

UNIDADE DE BIOMETANO DE SOUSEL

FUNDAÇÕES E ESTRUTURAS

c	LC	LC	LC	2025-03-26	Descrição Geral
b	LC	LC	LC	2025-02-17	Capa
a	LC	LC	LC	2025-02-07	Descrição Geral
0	LC	LC	LC	2025-01-14	Emissão Inicial
Rev.	Preparado	Verificado	Aprovado	Data	Descrição

Projecto:	Unidade de Biometano de Sousel				
Preparado:	LC	Titulo do Documento:	Revisão:	b	
Verificado.	LC		Escala:	---	
Aprovado:	LC		Tamanho:	A4	
Data:	2025-01-14	A01-EF-UNT-000-00-CIV-MEM		Pág.:	

INDICE

1.	Introdução	2
2.	Descrição Geral.....	2
3.	Materiais.....	3
4.	Bases de Cálculo.....	4
5.	Ações.....	5
5.1	Ações permanentes.....	5
5.2	Ações variáveis.....	5
5.2.01	Sobrecargas de Utilização	5
5.2.02	Ação do Vento	6
5.2.03	Ação do Sismo.....	6
5.2.04	Variação de Temperatura e Retração.....	6
6.	Combinação de acções	7
6.1	Estados Limite Últimos – Combinações Fundamentais	7
6.2	Estados Limite de Utilização – Combinações Frequentes.....	8
7.	CONCEPÇÃO, MODELAÇÃO E DIMENSIONAMENTO ESTRUTURAL.....	8

1. Introdução

A presente memória diz respeito projeto de licenciamento do projeto de fundações e estruturas relativos à construção da unidade de produção de Biometano em Sousel.

Este projeto foi elaborado a partir dos desenhos de Arquitectura e condicionado pelos vários fatores que visaram permitir a funcionalidade do espaço, tendo em conta o tipo de utilização a que se destina.

Nesta memória são referidos os principais parâmetros que foram tidos em conta na conceção e dimensionamento das estruturas e das fundações dos edifícios, bem como no dimensionamento dos elementos estruturais em betão armado ou em aço, que compõem a Unidade.

São referidas as ações e combinações consideradas, definidos os materiais e os requisitos especiais de durabilidade, apresentados os modelos de cálculo e referida a documentação técnica utilizada.

Finalmente, são apresentadas em anexo peças desenhadas, compostas por plantas e cortes, que traduzem os dimensionamentos efetuados e que definem a geometria dos diferentes elementos estruturais.

2. Descrição Geral

O projeto consiste na criação de uma Unidade de Produção de Biometano, cujo objetivo é a produção de Biogás a partir de diversos efluentes pecuários.

A Unidade será constituída por um conjunto de edifícios que totalizam 5.779,55 m² de área em piso térreo e 200,90 m² de área em piso superior.

Estes edifícios compreendem o posto de seccionamento, a portaria, a área administrativa e um conjunto de naves industriais, onde se desenvolvem as diversas atividades a levar a cabo no processo de obtenção de Biometano. Estas naves industriais foram denominadas de: B, C, D, E, F, G, e H.

A Unidade apresenta diversos tanques exteriores, uns em betão armado: T1, T7, T8, outros em betão armado com gasómetro superior: T2GH01, T3GH04, T6GH02, T9GH05, T10GH06 e T11GH07, outros metálicos: D1, D2, D3 e D4 e um tanque em material plástico: T20.

Ainda existem, dentro das naves industriais, os tanques: T4, T5, HYG1, HYG2 e HYG3.

Para o funcionamento da Unidade ainda se previram vários equipamentos, tais como: balanças para pesagem de veículos pesados, tochas, gasómetro, unidade de purificação de biogás, equipamento de limpeza biogás, estação de enchimento de camiões de bioGNC, depósito e bomba de combustível, depósitos de água de serviço e de segurança contra incêndios, com a respetiva zona de bombagem, compressor de bioGNC, caldeira e sistema de desodorização.

O edifício administrativo, à entrada da unidade assim como a portaria, serão constituídos por uma estrutura de betão armado in-situ, com lajes maciças de 25cm de espessura e paredes e pilares de betão armado.

Para os restantes edifícios, está prevista uma estrutura em betão armado pré-fabricado com pilares retangulares e vigas com forma em I sendo a estrutura secundária das fachadas em estrutura metálica.

Serão ainda colocados pavimentos térreos em betão armado reforçado com fibras de aço.

Serão estimados maciços de fundação para os tanques quer de betão armado quer em estrutura metálica.

