UNIDADE DE PRODUÇÃO DE BIOMETANO DE ORIGEM RENOVÁVEL

ABRIGADA, ALENQUER

GÁS DA TERRA

DEZEMBRO 2025

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 12
1.5. Tecnologias a Utilizar na Produção de Biometano 13
2. Descrição Geral do Projeto 18
2.1. Localização 19
2.2. Matéria-Prima Utilizada para a Produção de Biometano 21
2.3. Processo Tecnológico para a Produção de Biometano 22
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 31
3.1.3. Gestão Técnica e Controlo da Produção 37
3.2. Gestão do Biogás e Biometano 41
3.2.1. Purificação (*upgrading*) do biogás em biometano 42
3.2.2. Estação de Mistura e Injeção (EMI) 43
3.2.3. Tocha (*Flare*) 44
3.2.4. Sistema de produção e gestão de calor 45
3.2.5. Emissões Gasosas do Processo de Produção e Gestão do Biogás 46
3.2.6. Ruído 47
3.3. Gestão do Digerido 48
3.3.1. Separador de Fases 48
3.3.2. Armazenamento de Digerido Líquido 48
3.3.3. Recolha de Digerido Líquido 49
3.3.4. Valorização Agrícola do Digerido 49
3.4. Processos e Equipamentos Auxiliares 50

3.4.1. Balança 50
3.4.2. Fossa de Condensados 50
3.4.3. Sistema de Tratamento de Ar 51
3.5. Balanço de Massas do Processo 51
3.6. Ensaios e Inicialização do Processo 53
3.6.1. Ensaios 53
3.6.2. Inicialização do Processo 54
3.7. Substâncias Perigosas 57
4. Elementos Complementares – Processo Industrial 60
4.1. *Pipping* e Válvulas 60
4.2. Instrumentação e Controlo 62
4.3. HAZID 62
5. Sistema de Controlo 64
5.1. Sistema de controlo distribuído 64
5.1.1. Nível 0 – nível de campo 64
5.1.2. Nível 1 – nível de controlo 65
5.1.3. Nível 2 – nível de supervisão 65
5.2. Sistema de telecomunicações 65
6. Sistema Elétrico 66
6.1. Alimentação elétrica 66
6.2. Caminho de cabos 66
6.3. Rede de Terras 67
6.4. Proteção contra descargas atmosféricas 68
6.4.1. Sistema de Proteção Externo 68
6.4.2. Sistema de Proteção Interno 68
7. Efluentes Líquidos 69
8. Redes de Abastecimento de Água Potável e Rede de Combate a Incêndios 70
9. Segurança 71
9.1. Sistema de Proteção Contra Incêndios (SCIE) 71
9.2. Sistema de Deteção de Gás 71
9.3. Controlo de fumos 71
9.4. Classificação ATEX 72

9.4.1. Legislação e normas aplicáveis....72
9.4.2. Locais ATEX a considerar....73
9.4.3. Classificação das áreas ATEX - Zonas....73
10. Estudo Hidrológico....76
11. Estudo Geológico-Geotécnico....77
12. Projeto de Engenharia Civil e Arquitetura....78
12.1. Movimentação de Terras e Vias Internas....78
12.2. Fundações e Estruturas....78
12.3. Escritório....79
12.4. Edifício de processo e armazenagem....80
13. Melhoramento do Acesso à UAB Abrigada....82
14. Estaleiro e Obra....83
15. Injeção de Biometano na Rede – Gasoduto....91
15.1. Estação de Entrega....92
15.2. Gasoduto....93
Anexos....95

Lista de Anexos e Elementos de Projeto

O presente documento inclui os Anexos e Elementos de Projeto referentes à Unidade Autónoma 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	CONFIDENCIAL
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 Gás da Terra 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 (CH_4).

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 transpôs 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 nº 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 Gás da Terra 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 **Gás da Terra - Sociedade De Reconversão De Resíduos Agrícolas Em Energia, Lda**., doravante designada "Gás da Terra". Os dados do Promotor encontram-se na Tabela 2.

Tabela 2 - Dados do Promotor

Designação Social	Gás da Terra – Sociedade de Reconversão de Resíduos Agrícolas em Energia, Lda.
NIPC	516 801 139
CAE	35210 R3 - Produção de gás
Morada	Zona Industrial da Pandina, Santo Amaro, Sousel, 7470-155, Portalegre, Portugal

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.

A 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). Nesse sentido, em fase anterior ao início da construção será necessário proceder a uma restruturação societária que inclui a criação de uma sociedade veículo ("SPV") que será a detentora das Licenças do projeto da UAB Abrigada. Esse SPV será detido pela Gás da Terra e pela *Swing Biomethane*, no âmbito da parceria entre as empresas.

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 580 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.

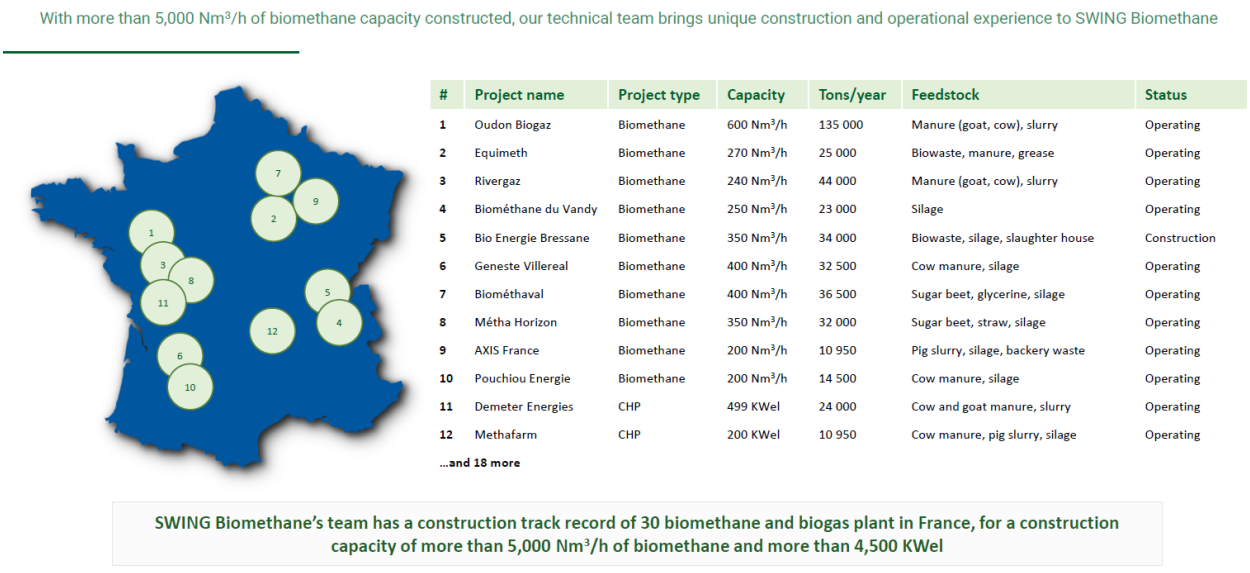
A *SWIFT 2* decidiu criar a ***SWING Biomethane*** em 2022 para visar especificamente projetos de produção de biometano em fase inicial na Europa, com uma perspetiva de longo prazo. A ambição da ***SWING Biomethane*** é trazer tanto conhecimentos técnicos como apoio financeiro para (i) ajudar os promotores 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 exclusiva com a **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 Nm^3/h.



#	Project name	Project type	Capacity	Tons/year	Feedstock	Status
1	Oudon Biogaz	Biomethane	600 Nm^3/h	135 000	Manure (goat, cow), slurry	Operating
2	Equimeth	Biomethane	270 Nm^3/h	25 000	Biowaste, manure, grease	Operating
3	Rivergaz	Biomethane	240 Nm^3/h	44 000	Manure (goat, cow), slurry	Operating
4	Biométhane du Vandy	Biomethane	250 Nm^3/h	23 000	Silage	Operating
5	Bio Energie Bressane	Biomethane	350 Nm^3/h	34 000	Biowaste, silage, slaughter house	Construction
6	Geneste Villereal	Biomethane	400 Nm^3/h	32 500	Cow manure, silage	Operating
7	Biométhaval	Biomethane	400 Nm^3/h	36 500	Sugar beet, glycerine, silage	Operating
8	Métha Horizon	Biomethane	350 Nm^3/h	32 000	Sugar beet, straw, silage	Operating
9	AXIS France	Biomethane	200 Nm^3/h	10 950	Pig slurry, silage, backery waste	Operating
10	Pouchiou Energie	Biomethane	200 Nm^3/h	14 500	Cow manure, silage	Operating
11	Demeter Energies	CHP	499 KWel	24 000	Cow and goat manure, slurry	Operating
12	Methafarm	CHP	200 KWel	10 950	Cow manure, pig slurry, silage	Operating

...and 18 more

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 Reuni 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 - RU, 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)

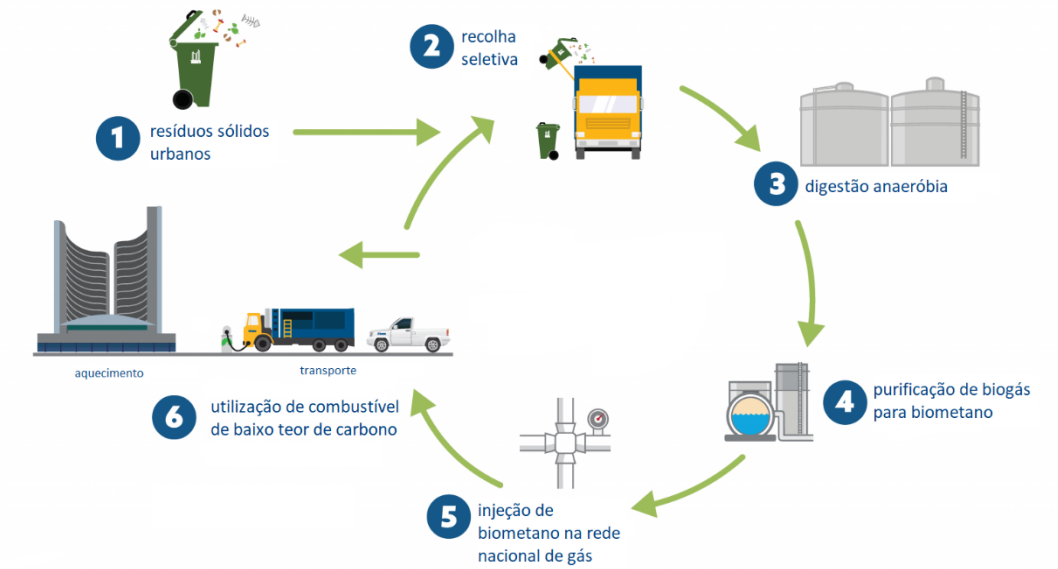


Figura 4 - Enquadramento do Projeto num Modelo de Economia Circular [Fonte: "Turning Waste into Renewable Natural Gas" (2023)]

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 CO_2 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 Gás da Terra no âmbito do Projeto Biometano Abrigada é desenvolver, licenciar, construir e operar a Unidade de Produção de Biometano de Origem Renovável de Abrigada.

O Projeto da Unidade de Produção de Biometano de Origem Renovável de Abrigada, 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 respetivos 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 6.7 MW e a sua injeção na rede será através de gasoduto dedicado estimando-se uma capacidade de injeção de 700 Nm^3/h. A Figura 5 representa o processo de produção de biometano de acordo com o Projeto da Gás da Terra.

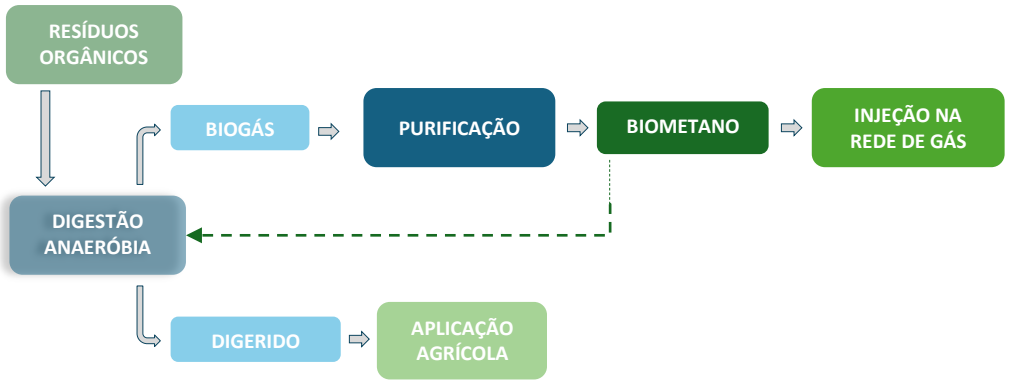


Figura 5 - Diagrama de blocos do processo de produção de biometano

O Projeto terá uma capacidade máxima instalada de até 1250 Nm^3/h de produção de biogás, que corresponde a uma capacidade de até 700 Nm^3/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 PROCESSAMENTO DE BIOGÁS (54,5% CH_4)	Nm^3/h	1 179
POTENCIAL DE BIOMETANO NO BIOGÁS	Nm^3/h	642.63
EFICIÊNCIA PREVISTA DO UPGRADING	%	99.5
PCS	kWh/m^3	10.5
CONCENTRAÇÃO DE CH_4 NO BIOMETANO	%	≥ 97%
CAPACIDADE DE PRODUÇÃO	MW	6.7
CAPACIDADE MÁXIMA DE INJEÇÃO HORÁRIA DE BIOMETANO	Nm^3/h	700
CAPACIDADE MÁXIMA DE INJEÇÃO ANUAL DE BIOMETANO	kWh PCS	58 813 234

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 10 ha.

