



UNIDADE DE PRODUÇÃO DE BIOMETANO DE ORIGEM RENOVÁVEL

ABRIGADA, ALENQUER

SGDT 1001
ABRIL 2026



Índice

Índice	2
Lista de Anexos e Elementos de Projeto	5
1. Introdução	6
1.1. Âmbito do Projeto	6
1.2. Enquadramento Legal.....	6
1.3. Promotor.....	7
1.4. Natureza e Importância do Projeto.....	11
1.5. Tecnologias a Utilizar na Produção de Biometano.....	12
2. Descrição Geral do Projeto.....	17
2.1. Localização.....	18
2.2. Matéria-Prima Utilizada para a Produção de Biometano.....	20
2.3. Processo Tecnológico para a Produção de Biometano.....	21
3. Processo de Produção do Biometano.....	23
3.1. Gestão de Matérias-Primas e Produção de Biogás.....	23
3.1.1. Receção e Armazenamento de Matérias-Primas	23
3.1.2. Digestão Anaeróbia e Produção de Biogás.....	36
3.1.3. Gestão Técnica e Controlo da Produção.....	44
3.2. Gestão do Biogás e Biometano	48
3.2.1. Purificação (<i>upgrading</i>) do biogás em biometano	49
3.2.2. Estação de Mistura e Injeção (EMI)	50
3.2.3. Tocha (<i>Flare</i>)	51
3.2.4. Sistema de produção e gestão de calor	53
3.2.5. Emissões Gasosas do Processo de Produção e Gestão do Biogás.....	54
3.2.6. Ruído	55
3.3. Gestão do Digerido.....	56
3.3.1. Separador de Fases.....	56
3.3.2. Armazenamento de Digerido Líquido	57
3.3.3. Recolha de Digerido Líquido	57
3.3.4. Valorização Agrícola do Digerido	57
3.4. Processos e Equipamentos Auxiliares	59



3.4.1.	Balança	59
3.4.2.	Fossa de Condensados	59
3.4.3.	Sistema de Tratamento de Ar	59
3.5.	Balanço de Massas do Processo	63
3.6.	Ensaio e Inicialização do Processo	65
3.6.1.	Ensaio	65
3.6.2.	Inicialização do Processo	66
3.7.	Substâncias Perigosas	69
4.	Elementos Complementares – Processo Industrial	72
4.1.	<i>Pipping</i> e Válvulas	72
4.2.	Instrumentação e Controlo	74
4.3.	HAZID	74
5.	Sistema de Controlo	76
5.1.	Sistema de controlo distribuído	76
5.1.1.	Nível 0 – nível de campo	76
5.1.2.	Nível 1 – nível de controlo	77
5.1.3.	Nível 2 – nível de supervisão	77
5.2.	Sistema de telecomunicações	77
6.	Sistema Elétrico	78
6.1.	Alimentação elétrica	78
6.2.	Caminho de cabos	79
6.3.	Rede de Terras	79
6.4.	Proteção contra descargas atmosféricas	80
6.4.1.	Sistema de Proteção Externo	80
6.4.2.	Sistema de Proteção Interno	80
7.	Efluentes Líquidos	81
8.	Redes de Abastecimento de Água Potável e Rede de Combate a Incêndios	82
9.	Segurança	83
9.1.	Sistema de Proteção Contra Incêndios (SCIE)	83
9.2.	Sistema de Detecção de Gás	83
9.3.	Controlo de fumos	83
9.4.	Classificação ATEX	84



9.4.1.	Legislação e normas aplicáveis.....	84
9.4.2.	Locais ATEX a considerar.....	85
9.4.3.	Classificação das áreas ATEX - Zonas	85
10.	Estudo Hidrológico	88
11.	Estudo Geológico-Geotécnico	89
12.	Projeto de Engenharia Civil e Arquitetura	90
12.1.	Movimentação de Terras e Vias Internas	90
12.2.	Fundações e Estruturas.....	90
12.3.	Escritório.....	91
12.4.	Edifício de processo e armazenagem	92
13.	Melhoramento do Acesso à UAB Abrigada.....	94
14.	Estaleiro e Obra.....	95
15.	Injeção de Biometano na Rede – Gasoduto	103
15.1.	Estação de Entrega	104
15.2.	Gasoduto	105
	Lista de Anexos.....	107



Lista de Anexos e Elementos de Projeto

O presente documento inclui os Anexos e Elementos de Projeto referentes à Unidade Autônoma de Produção de Biometano de Origem Renovável de Abrigada.

Estes anexos foram organizados e numerados de acordo com o número do capítulo da memória descritiva a que dizem respeito.

Tabela 1 - Anexos

Capítulo	Anexo	Designação	Classificação
2. Descrição Geral do Projeto	A2	Descrição Geral	
3. Processo de Produção do Biometano	A3	Processo Industrial	
4. Elementos Complementares – Processo Industrial	A4	Elementos Complementares	CONFIDENCIAL
6. Sistema Elétrico	A6	Elétrico	
7. Efluentes Líquidos	A7.1	Drenagens Pluviais e Águas Residuais de Processo	
7. Efluentes Líquidos	A7.2	Águas Residuais Domésticas	
8. Redes de Abastecimento de Água Potável e Rede de Combate a Incêndios	A8.1	Ramal Abastecimento de Água	
8. Redes de Abastecimento de Água Potável e Rede de Combate a Incêndios	A8.2	Abastecimento Água e Incêndio	
9. Segurança	A9.1	Segurança Contra Incêndios	
9. Segurança	A9.4	ATEX	
10. Estudo Hidrológico	A10	Estudo Hidrológico	
11. Estudo Geológico-Geotécnico	A11	EGG	
12. Projeto de Engenharia Civil e Arquitetura	A12.1	Movimentos de Terras e Vias Internas	
12. Projeto de Engenharia Civil e Arquitetura	A12.2	Fundações e Estruturas	
12. Projeto de Engenharia Civil e Arquitetura	A12.3	Arquitetura	
13. Melhoramento do Acesso à UAB Abrigada	A13	Via de Acesso Exterior UAB Abrigada	
14. Estaleiro e Obra	A14	Estaleiro	
15. Linha Elétrica MT	A15	Linha Elétrica MT	



1. Introdução

O presente documento compreende a Memória Descritiva do Projeto da Unidade de Produção de Biometano de Origem Renovável da SGGT 1001 em Abrigada, Alenquer.

1.1. Âmbito do Projeto

O projeto Biometano Abrigada contempla a construção de uma Unidade de Produção de Biometano de Origem Renovável com o objetivo da valorização orgânica de passivos ambientais e subprodutos, ricos em metano, com a transformação em biogás, seguido pela purificação a biometano (CH₄).

Deste processo é obtido também o biofertilizante, que beneficia a agricultura para um cultivo mais sustentável, diminuindo a dependência de fertilizantes importados.

1.2. Enquadramento Legal

Em 2020, o Sistema Nacional de Gás Natural foi reformado para incluir, a par do gás natural, também os gases renováveis, através da entrada em vigor do Decreto-Lei n.º 62/2020, de 28 de agosto, que transpõe para o ordenamento jurídico português a Diretiva (UE) 2019/692, de 17 de abril, criando o Sistema Nacional de Gás.

De acordo com o Decreto-Lei n.º 62/2020, a produção de gases de origem renovável e de gases de baixo teor de carbono é criada como uma atividade liberalizada, com baixos requisitos administrativos e com regulação adequada à garantia da segurança do abastecimento do SNG. Neste enquadramento, o produtor de gases de origem renovável ou de gases de baixo teor de carbono poderá, no entanto, destinar o seu produto a qualquer fim, como o autoconsumo, injeção na rede pública de gás, fornecimento por cisterna a qualquer consumidor industrial ou particular, exportação, aplicação ao setor dos transportes, entre outros.



Com efeito, a Unidade de Produção de Biometano de Origem Renovável de Abrigada destina-se à produção de biometano de origem renovável, sendo necessário o registo prévio de produtor de gases de origem renovável nos termos dos artigos 69.º e 70.º do Decreto-Lei n.º 62/2020, cujo requerente é a SGDT 1001 e entidade licenciadora a DGEG.

1.3. Promotor

O Promotor do Projeto da Unidade de Produção de Biometano de Origem Renovável de Abrigada é a **SGDT 1001 Unipessoal, Lda.**, doravante designada “SGDT 1001”. A SGDT 1001 é uma empresa do grupo Gás da Terra. Os dados do Promotor encontram-se na Tabela 2.

Tabela 2 - Dados do Promotor

Designação Social	SGDT 1001 Unipessoal Lda.
NIPC	518 934 730
CAE Principal	35210 R4 - Produção de gás
CAE Secundário (1)	20152-R4 - Fabricação de adubos orgânicos e organo-minerais
Morada	Rua Castilho 23 – 5C, 1250-067 Lisboa

A SGDT 1001, empresa do grupo Gás da Terra é a empresa responsável pelo Desenvolvimento e Coordenação do Licenciamento do Projeto, que será financiado em regime de *Project Finance* (sem recurso).

A Gás da Terra é uma empresa portuguesa, Produtor Independente de Gases Renováveis, especializada na conceção, construção, operação e comercialização de Unidades de Produção de Biometano de origem renovável.

O nosso modelo de negócio passa pelo desenvolvimento, licenciamento, construção e operação de fábricas de biometano, gás natural de origem renovável obtido através do processo de valorização energética de subprodutos orgânicos, para posterior injeção na rede nacional de gás natural.



Para dar forma ao nosso propósito, foram estabelecidas relações comerciais privilegiadas com diversos parceiros estratégicos do setor e elevada ambição no desenvolvimento de projetos que possam contribuir para uma transição energética justa.

Em particular, a **SWING Biomethane** é uma plataforma europeia independente de desenvolvimento de biometano, detida a 100% pelo *SWEN Impact Fund for Transition 2 (SWIFT 2)*.

Percebendo o papel crucial que o biometano desempenha na transição energética, a **SWEN Capital Partners**, um dos principais intervenientes em investimentos sustentáveis com mais de 7,6 mil milhões de euros de ativos sob gestão, lançou o *SWIFT* em julho de 2019. O *SWIFT* foi o primeiro fundo de investimento na Europa dedicado aos gases verdes.

Com um capital atual de mais de 600 milhões de euros, o *SWIFT 2* é um fundo de investimento em infraestruturas de longo prazo que investe em projetos de produção e distribuição de biometano na Europa, através de uma equipa dedicada de 12 pessoas com competências elevadas e complementares. O *SWIFT 2* tem como alvo as empresas e/ou projetos de infraestruturas com impacto positivo, tais como a redução das emissões de gases com efeito de estufa, a redução da poluição atmosférica, a criação de emprego e o aumento do dinamismo económico dos territórios à escala local.

A *SWIFT 2* decidiu criar a **SWING Biomethane** em 2022 para visar especificamente projetos de produção de biometano em fase inicial na Europa, com uma perspetiva de longo prazo. A ambição da **SWING Biomethane** é trazer tanto conhecimentos técnicos como apoio financeiro para (i) ajudar os promotores locais a reforçar o seu projeto e levá-lo à fase de pronto a construir, (ii) financiar o Capex através de dívida e capital próprio, (iii) construir as instalações e (iv) operar os ativos.

Neste âmbito, a **SWING Biomethane** estabeleceu uma parceria com o grupo **Gás da Terra** para desenvolvimento de novas centrais de produção de biometano em Portugal.

Esta parceria conjuga:



- a experiência comprovada da equipa da **Gás da Terra** no desenvolvimento e licenciamento de projetos de energias renováveis em Portugal, com mais de 500 MW em construção e operação, que correspondem a mais de 300 M€ investidos no país;
- a equipa da **SWING Biomethane** tem experiência comprovada de desenvolvimento e construção de mais de 30 centrais de biometano e biogás em França, que correspondem uma capacidade total de 5,000 Nm³/h.

With more than 5,000 Nm³/h of biomethane capacity constructed, our technical team brings unique construction and operational experience to SWING Biomethane

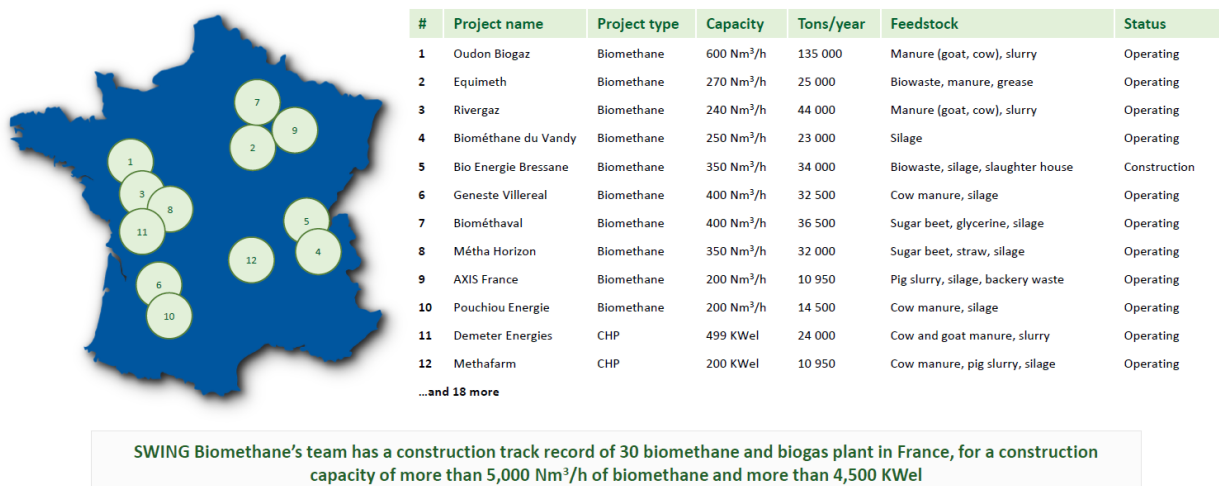


Figura 1 - Experiência da SWING Biomethane

A produção do biogás e biometano a partir da Digestão Anaeróbia de subprodutos das indústrias agrícolas, agropecuárias e agroindustriais é uma fonte de energia renovável que está perfeitamente disseminada em França e noutros países do centro e norte da Europa. A **SWING Biomethane** está, neste momento, presente em geografias tão diversas como a Noruega, a Polónia, o Reino Unido, França, Itália, Espanha e Portugal.

Existem inúmeros exemplos das sinergias positivas criadas pela implantação de Unidades de Produção de Biometano nos territórios onde se inserem. Desde logo se refere a criação de uma **solução ambientalmente superior para a valorização orgânica dos subprodutos, com um processo altamente profissionalizado e controlado, cujo**



desenho da instalação permite um controlo efetivo que qualquer impacto nas áreas circundantes. Ao contrário de outros processos (seja de valorização energética como de valorização orgânica de resíduos), a produção de biogás a partir da Digestão Anaeróbia é, desde logo, um processo sem emissões de metano para a atmosfera e cujos equipamentos são estanques.

Por outro lado, é de realçar o feedback muito positivo, tanto dos agricultores como dos vizinhos destas unidades: a fertilização dos solos pode agora ser feita utilizando um fertilizante orgânico estabilizado, disponível nas proximidades e cujo transporte e aplicação não deixa “aquele” rasto odorífero desagradável. Existem diversas referências da aplicação das melhores práticas na integração destas unidades nos meios onde se inserem, desde logo:



Figura 2 – Déméter: unidade de produção de biogás para fornecimento de calor e eletricidade, França



Figura 3 – Rivergaz – unidade de produção de biometano



1.4. Natureza e Importância do Projeto

A **Unidade de Produção de Biometano de Origem Renovável de Abrigada** insere-se no âmbito do Plano de Ação para o Biometano (PAB) aprovado em 22 de fevereiro de 2024, criado com o objetivo de promover o mercado do biometano em Portugal, por forma a reduzir importações de gás natural utilizado nos setores industriais e doméstico, descarbonizar a economia nacional e atrair novas indústrias verdes, impulsionando a transição para uma economia neutra em carbono, gerando emprego, promovendo a coesão territorial e potenciando um crescimento económico sustentado.

A criação de um mercado do biometano em Portugal deve focar-se em cinco setores estratégicos para o seu desenvolvimento - Resíduos Urbanos, águas residuais, agricultura, pecuária e agroindústria - focando-se na reconversão da produção de biogás já existente para biometano e no investimento em novas unidades de biometano em regiões de interesse, em particular através do aproveitamento de resíduos com elevado potencial;

Estima-se que o potencial de implementação do biometano a partir da Digestão Anaeróbia (DA) das matérias-primas residuais destes cinco setores estratégicos atinja cerca de 2,7 TWh em 2030, permitindo a substituição de até 9,1% do consumo de gás natural previsto para o mesmo ano. E que em 2040 a DA permitirá produzir 3,1 TWh, sendo possível, através do uso de novas tecnologias escalar a produção para 5,6 TWh e atingir valores de substituição do gás natural até 18,6%.

O Plano de Ação do Biometano apresenta como principais objetivos a promoção da produção de biometano e a sua integração num processo de circularização da economia, como se esquematiza na Figura 4, e pela facilitação da injeção de biometano produzido na Rede Nacional de Gás Natural (RNG)

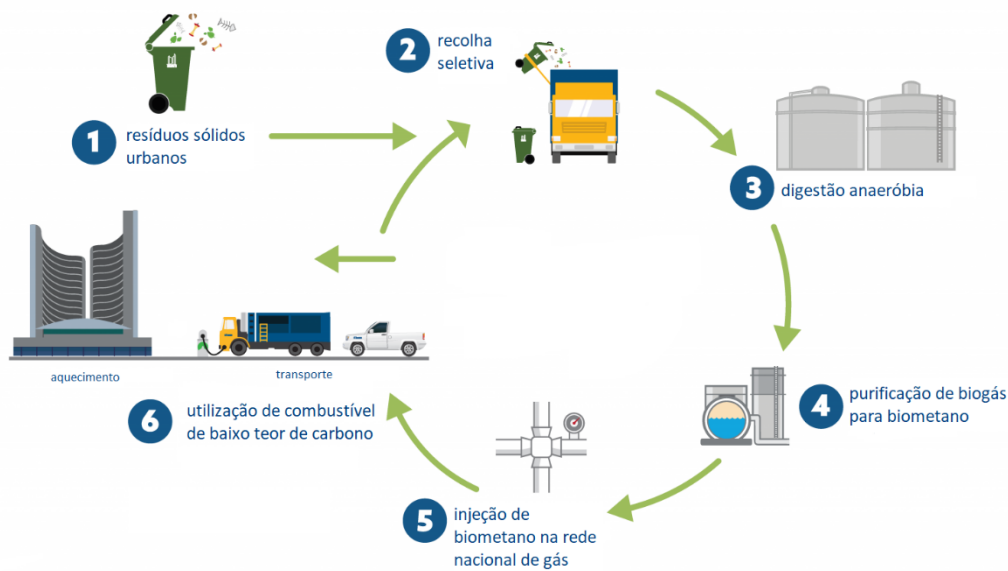


Figura 4 - Enquadramento do Projeto num Modelo de Economia Circular [Fonte: "Turning Waste into Renewable Natural Gas" (2023)]

Este projeto será mais um veículo para o cumprimento dos objetivos e compromissos nacionais e internacionais, contribuindo de forma inovadora na mitigação dos impactos das alterações climáticas, através de ações que contribuam para a descarbonização da economia e, desta forma, para o cumprimento de metas, designadamente no domínio da descarbonização, das energias renováveis e da transição energética.

1.5. Tecnologias a Utilizar na Produção de Biometano

A produção de biogás a partir de subprodutos orgânicos constitui uma das tecnologias mais consolidadas no setor da bioenergia, desempenhando um papel crucial na promoção da economia circular. Este processo, baseado na digestão anaeróbia, permite transformar resíduos orgânicos em biogás, uma fonte de energia renovável, e em digerido, um biofertilizante com valor comercial. Atualmente, a digestão anaeróbia ocupa uma posição central na cadeia de valor da produção de biometano, sendo responsável por cerca de 90% da produção global de biogás, conforme descrito por *Lytras et al.* (2021), e está amplamente implementada em Portugal e na Europa.



Reconhecida como uma das técnicas mais eficazes e pelo baixo nível de emissões atmosféricas, a digestão anaeróbia apresenta ainda um balanço negativo de emissões, destacando-se como uma solução alinhada com os objetivos de descarbonização e transição energética, conforme indicado no Livro Verde da União Europeia. Além de reduzir significativamente as emissões, esta tecnologia possibilita a implementação de sistemas regionais de gestão de subprodutos orgânicos, promovendo benefícios sociais, económicos e ambientais. A codigestão, que permite o tratamento conjunto de diferentes fontes de resíduos, e os sistemas de produção coletiva de biogás, envolvendo diversas explorações agrícolas, são exemplos de abordagens integradas que maximizam a eficiência e a sustentabilidade deste processo.

O processo de digestão anaeróbia divide-se em quatro etapas sequenciais: hidrólise, acidogénese, acetogénese e metanogénese, nas quais microrganismos convertem a matéria orgânica em biogás na ausência de oxigénio. Este processo permite o aproveitamento de uma ampla gama de substratos orgânicos biodegradáveis provenientes de setores como agroindústria, pecuária, indústria alimentar, gestão de resíduos urbanos e tratamento de águas residuais. O biogás gerado é amplamente utilizado na produção de energia elétrica e térmica por combustão direta, enquanto o digerido resultante, após tratamento adequado, pode ser aplicado como fertilizante agrícola, contribuindo para a valorização de resíduos e a redução do uso de fertilizantes químicos.

As unidades de produção de biometano de origem renovável, que utilizam a digestão anaeróbia como tecnologia base, apresentam elevado potencial para a valorização de matéria orgânica e produção de energia renovável. Este processo integra-se plenamente nos princípios da economia circular, promovendo uma abordagem sustentável para o tratamento de resíduos e a valorização de recursos, ao mesmo tempo em que apoia os objetivos de transição energética e sustentabilidade ambiental. Para a produção de biometano a partir de biogás, o processo divide-se em duas etapas principais: o pré-tratamento e o *upgrading*. O pré-tratamento foca-se na remoção de contaminantes presentes no biogás bruto, como o H_2S , vapor de água e partículas, garantindo a proteção



dos equipamentos e a eficiência dos processos subsequentes. Já o *upgrading* consiste na separação do dióxido de carbono (CO_2) e outros gases residuais, resultando na purificação do biogás e no aumento da concentração de metano até atingir os padrões necessários para utilização como biometano.

