

# Proposta

Usina de biogás para 57 toneladas de bagaço de malte/dia



Data: 04/10/2026

Validade: 12 meses



# SUMÁRIO

---

|                                          |    |
|------------------------------------------|----|
| Visão geral                              | 3  |
| Potencial do substrato                   | 4  |
| Desempenho técnico da usina de biogás    | 5  |
| Princípio de funcionamento               | 6  |
| Processo tecnológico                     | 7  |
| Equipamentos principais                  | 8  |
| Biodigestor                              | 9  |
| Equipamentos de bombeamento              | 10 |
| Tanque pulmão                            | 11 |
| Agitador central do biodigestor          | 12 |
| Trocador de calor a placas               | 13 |
| Visor com refletor                       | 14 |
| Separador                                | 15 |
| Gasômetro                                | 16 |
| Lavador biológico de biogás              | 17 |
| Secagem e resfriamento do biogás         | 18 |
| Soprador booster e compressor de biogás  | 19 |
| Filtro de carvão ativado                 | 20 |
| Tocha de biogás                          | 21 |
| Resfriador a ar                          | 22 |
| Analisador de gás                        | 23 |
| Abastecimento de água e esgoto           | 24 |
| Sistema de aquecimento                   | 25 |
| Automação e equipamentos elétricos       | 26 |
| Sensores                                 | 27 |
| Laboratório                              | 28 |
| Lista de especificações dos equipamentos | 29 |
| ANEXOS                                   | 33 |
| Diagrama de fluxo de materiais           | 34 |
| Diagrama de processo                     | 35 |
| Planta do local                          | 36 |
| Consumo de energia elétrica              | 37 |
| Preços dos equipamentos                  | 38 |
| Cronograma de implantação                | 39 |
| Contatos                                 | 40 |



## Visão geral

A Zorg Biogas oferece uma usina para processar 57 toneladas de bagaço de malte por dia. Um digestor CSTR vertical de aço com agitador central proporciona mistura controlada e regulação da temperatura. O biogás tratado pode substituir o gás natural na caldeiraria existente.

A produção calculada de biogás bruto é de  $6.904 \text{ Nm}^3/\text{dia}$  com 58% de metano, equivalente a aproximadamente  $4.005 \text{ Nm}^3$  de metano por dia. Pelo poder calorífico inferior, o combustível contém  $39.8 \text{ MWh}/\text{dia}$  de energia térmica: potência térmica média de entrada de  $1.66 \text{ MW}$ , ou  $135.8 \text{ MMBtu}/\text{dia}$ . Esses valores representam a energia do combustível antes das perdas da caldeira. Com PCI do gás natural de  $10 \text{ kWh}/\text{Nm}^3$ , a substituição é de aproximadamente  $3.979 \text{ Nm}^3/\text{dia}$ .

A linha de tratamento inclui lavador biológico, resfriamento, compressão e filtração com carvão ativado. Os equipamentos são dimensionados para  $320 \text{ m}^3/\text{h}$ .

O sulfeto de hidrogênio é reduzido de  $2.500 \text{ ppm}$  antes do lavador para  $100 \text{ ppm}$  depois. O filtro de carvão ativado faz o polimento final até o valor especificado de  $0 \text{ ppm}$  de  $\text{H}_2\text{S}$  na saída. A pressão de fornecimento do gás após a filtração é de  $195 \text{ mbar}$ .

O digestato é separado em frações sólida e líquida. Controles automáticos, instrumentação de processo e equipamentos de laboratório apoiam a operação. O escopo inclui engenharia, equipamentos, supervisão da construção, comissionamento e treinamento.

## Potencial do substrato

| Substrato       | Quantidade<br>(t/dia) | Quantidade<br>(t/ano) | Teor de MS:<br>(%) | Teor de MSO<br>(%) | Quantidade de MS<br>(t/dia) | Quantidade de MSO<br>(t/dia) | (m <sup>3</sup> / tonelada MSO) | Biogás<br>(m <sup>3</sup> /dia) | Teor de me-<br>metano<br>(%) | Biogás<br>(m <sup>3</sup> /ano) |
|-----------------|-----------------------|-----------------------|--------------------|--------------------|-----------------------------|------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|------------------------------|---------------------------------|
| Bagaço de malte | 57                    | 17100                 | 21,8               | 95,8               | 12,43                       | 11,9                         | 580                             | 6904                            | 58                           | 2071315                         |

## Características técnicas da usina de biogás

| Parâmetro                                       | Unidade               | Valor       |
|-------------------------------------------------|-----------------------|-------------|
| Número de digestores                            | un.                   | 1           |
| Volume do biodigestor<br>Útil                   | m <sup>3</sup>        | 1600        |
| Total                                           |                       | 1794        |
| Carga orgânica                                  | kg MSO/m <sup>3</sup> | 6,6         |
| Tempo de retenção hidráulica (volume total)     | dias                  | 31          |
| Temperatura no biodigestor                      | °C                    | 52          |
| Dimensões do biodigestor<br>(diâmetro / altura) | m                     | 11,95/16,00 |
| Número de gasômetros                            | un.                   | 1           |
| Volume do gasômetro                             | m <sup>3</sup>        | 218         |
| Dimensões do gasômetro<br>(diâmetro / altura)   | m                     | 8/5         |

**O número de funcionários é “0”. A usina é totalmente automatizada e controlada remotamente por smartphone ou notebook.**



# Princípio de funcionamento

## Princípio de funcionamento da usina

A tecnologia baseia-se na conversão bioquímica de compostos orgânicos de alta massa molecular em compostos mais simples. A primeira etapa é a hidrólise, que produz ácidos orgânicos e álcoois. Compostos orgânicos +  $H_2O \rightarrow C_5H_7NO_2 + HCO_3$ . Os produtos dissolvidos, como ácidos orgânicos e álcoois ( $C_5H_7NO_2$ ,  $HCO_3$ ), são então convertidos em  $CH_4$  e  $CO_2$ :  $C_5H_7NO_2 + HCO_3 + H_2O \rightarrow CH_4 + CO_2 + NH_4$ . A conversão biológica ocorre em etapas sucessivas, em ambiente anaeróbio, dentro de um reator sem oxigênio. Na primeira fase, bactérias acidogênicas participam da hidrólise do substrato. Na segunda, compostos orgânicos simples são oxidados por bactérias heteroacidogênicas, produzindo acetato, dióxido de carbono e hidrogênio livre. A outra parte dos compostos orgânicos,

incluindo o acetato, forma compostos  $C_1$  (ácidos orgânicos simples). As substâncias produzidas alimentam os microrganismos metanogênicos do terceiro tipo. Essa etapa segue duas vias, A e B, dependendo dos microrganismos envolvidos. Eles convertem os produtos da primeira e da segunda etapas em metano  $CH_4$ , água  $H_2O$  e dióxido de carbono  $CO_2$ . Os microrganismos metanogênicos são mais sensíveis ao ambiente que as bactérias acidogênicas. Exigem condições totalmente anaeróbias e um período maior de reprodução. A velocidade e a extensão da digestão anaeróbia dependem da atividade metabólica dos microrganismos. Assim, o processo na usina inclui hidrólise, oxidação e metanogênese. Para este substrato, todas as etapas ocorrem no mesmo reator.