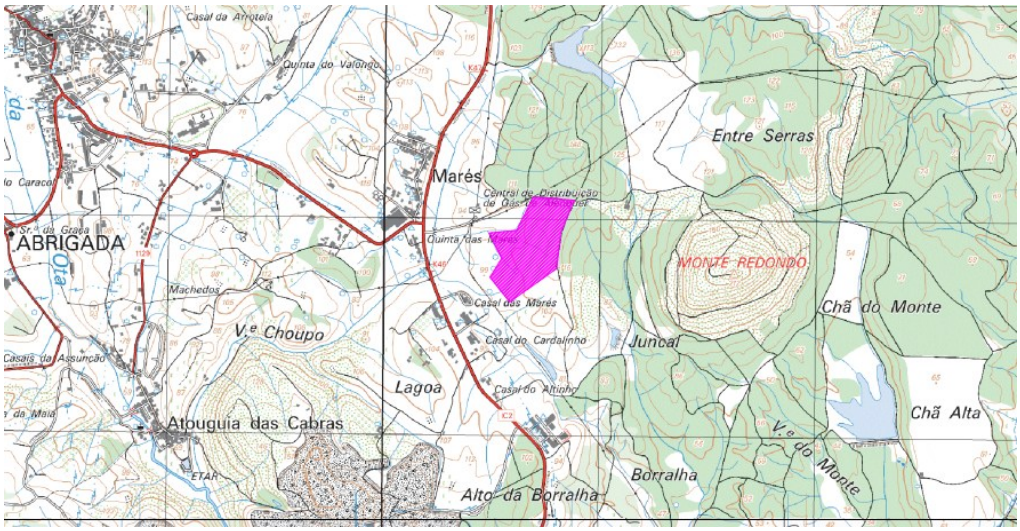


Figura 6 - Localização do prédio rústico (escala 1:25000)

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 animais, resíduos das colheitas (arroz, palha de milho, girassol), etc.
- Agroindustriais: adegas, fábricas de lacticínios, 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 uma forma sucinta, 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 é depois recolhido num gasómetro e canalizado para o equipamento de limpeza e purificação. Neste processo de *upgrading*, o gás é seco, remove-se-lhe restos de H_2S com carvão ativado, comprime-se e filtra-se. O gás, filtrado em biometano, é seco, analisado e injetado na rede de gás. O dióxido de carbono neutro, nesta etapa, segue o processo de libertação natural.

Para a produção dos biofertilizantes, o digerido passa por um segundo digestor, onde é processado novamente e é feita uma segunda extração de gás, sendo convertido num fertilizante de qualidade, bem digerido e sem patógenos. O processo termina após a passagem por um separador, onde se obtém uma fração sólida e uma fração líquida.

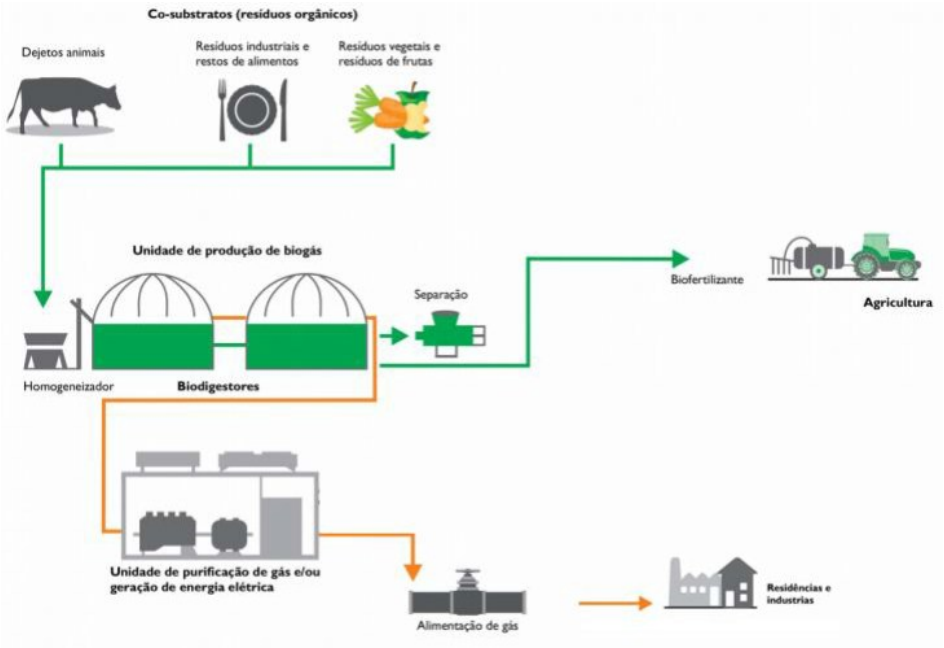


Figura 8 - Processo de produção de Biometano de Origem Renovável

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	Layout Base
PT_ABR_P02	Processo – Equipamentos e Linhas
PT_ABR_P03.1	Gestão de Matérias-Primas e Produção de Biogás (PFD)
PT_ABR_P03.2	Gestão do Biogás e Biometano (PFD)
PT_ABR_P03.2	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 (estimativa)

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

Para além das matérias-primas referidas na tabela anterior, será necessário incorporar 50 m^3/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 Gás da Terra e o fornecedor. 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

	Diagrama de Processo	Domínio	Matérias-primas
Linha 1	T-108 + BA-101 T-109 + BA-102	Matérias-primas sólidas sem higienização	Estrume de bovinos, estrumes de aves (estrume de galinha e excrementos de peru), cascas de tomate, desperdícios vegetais
Linha 2	T-103	Bio resíduos a higienizar	Resíduos provenientes de matadouros
Linha 3	T-101	Matéria-prima líquida sem higienização	Chorumes
Linha 4	T-102	Matéria-prima líquida sem higienização	Misturas de SPA e Bagaço de azeitona, bagaço de uva
Linha 5	T-104	Matéria-prima líquida sem higienização	Glicerinas, óleos usados e gorduras (processamento oportunístico e não considerado como matéria-prima neste momento)

➢ 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 no edifício de exploração, em plataformas dedicadas.

- Os estrumes de aves são armazenados numa área (silo), com dimensões de 15 x 15 m^2, até uma altura de aproximadamente 3,0 m;
- Os estrumes de bovino são armazenados numa área (silo), com dimensões de 15 x 11 m^2, até uma altura de aproximadamente 3,0 m;

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 m^2.

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 m^3 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) que requerem um pré-tratamento denominado higienização. 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, toda a biomassa que requeira higienização será, inicialmente, recebida e depositada no tanque T-103, com uma capacidade de 150 m^3.

O sistema de higienização apenas processará matérias-primas em estado líquido pelo que as matérias-primas sólidas que necessitem de higienização irão, à semelhança das líquidas, ser descarregadas no tanque de receção T-103, para que possam ser diluídas com digerido líquido de recirculação ou com água, antes de passarem ao processo de higienização. Esta diluição visa assegurar um teor máximo de matéria seca de 15 % que permita mistura e bombagem eficaz. Por outro lado, este processo incluirá uma bomba equipada com um sistema de corte com faca rotativa, de forma a executar um pré-tratamento e corte primário da matéria-prima.

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.

A higienização é realizada através de um tratamento térmico nos tanques 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 70º C durante 1 h.

O ciclo de higienização consiste na operação dos três tanques em ciclos escalonados.

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 continuo 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

O ciclo de cada tanque tem uma duração padrão de 6h 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

Posteriormente ao processo de higienização, os líquidos tratados nos 3 tanques dedicados (T-105, T-106 e T-107) serão enviadas para o processo de Digestão Anaeróbia, nos digestores primários ou digestores secundários, através de bombas excêntricas tipo parafuso, instaladas na zona de higienização. Os volumes bombados serão controlados por um medidor de caudal.

- **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 m^3 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 m^3 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.

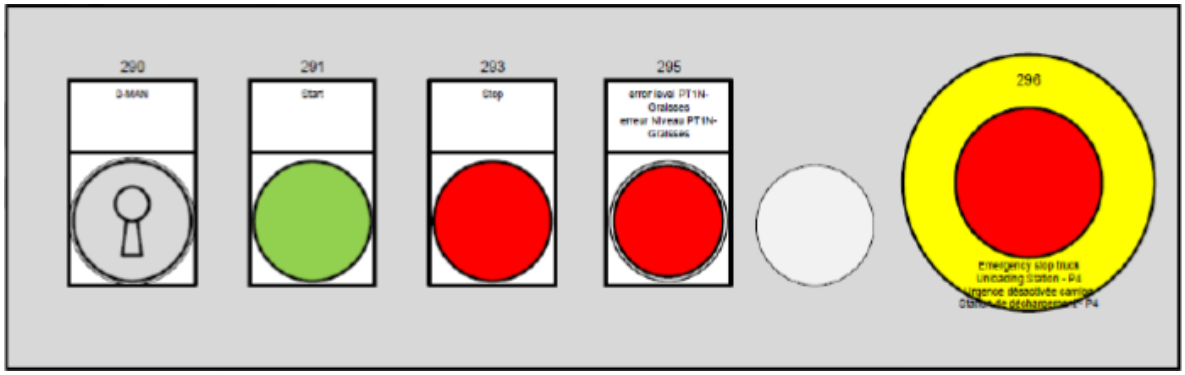


Figura 9 - controlo local

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 biofiltros, que previne a emissão de odores. Durante este processo, o ar é filtrado através de meios específicos nos biofiltros, 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.

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 oxigénio. A matéria-prima é alimentada aos digestores através de um sistema de bombagem ligado entre os tanques de receção 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 9 - Digestão Anaeróbia

Volume Total Útil de Digestão	Tempo de Retenção (previsto)
19 297 m³	50 dias

- **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 10 - 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	4492 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 homogénea. 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 especifica 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 gasómetro 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 11 - Características dos Digestores Primários [DIG-103 e DIG-104]

Característica	
Diâmetro	30 m
Altura	8,0 m
Altura Útil (Máx.)	7,3 m

Característica	
Volume Útil (Máx.) Matéria-orgânica	5175 m^3
Gasómetro integrado	Cúpula 1/4 D
	Membrana dupla externa em forma de cúpula
	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 homogénea. 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 especifica de mistura de 14.3 W/m^3.

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 10,6 x 10^6 Nm^3/ano. A composição média do biogás produzido encontra-se representada na tabela seguinte.

Tabela 12 - Composição do biogás produzido

Descrição	Unidade	Valor
CH_4	%	54.5
CO_2	%	44.5

Descrição	Unidade	Valor
N_2	%	0.5
H_2S e outros gases	%	0.5

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 7 209 m^3.

Tabela 13 - Cálculo do Volume de Retenção

Dados de base	Cota Base (Z)	Cota Coroamento	Diametro (m)	Área (m2)	Altura (m)	Volume (m3)
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 Impermabilizada (base) _ implantação total	108,60	110,60		5.545	2,0	11.090
Digestor DIG-101	107,30	115,30	28,0 -	615,3	2,0 -	1.231
Digestor DIG-102	107,30	115,30	28,0 -	615,3	2,0 -	1.231
Pós-Digestor DIG-103	107,30	115,30	30,0 -	706,4	2,0 -	1.413
Pós-Digestor DIG-104	107,30	115,30	30,0 -	706,4	2,0 -	1.413
Sub Total	**108,60**	**110,60**		**3.605**		**7.209**

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 ajuda a aumentar o volume morto a ser considerado no dimensionamento da bacia de retenção.

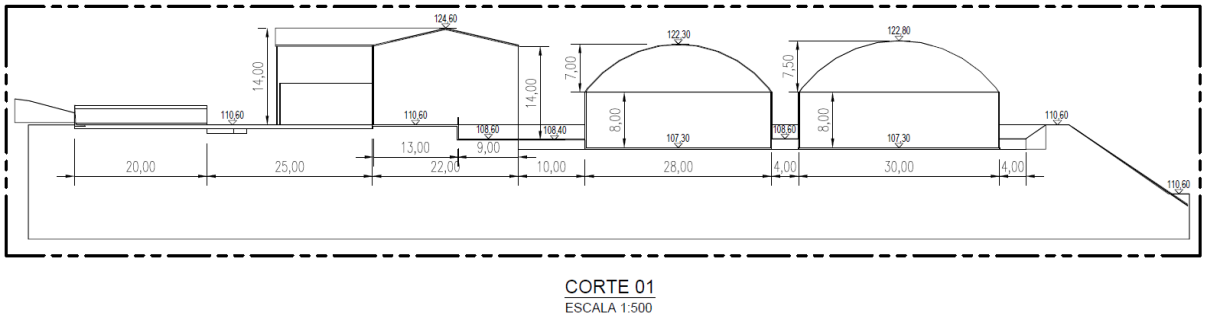


Figura 10 - Corte na Zona de Retenção e Digestores

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 14 - Cenários de Retenção

Caso	Área Base (m2)	Área Digestor (m2) [ref. ao caso]	Área Retenção (m2)	Volume morto (m3)	Volume Derrame (m3)	Volume de Retenção (m3)	Altura Máxima Derrame (m)	Altura Máxima Retenção (m)	Check
Rotura Total 1 Pós-Digestor	3.604,60	706,39	4.311	918,30	4.238	8.622	0,98	2,00	ok
Derrame de 50% do volume	3.604,60	1.321,70	4.926	1.718,21	7.930	9.853	1,61	2,00	ok

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 (O_2) 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 CH_4. Dessa forma:

- Nível 1: 10% LEL > 0,5% CH_4 em volume, por volume de ar
- Nível 2: 20% LEL > 1,0% CH_4 em volume, por volume de ar

Nessas condições, a concentração de H_2S junto ao armário elétrico seria de cerca de 3,5 ppm (para uma concentração de 350 ppm no biogás e com 50% de CH_4 no biogás – proporção de 1/100). Como referência foi considerado, o TWA (8h) para H_2S 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 m^3/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 res.

➢ 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 continua, a qualidade do biogás que sai de cada digestor e de cada pós-digestor, com base nos níveis de CH_4, O_2 e H_2S.