A nível europeu, as tecnologias de *upgrading* de biogás mais utilizadas são:

A- adsorção por variação de pressão

- utiliza adsorventes e diferenças de pressão para a purificação do gás
- confere grande flexibilidade no que respeita aos diferentes parâmetros do processo
- maior permissividade de contaminantes
- permite recuperações de metano na ordem dos 99%

B- separação por membranas

- baseia-se na diferença de permeabilidade dos gases presentes no biogás
- confere grande flexibilidade no que respeita aos diferentes parâmetros do processo
- permite recuperações de metano na ordem dos 98,5% podendo ser superior a 99,5% com múltiplos módulos de membranas

C- lavagem com água

- considera a diferença de solubilidades do dióxido de carbono (CO_2) e do metano (CH_4) na água
- permite recuperações de metano na ordem dos 98%

D- lavagem química

- similar à lavagem com água, porém usa solventes químicos básicos como as aminas
- permite recuperações de metano na ordem dos 99,9%



A Tabela 3 apresenta dados comparativos das tecnologias de *upgrading*.

Tabela 3 - Comparação entre as diferentes tecnologias de valorização de biogás [Fonte: PAB]

Tecnologia	Capacidade (Nm ³ /h biometano)	Consumo (kWh/Nm ³)	Condições de Operação	Valor
MEMBRANAS	50 – 1200	> 0.42	> 10 bar	< 1.5%
LAVAGEM COM ÁGUA	200 – 1200	> 0.45	5 – 10 bar	< 2%
LAVAGEM QUÍMICA	400 – 2000	> 0.27	0.1 – 4 bar 110 – 160 °C	< 0.1%
PSA	50 – 1200	< 0.42	3 – 8 bar	< 0.5%

Para este projeto a tecnologia de *upgrading* utilizada será separação por membranas. A separação por membranas é uma tecnologia amplamente utilizada na purificação de biogás para produção de biometano (TRL 9), destacando-se pelas seguintes vantagens:

- Alta Eficiência de Separação: remove de forma eficaz CO₂ e outros contaminantes, permitindo a obtenção de biometano com elevada pureza.
- Simplicidade Operacional: sistema compacto e modular, com menos componentes móveis e menor necessidade de manutenção.
- Flexibilidade de Escala: facilmente adaptável a diferentes capacidades de produção, desde unidades de pequena escala até instalações industriais de grande porte.
- Menor Pegada Ecológica: opera sem necessidade de produtos químicos ou água, contribuindo para uma solução mais sustentável.
- Baixo Consumo Energético: valores típicos variam entre 0.2 e 0.3 kWh/Nm³ de biogás, dependendo da configuração e das condições de operação. (Fonte: *HoSt Bioenergy Systems. (n.d.). Biogas upgrading technology*)
- Tecnologia de Estado Sólido: elevada fiabilidade e durabilidade dos módulos de membrana.

O princípio da separação por membranas baseia-se nas diferenças de permeabilidade dos gases ao atravessarem materiais poliméricos ou cerâmicos semipermeáveis.



Durante o processo, componentes como CO_2 , H_2S e N_2 possuem maior permeabilidade, sendo transportados através das membranas para a corrente de permeado, enquanto o metano (CH_4), que possui menor permeabilidade, é concentrado no lado do resíduo.

O processo pode ser ajustado para diferentes composições de biogás e condições operacionais, utilizando múltiplos módulos de membranas para alcançar níveis de pureza superiores. Esta modularidade permite uma separação eficiente em uma única etapa ou em sistemas sequenciais para maximizar o rendimento e a qualidade do biometano.

A tecnologia de membranas é reconhecida como uma solução eficaz, sustentável e de fácil integração em unidades de valorização de biogás, apresentando-se como uma escolha confiável para a transição energética e a promoção da economia circular.



2. Descrição Geral do Projeto

O objetivo da SGDT 1001 no âmbito do Projeto Biometano Abridada é desenvolver, licenciar, construir e operar a Unidade de Produção de Biometano de Origem Renovável de Abridada.

O Projeto da Unidade de Produção de Biometano de Origem Renovável de Abridada, abrange a instalação de uma nova unidade de produção de biometano. Esta unidade contempla a produção de biogás através do processo de digestão anaeróbia, consequente purificação (*upgrading*) para biometano e respectivos sistemas auxiliares, com o propósito de produzir biometano de origem renovável e subsequente injeção na rede nacional de gás, conforme a localização que se apresenta na Planta Geral de Localização [LC-MEC-DRW-101].

A capacidade instalada de produção de biometano será equivalente a 7.35 MW (10.5 kWh/Nm³ PCS) e a sua injeção na rede será através de gasoduto dedicado estimando-se uma capacidade de injeção de 700 Nm³/h. A Figura 5 representa o processo de produção de biometano de acordo com o Projeto da SGDT 1001.

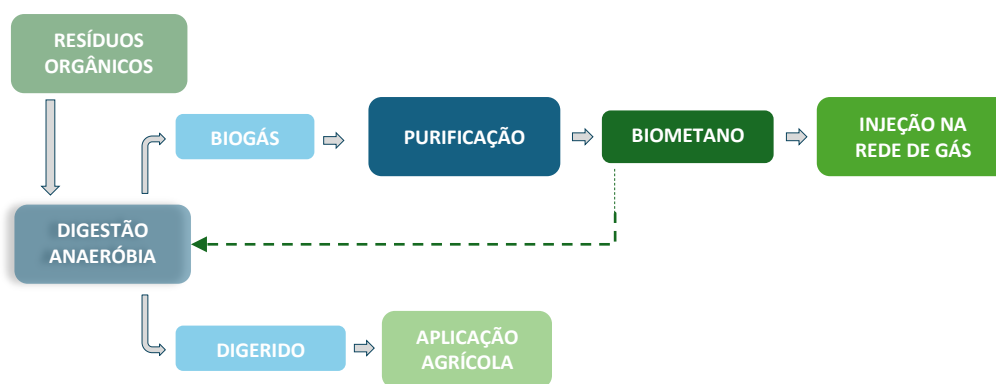


Figura 5 - Diagrama de blocos do processo de produção de biometano

O Projeto terá uma capacidade instalada de 1357 Nm³/h de produção de biogás, que corresponde a uma capacidade estimada de injeção de até 700 Nm³/h de biometano.



Para cumprir as exigências de qualidade estabelecidas, será implementado um sistema de controlo e monitorização, garantindo a conformidade com os padrões normativos, assim como sistemas de análise de gás.

A unidade de purificação (*upgrading*) será concebida e construída utilizando tecnologia avançada e de elevada maturidade técnica, como é o caso da utilização do sistema de separação por membranas para purificação do biogás (TRL 9).

Para além da instalação da Unidade de Produção de biogás e *upgrading* através de purificação do biometano, o âmbito do Projeto também inclui a criação e utilização das infraestruturas necessárias para suportar o seu funcionamento adequado, nomeadamente, o fornecimento de energia elétrica em média tensão, através de PPA (*Power Purchase Agreement*) que garante que a energia é na sua totalidade de origem renovável, ventilação e tubagens de interligação à Rede Nacional de Transporte de Gás (RNTG).

Tabela 4 - Resumo das características do projeto da Unidade de Produção de Biometano de Origem Renovável

Descrição	Unidade	Valor
CAPACIDADE DE PRODUÇÃO DE BIOGÁS (54,25% CH ₄)	Nm ³ /h	1 357
POTENCIAL DE BIOMETANO NO BIOGÁS	Nm ³ /h	700
EFICIÊNCIA PREVISTA DO UPGRADING	%	99.5
PCS	kWh/m ³	10.5
CONCENTRAÇÃO DE CH ₄ NO BIOMETANO	%	≥ 97%
CAPACIDADE INSTALADA	MW	7.35
CAPACIDADE MÁXIMA DE INJEÇÃO HORÁRIA DE BIOMETANO (REGISTO PRÉVIO)	Nm ³ /h	700
CAPACIDADE MÁXIMA DE INJEÇÃO ANUAL DE BIOMETANO	kWh PCS	64 386 000

2.1. Localização

Os prédios onde se irá instalar a Unidade de Produção de Biometano de Origem Renovável de Abrigada estão localizados no concelho de Alenquer, União das Freguesias



de Abrigada e Cabanas de Torres, denominados como Quinta das Marés, a Este do quilómetro 46 da Estrada Nacional 1 (EN1).

O local escolhido para este projeto teve como base a disponibilidade de matérias-primas, bem como a proximidade ao ponto de injeção de gás, na Estação de Regulação de Pressão e Medição da Abrigada (GRMS 1319). Localiza-se a uma distância de 100 m do Vértice 1 (Figura 7) e corresponde a uma área de cerca de 10 ha.

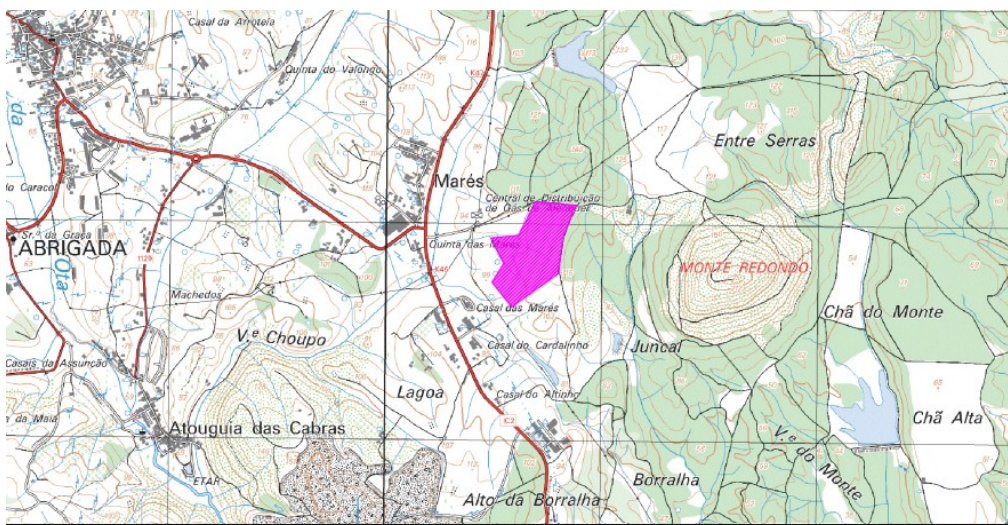


Figura 6 - Localização do prédio rústico (escala 1:25000)

Esta localização está apresentada na peça desenhada **LC-MEC-DRW-101_Planta Geral de Localização**.

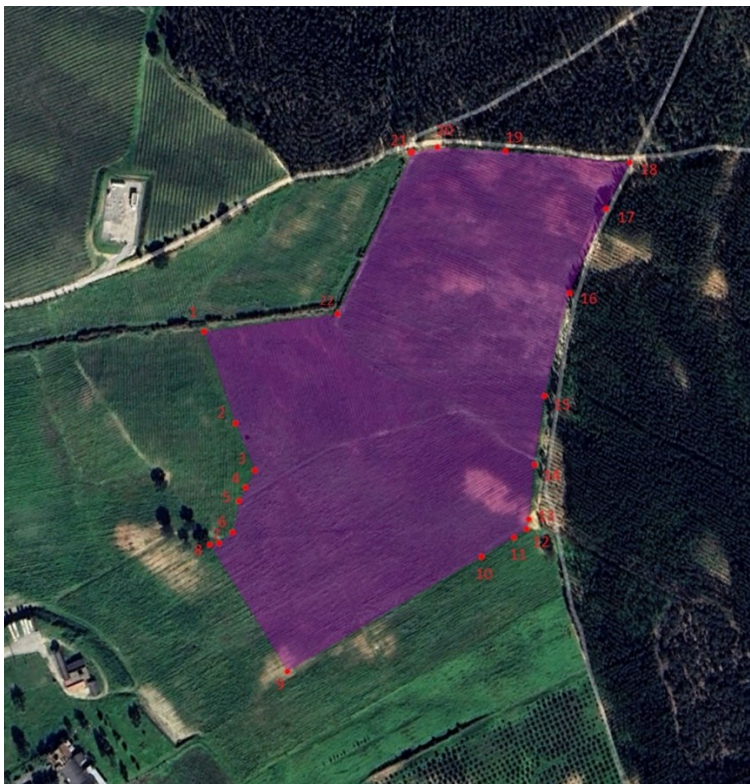


Figura 7 - Vértices da implantação

2.2. Matéria-Prima Utilizada para a Produção de Biometano

A natureza das matérias-primas a ser introduzidas no digestor poderá variar de entre fluxos de resíduos agrícolas e/ou agroindustriais:

- Agrícolas: bagaço de azeitona, bagaço de uva, resíduos e efluentes pecuários, resíduos das colheitas (arroz, palha de milho, girassol), etc.
- Agroindustriais: adegas, fábricas de laticínios, queijarias, subprodutos animais procedente de matadouros ou outras indústrias agroalimentares, etc.



2.3. Processo Tecnológico para a Produção de Biometano

No processo de produção de biogás as matérias-primas são primeiro misturadas e tratadas em digestores anaeróbios (biodigestores), nos quais a matéria orgânica se decompõe em água, minerais e biogás. O biogás produzido durante este processo é recolhido sob a membrana dos digestores e canalizado, de forma contínua, para o sistema de limpeza e purificação. Neste processo de *upgrading*, o gás é seco, removido de H_2S com carvão ativado, comprimido e filtrado. O gás, filtrado em biometano, é analisado e injetado na rede de gás. O dióxido de carbono biogénico, obtido nesta etapa, segue o processo de libertação natural para a atmosfera.

O digerido é um biofertilizante que resulta do processo de digestão anaeróbia das matérias-primas de input que, ao longo do período de retenção no digestor primário e, sequencialmente, no digestor secundário, se encontra estabilizado e sem patógenos, sendo então obtido um fertilizante de qualidade. O processo termina após a passagem do digerido por um separador, onde se obtém uma fração sólida e uma fração líquida. O digerido destina-se a ser espalhado no solo, para efeitos de valorização agrícola, sendo que a parte líquida será armazenada temporariamente em lagoas, ou reutilizada no processo, servindo para ajuste da concentração de material sólido antes da digestão. A fração sólida será armazenada temporariamente em edifício próprio e posteriormente encaminhada para valorização agrícola.

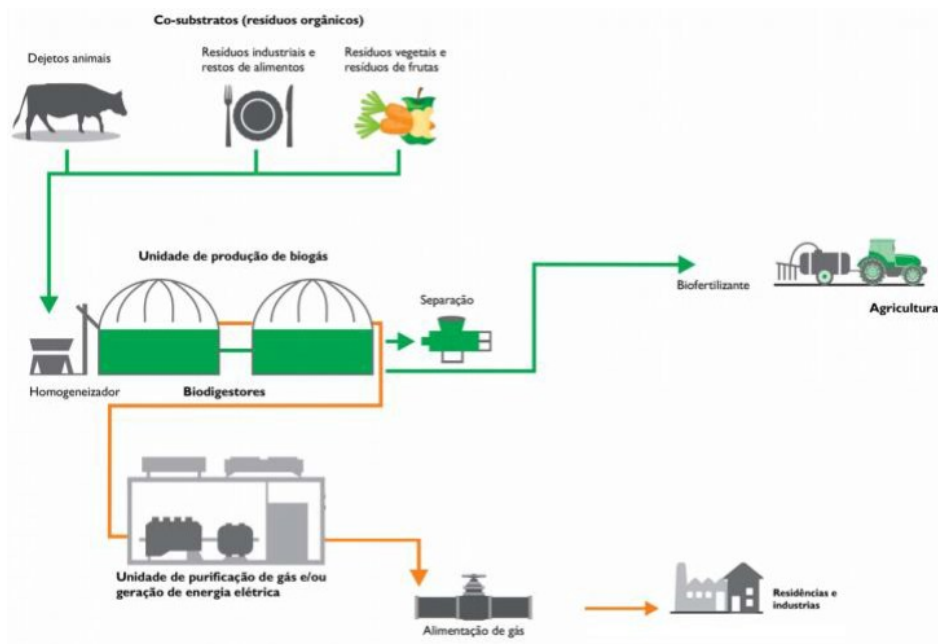


Figura 8 - Processo de produção de Biometano de Origem Renovável



3. Processo de Produção do Biometano

No presente Capítulo é apresentada a descrição do processo de produção de Biometano de origem renovável. Este processo é descrito nas Peças Desenhadas “PFDs – process flow diagrams” apresentados em anexo, em conjunto com a Planta de Implantação da Unidade de Produção de Biometano de Abrigada.

Tabela 5 - Elementos descritivos do processo de produção de biometano

Código	Designação
PT_ABR_P01_V42026	Layout Base
PT_ABR_P02_V42026	Linhas de Processo – Equipamentos e Linhas
PT_ABR_P03.1_V42026	PFD 1_Gestão de Matérias-Primas e Produção de Biogás
PT_ABR_P03.2_V42026	PFD 2_Gestão do Biogás e Biometano (PFD)
PT_ABR_P03.3_V42026	PFD 3_Gestão do Digerido (PFD)
Anexo A3.1	Fichas de Dados de Segurança

Os equipamentos que integram a Unidade Autónoma de Biometano de Abrigada são listados e caracterizados no Capítulo 4.

3.1. Gestão de Matérias-Primas e Produção de Biogás

3.1.1. Receção e Armazenamento de Matérias-Primas

A Unidade de Biometano recebe as matérias-primas provenientes das explorações agrícolas e agroindustriais por camião, trator, cuba ou cisterna. A listagem das matérias-primas e quantidades previstas são apresentadas na Tabela 6.



Tabela 6 - Matérias-primas a incorporar na UAB Abrigada

Matérias a incorporar	Categoria SPA	Código LER	Tipo	Estado	Operação (t/dia)	Operação (t/ano)	Total Código LER (t/ano)
Chorume de Suíno	Categoria II	02 01 06	Chorume	Líquido	93.73	34,212	68,842
Estrume de Perú	Categoria II		Estrume de Aves	Sólido	43.99	16,058	
Estrume de Galinha	Categoria II		Estrume de Aves	Sólido	2.27	828	
Estrume de Bovino	Categoria II		Estrume de Bovino	Sólido	48.61	17,744	
Restos e gorduras de matadouro	Categoria III	02 02 02	Resíduos de Matadouro	Polpa	8.32	3,037	3,672
Vísceras e sangue	Categoria III		Resíduos de Matadouro	Polpa	1.74	635	
Lamas de processamento de tomate	n/a	02 03 01	Lamas Agroindustriais	Polpa	13.15	4,800	4,800
Bagaço de Azeitona (2ª extração)	n/a	02 03 04 02 07 04 02 01 03	Resíduos Agroindustriais	Polpa	3.42	1,250	6,750
Bagaço de Uva	n/a		Resíduos Agroindustriais	Polpa	2.00	730	
Repiso de tomate	n/a		Resíduos Agroindustriais	Sólido	11.78	4,300	
Retraço de tomate	n/a		Resíduos Vegetais	Sólido	1.29	470	
TOTAL					230.3	84,064	84,064

Para além das matérias-primas referidas na tabela anterior, será necessário incorporar 50 m³/dia de água, no processo de produção, de forma a manter o processo biológico estável.

As matérias-primas chegam em veículo específico e, antes da descarga, será verificado:

- A documentação, com data, origem, transportador, matrícula, código LER e peso.
- Inspeção visual do produto. Em função da origem poderá ser retirada uma amostra e verificado o seu pH e condutividade, guardando a amostra durante o período mínimo.



Todos os materiais que entram na unidade são previamente estudados, selecionados e contratualizados entre a SGDT 1001 e os fornecedores. Os materiais que entram e saem são pesados e são feitas as comunicações às autoridades competentes. É ainda preparado um relatório anual e são efetuadas e comunicadas várias análises (internas e externas). Se todos os parâmetros estiverem corretos, o produto será descarregado.

Serão instaladas cinco linhas de entrada, receção e tratamento, de forma a permitir o processamento das matérias-primas de acordo com as suas características e origens:

Tabela 7 - Linhas de Processo: receção e alimentação

Linha	Diagrama de Processo	Domínio	Matérias-primas	Código LER	Capacidade nominal t/ano	Capacidade nominal t/dia
Linha 1	A-101 A-102 A-103 ↓ T-108 T-109 ↓ BA-101 BA-102	Matérias-primas sólidas sem higienização	Estrume de Perú	02 01 06	16,058	44
			Estrume de Galinha	02 01 06	828	2
			Estrume de Bovino	02 01 06	17,744	49
			Repiso de tomate / Restos de Vegetais	02 03 04	4,300	12
			Resíduos de tecidos vegetais	02 01 03		
			Retraço de tomate / Restos de Vegetais	02 03 04	470	1
			Resíduos de tecidos vegetais	02 01 03		
Linha 2	T-103 ↓ T-105 T-106 T-107	Bio resíduos a higienizar	Lamas de processamento de tomate	02 03 01	4,800	13
			Restos e gorduras de matadouro	02 02 02	3,037	8
			Vísceras e sangue	02 02 02	635	2
Linha 3	T-101 e T-102	Matéria-prima líquida sem higienização	Chorume de Suíno	02 01 06	34,212	94



Linha	Diagrama de Processo	Domínio	Matérias-primas	Código LER	Capacidade nominal t/ano	Capacidade nominal t/dia
Linha 4	T-102	Matéria-prima líquida sem higienização	Bagaço de Azeitona (2ª extração)	02 03 04	1,250	3
			Bagaço de Uva	02 07 04	730	2
Linha 5	T-104	Matéria-prima líquida sem higienização	Glicerinas, óleos usados e gorduras (processamento oportunístico e não considerado como matéria-prima neste momento)	02 03 04	-	-
SUB-TOTAL MATÉRIAS-PRIMAS					84,064	230

Os estrumes e chorumes não serão sujeitos a higienização prévia de forma a preservar os microrganismos essenciais à digestão anaeróbia, que são responsáveis pela decomposição da matéria orgânica e pela produção de biogás. Neste caso, e recorrendo a locais de receção e circuitos dedicados, serão submetidos a higienização exclusivamente as matérias-primas da Linha 2 (Restos e Gorduras de Matadouro e Vísceras e Sangue) evitando processos que poderiam comprometer a eficiência da biodigestão, como tratamentos térmicos ou químicos que eliminariam a flora microbiana necessária.