## Processo de produção de biogás

O bagaço de malte é alimentado à parte superior do digestor pelo sistema de transporte por roscas. O digestor opera a 52°C e é misturado por um agitador vertical central. Um trocador de calor a placas e o circuito de resfriamento mantêm a temperatura operacional.

O digestor possui volume total de 1.794 m<sup>3</sup> e volume útil de 1.600 m<sup>3</sup>. O tempo de retenção pelo volume total é de aproximadamente 31 dias. Os micronutrientes são fornecidos a 0.8 litro/dia. O antiespumante é dosado conforme a necessidade.

O biogás é coletado em um gasômetro externo de dupla membrana. O ar de suporte das membranas permanece separado do gás de processo. Dispositivos de proteção de pressão protegem o sistema de armazenamento.

O soprador booster alimenta o lavador biológico a 40 mbar. O ar de processo é adicionado diretamente ao lavador em volume equivalente a 10% do biogás bruto, aproximadamente 690 Nm<sup>3</sup>/dia. A vazão combinada de projeto é de aproximadamente 7.595 Nm<sup>3</sup>/dia, ou 316.5 Nm<sup>3</sup>/h. Os equipamentos de gás são dimensionados para 320 m<sup>3</sup>/h.

A concentração especificada de H<sub>2</sub>S cai de 2.500 ppm antes do lavador para 100 ppm depois. A perda de pressão de 5 mbar deixa 35 mbar na saída do lavador.

O resfriamento e a remoção de condensado secam o gás antes da compressão. O circuito reduz a temperatura do gás a 10°C; o reaquecimento posterior fornece gás tratado a aproximadamente 20°C. O H<sub>2</sub>S permanece em 100 ppm.

O compressor principal eleva a pressão a 200 mbar. O carvão ativado realiza o polimento final até a concentração especificada de H<sub>2</sub>S de 0 ppm na saída. A perda de pressão no filtro é de 5 mbar, restando 195 mbar para alimentar a caldeira existente.

O digestato é bombeado para um separador de prensa helicoidal. A fração sólida é descarregada para armazenamento ou transporte. O filtrado é coletado no tanque pulmão para uso posterior ou tratamento.

O sistema de controle monitora o processo, o estado dos equipamentos e os alarmes. Os operadores podem selecionar operação automática ou manual na estação de controle.

# Equipamentos principais





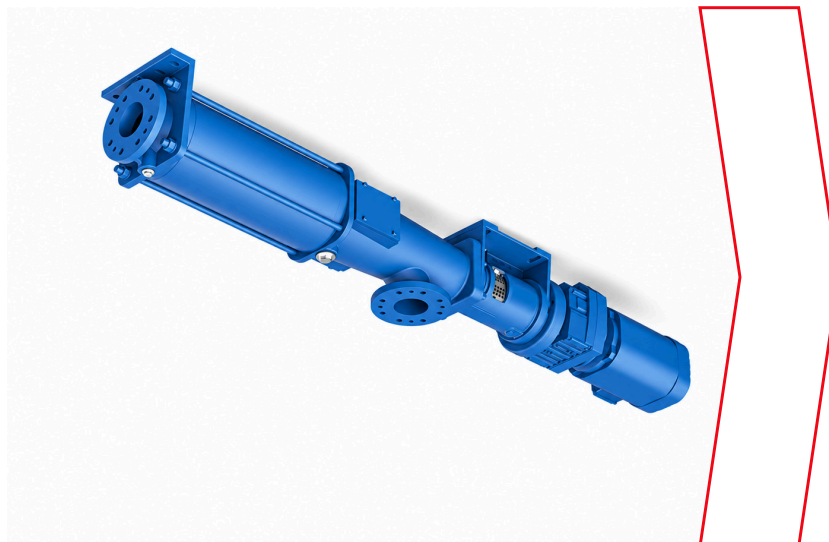
## Biodigestor

O digestor é uma parte importante da usina, fabricada em chapa de aço esmaltada e instalada sobre uma base de concreto. Uma camada de esmalte vítreo protege toda a estrutura metálica, com alta resistência a pH agressivo e danos mecânicos. A montagem por segmentos de aço é rápida e segura. Os painéis são unidos por parafusos e selante especial. O esmalte é aplicado em camadas pelo método PUESTA: um pó especial é depositado por atração eletrostática, proporcionando uniformidade, densidade e lisura.

Os parafusos são de aço inoxidável. Todos os elementos, incluindo flanges, são conectados através de uma membrana EPDM para proteger o esmalte. O isolamento reduz o consumo de calor e mantém a temperatura constante. O exterior recebe um revestimento decorativo.

## Especificações

|                      |                     |
|----------------------|---------------------|
| <b>Altura:</b>       | 16,00 m             |
| <b>Diâmetro:</b>     | 11,95 m             |
| <b>Volume total:</b> | 1794 m <sup>3</sup> |
| <b>Quantidade:</b>   | 1 un.               |



## Equipamentos de bombeamento

As bombas transportam o substrato para os equipamentos e instalações da usina e para fora deles. O projeto permite fácil acesso a todas as bombas. O acionamento utiliza motorreductor helicoidal. O estator possui entrada em moega para enchimento ideal da câmara. Uma junta universal robusta e protegida contra desgaste trabalha com a rosca de alimentação.

O suporte robusto de mancais possui acionamento acoplado e autocentragem do eixo. O projeto modular das bombas oferece flexibilidade e baixos custos ao longo da vida útil.

## Especificações

### Bomba de efluente clarificado

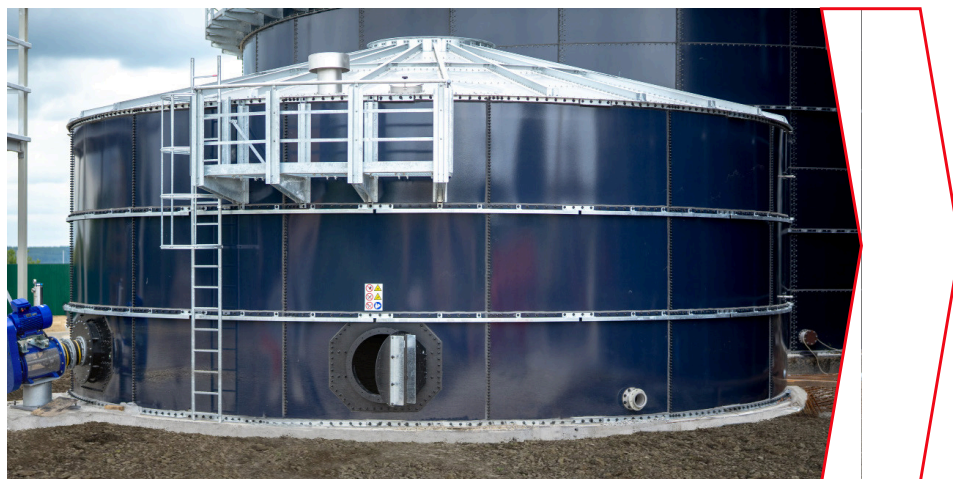
Vazão: 20 m<sup>3</sup>/h  
Pressão: 4Bar  
Quantidade: 1 un.