- **DESSULFURIZAÇÃO BIOLÓGICA E PRODUÇÃO DE O_2**

Com o objetivo de redução do nível de H_2S dentro do volume livre de gás, em cada digestor, será efetuada a injeção de oxigénio concentrado (95% O_2) para dessulfurização biológica do biogás.

O caudal de oxigénio injetado será regulado tendo em consideração uma concentração de 0,3% O_2 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 H_2S será otimizado para garantir um valor inferior a 300 ppm. O oxigénio concentrado injetado é utilizado por bactérias (sulfobactérias aeróbicas), que degradam o H_2S 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 H_2S 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 (CH_4) igual ou superior a 97% partindo de uma composição inicial de 54,5%.

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

O biogás produzido passa inicialmente por um processo de pré-tratamento que inclui a secagem e a remoção de sulfureto de hidrogénio (H_2S) e de compostos orgânicos voláteis (COV), garantindo a qualidade do gás e a proteção dos sistemas subsequentes. Para isso, o biogás é arrefecido para condensar (HE-201 e HE-202) e remover o excesso de água (S-201 e S-202), com recurso a um *chiller* CH-201, sendo posteriormente comprimido (B-201) e tratado através de filtros de carvão ativado (F-201 e F-202). Este processo é essencial para eliminar contaminantes que poderiam comprometer a eficiência e a longevidade dos módulos de separação.

Após o pré-tratamento, o biogás já limpo é comprimido e encaminhado de forma automática para os módulos de membranas (MM-201), onde os seus componentes são separados com base na permeabilidade seletiva das moléculas.

Este método de purificação no seu todo permite a recuperação de metano com elevada pureza, enquanto outros elementos, como dióxido de carbono (CO_2), compostos orgânicos voláteis (VOCs), siloxanos e outras impurezas, são eficientemente removidos.

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).

Os condensados obtidos durante esta etapa de *upgrading* do biogás são enviados para o pós-digestor mais próximo e o *offgas*, composto fundamentalmente por dióxido de carbono capturado durante o processo de separação por membranas, segue o processo de libertação natural para a atmosfera.

A capacidade nominal de processamento da unidade de produção de biometano de Abrigada, no município de Alenquer, pertencente à Gás da Terra, é de 84 mil toneladas por ano de resíduos biodegradáveis para o processo de digestão anaeróbia.

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 propriedadedas 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 15.

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 15 – Especificações e composição do biometano produzido (REN)

Descrição	Unidade	Valor
Valor de aquecimento (0 ºC e 1.01325 bar)	kWh/Nm^3	10.7 – 12.8
Índice de Wobbe (0 ºC e 1.01325 bar)	kWh/Nm^3	13.38 – 16.02
Densidade	-	0.555 – 0.7
Ponto de Orvalho (à pressão máxima de injeção)	ºC	-8
Hidrocarbonetos de Ponto de Orvalho (a 70 bar)	ºC	-2
CH_4	%	97
CO_2	%	<2.5
O_2	%	<0.3
H_2	%	<6
CO	%	<0.1
H_2S	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 m^3/h

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 gasómetros).

A combustão de biogás é eventual e é expectável que a tocha seja utilizada apenas até 260 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 kWth.

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 / Biofiltro

Durante a produção e valorização do biogás, várias etapas do processo contribuem para a emissão de gases e poluentes que se encontram estimados na Tabela 16 e Tabela 17.

Tabela 16 - Composição e caudal das emissões para o ar

Fonte	Localização Planta	Horas/ano	caudal (m^3/h)	Temperatura °C	% CH_4	% O_2	% N_2
Caldeira	3.4	2000	2237	180	0	-	-
Flare	3.3	260	1185	900	-	-	-
Purificação Biogás: offgas	3.1	8500	547	40	0.5	0.2	0.3

Fonte	Localização Planta	Horas/ano	caudal (m^3/h)	Temperatura °C	% CH_4	% O_2	% N_2
Biofiltro	5.3	8760	70000	20	0	20.8	78.0

Tabela 17 - Poluentes (mg/m3)

Fonte	Localização Planta	H_2S	SO_2	NH_3	NO_x	VOC_{nm}	CO
Caldeira	3.4	0	0	0	225	50	250
Flare	3.3	0.4	450	0	12.5	50	20
Purificação Biogás: offgas	3.1	0	0	0	0	0	0
Biofiltro	5.3	7	0	20	0	0	50

O gás residual gerado durante a purificação do biometano, composto principalmente por dióxido de carbono, pode ser liberado diretamente na atmosfera. Esse CO_2 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 CO_2 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_P01 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 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 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 será armazenado dentro de uma área dedicada no edifício de processo, numa plataforma de 300 m² de área (20 x 15, até 6 m de altura).

O digerido líquido 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 55 t/dia de digerido líquido para ser novamente misturado com as matérias-primas de entrada. Este processo evita a utilização de um volume adicional de água no processo.

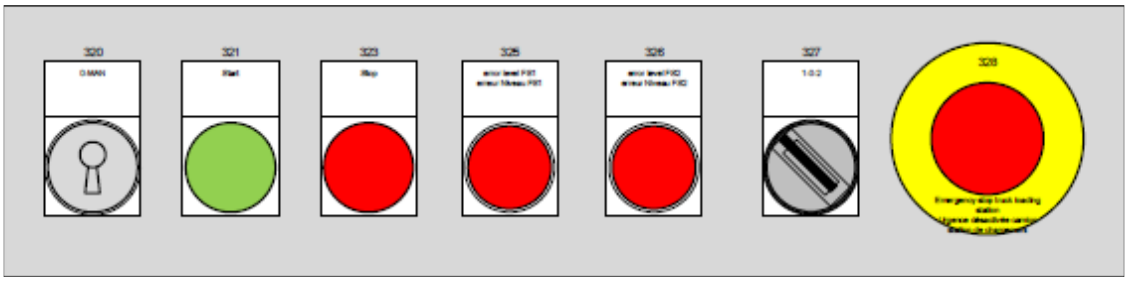
3.3.2. Armazenamento de Digerido Líquido

O digerido líquido será armazenado em três lagoas cobertas com 90 x 45 m^2 e até 3 m de profundidade, que irá corresponder a cerca de 10.000 m^3 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 m^3, 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 bombar o digerido líquido entre as lagoas de armazenamento e as cisternas de transporte, com recurso a uma bomba centrifuga 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 Gás da Terra, localizada no município de Alenquer, serão controlados de forma automática e/ou manual, garantindo a eficiência e a conformidade com os padrões operacionais estabelecidos.

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 m^3 (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

Está prevista a instalação de um sistema de tratamento de ar de forma a tratar o ar recolhido do edifício de processo, incluindo as áreas de armazenamento de matérias-primas, de digerido sólido e áreas de pré-tratamento, assim como das áreas de higienização.

O ar será recolhido através de um sistema de condutas de ventilação que suga o ar do interior do edifício, criando uma pressão negativa. O ar recolhido é previamente filtrado através de um sistema de remoção de poeiras. Posteriormente é encaminhado para um *scrubber* – um purificador em contracorrente onde é pulverizado ácido sulfúrico e água, precipitando a amónia numa solução leve de sulfato de amónio. Em seguida, o ar já livre de poeiras e NH_3, é encaminhado para o biofiltro.

Os biofiltros são um tipo de tecnologia de controlo de odores que utiliza processos biológicos para decompor compostos odoríferos no biogás, como o sulfureto de hidrogénio (H_2S), o amoníaco e os compostos orgânicos voláteis (COV). Os biofiltros neutralizam odores de forma eficaz, direcionando o ar odorífero através de um sistema especializado onde os microrganismos, como bactérias e fungos, degradam os compostos causadores do odor. Esta última fase do sistema de tratamento de odores é passível de ser substituída por um sistema de filtros de carvão ativado, tendo sempre como base a limpeza eficaz dos odores, de forma a que o ar libertado para a atmosfera esteja em cumprimento do previsto.

.

3.5. Balanço de Massas do Processo

Na Figura 11 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.

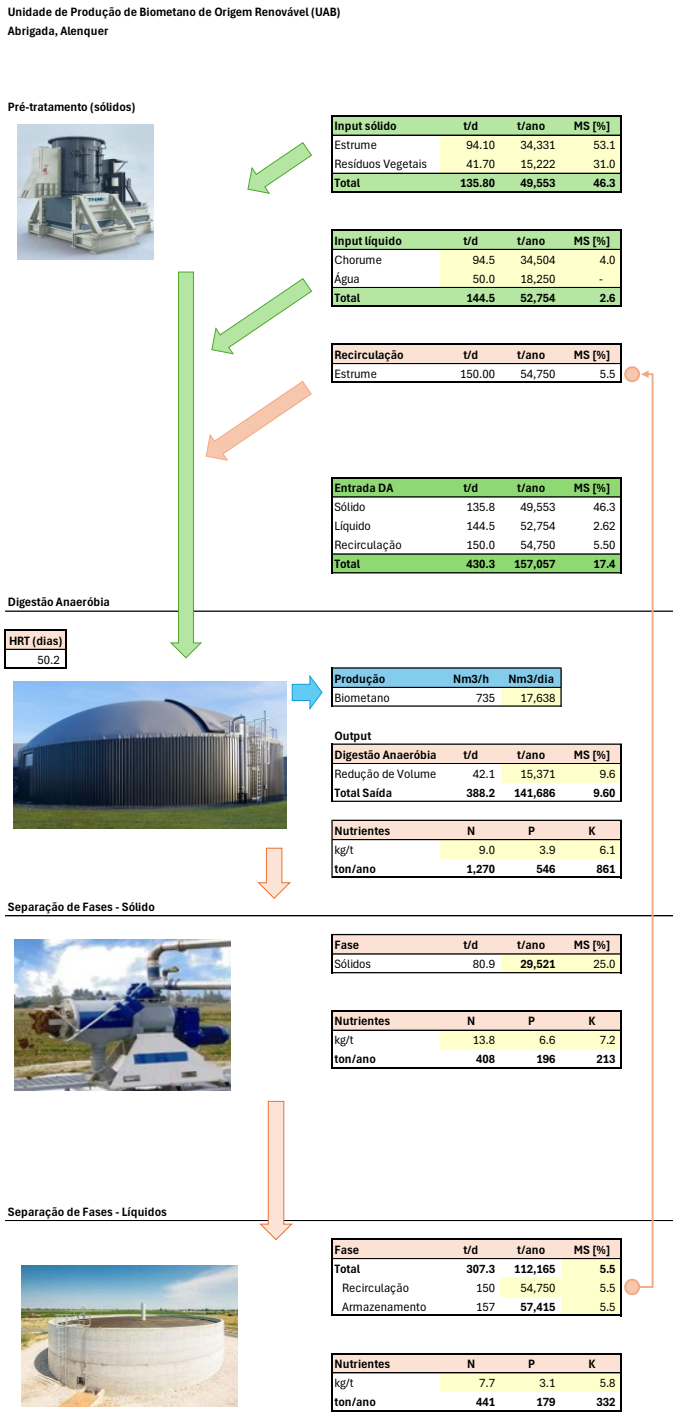


Figura 11 - Balanço de Massas completo - UAB Abrigada

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 m^3). 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 18 - 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 2ºC).

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 20ºC e a temperatura máxima de processo é de 56ºC.

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 2ºC por dia, sendo que o processo de fermentação se inicia quanto a mistura atinge os 30ºC.

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 continuo 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 19 - composição do biogás

Substância	Designação	Fração
CH4	Metano / gás natural	54.50%
H2S	Sulfureto de Hidrogénio	0.40%
CO2	Dióxido de Carbono	44.60%
N2	Azoto	0.50%
		100%

Tabela 20 – Substâncias presentes na UAB Abrigada, quantidades e localização

					18. Gases inflamáveis liquefeitos, categoria 1 ou 2 (incluindo GPL) e gás natural		*37. Sulfureto de hidrogénio*		*n/a*		*n/a*	
Substância	**Localização**	**V (m3)**	**Peso molar (g/mol)**	**Quantidade (ton)**	**%CH4**	**Quantidade (ton)**	**%H2S**	**Quantidade (ton)**	**%CO2**	**Quantidade (ton)**	**%N2**	**Quantidade (ton)**
biogás	DIG-101	1,843.00	28.60	2.0216	54.50%	1.1018	0.40%	0.0081	44.60%	0.9017	0.50%	0.0101
biogás	DIG-102	1,843.00	28.60	2.0216	54.50%	1.1018	0.40%	0.0081	44.60%	0.9017	0.50%	0.0101
biogás	DIG-103	2,262.00	28.60	2.4813	54.50%	1.3523	0.40%	0.0099	44.60%	1.1066	0.50%	0.0124
biogás	DIG-104	2,262.00	28.60	2.4813	54.50%	1.3523	0.40%	0.0099	44.60%	1.1066	0.50%	0.0124
biogás	Tubagens	13.30	28.60	0.0002	54.50%	0.0001	0.40%	0.0000	44.60%	0.0001	0.50%	0.0000
biometano	Tubagens	0.66	16.04	0.0051	99%	0.0050	0%	-	0%	-	0%	-
						4.91		**0.04**		**4.02**		**0.05**

Na Tabela 21 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.