De acordo com o relatório geotécnico os aterros ZG5 e ZG4 na sua constituição, não se configuram como adequados para substrato de fundação, devendo os mesmos ser saneados de forma a intersestar o horizonte ZG3, onde se verificam condições adequadas para a adoção de fundações diretas, embora com tensões modestas.

São de esperar tensões admissíveis na ordem dos 250 kPa, para a zona geotécnica ZG3.

3. Materiais

Na conceção dos elementos em Betão Armado, são utilizados betões de diversas classes de resistência, consoante o tipo de estrutura e a classe de exposição ambiental a que estarão sujeitos, de acordo com a NP EN206-1, conforme se indica no quadro seguinte:

Em termos de materiais os elementos em Betão Armado deverão ser das classes de seguida indicadas:

- Edifício administrativo e Portaria:

- Betão para elementos interiores em ambiente não agressivo (Edifício Administrativo e de manutenção): C30/37 XC2 Cl0.20 D_{inf} 12.5mm e D_{sup} 16mm

- Restantes Edifícios

- Betão em pilares para os elementos pré-fabricados em ambientes agressivos (edifícios de produção): betão de classe C40/50; XA3, Cl0.20 D_{inf} 12.5mm e D_{sup} 16mm

- Fundações

- Betão para fundações e elementos enterrados: betão de classe C30/37 XC4 Cl0.20 D_{inf} 12.5mm e D_{sup} 16mm

- Betão de limpeza: NP 206-1 C16/20; X0 (P)) Cl 0.20 D_{inf} 12.5mm e D_{sup} 16mm

As redes electrossoldadas serão de classe A500 NR SD e o aço em varão será da classe A500 NR SD.

O aço estrutural para a estrutura metálica será do tipo S275 para perfis metálicos e chapas.

Recobrimentos:

- Lajes, vigas e paredes = 30 mm;
- Pilares = 30 mm;
- Elementos enterrados ou em contacto com o solo = 50 mm.

Os níveis de tensões em serviço, no betão e nas armaduras, são controlados de acordo com as disposições do Eurocódigo 2.

Relativamente à resistência ao fogo a estrutura cumpre os requisitos de acordo com o definido no projeto de segurança contra incêndios.

4. Bases de Cálculo

Todos os cálculos e dimensionamentos da estrutura são elaborados de acordo com as teorias da Resistência dos Materiais e obedecendo às prescrições regulamentares Portuguesas em vigor, nomeadamente:

- Norma Portuguesa NP EN 206-1 de 2007, com emenda de janeiro de 2008
- Eurocódigo 0: Bases para projeto Estruturas
- Eurocódigo 1: Ações em Estruturas
- Eurocódigo 2: Projeto de Estruturas de Betão (parte 1 e parte 2)
- Eurocódigo 3: Projeto de Estruturas Metálicas
- Eurocódigo 7: Projeto de Estruturas Geotécnico
- Eurocódigo 8: Projecto de estruturas para resistência aos sismos

São ainda consultadas e utilizadas em aspetos específicos, para além de outra documentação técnica, as seguintes referências:

- Tabelas Técnicas;
- Betão Armado - Esforços Normais e de Flexão (tabelas e ábacos), LNEC;
- Tabelas Arbed.

Numa fase inicial do desenvolvimento do projeto de estruturas, o cálculo dos esforços é efetuado recorrendo prioritariamente a métodos e regras simplificados que permitem uma avaliação segura dos esforços condicionantes para o dimensionamento dos elementos estruturais.

A análise e o dimensionamento finais foram efetuados com recurso a programas de cálculo automático de pórticos e de elementos finitos. Nalguns casos, recorreu-se a tabelas e ábacos para o cálculo de esforços e para o dimensionamento.

5. Ações

Na análise e dimensionamento dos diferentes elementos estruturais que constituem a presente Unidade de Biometano de Sousel são consideradas as ações (permanentes e variáveis) a seguir enumeradas.

5.1 Ações permanentes

As ações permanentes incluem o peso próprio do material estrutural, bem como o peso de outros materiais de revestimento e de enchimento utilizados, paredes divisórias, impulsos de terras e efeitos da retração. Para quantificação do peso volúmico destes materiais recorre-se ao estipulado na regulamentação, às Tabelas Técnicas e a bibliografia especializada.