➤ LINHA 1 – MATÉRIAS-PRIMAS SÓLIDAS SEM HIGIENIZAÇÃO

A principal matéria-prima será o estrume de bovinos e o estrume de peru, que podem ser materiais compactos e fibrosos. Estes estrumes são descarregados e armazenados dentro do edifício de exploração, em plataformas dedicadas.

- Os estrumes de aves são armazenados no interior do edifício de processo, numa plataforma tipo silo, com dimensões de 15 x 15 m², até uma altura de aproximadamente 3,0 m;



- Os estrumes de bovino são armazenados no interior do edifício de processo, numa plataforma tipo silo, com dimensões de 15 x 11 m², até uma altura de aproximadamente 3,0 m;



Figura 9 – exemplo de plataforma tipo silo, para armazenamento de estrumes

O edifício de exploração terá dimensões aproximadas de 50 metros de comprimento, 25 metros de largura e cerca de 14 metros de altura, permitindo a receção de todos os tipos de camiões. Este espaço será utilizado para a descarga e o armazenamento de resíduos agrícolas e pecuários com potencial para gerar odores, sendo garantido que estes sejam devidamente tratados e filtrados para minimizar o impacto ambiental.

Adicionalmente, os resíduos vegetais utilizados no processo de Digestão Anaeróbia serão armazenados na plataforma externa (silo) com uma área de 75 x 20 m².



Figura 10 - exemplo de plataforma tipo silo exterior para armazenamento de vegetais

De forma a garantir o pré-processamento e preparação das matérias-primas sólidas, será instalada uma trituradora móvel. Esta trituradora permite triturar, descompactar e homogeneizar as matérias-primas sólidas, sejam estrumes ou resíduos vegetais cujas dimensões devam ser reduzidas ou cortadas.

Após esta primeira operação de pré-tratamento, as matérias-primas sólidas são introduzidas em dois sistemas de alimentação de sólidos (T-108 e T-109), com 100 m³ de capacidade unitária, que equipam o edifício de operação. A operação de alimentação dos resíduos sólidos é gerida pelo operador da unidade, que seguirá o plano de alimentação dos digestores, cujas quantidades e o momento de introdução das matérias-primas (receita), é definido diariamente.

Estes alimentadores estão equipados com uma balança para a medição do peso e associados a um transportador helicoidal (tipo parafuso). Para além disso, os alimentadores têm 5 cortadores de descompactação, designados por Biomix ou Premix, para homogeneizar os substratos antes da bombagem.

O Biomix (BA-101 e BA-102) é uma bomba excêntrica, em que no seu interior, o substrato é misturado com o digerido líquido, para que a mistura possa depois ser bombada para



os digestores. No Biomix, as pedras e os materiais inertes são separados e enviados para o DRS (sistema de remoção de detritos) antes de passarem no triturador.

➤ LINHA 2 – BIORESÍDUOS A HIGIENIZAR

Os resíduos de matadouro são subprodutos animais (SPA) e Produtos Derivados (PD) que requerem um pré-tratamento denominado higienização.

A Linha 2 irá processar até 10 ton/dia de Subprodutos Animais (SPA) e Produtos Derivados (PD) da Categoria III, com o código LER 02 02 02. Serão recebidos e tratados resíduos de matadouro, incluindo:

- Restos e Gorduras de Matadouro (3037 ton/ano ou 8.32 ton/dia)
- Vísceras e Sangue (635 ton/ano ou 1.74 ton/dia)

Este processo tem como objetivo eliminar ou reduzir significativamente a presença de microrganismos patogénicos, garantindo que o material esteja em conformidade com as normas sanitárias e seguro para processamento posterior. Para tal, todos os *inputs* que requeiram higienização serão, inicialmente, recebidos na área 1.6 e rececionados no tanque T-103, um tanque estanque com uma capacidade de 150 m³ e dotado de agitador submersível, de forma a manter uma mistura estável e homogénea até ao envio para o processo de higienização. De referir que este tanque estanque tem capacidade de manter em condições adequadas produtos que sejam rececionados e não processados díade forma imediata. Todas as áreas do edifício de processo, incluindo esta área específica de receção (área 1.6) e higienização (área 1.7), estão abrangidas pelo sistema de recolha e tratamento / purificação de ar, para remoção de odores.

Os SPA em estado sólido (e.g., subprodutos de matadouro de baixa fluidez) são igualmente descarregados no T-103, onde são diluídos com digerido líquido de recirculação ou com água, de modo a assegurar um teor máximo de matéria seca de 15%, condição necessária para garantir a homogeneização e a bombagem eficaz nas



etapas subsequentes. O tanque está equipado com uma bomba com sistema de corte por faca rotativa que executa um pré-tratamento primário do material. Após o tanque T-103, as matérias-primas passarão pelo triturador rotativo Rotacut (RC-101), onde serão trituradas de forma a obter uma granulometria uniforme, com granulometria inferior a 12 mm de diâmetro, facilitando a transferência de calor e melhorando a eficiência do processo de higienização subsequente. Esta etapa assegura a homogeneidade térmica do material durante a higienização, melhorando a eficiência de transferência de calor.

O material proveniente do T-103 é transferido para os tanques de higienização através do conjunto triturador-bomba R-101/P-101, composto por:

- **R-101** – Triturador de matérias-primas: com uma capacidade de nominal de **30 m³/h**, efetua o corte secundário do material; inverte periodicamente o sentido de corte para prolongar a vida útil das facas;
- **P-101** – Bomba de alimentação: opera num único sentido fixo; débito nominal de **30 m³/h** (máximo 35 m³/h) durante a fase de enchimento.

A higienização é realizada através de um tratamento térmico nos tanques estanques T-105, T-106 e T-107, concebidos especificamente para esta finalidade, utilizando biogás ou uma bomba de calor (HE-101) como fonte de energia. As matérias-primas previamente processadas serão aquecidas, misturadas e isoladas, mantendo uma temperatura mínima de 70° C durante 1 h.

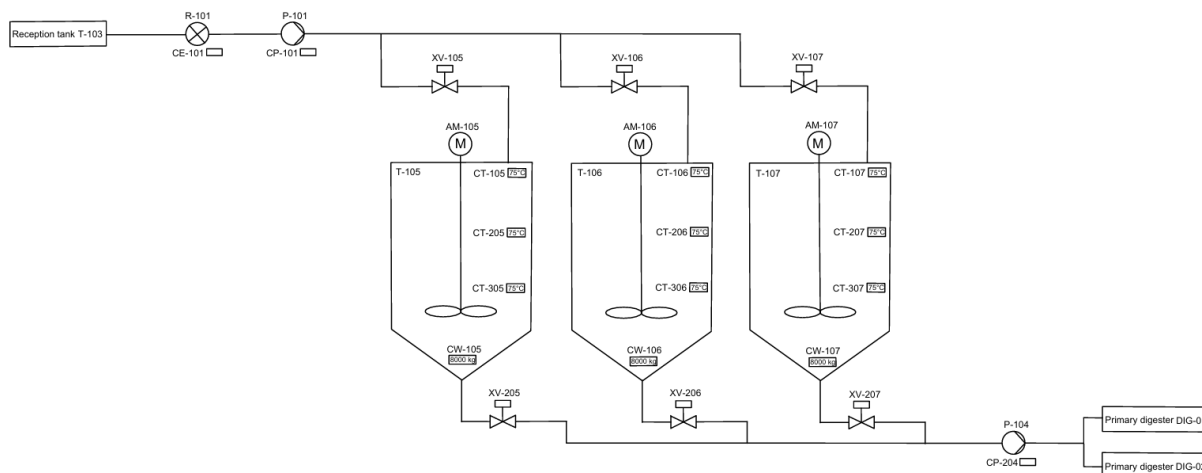


Figura 11 - PID Sistema de Higienização

Instrumentação de cada tanque:

Equipamento	Função
Sondas de temperatura (topo, meio e base)	Verificação contínua de $T \geq 70^\circ\text{C}$ em três pontos – qualquer sonda abaixo de 70°C repõe o temporizador
Célula de carga	Controlo do nível de enchimento, arranque do agitador e do aquecimento, e confirmação do esvaziamento
Válvulas pneumáticas de entrada e saída	Isolamento completo do tanque durante a fase de higienização
Agitador de topo (topmixer)	Homogeneização contínua; paragem do agitador durante a fase de higienização repõe o temporizador

Os três tanques operam em ciclos desfasados e contínuos, de forma a assegurar um fluxo ininterrupto de material higienizado para os digestores. Com este escalonamento, a cada aproximadamente 2 horas fica disponível um novo lote tratado. O sistema de controlo regista e arquiva continuamente os valores de temperatura das três sondas de cada tanque e o estado do temporizador de higienização, proporcionando o registo de evidências.



A otimização do consumo de energia através do sistema de recuperação de calor é realizada através da sincronização do estágio de pré-aquecimento de um tanque com o estágio de arrefecimento de outro.

O processo de higienização é programado para funcionar em contínuo entre as 8:00h de 2ª feira e as 20:00h de 6ª feira, equivalente a 4,5 dias por semana (108 horas). Como resultado desta programação, estão previstos 51 ciclos por semana de higienização. O volume máximo diário que poderá ser tratado é de até 170 m³/d e de até 39.780 m³/ano

A duração do ciclo de higienização (batch) – 6 horas por tanque com os seguintes patamares:

- tempo de enchimento: 30 minutos
- tempo de pré-aquecimento e arrefecimento: 1 hora (em simultâneo para 2 tanques)
- tempo de aquecimento: 2 horas
- tempo de retenção a 70 °C: 1 hora
- tempo de arrefecimento: 1 h
- tempo de esvaziamento: 30 minutos

A Tabela 8 apresenta o exemplo do encadeamento das ações de higienização entre os 3 tanques.

Tabela 8 - Exemplo de programação de ciclos de higienização

Hora de início	Tanque 1	Tanque 2	Tanque 3
T0			
T0+ 0,5h	Enchimento		
T0+ 1,0h	Pré-aquecimento		
T0+ 1,5h	Pré-aquecimento		
T0+ 2,0h	Aquecimento		
T0+ 2,5h	Aquecimento		
T0+ 3,0h	Aquecimento		
T0+ 3,5h	Aquecimento		



T0+ 4,0h	Higienização		
T0+ 4,5h	Higienização	Enchimento	
T0+ 5,0h	Arrefecimento	Pré-aquecimento	
T0+ 5,5h	Arrefecimento	Pré-aquecimento	
T0+ 6,0h	Esvaziamento	Aquecimento	
T0+ 6,5h	Enchimento	Aquecimento	
T0+ 7,0h	Pré-aquecimento	Aquecimento	
T0+ 7,5h	Pré-aquecimento	Aquecimento	
T0+ 8,0h	Aquecimento	Higienização	
T0+ 8,5h	Aquecimento	Higienização	Enchimento
T0+ 9,0h	Aquecimento	Arrefecimento	Pré-aquecimento
T0+ 9,5h	Aquecimento	Arrefecimento	Pré-aquecimento
T0+ 10,0h	Higienização	Esvaziamento	Aquecimento
T0+ 10,5h	Higienização	Enchimento	Aquecimento
T0+ 11,0h	Arrefecimento	Pré-aquecimento	Aquecimento
T0+ 11,5h	Arrefecimento	Pré-aquecimento	Aquecimento
T0+ 12,0h	Esvaziamento	Aquecimento	Higienização
T0+ 12,5h	Enchimento	Aquecimento	Higienização
T0+ 13,0h	Pré-aquecimento	Aquecimento	Arrefecimento
T0+ 13,5h	Pré-aquecimento	Aquecimento	Arrefecimento
T0+ 14,0h	Aquecimento	Higienização	Esvaziamento

Após conclusão do ciclo de higienização e confirmação do nível de esvaziamento pela célula de carga, o material tratado é transferido para os digestores primários (DIG-101 e DIG-102) através da bomba excêntrica de parafuso P-104 com o débito nominal de **30 m³/h** (máximo 35 m³/h), equipada com medidor de caudal para controlo volumétrico. A abertura/fecho das válvulas pneumáticas é gerida automaticamente pelo sistema de controlo em função dos níveis nos digestores.

O ar interior do edifício de higienização é captado em depressão e tratado por um sistema de purificação do ar, garantindo a desodorização antes da descarga para a atmosfera.

➤ LINHA 3 & LINHA 4 - MATÉRIAS-PRIMAS LÍQUIDAS SEM HIGIENIZAÇÃO



O armazenamento dos líquidos não sujeitos a higienização será efetuado em dois tanques de receção em betão [T-101 e T-102], fechados, com um volume de 210 m³ cada (7 x 6 x 5), equipados com misturadores submersíveis. Estes líquidos, polpas e pastas, consistem essencialmente de chorumes – efluentes pecuários (SPA) e resíduos agroindustriais (bagaços) que são recebidos e enviados diretamente para os digestores através do sistema de bombagem da instalação.

Os líquidos são descarregados por camião, diretamente ou usando uma bomba excêntrica do tipo parafuso. Esta bomba excêntrica também poderá ser usada para introduzir os líquidos armazenados no processo de digestão.

Para além destas matérias-primas, as águas provenientes das lavagens das áreas de processo, que incluem resíduos de efluentes pecuários, serão recolhidas e encaminhadas para os tanques T-101 e T-102 para posterior incorporação no processo, através do sistema de bombagem integrado na instalação. Em situações de escassez de água de processo, recorre-se à água da rede de distribuição.

➤ **LINHA 5 – GLICERINAS E GORDURAS SEM HIGIENIZAÇÃO**

Será instalado um tanque de fibra de vidro [T-104] de 100 m³ será para armazenar líquidos, do tipo glicerina, óleos usados e gorduras. O processamento destas matérias-primas será esporádico e apenas se existir disponibilidade de fornecimento. Este tanque de 100 m³ está equipado com um agitador vertical dedicado e uma bomba excêntrica para carregar e descarregar o tanque. Este tanque é ainda equipado com um circuito de aquecimento elétrico para manter em estado líquido as massas e gorduras tendo em conta que as mesmas poderiam solidificar a baixa temperatura. Os sensores controlam a temperatura e o nível dos materiais armazenados.

Uma caixa de controlo permitirá ao operador acionar o arranque da bomba no local. Será ainda instalado uma proteção para forçar uma paragem de emergência, se necessário.

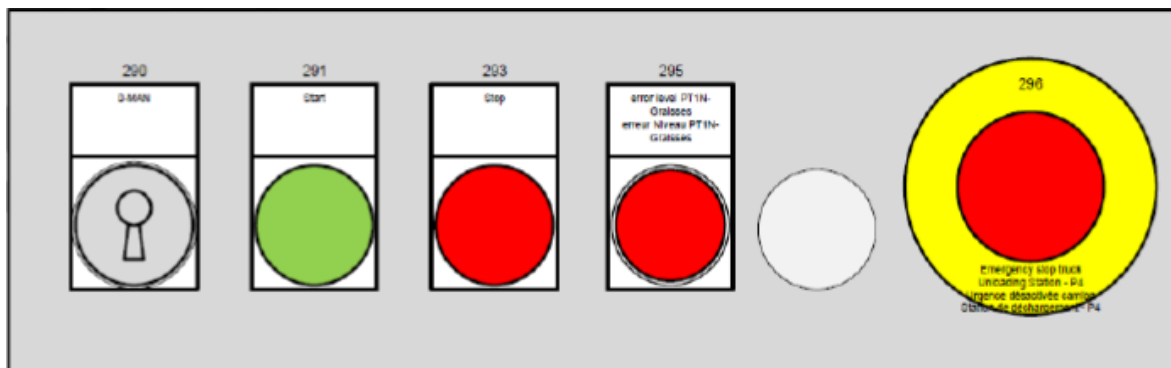


Figura 12 - controle local

As matérias-primas armazenadas neste tanque de fibra de vidro são adicionadas diretamente ao processo de digestão (digestor ou pós-digestor) através da bomba de parafuso excêntrica dedicada.

Finalmente, o ar no interior dos edifícios de exploração e do edifício onde ocorre o processo de higienização será tratado por um sistema de purificação do ar, que previne a emissão de odores. Durante este processo, o ar é filtrado através de meios específicos, carvão ativado, sendo desodorizado antes de ser libertado para a atmosfera.

Tanto os resíduos líquidos como os sólidos, após receberem o devido pré-tratamento, são encaminhados para os digestores principais (DIG-101 e DIG-102), onde serão misturados para dar início ao processo de fermentação, conforme as necessidades do processo.

Tabela 9 - Capacidade das Linhas de Alimentação

Capacidade das Linhas de Alimentação	Capacidade Instalada (ton/h)	Capacidade Instalada (ton/dia)	Capacidade Instalada (ton/ano)	Horas de funcionamento Diárias	Comentários
Linha 1 - Matérias-primas sólidas sem higienização	5.05	121	44,200	24	Notas: 1) A capacidade instalada para valorização de efluentes pecuários é determinada pela capacidade das linhas de alimentação desses efluentes aos digestores e pela capacidade dos digestores. 2) A capacidade dos equipamentos será superior à necessária e em muitos casos instalados com redundância. 3) A potência dos equipamentos não representa a capacidade da instalação porque esta fica limitada à quantidade de efluentes a processar anualmente. 4) A massa volumica da mistura das matérias-primas, incluindo a sua diluição com água de processo (18.250 t/ano) e com a recirculação do digerido líquido (52.925 t/ano, TS = 5,5%), à entrada nos digestores é de 1.000 kg/m³. Este valor é consistente com a prática corrente em sistemas CSTR mesofílicos com teor em matéria seca à entrada entre 10–20% 5) A Linha 5 - tem um funcionamento ocasional e oportunístico, dependente da disponibilidade de resíduos.
Linha 2 - Bio resíduos a higienizar	0.42	10	3,672	24	
Linha 3 - Matéria-prima líquida sem higienização	3.91	94	34,212	24	
Linha 4 - Matéria-prima sem higienização - Polpas	0.23	5	1,980	24	
Linha 5 - Matéria-prima sem higienização	-	-	-	24	
Total Capacidade Instalada	9.60	230	84,064		
Capacidade dos Digestores	Capacidade Instalada (m³/h)	Capacidade Instalada (m³/dia)	Capacidade Instalada (ton/ano)	Horas de funcionamento Diárias	Comentários
Matérias Primas após digestão - Digerido Bruto - (Inc. Água)	9.94	239	87,075	24	Notas: 1) Para o cálculo do HRT (tempo de retenção hidráulico) foram considerados os volumes úteis dos digestores e pós-digestores (19 297m³) bem como todas as matérias de entrada nos mesmos, incluindo a água de processo e a recirculação de digerido líquido. 2) A massa volumica da mistura das matérias-primas, incluindo a sua diluição com água de processo (18.250 t/ano) e com a recirculação do digerido líquido (52.925 t/ano, TS = 5,5%), à entrada nos digestores é de 1.000 kg/m³. Este valor é consistente com a prática corrente em sistemas CSTR mesofílicos com teor em matéria seca à entrada entre 10–20% 3) A Linha 5 - tem um funcionamento ocasional e oportunístico, dependente da disponibilidade de resíduos.
Recirculação	6.04	145	52,925	24	
Biogás (enviado para upgrading)	1.74	42	15,239	24	
HRT	50				



3.1.2. Digestão Anaeróbia e Produção de Biogás

A digestão anaeróbia é o processo bioquímico que ocorre no interior dos digestores primários e secundários, caracterizado pela decomposição da matéria orgânica na ausência de oxigênio. A matéria-prima é alimentada aos digestores através de um sistema de bombagem ligado entre os tanques de recepção de matéria-prima e os digestores primário. Nestes digestores inicia-se o processo de fermentação da matéria orgânica, aquecendo e agitando os resíduos orgânicos. Os digestores são completamente estanques sendo que o biogás é recuperado na parte superior dos mesmos para ser valorizado em biometano.

A Unidade de Produção de Biometano está projetada com dois digestores primários [DIG-101 e DIG-102] e dois digestores secundários [DIG-103 e DIG-104], dimensionados para uma carga orgânica diária e tempo de retenção ideal.

Tabela 10 - Digestão Anaeróbia

Volume Total Útil de Digestão	Tempo de Retenção (previsto)	Capacidade instalada da UAB Abrigada (ton/ano)
19 310 m ³	50 dias	84,064

O tempo de retenção hidráulico (TRH) de 50 dias adotado para a UAB Abrigada resulta de critérios de estabilidade biológica do processo de digestão anaeróbia e não de uma relação volumétrica derivada das quantidades de resíduos a rececionar.

A massa volúmica da mistura das matérias-primas, incluindo a sua diluição com água de processo (18.250 t/ano) e com a recirculação do digerido líquido (52.925 t/ano, TS = 5,5%), à entrada nos digestores é de 1.000 kg/m³. Este valor é consistente com a prática corrente em sistemas CSTR mesofílicos com teor em matéria seca à entrada entre 10–20%.



A degradação dos substratos em digestão anaeróbia varia significativamente em função das suas características físicas e bioquímicas. Os substratos de degradação rápida contêm compostos orgânicos simples e de fácil acesso, ao passo que outros se degradam mais lentamente devido à sua complexidade estrutural ou à limitada biodisponibilidade dos seus componentes.

O principal fator que condiciona a cinética de degradação é a composição bioquímica da matéria orgânica. Compostos simples, como açúcares, amidos e determinados lípidos, são facilmente metabolizados pelos microrganismos e convertidos em biogás de forma expedita. Em contrapartida, estruturas orgânicas complexas, como a celulose e a hemicelulose, requerem hidrólise prévia, o que retarda o processo global de conversão. Os materiais com elevado teor em lenhina são particularmente resistentes à degradação anaeróbia, dado que a lenhina é praticamente não biodegradável em condições anaeróbias.