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

Tabela 21 - Substâncias Perigosas - UAB Abrigada

Substância	Composição	Função	Classe de Perigo	Quantidade Estimada (t)	Localização em Planta	Descrição
Metano	**(CH_4)**	Produto	H220 (gases extremamente inflamáveis)	4.94	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	**(H_2S)**	Impureza presente no Biogás (pré-purificação)	H220 H280 H330 H400	0.04	Digestores DIG-101 DIG-102 DIG-103 DIG-104	Presente no biogás em quantidades insignificativas, não sendo armazenado.
Dióxido de Carbono	**(CO_2)**	Impureza presente no Biogás (separado durante purificação)	Sem classificação (na maioria das formas)	4.04	Módulos de Membranas MM-201	Libertado para a atmosfera; não perigoso
Azoto	**N_2**	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	**(H_2SO_4)**	Purificação do Ar	H314 (Corrosivo)	2	Biofiltro F-201	Tanque de parede dupla, biofiltro

Substância	Composição	Função	Classe de Perigo	Quantidade Estimada (t)	Localização em Planta	Descrição
Sulfato de Amónia (em solução)	**$(NH_4)_2SO_4$**	Precipitado após Purificação do Ar		3	Biofiltro F-201	Tanque de parede dupla, biofiltro
Carvão Ativado (filtros)		Remoção de H_2S/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.
Oxigénio Comprimido	**O_2**	Micro-aereação através de injeção de O_2 no digestor para redução de H_2S	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	**(H_2O_2)**	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	**$C_{12}H_{23}$**	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 22 - Elementos descritivos do processo de produção de biometano

Código	Designação
A4.1_PT_ABR_EQP_LIST	Lista de Equipamentos (inc. consumos elétricos e ruído)
A4.2_PT_ABR_VAV_LIST	Lista de Válvulas
A4.2_PT_ABR_IST_LIST	Lista de Instrumentação
A4.4_PT_ABR_HAZID	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 23 - 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 A4.2**.

4.2. Instrumentação e Controlo

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 controlo mista:

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

Tabela 24 - 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 receção 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 receção 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 Nm³/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
Analisador de Gás (CH_4, H_2S, O_2)	Estação de Bombagem, digestores primários, digestores secundários, purificação	ppm – %vol.	4–20 mA

A lista de instrumentação poderá ser consultada no **Anexo A4.3**.

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 A4.4**

.

5. Sistema de Controlo

5.1. Sistema de controlo distribuído

O sistema de controlo da unidade de produção de biometano será efetuado através de sistema de controlo 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)

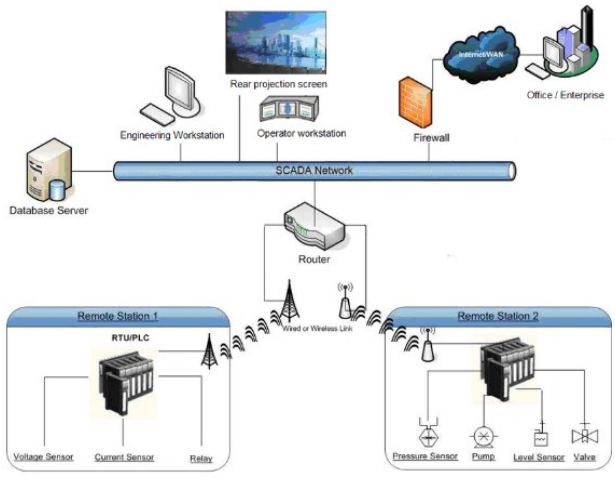


Figura 12 - Arquitetura do sistema

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.

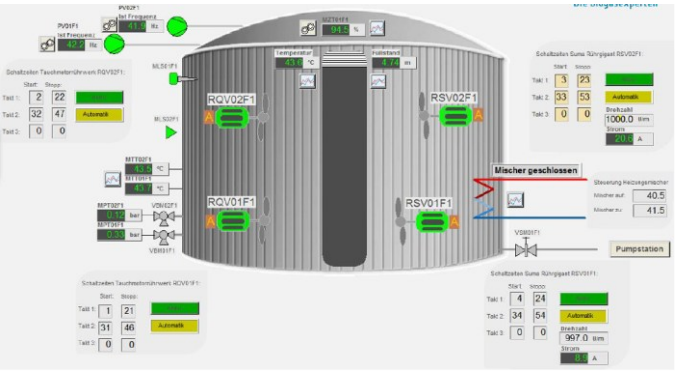


Figura 13 - Exemplo da interface de visualização

5.2. Sistema de telecomunicações

Os diferentes níveis do sistema de controlo irão comunicar entre si.

A comunicação entre o nível 0 e nível 1 poderá ser efetuada através de *modbus* ou *hardwire*. Entre o nível 1 e 2 a comunicação será efetuada através de fibra ótica de alta velocidade.

6. Sistema Elétrico

6.1. Alimentação elétrica

A alimentação elétrica da Unidade de Produção de Biometano será efetuada através da Rede Elétrica de Serviço Publico (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 (1600 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 **PT_ABR_P006_SLD**.

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 Gás da Terra 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.

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

Elétrodos 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 7.3 – Projeto de Águas Pluviais.

Os projetos relativos às redes de Drenagem de Efluentes Líquidos são apresentados em Anexo, de acordo com a Tabela 25 abaixo:

Tabela 25 - 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 26 abaixo:

Tabela 26 - 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 27 - Elementos relativos ao sistema de proteção contra incêndios da UAB Abrigada

Anexo	Designação
A9.1	Projeto de Segurança Contra Incêndio

9.2. Sistema de Deteção de Gás

O Sistema de Deteção 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 m^3, 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 m^2 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 CH_4).
- *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 dos 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 28 - 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 Abrigada.

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 29 - 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 conceção 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) Cl 1,00 Dmáx 25 S3
- Betão estrutural: NP EN 206-1: C30/37 XC2 (P) Cl 0,40 Dmáx 25 S3

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

Tabela 30 - 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 31.

Tabela 31 - 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 14 - 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 biofiltro que previne a emissão de odores.



Figura 15 - Exemplo de biofiltro

O ar tratado que passa através dos meios filtrantes do biofiltro 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. Melhoramento 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 32 - Elementos relativos ao melhoramento do acesso à UAB Abrigada

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

14. Estaleiro e Obra

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

Etapa 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 parqueamento 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_P05_Estaleiro**, em anexo.

Etapa 2 – Preparação do Terreno e movimentações de terra

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

- **Limpeza e desmatação** 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.

Etapa 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						
Ensaios, 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**

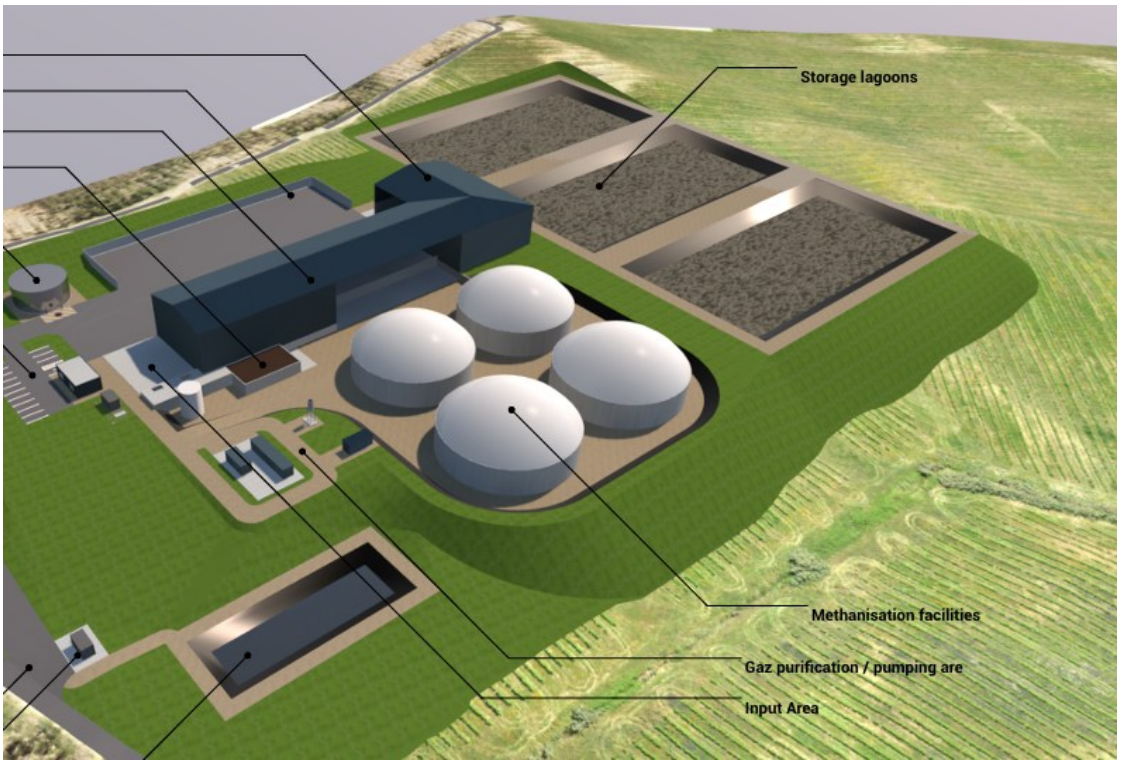
Material	Quantidade	Un.	Capacidade de Transporte	# Transportes
Betão	9040	m^3	8	1130
Aço (em varão)	600	ton.	25	24
Inertes (agregados e areia)	17 000	ton.	20	860
Cimento	2 850	ton.	25	113
Membrana PEAD	25 000	m^2	500	50
Água (para construção)	5 000	m^3	20	250
Estruturas de Aço e cofragens	5 000	m^2	500	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

Categoria	FTE	horas/FTE	Total de horas
Trabalhador Qualificado - Const. Cívil	12	1 800	21 600
Técnico de Mecânica	10	1 200	12 000
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.



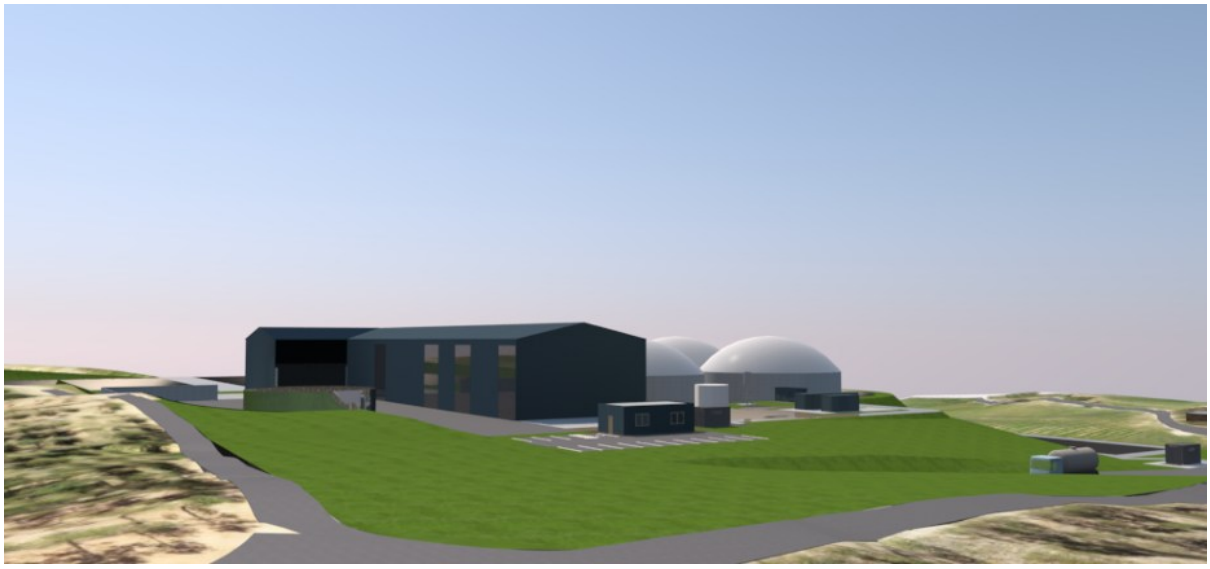


Figura 16 - Modelo 3D - UAB Abrigada

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 um Estação de Mistura e Injeção (EMI) e respetivo sistema de análise e controlo, 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 33 - 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)	65
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 impacte 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**, 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 17.

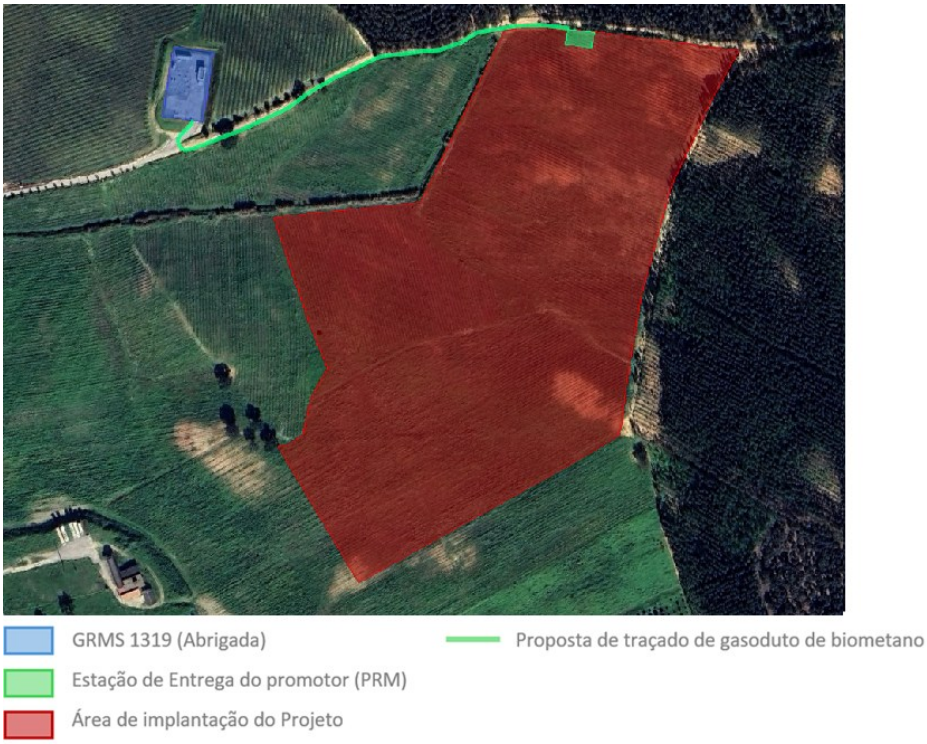


Figura 17 - Proposta do traçado do gasoduto de biometano para injeção na GRMS 1319 da Abrigada

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.

