade resistiva é feita por laminação manual por meio da aplicação de uma bandagem constituída por manta, tecido e resina (Kit de solda).

Junta rígida flangeada (JR-FL)

A união ocorre com a utilização de flanges fixados por parafusos com junta de borracha.


A execução das emendas deve atender também às normas de segurança de trabalho, no tocante a ambientes confinados, devido ao uso de resinas sintéticas.

3.2.3 Correção dos vazamentos de biogás nas campânulas

Justificativa:

Conforme apontado no diagnóstico da ETE Canyon, os internos do reator UASB foram recentemente reformados, onde foi adotada a alternativa em fabricação através de placas rígidas de PRFV. Durante a inspeção em campo, verificou-se principalmente a necessidade de prevenção em relação à estanqueidade.

Uma solução com o aproveitamento das estruturas existentes consiste basicamente na aplicação de resinas ou gel coat específicas para a impermeabilização e proteção contra a corrosão em reatores UASB e peças de fibra de vidro, que após a polimerização, formam uma membrana impermeável e monolítica (isento de juntas).

	ESTUDO Nº		REV.
	MD.SAMAE.1.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO CANYON	FOLHA	21 DE 44
TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - CANYON			

O revestimento monolítico para o interior dos reatores UASB deve atender às seguintes especificações:

- Formação de uma estrutura monolítica (sem juntas);
- Alta resistência abrasiva e a intempéries;
- Alta resistência a compostos sulfurosos e umidade;
- Alta aderência a superfícies de PRFV, PVC rígido, concreto e metálicas;
- Baixa espessura e peso;
- Impermeabilidade;
- Superfície lisa e de fácil limpeza;
- Rápida execução e cura.
- Amplo histórico de aplicações em reatores UASB e PRFV.


As principais alternativas para execução do revestimento monolítico são apresentadas na tabela a seguir:

Tabela 7. Alternativas para substituição das tubulações internas de coleta do biogás dos reatores UASB.

	Descrição	Fornecedores
1	Revestimento monolítico com Resina isoftálica com NPG	Poliresinas (Resina Poli 2001) Polglass Ideal
2	Revestimento monolítico com Poliuretano vegetal	Miaki Revestimentos (Ureflex) Imperveg Sinergia Viapol impermeabilizantes

Resina isoftálica com NPG

A resina isoftálica é um produto amplamente utilizado no segmento industrial e também para fabricação de peças de PRFV. Possui viscosidade média e após a polimerização, cria uma película protetora na superfície com elevada resistência mecânica. A resina isoftálica com NPG é utilizada quando as peças necessitam ficar em

	ESTUDO Nº		REV.
	MD.SAMAE.1.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO CANYON	FOLHA	22 DE 44
TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - CANYON			

contato contínuo com água. Possui alta resistência à hidrólise e alta aderência com PVC rígido. Sua utilização para impermeabilização.

Poliuretano vegetal

O uso do poliuretano vegetal na impermeabilização interna de reatores UASB encontra-se bastante consolidado, contando com um amplo histórico de aplicações e podendo ser utilizado em todas as estruturas internas do reator UASB, tais como tubulações internas e tanque de concreto. Possui também a vantagem de ser isento de solvente, o que permite sua aplicação em ambientes fechados. Atende a NBR 15.487:2007 – Membrana de poliuretano para impermeabilização.

Soma-se às vantagens desta alternativa o fato de ser um produto ambientalmente amigável, por ser obtido de recursos naturais renováveis (óleo de mamona) e por serem atóxicos, livre de metais pesados e solventes.


3.2.4 Instalação de inserte metálico

Justificativa:

Os insertes metálicos correspondem à dispositivos de tubulações embutidos na parede de concreto para conectar a tubulação interna com a tubulação externa ao reator. Estes insertes metálicos devem ser fabricados em materiais resistentes mecanicamente e contra a corrosão e devem garantir também a estanqueidade, de forma a evitar vazamentos de biogás e esgoto. Para isto, o inserte possui aba de travamento que também tem a função de melhorar a vedação.

Atualmente a tubulação de PVC é embutida diretamente na parede. Esta alternativa dispensa custos adicionais com insertes metálicos, porém não permite a realização de desmontagem para manutenções emergenciais.

Sua instalação em estruturas de concreto existente é feita através da abertura com martelo rompedor, seguida pela limpeza, posicionamento do inserte e grauteamento.

	ESTUDO Nº MD.SAMAE.1.2.01.R0		REV. R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO CANYON		FOLHA 23 DE 44
	TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - CANYON		

As principais alternativas para execução dos insertes metálicos são apresentadas na tabela a seguir:

Tabela 8. Alternativas para insertes metálicos.

	Descrição	Fabricantes
1	Aço inoxidável	Dedini Ind. de Base Calderarias*
2	Ferro fundido	Tec San PAM Saint Gobain Ferpac Hidramac

Inserte metálico em aço inoxidável

São resistentes à corrosão e podem ser fabricados sob medida. São facilmente soldáveis e permitem adequações em campo, caso seja necessário.

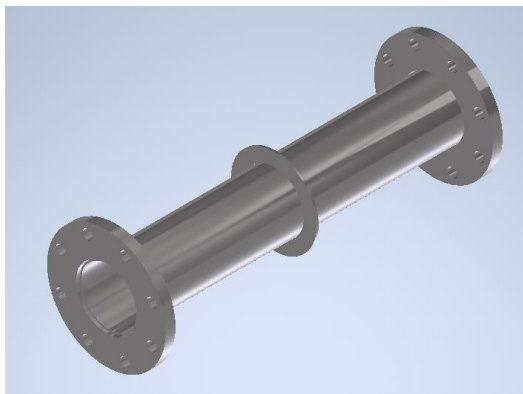


Figura 9: Inserte metálico tipo “Carretel” em aço inoxidável.

Inserte metálico em ferro fundido

Deve possuir revestimento de proteção contra a corrosão. É fornecido por grandes empresas, altamente especializadas na fabricação de tubos e acessórios em ferro fundido. Havendo algum dano, sua recuperação é bastante difícil de ser executada.


	ESTUDO Nº		REV.
	MD.SAMAE.1.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO CANYON	FOLHA	24 DE 44
TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - CANYON			



Figura 10: Inserte (toco) de ferro fundido com aba de vedação.

3.3 SISTEMA DE QUEIMA DO BIOGÁS

O principal objetivo do sistema de queima de biogás da ETE Canyon é a redução de risco de acidentes devido à formação de atmosferas explosivas. Como objetivos secundários, temos a redução das emissões de gás metano, por questões ambientais, e redução das emissões de gás sulfídrico, que podem causar incômodos relacionados à exalação de odores desagradáveis.

Observações:


- 1) Não será feito o reaproveitamento energético do biogás, de modo que não é necessário o beneficiamento prévio do biogás, com remoção de umidade, material particulado, gás sulfídrico, gás carbono, dentre outros.

Operacionalmente, o sistema de queima deve então focar na queima imediata do biogás produzido no reator UASB.

Na ETE Canyon será necessária a correção para adequação do sistema de queima do biogás, de forma a incluir os requisitos mínimos.

- Instalação de selo hídrico
- Instalação da tubulação externa do biogás
- Instalação do queimador

Com base na estimativa das vazões de biogás realizada na etapa de diagnóstico,

	ESTUDO Nº		REV.
	MD.SAMAE.1.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO CANYON	FOLHA	25 DE 44
TÍTULO:			
MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - CANYON			

encontramos grande variação, o que normalmente está acima da capacidade dos queimadores.

Tabela 9. Vazões médias estimadas de biogás.

	Unidade	Vazão estimada de biogás	
		Balanço de massa	PROBIO 1.0
Cenário I	m ³ /h	0,7	0,7
Cenário II	m ³ /h	1,2	1,2
Cenário III	m ³ /h	14,3	13,3
Cenário IV	m ³ /h	17,2	19,6

Atualmente a vazão de biogás é muito baixa, levantando questionamentos até mesmo sobre a necessidade de realização instalação de tubulações externas e queimador. Uma das estratégias para evitar ociosidade nos equipamentos a serem adquiridos é a implantação em etapas, devendo-se prever facilidades para ampliações ou substituição por equipamentos de maior porte.

Na etapa inicial o sistema de queima deve ser capaz de tratar as seguintes vazões de biogás:

Vazão máxima de biogás: 4 m³/h


Vazão mínima de biogás: 1 m³/h

Já o projeto de tubulação deve ser dimensionado considerando a vazão máxima de 20 m³/h.

O diâmetro mínimo da tubulação antes do selo hídrico deverá ser de 100 mm, o que é adequado à manutenção para remoção de partículas sólidas (escuma) que possam adentrar acidentalmente na tubulação, devido à falhas no selo hídrico, por exemplo.

3.3.1 Instalação de selo hídrico

Justificativa:

	ESTUDO Nº		REV.
	MD.SAMAE.1.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO CANYON	FOLHA	26 DE 44
TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - CANYON			

O selo hídrico tem como função principal criar um volume pressurizado de biogás no interior da campânula, para evitar que as escumas flutuantes entrem na tubulação do biogás.

O selo hídrico é um dispositivo indispensável ao funcionamento do reator UASB da ETE Canyon. Porém, sua instalação não foi prevista no projeto inicial, não sendo viável a sua instalação como equipamento interno, devendo ser instalado externamente ao longo da tubulação externa do biogás.

Tabela 10. Alternativas para fabricação do selo hídrico.

	Descrição	Fornecedores
1	Selo hídrico fabricado em chapas de aço inoxidável	Dedini Ind. de Base Empresas locais (Caxias do Sul)
2	Selo hídrico fabricado em placas rígidas de Polipropileno ou PEAD	Paques Brasil Dedini Ind. de Base Ecoscienses Alphenzs

Ambas as alternativas apresentaram o mesmo desempenho e facilidades para manutenção e adequações. A alternativa em aço inoxidável AISI 304 poderá oferecer maior vida útil. O diferencial na escolha da alternativa será o custo de aquisição.

Modulação/quantidade: 1 em operação

Capacidade unitária mínima: 20 m³/h de biogás

3.3.2 Instalação da tubulação externa do biogás

Justificativa:

Atualmente não há um sistema de tubulações externas para escoamento do biogás do reator ao queimador.


	ESTUDO Nº		REV.
	MD.SAMAE.1.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO CANYON	FOLHA	27 DE 44
TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - CANYON			

Tabela 11. Alternativas para substituição da tubulação externa de biogás.

	Descrição	Fornecedores
1	Tubos em polipropileno ou PEAD	Paques Brasil Dedini Ind. de Base Alphenz
2	Tubos em aço inoxidável	
3	Tubos em PRFV	

*Os fabricantes de tubos e acessórios podem não fazer a instalação do sistema de tubulações. Portanto, foram listadas algumas empresas que tradicionalmente fazem tanto o fornecimento de materiais como a instalação destes sistemas de tubulações em ETE's, não sendo necessariamente os fabricantes. Tratando-se somente da do fornecimento e instalação de tubulação, há uma grande quantidade de empresas com plena capacidade técnica, inclusive no município sede.

As alternativas em tubulação de aço carbono ou aço galvanizado não adequadas para esta aplicação, por não apresentarem resistência à corrosão.


Tubos em Polipropileno ou PEAD

Possuem alta resistência à corrosão e elevada vida útil. Porém, por possuírem também alto coeficiente de dilatação ou expansão térmica, pode não ser adequado para a esta aplicação, onde haverá extensões de tubulação de cerca de 100 m, expostas ao sol.

São soldáveis em campo, por alternativas de alto desempenho, tais com as soldas de topo com placas aquecidas e conexões para eletrofusão.

A disponibilidade de tubulações e acessórios em PEAD é maior do que em Polipropileno, podendo ser este um fator decisivo para a escolha da alternativa em PEAD.

Possui menor resistência mecânica, em relação às alternativas, podendo exigir uma maior quantidade de suportes.

	ESTUDO	Nº	REV.
		MD.SAMAE.1.2.01.R0	R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO CANYON	FOLHA	28 DE 44
	TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - CANYON		

Tubos em aço inoxidável

Possuem alta resistência à corrosão e elevada vida útil, além do diferencial de alta resistência mecânica e baixo coeficiente de dilatação térmica.

A questão do custo será o diferencial na sua escolha.

Tubos em PRFV

Atendem aos requisitos de durabilidade, resistência mecânica e resistência à corrosão. Deve ser prestada especial atenção às emendas entre tubos, as quais podem ser do tipo:

Junta rígida ponta e bolsa soldada:

A união ocorre mediante a introdução da ponta do tubo na bolsa, e a restauração da capacidade resistiva é feita por laminação manual por meio da aplicação de uma bandagem constituída por manta, tecido e resina (Kit de solda).

Junta rígida ponta solda (JR-PPS)

União de topo das extremidades do tubo, e a restauração da capacidade resistiva é feita por laminação manual por meio da aplicação de uma bandagem constituída por manta, tecido e resina (Kit de solda).

Junta rígida flangeada (JR-FL)


A união ocorre com a utilização de flanges fixados por parafusos com junta de borracha.

3.3.3 Instalação do queimador do biogás

Justificativa:

Atualmente não há um sistema de queima do biogás que será gerado no processo anaeróbio do reator UASB.

Processo de queima do biogás:

	ESTUDO Nº		REV.
	MD.SAMAE.1.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO CANYON	FOLHA	29 DE 44
TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - CANYON			

A eficiência da destruição do biogás depende de 3 fatores:

- I. Temperatura de combustão;
- II. Proporção da mistura ar - combustível;
- III. Tempo de residência dos gases na câmara de combustão.

A temperatura de combustão deve ser maior que a temperatura de autoignição do gás metano, que corresponde à 540º C.

A falta de oxigênio na mistura ar – combustível resulta em combustão incompleta, com emissão de gás metano, monóxido de carbono e gás sulfídrico. Na prática, não é possível controlar a quantidade de ar fornecida ao processo, sendo recomendado manter uma quantidade maior que a requerida teoricamente.

O tempo de residência na câmara de combustão na faixa de 0,5 a 2 segundos é necessário para que a queima seja satisfatória.

Na tabela a seguir, são apresentados dados que relacionam a eficiência na destruição de gás metano e gás sulfídrico com os principais parâmetros.

Tabela 12. Eficiência da destruição do metano em função da temperatura.

Eficiência de destruição (%)	Temperatura (º C)	Tempo de residência (s)
95%	690	0,5
98%	745	0,5
99%	790	0,75
99,9%	830	1,00
99,99%	885	2,00

Para estações de tratamento de esgoto, as tecnologias para a queima do biogás normalmente disponíveis no mercado são:


	ESTUDO Nº MD.SAMAE.1.2.01.R0		REV. R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO CANYON		FOLHA 30 DE 44
	TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - CANYON		

Tabela 13. Alternativas para queima do biogás.

	Descrição	Fabricantes
1	Queimador de chama aparente	Teccalor
2	Queimador de chama semi-enclausurada	Combustec
3	Queimador de chama enclausurada	Wolta
		Biochama
		Brasprocess

Queimador de chama aparente

O queimador de chama aparente basicamente não possui câmara de combustão e por isso alcança menores temperaturas durante a queima. Assim, sua eficiência é menor, porém é mais apropriado para aplicações com baixa vazão de biogás. Basicamente sua operação pode ser automatizada através de ignitor temporizado e válvula mantenedora de pressão, cuja função é estabelecer um valor mínimo de pressão de biogás para alimentação do queimador, fazendo sua interrupção durante os horários em que a produção de biogás é nula ou muito baixa. Assim, evita-se misturas pobres em combustível, o que também interfere na eficiência da queima.

Componentes mínimos:

- Corpo do queimador, em aço inoxidável AISI 304 ou superior;
- Válvula de alívio sustentadora de pressão (controle de pressão à montante);
- Válvula bloqueio;
- Válvula corta chamas;
- Válvula de dreno.
- Painel do ignitor.


	ESTUDO Nº		REV.
	MD.SAMAE.1.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO CANYON	FOLHA	31 DE 44
TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - CANYON			



Figura 11: Flare de chama aparente fabricado e fornecido pela Combustec. Fonte: Catálogo técnico da empresa Combustec.


Queimador de chama semi-enclausurada

O queimador de chama semi-enclausurada combina características dos queimadores de chama aparente e enclausurada. Basicamente o queimador possui câmara de combustão simples, com dimensões menores que a do queimador de chama enclausurada, para evitar a dispersão da chama.

É recomendado para ETE's de médio e grande porte, com vazões de biogás a partir de 100 Nm³/h. Sua operação pode ser totalmente automatizada para o objetivo de queima imediata do biogás.

Componentes mínimos:

- Corpo do queimador, em aço inoxidável AISI 304 ou superior;
- Válvula de alívio sustentadora de pressão (controle de pressão à montante);
- Válvula bloqueio;
- Válvula corta chamas;
- Válvula de dreno.
- Painel do ignitor.

	ESTUDO Nº		REV.
	MD.SAMAE.1.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO CANYON	FOLHA	32 DE 44
TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - CANYON			


Queimador de chama enclausurada

O queimador de chama enclausurada câmara de combustão com proteção contra chuva e vento e isolante térmico para reduzir perdas de calor. Assim, busca-se atingir altas temperaturas na queima, com altos tempos de residência, garantindo assim altas eficiências na destruição do metano e gás sulfídrico.

É recomendado para ETE's de médio e grande porte, com vazões de biogás a partir de 100 Nm³/h. Sua operação necessita ser automatizada, sendo comuns apresentarem dispositivos para controle de temperatura, vazões e pressão. A relação dos equipamentos mínimos é mais sofisticada e poderá ser mais difícil uma equalização de especificações técnicas entre os fornecedores deste equipamento.



Figura 12: Flare de chama enclausurada fabricado e fornecido pela Brasprocess.
Fonte: Catálogo técnico Brasprocess.

	ESTUDO Nº		REV.
	MD.SAMAE.1.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO CANYON	FOLHA	33 DE 44
TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - CANYON			

4 PROJETO BÁSICO

Para executar a proposta de substituição das campânulas e tubulações internas, é necessário fazer antes uma revisão do projeto com os seguintes objetivos:

- I. Correção dos problemas crônicos relacionados ao projeto da ETE, conforme apontado na etapa de diagnóstico;
- II. Fornecer detalhamento suficiente da proposta para permitir a sua cotação.

Os equipamentos internos do reator devem ser reprojitados simultaneamente. Caso contrário, o desempenho do reator em relação à sua eficiência e operação podem ser prejudicados.

A simples substituição através do uso de materiais mais resistentes resolve parcialmente os problemas detectados em campo, mas não oferecem garantias de desempenho.

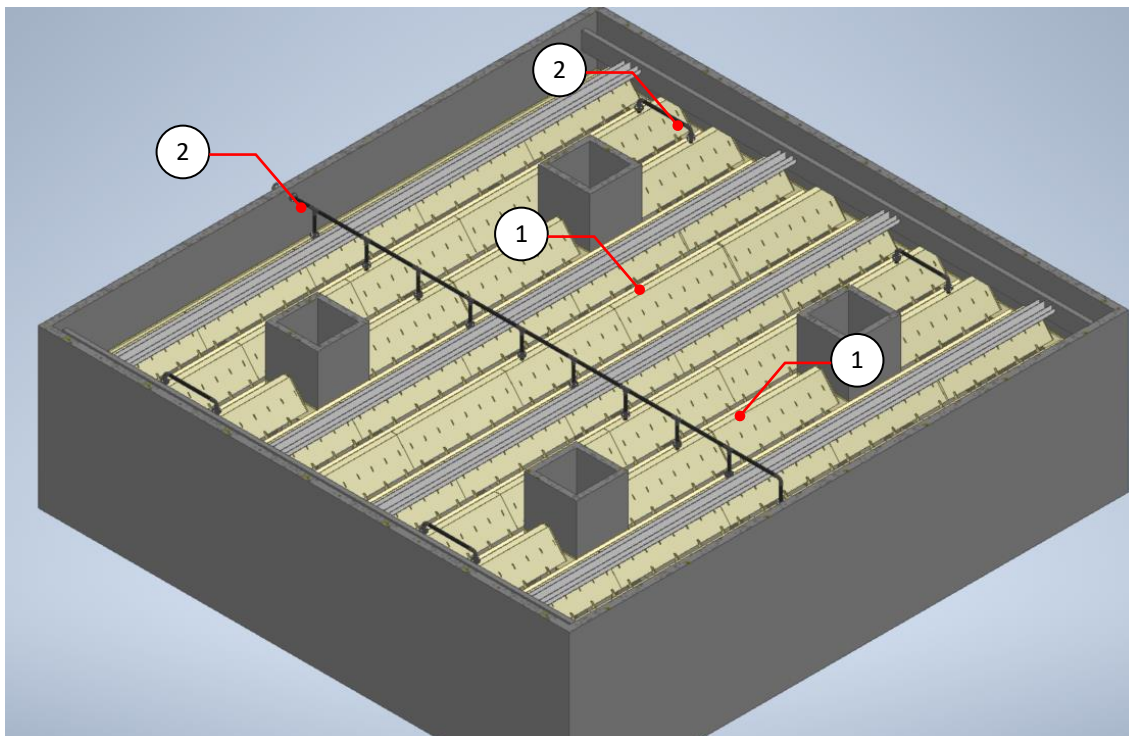



Figura 13: Vista do interior do Reator UASB da ETE Canyon reprojutado: Cjto de campânulas (1) e tubulações internas (2).

	ESTUDO Nº		REV.
	MD.SAMAE.1.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO CANYON	FOLHA	34 DE 44
TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - CANYON			

4.1 CAMPÂNULAS DO REATOR UASB

Diretrizes consideradas na elaboração do projeto:

- I. Uso de materiais adequados.
- II. Análise de interferências.
- III. Garantia de estanqueidade do biogás.

Os materiais a serem utilizados na fabricação das campânulas devem possuir:

- Resistência mecânica adequada.
- Resistência à corrosão.
- Viabilidade econômica.

Os seguintes materiais atendem a estes requisitos:

- Placas rígidas de Polipropileno, com espessura mínima de 8 mm.
- Placas rígidas de PEAD, com espessura mínima de 8 mm.
- Placas rígidas de PRFV, com espessura mínima de 8 mm.

As opções em polipropileno e PEAD permitem a execução de soldas em campo.


A opção em PRFV permite a execução de emendas em campo, mas pode não ser competitiva, por requerer maior quantidade de mão de obra e utilizar solventes e malha de fibra de vidro. Já a emenda de forma mecânica (parafusada), aumenta bastante o custo desta alternativa e requer medidas adicionais para melhorar a estanqueidade.

Os esforços solicitantes principais correspondem ao empuxo do biogás no interior da campânula. Os valores dos empuxos solicitantes foram calculados e são apresentados à seguir:

Em condições normais de operação: 128 kgf/m

Com aprisionamento total do biogás: 654 kgf/m

As dimensões para o cálculo dos volumes de biogás no interior das campânulas são apresentados na figura a seguir.

 E. MATSUO TRAT. DE EFLUENTES	ESTUDO		Nº	REV.
	MD.SAMAE.1.2.01.R0			R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO CANYON		FOLHA	
			35 DE 44	
	TÍTULO:			
MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - CANYON				

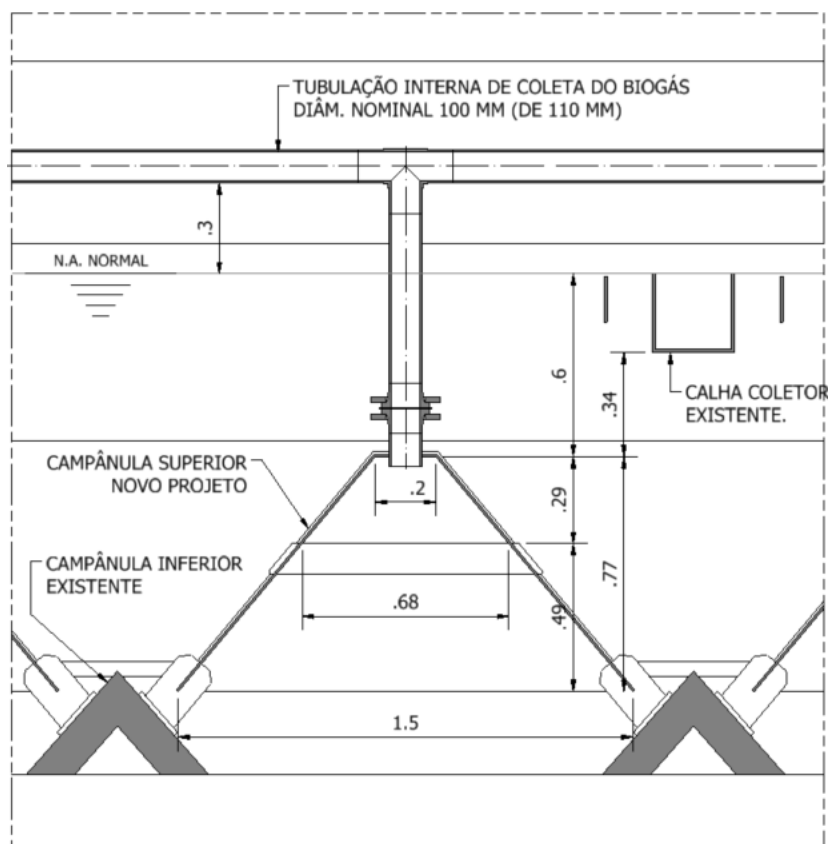


Figura 14: Detalhe típico da campânula reprojetaada.

O projeto foi desenvolvido em software 3D com funcionalidades para realizar análise de interferências. As aberturas para o acesso ao interior do reator possuem as seguintes dimensões em planta:


Comprimento máximo: 7,4 m

Largura máxima: 0,8 m

Considerando o uso de placas rígidas de polipropileno ou PEAD, a garantia da estanqueidade dependerá também da qualidade da execução das soldas e dobras.

O projeto dos módulos de campânulas foi feito para aproveitamento máximo do comprimento das placas, visando reduzir a quantidade de soldas.

As placas rígidas de Polipropileno e PEAD para espessuras até 20 mm podem ser fornecidas nas seguintes medidas:

	ESTUDO Nº		REV.
	MD.SAMAE.1.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO CANYON	FOLHA	36 DE 44
TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - CANYON			

Comprimento máximo: 4.000 mm

Largura máxima: 2.000 mm

Poderão ser utilizados comprimentos maiores, visando reduzir a quantidade de emendas em campo, à critério do fornecedor, desde que não ocorra danos no transporte e instalação.

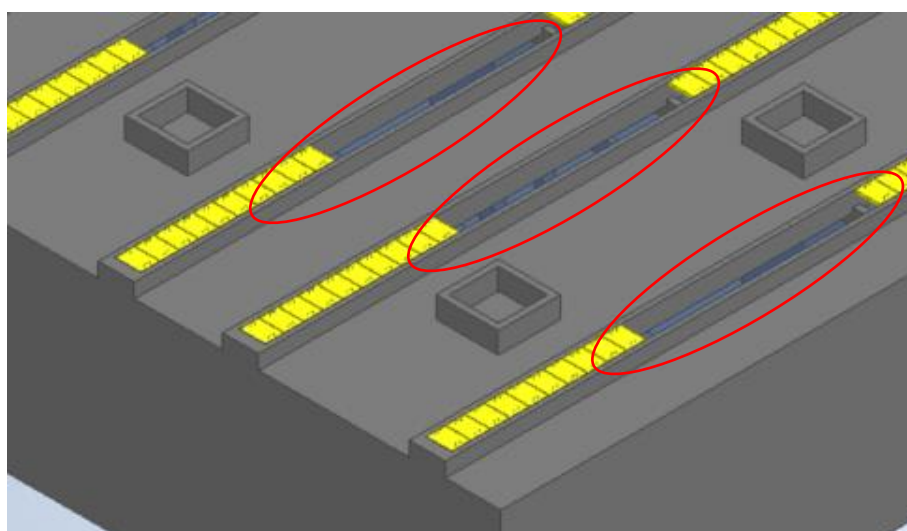



Figura 15: Aberturas para acesso ao interior do reator UASB.

Os ângulos das campânulas devem ser feitas através de dobras em chapa única e não através de emendas entre duas chapas.

Todos os componentes das campânulas poderão entrar nos reatores com extrema facilidade, dado que o peso de cada peça é no máximo 75 kg, podendo ser descidas manualmente e com segurança por 4 montadores.

Preferencialmente os módulos das campânulas devem ser pré-fabricados em galpão industrial, de forma a garantir maior qualidade em resistência mecânica e estanqueidade.

As campânulas devem ter pelo menos as dobras e soldas dos tirantes executados em fábrica, antes de serem enviadas para instalação em campo. Nas peças onde determinadas, deverão ser soldados também os tocos de tubulação, pestana e flange.

 E. MATSUO TRAT. DE EFLUENTES	ESTUDO	Nº	REV.
	MD.SAMAE.1.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO CANYON	FOLHA	37 DE 44
TÍTULO:			
MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - CANYON			

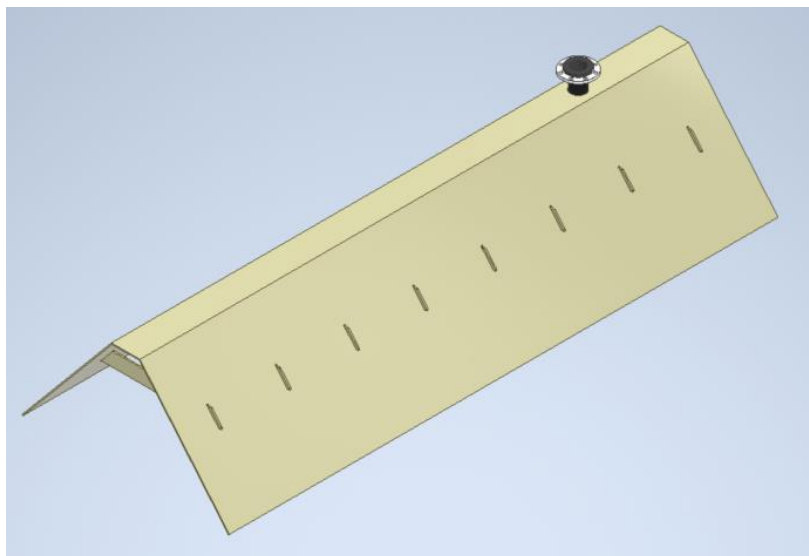


Figura 16: Componente pré-fabricado da campânula.

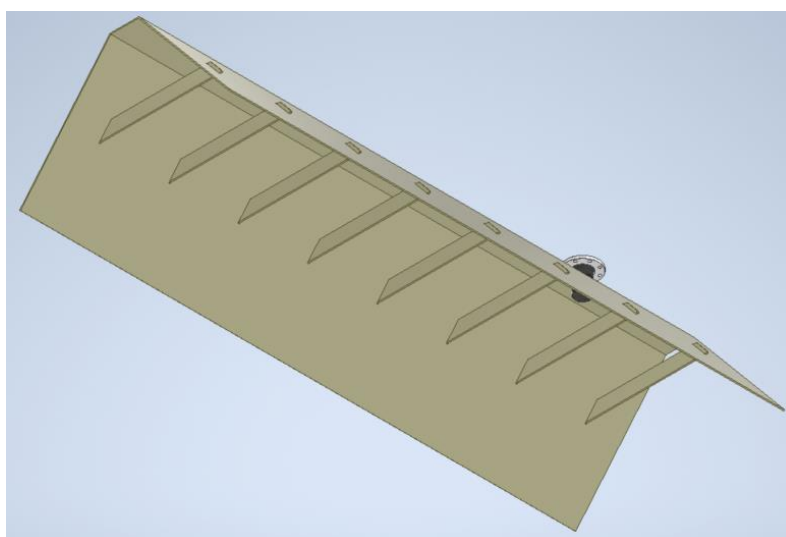



Figura 17: Vista do interior do componente pré-fabricada das campânulas.

Soldas das campânulas a serem executadas no interior do UASB:

- 1) Chapa de fechamento de fundo: Deverão ser soldadas após o transporte das campânulas e demais peças ao interior do reator.
- 2) Suportes das campânulas: Deverão ser soldadas após o nivelamento do conjunto de campânulas.

 E. MATSUO TRAT. DE EFLUENTES	ESTUDO	Nº	REV.
	MD.SAMAE.1.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO CANYON	FOLHA	38 DE 44
TÍTULO:			
MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - CANYON			

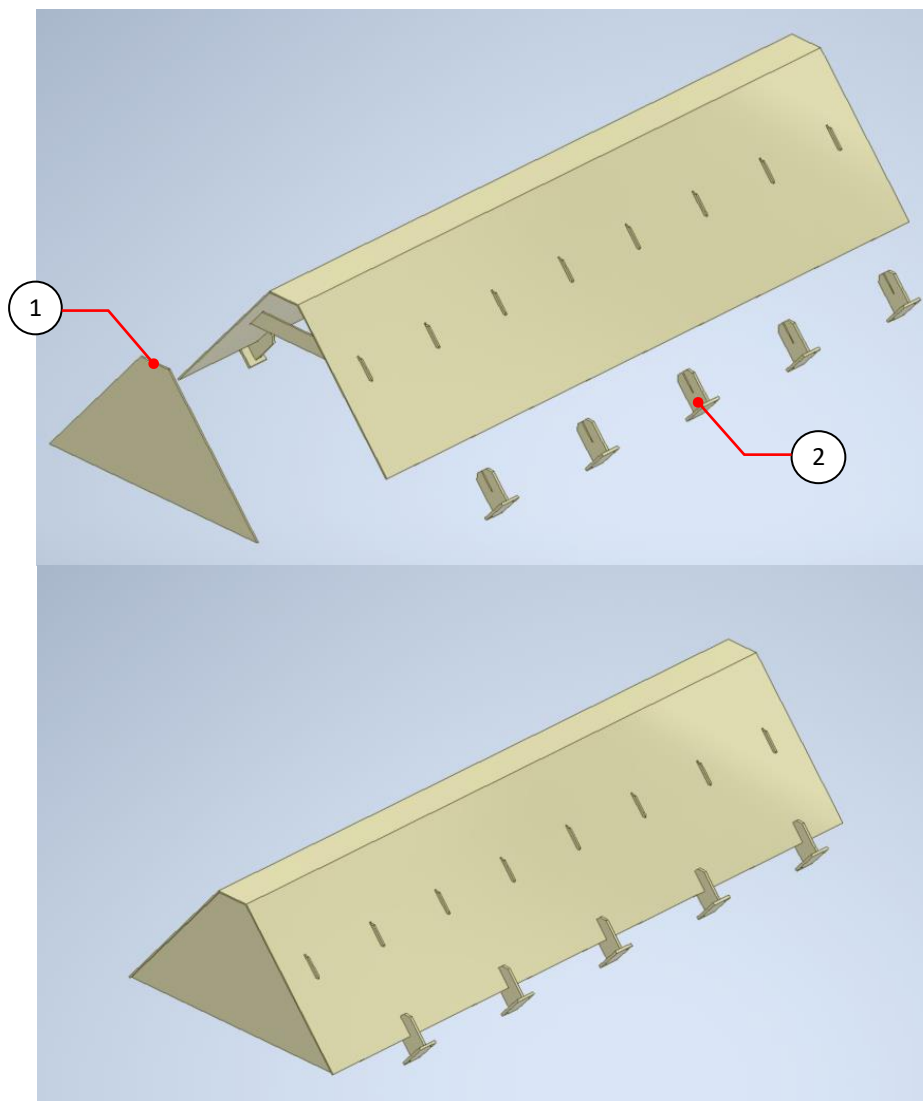



Figura 18: Soldas nas campânulas que devem ser executadas em campo.

As emendas longitudinais serão executadas através de um reforço de aba, que tem a função também de permitir ajustes em relação ao comprimento. As abas devem ser soldadas em ambos os lados, conectando duas campânulas. Para melhor resistência e estanqueidade, recomenda-se executar as soldas tanto no lado interno da campânula como também no lado externo.

 E. MATSUO TRAT. DE EFLUENTES	ESTUDO	Nº	REV.
		MD.SAMAE.1.2.01.R0	R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO CANYON	FOLHA	39 DE 44
TÍTULO:			
MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - CANYON			

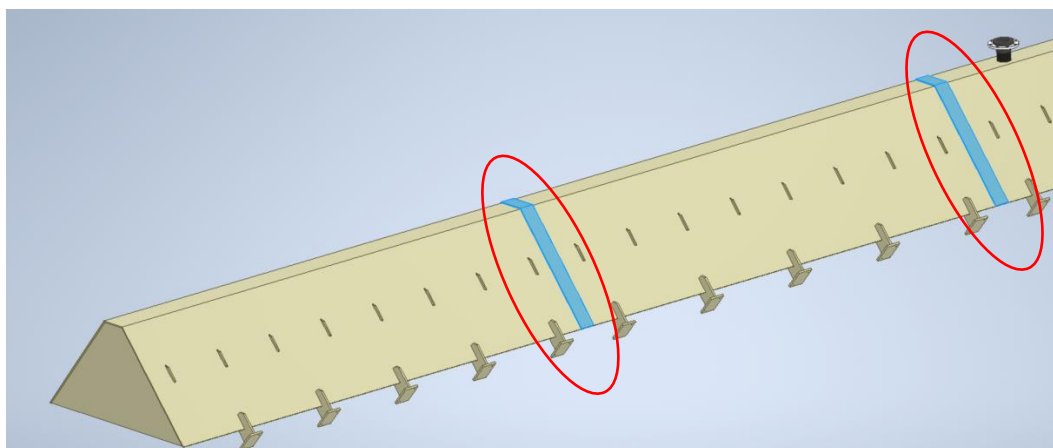


Figura 19: Emendas longitudinais entre campânulas.

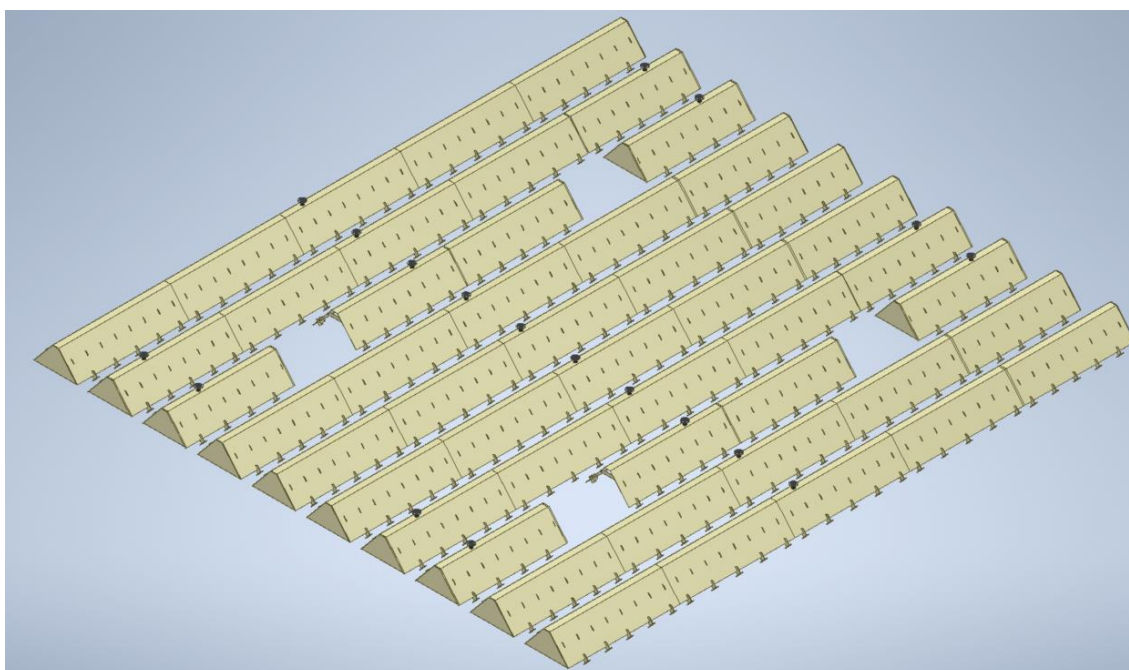



Figura 20: Conjunto total de campânulas do projeto do reator UASB da ETE Canyon.

O peso total das campânulas na opção em chapas de polipropileno corresponde a aproximadamente 3.830 kg.

4.2 TUBULAÇÃO INTERNA DE COLETA DO BIOGÁS

Diretrizes consideradas na elaboração do projeto:

	ESTUDO Nº		REV.
	MD.SAMAE.1.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO CANYON	FOLHA	40 DE 44
TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - CANYON			

- I. Simplificação da concepção do sistema de coleta de biogás.
- II. Aumento do diâmetro para evitar entupimento devido à entrada de espuma.
- III. Uso de conexões mais seguras e que permitam a manutenção.

A concepção do sistema de tubulação foi simplificada, resultando em menor extensão. Isto decorre que a própria campânula corresponde a um elemento para escoamento horizontal do biogás ao longo do seu comprimento. É necessário apenas realizar a adequada interligação entre todas as campânulas.

Através da simplificação, a extensão total da tubulação interna passou a ser de 26,5 m.

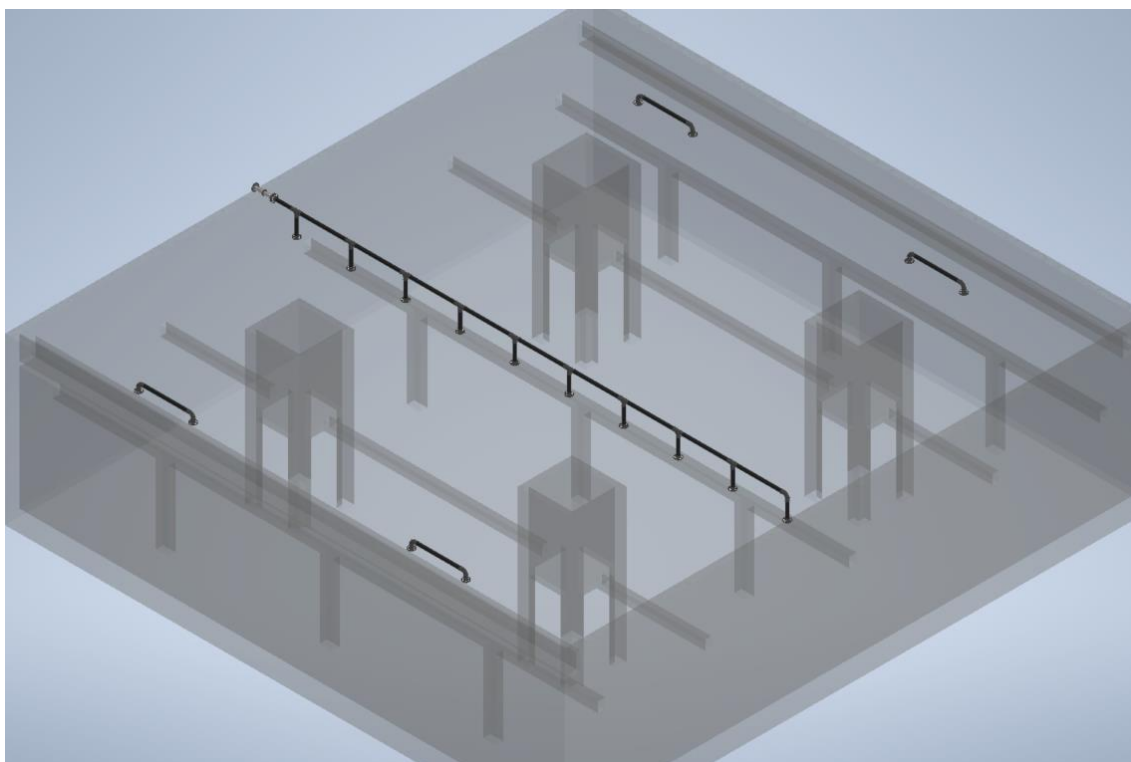



Figura 21: Concepção do sistema de tubulações internas para coleta do biogás dos reatores UASB da ETE Canyon.

O diâmetro mínimo da tubulação será aumentado para 100 mm, visando evitar entupimentos pela entrada da espuma.

Serão permitidas somente dos seguintes tipos de emenda;

- Solda de topo com placa aquecida;
- Luva de eletrofusão.

	ESTUDO		Nº
	MD.SAMAE.1.2.01.R0		REV.
	R0		
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO CANYON		FOLHA	
		41 DE 44	
TÍTULO:			
MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - CANYON			

Onde indicado no projeto, deverão ser utilizada conexões flangeadas, que permitirão a desmontagem da tubulação para realização de limpeza e manutenção.

4.3 SELO HÍDRICO

Diretrizes consideradas na elaboração do projeto:

- I. Controle do nível d'água.
- II. Bocal de acesso para remoção de sólidos.
- III. Previsão de conexão flangeada para interligação com reservatório de biogás.

Será utilizada água limpa para enchimento do selo hídrico. A alimentação com água controlada por válvula esfera flutuante de instalação externa, cuja função é a mesma de um registro de boia. Haverá uma tubulação "ladrão" para o excesso de água.


A tubulação de entrada do biogás estará a uma profundidade que garantirá 850 mmca de contrapressão que o selo hídrico deverá promover, somado também à pressão de operação do flare, da ordem de 30 a 50 mmca.

Não será utilizado difusor do biogás para evitar a formação de borbulhamento excessivo, devido ao risco de entupimento por entrada de espuma na tubulação.

Será feito um rasgo na extremidade da saída do tubo, que poderá reduzir o borbulhamento excessivo.

O volume do selo hídrico é o suficiente para evitar as altas vazões de biogás promovam desuniformidade na contrapressão a ser fornecida.

O projeto básico do selo hídrico na alternativa em chapas de PP ou PEAD é apresentado no desenho DE.SAMAE.1.2.8.

	ESTUDO Nº		REV.
	MD.SAMAE.1.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO CANYON	FOLHA	42 DE 44
TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - CANYON			

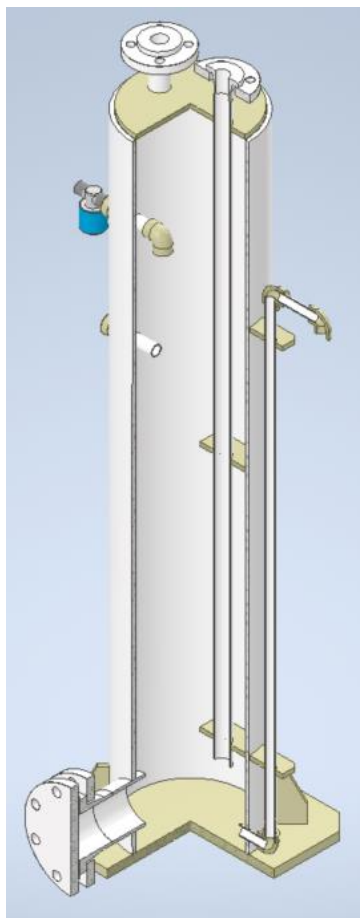


Figura 22: Desenho do selo hídrico para a ETE Canyon, projetado em chapas de polipropileno.

4.4 TUBULAÇÕES EXTERNAS DE COLETA DO BIOGÁS

Foram elaboradas 2 alternativas de concepção do sistema de coleta e queima do biogás na ETE Canyon, com foco no detalhamento da diretriz das tubulações e localização do queimador de biogás.

Importante ressaltar que há uma forte restrição de localização do queimador constituída por uma faixa adjacente às áreas vizinhas confrontantes com a área da ETE, indicadas na figura à seguir.


 E. MATSUO TRAT. DE EFLUENTES	ESTUDO	Nº	REV.
		MD.SAMAE.1.2.01.R0	R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO CANYON	FOLHA	43 DE 44
TÍTULO:			
MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - CANYON			




Figura 23: Área com restrição locacional devido à proximidade com a vizinhança.

Alternativa 1:

Nesta alternativa o flare está localizado na área próximo ao centro da área da ETE, estando afastada à 10 m do reator UASB. Não há edificações de apoio e unidades de processo num raio de 10 m. Tanto o flare como o selo hídrico estão na mesma plataforma do reator UASB.

A alternativa 1 é apresentada no desenho DE.SAMAE.1.2.01.1 e apresenta os seguintes indicadores:

Tubulação de aço inox. AISI 304 DN 1 1/2 Pol:	19,6 m
Selo hídrico:	1 unidade
Flare de chama aparente:	1 com cap. 1 a 4 m ³ /h

	ESTUDO		Nº	REV.
	MD.SAMAE.1.2.01.R0			R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO CANYON		FOLHA	
			44 DE 44	
	TÍTULO:			
MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - CANYON				

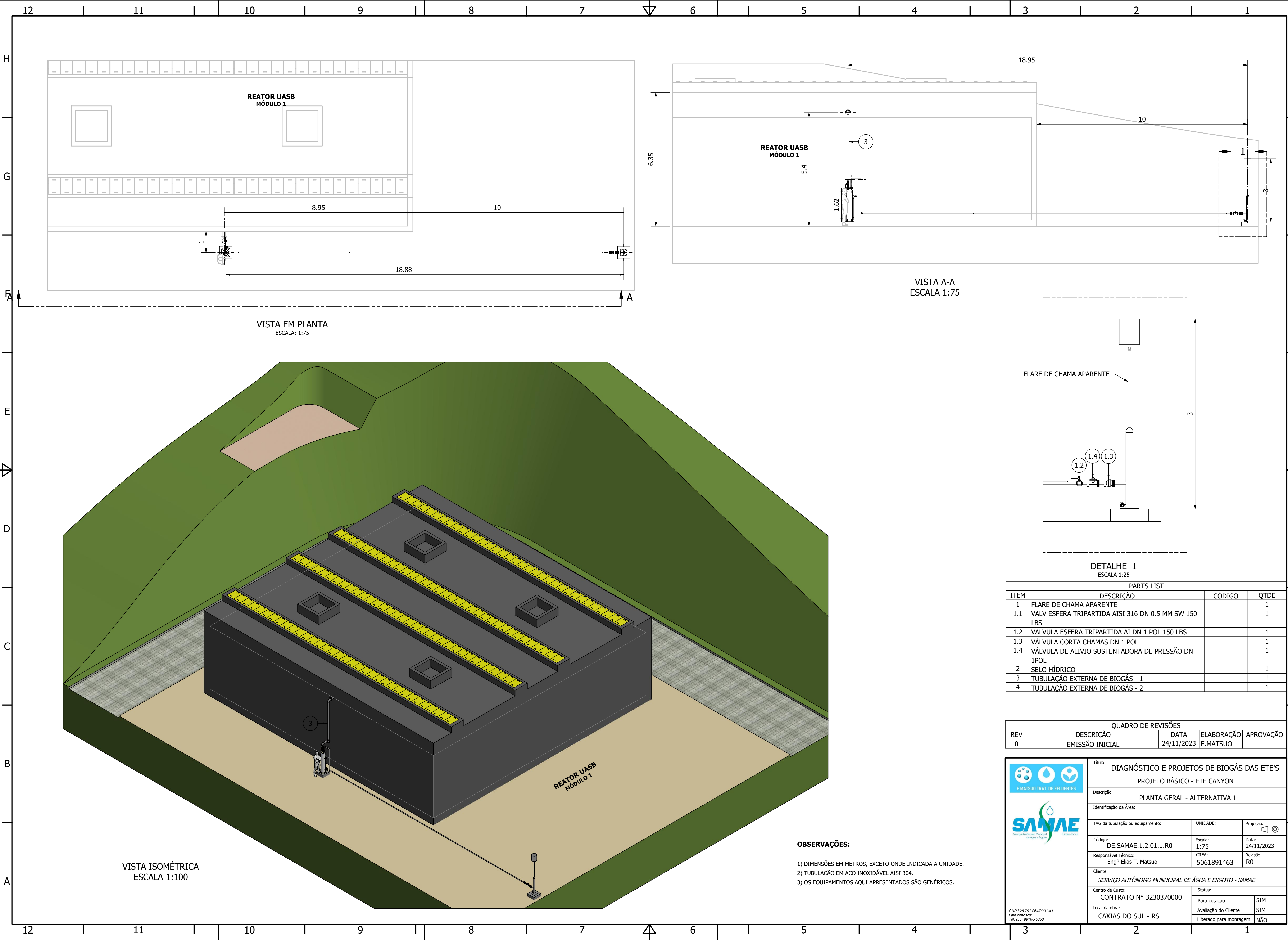
Alternativa 2:

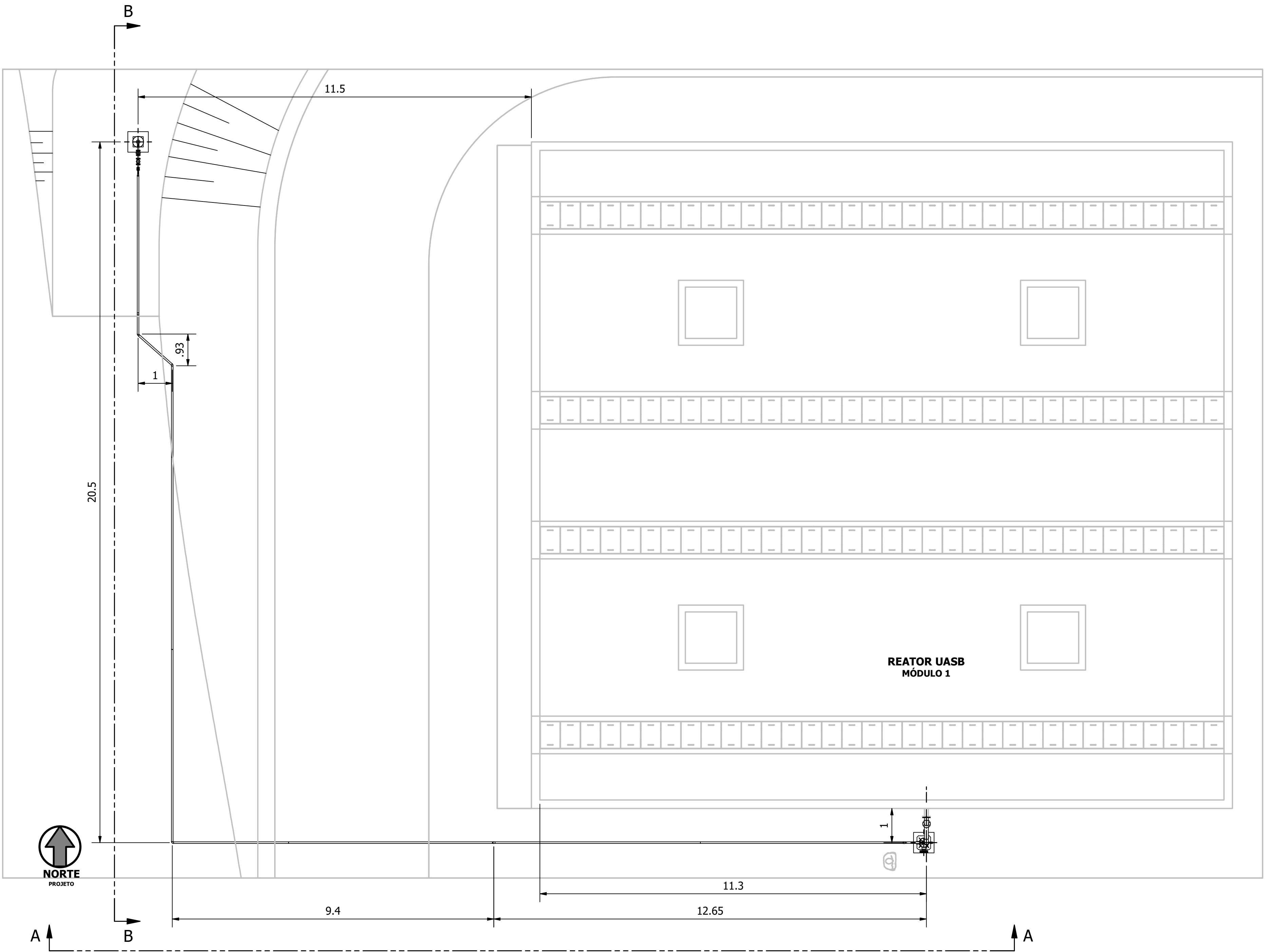
Nesta alternativa buscou-se aproveitar a área vazia adjacente, localizada após o barranco, para proporcionar o maior afastamento possível do flare em relação ao reator UASB.

A extensão de tubulações é substancialmente maior e exige trechos enterrados, travessia em trecho de acesso. Apesar da potencialidade de isolamento de flare em relação ao reator UASB, devido aos vizinhos confrontante e à própria topografia, esta alternativa apresenta maior risco de causar incômodos à vizinhança e maior risco causar incêndios acidentais.

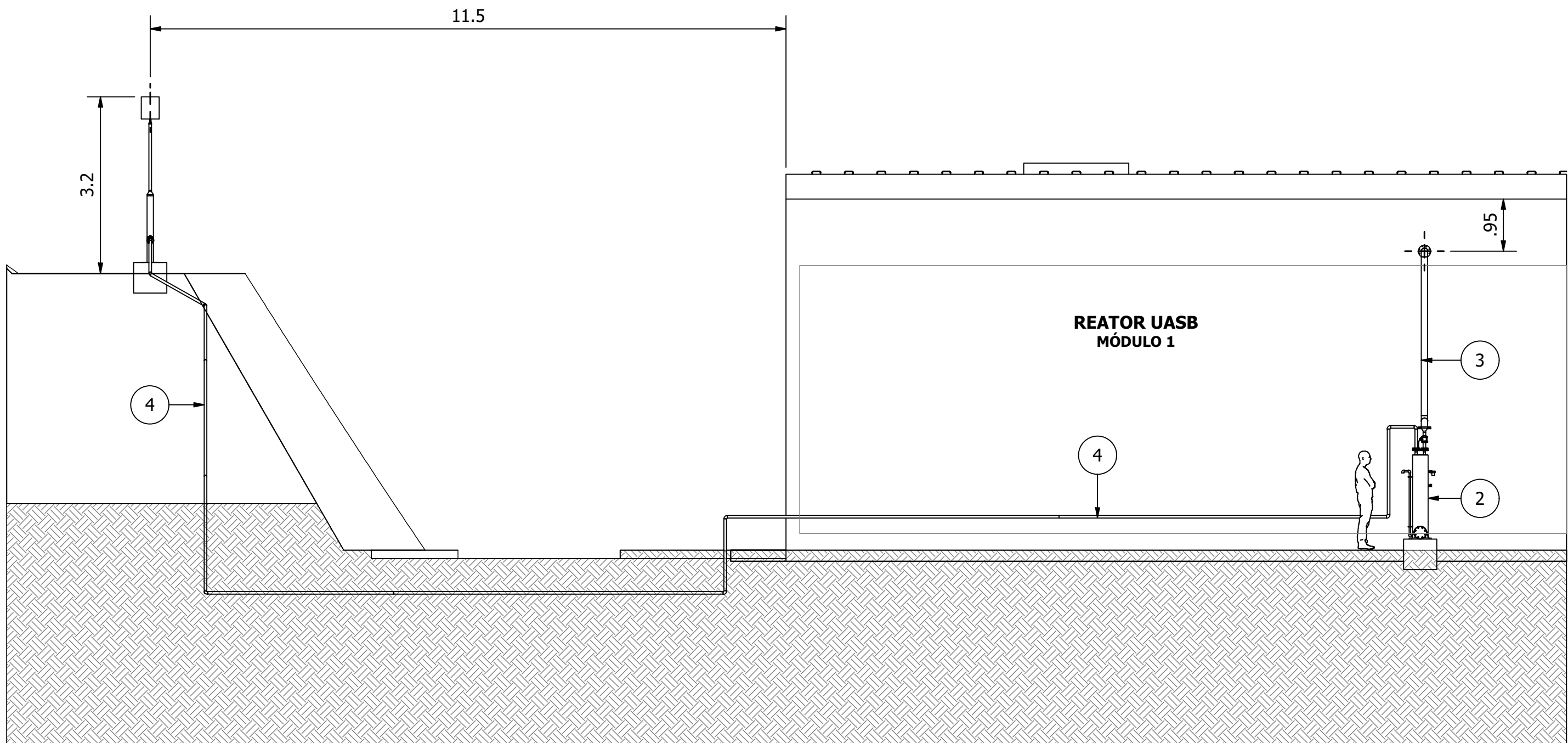
A alternativa 2 é apresentada no desenho DE.SAMAE.1.2.01.2 e apresenta os seguintes indicadores:

Tubulação de aço inox. AISI 304 DN 1 1/2 Pol:	46 m
Selo hídrico:	1 unidade
Flare de chama aparente:	1 com cap. 1 a 4 m ³ /h

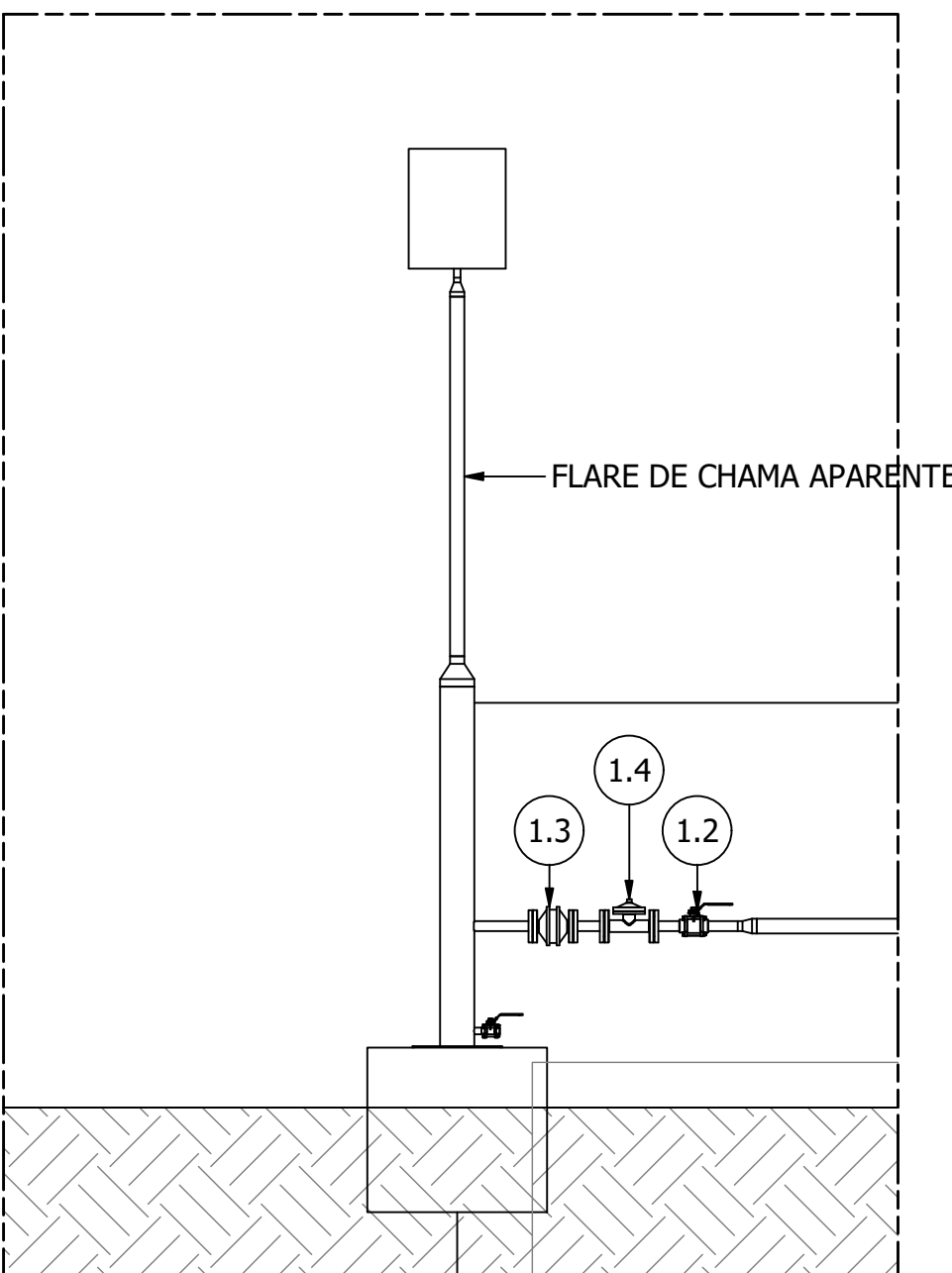




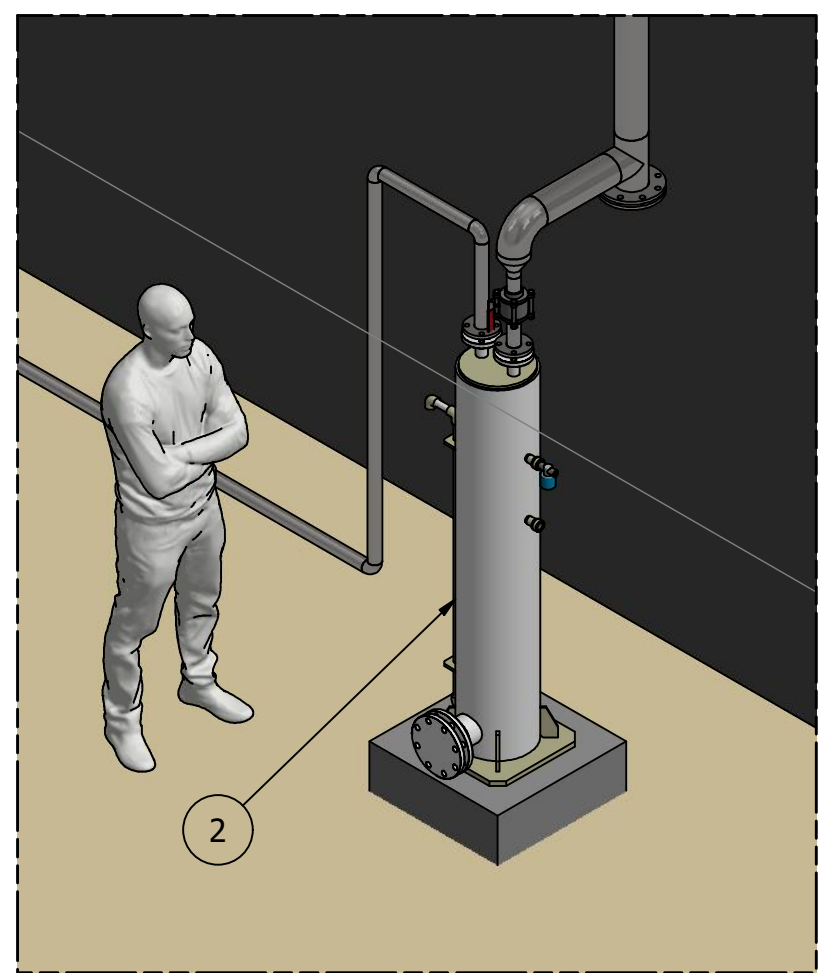
VISTA EM PLANTA
ESCALA: 1:75



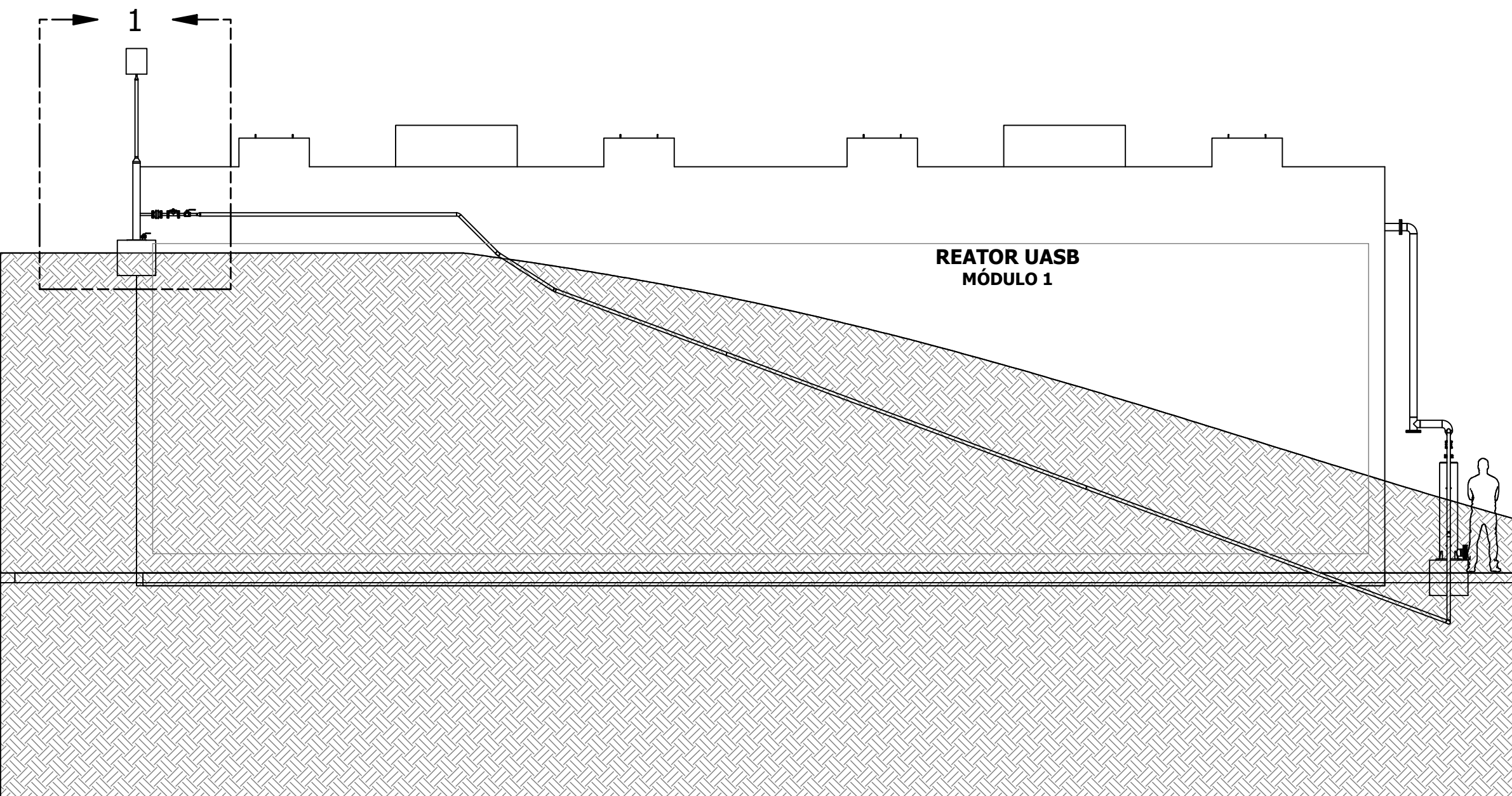
VISTA A-A
ESCALA 1:75



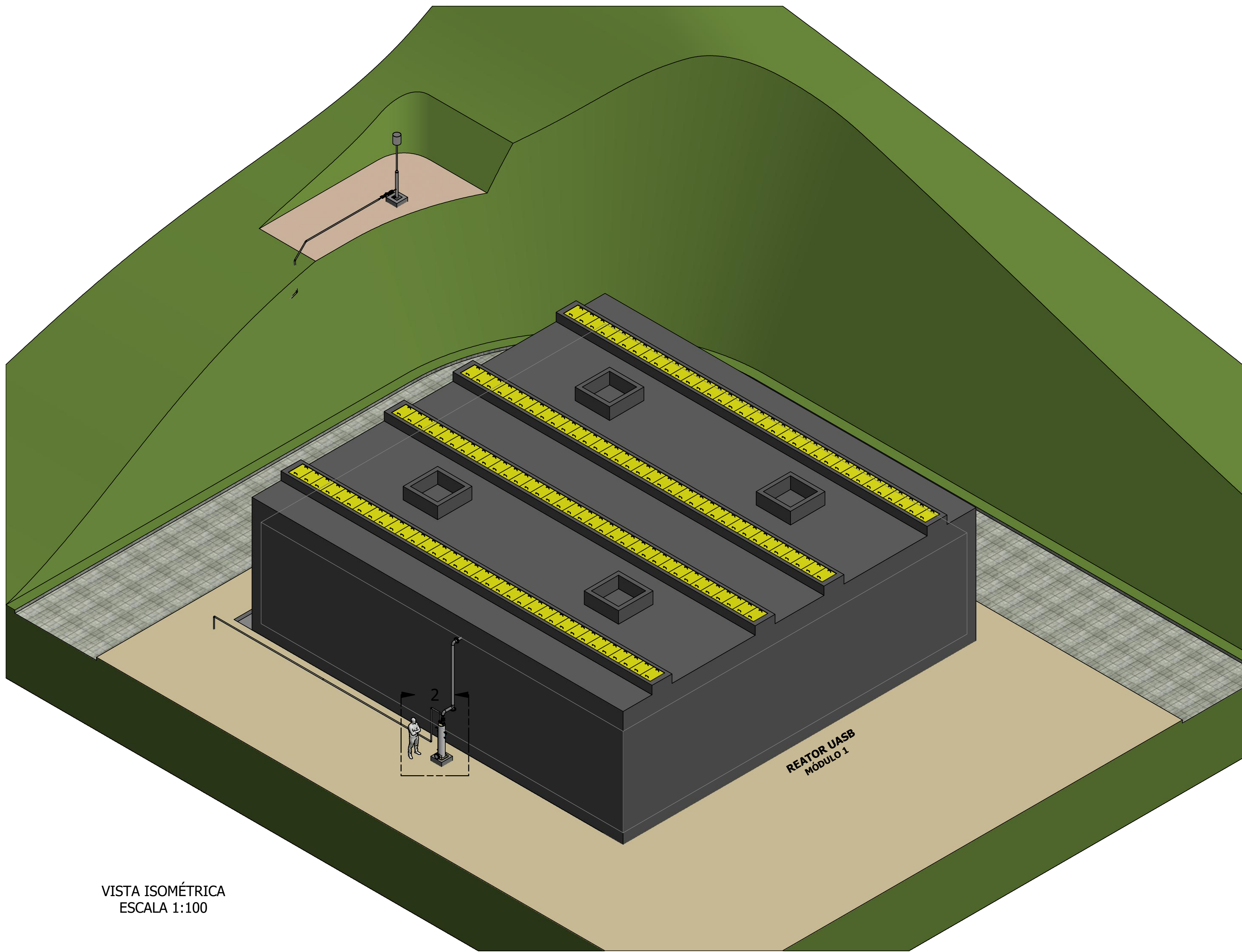
DETALHE 1
ESCALA 1:25



DETALHE 2
ESCALA 1:25



SEÇÃO B-B
ESCALA 1:75





VISTA ISOMÉTRICA
ESCALA 1:100

OBSERVAÇÕES:

- 1) DIMENSÕES EM METROS, EXCETO ONDE INDICADA A UNIDADE.
2) TUBULAÇÃO EM AÇO INOXIDÁVEL AISI 304.
3) OS EQUIPAMENTOS AQUI APRESENTADOS SÃO GENÉRICOS.

PARTS LIST			
ITEM	DESCRIÇÃO	CÓDIGO	QTDE
1	FLARE DE CHAMA APARENTE		1
1.1	VALV ESFERA TRIPARTIDA AISI 316 DN 0.5 MM SW 150 LBS		1
1.2	VALVULA ESFERA TRIPARTIDA AI DN 1 POL 150 LBS		1
1.3	VÁLVULA CORTA CHAMAS DN 1 POL		1
1.4	VÁLVULA DE ALÍVIO SUSTENTADORA DE PRESSÃO DN 1POL		1
2	SELO HÍDRICO		1
3	TUBULAÇÃO EXTERNA DE BIOGÁS - 1		1
4	TUBULAÇÃO EXTERNA DE BIOGÁS - 3		1


QUADRO DE REVISÕES				
REV	DESCRIÇÃO	DATA	ELABORAÇÃO	APROVAÇÃO
0	EMIÇÃO INICIAL	24/11/2023	E.MATSUO	
Título: DIAGNÓSTICO E PROJETOS DE BIOGÁS DAS ETE'S PROJETO BÁSICO - ETE CANYON				
Descrição: PLANTA GERAL - ALTERNATIVA 2				
Identificação da Área:				
TAG da tubulação ou equipamento:		UNIDADE:	Projeto:  	
Código: DE.SAMAE.1.2.01.2.R0		Escala: 1:75	Data: 24/11/2023	
Responsável Técnico: Engº Elias T. Matsuo		CREA: 5061891463	Revisão: R0	
Cliente: SERVIÇO AUTÔNOMO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO - SAMAE				
Centro de custo: CONTRATO Nº 3230370000			Status:	
Local da obra: CAXIAS DO SUL - RS			Para cotação	SIM
			Avaliação do Cliente:	SIM
			Liberado para montagem	NÃO

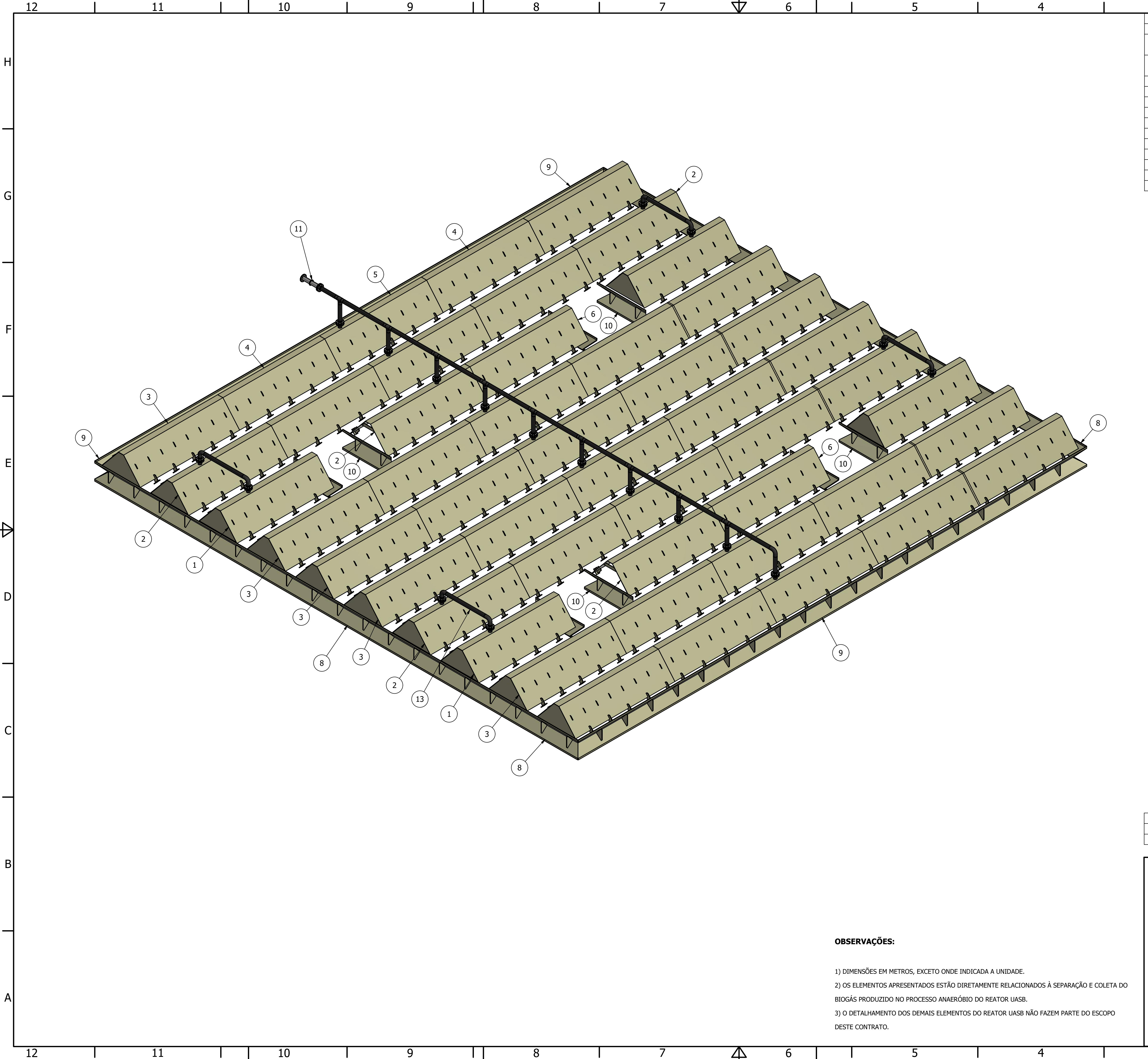


4



CNPJ Nº 29.791.094/0001-41
Faz. Cassiano
Tel. 051 3698-5530



Título: DIAGNÓSTICO E PROJETOS DE BIOGÁS DAS ETES		
PROJETO BÁSICO - ETE CANYON		
Descrição: REATOR USB - CANYON REPROJETADO		
Identificação da Área:		
TAG da tubulação ou equipamento:	UNIDADE:	Projeto: 
Código:	Fonte:	Data:
DE: SAMAE. 1.2.02.0R	1:75	23/11/2023
Responsável Técnico:	CREA:	Revisão:
Engº Elias T. Matsuo	5061891463	R0
Cliente:		
MUNICÍPIO AUTÔNOMO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESCOTO - SAMAE		
Termo de Contrato:		Status:
CONTRATO Nº 3230370000		Para cotação: SIM
Local de obra:		Avaliação do Cliente: SIM
CAXIAS DO SUL - RS		Liberado para montagem: NÃO



PARTS LIST			
ITEM	DESCRIÇÃO	CÓDIGO	QTDE
1	CAMPÂNULA 3800 MM COM BOCAL FLANGEADO E EXTR. FECHADA	SUB.MTG.15	4
2	CAMPÂNULA 3900 MM COM BOCAL FLANGEADO E EXTREMIDADE FECHADA	SUB.MTG.14	6
3	CAMPÂNULA 3900 MM COM EXTREMIDADE FECHADA	SUB.MTG.07	12
4	CAMPÂNULA 4000 MM	SUB.MTG.06	16
5	CAMPÂNULA 4000 MM COM BOCAL FLANGEADO	SUB.MTG.06A	8
6	CAMPÂNULA 4000 MM COM EXTREMIDADE FECHADA	SUB.MTG.16	2
7	CAMPÂNULA INFERIOR EM CONCRETO		9
8	DEFLETOR FIXADO NA PAREDE COMPR. 19 M	SUB.MTG.11	2
9	DEFLETOR FIXADO NA PAREDE COMPR. 20 M	SUB.MTG.12	2
10	DEFLETOR FIXADO NA PAREDE COMPR. 1900 MM	SUB.MTG.10	8
11	INSERTE AI COMP. 650 MM DN 4 POL - CARRETEL		1
12	TUBULAÇÃO INTERNA - COLETORA		1
13	TUBULAÇÃO INTERNA TELEFONE		4

OBSERVAÇÕES:

- 1) DIMENSÕES EM METROS, EXCETO ONDE INDICADA A UNIDADE.
- 2) OS ELEMENTOS APRESENTADOS ESTÃO DIRETAMENTE RELACIONADOS À SEPARAÇÃO E COLETA DO BIOGÁS PRODUZIDO NO PROCESSO ANAERÓBIO DO REATOR UASB.
- 3) O DETALHAMENTO DOS DEMAIS ELEMENTOS DO REATOR UASB NÃO FAZEM PARTE DO ESCOPO DESTE CONTRATO.