Um segundo fator determinante é a acessibilidade da matéria orgânica aos microrganismos. Os substratos com elevado teor de humidade degradam-se mais rapidamente, uma vez que a presença de água favorece a mobilidade microbiana, a transferência de massa e a disponibilidade de compostos orgânicos solúveis. Em contrapartida, os substratos secos ou fibrosos tendem a apresentar taxas de degradação mais lentas, pois os componentes biodegradáveis encontram-se fisicamente protegidos em estruturas compactas ou lignocelulósicas, necessitando de hidrólise prévia. Como a hidrólise constitui a etapa limitante da digestão anaeróbia, os substratos com baixo teor de humidade ou de elevada complexidade estrutural requerem tempos de decomposição mais prolongados. Por este motivo, o digestor é operado com um teor de matéria seca controlado, mantido abaixo de um limite definido (tipicamente cerca de 12% MS), de forma a assegurar condições de humidade adequadas ao processo.



Cinética de Degradação

A cinética de degradação descreve a velocidade a que a matéria orgânica é convertida em biogás, sendo fortemente influenciada pelas características dos substratos:

Os substratos facilmente biodegradáveis (açúcares, gorduras, resíduos alimentares) apresentam cinéticas de degradação rápidas, com produção intensa de biogás nas fases iniciais da digestão. A maior parte do potencial metanogénico é atingida nos primeiros 10 dias, sendo compatível com tempos de retenção hidráulicos curtos (10 a 20 dias).

Em contrapartida, os substratos lentamente biodegradáveis (resíduos agrícolas, chorumes, materiais lignocelulósicos) exibem cinéticas lentas, dominadas pela hidrólise, com tempos de retenção de 40 a 60 dias.

A existência de um pós-digestor favorece a cinética global de degradação ao permitir a continuação das reações biológicas em condições estáveis. Enquanto o digestor principal assegura a degradação expedita das frações facilmente biodegradáveis, o pós-digestor promove a decomposição adicional da matéria orgânica lentamente degradável e dos intermediários residuais. Esta fase complementar de digestão melhora a conversão global dos substratos, reforça a estabilidade do processo e contribui para uma degradação mais completa da matéria orgânica, sem impor conditionalismos à cinética no digestor principal.

O projeto de Abrigada assenta numa mistura de substratos composta maioritariamente por materiais de origem animal (86%), incluindo 40,7% de chorume de suíno, complementada por resíduos agrícolas e agroindustriais. Este tipo de mistura caracteriza-se por uma estabilização do processo tendencialmente alcançada para tempos de retenção hidráulicos da ordem dos 50 dias, o que é consistente com uma operação de digestão anaeróbia estável e eficiente.

O teor de matéria seca nos digestores primários é estimado em aproximadamente 11,6%, correspondendo a um meio relativamente húmido, favorável à eficiência da transferência de massa e à qualidade das condições de mistura. Este valor suporta uma



homogeneização eficaz dos substratos, minimiza constrangimentos associados à viscosidade e promove uma atividade microbiana estável, contribuindo para a fiabilidade operacional e para uma produção de biogás consistente.

Nestas condições, um TRH de 50 dias assegura uma estabilização biológica satisfatória da matéria orgânica, mantendo um equilíbrio adequado entre a taxa de carga orgânica (TCO-OLR) aplicada, o desempenho de produção de biogás e as condicionantes operacionais, sendo o volume total útil de digestão de 19.310 m³ a consequência deste requisito biológico.

➤ DIGESTORES PRIMÁRIOS

Na Unidade de Produção de Biometano de Abrigada, os digestores integram uma tecnologia única, que combina as funções de reator e de gasómetro num único equipamento, otimizando o processo e a eficiência operacional.

Quando as condições internas dos digestores são mantidas em níveis ótimos, as bactérias presentes na matéria orgânica promovem a sua decomposição anaeróbia, transformando grande parte da matéria orgânica em gás e água. O gás acumulado é retido na parte superior do digestor, sob a lona flexível.

A unidade conta com dois digestores primários, equivalentes em dimensão e equipamento. Os digestores são tanques circulares de betão, com 28 m de diâmetro e 8 m de altura (DIG-101 & DIG-102). Os digestores são aquecidos através de circuitos de aquecimento dedicado (2 circuitos x 2 DN100 – em anel) para permitir alcançar as condições mesófilas (42°C a 45°C). Os digestores são fechados com uma cobertura de membrana dupla presa ao topo de cada tanque. Sob a primeira membrana, é colocada uma rede tensionada. A rede é posicionada entre o pilar central (no meio do tanque) e a borda superior da parede do tanque. A carga máxima admissível sobre a membrana dupla e a estabilidade da cobertura são asseguradas pelo fornecimento contínuo de ar



entre as duas membranas. As membranas são resistentes aos raios UV, à potencial corrosão provocada pelo biogás e outros fatores externos.

Tabela 11 - Características dos Digestores Primários [DIG-101 e DIG-102]

Característica	
Diâmetro	28 m
Altura	8,0 m
Altura Útil (Máx.)	7,3 m
Volume Útil (Máx.) Matéria-orgânica	4495 m ³
Gasómetro integrado	Cúpula 1/4 D
Membrana dupla externa em forma de cúpula	
Defletor de chuva	
Volume Máximo de Biogás	1843 m ³

Cada digestor primário será equipado com dois agitadores laterais de 22 kW (motor não submerso), responsáveis por parte da agitação, de forma a manter a mistura homogênea. Estes agitadores podem ser ajustados a partir da plataforma de serviço. Serão instaladas janelas laterais para inspeção visual dos digeridos e as plataformas de serviço são equipadas com uma janela para inspeção visual dos agitadores verticais. Adicionalmente, dois agitadores de pá de 15 kW (motor não submerso) completam a homogeneização do material dentro do digestor. Os ciclos de mistura automáticos são programados através do sistema de monitorização e controlo. Desta forma, cada digestor terá uma potência específica de mistura de 16.4 W/m³.

No interior dos tanques será aplicada uma membrana na parte superior da parede do digestor, com o objetivo de garantir a proteção e durabilidade do tanque face às variações de nível.

Para garantir a segurança em relação a um eventual transbordo de digerido, no interior dos digestores serão instalados dois sensores de nível, garantindo a redundância destes equipamentos. Como medida adicional de segurança é ainda limitada a 7.3 m a altura



utilizável de cada tanque. A transferência de digerido para os digestores secundários será ajustada através do sensor de nível. Finalmente, será também instalado um sensor de espuma.

➤ DIGESTORES SECUNDÁRIOS

Na Unidade de Produção de Biometano de Abrigada, os digestores integram uma tecnologia única, que combina as funções de reator e de gasômetro num único equipamento, otimizando o processo e a eficiência operacional.

A unidade conta com dois digestores secundários, equivalentes em dimensão e equipamento. Os digestores são tanques circulares de betão, com 30 m de diâmetro e 8 m de altura (DIG-103 & DIG-104). Os digestores são aquecidos através de circuitos de aquecimento dedicado (2 circuitos x 2 DN100 – em anel) para permitir alcançar as condições mesófilas (42°C a 45°C). Os digestores são fechados com uma cobertura de membrana dupla presa ao topo de cada tanque. Sob a primeira membrana, é colocada uma rede tensionada. A rede é posicionada entre o pilar central (no meio do tanque) e a borda superior da parede do tanque. A carga máxima admissível sobre a membrana dupla e a estabilidade da cobertura são asseguradas pelo fornecimento contínuo de ar entre as duas membranas. As membranas são resistentes aos raios UV, à potencial corrosão provocada pelo biogás e outros fatores externos.

Tabela 12 - Características dos Digestores Secundários [DIG-103 e DIG-104]

Característica	
Diâmetro	30 m
Altura	8,0 m
Altura Útil (Máx.)	7,3 m
Volume Útil (Máx.) Matéria-orgânica	5160 m ³
Gasômetro integrado	Cúpula 1/4 D
Membrana dupla externa em forma de cúpula	



Característica	
	Defletor de chuva
Volume Máximo de Biogás	2262 m ³

Cada digestor secundário será equipado com dois agitadores laterais de 22 kW (motor não submerso), responsáveis por parte da agitação, de forma a manter a mistura homogênea. Estes agitadores podem ser ajustados a partir da plataforma de serviço. Serão instaladas janelas laterais para inspeção visual dos digeridos e as plataformas de serviço são equipadas com uma janela para inspeção visual dos agitadores verticais. Adicionalmente, dois agitadores de pá de 15 kW (motor não submerso) completam a homogeneização do material dentro do digestor. Os ciclos de mistura automáticos são programados através do sistema de monitorização e controlo. Desta forma, cada digestor terá uma potência específica de mistura de 14.3 W/m³.

Para garantir a segurança em relação a um eventual transbordo de digerido, no interior dos digestores serão instalados dois sensores de nível, garantindo a redundância destes equipamentos. Como medida adicional de segurança é ainda limitada a 7.3 m a altura utilizável de cada tanque. Será também instalado um sensor de espuma. Finalmente, a transferência de digerido para o processo de separação de fases será ajustada através da configuração do *setpoint* do sensor de nível.

A capacidade média de produção de biogás da instalação é de 11,9 x 10⁶ Nm³/ano. A composição média do biogás produzido encontra-se representada na tabela seguinte.

Tabela 13 - Composição do biogás produzido

Descrição	Unidade	Valor
CH ₄	%	54.25
CO ₂	%	45.00
N ₂	%	0.50
H ₂ S e outros gases	%	0.25



O biogás produzido durante este processo é direcionado para o sistema de purificação para produção de biometano, descrito no Capítulo seguinte.

O digerido resultante da fermentação da matéria orgânica é transferido por bombagem para um sistema de separação de fases e posteriormente encaminhado para armazenamento com vista à valorização agrícola, descrito no Capítulo 3.3.

➤ BACIA DE RETENÇÃO – SEGURANÇA OPERACIONAL

Os tanques, digestores primários e digestores secundários são instalados numa bacia de retenção para garantir a retenção de líquidos em caso de rotura ou vazamento de algum equipamento. O volume de retenção é de 7 206 m³.

Tabela 14 - Cálculo do Volume de Retenção

Dados de base	Cota Base	Cota Coroamento	Diâmetro (m)	Área (m ²)	Altura (m)	Volume (m ³)
Zona de Alimentação (feeder)	108.60	110.60	-	361	2.0	722
Talude da Bacia de retenção (1:1)*	108.60	110.60	-	342	2.0	684
Área Impermeabilizada (base) _ implantação total	108.60	110.60		5,545	2.0	11,090
Digestor DIG-101	107.30	115.30	28.0 -	616	2.0 -	1,232
Digestor DIG-102	107.30	115.30	28.0 -	616	2.0 -	1,232
Pós-Digestor DIG-103	107.30	115.30	30.0 -	707	2.0 -	1,414
Pós-Digestor DIG-104	107.30	115.30	30.0 -	707	2.0 -	1,414
Sub total	108.60	110.60		3,603		7,206

É importante referir que os digestores primários e digestores secundários foram projetados para ser instalados uma cota de fundação (Z=107,30) inferior à cota de base da bacia de retenção (Z=108,60), permitindo aumentar o volume máximo de retenção. A colocação dos digestores parcialmente enterrados aumenta o volume morto a ser considerado no dimensionamento da bacia de retenção.

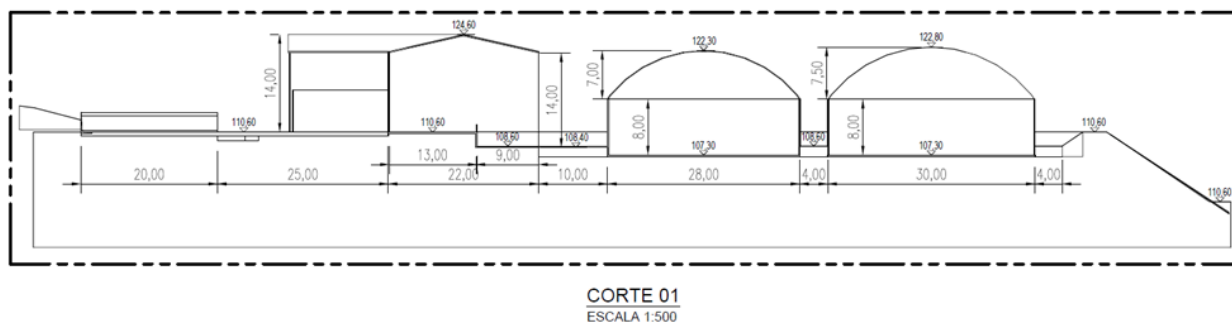


Figura 13 - Corte na Zona de Retenção e Digestores

O dimensionamento da bacia de retenção teve em consideração as melhores práticas implementadas em França, Alemanha, Itália, Dinamarca e Reino Unido, que corresponde à rotura total do maior tanque (pós-digestor) ou 50% da capacidade máxima de processamento. Os resultados dos dois testes são demonstrados na tabela infra:

Tabela 15 - Cenários de Retenção

Caso (melhores práticas UK, FR, IT, DEN, Germany)	Área Base (m ²)	Área Digestor (m ²) [ref. ao caso]	Área Retenção (m ²)	Volume morto (m ³)	Volume Derrame (m ³)	Volume de Retenção (m ³)	Altura Máxima Derrame (m)	Altura Máxima Retenção (m)
Rotura Total 1 Digestor Secundário	3,602.78	706.86	4,310	918.92	4,241	8,619	0.98	2.00
Rotura Total 1 Digestor Primário + 1 Digestor Secun	3,602.78	1,322.61	4,925	1,719.39	7,936	9,851	1.61	2.00

Como se pode verificar, o atual dimensionamento da bacia de retenção, permite garantir que caso se verifique um derrame de 50% do material dentro dos digestores primários e digestores secundários apenas se atinge uma altura de 1,6 m dentro da bacia de retenção. A bacia de retenção terá uma profundidade de 2 m. Esta diferença permite integrar no desenho da unidade uma margem adicional de segurança de 20% face às melhores práticas.

3.1.3. Gestão Técnica e Controlo da Produção

A unidade de produção de biometano é gerida de forma central na Área de Gestão Técnica destinada para este fim. Esta área técnica consiste numa estrutura contentorizada e pré-equipada onde será instalada i) a estação de bombagem, que inclui o sistema de produção de oxigénio (O₂) e o circuito de distribuição de calor, ii) o sistema de compressão de ar, iii) armários elétricos e sistema de automação, entre outros



equipamentos necessários à gestão do processo de produção do biogás através da digestão anaeróbia. Nesta área são também instaladas as bombas, as válvulas automáticas, as tubulações e o sistema de distribuição de calor, pelo que a otimização da disposição dos equipamentos é crucial para permitir uma operação segura, bem como agilidade na manutenção e limpeza do espaço.

➤ **ESTAÇÃO DE BOMBAGEM**

Será instalada uma estação de bombagem que permita a transferência de matérias-primas entre os tanques de receção, os digestores primários, os digestores secundários, os separadores de fases, assim como os diferentes equipamentos da unidade de produção de biometano.

Os vários ciclos do processo, da receção e enchimento e da transferência de matérias-primas e digeridos são configurados usando o sistema de comando e controlo. Este sistema opera em modo automático ou manual. Os ciclos automáticos permitem a sequenciação e distribuição das operações de mistura, enchimento e transferência ao longo do dia.

O sistema de distribuição de água quente permite controlar a temperatura dos tanques de digestores primários e digestores secundário. A estação de bombagem também inclui o sistema de controlo e gestão dos alimentadores, garantindo a pré-mistura e o transporte dos materiais para os digestores primários e digestores secundários, bem como o envio do digerido para o sistema de separação de fases.

A estação de bombagem está equipada com um detetor de fugas, ligado ao sistema de alarmes, que emitirá um alerta sempre que algum líquido chegar a um nível elevado nesta zona. Este alarme é importante para detetar qualquer fuga de digerido que seja considerada relevante.

Por segurança, a sala de bombagem será ainda equipada com um detetor de gás que mede a concentração de CH_4 no ar. Este detetor de gás terá 3 níveis de alarme, face ao



LEL (Nível Inferior de Explosividade) sendo que este valor é de 5% vol/vol para o CH₄. Dessa forma:

- Nível 1: 10% LEL > 0,5% CH₄ em volume, por volume de ar
- Nível 2: 20% LEL > 1,0% CH₄ em volume, por volume de ar

Nessas condições, a concentração de H₂S junto ao armário elétrico seria de cerca de 3,5 ppm (para uma concentração de 350 ppm no biogás e com 50% de CH₄ no biogás – proporção de 1/100). Como referência foi considerado, o TWA (8h) para H₂S é de 5 ppm e o TWA (15 min) é de 10 ppm.

➤ **SISTEMA DE COMPRESSÃO DE AR**

Será instalada um sistema de compressão de ar é que irá fornecer ar comprimido às válvulas de processo. Após a compressão, o ar é seco para fornecer ar seco aos atuadores das válvulas. O compressor tem uma pressão máxima de 10 bar. A pressão de trabalho é de 9,5 bar e produz um caudal de 22 m³/h com uma potência de 3 kW.

Este sistema alimenta as cerca de 60 válvulas pneumáticas e automáticas instaladas na unidade e está ligado a um reservatório de 270 litros e a um secador de 0,3 kW.

➤ **ARMÁRIOS ELÉTRICOS E SISTEMA DE AUTOMAÇÃO**

A sala de comando e controlo inclui os armários e quadros elétricos. No interior dos armários, os equipamentos elétricos e os equipamentos elétricos dos sensores são separados para evitar qualquer interferência. Nesta sala é ainda instalado um computador com acesso ao sistema de comando e controlo que permite gerir toda a instalação.



O sistema de automação terá as seguintes características:

- Siemens ou ABB com acesso remoto (TeamViewer) e possibilidade de realização de backup remoto dos últimos 12 meses de operação
- Sistemas de Alimentação de Energia Secundários (UPS)
- Posto de comando e controlo (computador)
- Módulo de alarme por SMS
- Link Profinet para o módulo de purificação do biogás e outros equipamentos.
- Link de fibra ótica (FOC) para o armário elétrico do transformador geral.

Por outro lado, os equipamentos seguintes estão ligados ao sistema de backup com recurso a um gerador diesel e a um inversor de potência dedicado:

- Sopradores dos digestores primários e digestores secundários
- Tocha/*Flare*
- 1 x agitador de 15 kW em cada digestor
- Equipamentos de automação da sala de comando e controlo
- Armários elétricos
- 1 unidade de ar condicionado Panasonic-Z71YKEA
- 2 x aquecedor unitário de 3 kW (montado na cobertura)
- 1 sensor de temperatura exterior Thermokon AGS54+
- 1 sensor de temperatura interior Thermokon AGS54+
- Iluminação

➤ **ANÁLISE DA QUALIDADE DO BIOGÁS**

Na área técnica será instalado um equipamento analisador de gases que mede, de forma contínua, a qualidade do biogás que sai de cada digestor e de cada pós-digestor, com base nos níveis de CH₄, O₂ e H₂S.



➤ DESSULFURIZAÇÃO BIOLÓGICA E PRODUÇÃO DE O₂

Com o objetivo de redução do nível de H₂S dentro do volume livre de gás, em cada digestor, será efetuada a injeção de oxigénio concentrado (95% O₂) para dessulfurização biológica do biogás.

O caudal de oxigénio injetado será regulado tendo em consideração uma concentração de 0,3% O₂ no biogás húmido dos digestores e pós-digestores (um valor medido e regulado automaticamente). Este processo permite que o teor de oxigénio no biometano para a injeção na rede fique abaixo dos limites exigidos pelo operador de rede.

Em linha com o ponto anterior, o nível de H₂S será otimizado para garantir um valor inferior a 300 ppm. O oxigénio concentrado injetado é utilizado por bactérias (sulfobactérias aeróbicas), que degradam o H₂S em água e enxofre elementar em estado sólido. O enxofre precipita na rede de dessulfurização instalada nos digestores e pós-digestores e integra o digerido, reduzindo assim o teor de H₂S do biogás. O sistema de tratamento do biogás é automático e ligado ao sistema de alarmes. O biogás produzido é posteriormente enviado para o sistema de gestão do biogás.

3.2. Gestão do Biogás e Biometano

O sistema de gestão do biogás recebe o volume produzido pelos quatro reatores biológicos (digestores e pós-digestores), que será purificado em biometano para injeção na rede. Para cumprir os requisitos estabelecidos no Despacho nº 806-C/2022, publicado no Diário da República, relativamente à injeção de biometano na Rede Nacional de Transporte de Gás (RNTG), o biogás gerado nos digestores passa por um sistema de *upgrading* para purificação, alcançando uma concentração de metano (CH₄) igual ou superior a 97% partindo de uma composição inicial de 54,25%.



3.2.1. Purificação (*upgrading*) do biogás em biometano

Este processo assegura que o biometano final cumpra os padrões técnicos e regulamentares para utilização ou injeção na rede de gás natural, incluindo a compressão à pressão de 84 bar(g).

O processo de purificação do biogás em biometano na Unidade de Abridada divide-se em duas etapas sequenciais — pré-tratamento e upgrading por separação por membranas — cada uma com mecanismos de remoção de impurezas distintos:

➤ **REMOÇÃO POR CONDENSADOS — ETAPA DE PRÉ-TRATAMENTO**

Na etapa de pré-tratamento, o biogás bruto é arrefecido através de dois permutadores de calor (HE-201 e HE-202), com recurso a um chiller (CH-201), promovendo a condensação e remoção do excesso de vapor de água e de contaminantes solúveis. Os condensados resultantes são recolhidos nos separadores S-201 e S-202 e reencaminhados para o pós-digestor mais próximo, onde são reintroduzidos no processo biológico.