### Bomba de alimentação do trocador de calor

Vazão: 20 m<sup>3</sup>/h  
Pressão: 4Bar  
Quantidade: 1 un.

### Bomba de alimentação do separador

Vazão: 20 m<sup>3</sup>/h  
Pressão: 4Bar  
Quantidade: 1 un.



## Tanque pulmão

Tanque para receber substratos líquidos, equipado com cobertura cônica, válvulas de alívio e controle de nível (visual e eletrônico)

### Especificações

---

|                      |                   |
|----------------------|-------------------|
| <b>Diâmetro:</b>     | 4,4 m             |
| <b>Altura</b>        | 4,27 m            |
| <b>Volume total:</b> | 61 m <sup>3</sup> |
| <b>Volume útil:</b>  | 55 m <sup>3</sup> |
| <b>Quantidade:</b>   | 1 un.             |



## Agitador central do biodigestor

O agitador é fixado no centro da cobertura rígida do biodigestor. As pás têm orientações diferentes: as inferiores elevam o substrato do fundo, enquanto as superiores o distribuem pelo tanque e direcionam o fluxo para baixo. O agitador opera continuamente, mantendo o substrato em mistura constante.

### Especificações

Potência do motor:  
Quantidade por biodigestor:

N=17 kW  
1un.



## Trocador de calor a placas

O trocador externo a placas transfere calor entre o circuito de aquecimento e o substrato em circulação. A configuração de placas com canais largos é utilizada para meios com sólidos em suspensão. O pacote de placas oferece uma superfície compacta de troca térmica e acesso para inspeção e limpeza.

O controle de temperatura regula o circuito de aquecimento para manter condições estáveis de digestão. Válvulas de isolamento e conexões de serviço permitem a manutenção do trocador.

### Especificações

|                             |           |
|-----------------------------|-----------|
| Capacidade térmica          | 50 kW     |
| Faixa de vazão do substrato | 5–30 m³/h |
| Temperatura máxima          | 90°C      |
| Pressão de trabalho         | 4 bar     |
| Quantidade                  | 1 unidade |



## Visor com refletor

Os visores permitem a inspeção visual dos processos dentro do fermentador e do pós-digestor. Os refletores possuem execução à prova de explosão com desligamento automático.

Os visores possuem um sistema de lavagem e limpeza.

## Especificações

---

**Visores Ø300**  
**Refletor VISULUX UL50 -G -H**  
**230V, 50W, IP65**  
**Quantidade: 3 un.**



## Separador

O separador de rosca prensa atende a aplicações agrícolas, usinas de biogás e de bioetanol. A tecnologia separa os substratos em frações sólida e líquida. Sua versatilidade resulta da adaptação a diferentes teores de matéria seca e a líquidos espessos com 20% de matéria seca. Peneiras ranhuradas com diferentes aberturas permitem trabalhar com pequenas partículas sólidas e fibras. Na peneira, os sólidos separados formam uma camada filtrante que retém partículas mais finas. A rosca conduz essa camada até a saída de sólidos. A superfície da peneira é limpa e uma nova camada filtrante se forma. A construção das peneiras reduz o entupimento. A pressão é baixa no início da peneira e aumenta conforme o material se adensa em direção à saída. A consistência da fração sólida é ajustada pela quantidade e posição dos contrapesos do regulador de saída. Assim, obtém-se um produto adequado ao armazenamento, à adubação ou à compostagem. A fase líquida é facilmente drenada por tubos ou mangueiras.

## Especificações

|                                                                                                        |                          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| Potência do motor                                                                                      | 3,0kW                    |
| Vazão                                                                                                  | 10-20 m <sup>3</sup> / h |
| Quantidade Equipamentos Estrutura Rosca Peneira de filtragem Contrapesos Projeto do abrigo de proteção | 1 un.                    |



## Gasômetro

O gasômetro armazena biogás e equaliza sua pressão e composição. Possui construção de dupla membrana. A membrana externa é de tecido de poliéster revestido de PVC, resistente às intempéries e com proteção UV. A membrana interna de armazenamento é de PELD. A permeação máxima de metano é de  $260 \text{ cm}^3/\text{m}^2 \cdot 1 \text{ bar}$ , com resistência ao biogás. A membrana permite operação entre  $-30^\circ\text{C}$  e  $+60^\circ\text{C}$ .

A pressão do biogás no gasômetro é de 2-5 mbar. As membranas são projetadas e cortadas em máquinas NC e soldadas por alta frequência. Isso melhora a qualidade e a vida útil em comparação com membranas feitas manualmente e soldadas por equipamentos convencionais. Uma válvula de segurança protege o gasômetro contra sobrepressão. Um visor na membrana externa permite observar a membrana interna.

A membrana interna se estende sob a pressão normal do biogás. O ar é insuflado entre as membranas externa e interna para pressurizar a interna e dar forma à externa.

## Especificações

|               |                    |
|---------------|--------------------|
| Altura:       | 5,0 m              |
| Diâmetro:     | 8,1 m              |
| Volume total: | 210 m <sup>3</sup> |
| Quantidade:   | 1un.               |



## Lavador biológico de biogás

O lavador biológico remove sulfeto de hidrogênio antes do resfriamento e do polimento com carvão ativado. O gás entra em contato com o líquido circulante e um biofilme ativo dentro da coluna. A adição controlada de ar favorece a conversão biológica do enxofre.

O conjunto inclui o soprador booster a montante, o fornecimento de ar de processo, a circulação de líquido e os controles. Uma sala técnica é prevista ao lado da coluna, sobre uma fundação de concreto comum. O soprador booster está incluído no preço do lavador.

## Especificações

|                                     |                          |
|-------------------------------------|--------------------------|
| Capacidade de vazão de gás          | 320 m <sup>3</sup> /h    |
| Ar de processo                      | 10% do biogás bruto      |
| Vazão de ar                         | 690 Nm <sup>3</sup> /dia |
| H <sub>2</sub> S na entrada / saída | 2.500 / 100 ppm          |
| Pressão do gás na entrada / saída   | 40 / 35 mbar             |
| Perda de carga                      | 5 mbar                   |
| Quantidade                          | 1 unidade                |



## Secagem e resfriamento do biogás

O conjunto de resfriamento remove umidade do biogás lavado antes da compressão e da filtração com carvão ativado. O gás é resfriado a 10°C para separar o condensado e depois reaquecido a aproximadamente 20°C. O conjunto é dimensionado para a vazão ampliada, incluindo o ar de processo do lavador.

A pressão do gás após o lavador é de 35 mbar. A concentração especificada de H<sub>2</sub>S na entrada e na saída do resfriamento é de 100 ppm.