Título: DIAGNÓSTICO E PROJETO DE BIOGÁS DAS ETE'S

Projeto Básico ETE CANYON

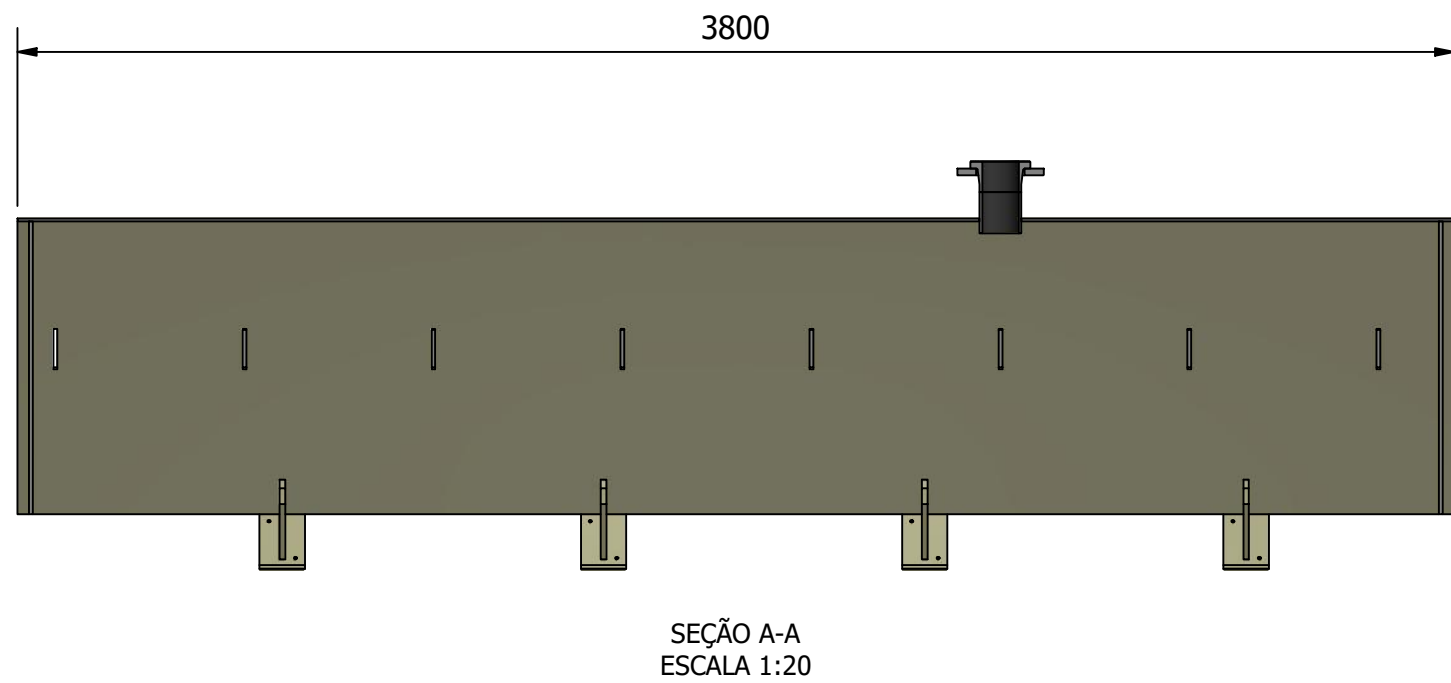
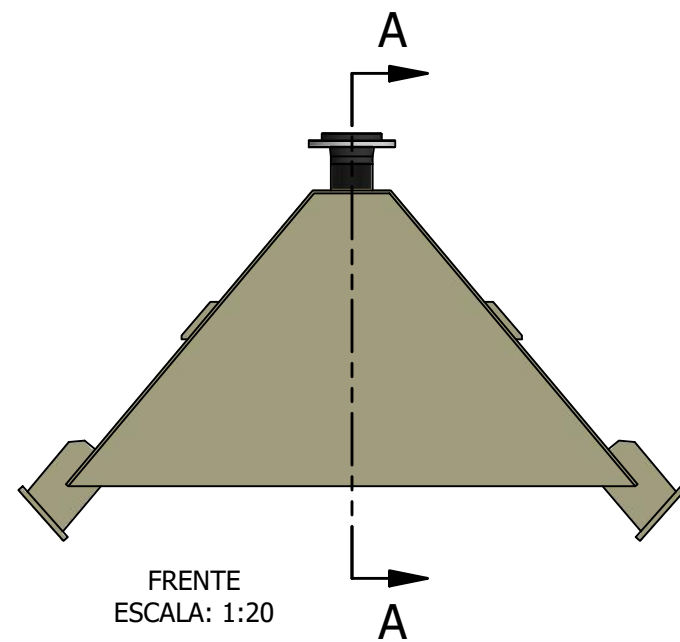
Descrição: ÍTERNS DO REATOR UASB - CANYON REPROJETADO

Identificação da Área: ETE CANYON

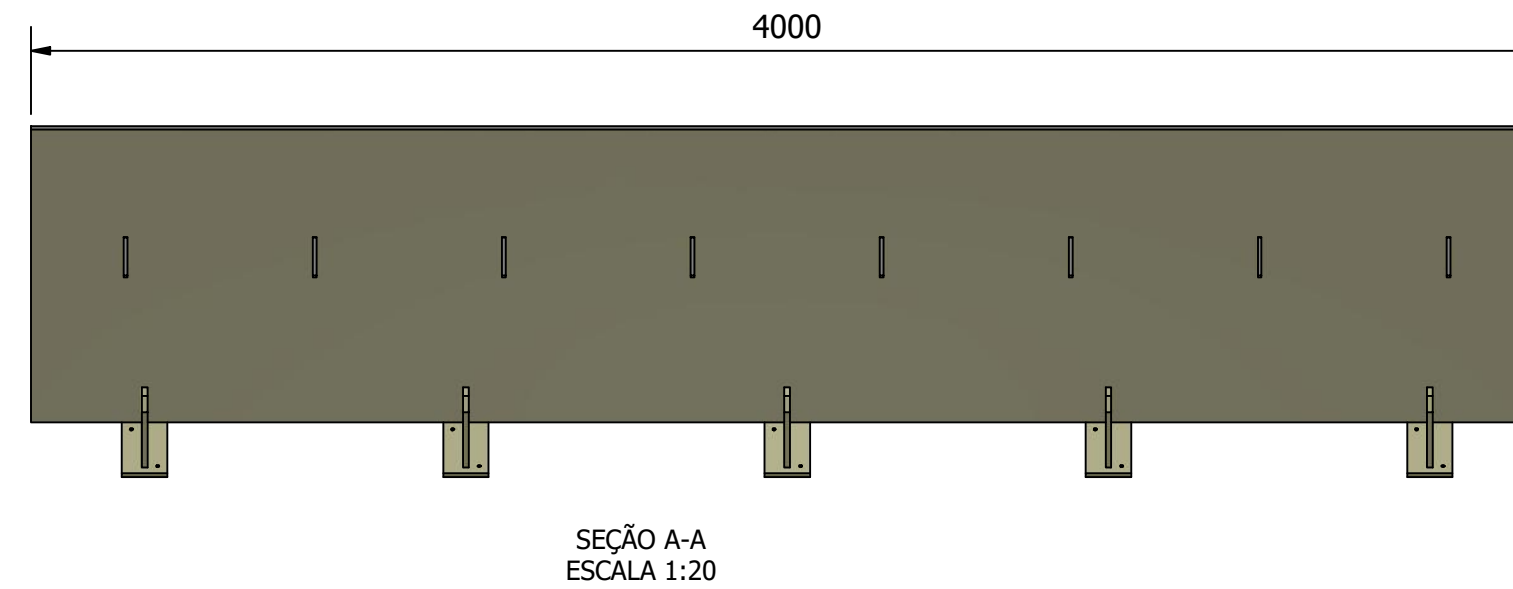
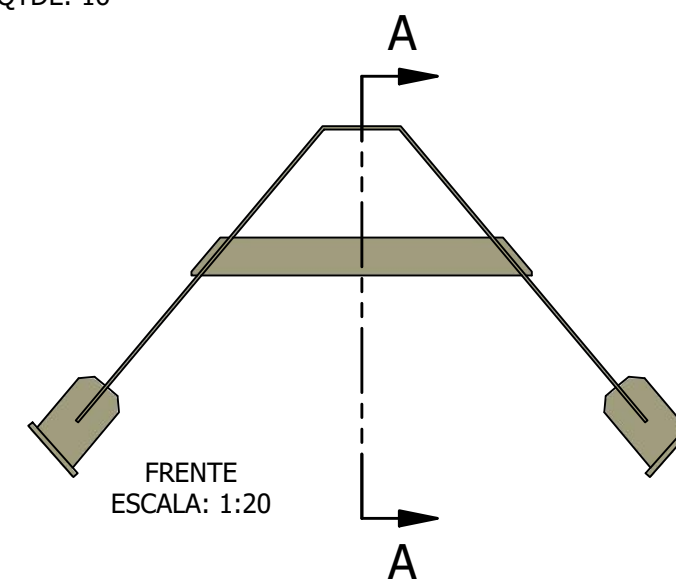
TAG da tubulação ou equipamento:	UNIDADE:	Projeção:
		
Código: DE.SAMAE.1.2.03.R0	Escala: 1:50	Data: 24/11/2023
Responsável Técnico: Engº Elias T. Matsuo	CREA: 5061891463	Revisão: R0
Cliente: SERVIÇO AUTÔNOMO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO - SAMAE		
Centro de Custo: CONTRATO Nº 3230370000	Status:	
Local da obra: CAXIAS DO SUL - RS	Para cotação	SIM
	Avaliação do Cliente	SIM
	Liberado para montagem	NÃO

CNPJ 26.791.064/0001-41
Fale conosco:
Tel. (51) 99168-5353

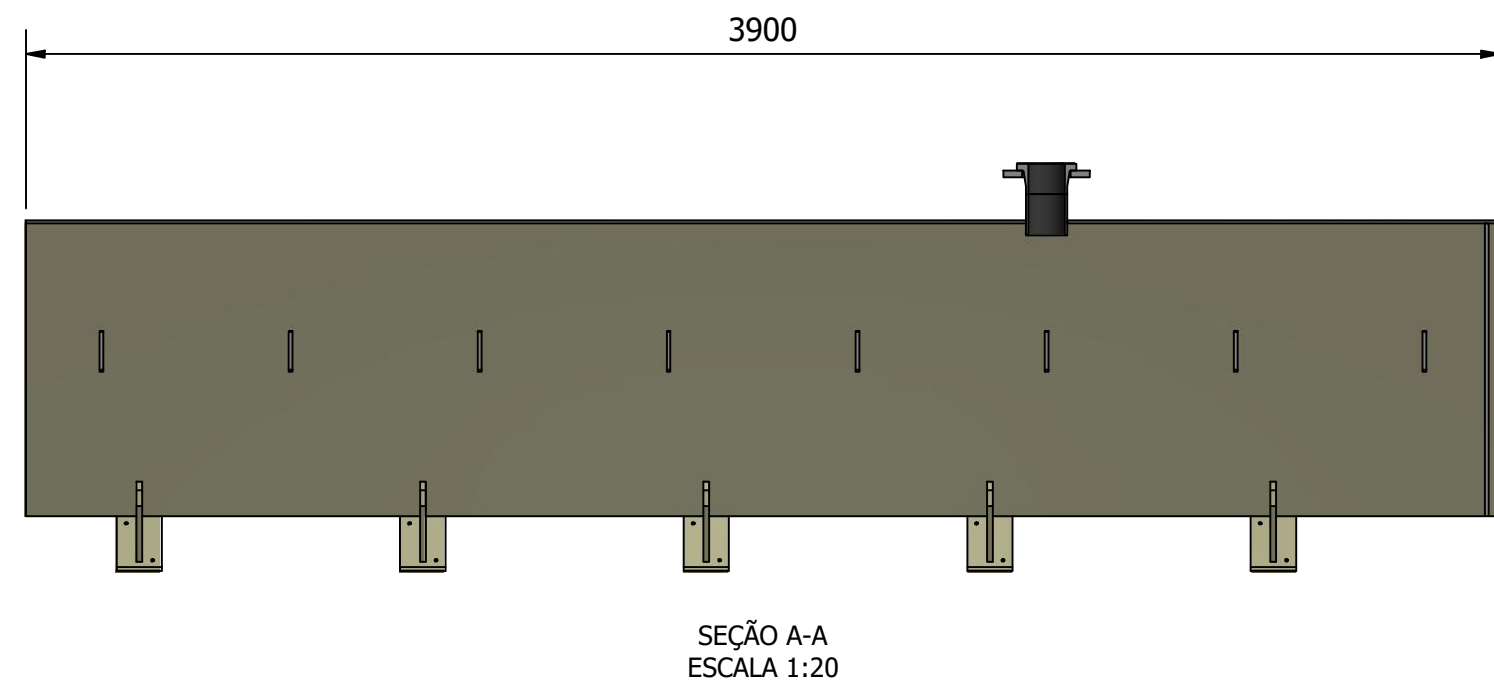
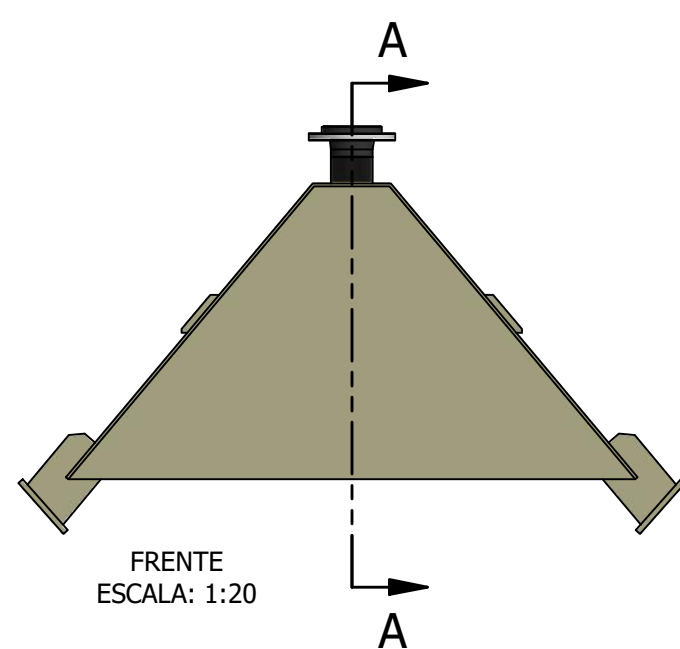
PESO ESTIMADO: 84,1 KG (PP)
QTDE: 4



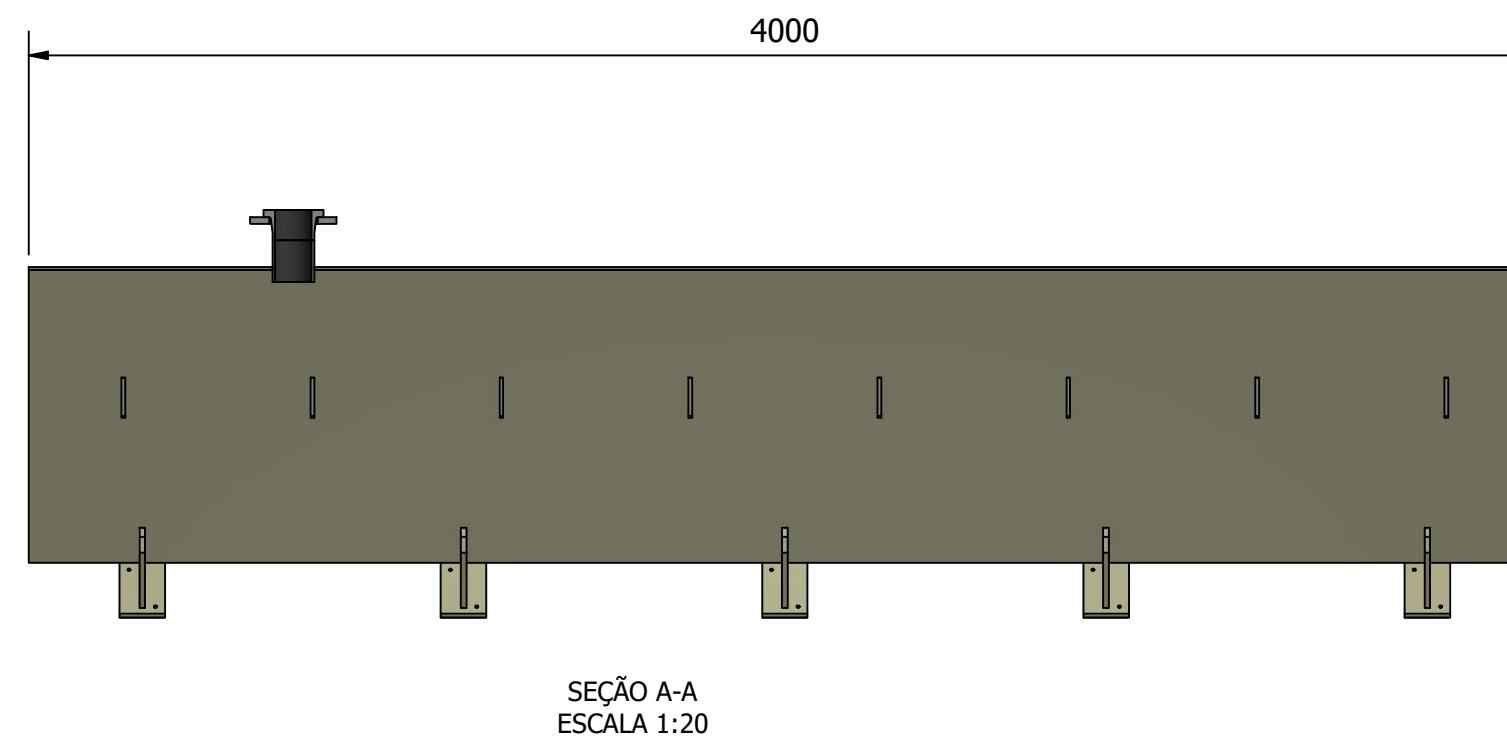
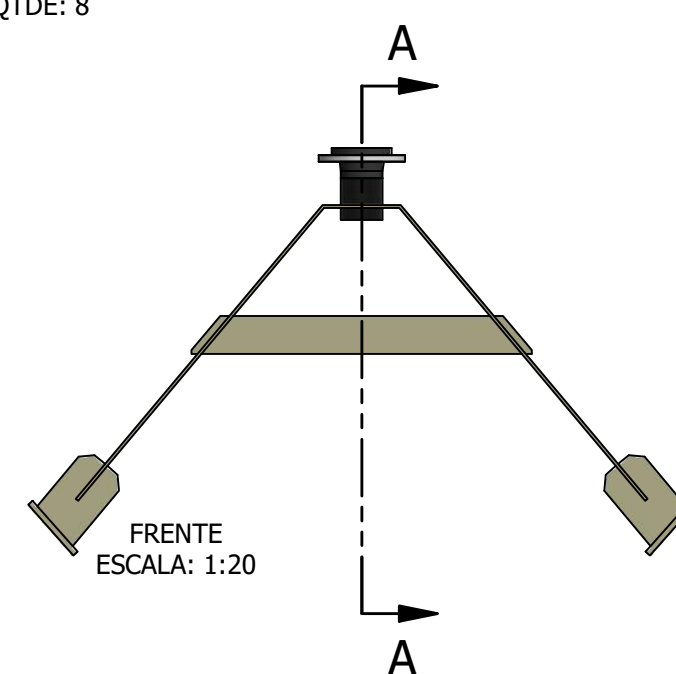
CAMPÂNULA 4000 MM
PESO ESTIMADO: 76,6 KG (PP)
QTDE: 16



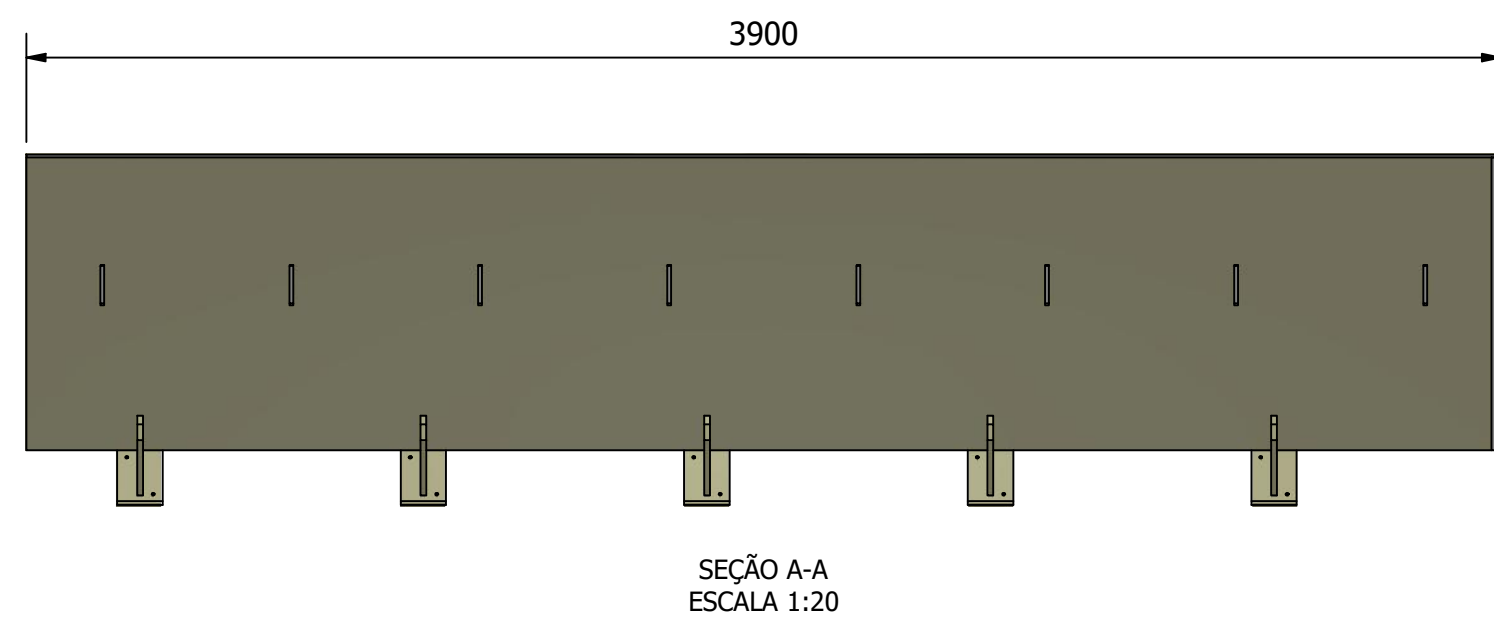
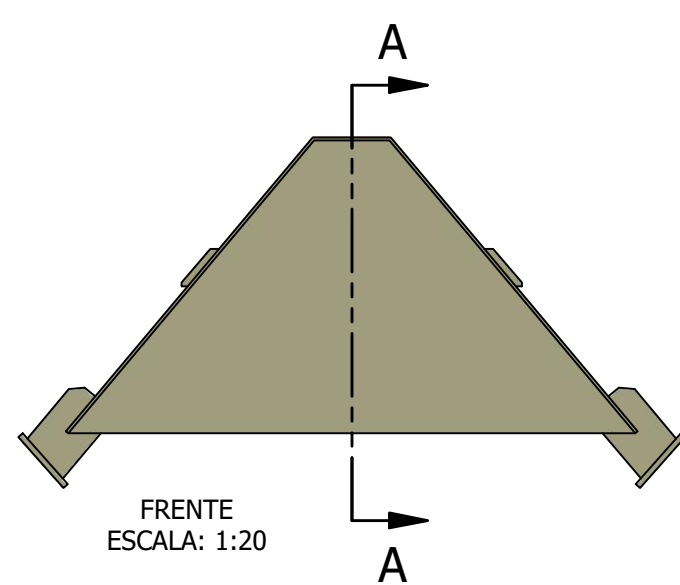
PESO ESTIMADO: 82,4 KG (PP)
QTDE: 6



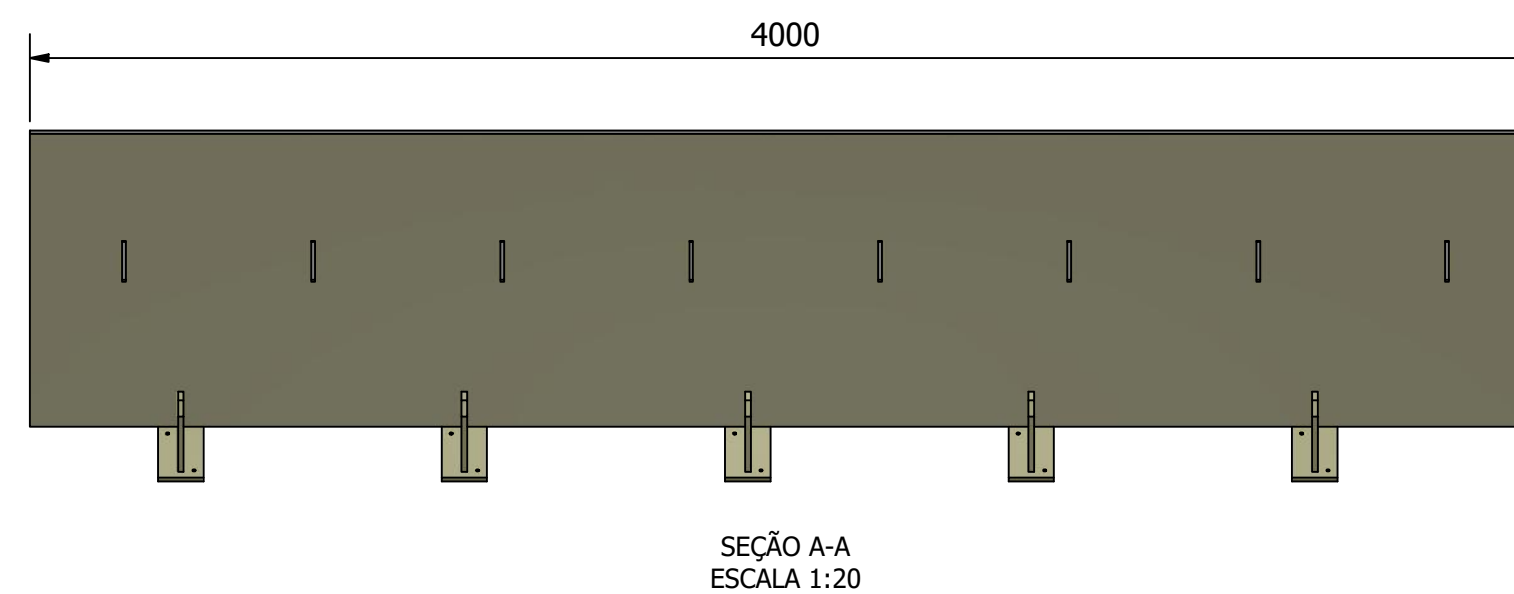
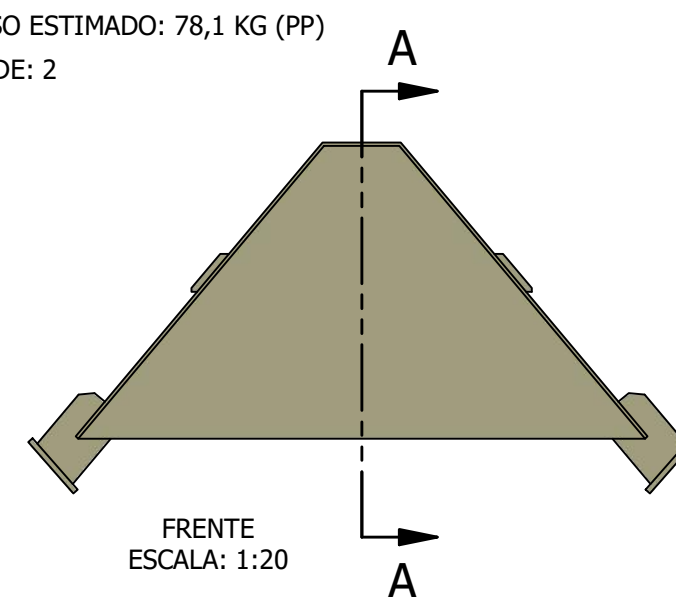
CAMPÂNULA 4000 MM COM BOCAL FLANGEADO
PESO ESTIMADO: 78,1 KG (PP)
QTDE: 8



PESO ESTIMADO: 80,9 KG (PP)
QTDE: 12



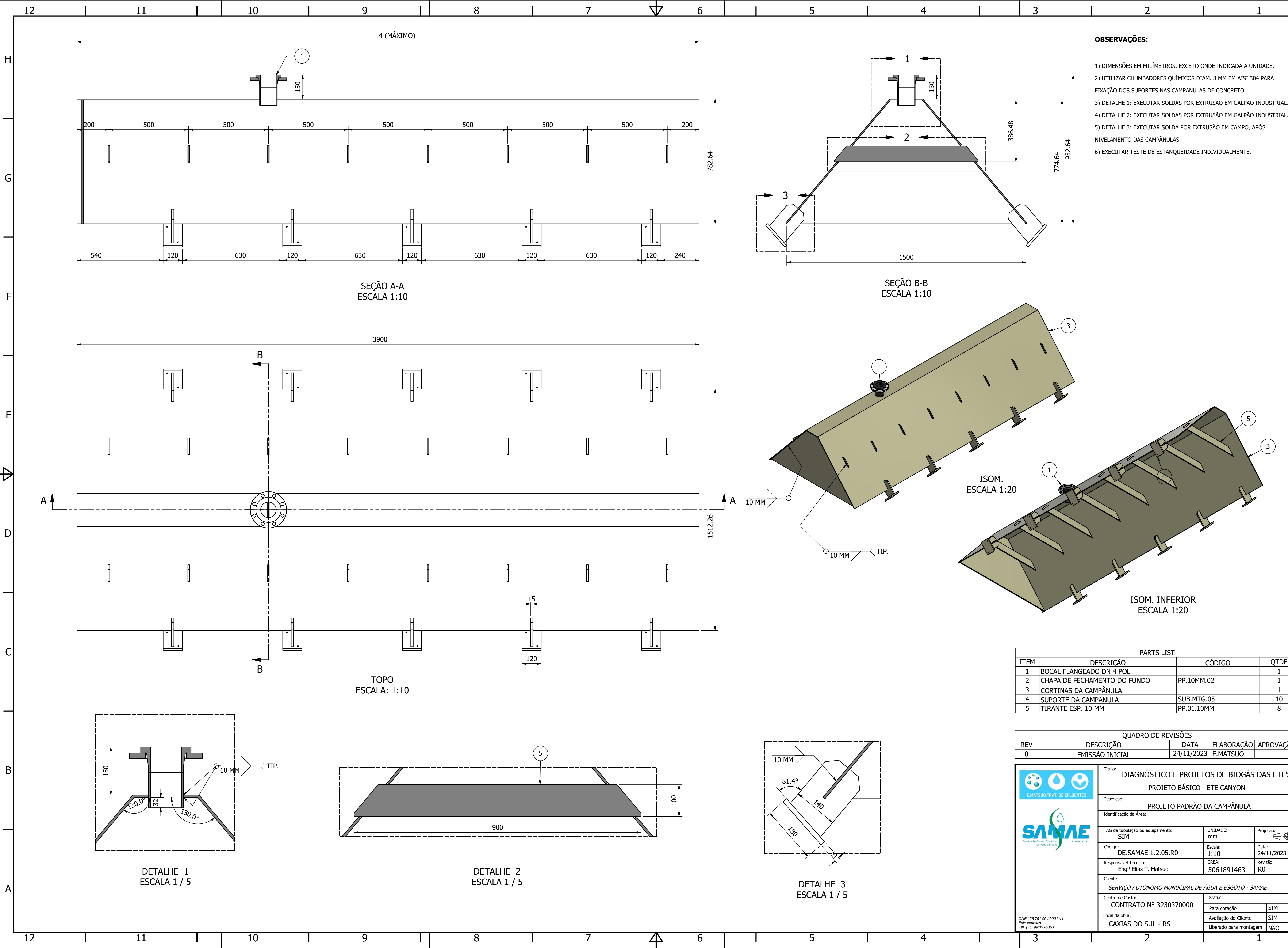
CAMPÂNULA 4000 MM COM BOCAL FLANGEADO
PESO ESTIMADO: 78,1 KG (PP)
QTDE: 2



QUADRO DE REVISÕES				
REV	DESCRIÇÃO	DATA	ELABORAÇÃO	APROVAÇÃO
0	EMISSION INICIAL	24/11/2023	E.MATSUO	

 E-MATSUO TRAT. DE EFLUENTES	Título: DIAGNÓSTICO E PROJETOS DE BIOGÁS DAS ETE'S		
	PROJETO BÁSICO ETE CANYON		
	Descrição: CJTO DE CAMPÂNULAS		
	Identificação da Área:		
	TAG da tubulação ou equipamento:	UNIDADE: mm	Projeção:  
	Código: DE.SAMAE.1.2.04.R0	Escala: 1:20	Data: 24/11/2023
	Responsável Técnico: Engº Elias T. Matsuo	CREA: 5061891463	Revisão: R0
Cliente: SERVIÇO AUTÔNOMO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO - SAMAE			
Centro de Custo: CONTRATO Nº 3230370000		Status:	
Local da obra: CAXIAS DO SUL - RS		Para cotação	SIM
		Avaliação do Cliente	SIM
		Liberado para montagem	NÃO

CNPJ 26.791.064/0001-11
 Fone contato:
 Tel. (35) 99168-5353





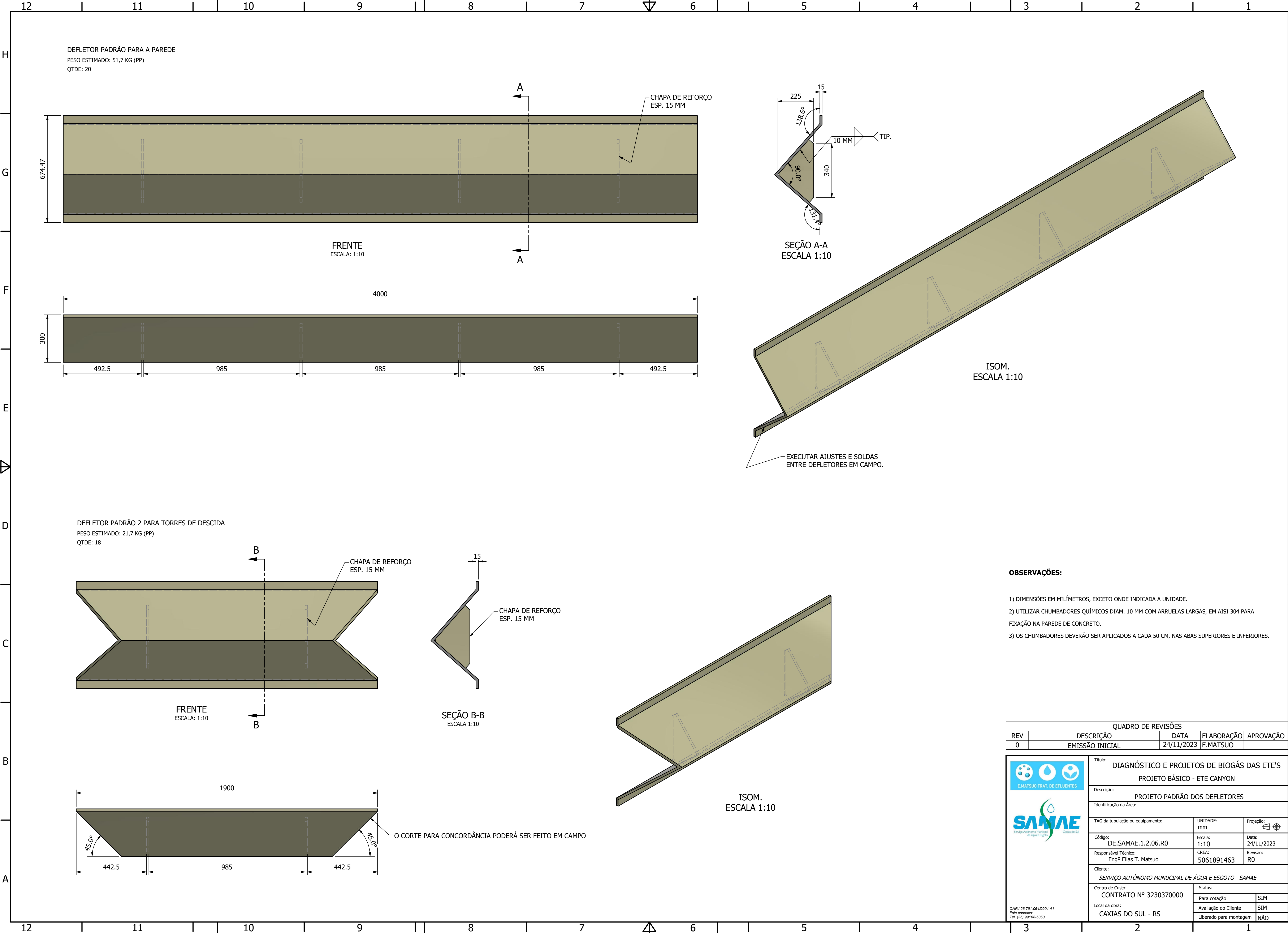
OBSERVAÇÕES:

- 1) DIMENSÕES EM MILÍMETROS, EXCETO ONDE INDICADA A UNIDADE.
2) UTILIZAR CHUMBADORES QUÍMICOS DIAM. 8 MM EM AISI 304 PARA FIXAÇÃO DOS SUPORTES NAS CAMPÂNULAS DE CONCRETO.
3) DETALHE 1: EXECUTAR SOLDAS POR EXTRUSÃO EM GALPÃO INDUSTRIAL.
4) DETALHE 2: EXECUTAR SOLDAS POR EXTRUSÃO EM GALPÃO INDUSTRIAL.
5) DETALHE 3: EXECUTAR SOLDA POR EXTRUSÃO EM CAMPO, APÓS NIVELAMENTO DAS CAMPÂNULAS.
6) EXECUTAR TESTE DE ESTANQUEIDADE INDIVIDUALMENTE.

PARTS LIST			
ITEM	DESCRIÇÃO	CÓDIGO	QTDE
1	BOCAL FLANGEADO DN 4 POL		1
2	CHAPA DE FECHAMENTO DO FUNDO	PP.10MM.02	1
3	CORTINAS DA CAMPÂNULA		1
4	SUPORTE DA CAMPÂNULA	SUB.MTG.05	10
5	TIRANTE ESP. 10 MM	PP.01.10MM	8

QUADRO DE REVISÕES				
REV	DESCRIÇÃO	DATA	ELABORAÇÃO	APROVAÇÃO
0	EMIÇÃO INICIAL	24/11/2023	E.MATSUO	

	Título: DIAGNÓSTICO E PROJETOS DE BIOGÁS DAS ETE'S PROJETO BÁSICO - ETE CANYON		
	Descrição: PROJETO PADRÃO DA CAMPÂNULA		
	Identificação da Área:		
	TAG da tubulação ou equipamento: SIM	UNIDADE: mm	Projeção: 
	Código: DE-SAMAE.1.2.05.R0	Escala: 1:10	Data: 24/11/2023
	Responsável Técnico: Engº Elias T. Matsuo	CREA: 5061891463	Revisão: R0
	Cliente: SERVIÇO AUTÔNOMO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO - SAMAE		
	Centro de Custo: CONTRATO Nº 3230370000	Status:	
	Local da obra: CAXIAS DO SUL - RS	Para cotação	SIM
		Avaliação do Cliente	SIM
CNPJ 26.791.064/0001-41 Fale conosco: Tel. (51) 99168-5353		Liberado para montagem	NÃO



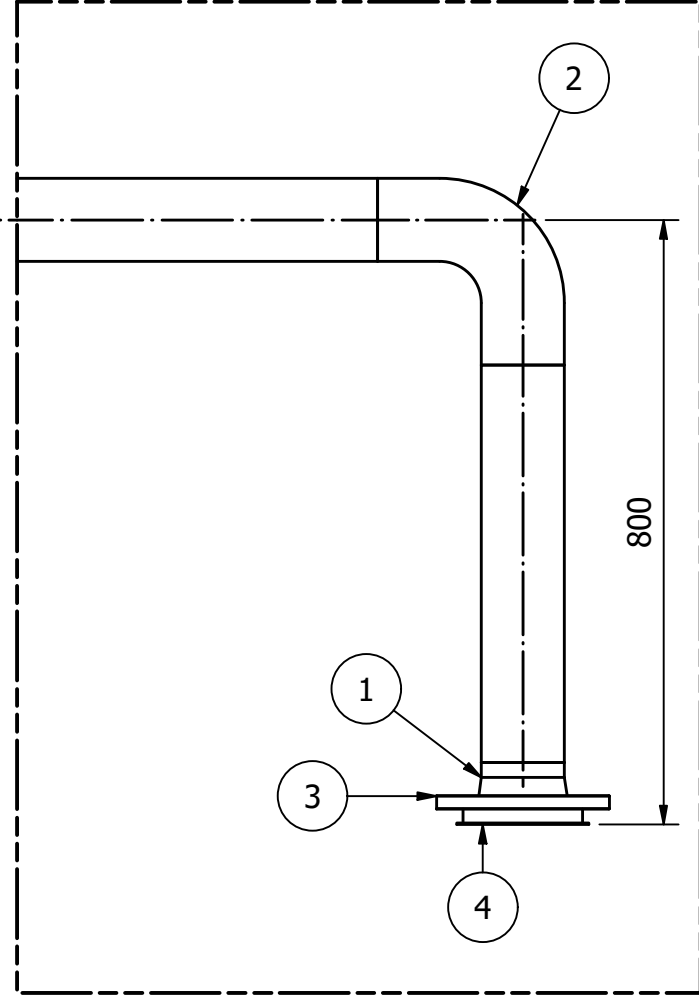
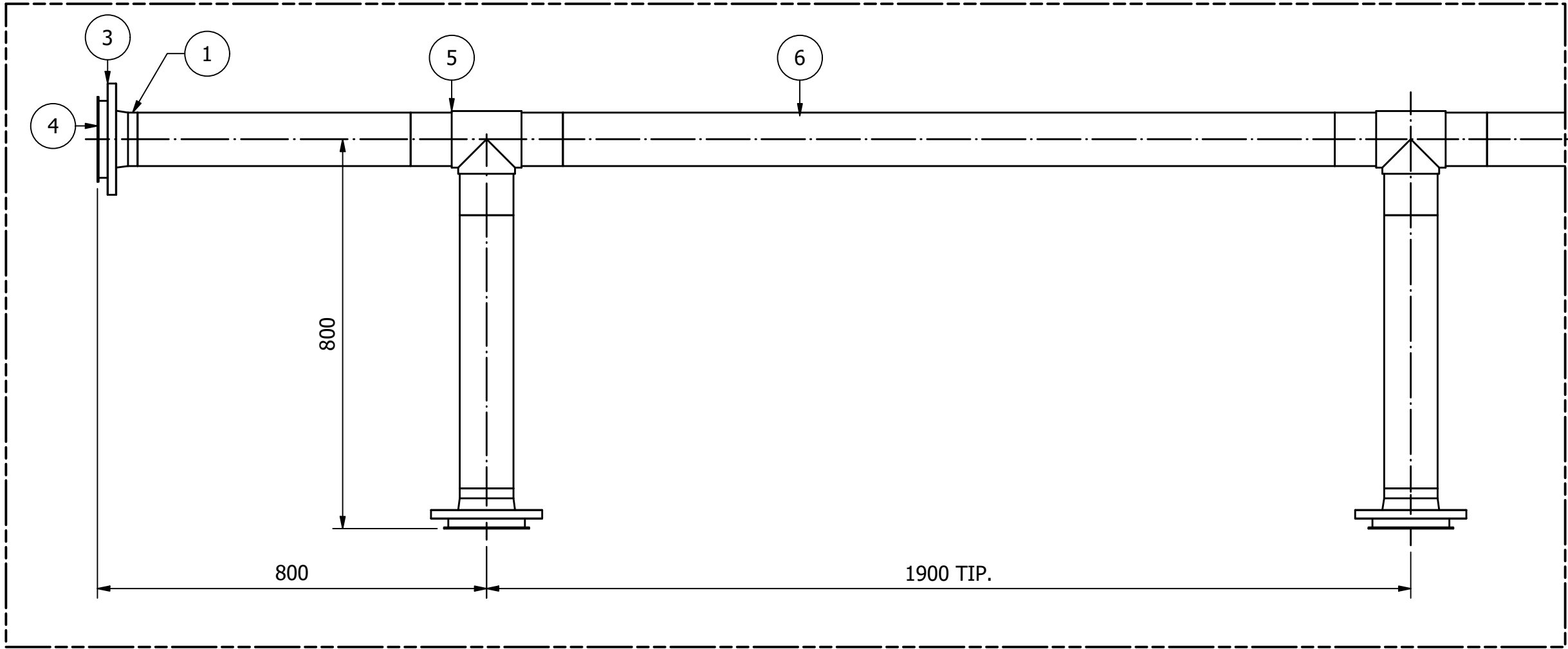
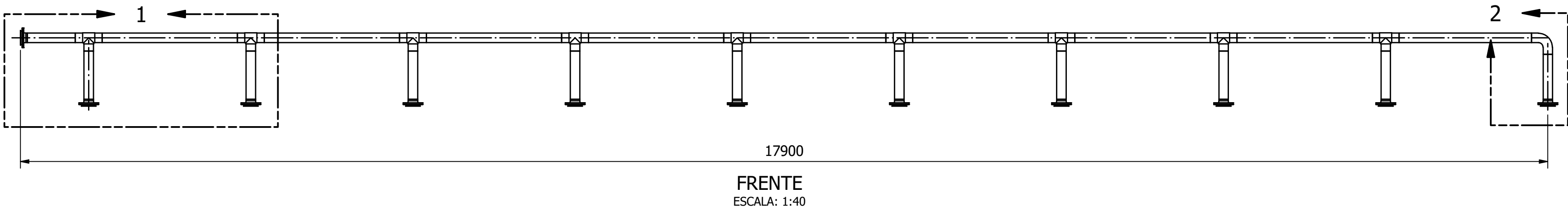
- OBSERVAÇÕES:**
- 1) DIMENSÕES EM MILÍMETROS, EXCETO ONDE INDICADA A UNIDADE.
 - 2) UTILIZAR CHUMBADORES QUÍMICOS DIAM. 10 MM COM ARRUELAS LARGAS, EM AISI 304 PARA FIXAÇÃO NA PAREDE DE CONCRETO.
 - 3) OS CHUMBADORES DEVERÃO SER APLICADOS A CADA 50 CM, NAS ABAS SUPERIORES E INFERIORES.

QUADRO DE REVISÕES				
REV	DESCRIÇÃO	DATA	ELABORAÇÃO	APROVAÇÃO
0	EMIÇÃO INICIAL	24/11/2023	E.MATSUO	

<div><div></div><div></div><div><p>CNPJ 26.791.064/0001-41</p><p>Fale conosco:</p><p>Tel. (35) 99168-5353</p></div></div>	Título:			
	DIAGNÓSTICO E PROJETOS DE BIOGÁS DAS ETE'S			
	PROJETO BÁSICO - ETE CANYON			
	Descrição:			
	PROJETO PADRÃO DOS DEFLETORES			
	Identificação da Área:			
	TAG da tubulação ou equipamento:		UNIDADE:	Projeção:
			mm	
	Código:	Escala:	Data:	
	DE.SAMAE.1.2.06.R0	1:10	24/11/2023	
	Responsável Técnico:	CREA:	Revisão:	
Engº Elias T. Matsuo	5061891463	R0		
Cliente:				
SERVIÇO AUTÔNOMO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO - SAMAE				
Centro de Custo:		Status:		
CONTRATO Nº 3230370000				
Local da obra:	Para cotação		SIM	
	Avaliação do Cliente		SIM	
	Liberado para montagem		NÃO	

TUBULAÇÃO INTERNA - COLETORA

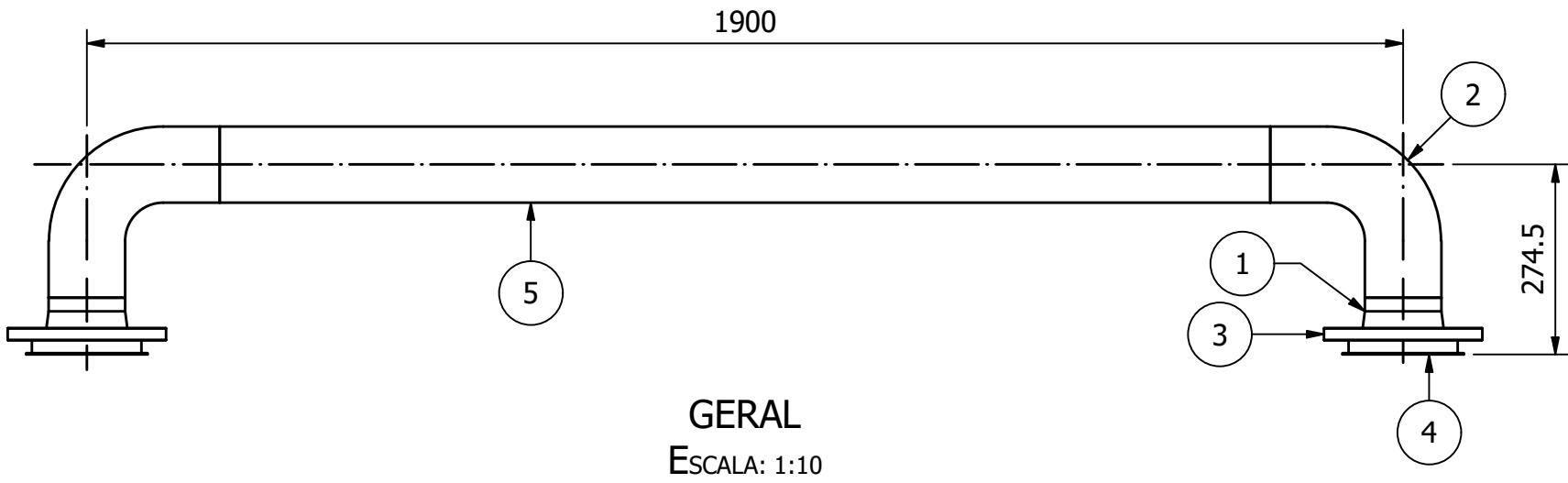
PESO ESTIMADO: 61 KG (PEAD)
QTDE: 1 POR REATOR



LISTA DO COLETOR			
ITEM	DESCRIÇÃO	CÓDIGO	QTDE
1	COLARINHO PEAD DIN 16963 SDR 17 DE 110 MM		11
2	CURVA 90 GR PEAD PE100 INJ. SDR 11 DE 110 MM - SPIGOT LONGO		1
3	FLANGE PP INS. MET. ANSI MOP 16 BAR DE 110 MM		11
4	JUNTA NAO METALICA PARA FLANGE ASME B16.21 DN 4 ESP. 2,5 MM		11
5	TEE PEAD PE100 110 MM SDR 17 SPIGOT LONGO		9
6	TUBO PEAD PE100 ISO 4427 SDR 17 PN 10 DE 110 MM		20387,500 mm

TUBULAÇÃO INTERNA - TELEFONE

PESO ESTIMADO: 7 KG (PEAD)
QTDE: 6 POR REATOR




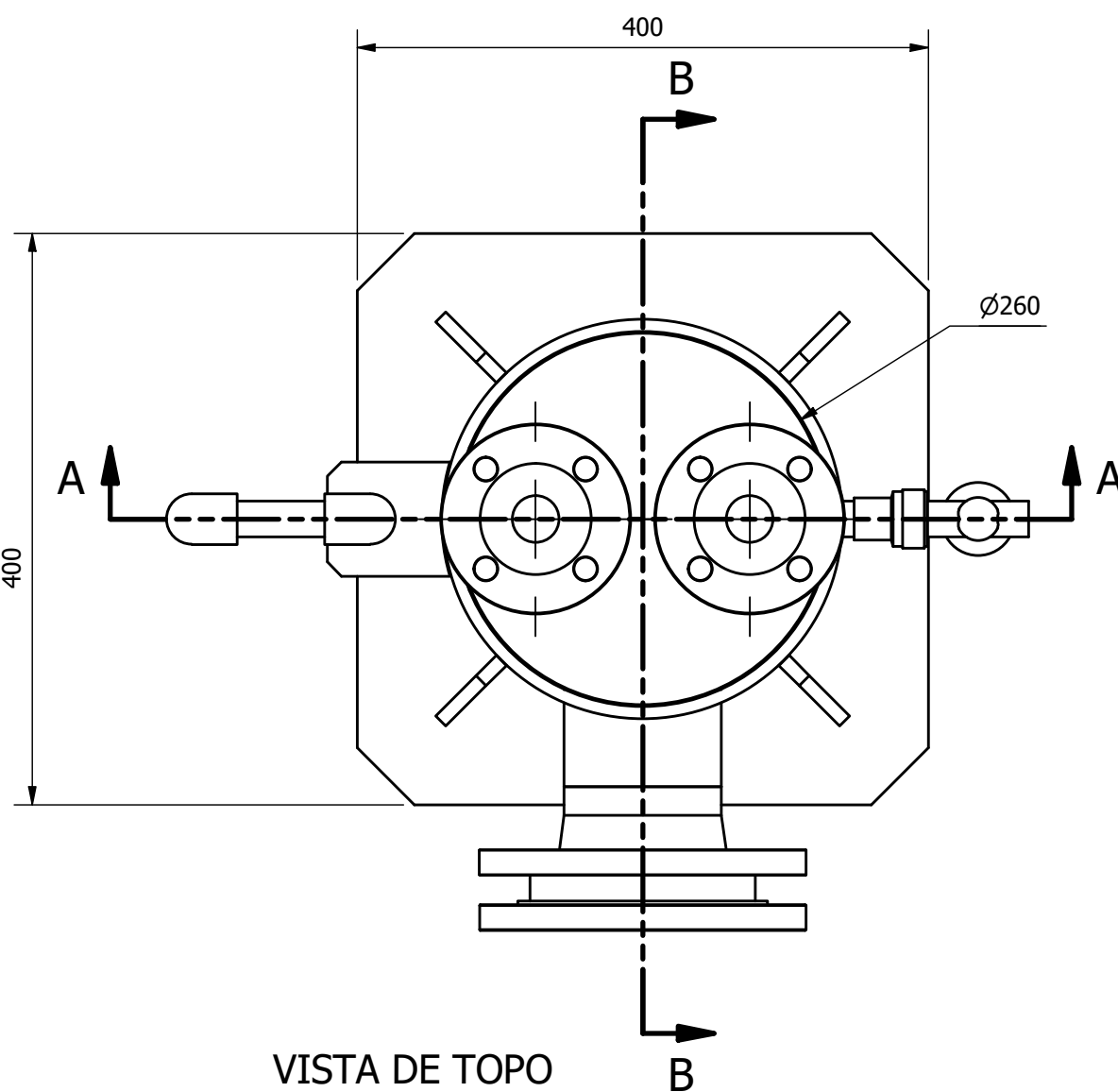
LISTA DO TELEFONE (1 UNIDADE)			
ITEM	DESCRIÇÃO	CÓDIGO	QTDE
1	COLARINHO PEAD DIN 16963 SDR 17 DE 110 MM		2
2	CURVA 90 GR PEAD PE100 INJ. SDR 17 DE 110 MM - SPIGOT LONGO		2
3	FLANGE PP INS. MET. ANSI MOP 16 BAR DE 110 MM		2
4	JUNTA NAO METALICA PARA FLANGE ASME B16.21 DN 4 ESP. 2,5 MM		2
5	TUBO PEAD PE100 ISO 4427 SDR 17 PN 10 DE 110 MM		1516,000 mm

OBSERVAÇÕES:

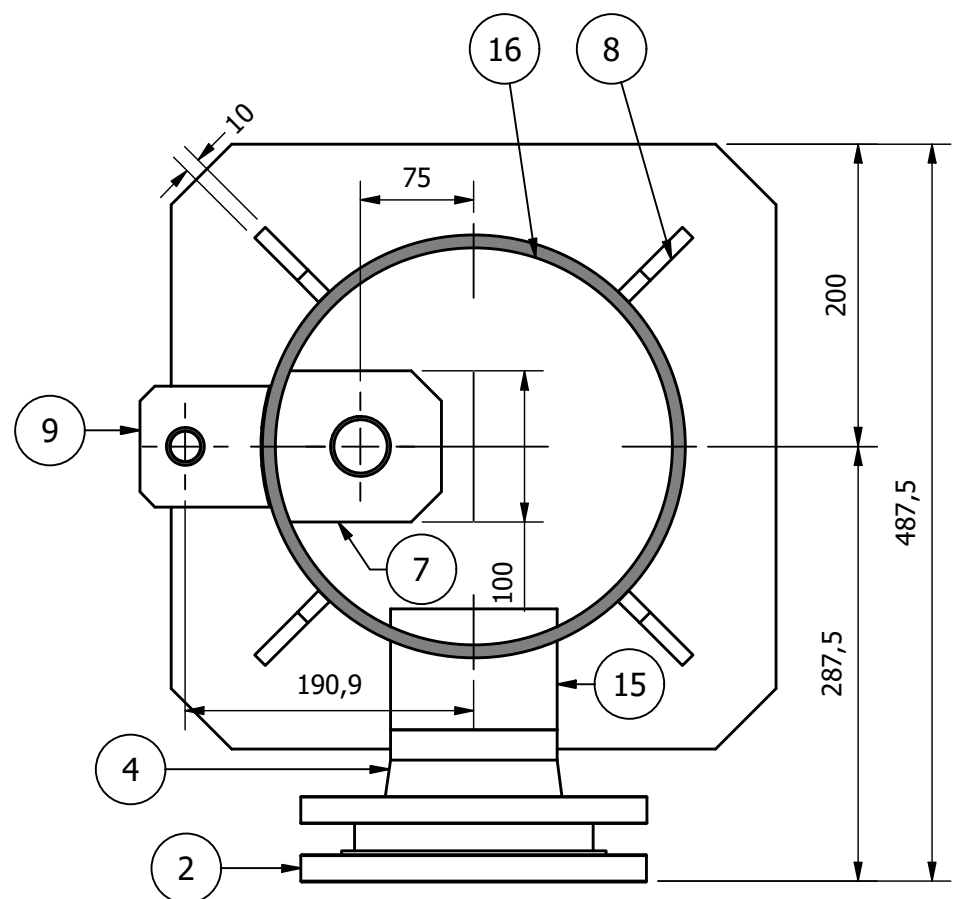
- DIMENSÕES EM MILÍMETROS, EXCETO ONDE INDICADA A UNIDADE.
- CONEXÕES PARAFUSADAS PARA FLANGES EM AÇO INOXIDÁVEL AISI 304 OU SUPERIOR.
- OS COMPRIMENTOS DOS TRECHOS DEVERÃO SER AJUSTADOS EM CAMPO.
- PODERÃO SER UTILIZADAS SOMENTE EMENDAS COM PLACAS AQUECIDAS OU ELETROFUSÃO.

QUADRO DE REVISÕES				
REV	DESCRIÇÃO	DATA	ELABORAÇÃO	APROVAÇÃO
0	EMIÇÃO INICIAL	23/11/2023	E.MATSUO	

<div><div><small>CNPJ 26.791.064/0001-41 Fale conosco: Tel. (51) 99168-5353</small></div></div>	Título: DIAGNÓSTICO E PROJETOS DE BIOGÁS DAS ETE'S PROJETO BÁSICO - ETE CANYON					
	Descrição: TUBULAÇÃO INTERNA PARA COLETA DO BIOGÁS					
	Identificação da Área: ETE CANYON					
	TAG da tubulação ou equipamento: SIM	UNIDADE: mm	Projeção: 			
	Código: DE-SAMAE.1.2.07.R0	Escala: 1:10	Data: 23/11/2023			
	Responsável Técnico: Engº Elias T. Matsuo	CREA: 5061891463	Revisão: R0			
	Cliente: SERVIÇO AUTÔNOMO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO - SAMAE					
	Centro de Custo: CONTRATO Nº 3230370000	Status:				
	Local da obra: CAXIAS DO SUL - RS	Para cotação	SIM			
		Avaliação do Cliente	SIM			
		Liberado para montagem	NÃO			



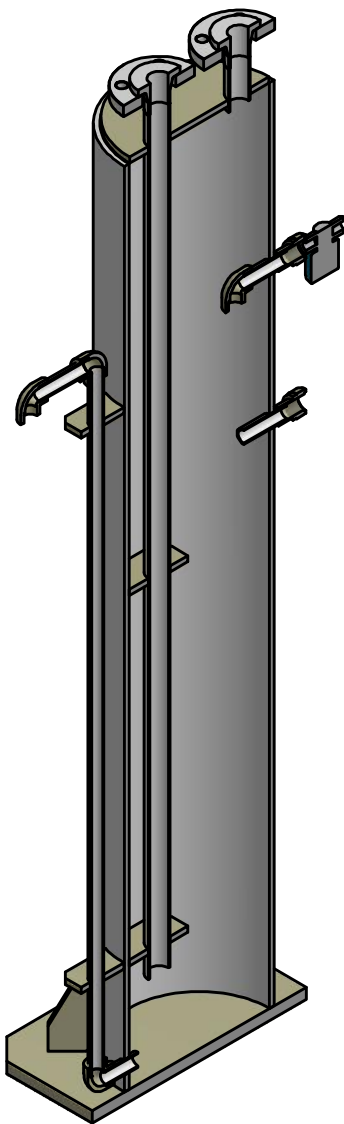
VISTA DE TOPO
ESCALA: 1:5



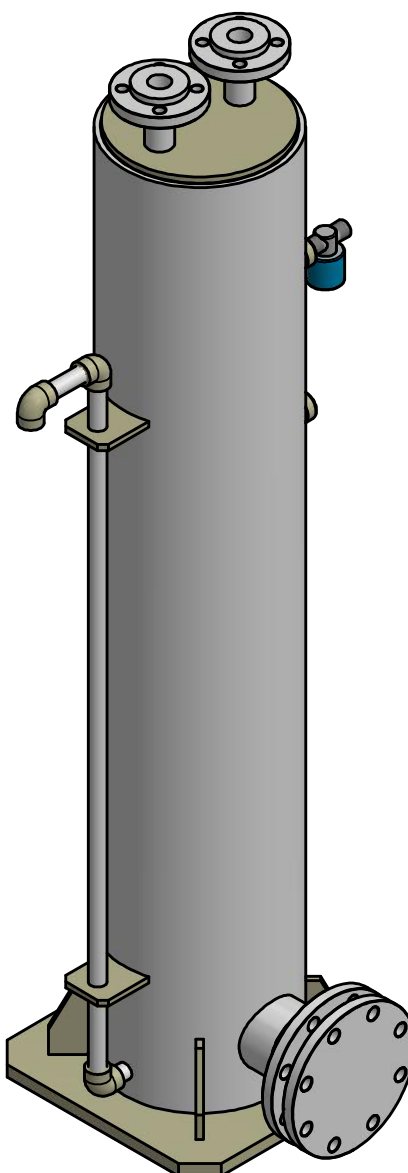
SEÇÃO C-C
ESCALA 1:5

OBSERVAÇÕES:

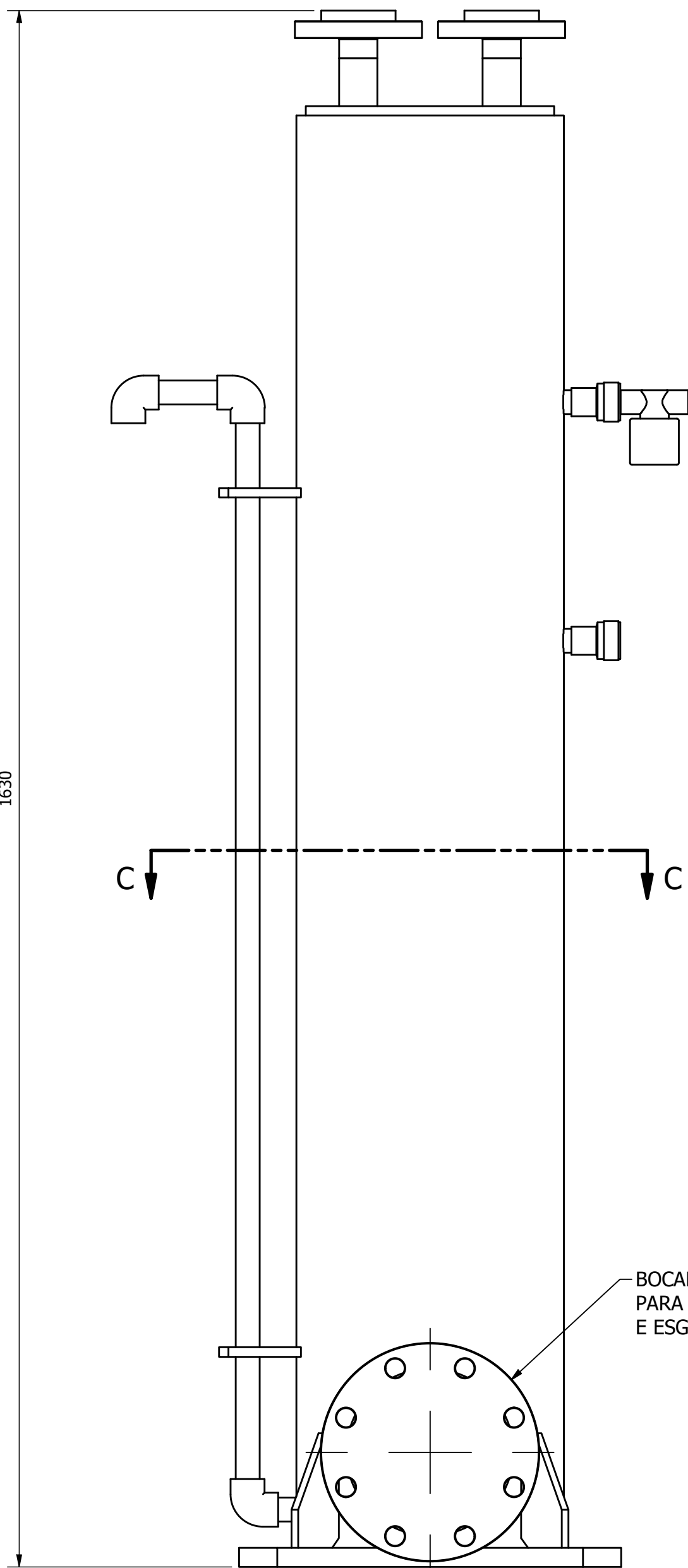
- 1) DIMENSÕES EM MILÍMETROS, EXCETO ONDE INDICADA A UNIDADE.
- 2) AS ESPESSURAS DAS CHAPAS ONDE INDICADAS, CORRESPONDEM ÀS MÍNIMAS.
- 3) PODERÃO SER UTILIZADAS CHAPAS DE POLIPROPILENO OU DE PEAD NA FABRICAÇÃO.
- 4) PESO APROXIMADO NA ALTERNATIVA EM PP: 17 KG.
- 5) DEVERÁ SER EXECUTADO TESTE DE ESTANQUEIDADE EM FÁBRICA.
- 6) DEVERÃO ESTAR INCLUSOS NO ESCOPO DO FORNECIMENTO:
 - CHUMBADORES EM AÇO INOXIDÁVEL PARA FIXAÇÃO DO TANQUE;
 - TODOS OS ITENS INCLUSOS NESTE DESENHO.



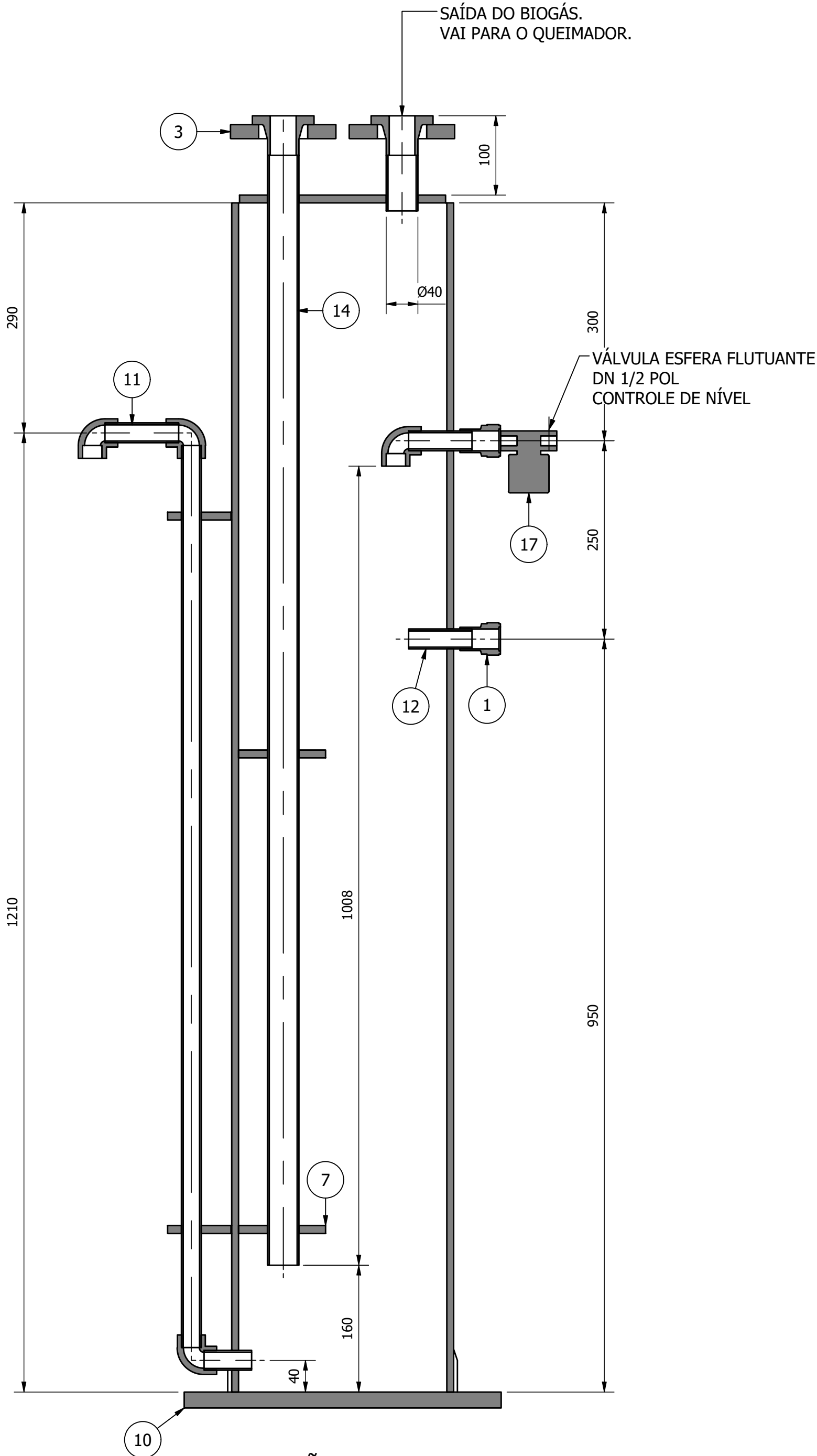
ISOM. SEÇÃO A-A
SCALE 1:10



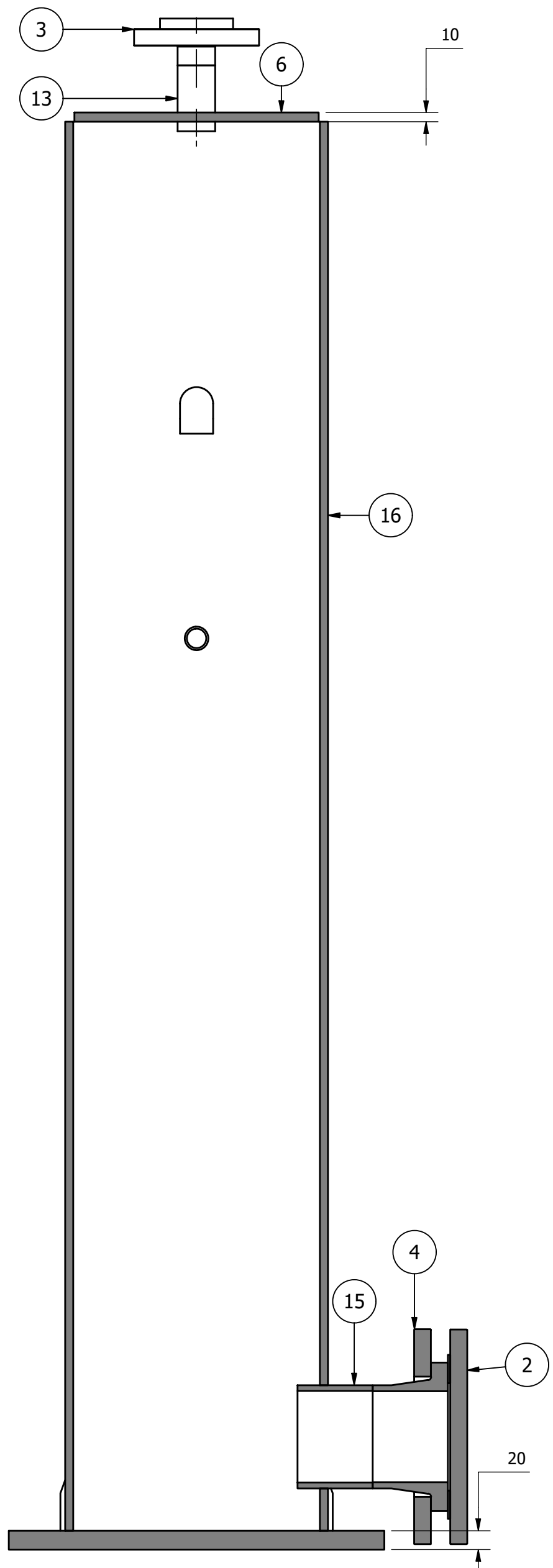
ISOM.
ESCALA 1:10



BOCAL DE ACESSO DN 4 POL
PARA LIMPEZA DE FUNDO
E ESGOTAMENTO



SEÇÃO A-A
ESCALA 1:5

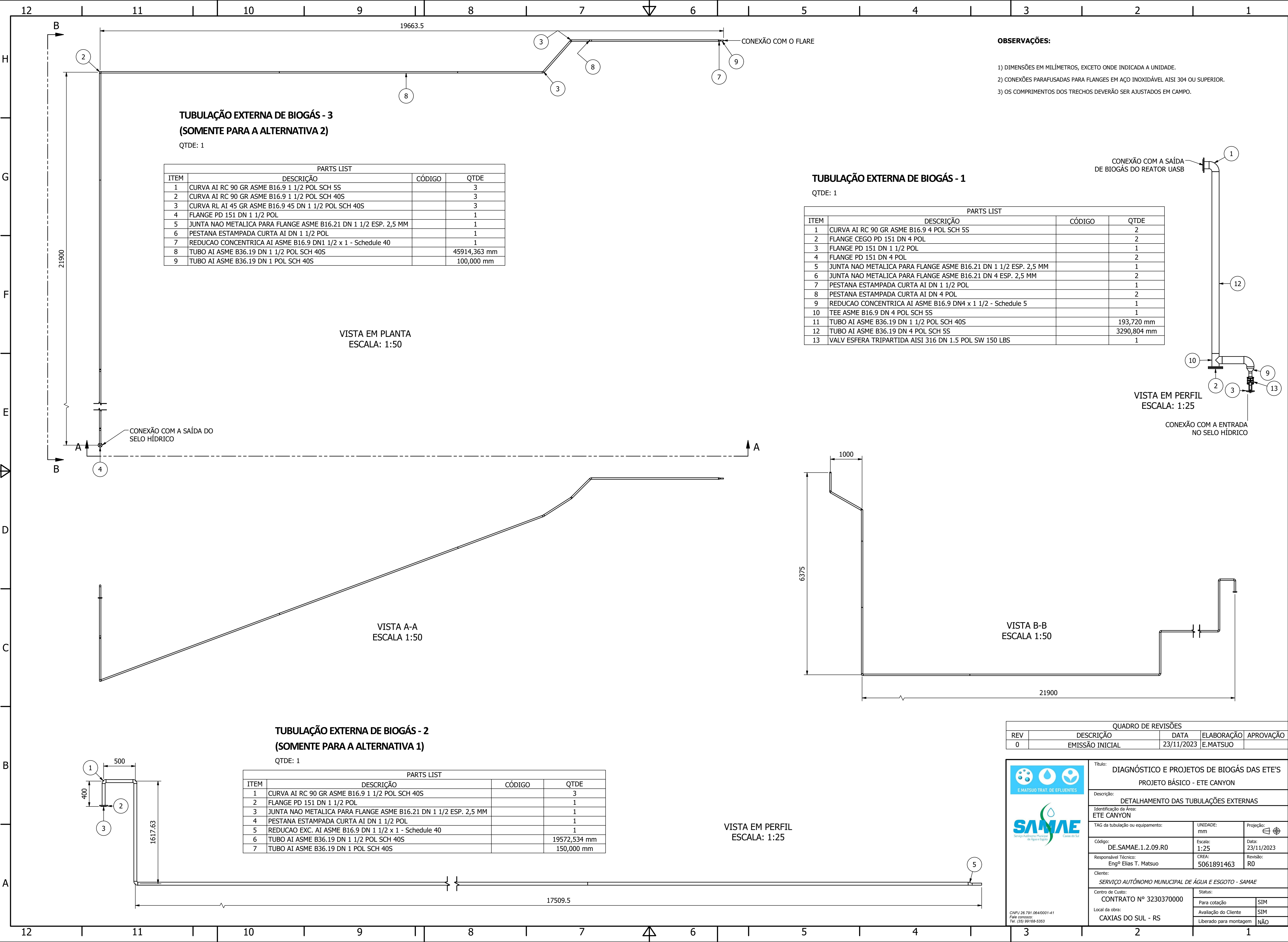



SEÇÃO B-B
ESCALA 1:5

LISTA DE MATERIAIS			
ITEM	DESCRIÇÃO	CÓDIGO	QTDE
1	ADAPTADOR 25MM NPT		2
2	FLANGE CEGO MET. REV. PP ANSI 16 BAR DE 110 MM		1
3	FLANGE COLARINHO VEDACAO DE 40 MM SDR 17 S VED		2
4	FLANGE COLARINHO VEDACAO DE 110 MM SDR 17		1
5	JOELHO 90GR SW PP DIN 16.962 DN 20 MM		1
6	SELO.HID.PP.10MM.06		1
7	SELO.HID.PP.10MM.07		2
8	SELO.HID.PP.10MM.09		4
9	SELO.HID.PP.10MM.10		2
10	SELO.HID.PP.15MM.03		1
11	TUB.SELO.HID.1		1
12	TUBO PP DIN 8077 DE 25-SDR 11 PN 12,5 L 80		160,000 mm
13	TUBO PP DIN 8077 DE 40-SDR 17,6 PN 8 L 70		70,000 mm
14	TUBO PP DIN 8077 DE 40-SDR 17,6 PN 8 L 1400		1400,000 mm
15	TUBO PP DIN 8077 DE 110-SDR 17,6 PN 8 L 80		80,000 mm
16	TUBO PP DIN 8077 DE 280-SDR 33 PN 4		1500,000 mm
17	VALV.ESF.FLUT.25MM		1

REVISION HISTORY				
REV	DESCRIÇÃO	DATA	ELABORAÇÃO	APROVAÇÃO
0	EMIÇÃO INICIAL	24/11/2023	E.MATSUO	

 	Título: DIAGNÓSTICO E PROJETOS DE BIOGÁS DAS ETE'S PROJETO BÁSICO - ETE CANYON		
	Descrição: SELO HÍDRICO		
	Identificação da Área:		
	TAG da tubulação ou equipamento:	UNIDADE: mm	Projeção:
	Código: DE.SAMAE.1.2.08.R0	Escala: 1:5	Data: 24/11/2023
	Responsável Técnico: Engº Elias T. Matsuo	CREA: 5061891463	Revisão: R0
	Cliente: SERVIÇO AUTÔNOMO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO - SAMAE		
	Centro de Custo: CONTRATO Nº 3230370000	Status:	
	Local da obra: CAXIAS DO SUL - RS	Para cotação	SIM
		Avaliação do Cliente	SIM
CNPJ 26.791.064/0001-41 Fale conosco: Tel. (51) 99168-5353		Liberado para montagem	NÃO




 E.MATSUO TRAT. DE EFLUENTES	ESTUDO	Nº	REV.
	MD.SAMAE.2.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO BELO	FOLHA	2 DE 30
TÍTULO:			
MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - BELO			

**É proibida a reprodução total ou parcial, por
quaisquer meios, sem a autorização dos autores.**


Dados do projeto:

Código do documento:	MD.SAMAE.2.2.01.R0
Descrição do projeto:	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO BELO
Local da obra:	Estrada da Uva, 4501. Desvio Rizzo. Caxias do Sul – RS. CEP 95110-310
Cliente:	Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto – SAMAE, do município de Caxias do Sul.
Título do documento:	MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - BELO
Responsável Técnico:	Engº Elias Takeshi Matsuo
CREA:	5061891463-SP
Data da elaboração:	8/12/2023
Contato:	(35) 99168-5353 elias@monerasolucoes.com.br

	ESTUDO		Nº	REV.
	MD.SAMAE.2.2.01.R0			R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO BELO		FOLHA	
			3 DE 30	
	TÍTULO:			
	MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - BELO			

SUMÁRIO


1	APRESENTAÇÃO	4
2	RESUMO DAS PROPOSTAS PARA A ETE BELO	5
3	DESCRIÇÃO DAS PROPOSTAS PARA A ETE BELO	5
3.1	TRATAMENTO PRELIMINAR.....	5
3.1.1	Instalação de Peneiramento fino com abertura de 1 mm	6
3.2	REATORES UASB	13
3.2.1	Substituição dos insertes metálicos	13
3.2.2	Substituição das tampas de acesso à câmara do biogás.....	15
3.3	SISTEMA DE QUEIMA DO BIOGÁS.....	17
3.3.1	Substituição da tubulação externa do biogás	19
3.3.2	Substituição do queimador do biogás.....	21
4	PROJETO BÁSICO.....	26
4.1	REATOR UASB.....	26
4.2	TUBULAÇÕES EXTERNAS DE COLETA DO BIOGÁS.....	27

	ESTUDO		Nº	REV.
	MD.SAMAE.2.2.01.R0			R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO BELO		FOLHA	
			4 DE 30	
TÍTULO:				
MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - BELO				

1 APRESENTAÇÃO

O presente documento é parte integrante do Produto 2 – Projeto Básico – ETE Belo, dos serviços para a **realização de diagnóstico dos equipamentos e estruturas dedicados à coleta e queima de biogás, e elaboração de projetos básico e executivo para implantação e/ou reforma dos sistemas de coleta e queima de gases gerados no processo de tratamento das Estações de Tratamento de Esgoto – ETE's Canyon, Belo, Pena Branca, Pinhal, Samuara e Tega, no município de Caxias do Sul/RS**, que é objeto do Contrato 3230370000, assinado em 26 de Julho de 2023, entre o Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto – SAMAE, do município de Caxias do Sul e a empresa E.MATSUO Tratamento de Efluentes.

Os serviços foram executados conforme especificado no Termo de Referência para a elaboração do escopo do contrato 3230370000, tendo como responsável técnico o Engº Civil Elias Takeshi Matsuo, portador do CREA Nº 5061891463-SP, por meio da anotação de Responsabilidade Técnica Nº 28027230231191451.

	ESTUDO Nº		REV.
	MD.SAMAE.2.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO BELO	FOLHA	5 DE 30
TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - BELO			

2 RESUMO DAS PROPOSTAS PARA A ETE BELO

Com base na etapa de diagnóstico, elencamos as seguintes alternativas para as melhorias e adequações necessárias relacionadas à coleta e queima do biogás gerado nos reatores UASB da ETE Belo.

Tabela 1. Relação das propostas e alternativas para as melhorias e adequações relacionadas à coleta e queima do biogás na ETE Belo.


	<i>Propostas</i>	<i>Alternativas</i>
1.0	Tratamento preliminar	
	Instalação de Peneiramento fino com abertura de 1 mm	Tambor rotativo de fluxo interno
		Cestos removíveis
		Tambor rotativo de fluxo interno instalado em canal
2.0	Reatores UASB	
	Substituição dos insertes metálicos	Aço inoxidável
		Ferro fundido
	Substituição das tampas de acesso à câmara do biogás	Placas rígidas de Polipropileno ou PEAD
		Placas rígidas de PRFV
		Chapas de aço inoxidável
3.0	Sistema de queima do biogás	
	Substituição da tubulação externa de biogás	Tubos em polipropileno ou PEAD
		Tubos em aço inoxidável
		Tubos em PRFV
	Substituição do queimador	Queimador de chama aparente
		Queimador de chama semi-enclausurada
		Queimador de chama enclausurada

*Com fundo em verde, as alternativas eleitas.

3 DESCRIÇÃO DAS PROPOSTAS PARA A ETE BELO

Apresentamos a seguir as descrições das propostas para correções e melhorias do sistema de coleta do biogás da ETE Belo.

3.1 TRATAMENTO PRELIMINAR

	ESTUDO Nº		REV.
	MD.SAMAE.2.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO BELO	FOLHA	6 DE 30
TÍTULO:			
MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - BELO			

3.1.1 Instalação de Peneiramento fino com abertura de 1 mm

Justificativa:

Conforme apresentado na etapa de diagnóstico, o acúmulo de espuma no interior da campânula pode prejudicar e até mesmo impedir a coleta do biogás gerado no reator UASB.


Com base na experiência do responsável técnico deste projeto, que acompanhou a operação de 14 ETE's com reatores UASB, desde o ano de 2002, foi verificado que a utilização de peneiramento fino com abertura de 1 mm contribuiu para evitar o acúmulo de espuma no interior do reator trifásico.

A lista de referência das ETE's acompanhadas por este responsável técnico é apresentada a seguir.

Nestas ETE's, nunca houve necessidade de interrupção da operação dos reatores por problemas relacionados ao acúmulo de espuma no interior das campânulas ou por entupimento no sistema de coleta de biogás.

Tabela 2. Lista de referências das ETE's com reatores UASB acompanhadas pelo autor deste projeto.

	OPERADOR	LOCALIZAÇÃO	VAZÃO (l/s)	INÍCIO DA OPERAÇÃO
1	Águas do Mirante	Piracicaba/SP	3 x 22	2014
2	SAAE	Águas de Lindóia/SP	22	2014
3	Prefeitura Municipal	Reginópolis/SP	22	2014
4	CODEN	Nova Odessa/SP	4 x 45	2013
5	SAEIT	Igarapu do Tietê/SP	45	2006
6	SEMAE	Piracicaba/SP	11	2006
7	DMAE	Poços de Caldas/MG	22	2002
8	DAE	Americana - SP	2 X 45	2018
9	BRK/SANEAQUA	Mainrinque-SP	45	2018
10	Estaleiro Jurong/SAAE	Aracruz-ES	33	2020

	ESTUDO Nº		REV.
	MD.SAMAE.2.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO BELO	FOLHA	7 DE 30
TÍTULO:			
MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - BELO			

	OPERADOR	LOCALIZAÇÃO	VAZÃO (l/s)	INÍCIO DA OPERAÇÃO
11	SAAESP	São Pedro - SP	2 x 45 s	2018
12	SAEAN – ETE Três Barras	Artur Nogueira - SP	1 x 45	2017
13	SAEAN – ETE Stocco	Artur Nogueira - SP	2 x 45	2018

Com base também nas inspeções realizadas nas ETE's do SAMAE, onde verificamos o acúmulo de espessas crostas de espuma no interior das campânulas dos reatores UASB, bem como a necessidade de sua remoção, incluímos então a instalação de peneiramento fino com abertura de 1 mm como uma das medidas para evitar o acúmulo de espuma.

Apresentamos à seguir as alternativas para peneiramento fino.


Tabela 3. Alternativas para peneiramento fino na ETE Belo.

	Descrição	Fabricantes
1	Tambor rotativo de fluxo interno	JS Filtração
2	Tambor rotativo de fluxo interno instalado em canal	Vibropac Johnson Screens Werjen
3	Cestos removíveis	JS Filtração Caldeirarias em geral

Tambor rotativo de fluxo interno

O tambor rotativo de fluxo axial ou interno corresponde ao equipamento para peneiramento de esgoto recomendado pelo autor deste projeto, pelas seguintes razões:

- Elevado desempenho;
- Facilidade operacional;
- Perfil de tela autolimpante;

	ESTUDO		Nº
	MD.SAMAE.2.2.01.R0		REV.
	R0		
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO BELO		FOLHA	
		8 DE 30	
TÍTULO:			
MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - BELO			

- Facilidade de manutenção.

A distribuição do esgoto no interior da peneira é realizada através de uma canaleta vertedora ao longo do comprimento do tambor em movimento. É importante destacar que o tambor deve estar em movimento durante a alimentação do esgoto, não devendo confundir o seu funcionamento com o de uma peneira estática.

A calha vertedora distribui o esgoto bruto em ambos os lados de seu comprimento, sendo que o lado contrário à rotação do tambor recebe a maior parcela da vazão. Esta forma de distribuição do esgoto no interior do tambor resulta na aplicação de esforços de cisalhamento sobre os resíduos, desagregando-os e promovendo a sua “lavagem”. O interior do tambor possui também “aletas” ou “pás” que direcionam os resíduos sólidos do fundo do tambor para a sua saída.

O tambor possui também dois ramais de limpeza, sendo um para o lado externo e outro para o lado interno, através de bicos ejetores que aplicam água com alta pressão.

Um grande diferencial desta tecnologia é que não há partes móveis, como coroa e pinhão, correntes, dentre outros, em contato com o esgoto.

Como pontos negativos, no caso da ETE Belo, podemos destacar que é necessário desenvolver um projeto específico para alimentação da peneira, uma vez que não há estruturas aproveitáveis para isto. O local ideal para a sua instalação seria após o gradeamento fino. Porém, deve haver um desnível geométrico para a descarga dos resíduos em uma caçamba. Caso contrário, será necessário instalar um parafuso classificador para o transporte vertical destes resíduos.


	ESTUDO		Nº
	MD.SAMAE.2.2.01.R0		REV.
	R0		
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO BELO		FOLHA	
		9 DE 30	
TÍTULO:			
MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - BELO			




Figura 1: Peneiramento com tambor rotativo de fluxo interno. Fonte: Acervo do autor.



Figura 2: Vista do interior da Peneira com tambor rotativo de fluxo interno. Fonte: Acervo do autor.

Modulação/quantidade:	1 em operação + 1 reserva
Capacidade unitária mínima:	800 m ³ /h de esgoto gradeado em # 40 mm
Especificações Básicas:	
Equipamento:	Peneira rotativa de fluxo axial ou interno
Abertura da tela:	1 mm

	ESTUDO	Nº	REV.
	MD.SAMAE.2.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO BELO	FOLHA	10 DE 30
TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - BELO			

Materiais Construtivos:

Tela: Perfil trapezoidal em AISI 304 ou superior

Tambor rotativo de fluxo interno instalado em canal

Podem acomodar aberturas de 2 a 6 mm para tela perfurada e 0,25 mm a 2 mm para tela com perfil trapezoidal autolimpante. Possui parafuso classificador, que remove os sólidos para um sistema de lavagem e compactação.

Por possuir diversos sistemas integrados, com muitas partes móveis, quando comparado ao tambor rotativo de fluxo interno, sua manutenção é mais complexa. O rolamento de tela está sempre submerso em águas residuais e na prática precisa ser substituído periodicamente.

Para a manutenção do tambor rotativo submersível e peças é necessário também um dispositivo de basculação.

Sua instalação poderá ser feita entre o gradeamento e a desarenação, havendo dois canais que podem ser utilizados para esta finalidade. Este aproveitamento do perfil hidráulico e estruturas existentes corresponde a sua maior vantagem perante a alternativa em tambor rotativo de fluxo interno.


Modulação/quantidade: 1 em operação + 1 reserva

Capacidade unitária mínima: 800 m³/h de esgoto gradeado em # 40 mm

Especificações Básicas:

Equipamento: Peneira rotativa de canal

Abertura da tela: 1 mm

 E. MATSUO TRAT. DE EFLUENTES	ESTUDO	Nº MD.SAMAE.2.2.01.R0	REV. R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO BELO		FOLHA 11 DE 30
	TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - BELO		

Materiais Construtivos:

Tela:

Perfil trapezoidal em AISI 304 ou superior

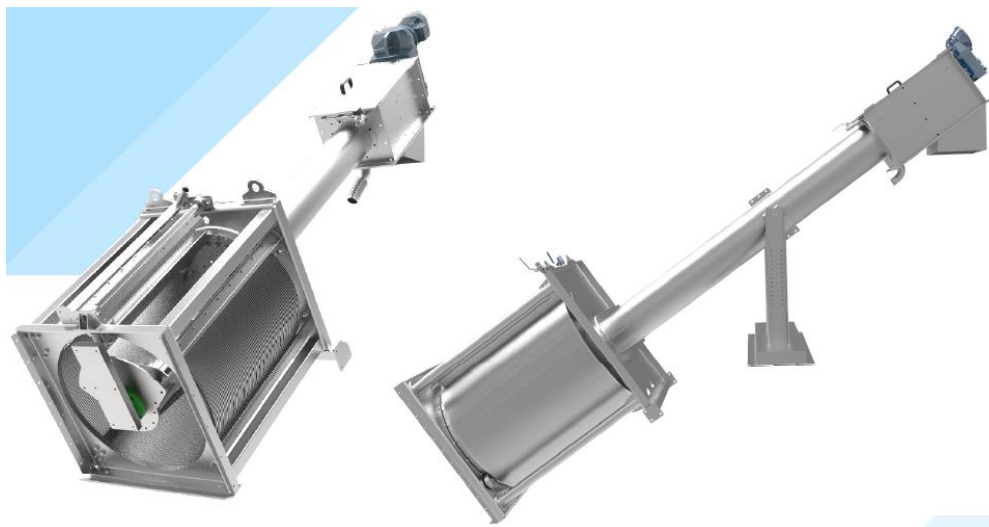



Figura 3: Tambor rotativo de canal. Fonte: Catálogo técnico da empresa Vibropac.

Sua instalação poderá ser feita após a desarenação, em tanque de concreto, sendo que o aproveitamento do perfil hidráulico corresponde a sua maior vantagem perante a alternativa em tambor rotativo de fluxo interno.

Cestos removíveis

Os cestos removíveis correspondem à solução mais simples para o peneiramento. Este equipamento normalmente é indicado para baixas vazões de esgoto e necessitam ser instalados onde haja desnível hidráulico suficiente para promover a lavagem dos resíduos e evitar a rápida colmatação das suas aberturas. Sua limpeza é feita de forma manual e em função de seu peso, pode ser necessária a utilização de sistema de içamento.

Para a ETE Belo, esta solução dificilmente poderá ser implantada, devido à elevada

	ESTUDO Nº MD.SAMAE.2.2.01.R0		REV. R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO BELO		FOLHA 12 DE 30
	TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - BELO		

vazão e por não haver perfil hidráulico disponível para a implantação por gravidade, sem a necessidade de recalque à montante.

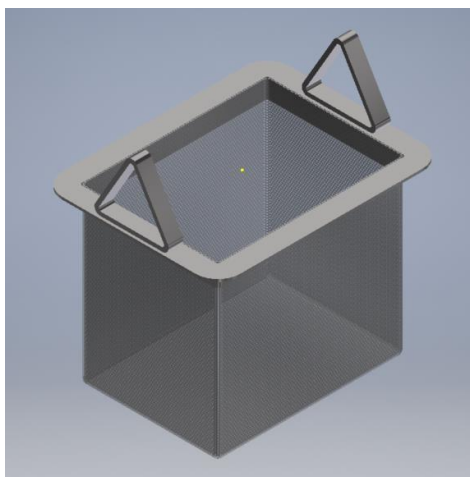


Figura 4: Gradeamento tipo cesto. Imagem meramente ilustrativa.

Modulação/quantidade: 3

Capacidade unitária mínima: 300 m³/h de esgoto gradeado em # 40 mm


Especificações Básicas:

Equipamento: Grade tipo cesto removível com limpeza manual

Abertura da tela: 1 mm

Dimensões aproximadas: 580 x 580 x 350 mm
Comprimento x largura x altura

Acessórios: Sistema de içamento do cesto para remoção dos sólidos

	ESTUDO Nº		REV.
	MD.SAMAE.2.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO BELO	FOLHA	13 DE 30
TÍTULO:			
MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - BELO			

Materiais Construtivos:

Cesto: AISI 304

Içamento AISI 304

3.2 REATORES UASB

O uso de placas rígidas de PRFV foi bem-sucedido na ETE Belo, pois o flare encontra-se em operação a bastante tempo. Não há problemas crônicos em relação ao projeto que necessitem ser corrigidos. Portanto, não se especula a necessidade de substituição das campânulas no curto prazo.

3.2.1 Substituição dos insertes metálicos


Justificativa:

Os insertes metálicos correspondem à dispositivos de tubulações embutidos na parede de concreto para conectar a tubulação interna com a tubulação externa ao reator. No caso no reator da ETE Belo, não há tubulação interna e por isto o inserte irá conectar a câmara do biogás diretamente à tubulação externa, sendo requerido inserte do tipo flange e ponta.

Estes insertes metálicos devem ser fabricados em materiais resistentes mecanicamente e contra a corrosão e devem garantir também a estanqueidade, de forma a evitar vazamentos de biogás e esgoto. Para isto, o inserte possui aba de travamento que também tem a função de melhorar a vedação.

Atualmente a tubulação de PVC é embutida diretamente na parede. Esta alternativa dispensa custos adicionais com insertes metálicos, porém não permite a realização de desmontagem para manutenções emergenciais.

Sua instalação em estruturas de concreto existente é feita através da abertura com martelo rompedor, seguida pela limpeza, posicionamento do inserte e grauteamento.

	ESTUDO Nº MD.SAMAE.2.2.01.R0		REV. R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO BELO		FOLHA 14 DE 30
	TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - BELO		

As principais alternativas para execução dos insertes metálicos são apresentadas na tabela a seguir:

Tabela 4. Alternativas para insertes metálicos.

	Descrição	Fabricantes
1	Aço inoxidável	Dedini Ind. de Base Calderarias*
2	Ferro fundido	Tec San PAM Saint Gobain Ferpac Hidramac

Inserte metálico em aço inoxidável

São resistentes à corrosão e podem ser fabricados sob medida. São facilmente soldáveis e permitem adequações em campo, caso seja necessário.

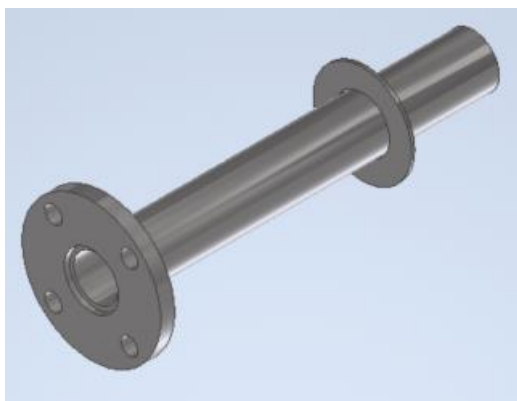



Figura 5: Inserte metálico tipo “Flange e Ponta” em aço inoxidável.

Inserte metálico em ferro fundido

Deve possuir revestimento interno e externo de proteção contra a corrosão. É fornecido por grandes empresas, altamente especializadas na fabricação de tubos e acessórios em ferro fundido. Havendo algum dano, sua recuperação é bastante difícil

	ESTUDO Nº		REV.
	MD.SAMAE.2.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO BELO	FOLHA	15 DE 30
TÍTULO:			
MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - BELO			

de ser executada.



Figura 6: Inserte (toco) de ferro fundido com aba de vedação.

3.2.2 Substituição das tampas de acesso à câmara do biogás


Justificativa:

As tampas de visita da ETE Belo aparentam serem flangeadas, mas são de encaixe, com as juntas de vedação pressionadas pelo encaixe da tampa. Há um perfil de aço carbono fixado através de dois parafusos borboleta. Tanto este perfil, como as juntas de borracha, estão sofrendo com os ataques de corrosão.

O pressionamento da junta de vedação entre flanges garante uma vedação mais eficiente, capaz de suportar maiores valores de pressão interna de biogás e capazes de evitar a entrada de ar.

Tabela 5. Alternativas para substituição das tampas de acesso à câmara do biogás.

	Descrição	Fabricantes
1	Placas rígidas de Polipropileno ou PEAD	Paques Brasil Dedini Ind. de Base Ecoscienses Alphenzs

	ESTUDO Nº MD.SAMAE.2.2.01.R0		REV. R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO BELO		FOLHA 16 DE 30
	TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - BELO		

2	Chapas de aço inoxidável	Dedini Ind. de Base
3	Placas rígidas de PRFV	JE-Fiber Empresa de Engenharia Ambiental – EEA Fibrav Fibratec

Placas rígidas de Polipropileno ou PEAD

As placas rígidas de Polipropileno ou PEAD tem sido empregadas com bastante sucesso em reatores UASB e outros tipos de reatores anaeróbios para o tratamento de efluentes industriais.

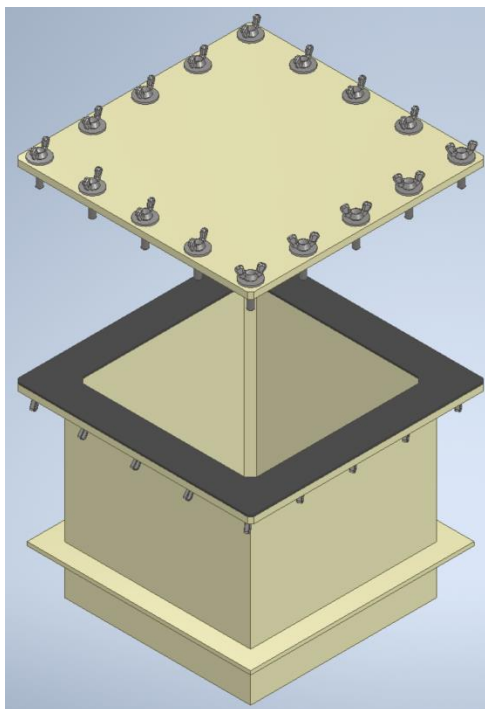



Figura 7: Tampa de acesso em chapa de PEAD ou Polipropileno, com junta de vedação prensada entre flanges.

Vantagens:

- Resistência mecânica suficiente;
- Elevada resistência à corrosão;

	ESTUDO Nº		REV.
	MD.SAMAE.2.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO BELO	FOLHA	17 DE 30
TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - BELO			

- Elevada vida útil;
- Material soldável em campo;

Chapas de aço inoxidável

As chapas de aço inoxidável devem ser no mínimo em AISI 304. Tecnicamente é um bom material, com elevada resistência mecânica e à corrosão. O flange e a tampa flangeada possuem maiores espessuras em implicam em maior utilização de aço inoxidável, podendo encarecer significativamente o custo desta alternativa.

Placas rígidas de PRFV


Para esta aplicação, não há restrições técnicas ao uso de tampas em PRFV, elaboradas conforme o projeto básico. A especificação técnica deve prever o uso de aditivos para garantir à resistência aos raios Ultravioleta. As espessuras das chapas poderão ser as mesmas adotadas para as alternativas em chapas de PEAD e de Polipropileno.

3.3 SISTEMA DE QUEIMA DO BIOGÁS

O principal objetivo do sistema de queima de biogás da ETE Belo é a redução de risco de acidentes devido à formação de atmosferas explosivas. Como objetivos secundários, temos a redução das emissões de gás metano, por questões ambientais, e redução das emissões de gás sulfídrico, que podem causar incômodos relacionados à exalação de odores desagradáveis.

Observações:

- 1) Não será feito o reaproveitamento energético do biogás, de modo que não é necessário o beneficiamento prévio do biogás, com remoção de umidade, material particulado, gás sulfídrico, gás carbono, dentre outros.
- 2) Operacionalmente, o sistema de queima deve então focar na queima imediata do biogás produzido nos reatores UASB.

	ESTUDO Nº MD.SAMAE.2.2.01.R0		REV. R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO BELO		FOLHA 18 DE 30
	TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - BELO		

Na ETE Belo será necessária a correção para adequação do sistema de queima do biogás, de forma a incluir os requisitos mínimos.

- Substituição da tubulação do biogás;
- Substituição do queimador.

Apresentamos a estimativa das vazões de biogás realizada na etapa de diagnóstico.

Tabela 6. Vazões médias estimadas de biogás para a ETE Belo.

	Unidade	Vazão estimada de biogás	
		Balanço de massa	PROBIO 1.0
Cenário I	m ³ /h	0,36	0,00
Cenário II	m ³ /h	2,27	1,83
Cenário III	m ³ /h	60,07	50,81
Cenário IV	m ³ /h	48,06	40,45

Devido à grande variabilidade na estimativa da vazão de biogás, uma das estratégias para evitar ociosidade nos equipamentos a serem adquiridos é a implantação em etapas, devendo-se prever facilidades para ampliações.


Na etapa inicial o sistema de queima deve ser capaz de tratar as seguintes vazões de biogás:

Vazão máxima de biogás: 10 m³/h

Vazão mínima de biogás: 2 m³/h

Já o projeto de tubulação deve ser dimensionado considerando a vazão de 80 m³/h.

O diâmetro mínimo da tubulação deverá ser de 40 mm, o que atende com bastante folga a vazão de gás gerada em apenas um módulo, ao mesmo tempo em que resulta em estrutura mecanicamente resistente e autoportante, dispensando uma boa quantidade de suportes.