Nesta etapa, os filtros de carvão ativado (F-201 e F-202) são responsáveis pela adsorção e remoção de H₂S residual, compostos orgânicos voláteis (COV) e siloxanos. Os contaminantes retidos nestes filtros ficam imobilizados no adsorvente sólido, não constituindo uma emissão difusa nem um efluente líquido direto — a gestão dos filtros saturados deverá ser efetuada como resíduo, em conformidade com a legislação aplicável de gestão de resíduos.

➤ **REMOÇÃO POR EMISSÃO DIFUSA (OFFGAS) — ETAPA DE UPGRADING POR MEMBRANAS**

Após o pré-tratamento, o biogás limpo é encaminhado para os módulos de membranas (MM-201), onde a separação se baseia na permeabilidade seletiva das moléculas. O CO₂,



que possui elevada permeabilidade, é transportado para a corrente de permeado (corrente de rejeição da membrana – *offgas*), sendo libertado para a atmosfera por emissão difusa controlada.

Este *offgas* é composto fundamentalmente por CO₂ biogénico (classificado como neutro em carbono, por fazer parte do ciclo natural do carbono), com um caudal estimado de 581 m³/h durante as 8.500 horas de operação anual. Contém ainda uma fração residual de metano ($\approx 0,5\%$), O₂ ($\approx 0,2\%$) e N₂ ($\approx 0,3\%$).

3.2.2. Estação de Mistura e Injeção (EMI)

O biometano é injetado na rede através de uma estação de injeção e mistura (EMI), sendo a qualidade e quantidade de biometano controlada nesse equipamento.

A EMI é parte integrante da instalação de produção de biometano, sendo partilhada com a REN, na qualidade de Operador da Rede de Transporte de Gás Natural (RNTG). É essencialmente constituída por um armário que alberga válvulas de seccionamento e de corte geral, grupo de filtragem (quando aplicável) e equipamento de regulação e contagem.

O equipamento de leitura e telecontagem são fornecidos e da propriedade do Operador de Rede. Este equipamento deve, tanto quanto possível, ficar localizado no limite de propriedade das instalações do Cliente. A localização deste equipamento é definida para garantir:

- Ligação futura do ramal de entrega do gás à rede pública;
- Acesso a intervenções de emergência;
- Realização do serviço de leituras;
- Manutenção, controlo e guarda do equipamento.



A composição final do biometano produzido cumpre as especificações técnicas exigidas para injeção na rede de gás e pode ser consultada na Tabela 16.

Se o biometano obtido após o processo de *upgrading* não estiver conforme as especificações para injeção na rede de gás natural, será devolvido aos digestores para ser misturado com o biogás e voltar a ser submetido ao processo de purificação.

Tabela 16 – Especificações e composição do biometano produzido (REN)

Descrição	Unidade	Valor
Valor de aquecimento (0 °C e 1.01325 bar)	kWh/Nm ³	10.7 – 12.8
Índice de Wobbe (0 °C e 1.01325 bar)	kWh/Nm ³	13.38 – 16.02
Densidade	-	0.555 – 0.7
Ponto de Orvalho (à pressão máxima de injeção)	°C	-8
Hidrocarbonetos de Ponto de Orvalho (a 70 bar)	°C	-2
CH ₄	%	97
CO ₂	%	<2.5
O ₂	%	<0.3
H ₂	%	<6
CO	%	<0.1
H ₂ S	mg/Nm ³	<5
Enxofre Total	mg/Nm ³	<20
Enxofre Mercaptano	mg/Nm ³	<6
Hg	µg/Nm ³	<1
Cl	µg/Nm ³	<1
F	µg/Nm ³	<10
NH ₃	µg/Nm ³	<3
Poeiras	µg/Nm ³	<5
Siloxanos	µg/Nm ³	<5

3.2.3. Tocha (Flare)



Em caso de indisponibilidade do sistema de purificação, ou se existir um excesso de biogás, uma tocha permite a queima do biogás. Este sistema garante a eliminação do biogás por combustão, de forma segura e num equipamento de queima fechado.

A tocha tem as seguintes características:

- Temperatura > 800°C
- Com soprador ou ventilador de canal lateral
- Caudal de biogás: 1500 Nm³/h
- Altura: 9000 mm
- Diâmetro interno: 1910 mm

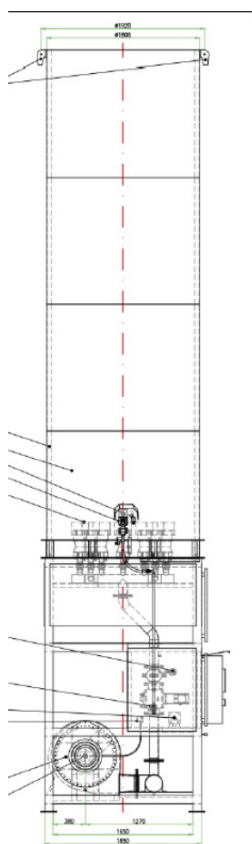


Figura 14 - Flare



Este queimador opera tanto no modo manual como automático, com base no ponto de regulação de volume total de biogás presente nos reatores (definição feita com base no volume médio dos 4 digestores).

A combustão de biogás é eventual e é expectável que a tocha seja utilizada apenas até 208 horas por ano.

3.2.4. Sistema de produção e gestão de calor

A operação de uma unidade de biometano utiliza calor para dois processos distintos:

- Higienização, que funciona a uma temperatura de 70-72°C e requer uma fonte de calor de 85-95°C;
- Aquecimento dos digestores primários e digestores secundários: a central de produção de biogás opera em modo mesófilo, com uma temperatura entre 42-45°C, requerendo, para tal, uma fonte de calor de 55-65°C.

Para cumprir estes requisitos, será instalada uma caldeira de biogás com uma potência térmica nominal de 800 kWt, equivalente a 0,8 MWt.

A central de biometano contempla também um sistema de recuperação de calor que permite a recuperação de calor do processo de higienização para redistribuição aos processos subsequentes e, sempre que necessário, ao processo de produção de biogás através dos circuitos de aquecimento dos digestores primários e digestores secundários.

Em primeiro lugar a caldeira de biogás fornece o aquecimento para o processo de higienização. O calor fornecido pela caldeira para o processo de higienização e produção de biogás é medido através de dois medidores de calor localizados no recipiente de calor.



O sistema de calor contempla ainda a recuperação de calor do processo de purificação, ainda que este não permita o aquecimento direto dos processos de higienização ou produção de biogás devido à baixa temperatura recuperada.

O biogás utilizado na alimentação da caldeira é produzido pela unidade. Este biogás é conduzido para a caldeira após o processo de pré-tratamento feito no sistema de purificação (após a passagem do biogás pelos filtros de carvão ativado e processo de desidratação). O biogás utilizado na caldeira é isento de H_2S e menos de 60% de humidade.

O sistema de produção e gestão de calor é composto por uma estrutura contentorizada e pré-equipada.

3.2.5. Emissões Gasosas do Processo de Produção e Gestão do Biogás

As emissões resultantes da produção de biometano podem ser agrupadas por processo:

- Sistema de produção e gestão de calor - Caldeira
- Queimador de segurança – Tocha (*Flare*)
- Sistema de purificação do biogás (*upgrading*)
- Sistema de purificação de ar

Durante a produção e valorização do biogás, várias etapas do processo contribuem para a emissão de gases e poluentes que se encontram estimados nas tabelas seguintes:

Tabela 17 - Características das Emissões

DESIG.	Fonte de Emissão	Local Diagrama de Processo	Operação (horas/ano)	Emissões (Nm ³ /h em Operação)	Temperatura (°C)
FF1	Caldeira	BOIL-201	4,026	977	180
FF2	Tocha - Flare	FL-101	208	10,841	900
FF3	<i>Upgrading - offgas</i>	MM-201	8,500	581	35
FF4	Sistema de purificação do ar	F-101	8,760	81,284	20



Tabela 18 - Composição das emissões para o ar

DESIG.	Fonte de Emissão	CH4		CO2		O2	H2S
		(mg/Nm3)	(kg/ano)	(g/Nm3)	(kg/ano)	(%)	(mg/m3)
FF1	Caldeira	0	0	302	1,186,261.61	3%	0
FF2	Tocha - Flare	0	0	272	611,714	5%	0
FF3	Upgrading - offgas	4.3	21.4	1,964	9,695,028	0	0
FF4	Sistema de purificação do ar	-	-	-	-	0	0.2

DESIG.	Fonte de Emissão	SO2		NH3	Nox	HAP	VOCm m	CO
		(mg/Nm3)	(kg/ano)	(mg/m3)	(mg/m3)	(mg/Nm3)	(mg/m3)	(mg/m3)
FF1	Caldeira	0	0	0	<100	0	0	191.9
FF2	Tocha - Flare	197.3	444.1	0	<100	0	0	173.0
FF3	Upgrading - offgas	0	0	0	0	0	0	
FF4	Sistema de purificação do ar	0	0	0.2	0	0	0.2	

O *offgas* residual decorre do processo de purificação do biometano, composto principalmente por dióxido de carbono, pode ser liberado diretamente na atmosfera. Esse CO₂ é classificado como neutro em carbono, pois foi previamente absorvido da atmosfera pela matéria orgânica que serve de base para a digestão anaeróbia. Esse mecanismo faz parte do ciclo natural do carbono, no qual o CO₂ é continuamente reciclado.

3.2.6. Ruído

O nível de ruído dos novos equipamentos a instalar não excederá os 95 dB(A) medido num perímetro de 2 metros. De maneira a cumprir as normas em vigor, serão efetuadas monitorizações após a execução do Projeto, de acordo com o Decreto-Lei n.º 9/2007, alterado pelo Decreto-Lei n.º 278/2007.



A peça desenhada PT_ABR_P02_31_RUIDO e a Lista de Equipamentos (anexo A4.1) apresentam a localização das áreas e equipamentos, consumos elétricos e equipamentos geradores de ruído.

3.3. Gestão do Digerido

Após processamento no pós-digestor, o digerido é encaminhado por bombagem para o separador de fases; a fração sólida é armazenada em local próprio (T-302), enquanto a fração líquida é utilizada na recirculação para os digestores e encaminhada para as lagoas de armazenamento. O operador pode gerir o encaminhamento do digerido líquido para uma das três lagoas disponíveis.

3.3.1. Separador de Fases

O digerido bruto, cerca de 140.000 toneladas por ano, é separado em duas frações utilizando um separador de parafuso posicionado sobre uma plataforma na área de armazenamento de digerido sólido (descarga por gravidade).

O digerido sólido, cerca de 28.000 toneladas por ano, será armazenado dentro de uma área coberta e dedicada, dentro do edifício de processo, numa plataforma de 300 m² de área (20 x 15, até 6 m de altura).

O digerido líquido, cerca de 112.000 toneladas por ano, é alimentado por gravidade para um tanque dedicado de 20 m³. Este tanque possibilita a transferência do digerido líquido para recirculação ou para as lagoas de armazenamento. Uma bomba excêntrica (tipo parafuso) é responsável pela transferência do digerido entre o tanque SVR com isolamento (T-301) para as lagoas de armazenamento.

Está prevista a recirculação de 145 t/dia de digerido líquido correspondentes a 52.925 toneladas por ano, para ser novamente misturado com as matérias-primas de entrada. Este processo evita a utilização de um volume adicional de água no processo.



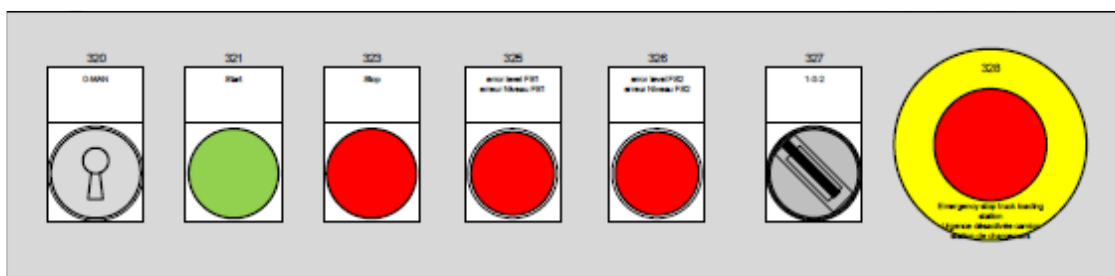
3.3.2. Armazenamento de Digerido Líquido

O digerido líquido será armazenado em três lagoas cobertas com 90 x 45 m e até 3 m de profundidade, que irá corresponder a cerca de 10.000 m³ de volume em cada uma das lagoas. Estas lagoas serão cobertas por uma cobertura flutuante.

O dimensionamento das lagoas de armazenamento, que considera com um total de 30.000 m³, seguiu as melhores práticas europeias, garantindo um armazenamento superior a 6 meses de operação. Este dimensionamento possibilita a regularização do fluxo de digerido líquido para valorização agrícola.

3.3.3. Recolha de Digerido Líquido

Uma estação de recolha permite bombear o digerido líquido entre as lagoas de armazenamento e as cisternas de transporte, com recurso a uma bomba centrífuga instalada nesta plataforma. Esta bomba centrífuga é controlada através de um painel de controlo na plataforma de recolha e inclui um sistema de pagarem de emergência.



3.3.4. Valorização Agrícola do Digerido

O material orgânico fermentado será aproveitado como fertilizante, devido ao seu elevado teor de azoto, potássio e fósforo, elementos essenciais para a fertilização agrícola. Após a separação, o digerido divide-se em duas frações: uma sólida, que se assemelha a um composto fertilizante sólido, e uma líquida, equiparável a chorume.



Este adubo natural tem o potencial de substituir os fertilizantes químicos, emitindo significativamente menos odor em comparação com dejetos brutos ou estrume, especialmente quando aplicado com equipamentos de distribuição pendular. Além disso, os nutrientes presentes no digerido são disponibilizados mais rapidamente para as culturas, reduzindo o risco de lixiviação para as águas subterrâneas, o que contribui para práticas agrícolas mais sustentáveis.

Todos os processos realizados na unidade de produção de biometano da empresa SGGT 1001, localizada no município de Alenquer, serão controlados de forma automática e/ou manual, garantindo a eficiência e a conformidade com os padrões operacionais estabelecidos.

BALANÇO DO DIGERIDO						
Linha	Diagrama de Processo	Domínio	Matérias-primas	Código LER	Caudal nominal t/ano	Caudal nominal t/dia
Digestão Primária e Digestão Secundária	DIG-101 + DIG-102, DIG-103 + DIG-104	Digerido Bruto	Matérias Primas após digestão - Digerido Bruto		140,000	384
Gestão do Digerido	T-301	Digerido Líquido	Digerido Líquido - Recirculação		- 52,925	- 145.0
Gestão do Digerido	T-303	Digerido Líquido	Digerido Líquido - Valorização	19 06 05	- 59,075	- 161.8
Gestão do Digerido	T-302	Digerido Sólido	Digerido Sólido - Valorização	19 06 06	- 28,000	- 76.7
BALANÇO DO DIGERIDO					-	-

Figura 15 - Balanço do Digerido



3.4. Processos e Equipamentos Auxiliares

3.4.1. Balança

No acesso principal da UAB Abrigada será instalada uma balança para veículos pesados. Esta balança permite controlar as quantidades de matéria-prima que chegam ao local e as quantidades de digeridos líquidos e sólidos que são retirados.

3.4.2. Fossa de Condensados

Os condensados das tubagens de biogás são retidos graças às inclinações dos sifões das fossas de condensados. Está prevista a instalação de duas fossas de condensados com um volume de 13,6 m³ (2 x 2 x 3,4).

Cada fossa está dotada de 2 sifões que permitem a limpeza das seguintes linhas de biogás:

- Tubagem principal de transporte de biogás para a purificação (*upgrading*)
- Tubagem de biogás não conforme
- Tubagem de biogás para a tocha (*flare*)
- Tubagem de biogás para a caldeira

Uma bomba encaminha os condensados para o pós-digestor adjacente.

3.4.3. Sistema de Tratamento de Ar

O sistema de tratamento / purificação de ar da UAB Abrigada (designado F-101 no PFD) tem como função garantir que o ar recolhido das áreas interiores com potencial de emissão odorante seja tratado antes da sua libertação para a atmosfera. As áreas abrangidas são: o edifício de receção e exploração de sólidos (hall de entrada e área de processamento), a área de armazenamento de digerido sólido e a sala de higienização



(incluindo tanques de pasteurização e fossas de chorumes). O edifício opera em pressão negativa, garantindo que nenhum ar não tratado escape para o exterior.

O sistema foi dimensionado por empresa especializada, para um caudal total de 81.284 m³/h, e é composto por três estágios sequenciais de tratamento.

Aspetos Construtivos

Os elementos construtivos do sistema de purificação do ar são apresentados no desenho ABRIGADA_25124-EXE-X-DR-C-100_P02, no anexo A4.5, que indica a disposição da tubagem de recolha que abrange todas as áreas do edifício de processo.

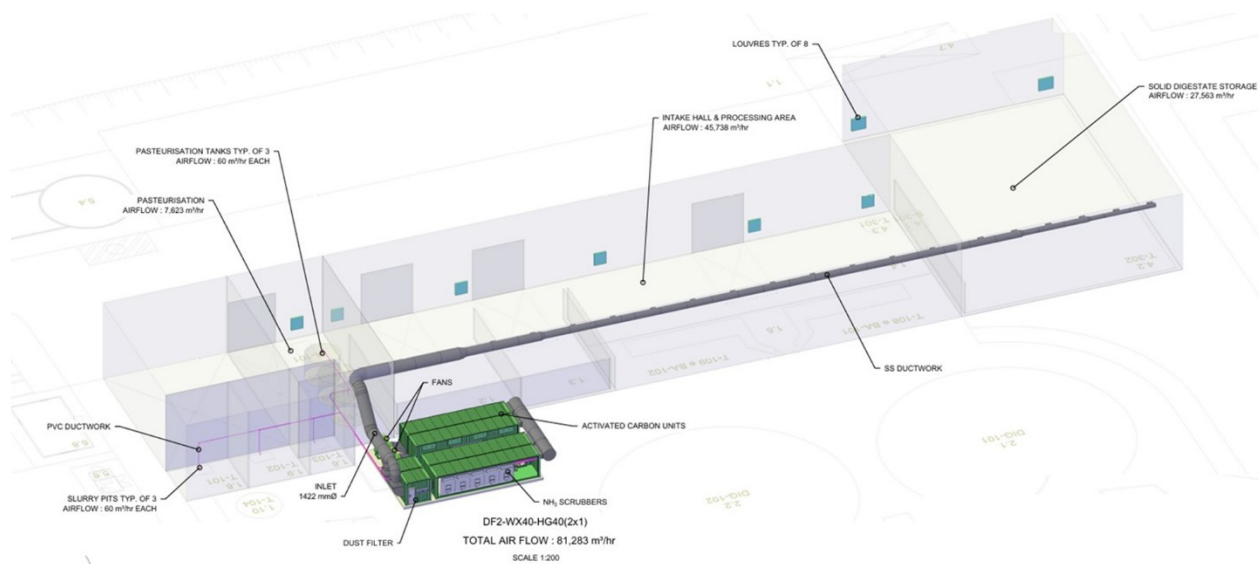


Figura 16 - Sistema de Tratamento do Ar (fonte: Exeon)

Recolha e transporte do ar

O ar contaminado é captado dos edifícios através de 8 grelhas de entrada, sendo conduzido por uma rede de condutas até à central de tratamento. A rede de condutas divide-se em dois tipos:



- **Extração de fundo:** condutas em aço inoxidável 304 (AISI 304), em espiral, adequadas para os ambientes corrosivos do edifício de exploração, área de processamento e armazenamento de digerido sólido. O caudal é de 80.924 m³/h, com uma taxa de renovação de 3 trocas de ar por hora, garantindo um varrimento completo dos edifícios sem zonas mortas.
- **Extração de processo:** condutas em PVC, dimensionadas para as ligações diretas aos 3 tanques de higienização/pasteurização e às fossas de chorumes. Utilizam ligações tipo Ventex, que injetam 2 partes de ar fresco por cada parte de ar contaminado extraído, reduzindo a temperatura e a humidade relativa e evitando o estabelecimento de pressão negativa nos tanques, independentemente da taxa de enchimento. O caudal de processo é de 360 m³/h (60 m³/h por tanque/fossa).

Os dois caudais convergem numa entrada de 1.422 mm de diâmetro para alimentação comum dos três estágios de tratamento.

Estágio 1 – Pré-filtro de poeiras

Antes de qualquer tratamento químico ou de adsorção, o ar passa por um banco de pré-filtros de poeiras, integrado na unidade de *scrubber*, com o objetivo de proteger os estágios seguintes de colmatação por partículas sólidas (poeiras provenientes da trituração e manuseamento de matérias-primas sólidas).

Estágio 2 – *Scrubber* ácido de amónia

O *scrubber* opera em contracorrente, pulverizando ácido sulfúrico (H₂SO₄) em solução sobre os anéis Pall, onde ocorre a reação química com a amónia (NH₃) do ar, precipitando sulfato de amónia ((NH₄)₂SO₄) em solução, que é recolhido no sumidouro do equipamento. O sistema inclui: controlador de nível do sumidouro (controlo automático de purga), sistema de bomba de irrigação para recirculação ótima do licor e tempo de contacto, variador de velocidade, sistema de alarme (nível de químico, etc.), controlador de doseamento, bombas doseadoras, sensores de nível, válvulas motorizadas, bomba de



recirculação, medidor de caudal, sonda de condutividade, sensor de pressão, desnebulizador e bicos de pulverização.

Eficiência declarada: remoção de NH_3 superior a 96%.

Tabela 19 - Características Scrubber

Parâmetro	Valor
Modelo	WX40(2x1)
Dimensões	2.900 mm (A) × 5.000 mm (L) × 12.200 mm (C)
Caudal de serviço	81.284 m³/h
Meio de contacto (enchimento)	Pall Rings de 25 mm
Construção exterior	Aço contentorizado, base revestida internamente em GRP até 200 mm
Módulo interior	Polipropileno soldado, conforme BS EN 12573:2000, com pontos de inspeção

Estágio 3 – Unidade de carvão ativado

O meio filtrante é constituído por *pellets* de carvão ativado de grau elevado (60 CTC, 4 mm), alojados em leito horizontal, o que permite a estratificação do carvão para otimização da vida útil do meio. O carvão é repostado através de escotilhas laterais de acesso. Esta tecnologia atua por adsorção física, retendo a amónia residual não removida pelo *scrubber*, o sulfureto de hidrogénio (H_2S) e os compostos orgânicos voláteis (COV).