## Especificações

|                                    |                       |
|------------------------------------|-----------------------|
| Capacidade de vazão de gás         | 320 m <sup>3</sup> /h |
| Temperatura de resfriamento do gás | 10°C                  |
| Temperatura do gás tratado         | 20°C                  |
| Carga elétrica de projeto          | 20,9 kW               |
| Quantidade                         | 1 unidade             |



## Soprador booster e compressor de biogás

O soprador booster a montante alimenta o lavador biológico a 40 mbar e está incluído no conjunto do lavador. Após lavagem e resfriamento, o compressor principal eleva a pressão do gás a 200 mbar para o polimento com carvão ativado e o fornecimento à caldeira.

Ambos os estágios são dimensionados para 320 m<sup>3</sup>/h. A perda de carga no filtro resulta em pressão final de fornecimento de 195 mbar.

### Especificações

|                                          |                                   |
|------------------------------------------|-----------------------------------|
| Vazão de gás por unidade                 | 320 m <sup>3</sup> /h             |
| Pressão de descarga do soprador booster  | 40 mbar                           |
| Pressão do compressor principal          | 200 mbar                          |
| Motor de projeto do compressor principal | 4 kW                              |
| Quantidade                               | 1 soprador booster + 1 compressor |



## Filtro de carvão ativado

O carvão ativado remove o sulfeto de hidrogênio residual após lavagem biológica, resfriamento e compressão. O gás entra no filtro a 200 mbar e com concentração especificada de H<sub>2</sub>S de 100 ppm.

O valor especificado de H<sub>2</sub>S na saída é de 0 ppm. A perda de pressão de 5 mbar deixa pressão de fornecimento de 195 mbar. As medições do gás monitoram o desempenho do meio e orientam a substituição do carvão.

## Especificações

|                            |                       |
|----------------------------|-----------------------|
| Capacidade de vazão de gás | 320 m <sup>3</sup> /h |
| Carga de carvão            | 500 kg                |
| Perda de carga             | 5 mbar                |
| Pressão do gás na saída    | 195 mbar              |
| Quantidade                 | 1 unidade             |



## Tocha

A tocha realiza a combustão completa, temporária ou periódica, do biogás que não pode ser aproveitado como fonte de energia. O sistema inclui queimador e equipamentos auxiliares. O queimador por injeção reúne bocal com injetor, controle de admissão de ar, tubo de proteção da chama, conexões e comando. O conjunto de combustão é de aço inoxidável. A estrutura sustenta o queimador e a conexão montada verticalmente. O painel fixado à estrutura contém os elementos de monitoramento e controle da ignição e da chama.

## Especificações

Vazão

320 m<sup>3</sup>/h



## Resfriador a seco (resfriamento do digestor)

O equipamento resfria o fluido térmico do sistema de aquecimento. Substratos em alta temperatura podem causar autoaquecimento descontrolado do biodigestor. O resfriador é ligado à tubulação de aquecimento e acionado pelos sensores de temperatura. Um resfriador trabalha com o trocador espiral para resfriar o substrato de entrada; o outro atua com um segundo trocador para controlar a temperatura no biodigestor.

### Especificações

---

|                    |        |
|--------------------|--------|
| Potência:          | 30kW   |
| Potência do motor: | 0,5 kW |
| Quantidade:        | 1 un.  |



## Analizador de gás (CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, O<sub>2</sub>)

O analisador determina a composição qualitativa e quantitativa da mistura gasosa. Nos analisadores por absorção, os componentes do biogás são absorvidos sequencialmente por diferentes reagentes. Os analisadores automáticos medem continuamente propriedades físicas ou físico-químicas da mistura ou de seus componentes. A operação utiliza métodos físicos de análise, incluindo reações químicas auxiliares.

### Especificações

#### O conjunto inclui

Equipamento para montagem na parede  
Tela LCD com menu  
Medidor de vazão / válvula de controle  
Sensores

Gases medidos: metano % (CH<sub>4</sub>), dióxido de carbono % (CO<sub>2</sub>), sulfeto de hidrogênio ppm (H<sub>2</sub>S)

# Sistema de água e esgoto

O sistema fornece água para o processo, aquecimento e resfriamento, consumo humano, uso sanitário e combate a incêndio. As principais unidades são bombas centrífugas de estágio único, destinadas à água potável e de uso geral, águas residuais e esgoto.

Os sistemas de pressurização elevam a pressão da água limpa em instalações industriais. Cada conjunto possui de 2 a 3 bombas em paralelo, montadas em uma base comum e equipadas com todas as conexões e válvulas necessárias.

## Especificações

---

### Bomba de abastecimento de água

|         |                      |
|---------|----------------------|
| Pressão | 2,5 bar              |
| Vazão   | 25 m <sup>3</sup> /h |
| Motor   | 3,0 kW               |

### Bomba submersível

|         |                       |
|---------|-----------------------|
| Pressão | 1,1 bar               |
| Vazão   | 15 m <sup>3</sup> / h |
| Motor   | 3,5 kW                |

### Bomba submersível com cabo

|         |          |
|---------|----------|
| Pressão | 1,1 bar  |
| Vazão   | 1,7l / s |
| Motor   | 0,9 kW   |

### Equipamentos

Painel de controle da bomba

Placa de base

Manômetros

Válvulas de retenção

Interruptores de boia

Suportes

Válvulas



## Sistema de aquecimento

O sistema aquece a usina e mantém constante a temperatura do biodigestor. Inclui bombas de circulação, trocadores de calor, coletores e tubulações. O calor da caldeira é transferido por um trocador às paredes do biodigestor e distribuído por bombas de circulação. O fluido é água com adição de etilenoglicol. As temperaturas de entrada e saída no biodigestor são de 60°C e 40°C, respectivamente.

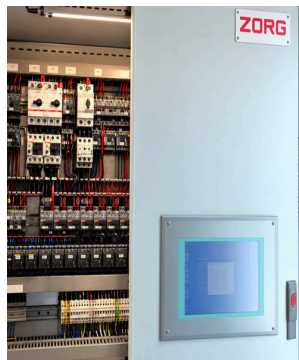
### Especificações

---

Bomba de circulação do fluido térmico  
Vazão 12 m<sup>3</sup> / h;  
Pressão 1,1 bar  
Motor 3,5 kW

Bomba de circulação do fluido térmico  
Vazão 0.6 m<sup>3</sup> / h;  
Pressão 1 bar,  
Motor 0,165 kW

Estação de bombeamento de propilenoglicol  
Vazão 1,0m<sup>3</sup> / h;  
Pressão 4 bar,  
Motor 0,775 kW



## Automação e equipamentos elétricos

A automação supervisiona e regula a operação da usina e limita danos. Em emergências, como falha de energia, a instrumentação leva automaticamente a instalação a uma condição segura. Equipamentos elétricos críticos recebem alimentação de emergência. O sistema permite monitoramento em tempo real, identificação e correção imediata de desvios, operação otimizada com economia de recursos e registro dos parâmetros em banco de dados. Inclui painel de controle, sensores de processo e atuadores.