	ESTUDO Nº		REV.
	MD.SAMAE.2.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO BELO	FOLHA	19 DE 30
TÍTULO:			
MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - BELO			

O trecho de tubulação por onde escoar a vazão de biogás dos dois módulos de reatores UASB terá diâmetro mínimo de 50 mm.

Entendemos que não há risco de entrada de espuma na tubulação, por haver uma distância de 500 mm entre o nível d'água e a entrada na tubulação.

3.3.1 Substituição da tubulação externa do biogás

Justificativa:

O atual sistema de tubulações externas de coleta do biogás foi construído a partir de tubulações de PVC rígido com conexões tipo ponta e bolsa soldáveis. Além disso, apresenta as seguintes patologias que futuramente poderão gerar a necessidade de correções:

- Ausência de válvulas de bloqueio na saída de cada reator UASB;
- Deterioração da tubulação de PVC exposta ao sol.

Tabela 7. Alternativas para substituição da tubulação externa de biogás.

	Descrição	Fornecedores
1	Tubos em polipropileno ou PEAD	Paques Brasil Dedini Ind. de Base Alphenz
2	Tubos em aço inoxidável	
3	Tubos em PRFV	

*Os fabricantes de tubos e acessórios podem não fazer a instalação do sistema de tubulações. Portanto, foram listadas algumas empresas que tradicionalmente fazem tanto o fornecimento de materiais como a instalação destes sistemas de tubulações em ETE's, não sendo necessariamente os fabricantes. Tratando-se somente da do fornecimento e instalação de tubulação, há uma grande quantidade de empresas com plena capacidade técnica, inclusive no município sede.

O uso de tubulação em aço carbono e aço galvanizado não é recomendado para esta aplicação, por não apresentarem resistência à corrosão.


 E. MATSUO TRAT. DE EFLUENTES	ESTUDO	Nº	REV.
		MD.SAMAE.2.2.01.R0	R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO BELO	FOLHA	20 DE 30
TÍTULO:			
MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - BELO			



Figura 8: Tubulação de coleta do biogás da ETE de Itabirito-MG, fabricada em aço galvanizado, estando totalmente corroída. Fonte: Acervo do autor.

Tubos em Polipropileno ou PEAD

Possuem alta resistência à corrosão e elevada vida útil. Porém, por possuírem também alto coeficiente de dilatação ou expansão térmica, pode não ser adequado para a esta aplicação, onde haverá extensões de tubulação de cerca de 100 m, expostas ao sol.


São soldáveis em campo, por alternativas de alto desempenho, tais com as soldas de topo com placas aquecidas e conexões para eletrofusão.

A disponibilidade de tubulações e acessórios em PEAD é maior do que em Polipropileno, podendo ser este um fator decisivo para a escolha da alternativa em PEAD.

Possui menor resistência mecânica, em relação às alternativas, podendo exigir uma maior quantidade de suportes.

Tubos em aço inoxidável

Possuem alta resistência à corrosão e elevada vida útil, além do diferencial de alta

	ESTUDO Nº		REV.
	MD.SAMAE.2.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO BELO	FOLHA	21 DE 30
TÍTULO:			
MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - BELO			

resistência mecânica e baixo coeficiente de dilatação térmica.

A questão do custo será o diferencial na sua escolha.

Tubos em PRFV

Atendem aos requisitos de durabilidade, resistência mecânica e resistência à corrosão. Deve ser prestada especial atenção às emendas entre tubos, as quais podem ser do tipo:

Junta rígida ponta e bolsa soldada:

A união ocorre mediante a introdução da ponta do tubo na bolsa, e a restauração da capacidade resistiva é feita por laminação manual por meio da aplicação de uma bandagem constituída por manta, tecido e resina (Kit de solda).

Junta rígida ponta solda (JR-PPS)

União de topo das extremidades do tubo, e a restauração da capacidade resistiva é feita por laminação manual por meio da aplicação de uma bandagem constituída por manta, tecido e resina (Kit de solda).


Junta rígida flangeada (JR-FL)

A união ocorre com a utilização de flanges fixados por parafusos com junta de borracha.

3.3.2 Substituição do queimador do biogás

Justificativa:

A concepção atual do sistema de filtração e queima do biogás não apresenta os dispositivos mínimos de segurança, tais como válvula corta chamas, bem como válvula bloqueio e válvula reguladora de pressão, para interrupção da queima do biogás

	ESTUDO Nº MD.SAMAE.2.2.01.R0		REV. R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO BELO		FOLHA 22 DE 30
	TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - BELO		

quando a vazão estiver muito baixa, o que resulta em problemas na queima.

Estes itens normalmente são fornecidos junto com o queimador, e fazem parte da garantia de desempenho e contratual, não sendo indicado que sejam fornecidos separadamente.

Processo de queima do biogás:

A eficiência da destruição do biogás depende de 3 fatores:

- I. Temperatura de combustão;
- II. Proporção da mistura ar - combustível;
- III. Tempo de residência dos gases na câmara de combustão.

A temperatura de combustão deve ser maior que a temperatura de autoignição do gás metano, que corresponde à 540º C.


A falta de oxigênio na mistura ar – combustível resulta em combustão incompleta, com emissão de gás metano, monóxido de carbono e gás sulfídrico. Na prática, não é possível controlar a quantidade de ar fornecida ao processo, sendo recomendado manter uma quantidade maior que a requerida teoricamente.

O tempo de residência na câmara de combustão na faixa de 0,5 a 2 segundos é necessário para que a queima seja satisfatória.

Na tabela a seguir, são apresentados dados que relacionam a eficiência na destruição de gás metano e gás sulfídrico com os principais parâmetros.

Tabela 8. Eficiência da destruição do metano em função da temperatura.

Eficiência de destruição (%)	Temperatura (º C)	Tempo de residência (s)
95%	690	0,5
98%	745	0,5
99%	790	0,75
99,9%	830	1,00
99,99%	885	2,00

	ESTUDO Nº MD.SAMAE.2.2.01.R0		REV. R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO BELO		FOLHA 23 DE 30
	TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - BELO		

Para estações de tratamento de esgoto, as tecnologias para a queima do biogás normalmente disponíveis no mercado são:

Tabela 9. Alternativas para queima do biogás.

	Descrição	Fabricantes
1	Queimador de chama aparente	Teccalor
2	Queimador de chama semi-enclausurada	Combustec
3	Queimador de chama enclausurada	Wolta Biochama Brasprocess

Queimador de chama aparente

O queimador de chama aparente basicamente não possui câmara de combustão e por isso alcança menores temperaturas durante a queima. Assim, sua eficiência é menor, porém é mais apropriado para aplicações com baixa vazão de biogás. Basicamente sua operação pode ser automatizada através de ignitor temporizado e válvula mantenedora de pressão, cuja função é estabelecer um valor mínimo de pressão de biogás para alimentação do queimador, fazendo sua interrupção durante os horários em que a produção de biogás é nula ou muito baixa. Assim, evita-se misturas pobres em combustível, o que também interfere na eficiência da queima.

Componentes mínimos:

- Corpo do queimador, em aço inoxidável AISI 304 ou superior;
- Válvula de alívio sustentadora de pressão (controle de pressão à montante);
- Válvula bloqueio;
- Válvula corta chamas;
- Válvula de dreno.
- Painel do ignitor.


	ESTUDO Nº		REV.
	MD.SAMAE.2.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO BELO	FOLHA	24 DE 30
TÍTULO:			
MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - BELO			



Figura 9: Flare de chama aparente fabricado e fornecido pela Combustec. Fonte: Catálogo técnico da empresa Combustec.


Queimador de chama semi-enclausurada

O queimador de chama semi-enclausurada combina características dos queimadores de chama aparente e enclausurada. Basicamente o queimador possui câmara de combustão simples, com dimensões menores que a do queimador de chama enclausurada, para evitar a dispersão da chama.

É recomendado para ETE's de médio e grande porte, com vazões de biogás a partir de 100 Nm³/h. Sua operação pode ser totalmente automatizada para o objetivo de queima imediata do biogás.

Componentes mínimos:

- Corpo do queimador, em aço inoxidável AISI 304 ou superior;
- Válvula solenoide;
- Válvula bloqueio na entrada do queimador;
- Válvula corta chamas;

	ESTUDO	Nº MD.SAMAE.2.2.01.R0	REV. R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO BELO		FOLHA 25 DE 30
	TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - BELO		

- Válvula de dreno.
- Painel do ignitor.


Queimador de chama enclausurada

O queimador de chama enclausurada câmara de combustão com proteção contra chuva e vento e isolante térmico para reduzir perdas de calor. Assim, busca-se atingir altas temperaturas na queima, com altos tempos de residência, garantindo assim altas eficiências na destruição do metano e gás sulfídrico.

É recomendado para ETE's de médio e grande porte, com vazões de biogás a partir de 100 Nm³/h. Sua operação necessita ser automatizada, sendo comuns apresentarem dispositivos para controle de temperatura, vazões e pressão. A relação dos equipamentos mínimos é mais sofisticada e poderá ser mais difícil uma equalização de especificações técnicas entre os fornecedores deste equipamento.



Figura 10: Flare de chama enclausurada fabricado e fornecido pela Brasprocess.
Fonte: Catálogo técnico Brasprocess.

	ESTUDO Nº		REV.
	MD.SAMAE.2.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO BELO	FOLHA	26 DE 30
TÍTULO:			
MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - BELO			

4 PROJETO BÁSICO

4.1 REATOR UASB


Conforme apresentado, não haverá necessidade de substituição ou reforma das campânulas dos reatores UASB da ETE Belo. A concepção deste reator não utiliza também tubulações internas para coleta do biogás.

Foram elaborados os seguintes projetos padrões:

- I. Inserte Flange e ponta, para conectar a câmara de biogás em concreto com a tubulação externa (Desenho DE.SAMAE.0.2.02);
- II. Tampa de acesso à câmara do biogás (Desenho DE.SAMAE.0.2.03);
- III. Locação dos insertes e tampas do reator UASB (Desenho DE.SAMAE.0.2.04).

A remoção de espuma do reator UASB será executada prevendo-se as seguintes atividades:

- 1 – Fechamento da válvula de bloqueio da saída do reator UASB;
- 2 – Abertura das tampas de acesso à câmara do biogás;
- 3 – Sucção da espuma, através de caminhões limpa fossa;
- 4 – Fechamento das tampas de acesso à câmara do biogás;
- 5- Retorno da operação do flare: O flare deverá permanecer desligado, com escoamento do biogás, por no mínimo 6 horas após o fechamento das tampas de acesso à câmara do biogás.

	ESTUDO Nº		REV.
	MD.SAMAE.2.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO BELO	FOLHA	27 DE 30
TÍTULO:			
MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - BELO			

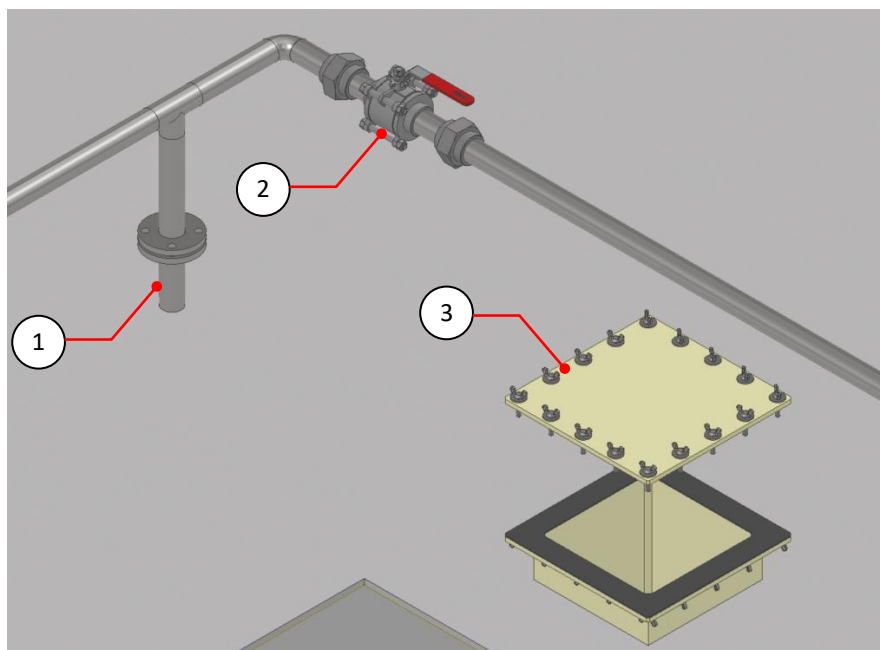



Figura 11: Inserte flange e ponta (1); válvula bloqueio a ser fechada (2); e abertura da tampa de acesso à câmara do biogás (3).

4.2 TUBULAÇÕES EXTERNAS DE COLETA DO BIOGÁS

O layout da ETE Belo é bastante compacto e apresenta diversas porções com restrições significativas para a implantação do flare, apresentadas a seguir:

- I. Todo o entorno possui matas adjacentes aos limites da área da ETE. Torna-se necessário estabelecer um afastamento de no mínimo 10 m;
- II. Buffer de segurança do reator UASB, estabelecido em 10 metros;
- III. Buffer de segurança de 10 metros para as unidades onde há motores elétricos de processo, com potência acima de 5 cavalos.

As alternativas locais viáveis para a implantação do flare e as porções de áreas restritivas são apresentadas na figura a seguir.

 E. MATSUO TRAT. DE EFLUENTES	ESTUDO	Nº	REV.
		MD.SAMAE.2.2.01.R0	R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO BELO	FOLHA	28 DE 30
TÍTULO:			
MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - BELO			




- ALTERNATIVA VIÁVEL 1
- ALTERNATIVA VIÁVEL 2
- RESTRIÇÃO - BOMBAS CENTRÍFUGAS
- RESTRIÇÃO - DESAGUAMENTO DO LODO
- RESTRIÇÃO - MATA
- RESTRIÇÃO - REATOR UASB

Figura 12: Mapa de viabilidade e restrições à implantação do queimador do biogás:
Em vermelho, área com restrições; em amarelo, alternativas locais viáveis.

Alternativa 1:

Basicamente nesta alternativa, é mantida a localização atual do flare existente. Apresenta a vantagem de já possuir também toda a infraestrutura de acesso e paisagismo já preparados. Neste projeto foram incluídos todos os dispositivos básicos de segurança, tais como válvulas bloqueio na entrada do flare e na saída de cada reator UASB, bem como válvula sustentadora de pressão e válvula corta-chamas.

Esta alternativa é apresentada nos desenhos DE.SAMAE.2.2.01 e DE.SAMAE.2.2.02 e apresenta os seguintes indicadores:

	ESTUDO Nº MD.SAMAE.2.2.01.R0		REV. R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO BELO		FOLHA 29 DE 30
	TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - BELO		

:

Tubulação de aço inox. AISI 304 DN 1.1/2 Pol: 76,4 m

Tubulação de aço inox. AISI 304 DN 2 Pol: 17 m

Flare de chama aparente: 1 com cap. 2 a 10 m³/h

Alternativa 2:


Basicamente nesta alternativa, são necessários os mesmos dispositivos da alternativa 1. O traçado da tubulação externa seria apenas acrescentado de uma extensão adicional de 130,6 metros, o que representa apenas um custo adicional, sem nenhuma vantagem significativa. Por esta razão, tal alternativa não foi detalhada em nível de projeto básico.



- FLARE
- TUBULAÇÃO EXTERNA ADICIONAL À ALTERNATIVA 2

Figura 13: Localização do flare e diretriz da tubulação externa adicional na alternativa 2.

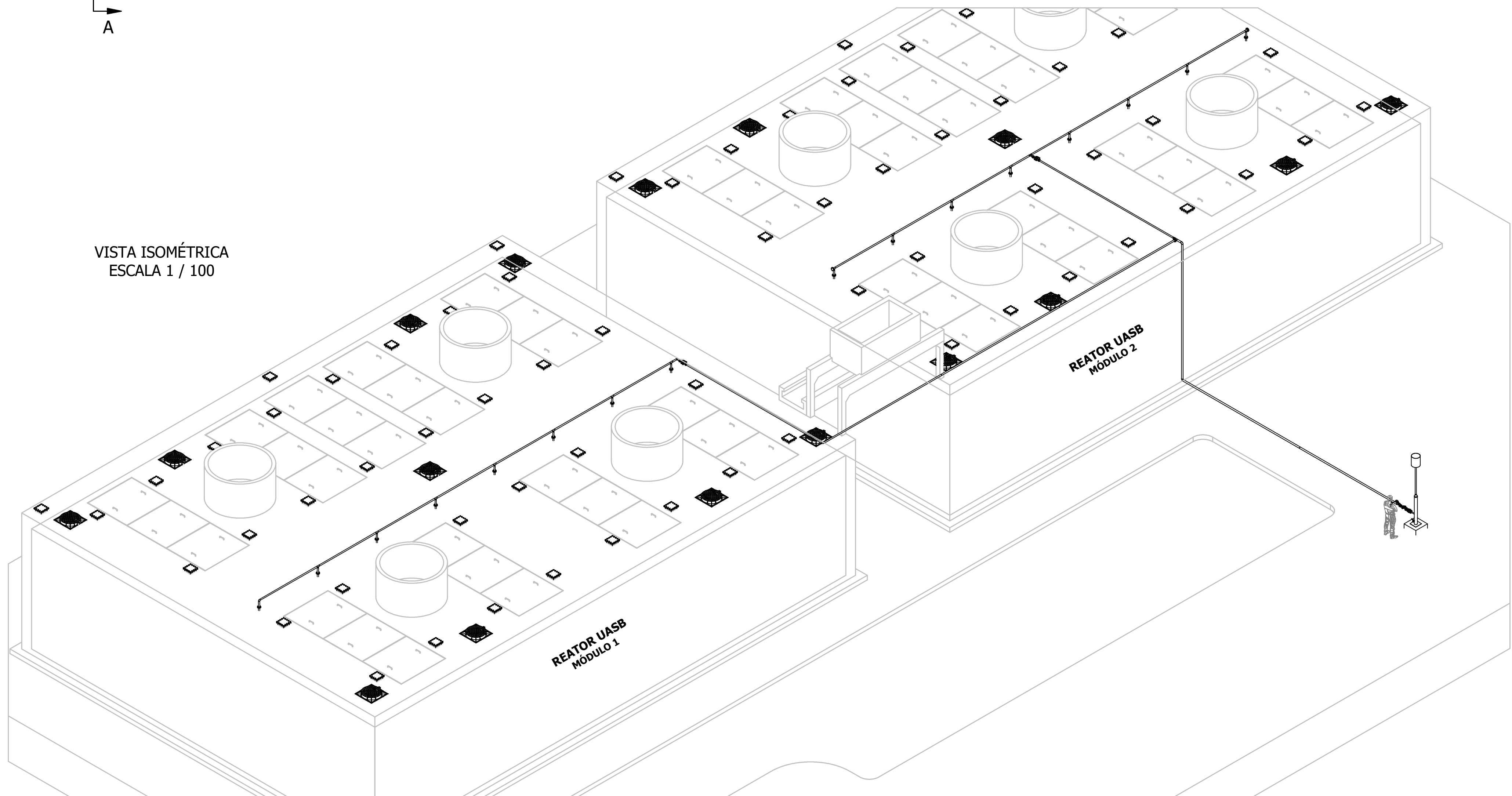
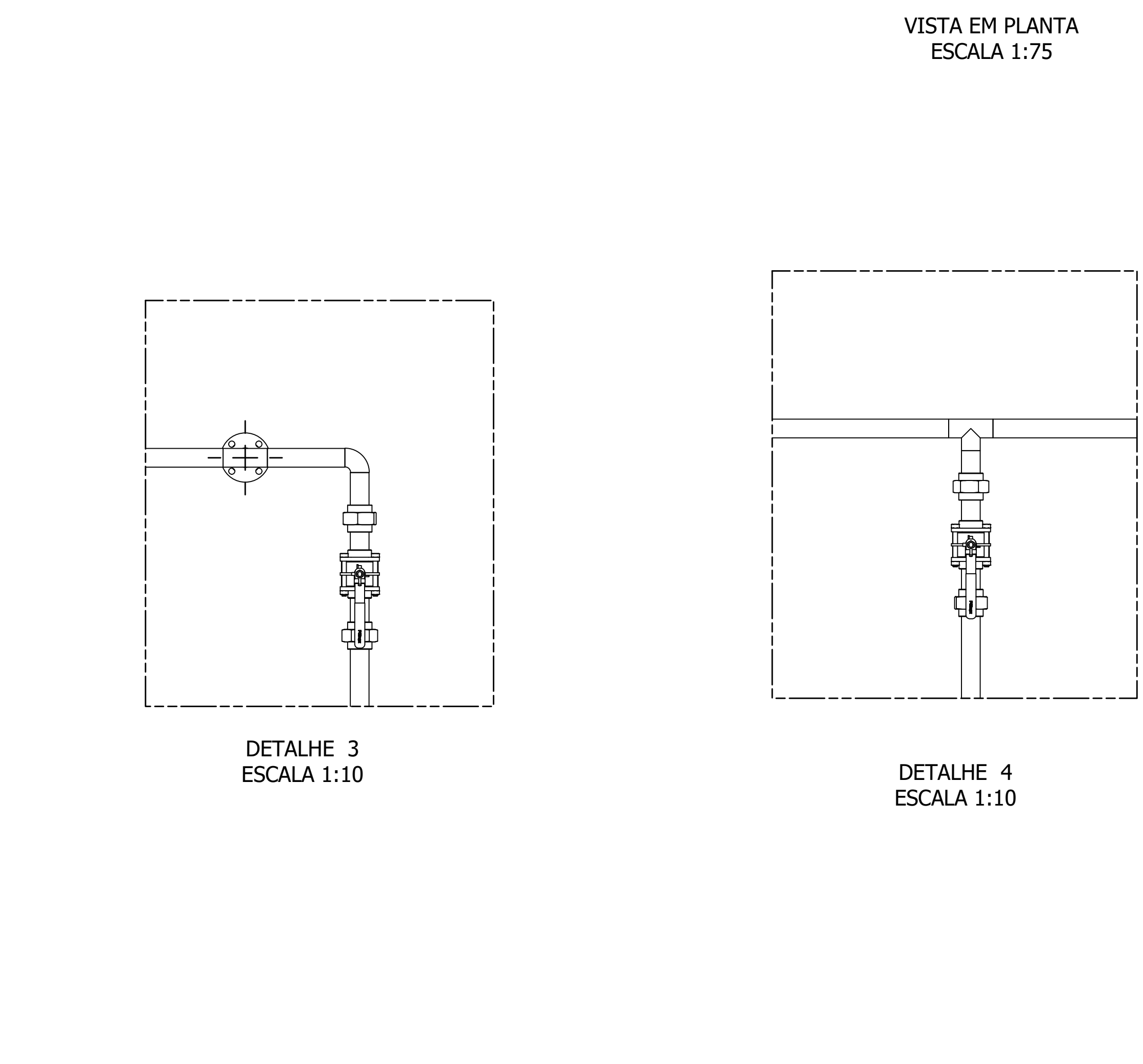
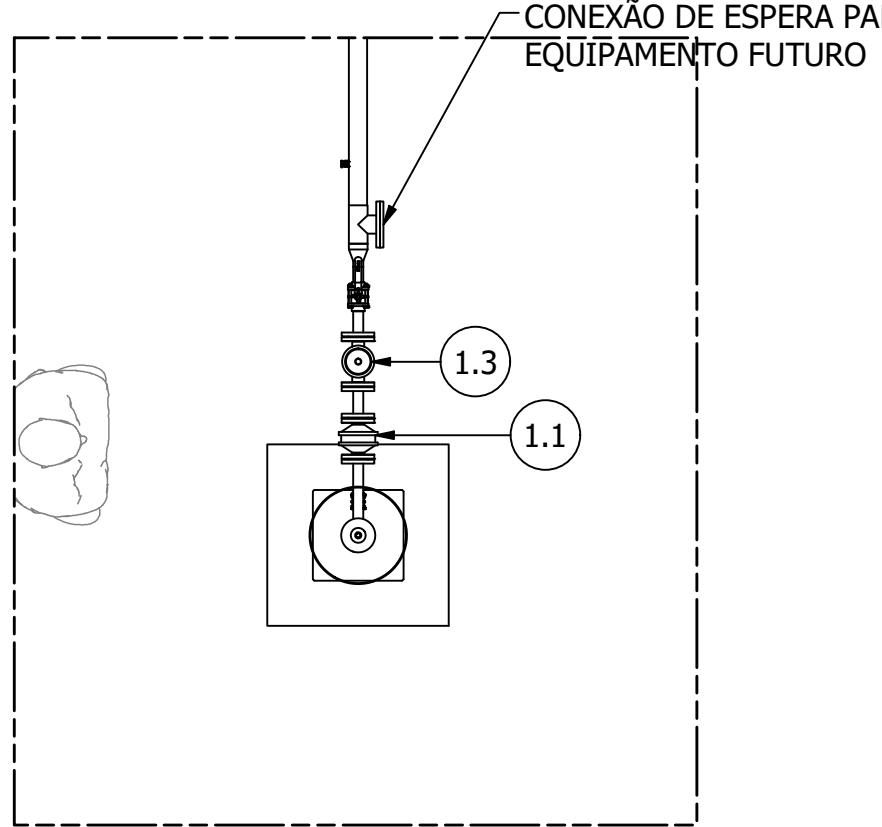
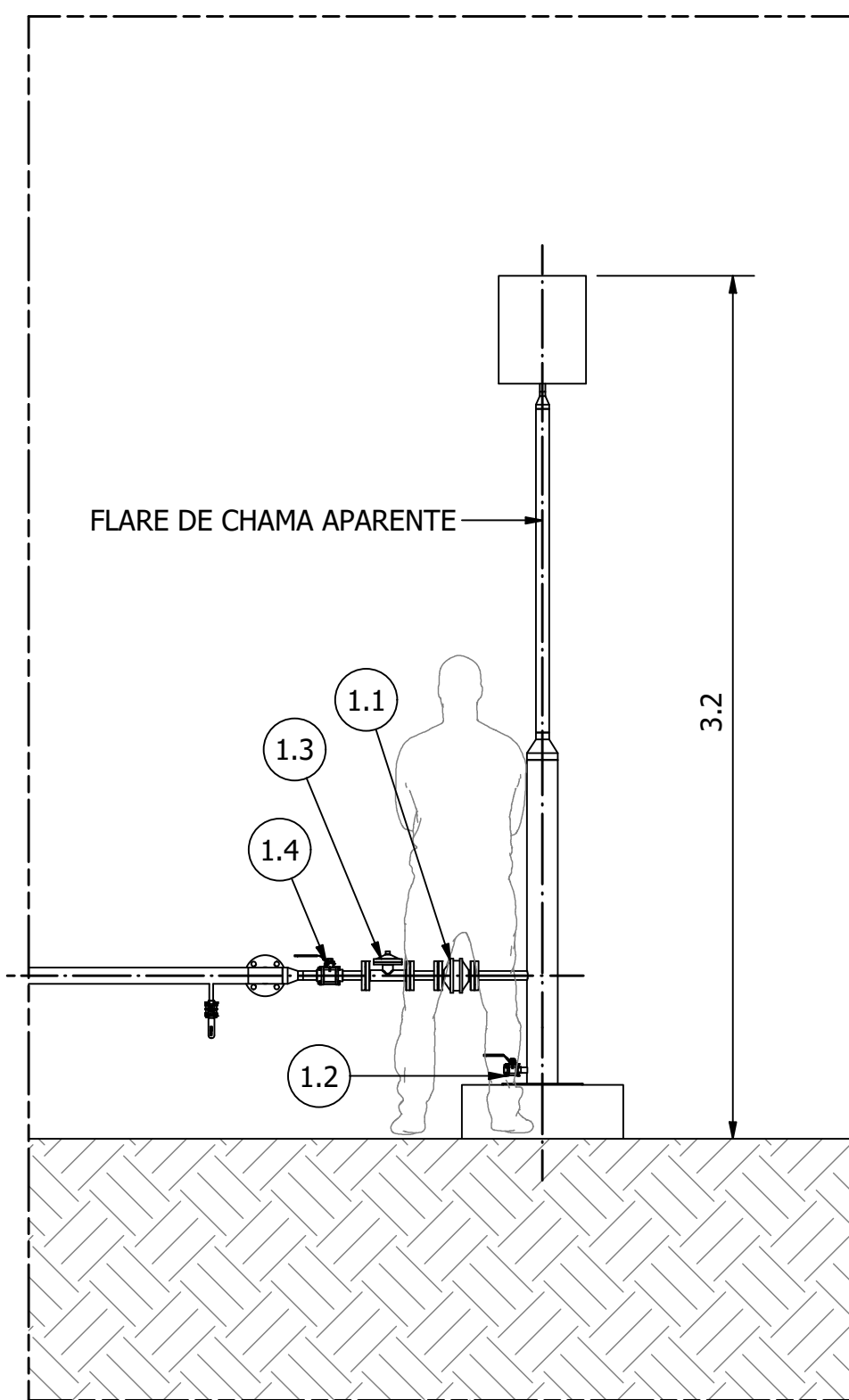
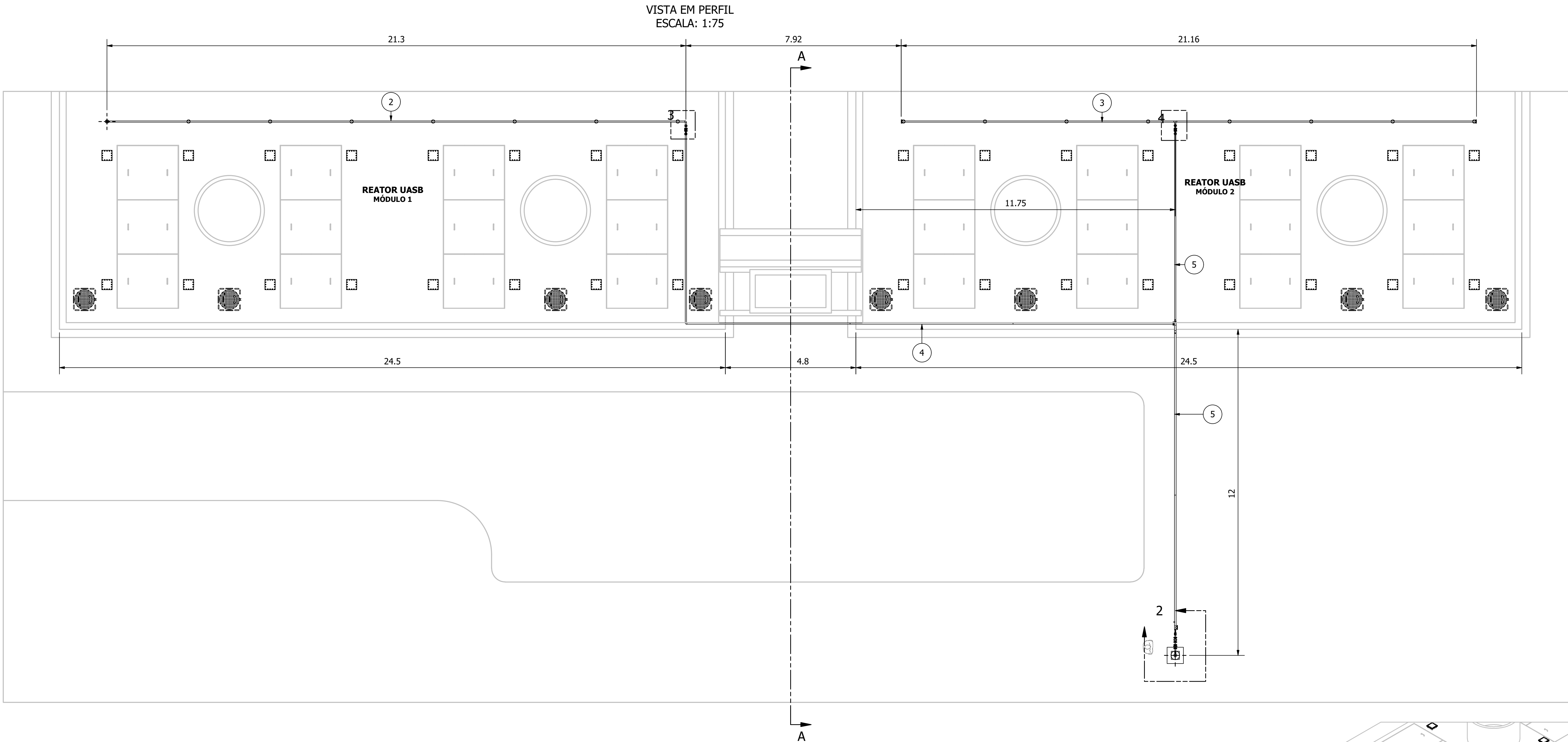
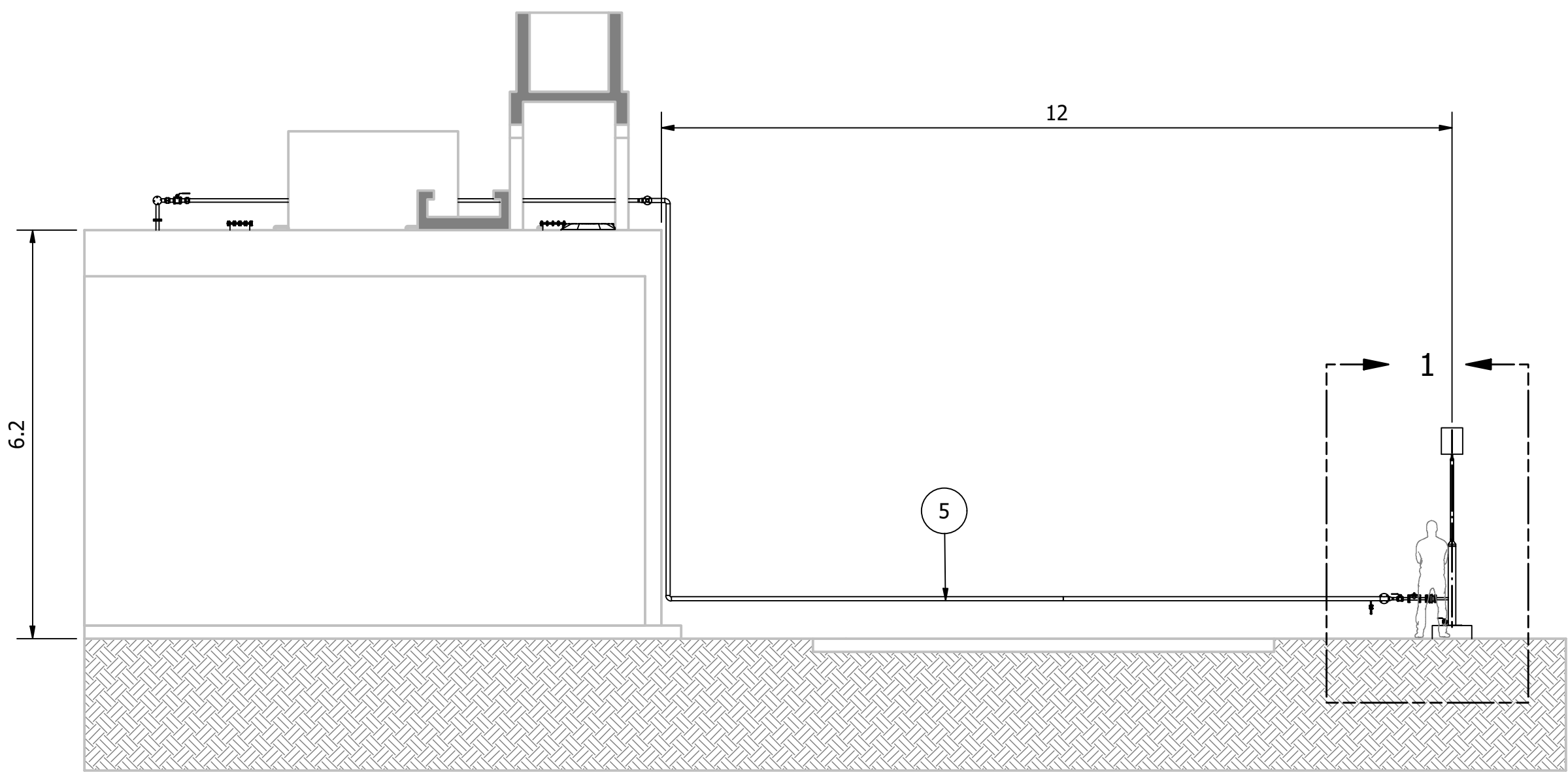
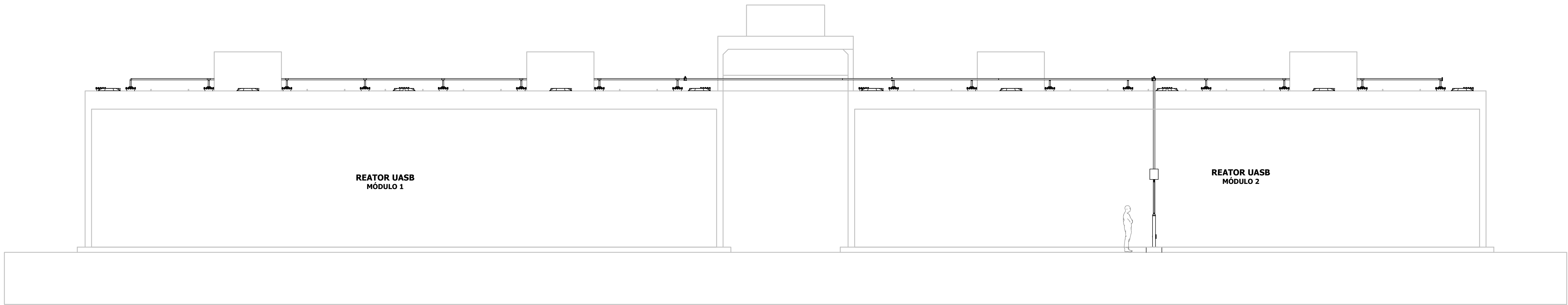
Esta alternativa apresenta os seguintes indicadores:

	ESTUDO		Nº	REV.
	MD.SAMAE.2.2.01.R0			R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO BELO		FOLHA	
			30 DE 30	
TÍTULO:				
MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - BELO				

Tubulação de aço inox. AISI 304 DN 1.1/2 Pol: 76,4 m

Tubulação de aço inox. AISI 304 DN 2 Pol: 147,6 m

Flare de chama aparente: 1 com cap. 2 a 10 m³/h



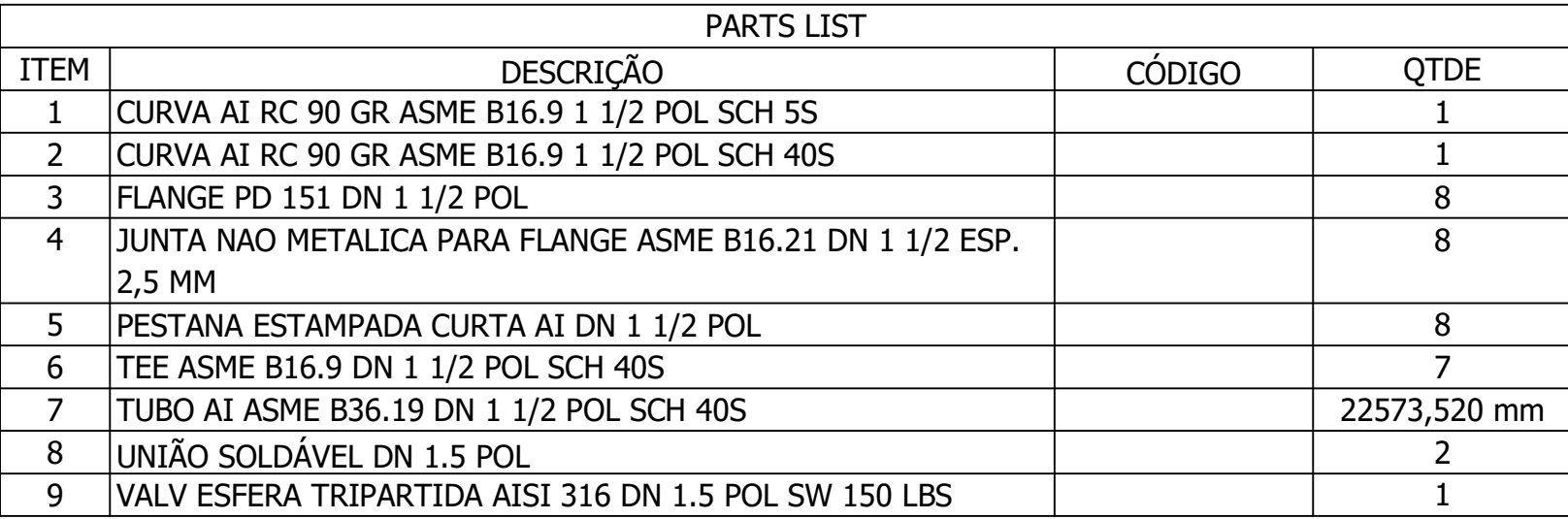
- OBSERVAÇÕES:**
- DIMENSÕES EM METROS, EXCETO ONDE INDICADA A UNIDADE.
 - TUBULAÇÃO EM AÇO INOXIDÁVEL AISI 304.
 - OS EQUIPAMENTOS AQUI APRESENTADOS SÃO GENÉRICOS.
 - A VÁLVULA NA SAÍDA DA TUBULAÇÃO 2 É DO TIPO BORBOLETA .

PARTS LIST			
ITEM	DESCRIÇÃO	CÓDIGO	QTDE
1	FLARE DE CHAMA APARENTE		1
1.1	VÁLVULA CORTA CHAMAS DN 1 POL		1
1.2	VALV ESFERA TRIPARTIDA AISI 316 DN 0.5 MM SW 150 LBS		1
1.3	VÁLVULA DE ALÍVIO SUSTENTADORA DE PRESSÃO DN 1POL		1
1.4	VÁLVULA ESFERA TRIPARTIDA AI DN 1 POL 150 LBS		1
2	TUBULAÇÃO DO BIOGÁS TRECHO 01		1
3	TUBULAÇÃO DO BIOGÁS TRECHO 02		1
4	TUBULAÇÃO DO BIOGÁS TRECHO 03		1
5	TUBULAÇÃO DO BIOGÁS TRECHO 04		1

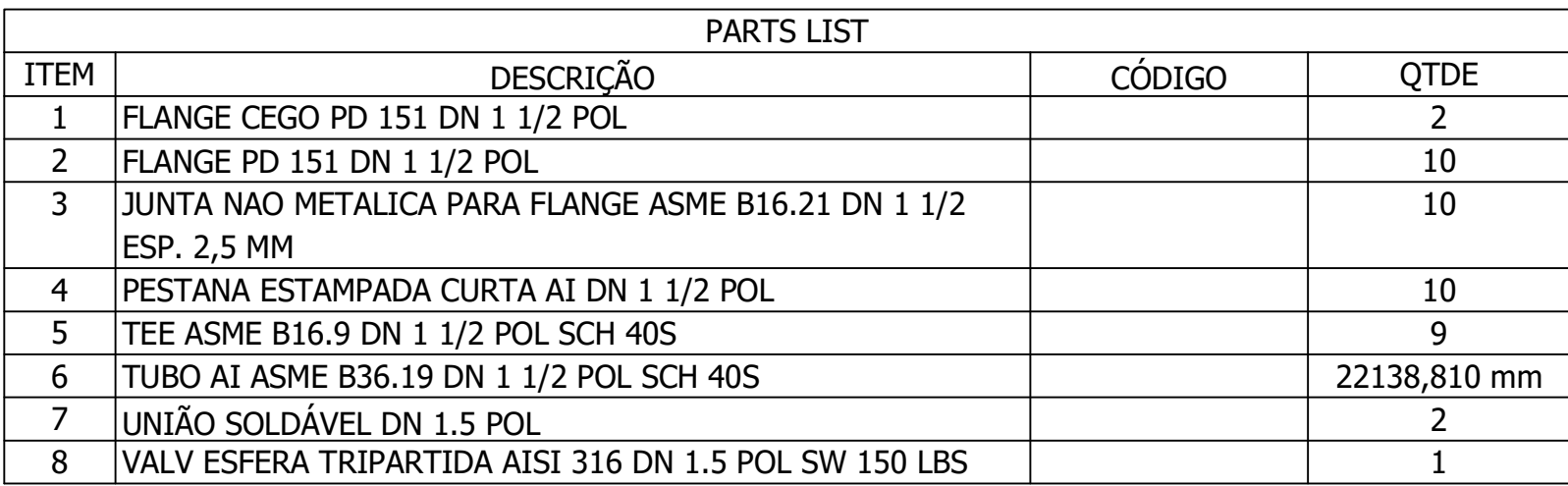
QUADRO DE REVISÕES				
REV	DESCRIÇÃO	DATA	ELABORAÇÃO	APROVAÇÃO
0	EMIÇÃO INICIAL	29/11/2023	E.MATSUO	

</

QTDE: 1

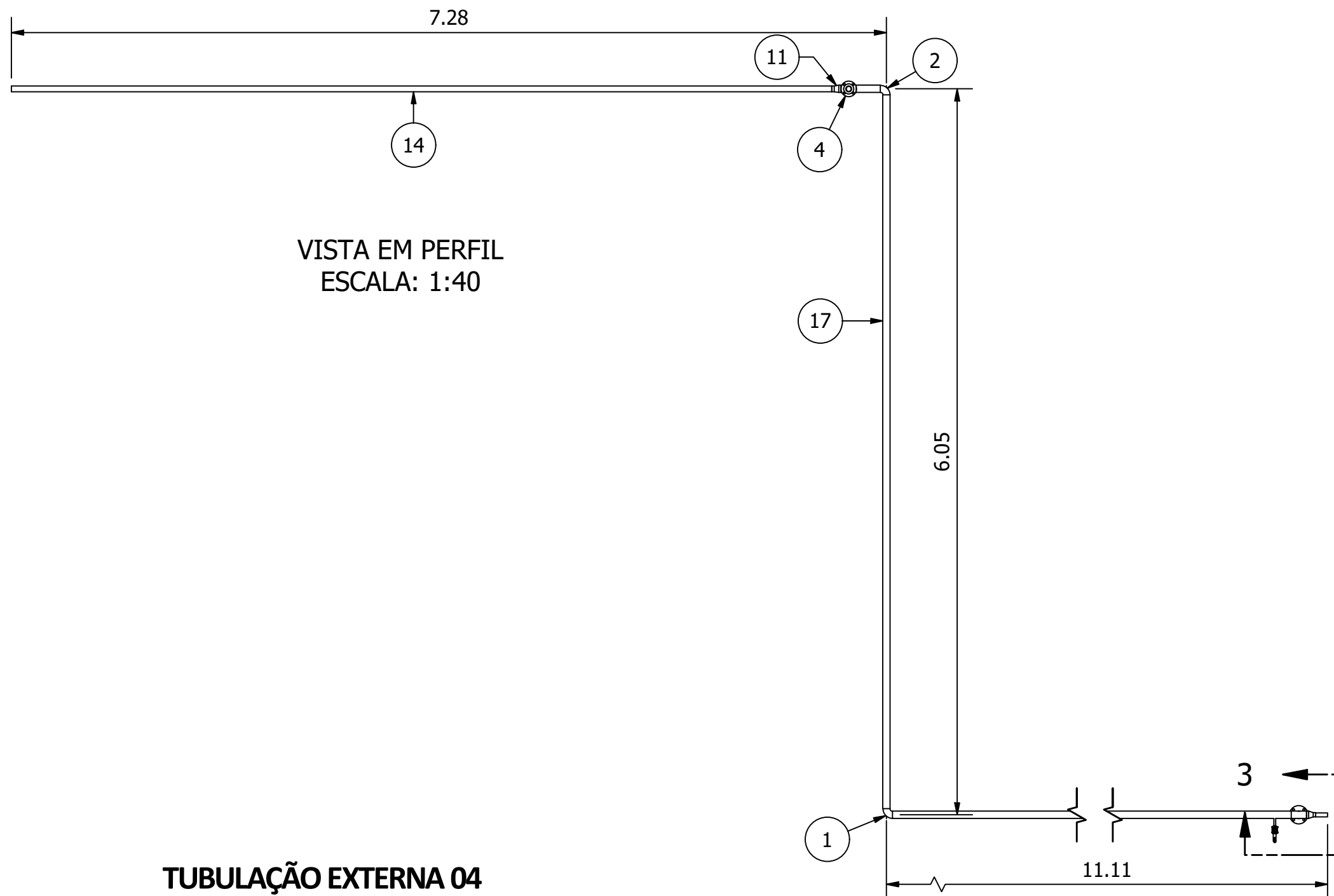


QTDE: 1



QTDE: 1

PARTS LIST			
ITEM	DESCRIÇÃO	CÓDIGO	QTDE
1	CURVA AI RC 90 GR ASME B16.9 1 1/2 POL SCH 40S		1
2	FLANGE PD 151 DN 1 1/2 POL		1
3	PESTANA ESTAMPADA CURTA AI DN 1 1/2 POL		1
4	TUBO AI ASME B36.19 DN 1 1/2 POL SCH 40S		24805,900 mm

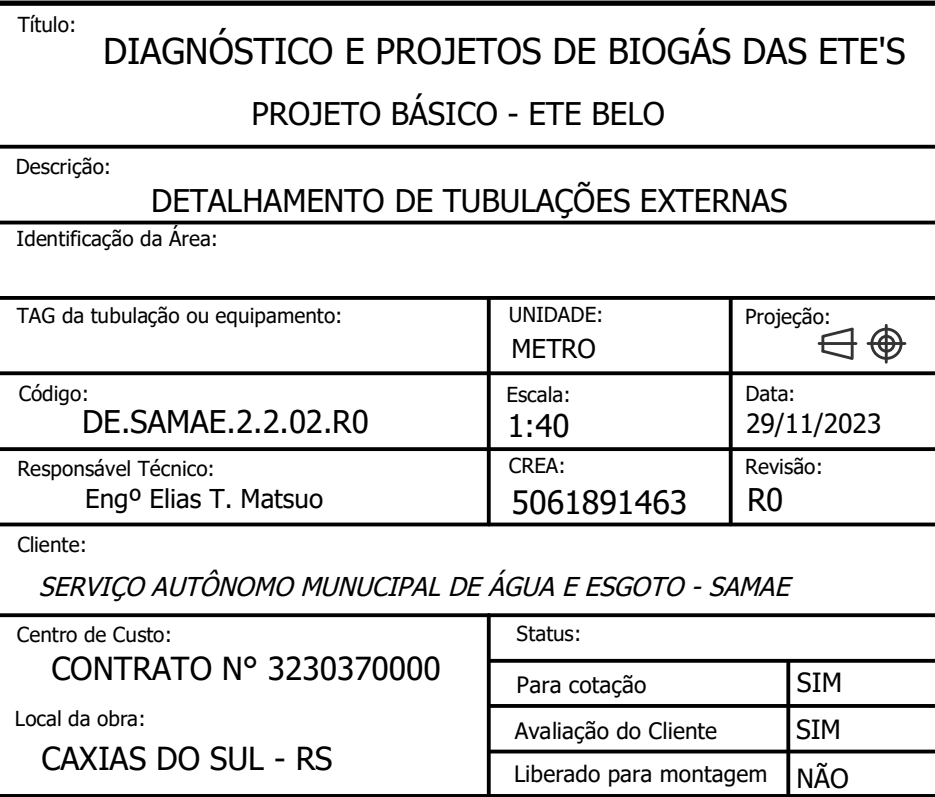


QTDE: 1

PARTS LIST			
ITEM	DESCRIÇÃO	CÓDIGO	QTDE
1	CURVA AI RC 90 GR ASME B16.9 2 POL SCH 5S		1
2	CURVA AI RC 90 GR ASME B16.9 2 POL SCH 40S		1
3	FLANGE CEGO PD 151 DN 2 POL		1
4	FLANGE PD 151 DN 1 1/2 POL		1
5	FLANGE PD 151 DN 2 POL		1
6	JUNTA NAO METALICA PARA FLANGE ASME B16.21 DN 1 1/2 ESP. 2,5 MM		1
7	JUNTA NAO METALICA PARA FLANGE ASME B16.21 DN 2 ESP. 2,5 MM		1
8	PESTANA ESTAMPADA CURTA AI DN 1 1/2 POL		1
9	PESTANA ESTAMPADA CURTA AI DN 2 POL		1
10	REDUCAO CONCENTRICA AI ASME B16.9 DN2 x 1 - Schedule 40		1
11	REDUCAO CONCENTRICA AI ASME B16.9 DN2 x 1 1/2 - Schedule 40		1
12	TE DE REDUCAO AI ASME B16.9 DN 2 x 1 1/2 POL SCH 40		1
13	TEE ASME B16.9 DN 2 POL SCH 40S		1
14	TUBO AI ASME B36.19 DN 1 1/2 POL SCH 40S		6830,000 mm
15	TUBO AI ASME B36.19 DN 1 POL SCH 40S		100,000 mm
16	TUBO AI ASME B36.19 DN 1/4 POL SCH 40S		100,000 mm
17	TUBO AI ASME B36.19 DN 2 POL SCH 40S		16900,600 mm
18	VALV ESFERA TRIPARTIDA AISI 316 DN 15 MM SW 150 LBS		1

QUADRO DE REVISÕES


QUADRO DE REVISÕES				
REV	DESCRIÇÃO	DATA	ELABORAÇÃO	APROVAÇÃO
0	EMISSION INICIAL	29/11/2023	E.MATSUO	

**OBSERVAÇÕES:**

- 1) DIMENSÕES EM METROS, EXCETO ONDE INDICADA A UNIDADE.
2) TUBULAÇÃO EM AÇO INOXIDÁVEL AISI 304.
3) OS EQUIPAMENTOS AQUI APRESENTADOS SÃO GENÉRICOS.

Título: **DIAGNÓSTICO E PROJETOS DE BIOGÁS DAS ETE'S**
PROJETO BÁSICO - ETE BELO

Descrição: DETALHAMENTO DE TUBULAÇÕES EXTERNAS

Identificação da Área:		
TAG da tubulação ou equipamento:	UNIDADE: METRO	Projeção: 

Código: DE.SAMAE.2.2.02.R0	Escala: 1:40	Data: 29/11/2023
Responsável Técnico: Engº Elias T. Matos	CREA: 5261221-1/2023	Revisão: R0

Engº Elias T. Matsuo	5061891463	RU
Cliente: <i>SERVIÇO AUTÔNOMO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO - SAMAE</i>		

Centro de Custo: **CONTRATO Nº 3230370000**


Local da obra: **CAXIAS DO SUL - RS**

Status:

Para cotação	SIM
Avaliação do Cliente	SIM

CHAVES DO SOL - RS	Liberado para montagem	NÃO
--------------------	------------------------	-----


 	ESTUDO		CÓDIGO Nº: MD.SAMAE.2.2.01.R0							
	OBRA:		ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO PENA BRANCA					FOLHA:	1 de 30	
	TÍTULO:		MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - PENA BRANCA							
	ESCOPO:		REALIZAÇÃO DE DIAGNÓSTICO DOS EQUIPAMENTOS E ESTRUTURAS DEDICADOS À COLETA E QUEIMA DE BIOGÁS E ELABORAÇÃO DE PROJETOS BÁSICO E EXECUTIVO PARA IMPLANTAÇÃO E/OU REFORMA DOS SISTEMAS DE COLETA E QUEIMA DE GASES, EM CAXIAS DO SUL - RS							
NOME DA EMPRESA		E.MATSUO TRATAMENTO DE EFLUENTES		ENG. RESP.:			ELIAS TAKESHI MATSUO		CREA:	5061891463
CONTRATO Nº 3230370000				ASSINATURA:						
ÍNDICE DE REVISÕES										
REV.	DESCRIÇÃO E/OU FOLHAS ATINGIDAS									
0	EMISSÃO INICIAL									
REVISÃO	REV. 0	REV. 1	REV. 2	REV. 3	REV. 4	REV. 5	REV. 6	REV. 7		
DATA	11/12/2023									
EXECUÇÃO	E. MATSUO									
VERIFICAÇÃO										
APROVAÇÃO	E. MATSUO									
As informações contidas neste documento são de propriedade de E.MATSUO Tratamento de Efluentes e foram elaboradas para O Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto – SAMAE, do município de Caxias do Sul, não sendo permitido o seu uso e divulgação para terceiros sem o prévio consentimento dos autores.										

	MEMORIAL TÉCNICO Nº		REV.
	MD.SAMAE.3.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRAT. DE ESGOTO PENA BRANCA	FOLHA	2 DE 30
TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS – PENA BRANCA			

**É proibida a reprodução total ou parcial, por
quaisquer meios, sem a autorização dos autores.**


Dados do projeto:

Código do documento:	MD.SAMAE.3.2.01.R0
Descrição do projeto:	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO PENA BRANCA
Local da obra:	Estrada Municipal Claudio Formolo, 2302. São Virgílio. Caxias do Sul – RS.
Cliente:	Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto – SAMAE, do município de Caxias do Sul.
Título do documento:	MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - PENA BRANCA
Responsável Técnico:	Engº Elias Takeshi Matsuo
CREA:	5061891463-SP
Data da elaboração:	11/12/2023
Contato:	(35) 99168-5353 elias@monerasolucoes.com.br

	MEMORIAL TÉCNICO Nº		REV.
	MD.SAMAE.3.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRAT. DE ESGOTO PENA BRANCA	FOLHA	3 DE 30
TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS – PENA BRANCA			

SUMÁRIO


1	APRESENTAÇÃO	4
2	RESUMO DAS PROPOSTAS PARA A ETE PENA BRANCA	5
3	DESCRIÇÃO DAS PROPOSTAS PARA A ETE PENA BRANCA.....	5
3.1	TRATAMENTO PRELIMINAR.....	5
3.1.1	Instalação de Peneiramento fino com abertura de 1 mm	6
3.2	REATORES UASB	13
3.2.1	Substituição dos insertes metálicos	13
3.2.2	Substituição das tampas de acesso à câmara do biogás.....	15
3.3	SISTEMA DE QUEIMA DO BIOGÁS.....	17
3.3.1	Substituição da tubulação externa do biogás	19
3.3.2	Substituição do queimador do biogás.....	21
4	PROJETO BÁSICO.....	26
4.1	REATOR UASB.....	26
4.2	TUBULAÇÕES EXTERNAS DE COLETA DO BIOGÁS.....	27

	MEMORIAL TÉCNICO Nº		REV.
	MD.SAMAE.3.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRAT. DE ESGOTO PENA BRANCA	FOLHA	4 DE 30
TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS – PENA BRANCA			

1 APRESENTAÇÃO

O presente documento é parte integrante do Produto 2 – Projeto Básico – ETE Pena Branca, dos serviços para a **realização de diagnóstico dos equipamentos e estruturas dedicados à coleta e queima de biogás, e elaboração de projetos básico e executivo para implantação e/ou reforma dos sistemas de coleta e queima de gases gerados no processo de tratamento das Estações de Tratamento de Esgoto – ETE's Canyon, Belo, Pena Branca, Pinhal, Samuara e Tega, no município de Caxias do Sul/RS**, que é objeto do Contrato 3230370000, assinado em 26 de Julho de 2023, entre o Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto – SAMAE, do município de Caxias do Sul e a empresa E.MATSUO Tratamento de Efluentes.

Os serviços foram executados conforme especificado no Termo de Referência para a elaboração do escopo do contrato 3230370000, tendo como responsável técnico o Engº Civil Elias Takeshi Matsuo, portador do CREA Nº 5061891463-SP, por meio da anotação de Responsabilidade Técnica Nº 28027230231191451.

	MEMORIAL TÉCNICO Nº		REV.
	MD.SAMAE.3.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRAT. DE ESGOTO PENA BRANCA	FOLHA	5 DE 30
TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS – PENA BRANCA			

2 RESUMO DAS PROPOSTAS PARA A ETE PENA BRANCA

Com base na etapa de diagnóstico, elencamos as seguintes alternativas para as melhorias e adequações necessárias relacionadas à coleta e queima do biogás gerado nos reatores UASB da ETE Pena Branca.

Tabela 1. Relação das propostas e alternativas para as melhorias e adequações relacionadas à coleta e queima do biogás na ETE Pena Branca.


	<i>Propostas</i>	<i>Alternativas</i>
1.0	Tratamento preliminar	
	Instalação de Peneiramento fino com abertura de 1 mm	Tambor rotativo de fluxo interno
		Cestos removíveis
		Tambor rotativo de fluxo interno instalado em canal
2.0	Reatores UASB	
	Substituição dos insertes metálicos	Aço inoxidável
		Ferro fundido
	Substituição das tampas de acesso à câmara do biogás	Placas rígidas de Polipropileno ou PEAD
		Placas rígidas de PRFV
		Chapas de aço inoxidável
3.0	Sistema de queima do biogás	
	Substituição da tubulação externa de biogás	Tubos em polipropileno ou PEAD
		Tubos em aço inoxidável
		Tubos em PRFV
	Substituição do queimador	Queimador de chama aparente
		Queimador de chama semi-enclausurada
		Queimador de chama enclausurada

*Com fundo em verde, as alternativas eleitas.

3 DESCRIÇÃO DAS PROPOSTAS PARA A ETE PENA BRANCA

Apresentamos a seguir as descrições das propostas para correções e melhorias do sistema de coleta do biogás da ETE Pena Branca.

3.1 TRATAMENTO PRELIMINAR

	MEMORIAL TÉCNICO Nº		REV.
	MD.SAMAE.3.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRAT. DE ESGOTO PENA BRANCA	FOLHA	6 DE 30
TÍTULO:			
MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS – PENA BRANCA			

3.1.1 Instalação de Peneiramento fino com abertura de 1 mm

Justificativa:


Conforme apresentado na etapa de diagnóstico, o acúmulo de espuma no interior da campânula pode prejudicar e até mesmo impedir a coleta do biogás gerado no reator UASB.

Com base na experiência do responsável técnico deste projeto, que acompanha a operação de 14 ETE's com reatores UASB, desde o ano de 2002, foi verificado que a utilização de peneiramento fino com abertura de 1 mm contribuiu para evitar o acúmulo de espuma no interior do reator trifásico.

A lista de referência das ETE's acompanhadas por este responsável técnico é apresentada a seguir.

Tabela 2. Lista de referências das ETE's com reatores UASB acompanhadas pelo autor deste projeto.

	OPERADOR	LOCALIZAÇÃO	VAZÃO (l/s)	INÍCIO DA OPERAÇÃO
1	Águas do Mirante	Piracicaba/SP	3 x 22	2014
2	SAAE	Águas de Lindóia/SP	22	2014
3	Prefeitura Municipal	Reginópolis/SP	22	2014
4	CODEN	Nova Odessa/SP	4 x 45	2013
5	SAEIT	Igarapu do Tietê/SP	45	2006
6	SEMAE	Piracicaba/SP	11	2006
7	DMAE	Poços de Caldas/MG	22	2002
8	DAE	Americana - SP	2 X 45	2018
9	BRK/SANEAQUA	Mainrinque-SP	45	2018
10	Estaleiro Jurong/SAAE	Aracruz-ES	33	2020
11	SAAESP	São Pedro - SP	2 x 45 s	2018
12	SAEAN – ETE Três Barras	Artur Nogueira - SP	1 x 45	2017
13	SAEAN – ETE Stocco	Artur Nogueira - SP	2 x 45	2018

	MEMORIAL TÉCNICO Nº		REV.
	MD.SAMAE.3.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRAT. DE ESGOTO PENA BRANCA	FOLHA	7 DE 30
TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS – PENA BRANCA			

Nestas ETE's, nunca houve necessidade de interrupção da operação dos reatores por problemas relacionados ao acúmulo de espuma no interior das campânulas ou por entupimento no sistema de coleta de biogás.

Com base também nas inspeções realizadas nas ETE's do SAMAE, onde verificamos o acúmulo de espessas crostas de espuma no interior das campânulas dos reatores UASB, bem como a necessidade de sua remoção, incluímos então a instalação de peneiramento fino com abertura de 1 mm como uma das medidas para evitar o acúmulo de espuma.

Apresentamos à seguir as alternativas para peneiramento fino.

Tabela 3. Alternativas para peneiramento fino na ETE Pena Branca.


	Descrição	Fabricantes
1	Tambor rotativo de fluxo interno	JS Filtração Vibropac Johnson Screens Werjen
2	Tambor rotativo de fluxo interno instalado em canal	
3	Cestos removíveis	JS Filtração Caldeirarias em geral

Tambor rotativo de fluxo interno

O tambor rotativo de fluxo axial ou interno corresponde ao equipamento para peneiramento de esgoto recomendado pelo autor deste projeto, pelas seguintes razões:

- Elevado desempenho;
- Facilidade operacional;
- Perfil de tela autolimpante;
- Facilidade de manutenção.

A distribuição do esgoto no interior da peneira é realizada através de uma canaleta

	MEMORIAL TÉCNICO Nº		REV.
	MD.SAMAE.3.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRAT. DE ESGOTO PENA BRANCA	FOLHA	8 DE 30
TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS – PENA BRANCA			

vertedora ao longo do comprimento do tambor em movimento. É importante destacar que o tambor deve estar em movimento durante a alimentação do esgoto, não devendo confundir o seu funcionamento com o de uma peneira estática.

A calha vertedora distribui o esgoto bruto em ambos os lados de seu comprimento, sendo que o lado contrário à rotação do tambor recebe a maior parcela da vazão. Esta forma de distribuição do esgoto no interior do tambor resulta na aplicação de esforços de cisalhamento sobre os resíduos, desagregando-os e promovendo a sua “lavagem”. O interior do tambor possui também “aletas” ou “pás” que direcionam os resíduos sólidos do fundo do tambor para a sua saída.

O tambor possui também dois ramais de limpeza, sendo um para o lado externo e outro para o lado interno, através de bicos ejetores que aplicam água com alta pressão.

Um grande diferencial desta tecnologia é que não há partes móveis, como coroa e pinhão, correntes, dentre outros, imersos no esgoto.



Figura 1: Peneiramento com tambor rotativo de fluxo interno. Fonte: Acervo do autor.


	MEMORIAL TÉCNICO Nº		REV.
	MD.SAMAE.3.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRAT. DE ESGOTO PENA BRANCA	FOLHA	9 DE 30
TÍTULO:			
MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS – PENA BRANCA			



Figura 2: Vista do interior da Peneira com tambor rotativo de fluxo interno. Fonte: Acervo do autor.

Modulação/quantidade: 1 em operação + 1 reserva

Capacidade unitária mínima: 800 m³/h de esgoto gradeado em # 40 mm

Especificações Básicas:

Equipamento: Peneira rotativa de fluxo axial ou interno


Abertura da tela: 1 mm

Materiais Construtivos:

Tela: Perfil trapezoidal em AISI 304 ou superior

A peneira rotativa poderá ser instalada na unidade de tratamento preliminar existente, à montante do canal de desarenação, aproveitando a plataforma de concreto como base para a sua instalação e utilizando o sistema de recalque existente. O aproveitamento das estruturas existentes aumenta a competitividade desta alternativa.

Na foto a seguir indicamos o local onde as peneiras rotativas podem ser instaladas.

 E. MATSUO TRAT. DE EFLUENTES	MEMORIAL TÉCNICO	Nº	REV.
		MD.SAMAE.3.2.01.R0	R0
	ESTAÇÃO DE TRAT. DE ESGOTO PENA BRANCA	FOLHA	10 DE 30
TÍTULO:			
MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS – PENA BRANCA			

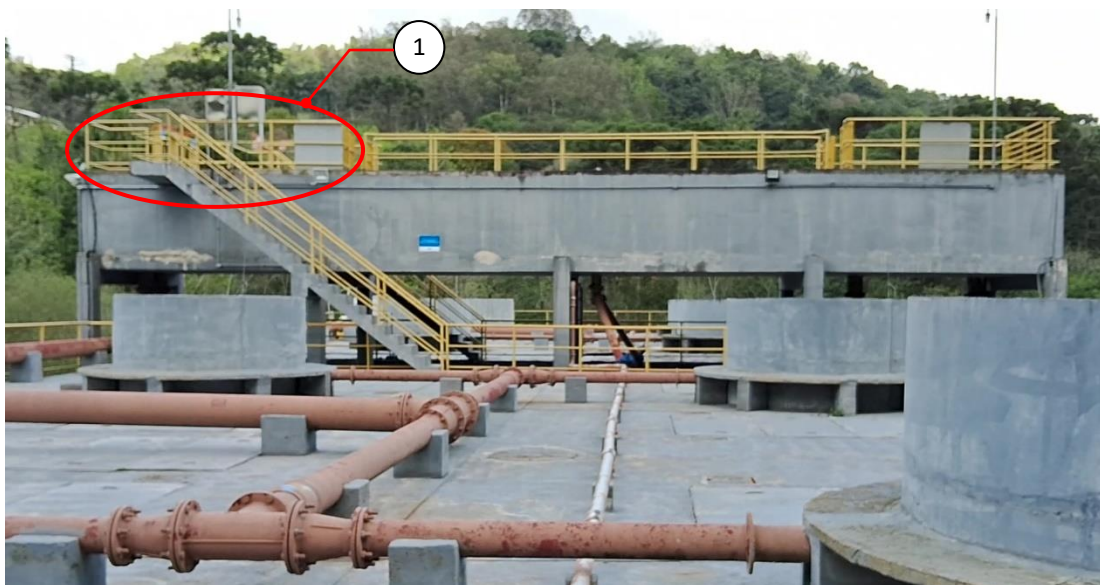


Figura 3: Vista em perfil da unidade de tratamento preliminar.

Tambor rotativo de fluxo interno instalado em canal

Podem acomodar aberturas de 2 a 6 mm para tela perfurada e 0,25 mm a 2 mm para tela com perfil trapezoidal autolimpante. Possui parafuso classificador, que remove os sólidos para um sistema de lavagem e compactação.

Por possuir diversos sistemas integrados, com muitas partes móveis, quando comparado ao tambor rotativo de fluxo interno, sua manutenção é mais complexa. O rolamento de tela está sempre submerso em águas residuais e na prática precisa ser substituído periodicamente.


Para a manutenção do tambor rotativo submersível e peças é necessário também um dispositivo de basculação.

Modulação/quantidade: 1 em operação + 1 reserva

Capacidade unitária mínima: 800 m³/h de esgoto gradeado em # 40 mm

Especificações Básicas:

Equipamento: Peneira rotativa de canal

	MEMORIAL TÉCNICO Nº		REV.
	MD.SAMAE.3.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRAT. DE ESGOTO PENA BRANCA	FOLHA	11 DE 30
TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS – PENA BRANCA			

Abertura da tela: 1 mm

Materiais Construtivos:

Tela: Perfil trapezoidal em AISI 304 ou superior

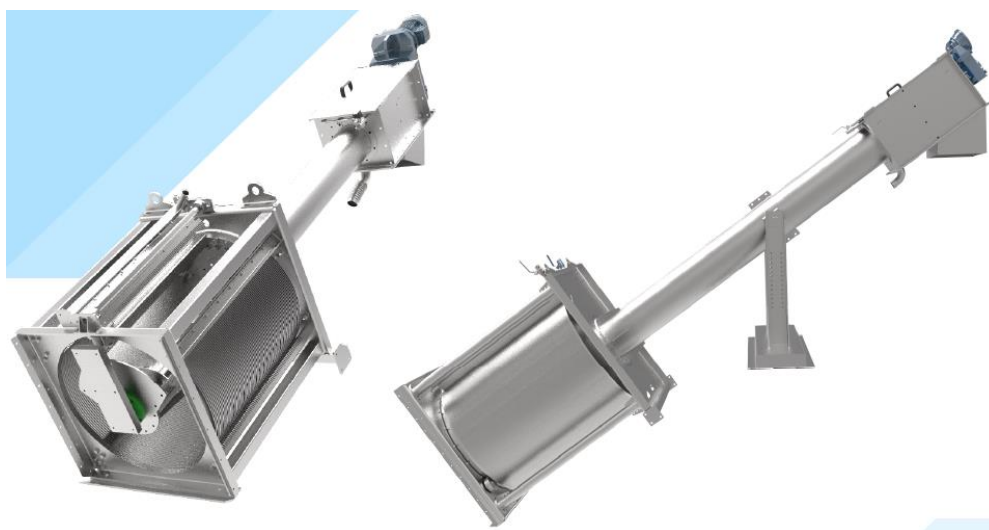



Figura 4: Tambor rotativo de canal. Fonte: Catálogo técnico da empresa Vibropac.

Sua instalação poderá ser feita no mesmo local da peneira rotativa de fluxo interno. No caso da ETE Pena Branca, esta alternativa apresenta as seguintes desvantagens:

- Dimensões limitadas na plataforma de concreto;
- Dificuldade de realização da manutenção devido ao grande porte do equipamento e por estar localizado em plataforma elevada.

Cestos removíveis

Os cestos removíveis correspondem à solução mais simples para o peneiramento. Este equipamento normalmente é indicado para baixas vazões de esgoto e necessitam ser instalados onde haja desnível hidráulico suficiente para promover a lavagem dos resíduos e evitar a rápida colmatção das suas aberturas. Sua limpeza é feita de forma

	MEMORIAL TÉCNICO Nº		REV.
	MD.SAMAE.3.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRAT. DE ESGOTO PENA BRANCA	FOLHA	12 DE 30
TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS – PENA BRANCA			

manual e em função de seu peso, pode ser necessária a utilização de sistema de içamento.

Para a ETE Pena Branca, esta solução dificilmente poderá ser implantada, devido à elevada vazão e por não haver perfil hidráulico disponível para a implantação por gravidade, sem a necessidade de recalque à montante.

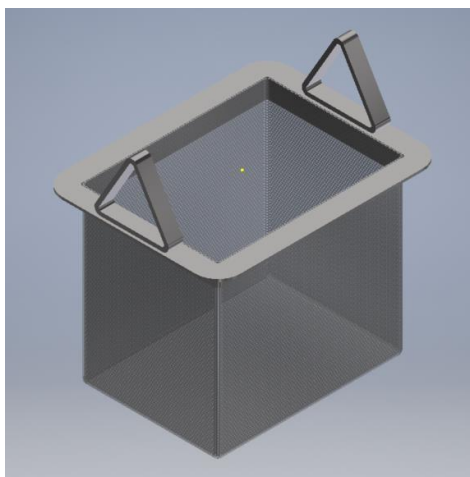


Figura 5: Gradeamento tipo cesto. Imagem meramente ilustrativa.

Modulação/quantidade: 2

Capacidade unitária mínima: 800 m³/h de esgoto gradeado em # 40 mm

Especificações Básicas:

Equipamento: Grade tipo cesto removível com limpeza manual

Abertura da tela: 1 mm


Dimensões aproximadas: 800 x 800 x 600 mm
Comprimento x largura x altura

Acessórios: Sistema de içamento do cesto para remoção dos sólidos

Materiais Construtivos:

Cesto: AISI 304

Içamento AISI 304

	MEMORIAL TÉCNICO Nº		REV.
	MD.SAMAE.3.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRAT. DE ESGOTO PENA BRANCA	FOLHA	13 DE 30
TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS – PENA BRANCA			

3.2 REATORES UASB

O uso de placas rígidas de PRFV foi bem-sucedido na ETE Belo, pois o flare encontra-se em operação a bastante tempo. Não houve problemas crônicos em relação ao projeto que necessitem ser corrigidos. A ETE Pena Branca compartilha deste mesmo projeto de reator UASB. Portanto, não se especula a necessidade de substituição das campânulas no curto prazo.

3.2.1 Substituição dos insertes metálicos

Justificativa:

Os insertes metálicos correspondem à dispositivos de tubulações embutidos na parede de concreto para conectar a tubulação interna com a tubulação externa ao reator. No caso no reator da ETE Pena Branca, não há tubulação interna e por isto o inserte irá conectar a câmara do biogás diretamente à tubulação externa, sendo requerido inserte do tipo flange e ponta.

Estes insertes metálicos devem ser fabricados em materiais resistentes mecanicamente e contra a corrosão e devem garantir também a estanqueidade, de forma a evitar vazamentos de biogás e esgoto. Para isto, o inserte possui aba de travamento que também tem a função de melhorar a vedação.

Atualmente a tubulação de PVC é embutida diretamente na parede. Esta alternativa dispensa custos adicionais com insertes metálicos, porém não permite a realização de desmontagem para manutenções emergenciais.

Sua instalação em estruturas de concreto existente é feita através da abertura com martelo rompedor, seguida pela limpeza, posicionamento do inserte e grauteamento.

As principais alternativas para execução dos insertes metálicos são apresentadas na tabela a seguir:


	MEMORIAL TÉCNICO Nº		REV.
	MD.SAMAE.3.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRAT. DE ESGOTO PENA BRANCA	FOLHA	14 DE 30
TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS – PENA BRANCA			

Tabela 4. Alternativas para insertes metálicos.

	Descrição	Fabricantes
1	Aço inoxidável	Dedini Ind. de Base Calderarias*
2	Ferro fundido	Tec San PAM Saint Gobain Ferpac Hidramac

Inserte metálico em aço inoxidável

São resistentes à corrosão e podem ser fabricados sob medida. São facilmente soldáveis e permitem adequações em campo, caso seja necessário.

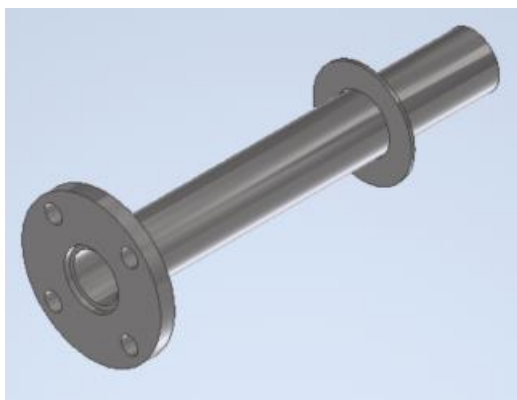


Figura 6: Inserte metálico tipo “Flange e Ponta” em aço inoxidável.

Inserte metálico em ferro fundido

Deve possuir revestimento interno e externo de proteção contra a corrosão. É fornecido por grandes empresas, altamente especializadas na fabricação de tubos e acessórios em ferro fundido. Havendo algum dano, sua recuperação é bastante difícil de ser executada.


	MEMORIAL TÉCNICO Nº		REV.
	MD.SAMAE.3.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRAT. DE ESGOTO PENA BRANCA	FOLHA	15 DE 30
TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS – PENA BRANCA			



Figura 7: Inserte (toco) de ferro fundido com aba de vedação.

3.2.2 Substituição das tampas de acesso à câmara do biogás


Justificativa:

As tampas de acesso à câmara do biogás da ETE Pena Branca encontram-se bastante degradadas pela corrosão. Além disso, não foi instalada tampa adequada, com vedação e proteção contra a corrosão. Este aspecto necessita ser corrigido para que possa ser realizada a coleta do biogás sem risco de vazamento ou entrada de ar.

As alternativas para a substituição das tampas de acesso são apresentadas à seguir:

Tabela 5. Alternativas para substituição das tampas de acesso à câmara do biogás.

	Descrição	Fabricantes
1	Placas rígidas de Polipropileno ou PEAD	Paques Brasil Dedini Ind. de Base Ecoscienses Alphenzs
2	Chapas de aço inoxidável	Dedini Ind. de Base
3	Placas rígidas de PRFV	JE-Fiber Empresa de Engenharia Ambiental – EEA Fibrav Fibratec

	MEMORIAL TÉCNICO Nº	REV.
	MD.SAMAE.3.2.01.R0	R0
	ESTAÇÃO DE TRAT. DE ESGOTO PENA BRANCA	FOLHA 16 DE 30
TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS – PENA BRANCA		

Placas rígidas de Polipropileno ou PEAD

As placas rígidas de Polipropileno ou PEAD tem sido empregadas com bastante sucesso em reatores UASB e outros tipos de reatores anaeróbios para o tratamento de efluentes industriais.

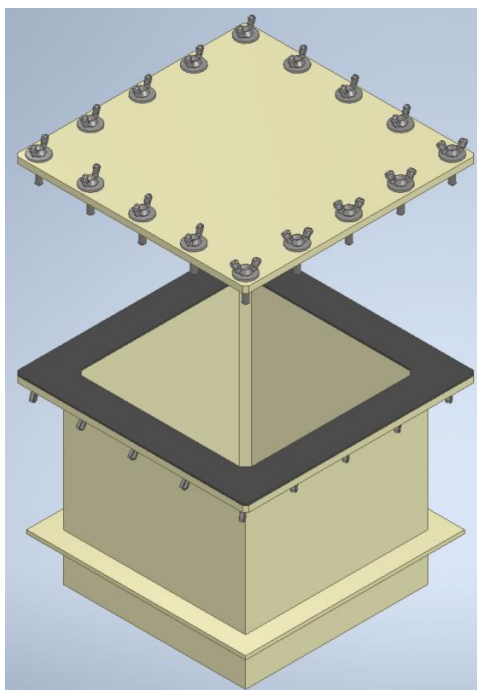



Figura 8: Tampa de acesso em chapa de PEAD ou Polipropileno, com junta de vedação prensada entre flanges.

Vantagens:

- Resistência mecânica suficiente;
- Elevada resistência à corrosão;
- Elevada vida útil;
- Material soldável em campo;

Chapas de aço inoxidável

As chapas de aço inoxidável devem ser no mínimo em AISI 304. Tecnicamente é um

	MEMORIAL TÉCNICO Nº		REV.
	MD.SAMAE.3.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRAT. DE ESGOTO PENA BRANCA	FOLHA	17 DE 30
TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS – PENA BRANCA			

bom material, com elevada resistência mecânica e à corrosão. O flange e a tampa flangeada possuem maiores espessuras e implicam em maior utilização de aço inoxidável, podendo encarecer significativamente o custo desta alternativa.

Placas rígidas de PRFV

Para esta aplicação, não há restrições técnicas ao uso de tampas em PRFV, elaboradas conforme o projeto básico. A especificação técnica deve prever o uso de aditivos para garantir à resistência aos raios Ultravioleta. As espessuras das chapas poderão ser as mesmas adotadas para as alternativas em chapas de PEAD e de Polipropileno.

3.3 SISTEMA DE QUEIMA DO BIOGÁS


O principal objetivo do sistema de queima de biogás da ETE Pena Branca é a redução de risco de acidentes devido à formação de atmosferas explosivas. Como objetivos secundários, temos a redução das emissões de gás metano, por questões ambientais, e redução das emissões de gás sulfídrico, que podem causar incômodos relacionados à exalação de odores desagradáveis.

Observações:

- 1) Não será feito o reaproveitamento energético do biogás, de modo que não é necessário o beneficiamento prévio do biogás, com remoção de umidade, material particulado, gás sulfídrico, gás carbono, dentre outros.
- 2) Operacionalmente, o sistema de queima deve então focar na queima imediata do biogás produzido nos reatores UASB.

Na ETE Pena Branca será necessária a correção para adequação do sistema de queima do biogás, de forma a incluir os requisitos mínimos.

- Substituição da tubulação do biogás;
- Substituição do queimador.
- Alteração da localização do queimador.

	MEMORIAL TÉCNICO Nº MD.SAMAE.3.2.01.R0		REV. R0
	ESTAÇÃO DE TRAT. DE ESGOTO PENA BRANCA		FOLHA 18 DE 30
	TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS – PENA BRANCA		

Apresentamos a estimativa das vazões de biogás realizada na etapa de diagnóstico.

Tabela 6. Vazões médias estimadas de biogás para a ETE Pena Branca.

		Vazão estimada de biogás	
	Unidade	Balanço de massa	PROBIO 1.0
Cenário I	m ³ /h	0,9	1,0
Cenário II	m ³ /h	4,8	4,3
Cenário III	m ³ /h	35,5	31,6
Cenário IV	m ³ /h	52,4	46,5

Devido à grande variabilidade na estimativa da vazão de biogás, uma das estratégias para evitar ociosidade nos equipamentos a serem adquiridos é a implantação em etapas, devendo-se prever facilidades para ampliações.

Na etapa inicial o sistema de queima deve ser capaz de tratar as seguintes vazões de biogás:

Vazão máxima de biogás: 10 m³/h


Vazão mínima de biogás: 2 m³/h

Já o projeto de tubulação deve ser dimensionado considerando a vazão de 80 m³/h.

O diâmetro mínimo da tubulação deverá ser de 40 mm, o que atende com bastante folga a vazão de gás gerada em apenas um módulo, ao mesmo tempo em que resulta em estrutura mecanicamente resistente e autoportante, dispensando uma boa quantidade de suportes.

O trecho de tubulação por onde escoar a vazão de biogás dos dois módulos de reatores UASB terá diâmetro mínimo de 50 mm.

Entendemos que não há risco de entrada de espuma na tubulação, por haver uma distância de 500 mm entre o nível d'água e a entrada na tubulação.

	MEMORIAL TÉCNICO Nº		REV.
	MD.SAMAE.3.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRAT. DE ESGOTO PENA BRANCA	FOLHA	19 DE 30
TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS – PENA BRANCA			

3.3.1 Substituição da tubulação externa do biogás

Justificativa:

O atual sistema de tubulações externas de coleta do biogás foi construído a partir de tubulações de PVC rígido com conexões tipo ponta e bolsa soldáveis. Além disso, apresenta as seguintes patologias que futuramente poderão gerar a necessidade de correções:

- Ausência de válvulas de bloqueio na saída de cada reator UASB;
- Deterioração da tubulação de PVC exposta ao sol.

Tabela 7. Alternativas para substituição da tubulação externa de biogás.

	Descrição	Fornecedores
1	Tubos em polipropileno ou PEAD	Paques Brasil Dedini Ind. de Base Alphenz
2	Tubos em aço inoxidável	
3	Tubos em PRFV	

*Os fabricantes de tubos e acessórios podem não fazer a instalação do sistema de tubulações. Portanto, foram listadas algumas empresas que tradicionalmente fazem tanto o fornecimento de materiais como a instalação destes sistemas de tubulações em ETE's, não sendo necessariamente os fabricantes. Tratando-se somente da do fornecimento e instalação de tubulação, há uma grande quantidade de empresas com plena capacidade técnica, inclusive no município sede.

O uso de tubulação em aço carbono e aço galvanizado não é recomendado para esta aplicação, por não apresentarem resistência à corrosão.


 E. MATSUO TRAT. DE EFLUENTES	MEMORIAL TÉCNICO	Nº	REV.
		MD.SAMAE.3.2.01.R0	R0
	ESTAÇÃO DE TRAT. DE ESGOTO PENA BRANCA	FOLHA	20 DE 30
TÍTULO:			
MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS – PENA BRANCA			



Figura 9: Tubulação de coleta do biogás da ETE de Itabirito-MG, fabricada em aço galvanizado, estando totalmente corroída. Fonte: Acervo do autor.

Tubos em Polipropileno ou PEAD

Possuem alta resistência à corrosão e elevada vida útil. Porém, por possuírem também alto coeficiente de dilatação ou expansão térmica, pode não ser adequado para a esta aplicação, onde haverá extensões de tubulação de cerca de 100 m, expostas ao sol.


São soldáveis em campo, por alternativas de alto desempenho, tais com as soldas de topo com placas aquecidas e conexões para eletrofusão.

A disponibilidade de tubulações e acessórios em PEAD é maior do que em Polipropileno, podendo ser este um fator decisivo para a escolha da alternativa em PEAD.

Possui menor resistência mecânica, em relação às alternativas, podendo exigir uma maior quantidade de suportes.

Tubos em aço inoxidável

Possuem alta resistência à corrosão e elevada vida útil, além do diferencial de alta

	MEMORIAL TÉCNICO Nº		REV.
	MD.SAMAE.3.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRAT. DE ESGOTO PENA BRANCA	FOLHA	21 DE 30
TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS – PENA BRANCA			

resistência mecânica e baixo coeficiente de dilatação térmica.

A questão do custo será o diferencial na sua escolha.

Tubos em PRFV

Atendem aos requisitos de durabilidade, resistência mecânica e resistência à corrosão. Deve ser prestada especial atenção às emendas entre tubos, as quais podem ser do tipo:

Junta rígida ponta e bolsa soldada:

A união ocorre mediante a introdução da ponta do tubo na bolsa, e a restauração da capacidade resistiva é feita por laminação manual por meio da aplicação de uma bandagem constituída por manta, tecido e resina (Kit de solda).

Junta rígida ponta solda (JR-PPS)

União de topo das extremidades do tubo, e a restauração da capacidade resistiva é feita por laminação manual por meio da aplicação de uma bandagem constituída por manta, tecido e resina (Kit de solda).

Junta rígida flangeada (JR-FL)


A união ocorre com a utilização de flanges fixados por parafusos com junta de borracha.

3.3.2 Substituição do queimador do biogás

Justificativa:

A concepção atual do sistema de filtração e queima do biogás não apresenta os dispositivos mínimos de segurança, tais como válvula corta chamas, bem como válvula bloqueio e válvula reguladora de pressão, para interrupção da queima do biogás quando a vazão estiver muito baixa, o que resulta em problemas na queima.

Estes itens normalmente são fornecidos junto com o queimador, e fazem parte da

	MEMORIAL TÉCNICO Nº MD.SAMAE.3.2.01.R0		REV. R0
	ESTAÇÃO DE TRAT. DE ESGOTO PENA BRANCA		FOLHA 22 DE 30
	TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS – PENA BRANCA		

garantia de desempenho e contratual, não sendo indicado que sejam fornecidos separadamente.

Processo de queima do biogás:

A eficiência da destruição do biogás depende de 3 fatores:

- I. Temperatura de combustão;
- II. Proporção da mistura ar - combustível;
- III. Tempo de residência dos gases na câmara de combustão.

A temperatura de combustão deve ser maior que a temperatura de autoignição do gás metano, que corresponde à 540º C.


A falta de oxigênio na mistura ar – combustível resulta em combustão incompleta, com emissão de gás metano, monóxido de carbono e gás sulfídrico. Na prática, não é possível controlar a quantidade de ar fornecida ao processo, sendo recomendado manter uma quantidade maior que a requerida teoricamente.

O tempo de residência na câmara de combustão na faixa de 0,5 a 2 segundos é necessário para que a queima seja satisfatória.

Na tabela a seguir, são apresentados dados que relacionam a eficiência na destruição de gás metano e gás sulfídrico com os principais parâmetros.

Tabela 8. Eficiência da destruição do metano em função da temperatura.

Eficiência de destruição (%)	Temperatura (º C)	Tempo de residência (s)
95%	690	0,5
98%	745	0,5
99%	790	0,75
99,9%	830	1,00
99,99%	885	2,00

	MEMORIAL TÉCNICO Nº		REV.
	MD.SAMAE.3.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRAT. DE ESGOTO PENA BRANCA	FOLHA	23 DE 30
TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS – PENA BRANCA			

Para estações de tratamento de esgoto, as tecnologias para a queima do biogás normalmente disponíveis no mercado são:

Tabela 9. Alternativas para queima do biogás.

	Descrição	Fabricantes
1	Queimador de chama aparente	Teccalor
2	Queimador de chama semi-enclausurada	Combustec
3	Queimador de chama enclausurada	Wolta Biochama Brasprocess

Queimador de chama aparente

O queimador de chama aparente basicamente não possui câmara de combustão e por isso alcança menores temperaturas durante a queima. Assim, sua eficiência é menor, porém é mais apropriado para aplicações com baixa vazão de biogás. Basicamente sua operação pode ser automatizada através de ignitor temporizado e válvula mantenedora de pressão, cuja função é estabelecer um valor mínimo de pressão de biogás para alimentação do queimador, fazendo sua interrupção durante os horários em que a produção de biogás é nula ou muito baixa. Assim, evita-se misturas pobres em combustível, o que também interfere na eficiência da queima.

Componentes mínimos:

- Corpo do queimador, em aço inoxidável AISI 304 ou superior;
- Válvula de alívio sustentadora de pressão (controle de pressão à montante);
- Válvula bloqueio;
- Válvula corta chamas;
- Válvula de dreno.
- Pannel do ignitor.


	MEMORIAL TÉCNICO Nº		REV.
	MD.SAMAE.3.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRAT. DE ESGOTO PENA BRANCA	FOLHA	24 DE 30
TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS – PENA BRANCA			



Figura 10: Flare de chama aparente fabricado e fornecido pela Combustec. Fonte: Catálogo técnico da empresa Combustec.


Queimador de chama semi-enclausurada

O queimador de chama semi-enclausurada combina características dos queimadores de chama aparente e enclausurada. Basicamente o queimador possui câmara de combustão simples, com dimensões menores que a do queimador de chama enclausurada, para evitar a dispersão da chama.

É recomendado para ETE's de médio e grande porte, com vazões de biogás a partir de 100 Nm³/h. Sua operação pode ser totalmente automatizada para o objetivo de queima imediata do biogás.

Componentes mínimos:

- Corpo do queimador, em aço inoxidável AISI 304 ou superior;
- Válvula solenoide;
- Válvula bloqueio na entrada do queimador;
- Válvula corta chamas;

	MEMORIAL TÉCNICO Nº		REV.
	MD.SAMAE.3.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRAT. DE ESGOTO PENA BRANCA	FOLHA	25 DE 30
TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS – PENA BRANCA			

- Válvula de dreno.
- Painel do ignitor.


Queimador de chama enclausurada

O queimador de chama enclausurada câmara de combustão com proteção contra chuva e vento e isolante térmico para reduzir perdas de calor. Assim, busca-se atingir altas temperaturas na queima, com altos tempos de residência, garantindo assim altas eficiências na destruição do metano e gás sulfídrico.

É recomendado para ETE's de médio e grande porte, com vazões de biogás a partir de 100 Nm³/h. Sua operação necessita ser automatizada, sendo comuns apresentarem dispositivos para controle de temperatura, vazões e pressão. A relação dos equipamentos mínimos é mais sofisticada e poderá ser mais difícil uma equalização de especificações técnicas entre os fornecedores deste equipamento.



Figura 11: Flare de chama enclausurada fabricado e fornecido pela Brasprocess.
Fonte: Catálogo técnico Brasprocess.

	MEMORIAL TÉCNICO Nº		REV.
	MD.SAMAE.3.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRAT. DE ESGOTO PENA BRANCA	FOLHA	26 DE 30
TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS – PENA BRANCA			

4 PROJETO BÁSICO

4.1 REATOR UASB


Conforme apresentado, não haverá necessidade de substituição ou reforma das campânulas dos reatores UASB da ETE Pena Branca. A concepção deste reator não utiliza também tubulações internas para coleta do biogás.