Tabela 20 - Características da unidade de carvão ativado

Parâmetro	Valor
Modelo	HG40(2x1)
Dimensões	2.900 mm (A) × 5.000 mm (L) × 12.200 mm (C)
Caudal máximo total	81.284 m³/h
Tempo de contacto	1,5 segundos
Meio filtrante	<i>Pellets de carvão ativado de alta qualidade, 60 CTC, 4 mm de diâmetro</i>
Construção	Aço contentorizado, pavimento com tratamento anti humidade, leito e subestrutura em polipropileno reciclado com chapa perfurada de PP de 3,0 mm



Ventiladores de extração

O sistema incorpora 2 ventiladores centrífugos (externos), cada um com um caudal de 40.642 m³/h e potência estimada de 35 kW, totalizando a capacidade de 81.284 m³/h.

O sistema foi dimensionado para garantir uma concentração máxima de descarga na exaustão de 1.000 OUE/m³, conforme os objetivos de desempenho ambiental definidos para instalações de digestão anaeróbia.

3.5. Balanço de Massas do Processo

Na Figura 17 é apresentado o Balanço de Massas completo da UAB Abrigada, desde a receção das matérias-primas, processamento por Digestão Anaeróbia e gestão do digerido, para armazenamento e valorização agrícola.



Unidade de Produção de Biometano de Origem Renovável (UAB)
Abrigada, Alenquer

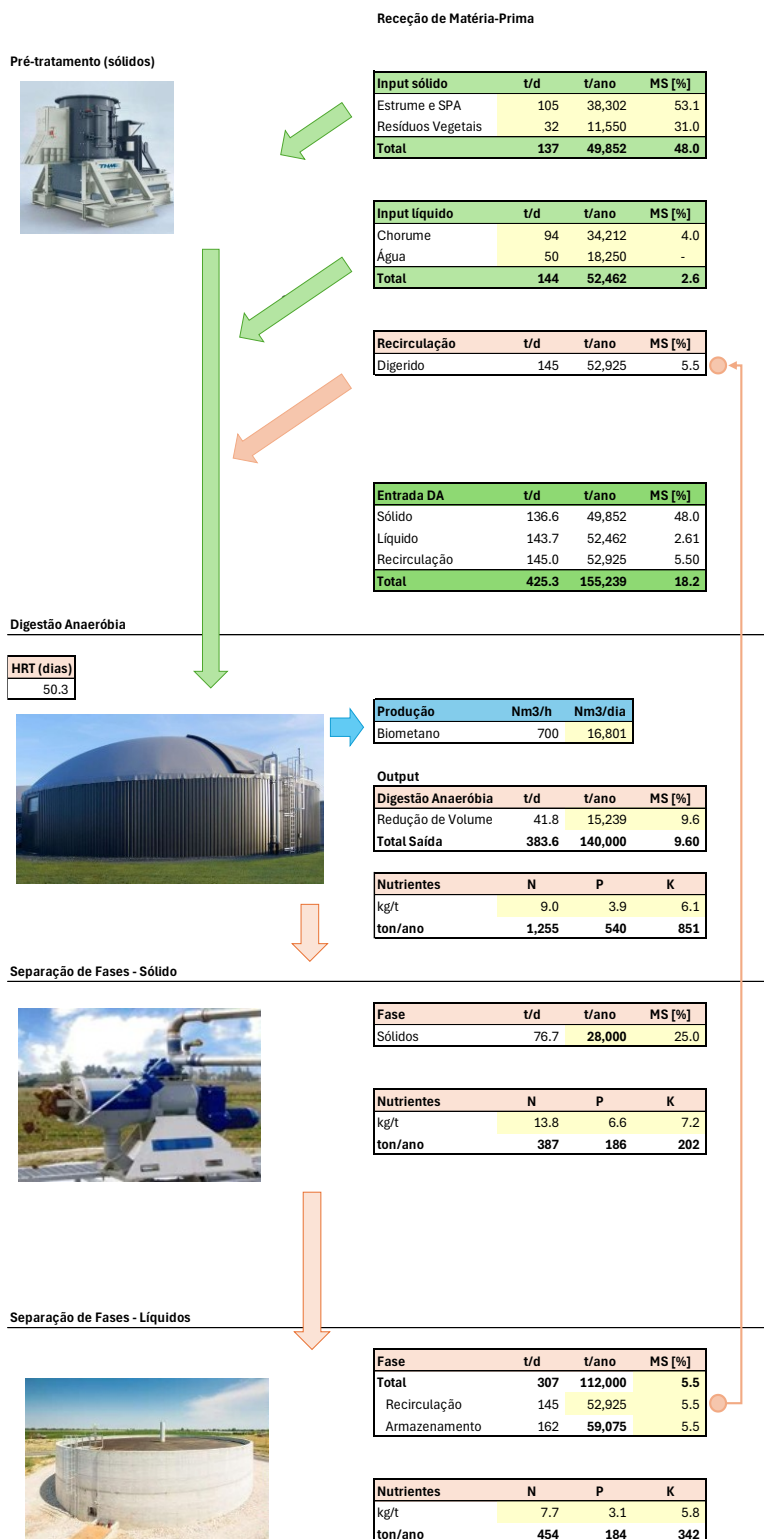


Figura 17 - Balanço de Massas completo - UAB Abrigada



3.6. Ensaios e Inicialização do Processo

No presente subcapítulo apresentam-se os ensaios que serão realizados em fase prévia ao início do funcionamento da UAB Abrigada, assim como o processo de inicialização da Digestão Anaeróbia.

3.6.1. Ensaios

Previamente à entrada em funcionamento da UAB Abrigada serão realizados os seguintes ensaios às estruturas fundamentais, de modo a verificar a integridade e operacionalidade das mesmas.

➤ ESTANQUEIDADE

Ensaio de estanqueidade por enchimento com água (ensaio hidráulico)

Com base nas práticas internacionais, o procedimento inclui:

1. **Período de saturação:** Após a construção, o reservatório é cheio parcialmente para permitir a saturação do betão.
2. **Enchimento total:** Após saturação, enche-se o reservatório até ao nível máximo.
3. **Período de estabilização:** 2 a 3 dias
4. **Período de medição:** Mede-se o nível de água durante um período fixo de 7 dias
5. **Aceitabilidade:** A perda de água deve ser inferior a um valor admissível, considerando evaporação e eventual absorção residual.

O ensaio é realizado em cada tanque e de forma sequencial. Desta forma será possível reutilizar a água entre ensaios subsequentes, pelo que o volume de água estimado será o do maior tanque (5000 m³). Uma vez ensaiado o último tanque, este será esvaziado para uma das lagoas de armazenamento, para reutilização na unidade.



➤ **ENSAIOS EM VAZIO**

A cadeia de segurança é a sequência de elementos, ações ou dispositivos que, em conjunto, garantem a segurança de um sistema. Se qualquer elo da cadeia falhar, o sistema pode ficar comprometido. Nesse sentido, durante os ensaios em vazio, cada equipamento e sensor será ensaiado e calibrado, de forma a permitir uma operação segura e prevenir qualquer sobre enchimento.

➤ **VENTING E INICIALIZAÇÃO DA TOCHA (FLARE)**

Durante os primeiros dias de aquecimento da mistura de estrumes e chorumes a qualidade e quantidade do biogás produzido não terá as características necessárias para a sua queima na tocha. Nesse sentido, este gás terá de ser ventilado para a atmosfera através da plataforma de serviço. Esta operação tardará entre 3 e 5 dias. A tocha (*flare*) será ensaiada assim que o biogás tenha atingido a qualidade necessária para a queima.

3.6.2. Inicialização do Processo

Previamente ao comissionamento da unidade de produção de biometano o biólogo responsável irá definir o plano de inicialização do processo, que irá descrever de forma detalhada os diversos patamares de funcionamento. Este plano serve como uma indicação para o enchimento dos tanques e a inicialização do processo biológico.

Apesar disso, deve ser realçado que este plano irá ser ajustado como necessário, tanto em termos temporais como de conteúdo, dependente da situação microbiológica relativa a cada momento e da matéria-prima providenciada pelo gestor do sistema.

➤ **Carregamento dos Digestores**



A matéria-prima inicial (substrato de base) será analisada relativamente à percentagem de matéria seca (% MS), à percentagem de matéria orgânica na matéria seca (%MO/%MS) e à matéria orgânica potencialmente fermentável (FOM).

A quantidade exata a ser usada na mistura será definida com base nas análises e na qualidade da matéria-prima disponível para inicialização. Na medida em que não existe uma uniformização da carga inicial dos digestores, o biólogo responsável definirá os parâmetros de acordo com os valores indicativos da tabela seguinte:

Tabela 21 - Parâmetros para Inicialização da fermentação

Parâmetros	Un.	Valores Limite
Matéria Seca	%	5 – 10
Matéria Orgânica na Matéria Seca	%	> 75
Matéria Orgânica Potencialmente Fermentável	%	> 10
Lignite	%	< 15
Azoto Total	Mg/l	2000 - 6000
Amónia	Mg/l	1500 - 4000
Condutividade elétrica	mS/cm	< 15
Potencial Redox	mV	< - 400
pH		7 – 7.5

O substrato de base poderá consistir de:

i. Digerido ou mistura de digeridos (se disponível)

É pratica comum a utilização de digerido ou mistura de digeridos de outras unidades de biogás, se existentes na região. Nesse caso seria fornecido o volume total de um digestor ou pós-digestor. A unidade de biogás de origem deverá ser semelhante e com condições de operação próximas das definidas para a UAB Abrigada, em particular quanto à composição dos substratos e nível de temperatura (diferenças admissíveis de 1 a 2°C).



O material digerido será usado para o enchimento parcial ou total dos digestores durante a inicialização.

Devido à elevada atividade biológica é expectável que a produção de biogás em regime estável seja atingida de forma mais célere do que na alternativa de inicialização com base em resíduos agropecuários, a seguir descrita.

Neste caso, o transporte do digerido (ou mistura de digeridos) desde a origem deve ser realizada minimizando as flutuações de temperatura do mesmo. Posteriormente, e após o enchimento dos digestores, a temperatura ideal de processo deve ser atingida com a maior brevidade, de forma a não afetar negativamente o processo de fermentação em curso.

A temperatura de saída dos elementos do sistema de aquecimento não deve exceder a temperatura do substrato de base em mais de 20°C e a temperatura máxima de processo é de 56°C.

ii. Resíduos agropecuários

Na fase inicial o digestor será alimentado com os resíduos agropecuários (chorumes de bovino e suíno) previamente processados. Uma vez que a atividade biológica é reduzida, a produção de biogás será tardar mais algumas semanas (6 a 8) face à opção de utilização de digeridos descrita anteriormente.

Deve ser notado que os estrumes sólidos não são adequados para a inicialização do processo devido à sua estrutura, em particular devido ao elevado conteúdo de matéria sólida. Nesse sentido, qualquer tipo de resíduo agropecuário deve ser previamente validado pelo biólogo responsável pelo processo.

O processo de desenvolvimento biológico da fermentação é afetado por variações rápidas de temperatura pelo que esta deve ser aumentada em 1 a 2°C por dia, sendo que o processo de fermentação se inicia quanto a mistura atinge os 30°C.



3.7. Substâncias Perigosas

Na UAB Abrigada é produzido biometano (CH_4) obtido a partir da purificação do biogás produzido pela digestão anaeróbia de matérias orgânicas. Este processo contínuo de produção e injeção na rede de transporte de gás permite que não seja realizado armazenamento intermédio entre a produção e a injeção.

No que respeita à presença de substâncias enquadradas no Decreto-lei nº150/2015, de 5 de agosto, foram considerados no âmbito desta análise o gás presente nas membranas dos digestores e nas tubagens de transporte e ligação à rede.

A composição do biogás é, tipicamente, a que se apresenta na tabela seguinte:

Tabela 22 - composição do biogás

Substância	Designação	Fração
CH_4	Metano / gás natural	54.25%
H_2S	Sulfureto de Hidrogénio	0.25%
CO_2	Dióxido de Carbono	45.00%
N_2	Azoto	0.50%
		100%

Tabela 23 – Substâncias presentes na UAB Abrigada, quantidades e localização

Substância	Localização	V (m3)	Peso molar (g/mol)	Quantidade (ton)	18. Gases inflamáveis liquefeitos, categoria 1 ou 2 (incluindo GPL) e gás natural		37. Sulfureto de hidrogénio		n/a		n/a	
					% CH_4	Quantidade (ton)	% H_2S	Quantidade (ton)	% CO_2	Quantidade (ton)	% N_2	Quantidade (ton)
biogás	DIG-101	1,843	28.70	2.0287	54.25%	1.1006	0.25%	0.0051	45.00%	0.9129	0.50%	0.0101
biogás	DIG-102	1,843	28.70	2.0287	54.25%	1.1006	0.25%	0.0051	45.00%	0.9129	0.50%	0.0101
biogás	DIG-103	2,262	28.70	2.4899	54.25%	1.3508	0.25%	0.0062	45.00%	1.1205	0.50%	0.0124
biogás	DIG-104	2,262	28.70	2.4899	54.25%	1.3508	0.25%	0.0062	45.00%	1.1205	0.50%	0.0124
biogás	Tubagens	13.3	28.70	0.0002	54.25%	0.0001	0.25%	0.0000	45.00%	0.0001	0.50%	0.0000
biometano	Tubagens	0.7	16.04	0.0051	99%	0.0050	0%	-	0%	-	0%	-
					4.9		0.02		4.07		0.05	



Na Tabela 24 descrevem-se os tipos de matérias/substâncias perigosas existentes na UAB Abrigada, incluindo quantidades e suas características, bem como a descrição das condições de armazenamento. A localização destas substâncias na UAB Abrigada é também indicada nesse quadro, podendo através do seu número de referência verificar-se a sua posição dentro da UB Abrigada através do Desenho PT_ABR_P01_v42026.

Em anexo são também apresentadas as Fichas de Dados de Segurança dessas substâncias.

Tabela 24 - Substâncias Perigosas - UAB Abrigada

Substância	Composição	Função	Classe de Perigo	Quantidade Estimada (t)	Localização em Planta	Descrição
Metano	(CH₄)	Produto	H220 (gases extremamente inflamáveis)	4.9	Digestores DIG-101 DIG-102 DIG-103 DIG-104	Gás com fluxo contínuo de produção e injeção na rede, incluindo o gás presente nas tubagens até à EMI
Sulfureto de Hidrogénio	(H₂S)	Impureza presente no Biogás (pré-purificação)	H220 H280 H330 H400	0.02	Digestores DIG-101 DIG-102 DIG-103 DIG-104	Presente no biogás em quantidades insignificantes, não sendo armazenado.
Dióxido de Carbono	(CO₂)	Impureza presente no Biogás (separado durante purificação)	Sem classificação (na maioria das formas)	4.07	Módulos de Membranas MM-201	Libertado para a atmosfera; não perigoso
Azoto	N₂	Impureza presente no Biogás (separado durante purificação)	Sem classificação (na maioria das formas)	0.05	Módulos de Membranas MM-201	Libertado para a atmosfera; não perigoso
Ácido Sulfúrico	(H₂SO₄)	Purificação do Ar	H314 (Corrosivo)	2	Sistema de purificação do ar F-101	Tanque de parede dupla, Sistema de purificação do ar
Sulfato de Amónia (em solução)	(NH₄)₂SO₄	Precipitado após Purificação do Ar		3	Sistema de purificação do ar F-101	Tanque de parede dupla, Sistema de purificação do ar
Carvão Ativado (filtros)		Remoção de H ₂ S/VOC por impregnação	Autoignição, sem classificação Seveso	~1-2 t	Área de purificação; depósitos dedicados F-201 F-202	Filtros de carvão em depósitos herméticos, que são substituídos diretamente pelo fornecedor.



Substância	Composição	Função	Classe de Perigo	Quantidade Estimada (t)	Localização em Planta	Descrição
Oxigénio Comprimido	O₂	Micro-aeração através de injeção de O ₂ no digestor para redução de H ₂ S	H270 (pode causar ou intensificar fogo)	0.0015	n/a Produzido na Estação de Bombagem 26	Produzido diretamente e se necessário. Sem armazenamento.
Peróxido de Hidrogénio	(H₂O₂)	Agentes de Limpeza		0.05	Área de Operação 18	Limpeza pontual das áreas de trabalho, por diluição na água de limpeza. Posteriormente reincorporada no processo de digestão anaeróbia, face às quantidades muito reduzidas utilizadas.
Diesel	C₁₂H₂₃	Alimentação do Gerador de Emergência	H226 H351 H373 H304 H411 H332 H315	1.2	Depósito no Gerador e Reserva 51	Armazenado para alimentação do Gerador de Emergência



4. Elementos Complementares – Processo Industrial

A Gás da Terra desenvolveu, em conjunto com o seu parceiro industrial – *Swing Biomethane* – o projeto industrial, incluindo as linhas de processo, os equipamentos, as válvulas e as tubagens, bem como a instrumentação e controlo dos processos.

Tabela 25 - Elementos descritivos do processo de produção de biometano

Código	Designação
A4.1_PT_ABR_EQP_LIST_V42026	Lista de Equipamentos (inc. consumos elétricos e ruído)
A4.2_PT_ABR_VAV_LIST_V42026	Lista de Válvulas
A4.2_PT_ABR_IST_LIST_V42026	Lista de Instrumentação
A4.4_PT_ABR_HAZID_V42026	Estudo de Identificação de Perigos - HAZID
A4.5_PT_ABR_Datasheet	Fichas de Equipamentos

4.1. *Pipping* e Válvulas

A rede de *pipping* da unidade de produção de biometano foi projetada para assegurar a movimentação segura e eficiente das matérias-primas, biogás e biometano para a rede. Os materiais e dimensões são selecionados de acordo com os parâmetros operacionais de caudal, temperatura e pressão, considerando ainda a compatibilidade química e resistência à corrosão.



Tabela 26 - Principais Características Técnicas

Secção de Processo	Diâmetro Nominal (DN)	Caudal Máximo (Nm³/h)	Temperatura (°C)	Pressão de Operação (bar)	Material do Tubo
Linha de entrada de matérias-primas Sólidas	DN300	até 60 m³/h (densidade equivalente)	10 – 40	Atmosférica	PEAD
Linha de entrada de matérias-primas Líquidas	DN300	30 – 50 m³/h	10 – 40	< 1	PEAD
Circuito de recirculação de digerido	DN300	40 – 80 m³/h	35 – 42	2 – 4	PEAD
Biogás (biogás antes da purificação)	DN250	1.500 Nm³/h	35 – 40	0,1 – 0,3	PEAD
Linha de biometano purificado	DN100	500 - 800 Nm³/h	15 – 30	10 – 100	Aço inox
Linha da tocha Flare	DN300	500 – 1.800 Nm³/h	35 – 40	Atmosférica	Aço inox

➤ TIPOS DE VÁLVULAS UTILIZADAS

- **Válvulas Esféricas:** principais válvulas on/off em tubagens de gás.
- **Válvula de Gaveta:** utilizadas em linhas de isolamento de grandes diâmetros com baixas frequências de operação.
- **Válvula de 3 vias - com atuador elétrico:** aplicada em sistemas de bypass para redireccionamento automático.
- **Electroválvula:** utilizada em sistemas de purga automática de condensados e travamentos de segurança.
- **Válvulas de Borboleta:** controlo de grandes caudais em líquidos, nomeadamente na alimentação e digestores.
- **Válvulas de Retenção:** prevenção de refluxo em linhas críticas (digestores e linhas de gás).
- **Válvulas de Segurança Certificadas ATEX:** em zonas classificadas (compressores, sala de membranas, zona da tocha).

A lista de válvulas poderá ser consultada no **Anexo A4**.



4.2. Instrumentação e Controle

O sistema de instrumentação da unidade de biometano visa garantir a operação segura e eficiente, com monitorização em tempo real dos principais parâmetros do processo. A unidade integra uma filosofia de controle mista:

- **Automação Total (SCADA/PLC):** nas áreas críticas como digestão, dessulfurização e módulo de membranas.
- **Controle Semiautomático:** em linhas de alimentação e fluxos de recirculação.
- **Operação Manual:** em zonas de alimentação, auxiliares e de manutenção.

Tabela 27 - Principais Instrumentos Instalados

Tipo de Instrumento	Localização / Aplicação	Intervalo de medida	Sinal
Sensor de Pressão (PT)	Bombas excêntricas, digestores primários, digestores secundários, separador	(-1) – 16 bar	4–20 mA
Sensor de Nível (LT)	Tanques de recepção e armazenamento, digestores primários, digestores secundários, lagoas, fossa de condensados, estação de bombagem	0 – 10m LSH LSL	4–20 mA, TOR
Sensor de Temperatura (TT)	Tanques de recepção e armazenamento de óleos e glicerinas, digestores primários, digestores secundários, tanques de higienização, bombas excêntricas, circuito de calor	0 – 100 °C	4–20 mA
Sensor de caudal (FT)	Linhas de biogás (antes e depois do Módulo de Membranas), Tocha, Caldeira, bombas excêntricas	até 2.000 Nm ³ /h	4–20 mA
Sensor de peso	Alimentadores, balança	0-120 ton	4–20 mA
Sensor de posição/desgaste	Biomix, rotacut, membrana digestores, válvulas pneumáticas	0-100% TOR	4–20 mA, TOR
Analizador de Gás (CH₄, H₂S, O₂)	Estação de Bombagem, digestores primários, digestores secundários, purificação	ppm – %vol.	4–20 mA

A lista de instrumentação poderá ser consultada no **Anexo A4**.