O painel utiliza controlador Siemens CPU315-DP2, periferia distribuída Simatic ET200S e painel OP277 Touch com tela sensível ao toque. A comunicação é feita por PROFIBUS e MPI, com interface física RS-485. O programa é desenvolvido no Simatic Step7. O painel é modular: na parte superior ficam a alimentação e os processadores; o sistema Simatic ET200S inclui módulos de entradas e saídas. A parte inferior contém relés de interface e bornes para conexão dos atuadores. Um único operador controla toda a instalação.

## Especificações

**Quadro de entrada com automação ASE-1, 2, 3**  
**Controlador principal Siemens CPU315-DP2**  
**Periféricos Simatic ET200S**  
**Painel de operação OP277 com tela sensível ao toque**  
**Comunicação PROFIBUS e MPI**  
**Interface RS-485**  
**Sistema de controle Simatic Step7**



## Sensores

Os sensores medem grandezas físicas (temperatura, pressão, umidade) e permitem a coleta de dados.

## Especificações

---

Sensor de condutividade  
Sensor de pressão / nível  
Sensor ultrassônico  
Sensor de pressão do gás  
Transmissores de temperatura com poços de proteção  
Sensor de umidade e temperatura do gás



## Laboratório

O monitoramento e o controle dos parâmetros das matérias-primas e da fermentação são importantes para a operação eficiente. O laboratório permite avaliar o teor de matéria seca na alimentação e na massa fermentada, a relação entre ácidos orgânicos voláteis e carbono inorgânico total (FOS/TAC), o grau de digestão do substrato, o volume de biogás produzido e a eficiência do separador.

## Equipamentos

- Balança analítica
- Analizador de umidade
- Titulador automático
- Medidor de pH de laboratório
- Centrífuga
- Conjunto de frascos

# Especificação EQUIPAMENTOS



| Nº         | Equipamentos                                                | Características                 | Qtd.     |
|------------|-------------------------------------------------------------|---------------------------------|----------|
| <b>1</b>   | <b>Biodigestor (aço esmaltado)</b>                          | <b>V=1794 m³</b>                | <b>1</b> |
| 1,1        | Visores com refletor, completos, desmontáveis para montagem | conj.                           | 1        |
| 1,2        | Flanges para conexões de tubulações                         | conj.                           | 1        |
| 1,3        | Plataformas de manutenção (redutores, válvulas e conexões)  | conj.                           | 1        |
| 1,4        | Suportes para tubulações                                    | conj.                           | 1        |
| <b>2</b>   | <b>Tanque pulmão (aço esmaltado)</b>                        | <b>V=61 m³</b>                  |          |
| 2,1        | Bocas de visita                                             | conj.                           |          |
| 2,2        | Flanges para conexões de tubulações                         | conj.                           |          |
| 2,3        | Plataformas de manutenção (redutores, válvulas e conexões)  | conj.                           |          |
| 2,4        | Suportes para tubulações                                    | conj.                           |          |
| <b>3</b>   | <b>Agitador vertical do biodigestor</b>                     | <b>N=17 kW</b>                  | <b>1</b> |
| 3,1        | Motoredutor estanque                                        |                                 | 1        |
| 3,2        | Hélice (aço resistente ao desgaste)                         |                                 | 1        |
| 3,3        | Eixo (adaptado à altura do digestor)                        |                                 | 1        |
| 3,4        | Inversor de frequência                                      |                                 | 1        |
| <b>4</b>   | <b>Bomba de efluente clarificado</b>                        | <b>Q= 20 m³/h<br/>N=5,5 kW</b>  | <b>1</b> |
| <b>5</b>   | <b>Separador</b>                                            | <b>N=3,0 kW</b>                 | <b>1</b> |
| 5,1        | Estrutura                                                   |                                 | 1        |
| 5,2        | Rosca                                                       |                                 | 1        |
| 5,3        | Peneira de filtragem                                        |                                 | 1        |
| 5,5        | Contrapesos                                                 |                                 | 1        |
| <b>5,2</b> | <b>Bomba de alimentação do separador</b>                    | <b>Q= 20 m³/h<br/>N=5,5 kW</b>  | <b>1</b> |
| <b>6</b>   | <b>Bomba de circulação de substrato</b>                     | <b>Q= 20 m³/h<br/>N=5,5 kW</b>  | <b>1</b> |
| <b>7</b>   | <b>Trocador de calor a placas</b>                           | <b>50 kW (potência térmica)</b> | <b>1</b> |