Foram elaborados os seguintes projetos padrões:

- I. Inserte Flange e ponta, para conectar a câmara de biogás em concreto com a tubulação externa (Desenho DE.SAMAE.0.2.02);
- II. Tampa de acesso à câmara do biogás (Desenho DE.SAMAE.0.2.03);
- III. Locação dos insertes e tampas do reator UASB (Desenho DE.SAMAE.0.2.04).

A remoção de espuma do reator UASB será executada prevendo-se as seguintes atividades:

- 1 – Fechamento da válvula de bloqueio da saída do reator UASB;
- 2 – Abertura das tampas de acesso à câmara do biogás;
- 3 – Sucção da espuma, através de caminhões limpa fossa;
- 4 – Fechamento das tampas de acesso à câmara do biogás;
- 5- Retorno da operação do flare: O flare deverá permanecer desligado, com escoamento do biogás, por no mínimo 6 horas após o fechamento das tampas de acesso à câmara do biogás.

	MEMORIAL TÉCNICO Nº		REV.
	MD.SAMAE.3.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRAT. DE ESGOTO PENA BRANCA	FOLHA	27 DE 30
TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS – PENA BRANCA			

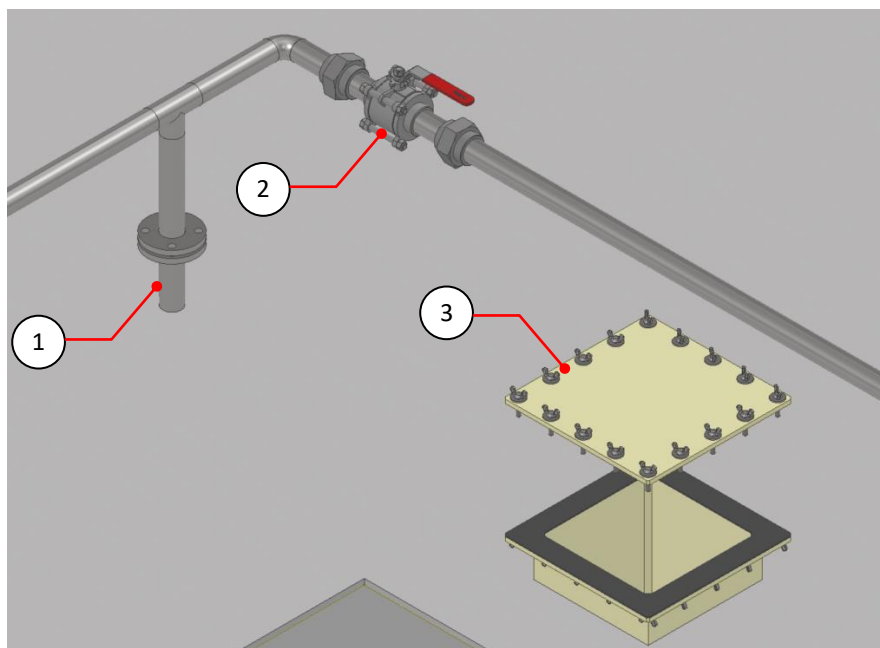



Figura 12: Inserte flange e ponta (1); válvula bloqueio a ser fechada (2); e abertura da tampa de acesso à câmara do biogás (3).

4.2 TUBULAÇÕES EXTERNAS DE COLETA DO BIOGÁS

O layout da ETE Pena Branca é bastante compacto e apresenta diversas porções com restrições significativas para a implantação do flare, apresentadas a seguir:

- I. Todo o entorno possui matas adjacentes aos limites da área da ETE. Torna-se necessário estabelecer um afastamento de no mínimo 10 m;
- II. Buffer de segurança do reator UASB, estabelecido em 10 metros;
- III. Buffer de segurança de 10 metros para as unidades onde há motores elétricos de processo, com potência acima de 5 cavalos.

As alternativas locais viáveis para a implantação do flare e as porções de áreas restritivas são apresentadas na figura à seguir.

	MEMORIAL TÉCNICO Nº	REV.
	MD.SAMAE.3.2.01.R0	R0
	ESTAÇÃO DE TRAT. DE ESGOTO PENA BRANCA	FOLHA 28 DE 30
TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS – PENA BRANCA		



FLARE

- ALTERNATIVA 1 - FLARE
- ALTERNATIVA 2 - FLARE
- ALTERNATIVA 3 - FLARE


TUBULAÇÃO EXTERNA DN 2 POL

- ALTERNATIVA 1 - TUBULAÇÃO
- ALTERNATIVA 2 - TUBULAÇÃO
- ALTERNATIVA 3 - TUBULAÇÃO

Figura 13: Alternativas para a planta do sistema de coleta e queima do biogás, na ETE Pena Branca.

Em todas as alternativas foram incluídos todos os dispositivos básicos de segurança, tais como válvulas bloqueio na entrada do flare e na saída de cada reator UASB, bem como válvula sustentadora de pressão e válvula corta-chamas.

Alternativa 1:

	MEMORIAL TÉCNICO Nº		REV.
	MD.SAMAE.3.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRAT. DE ESGOTO PENA BRANCA	FOLHA	29 DE 30
TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS – PENA BRANCA			

A alternativa 1 é viável desde que realizadas alguns preparos no terreno, tais como terraplenagem e limpeza dos arredores, com remoção de árvores num entorno de pelo menos 10 metros. Ainda assim, o formato geométrico dos arredores continuarão a conferir certo aspecto de ventilação restringida, por haver barreiras naturais e formadas pelas edificações e tanques.

Entretanto, esta alternativa resulta na menor extensão de tubulação.

Esta alternativa é apresentada nos desenhos DE.SAMAE.3.2.01 e DE.SAMAE.3.2.03. Os seguintes indicadores estão disponíveis para esta alternativa:

Tubulação de aço inox. AISI 304 DN 1.1/2 Pol: 67,2 m

Tubulação de aço inox. AISI 304 DN 2 Pol: 16,7 m

Flare de chama aparente: 1 com cap. 2 a 10 m³/h


Considerando a área de implantação do flare retangular, em dois lados haverá confrontante de vegetação e em um lado o confrontante é o reator UASB.

Portanto, mesmo que sejam realizadas as atividades de terraplenagem e de limpeza do terreno, dentre todas as alternativas, esta é a que apresenta maior risco de causar incêndios acidentais na mata adjacente, seja por descuido na realização da poda ou remoção de árvores adjacentes, como também devido ao confinamento natural por ventilação deficiente.

Alternativa 2:

Na alternativa 2 o flare estará localizado tendo como confrontantes o tanque de aeração do Filtro Aeróbio Submerso, além de contar com um maior afastamento em relação ao UASB.

Há uma via de acesso confrontante e que por isto auxiliará na manutenção de um afastamento constante da vegetação. O traçado da tubulação resulta em uma extensão um pouco maior que na alternativa 1. Há boas condições de ventilação

	MEMORIAL TÉCNICO Nº		REV.
	MD.SAMAE.3.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRAT. DE ESGOTO PENA BRANCA	FOLHA	30 DE 30
TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS – PENA BRANCA			

natural, pois não há contenção no nível do topo do queimador. Esta alternativa oferece ganhos significativos de segurança em relação à alternativa 1.

O risco de causar incêndios acidentais e explosões é menor.

Esta alternativa é apresentada nos desenhos DE.SAMAE.3.2.02 e DE.SAMAE.3.2.04 e apresenta os seguintes indicadores:

Tubulação de aço inox. AISI 304 DN 1.1/2 Pol:	52 m
Tubulação de aço inox. AISI 304 DN 2 Pol:	48 m
Flare de chama aparente:	1 com cap. 2 a 10 m ³ /h

Alternativa 3:

Esta alternativa corresponde a uma continuidade da Alternativa 2, sendo que seu traçado se desenvolve seguindo a mesma diretriz e sendo acrescentada de uma extensão adicional de 47 metros. , e resulta em ganhos de segurança, por resultar em localização ao flare com maior isolamento e melhor ventilação natural.

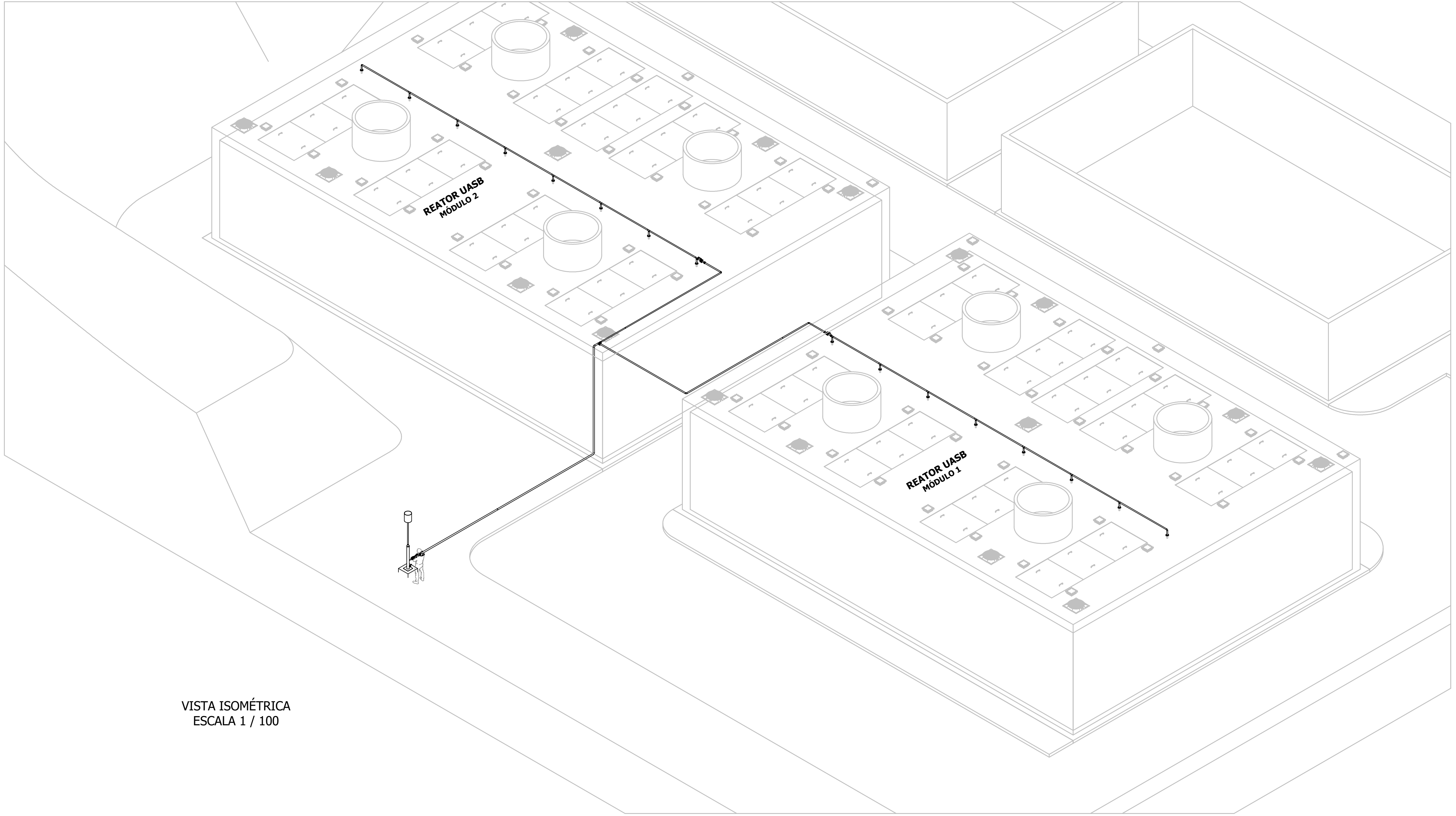
Esta alternativa poderá ser considerada como um upgrade da alternativa 1, podendo trabalhar em série, com 2 queimadores operando simultaneamente, ou em paralelo, onde um dos queimadores será utilizado como reserva.

O risco de causar incêndios acidentais e explosões é a menor, dentre as alternativas para a ETE Pena Branca.

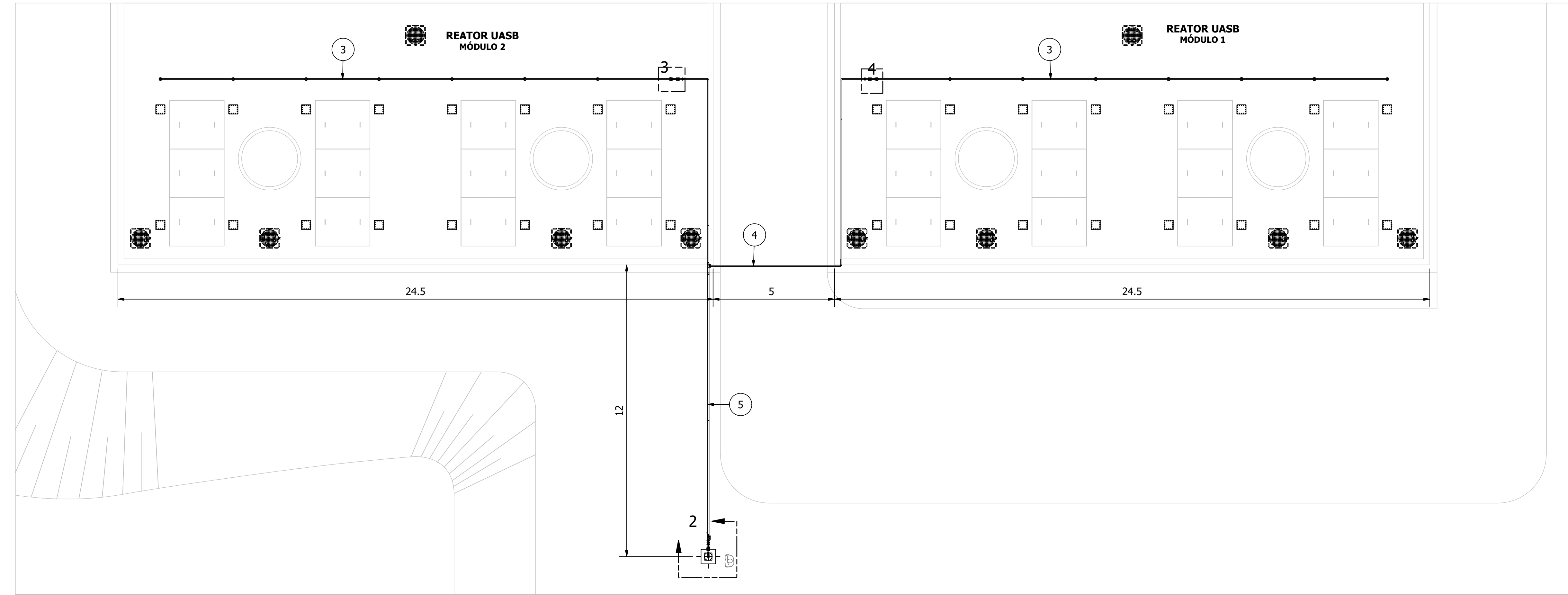
Esta alternativa apresenta os seguintes indicadores:

Tubulação de aço inox. AISI 304 DN 1.1/2 Pol:	52 m
Tubulação de aço inox. AISI 304 DN 2 Pol:	95 m
Flare de chama aparente:	1 com cap. 2 a 10 m ³ /h

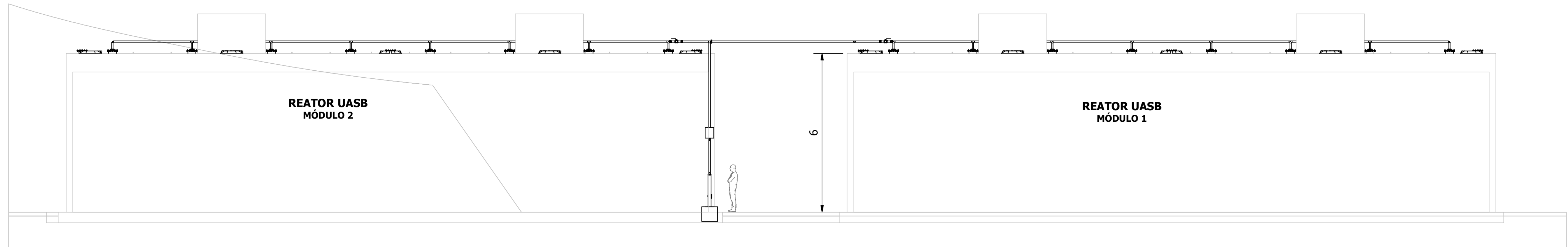
Devido à extrema baixa vazão de biogás apresentada para as condições atuais de operação, a alternativa 3 será definitivamente postergada para uma etapa futura.



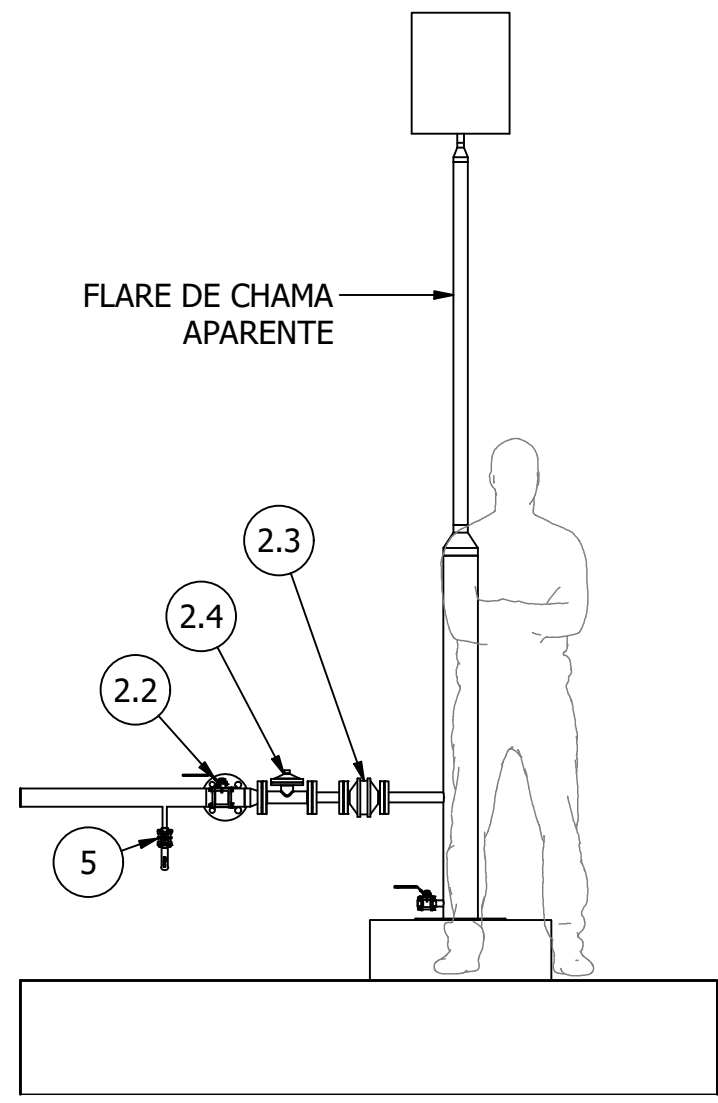
VISTA ISOMÉTRICA
ESCALA 1 / 100



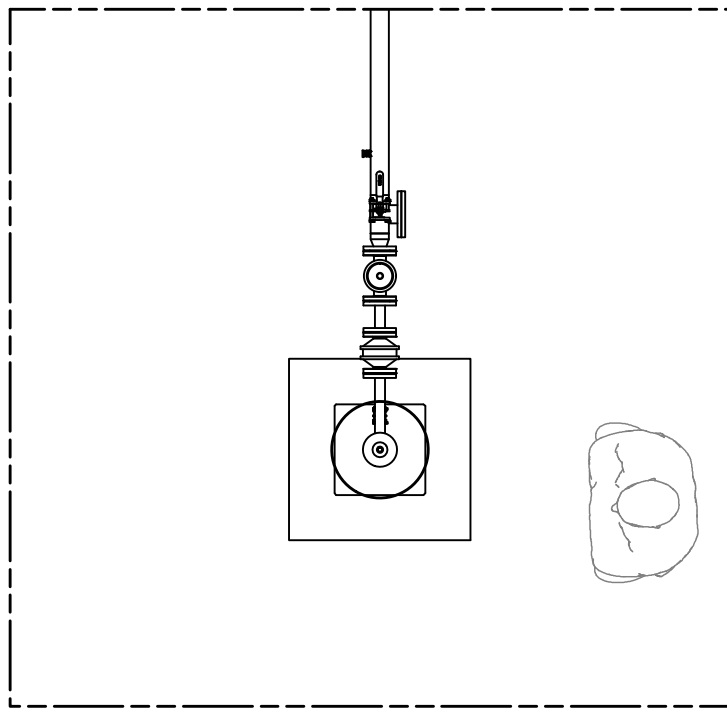
VISTA EM PLANTA
ESCALA 1 / 100



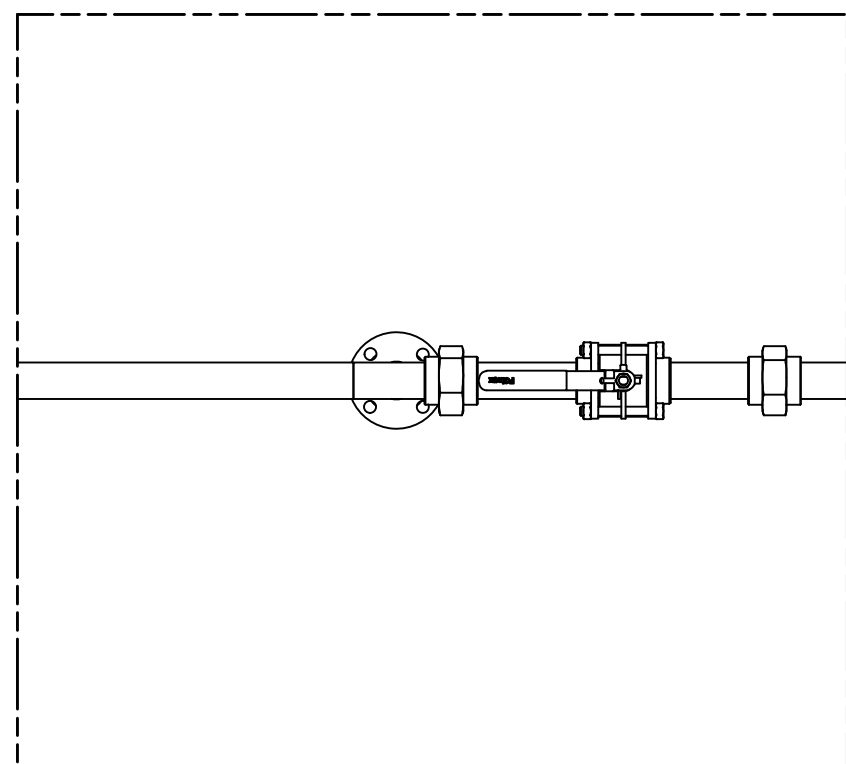
VISTA FRONTAL
ESCALA: 1 / 100



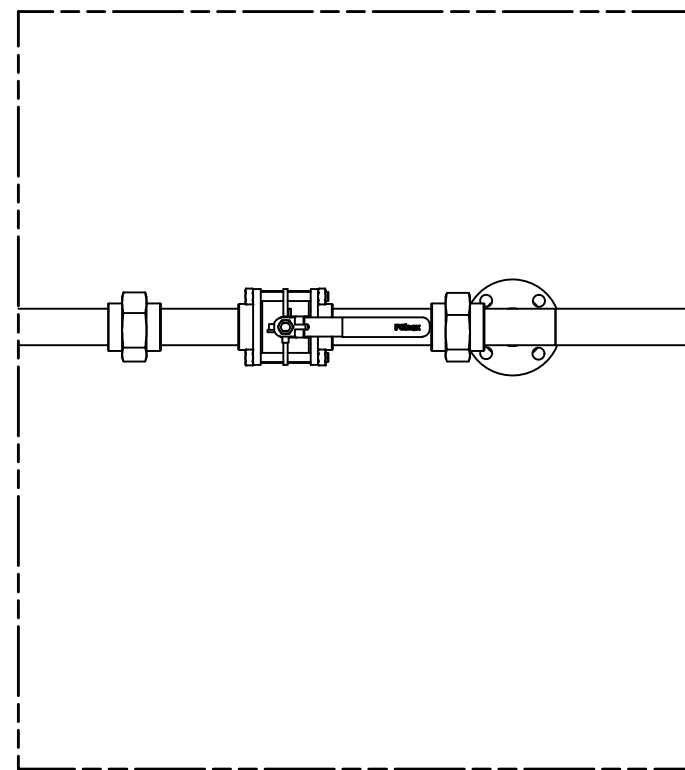
DETALHE 1
ESCALA 1:25



DETALHE 2
ESCALA 1:25



DETALHE 3
ESCALA 1:10




DETALHE 4
ESCALA 1:10

OBSERVAÇÕES:

- 1) DIMENSÕES EM METROS, EXCETO ONDE INDICADA A UNIDADE.
- 2) TUBULAÇÃO EM AÇO INOXIDÁVEL AISI 304.
- 3) OS EQUIPAMENTOS AQUI APRESENTADOS SÃO GÊNERICOS.
- 4) DETALHES 3 E 4: VÁLVULA BLOQUEIO DA SAÍDA DO BIOGÁS DOS REATORES UASB.

PARTS LIST			
ITEM	DESCRIÇÃO	CÓDIGO	QTDE
2	FLARE DE CHAMA APARENTE		1
2.1	VALV ESFERA TRIPARTIDA AISI 316 DN 0.5 MM SW 150 LBS		1
2.2	VALVULA ESFERA TRIPARTIDA AI DN 1 POL 150 LBS		1
2.3	VÁLVULA CORTA CHAMAS DN 1 POL		1
2.4	VÁLVULA DE ALÍVIO SUSTENTADORA DE PRESSÃO DN 1POL		1
3	TUBULAÇÃO DO BIOGÁS 01		2
4	TUBULAÇÃO DO BIOGÁS 02		1
5	TUBULAÇÃO DO BIOGÁS 03		1

QUADRO DE REVISÕES				
REV	DESCRIÇÃO	DATA	ELABORAÇÃO	APROVAÇÃO
0	EMIÇÃO INICIAL	29/11/2023	E.MATSUO	



SAMAE
SERVIÇO AUTÔNOMO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO - SAMAE

Título: DIAGNÓSTICO E PROJETOS DE BIOGÁS DAS ETE'S
PROJETO BÁSICO - ETE PENA BRANCA

Descrição: PLANTA GERAL - ALTERNATIVA 1

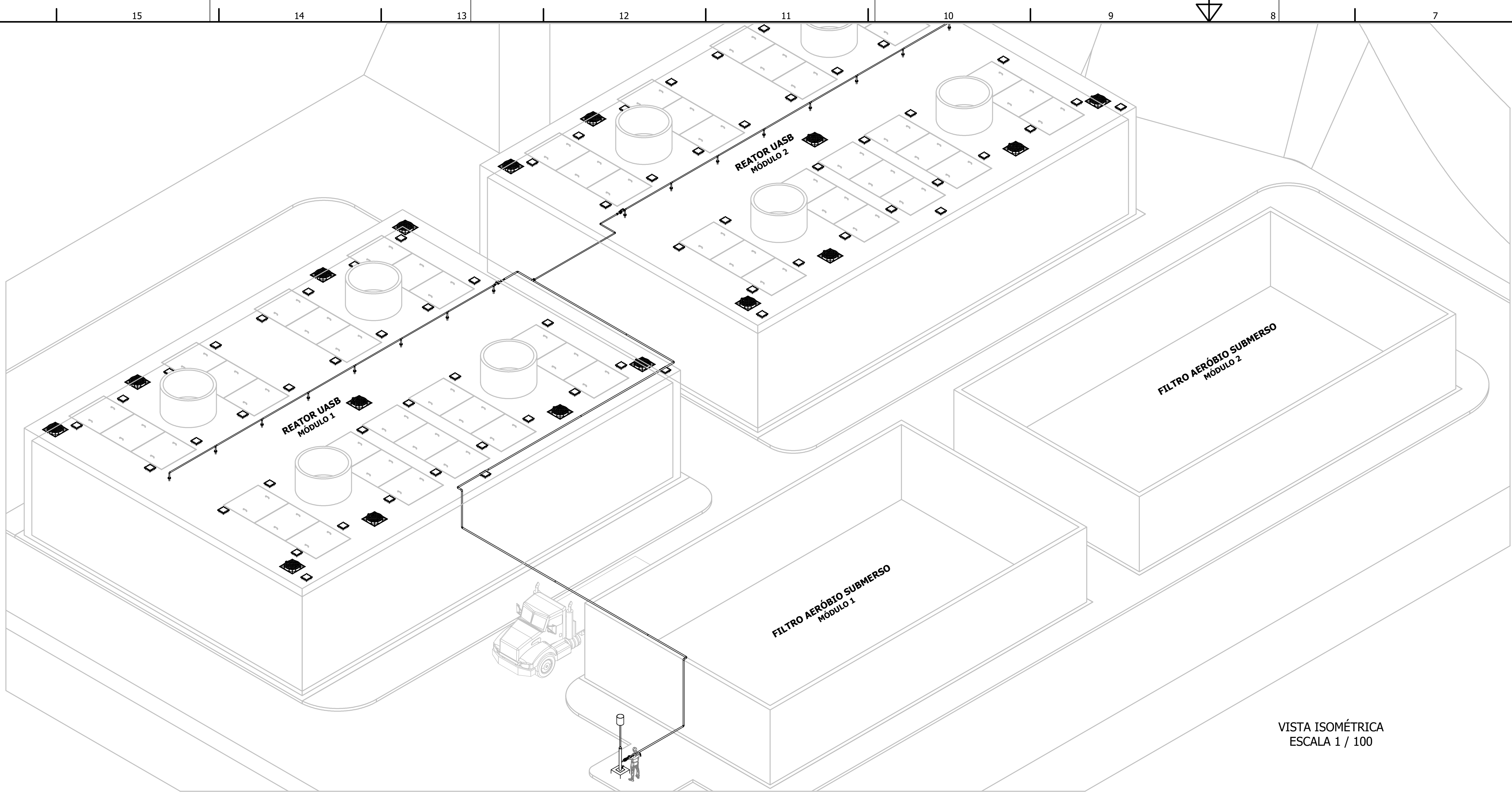
Identificação da Área:

TAG da tubulação ou equipamento:	UNIDADE:	Projeto:
Código: DE.SAMAE.3.2.01.R0	Escala: 1 / 100	Data: 29/11/2023
Responsável Técnico: Engº Elias T. Matsuo	CREA: 5061891463	Revisão: R0

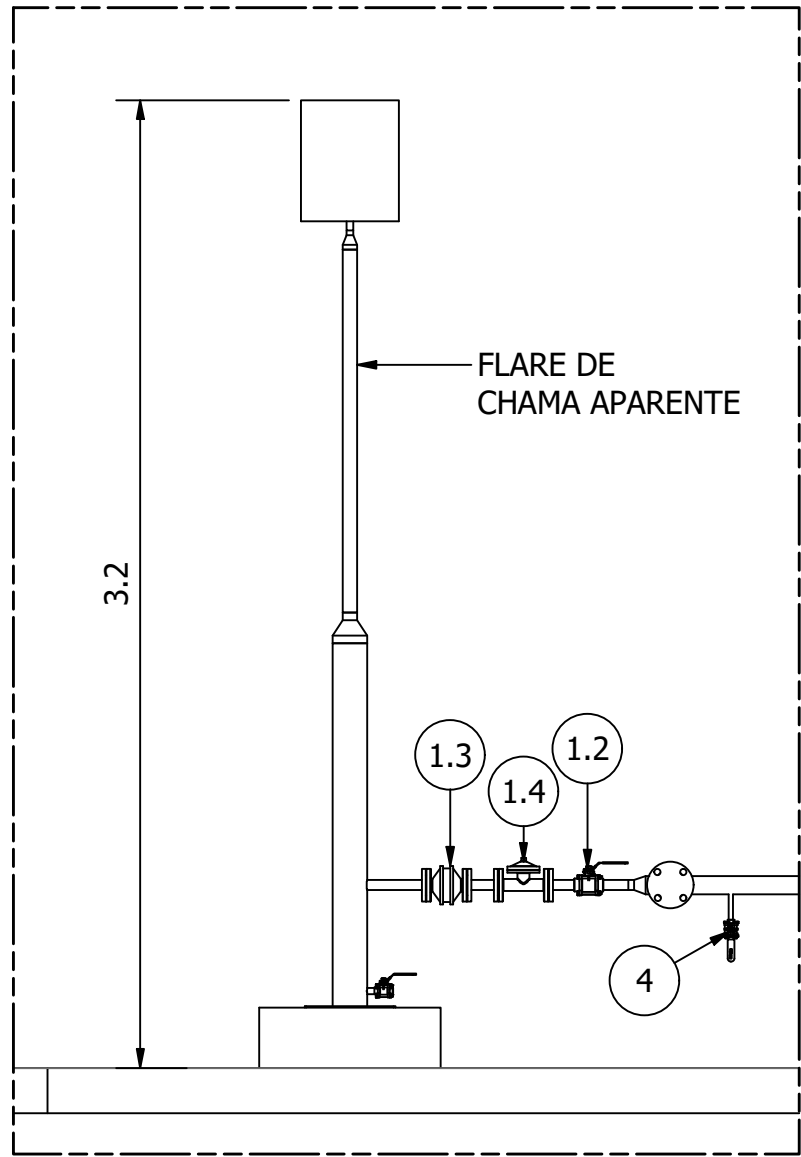
Cliente: SERVIÇO AUTÔNOMO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO - SAMAE

Centro de Custo: CONTRATO Nº 3230370000	Símbolo: SIM
Local da obra: CAXIAS DO SUL - RS	Assinatura do Cliente: SIM
	Liberado para montagem: NÃO

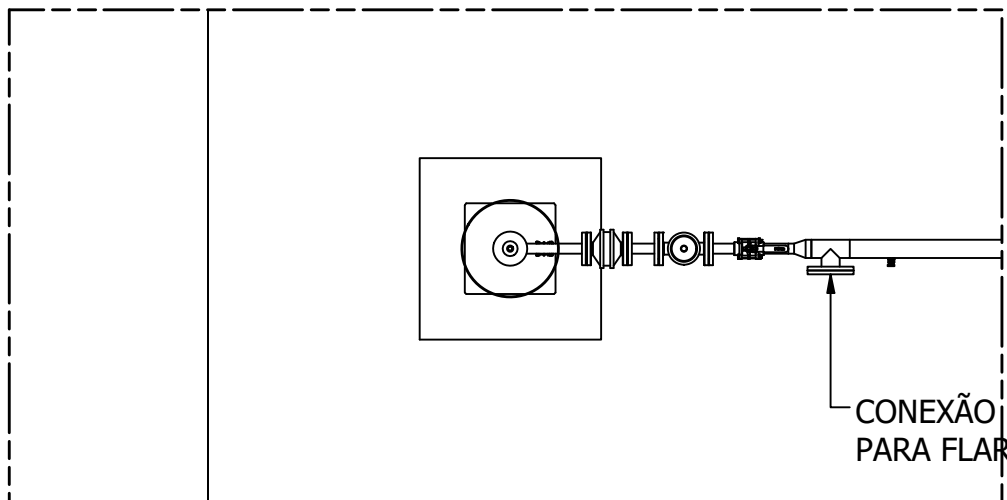
CHUVA 101 06/03/2011-11
Fax: 051 3395-0103
Tel: 051 3395-0103



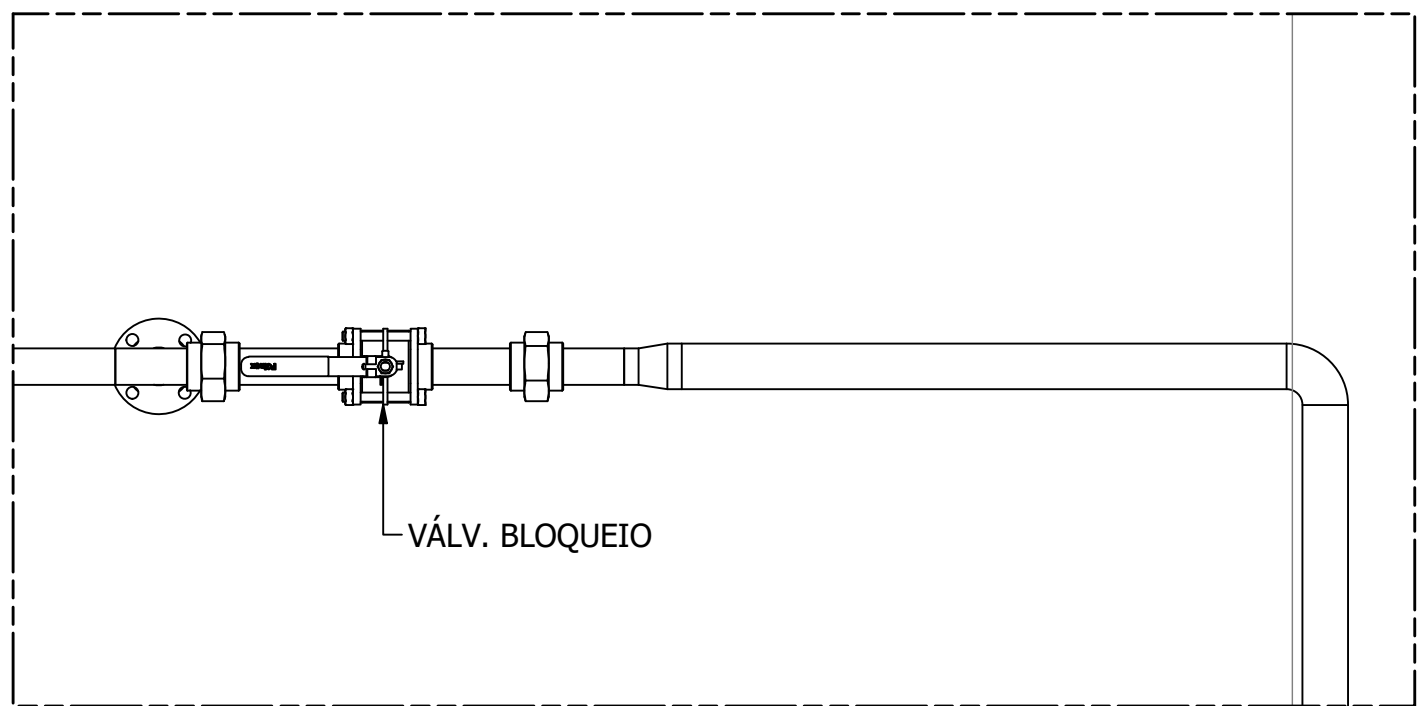
VISTA ISOMÉTRICA
ESCALA 1 / 100



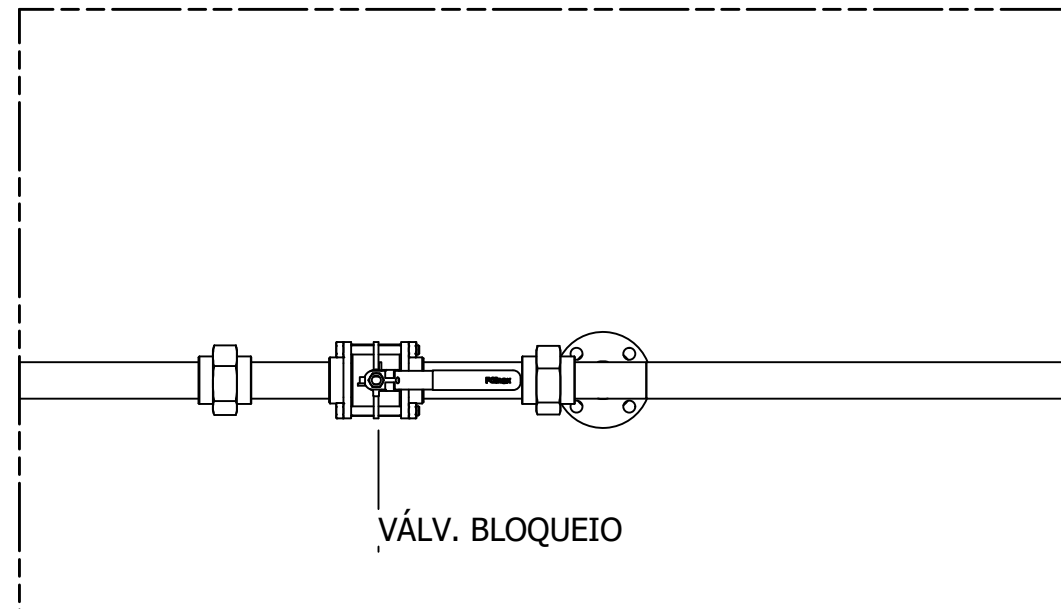
DETALHE 1
ESCALA 1:25



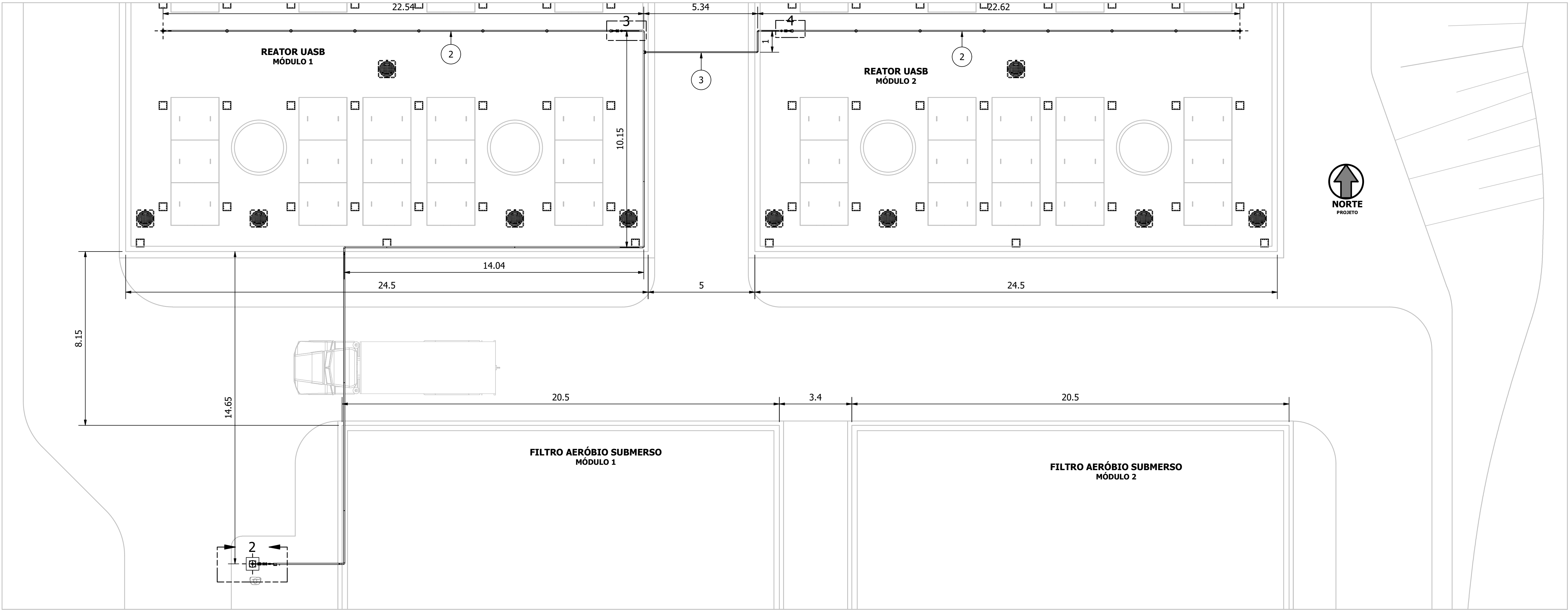
DETALHE 2
ESCALA 1:25



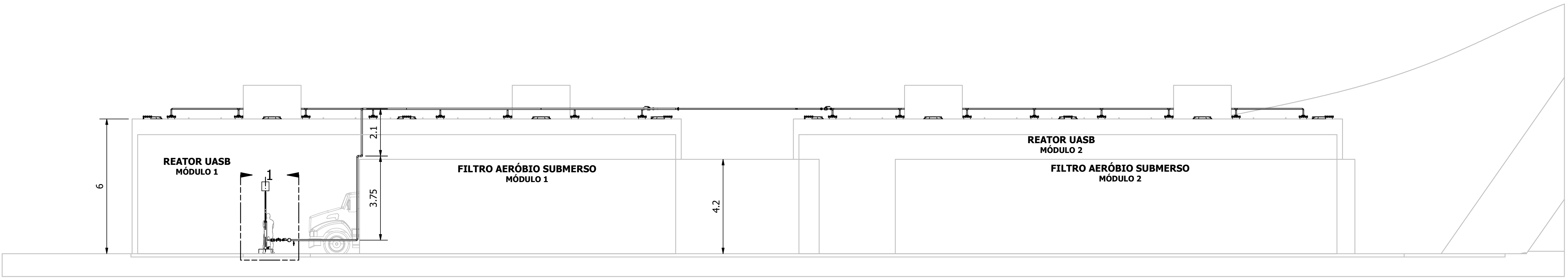
DETALHE 3
ESCALA 1:10



DETALHE 4
ESCALA 1:10



VISTA EM PLANTA
ESCALA: 1 / 100



VISTA FRONTAL
ESCALA 1 / 100

OBSERVAÇÕES:

- 1) DIMENSÕES EM METROS, EXCETO ONDE INDICADA A UNIDADE.
- 2) TUBULAÇÃO EM AÇO INOXIDÁVEL AISI 304.
- 3) OS EQUIPAMENTOS AQUI APRESENTADOS SÃO GÊNERICOS.

PARTS LIST			
ITEM	DESCRIÇÃO	CÓDIGO	QTDE
1	FLARE DE CHAMA APARENTE		1
1.1	VALV ESFERA TRIPARTIDA AISI 316 DN 0.5 MM SW 150 LBS		1
1.2	VALVULA ESFERA TRIPARTIDA AI DN 1 POL 150 LBS		1
1.3	VÁLVULA CORTA CHAMAS DN 1 POL		1
1.4	VÁLVULA DE ALÍVIO SUSTENTADORA DE PRESSÃO DN 1POL		1
2	TUBULAÇÃO DO BIOGÁS 01		2
3	TUBULAÇÃO DO BIOGÁS 02		1
4	TUBULAÇÃO DO BIOGÁS 03		1
10	UASB.SAMAE.NOVO.02		2

QUADRO DE REVISÕES				
REV	DESCRIÇÃO	DATA	ELABORAÇÃO	APROVAÇÃO
0	EMIÇÃO INICIAL	29/11/2023	E.MATSUO	

Título: DIAGNÓSTICO E PROJETO DE BIOGÁS DAS ETE'S PROJETO BÁSICO - ETE PENA BRANCA	
Descrição: PLANTA GERAL - ALTERNATIVA 2	
Identificação da Área:	
TAG de tubulação ou equipamento:	UNIDADE:
Código: DE.SAMAE.3.2.02.R0	Escala: 1 / 100
Responsável Técnico: Engº Elias T. Matsuo	DATA: 29/11/2023
CREA: 5061891463	Revisão: R0
Cliente: SERVIÇO AUTÔNOMO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO - SAMAE	
Centro de Custo: CONTRATO Nº 3230370000	
Local da obra: CAXIAS DO SUL - RS	
Sinal: Para cotação: SIM Avaliação do Cliente: SIM Liberado para montagem: NÃO	

CHUVA 50 101 0402001-411
FAX 51 3508 0100
TEL 51 3508 0100

H

G

F

D



B

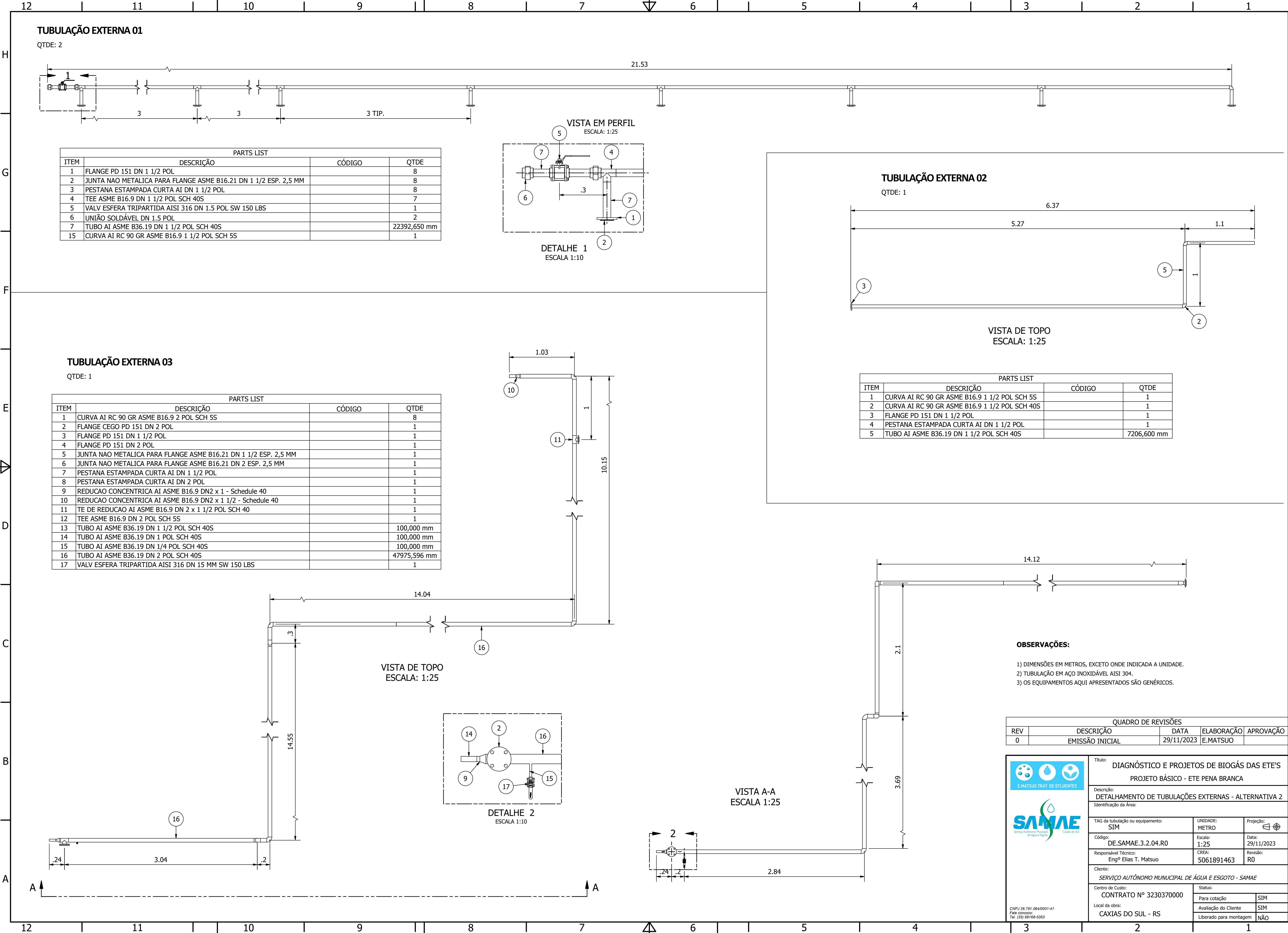
A



1

--	--

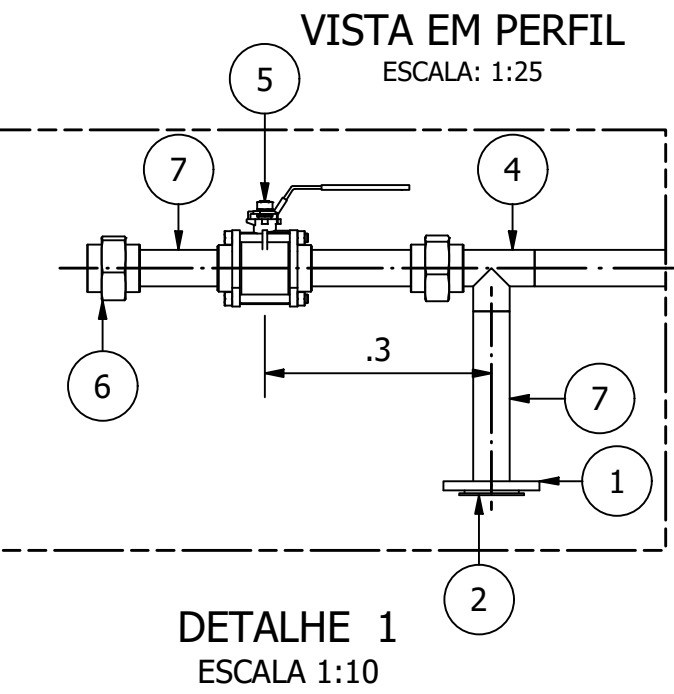
-



TUBULAÇÃO EXTERNA 01

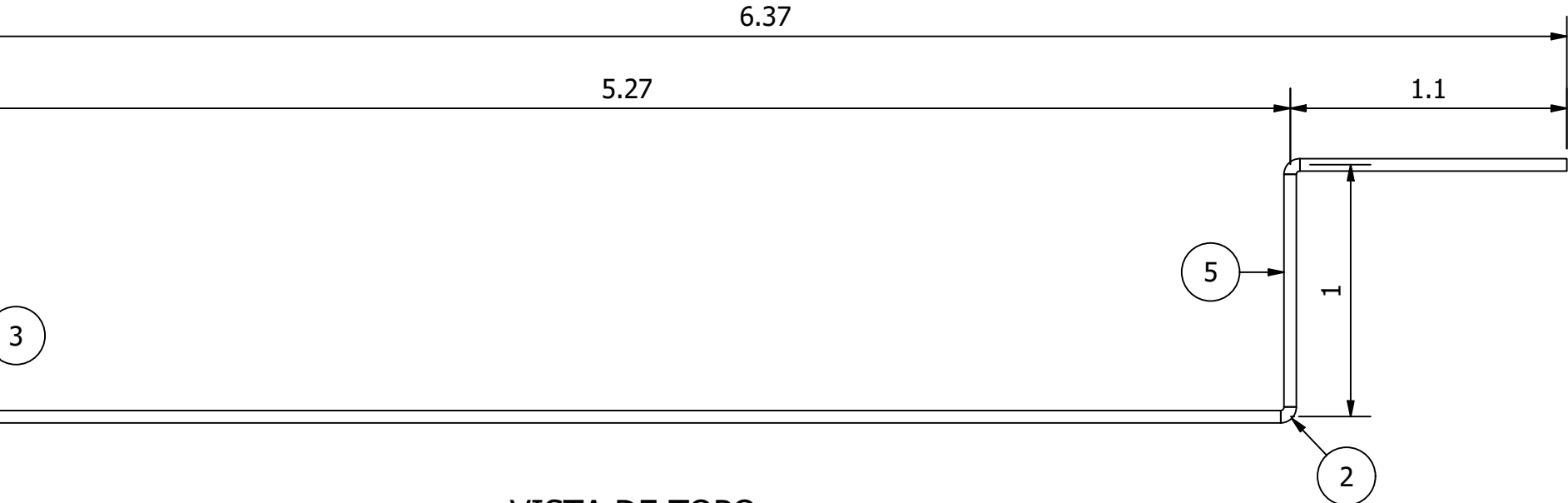
QTDE: 2

PARTS LIST			
ITEM	DESCRIÇÃO	CÓDIGO	QTDE
1	FLANGE PD 151 DN 1 1/2 POL		8
2	JUNTA NAO METALICA PARA FLANGE ASME B16.21 DN 1 1/2 ESP. 2,5 MM		8
3	PESTANA ESTAMPADA CURTA AI DN 1 1/2 POL		8
4	TEE ASME B16.9 DN 1 1/2 POL SCH 40S		7
5	VALV ESFERA TRIPARTIDA AISI 316 DN 1.5 POL SW 150 LBS		1
6	UNIÃO SOLDÁVEL DN 1.5 POL		2
7	TUBO AI ASME B36.19 DN 1 1/2 POL SCH 40S		22392,650 mm
15	CURVA AI RC 90 GR ASME B16.9 1 1/2 POL SCH 5S		1



TUBULAÇÃO EXTERNA 02

QTDE: 1

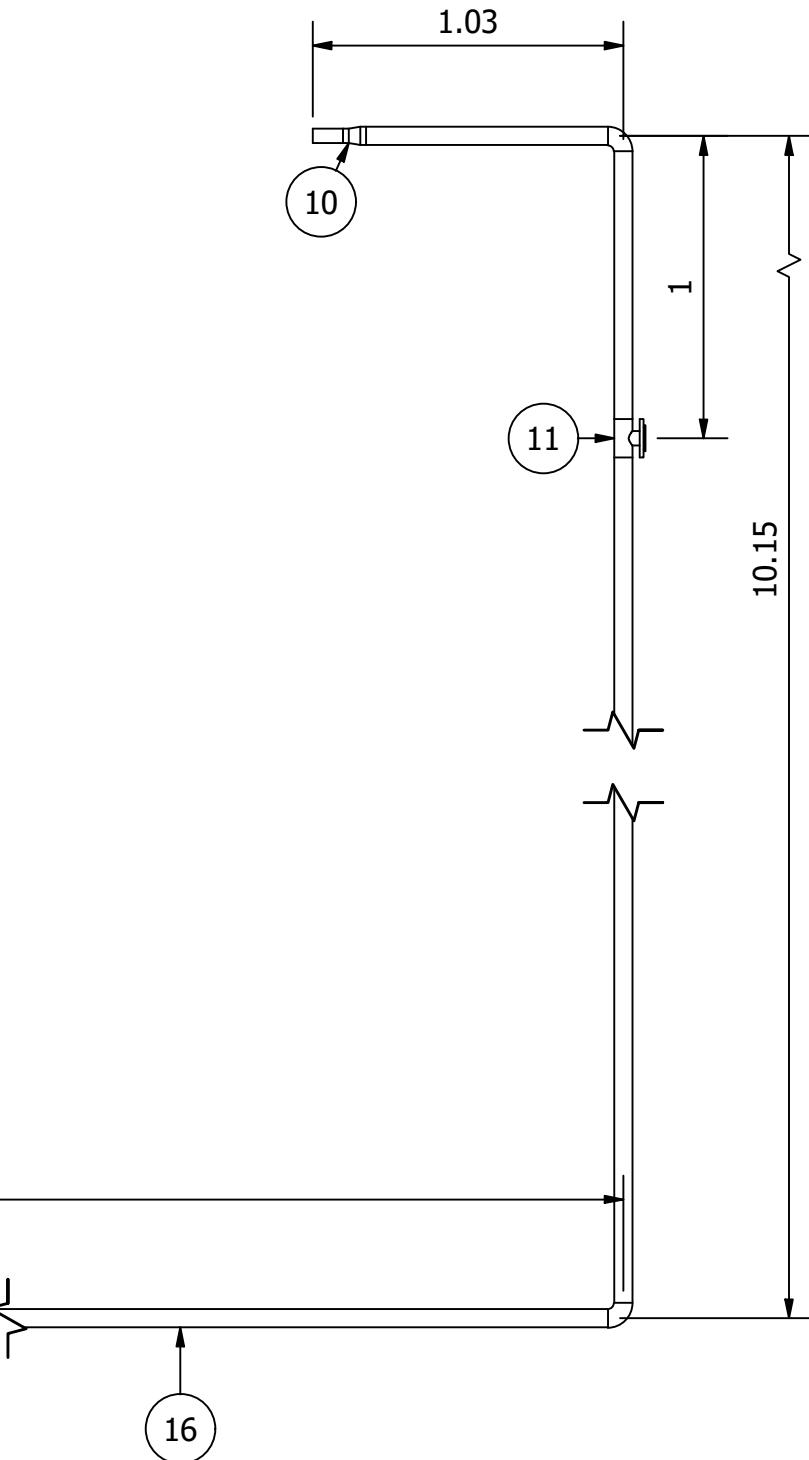


PARTS LIST			
ITEM	DESCRIÇÃO	CÓDIGO	QTDE
1	CURVA AI RC 90 GR ASME B16.9 1 1/2 POL SCH 5S		1
2	CURVA AI RC 90 GR ASME B16.9 1 1/2 POL SCH 40S		1
3	FLANGE PD 151 DN 1 1/2 POL		1
4	PESTANA ESTAMPADA CURTA AI DN 1 1/2 POL		1
5	TUBO AI ASME B36.19 DN 1 1/2 POL SCH 40S		7206,600 mm

TUBULAÇÃO EXTERNA 03

QTDE: 1

PARTS LIST			
ITEM	DESCRIÇÃO	CÓDIGO	QTDE
1	CURVA AI RC 90 GR ASME B16.9 2 POL SCH 5S		8
2	FLANGE CEGO PD 151 DN 2 POL		1
3	FLANGE PD 151 DN 1 1/2 POL		1
4	FLANGE PD 151 DN 2 POL		1
5	JUNTA NAO METALICA PARA FLANGE ASME B16.21 DN 1 1/2 ESP. 2,5 MM		1
6	JUNTA NAO METALICA PARA FLANGE ASME B16.21 DN 2 ESP. 2,5 MM		1
7	PESTANA ESTAMPADA CURTA AI DN 1 1/2 POL		1
8	PESTANA ESTAMPADA CURTA AI DN 2 POL		1
9	REDUCAO CONCENTRICA AI ASME B16.9 DN2 x 1 - Schedule 40		1
10	REDUCAO CONCENTRICA AI ASME B16.9 DN2 x 1 1/2 - Schedule 40		1
11	TE DE REDUCAO AI ASME B16.9 DN 2 x 1 1/2 POL SCH 40		1
12	TEE ASME B16.9 DN 2 POL SCH 5S		1
13	TUBO AI ASME B36.19 DN 1 1/2 POL SCH 40S		100,000 mm
14	TUBO AI ASME B36.19 DN 1 POL SCH 40S		100,000 mm
15	TUBO AI ASME B36.19 DN 1/4 POL SCH 40S		100,000 mm
16	TUBO AI ASME B36.19 DN 2 POL SCH 40S		47975,596 mm
17	VALV ESFERA TRIPARTIDA AISI 316 DN 15 MM SW 150 LBS		1






VISTA A-A
ESCALA 1:25

OBSERVAÇÕES:

- DIMENSÕES EM METROS, EXCETO ONDE INDICADA A UNIDADE.
- TUBULAÇÃO EM AÇO INOXIDÁVEL AISI 304.
- OS EQUIPAMENTOS AQUI APRESENTADOS SÃO GENÉRICOS.

QUADRO DE REVISÕES				
REV	DESCRIÇÃO	DATA	ELABORAÇÃO	APROVAÇÃO
0	EMISSIONAL INICIAL	29/11/2023	E.MATSUO	


  <small>CNPJ 26.791.064/0001-41 Fale conosco: Tel. (35) 99168-5353</small>	Título: DIAGNÓSTICO E PROJETOS DE BIOGÁS DAS ETE'S PROJETO BÁSICO - ETE PENA BRANCA			
	Descrição: DETALHAMENTO DE TUBULAÇÕES EXTERNAS - ALTERNATIVA 2			
	Identificação da Área:			
	TAG da tubulação ou equipamento: SIM	UNIDADE: METRO	Projeção: 	
	Código: DE.SAMAE.3.2.04.R0	Escala: 1:25	Data: 29/11/2023	
	Responsável Técnico: Engº Elias T. Matsuo	CREA: 5061891463	Revisão: R0	
	Cliente: SERVIÇO AUTÔNOMO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO - SAMAE			
	Centro de Custo: CONTRATO Nº 3230370000		Status:	
	Local da obra: CAXIAS DO SUL - RS		Para cotação	SIM
			Avaliação do Cliente	SIM
		Liberado para montagem	NÃO	

 E.MATSUO TRAT. DE EFLUENTES	MEMORIAL TÉCNICO Nº MD.SAMAE.4.2.01.R0		REV. R0
	ESTAÇÃO DE TRAT. DE ESGOTO PINHAL		FOLHA 2 DE 28
	TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS – PINHAL		

**É proibida a reprodução total ou parcial, por
quaisquer meios, sem a autorização dos autores.**


Dados do projeto:

Código do documento:	MD.SAMAE.4.2.01.R0
Descrição do projeto:	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO PINHAL
Local da obra:	Rua João Orestes Faoro, nº1.200 – Bairro Planalto. Caxias do Sul – RS.
Cliente:	Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto – SAMAE, do município de Caxias do Sul.
Título do documento:	MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - PINHAL
Responsável Técnico:	Engº Elias Takeshi Matsuo
CREA:	5061891463-SP
Data da elaboração:	11/12/2023
Contato:	(35) 99168-5353 <u>elias@monerasolucoes.com.br</u>

	MEMORIAL TÉCNICO Nº		REV.
	MD.SAMAE.4.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRAT. DE ESGOTO PINHAL	FOLHA	3 DE 28
TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS – PINHAL			

SUMÁRIO


1	APRESENTAÇÃO	4
2	RESUMO DAS PROPOSTAS PARA A ETE PINHAL	5
3	DESCRIÇÃO DAS PROPOSTAS PARA A ETE PINHAL	5
3.1	TRATAMENTO PRELIMINAR.....	5
3.1.1	Instalação de Peneiramento fino com abertura de 1 mm	6
3.2	REATORES UASB	12
3.2.1	Substituição dos insertes metálicos	13
3.2.2	Substituição das tampas de acesso à câmara do biogás.....	15
3.3	SISTEMA DE QUEIMA DO BIOGÁS.....	17
3.3.1	Substituição da tubulação externa do biogás	18
3.3.2	Substituição do queimador do biogás.....	21
4	PROJETO BÁSICO.....	25
4.1	REATOR UASB.....	25
4.2	TUBULAÇÕES EXTERNAS DE COLETA DO BIOGÁS.....	26

	MEMORIAL TÉCNICO Nº		REV.
	MD.SAMAE.4.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRAT. DE ESGOTO PINHAL	FOLHA	4 DE 28
TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS – PINHAL			

1 APRESENTAÇÃO

O presente documento é parte integrante do Produto 2 – Projeto Básico – ETE Pinhal, dos serviços para a **realização de diagnóstico dos equipamentos e estruturas dedicados à coleta e queima de biogás, e elaboração de projetos básico e executivo para implantação e/ou reforma dos sistemas de coleta e queima de gases gerados no processo de tratamento das Estações de Tratamento de Esgoto – ETE's Canyon, Belo, Pena Branca, Pinhal, Samuara e Tega, no município de Caxias do Sul/RS**, que é objeto do Contrato 3230370000, assinado em 26 de Julho de 2023, entre o Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto – SAMAE, do município de Caxias do Sul e a empresa E.MATSUO Tratamento de Efluentes.

Os serviços foram executados conforme especificado no Termo de Referência para a elaboração do escopo do contrato 3230370000, tendo como responsável técnico o Engº Civil Elias Takeshi Matsuo, portador do CREA Nº 5061891463-SP, por meio da anotação de Responsabilidade Técnica Nº 28027230231191451.

	MEMORIAL TÉCNICO Nº		REV.
	MD.SAMAE.4.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRAT. DE ESGOTO PINHAL	FOLHA	5 DE 28
TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS – PINHAL			

2 RESUMO DAS PROPOSTAS PARA A ETE PINHAL

Com base na etapa de diagnóstico, elencamos as seguintes alternativas para as melhorias e adequações necessárias relacionadas à coleta e queima do biogás gerado nos reatores UASB da ETE Pinhal.

Tabela 1. Relação das propostas e alternativas para as melhorias e adequações relacionadas à coleta e queima do biogás na ETE Pinhal.


	<i>Propostas</i>	<i>Alternativas</i>
1.0	Tratamento preliminar	
	Instalação de Peneiramento fino com abertura de 1 mm	Tambor rotativo de fluxo interno
		Cestos removíveis
		Tambor rotativo de fluxo interno instalado em canal
2.0	Reatores UASB	
	Substituição dos insertes metálicos	Aço inoxidável
		Ferro fundido
	Substituição das tampas de acesso à câmara do biogás	Placas rígidas de Polipropileno ou PEAD
		Placas rígidas de PRFV
		Chapas de aço inoxidável
3.0	Sistema de queima do biogás	
	Substituição da tubulação externa de biogás	Tubos em polipropileno ou PEAD
		Tubos em aço inoxidável
		Tubos em PRFV
	Substituição do queimador	Queimador de chama aparente
		Queimador de chama semi-enclausurada
		Queimador de chama enclausurada

*Com fundo em verde, as alternativas eleitas.

3 DESCRIÇÃO DAS PROPOSTAS PARA A ETE PINHAL

Apresentamos a seguir as descrições das propostas para correções e melhorias do sistema de coleta do biogás da ETE Pinhal.

3.1 TRATAMENTO PRELIMINAR

	MEMORIAL TÉCNICO Nº		REV.
	MD.SAMAE.4.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRAT. DE ESGOTO PINHAL	FOLHA	6 DE 28
TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS – PINHAL			

3.1.1 Instalação de Peneiramento fino com abertura de 1 mm

Justificativa:


Conforme apresentado na etapa de diagnóstico, o acúmulo de espuma no interior da campânula pode prejudicar e até mesmo impedir a coleta do biogás gerado no reator UASB.

Com base na experiência do responsável técnico deste projeto, que acompanha a operação de 14 ETE's com reatores UASB, desde o ano de 2002, foi verificado que a utilização de peneiramento fino com abertura de 1 mm contribuiu para evitar o acúmulo de espuma no interior do reator trifásico.

A lista de referência das ETE's acompanhadas por este responsável técnico é apresentada a seguir.

Tabela 2. Lista de referências das ETE's com reatores UASB acompanhadas pelo autor deste projeto.

	OPERADOR	LOCALIZAÇÃO	VAZÃO (l/s)	INÍCIO DA OPERAÇÃO
1	Águas do Mirante	Piracicaba/SP	3 x 22	2014
2	SAAE	Águas de Lindóia/SP	22	2014
3	Prefeitura Municipal	Reginópolis/SP	22	2014
4	CODEN	Nova Odessa/SP	4 x 45	2013
5	SAEIT	Igarapu do Tietê/SP	45	2006
6	SEMAE	Piracicaba/SP	11	2006
7	DMAE	Poços de Caldas/MG	22	2002
8	DAE	Americana - SP	2 X 45	2018
9	BRK/SANEAQUA	Mairinque-SP	45	2018
10	Estaleiro Jurong/SAAE	Aracruz-ES	33	2020
11	SAAESP	São Pedro - SP	2 x 45 s	2018
12	SAEAN – ETE Três Barras	Artur Nogueira - SP	1 x 45	2017
13	SAEAN – ETE Stocco	Artur Nogueira - SP	2 x 45	2018

	MEMORIAL TÉCNICO Nº		REV.
	MD.SAMAE.4.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRAT. DE ESGOTO PINHAL	FOLHA	7 DE 28
TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS – PINHAL			

Nestas ETE's, nunca houve necessidade de interrupção da operação dos reatores por problemas relacionados ao acúmulo de espuma no interior das campânulas ou por entupimento no sistema de coleta de biogás.

Com base também nas inspeções realizadas nas ETE's do SAMAE, onde verificamos o acúmulo de espessas crostas de espuma no interior das campânulas dos reatores UASB, bem como a necessidade de sua remoção, incluímos então a instalação de peneiramento fino com abertura de 1 mm como uma das medidas para evitar o acúmulo de espuma.

Apresentamos à seguir as alternativas para peneiramento fino.

Tabela 3. Alternativas para peneiramento fino na ETE Pinhal.


	Descrição	Fabricantes
1	Tambor rotativo de fluxo interno	JS Filtração Vibropac Johnson Screens Werjen
2	Tambor rotativo de fluxo interno instalado em canal	
3	Cestos removíveis	JS Filtração Caldeirarias em geral

Tambor rotativo de fluxo interno

O tambor rotativo de fluxo axial ou interno corresponde ao equipamento para peneiramento de esgoto recomendado pelo autor deste projeto, pelas seguintes razões:

- Elevado desempenho;
- Facilidade operacional;
- Perfil de tela autolimpante;
- Facilidade de manutenção.

A distribuição do esgoto no interior da peneira é realizada através de uma canaleta

	MEMORIAL TÉCNICO Nº		REV.
	MD.SAMAE.4.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRAT. DE ESGOTO PINHAL	FOLHA	8 DE 28
TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS – PINHAL			

vertedora ao longo do comprimento do tambor em movimento. É importante destacar que o tambor deve estar em movimento durante a alimentação do esgoto, não devendo confundir o seu funcionamento com o de uma peneira estática.

A calha vertedora distribui o esgoto bruto em ambos os lados de seu comprimento, sendo que o lado contrário à rotação do tambor recebe a maior parcela da vazão. Esta forma de distribuição do esgoto no interior do tambor resulta na aplicação de esforços de cisalhamento sobre os resíduos, desagregando-os e promovendo a sua “lavagem”. O interior do tambor possui também “aletas” ou “pás” que direcionam os resíduos sólidos do fundo do tambor para a sua saída.

O tambor possui também dois ramais de limpeza, sendo um para o lado externo e outro para o lado interno, através de bicos ejetores que aplicam água com alta pressão.

Um grande diferencial desta tecnologia é que não há partes móveis, como coroa e pinhão, correntes, dentre outros, imersos no esgoto.



Figura 1: Peneiramento com tambor rotativo de fluxo interno. Fonte: Acervo do autor.


	MEMORIAL TÉCNICO Nº		REV.
	MD.SAMAE.4.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRAT. DE ESGOTO PINHAL	FOLHA	9 DE 28
TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS – PINHAL			



Figura 2: Vista do interior da Peneira com tambor rotativo de fluxo interno. Fonte: Acervo do autor.

Modulação/quantidade: 2 em operação + 1 reserva

Capacidade unitária mínima: 900 m³/h de esgoto gradeado em # 40 mm

Especificações Básicas:

Equipamento: Peneira rotativa de fluxo axial ou interno


Abertura da tela: 1 mm

Materiais Construtivos:

Tela: Perfil trapezoidal em AISI 304 ou superior

A peneira rotativa poderá ser instalada na unidade adjacente à caixa de distribuição de esgoto para os reatores, à jusante da caixa de areia e recebendo o esgoto proveniente da unidade de recalque. Evita-se assim a necessidade de instalação de uma unidade de recalque adicional. Porém, é necessário investir em uma nova plataforma para suporte das peneiras.

Na foto a seguir indicamos o local onde as peneiras rotativas podem ser instaladas.

	MEMORIAL TÉCNICO Nº		REV.
	MD.SAMAE.4.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRAT. DE ESGOTO PINHAL	FOLHA	10 DE 28
TÍTULO:			
MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS – PINHAL			

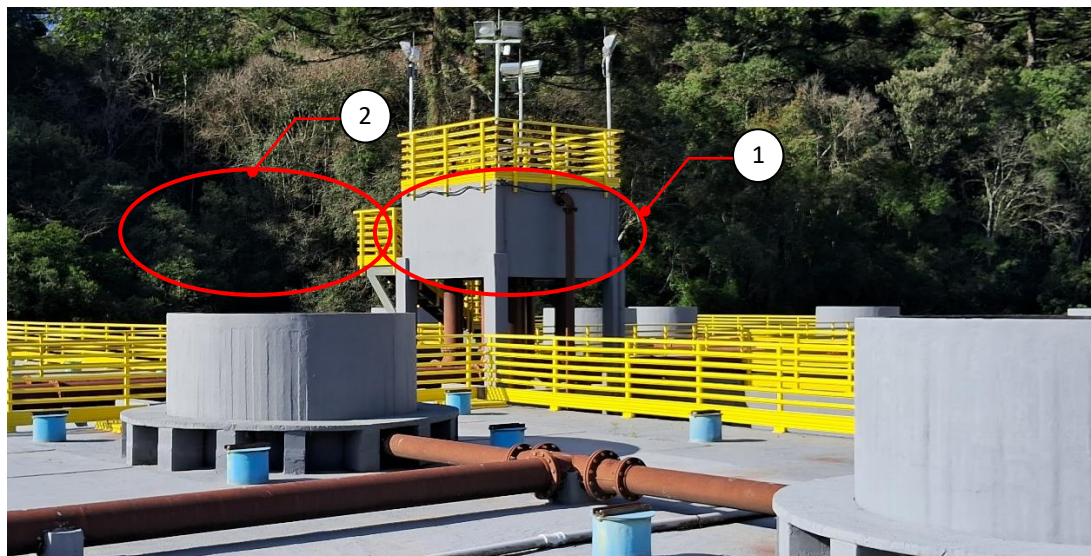


Figura 3: Vista caixa central de distribuição do esgoto (1) e trecho adjacente com potencial para instalação de plataforma para suporte das peneiras (2).

Tambor rotativo de fluxo interno instalado em canal

Podem acomodar aberturas de 2 a 6 mm para tela perfurada e 0,25 mm a 2 mm para tela com perfil trapezoidal autolimpante. Possui parafuso classificador, que remove os sólidos para um sistema de lavagem e compactação.

Por possuir diversos sistemas integrados, com muitas partes móveis, quando comparado ao tambor rotativo de fluxo interno, sua manutenção é mais complexa. O rolamento de tela está sempre submerso em águas residuais e na prática precisa ser substituído periodicamente.


Para a manutenção do tambor rotativo submersível e peças é necessário também um dispositivo de basculação.

Modulação/quantidade: 2 em operação + 1 reserva

Capacidade unitária mínima: 900 m³/h de esgoto gradeado em # 40 mm

Especificações Básicas:

Equipamento: Peneira rotativa de canal

	MEMORIAL TÉCNICO Nº		REV.
	MD.SAMAE.4.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRAT. DE ESGOTO PINHAL	FOLHA	11 DE 28
TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS – PINHAL			

Abertura da tela: 1 mm

Materiais Construtivos:

Tela: Perfil trapezoidal em AISI 304 ou superior

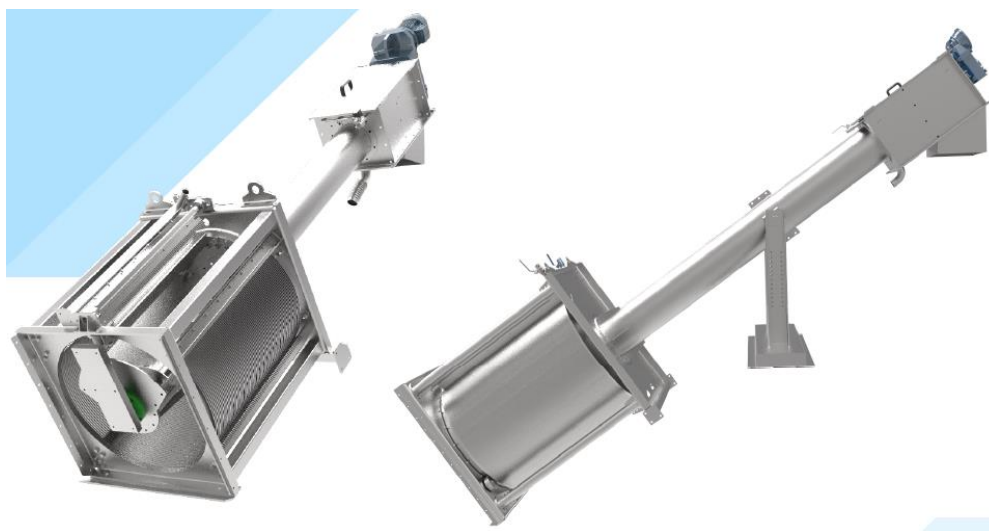



Figura 4: Tambor rotativo de canal. Fonte: Catálogo técnico da empresa Vibropac.

Sua instalação poderá ser feita à montante da desarenação, em tanques / canais de concreto novos.

Cestos removíveis

Os cestos removíveis correspondem à solução mais simples para o peneiramento. Este equipamento normalmente é indicado para baixas vazões de esgoto e necessitam ser instalados onde haja desnível hidráulico suficiente para promover a lavagem dos resíduos e evitar a rápida colmatção das suas aberturas. Sua limpeza é feita de forma manual e em função de seu peso, pode ser necessária a utilização de sistema de içamento.

Para a ETE Pinhal, esta solução dificilmente poderá ser implantada, devido à elevada vazão e por não haver perfil hidráulico disponível para a implantação por gravidade, sem a necessidade de recalque à montante.

	MEMORIAL TÉCNICO Nº		REV.
	MD.SAMAE.4.2.01.R0		R0
	ESTÇÃO DE TRAT. DE ESGOTO PINHAL	FOLHA	12 DE 28
TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS – PINHAL			

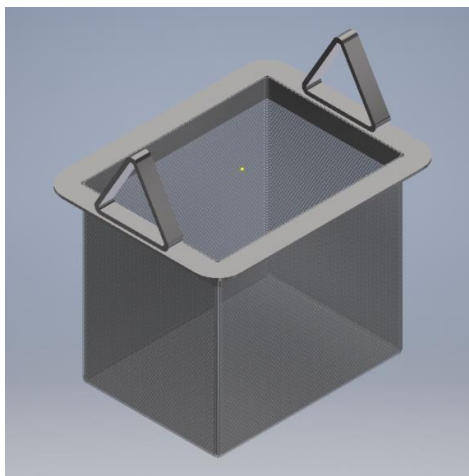



Figura 5: Gradeamento tipo cesto. Imagem meramente ilustrativa.

Modulação/quantidade:	5 (1 por reator + 1 reserva)
Capacidade unitária mínima:	450 m ³ /h de esgoto gradeado em # 40 mm
Especificações Básicas:	
Equipamento:	Grade tipo cesto removível com limpeza manual
Abertura da tela:	1 mm
Dimensões aproximadas:	800 x 800 x 600 mm Comprimento x largura x altura
Acessórios:	Sistema de içamento do cesto para remoção dos sólidos
Materiais Construtivos:	
Cesto:	AISI 304
Içamento	AISI 304

3.2 REATORES UASB

O uso de placas rígidas de PRFV foi bem-sucedido na ETE Belo, pois o flare encontra-se em operação a bastante tempo. Não houve problemas crônicos em relação ao projeto que necessitem ser corrigidos. A ETE Pinhal compartilha deste mesmo projeto de reator UASB. Portanto, não se especula a necessidade de substituição das campânulas

	MEMORIAL TÉCNICO Nº		REV.
	MD.SAMAE.4.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRAT. DE ESGOTO PINHAL	FOLHA	13 DE 28
TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS – PINHAL			

no curto prazo.

3.2.1 Substituição dos insertes metálicos

Justificativa:

Os insertes metálicos correspondem à dispositivos de tubulações embutidos na parede de concreto para conectar a tubulação interna com a tubulação externa ao reator. No caso no reator da ETE Pinhal, não há tubulação interna e por isto o inserte irá conectar a câmara do biogás diretamente à tubulação externa, sendo requerido inserte do tipo flange e ponta.

Estes insertes metálicos devem ser fabricados em materiais resistentes mecanicamente e contra a corrosão e devem garantir também a estanqueidade, de forma a evitar vazamentos de biogás e esgoto. Para isto, o inserte possui aba de travamento que também tem a função de melhorar a vedação.


Atualmente a tubulação de PVC é embutida diretamente na parede. Esta alternativa dispensa custos adicionais com insertes metálicos, porém não permite a realização de desmontagem para manutenções emergenciais.

Sua instalação em estruturas de concreto existente é feita através da abertura com martelo rompedor, seguida pela limpeza, posicionamento do inserte e grauteamento.

As principais alternativas para execução dos insertes metálicos são apresentadas na tabela a seguir:

Tabela 4. Alternativas para insertes metálicos.

	Descrição	Fabricantes
1	Aço inoxidável	Dedini Ind. de Base Calderarias*
2	Ferro fundido	Tec San PAM Saint Gobain Ferpac Hidramac

	MEMORIAL TÉCNICO Nº		REV.
	MD.SAMAE.4.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRAT. DE ESGOTO PINHAL	FOLHA	14 DE 28
TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS – PINHAL			

Inserte metálico em aço inoxidável

São resistentes à corrosão e podem ser fabricados sob medida. São facilmente soldáveis e permitem adequações em campo, caso seja necessário.

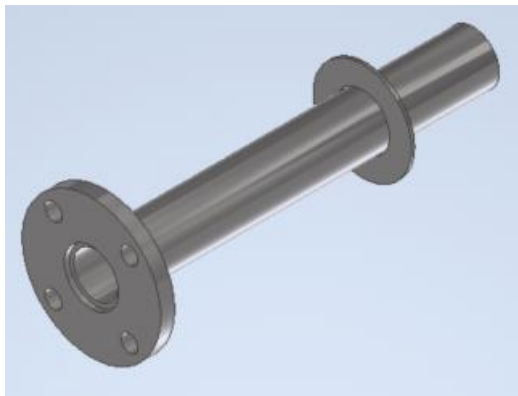



Figura 6: Inserte metálico tipo “Flange e Ponta” em aço inoxidável.

Inserte metálico em ferro fundido

Deve possuir revestimento interno e externo de proteção contra a corrosão. É fornecido por grandes empresas, altamente especializadas na fabricação de tubos e acessórios em ferro fundido. Havendo algum dano, sua recuperação é bastante difícil de ser executada.



Figura 7: Inserte (toco) de ferro fundido com aba de vedação.

	MEMORIAL TÉCNICO Nº		REV.
	MD.SAMAE.4.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRAT. DE ESGOTO PINHAL	FOLHA	15 DE 28
TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS – PINHAL			

3.2.2 Substituição das tampas de acesso à câmara do biogás

Justificativa:

As tampas de acesso à câmara do biogás da ETE Pinhal encontram-se bastante degradadas pela corrosão. Além disso, não foi instalada tampa adequada, com vedação e proteção contra a corrosão. Este aspecto necessita ser corrigido para que possa ser realizada a coleta do biogás sem risco de vazamento ou entrada de ar.


As alternativas para a substituição das tampas de acesso são apresentadas à seguir:

Tabela 5. Alternativas para substituição das tampas de acesso à câmara do biogás.

	Descrição	Fabricantes
1	Placas rígidas de Polipropileno ou PEAD	Paques Brasil Dedini Ind. de Base Ecosciences Alphenzs
2	Chapas de aço inoxidável	Dedini Ind. de Base
3	Placas rígidas de PRFV	JE-Fiber Empresa de Engenharia Ambiental – EEA Fibrav Fibratec

Placas rígidas de Polipropileno ou PEAD

As placas rígidas de Polipropileno ou PEAD tem sido empregadas com bastante sucesso em reatores UASB e outros tipos de reatores anaeróbios para o tratamento de efluentes industriais.

	MEMORIAL TÉCNICO Nº		REV.
	MD.SAMAE.4.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRAT. DE ESGOTO PINHAL	FOLHA	16 DE 28
TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS – PINHAL			

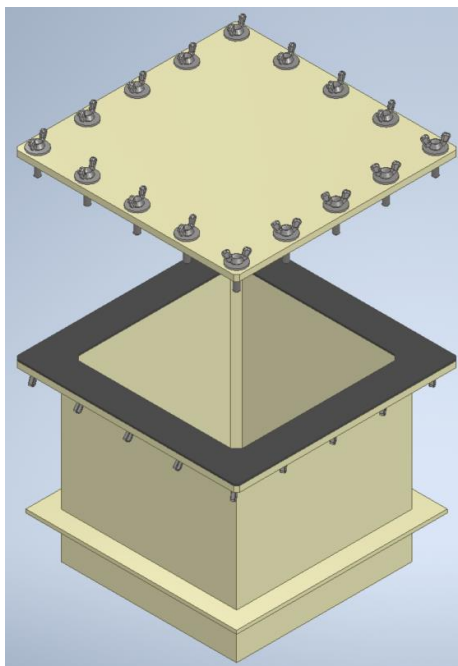


Figura 8: Tampa de acesso em chapa de PEAD ou Polipropileno, com junta de vedação prensada entre flanges.

Vantagens:


- Resistência mecânica suficiente;
- Elevada resistência à corrosão;
- Elevada vida útil;
- Material soldável em campo;

Chapas de aço inoxidável

As chapas de aço inoxidável devem ser no mínimo em AISI 304. Tecnicamente é um bom material, com elevada resistência mecânica e à corrosão. O flange e a tampa flangeada possuem maiores espessuras e implicam em maior utilização de aço inoxidável, podendo encarecer significativamente o custo desta alternativa.

Placas rígidas de PRFV

Para esta aplicação, não há restrições técnicas ao uso de tampas em PRFV, elaboradas

	MEMORIAL TÉCNICO Nº		REV.
	MD.SAMAE.4.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRAT. DE ESGOTO PINHAL	FOLHA	17 DE 28
TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS – PINHAL			

conforme o projeto básico. A especificação técnica deve prever o uso de aditivos para garantir à resistência aos raios Ultravioleta. As espessuras das chapas poderão ser as mesmas adotadas para as alternativas em chapas de PEAD e de Polipropileno.

3.3 SISTEMA DE QUEIMA DO BIOGÁS

O principal objetivo do sistema de queima de biogás da ETE Pinhal é a redução de risco de acidentes devido à formação de atmosferas explosivas. Como objetivos secundários, temos a redução das emissões de gás metano, por questões ambientais, e redução das emissões de gás sulfídrico, que podem causar incômodos relacionados à exalação de odores desagradáveis.

Observações:

- 1) Não será feito o reaproveitamento energético do biogás, de modo que não é necessário o beneficiamento prévio do biogás, com remoção de umidade, material particulado, gás sulfídrico, gás carbono, dentre outros.
- 2) Operacionalmente, o sistema de queima deve então focar na queima imediata do biogás produzido nos reatores UASB.


Apresentamos a estimativa das vazões de biogás realizada na etapa de diagnóstico.

Tabela 6. Vazões médias estimadas de biogás para a ETE Pinhal.

	Unidade	Vazão estimada de biogás	
		Balanço de massa	PROBIO 1.0
Cenário I	m ³ /h	4,5	3,2
Cenário II	m ³ /h	6,9	5,7
Cenário III	m ³ /h	70,9	63,2
Cenário IV	m ³ /h	155,5	151,4

Devido à grande variabilidade na estimativa da vazão de biogás, uma das estratégias para evitar ociosidade nos equipamentos a serem adquiridos é a implantação em etapas, devendo-se prever facilidades para ampliações.

Na ETE Pinhal será necessária a correção para adequação do sistema de queima do

	MEMORIAL TÉCNICO Nº		REV.
	MD.SAMAE.4.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRAT. DE ESGOTO PINHAL	FOLHA	18 DE 28
TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS – PINHAL			

biogás, de forma a incluir os requisitos mínimos.

- Substituição da tubulação do biogás;
- Substituição do queimador.
- Alteração da localização do queimador.

Na etapa inicial o sistema de queima deve ser capaz de tratar as seguintes vazões de biogás:

Vazão máxima de biogás: 20 m³/h

Vazão mínima de biogás: 4 m³/h

Já o projeto de tubulação deve ser dimensionado considerando a vazão de 80 m³/h, nos trechos onde há vazão de biogás de 20 módulos de reatores UASB e 160 m³/h, nos trechos da alternativa 2, onde haverá vazão de 4 módulos de reatores UASB.

O diâmetro mínimo da tubulação deverá ser de 40 mm, o que atende com bastante folga a vazão de gás gerada em apenas um módulo, ao mesmo tempo em que resulta em estrutura mecanicamente resistente e autoportante, dispensando uma boa quantidade de suportes.

O trecho de tubulação por onde escoar a vazão de biogás dos dois módulos de reatores UASB terá diâmetro mínimo de 50 mm.


O trecho de tubulação por onde escoar a vazão de biogás dos quatro módulos de reatores UASB terá diâmetro mínimo de 75 mm.

Entendemos que não há risco de entrada de espuma na tubulação, por haver uma distância de 500 mm entre o nível d'água e a entrada na tubulação.

3.3.1 Substituição da tubulação externa do biogás

Justificativa:

O atual sistema de tubulações externas de coleta do biogás foi construído a partir de tubulações de PVC rígido com conexões tipo ponta e bolsa soldáveis. Além disso, apresenta as seguintes patologias que futuramente poderão gerar a necessidade de

	MEMORIAL TÉCNICO Nº		REV.
	MD.SAMAE.4.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRAT. DE ESGOTO PINHAL	FOLHA	19 DE 28
TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS – PINHAL			

correções:

- Ausência de válvulas de bloqueio na saída de cada reator UASB;
- Deterioração da tubulação de PVC exposta ao sol.

Tabela 7. Alternativas para substituição da tubulação externa de biogás.


	Descrição	Fornecedores
1	Tubos em polipropileno ou PEAD	Paques Brasil Dedini Ind. de Base Alphenz
2	Tubos em aço inoxidável	
3	Tubos em PRFV	

*Os fabricantes de tubos e acessórios podem não fazer a instalação do sistema de tubulações. Portanto, foram listadas algumas empresas que tradicionalmente fazem tanto o fornecimento de materiais como a instalação destes sistemas de tubulações em ETE's, não sendo necessariamente os fabricantes. Tratando-se somente da do fornecimento e instalação de tubulação, há uma grande quantidade de empresas com plena capacidade técnica, inclusive no município sede.

O uso de tubulação em aço carbono e aço galvanizado não é recomendado para esta aplicação, por não apresentarem resistência à corrosão.



Figura 9: Tubulação de coleta do biogás da ETE de Itabirito-MG, fabricada em aço galvanizado, estando totalmente corroída. Fonte: Acervo do autor.

	MEMORIAL TÉCNICO Nº		REV.
	MD.SAMAE.4.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRAT. DE ESGOTO PINHAL	FOLHA	20 DE 28
TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS – PINHAL			

Tubos em Polipropileno ou PEAD

Possuem alta resistência à corrosão e elevada vida útil. Porém, por possuírem também alto coeficiente de dilatação ou expansão térmica, pode não ser adequado para a esta aplicação, onde haverá extensões de tubulação de cerca de 100 m, expostas ao sol.

São soldáveis em campo, por alternativas de alto desempenho, tais com as soldas de topo com placas aquecidas e conexões para eletrofusão.

A disponibilidade de tubulações e acessórios em PEAD é maior do que em Polipropileno, podendo ser este um fator decisivo para a escolha da alternativa em PEAD.

Possui menor resistência mecânica, em relação às alternativas, podendo exigir uma maior quantidade de suportes.

Tubos em aço inoxidável

Possuem alta resistência à corrosão e elevada vida útil, além do diferencial de alta resistência mecânica e baixo coeficiente de dilatação térmica.