Anexos

Capítulo	Anexo	Designação	Classificação
2. Descrição Geral do Projeto	**A2**	Descrição Geral	CONFIDENCIAL
3. Processo de Produção do Biometano	**A3**	Processo Industrial	CONFIDENCIAL
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	

Assinado por: **Marisa Isabel Candeias Martins Baia**
Num. de identificação: 12808444
Data: 2025.02.04 18:57:19 +00'00'

LEGENDA

UNIDADE DE PRODUÇÃO DE BIOMETANO - ABRIGADA

Rev.	Data	Descrição das alterações	Aprov.
00	12-12-24	EMISSÃO INICIAL	MIS

QUADRANTE
www.qd-eng.com

Cliente

GÁS DA TERRA

PROJETO

CENTRAL DE BIOMETANO EM ABRIGADA

Fase

REGISTO PRÉVIO

Designação

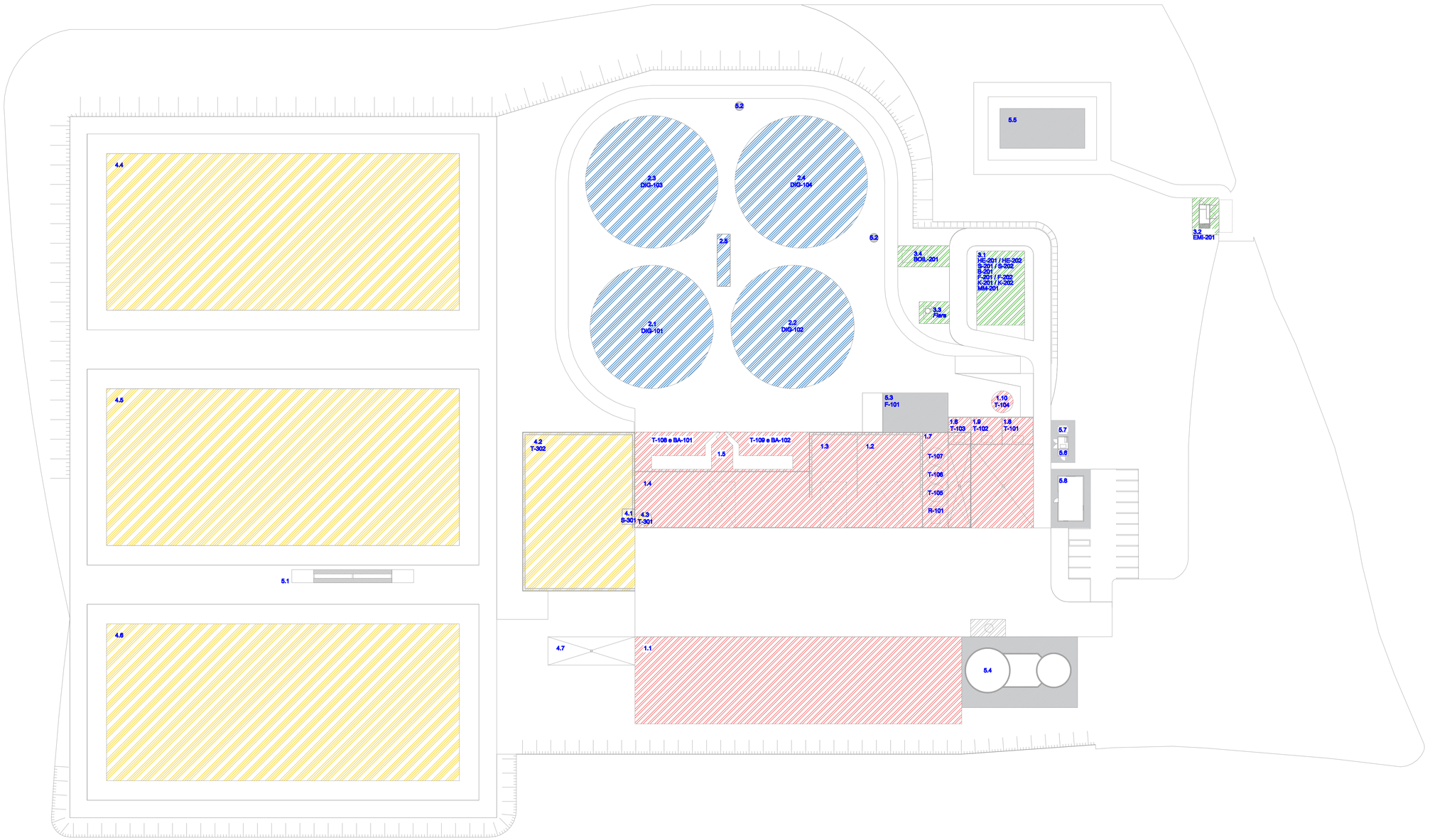
PLANTA GERAL DE LOCALIZAÇÃO

Escalas :	1:25.000	Projetou:	APB
Data :	12-12-2024	Desenhou :	LGF
Processo :	T2024-585-01	Verificou :	TQC
Ficheiro :	T2024-585-01-LC-MEC-DRW-101_00.dwg	Aprovou :	MIS

Desenho Nº: **LC-MEC-DRW-101** Revisão: **00**

Este desenho é propriedade do GRUPO QUADRANTE, não podendo ser utilizado ou reproduzido no todo ou em parte, ou comunicado a terceiros, sem a sua expressa autorização. Este desenho só é válido para construção depois de devidamente assinado.

A1



NOTAS

1	**RECEÇÃO E ARMAZENAMENTO DE MATÉRIAS-PRIMAS**
1.1	Silo de Resíduos Orgânicos Vegetais
1.2	Receção e Armazenamento de SPA sólido (aves)
1.3	Receção e Armazenamento de SPA sólido (bovinos)
1.4	Área de Processamento de Matéria Sólida
1.5	Alimentadores (feeders) - Matéria Sólida
1.6	Receção e Armazenamento de SPA a higienizar
1.7	Higienização de SPA (redução e tratamento térmico)
1.8	Receção e Armazenamento de Chorumes (SPA Líquido)
1.9	Receção e Armazenamento de Chorumes (SPA Líquido) e Polpas
1.10	Receção e Armazenamento de Óleos e Gorduras
2	**DIGESTÃO ANAERÓBIA E PRODUÇÃO DE BIOGÁS**
2.1	Digestor Primário 1
2.2	Digestor Primário 2
2.3	Digestor Secundário 1
2.4	Digestor Secundário 2
2.5	Área de Gestão Técnica e Controlo da Produção
3	**GESTÃO DE BIOGÁS E BIOMETANO**
3.1	Purificação do biogás (upgrading)
3.2	Estação de Mistura e Injeção (EMI)
3.3	Tocha (Flare)
3.4	Caldeira de Biogás
4	**GESTÃO DE DIGERIDO**
4.1	Separação de Fases
4.2	Armazenamento Digerido Sólido
4.3	Tanque de transferência de Digerido Líquido
4.4	Lagoas de Armazenamento de Digerido Líquido
4.5	Lagoas de Armazenamento de Digerido Líquido
4.6	Lagoas de Armazenamento de Digerido Líquido
4.7	Recolha de Digerido Líquido (saída)
5	**EQUIPAMENTOS AUXILIARES**
5.1	Balança
5.2	Fossa de Condensados
5.3	Biofiltro
5.4	Tanque de Armazenamento de Água de Combate a Incêndio
5.5	Bacia de Retenção de Águas Pluviais
5.6	Transformador de Potência
5.7	Gerador
5.8	Escritório

REV:	DESCRIÇÃO:	POR:	DATA:
00	BASE	JRM	12.05

GÁS DA TERRA
Sociedade de Reconversão de Resíduos Agrícolas em Energia, Lda.
NIP: 516 801 139

CLIENTE: GÁS DA TERRA

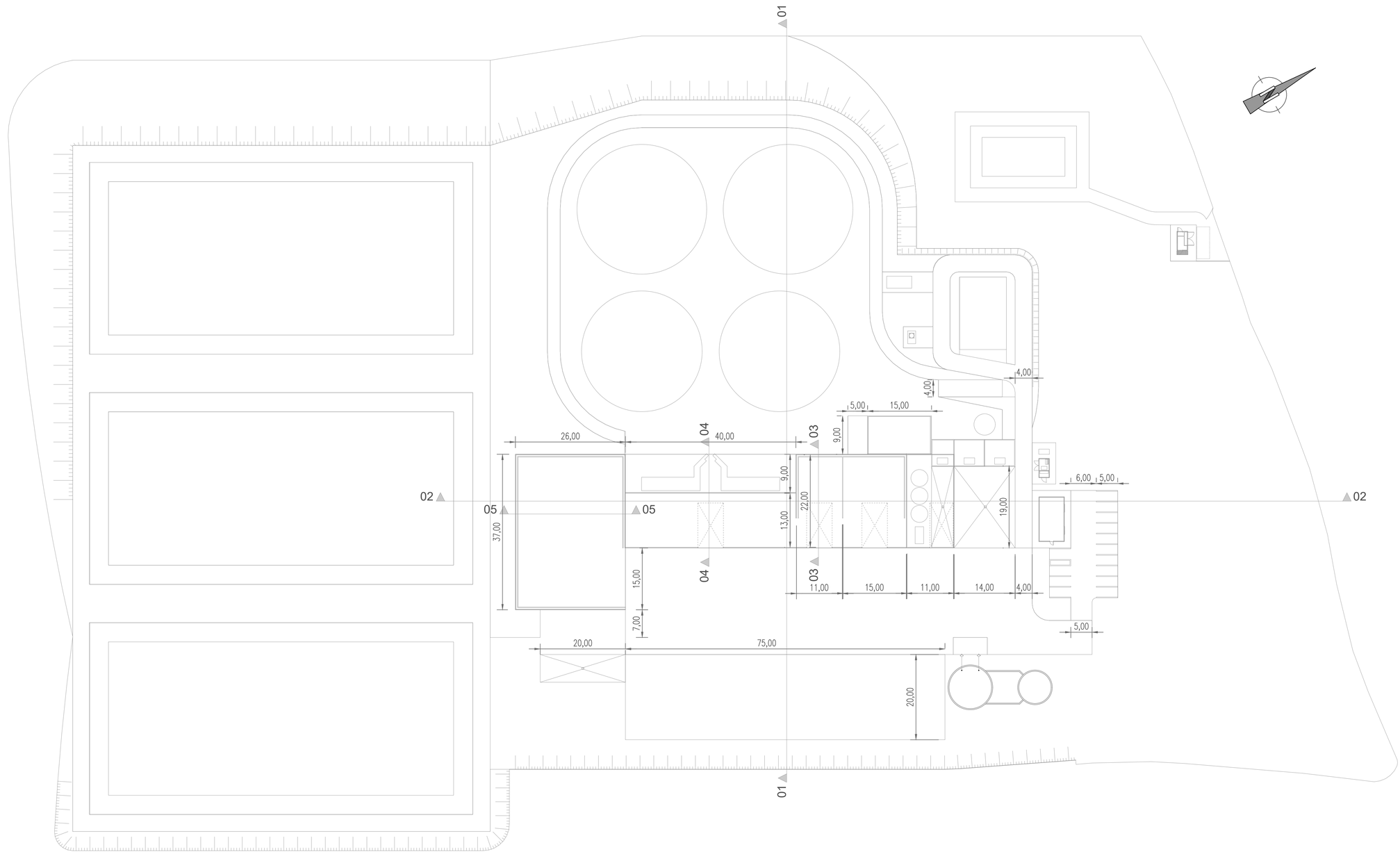
DESENHO: IMPLANTAÇÃO GERAL
Áreas de Processo

FASE: PROJETO

PROJETO: UAB ABRIGADA

ESCALA:	DATA:	RESP:	VER:
1:500	12.05.25		JRM

PROJETO:	DESENHO:	REV:
PT_ABR	PT_ABR_P01	



PLANTA
ESCALA 1:500

NOTAS

1. AS DIMENSÕES E ELEVAÇÕES APRESENTADAS ESTÃO EM METROS. / DIMENSIONS AND ELEVATIONS ARE PRESENTED IN METERS.

Rev.	Data	Descrição das alterações	Aprov.
01	18-12-25	ATUALIZAÇÃO	JM
00	12-12-24	EMISSÃO INICIAL	MIS

Cliente

GÁS DA TERRA

Projeto

CENTRAL DE BIOMETANO
EM ABRIGADA

Fase

LICENCIAMENTO

Designação

PLANTA E CORTES

Escalas	INDICADAS	Projetou	
Data	18-12-2025	Desenhou	
Processo		Verificou	
Ficheiro	T2024-585-01-LC-MEC-DRW-103_00 - vDEZ25.dwg	Aprovou	