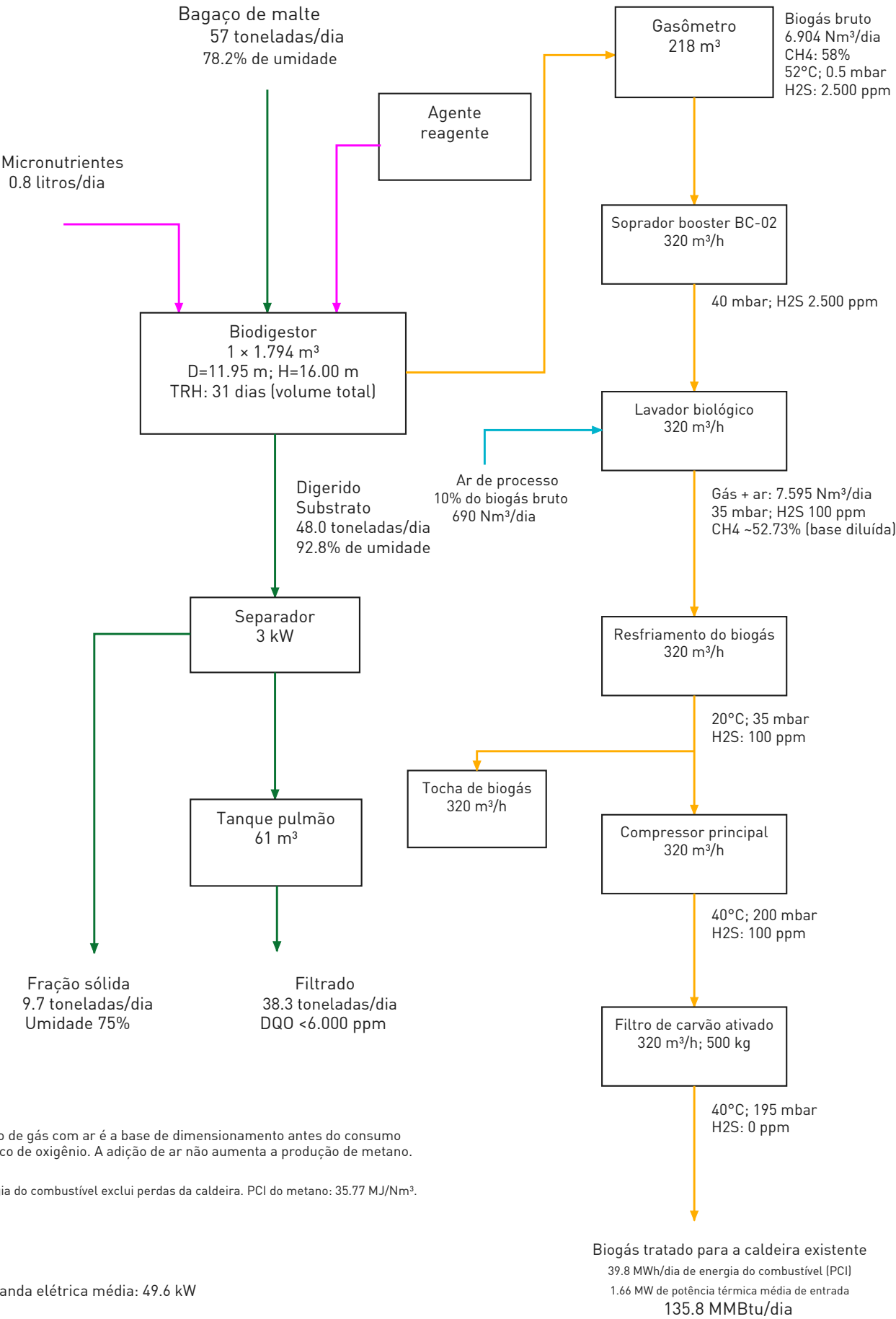
| Nº   | Equipamentos                                                                                                                        | Características                                      | Qtd. |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|------|
| 8    | Resfriador a ar                                                                                                                     | 40kw                                                 | 1    |
| 9    | Gasômetro externo de PVC                                                                                                            | Ø8.0 m                                               | 1    |
| 9,1  | Membrana de proteção climática                                                                                                      | Ø8.0 m                                               | 1    |
| 9,2  | Permeabilidade ao metano da película PELED<br>máx. 260 cm <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> *d*1 bar, 650<br>N/5cm, resistente ao biogás |                                                      | 1    |
| 9,3  | Soprador de ar                                                                                                                      | 16A,<br>0,5kW                                        | 1    |
| 9,5  | Válvula de sobrepressão e vácuo                                                                                                     |                                                      | 1    |
| 9,6  | Sensor de nível da cúpula                                                                                                           |                                                      | 1    |
| 9,7  | Sistema de montagem                                                                                                                 |                                                      | 1    |
| 9,8  | Acessórios                                                                                                                          | conj.                                                | 1    |
| 10   | Válvula de segurança do biodigestor                                                                                                 | conj.                                                | 1    |
| 11   | Compressor principal de biogás                                                                                                      | 320 m <sup>3</sup> /h; 200 mbar; 4 kW                | 1    |
| 12   | Conjunto de resfriamento do biogás                                                                                                  | 320 m <sup>3</sup> /h; 20.9 kW                       | 1    |
| 12,1 | Chiller, trocador de calor e circuito de glicol                                                                                     | conj.                                                | 1    |
| 13   | Filtro de carvão ativado                                                                                                            | 320 m <sup>3</sup> /h; 500 kg                        | 1    |
| 14   | Analizador de biogás                                                                                                                | CH <sub>4</sub> , CO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> S | 1    |
| 15   | Medidor de vazão de gás                                                                                                             | 320 m <sup>3</sup> /h                                | 1    |
| 16   | Queimador de biogás, ignição e controles                                                                                            | 320 m <sup>3</sup> /h                                | 1    |
| 21   | Lavador biológico SC-01                                                                                                             | 320 m <sup>3</sup> /h; ΔP 5 mbar                     | 1    |
| 21,1 | Soprador booster BC-02 (incluído)                                                                                                   | 320 m <sup>3</sup> /h; 40 mbar                       | 1    |
| 21,2 | Dosagem de ar e circulação de líquido                                                                                               | conj.                                                | 1    |

| Nº        | Equipamentos                                                     | Características               | Qtd.     |
|-----------|------------------------------------------------------------------|-------------------------------|----------|
| <b>17</b> | <b>Sistema de fornecimento de calor</b>                          |                               | <b>1</b> |
| 17,1      | Vaso de expansão com membrana                                    | V=1000 l<br>P=6Bar<br>T=120°C | 1        |
| 17,2      | Bomba de circulação do fluido térmico                            | Q=12 m³/h<br>N=3,5 kW         | 1        |
| 17,3      | Bomba de circulação de água quente para o prédio administrativo  | N=0.165 kW                    | 1        |
| <b>18</b> | <b>Caldeira elétrica para partida</b>                            |                               | <b>1</b> |
| <b>19</b> | <b>Automação e equipamentos elétricos conjunto para montagem</b> |                               | <b>1</b> |
| 19,1      | Quadro de distribuição de entrada com automação DB-1             |                               | 1        |
| 19,2      | Quadro de distribuição de entrada com automação DB-2             |                               | 1        |
| 19,3      | Quadro de distribuição de entrada com automação DB-3             |                               | 1        |
| <b>20</b> | <b>Conjunto de sensores</b>                                      |                               | <b>3</b> |
| 20,1      | Sensor de condutividade                                          | 31SCM50                       | 3        |
| 20,2      | Sensor de pressão / nível                                        | SEN-3251 B025<br>G1 1Bar      | 2        |
| 20,3      | Sensor ultrassônico                                              | SPA-380-08                    | 2        |
| 20,4      | Sensor de pressão do gás                                         | G1/2 0,4Bar                   | 2        |
| 20,5      | Transmissor de temperatura                                       |                               | 2        |
| 20,6      | Poços de proteção de termopares                                  | TR10-B                        | 2        |
| 20,7      | Transmissor de temperatura do aquecimento TR3                    |                               | 2        |
| 20,8      | Sensor de pressão do substrato                                   | G1 4Bar                       | 2        |
| 19,9      | Sensor de pressão do substrato                                   | G1 2,5Bar                     | 2        |
| 19,10     | Sensor de pressão do fluido refrigerante                         | G1/2 6Bar                     | 2        |
| 19,11     | Sensor de nível por imersão                                      | LS-10 0,6Bar<br>4-20 mA       | 2        |
| 20,12     | Sensor de umidade e temperatura do gás                           | ESFTF-I                       | 2        |

# ANEXOS



Diagrama de fluxo de materiais



A vazão de gás com ar é a base de dimensionamento antes do consumo biológico de oxigênio. A adição de ar não aumenta a produção de metano.

A energia do combustível exclui perdas da caldeira. PCI do metano: 35.77 MJ/Nm³.