A questão do custo será o diferencial na sua escolha.


Tubos em PRFV

Atendem aos requisitos de durabilidade, resistência mecânica e resistência à corrosão. Deve ser prestada especial atenção às emendas entre tubos, as quais podem ser do tipo:

Junta rígida ponta e bolsa soldada:

A união ocorre mediante a introdução da ponta do tubo na bolsa, e a restauração da capacidade resistiva é feita por laminação manual por meio da aplicação de uma bandagem constituída por manta, tecido e resina (Kit de solda).

Junta rígida ponta solda (JR-PPS)

	MEMORIAL TÉCNICO Nº		REV.
	MD.SAMAE.4.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRAT. DE ESGOTO PINHAL	FOLHA	21 DE 28
TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS – PINHAL			

União de topo das extremidades do tubo, e a restauração da capacidade resistiva é feita por laminação manual por meio da aplicação de uma bandagem constituída por manta, tecido e resina (Kit de solda).

Junta rígida flangeada (JR-FL)

A união ocorre com a utilização de flanges fixados por parafusos com junta de borracha.

3.3.2 Substituição do queimador do biogás

Justificativa:

A concepção atual do sistema de filtração e queima do biogás não apresenta os dispositivos mínimos de segurança, tais como válvula corta chamas, bem como válvula bloqueio e válvula reguladora de pressão, para interrupção da queima do biogás quando a vazão estiver muito baixa, o que resulta em problemas na queima.

Estes itens normalmente são fornecidos junto com o queimador, e fazem parte da garantia de desempenho e contratual, não sendo indicado que sejam fornecidos separadamente.


Processo de queima do biogás:

A eficiência da destruição do biogás depende de 3 fatores:

- I. Temperatura de combustão;
- II. Proporção da mistura ar - combustível;
- III. Tempo de residência dos gases na câmara de combustão.

A temperatura de combustão deve ser maior que a temperatura de autoignição do gás metano, que corresponde à 540º C.

A falta de oxigênio na mistura ar – combustível resulta em combustão incompleta, com emissão de gás metano, monóxido de carbono e gás sulfídrico. Na prática, não é possível controlar a quantidade de ar fornecida ao processo, sendo recomendado manter uma quantidade maior que a requerida teoricamente.

	MEMORIAL TÉCNICO Nº		REV.
	MD.SAMAE.4.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRAT. DE ESGOTO PINHAL	FOLHA	22 DE 28
TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS – PINHAL			

O tempo de residência na câmara de combustão na faixa de 0,5 a 2 segundos é necessário para que a queima seja satisfatória.

Na tabela a seguir, são apresentados dados que relacionam a eficiência na destruição de gás metano e gás sulfídrico com os principais parâmetros.

Tabela 8. Eficiência da destruição do metano em função da temperatura.

Eficiência de destruição (%)	Temperatura (° C)	Tempo de residência (s)
95%	690	0,5
98%	745	0,5
99%	790	0,75
99,9%	830	1,00
99,99%	885	2,00


Para estações de tratamento de esgoto, as tecnologias para a queima do biogás normalmente disponíveis no mercado são:

Tabela 9. Alternativas para queima do biogás.

	Descrição	Fabricantes
1	Queimador de chama aparente	Teccalor Combustec Wolta Biochama Brasprocess
2	Queimador de chama semi-enclausurada	
3	Queimador de chama enclausurada	

Queimador de chama aparente

O queimador de chama aparente basicamente não possui câmara de combustão e por isso alcança menores temperaturas durante a queima. Assim, sua eficiência é menor, porém é mais apropriado para aplicações com baixa vazão de biogás. Basicamente sua operação pode ser automatizada através de ignitor temporizado e válvula

	MEMORIAL TÉCNICO Nº		REV.
	MD.SAMAE.4.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRAT. DE ESGOTO PINHAL	FOLHA	23 DE 28
TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS – PINHAL			

mantenedora de pressão, cuja função é estabelecer um valor mínimo de pressão de biogás para alimentação do queimador, fazendo sua interrupção durante os horários em que a produção de biogás é nula ou muito baixa. Assim, evita-se misturas pobres em combustível, o que também interfere na eficiência da queima.

Componentes mínimos:


- Corpo do queimador, em aço inoxidável AISI 304 ou superior;
- Válvula de alívio sustentadora de pressão (controle de pressão à montante);
- Válvula bloqueio;
- Válvula corta chamas;
- Válvula de dreno.
- Painel do ignitor.



Figura 10: Flare de chama aparente fabricado e fornecido pela Combustec. Fonte: Catálogo técnico da empresa Combustec.

Queimador de chama semi-enclausurada

O queimador de chama semi-enclausurada combina características dos queimadores de chama aparente e enclausurada. Basicamente o queimador possui câmara de

	MEMORIAL TÉCNICO Nº		REV.
	MD.SAMAE.4.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRAT. DE ESGOTO PINHAL	FOLHA	24 DE 28
TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS – PINHAL			

combustão simples, com dimensões menores que a do queimador de chama enclausurada, para evitar a dispersão da chama.

É recomendado para ETE's de médio e grande porte, com vazões de biogás a partir de 100 Nm³/h. Sua operação pode ser totalmente automatizada para o objetivo de queima imediata do biogás.

Componentes mínimos:

- Corpo do queimador, em aço inoxidável AISI 304 ou superior;
- Válvula solenoide;
- Válvula bloqueio na entrada do queimador;
- Válvula corta chamas;
- Válvula de dreno.
- Painel do ignitor.

Queimador de chama enclausurada

O queimador de chama enclausurada câmara de combustão com proteção contra chuva e vento e isolante térmico para reduzir perdas de calor. Assim, busca-se atingir altas temperaturas na queima, com altos tempos de residência, garantindo assim altas eficiências na destruição do metano e gás sulfídrico.

É recomendado para ETE's de médio e grande porte, com vazões de biogás a partir de 100 Nm³/h. Sua operação necessita ser automatizada, sendo comuns apresentarem dispositivos para controle de temperatura, vazões e pressão. A relação dos equipamentos mínimos é mais sofisticada e poderá ser mais difícil uma equalização de especificações técnicas entre os fornecedores deste equipamento.


	MEMORIAL TÉCNICO Nº		REV.
	MD.SAMAE.4.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRAT. DE ESGOTO PINHAL	FOLHA	25 DE 28
TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS – PINHAL			



Figura 11: Flare de chama enclausurada fabricado e fornecido pela Brasprocess.
Fonte: Catálogo técnico Brasprocess.

4 PROJETO BÁSICO


4.1 REATOR UASB

Conforme apresentado, não haverá necessidade de substituição ou reforma das campânulas dos reatores UASB da ETE Pinhal. A concepção deste reator não utiliza também tubulações internas para coleta do biogás.

Foram elaborados os seguintes projetos padrões:

- I. Inserte Flange e ponta, para conectar a câmara de biogás em concreto com a tubulação externa (Desenho DE.SAMAE.0.2.02);
- II. Tampa de acesso à câmara do biogás (Desenho DE.SAMAE.0.2.03);
- III. Localização dos insertes e tampas do reator UASB (Desenho DE.SAMAE.0.2.04).

A remoção de espuma do reator UASB será executada prevendo-se as seguintes atividades:

	MEMORIAL TÉCNICO Nº		REV.
	MD.SAMAE.4.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRAT. DE ESGOTO PINHAL	FOLHA	26 DE 28
TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS – PINHAL			

- 1 – Fechamento da válvula de bloqueio da saída do reator UASB;
- 2 – Abertura das tampas de acesso à câmara do biogás;
- 3 – Sucção da espuma, através de caminhões limpa fossa;
- 4 – Fechamento das tampas de acesso à câmara do biogás;
- 5- Retorno da operação do flare: O flare deverá permanecer desligado, com escoamento do biogás, por no mínimo 6 horas após o fechamento das tampas de acesso à câmara do biogás.

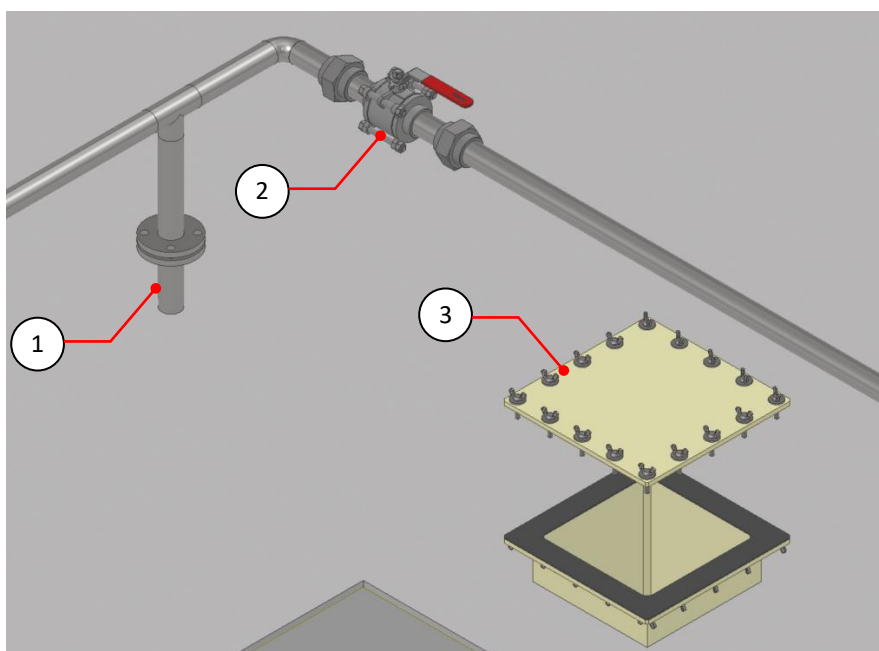



Figura 12: Inserte flange e ponta (1); válvula bloqueio a ser fechada (2); e abertura da tampa de acesso à câmara do biogás (3).

4.2 TUBULAÇÕES EXTERNAS DE COLETA DO BIOGÁS

O layout da ETE Pinhal é bastante compacto e apresenta diversas porções com restrições significativas para a implantação do flare, apresentadas a seguir:

- I. Todo o entorno possui matas adjacentes aos limites da área da ETE. Torna-se necessário estabelecer um afastamento de no mínimo 10 m;
- II. Buffer de segurança do reator UASB, estabelecido em 10 metros;
- III. Buffer de segurança de 10 metros para as unidades onde há motores elétricos

	MEMORIAL TÉCNICO Nº		REV.
	MD.SAMAE.4.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRAT. DE ESGOTO PINHAL	FOLHA	27 DE 28
TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS – PINHAL			

de processo, com potência acima de 5 cavalos.

Em ambas as alternativas foram incluídos todos os dispositivos básicos de segurança, tais como válvulas bloqueio na entrada do flare e na saída de cada reator UASB, bem como válvula sustentadora de pressão e válvula corta-chamas.

Alternativa 1:

Na alternativa 1 haverá dois subsistemas para a coleta e queima do biogás. Em ambos os subsistemas, o flare estará localizado afastado a 15 m do reator UASB e tendo como confrontantes paralelos o filtro aeróbio submerso e decantador.

A divisão em dois subsistemas tem por finalidade somente reduzir a extensão da zona de calor que poderá ser formada durante a queima do biogás. Assim, para as baixas vazões de biogás atualmente presentes, esta medida pode não trazer nenhum ganho.

Esta alternativa é apresentada nos desenhos DE.SAMAE.4.2.01 e DE.SAMAE.4.2.03. Os seguintes indicadores estão disponíveis para esta alternativa:

Tubulação de aço inox. AISI 304 DN 1.1/2 Pol: 90,2 m


Tubulação de aço inox. AISI 304 DN 2 Pol: 104,2 m

Flare de chama aparente: 2 com cap. 2 a 10 m³/h

Considerando a área de implantação do flare retangular, em dois lados haverá confrontante de vegetação e em um lado o confrontante é o reator UASB.

Alternativa 2:

Nesta alternativa é utilizado somente um sistema de queima do biogás para atendimento a todos os módulos de reatores UASB da ETE Pinhal. O flare estará afastado a uma distância de 15 m do reator UASB e há confrontantes somente em um lado, correspondente ao filtro aeróbio submerso. A alternativa 2 é apresentada nos desenhos DE.SAMAE.4.2.02 e DE.SAMAE.4.2.04.

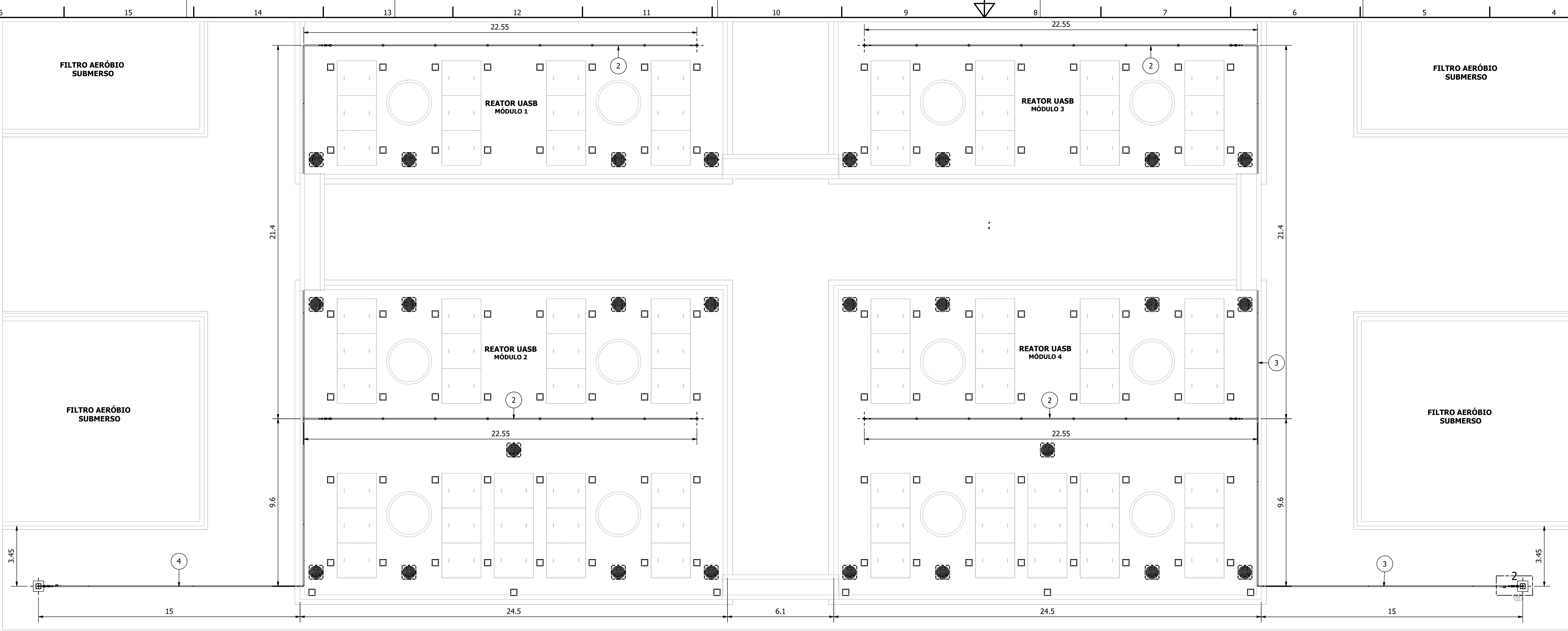
	MEMORIAL TÉCNICO Nº		REV.
	MD.SAMAE.4.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRAT. DE ESGOTO PINHAL	FOLHA	28 DE 28
TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS – PINHAL			

As condições de ventilação natural são melhores que na alternativa 1, porém a vazão de biogás é maior também. Não há contenção no nível do topo do queimador. Portanto, esta alternativa é similar à alternativa 1, em termos de segurança.

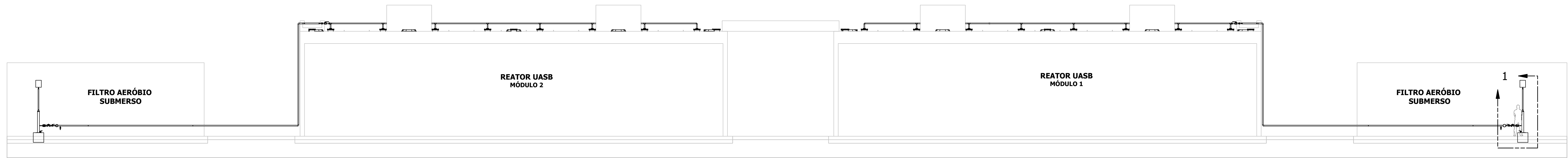
O risco de causar incêndios acidentais e explosões é menor.

Esta alternativa é apresentada nos desenhos DE.SAMAE.4.2.02 e DE.SAMAE.4.2.04 e apresenta os seguintes indicadores:

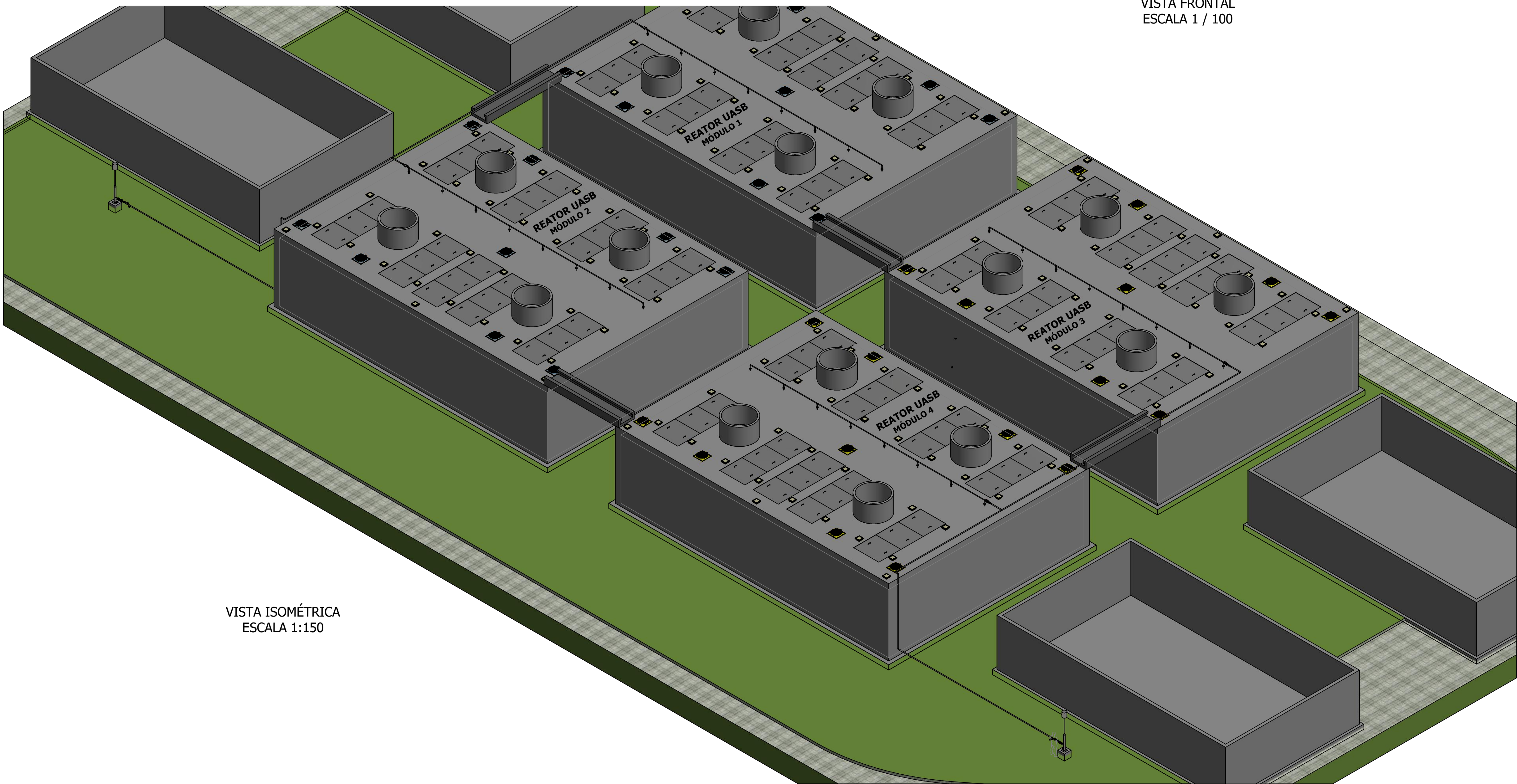
Tubulação de aço inox. AISI 304 DN 1.1/2 Pol:	106,4 m
Tubulação de aço inox. AISI 304 DN 2 Pol:	23 m
Tubulação de aço inox. AISI 304 DN 3 Pol:	55 m
Flare de chama aparente:	1 com cap. 4 a 20 m ³ /h



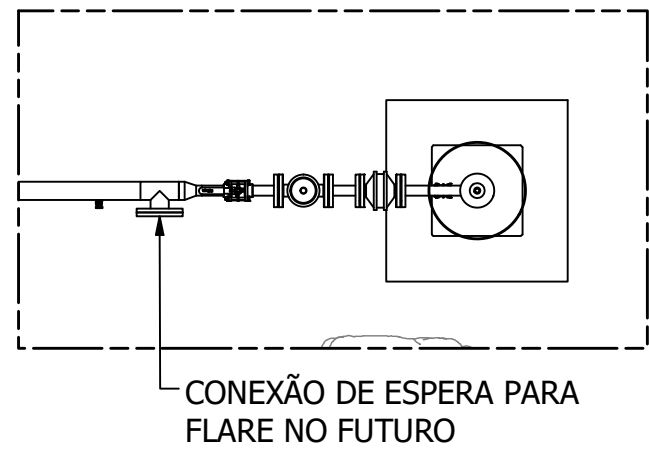
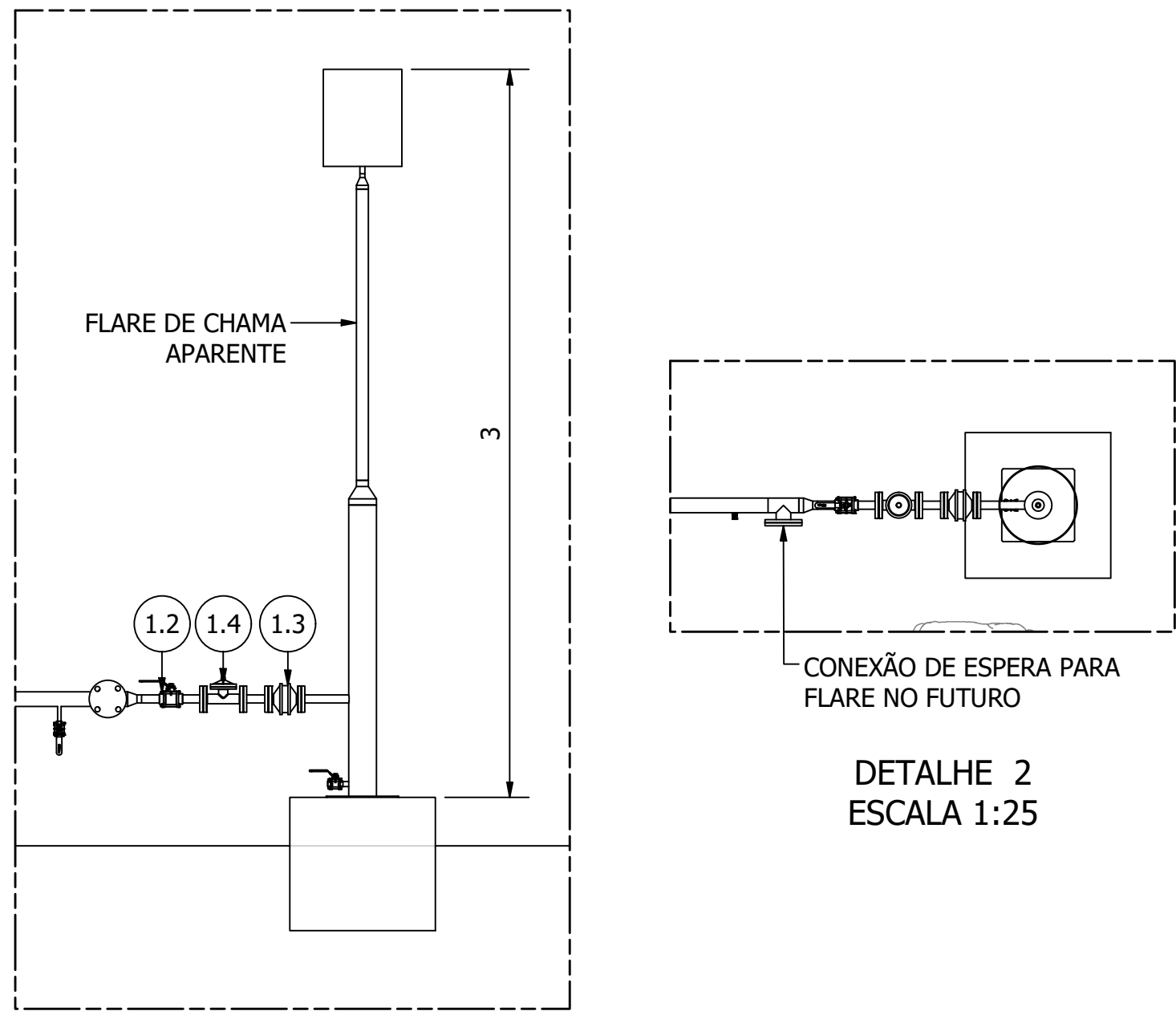
VISTA EM PLANTA
ESCALA: 1 / 100



VISTA FRONTAL
ESCALA 1 / 100



VISTA ISOMÉTRICA
ESCALA 1:150



DETALHE 1
ESCALA 1:25


DETALHE 2
ESCALA 1:25

OBSERVAÇÕES:


- 1) DIMENSÕES EM METROS, EXCETO ONDE INDICADA A UNIDADE.
- 2) TUBULAÇÃO EM AÇO INOXIDÁVEL AISI 304.
- 3) OS EQUIPAMENTOS AQUI APRESENTADOS SÃO GENÉRICOS.

PARTS LIST			
ITEM	DESCRIÇÃO	CÓDIGO	QTDE
1	FLARE DE CHAMA APARENTE		2
1.1	VALV ESFERA TRIPARTIDA AISI 316 DN 0.5 MM SW 150 LBS		1
1.2	VALVULA ESFERA TRIPARTIDA AI DN 1 POL 150 LBS		1
1.3	VÁLVULA CORTA CHAMAS DN 1 POL		1
1.4	VÁLVULA DE ALÍVIO SUSTENTADORA DE PRESSÃO DN 1POL		1
2	TUBULAÇÃO DO BIOGÁS 01		4
3	TUBULAÇÃO DO BIOGÁS 02		1
4	TUBULAÇÃO DO BIOGÁS 03		1

QUADRO DE REVISÕES				
REV	DESCRIÇÃO	DATA	ELABORAÇÃO	APROVAÇÃO
0	EMIÇÃO INICIAL	11/12/2023	E.MATSUO	



SAMA E MATSUO TRAT DE EFLUENTES



SAMA E MATSUO TRAT DE EFLUENTES

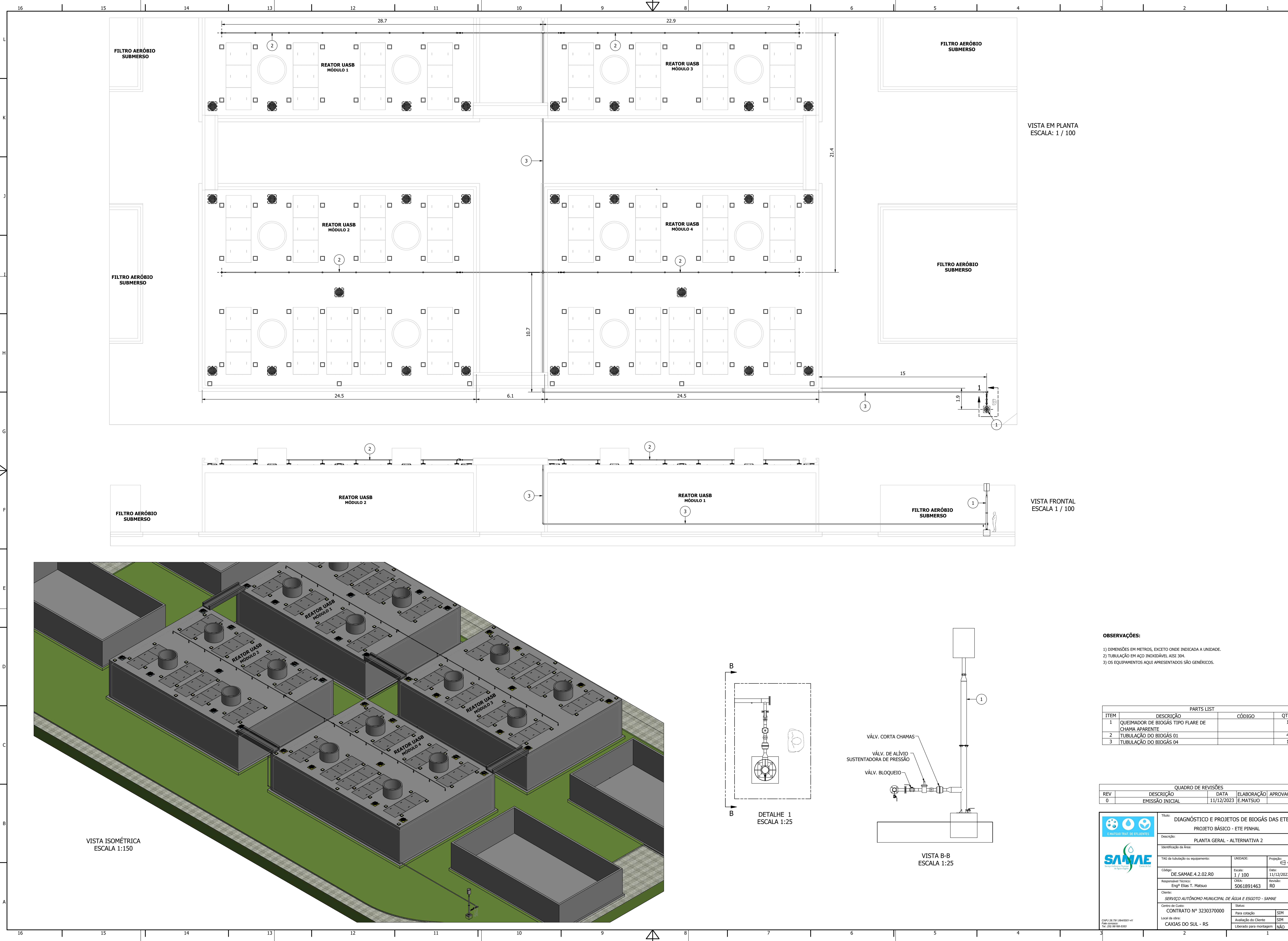
Título: DIAGNÓSTICO E PROJETO DE BIOGÁS DAS ETE'S PROJETO BÁSICO - ETE PINHAL

Descrição: PLANTA GERAL - ALTERNATIVA 1

Identificação da Área:

TAG de tubulação ou equipamento:	UNIDADE:	Projeto:
Código: DE.SAMAE.4.2.01.R0	Escala: 1 / 100	Data: 11/12/2023
Responsável Técnico: Engº Elias T. Matsuo	CREA: 5061891463	Revisão: R0
Cliente: SERVIÇO AUTÔNOMO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO - SAMAE	Selo:	
Centro de Custo: CONTRATO Nº 3230370000	Para cópia:	SIM
Local da obra: CAXIAS DO SUL - RS	Avaliação do Cliente:	SIM
	Liberado para montagem:	NÃO

CHU/26.191.04/2007-11
FAX: 51.350.5103
Tel: (51) 350.5103



OBSERVAÇÕES:

1) DIMENSÕES EM METROS, EXCETO ONDE INDICADA A UNIDADE.
2) TUBULAÇÃO EM AÇO INOXIDÁVEL AISI 304.
3) OS EQUIPAMENTOS AQUI APRESENTADOS SÃO GÊNERICOS.

PARTS LIST			
ITEM	DESCRIÇÃO	CÓDIGO	QTDE
1	QUEIMADOR DE BIOGÁS TIPO FLARE DE CHAMA APARENTE		1
2	TUBULAÇÃO DO BIOGÁS 01		4
3	TUBULAÇÃO DO BIOGÁS 04		1

QUADRO DE REVISÕES				
REV	DESCRIÇÃO	DATA	ELABORAÇÃO	APROVAÇÃO
0	EMIÇÃO INICIAL	11/12/2023	E.MATSUO	

Título: DIAGNÓSTICO E PROJETO DE BIOGÁS DAS ETE'S PROJETO BÁSICO - ETE PINHAL

Descrição: PLANTA GERAL - ALTERNATIVA 2

Identificação da Área:

TAG da tubulação ou equipamento:	UNIDADE:	Projeto:
Código: DE.SAMAE.4.2.02.R0	Escala: 1 / 100	Data: 11/12/2023
Responsável Técnico: Engº Elias T. Matsuo	CREA: 5061891463	Revisão: R0

Cliente: SERVIÇO AUTÔNOMO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO - SAMAE

Centro de Custo: CONTRATO Nº 3230370000	Serviço: Para coleta
Local da obra: CAXIAS DO SUL - RS	Avaliação do Cliente: SIM
	Liberado para montagem: NÃO

CAD 01 de 101 (04/08/2017 - 11/12/2023) Faltam 99/99-0103

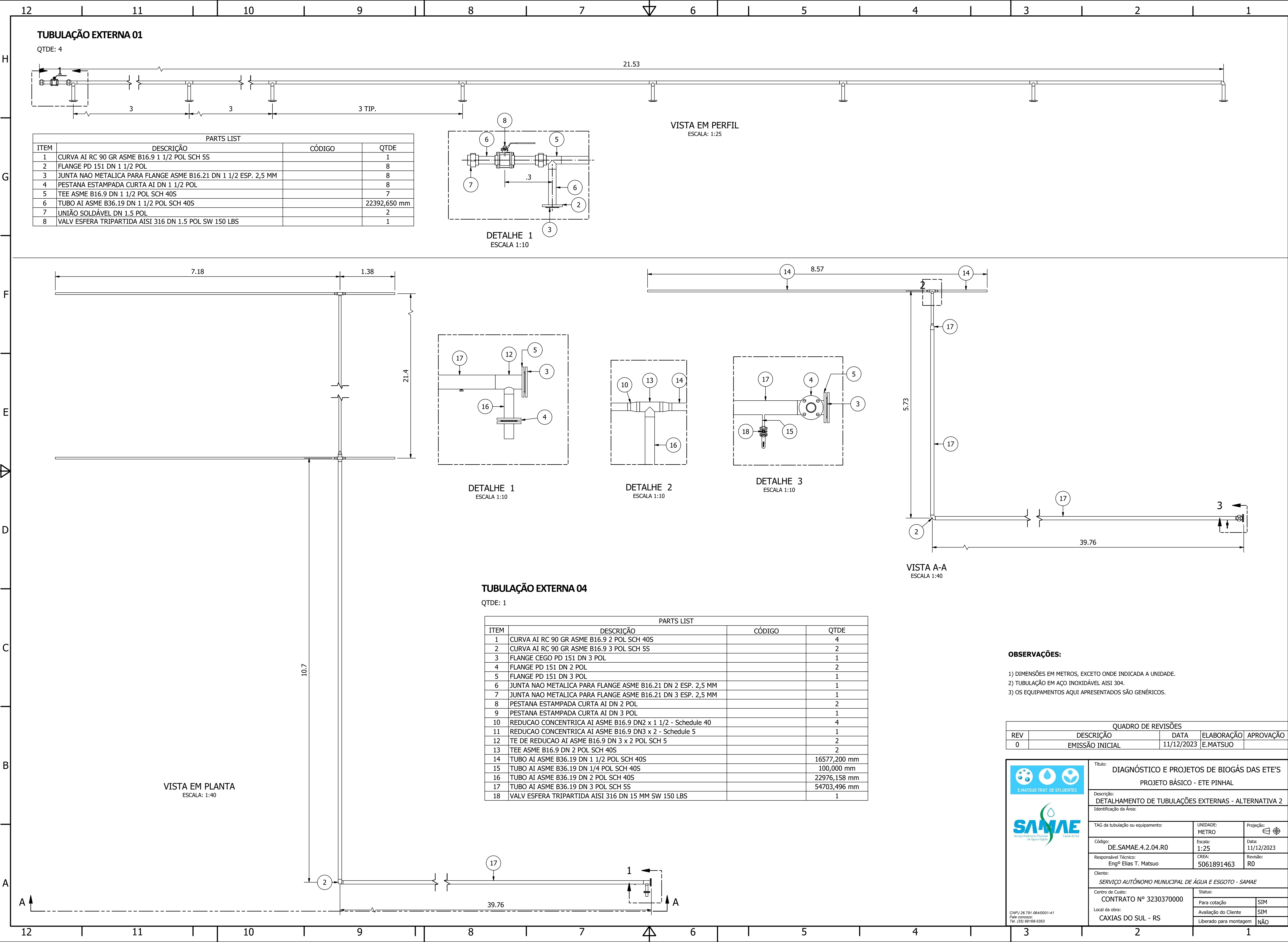
H



G


E

B

A




 		ESTUDO		CÓDIGO Nº: MD.SAMAE.5.2.01.R0						
		OBRA:		ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO SAMUARA				FOLHA: 1 de 25		
		TÍTULO:		MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - SAMUARA						
		ESCOPO:		REALIZAÇÃO DE DIAGNÓSTICO DOS EQUIPAMENTOS E ESTRUTURAS DEDICADOS À COLETA E QUEIMA DE BIOGÁS E ELABORAÇÃO DE PROJETOS BÁSICO E EXECUTIVO PARA IMPLANTAÇÃO E/OU REFORMA DOS SISTEMAS DE COLETA E QUEIMA DE GASES, EM CAXIAS DO SUL - RS						
		NOME DA EMPRESA			ENG. RESP.:		CREA:			
		E.MATSUO TRATAMENTO DE EFLUENTES			ELIAS TAKESHI MATSUO		5061891463			
		CONTRATO Nº 3230370000			ASSINATURA:					
ÍNDICE DE REVISÕES										
REV.	DESCRIÇÃO E/OU FOLHAS ATINGIDAS									
0	EMISSÃO INICIAL									
REVISÃO	REV. 0	REV. 1	REV. 2	REV. 3	REV. 4	REV. 5	REV. 6	REV. 7		
DATA	11/12/2023									
EXECUÇÃO	E. MATSUO									
VERIFICAÇÃO										
APROVAÇÃO	E. MATSUO									
As informações contidas neste documento são de propriedade de E.MATSUO Tratamento de Efluentes e foram elaboradas para o Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto – SAMAE, do município de Caxias do Sul, não sendo permitido o seu uso e divulgação para terceiros sem o prévio consentimento dos autores.										

	MEMORIAL TÉCNICO Nº		REV.
	MD.SAMAE.5.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO SAMUARA	FOLHA	2 DE 25
TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - SAMUARA			

**É proibida a reprodução total ou parcial, por
quaisquer meios, sem a autorização dos autores.**


Dados do projeto:

Código do documento:	MD.SAMAE.5.2.01.R0
Descrição do projeto:	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO SAMUARA
Local da obra:	Rua Jayme Guilherme Muratore Filho, S/Nº, próximo à sede campestre do Círculo Operário Caxiense, Caxias do Sul – RS.
Cliente:	Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto – SAMAE, do município de Caxias do Sul.
Título do documento:	MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - SAMUARA
Responsável Técnico:	Engº Elias Takeshi Matsuo
CREA:	5061891463-SP
Data da elaboração:	11/12/2023
Contato:	(35) 99168-5353 elias@monerasolucoes.com.br

	MEMORIAL TÉCNICO Nº		REV.
	MD.SAMAE.5.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO SAMUARA	FOLHA	3 DE 25
TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - SAMUARA			

SUMÁRIO


1	APRESENTAÇÃO	4
2	RESUMO DAS PROPOSTAS PARA A ETE SAMUARA.....	5
3	DESCRIÇÃO DAS PROPOSTAS PARA A ETE SAMUARA.....	5
3.1	TRATAMENTO PRELIMINAR.....	5
3.1.1	Instalação de Peneiramento fino com abertura de 1 mm	6
3.2	REATORES UASB	12
3.2.1	Substituição dos insertes metálicos	12
3.2.2	Substituição das tampas de acesso à câmara do biogás.....	14
3.3	SISTEMA DE QUEIMA DO BIOGÁS.....	16
3.3.1	Substituição da tubulação externa do biogás	17
3.3.2	Substituição do queimador do biogás.....	19
4	PROJETO BÁSICO.....	24
4.1	REATOR UASB.....	24
4.2	TUBULAÇÕES EXTERNAS DE COLETA DO BIOGÁS.....	24

	MEMORIAL TÉCNICO Nº		REV.
	MD.SAMAE.5.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO SAMUARA	FOLHA	4 DE 25
TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - SAMUARA			

1 APRESENTAÇÃO

O presente documento é parte integrante do Produto 2 – Projeto Básico – ETE Samuara, dos serviços para a **realização de diagnóstico dos equipamentos e estruturas dedicados à coleta e queima de biogás, e elaboração de projetos básico e executivo para implantação e/ou reforma dos sistemas de coleta e queima de gases gerados no processo de tratamento das Estações de Tratamento de Esgoto – ETE's Canyon, Belo, Pena Branca, Pinhal, Samuara e Tega, no município de Caxias do Sul/RS**, que é objeto do Contrato 3230370000, assinado em 26 de Julho de 2023, entre o Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto – SAMAE, do município de Caxias do Sul e a empresa E.MATSUO Tratamento de Efluentes.

Os serviços foram executados conforme especificado no Termo de Referência para a elaboração do escopo do contrato 3230370000, tendo como responsável técnico o Engº Civil Elias Takeshi Matsuo, portador do CREA Nº 5061891463-SP, por meio da anotação de Responsabilidade Técnica Nº 28027230231191451.

	MEMORIAL TÉCNICO Nº		REV.
	MD.SAMAE.5.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO SAMUARA	FOLHA	5 DE 25
TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - SAMUARA			

2 RESUMO DAS PROPOSTAS PARA A ETE SAMUARA

Com base na etapa de diagnóstico, elencamos as seguintes alternativas para as melhorias e adequações necessárias relacionadas à coleta e queima do biogás gerado nos reatores UASB da ETE Samuara.

Tabela 1. Relação das propostas e alternativas para as melhorias e adequações relacionadas à coleta e queima do biogás na ETE Samuara.


	<i>Propostas</i>	<i>Alternativas</i>
1.0	Tratamento preliminar	
	Instalação de Peneiramento fino com abertura de 1 mm	Tambor rotativo de fluxo interno
		Cestos removíveis
		Tambor rotativo de fluxo interno instalado em canal
2.0	Reatores UASB	
	Substituição dos insertes metálicos	Aço inoxidável
		Ferro fundido
	Substituição das tampas de acesso à câmara do biogás	Placas rígidas de Polipropileno ou PEAD
		Placas rígidas de PRFV
		Chapas de aço inoxidável
3.0	Sistema de queima do biogás	
	Substituição da tubulação externa de biogás	Tubos em polipropileno ou PEAD
		Tubos em aço inoxidável
		Tubos em PRFV
	Substituição do queimador	Queimador de chama aparente
		Queimador de chama semi-enclausurada
		Queimador de chama enclausurada

*Com fundo em verde, as alternativas eleitas.

3 DESCRIÇÃO DAS PROPOSTAS PARA A ETE SAMUARA

Apresentamos a seguir as descrições das propostas para correções e melhorias do sistema de coleta do biogás da ETE Samuara.

3.1 TRATAMENTO PRELIMINAR

	MEMORIAL TÉCNICO Nº		REV.
	MD.SAMAE.5.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO SAMUARA	FOLHA	6 DE 25
TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - SAMUARA			

3.1.1 Instalação de Peneiramento fino com abertura de 1 mm

Justificativa:


Conforme apresentado na etapa de diagnóstico, o acúmulo de espuma no interior da campânula pode prejudicar e até mesmo impedir a coleta do biogás gerado no reator UASB.

Com base na experiência do responsável técnico deste projeto, que acompanhou a operação de 14 ETE's com reatores UASB, desde o ano de 2002, foi verificado que a utilização de peneiramento fino com abertura de 1 mm contribuiu para evitar o acúmulo de espuma no interior do reator trifásico.

A lista de referência das ETE's acompanhadas por este responsável técnico é apresentada a seguir.

Tabela 2. Lista de referências das ETE's com reatores UASB acompanhadas pelo autor deste projeto.

	OPERADOR	LOCALIZAÇÃO	VAZÃO (l/s)	INÍCIO DA OPERAÇÃO
1	Águas do Mirante	Piracicaba/SP	3 x 22	2014
2	SAAE	Águas de Lindóia/SP	22	2014
3	Prefeitura Municipal	Reginópolis/SP	22	2014
4	CODEN	Nova Odessa/SP	4 x 45	2013
5	SAEIT	Igarapu do Tietê/SP	45	2006
6	SEMAE	Piracicaba/SP	11	2006
7	DMAE	Poços de Caldas/MG	22	2002
8	DAE	Americana - SP	2 X 45	2018
9	BRK/SANEAQUA	Mainrinque-SP	45	2018
10	Estaleiro Jurong/SAAE	Aracruz-ES	33	2020
11	SAAESP	São Pedro - SP	2 x 45 s	2018
12	SAEAN – ETE Três Barras	Artur Nogueira - SP	1 x 45	2017
13	SAEAN – ETE Stocco	Artur Nogueira - SP	2 x 45	2018

	MEMORIAL TÉCNICO Nº		REV.
	MD.SAMAE.5.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO SAMUARA	FOLHA	7 DE 25
TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - SAMUARA			

Nestas ETE's, nunca houve necessidade de interrupção da operação dos reatores por problemas relacionados ao acúmulo de espuma no interior das campânulas ou por entupimento no sistema de coleta de biogás.

Com base também nas inspeções realizadas nas ETE's do SAMAE, onde verificamos o acúmulo de espessas crostas de espuma no interior das campânulas dos reatores UASB, bem como a necessidade de sua remoção, incluímos então a instalação de peneiramento fino com abertura de 1 mm como uma das medidas para evitar o acúmulo de espuma.

Apresentamos à seguir as alternativas para peneiramento fino.

Tabela 3. Alternativas para peneiramento fino na ETE Samuara.


	Descrição	Fabricantes
1	Tambor rotativo de fluxo interno	JS Filtração Vibropac Johnson Screens Werjen
2	Tambor rotativo de fluxo interno instalado em canal	
3	Cestos removíveis	JS Filtração Caldeirarias em geral

Tambor rotativo de fluxo interno

O tambor rotativo de fluxo axial ou interno corresponde ao equipamento para peneiramento de esgoto recomendado pelo autor deste projeto, pelas seguintes razões:

- Elevado desempenho;
- Facilidade operacional;
- Perfil de tela autolimpante;
- Facilidade de manutenção.

A distribuição do esgoto no interior da peneira é realizada através de uma canaleta

	MEMORIAL TÉCNICO Nº		REV.
	MD.SAMAE.5.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO SAMUARA	FOLHA	8 DE 25
TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - SAMUARA			

vertedora ao longo do comprimento do tambor em movimento. É importante destacar que o tambor deve estar em movimento durante a alimentação do esgoto, não devendo confundir o seu funcionamento com o de uma peneira estática.

A calha vertedora distribui o esgoto bruto em ambos os lados de seu comprimento, sendo que o lado contrário à rotação do tambor recebe a maior parcela da vazão. Esta forma de distribuição do esgoto no interior do tambor resulta na aplicação de esforços de cisalhamento sobre os resíduos, desagregando-os e promovendo a sua “lavagem”. O interior do tambor possui também “aletas” ou “pás” que direcionam os resíduos sólidos do fundo do tambor para a sua saída.

O tambor possui também dois ramais de limpeza, sendo um para o lado externo e outro para o lado interno, através de bicos ejetores que aplicam água com alta pressão.

Um grande diferencial desta tecnologia é que não há partes móveis, como coroa e pinhão, correntes, dentre outros, em contato com o esgoto.

Como pontos negativos, no caso da ETE Samuara, podemos destacar que é necessário desenvolver um projeto específico para alimentação da peneira, uma vez que não há estruturas aproveitáveis para isto. O desnível geométrico entre as unidades do tratamento preliminar e o reator UASB é insuficiente para garantir a alimentação da peneira por gravidade. Isto aumenta bastante o custo da alternativa, uma vez que seria necessário praticamente a implantação de uma estação elevatória de esgoto.

Modulação/quantidade: 1 em operação

Capacidade unitária mínima: 400 m³/h de esgoto gradeado em # 40 mm

Especificações Básicas:

Equipamento: Peneira rotativa de fluxo axial ou interno

Abertura da tela: 1 mm

Materiais Construtivos:

Tela: Perfil trapezoidal em AISI 304 ou superior


	MEMORIAL TÉCNICO	Nº	REV.
		MD.SAMAE.5.2.01.R0	R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO SAMUARA	FOLHA	9 DE 25
TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - SAMUARA			



Figura 1: Peneiramento com tambor rotativo de fluxo interno. Fonte: Acervo do autor.




Figura 2: Vista do interior da Peneira com tambor rotativo de fluxo interno. Fonte: Acervo do autor.

Tambor rotativo de fluxo interno instalado em canal

Podem acomodar aberturas de 2 a 6 mm para tela perfurada e 0,25 mm a 2 mm para tela com perfil trapezoidal autolimpante. Possui parafuso classificador, que remove os sólidos para um sistema de lavagem e compactação.

Por possuir diversos sistemas integrados, com muitas partes móveis, quando comparado ao tambor rotativo de fluxo interno, sua manutenção é mais complexa. O rolamento de tela está sempre submerso em águas residuais e na prática precisa ser substituído periodicamente.

	MEMORIAL TÉCNICO Nº		REV.
	MD.SAMAE.5.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO SAMUARA	FOLHA	10 DE 25
TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - SAMUARA			

Para a manutenção do tambor rotativo submersível e peças é necessário também um dispositivo de basculação.

Sua instalação poderá ser feita entre o gradeamento e a desarenação, havendo dois canais que podem ser utilizados para esta finalidade. Este aproveitamento do perfil hidráulico e estruturas existentes corresponde a sua maior vantagem perante a alternativa em tambor rotativo de fluxo interno.

Modulação/quantidade: 1 em operação

Capacidade unitária mínima: 400 m³/h de esgoto gradeado em # 40 mm

Especificações Básicas:

Equipamento: Peneira rotativa de canal

Abertura da tela: 1 mm

Materiais Construtivos:

Tela: Perfil trapezoidal em AISI 304 ou superior

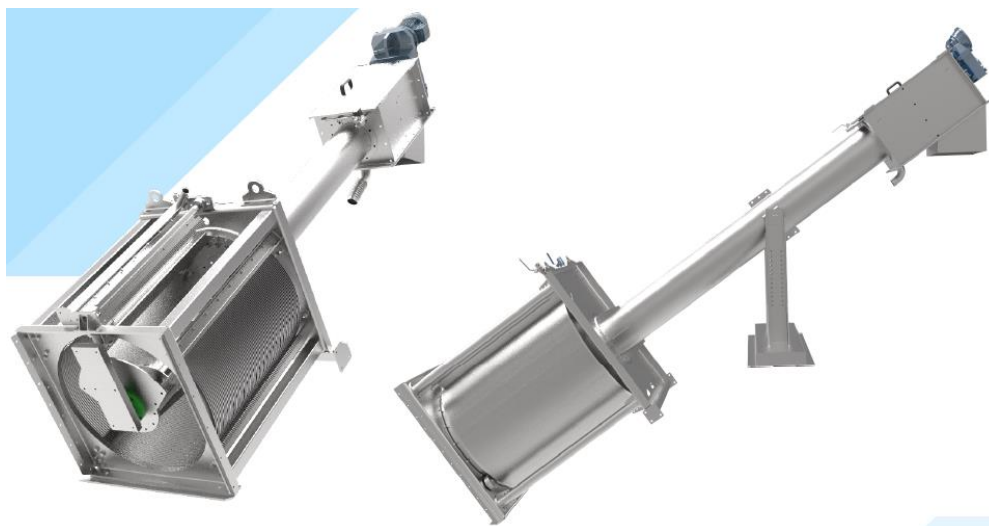



Figura 3: Tambor rotativo de canal. Fonte: Catálogo técnico da empresa Vibropac.

Sua instalação poderá ser feita após a desarenação, em tanque de concreto, sendo que o aproveitamento do perfil hidráulico corresponde a sua maior vantagem perante a alternativa em tambor rotativo de fluxo interno.

	MEMORIAL TÉCNICO Nº		REV.
	MD.SAMAE.5.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO SAMUARA	FOLHA	11 DE 25
TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - SAMUARA			

Cestos removíveis

Os cestos removíveis correspondem à solução mais simples para o peneiramento. Este equipamento normalmente é indicado para baixas vazões de esgoto e necessitam ser instalados onde haja desnível hidráulico suficiente para promover a lavagem dos resíduos e evitar a rápida colmatção das suas aberturas. Sua limpeza é feita de forma manual e em função de seu peso, pode ser necessária a utilização de sistema de içamento.

Para a ETE Samuara, esta solução apresenta uma boa chance de ser implantada, pois há um desnível geométrico viável para isto, entre a saída da caixa de areia e o reator UASB.

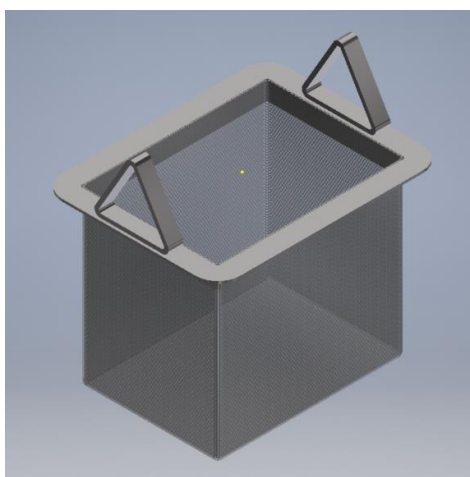


Figura 4: Gradeamento tipo cesto. Imagem meramente ilustrativa.

Modulação/quantidade: 2

Capacidade unitária mínima: 200 m³/h de esgoto gradeado em # 40 mm

Especificações Básicas:


Equipamento: Grade tipo cesto removível com limpeza manual

Abertura da tela: 1 mm

Dimensões aproximadas: 500 x 500 x 350 mm

Comprimento x largura x altura

Acessórios: Sistema de içamento do cesto para remoção dos sólidos

	MEMORIAL TÉCNICO Nº		REV.
	MD.SAMAE.5.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO SAMUARA	FOLHA	12 DE 25
TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - SAMUARA			

Materiais Construtivos:

Cesto: AISI 304

3.2 REATORES UASB

O uso de placas rígidas de PRFV foi bem-sucedido na ETE Belo, pois o flare encontra-se em operação a bastante tempo. Não houve problemas crônicos em relação ao projeto que necessitem ser corrigidos. A ETE Pinhal compartilha deste mesmo projeto de reator UASB. Portanto, não se especula a necessidade de substituição das campânulas no curto prazo.

3.2.1 Substituição dos insertes metálicos

Justificativa:

Os insertes metálicos correspondem à dispositivos de tubulações embutidos na parede de concreto para conectar a tubulação interna com a tubulação externa ao reator. No caso no reator da ETE Samuara, não há tubulação interna e por isto o inserte irá conectar a câmara do biogás diretamente à tubulação externa, sendo requerido inserte do tipo flange e ponta.

Estes insertes metálicos devem ser fabricados em materiais resistentes mecanicamente e contra a corrosão e devem garantir também a estanqueidade, de forma a evitar vazamentos de biogás e esgoto. Para isto, o inserte possui aba de travamento que também tem a função de melhorar a vedação.

Atualmente a tubulação de PVC é embutida diretamente na parede. Esta alternativa dispensa custos adicionais com insertes metálicos, porém não permite a realização de desmontagem para manutenções emergenciais.

Sua instalação em estruturas de concreto existente é feita através da abertura com martelo rompedor, seguida pela limpeza, posicionamento do inserte e grauteamento.

As principais alternativas para execução dos insertes metálicos são apresentadas na tabela a seguir:


	MEMORIAL TÉCNICO Nº		REV.
	MD.SAMAE.5.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO SAMUARA	FOLHA	13 DE 25
TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - SAMUARA			

Tabela 4. Alternativas para insertes metálicos.

	Descrição	Fabricantes
1	Aço inoxidável	Dedini Ind. de Base Calderarias*
2	Ferro fundido	Tec San PAM Saint Gobain Ferpac Hidramac

Inserte metálico em aço inoxidável

São resistentes à corrosão e podem ser fabricados sob medida. São facilmente soldáveis e permitem adequações em campo, caso seja necessário.

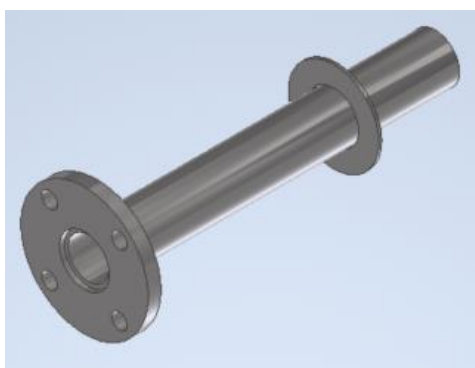


Figura 5: Inserte metálico tipo “Flange e Ponta” em aço inoxidável.

Inserte metálico em ferro fundido

Deve possuir revestimento interno e externo de proteção contra a corrosão. É fornecido por grandes empresas, altamente especializadas na fabricação de tubos e acessórios em ferro fundido. Havendo algum dano, sua recuperação é bastante difícil de ser executada.


	MEMORIAL TÉCNICO Nº		REV.
	MD.SAMAE.5.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO SAMUARA	FOLHA	14 DE 25
TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - SAMUARA			



Figura 6: Inserte (toco) de ferro fundido com aba de vedação.

3.2.2 Substituição das tampas de acesso à câmara do biogás


Justificativa:

As tampas de acesso à câmara do biogás da ETE Pinhal encontram-se bastante degradadas pela corrosão. Além disso, não foi instalada tampa adequada, com vedação e proteção contra a corrosão. Este aspecto necessita ser corrigido para que possa ser realizada a coleta do biogás sem risco de vazamento ou entrada de ar.

As alternativas para a substituição das tampas de acesso são apresentadas à seguir:

Tabela 5. Alternativas para substituição das tampas de acesso à câmara do biogás.

	Descrição	Fabricantes
1	Placas rígidas de Polipropileno ou PEAD	Paques Brasil Dedini Ind. de Base Ecoscienses Alphenzs
2	Chapas de aço inoxidável	Dedini Ind. de Base
3	Placas rígidas de PRFV	JE-Fiber Empresa de Engenharia Ambiental – EEA Fibrav Fibratec

	MEMORIAL TÉCNICO Nº	REV.
	MD.SAMAE.5.2.01.R0	R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO SAMUARA	FOLHA 15 DE 25
TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - SAMUARA		

Placas rígidas de Polipropileno ou PEAD

As placas rígidas de Polipropileno ou PEAD tem sido empregadas com bastante sucesso em reatores UASB e outros tipos de reatores anaeróbios para o tratamento de efluentes industriais.

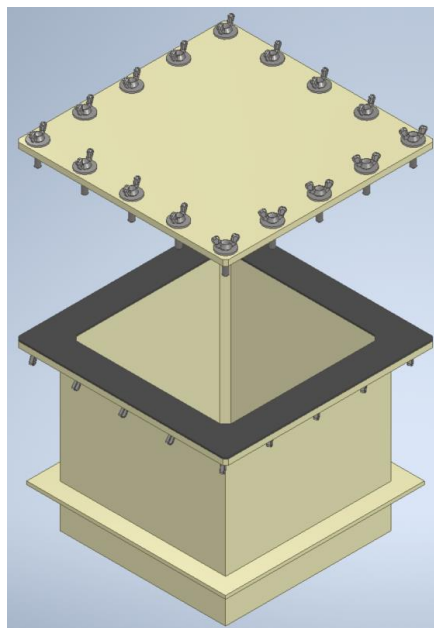



Figura 7: Tampa de acesso em chapa de PEAD ou Polipropileno, com junta de vedação prensada entre flanges.

Vantagens:

- Resistência mecânica suficiente;
- Elevada resistência à corrosão;
- Elevada vida útil;
- Material soldável em campo;

Chapas de aço inoxidável

As chapas de aço inoxidável devem ser no mínimo em AISI 304. Tecnicamente é um bom material, com elevada resistência mecânica e à corrosão. O flange e a tampa flangeada possuem maiores espessuras e implicam em maior utilização de aço inoxidável, podendo encarecer significativamente o custo desta alternativa.

	MEMORIAL TÉCNICO Nº		REV.
	MD.SAMAE.5.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO SAMUARA	FOLHA	16 DE 25
TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - SAMUARA			

Placas rígidas de PRFV

Para esta aplicação, não há restrições técnicas ao uso de tampas em PRFV, elaboradas conforme o projeto básico. A especificação técnica deve prever o uso de aditivos para garantir à resistência aos raios Ultravioleta. As espessuras das chapas poderão ser as mesmas adotadas para as alternativas em chapas de PEAD e de Polipropileno.

3.3 SISTEMA DE QUEIMA DO BIOGÁS

O principal objetivo do sistema de queima de biogás da ETE Samuara é a redução de risco de acidentes devido à formação de atmosferas explosivas. Como objetivos secundários, temos a redução das emissões de gás metano, por questões ambientais, e redução das emissões de gás sulfídrico, que podem causar incômodos relacionados à exalação de odores desagradáveis.

Observações:

- 1) Não será feito o reaproveitamento energético do biogás, de modo que não é necessário o beneficiamento prévio do biogás, com remoção de umidade, material particulado, gás sulfídrico, gás carbono, dentre outros.
- 2) Operacionalmente, o sistema de queima deve então focar na queima imediata do biogás produzido nos reatores UASB.

Tendo como objetivo a queima do biogás, é necessário executar as seguintes medidas:

- Substituição da tubulação do biogás;
- Substituição do queimador.

Na etapa inicial o sistema de queima deve ser capaz de tratar as seguintes vazões de biogás:

Vazão máxima de biogás: 4 m³/h

Vazão mínima de biogás: 0,5 m³/h

Apresentamos a estimativa das vazões de biogás realizada na etapa de diagnóstico.


	MEMORIAL TÉCNICO Nº		REV.
	MD.SAMAE.5.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO SAMUARA	FOLHA	17 DE 25
TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - SAMUARA			

Tabela 6. Vazões médias estimadas de biogás para a ETE Samuara.

	Unidade	Vazão estimada de biogás	
		Balanço de massa	PROBIO 1.0
Cenário I	m ³ /h	0,2	0,2
Cenário II	m ³ /h	0,9	0,5
Cenário III	m ³ /h	17,7	15,8
Cenário IV	m ³ /h	29,4	26,3

Já o projeto de tubulação deve ser dimensionado considerando a vazão de 40 m³/h.

O diâmetro mínimo da tubulação deverá ser de 40 mm, o que atende com bastante folga a vazão de gás gerada em apenas um módulo, ao mesmo tempo em que resulta em estrutura mecanicamente resistente e autoportante, dispensando uma boa quantidade de suportes.

Entendemos que não há risco de entrada de espuma na tubulação, por haver uma distância de 500 mm entre o nível d'água e a entrada na tubulação.

3.3.1 Substituição da tubulação externa do biogás


Justificativa:

O atual sistema de tubulações externas de coleta do biogás foi construído a partir de tubulações de PVC rígido com conexões tipo ponta e bolsa soldáveis. Há necessidade de correções e nesta ocasião pode ser mais vantajosa a substituição completa das tubulações externas, por alternativa de maior vida útil.

Tabela 7. Alternativas para substituição da tubulação externa de biogás.

	Descrição	Fornecedores
1	Tubos em polipropileno ou PEAD	Paques Brasil Dedini Ind. de Base Alphenz
2	Tubos em aço inoxidável	
3	Tubos em PRFV	

*Os fabricantes de tubos e acessórios podem não fazer a instalação do sistema de

	MEMORIAL TÉCNICO Nº		REV.
	MD.SAMAE.5.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO SAMUARA	FOLHA	18 DE 25
TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - SAMUARA			

tubulações. Portanto, foram listadas algumas empresas que tradicionalmente fazem tanto o fornecimento de materiais como a instalação destes sistemas de tubulações em ETE's, não sendo necessariamente os fabricantes. Tratando-se somente da do fornecimento e instalação de tubulação, há uma grande quantidade de empresas com plena capacidade técnica, inclusive no município sede.

O uso de tubulação em aço carbono e aço galvanizado não é recomendado para esta aplicação, por não apresentarem resistência à corrosão.




Figura 8: Tubulação de coleta do biogás da ETE de Itabirito-MG, fabricada em aço galvanizado, estando totalmente corroída. Fonte: Acervo do autor.

Tubos em Polipropileno ou PEAD

Possuem alta resistência à corrosão e elevada vida útil. Porém, por possuírem também alto coeficiente de dilatação ou expansão térmica, pode não ser adequado para a esta aplicação, onde haverá extensões de tubulação de cerca de 100 m, expostas ao sol.

São soldáveis em campo, por alternativas de alto desempenho, tais com as soldas de topo com placas aquecidas e conexões para eletrofusão.

A disponibilidade de tubulações e acessórios em PEAD é maior do que em Polipropileno, podendo ser este um fator decisivo para a escolha da alternativa em PEAD.

	MEMORIAL TÉCNICO Nº		REV.
	MD.SAMAE.5.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO SAMUARA	FOLHA	19 DE 25
TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - SAMUARA			

Possui menor resistência mecânica, em relação às alternativas, podendo exigir uma maior quantidade de suportes.

Tubos em aço inoxidável

Possuem alta resistência à corrosão e elevada vida útil, além do diferencial de alta resistência mecânica e baixo coeficiente de dilatação térmica.

A questão do custo será o diferencial na sua escolha.

Tubos em PRFV

Atendem aos requisitos de durabilidade, resistência mecânica e resistência à corrosão. Deve ser prestada especial atenção às emendas entre tubos, as quais podem ser do tipo:

Junta rígida ponta e bolsa soldada:

A união ocorre mediante a introdução da ponta do tubo na bolsa, e a restauração da capacidade resistiva é feita por laminação manual por meio da aplicação de uma bandagem constituída por manta, tecido e resina (Kit de solda).


Junta rígida ponta solda (JR-PPS)

União de topo das extremidades do tubo, e a restauração da capacidade resistiva é feita por laminação manual por meio da aplicação de uma bandagem constituída por manta, tecido e resina (Kit de solda).

3.3.2 Substituição do queimador do biogás

Justificativa:

A concepção atual do sistema de filtração e queima do biogás não apresenta os dispositivos mínimos de segurança, tais como válvula corta chamas, bem como válvula bloqueio e válvula reguladora de pressão, para interrupção da queima do biogás

	MEMORIAL TÉCNICO Nº		REV.
	MD.SAMAE.5.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO SAMUARA	FOLHA	20 DE 25
TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - SAMUARA			

quando a vazão estiver muito baixa, o que resulta em problemas na queima.

Estes itens normalmente são fornecidos junto com o queimador, e fazem parte da garantia de desempenho e contratual, não sendo indicado que sejam fornecidos separadamente.

Processo de queima do biogás:

A eficiência da destruição do biogás depende de 3 fatores:

- I. Temperatura de combustão;
- II. Proporção da mistura ar - combustível;
- III. Tempo de residência dos gases na câmara de combustão.

A temperatura de combustão deve ser maior que a temperatura de autoignição do gás metano, que corresponde à 540º C.


A falta de oxigênio na mistura ar – combustível resulta em combustão incompleta, com emissão de gás metano, monóxido de carbono e gás sulfídrico. Na prática, não é possível controlar a quantidade de ar fornecida ao processo, sendo recomendado manter uma quantidade maior que a requerida teoricamente.

O tempo de residência na câmara de combustão na faixa de 0,5 a 2 segundos é necessário para que a queima seja satisfatória.

Na tabela a seguir, são apresentados dados que relacionam a eficiência na destruição de gás metano e gás sulfídrico com os principais parâmetros.

Tabela 8. Eficiência da destruição do metano em função da temperatura.

Eficiência de destruição (%)	Temperatura (º C)	Tempo de residência (s)
95%	690	0,5
98%	745	0,5
99%	790	0,75
99,9%	830	1,00
99,99%	885	2,00

	MEMORIAL TÉCNICO Nº		REV.
	MD.SAMAE.5.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO SAMUARA	FOLHA	21 DE 25
TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - SAMUARA			

Para estações de tratamento de esgoto, as tecnologias para a queima do biogás normalmente disponíveis no mercado são:

Tabela 9. Alternativas para queima do biogás.

	Descrição	Fabricantes
1	Queimador de chama aparente	Teccalor
2	Queimador de chama semi-enclausurada	Combustec
3	Queimador de chama enclausurada	Wolta Biochama Brasprocess

Queimador de chama aparente

O queimador de chama aparente basicamente não possui câmara de combustão e por isso alcança menores temperaturas durante a queima. Assim, sua eficiência é menor, porém é mais apropriado para aplicações com baixa vazão de biogás. Basicamente sua operação pode ser automatizada através de ignitor temporizado e válvula mantenedora de pressão, cuja função é estabelecer um valor mínimo de pressão de biogás para alimentação do queimador, fazendo sua interrupção durante os horários em que a produção de biogás é nula ou muito baixa. Assim, evita-se misturas pobres em combustível, o que também interfere na eficiência da queima.

Componentes mínimos:

- Corpo do queimador, em aço inoxidável AISI 304 ou superior;
- Válvula de alívio sustentadora de pressão (controle de pressão à montante);
- Válvula bloqueio;
- Válvula corta chamas;
- Válvula de dreno.
- Painel do ignitor.


	MEMORIAL TÉCNICO Nº		REV.
	MD.SAMAE.5.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO SAMUARA	FOLHA	22 DE 25
TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - SAMUARA			



Figura 9: Flare de chama aparente fabricado e fornecido pela Combustec. Fonte: Catálogo técnico da empresa Combustec.


Queimador de chama semi-enclausurada

O queimador de chama semi-enclausurada combina características dos queimadores de chama aparente e enclausurada. Basicamente o queimador possui câmara de combustão simples, com dimensões menores que a do queimador de chama enclausurada, para evitar a dispersão da chama.

É recomendado para ETE's de médio e grande porte, com vazões de biogás a partir de 100 Nm³/h. Sua operação pode ser totalmente automatizada para o objetivo de queima imediata do biogás.

Componentes mínimos:

- Corpo do queimador, em aço inoxidável AISI 304 ou superior;
- Válvula solenoide;
- Válvula bloqueio na entrada do queimador;
- Válvula corta chamas;
- Válvula de dreno.

	MEMORIAL TÉCNICO Nº		REV.
	MD.SAMAE.5.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO SAMUARA	FOLHA	23 DE 25
TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - SAMUARA			

- Painel do ignitor.


Queimador de chama enclausurada

O queimador de chama enclausurada câmara de combustão com proteção contra chuva e vento e isolante térmico para reduzir perdas de calor. Assim, busca-se atingir altas temperaturas na queima, com altos tempos de residência, garantindo assim altas eficiências na destruição do metano e gás sulfídrico.

É recomendado para ETE's de médio e grande porte, com vazões de biogás a partir de 100 Nm³/h. Sua operação necessita ser automatizada, sendo comuns apresentarem dispositivos para controle de temperatura, vazões e pressão. A relação dos equipamentos mínimos é mais sofisticada e poderá ser mais difícil uma equalização de especificações técnicas entre os fornecedores deste equipamento.



Figura 10: Flare de chama enclausurada fabricado e fornecido pela Brasprocess.
Fonte: Catálogo técnico Brasprocess.

	MEMORIAL TÉCNICO Nº		REV.
	MD.SAMAE.5.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO SAMUARA	FOLHA	24 DE 25
TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - SAMUARA			

4 PROJETO BÁSICO

4.1 REATOR UASB

Conforme apresentado, não haverá necessidade de substituição ou reforma das campânulas dos reatores UASB da ETE Samuara. A concepção deste reator não utiliza também tubulações internas para coleta do biogás.

Foram elaborados os seguintes projetos padrões:

- I. Inserte Flange e ponta, para conectar a câmara de biogás em concreto com a tubulação externa (Desenho DE.SAMAE.0.2.02);
- II. Tampa de acesso à câmara do biogás (Desenho DE.SAMAE.0.2.03);
- III. Locação dos insertes e tampas do reator UASB (Desenho DE.SAMAE.0.2.04).


A remoção de espuma do reator UASB será executada prevendo-se as seguintes atividades:

- 1 – Fechamento da válvula de bloqueio na entrada do flare;
- 2 – Abertura das tampas de acesso à câmara do biogás;
- 3 – Sucção da espuma, através de caminhões limpa fossa;
- 4 – Fechamento das tampas de acesso à câmara do biogás;
- 5- Retorno da operação do flare: O flare deverá permanecer desligado, com escoamento do biogás, por no mínimo 6 horas após o fechamento das tampas de acesso à câmara do biogás.

4.2 TUBULAÇÕES EXTERNAS DE COLETA DO BIOGÁS

Basicamente será mantida a localização atual do flare existente, devido à baixa vazão. Porém, o novo flare será instalado com um maior afastamento em relação à vegetação adjacente.

Neste projeto foram incluídos todos os dispositivos básicos de segurança, tais como

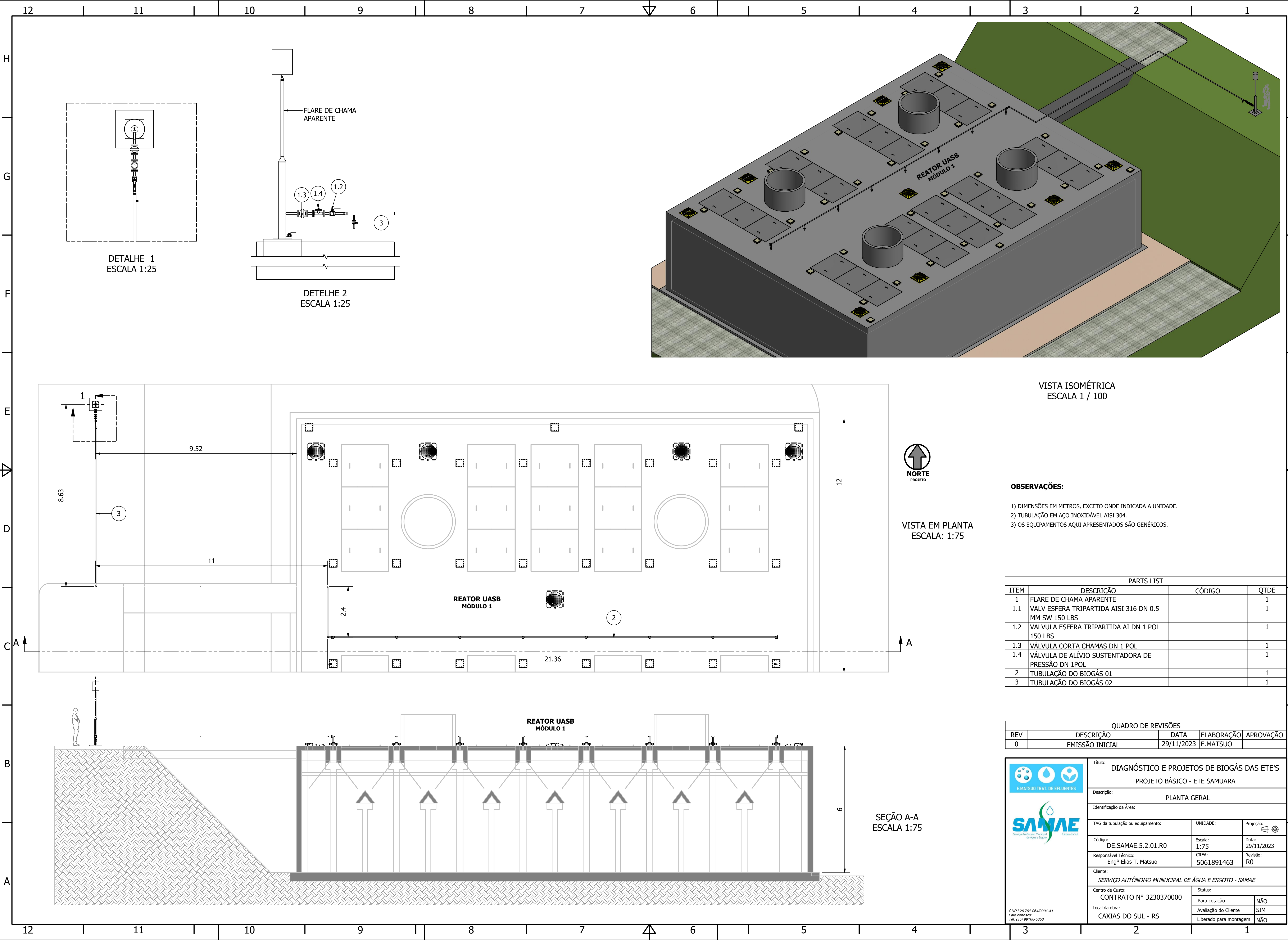
	MEMORIAL TÉCNICO Nº		REV.
	MD.SAMAE.5.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO SAMUARA	FOLHA	25 DE 25
TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - SAMUARA			

válvulas bloqueio na entrada do flare e na saída de cada reator UASB, bem como válvula sustentadora de pressão e válvula corta-chamas.

Esta alternativa é apresentada nos desenhos DE.SAMAE.5.2.01 e DE.SAMAE.5.2.02 e apresenta os seguintes indicadores:

Tubulação de aço inox. AISI 304 DN 1.1/2 Pol: 43 m

Flare de chama aparente: 1 com cap. 0,5 a 4 m³/h



VISTA ISOMÉTRICA
ESCALA 1 / 100

OBSERVAÇÕES:

- DIMENSÕES EM METROS, EXCETO ONDE INDICADA A UNIDADE.
- TUBULAÇÃO EM AÇO INOXIDÁVEL AISI 304.
- OS EQUIPAMENTOS AQUI APRESENTADOS SÃO GENÉRICOS.

PARTS LIST			
ITEM	DESCRIÇÃO	CÓDIGO	QTDE
1	FLARE DE CHAMA APARENTE		1
1.1	VALV ESFERA TRIPARTIDA AISI 316 DN 0.5 MM SW 150 LBS		1
1.2	VALVULA ESFERA TRIPARTIDA AI DN 1 POL 150 LBS		1
1.3	VÁLVULA CORTA CHAMAS DN 1 POL		1
1.4	VÁLVULA DE ALÍVIO SUSTENTADORA DE PRESSÃO DN 1POL		1
2	TUBULAÇÃO DO BIOGÁS 01		1
3	TUBULAÇÃO DO BIOGÁS 02		1

QUADRO DE REVISÕES				
REV	DESCRIÇÃO	DATA	ELABORAÇÃO	APROVAÇÃO
0	EMIÇÃO INICIAL	29/11/2023	E.MATSUO	

Título: **DIAGNÓSTICO E PROJETOS DE BIOGÁS DAS ETE'S**
PROJETO BÁSICO - ETE SAMUARA

Descrição: **PLANTA GERAL**

Identificação da Área:

TAG da tubulação ou equipamento:	UNIDADE:	Projeção:
Código: DE-SAMAE.5.2.01.R0	Escala: 1:75	Data: 29/11/2023
Responsável Técnico: Engº Elias T. Matsuo	CREA: 5061891463	Revisão: R0

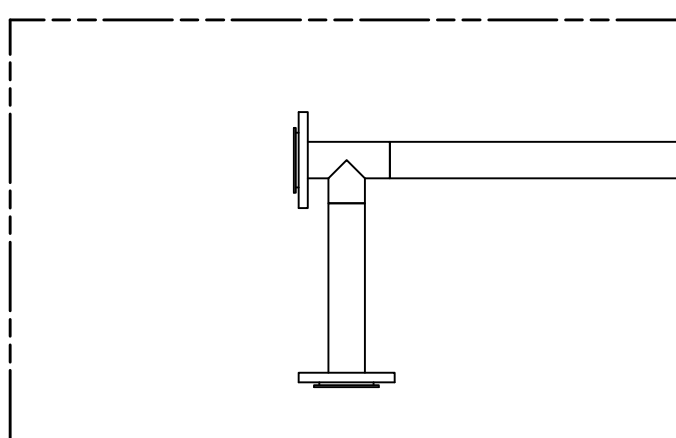
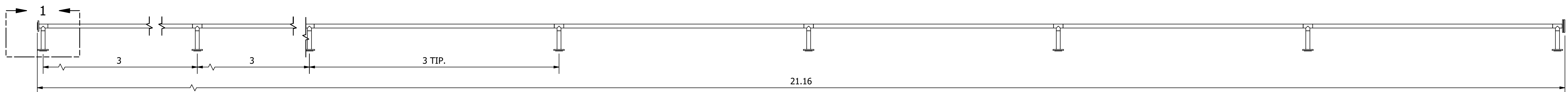
Cliente: **SERVIÇO AUTÔNOMO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO - SAMAE**

Centro de Custo: CONTRATO Nº 3230370000	Status:
Local da obra: CAXIAS DO SUL - RS	Para cotação: NÃO
	Avaliação do Cliente: SIM
	Liberado para montagem: NÃO

CNPJ 26.791.064/0001-41
Fale conosco:
Tel. (35) 99168-5353



QTDE: 1



DETALHE 1
ESCALA 1:10

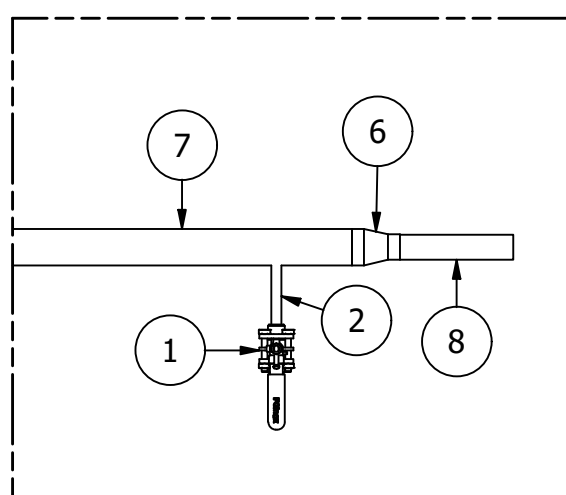
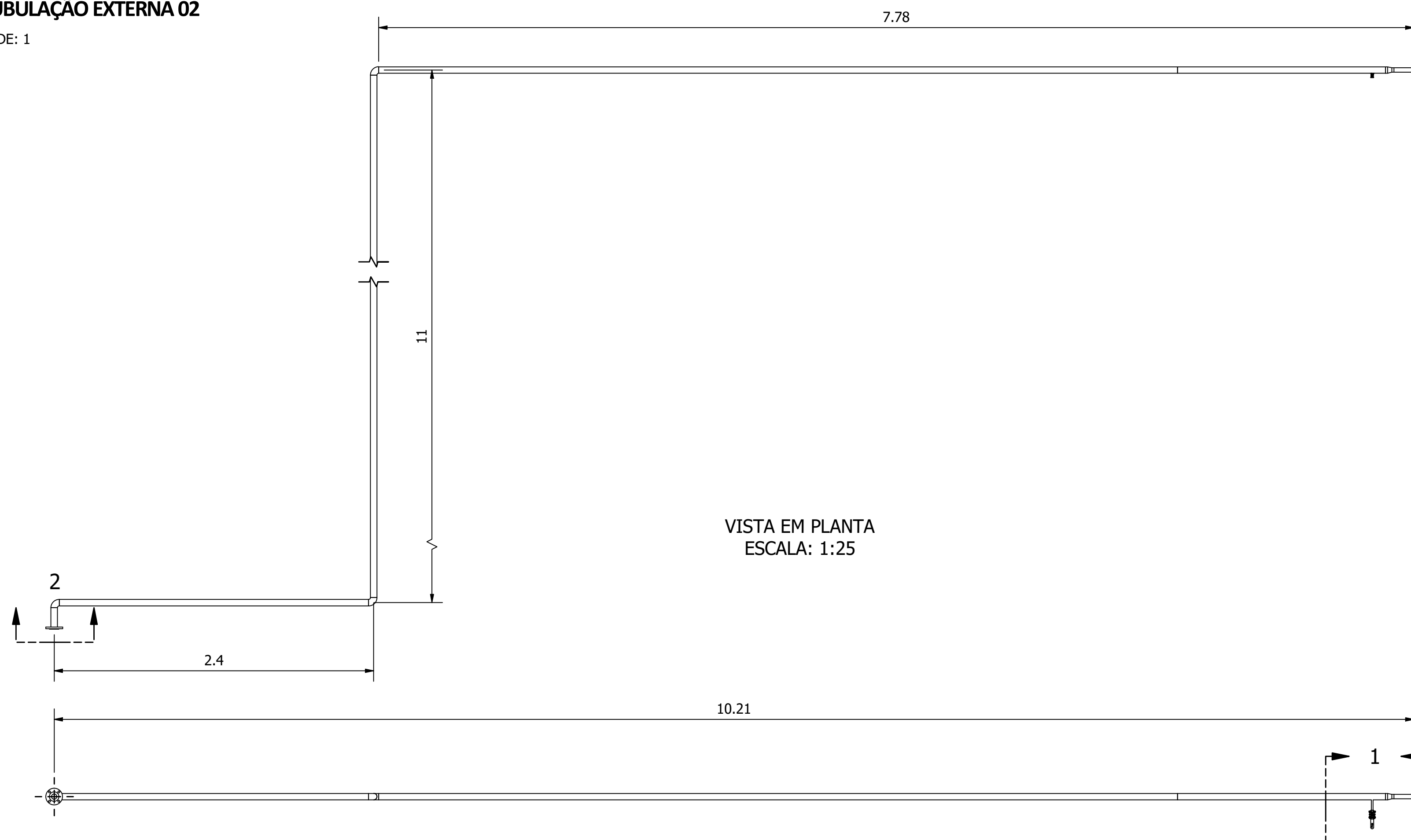
VISTA EM PERFIL

ESCALA: 1:25

PARTS LIST			
ITEM	DESCRIÇÃO	CÓDIGO	QTDE
1	FLANGE PD 151 DN 1 1/2 POL		9
2	JUNTA NAO METALICA PARA FLANGE ASME B16.21 DN 1 1/2 ESP. 2,5 MM		9
3	PESTANA ESTAMPADA CURTA AI DN 1 1/2 POL		9
4	FLANGE PD 151 DN 2 POL		1
5	PESTANA ESTAMPADA CURTA AI DN 2 POL		1
6	JUNTA NAO METALICA PARA FLANGE ASME B16.21 DN 2 ESP. 2,5 MM		1
7	FLANGE CEGO PD 151 DN 2 POL		1
8	TEE ASME B16.9 DN 1 1/2 POL SCH 40S		8
9	TUBO AI ASME B36.19 DN 1 1/2 POL SCH 40S		22042,700 mm



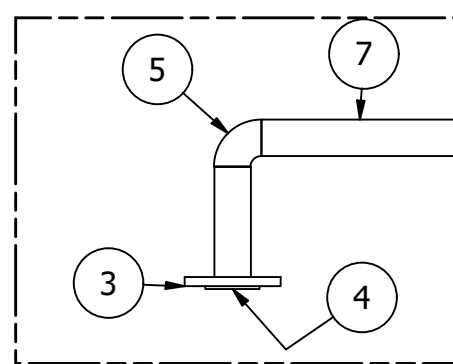
QTDE: 1



DETALHE 1
ESCALA 1:10

VISTA EM PLANTA
ESCALA: 1:25

VISTA EM PERFIL
ESCALA 1:25





DETALHE 2
ESCALA 1:10


PARTS LIST			
ITEM	DESCRIÇÃO	CÓDIGO	QTDE
1	VALV ESFERA TRIPARTIDA AISI 316 DN 15 MM SW 150 LBS		1
2	TUBO AI ASME B36.19 DN 1/4 POL SCH 40S		100,000 mm
3	FLANGE PD 151 DN 1 1/2 POL		1
4	PESTANA ESTAMPADA CURTA AI DN 1 1/2 POL		1
5	CURVA AI RC 90 GR ASME B16.9 1 1/2 POL SCH 40S		3
6	REDUCAO CONCENTRICA AI ASME B16.9 DN1 1/2 x 1 - Schedule 40		1
7	TUBO AI ASME B36.19 DN 1 1/2 POL SCH 40S		20961,400 mm
8	TUBO AI ASME B36.19 DN 1 POL SCH 40S		150,000 mm

OBSERVAÇÕES:

- 1) DIMENSÕES EM METROS, EXCETO ONDE INDICADA A UNIDADE.
2) TUBULAÇÃO EM AÇO INOXIDÁVEL AISI 304.
3) OS EQUIPAMENTOS AQUI APRESENTADOS SÃO GENÉRICOS.

QUADRO DE REVISÕES				
REV	DESCRIÇÃO	DATA	ELABORAÇÃO	APROVAÇÃO
0	EMISSÃO INICIAL	11/12/2023	E.MATSUO	


 <p>E-MATSUO TRAT. DE EFLUENTES</p>			<p>Título: DIAGNÓSTICO E PROJETOS DE BIOLOGIA DAS ETES</p> <p>PROJETO BÁSICO - ETE SAMUARA</p>		
<p>Descrição: DETALHAMENTO DE TUBULAÇÕES EXTERNAS</p>					
<p>Identificação da Área:</p>					
<p>TAG da tubulação ou equipamento:</p>			<p>UNIDADE: METRO</p>		<p>Projeção:</p> 
<p>Código: DE.SAMAE.5.2.02.R0</p>			<p>Escala: 1:25</p>		<p>Data: 11/12/2023</p>
<p>Responsável Técnico: Engº Elias T. Matsuo</p>			<p>CRA: 5061891463</p>		<p>Revisão: R0</p>
<p>Cliente: SERVIÇO AUTÔNOMO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO - SAMAE</p>					
<p>Centro de Custo: CONTRATO Nº 3230370000</p>				<p>Status:</p>	
<p>Local da obra: CAXIAS DO SUL - RS</p>				<p>Para cotação</p>	<p>SIM</p>
<p>Local da obra:</p>				<p>Avaliação do Cliente</p>	<p>SIM</p>
<p>Local da obra:</p>				<p>Liberado para montagem</p>	<p>NÃO</p>

	ESTUDO	Nº MD.SAMAE.6.2.01.R0	REV. R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO TEGA	FOLHA	2 DE 47
	TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - TEGA		

**É proibida a reprodução total ou parcial, por
quaisquer meios, sem a autorização dos autores.**


Dados do projeto:

Código do documento:	MD.SAMAE.6.2.01.R0
Descrição do projeto:	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO TEGA
Local da obra:	Rua Codificada 35-24-02, Travessão Thompson Flores, nº 167, Bairro Santa Catarina (próximo ao Viaduto da RST 435, Loteamento Mattioda), Caxias do Sul – RS.
Cliente:	Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto – SAMAE, do município de Caxias do Sul.
Título do documento:	MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - TEGA
Responsável Técnico:	Engº Elias Takeshi Matsuo
CREA:	5061891463-SP
Data da elaboração:	7/12/2023
Contato:	(35) 99168-5353 elias@monerasolucoes.com.br

	ESTUDO Nº		REV.
	MD.SAMAE.6.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO TEGA	FOLHA	3 DE 47
TÍTULO:			
MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - TEGA			

SUMÁRIO


1	APRESENTAÇÃO	4
2	RESUMO DAS PROPOSTAS PARA A ETE TEGA.....	5
3	DESCRIÇÃO DAS PROPOSTAS PARA A ETE TEGA.....	6
3.1	TRATAMENTO PRELIMINAR.....	6
3.1.1	Instalação de Peneiramento fino com abertura de 1 mm	6
3.2	REATORES UASB	13
3.2.1	Substituição das campânulas dos reatores UASB	14
3.2.2	Substituição das tubulações internas de coleta do biogás	19
3.2.3	Correção dos vazamentos de biogás nas campânulas	22
3.2.4	Instalação de insertes metálicos	24
3.3	SISTEMA DE QUEIMA DO BIOGÁS.....	26
3.3.1	Instalação de selo hídrico.....	28
3.3.2	Substituição da tubulação externa do biogás	29
3.3.3	Substituição do queimador do biogás.....	31
4	PROJETO BÁSICO.....	35
4.1	CAMPÂNULAS DO REATOR UASB	36
4.2	TUBULAÇÃO INTERNA DE COLETA DO BIOGÁS	42
4.3	SELO HÍDRICO.....	44
4.4	TUBULAÇÕES EXTERNAS DE COLETA DO BIOGÁS.....	45

	ESTUDO		Nº	REV.
	MD.SAMAE.6.2.01.R0			R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO TEGA		FOLHA	
			4 DE 47	
	TÍTULO:			
	MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - TEGA			

1 APRESENTAÇÃO

O presente documento é parte integrante do Produto 2 – Projeto Básico – ETE Tega, dos serviços para a **realização de diagnóstico dos equipamentos e estruturas dedicados à coleta e queima de biogás, e elaboração de projetos básico e executivo para implantação e/ou reforma dos sistemas de coleta e queima de gases gerados no processo de tratamento das Estações de Tratamento de Esgoto – ETE's Canyon, Belo, Pena Branca, Pinhal, Samuara e Tega, no município de Caxias do Sul/RS**, que é objeto do Contrato 3230370000, assinado em 26 de Julho de 2023, entre o Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto – SAMAE, do município de Caxias do Sul e a empresa E.MATSUO Tratamento de Efluentes.

Os serviços foram executados conforme especificado no Termo de Referência para a elaboração do escopo do contrato 3230370000, tendo como responsável técnico o Engº Civil Elias Takeshi Matsuo, portador do CREA Nº 5061891463-SP, por meio da anotação de Responsabilidade Técnica Nº 28027230231191451.

	ESTUDO Nº		REV.
	MD.SAMAE.6.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO TEGA	FOLHA	5 DE 47
TÍTULO:			
MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - TEGA			


2 RESUMO DAS PROPOSTAS PARA A ETE TEGA

Com base na etapa de diagnóstico, elencamos as seguintes alternativas para as melhorias e adequações necessárias relacionadas à coleta e queima do biogás gerado nos reatores UASB da ETE Tega.