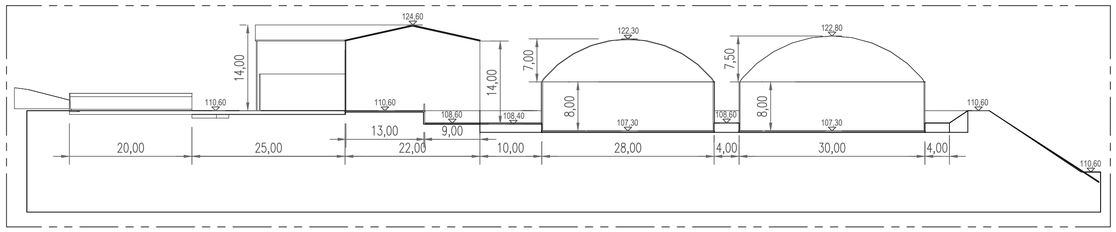
Desenho

LC-MEC-DRW-103

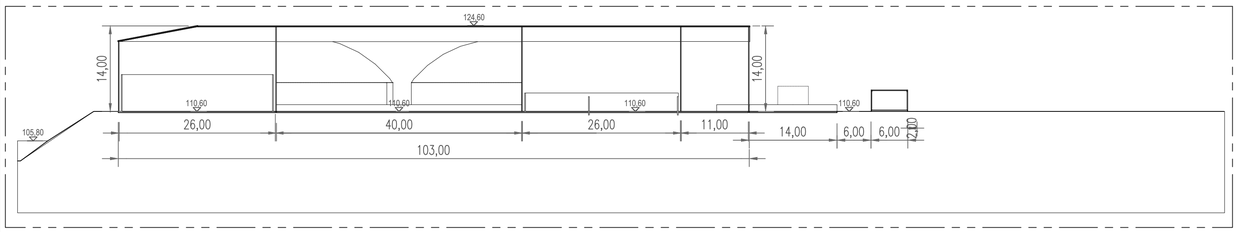
Folha 01/02

Revisão 01

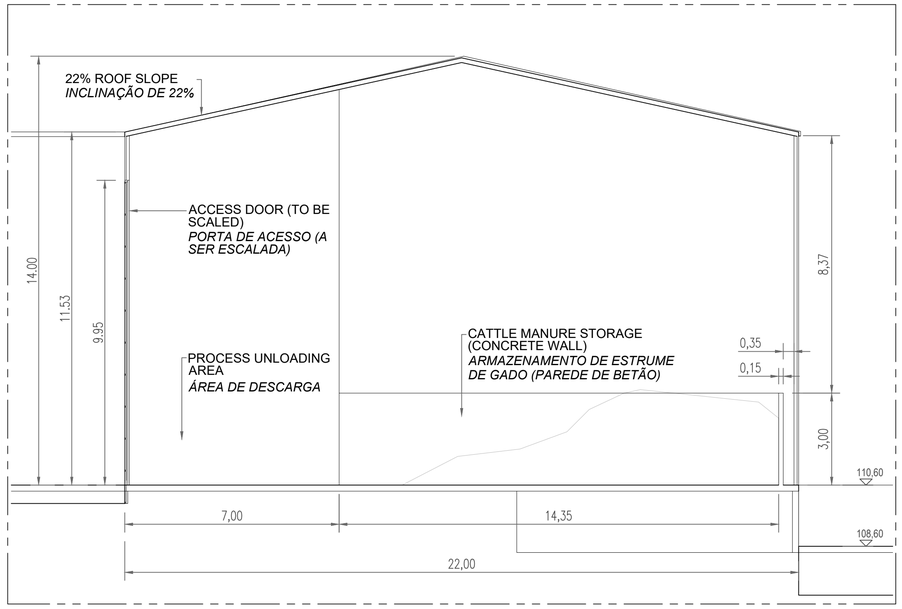
A1



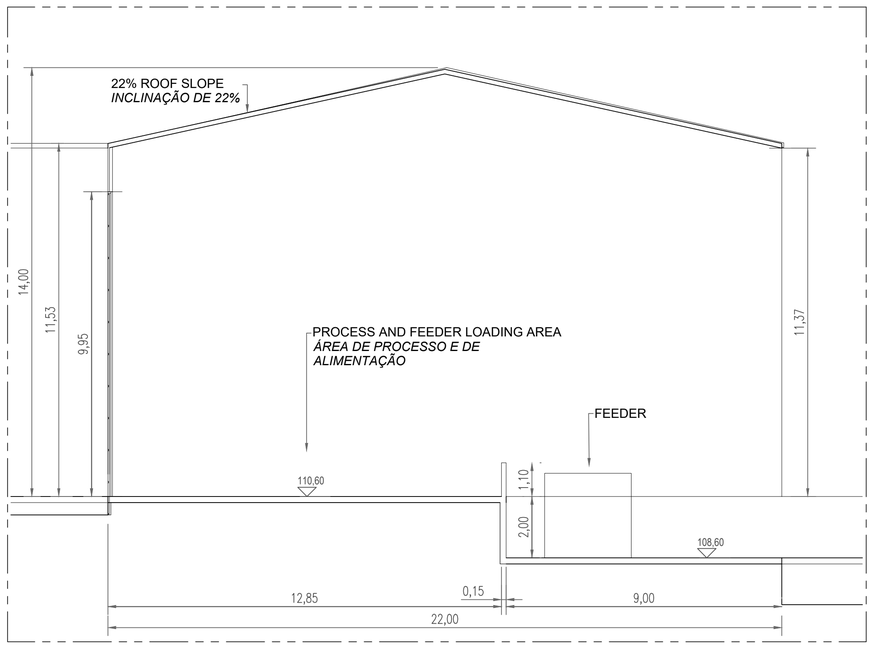
CORTE 01
ESCALA 1:500



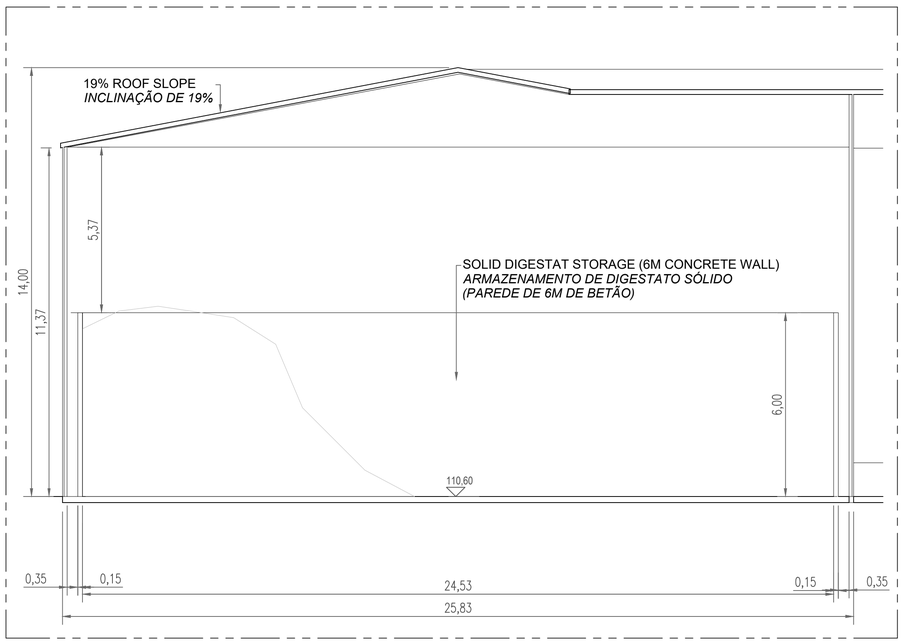
CORTE 02
ESCALA 1:500



CORTE 03
ESCALA 1:100



CORTE 04
ESCALA 1:100



CORTE 05
ESCALA 1:100

NOTAS

1. AS DIMENSÕES E ELEVAÇÕES APRESENTADAS ESTÃO EM METROS. / DIMENSIONS AND ELEVATIONS ARE PRESENTED IN METERS.

Rev.	Data	Descrição das alterações	Aprov.
01	18-12-25	ATUALIZAÇÃO	JM
00	12-12-24	EMISSÃO INICIAL	MIS

Cliente

GÁS DA TERRA

Projeto

CENTRAL DE BIOMETANO EM ABRIGADA

Fase

LICENCIAMENTO

Designação

PLANTA E CORTES

Escalas	INDICADAS	Projetou	
Data	12-12-2024	Desenhou	
Processo		Verificou	
Ficheiro	T2024-585-01-LC-MEC-DRW-103_00 - vDEZ25.dwg	Aprovou	

Desenho

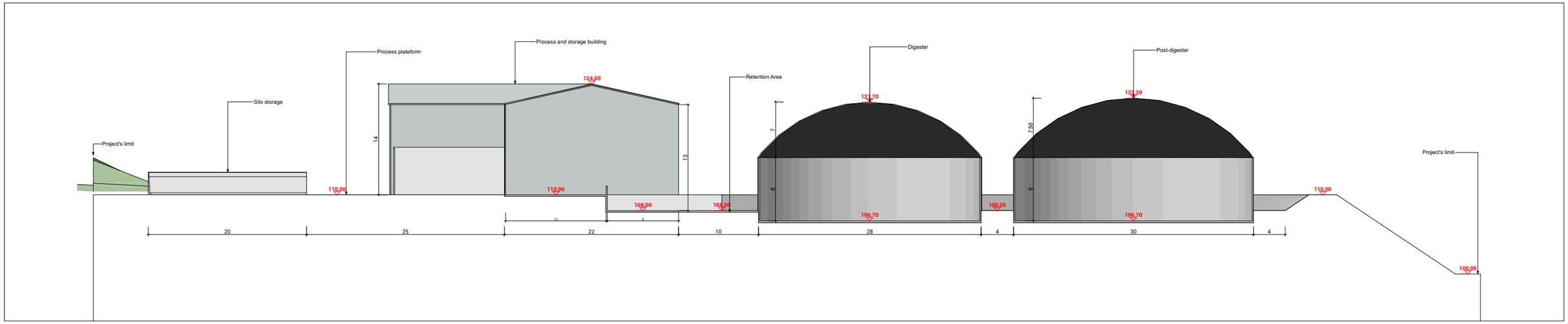
LC-MEC-DRW-103

Folha 02/02

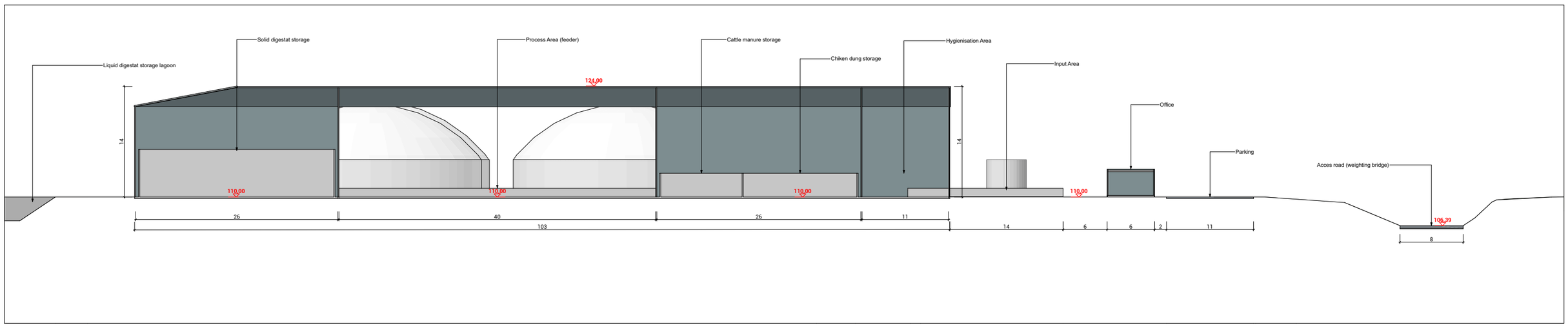
Revisão 01

A1

GPC ENVIRONNEMENT	TITLE: **SWING ABRIGADA METHANISATION**	PLAN ID: **GENERAL SECTIONS**	LOCATION: **ABRIGADA LISBONNE (PT)**	DRAWN BY: M.TERRISSE	SCALE: 1:500	PHASE: ESQ	Plan N°: 8
				SUPERVISED BY: B.DOMIN	FORMAT: A3		VERS: D
				NOTE: -	DATE: 08/11/2024		