Demanda elétrica média: 49.6 kW

| Especificação |                                         |      |
|---------------|-----------------------------------------|------|
| N/º           | Nome                                    | Qtd. |
| AG-01         | Agitador central do digestor            | 1    |
| SV-01         | Válvula de segurança                    | 1    |
| SG-01         | Visores                                 | 1    |
| PU-02         | Bomba de circulação do substrato        | 1    |
| PU-01         | Bomba de efluente clarificado           | 1    |
| PU-03         | Bomba de alimentação do separador       | 1    |
| HE-01         | Trocador de calor do digestor           | 1    |
| GH-01         | Gasômetro                               | 1    |
| CHL-01        | Sistema de resfriamento de biogás       | 1    |
| BC-01         | Soprador de biogás                      | 1    |
| CF-01         | Filtro de carvão ativado                | 1    |
| GA-01         | Analisador de biogás                    | 1    |
| FM-01         | Medidor de vazão de biogás              | 1    |
| BF-01         | Flare de biogás                         | 1    |
| DC-01         | Resfriador a seco                       | 1    |
| TS-01         | Separador                               | 1    |
| TSG-01        | Rosca de alimentação de bagaço de malte | 1    |
| BC-02         | Soprador de reforço, 40 mbar            | 1    |
| SC-01         | Lavador biológico                       | 1    |

Legenda das tubulações

|       |                            |
|-------|----------------------------|
| — TCS | — Substrato                |
| — BG1 | — Biogás                   |
| — BG2 | — Biogás                   |
| — HS  |                            |
| — HS  | — Tubulação de aquecimento |

— HS — Tubulação de aquecimento

| N/Nº  | Nome                  | Qtd. |
|-------|-----------------------|------|
| TK-01 | Digestor              | 1    |
| TK-02 | Tanque de equalização | 1    |
| HS-01 | Subestação térmica    | 1    |

| N/Nº  | Nome                  | Qtd. |
|-------|-----------------------|------|
| TK-01 | Digestor              | 1    |
| TK-02 | Tanque de equalização | 1    |
| HS-01 | Subestação térmica    | 1    |

| N/Nº  | Nome                  | Qtd. |
|-------|-----------------------|------|
| TK-01 | Digestor              | 1    |
| TK-02 | Tanque de equalização | 1    |
| HS-01 | Subestação térmica    | 1    |

Ar: 10% / 690 Nm³/dia

Biogas para a caldeira existente

195 mbar / H2S 0 ppm

35 mbar / 100 ppm

40 mbar

200 mbar / 100 ppm

SG-01

HE-01

TS-01

TK-01

TK-02

AG-01

PU-02

PU-03

PU-01

Efluente clarificado

CHL-01

BC-02

SC-01

BC-01

CF-01

GA-01

PM-01

BF-01

HS-01

DC-01

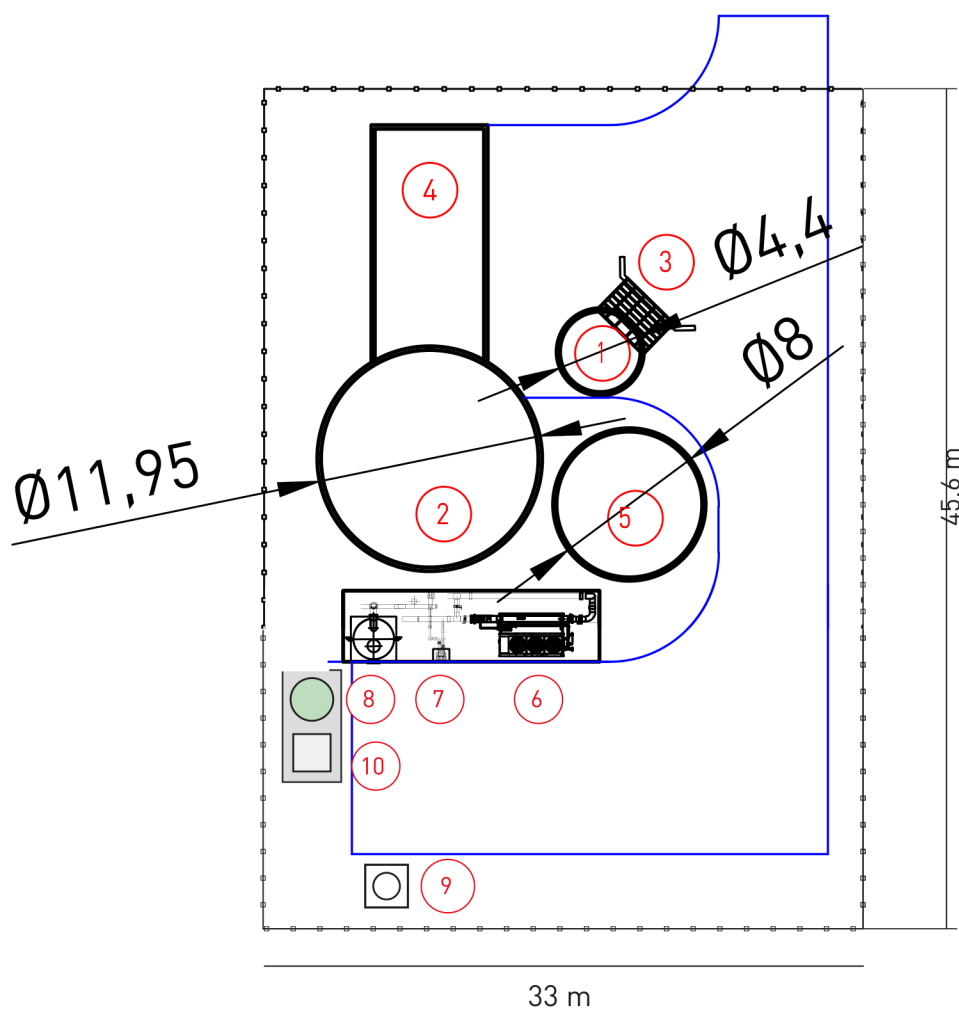
SV-01

BG-01

TSG-01

Bagaço de malte

# Planta



Legenda dos equipamentos

|    |                                   |
|----|-----------------------------------|
| 1  | Tanque de filtrado                |
| 2  | Digestor                          |
| 3  | Separador                         |
| 4  | Sala técnica                      |
| 5  | Gasômetro externo                 |
| 6  | Sistema de resfriamento de biogás |
| 7  | Compressor principal de biogás    |
| 8  | Filtro de carvão ativado          |
| 9  | Flare de biogás                   |
| 10 | Lavador biológico + sala técnica  |

Fundação do lavador: coluna e sala técnica adjacente com área semelhante.  
Via de acesso e cerca ampliadas para o sul.

# Consumo de energia elétrica

| Equipamentos                             | Potência unit. kW | Qtd. | Potência instalada kW | Horas/dia | kWh/dia |
|------------------------------------------|-------------------|------|-----------------------|-----------|---------|
| Aagitador central do digestor            | 17                | 1    | 17                    | 16        | 272,00  |
| Roscas de alimentaçaõ                    | 17                | 1    | 17                    | 4         | 68,00   |
| Bomba de alimentaçaõ do separador        | 5,5               | 1    | 5,5                   | 3         | 16,50   |
| Bomba de circulaçaõ de substrato         | 5,5               | 1    | 5,5                   | 6         | 33,00   |
| Compressor principal de biogás           | 4                 | 1    | 4                     | 24        | 96,00   |
| Bomba do fluido térmico                  | 0,5               | 1    | 0,5                   | 12        | 6,00    |
| Bomba de aquecimento do digestor         | 1                 | 1    | 1                     | 24        | 24,00   |
| Conjunto de resfriamento do biogás       | 20,9              | 1    | 20,9                  | 24        | 501,60  |
| Bomba de aquecimento da sala técnica     | 0,5               | 1    | 0,5                   | 24        | 12,00   |
| Bomba de circulaçaõ de água quente       | 0,1               | 1    | 0,1                   | 0         | 0,00    |
| Bomba de glicol                          | 0,5               | 1    | 0,5                   | 0,5       | 0,25    |
| Bomba de circulaçaõ de água              | 0,5               | 1    | 0,5                   | 2         | 1,00    |
| Resfriador a ar                          | 0,5               | 1    | 0,5                   | 24        | 12,00   |
| Compressor de ar da vedação do gasômetro | 1                 | 1    | 1                     | 1         | 1,00    |
| Soprador de sustentação da membrana      | 1                 | 1    | 1                     | 24        | 24,00   |
| Separador                                | 3                 | 1    | 3                     | 12        | 36,00   |
| Bomba de drenagem                        | 0,7               | 1    | 0,7                   | 0,5       | 0,35    |
| Analizador de gás                        | 1                 | 1    | 1                     | 24        | 24,00   |
| Soprador booster do lavador              | 1,1               | 1    | 1,1                   | 24        | 26,40   |
| Circulaçaõ de líquido do lavador         | 1,1               | 1    | 1,1                   | 24        | 26,40   |
| Soprador de ar do lavador                | 0,37              | 1    | 0,37                  | 24        | 8,88    |