- Peso próprio do betão armado, $g_{k1}=25 \text{ kN/m}^3$
2500kg/m³
- Peso volúmico do Aço de construção, $g_{k1}=78.50 \text{ kN/m}^3$
7850kg/m³
- (ao peso próprio das peças principais e secundárias acrescentamos 10% para contabilizar o peso de chapas adicionais e ligações)
- Peso próprio dos revestimentos:
 - Coberturas planas, $g_{k2}=2.0 \text{ kN/m}^2$
200kg/m²
 - Painéis fotovoltaicos 0.30kN/m²
30kg/m²
- Peso volúmico dos materiais compostos $g_{comp.} = 6.50 \text{ kN/m}^3$
350kg/m³

5.2 Ações variáveis

5.2.01 Sobrecargas de Utilização

De acordo com o estipulado no EC2, são consideradas as seguintes sobrecargas de utilização:

- Em coberturas acessíveis, $q_{k1}=1.0 \text{ kN/m}^2$
100kg/m²

- Em pisos e acessos,

$$q_{kl}=5.0 \text{ kN/m}^2$$

$$500\text{kg/m}^2$$

- Rack Metálico,

$$q_{kl}=3.0 \text{ kN/m}^2$$

$$300\text{kg/m}^2$$

5.2.02 Ação do Vento

A quantificação da Ação do vento é efetuada considerando um enquadramento na zona A do território nacional, com rugosidade do solo do tipo I ($\psi_0=0,4$; $\psi_1=0,2$; $\psi_2=0$).

Esta ação revela-se extremamente importante no dimensionamento e verificação das coberturas metálicas e respetivos elementos de apoio (montantes, pilares, paredes, fundações, etc.).

5.2.03 Ação do Sismo

Na determinação dos efeitos da Ação sísmica, é adotada a NP EN 1998-1, em que o edifício em função da localização, está sujeito às seguintes Zonas Sísmicas:

- 1.5 (Sismo Tipo I) e 2.4 (Sismo Tipo II)

Conformem quadro abaixo tem-se uma $a_{gR}=0.60 \text{ m/s}^2$ para Sismo tipo 1 e $a_{gR}=1.10 \text{ m/s}^2$ para Sismo tipo 2.

Quadro NA.I – Aceleração máxima de referência $a_{gR} \text{ (m/s}^2\text{)}$ nas várias zonas sísmicas

Ação sísmica Tipo 1		Ação sísmica Tipo 2	
Zona Sísmica	$a_{gR} \text{ (m/s}^2\text{)}$	Zona Sísmica	$a_{gR} \text{ (m/s}^2\text{)}$
1.1	2,5	2.1	2,5
1.2	2,0	2.2	2,0
1.3	1,5	2.3	1,7
1.4	1,0	2.4	1,1
1.5	0,6	2.5	0,8
1.6	0,35	–	–

5.2.04 Variação de Temperatura e Retração

Neste tipo de estruturas, constituídas em grande parte por elementos laminares de betão, tem grande importância a consideração das deformações impedidas iniciais (1 a 3 dias após a betonagem) devidas à perda do calor de hidratação e à primeira secagem. A esta ação vêm adicionar-se ações do mesmo tipo, de retração e de variação de temperatura do betão, já numa fase de maturidade avançada do material. Os efeitos destas ações, de grande importância na verificação da segurança em condições de serviço, correspondem à introdução de esforços internos de tração com a consequente fendilhação dos elementos de betão. Devido à aleatoriedade do valor deste tipo de ações, considera-se que o betão poderia fendilhar devido a deformações impostas tendo de ser feito o controlo adequado da fendilhação.

Em alguns órgãos, prevê-se a execução de juntas de contração, convenientemente dispostas na estrutura, betonadas em fase posterior, de modo a reduzir ao mínimo os efeitos das deformações impedidas devidas à retração.

6. Combinação de ações

Na determinação da envolvente de esforços mais desfavoráveis a atuar sobre a estrutura são consideradas combinações de ações regulamentares para Estados Limite Últimos e para Estados Limite de Utilização.

6.1 Estados Limite Últimos – Combinações Fundamentais

Os esforços de dimensionamento são obtidos procedendo a uma combinação global envolvendo as ações, considerando as seguintes regras de combinação em conformidade com o RSA:

Em geral:

$$S_d = \sum \gamma_{gi} S_{Gik} + \gamma_q [S_{Q1k} + \sum \psi_{0j} S_{Qjk}]$$

No caso de a ação variável base ser a ação sísmica:

$$S_d = \sum S_{Gik} + \gamma_q S_{Ek} + \sum \psi_{2j} S_{Qjk}$$

Ação Variável Base: Sobrecarga,
$$S_d = 1.35 \times \sum G_k + 1.5 \times (Q_k + 0.4 \times W)$$

Ação Variável Base: Vento,
$$S_d = 1.35 \times \sum G_k + 1.5 \times W$$

Ação Variável Base: Sismo,
$$S_d = \sum G_k + 1.5 \times E$$

6.2 Estados Limite de Utilização – Combinações Frequentes

Para o controlo da abertura de fendas, e sempre que se mostra verosímil, são combinados os efeitos das cargas aplicadas e das deformações impostas sob a forma de combinações frequentes.