4.3. HAZID

O relatório HAZID documenta os perigos identificados na unidade de produção de biometano em fase de projeto de licenciamento. O estudo foi conduzido por uma equipa



interna multidisciplinar e seguiu a metodologia HAZID, tendo sido identificadas 105 linhas de análise, distribuídas entre riscos operacionais, de infraestrutura, humanos, ambientais, ruído, saúde, naturais, de processo, entre outros.

O relatório poderá ser consultado no **Anexo A4**.



5. Sistema de Controle

5.1. Sistema de controle distribuído

O sistema de controle da unidade de produção de biometano será efetuado através de sistema de controle distribuído que permitirá a monitorização e controlo da planta. A arquitetura deste será dividida em três níveis:

- Nível 0 (nível de campo)
- Nível 1 (nível de controlo)
- Nível 2 (nível de supervisão)

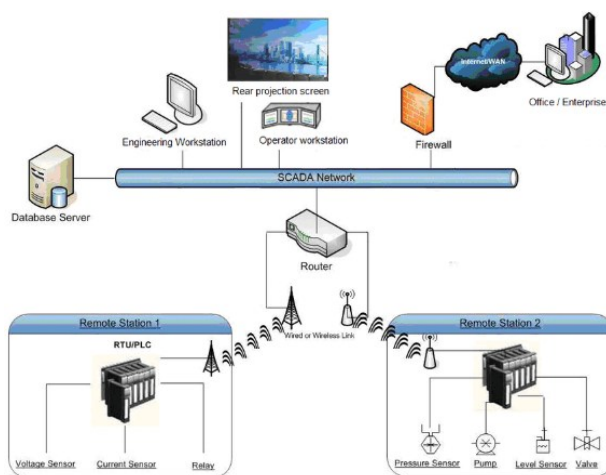


Figura 18 - Arquitetura do sistema

5.1.1. Nível 0 – nível de campo

Os sensores e atuadores presentes na instalação transmitem e recebem informações digitais ou analógicas que serão padronizadas da seguinte forma:

- Entradas/Saídas Analógicas: 4/20 mA, 24 Vdc



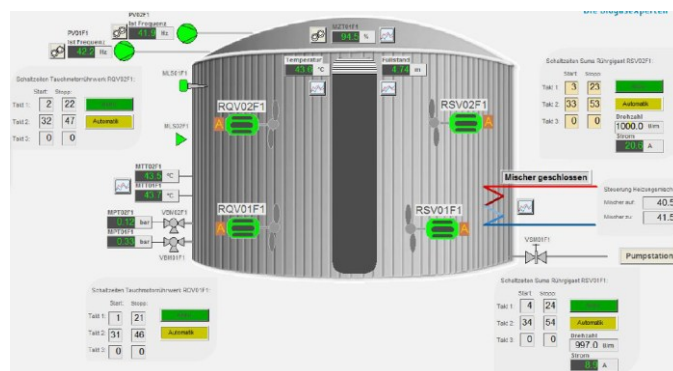
5.1.2. Nível 1 – nível de controlo

Na instalação serão instalados diferentes controladores (PLC SIEMENS) que irão controlar e regular as diferentes etapas do processo.

No caso de falha do barramento de comunicação ou do sistema de supervisão, os controladores continuarão a regular e monitorizar autonomamente as instalações.

5.1.3. Nível 2 – nível de supervisão

Para além das HMIs posicionadas nos equipamentos ou em grupos de equipamentos, na unidade será instalado um sistema de supervisão global (sistema SCADA) que permitirá visualizar e controlar toda a instalação de forma a garantir a qualidade e a segurança de todo o processo.





6. Sistema Elétrico

6.1. Alimentação elétrica

A alimentação elétrica da Unidade de Produção de Biometano será efetuada através da Rede Elétrica de Serviço Público (RESP) em média tensão (MT) a 30 kV.

Será celebrado um PPA (*Power Purchase Agreement*) com a entidade fornecedora de eletricidade sobre a totalidade da potência contratada de modo a atestar que a mesma é de origem renovável.

A potência elétrica da instalação é de 1900 kVA e a alimentação dos equipamentos elétricos constituintes da Unidade de Produção de Biometano é efetuada pelo QGBT em baixa tensão (BT).

O transformador TP1 (1900 kVA – 30/0.42 kV) é responsável pela redução da média tensão proveniente da RESP (30 kV) para baixa tensão (tensão nominal dos equipamentos presentes na instalação).

A Unidade de Produção de Biometano será equipada com um grupo eletrogéneo que terá como função garantir a eletricidade durante uma falha de energia proveniente da RESP de modo a garantir a paragem do processo de uma forma segura.

O diagrama unifilar com a rede elétrica de distribuição e alimentação dos diferentes equipamentos presentes na Unidade de Produção de Biometano constam da peça desenhada **T2025-0062-01-EX-ELE-DWG-101-00**.



6.2. Caminho de cabos

Os cabos serão enterrados (em vala com proteção mecânica) ou aéreos (em esteira).

Os cabos instalados em esteira deverão ser resistentes à radiação ultravioleta. Caso não se verifique as esteiras deverão ser equipadas com tampas de modo a providenciar uma proteção dos cabos contra a radiação ultravioleta.

6.3. Rede de Terras

A rede geral de terras da Unidade de Produção de Biometano será implementada segundo a norma IEEE Std 80-2013 e o RTIEBT tendo como objetivo garantir, em operação normal ou na presença de um defeito, as seguintes condições:

- Assegurar que as pessoas nas proximidades das instalações ligadas à terra não estão expostas ao perigo de serem eletrocutadas, protegendo-as contra tensões perigosas que possam surgir em resultado de defeitos à terra;
- Providenciar meios para conduzir correntes elétricas para a terra sob condições normais ou em situações de defeito sem exceder os limites operativos dos equipamentos ou afetar a continuidade de serviço;
- Providenciar um ponto de descarga das sobretensões de origem atmosférica;
- Providenciar uma referência de potencial para a instalação.

A rede geral de terras será executada através de diversos anéis ligados entre si. Os anéis serão executados em condutores de cobre nu com uma secção não inferior a 70 mm² instalados em vala, aproximadamente 1 m abaixo do nível do solo e no perímetro à volta de edifícios, estruturas e equipamento metálico (por exemplo tanques) afastados aproximadamente 1 m destes.



6.4. Proteção contra descargas atmosféricas

Na Unidade de Produção de Biometano da SGGT 1001 será implementado um sistema de proteção contra descargas atmosféricas que cumpre as normas IEC62305, NP4426, IEC62561 e a Nota técnica 29 da ANEPC.

O sistema de proteção contra descargas atmosféricas irá incluir dois sistemas de proteção:

- Sistema de Proteção Externo
- Sistema de Proteção Interno

6.4.1. Sistema de Proteção Externo

O sistema de proteção externo será dividido em três partes:

Captação: Terão como objetivo impedir que uma descarga possa atingir uma estrutura diretamente.

Baixas: Serão constituídas por condutores com a função de conduzir a corrente proveniente de uma descarga atmosférica de forma o mais direta possível para o eletrodo de terra. Todas as baixas serão ligadas a um eletrodo de terra dedicado.

Eletrodos de terra: Irão assegurar que as correntes se dispersem no solo através da rede de terras de forma rápida e eficaz.

6.4.2. Sistema de Proteção Interno

O sistema de proteção interno será efetuado por dispositivos de proteção contra sobretensões conforme a IEC 61643-11 do tipo I+II a instalar no QGBT e nos MCC's.



7. Efluentes Líquidos

Os efluentes gerados nos processos de limpeza, os lixiviados e as eventuais águas pluviais provenientes das zonas de processo serão recolhidas e encaminhadas para o tanque de armazenamento de líquidos (T-101). Estes efluentes serão posteriormente incorporados e utilizados no processo de Digestão Anaeróbia. A rede de drenagem e recolha de águas de processo é definida no Anexo A7.1 – Projeto de Águas Residuais de Processo.

A Unidade de Biometano de Abrigada irá apenas gerar águas residuais domésticas no escritório, com um fluxo muito reduzido. Nesse sentido, e pela inexistência de rede pública nas imediações, a drenagem das águas residuais será realizada para fossa séptica, cuja descrição é apresentada no Anexo A7.2.

As águas pluviais das plataformas, área de retenção e acessos irão ser recolhidas e drenadas para a bacia de retenção de pluviais. Esta rede é definida no Anexo 7.1 – Projeto de Águas Pluviais.

Os projetos relativos às redes de Drenagem de Efluentes Líquidos são apresentados em Anexo, de acordo com a Tabela 28 abaixo:

Tabela 28 - Elementos do projeto da rede de drenagem de águas residuais da UAB Abrigada

Anexo	Designação
A7.1	Projeto de Águas Pluviais e Residuais de Processo
A7.2	Projeto de Águas Residuais



8. Redes de Abastecimento de Água Potável e Rede de Combate a Incêndios

O anexo A8.1 apresenta o detalhe do Projeto do Ramal de Ligação à Rede Pública de Abastecimento das Águas de Alenquer, projeto externo à Unidade de Produção de Biometano de Abrigada.

O Anexo A8.2 apresenta o Projeto da Rede de Água Potável e da Rede de Combate a Incêndio, interno à UAB Abrigada.

Os projetos relativos às Redes de Abastecimento de Água são apresentados em Anexo, de acordo com a Tabela 29 abaixo:

Tabela 29 - Elementos do projeto do ramal de ligação à rede pública de abastecimento de água à UAB Abrigada

Anexo	Designação
A8.1	Projeto do Ramal de Ligação à Rede Pública
A8.2	Projeto da Rede de Água Potável e Combate a Incêndio



9. Segurança

9.1. Sistema de Proteção Contra Incêndios (SCIE)

No Anexo A9.1 é apresentado o Projeto de Segurança Contra Incêndio da UAB Abrigada.

Tabela 30 - Elementos relativos ao sistema de proteção contra incêndios da UAB Abrigada

Anexo	Designação
A9.1	Projeto de Segurança Contra Incêndio

9.2. Sistema de Detecção de Gás

O Sistema de Detecção de Gás irá seguir a NT nº 19 da ANEPC (2020) - SADG.

- Na sala da caldeira existirá deteção de gás combustível (biogás).
- Nas instalações de purificação / tratamento de biogás e compressores, deverá existir a deteção de gás (biogás / biometano).
- Na estação de Injeção de biometano na rede deverá existir a deteção biometano

9.3. Controlo de fumos

Os locais interiores com mais de 600 m³, deverão ter sistema de controlo de fumos (art.º 135, ponto 1, alínea f), caso do edifício de receção, separação e armazenagem.

No caso do edifício de receção, separação e armazenagem, nas naves em que o pé direito seja superior a 12 m, deverá existir desenfumagem mecânica (art.º 134, ponto 4). Assim, o gerador de emergência (se aplicável a altura) deverá estar preparado para alimentar os sistemas de desenfumagem.

Os locais não compartimentados, cuja área seja superior a 1600 m² ou em que uma das suas dimensões lineares exceda 60 m, devem ser divididos em cantões de



desenfumagem, preferencialmente iguais, cujas dimensões não ultrapassem aqueles valores.

Os locais interiores classificados como risco C+ (ex: PT/QGBT devido à potência elétrica, ou mesmo a caldeira em função da potência térmica), também deverão ter controlo de fumos, que poderá ser assegurado por grelhas metálicas nas paredes

9.4. Classificação ATEX

9.4.1. Legislação e normas aplicáveis

As instalações da unidade de produção de biometano deverão cumprir a seguinte legislação PT relativamente a áreas classificadas ATEX:

- Decreto-lei n.º 236/2003, de 30 de setembro – Relativo às prescrições mínimas destinadas a promover a melhoria da proteção da segurança e da saúde dos trabalhadores suscetíveis de exposição a riscos derivados de atmosferas explosivas no local de trabalho. Nomeadamente o:
 - “Manual de Proteção Contra Explosões.” (MPCE).
 - Deverá ser elaborado o MPCE. Neste manual serão classificadas as áreas, será avaliado o risco de explosão, e deverão ser indicadas medidas técnicas e organizativas, que deverão ser implementadas.
- Decreto-Lei nº 111-C/2017 de 31 de agosto - Transposição da Diretiva 2014/34/UE, sobre as regras relativas à segurança e saúde dos aparelhos e sistemas de proteção destinados a ser utilizados em atmosferas potencialmente explosivas.

A classificação de áreas classificadas ATEX foi elaborada de acordo com a Norma EN60079-10-1 “Classificação de áreas - Atmosferas explosivas de gás”.



9.4.2. Locais ATEX a considerar

As instalações da unidade de produção de biometano deverão cumprir a seguinte legislação PT relativamente a áreas classificadas ATEX:

- Digestores primários (com gasómetros de dupla membrana de armazenagem de biogás) – ar livre. Pressão armazenagem < 0,1 bar.
- Digestores secundários (com gasómetros de dupla membrana de armazenagem de biogás) – ar livre. Pressão armazenagem < 0,1 bar.
- Pontos singulares do circuito de envio de biogás para o gerador de vapor (caldeira) (combustão de biogás) de aquecimento de água.
- Pontos singulares do circuito de envio de biogás (por ventiladores / sopradores) a sistema de tratamento (dessulfuração / secagem e *upgrading*) – tubagens aéreas / enterradas. Envio a muito baixa pressão.
- Tratamento do biogás e conversão em biometano (97% de CH₄).
- *Flare*.
- Compressores de envio de biometano à rede de gás natural (84 bar).

9.4.3. Classificação das áreas ATEX - Zonas

ZONA 0

- Interior dos tanques dos digestores primários e secundários – reatores anaeróbios (parte superior).
- Interior dos tanques dos digestores primários e secundários – parte superior (gasómetros).
- Interior do poço de condensados e purgador.
- Interior dos equipamentos de processo contendo biogás (módulo de dessulfuração, módulo de secagem, *upgrading*).
- Interior de equipamentos de processo contendo biometano compressores, interior do equipamento de odorização, interior do equipamento de medição de biometano – caudalímetro e transmissor).



ZONA 1

- Interior dos digestores primários e secundários (parte inferior).
- Espaço entre as 2 membranas de armazenagem dos digestores primários e secundários → interior da membrana.
- Válvula de segurança dos digestores primários e secundários → extensão 1 m a 1,5 m (+ zona 2 extensão 3 m).
- Interior de tubagens de condução de biogás, desde os digestores primários e secundários, até aos processos de tratamento de dessulfuração e secagem, e até ao módulo de upgrading. Inclui o interior dos sopradores.
- Interior das tubagens que transportam o biometano para a unidade de medição, e análise e para as unidades de compressão do biometano (84 bar).
- Abertura (para inspeção / manutenção) dos agitadores eletromecânicos (flanges) dos digestores primários e secundários → 1 m para a Zona 1 (+ zona 2, extensão 2 m a 3 m), quando se faz a abertura.
- Abertura (para inspeção / manutenção) de portas de inspeção dos digestores primários e secundários. → 1 m para a Zona 1 (+ zona 2, extensão 3 m), quando se faz a abertura.
- Interior do EMI, caso a ventilação natural não seja eficaz. → Zona 1.
- Bacia coberta da fração líquida do digerido. → Zona 1, no interior da bacia (espaço livre entre a cobertura e o nível do líquido).

ZONA 2

- Envolvente de equipamentos (fechados) com zona 0 e zona 1 no seu interior, com flanges e válvulas e fugas secundárias de biogás / biometano. → de uma forma geral, extensão 1 m a 2 m.
- Envolvente dos agitadores (fechados) eletromecânicos (com flanges) dos digestores primários e secundários → 1 m.
- Óculos (janelas) dos digestores primários e secundários. → 1 m
- Conexões de tubagens de biogás (após sopradores) / tubagens de biometano (após compressor). → extensão 1 m.



- Válvulas manuais ou automáticas (tubagens de biogás / biometano). → extensão 1 m.
- Conexões de tubagens de biogás dos digestores primários e secundários (com gasómetros); conexões de tubagens e equipamentos de tratamento de biogás; conexões de biogás à caldeira (antes sopradores). → extensão 0,5 m.
- Conexões dos sensores dos digestores primários e secundários. → extensão 0,5 m.
- Conexões dos sensores das linhas de biogás. → extensão 0,5 m.
- Flare (conexões, flanges). → extensão 0,5 m.
- Flare (descarga - topo). → extensão 2 m.
- Interior do EMI (Zona 2), e caso a ventilação natural não seja eficaz. → Zona 1.
- Exterior do EMI – descarga da PRV em altura → Zona 2, extensão 3 m.

Tabela 31 - Elementos relativos à classificação ATEX

Referência / Código	Designação
PT_ABR_P04_ATEX	Planta ATEX



10. Estudo Hidrológico

No anexo A10 é apresentado o Estudo Hidrológico elaborado para a Unidade de Produção de Biometano de Origem Renovável de Abridada.



11. Estudo Geológico-Geotécnico

No Anexo A11 é apresentado o Estudo Geológico-Geotécnico elaborado pela empresa Geovia.



12. Projeto de Engenharia Civil e Arquitetura

12.1. Movimentação de Terras e Vias Internas

No Anexo A12.1 é apresentado o detalhe do Projeto de Movimentação de Terras e das Vias e Plataformas internas da UAB Abrigada.

Tabela 32 - Elementos relativos ao projeto de movimentação de terras da UAB Abrigada

Anexo	Designação
A12.1	Projeto de Movimentação de Terras e Vias internas

12.2. Fundações e Estruturas

Na concepção estrutural das diversas componentes desta instalação, busca-se desenvolver uma estrutura resistente que priorize a economia, viabilize a execução com métodos construtivos simples e eficientes, e seja adequada a um prazo reduzido de construção, assegurando, em todos os momentos, o cumprimento pleno e seguro da sua função estrutural.

Deste modo, os equipamentos que farão parte desta instalação serão apoiados em elementos de betão armado. Estes elementos serão compostos por uma laje de fundação geral e, se necessário alguns maciços.

Os materiais considerados para estruturas e fundações serão:

- Betão de limpeza: NP EN 206-1: C12/15 XC0 (P) CI 1,00 D_{máx} 25 S3
- Betão estrutural: NP EN 206-1: C30/37 XC2 (P) CI 0,40 D_{máx} 25 S3

Para a execução do Projeto foram utilizados os Regulamentos e Normas da Tabela seguinte:



Tabela 33 - Normas aplicáveis ao Projeto de Engenharia Civil

Legislação	sumário
NP EN 206-1:2007	Betão. Parte1: Especificação, Desempenho, Produção e Conformidade
NP EN 13670-1	Execução de Estruturas de Betão. Parte 1: Regras Gerais
LNEC E-464-2007	Betões. Metodologia prescritiva para uma vida útil de projeto de 50 e 100 anos face às ações ambientais
NP EN 1990	Bases para o projeto de Estruturas
NP EN 1991	Ações nas Estruturas
NP EN 206-1:2007	Betão. Parte1: Especificação, Desempenho, Produção e Conformidade
NP EN 1990	Bases para o projeto de Estruturas
NP EN 1991	Ações nas Estruturas
NP EN 1992	Estruturas de Betão Armado
NP EN 1993	Estruturas de Aço
NP EN 1997	Fundações
NP EN 1998	Disposições para Projeto de Estruturas Sismo-Resistentes

No Anexo A12.2 é apresentado o Projeto Fundações e Estruturas, incluindo Memória Descritiva e Peças Desenhadas referidos na Tabela 34.

Tabela 34 - Elementos relativos ao projeto de fundações e estruturas da UAB Abrigada

Anexo	Designação
A12.2	Projeto de Fundações e Estruturas

12.3. Escritório

No Anexo A12.3 é apresentado o detalhe de Arquitetura do Escritório da UAB Abrigada.



12.4. Edifício de processo e armazenagem

O edifício de exploração (Processo e Armazenagem) terá dimensões aproximadas de 50 metros de comprimento, 25 metros de largura e cerca de 14 metros de altura, permitindo a receção de todos os tipos de camiões. Este espaço será utilizado para o armazenamento de resíduos agrícolas e pecuários com potencial para gerar odores, sendo garantido que estes sejam devidamente tratados e filtrados para minimizar o impacto ambiental.



Figura 20 - Exemplo de edifício de exploração

Neste edifício o principal equipamento é o sistema de alimentação de sólidos, que vai incorporar os resíduos sólidos no processo de fermentação (estrume, bagaço de azeitona, entre outros...).

O ar do edifício de exploração é tratado por um sistema de purificação de ar que previne a emissão de odores.



Figura 21 - Exemplos de infraestrutura de purificação de ar

O ar tratado que passa através dos meios filtrantes do sistema de purificação de ar é desodorizado e libertado na atmosfera.

No anexo **A.2 peça desenhada LC-MEC-DRW-103_00_Cortes Edifícios** são apresentados os Cortes e Alçados do edifício de exploração da UAB Abrigada.



13. Melhoria do Acesso à UAB Abrigada

No Anexo A13 é apresentado o detalhe do Projeto da via de acesso à UAB Abrigada, entre o entroncamento com o IC2 e o portão de entrada da unidade, incluindo Memória Descritiva e Peças Desenhadas.

Tabela 35 - Elementos relativos ao melhoria do acesso à UAB Abrigada

Anexo	Designação
A13	Projeto do Melhoria de Acesso Exterior à UAB Abrigada



14. Estaleiro e Obra

Neste capítulo são descritas as etapas de construção da Unidade de Produção de Biometano.

Etapas 1 – Instalação do Estaleiro de Obra

A fase inicial do projeto envolve a implantação do estaleiro, que deverá respeitar as normas de segurança, acessibilidade e organização do espaço de trabalho. O estaleiro será delimitado por vedação metálica com acesso controlado. Será instalado:

- Um contentor de escritórios administrativos e sala de reuniões;
- Um contentor balneário com instalações sanitárias;
- Um armazém para materiais secos e reagentes;
- Uma área de estacionamento para máquinas e veículos;
- Ligação temporária à rede elétrica e rede de águas.
- Instalação de um sistema de controlo de acessos, iluminação temporária e sinalização horizontal e vertical de segurança.

Objetivos principais: garantir logística de obra, segurança, cumprimento da legislação laboral e ambiental.