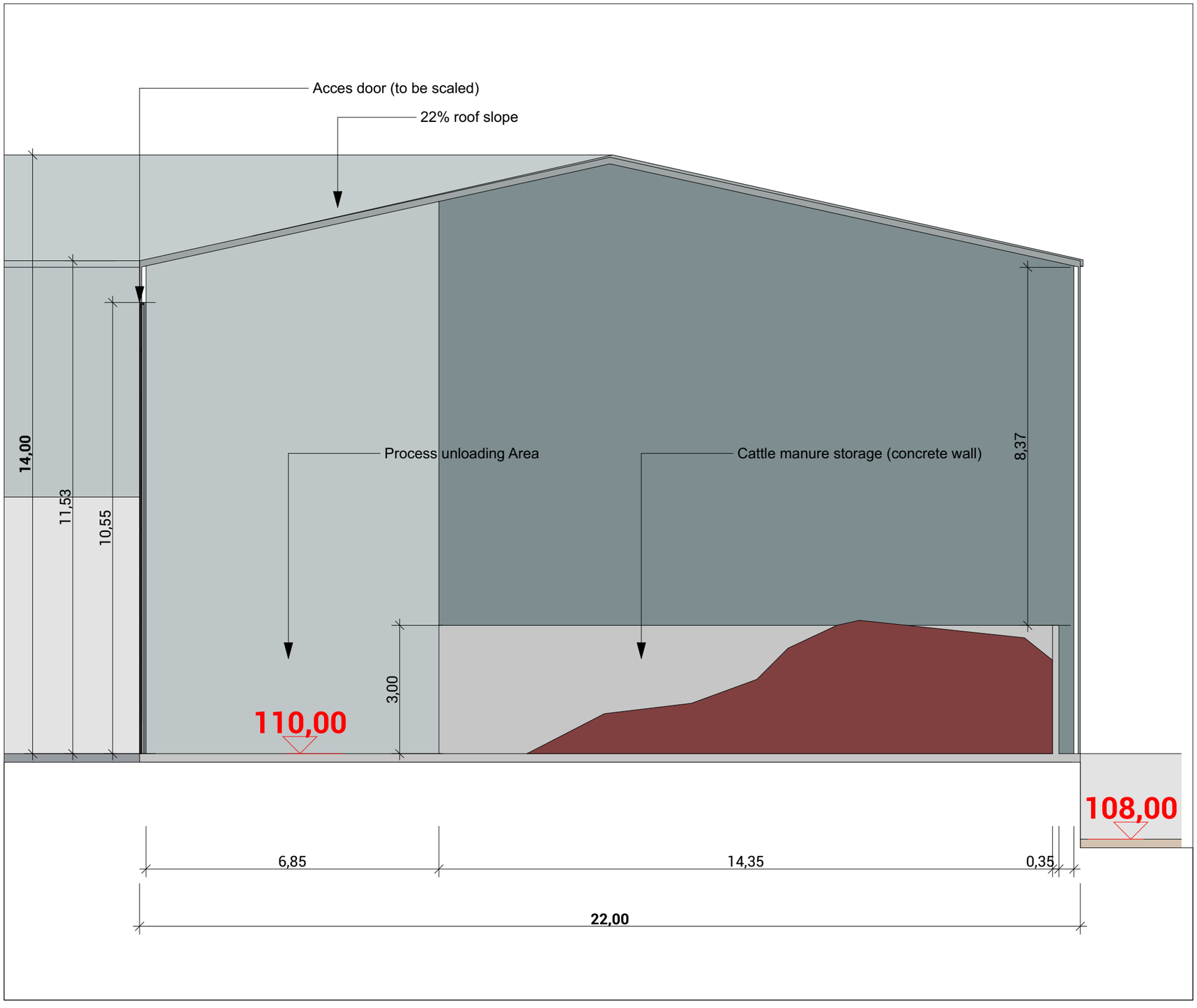


01 **GENERAL SECTION** **1:500**



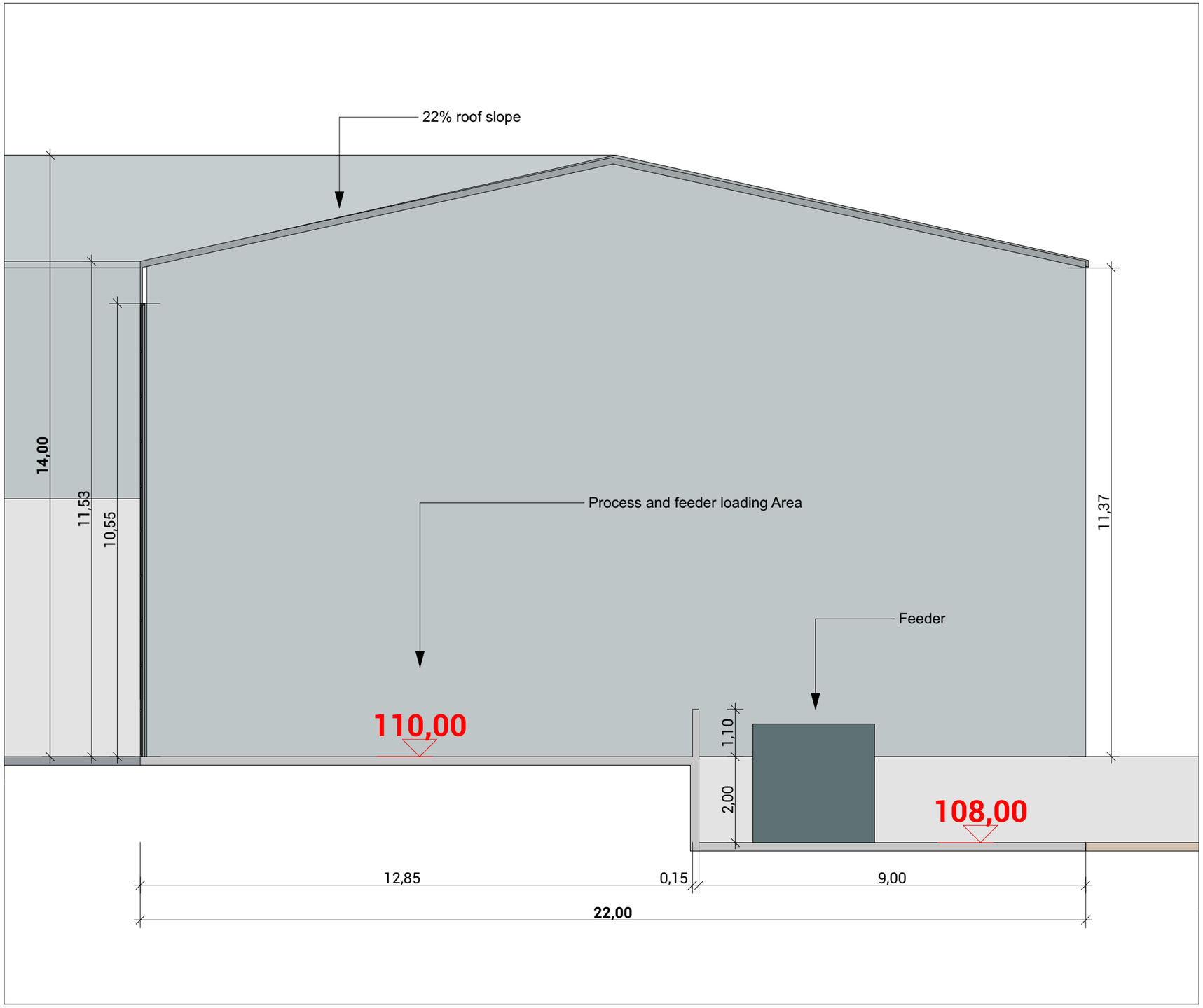
02 **GENERAL SECTION** **1:500**

GPC ENVIRONNEMENT	TITLE: **SWING ABRIGADA METHANISATION**	PLAN ID: **BUILDING SECTION - Storage Area**	LOCATION: **ABRIGADA LISBONNE (PT)**	DRAWN BY: M.TERRISSE	SCALE: 1:100	PHASE: ESQ	Plan N°: 9
				SUPERVISED BY: B.DOMIN	FORMAT: A3		VERS: D
				NOTE: -	DATE: 08/11/2024		



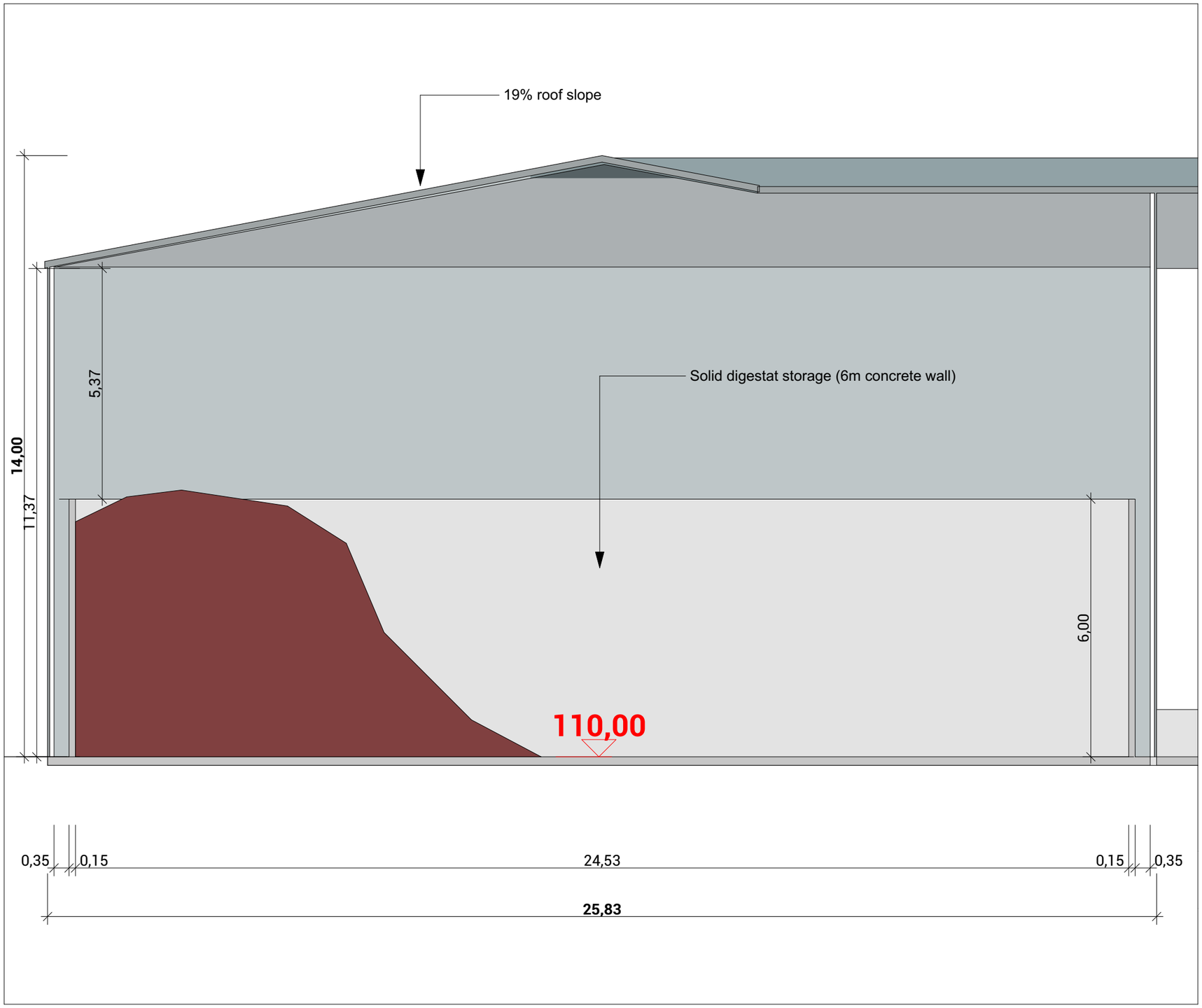
03 **BUILDING SECTION - storage Area** **1:100**

GPC ENVIRONNEMENT	TITLE: **SWING ABRIGADA METHANISATION**	PLAN ID: **BUILDING SECTION - Process Area**	LOCATION: **ABRIGADA LISBONNE (PT)**	DRAWN BY: M.TERRISSE	SCALE: 1:100	PHASE: ESQ	Plan N°: 10	
				SUPERVISED BY: B.DOMIN	FORMAT: A3		VERS: D	
				NOTE: -	DATE: 08/11/2024			



04 **BUILDING SECTION - Process Area** **1:100**

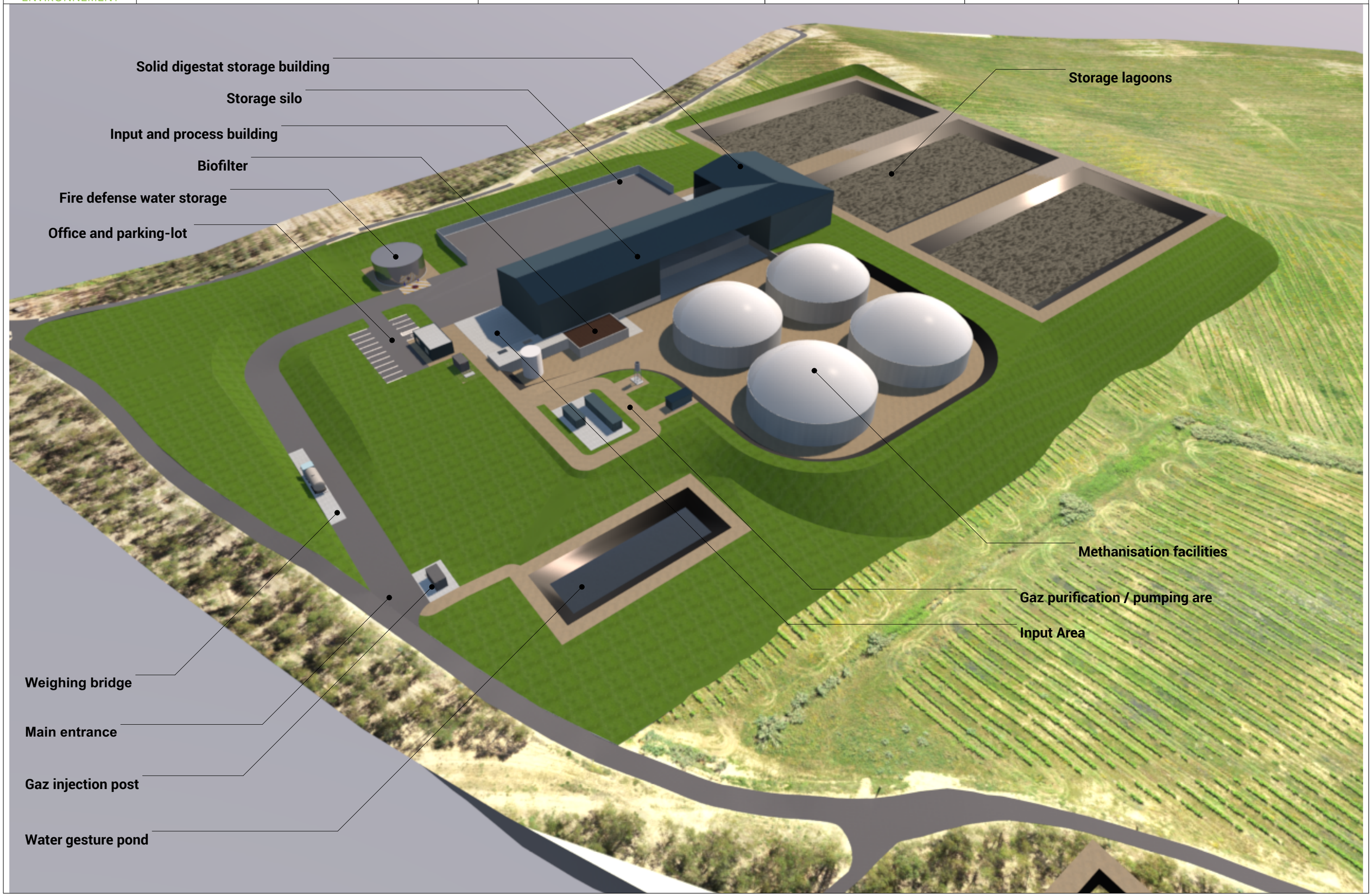
GPC ENVIRONNEMENT	TITLE **SWING ABRIGADA METHANISATION**	PLAN ID **BUILDING SECTION - Solid digestat storage Area**	LOCATION **ABRIGADA LISBONNE (PT)**	DRAWN BY : M.TERRISSE	SCALE : 1:100	PHASE ESQ	Plan N° 11
				SUPERVISED BY : B.DOMIN	FORMAT : A3		VERS D
				NOTE : -	DATE : 08/11/2024		