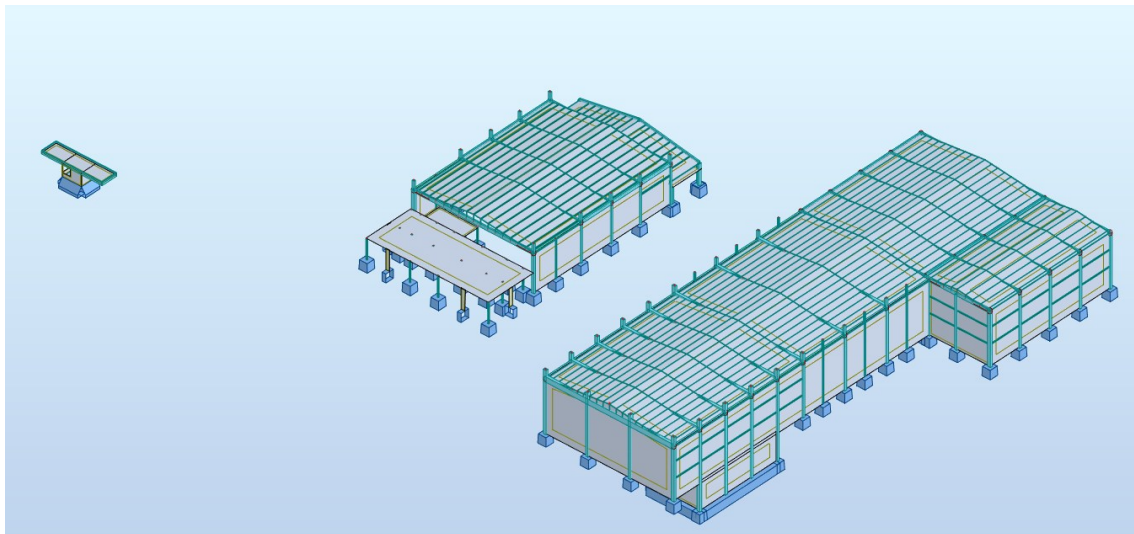
Ação Base Sobrecarga, $Sd = \sum G_k$

Ação Base Vento, $Sd = \sum G_k + 0.2 \times W$

7. CONCEPÇÃO, MODELAÇÃO E DIMENSIONAMENTO ESTRUTURAL

A modelação estrutural é realizada recorrendo a programas de cálculo automático de estruturas, nomeadamente um programa de pórticos para a modelação de malhas tridimensionais, através de pórticos planos nas duas direções com recurso a um modelo de 3 graus de liberdade por piso para o cálculo às ações horizontais e um programa de elementos finitos, com a realização de modelos tridimensionais para melhor aferição das deformadas e esforços.

A conceção estrutural e o estudo dos elementos estruturais têm por base as ações a que a estrutura irá estar sujeita. São tidas em conta não só as cargas permanentes e sobrecargas inerentes ao tipo de utilização, mas também as ações do vento, sismo, variação de temperatura e retração. Os pilares e paredes são dimensionados para resistirem não só às ações provenientes das lajes mas também às ações horizontais (vento e sismo).



Porto,

O Projetista:

Luís Alfredo Guimarães Castro

(Luís Castro)

UNIDADE DE BIOMETANO DE SOUSEL
ESTABILIDADE | PROJECTO DE LICENCIAMENTO

maio 2025

MAPA DE QUANTIDADES					
ART.º	DESIGNAÇÃO DOS TRABALHOS	UNIDADES	QUANTIDADES 2025-05-05	PREÇO	
				UNITÁRIO	TOTAL
	ESTRUTURAS				
	Fornecimento e montagem de todos os artigos, incluindo todos os trabalhos necessários, de acordo com o caderno de encargos, peças desenhadas e especificação da lista de medições.				
	1 MOVIMENTOS DE TERRAS				
1,1	Escavação em terreno de qualquer natureza para abertura de caboucos de fundação de sapatas, ensoleiramento e vigas de fundação, incluindo entivação, escoamento de águas e compactação da base, limpeza, carga, transporte e descarga a vazadouro das terras sobrantes e demais trabalhos necessários de acordo com os pormenores e as C.T.	m3	14 015,30		
1,2	Reposição de terras nas sobrecavações realizadas aquando da abertura de caboucos de fundação de sapatas e vigas de fundação, com solos de boa qualidade, incluindo carga, transporte, colocação, compactação por camadas de espessura máxima de 0,20m, controlando o seu grau de compactação com as instruções da fiscalização.	m3	595,56		