Tabela 1. Relação das propostas e alternativas para as melhorias e adequações relacionadas à coleta e queima do biogás na ETE Tega.

	<i>Propostas</i>	<i>Alternativas</i>
1.0	Tratamento preliminar	
	Instalação de Peneiramento fino com abertura de 1 mm	Tambor rotativo de fluxo interno Cestos removíveis Tambor rotativo de fluxo interno instalado em canal
2.0	Reatores UASB	
	Substituição das campânulas do reator	Placas rígidas de Polipropileno ou PEAD Placas de Concreto armado Chapas de aço inoxidável Placas rígidas de PRFV
	Substituição das tubulações internas de coleta do biogás	Tubos em polipropileno ou PEAD Tubos em aço inoxidável Tubos em PRFV
	Correção dos vazamentos de biogás nas campânulas	Revestimento monolítico com Resina isoftálica com NPG Revestimento monolítico com Poliuretano vegetal
	Instalação de insertes metálicos	Aço inoxidável Ferro fundido
3.0	Sistema de queima do biogás	
	Instalação de selo hídrico	Selo hídrico fabricado em chapas de aço inoxidável Selo hídrico fabricado em placas rígidas de Polipropileno ou PEAD
	Substituição da tubulação externa de biogás	Tubos em polipropileno ou PEAD Tubos em aço inoxidável Tubos em PRFV
	Substituição do queimador	Queimador de chama aparente Queimador de chama semi-enclausurada Queimador de chama enclausurada

*Com fundo em verde, as alternativas eleitas.

	ESTUDO Nº MD.SAMAE.6.2.01.R0		REV. R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO TEGA		FOLHA 6 DE 47
	TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - TEGA		

3 DESCRIÇÃO DAS PROPOSTAS PARA A ETE TEGA

Apresentamos a seguir as descrições das propostas para correções e melhorias do sistema de coleta do biogás da ETE Tega.

3.1 TRATAMENTO PRELIMINAR

3.1.1 Instalação de Peneiramento fino com abertura de 1 mm

Justificativa:

Conforme apresentado na etapa de diagnóstico, o acúmulo de espuma no interior da campânula pode prejudicar e até mesmo impedir a coleta do biogás gerado no reator UASB.


Com base na experiência do responsável técnico deste projeto, que acompanhou a operação de 14 ETE's com reatores UASB, desde o ano de 2002, foi verificado que a utilização de peneiramento fino com abertura de 1 mm contribuiu para evitar o acúmulo de espuma no interior do reator trifásico.

A lista de referência das ETE's acompanhadas por este responsável técnico é apresentada a seguir.

Nestas ETE's, nunca houve necessidade de interrupção da operação dos reatores por problemas relacionados ao acúmulo de espuma no interior das campânulas ou por entupimento no sistema de coleta de biogás.

Tabela 2. Lista de referências das ETE's com reatores UASB acompanhadas pelo autor deste projeto.

	OPERADOR	LOCALIZAÇÃO	VAZÃO (l/s)	INÍCIO DA OPERAÇÃO
1	Águas do Mirante	Piracicaba/SP	3 x 22	2014
2	SAAE	Águas de Lindóia/SP	22	2014
3	Prefeitura Municipal	Reginópolis/SP	22	2014
4	CODEN	Nova Odessa/SP	4 x 45	2013

	ESTUDO Nº		REV.
	MD.SAMAE.6.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO TEGA	FOLHA	7 DE 47
TÍTULO:			
MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - TEGA			

	OPERADOR	LOCALIZAÇÃO	VAZÃO (l/s)	INÍCIO DA OPERAÇÃO
5	SAEIT	Igarapu do Tietê/SP	45	2006
6	SEMAE	Piracicaba/SP	11	2006
7	DMAE	Poços de Caldas/MG	22	2002
8	DAE	Americana - SP	2 X 45	2018
9	BRK/SANEAQUA	Mainrinque-SP	45	2018
10	Estaleiro Jurong/SAAE	Aracruz-ES	33	2020
11	SAAESP	São Pedro - SP	2 x 45 s	2018
12	SAEAN – ETE Três Barras	Artur Nogueira - SP	1 x 45	2017
13	SAEAN – ETE Stocco	Artur Nogueira - SP	2 x 45	2018

Com base também nas inspeções realizadas nas ETE's do SAMAE, onde verificamos o acúmulo de espessas crostas de espuma no interior das campânulas dos reatores UASB, bem como a necessidade de sua remoção, incluímos então a instalação de peneiramento fino com abertura de 1 mm como uma das medidas para evitar o acúmulo de espuma.


Apresentamos à seguir as alternativas para peneiramento fino.

Tabela 3. Alternativas para peneiramento fino na ETE Tega.

	Descrição	Fabricantes
1	Tambor rotativo de fluxo interno	JS Filtração
2	Tambor rotativo de fluxo interno instalado em canal	Vibropac Johnson Screens Werjen
3	Cestos removíveis	JS Filtração Caldeirarias em geral

Tambor rotativo de fluxo interno

O tambor rotativo de fluxo axial ou interno corresponde ao equipamento para

	ESTUDO Nº		REV.
	MD.SAMAE.6.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO TEGA	FOLHA	8 DE 47
TÍTULO:			
MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - TEGA			

peneiramento de esgoto recomendado pelo autor deste projeto, pelas seguintes razões:

- Elevado desempenho;
- Facilidade operacional;
- Perfil de tela autolimpante;
- Facilidade de manutenção.


A distribuição do esgoto no interior da peneira é realizada através de uma canaleta vertedora ao longo do comprimento do tambor em movimento. É importante destacar que o tambor deve estar em movimento durante a alimentação do esgoto, não devendo confundir o seu funcionamento com o de uma peneira estática.

A calha vertedora distribui o esgoto bruto em ambos os lados de seu comprimento, sendo que o lado contrário à rotação do tambor recebe a maior parcela da vazão. Esta forma de distribuição do esgoto no interior do tambor resulta na aplicação de esforços de cisalhamento sobre os resíduos, desagregando-os e promovendo a sua “lavagem”. O interior do tambor possui também “aletas” ou “pás” que direcionam os resíduos sólidos do fundo do tambor para a sua saída.

O tambor possui também dois ramais de limpeza, sendo um para o lado externo e outro para o lado interno, através de bicos ejetores que aplicam água com alta pressão.

Um grande diferencial desta tecnologia é que não há partes móveis, como coroa e pinhão, correntes, dentre outros, imersas no esgoto.

Como pontos negativos, no caso da ETE Tega, podemos destacar que é necessário desenvolver um projeto específico para alimentação da peneira, uma vez que não há estruturas aproveitáveis para isto. O local ideal para a sua instalação seria após o gradeamento fino. Porém, deve ser reservado desnível geométrico para garantir a pressurização do reator UASB. É necessário também um desnível geométrico para a descarga dos resíduos para uma caçamba. Caso contrário, seria necessário instalar um

	ESTUDO Nº MD.SAMAE.6.2.01.R0		REV. R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO TEGA		FOLHA 9 DE 47
	TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - TEGA		

parafuso classificador para o transporte vertical destes resíduos.

Assim, a instalação de uma peneira rotativa dentro da área da ETE Tega poderá certamente requerer um sistema de bombeamento.




Figura 1: Peneiramento com tambor rotativo de fluxo interno. Fonte: Acervo do autor.



Figura 2: Vista do interior da Peneira com tambor rotativo de fluxo interno. Fonte: Acervo do autor.

Modulação/quantidade: 2 em operação + 1 reserva

Capacidade unitária mínima: 1400 m³/h de esgoto gradeado em # 40 mm

	ESTUDO	Nº	REV.
	MD.SAMAE.6.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO TEGA	FOLHA	10 DE 47
TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - TEGA			

Especificações Básicas:

Equipamento: Peneira rotativa de fluxo axial ou interno

Abertura da tela: 1 mm

Materiais Construtivos:

Tela: Perfil trapezoidal em AISI 304 ou superior


Tambor rotativo de fluxo interno instalado em canal

Podem acomodar aberturas de 2 a 6 mm para tela perfurada e 0,25 mm a 2 mm para tela com perfil trapezoidal autolimpante. Possui parafuso classificador, que remove os sólidos para um sistema de lavagem e compactação.

Por possuir diversos sistemas integrados, com muitas partes móveis, quando comparado ao tambor rotativo de fluxo interno, sua manutenção é mais complexa. O rolamento de tela está sempre submerso em águas residuais e na prática precisa ser substituído periodicamente.

Para a manutenção do tambor rotativo submersível e peças é necessário também um dispositivo de basculação.

Sua instalação poderá ser feita após a desarenação, em tanque de concreto, sendo que o aproveitamento do perfil hidráulico corresponde a sua maior vantagem perante a alternativa em tambor rotativo de fluxo interno.

	ESTUDO Nº		REV.
	MD.SAMAE.6.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO TEGA	FOLHA	11 DE 47
TÍTULO:			
MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - TEGA			

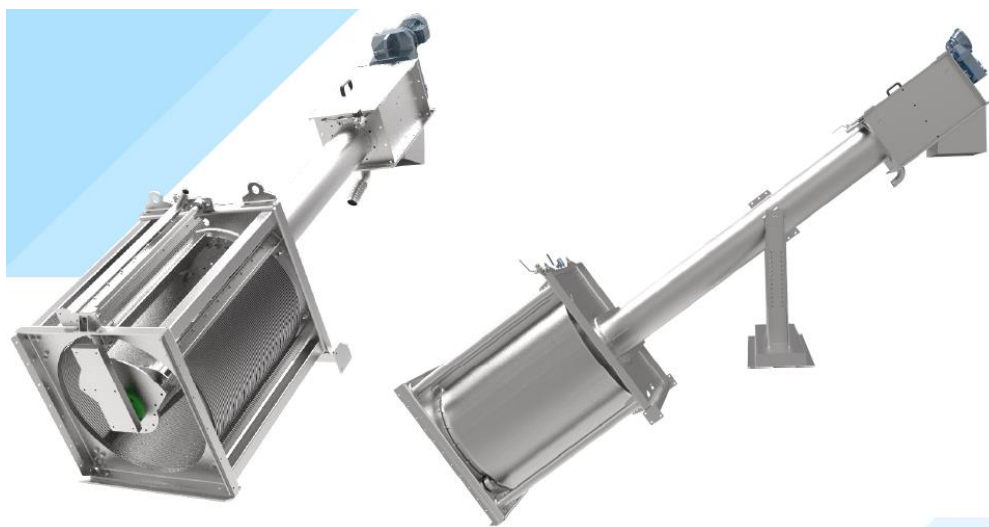


Figura 3: Tambor rotativo de canal. Fonte: Catálogo técnico da empresa Vibropac.

Modulação/quantidade: 2 em operação + 1 reserva

Capacidade unitária mínima: 1400 m³/h de esgoto gradeado em # 40 mm

Especificações Básicas:

Equipamento: Peneira rotativa de canal

Abertura da tela: 1 mm


Materiais Construtivos:

Tela: Perfil trapezoidal em AISI 304 ou superior

Sua instalação poderá ser feita após a desarenação, em tanque de concreto, sendo que o aproveitamento do perfil hidráulico corresponde a sua maior vantagem perante a alternativa em tambor rotativo de fluxo interno.

Cestos removíveis

Os cestos removíveis correspondem à solução mais simples para o peneiramento. Este

	ESTUDO Nº MD.SAMAE.6.2.01.R0		REV. R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO TEGA		FOLHA 12 DE 47
	TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - TEGA		

equipamento normalmente é indicado para baixas vazões de esgoto e necessitam ser instalados onde haja desnível hidráulico suficiente para promover a lavagem dos resíduos e evitar a rápida colmatção das suas aberturas. Sua limpeza é feita de forma manual e em função de seu peso, pode ser necessária a utilização de sistema de içamento.

Para a ETE Tega, esta solução poderá ser implantada somente de forma EXPERIMENTAL, devido à elevada vazão. Pelo fato de a ETE Tega já possuir unidade de peneiramento mecanizado com abertura de 6 mm, entendemos que o peneiramento fino poderá ou não operar como etapa de “polimento” do pré-tratamento, estando sujeita a uma menor acumulação de resíduos sólidos.

Sua aplicação de forma experimental poderá ser realizada com facilidade, na caixa de distribuição do esgoto para o reator UASB. Constitui uma preocupação a operação de limpeza destes cestos, que deverá ser de forma manual.

Após a colocação em operação, caso constatado que a frequência de limpeza esteja dentro de parâmetros viáveis aos operadores, esta solução poderá ser implantada na escala total da ETE.

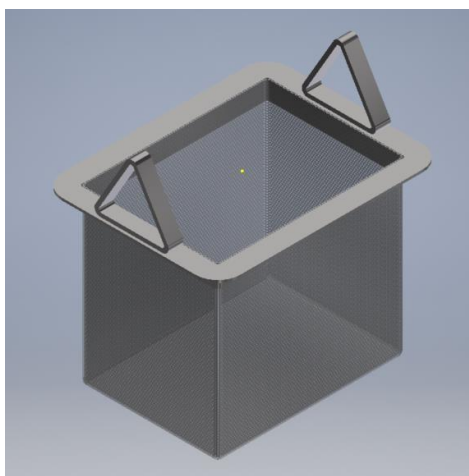



Figura 4: Gradeamento tipo cesto. Imagem meramente ilustrativa.

	ESTUDO		Nº
	MD.SAMAE.6.2.01.R0		REV.
	R0		
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO TEGA		FOLHA	
		13 DE 47	
TÍTULO:			
MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - TEGA			

Modulação/quantidade: 3 por reator

Capacidade unitária mínima: 240 m³/h de esgoto gradeado em # 40 mm

Especificações Básicas:

Equipamento: Grade tipo cesto removível com limpeza manual

Abertura da tela: 1 mm

Dimensões aproximadas: 580 x 580 x 350 mm

Comprimento x largura x altura

Acessórios: Sistema de içamento do cesto para remoção dos sólidos

Materiais Construtivos:

Cesto: AISI 304


Içamento AISI 304

3.2 REATORES UASB

Conforme experiência do SAMAE, o uso de lonas de PVC com reforço em poliéster não foi bem-sucedida, devido a sua deterioração, falta de resistência mecânica, imprevisto na fabricação e dificuldades na conexão eficiente com a tubulação do biogás.

O uso de placas rígidas de PRFV foi parcialmente bem-sucedido na ETE Tega, sendo necessária a correção dos problemas de estanqueidade nos módulos 3 e 4, para corrigir o vazamento do biogás.

Não é possível colocar o reator UASB módulo 2 em operação sem antes fazer uma reforma completa nos separadores trifásicos, devido ao alto grau de deterioração das

	ESTUDO Nº		REV.
	MD.SAMAE.6.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO TEGA	FOLHA	14 DE 47
TÍTULO:			
MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - TEGA			

campânulas do separador trifásico.

Apresentamos então as seguintes propostas para adequação e melhoria

- I. Substituição das campânulas dos reatores UASB;
- II. Substituição das tubulações internas de coleta do biogás.

Observações:

- I. Não se trata da apresentação da reforma completa do reator.
- II. As substituições acima envolvem previamente a revisão completa do projeto básico e executivo.
- III. A reforma completa do reator UASB depende também da revisão com potencial substituição dos seguintes itens:
 - a. Sistema de distribuição do esgoto no interior do reator;
 - b. Sistema de distribuição do esgoto na parte externa do reator;
 - c. Tubulações de interligação do tratamento preliminar ao reator UASB;
 - d. Sistema de pressurização do esgoto para o reator UASB.


3.2.1 Substituição das campânulas dos reatores UASB

Justificativa:

As campânulas dos reatores UASB são estruturas que em condições normais podem estar sujeitas a esforços de pressão interna de pequena magnitude.

Porém, no caso da ETE Tega, as campânulas encontram-se bastante submergidas e permite a entrada da espuma na tubulação de coleta do biogás, causando o seu entupimento. Para evitar que isto ocorra, foi prevista a pressurização através de selo hídrico, o que vem a aumentar consideravelmente os valores de empuxo e pressão sobre as campânulas.

O acúmulo e solidificação da espuma no interior da câmara de biogás aumenta ainda mais o valor do empuxo, sendo a causa principal do colapso de reatores UASB

	ESTUDO Nº		REV.
	MD.SAMAE.6.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO TEGA	FOLHA	15 DE 47
TÍTULO:			
MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - TEGA			

existentes.

Os valores dos empuxos solicitantes foram calculados e são apresentados à seguir:

Em condições normais de operação: 128 kgf/m

Com aprisionamento total do biogás: 654 kgf/m


Portanto, devido às peculiaridades do reator UASB da ETE Tega, as alternativas para substituição das campânulas devem atender aos seguintes requisitos técnicos:

- Resistência mecânica adequada.
- Resistência à corrosão perante os compostos sulfurosos.
- Geometria compatível com o tanque de concreto do reator UASB.

Elencamos à seguir as seguintes alternativas para fabricação das campânulas dos reatores UASB para a ETE Tega.

Tabela 4. Alternativas para substituição das campânulas dos reatores UASB.

	Descrição	Fabricantes
1	Placas rígidas de Polipropileno ou PEAD	Paques Brasil Dedini Ind. de Base Ecoscienses Alphenzs
2	Placas de Concreto armado	Construtoras
3	Chapas de aço inoxidável	Dedini Ind. de Base
4	Placas rígidas de PRFV	JE-Fiber Empresa de Engenharia Ambiental – EEA Fibrav Fibratec

	ESTUDO	Nº MD.SAMAE.6.2.01.R0	REV. R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO TEGA		FOLHA 16 DE 47
	TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - TEGA		

Placas rígidas de Polipropileno ou PEAD

As placas rígidas de Polipropileno ou PEAD tem sido empregadas com bastante sucesso em reatores UASB e outros tipos de reatores anaeróbios para o tratamento de efluentes industriais.

Vantagens:


- Resistência mecânica suficiente;
- Elevada resistência à corrosão;
- Elevada vida útil;
- Material soldável em campo;

Desvantagens:

Não encontramos desvantagens perante as alternativas técnicas elencadas neste projeto. Porém, se o projeto do equipamento for inadequado, poderá haver problemas relacionados aos aspectos mecânicos e de processo.



Figura 5: Reator UASB em chapas de polipropileno. Fonte: Catálogo Hidrothane.

	ESTUDO Nº MD.SAMAE.6.2.01.R0		REV. R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO TEGA		FOLHA 17 DE 47
	TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - TEGA		

Chapas de aço inoxidável

As chapas de aço inoxidável devem ser no mínimo em AISI 304. Tecnicamente é um bom material, mas na prática, o seu custo tem sido o principal impeditivo para a sua aplicação, sendo por este motivo que normalmente não há registros de reatores UASB com campânulas em aço inoxidável.

As chapas muito finas encontram também problemas para serem soldadas em campo.


Placas de Concreto armado

Tecnicamente o uso de concreto armado para a fabricação das campânulas dos reatores UASB é desvantajoso pelas seguintes razões:

- A norma NBR 6118 - Projeto de estruturas de concreto, exige recobrimento mínimo da armadura de 4,5 cm para estruturas em classe de agressividade ambiental IV, o que inclui o interior do reator UASB. Portanto, a fabricação das campânulas em concreto armado resultará demasiadamente espessa.
- Não é desejável também que haja mais estruturas fixas dificultando ainda mais o acesso ao interior do reator.
- O peso das estruturas de concreto é demasiadamente alto e irá demandar novos suportes e ancoragens, sendo estes um dos fatores impeditivos à sua aplicação na ETE Tega.
- A estrutura de concreto necessita ser impermeabilizada e protegida contra a corrosão.

As vantagens do uso de placas rígidas de concreto são:

- O elevado peso contribui para resistir aos esforços de empuxo no interior das campânulas.
- Elevada resistência mecânica, mantendo sua integridade estrutural mediante aos esforços de empuxo.

	ESTUDO Nº MD.SAMAE.6.2.01.R0		REV. R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO TEGA		FOLHA 18 DE 47
	TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - TEGA		

Placas rígidas de PRFV

O uso de placas rígidas de PRFV tem sido tradicionalmente empregado na fabricação de campânulas para reatores UASB no Brasil.

Há que se considerar as seguintes particularidades para os reatores UASB da ETE Tega:


- O acesso ao interior do reator se dá apenas pelas aberturas na laje de cobertura, com largura de 800 mm e comprimento máximo de 7.400 mm.
- O projeto das campânulas em PRFV deve ser totalmente revisado, para que haja um mínimo de serviços de campo.

Sendo resolvidas as questões de projeto, algumas das desvantagens são:

- A elevada quantidade de serviços de emendas em campo pode inviabilizar a alternativa em PRFV, devido ao elevado consumo de materiais (manta de fibra de vidro, resinas, etc), que resultam também em gases tóxicos em quantidades elevadas para ambientes confinados.



Figura 6: Campânulas para reator UASB fabricadas em PRFV. Fonte: Catálogo técnico da empresa JE-FIBER.

	ESTUDO Nº MD.SAMAE.6.2.01.R0		REV. R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO TEGA		FOLHA 19 DE 47
	TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - TEGA		

3.2.2 Substituição das tubulações internas de coleta do biogás

Justificativa:

A substituição das tubulações internas de coleta do biogás devem ocorrer de forma concomitante à substituição das campânulas.

As alternativas de materiais devem atender aos seguintes requisitos técnicos:

- Resistência à corrosão;
- Estanqueidade das conexões;

As principais alternativas para tubulações de biogás normalmente empregadas em ETE's são as seguintes:

Tabela 5. Alternativas para substituição das tubulações internas de coleta do biogás dos reatores UASB.

	Descrição	Fornecedores
1	Tubos em polipropileno ou PEAD	Paques Brasil Dedini Ind. de Base Alphenz
2	Tubos em aço inoxidável	
3	Tubos em PRFV	

*Os fabricantes de tubos e acessórios podem não fazer a instalação do sistema de tubulações. Portanto, foram listadas algumas empresas que tradicionalmente fazem tanto o fornecimento como a instalação destes sistemas de tubulações em ETE's.

O uso de tubulação em aço carbono e aço galvanizado não é recomendado para esta aplicação, por não apresentarem resistência à corrosão.


 E. MATSUO TRAT. DE EFLUENTES	ESTUDO	Nº	REV.
		MD.SAMAE.6.2.01.R0	R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO TEGA	FOLHA	20 DE 47
TÍTULO:			
MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - TEGA			



Figura 7: Tubulação de coleta do biogás da ETE de Itabirito-MG, fabricada em aço galvanizado, estando totalmente corroída. Fonte: Acervo do autor.

Tubos em Polipropileno ou PEAD


Possuem alta resistência à corrosão e elevada vida útil. Porém, possuem também alto coeficiente de dilatação ou expansão térmica, não sendo recomendado o seu uso caso a tubulação esteja exposta ao sol.

São soldáveis em campo, havendo alternativas de alto desempenho, tais com as soldas de topo com placas aquecidas e conexões para eletrofusão.

A disponibilidade no mercado de tubulações e acessórios em PEAD é maior do que em Polipropileno, podendo ser este um fator decisivo para a escolha da alternativa em PEAD.

Possui menor resistência mecânica, em relação às outras alternativas, podendo exigir uma maior quantidade de suportes.

A execução das emendas e soldas para esta alternativa não depende do uso de solventes e gases, além de não produzir efluentes gasosos, sendo mais favorável do ponto de vista de atendimento às normas de segurança de trabalho, no tocante a

	ESTUDO Nº		REV.
	MD.SAMAE.6.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO TEGA	FOLHA	21 DE 47
TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - TEGA			

ambientes confinados, devido ao uso de processos de solda com gases inertes, dentre outros.

Tubos em aço inoxidável

Possuem alta resistência à corrosão e elevada vida útil, além do diferencial de alta resistência mecânica e baixo coeficiente de dilatação térmica. A questão do custo será o diferencial na sua escolha.

A execução das soldas deve atender também às normas de segurança de trabalho, no tocante a ambientes confinados, devido ao uso de processos de solda com gases inertes, dentre outros.

Tubos em PRFV


Atendem aos requisitos de durabilidade, resistência mecânica e resistência à corrosão. Deve ser prestada especial atenção às emendas entre tubos, as quais podem ser do tipo:

Junta rígido ponta e bolsa soldada:

A união ocorre mediante a introdução da ponta do tubo na bolsa, e a restauração da capacidade resistiva é feita por laminação manual por meio da aplicação de uma bandagem constituída por manta, tecido e resina (Kit de solda).

Junta rígida ponta solda (JR-PPS)

União de topo das extremidades do tubo, e a restauração da capacidade resistiva é feita por laminação manual por meio da aplicação de uma bandagem constituída por manta, tecido e resina (Kit de solda).

	ESTUDO		Nº	REV.
	MD.SAMAE.6.2.01.R0			R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO TEGA		FOLHA	
			22 DE 47	
	TÍTULO:			
MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - TEGA				

Junta rígida flangeada (JR-FL)

A união ocorre com a utilização de flanges fixados por parafusos com junta de borracha.

A execução das emendas deve atender também às normas de segurança de trabalho, no tocante a ambientes confinados, devido ao uso de resinas sintéticas.

3.2.3 Correção dos vazamentos de biogás nas campânulas

Justificativa:

Conforme apontado no diagnóstico da ETE Tega, nos reatores UASB módulos 3 e 4, executados com campânulas em placas rígidas de PRFV, foi verificado vazamentos de biogás pelas campânulas de forma contínua para a zona de exaustão, sendo mais críticos no módulo 3. Tais vazamentos necessitam ser corrigidos, pois quando estes módulos forem colocados para operar à plena carga, a vazão de vazamento de biogás poderá aumentar, atingindo valores críticos para a formação de atmosferas explosivas.


Os reatores UASB módulos 3 e 4 foram pouco utilizados e apresentam-se conservados.

A solução basicamente envolve a aplicação de resinas ou gel coat específicas para a impermeabilização e proteção contra a corrosão em reatores UASB e peças de fibra de vidro, que após a polimerização, formam uma membrana impermeável e monolítica (Revestimento monolítico).

É necessário realizar o esvaziamento e limpeza do interior dos reatores. Como medida complementar visando prolongar a vida útil do reator, recomenda-se aplicar também a camada de revestimento sobre as tubulações de ferro fundido localizadas dentro do reator.

É necessário remover a camada de tinta existente nas regiões a serem impermeabilizadas.

O revestimento monolítico para o interior dos reatores UASB deve atender às

	ESTUDO Nº MD.SAMAE.6.2.01.R0		REV. R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO TEGA		FOLHA 23 DE 47
	TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - TEGA		

seguintes especificações:

- Formação de uma estrutura monolítica (sem juntas);
- Alta resistência abrasiva e a intempéries;
- Alta resistência a compostos sulfurosos e umidade;
- Alta aderência a superfícies de PRFV, PVC rígido, concreto e metálicas;
- Baixa espessura e peso;
- Impermeabilidade;
- Superfície lisa e de fácil limpeza;
- Rápida execução e cura.
- Amplo histórico de aplicações em reatores UASB e PRFV.


As principais alternativas para execução do revestimento monolítico são apresentadas na tabela a seguir:

Tabela 7. Alternativas para substituição das tubulações internas de coleta do biogás dos reatores UASB.

	Descrição	Fornecedores
1	Revestimento monolítico com Resina isoftálica com NPG	Poliresinas (Resina Poli 2001) Polglass Ideal
2	Revestimento monolítico com Poliuretano vegetal	Miaki Revestimentos (Ureflex) Imperveg Sinergia Viapol impermeabilizantes

Resina isoftálica com NPG

A resina isoftálica é um produto amplamente utilizado no segmento industrial e também para fabricação de peças de PRFV. Possui viscosidade média e após a polimerização, cria uma película protetora na superfície com elevada resistência mecânica. A resina isoftálica com NPG é utilizada quando as peças necessitam ficar em

	ESTUDO Nº		REV.
	MD.SAMAE.6.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO TEGA	FOLHA	24 DE 47
TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - TEGA			

contato contínuo com água. Possui alta resistência à hidrólise e alta aderência com PVC rígido. Sua utilização para impermeabilização

Poliuretano vegetal

O uso do poliuretano vegetal na impermeabilização interna de reatores UASB encontra-se bastante consolidado, contando com um amplo histórico de aplicações e podendo ser utilizado em todas as estruturas internas do reator UASB, tais como tubulações internas e tanque de concreto. Possui também a vantagem de ser isento de solvente, o que permite sua aplicação em ambientes fechados. Atende a NBR 15.487:2007 – Membrana de poliuretano para impermeabilização.

Soma-se às vantagens desta alternativa o fato de ser um produto ambientalmente amigável, por ser obtido de recursos naturais renováveis (óleo de mamona) e por serem atóxicos, livre de metais pesados e solventes.


3.2.4 Instalação de insertes metálicos

Justificativa:

Os insertes metálicos correspondem à dispositivos de tubulações embutidos na parede de concreto para conectar a tubulação interna com a tubulação externa ao reator. Estes insertes metálicos devem ser fabricados em materiais resistentes mecanicamente e contra a corrosão e devem garantir também a estanqueidade, de forma a evitar vazamentos de biogás e esgoto. Para isto, o inserte possui aba de travamento que também tem a função de melhorar a vedação.

Atualmente a tubulação de PVC é embutida diretamente na parede. Esta alternativa dispensa custos adicionais com insertes metálicos, porém não permite a realização de desmontagem para manutenções emergenciais.

Sua instalação em estruturas de concreto existente é feita através da abertura com martelo rompedor, seguida pela limpeza, posicionamento do inserte e grauteamento.

	ESTUDO Nº MD.SAMAE.6.2.01.R0		REV. R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO TEGA		FOLHA 25 DE 47
	TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - TEGA		

As principais alternativas para execução dos insertes metálicos são apresentadas na tabela a seguir:

Tabela 8. Alternativas para insertes metálicos.

	Descrição	Fabricantes
1	Aço inoxidável	Dedini Ind. de Base Calderarias*
2	Ferro fundido	Tec San PAM Saint Gobain Ferpac Hidramac

Inserte metálico em aço inoxidável

São resistentes à corrosão e podem ser fabricados sob medida. São facilmente soldáveis e permitem adequações em campo, caso seja necessário.

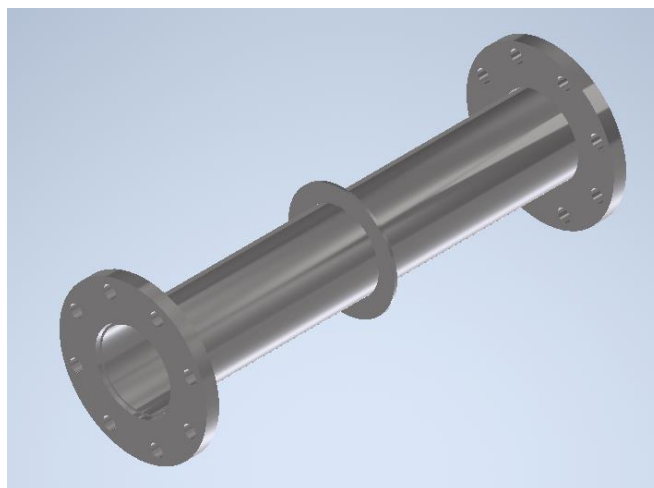



Figura 1: Inserte metálico tipo “Carretel” em aço inoxidável.

Inserte metálico em ferro fundido

Deve possuir revestimento de proteção contra a corrosão. É fornecido por grandes empresas, altamente especializadas na fabricação de tubos e acessórios em ferro

	ESTUDO Nº		REV.
	MD.SAMAE.6.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO TEGA	FOLHA	26 DE 47
TÍTULO:			
MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - TEGA			

fundido. Havendo algum dano, sua recuperação é bastante difícil de ser executada.



Figura 2: Inserte (toco) de ferro fundido com aba de vedação.

3.3 SISTEMA DE QUEIMA DO BIOGÁS

O principal objetivo do sistema de queima de biogás da ETE Tega é a redução de risco de acidentes devido à formação de atmosferas explosivas. Como objetivos secundários, temos a redução das emissões de gás metano, por questões ambientais, e redução das emissões de gás sulfídrico, que podem causar incômodos relacionados à exalação de odores desagradáveis.


Observações:

- 1) Não será feito o reaproveitamento energético do biogás, de modo que não é necessário o beneficiamento prévio do biogás, com remoção de umidade, material particulado, gás sulfídrico, gás carbono, dentre outros.

Operacionalmente, o sistema de queima deve então focar na queima imediata do biogás produzido nos reatores UASB.

Na ETE Tega será necessária a correção para adequação do sistema de queima do biogás, de forma a incluir os requisitos mínimos.

- Instalação de selo hídrico

	ESTUDO Nº MD.SAMAE.6.2.01.R0		REV. R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO TEGA		FOLHA 27 DE 47
	TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - TEGA		

- Substituição da tubulação do biogás
- Substituição do queimador

Com base na estimativa das vazões de biogás realizada na etapa de diagnóstico, encontramos grande variação, o que normalmente está acima da capacidade dos queimadores.

Tabela 9. Vazões médias estimadas de biogás para cada módulo de sistema de queima.

	Unidade	Vazão estimada de biogás	
		Balanço de massa	PROBIO 1.0
Cenário I	m ³ /h	4,0	2,9
Cenário II	m ³ /h	8,2	7,0
Cenário III	m ³ /h	65,0	80,4
Cenário IV	m ³ /h	81,3	72,5

Devido à grande variabilidade da vazão de biogás, uma das estratégias para evitar ociosidade nos equipamentos a serem adquiridos é a implantação em etapas, devendo-se prever facilidades para ampliações.


Na etapa inicial o sistema de queima deve ser capaz de tratar as seguintes vazões de biogás:

Vazão máxima de biogás: 20 m³/h

Vazão mínima de biogás: 3 m³/h

Já o projeto de tubulação deve ser dimensionado considerando a vazão de 80 m³/h, considerando dois subsistemas de coleta de queima do biogás, ou 160 m³/h, considerando um único sistema de coleta e queima de biogás.

O diâmetro mínimo da tubulação deverá ser de 100 mm, o que é adequado à manutenção para remoção de partículas sólidas (escuma) que possam adentrar

	ESTUDO Nº MD.SAMAE.6.2.01.R0		REV. R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO TEGA		FOLHA 28 DE 47
	TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - TEGA		

acidentalmente na tubulação, devido à falhas no selo hídrico, por exemplo.

Recomendamos instalar medidor de vazão do biogás, dada a dificuldade na previsibilidade das vazões das etapas intermediárias.

3.3.1 Instalação de selo hídrico

Justificativa:

O selo hídrico tem como função principal criar um volume pressurizado de biogás no interior da campânula, para evitar que as escumas flutuantes entrem na tubulação do biogás.


O selo hídrico é um dispositivo indispensável ao funcionamento do reator UASB da ETE Tega. Porém, sua instalação não foi prevista no projeto inicial, não sendo viável a sua instalação como equipamento interno, devendo ser instalado externamente ao longo da tubulação externa do biogás.

Tabela 10. Alternativas para fabricação do selo hídrico.

	Descrição	Fornecedores
1	Selo hídrico fabricado em chapas de aço inoxidável	Dedini Ind. de Base Empresas locais (Caxias do Sul)
2	Selo hídrico fabricado em placas rígidas de Polipropileno ou PEAD	Paques Brasil Dedini Ind. de Base Ecoscienses Alphenzs

Ambas as alternativas apresentaram o mesmo desempenho e facilidades para manutenção e adequações. A alternativa em aço inoxidável AISI 304 poderá oferecer maior vida útil. O diferencial na escolha da alternativa será o custo de aquisição.

Modulação/quantidade: 1 em operação + 1 reserva no futuro

	ESTUDO Nº		REV.
	MD.SAMAE.6.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO TEGA	FOLHA	29 DE 47
TÍTULO:			
MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - TEGA			

Capacidade unitária mínima: 160 m³/h de biogás

3.3.2 Substituição da tubulação externa do biogás

Justificativa:

O atual sistema de tubulações externas de coleta do biogás foi construído a partir de tubulações de PVC rígido com conexões tipo ponta e bolsa soldáveis.


- Existência de pontos baixos com formação de sifões;
- Ausência de válvulas de bloqueio na saída de cada reator UASB;
- Indícios de entupimento, haja visto que não há escoamento de biogás para os sistemas de filtração e queima do biogás.
- Deterioração da tubulação de PVC exposta ao sol.

Tabela 11. Alternativas para substituição da tubulação externa de biogás.

	Descrição	Fornecedores
1	Tubos em polipropileno ou PEAD	Paques Brasil Dedini Ind. de Base Alphenz
2	Tubos em aço inoxidável	
3	Tubos em PRFV	

*Os fabricantes de tubos e acessórios podem não fazer a instalação do sistema de tubulações. Portanto, foram listadas algumas empresas que tradicionalmente fazem tanto o fornecimento de materiais como a instalação destes sistemas de tubulações em ETE's, não sendo necessariamente os fabricantes. Tratando-se somente da do fornecimento e instalação de tubulação, há uma grande quantidade de empresas com plena capacidade técnica, inclusive no município sede.

As alternativas em tubulação de aço carbono ou aço galvanizado não adequadas para esta aplicação, por não apresentarem resistência à corrosão.

	ESTUDO Nº		REV.
	MD.SAMAE.6.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO TEGA	FOLHA	30 DE 47
TÍTULO:			
MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - TEGA			

Tubos em Polipropileno ou PEAD

Possuem alta resistência à corrosão e elevada vida útil. Porém, por possuírem também alto coeficiente de dilatação ou expansão térmica, pode não ser adequado para a esta aplicação, onde haverá extensões de tubulação de cerca de 100 m, expostas ao sol.

São soldáveis em campo, por alternativas de alto desempenho, tais com as soldas de topo com placas aquecidas e conexões para eletrofusão.

A disponibilidade de tubulações e acessórios em PEAD é maior do que em Polipropileno, podendo ser este um fator decisivo para a escolha da alternativa em PEAD.

Possui menor resistência mecânica, em relação às alternativas, podendo exigir uma maior quantidade de suportes.

Tubos em aço inoxidável

Possuem alta resistência à corrosão e elevada vida útil, além do diferencial de alta resistência mecânica e baixo coeficiente de dilatação térmica.


A questão do custo será o diferencial na sua escolha.

Tubos em PRFV

Atendem aos requisitos de durabilidade, resistência mecânica e resistência à corrosão. Deve ser prestada especial atenção às emendas entre tubos, as quais podem ser do tipo:

Junta rígida ponta e bolsa soldada:

A união ocorre mediante a introdução da ponta do tubo na bolsa, e a restauração da capacidade resistiva é feita por laminação manual por meio da aplicação de uma bandagem constituída por manta, tecido e resina (Kit de solda).

	ESTUDO Nº		REV.
	MD.SAMAE.6.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO TEGA	FOLHA	31 DE 47
TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - TEGA			

Junta rígida ponta solda (JR-PPS)

União de topo das extremidades do tubo, e a restauração da capacidade resistiva é feita por laminação manual por meio da aplicação de uma bandagem constituída por manta, tecido e resina (Kit de solda).

Junta rígida flangeada (JR-FL)

A união ocorre com a utilização de flanges fixados por parafusos com junta de borracha.

3.3.3 Substituição do queimador do biogás

Justificativa:

A concepção atual do sistema de filtração e queima do biogás não apresenta os dispositivos mínimos de segurança, tais como válvula corta chamas, bem como válvula bloqueio e válvula reguladora de pressão, para interrupção da queima do biogás quando a vazão estiver muito baixa, o que resulta em problemas na queima.


Estes itens normalmente são fornecidos junto com o queimador, e fazem parte da garantia de desempenho e contratual, não sendo indicado que sejam fornecidos separadamente.

Processo de queima do biogás:

A eficiência da destruição do biogás depende de 3 fatores:

- I. Temperatura de combustão;
- II. Proporção da mistura ar - combustível;
- III. Tempo de residência dos gases na câmara de combustão.

A temperatura de combustão deve ser maior que a temperatura de autoignição do gás metano, que corresponde à 540º C.

	ESTUDO Nº		REV.
	MD.SAMAE.6.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO TEGA	FOLHA	32 DE 47
TÍTULO:			
MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - TEGA			

A falta de oxigênio na mistura ar – combustível resulta em combustão incompleta, com emissão de gás metano, monóxido de carbono e gás sulfídrico. Na prática, não é possível controlar a quantidade de ar fornecida ao processo, sendo recomendado manter uma quantidade maior que a requerida teoricamente.

O tempo de residência na câmara de combustão na faixa de 0,5 a 2 segundos é necessário para que a queima seja satisfatória.

Na tabela a seguir, são apresentados dados que relacionam a eficiência na destruição de gás metano e gás sulfídrico com os principais parâmetros.


Tabela 12. Eficiência da destruição do metano em função da temperatura.

Eficiência de destruição (%)	Temperatura (° C)	Tempo de residência (s)
95%	690	0,5
98%	745	0,5
99%	790	0,75
99,9%	830	1,00
99,99%	885	2,00

Para estações de tratamento de esgoto, as tecnologias para a queima do biogás normalmente disponíveis no mercado são:

Tabela 13. Alternativas para queima do biogás.

	Descrição	Fabricantes
1	Queimador de chama aparente	Teccalor Combustec Wolta Biochama Brasprocess
2	Queimador de chama semi-enclausurada	
3	Queimador de chama enclausurada	

	ESTUDO Nº		REV.
	MD.SAMAE.6.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO TEGA	FOLHA	33 DE 47
TÍTULO:			
MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - TEGA			

Queimador de chama aparente

O queimador de chama aparente basicamente não possui câmara de combustão e por isso alcança menores temperaturas durante a queima. Assim, sua eficiência é menor, porém é mais apropriado para aplicações com baixa vazão de biogás. Basicamente sua operação pode ser automatizada através de ignitor temporizado e válvula mantenedora de pressão, cuja função é estabelecer um valor mínimo de pressão de biogás para alimentação do queimador, fazendo sua interrupção durante os horários em que a produção de biogás é nula ou muito baixa. Assim, evita-se misturas pobres em combustível, o que também interfere na eficiência da queima.

Componentes mínimos:

- Corpo do queimador, em aço inoxidável AISI 304 ou superior;
- Válvula de alívio sustentadora de pressão (controle de pressão à montante);
- Válvula bloqueio;
- Válvula corta chamas;
- Válvula de dreno.
- Painel do ignitor.




	ESTUDO Nº		REV.
	MD.SAMAE.6.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO TEGA	FOLHA	34 DE 47
TÍTULO:			
MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - TEGA			

Figura 3: Flare de chama aparente fabricado e fornecido pela Combustec. Fonte: Catálogo técnico da empresa Combustec.

Queimador de chama semi-enclausurada

O queimador de chama semi-enclausurada combina características dos queimadores de chama aparente e enclausurada. Basicamente o queimador possui câmara de combustão simples, com dimensões menores que a do queimador de chama enclausurada, para evitar a dispersão da chama.

É recomendado para ETE's de médio e grande porte, com vazões de biogás a partir de 100 Nm³/h. Sua operação pode ser totalmente automatizada para o objetivo de queima imediata do biogás.


Componentes mínimos:

- Corpo do queimador, em aço inoxidável AISI 304 ou superior;
- Válvula solenoide;
- Válvula bloqueio na entrada do queimador;
- Válvula corta chamas;
- Válvula de dreno.
- Painel do ignitor.

Queimador de chama enclausurada

O queimador de chama enclausurada câmara de combustão com proteção contra chuva e vento e isolante térmico para reduzir perdas de calor. Assim, busca-se atingir altas temperaturas na queima, com altos tempos de residência, garantindo assim altas eficiências na destruição do metano e gás sulfídrico.

É recomendado para ETE's de médio e grande porte, com vazões de biogás a partir de 100 Nm³/h. Sua operação necessita ser automatizada, sendo comuns apresentarem dispositivos para controle de temperatura, vazões e pressão. A relação dos

	ESTUDO Nº		REV.
	MD.SAMAE.6.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO TEGA	FOLHA	35 DE 47
TÍTULO:			
MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - TEGA			

equipamentos mínimos é mais sofisticada e poderá ser mais difícil uma equalização de especificações técnicas entre os fornecedores deste equipamento.




Figura 4: Flare de chama enclausurada fabricado e fornecido pela Brasprocess. Fonte: Catálogo técnico Brasprocess.

4 PROJETO BÁSICO

Para executar a proposta de substituição das campânulas e tubulações internas, é necessário fazer antes uma revisão do projeto com os seguintes objetivos:

- I. Correção dos problemas crônicos relacionados ao projeto da ETE, conforme apontado na etapa de diagnóstico;
- II. Fornecer detalhamento suficiente da proposta para permitir a sua cotação.

Os equipamentos internos do reator devem ser reprojatados simultaneamente. Caso contrário, o desempenho do reator em relação à sua eficiência e operação podem ser

 E. MATSUO TRAT. DE EFLUENTES	ESTUDO	Nº	REV.
		MD.SAMAE.6.2.01.R0	R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO TEGA	FOLHA	36 DE 47
TÍTULO:			
MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - TEGA			

prejudicados.

A simples substituição através do uso de materiais mais resistentes resolve parcialmente os problemas detectados em campo, mas não oferecem garantias de desempenho.

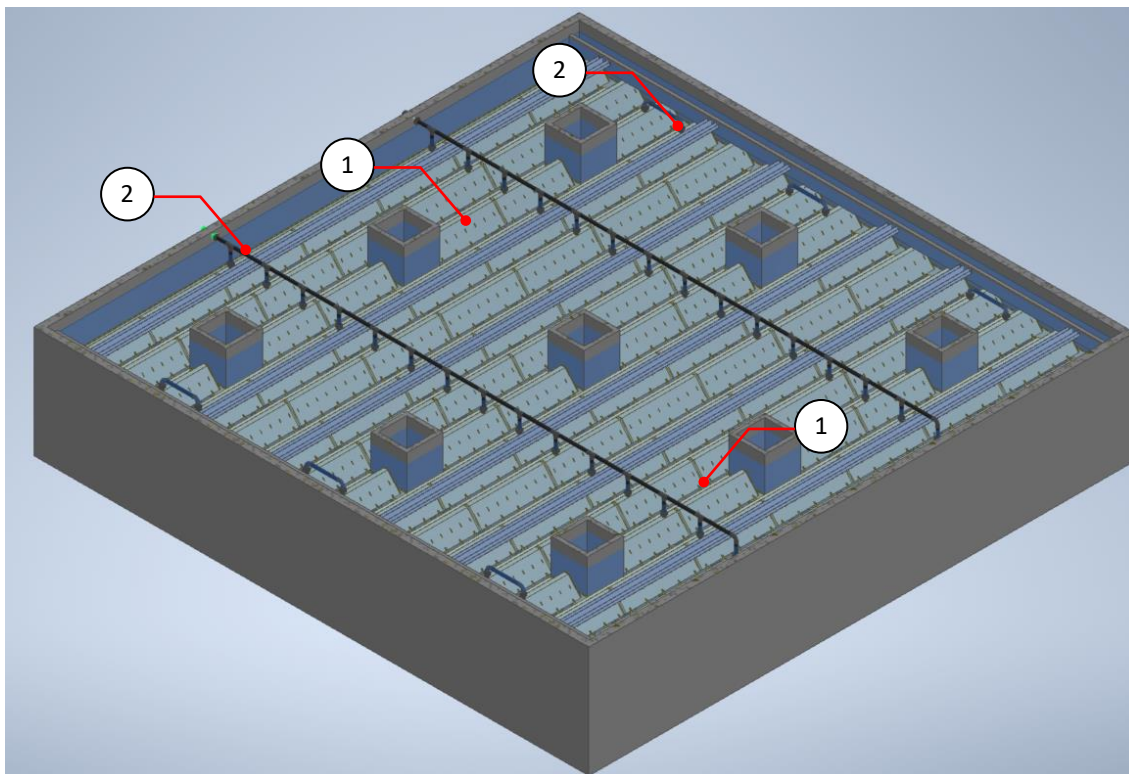


Figura 5: Vista do interior do Reator UASB da ETE Tega reprojetoado: Cjto de campânulas (1) e tubulações internas (2).


4.1 CAMPÂNULAS DO REATOR UASB

Diretrizes consideradas na elaboração do projeto:

- I. Uso de materiais adequados.
- II. Análise de interferências.
- III. Garantia de estanqueidade do biogás.

Os materiais a serem utilizados na fabricação das campânulas devem possuir:

- Resistência mecânica adequada.
- Resistência à corrosão.

	ESTUDO Nº		REV.
	MD.SAMAE.6.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO TEGA	FOLHA	37 DE 47
TÍTULO: MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - TEGA			

- Viabilidade econômica.

Os seguintes materiais atendem a estes requisitos:

- Placas rígidas de Polipropileno, com espessura mínima de 8 mm.
- Placas rígidas de PEAD, com espessura mínima de 8 mm.
- Placas rígidas de PRFV, com espessura mínima de 8 mm.

As opções em polipropileno e PEAD permitem a execução de soldas em campo.

A opção em PRFV permite a execução de emendas em campo, mas pode não ser competitiva, por requerer maior quantidade de mão de obra e utilizar solventes e malha de fibra de vidro. Já a emenda de forma mecânica (parafusada), aumenta bastante o custo desta alternativa e requer medidas adicionais para melhorar a estanqueidade.

Os esforços solicitantes principais correspondem ao empuxo do biogás no interior da campânula. Os valores dos empuxos solicitantes foram calculados e são apresentados à seguir:

Em condições normais de operação: 128 kgf/m


Com aprisionamento total do biogás: 654 kgf/m

As dimensões para o cálculo dos volumes de biogás no interior das campânulas são apresentados na figura a seguir.

O projeto foi desenvolvido em software 3D com funcionalidades para realizar análise de interferências. As aberturas para o acesso ao interior do reator possuem as seguintes dimensões em planta:

Comprimento máximo: 7,4 m

Largura máxima: 0,8 m

 E. MATSUO TRAT. DE EFLUENTES	ESTUDO	Nº	REV.
		MD.SAMAE.6.2.01.R0	R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO TEGA	FOLHA	38 DE 47
TÍTULO:			
MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - TEGA			

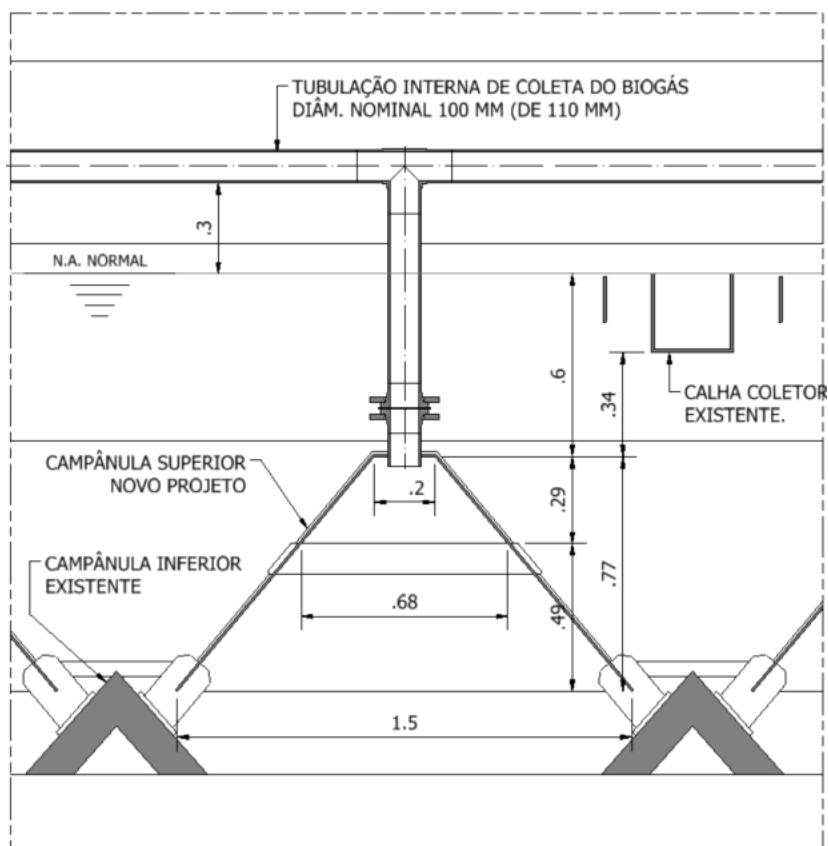


Figura 6: Detalhe típico da campânula reprojeta.


Considerando o uso de placas rígidas de polipropileno ou PEAD, a garantia da estanqueidade dependerá também da qualidade da execução das soldas e dobras.

O projeto dos módulos de campânulas foi feito para aproveitamento máximo do comprimento das placas, visando reduzir a quantidade de soldas.

As placas rígidas de Polipropileno e PEAD para espessuras até 20 mm podem ser fornecidas nas seguintes medidas:

Comprimento máximo: 4.000 mm

Largura máxima: 2.000 mm

	ESTUDO		Nº
	MD.SAMAE.6.2.01.R0		REV.
	R0		
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO TEGA		FOLHA	
		39 DE 47	
TÍTULO:			
MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - TEGA			

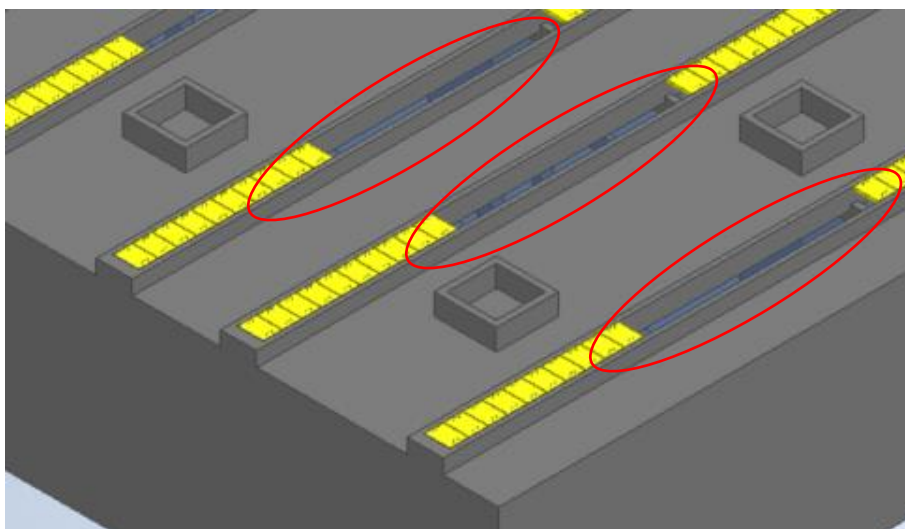


Figura 7: Aberturas para acesso ao interior do reator UASB.


Poderão ser utilizados comprimentos maiores, visando reduzir a quantidade de emendas em campo, à critério do fornecedor, desde que não ocorra danos no transporte e instalação.

Os ângulos das campânulas devem ser feitas através de dobras em chapa única e não através de emendas entre duas chapas.

Todos os componentes das campânulas poderão entrar nos reatores com extrema facilidade, dado que o peso de cada peça é no máximo 75 kg, podendo ser descidas manualmente e com segurança por 4 montadores.

Preferencialmente os módulos das campânulas devem ser pré-fabricados em galpão industrial, de forma a garantir maior qualidade em resistência mecânica e estanqueidade.

As campânulas devem ter pelo menos as dobras e soldas dos tirantes executados em fábrica, antes de serem enviadas para instalação em campo. Nas peças onde determinadas, deverão ser soldados também os tocos de tubulação, pestana e flange.

 E. MATSUO TRAT. DE EFLUENTES	ESTUDO Nº		REV.
	MD.SAMAE.6.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO TEGA	FOLHA	40 DE 47
TÍTULO:			
MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - TEGA			

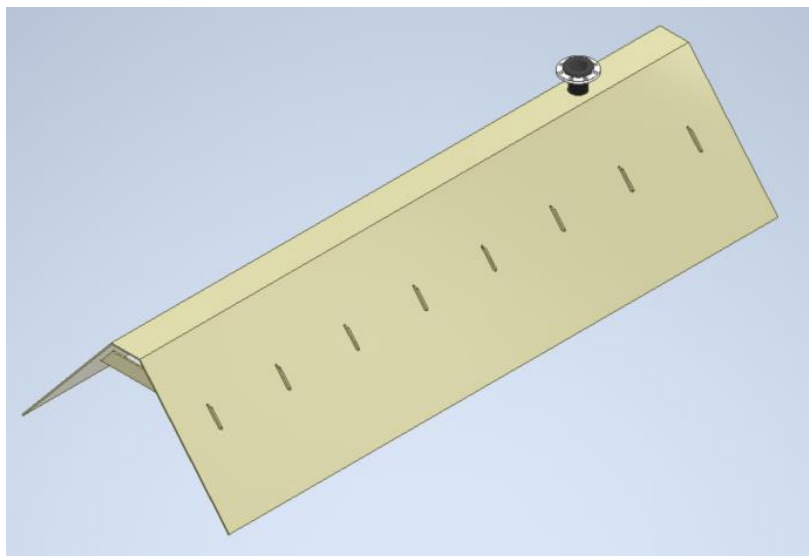


Figura 8: Componente pré-fabricado da campânula.

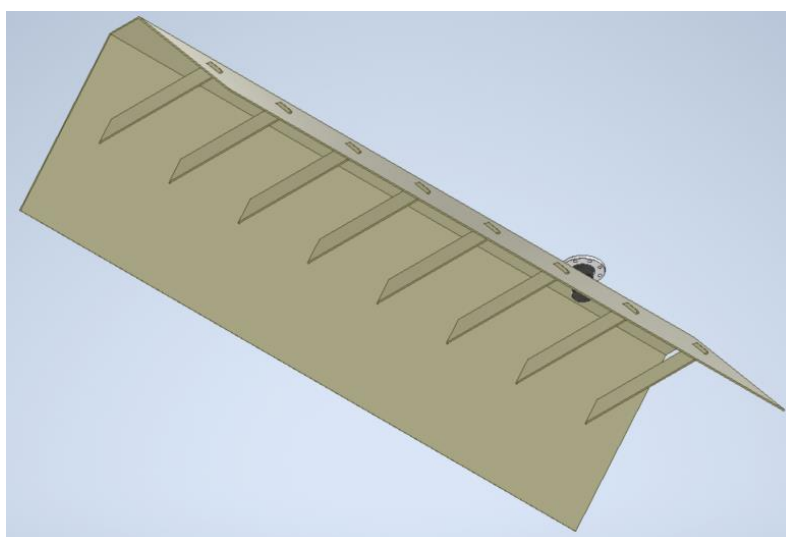



Figura 9: Vista do interior do componente pré-fabricada das campânulas.

Soldas das campânulas a serem executadas no interior do UASB:

- 1) Chapa de fechamento de fundo: Deverão ser soldadas após o transporte das campânulas e demais peças ao interior do reator.
- 2) Suportes das campânulas: Deverão ser soldadas após o nivelamento do conjunto de campânulas.

 E. MATSUO TRAT. DE EFLUENTES	ESTUDO	Nº	REV.
		MD.SAMAE.6.2.01.R0	R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO TEGA	FOLHA	41 DE 47
TÍTULO:			
MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - TEGA			

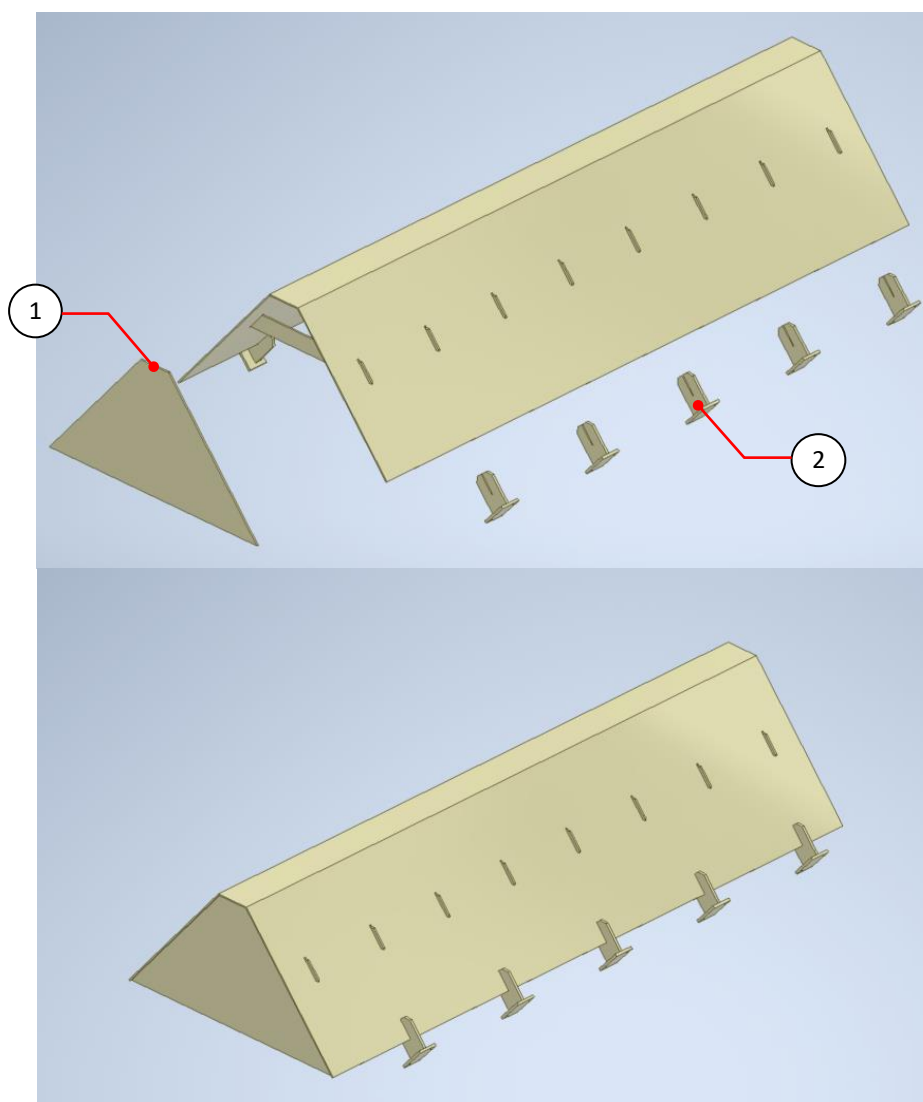



Figura 10: Soldas nas campânulas que devem ser executadas em campo.

As emendas longitudinais serão executadas através de um reforço de aba, que tem a função também de permitir ajustes em relação ao comprimento. As abas devem ser soldadas em ambos os lados, conectando duas campânulas. Para melhor resistência e estanqueidade, recomenda-se executar as soldas tanto no lado interno da campânula como também no lado externo.

 E. MATSUO TRAT. DE EFLUENTES	ESTUDO	Nº	REV.
		MD.SAMAE.6.2.01.R0	R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO TEGA	FOLHA	42 DE 47
TÍTULO:			
MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - TEGA			

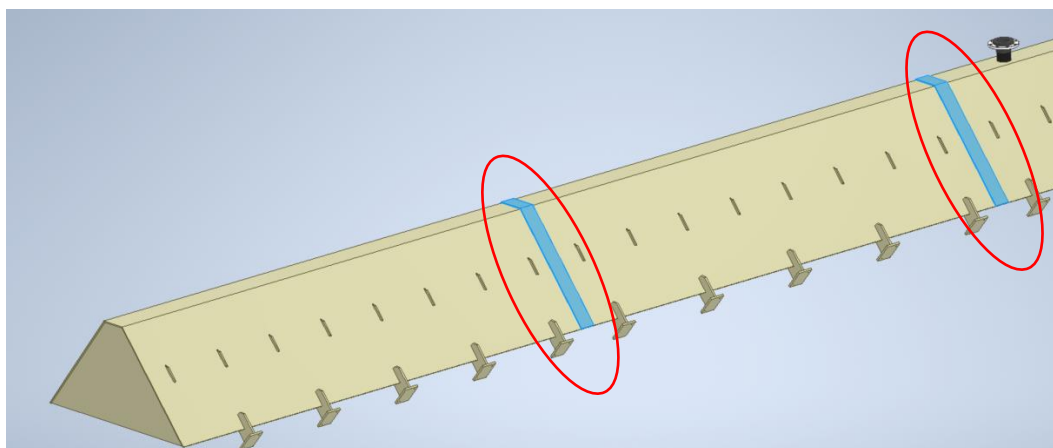


Figura 11: Emendas longitudinais entre campânulas.

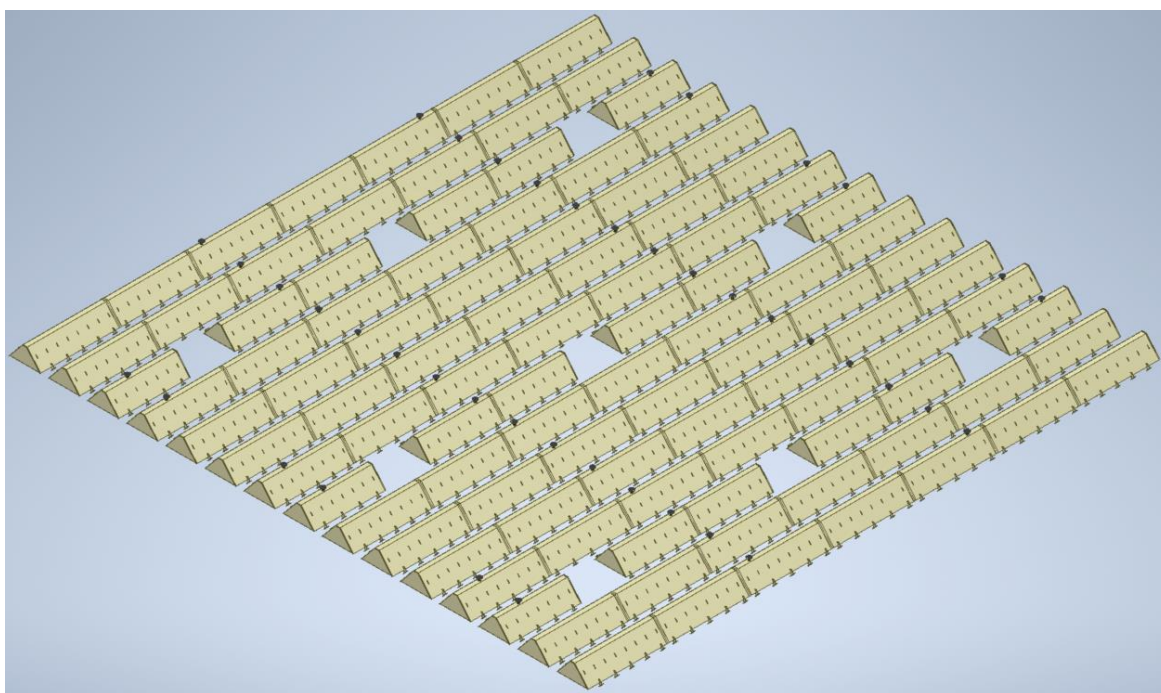



Figura 12: Conjunto total de campânulas do projeto do reator UASB da ETE Tega. O peso total das campânulas na opção em chapas de polipropileno corresponde a aproximadamente 8.120 kg.

4.2 TUBULAÇÃO INTERNA DE COLETA DO BIOGÁS

Diretrizes consideradas na elaboração do projeto:

	ESTUDO Nº		REV.
	MD.SAMAE.6.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO TEGA	FOLHA	43 DE 47
TÍTULO:			
MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - TEGA			

- I. Simplificação da concepção do sistema de coleta de biogás.
- II. Aumento do diâmetro para evitar entupimento devido à entrada de espuma.
- III. Uso de conexões mais seguras e que permitam a manutenção.

A concepção do sistema de tubulação foi simplificada, resultando em menor extensão. Isto decorre que a própria campânula corresponde a um elemento para escoamento horizontal do biogás ao longo do seu comprimento. É necessário apenas realizar a adequada interligação entre todas as campânulas.

Através da simplificação, a extensão total da tubulação interna passou a ser de 71,4 m.

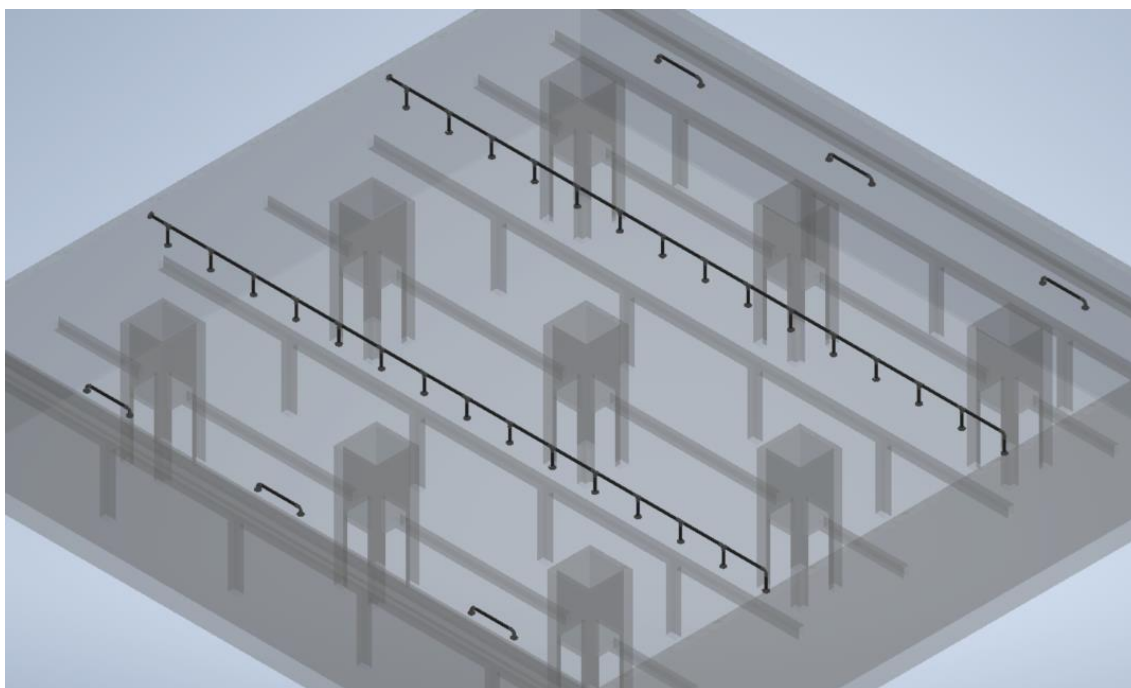



Figura 13: Concepção do sistema de tubulações internas para coleta do biogás dos reatores UASB da ETE Tega.

O diâmetro mínimo da tubulação será aumentado para 100 mm, visando evitar entupimentos pela entrada da espuma.

Serão permitidas somente dos seguintes tipos de emenda;

- Solda de topo com placa aquecida;
- Luva de eletrofusão.

Onde indicado no projeto, deverão ser utilizadas conexões flangeadas, que permitirão a

	ESTUDO Nº		REV.
	MD.SAMAE.6.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO TEGA	FOLHA	44 DE 47
TÍTULO:			
MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - TEGA			

desmontagem da tubulação para realização de limpeza e manutenção.

4.3 SELO HÍDRICO

Diretrizes consideradas na elaboração do projeto:

- I. Controle do nível d'água.
- II. Bocal de acesso para remoção de sólidos.
- III. Previsão de conexão flangeada para interligação com reservatório de biogás.

Será utilizada água limpa para enchimento do selo hídrico. A alimentação com água controlada por válvula esfera flutuante de instalação externa, cuja função é a mesma de um registro de boia. Haverá uma tubulação "ladrao" para o excesso de água.


A tubulação de entrada do biogás estará a uma profundidade que garantirá 850 mmca de contrapressão que o selo hídrico deverá promover, somado também à pressão de operação do flare, da ordem de 30 a 50 mmca.

Não será utilizado difusor do biogás para evitar a formação de borbulhamento excessivo, devido ao risco de entupimento por entrada de espuma na tubulação.

Será feito um rasgo na extremidade da saída do tubo, que poderá reduzir o borbulhamento excessivo.

O volume do selo hídrico é o suficiente para evitar as altas vazões de biogás promovam desuniformidade na contrapressão a ser fornecida.

O projeto básico do selo hídrico na alternativa em chapas de PP ou PEAD é apresentado no desenho DE.SAMAE.6.2.10.

	ESTUDO Nº		REV.
	MD.SAMAE.6.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO TEGA	FOLHA	45 DE 47
TÍTULO:			
MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - TEGA			

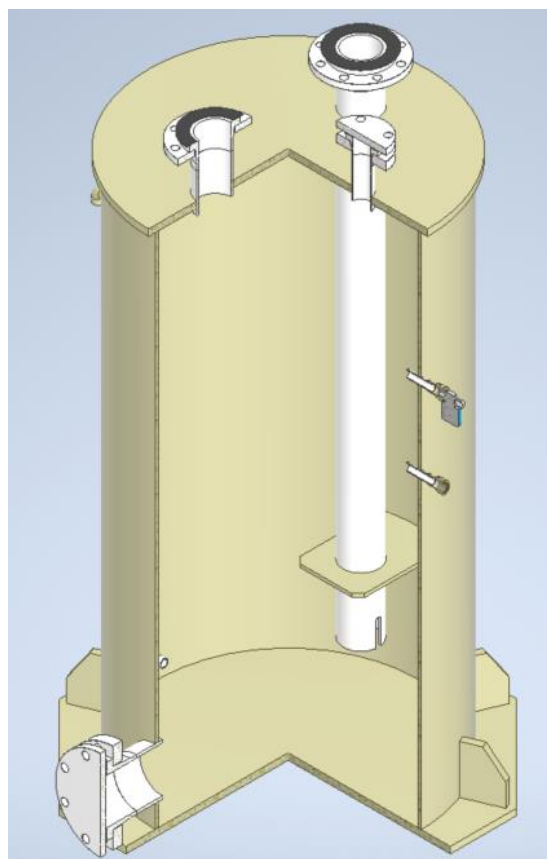


Figura 14: Desenho do selo hídrico para a ETE Tega, projetado em chapas de polipropileno.


4.4 TUBULAÇÕES EXTERNAS DE COLETA DO BIOGÁS

Tendo em vista a substituição das tubulações externas e queimadores, foram elaboradas 3 alternativas de concepção do sistema de coleta e queima do biogás na ETE Tega, onde o foco é o detalhamento da diretriz das tubulações e localização dos queimadores.

Alternativa 1:

Nesta alternativa são mantidas as locações atuais dos dois queimadores. A alternativa 1 é apresentada nos desenhos DE.SAMAE.6.2.01.1.R0 e DE.SAMAE.6.2.01.2.R0.

A divisão em dois módulos queimadores pode ser vantajosa quando houver a produção total de biogás prevista neste projeto, que poderá ser da ordem de 80 m³/h. Porém, para as baixas vazões verificadas atualmente, a divisão em dois subsistemas

	ESTUDO Nº		REV.
	MD.SAMAE.6.2.01.R0		R0
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO TEGA	FOLHA	46 DE 47
TÍTULO:			
MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - TEGA			

pode resultar em elevada ociosidade e alto custo.

Esta alternativa apresenta os seguintes indicadores:

Tubulação de aço inoxidável AISI 304 DN 4 Pol: 177,4 m

Selo hídrico: 2 unidades

Flare de chama aparente: 2 com cap. 3 a 20 m³/h

Alternativa 2:

Nesta alternativa será mantida a locação do queimador do biogás dos reatores UASB módulos 1 e 2 e será feita a alteração da locação do queimador dos reatores UASB módulos 3 e 4. A alternativa 2 é apresentada nos desenhos DE.SAMAE.6.2.02.

Nesta alternativa não é necessário o uso de tubulações enterradas e a locação do queimador 2 que atende aos reatores 3 e 4 ficará mais afastada da vegetação, o que diminui o risco de incêndios acidentais. Esta alternativa apresenta os seguintes indicadores:

Tubulação de aço inoxidável AISI 304 DN 4 Pol: 16,5 m


Selo hídrico: 2 unidades

Flare de chama aparente: 2 com cap. 3 a 20 m³/h

Alternativa 3:

Nesta alternativa é utilizado somente um sistema de queima do biogás para atendimento a todos os módulos de reatores UASB da ETE Tega. A alternativa 3 é apresentada nos desenhos DE.SAMAE.6.2.03.

Nesta alternativa não é necessário o uso de tubulações enterradas e foi previsto um afastamento mínimo de 20 metros do queimador em relação aos reatores UASB. A locação do queimador é a mais segura em termos de riscos incêndios acidentais, por

	ESTUDO		Nº
	MD.SAMAE.6.2.01.R0		REV.
	R0		
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO TEGA		FOLHA
			47 DE 47
	TÍTULO:		
	MEMORIAL TEC. DO SISTEMA DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS - TEGA		

estar mais isolada e afastada das matas. Esta alternativa apresenta os seguintes indicadores:

Tubulação de aço inoxidável AISI 304 DN 4 Pol: 174,1 m

Selo hídrico: 1 unidades

Flare de chama aparente: 1 flare com cap. 3 a 20 m³/h

16 15 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1

L

K

J

I

H

G

F

E

D

C

B

A

16 15 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1

L

K

J

I

H

G

F

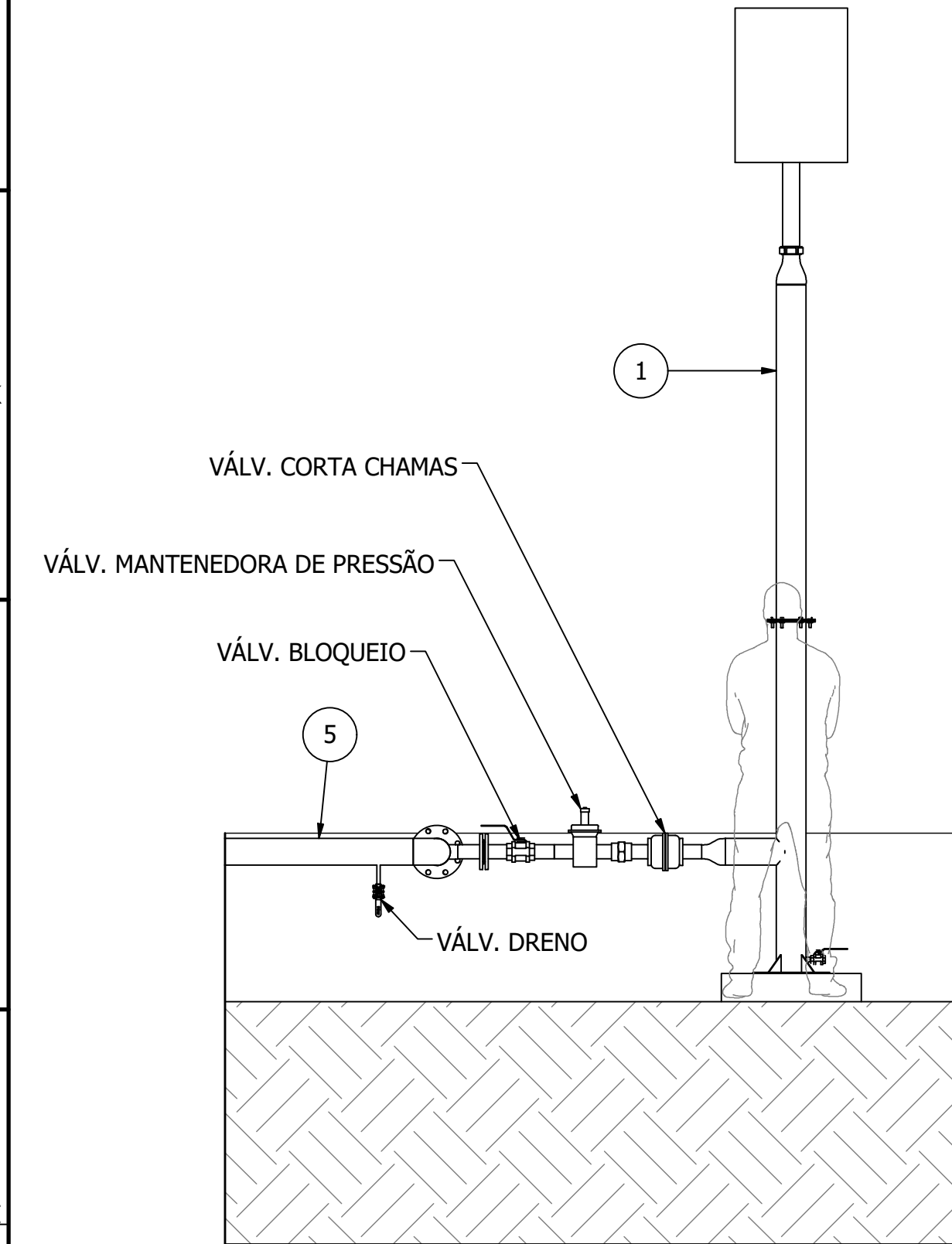
E

D

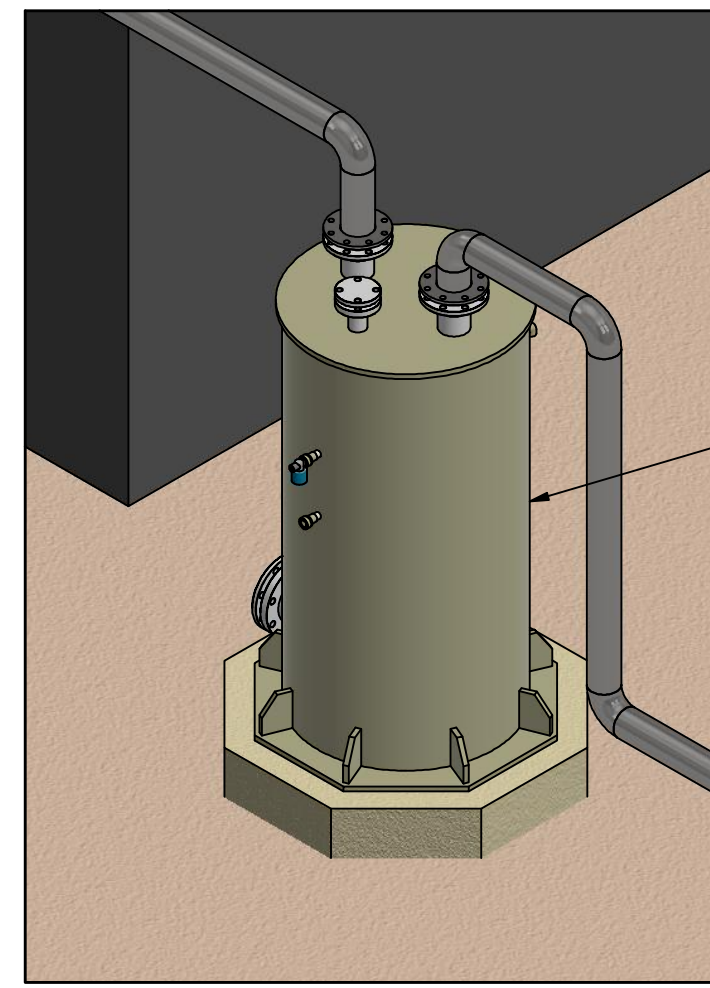
C

B

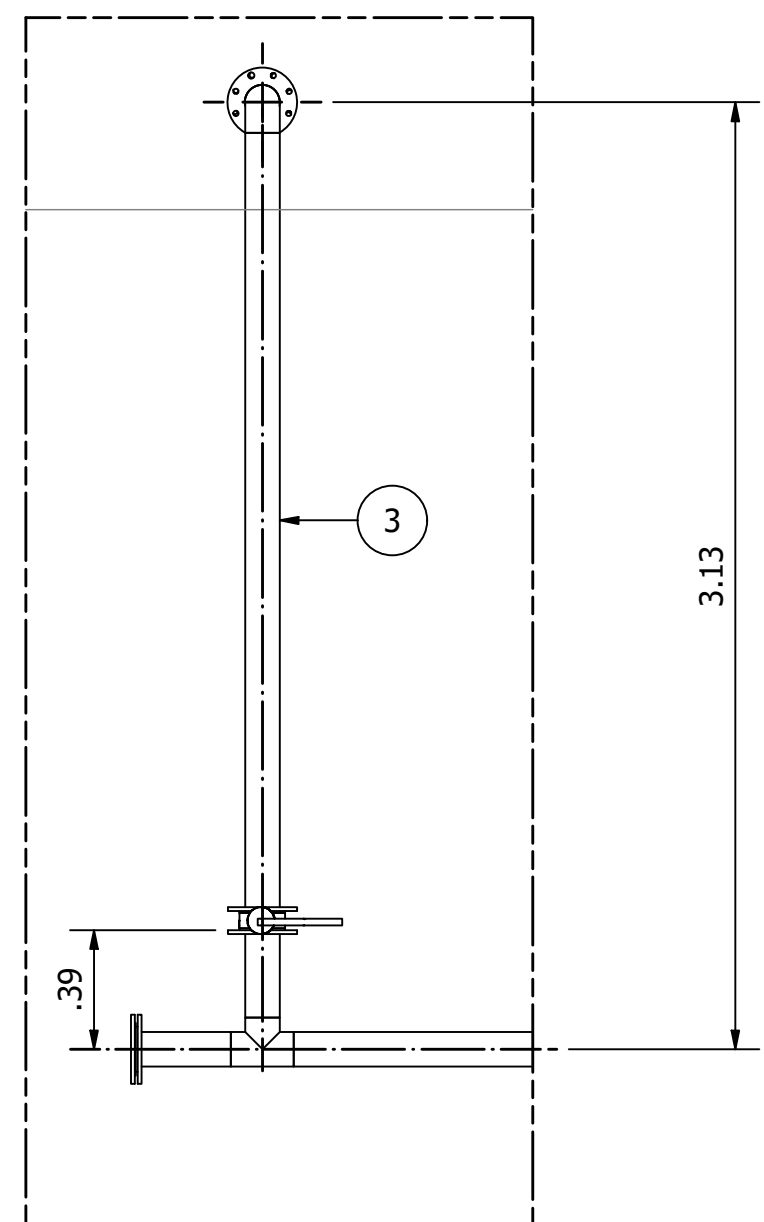
A



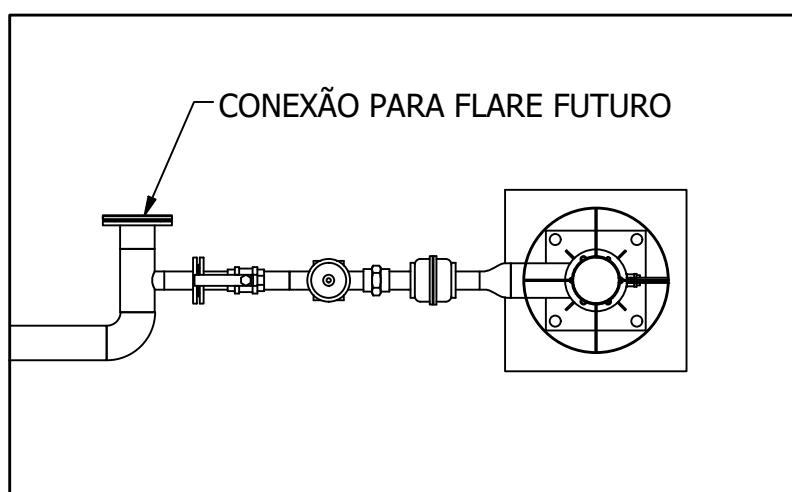
DETALHE 1
ESCALA 1:25



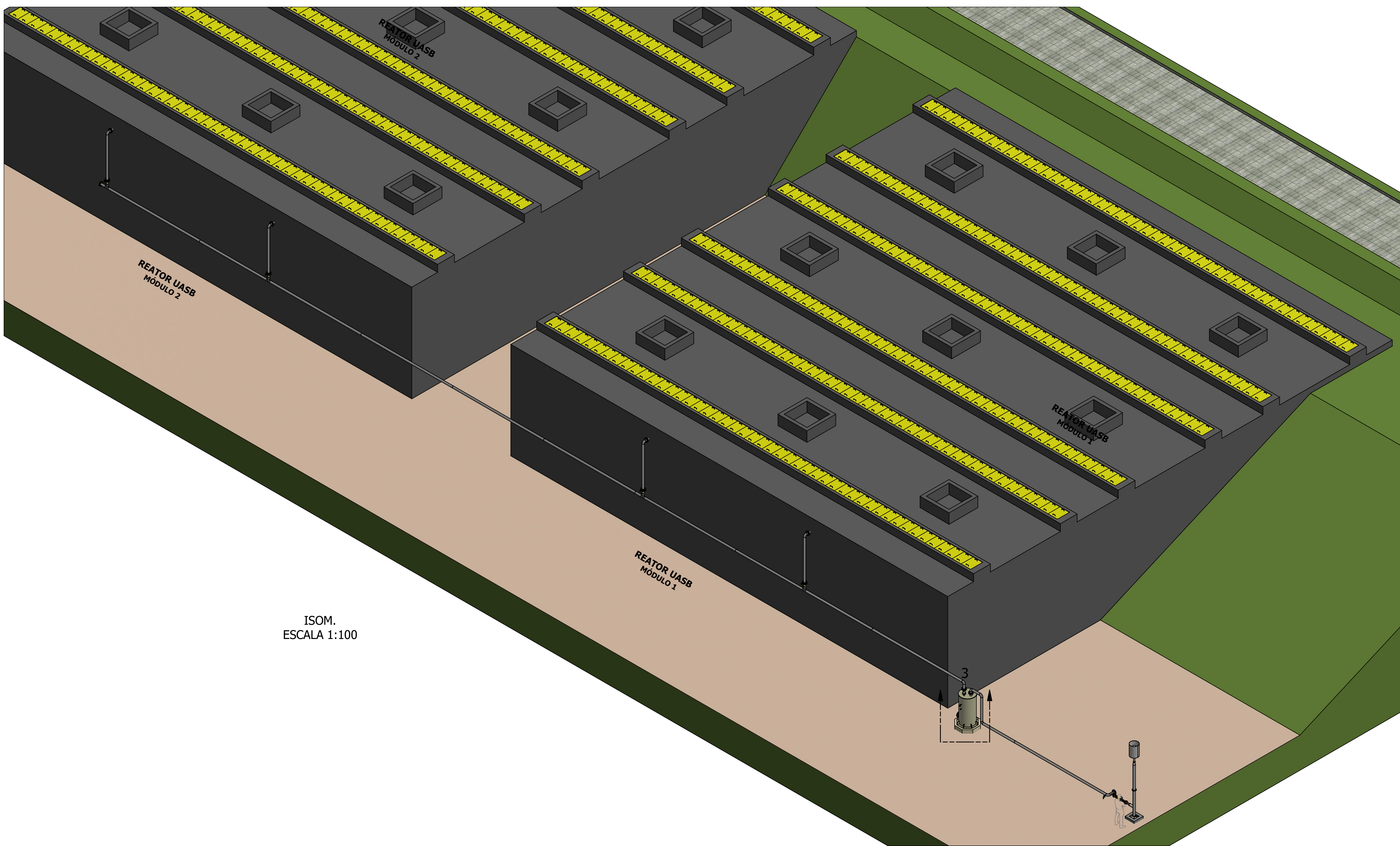
DETALHE 3
ESCALA 1:25



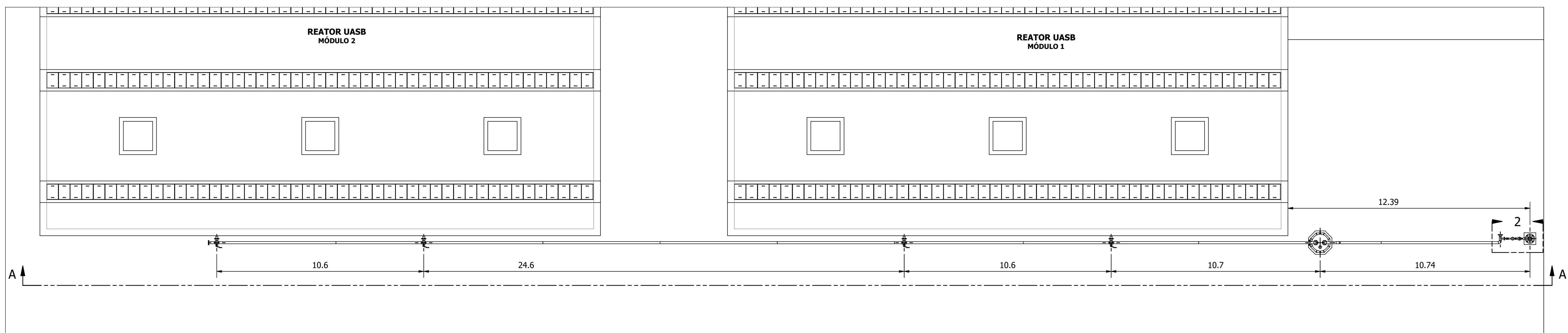
DETALHE 4
ESCALA 1:25



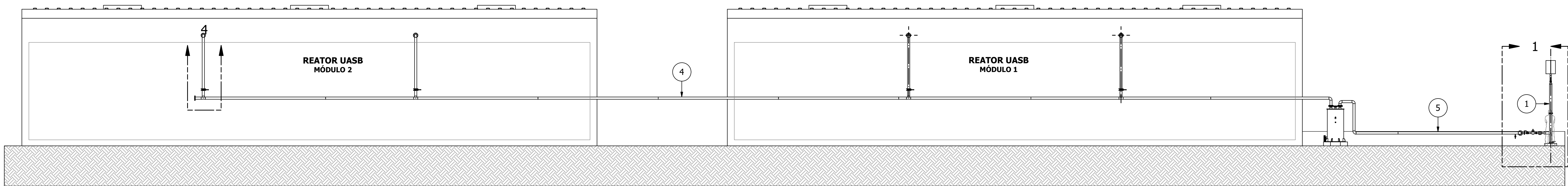
DETALHE 2
ESCALA 1:25



ISOM.
ESCALA 1:100



VISTA EM PLANTA
ESCALA: 1:100




SEÇÃO A-A
ESCALA 1:100

OBSERVAÇÕES:

- 1) DIMENSÕES EM METROS, EXCETO ONDE INDICADA A UNIDADE.
- 2) TUBULAÇÃO EM AÇO INOXIDÁVEL AISI 304.
- 3) OS EQUIPAMENTOS AQUI APRESENTADOS SÃO GENÉRICOS.
- 4) A VÁLVULA NA SAÍDA DA TUBULAÇÃO 2 É DO TIPO BORBOLETA.