A localização do Estaleiro pode ser verificada na peça desenhada **PT_ABR_P07_Estaleiro**, em anexo.

Etapas 2 – Preparação do Terreno e movimentações de terra

Após o estaleiro estar operacional, iniciam-se os trabalhos de preparação do terreno:

- **Limpeza e desmatção** da área, com remoção da camada vegetal superficial de solo (topsoil) com preservação para posterior reposição paisagística;
- **Terraplanagens** conforme o projeto de movimentação de terras;



- **Aterros compactados** para nivelamento e estabilidade das plataformas de trabalho, incluindo ensaios de compactação Proctor;
- **Escavações** para as fundações dos biodigestores, reservatórios, plataformas, tubagens e edifícios;
- **Lagoas de armazenamento** de digerido líquido;
- Construção de **valas técnicas** para redes subterrâneas.

Será promovido o controlo de poeiras, a criação de bacias de retenção de águas pluviais e a gestão adequada dos solos.

O projeto de movimentação de terras poderá ser consultado no anexo A12.1.

Etapas 3 – Execução das Infraestruturas de Acesso e Redes Externas

Esta fase visa garantir os acessos funcionais ao interior da unidade e a ligação às infraestruturas públicas:

3.1 Acessos

- Criação e alargamento dos acessos provisórios com brita compactada;
- Execução de plataformas de circulação interna;
- Instalação de valetas e sistemas de drenagem pluvial.

3.2 Infraestruturas técnicas

- Ligação ao **ramal de água potável** e instalação de pontos de consumo;
- Construção de sistema de drenagem de águas residuais incluindo separador de gordura e hidrocarbonetos;
- Ligação à **rede elétrica de média tensão** com instalação de um **Posto de Transformação (PT)**;
- Preparação para ligação à rede de dados (fibra ótica ou rede 4G/5G).



Etapa 4 – Construção Civil da Unidade

4.1 Fundações

- Execução de **fundações superficiais (sapatas)** e fundações especiais (estacas) em consonância com o projeto de estruturas e as cargas dos edifícios, biodigestores, reservatórios e outros elementos de projeto.

4.2 Estruturas técnicas

- Construção dos **biodigestores em betão armado** com revestimento interno antiácido;
- Instalação de coberturas tipo “cúpula flexível” em membrana de PVC;
- Edificação de tanques de homogeneização, tanques de digerido, caixas de distribuição e tanques de condensados;
- Construção dos edifícios técnicos: receção e armazenamento de resíduos sólidos, sala de comando e controlo, reservatório de água potável e reserva de incêndio;
- Instalação dos elementos e estruturas contentorizadas: Estação de bombagem, escritório.

4.3 Edificações auxiliares

- Zona técnica para instalação da caldeira e tocha;
- Zona técnica para instalação da Estação de Mistura e Injeção;
- Área de recolha de digerido líquido.

Etapa 5 – Montagem de Equipamentos de Processo

Uma vez concluídas as estruturas principais, inicia-se a montagem dos equipamentos da cadeia produtiva do biometano:

5.1 Equipamentos principais

- **Biodigestores** com agitadores verticais e horizontais;
- Sistema de **aquecimento interno** e permuta de calor;
- **Sistema de dessulfurização** (H_2S), secagem e compressão do biogás;
- **Módulo de upgrading**: separação de CO_2 (sistema de 3 membranas);



- Sistema de separação de fases e bombas de transferência de digeridos.

5.2 Instrumentação

- Sensores de temperatura, pressão, nível, fluxo, gases e pH;
- PLC e SCADA para controlo e monitorização em tempo real;
- Instalação de **flare** (queimador de segurança) com ignição automática.

Etapa 6 – Instalação de Tubagens, Redes Técnicas e ligação à RNTG

- **Tubagens de matéria-prima:** aço inoxidável ou PEAD para condução de resíduos líquidos e sólidos;
- **Tubagens de gás:** aço carbono com proteção anticorrosiva e válvulas de segurança;
- **Tubagens hidráulicas:** circuito fechado de água quente para aquecimento dos biodigestores; rede de abastecimento interno; rede de drenagem de águas pluviais; rede de recolha e aproveitamento de águas de lavagem; rede de combate a incêndios.
- **Rede elétrica interna:** quadros, cabos e condutas enterradas com proteção mecânica;
- **Construção de gasoduto** para ligação entre a EMI e a GRMS REN Abrigada.

Etapa 7 – Ensaios, Comissionamento e Testes

Esta fase é essencial para garantir a segurança e o correto funcionamento da instalação:

- **Testes de estanquidade** em todos os tanques e condutas;
- Enchimento e **testes hidráulicos e mecânicos**;
- Comissionamento dos equipamentos e sistemas SCADA;
- **Testes de pasteurização dos resíduos:** 70 °C durante 60 minutos;
- Formação técnica dos operadores e emissão de manuais de operação e manutenção;
- Preparação da vistoria final da instalação.



Etapa 8 – Conclusão dos trabalhos e arranjos exteriores

- **Pavimentação definitiva** com betão ou asfalto nas áreas de circulação;
- **Instalação de membranas de impermeabilização** nas bacias de retenção e lagoas de armazenamento.
- Instalação de **iluminação LED** e sistema de segurança interna das instalações;
- Reposição do *topsoil* armazenado, plantação de espécies autóctones e instalação de bacias de retenção.
- Implementação de sinalização de segurança (zona ATEX, planos de emergência);

Cronograma das atividades

Fase	Meses 1-3	Meses 4-6	Meses 7-9	Meses 10-12	Meses 13-15	Meses 16-18
Instalação do Estaleiro de Obra						
Implantação do estaleiro						
Preparação do Terreno e Movimentações de Terra						
Limpeza, desmatação, preparação terreno						
Infraestruturas de Acesso e Redes Externas						
Acessos						
Infraestruturas Técnicas						
Construção Civil						
Fundações						
Estruturas Técnicas						
Edificações Auxiliares						
Montagem de Equipamentos de Processo						
Equipamentos Principais						
Instrumentação						
Tubagens, Redes Técnicas e ligação RNTG						
Matéria-prima, Gás, Eletricidade e Água						
Ensaio, Comissionamento e Testes						
Testes hidráulicos, estanquidade, mecânicos						
Conclusão de Trabalhos e Arranjos Exteriores						
Instalação de membranas e arranjos exteriores						



Lista de equipamentos e materiais afetos à construção da unidade

Equipamento	Quantidade	Horas	Consumo combustível (l/h)	Combustível Total (l) - Diesel
Excavadora (30 t)	2	1 000	18	18 000
Dumper	4	1 500	23	33 750
Bulldozer (D6)	1	500	25	12 500
Cilindro Vibratório	1	300	12	3 600
Jopper	1	200	10	2 000
Bomba de Betão	1	300	15	4 500
Grua (50 t)	1	400	10	4 000
Gerador (60 kVA)	1	5 400	12	64 800
Grua Móvel)	1	120	20	2 400
Carregadora	1	1 500	15	22 500

Material	Quantidade	Un.	Capacidade de Transporte	# Transportes
Betão	9040	m³	8	1130
Aço (em varão)	600	ton.	25	24
Inertes (agregados e areia)	17 000	ton.	20	860
Cimento	2 850	ton.	25	113
Membrana PEAD	25 000	m²	500	50
Água (para construção)	5 000	m³	20	250
Estruturas de Aço e cofragens	5 000	m²	500	10

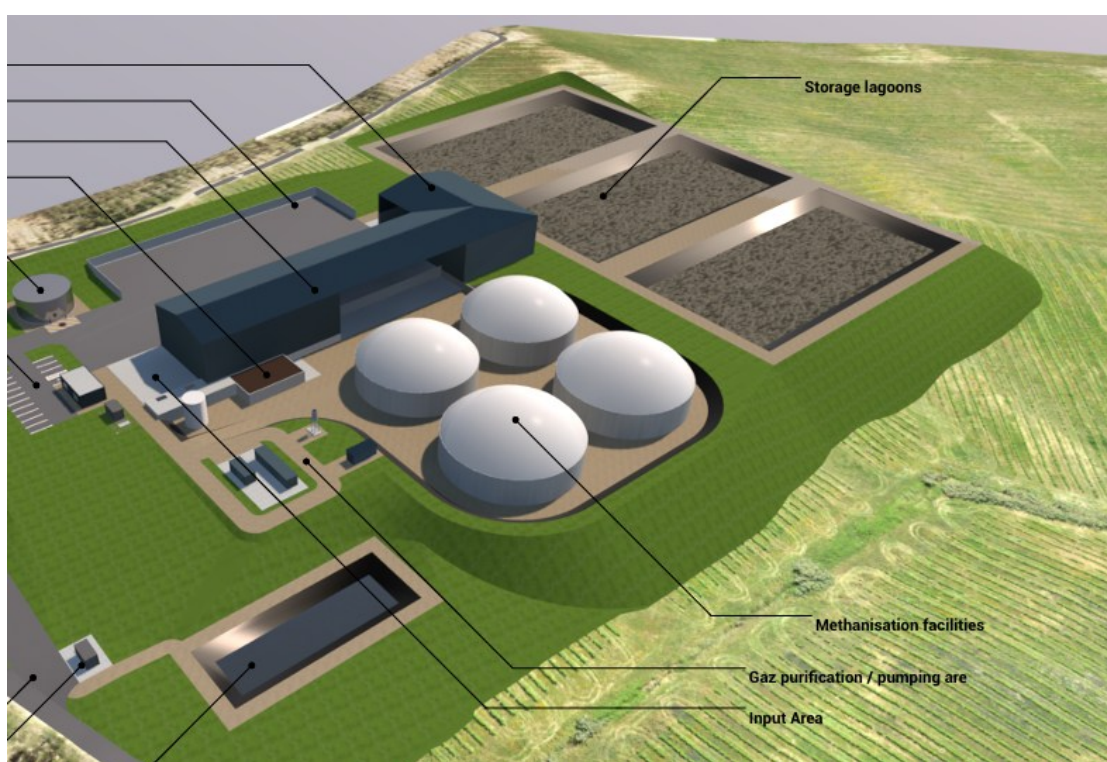
Recursos humanos

Categoria	FTE	horas/FTE	Total de horas
Gestor de Projeto	1	3 150	3 150
Engenheiro Civil	4	1 800	7 200
Engenheiro Mecânico	2	1 500	3 000
Engenheiro de Automação	2	1 250	2 500
Engenheiro Eletrotécnico	2	1 000	2 000
Trabalhador Qualificado - Const. Cível	12	1 800	21 600
Técnico de Mecânica	10	1 200	12 000



Categoria	FTE	horas/FTE	Total de horas
Eletricista	8	1 000	8 000
Serventes e Pessoal Auxiliar	20	3 150	63 000

No decorrer do desenvolvimento do projeto, foi efetuada uma modelização 3D com recurso a ferramentas BIM (Building Information Model) que permitiu gerar uma representação tridimensional do projeto de licenciamento e do seu enquadramento.



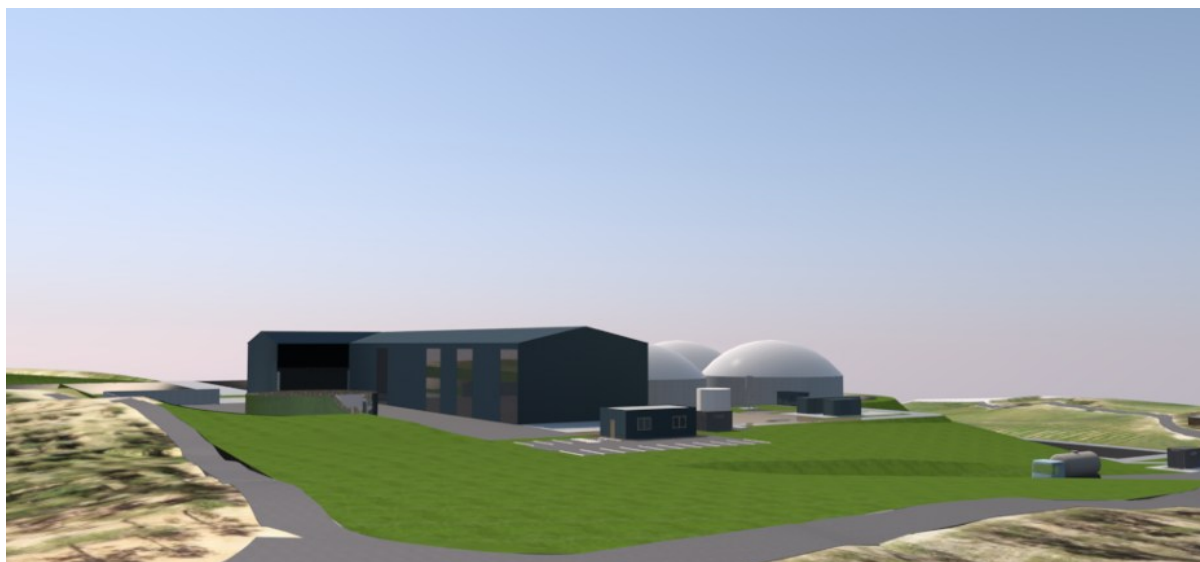


Figura 22 - Modelo 3D - UAB Abridada



15. Injeção de Biometano na Rede – Gasoduto

Após a purificação do biogás, o biometano produzido será comprimido e direcionado para uma Estação de Entrega, que corresponde a uma Estação de Mistura e Injeção (EMI) e respectivo sistema de análise e controle, para garantir que o biometano atinja as condições adequadas para ser injetado na rede.

O objetivo será a injeção na rede de transporte de gás, concessionada pela REN-Gasodutos, na Estação de Regulação de Pressão e Medição da Abrigada (GRMS 1319), localizada a cerca de 100 m da unidade. Sendo que, para esse efeito, será desenvolvido um gasoduto desde o EMI do promotor até ao ponto de ligação com uma extensão de cerca de 385 m.

As características da injeção de biometano na rede de transporte são apresentadas na Tabela seguinte.

Tabela 36 - Características da Injeção

PARÂMETROS	Unidade	VALOR
PRESSÃO DE INJEÇÃO DE BIOMETANO NA REDE	bar(g)	84 bar
CAPACIDADE DE INJEÇÃO DE BIOMETANO NA REDE	Nm ³ /h	700
	GWh PCS/ano (PCS=10.5 kWh/m ³)	64
PRM ASSOCIADO		GRMS 1319 (Abrigada)
TEMPERATURA DO BIOMETANO	°C	20-25
MATERIAL DO GASODUTO		Aço carbono
EXTENSÃO DO GASODUTO	m	385

A definição da solução para o projeto terá como base os parâmetros definidos pela REN no âmbito do Registo Prévio da UAB Abrigada. Será nessa fase que a REN confirmará as características técnicas do gasoduto que ligará a RNTG ao Produtor. Sem prejuízo dessa definição de detalhe, o traçado previsto tem como base:

- Evitar solução com impacto ambiental significativo;



- Melhor solução técnica que satisfizesse plenamente os requisitos do projeto;
- Menores custos globais de investimento e de exploração;

Dessa forma, o gasoduto de ligação entre a UAB da Abrigada e a GMRS Abrigada será enterrado e instalado em vala ao longo de toda a sua extensão, permanecendo devidamente sinalizado conforme o regulamento do SNG.

O gasoduto e as suas infraestruturas estarão equipados com dispositivos de alívio e/ou de limitação de pressão, de forma a garantir a PMO (Pressão Máxima de Operação) na eventualidade de falha no controlo da pressão do circuito.

Qualquer dispositivo com finalidade de controlar a pressão do sistema, possuirá *set point* igual ou inferior à PMO e saídas por meio de condutas de *vent* que encaminhem o gás para a atmosfera de forma segura.

Todos os dados de injeção serão transmitidos e armazenados no sistema, além do sistema de comunicações a implementar pelo operador da rede.

15.1. Estação de Entrega

A Estação de Entrega (EMI) estará localizada no limite e dentro da propriedade do estabelecimento, o mais perto possível da central de biometano e acessível ao operador da rede de gás. A sua localização pode ser consultada na peça desenhada **PT_ABR_P01_V42026**, correspondendo ao elemento 3.2.

Aos equipamentos que constituem a Estação de Entrega serão adicionadas as distâncias de segurança pertinentes à classificação ATEX. O seu acesso será vedado e controlado.

A verificação da conformidade dos parâmetros do biometano será assegurada por analisadores apropriados que reportam ao operador da rede. Para efeito de controlo e monitorização deste processo, equipamentos e sistemas auxiliares também são instalados para controlar diversos sistemas e estabelecer comunicações com o sistema de gestão da rede (SCADA) e com a faturação.



A injeção de biometano na rede será interrompida sempre que a qualidade do biometano não cumpra as especificações do Regulamento da Qualidade de Serviço dos Setores Elétrico e do Gás e das normas EN 16726 e NP EN 16723-1. O operador da rede poderá ainda proceder à alteração da injeção do biometano, por motivos de segurança do SNG (Sistema Nacional de Gás), conforme estabelecido na regulamentação e sub-regulamentação aplicáveis. Nestes casos, o biometano será redirecionado à unidade de purificação ou descartado em condições seguras, caso seja necessário.

15.2. Gasoduto

O gasoduto de biometano veiculará o biometano produzido na unidade de produção desde a Estação de Entrega até ao ponto de injeção na rede de transporte de gás na GRMS 1319 da Abrigada.

O traçado do gasoduto proposto desenvolve-se ao longo da berma da estrada desde a Estação de Entrega do promotor até à GRMS 1319, numa extensão de cerca de 385 metros, como representado na Figura 23.

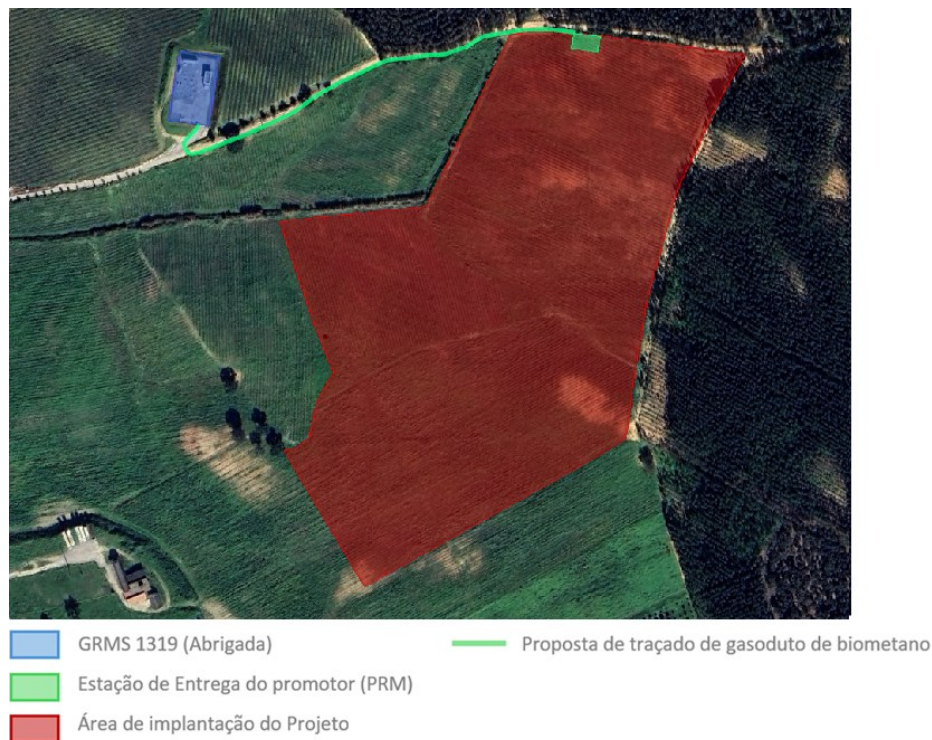


Figura 23 - Proposta do traçado do gasoduto de biometano para injeção na GRMS 1319 da Abrigada

O gasoduto será enterrado e instalado em vala ao longo de toda a sua extensão, permanecendo devidamente sinalizado conforme o regulamento do SNG.

O gasoduto e as suas infraestruturas estarão equipados com dispositivos de alívio e/ou de limitação de pressão, de forma a garantir a PMO (Pressão Máxima de Operação) na eventualidade de falha no controlo da pressão do circuito.

Qualquer dispositivo com finalidade de controlar a pressão do sistema, possuirá *set-point* igual ou inferior à PMO e saídas por meio de condutas de vent que encaminhem o gás para a atmosfera de forma segura.

Todos os dados de injeção serão transmitidos e armazenados no sistema, além do sistema de comunicações a implementar pelo operador da rede.



Lista de Anexos

Capítulo	Anexo	Designação	Classificação
2. Descrição Geral do Projeto	A2	Descrição Geral	
3. Processo de Produção do Biometano	A3	Processo Industrial	
4. Elementos Complementares – Processo Industrial	A4	Elementos Complementares	CONFIDENCIAL
6. Sistema Elétrico	A6	Elétrico	
7. Efluentes Líquidos	A7.1	Drenagens Pluviais e Águas Residuais de Processo	
7. Efluentes Líquidos	A7.2	Águas Residuais Domésticas	
8. Redes de Abastecimento de Água Potável e Rede de Combate a Incêndios	A8.1	Ramal Abastecimento de Água	
8. Redes de Abastecimento de Água Potável e Rede de Combate a Incêndios	A8.2	Abastecimento Água e Incêndio	
9. Segurança	A9.1	Segurança Contra Incêndios	
9. Segurança	A9.4	ATEX	
10. Estudo Hidrológico	A10	Estudo Hidrológico	
11. Estudo Geológico-Geotécnico	A11	EGG	
12. Projeto de Engenharia Civil e Arquitetura	A12.1	Movimentos de Terras e Vias Internas	
12. Projeto de Engenharia Civil e Arquitetura	A12.2	Fundações e Estruturas	
12. Projeto de Engenharia Civil e Arquitetura	A12.3	Arquitetura	
13. Melhoramento do Acesso à UAB Abrigada	A13	Via de Acesso Exterior UAB Abrigada	
14. Estaleiro e Obra	A14	Estaleiro	
15. Linha Elétrica MT	A15	Linha Elétrica MT	