Potência instalada total: 82.77 kW Consumo diário: 1189.38 kWh Média: 49.56 kW

As potências dos motores auxiliares do lavador e do compressor principal são previsões do projeto elétrico; a seleção final é confirmada na engenharia detalhada. O agitador central tem 17 kW, conforme sua especificação. As horas de operação foram mantidas do cronograma original.

Preços: usina de biogás para 57 toneladas/dia de bagaço de malte

| Pos. Nome |                                                                 | Qtd. | Preço unitário líquido, EUR Subtotal, EUR |         |
|-----------|-----------------------------------------------------------------|------|-------------------------------------------|---------|
| 1         | Documentação do projeto                                         | 1    | 39.000                                    | 39.000  |
| 2         | Supervisão da construção                                        | 1    | 40.000                                    | 40.000  |
| 3         | Comissionamento e treinamento                                   | 1    | 40.000                                    | 40.000  |
| 4         | Despesas de viagem                                              | 1    | 40.000                                    | 40.000  |
| 5         | Entrega: 8 contêineres                                          | 8    | 8.000                                     | 64.000  |
| 6         | Separador, 3 kW                                                 | 1    | 25.200                                    | 25.200  |
| 7         | Gasômetro externo, 218 m³                                       | 1    | 39.900                                    | 39.900  |
| 8         | Válvula de sobrepressão e vácuo                                 | 1    | 4.800                                     | 4.800   |
| 9         | Visores com refletor                                            | 1    | 3.000                                     | 3.000   |
| 10        | Agitador central do digestor, 17 kW                             | 1    | 66.500                                    | 66.500  |
| 11        | Bomba de alimentação do separador, 5.5 kW                       | 1    | 11.200                                    | 11.200  |
| 12        | Bomba de digestato, 5.5 kW                                      | 1    | 11.200                                    | 11.200  |
| 13        | Bomba de circulação de substrato, 5.5 kW                        | 1    | 11.200                                    | 11.200  |
| 14        | Trocador de calor a placas, 50 kW                               | 1    | 39.900                                    | 39.900  |
| 15        | Lavador biológico, 320 m³/h incluindo soprador booster, 40 mbar | 1    | 85.000                                    | 85.000  |
| 16        | Sistema de resfriamento de biogás, 320 m³/h                     | 1    | 45.500                                    | 45.500  |
| 17        | Compressor de biogás, 320 m³/h, 200 mbar                        | 1    | 3.400                                     | 3.400   |
| 18        | Filtro de carvão ativado, 320 m³/h, 500 kg                      | 1    | 23.100                                    | 23.100  |
| 19        | Analizador de biogás                                            | 1    | 18.900                                    | 18.900  |
| 20        | Tubulação e tratamento de gás, 320 m³/h                         | 1    | 10.800                                    | 10.800  |
| 21        | Queimador de biogás, 320 m³/h                                   | 1    | 35.700                                    | 35.700  |
| 22        | Central de aquecimento                                          | 1    | 11.500                                    | 11.500  |
| 23        | Resfriador a seco, 40 kW                                        | 1    | 12.600                                    | 12.600  |
| 24        | Automação e equipamentos elétricos                              | 1    | 137.000                                   | 137.000 |
| 25        | Sensores e instrumentação                                       | 3    | 25.000                                    | 75.000  |
| 26        | Abastecimento de água e esgoto                                  | 1    | 9.300                                     | 9.300   |
| 27        | Roscas de alimentação: horizontal + inclinada                   | 1    | 80.900                                    | 80.900  |
| 28        | Tanque pulmão de aço, 61 m³                                     | 1    | 80.900                                    | 80.900  |
| 29        | Tanque digestor de aço, 1.794 m³                                | 1    | 237.700                                   | 237.700 |
| 30        | Acessórios do digestor                                          | 1    | 101.900                                   | 101.900 |
| 31        | Obras civis e instalação Responsabilidade do cliente            | 1    | 400.000                                   | 400.000 |

|                              |           |
|------------------------------|-----------|
| ZORG, EUR                    | 1.405.100 |
| Construção pelo cliente, EUR | 400.000   |
| TOTAL Zorg + Cliente, EUR    | 1.805.100 |

Os preços líquidos incluem o desconto acordado de 30% nos equipamentos e são arredondados para EUR 100. Os preços da automação e dos novos itens especificados permanecem inalterados. O preço do lavador inclui o soprador booster de 40 mbar.

## Prazos de execução e pagamentos

| Meses                      | 1   | 2 | 3   | 4   | 5 | 6   | 7   | 8   | 9   | 10 | 10  | 11  | 12 |
|----------------------------|-----|---|-----|-----|---|-----|-----|-----|-----|----|-----|-----|----|
| Documentação do projeto    | 50% |   | 50% |     |   |     |     |     |     |    |     |     |    |
| Aprovações e licenças      |     |   |     |     |   |     |     |     |     |    |     |     |    |
| Equipamentos               |     |   |     | 30% |   | 25% | 25% | 20% |     |    |     |     |    |
| Entrega                    |     |   |     |     |   | 25% | 25% | 25% | 25% |    |     |     |    |
| Construção                 |     |   |     |     |   |     |     |     |     |    |     |     |    |
| Supervisão                 |     |   |     | 50% |   |     | 50% |     |     |    |     |     |    |
| Partida da usina de biogás |     |   |     |     |   |     |     |     |     |    | 50% | 50% |    |

## Contratos

O projeto é executado simultaneamente sob vários contratos

- Contrato de engenharia
- Contrato de fornecimento de equipamentos
- Contrato de supervisão
- Contrato de partida e treinamento



Centro empresarial "Twin Yards"  
Walter-Gropius-Straße 23,  
DE-80807, Munique, Alemanha

Mob. +49 1511 457 29 45 (WhatsApp, Viber, Telegram)

[zorg@zorg-biogas.com](mailto:zorg@zorg-biogas.com)  
[www.zorg-biogas.com](http://www.zorg-biogas.com)