PARTS LIST			
ITEM	DESCRIÇÃO	CÓDIGO	QTDE
1	QUEIMADOR DE BIOGÁS TIPO FLARE DE CHAMA APARENTE		1
2	SELO HIDRICO		1
3	TUBULAÇÃO EXTERNA DE BIOGÁS 1		4
4	TUBULAÇÃO EXTERNA DE BIOGÁS 2		1
5	TUBULAÇÃO EXTERNA DE BIOGÁS 3		1

QUADRO DE REVISÕES				
REV	DESCRIÇÃO	DATA	ELABORAÇÃO	APROVAÇÃO
0	EMIÇÃO INICIAL	23/11/2023	E.MATSUO	



30000000-0
CNPJ 06.191.043/0001-11
FAX 51 3619-0103

Título: **DIAGNÓSTICO E PROJETOS DE BIOGÁS DAS ETE'S PROJETO BÁSICO - ETE TEGA**

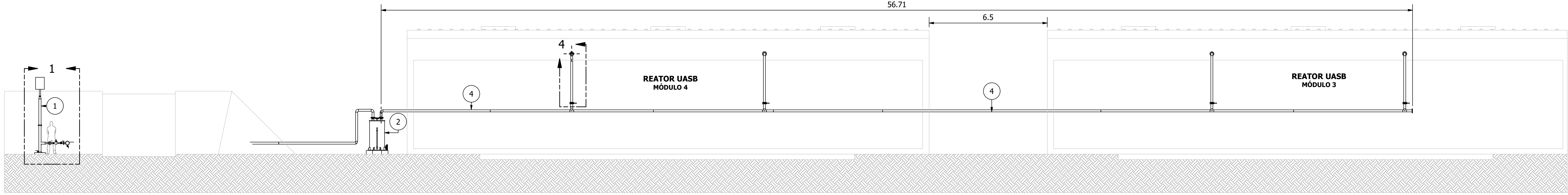
Descrição: **PLANTA GERAL - ALTERNATIVA 1 - TRECHO 1**

Identificação da Área:

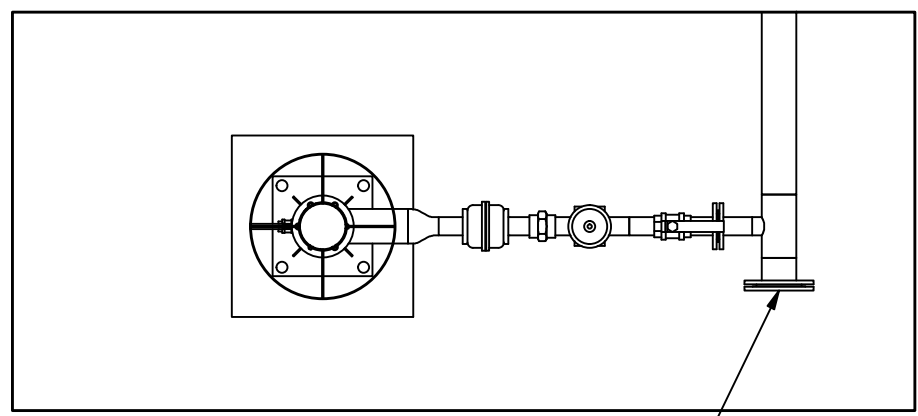
TAG da tubulação ou equipamento:	UNIDADE:	Projeto:
Código: DE.SAMAE.6.2.01.1.R0	Escala: 1:100	Data: 23/11/2023
Responsável Técnico: Engº Elias T. Matsuo	CREA: 5061891463	Revisão: R0

Cliente: **SERVIÇO AUTÔNOMO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO - SAMAE**

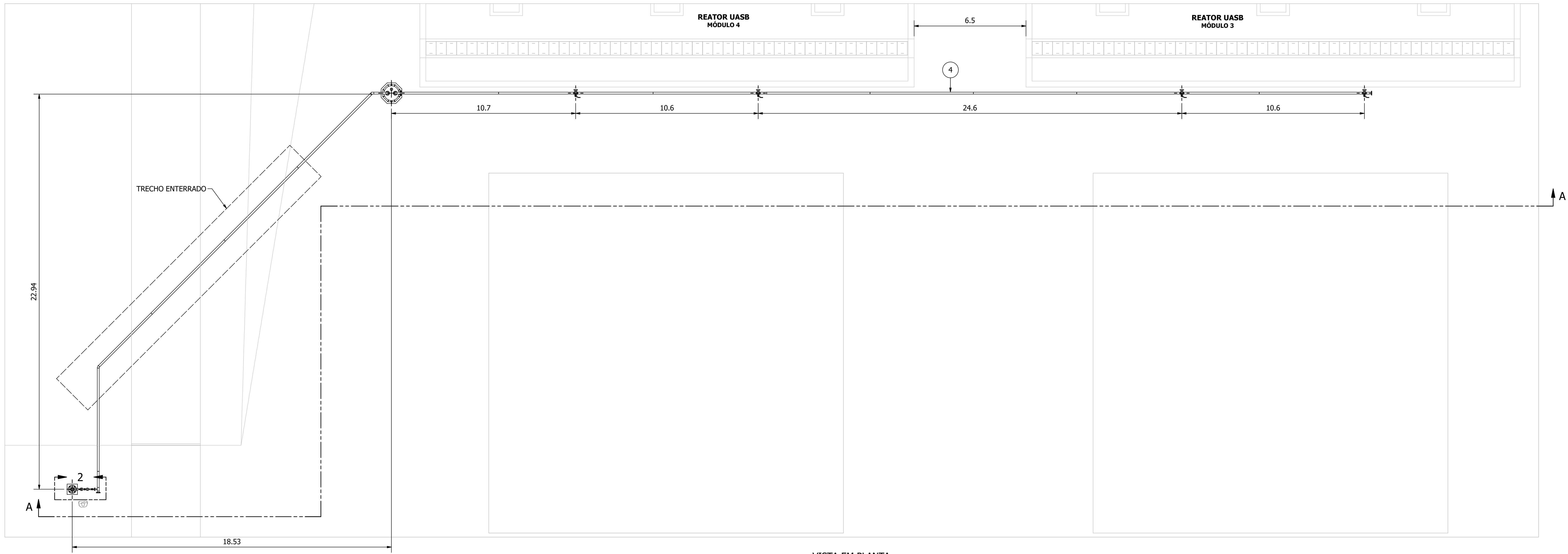
Centro de Custo: CONTRATO Nº 3230370000	Selva:
Local da obra: CAXIAS DO SUL - RS	Para cotação: SIM
	Avaliação do Cliente: SIM
	Liberado para montagem: NÃO



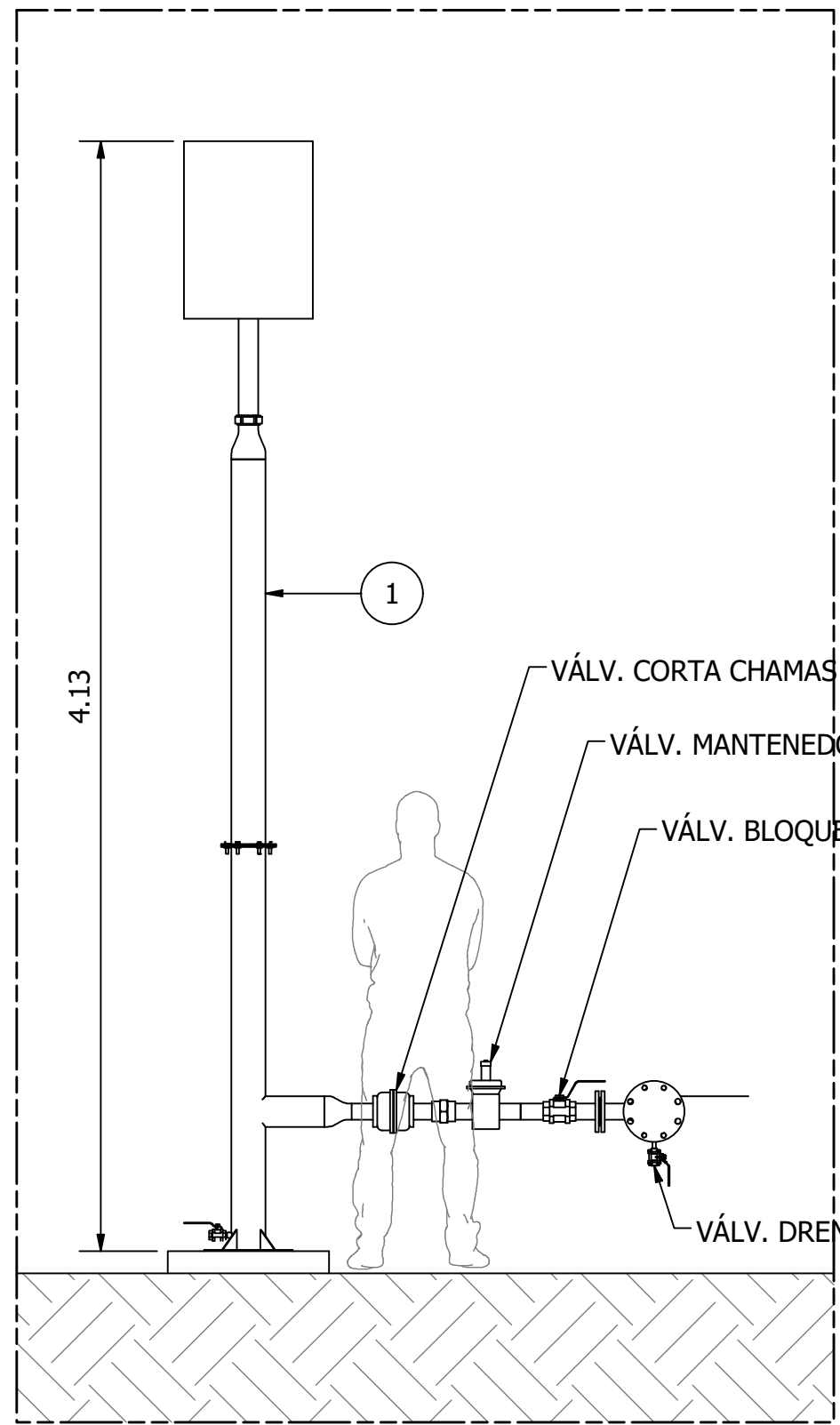
SEÇÃO A-A
ESCALA 1:100



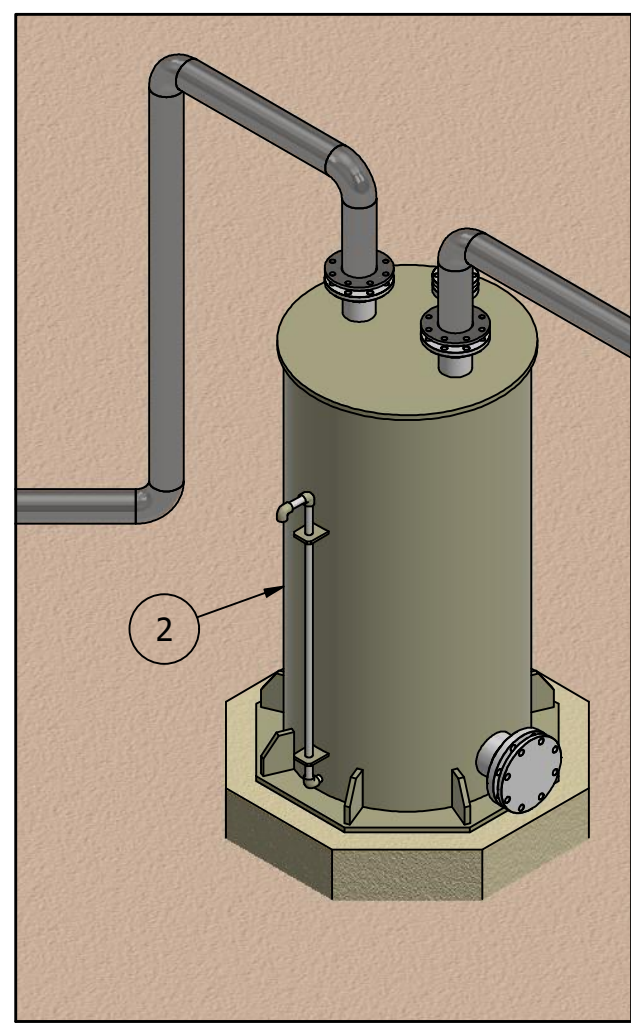
DETALHE 2
ESCALA 1:25



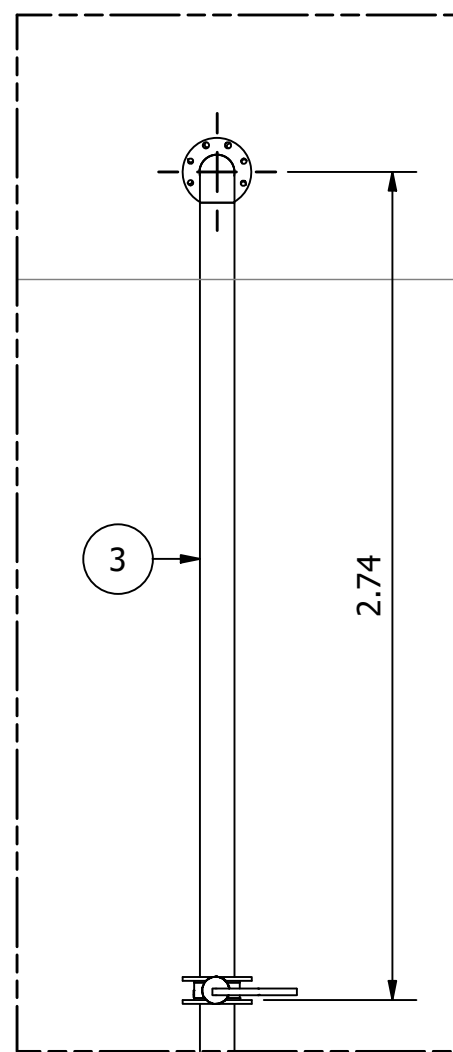
VISTA EM PLANTA
ESCALA: 1:100



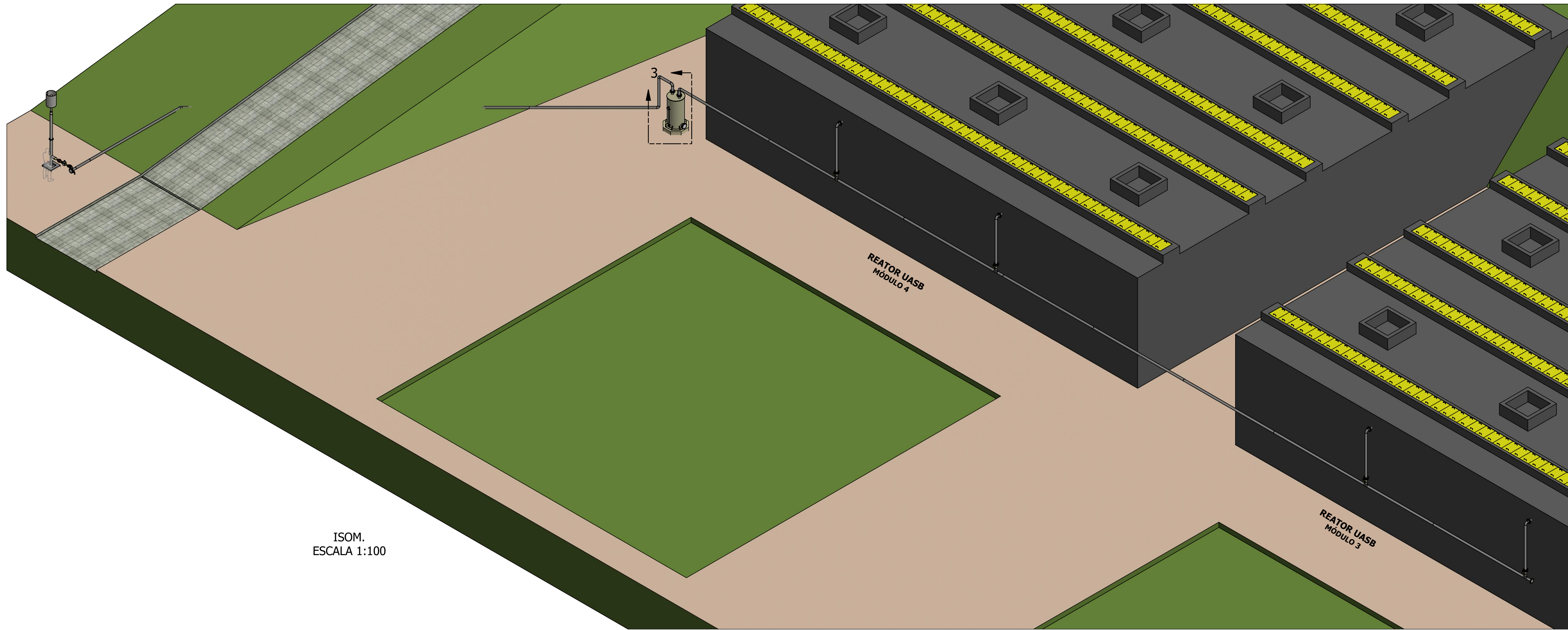
DETALHE 1
ESCALA 1:25



DETALHE 3
ESCALA 1:25



DETALHE 4
ESCALA 1:25



ISOM.
ESCALA 1:100

OBSERVAÇÕES:

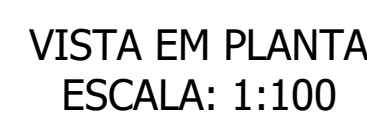
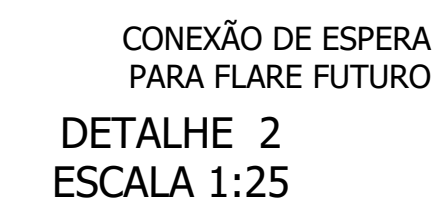
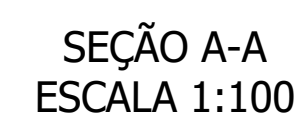
- 1) DIMENSÕES EM METROS, EXCETO ONDE INDICADA A UNIDADE.
- 2) TUBULAÇÃO EM AÇO INOXIDÁVEL AISI 304.
- 3) OS EQUIPAMENTOS AQUI APRESENTADOS SÃO GÊNERICOS.
- 4) A VÁLVULA NA SAÍDA DA TUBULAÇÃO 2 É DO TIPO BORBOLETA.

PARTS LIST			
ITEM	DESCRIÇÃO	CÓDIGO	QTDE
1	QUEIMADOR DE BIOGÁS TIPO FLARE DE CHAMA APARENTE		1
2	SELO HÍDRICO		1
3	TUBULAÇÃO EXTERNA DE BIOGÁS 1		4
4	TUBULAÇÃO EXTERNA DE BIOGÁS 2		1
5	TUBULAÇÃO EXTERNA DE BIOGÁS 4		1

QUADRO DE REVISÕES			
REV	DESCRIÇÃO	DATA	ELABORAÇÃO APROVAÇÃO
0	EMIÇÃO INICIAL	23/11/2023	E.MATSUO

SAMAE Sociedade Anônima de Saneamento Ambiental do Estado do Rio Grande do Sul		Título: DIAGNÓSTICO E PROJETOS DE BIOGÁS DAS ETE'S PROJETO BÁSICO - ETE TEGA	
Descrição: PLANTA GERAL - ALTERNATIVA 1 - TRECHO 2		Identificação da Área:	
TAG da tubulação ou equipamento:	UNIDADE:	Projeção:	
Código: DE.SAMAE.6.2.01.2.R0	Escala: 1:100	Data: 23/11/2023	
Responsável Técnico: Engº Elias T. Matsuo	CREA: 5061891463	Revisão: R0	
Cliente: SERVIÇO AUTÔNOMO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO - SAMAE			
Centro de Custo: CONTRATO Nº 3230370000		Sinal: STM	
Local da obra: CAXIAS DO SUL - RS		Para coleta: STM	
		Avaliação do Cliente: NÃO	
		Liberado para montagem: NÃO	

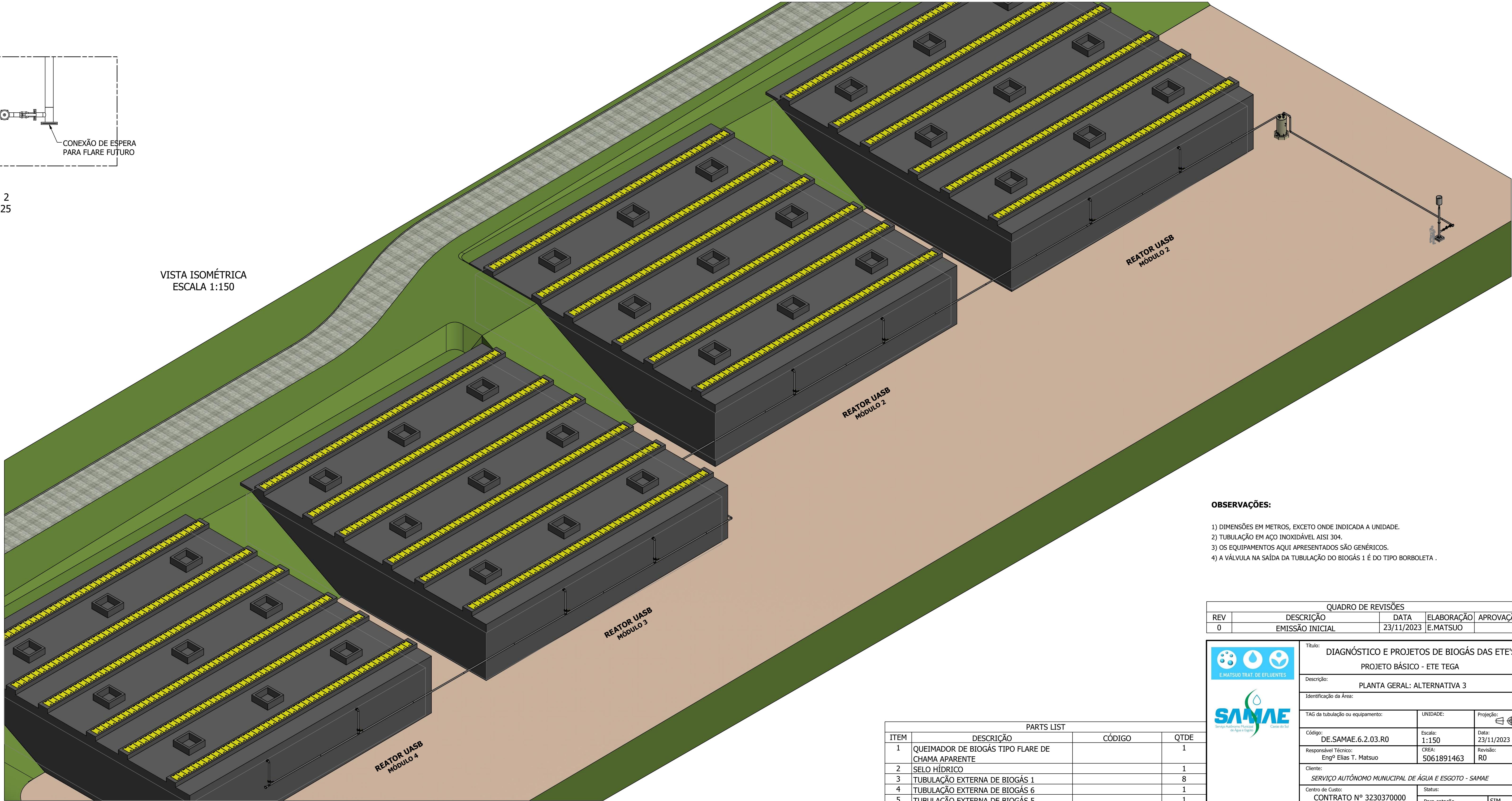
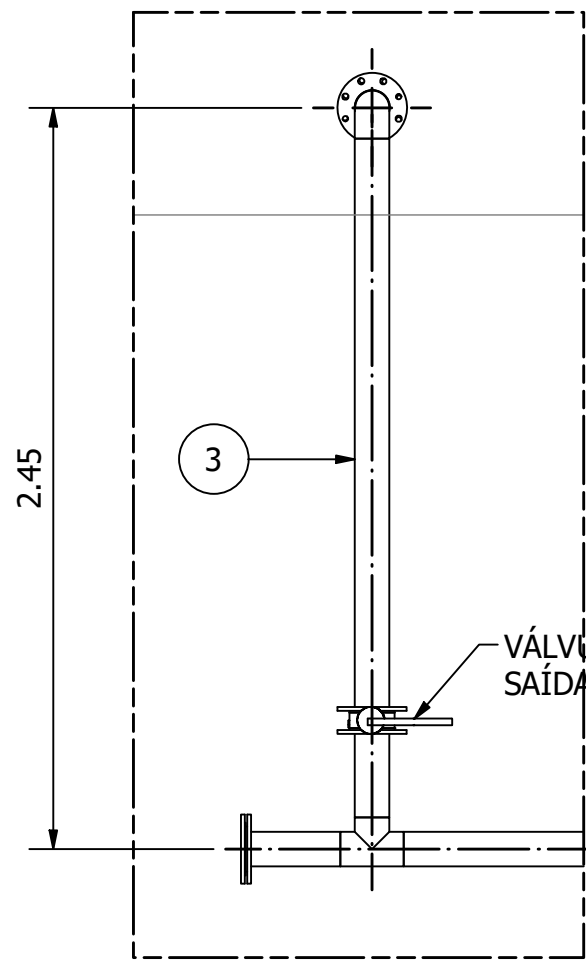
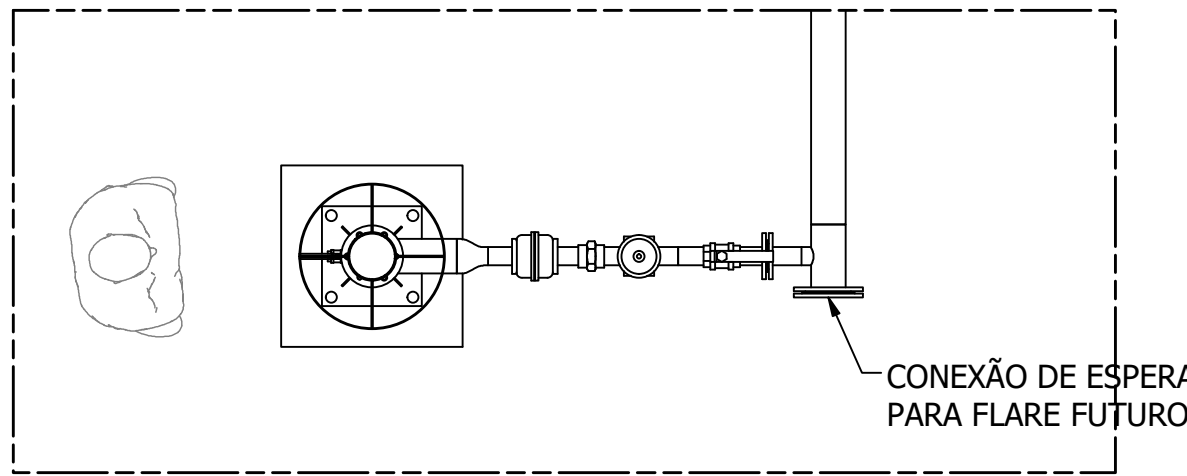
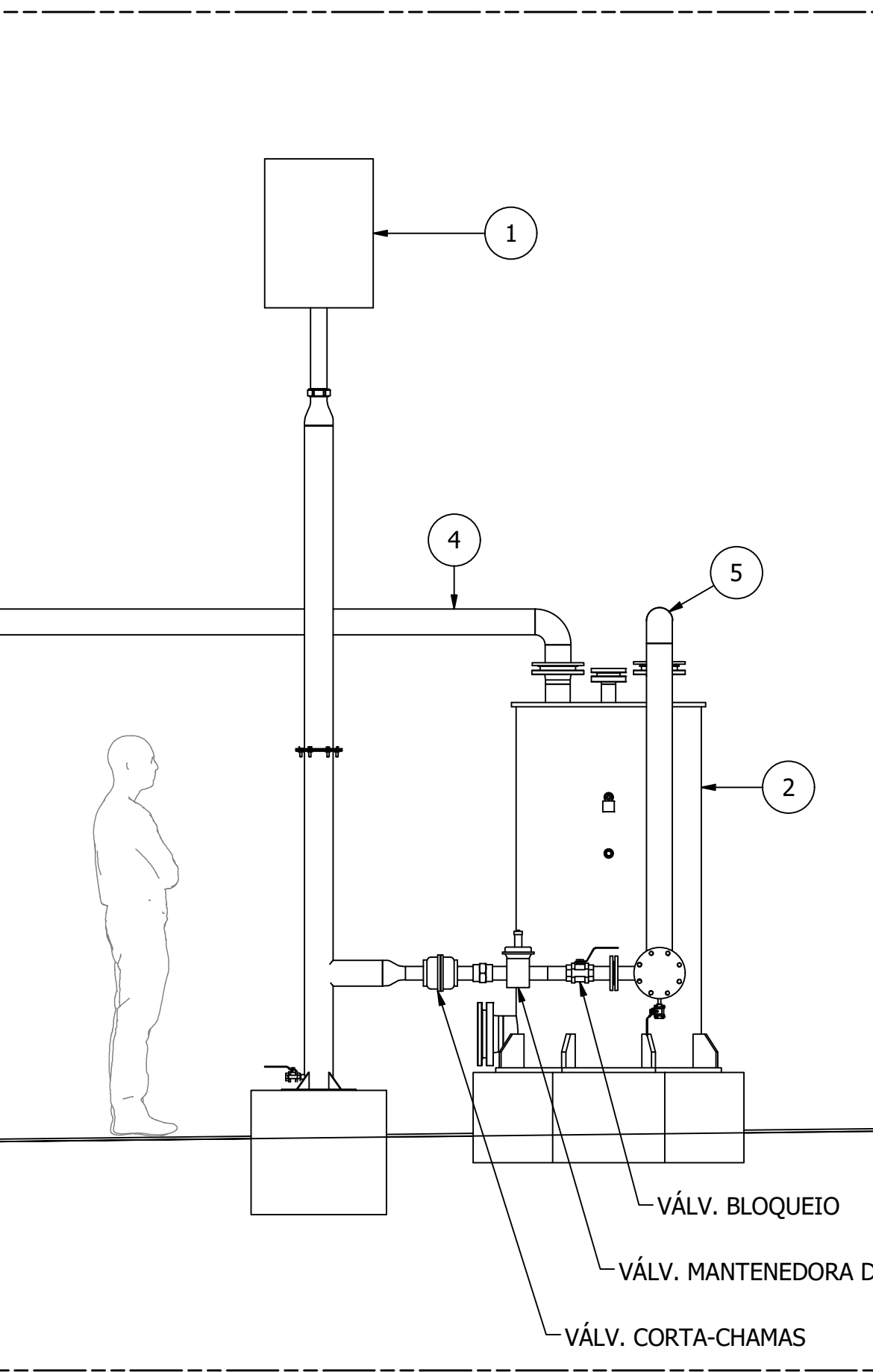
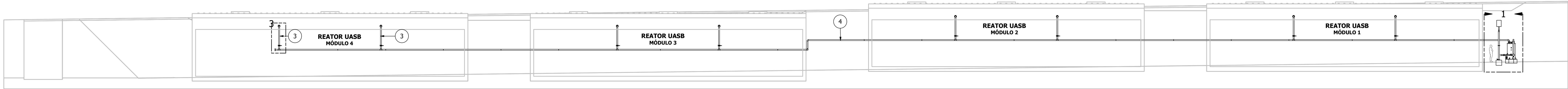
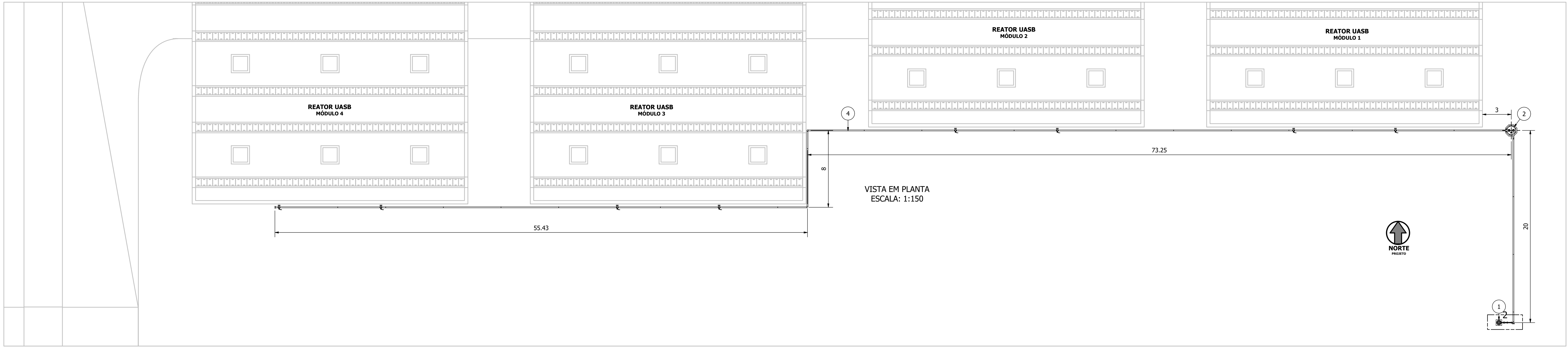
CPV 36.191.04/0001-11
FAX 51.369.5103
Tel. (51) 369.5103



- 1) DIMENSÕES EM METROS, EXCETO ONDE INDICADA A UNIDADE.
- 2) TUBULAÇÃO EM AÇO INOXIDÁVEL AISI 304.
- 3) OS EQUIPAMENTOS AQUI APRESENTADOS SÃO GENÉRICOS.
- 4) A VÁLVULA NA SAÍDA DA TUBULAÇÃO 2 É DO TIPO BORBOLETA

QUADRO DE REVISÕES				
REV	DESCRIÇÃO	DATA	ELABORAÇÃO	APROVAÇÃO
0	EMISSION INICIAL	23/11/2023	E.MATSUO	

	Título: DIAGNÓSTICO E PROJETOS DE BIOGÁS DAS ETES PROJETO BÁSICO - ETE TEGA		
ÁREA GERAL - ALTERNATIVA 2 - TRECHO 2			
Descrição:	Identificação da Planta:		
TAG da tubulação ou equipamento:	UNIDADE:	Projecção: 	
Código:	Escala:	Data:	23/11/2023
Responsável Técnico:	CREA:	Revisão:	0
Engº Elias T. Matsuo	5061891463		
Cliente:			
SERVIÇO AUTÔNOMO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO - SAMAE			
Centro de Custo:	CONTRATO Nº 3230370000		Status:
Local de obra:	CAXIAS DO SUL - RS		Assinatura do Cliente:  SIM
Liberação para montagem			SIM
Liberação para montagem			NÃO



- OBSERVAÇÕES:**
- 1) DIMENSÕES EM METROS, EXCETO ONDE INDICADA A UNIDADE.
 - 2) TUBULAÇÃO EM AÇO INOXIDÁVEL AISI 304.
 - 3) OS EQUIPAMENTOS AQUI APRESENTADOS SÃO GENÉRICOS.
 - 4) A VÁLVULA NA SAÍDA DA TUBULAÇÃO DO BIOGÁS 1 É DO TIPO BORBOLETA .

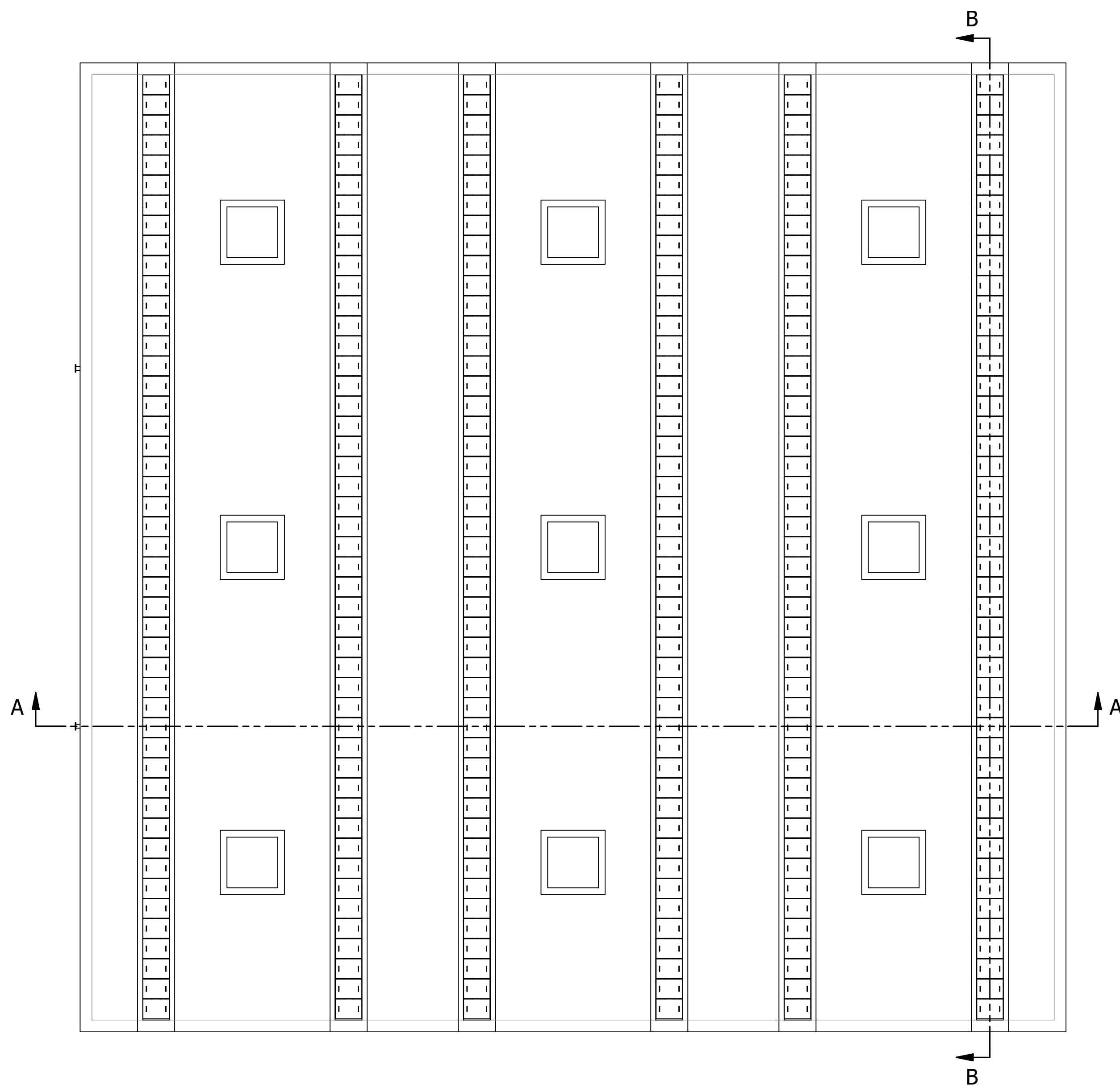
PARTS LIST			
ITEM	DESCRIÇÃO	CÓDIGO	QTDE
1	QUEIMADOR DE BIOGÁS TIPO FLARE DE CHAMA APARENTE		1
2	SELO HÍDRICO		1
3	TUBULAÇÃO EXTERNA DE BIOGÁS 1		8
4	TUBULAÇÃO EXTERNA DE BIOGÁS 6		1
5	TUBULAÇÃO EXTERNA DE BIOGÁS 5		1

QUADRO DE REVISÕES			
REV	DESCRIÇÃO	DATA	ELABORAÇÃO / APROVAÇÃO
0	EMIÇÃO INICIAL	23/11/2023	E.MATSUO
<div><div><div><div><div>DIAGNÓSTICO E PROJETOS DE BIOGÁS DAS ETE'S</div><div>PROJETO BÁSICO - ETE TEGA</div></div><div><div>Descrição:</div><div>PLANTA GERAL: ALTERNATIVA 3</div></div><div><div>Identificação da Área:</div><div></div></div></div><div><div><div>TAG da tubulação ou equipamento:</div><div>Unidade:</div><div>Projeto:</div></div><div><div><div>Código:</div><div>DE.SAMAE.6.2.03.R0</div></div><div><div>Escala:</div><div>1:150</div></div><div><div>Data:</div><div>23/11/2023</div></div></div><div><div><div>Responsável Técnico:</div><div>Engº Elias T. Matsuo</div></div><div><div>CREA:</div><div>5061891463</div></div><div><div>Revisão:</div><div>R0</div></div></div><div><div>Cliente:</div><div>SERVIÇO AUTÔNOMO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO - SAMAE</div></div><div><div><div>Centro de Custo:</div><div>CONTRATO Nº 3230370000</div></div><div><div>Sinal:</div><div></div></div></div><div><div><div>Local da obra:</div><div>CAXIAS DO SUL - RS</div></div><div><div>Para cotação</div><div>SIM</div></div><div><div>Avaliação do Cliente</div><div>SIM</div></div><div><div>Liberado para montagem</div><div>NÃO</div></div></div></div></div></div>			

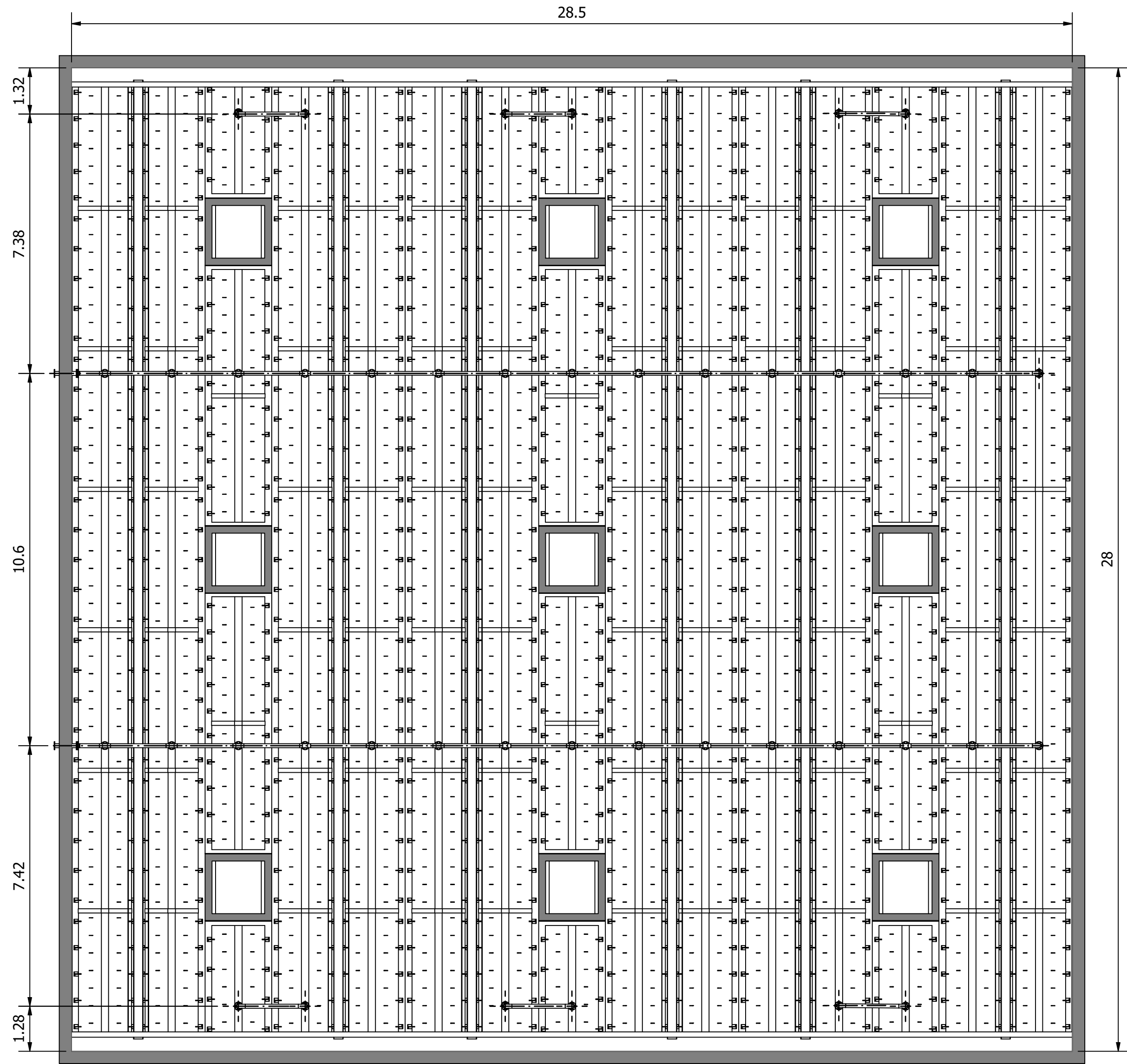
CNPJ Nº 19.164.000/01-11

Endereço: Rua: 15 de Novembro, 100

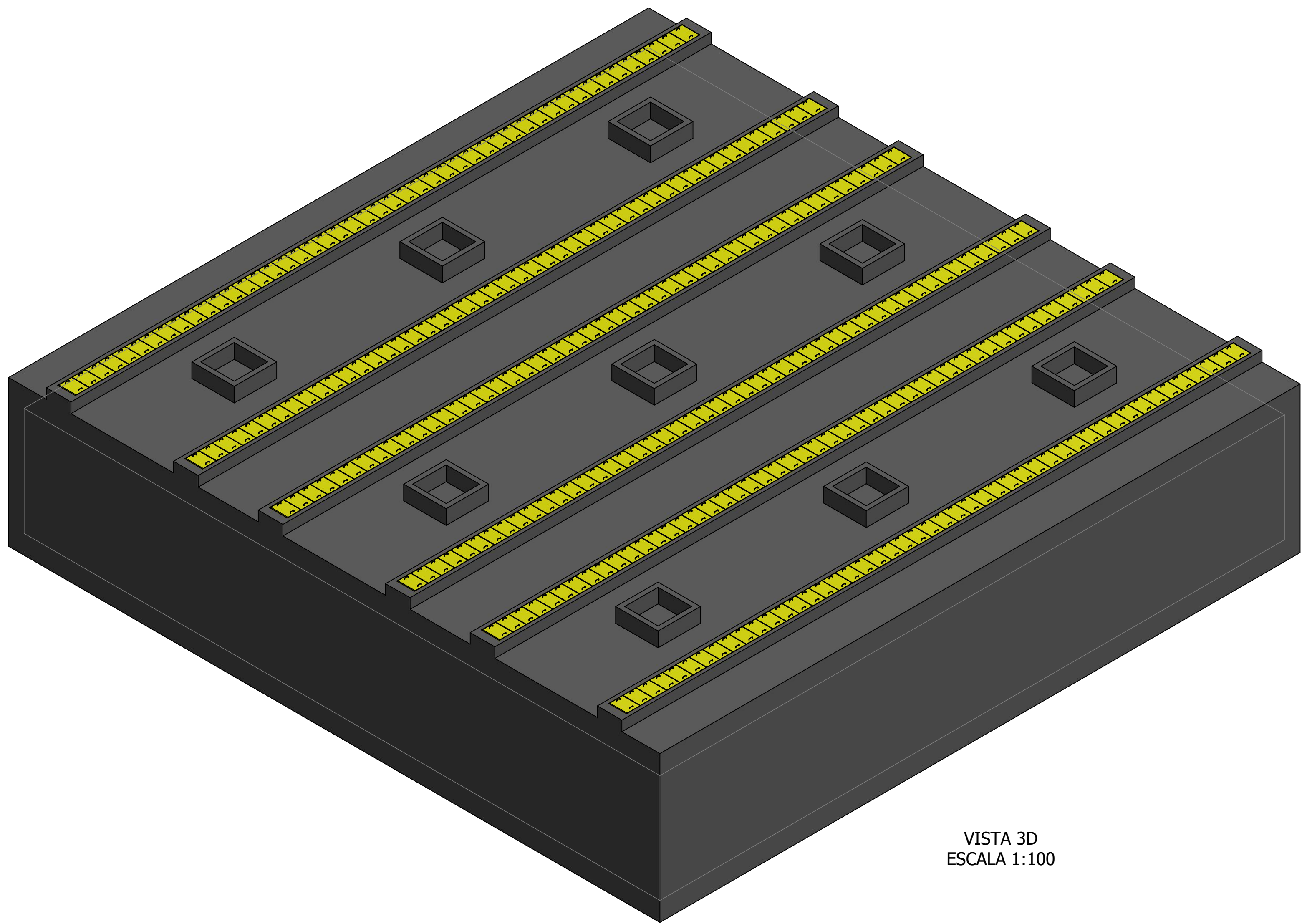
Tel: (51) 3619-0103



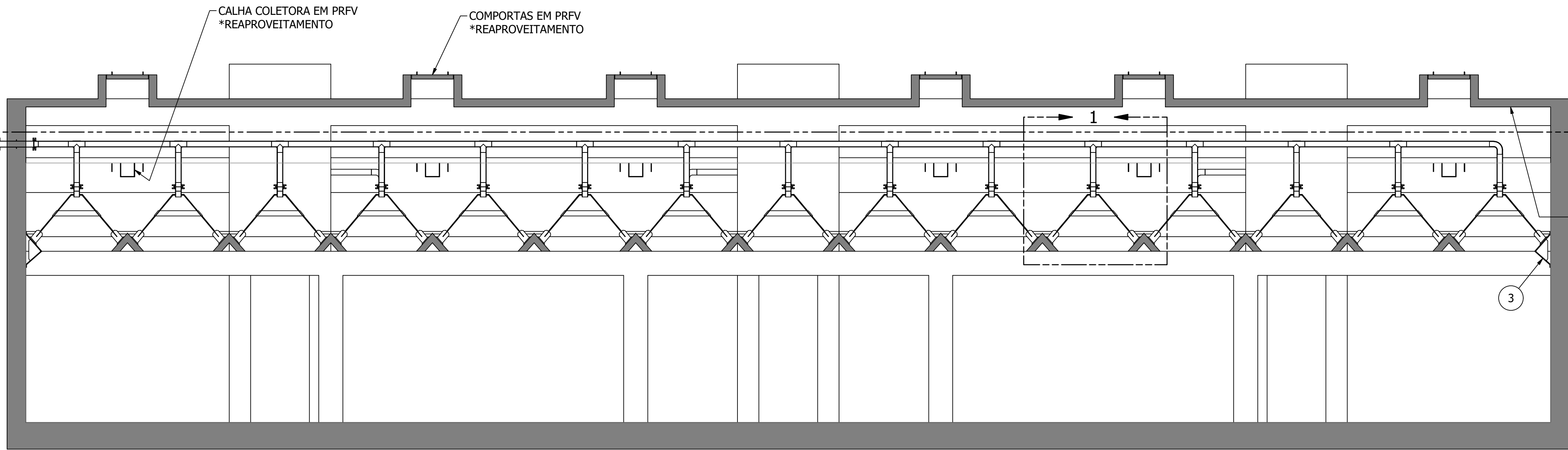
VISTA EM PLANTA
ESCALA: 1:100



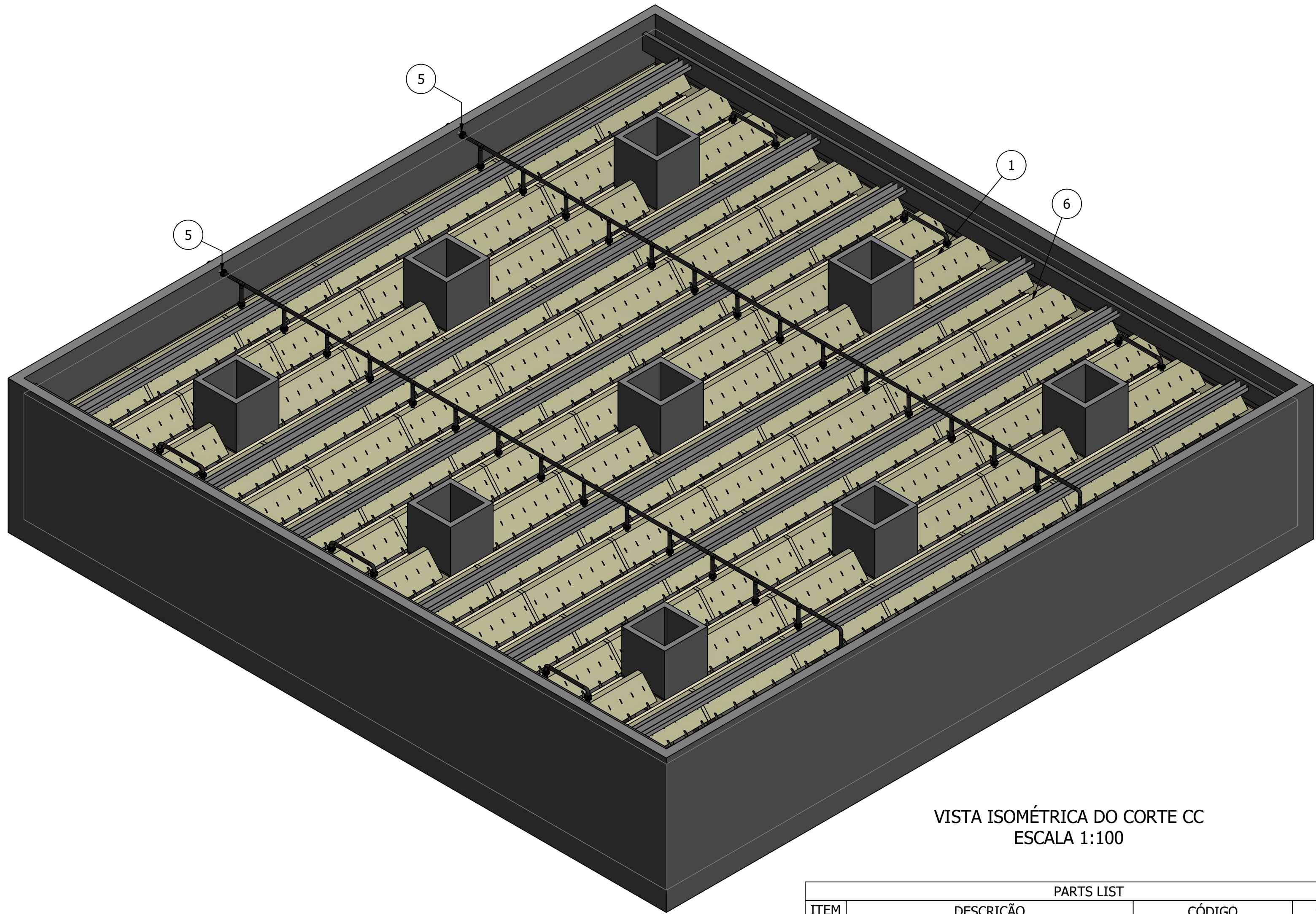
SEÇÃO C-C
ESCALA 1:100



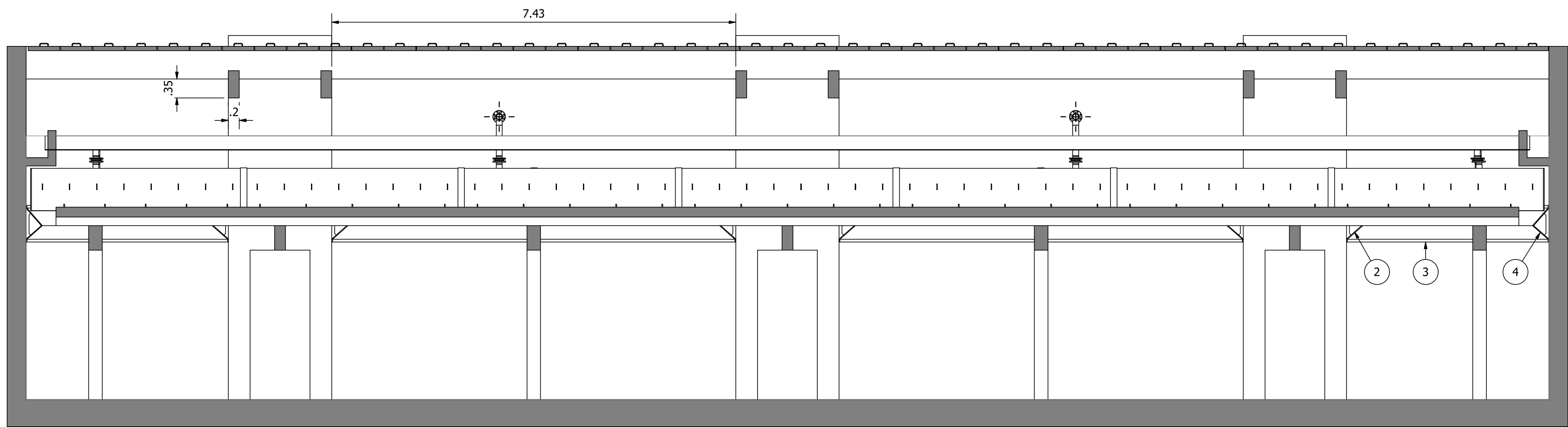
VISTA 3D
ESCALA 1:100



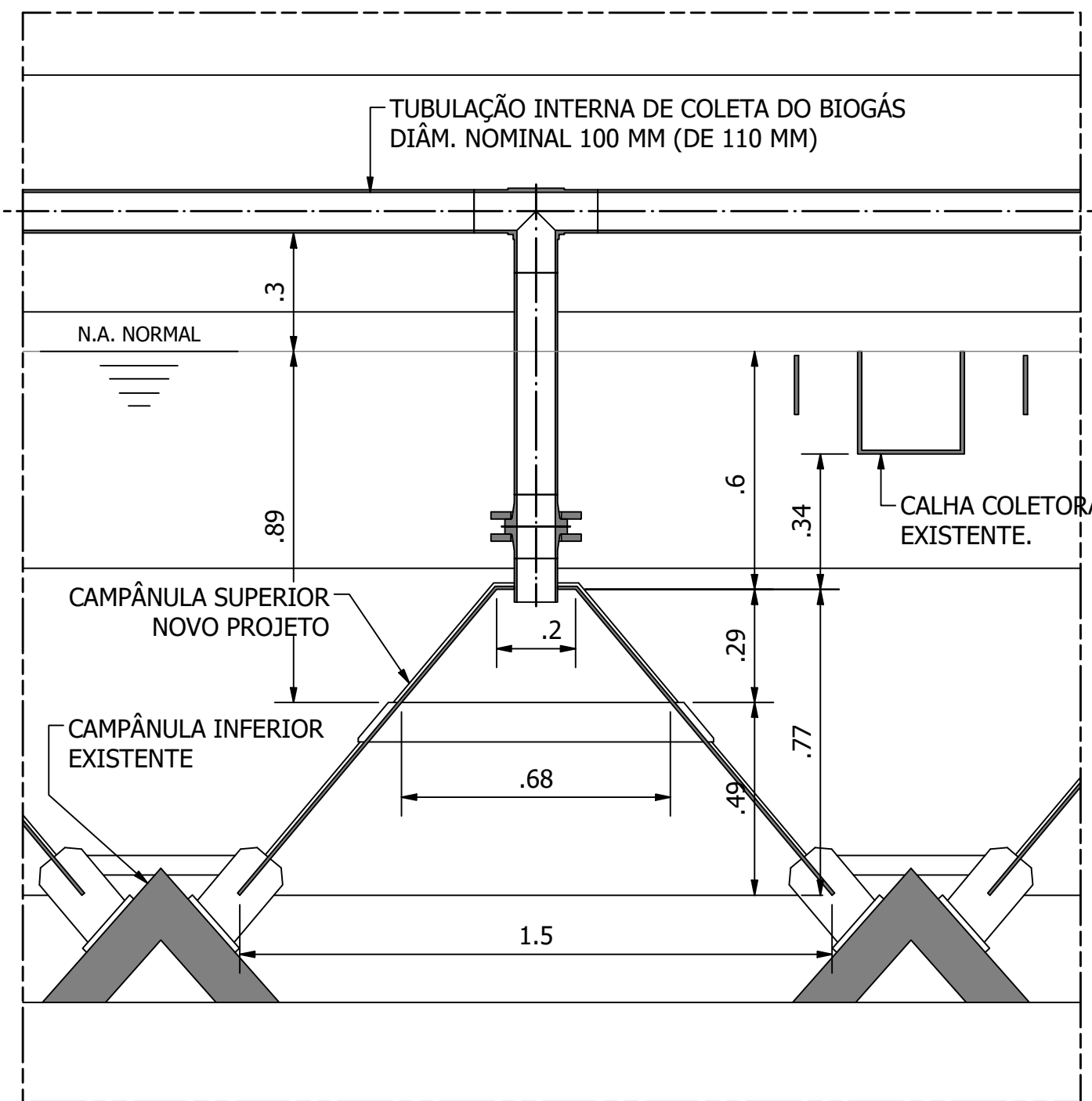
SEÇÃO A-A
ESCALA 1:50



VISTA ISOMÉTRICA DO CORTE CC
ESCALA 1:100



SEÇÃO B-B
ESCALA 1:50




DETALHE 1
ESCALA 1:15

OBSERVAÇÕES:
1) DIMENSÕES EM METROS, EXCETO ONDE INDICADA A UNIDADE.

PARTS LIST			
ITEM	DESCRIÇÃO	CÓDIGO	QTDE
1	CAMPÂNULA 3500 MM COM BOCAL FLANGEADO E EXTR. FECHADA	SUB.MTG.03	6
2	DEFELETOR FIXADO NA PAREDE COMPR. 1900 MM	SUB.MTG.10	18
3	DEFELETOR FIXADO NA PAREDE COMPR. 27970 MM	SUB.MTG.09	2
4	DEFELETOR FIXADO NA PAREDE COMPR. 28470 MM	SUB.MTG.08	2
5	INSERTE AI COMP. 650 MM DN 4 POL - CARRETEL		2
6	MTG.04 - SEP.TRIF		9
7	MTG.05 - SEP.TRIF		6
8	MTG.06 - SEP.TRIF		3
9	TUBULAÇÃO INTERNA - COLETORA		2
10	TUBULAÇÃO INTERNA TELEFONE		6

QUADRO DE REVISÕES			
REV	DESCRIÇÃO	DATA	ELABORAÇÃO APROVAÇÃO
0	EMIÇÃO INICIAL	23/11/2023	E.MATSUO




SAMAE
SERVIÇO AUTÔNOMO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO - SAMAE

DIAGNÓSTICO E PROJETOS DE BIOGÁS DAS ETE'S
PROJETO BÁSICO - ETE TEGA

Descrição: REATOR UASB - TEGA REPROJETADO

Identificação da Área: ETE TEGA

TAG de tubulação ou equipamento: UNIDADE: Projeto: 

Código: DE.SAMAE.6.2.04.R0 Escala: 1:100 Data: 23/11/2023

Responsável Técnico: Engº Elias T. Matsuo CREA: 5061891463 Revisão: R0

Cliente: SERVIÇO AUTÔNOMO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO - SAMAE

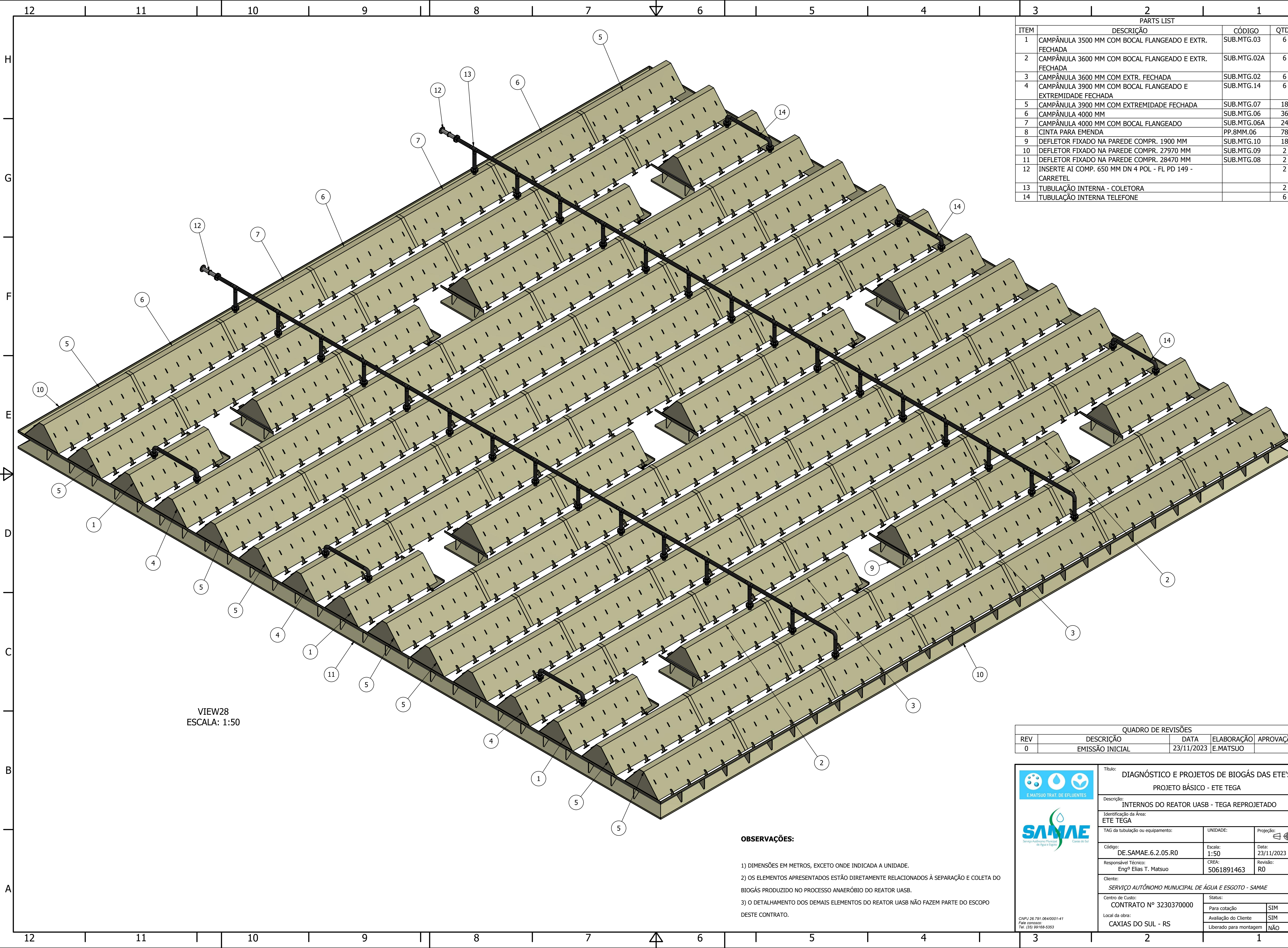
Centro de Custo: CONTRATO Nº 3230370000 Salvo: SIM

Local da obra: CAXIAS DO SUL - RS Para cotação: SIM

Para aprovação do Cliente: SIM

Liberado para montagem: NÃO

CPV 01 26 191 0040001-11
FAX 051 3399-0103
TEL 051 3399-0103




PARTS LIST			
ITEM	DESCRIÇÃO	CÓDIGO	QTDE
1	CAMPÂNULA 3500 MM COM BOCAL FLANGEADO E EXTR. FECHADA	SUB.MTG.03	6
2	CAMPÂNULA 3600 MM COM BOCAL FLANGEADO E EXTR. FECHADA	SUB.MTG.02A	6
3	CAMPÂNULA 3600 MM COM EXTR. FECHADA	SUB.MTG.02	6
4	CAMPÂNULA 3900 MM COM BOCAL FLANGEADO E EXTREMIDADE FECHADA	SUB.MTG.14	6
5	CAMPÂNULA 3900 MM COM EXTREMIDADE FECHADA	SUB.MTG.07	18
6	CAMPÂNULA 4000 MM	SUB.MTG.06	36
7	CAMPÂNULA 4000 MM COM BOCAL FLANGEADO	SUB.MTG.06A	24
8	CINTA PARA EMENDA	PP.8MM.06	78
9	DEFLETOR FIXADO NA PAREDE COMPR. 1900 MM	SUB.MTG.10	18
10	DEFLETOR FIXADO NA PAREDE COMPR. 27970 MM	SUB.MTG.09	2
11	DEFLETOR FIXADO NA PAREDE COMPR. 28470 MM	SUB.MTG.08	2
12	INSERTE AI COMP. 650 MM DN 4 POL - FL PD 149 - CARRETEL		2
13	TUBULAÇÃO INTERNA - COLETORA		2
14	TUBULAÇÃO INTERNA TELEFONE		6

VIEW28
ESCALA: 1:50

OBSERVAÇÕES:


- 1) DIMENSÕES EM METROS, EXCETO ONDE INDICADA A UNIDADE.
- 2) OS ELEMENTOS APRESENTADOS ESTÃO DIRETAMENTE RELACIONADOS À SEPARAÇÃO E COLETA DO BIOGÁS PRODUZIDO NO PROCESSO ANAERÓBIO DO REATOR UASB.
- 3) O DETALHAMENTO DOS DEMAIS ELEMENTOS DO REATOR UASB NÃO FAZEM PARTE DO ESCOPO DESTE CONTRATO.



Título: **DIAGNÓSTICO E PROJETOS DE BIOGÁS DAS ETE'S**
PROJETO BÁSICO - ETE TEGA

Descrição: **INTERNS DO REATOR UASB - TEGA REPROJETADO**

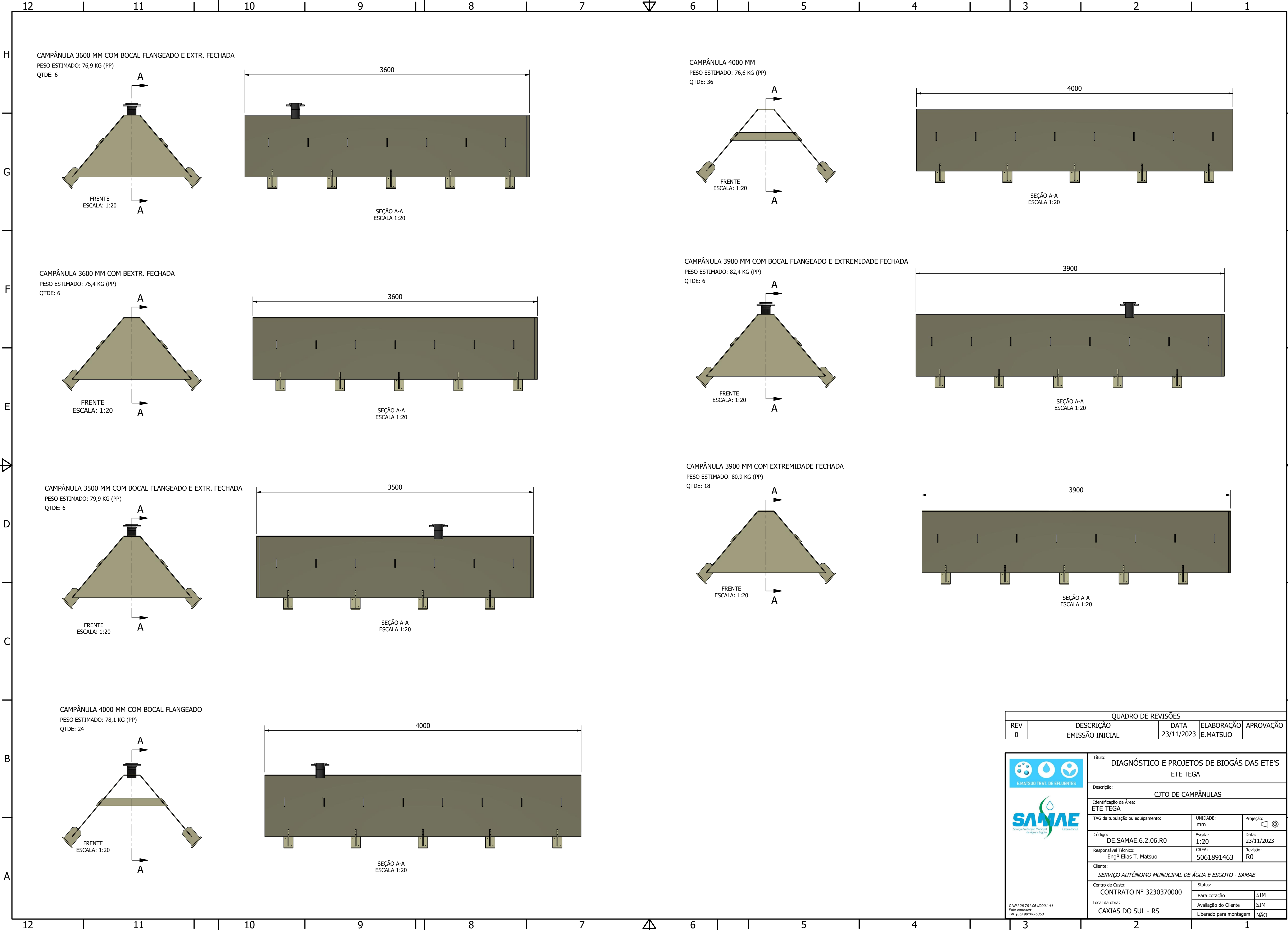
Identificação da Área:
ETE TEGA

TAG da tubulação ou equipamento:	UNIDADE:	Projeção: 
Código: DE-SAMAE.6.2.05.R0	Escala: 1:50	Data: 23/11/2023
Responsável Técnico: Engº Elias T. Matsuo	CREA: 5061891463	Revisão: R0




Cliente:
SERVIÇO AUTÔNOMO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO - SAMAE

Centro de Custo: CONTRATO Nº 3230370000	Status:
Local da obra: CAXIAS DO SUL - RS	Para cotação SIM
	Avaliação do Cliente SIM
	Liberado para montagem NÃO

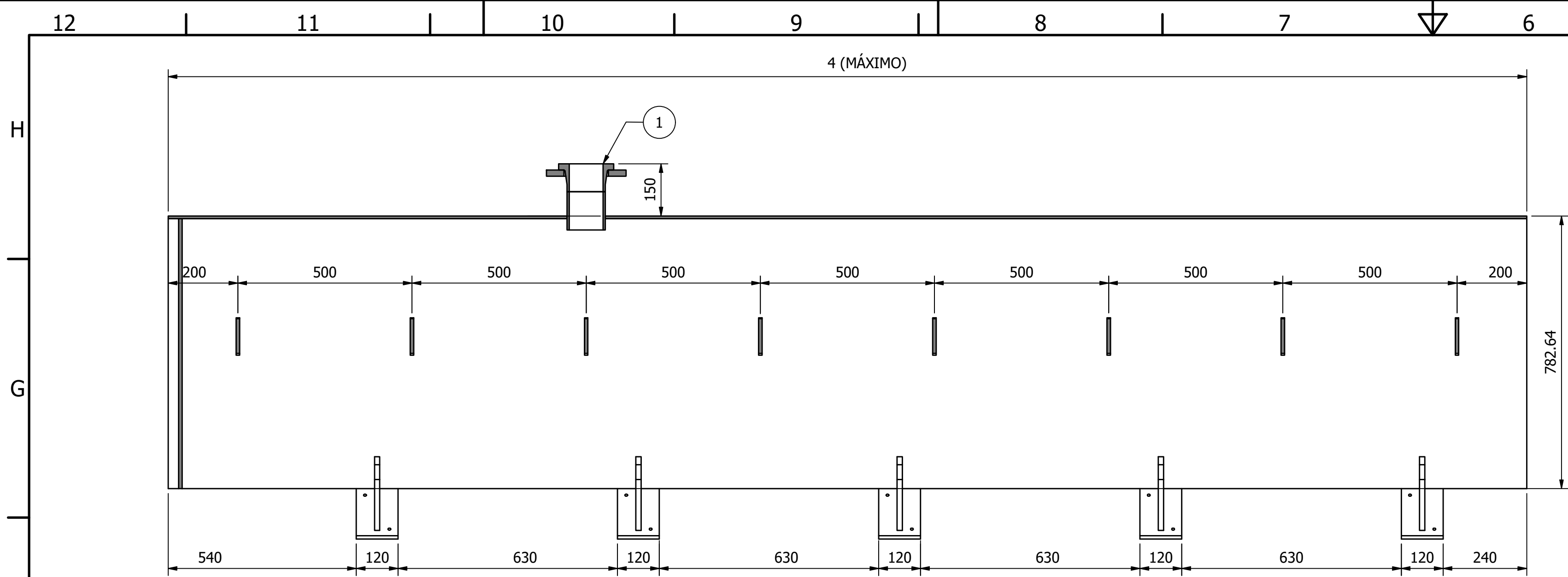
CNPJ 26.791.064/0001-41
Fale conosco:
Tel. (51) 99168-5353



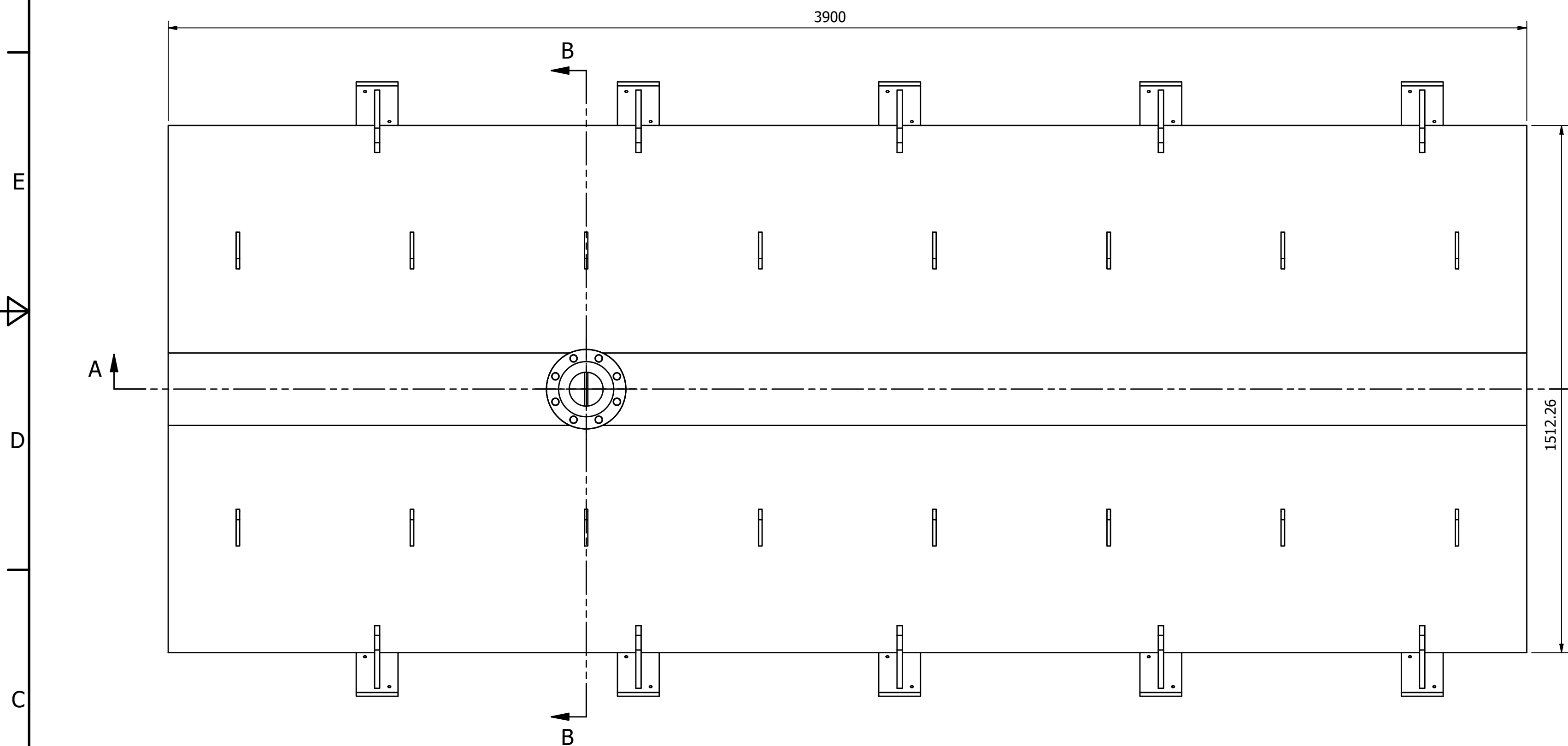
QUADRO DE REVISÕES				
REV	DESCRIÇÃO	DATA	ELABORAÇÃO	APROVAÇÃO
0	EMISSÃO INICIAL	23/11/2023	E.MATSUO	

		Título: DIAGNÓSTICO E PROJETOS DE BIOGÁS DAS ETE'S ETE TEGA					
					Descrição: CITO DE CAMPÂNULAS		
					Identificação da Área: ETE TEGA		
TAG da tubulação ou equipamento:		UNIDADE: mm	Projeção: 				
Código:	DE.SAMAE.6.2.06.R0	Escala: 1:20	Data: 23/11/2023				
Responsável Técnico:	Engº Elias T. Matsuo	CREA: 5061891463	Revisão: R0				
Cliente: SERVIÇO AUTÔNOMO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO - SAMAE							
Centro de Custo:		Status:					
CONTRATO Nº 3230370000		Para cotação	SIM				
Local da obra: CAXIAS DO SUL - RS		Avaliação do Cliente	SIM				
		Liberado para montagem	NÃO				

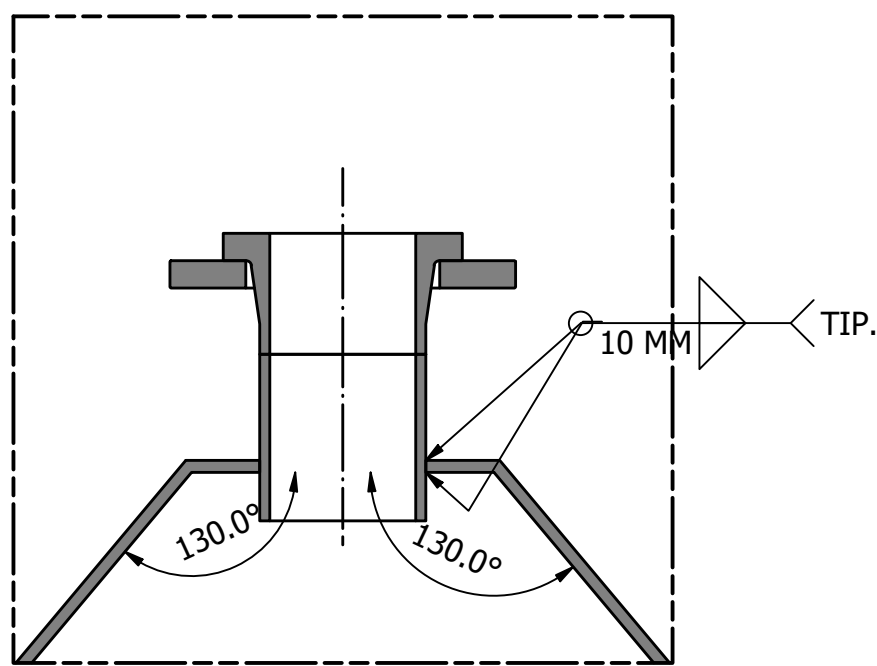
CNPJ 26.791.064/0001-41
Fale conosco:
Tel. (35) 99168-5353



SEÇÃO A-A
ESCALA 1:10



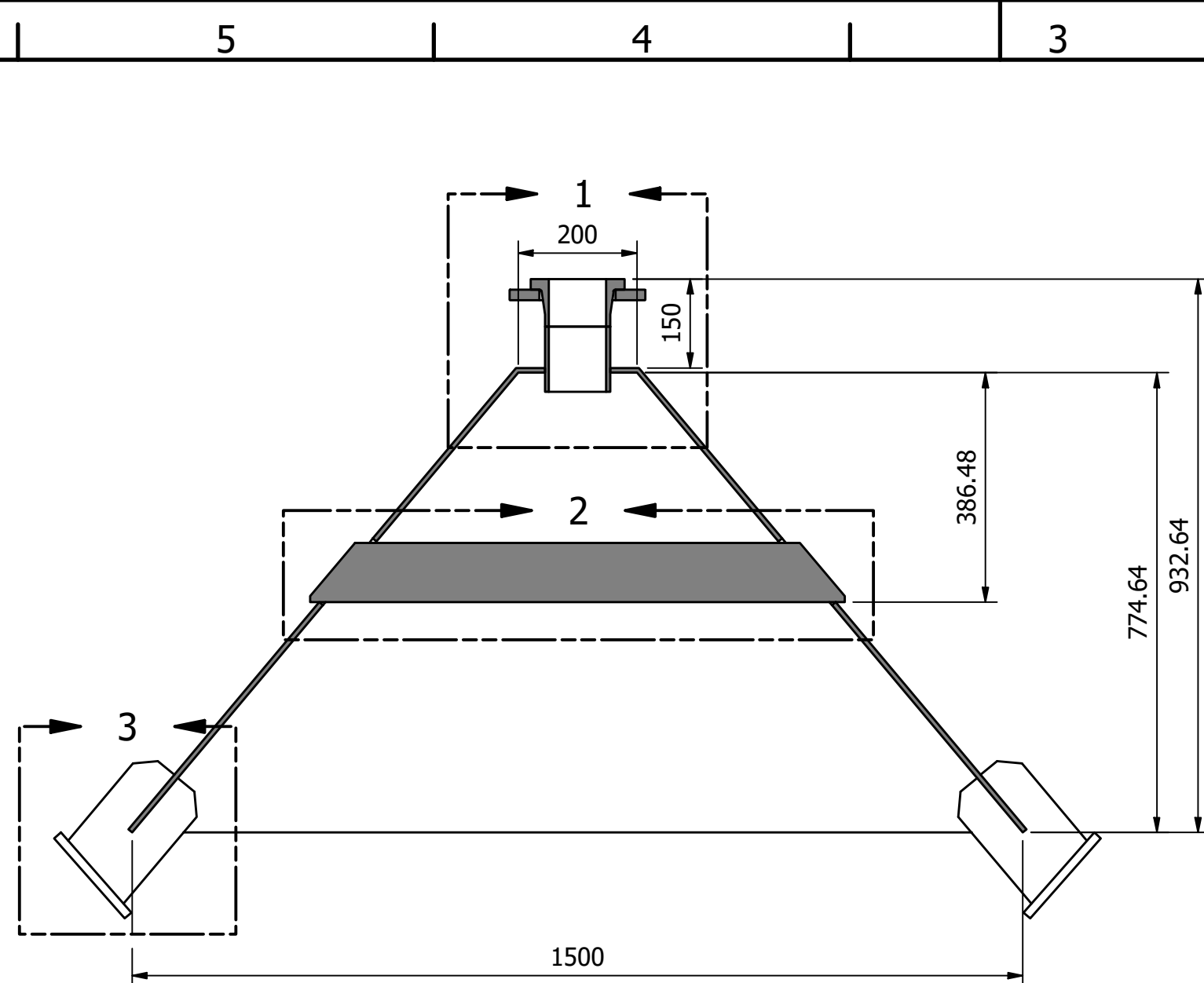
TOPO
ESCALA: 1:10



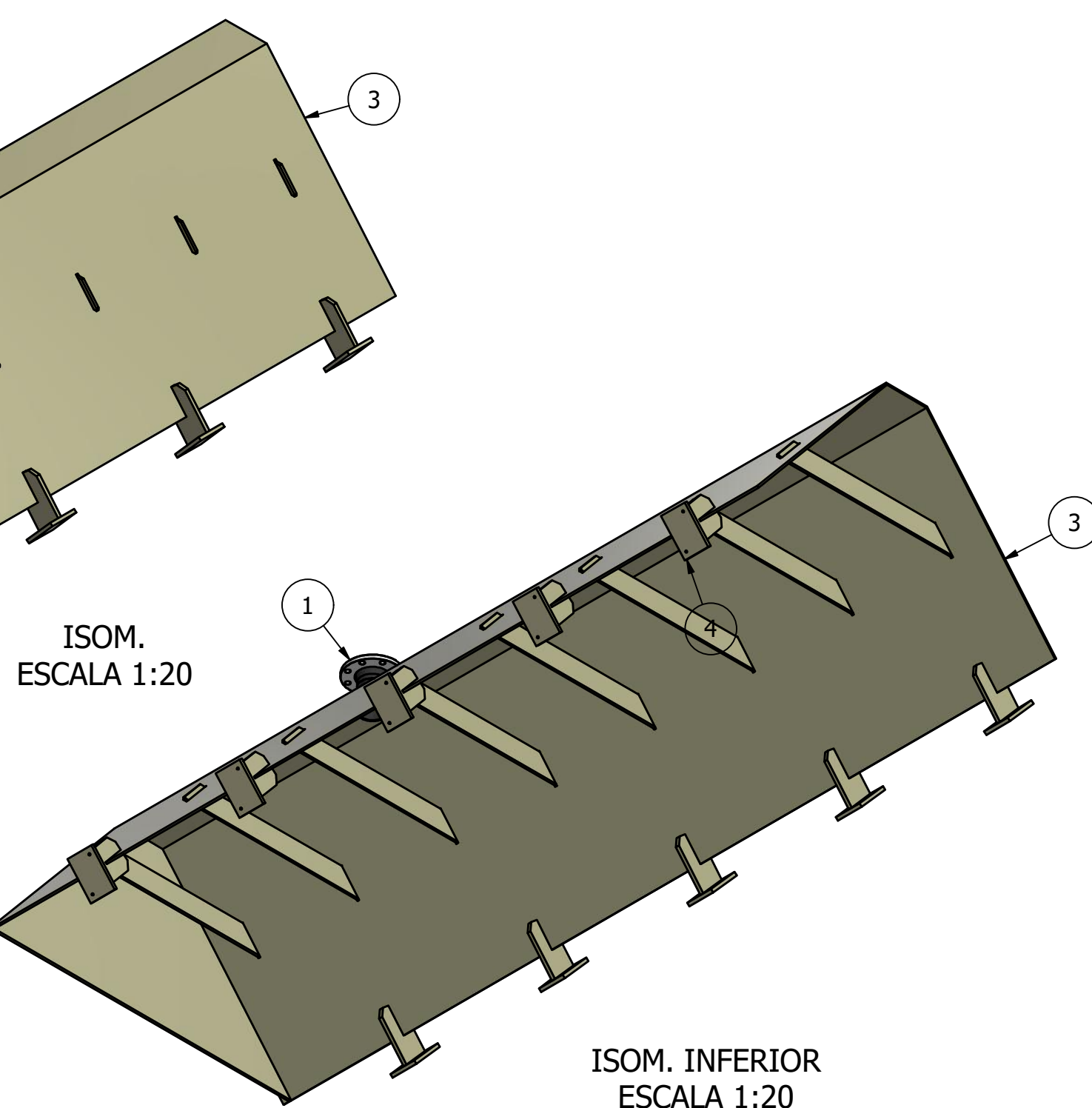
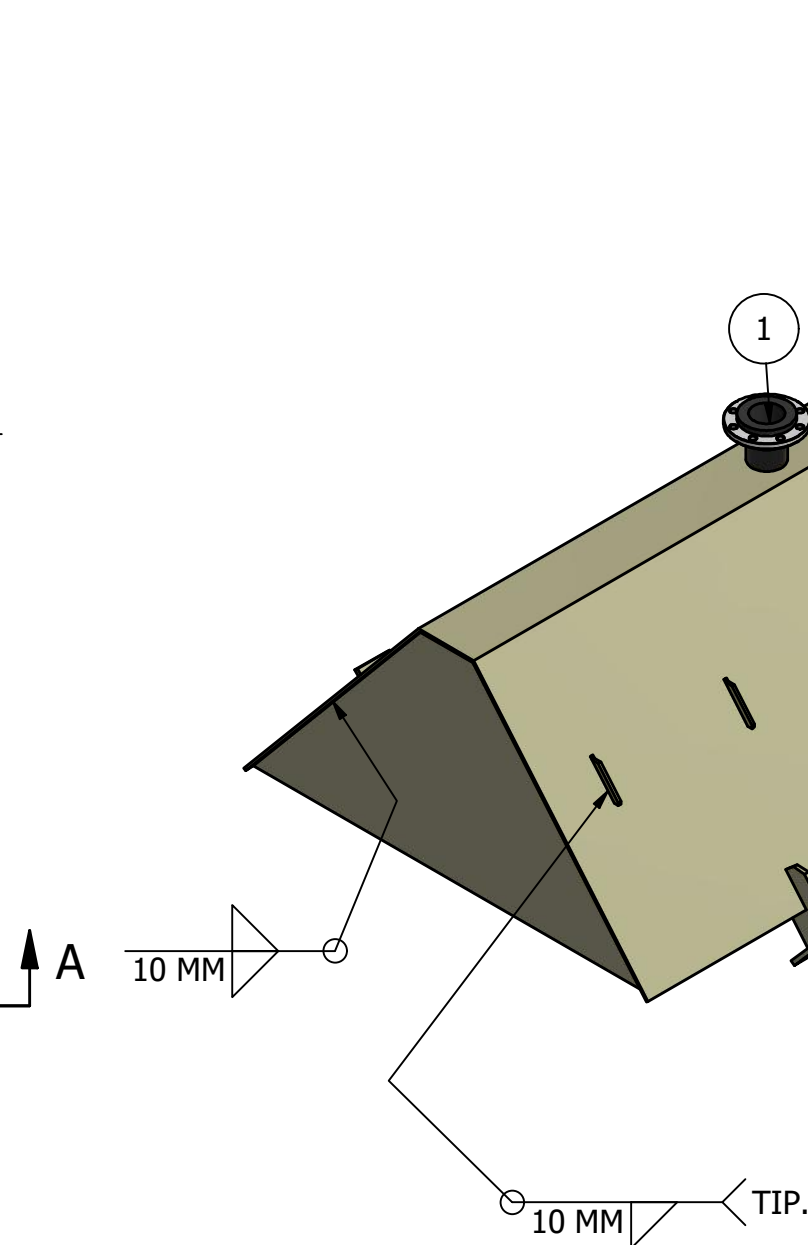
DETALHE 1
ESCALA 1 / 5



DETALHE 2
ESCALA 1 / 5



SEÇÃO B-B
ESCALA 1:10

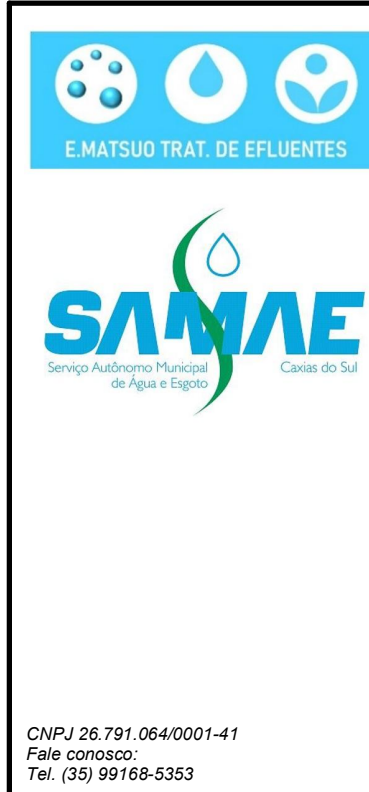



OBSERVAÇÕES:

- 1) DIMENSÕES EM MILÍMETROS, EXCETO ONDE INDICADA A UNIDADE.
- 2) UTILIZAR CHUMBADORES QUÍMICOS DIAM. 8 MM EM AISI 304 PARA FIXAÇÃO DOS SUPORTES NAS CAMPÂNULAS DE CONCRETO.
- 3) DETALHE 1: EXECUTAR SOLDAS POR EXTRUSÃO EM GALPÃO INDUSTRIAL.
- 4) DETALHE 2: EXECUTAR SOLDAS POR EXTRUSÃO EM GALPÃO INDUSTRIAL.
- 5) DETALHE 3: EXECUTAR SOLDA POR EXTRUSÃO EM CAMPO, APÓS NIVELAMENTO DAS CAMPÂNULAS.
- 6) EXECUTAR TESTE DE ESTANQUEIDADE INDIVIDUALMENTE.

PARTS LIST			
ITEM	DESCRIÇÃO	CÓDIGO	QTDE
1	BOCAL FLANGEADO DN 4 POL		1
2	CHAPA DE FECHAMENTO DO FUNDO	PP.10MM.02	1
3	CORTINAS DA CAMPÂNULA	PP.8MM.05 FURO 160 MM	1
4	SUPORTE DA CAMPÂNULA	SUB.MTG.05	10
5	TIRANTE ESP. 10 MM	PP.01.10MM	8

QUADRO DE REVISÕES				
REV	DESCRIÇÃO	DATA	ELABORAÇÃO	APROVAÇÃO
0	EMISSION INICIAL	23/11/2023	E.MATSUO	

	Título: DIAGNÓSTICO E PROJETOS DE BIOGÁS DAS ETE'S PROJETO BÁSICO - ETE TEGA		
	Descrição: PROJETO PADRÃO DA CAMPÂNULA		
	Identificação da Área: ETE TEGA		
	TAG da tubulação ou equipamento:	UNIDADE: mm	Projeção: 
	Código: DE.SAMAE.6.2.07.R0	Escala: 1:10	Data: 23/11/2023
	Responsável Técnico: Engº Elias T. Matsuo	CREA: 5061891463	Revisão: R0
	Cliente: SERVIÇO AUTÔNOMO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO - SAMAE		
	Centro de Custo: CONTRATO Nº 3230370000	Status: Para cotação	SIM
	Local da obra: CAXIAS DO SUL - RS	Avaliação do Cliente	SIM
		Liberado para montagem	NÃO

CNPJ 26.791.064/0001-41
Fale conosco:
Tel. (51) 99168-5353

A

A



A

A

A

A



A



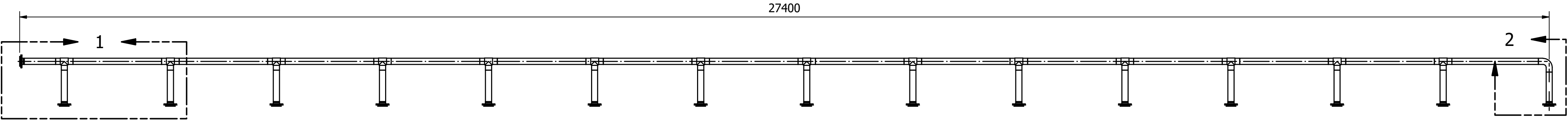
A

- A

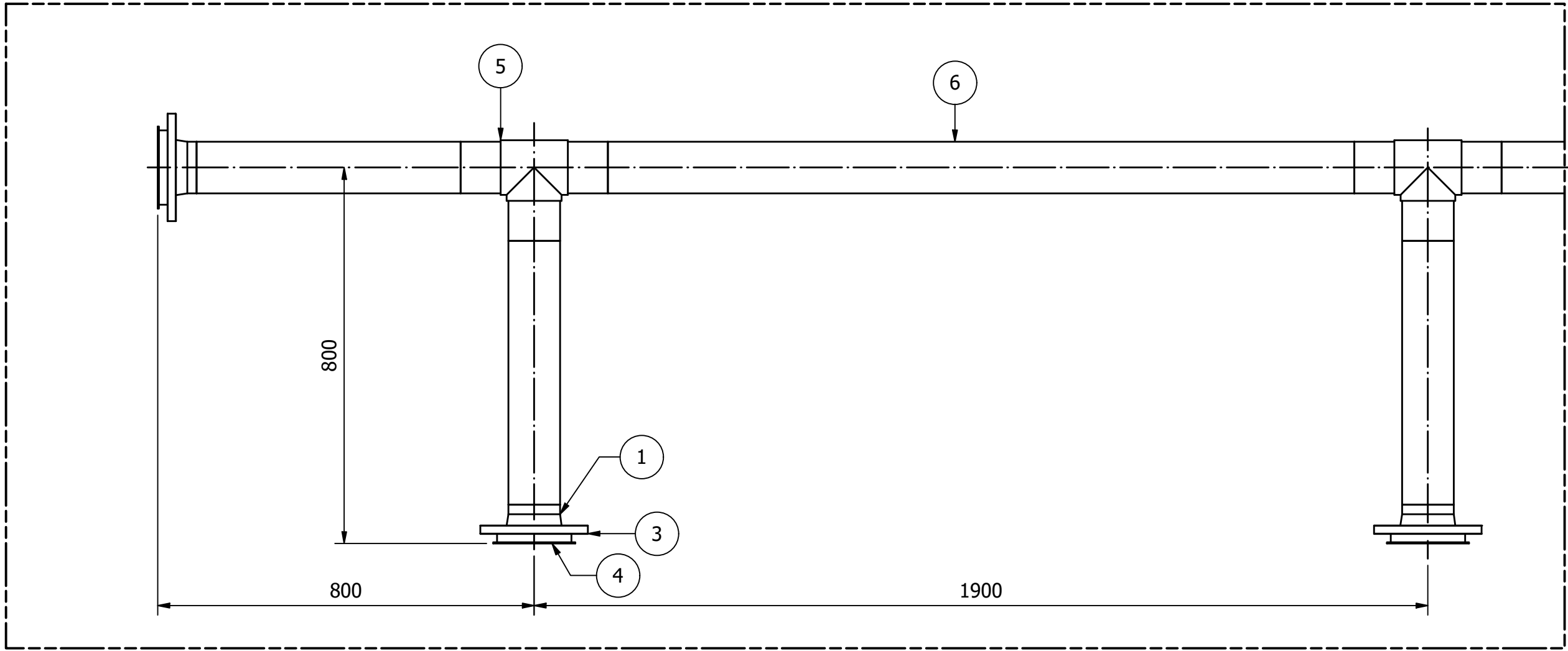
A

TUBULAÇÃO INTERNA - COLETORA

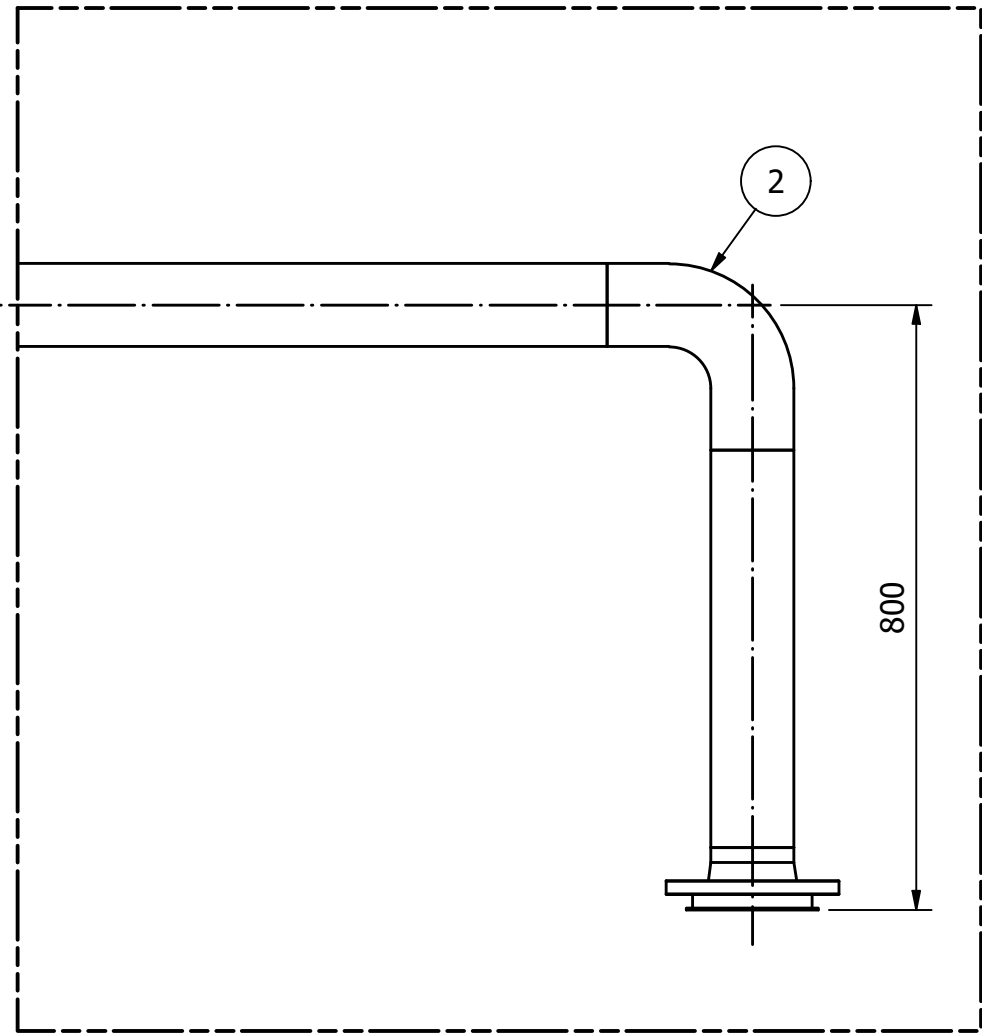
PESO ESTIMADO: 100 KG (PEAD)
QTDE: 2 POR REATOR



GERAL
ESCALA: 1:50



DETALHE 1
ESCALA 1:10

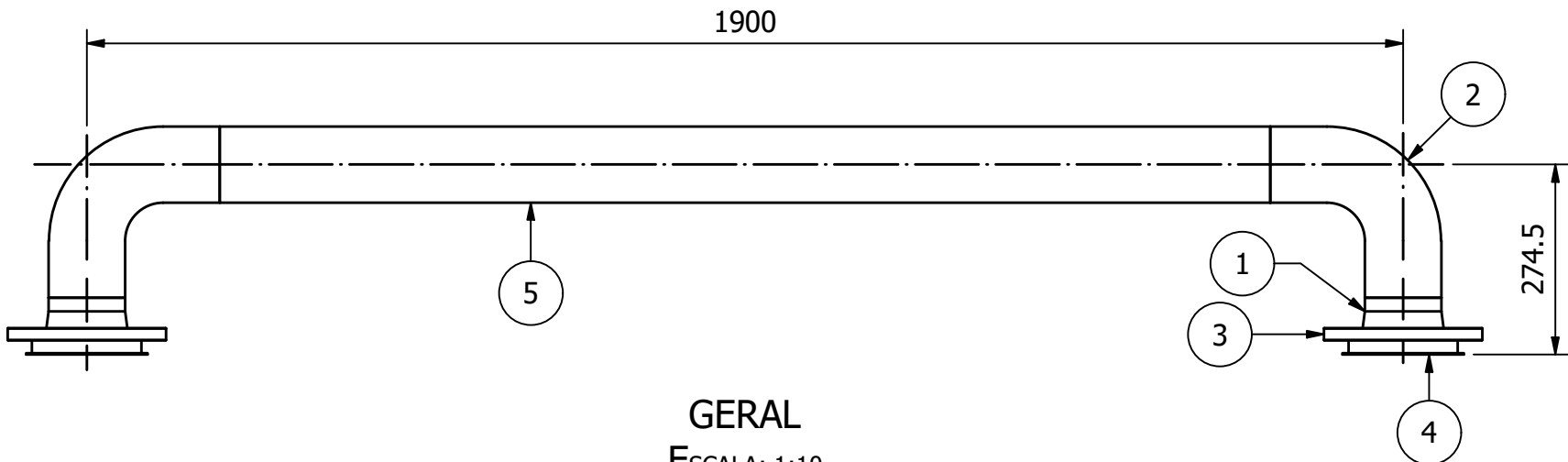


DETALHE 2
ESCALA 1:10

LISTA DO COLETOR (1 UNIDADE)			
ITEM	DESCRIÇÃO	CÓDIGO	QTDE
1	COLARINHO PEAD DIN 16963 SDR 17 DE 110 MM		16
2	CURVA 90 GR PEAD PE100 INJ. SDR 11 DE 110 MM - SPIGOT LONGO		1
3	FLANGE PP INS. MET. ANSI MOP 16 BAR DE 110 MM		16
4	JUNTA NAO METALICA PARA FLANGE ASME B16.21 DN 4 ESP. 2,5 MM		16
5	TEE PEAD PE100 110 MM SDR 17 SPIGOT LONGO		14
6	TUBO PEAD PE100 ISO 4427 SDR 17 PN 10 DE 110 MM		31130,000 mm

TUBULAÇÃO INTERNA - TELEFONE

PESO ESTIMADO: 7 KG (PEAD)
QTDE: 6 POR REATOR






GERAL
ESCALA: 1:10

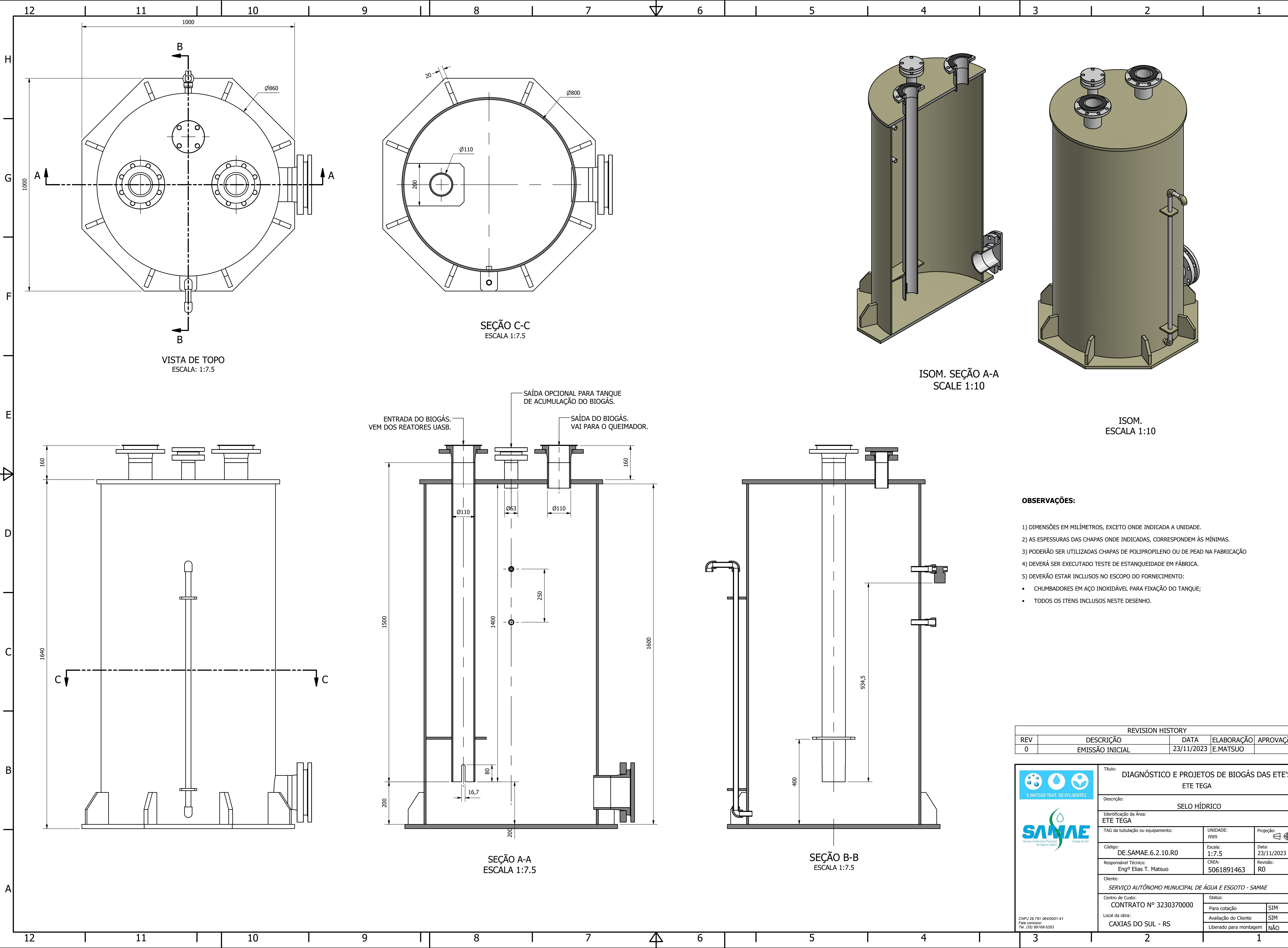
LISTA DO TELEFONE (1 UNIDADE)			
ITEM	DESCRIÇÃO	CÓDIGO	QTDE
1	COLARINHO PEAD DIN 16963 SDR 17 DE 110 MM		2
2	CURVA 90 GR PEAD PE100 INJ. SDR 17 DE 110 MM - SPIGOT LONGO		2
3	FLANGE PP INS. MET. ANSI MOP 16 BAR DE 110 MM		2
4	JUNTA NAO METALICA PARA FLANGE ASME B16.21 DN 4 ESP. 2,5 MM		2
5	TUBO PEAD PE100 ISO 4427 SDR 17 PN 10 DE 110 MM		1516,000 mm

OBSERVAÇÕES:

- DIMENSÕES EM MILÍMETROS, EXCETO ONDE INDICADA A UNIDADE.
- CONEXÕES PARAFUSADAS PARA FLANGES EM AÇO INOXIDÁVEL AISIS 304 OU SUPERIOR.
- OS COMPRIMENTOS DOS TRECHOS DEVERÃO SER AJUSTADOS EM CAMPO.
- PODERÃO SER UTILIZADAS SOMENTE EMENDAS COM PLACAS AQUECIDAS OU ELETROFUSÃO.

QUADRO DE REVISÕES				
REV	DESCRIÇÃO	DATA	ELABORAÇÃO	APROVAÇÃO
0	EMIÇÃO INICIAL	23/11/2023	E.MATSUO	

<div>  <small>CNPJ 26.791.064/0001-41 Fale conosco: Tel. (51) 99168-5353</small></div>	Título: DIAGNÓSTICO E PROJETOS DE BIOGÁS DAS ETE'S PROJETO BÁSICO - ETE TEGA					
	Descrição: TUBULAÇÃO INTERNA PARA COLETA DO BIOGÁS					
	Identificação da Área: ETE TEGA					
	TAG da tubulação ou equipamento:	UNIDADE: mm	Projeção: 			
	Código: DE-SAMAE.6.2.09.R0	Escala: 1:50	Data: 23/11/2023			
	Responsável Técnico: Engº Elias T. Matsuo	CREA: 5061891463	Revisão: R0			
	Cliente: SERVIÇO AUTÔNOMO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO - SAMAE					
	Centro de Custo: CONTRATO Nº 3230370000	Status:				
	Local da obra: CAXIAS DO SUL - RS	Para cotação	SIM			
		Avaliação do Cliente	SIM			
		Liberado para montagem	NÃO			



VISTA DE TOPO
ESCALA: 1:7.5

SEÇÃO C-C
ESCALA 1:7.5



ISOM. SEÇÃO A-A
SCALE 1:10

ISOM.
ESCALA 1:10

OBSERVAÇÕES:

- 1) DIMENSÕES EM MILÍMETROS, EXCETO ONDE INDICADA A UNIDADE.
- 2) AS ESPESSURAS DAS CHAPAS ONDE INDICADAS, CORRESPONDEM ÀS MÍNIMAS.
- 3) PODERÃO SER UTILIZADAS CHAPAS DE POLIPROPILENO OU DE PEAD NA FABRICAÇÃO
- 4) DEVERÁ SER EXECUTADO TESTE DE ESTANQUEIDADE EM FÁBRICA.
- 5) DEVERÃO ESTAR INCLUSOS NO ESCOPO DO FORNECIMENTO:
 - CHUMBADORES EM AÇO INOXIDÁVEL PARA FIXAÇÃO DO TANQUE;
 - TODOS OS ITENS INCLUSOS NESTE DESENHO.

REVISION HISTORY				
REV	DESCRIÇÃO	DATA	ELABORAÇÃO	APROVAÇÃO
0	EMISSIONAL INICIAL	23/11/2023	E.MATSUO	

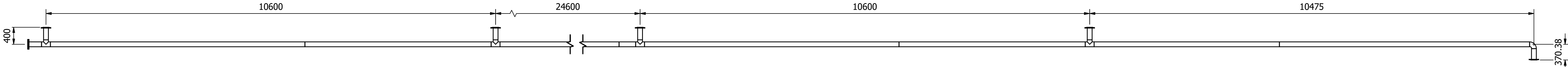
		Título: DIAGNÓSTICO E PROJETOS DE BIOGÁS DAS ETE'S ETE TEGA		
		Descrição: SELO HÍDRICO		
Identificação da Área: ETE TEGA		UNIDADE: mm	Projeção: 	
TAG da tubulação ou equipamento:		Escala: 1:7.5	Data: 23/11/2023	
Código: DE.SAMAE.6.2.10.R0		CREA: 5061891463	Revisão: R0	
Responsável Técnico: Engº Elias T. Matsuo		Cliente: SERVIÇO AUTÔNOMO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO - SAMAE		
Centro de Custo: CONTRATO Nº 3230370000		Status: Para cotação	SIM	
Local da obra: CAXIAS DO SUL - RS		Avaliação do Cliente	SIM	
		Liberado para montagem	NÃO	

CNPJ 26.791.064/0001-41
Fale conosco:
Tel. (51) 99168-5353

TUBULAÇÃO EXTERNA 02

QTDE: 1

PARTS LIST			
ITEM	DESCRIÇÃO	CÓDIGO	QTDE
1	CURVA AI RC 90 GR ASME B16.9 4 POL SCH 5S		1
2	FLANGE CEGO PD 151 DN 4 POL		1
3	FLANGE PD 151 DN 4 POL		6
4	JUNTA NAO METALICA PARA FLANGE ASME B16.21 DN 4 ESP. 2,5 MM		1
5	PESTANA ESTAMPADA CURTA AI DN 4 POL		6
6	TEE ASME B16.9 DN 4 POL SCH 5S		4
7	TUBO AI ASME B36.19 DN 4 POL SCH 5S		57108,920 mm

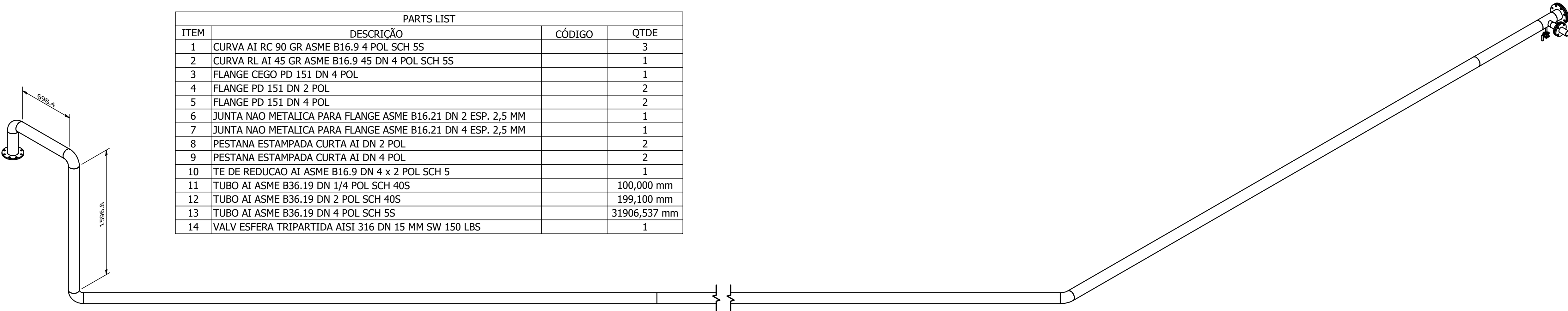


VISTA EM PERFIL
ESCALA: 1:50

TUBULAÇÃO EXTERNA 04

QTDE: 1

PARTS LIST			
ITEM	DESCRIÇÃO	CÓDIGO	QTDE
1	CURVA AI RC 90 GR ASME B16.9 4 POL SCH 5S		3
2	CURVA RL AI 45 GR ASME B16.9 45 DN 4 POL SCH 5S		1
3	FLANGE CEGO PD 151 DN 4 POL		1
4	FLANGE PD 151 DN 2 POL		2
5	FLANGE PD 151 DN 4 POL		2
6	JUNTA NAO METALICA PARA FLANGE ASME B16.21 DN 2 ESP. 2,5 MM		1
7	JUNTA NAO METALICA PARA FLANGE ASME B16.21 DN 4 ESP. 2,5 MM		1
8	PESTANA ESTAMPADA CURTA AI DN 2 POL		2
9	PESTANA ESTAMPADA CURTA AI DN 4 POL		2
10	TE DE REDUCAO AI ASME B16.9 DN 4 x 2 POL SCH 5		1
11	TUBO AI ASME B36.19 DN 1/4 POL SCH 40S		100,000 mm
12	TUBO AI ASME B36.19 DN 2 POL SCH 40S		199,100 mm
13	TUBO AI ASME B36.19 DN 4 POL SCH 5S		31906,537 mm
14	VALV ESFERA TRIPARTIDA AISI 316 DN 15 MM SW 150 LBS		1

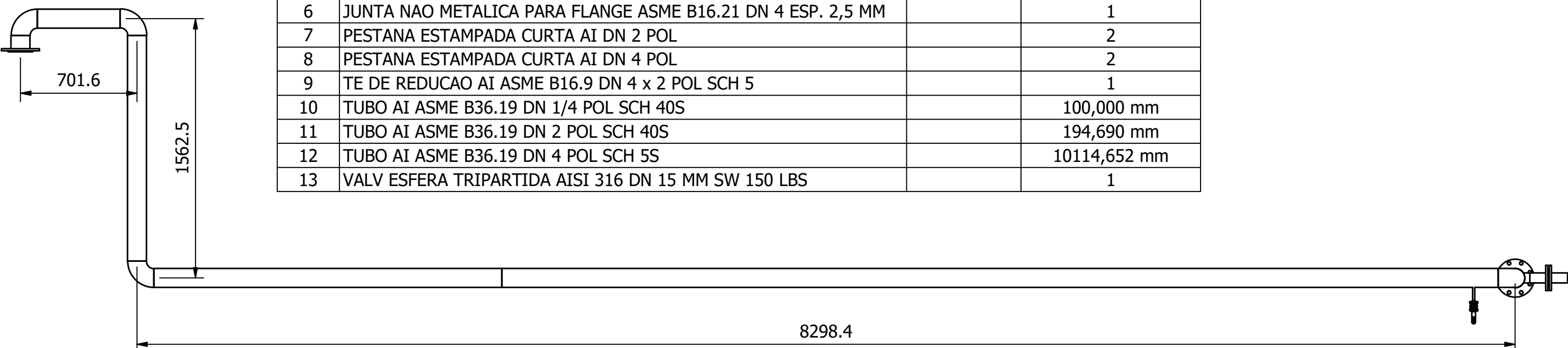


ISOM.
ESCALA: 1:25

TUBULAÇÃO EXTERNA 03

QTDE: 1

PARTS LIST			
ITEM	DESCRIÇÃO	CÓDIGO	QTDE
1	CURVA AI RC 90 GR ASME B16.9 4 POL SCH 5S		4
2	FLANGE CEGO PD 151 DN 4 POL		2
3	FLANGE PD 151 DN 2 POL		2
4	FLANGE PD 151 DN 4 POL		2
5	JUNTA NAO METALICA PARA FLANGE ASME B16.21 DN 2 ESP. 2,5 MM		1
6	JUNTA NAO METALICA PARA FLANGE ASME B16.21 DN 4 ESP. 2,5 MM		1
7	PESTANA ESTAMPADA CURTA AI DN 2 POL		2
8	PESTANA ESTAMPADA CURTA AI DN 4 POL		2
9	TE DE REDUCAO AI ASME B16.9 DN 4 x 2 POL SCH 5		1
10	TUBO AI ASME B36.19 DN 1/4 POL SCH 40S		100,000 mm
11	TUBO AI ASME B36.19 DN 2 POL SCH 40S		194,690 mm
12	TUBO AI ASME B36.19 DN 4 POL SCH 5S		10114,652 mm
13	VALV ESFERA TRIPARTIDA AISI 316 DN 15 MM SW 150 LBS		1



VISTA EM PERFIL
ESCALA: 1:25

TUBULAÇÃO EXTERNA 01

QTDE: 8

PARTS LIST			
ITEM	DESCRIÇÃO	CÓDIGO	QTDE
1	CURVA AI RC 90 GR ASME B16.9 4 POL SCH 5S		1
2	FLANGE PD 151 DN 4 POL		2
3	JUNTA NAO METALICA PARA FLANGE ASME B16.21 DN 4 ESP. 2,5 MM		1
4	PESTANA ESTAMPADA CURTA AI DN 4 POL		2
5	TUBO AI ASME B36.19 DN 4 POL SCH 5S		2644,800 mm
6	VALV BORB. MET. WAFER 150 LBS DN 4 POL C ALAVANCA		1

VISTA EM PERFIL
ESCALA: 1:25

OBSERVAÇÕES:

- DIMENSÕES EM MILÍMETROS, EXCETO ONDE INDICADA A UNIDADE.
- CONEXÕES PARAFUSADAS PARA FLANGES EM AÇO INOXIDÁVEL AISI 304 OU SUPERIOR.
- OS COMPRIMENTOS DOS TRECHOS DEVERÃO SER AJUSTADOS EM CAMPO.

QUADRO DE REVISÕES			
REV	DESCRIÇÃO	DATA	ELABORAÇÃO APROVAÇÃO
0	EMIÇÃO INICIAL	23/11/2023	E.MATSUO

Título: DIAGNÓSTICO E PROJETOS DE BIOGÁS DAS ETE'S

Projeto Básico - ETE TEGA

Descrição: CJTO DE TUBULAÇÕES EXTERNAS PARA A ALTERNATIVA 1

Identificação da Área:

TAG da tubulação ou equipamento:	UNIDADE: mm	Projeção:
Código: DE.SAMAE.6.2.10.R0	Escala: 1:50	Data: 23/11/2023
Responsável Técnico: Engº Elias T. Matsuo	CREA: 5061891463	Revisão: R0

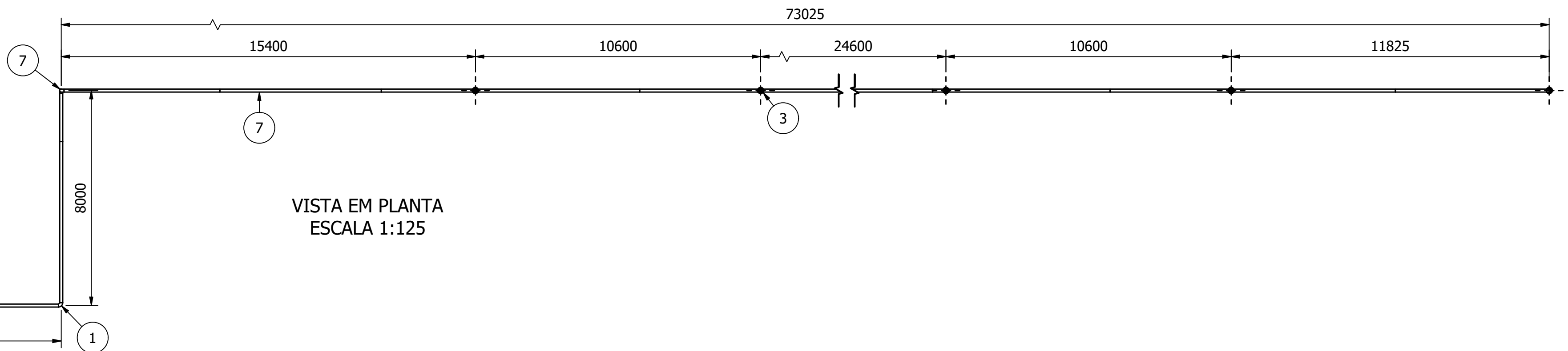
Cliente: SERVIÇO AUTÔNOMO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO - SAMAE

Centro de Custo: CONTRATO Nº 3230370000	Status:
Local da obra: CAXIAS DO SUL - RS	Para cotação: SIM
	Avaliação do Cliente: SIM
	Liberado para montagem: NÃO

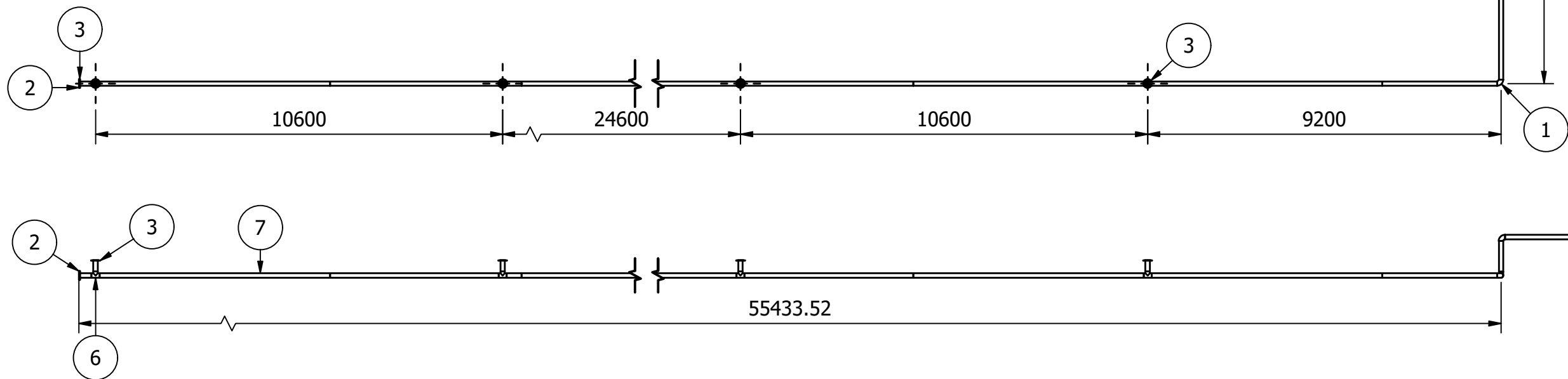
CNPJ 26.791.064/0001-41
Fale conosco:
Tel. (35) 99168-5353

QTDE: 1

PARTS LIST			
ITEM	DESCRIÇÃO	CÓDIGO	QTDE
1	CURVA AI RC 90 GR ASME B16.9 4 POL SCH 5S		4
2	FLANGE CEGO PD 151 DN 4 POL		1
3	FLANGE PD 151 DN 4 POL		10
4	JUNTA NAO METALICA PARA FLANGE ASME B16.21 DN 4 ESP. 2,5 MM		1
5	PESTANA ESTAMPADA CURTA AI DN 4 POL		10
6	TEE ASME B16.9 DN 4 POL SCH 5S		8
7	TUBO AI ASME B36.19 DN 4 POL SCH 5S		137359,168 mm



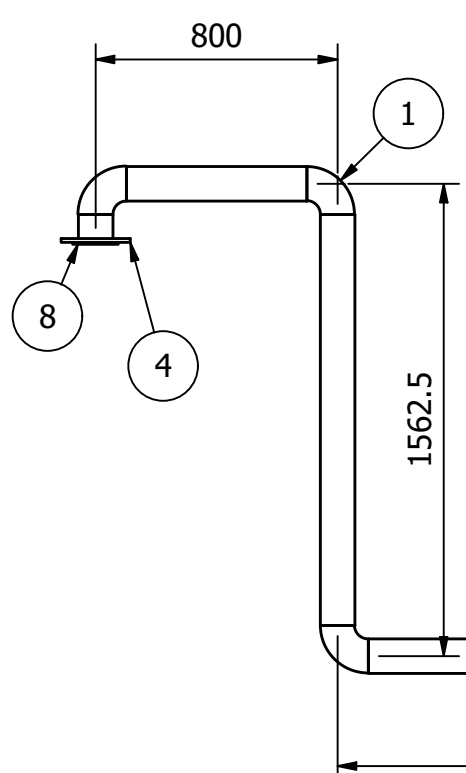
VISTA EM PLANTA
ESCALA 1:125



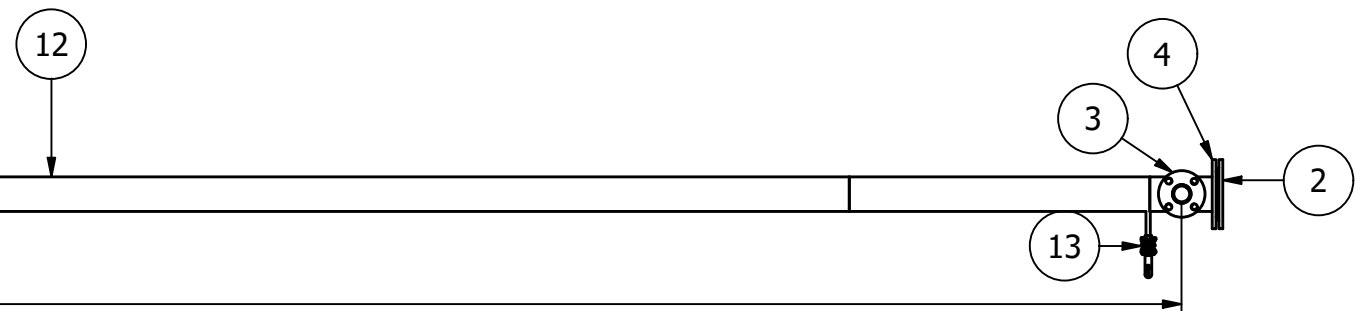
VISTA EM PERFIL
ESCALA: 1:125

QTDE: 1

PARTS LIST			
ITEM	DESCRIÇÃO	CÓDIGO	QTDE
1	CURVA AI RC 90 GR ASME B16.9 4 POL SCH 5S		3
2	FLANGE CEGO PD 151 DN 4 POL		1
3	FLANGE PD 151 DN 2 POL		2
4	FLANGE PD 151 DN 4 POL		2
5	JUNTA NAO METALICA PARA FLANGE ASME B16.21 DN 2 ESP. 2,5 MM		1
6	JUNTA NAO METALICA PARA FLANGE ASME B16.21 DN 4 ESP. 2,5 MM		1
7	PESTANA ESTAMPADA CURTA AI DN 2 POL		2
8	PESTANA ESTAMPADA CURTA AI DN 4 POL		2
9	TE DE REDUCAO AI ASME B16.9 DN 4 x 2 POL SCH 5		1
10	TUBO AI ASME B36.19 DN 1/4 POL SCH 40S		100,000 mm
11	TUBO AI ASME B36.19 DN 2 POL SCH 40S		199,100 mm
12	TUBO AI ASME B36.19 DN 4 POL SCH 5S		21032,252 mm
13	VALV ESFERA TRIPARTIDA AISI 316 DN 15 MM SW 150 LBS		1

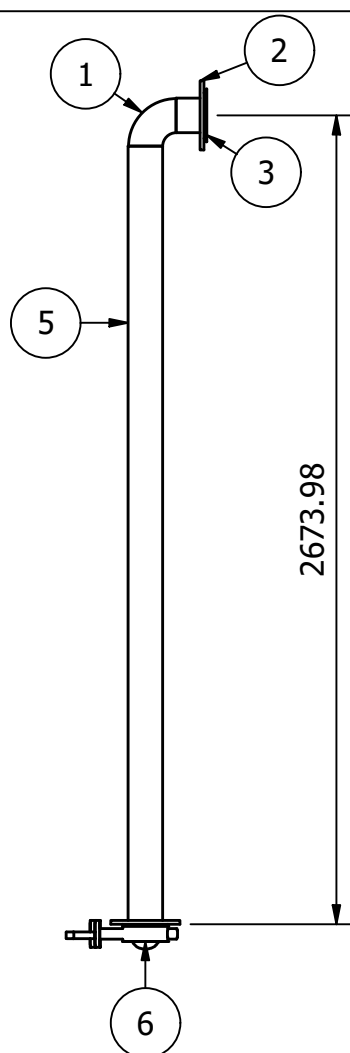


VISTA EM PERFIL
ESCALA: 1:25



QTDE: 8

PARTS LIST			
ITEM	DESCRIÇÃO	CÓDIGO	QTDE
1	CURVA AI RC 90 GR ASME B16.9 4 POL SCH 5S		1
2	FLANGE PD 151 DN 4 POL		2
3	JUNTA NAO METALICA PARA FLANGE ASME B16.21 DN 4 ESP. 2,5 MM		1
4	PESTANA ESTAMPADA CURTA AI DN 4 POL		2
5	TUBO AI ASME B36.19 DN 4 POL SCH 5S		2644,800 mm
6	VALV BORB. MET. WAFER 150 LBS DN 4 POL C ALAVANCA		1






VISTA EM PERFIL
ESCALA: 1:25

OBSERVAÇÕES:

- 1) DIMENSÕES EM MILÍMETROS, EXCETO ONDE INDICADA A UNIDADE.
- 2) CONEXÕES PARAFUSADAS PARA FLANGES EM AÇO INOXIDÁVEL AISI 304 OU SUPERIOR.
- 3) OS COMPRIMENTOS DOS TRECHOS DEVERÃO SER AJUSTADOS EM CAMPO.

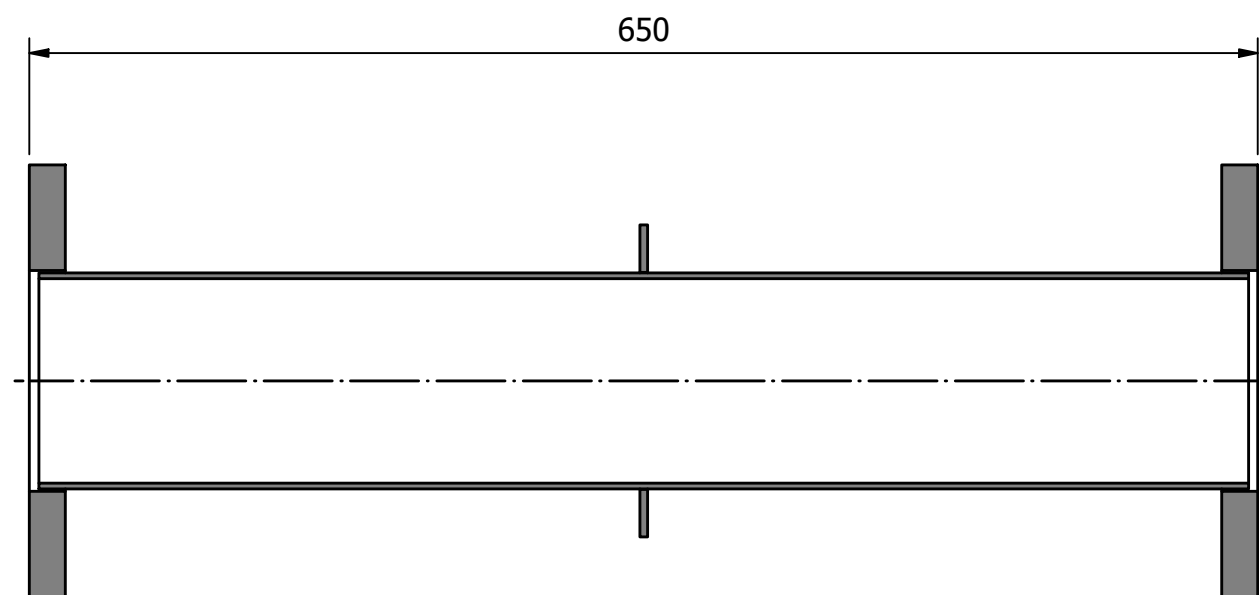
QUADRO DE REVISÕES				
REV	DESCRIÇÃO	DATA	ELABORAÇÃO	APROVAÇÃO
0	MISSÃO INICIAL	23/11/2023	E.MATSUO	

							
<p>Título:</p> <p>DIAGNÓSTICO E PROJETOS DE BIOGÁS DAS ETE'S</p> <p>PROJETO BÁSICO - ETE TEGA</p>							
<p>Descrição:</p> <p>CJTO DE TUBULAÇÕES EXTERNAS PARA A ALTERNATIVA 3</p>							
<p>Identificação da Área:</p>							
<p>TAG de tubulação ou equipamento:</p>	<table><tr><td>UNIDADE:</td><td>Projeção:</td></tr><tr><td>mm</td><td> </td></tr></table>	UNIDADE:	Projeção:	mm	 		
UNIDADE:	Projeção:						
mm	 						
<p>Código:</p> <p>DE.SAMAE.6.2.13.R0</p>	<table><tr><td>Escala:</td><td>Data:</td></tr><tr><td>1:25</td><td>23/11/2023</td></tr></table>	Escala:	Data:	1:25	23/11/2023		
Escala:	Data:						
1:25	23/11/2023						
<p>Responsável Técnico:</p> <p>Engº Elias T. Matsuo</p>	<table><tr><td>CREA:</td><td>Revisão:</td></tr><tr><td>5061891463</td><td>R0</td></tr></table>	CREA:	Revisão:	5061891463	R0		
CREA:	Revisão:						
5061891463	R0						
<p>Cliente:</p> <p>SERVIÇO AUTÔNOMO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO - SAMAE</p>							
<p>Centro de Custo:</p> <p>CONTRATO Nº 3230370000</p>							
<p>Local da obra:</p> <p>CAXIAS DO SUL - RS</p>							
<p>Status:</p> <table><tr><td>Para cotação</td><td>SIM</td></tr><tr><td>Avaliação do Cliente</td><td>SIM</td></tr><tr><td>Liberado para montagem</td><td>NÃO</td></tr></table>		Para cotação	SIM	Avaliação do Cliente	SIM	Liberado para montagem	NÃO
Para cotação	SIM						
Avaliação do Cliente	SIM						
Liberado para montagem	NÃO						

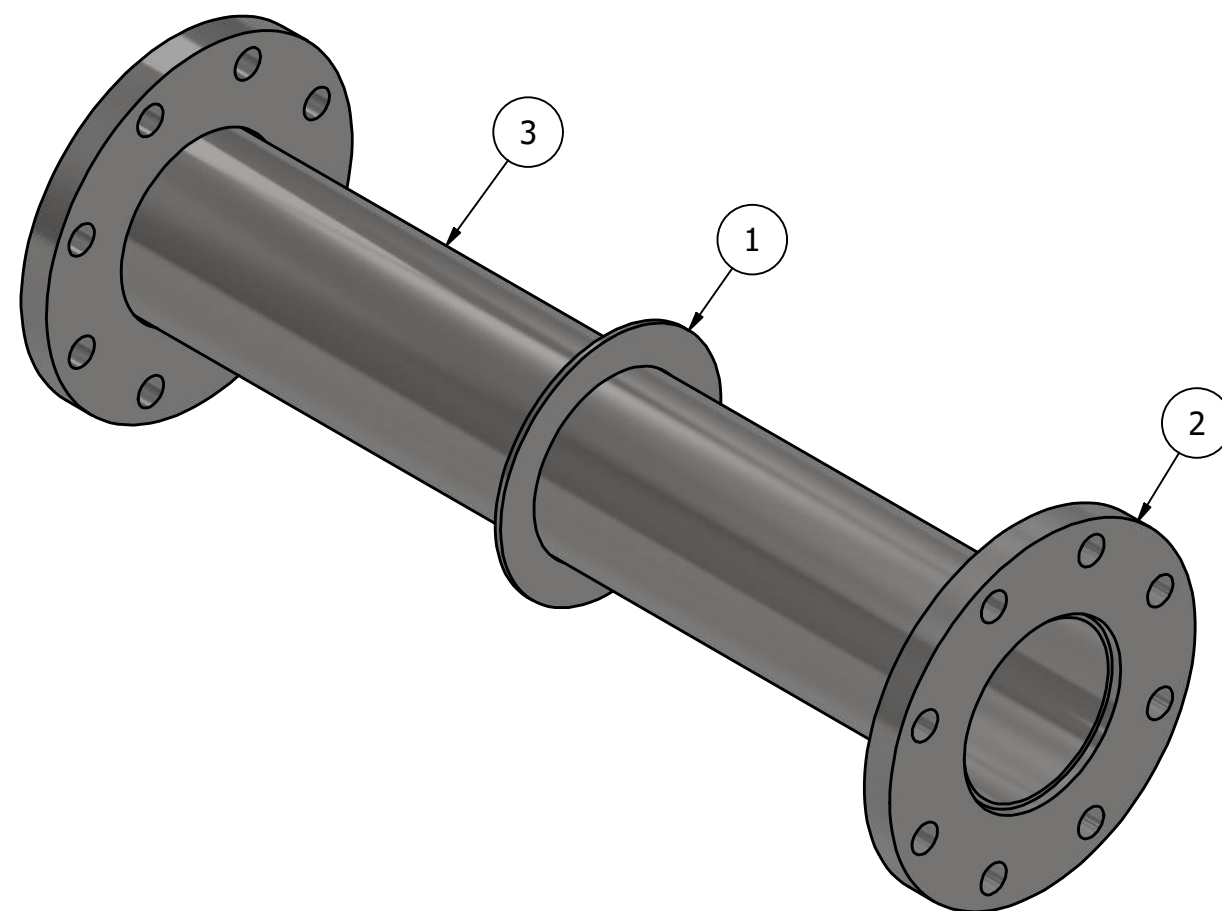
CNPJ 26.791.064/0001-41

Faixe contato:

Tel. (35) 99168-5353



SEÇÃO A-A
ESCALA 1:4






ISOM.
ESCALA 1:4

NOTAS:

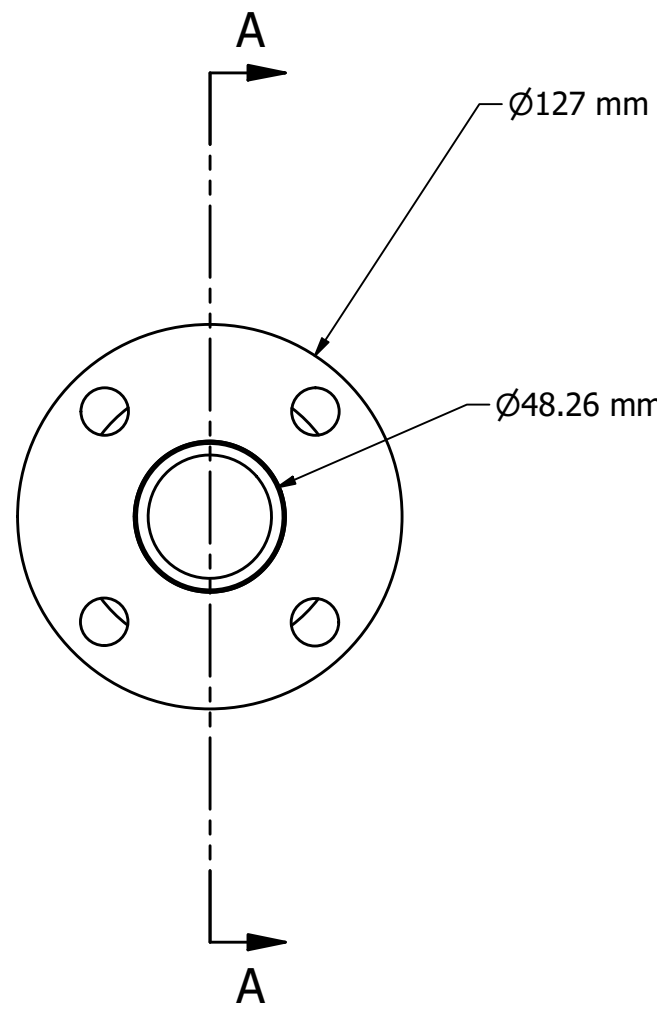
- 1) COLOCAR IDENTIFICAÇÃO PARA FACILITAR A MONTAGEM.
- 2) ACABADO FACE FLANGE: CONCÊNTRICO, PASSO DE 0,5 a 0,8 mm, RUGOSIDADE DE 125 a 500 RMS.
- 3) ACABADO: DECAPADO E APASSIVADO.
- 4) MATERIAL CONEXÕES: CONFORME LEGENDA.
- 5) FURAÇÃO DOS FLANGES CONFORME ANSI B16.5 - 150#.

PARTS LIST			
ITEM	DESCRIÇÃO	CÓDIGO	QTDE
1	ABA DE TRAVAMENTO AI DN 4 POL X 4 mm		1
2	FLANGE PD 149 DN 4 POL		2
3	TUBO AI ASME B36.19 DN 4 POL SCH 10S		640,000 mm

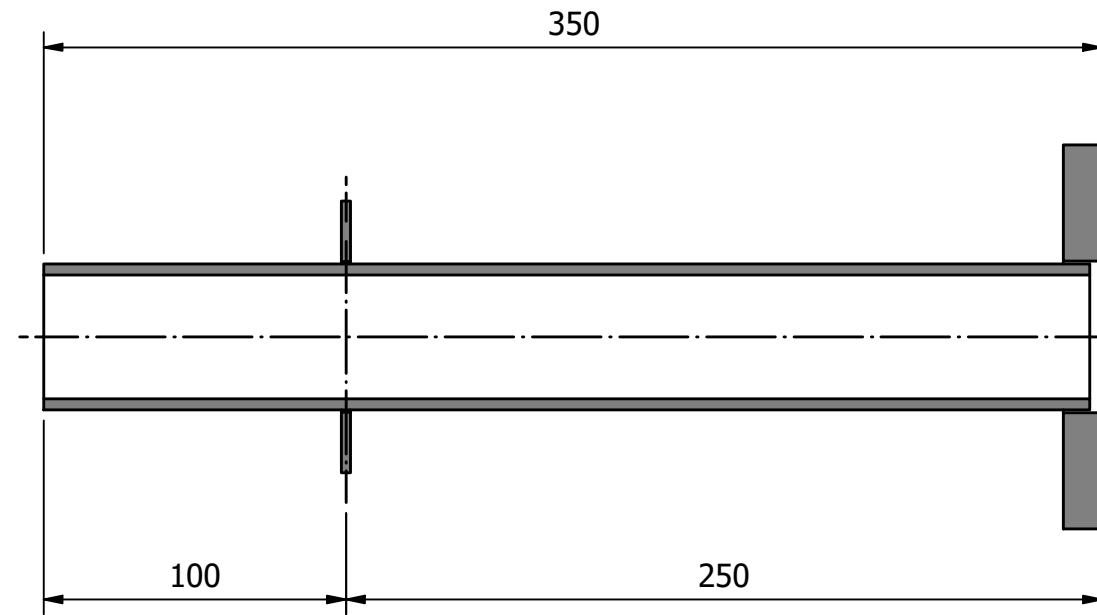
QUADRO DE REVISÕES				
REV	DESCRIÇÃO	DATA	ELABORAÇÃO	APROVAÇÃO
0	EMISSION INICIAL	23/11/2023	E.MATSUO	

 E. MATSUO TRAT. DE EFLUENTES  Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto Caxias do Sul	Título: DIAGNÓSTICO E PROJETOS DE BIOGÁS DAS ETE'S PROJETO BÁSICO - COMPONENTES GERAIS		
	Descrição: INSERTE EM AI COMPR. 650 MM DN 6 POL		
	Identificação da Área:		
	TAG da tubulação ou equipamento:	UNIDADE: mm	Projeção: 
	Código: DE.SAMAE.0.2.01.R0	Escala: 1:4	Data: 23/11/2023
Responsável Técnico: Engº Elias T. Matsuo		CREA: 5061891463	Revisão: R0
Cliente: SERVIÇO AUTÔNOMO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO - SAMAE			
Centro de Custo: CONTRATO Nº 3230370000 Local da obra: CAXIAS DO SUL - RS	Status:		
	Para cotação		SIM
	Avaliação do Cliente		SIM
	Liberado para montagem		NÃO

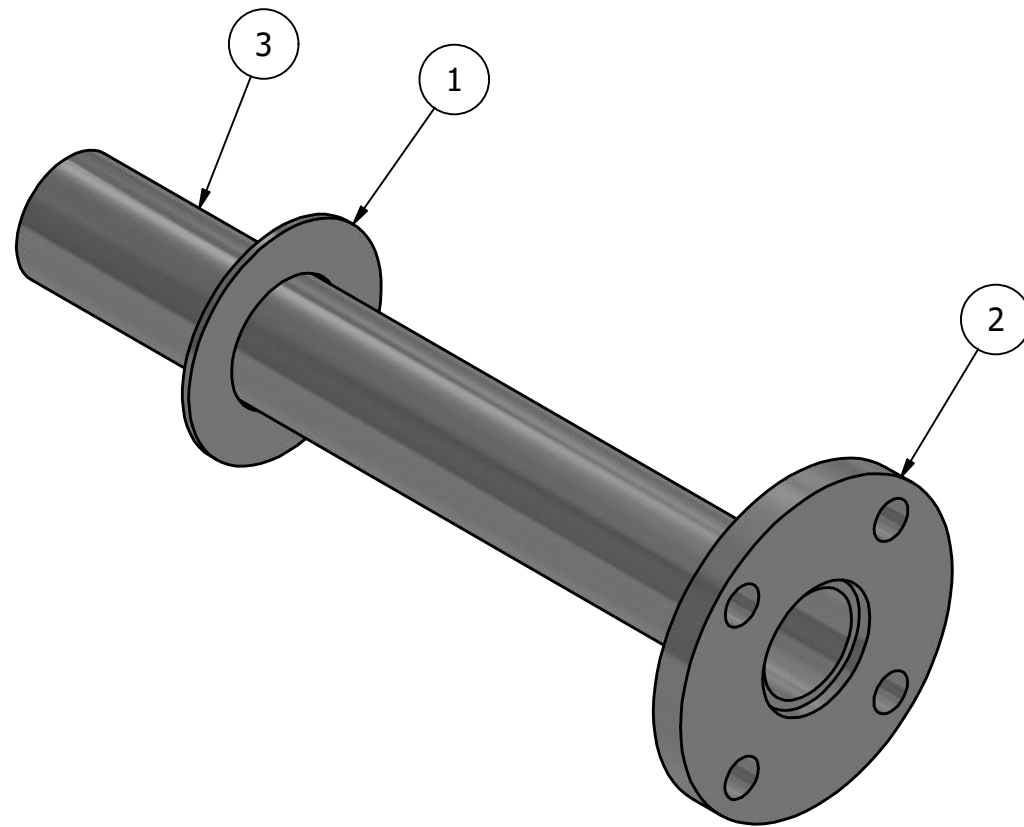
CNPJ 26.791.064/0001-41
Fale conosco:
Tel. (35) 99168-5353



FRENTE
ESCALA: 1:2.5



SEÇÃO A-A
ESCALA 1:2.5






ISOM.
ESCALA 1:2.5

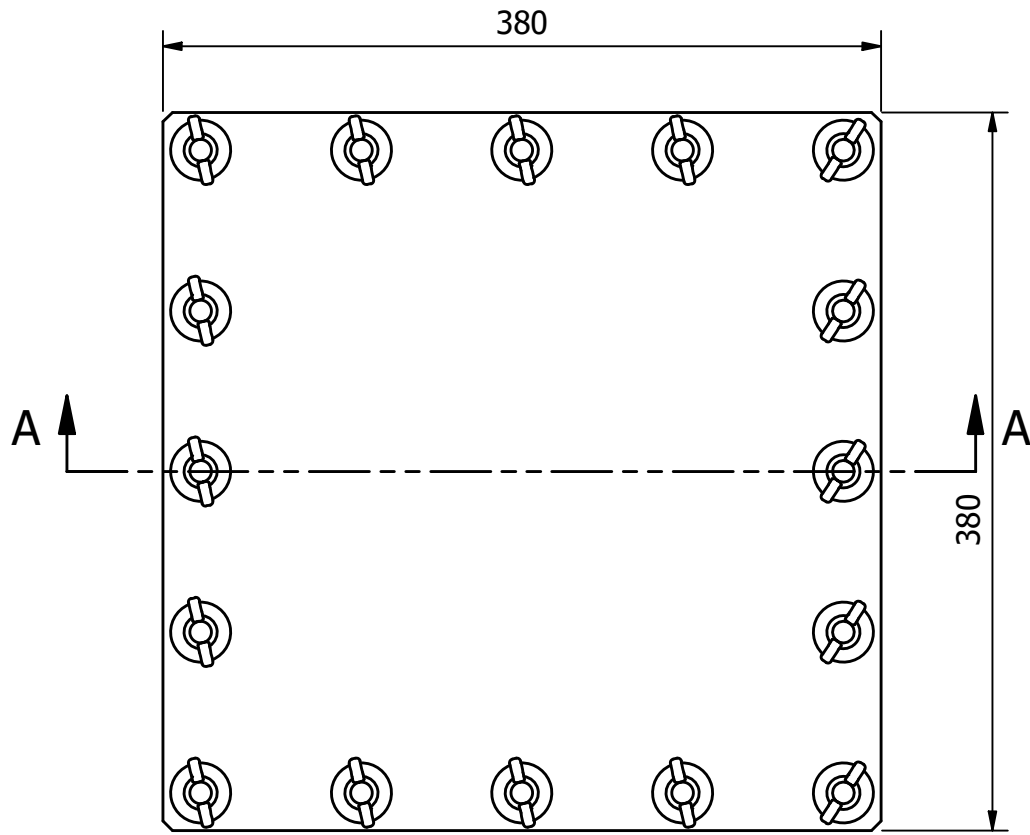
NOTAS:

- 1) COLOCAR IDENTIFICAÇÃO PARA FACILITAR A MONTAGEM.
- 2) ACABADO FACE FLANGE: CONCÊNTRICO, PASSO DE 0,5 a 0,8 mm, RUGOSIDADE DE 125 a 500 RMS.
- 3) ACABADO: DECAPADO E APASSIVADO.
- 4) MATERIAL CONEXÕES: CONFORME LEGENDA.
- 5) FURAÇÃO DOS FLANGES CONFORME ANSI B16.5 - 150#.

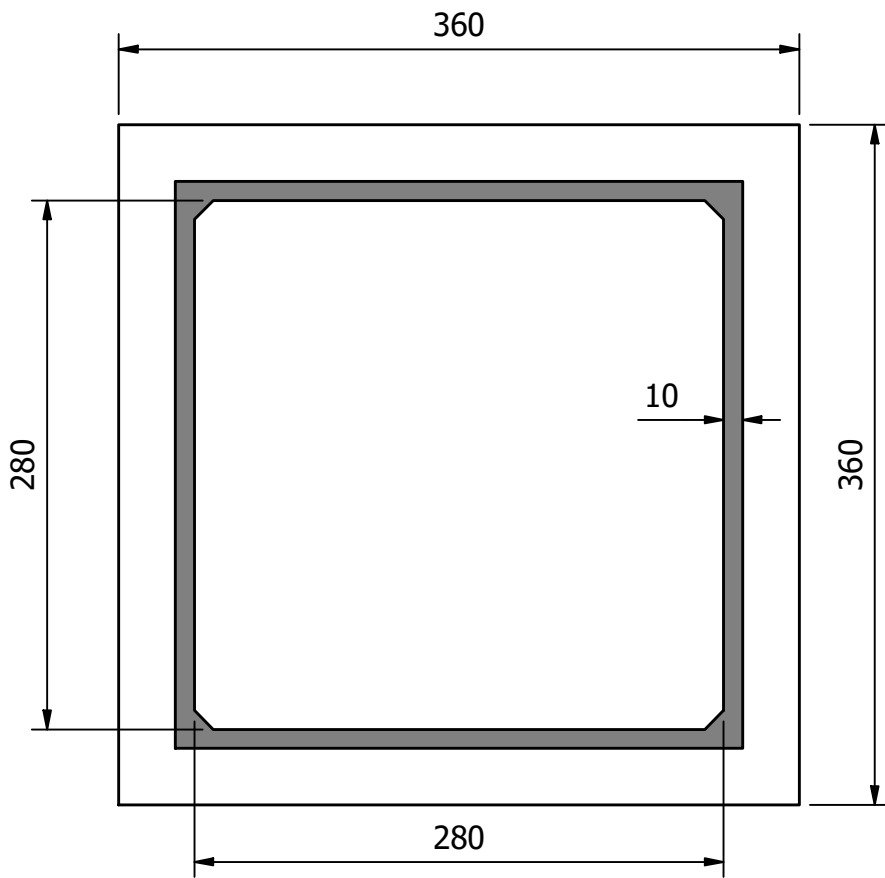
PARTS LIST			
ITEM	DESCRIÇÃO	CÓDIGO	QTDE
1	ABA DE TRAVAMENTO AI DN 1 1/2 POL X 3 mm		1
2	FLANGE PD 149 DN 1 1/2 POL		1
3	TUBO AI ASME B36.19 DN 1 1/2 POL SCH 40S		346,000 mm

QUADRO DE REVISÕES				
REV	DESCRIÇÃO	DATA	ELABORAÇÃO	APROVAÇÃO
0	EMISSION INICIAL	24/11/2023	E.MATSUO	

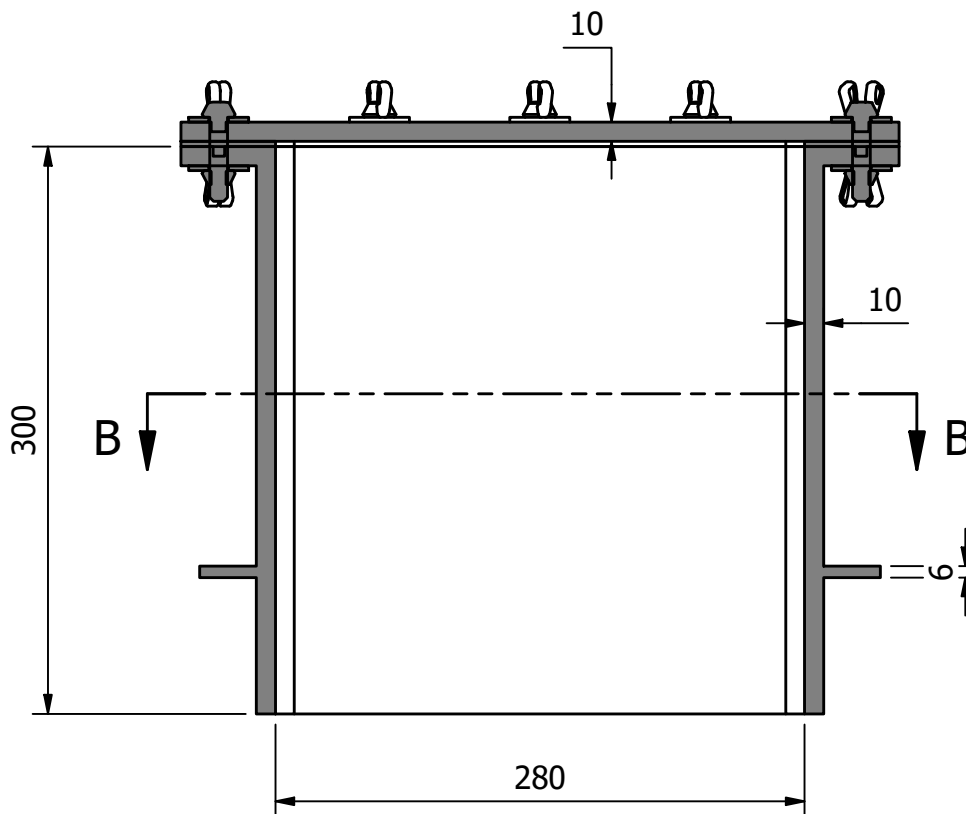
  <small>CNPJ 26.791.064/0001-41 Fale conosco: Tel: (35) 99168-5353</small>	Título: DIAGNÓSTICO E PROJETOS DE BIOGÁS DAS ETE'S PROJETO BÁSICO - COMPONENTES GERAIS		
	Descrição: INSERTE EM AI COMPR. 350 MM DN 1.5 POL FLANGE E PONTA		
	Identificação da Área:		
	TAG da tubulação ou equipamento:	UNIDADE: mm	Projeção: 
	Código: DE.SAMAE.0.2.02.R0	Escala: 1:2.5	Data: 24/11/2023
	Responsável Técnico: Engº Elias T. Matsuo	CREA: 5061891463	Revisão: R0
	Cliente: SERVIÇO AUTÔNOMO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO - SAMAE		
	Centro de Custo: CONTRATO Nº 3230370000		Status:
	Local da obra: CAXIAS DO SUL - RS		Para cotação SIM
			Aviação do Cliente SIM
			Liberado para montagem NÃO



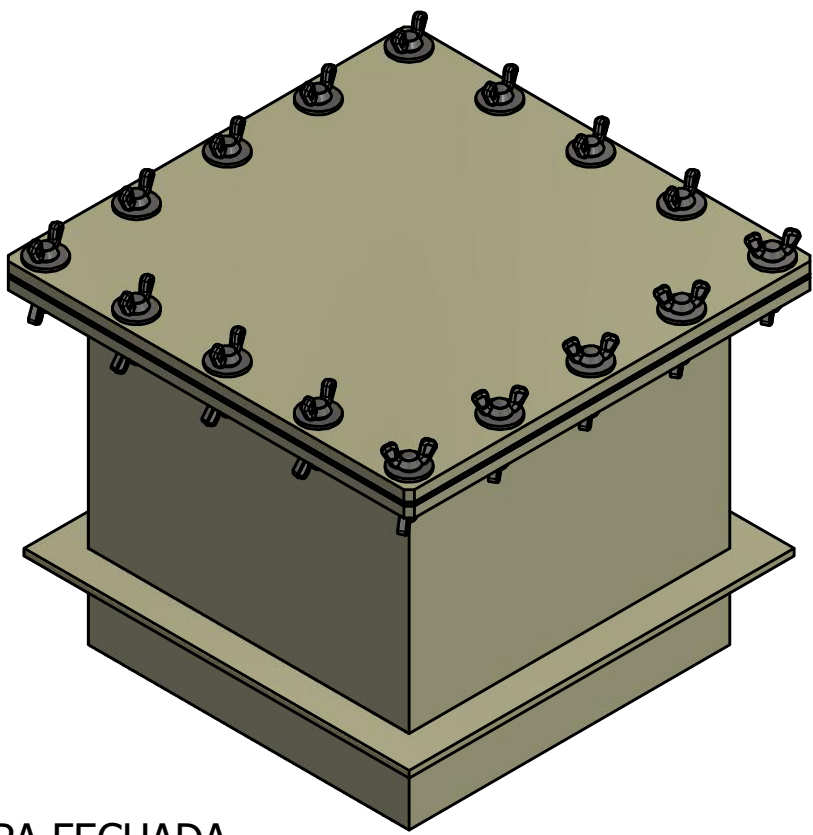
VISTA DE TOPO
ESCALA: 1:4



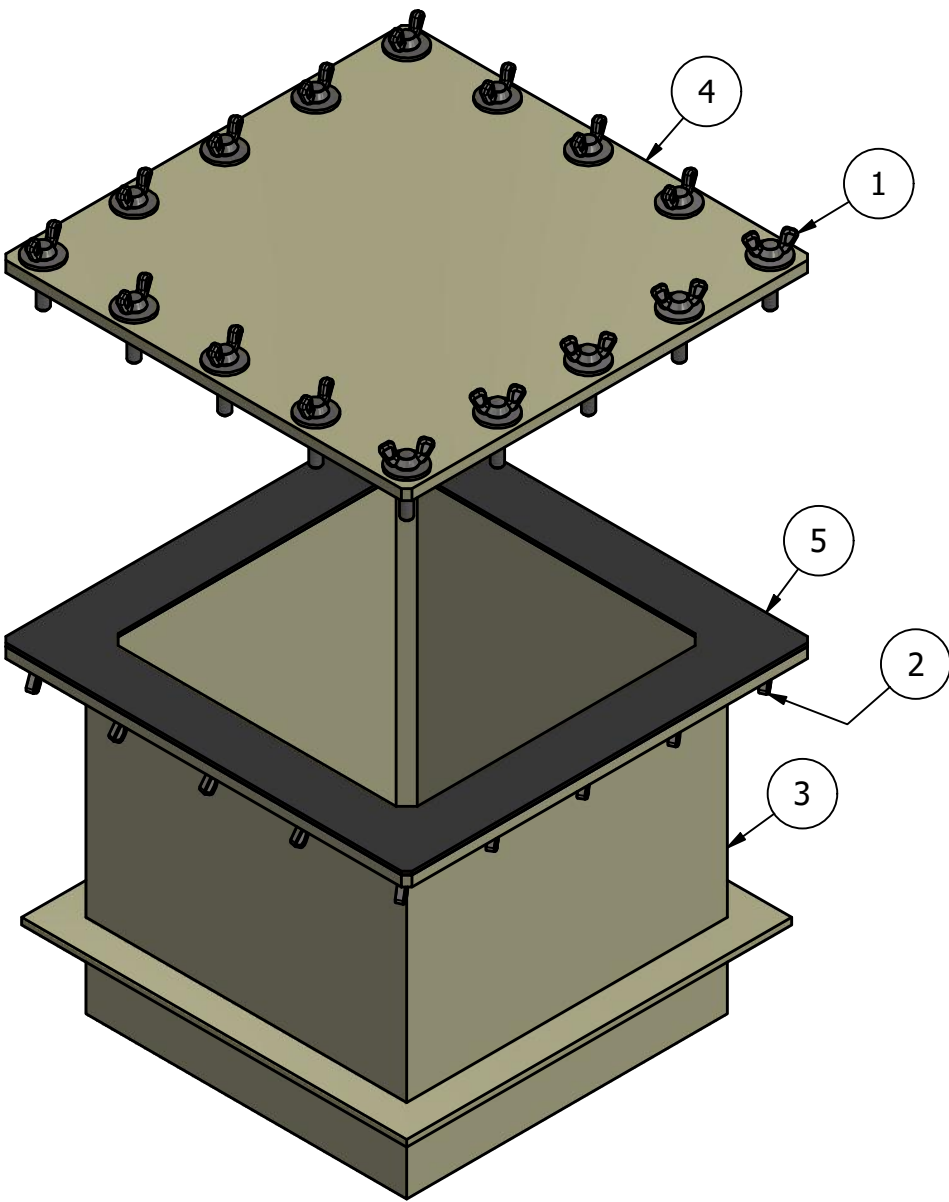
SEÇÃO B-B
ESCALA 1:4



SEÇÃO A-A
ESCALA 1:4



TAMPA FECHADA
ESCALA 1:5



TAMPA ABERTA
ESCALA: 1:5

NOTAS:

- 1) PODERÁ SER FABRICADO EM CHAPAS DE POLIPROPILENO, PEAD OU PRFV.
- 2) PARA A OPÇÃO EM PRFV, O ITEM 1 DEVERÁ CONSTITUIR UMA ESTRUTURA MONOLÍTICA.
- 3) AS ESPESSURAS INDICADAS CORRESPONDEM ÀS MÍNIMAS.
- 4) PREVER REVESTIMENTO OU ADITIVO NA RESINA PARA RESISTIR AOS RAIOS UV.

PARTS LIST			
ITEM	DESCRIÇÃO	CÓDIGO	QTDE
1	PARAFUSO BORBOLETA AI DN 3/8 POL X 45 MM COM ARRUELA LARGA		16
2	PORCA BORBOLETA AI DN 3/8 POL COM ARRUELA LARGA AI		16
3	PP.10MM.01		1
4	PP.10MM.02		1
5	VEDAÇÃO EM MANTA DE EPDM ESP. 3MM		1

QUADRO DE REVISÕES				
REV	DESCRIÇÃO	DATA	ELABORAÇÃO	APROVAÇÃO
0	EMISSION INICIAL	10/12/2023	E.MATSUO	

E.MATSUO TRAT. DE EFLUENTES

SAMAE

Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto

Caxias do Sul

Título:

DIAGNÓSTICO E PROJETOS DE BIOGÁS DAS ETE'S

PROJETO BÁSICO - COMPONENTES GERAIS

Descrição:

TAMPA DE ACESSO À CÂMARA DO BIOGÁS

Identificação da Área:

TAG da tubulação ou equipamento:

UNIDADE:

mm

Projeção:

Código:

DE.SAMAE.0.2.03.R0

Escala:

1:4

Data:

10/12/2023

Responsável Técnico:

Engº Elias T. Matsuo

CREA:

5061891463

Revisão:

R0

Cliente:

SERVIÇO AUTÔNOMO MUNUCIPAL DE ÁGUA E ESGOTO - SAMAE

Centro de Custo:

CONTRATO Nº 3230370000

Local da obra:

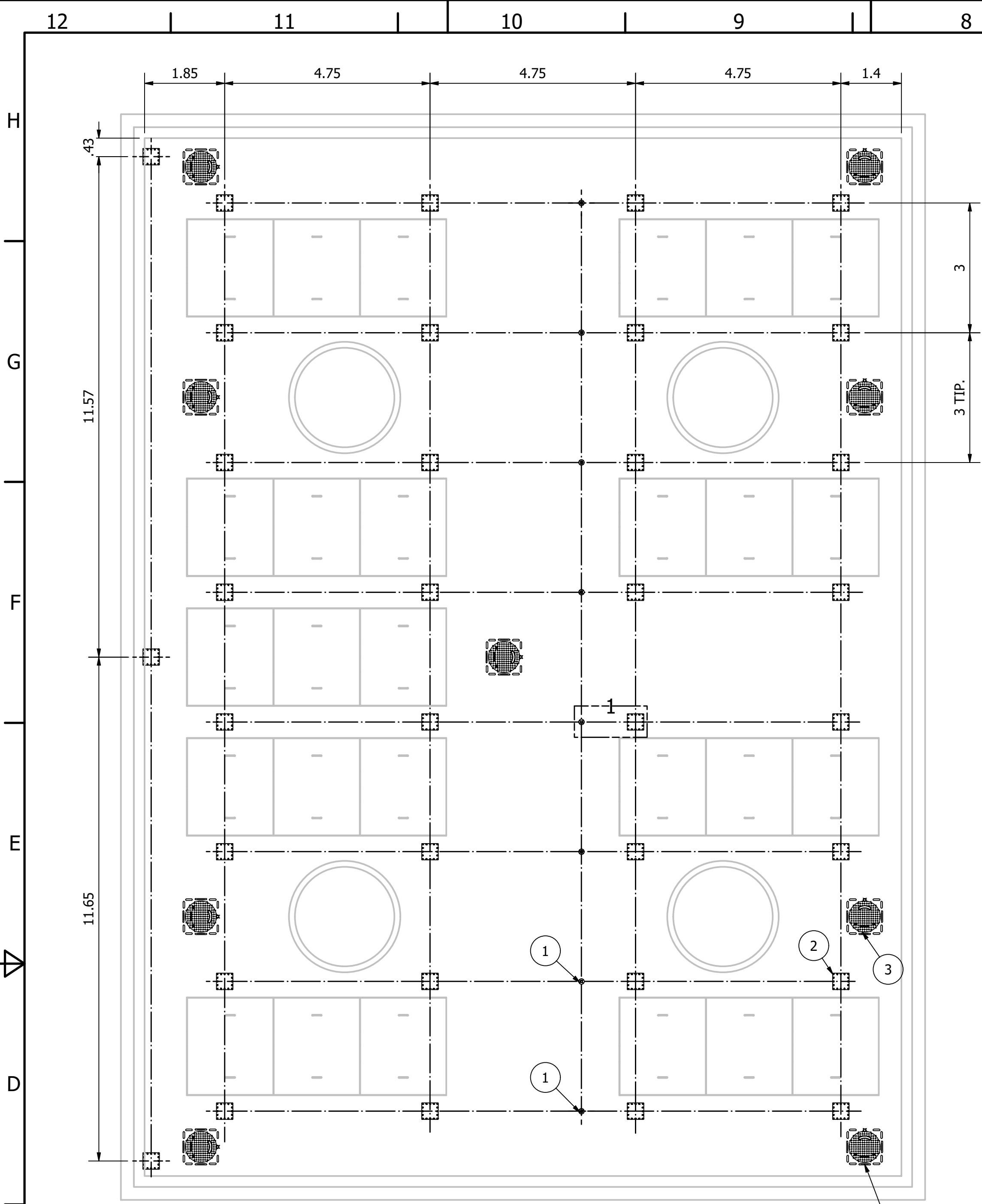
CAXIAS DO SUL - RS

Status:

Para cotaçãoSIM

Avaliação do ClienteSIM

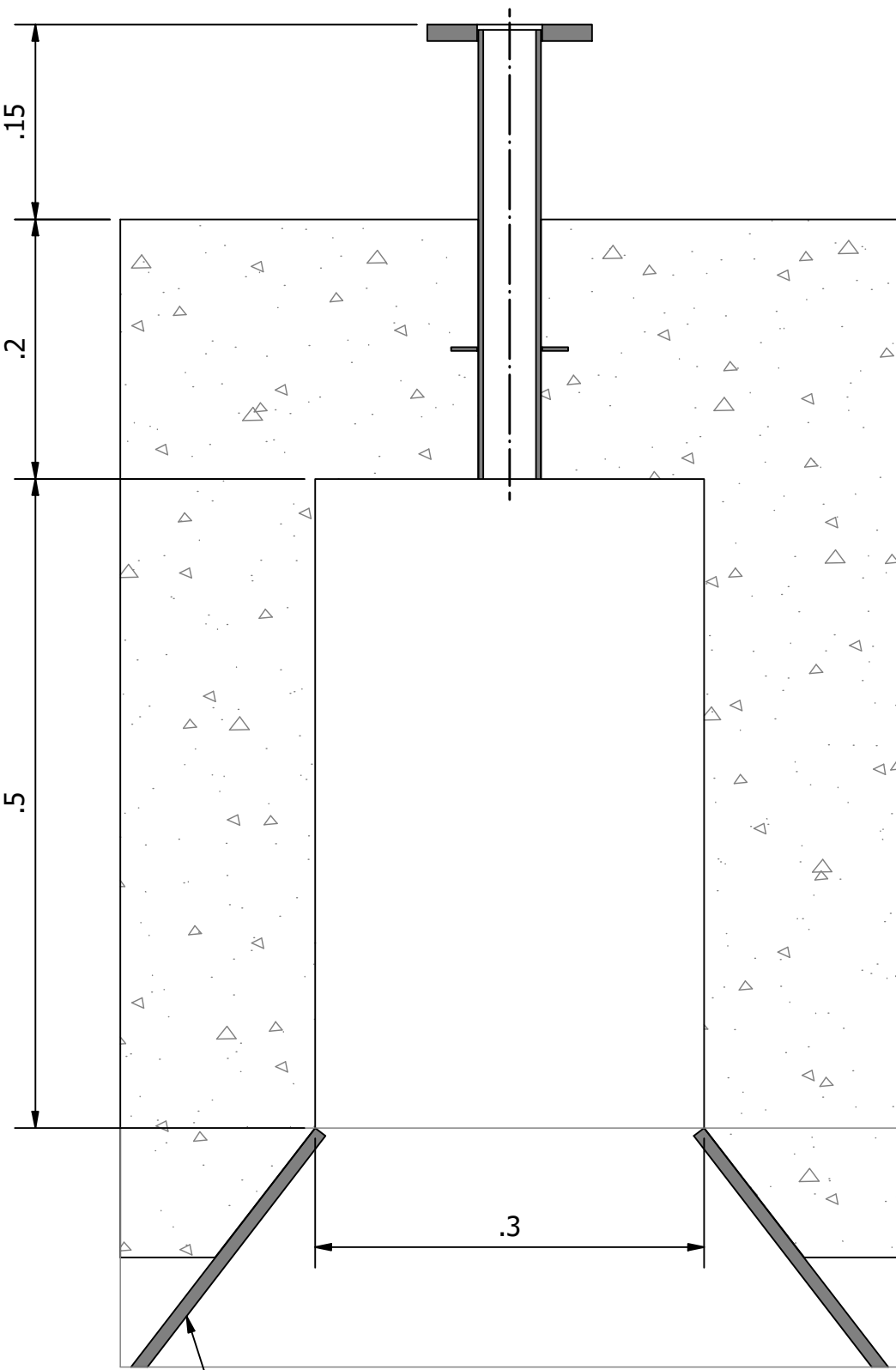
Liberado para montagemNÃO



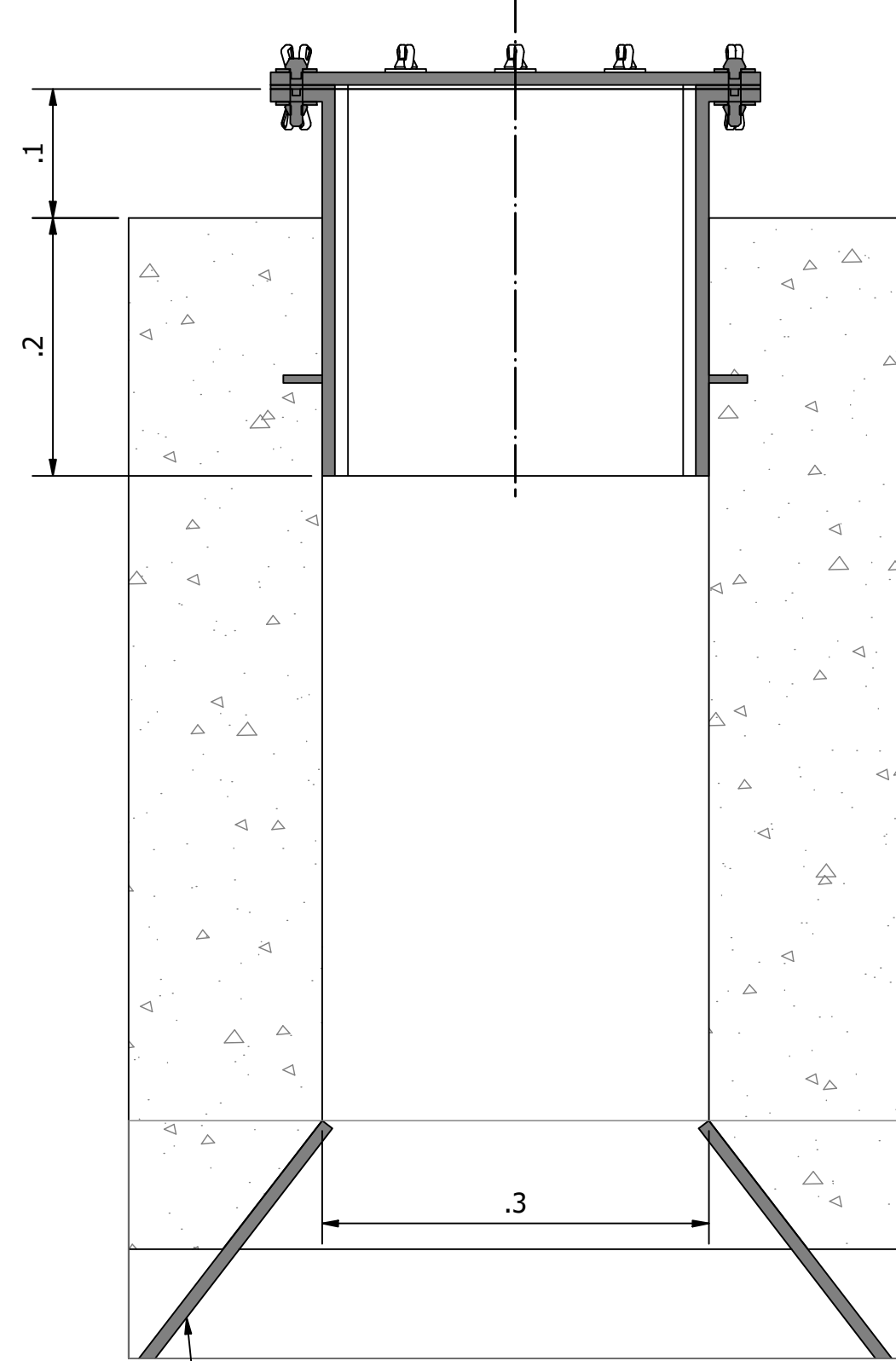
VISTA EM PLANTA
ESCALA: 1:75



DETALHE 1
ESCALA 1:5



SEÇÃO A-A
ESCALA 1:5



SEÇÃO B-B
ESCALA 1:5

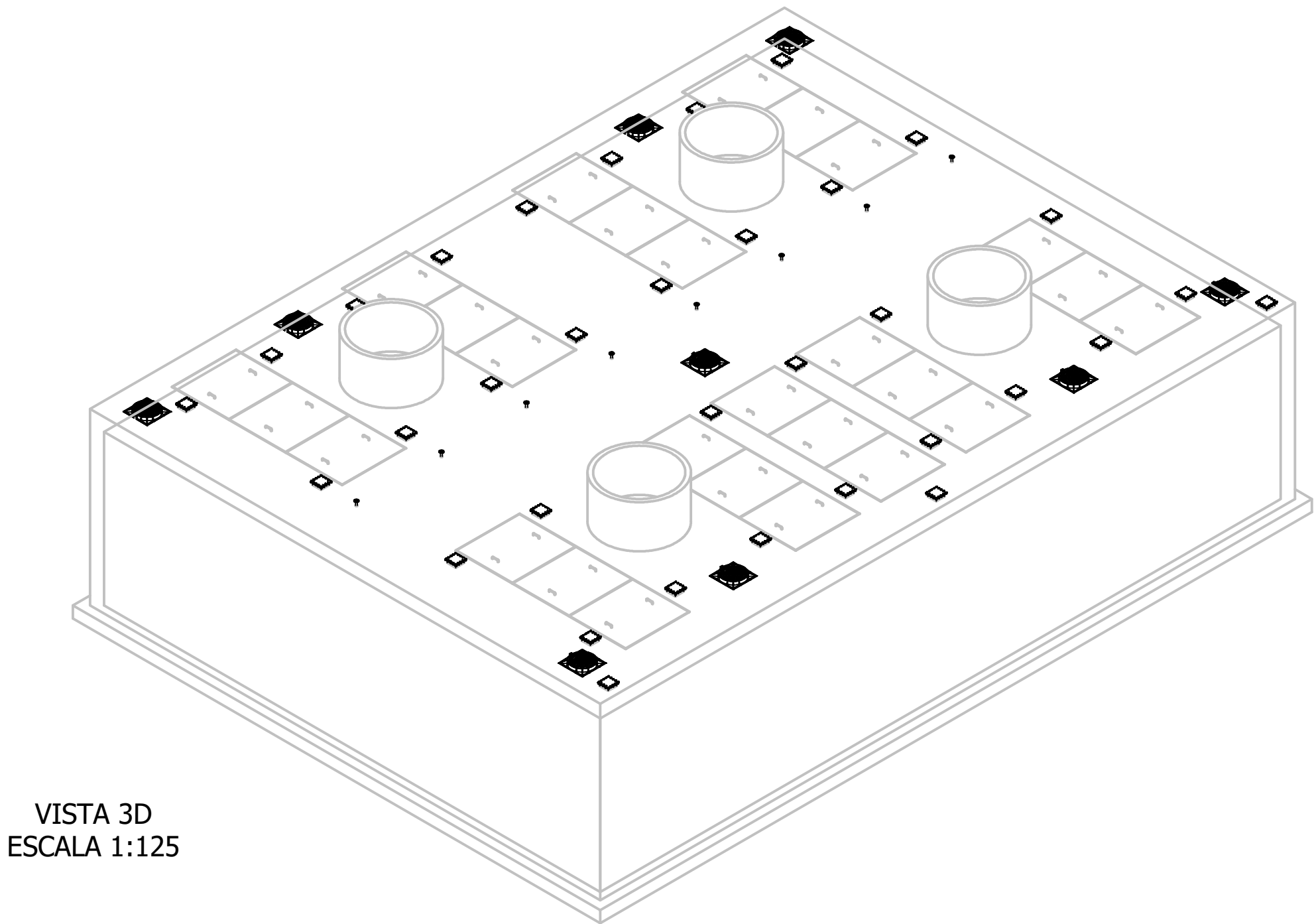
CAMPÂNULA EM PRFV

CAMPÂNULA EM PRFV

OBSERVAÇÕES:


1) DIMENSÕES EM METROS, EXCETO ONDE INDICADA A UNIDADE.

PARTS LIST			
ITEM	DESCRIÇÃO	CÓDIGO	QTDE
1	INSERTE AI FLANGE E PONTA COMP.350 MM DN 1.5 POL		8
2	TAMPA DE ACESSO À CÂMARA DO BIOGÁS		35
3	TAMPÃO DN 800 MM - FERRO FUNDIDO		9



VISTA 3D
ESCALA 1:125

QUADRO DE REVISÕES				
REV	DESCRIÇÃO	DATA	ELABORAÇÃO	APROVAÇÃO
0	EMISSION INICIAL	23/11/2023	E.MATSUO	

		Título: DIAGNÓSTICO E PROJETOS DE BIOGÁS DAS ETE'S	
		Projeto Básico	
Descrição:		LOCAÇÃO DOS INSERTES E TAMPAS DO REATOR UASB	
Identificação da Área:			
TAG da tubulação ou equipamento:		UNIDADE:	Projeto:
Código:		Escala:	Data:
Responsável Técnico:		CREA:	Revisão:
Engº Elias T. Matsuo		5061891463	R0
Cliente:		SERVIÇO AUTÔNOMO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO - SAMAE	
Centro de Custo:		Status:	
CONTRATO Nº 3230370000		Para cotação	SIM
Local da obra:		Avaliação do Cliente	SIM
CAXIAS DO SUL - RS		Liberado para montagem	NÃO

CNPJ 26.791.064/0001-41
Fale conosco:
Tel. (35) 99168-5353