05 **BUILDING SECTION - Solid digestat storage Area** **1:100**

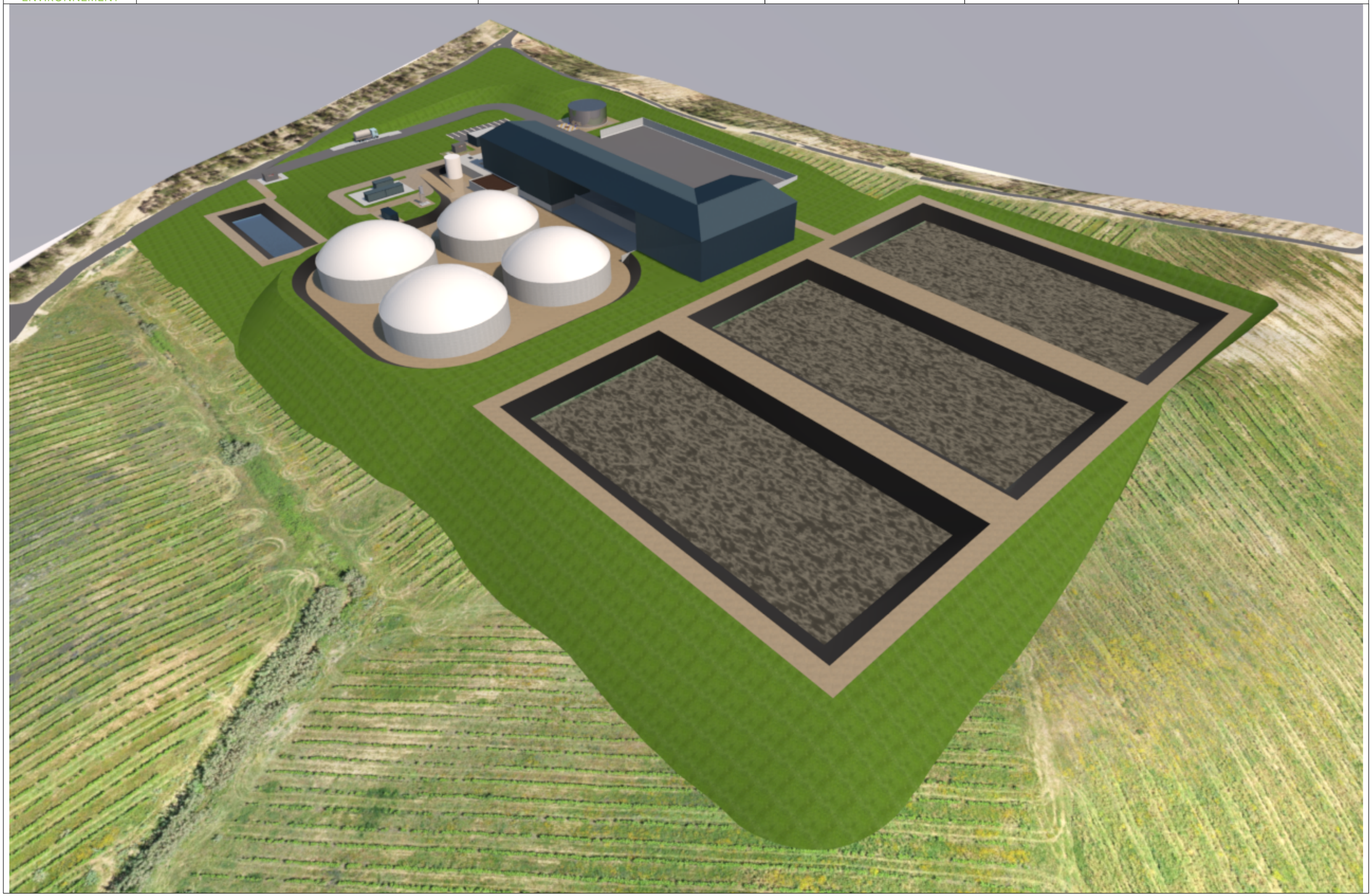
GPC ENVIRONNEMENT

TITLE	PLAN ID	LOCATION	DRAWN BY :	SCALE :	PHASE	Plan N°
SWING ABRIGADA METHANISATION	**3D Project overview**	**ABRIGADA LISBONNE (PT)**	M.TERRISSE	From the drawing	ESQ	2
			SUPERVISED BY : B.DOMIN	FORMAT : **A3**		VERS D
			NOTE :	DATE : 08/11/2024		

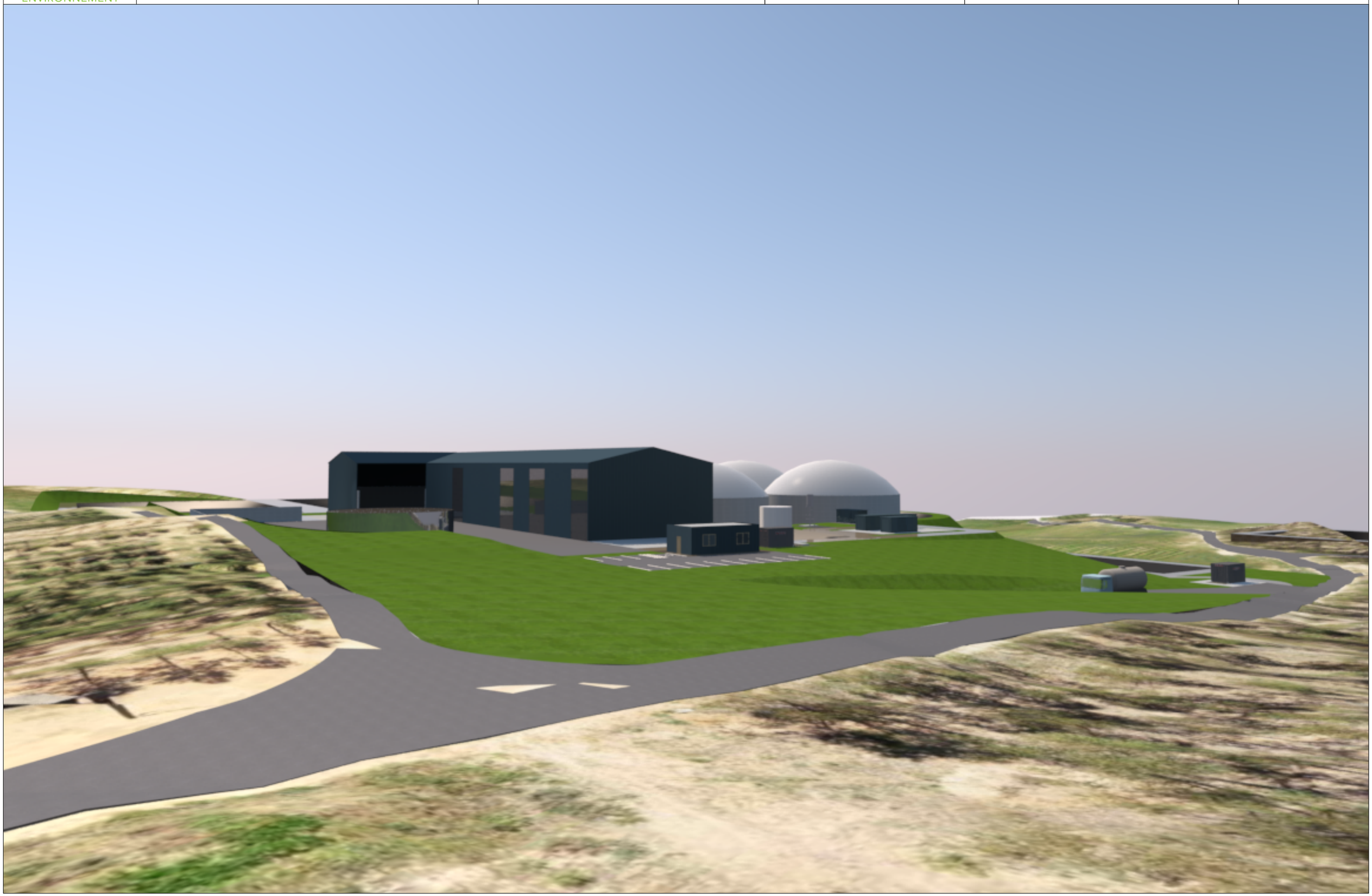


GPC ENVIRONNEMENT

TITLE: **SWING ABRIGADA METHANISATION**	PLAN ID: **3D model view (lagoons)**	LOCATION: **ABRIGADA LISBONNE (PT)**	DRAWN BY: M.TERRISSE	SCALE: From the drawing	PHASE: ESQ
			SUPERVISED BY: B.DOMIN	FORMAT: A3	Plan N°: 12
			NOTE:	DATE: 08/11/2024	VERS: D



GPC ENVIRONNEMENT	TITLE **SWING ABRIGADA METHANISATION**	PLAN ID **3D model view (from the top of the hill)**	LOCATION **ABRIGADA LISBONNE (PT)**	DRAWN BY : M.TERRISSE	SCALE : From the drawing	PHASE ESQ	Plan N° 14
				SUPERVISED BY : B.DOMIN	FORMAT : **A3**		VERS D
				NOTE :	DATE : 08/11/2024		



Anexos

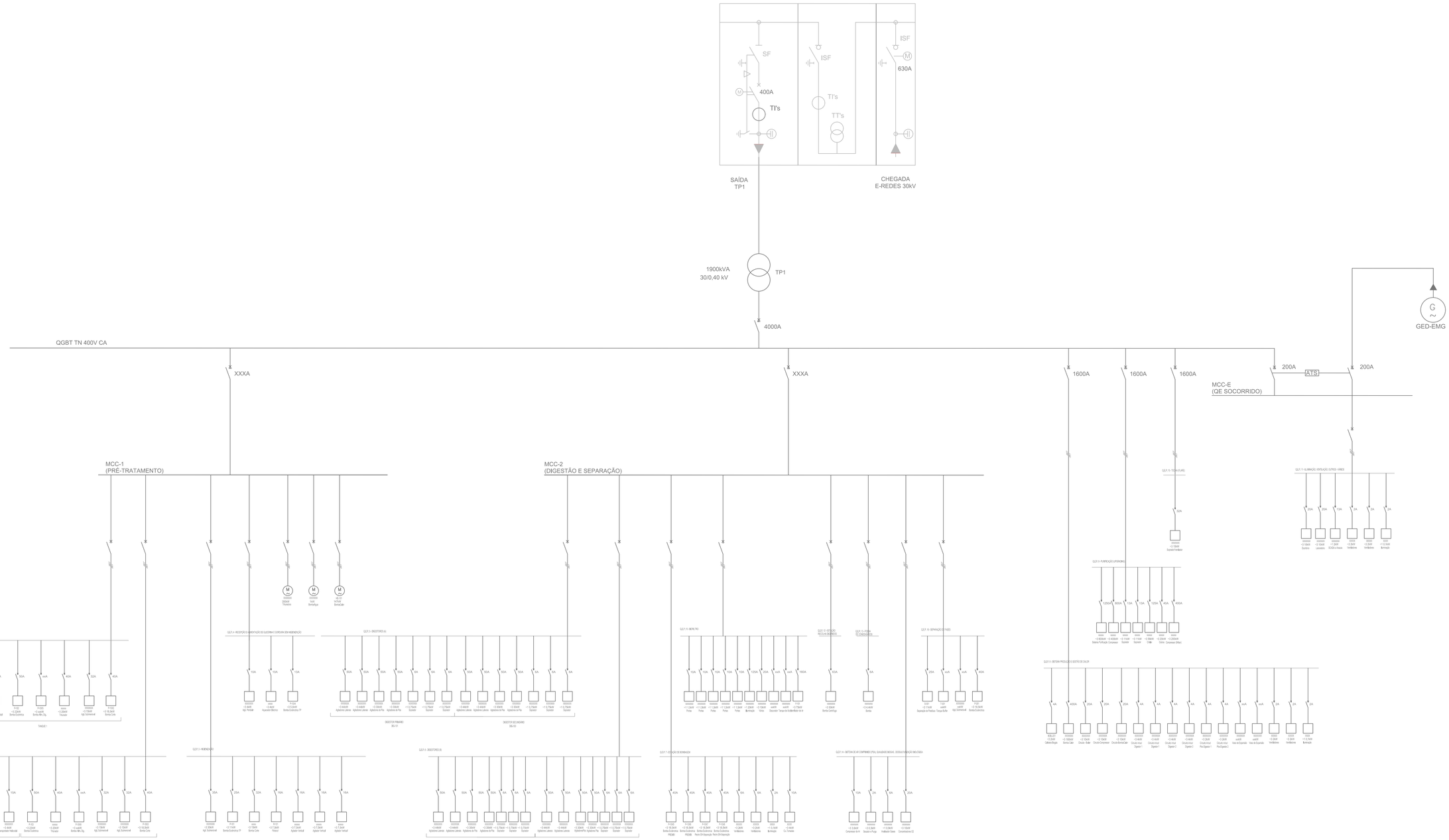
Capítulo	Anexo	Designação	Classificação
2. Descrição Geral do Projeto	**A2**	Descrição Geral	CONFIDENCIAL
3. Processo de Produção do Biometano	**A3**	Processo Industrial	CONFIDENCIAL
4. Elementos Complementares – Processo Industrial	**A4**	Elementos Complementares	CONFIDENCIAL
6. Sistema Elétrico	**A6**	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	

Anexos

Capítulo	Anexo	Designação	Classificação
2. Descrição Geral do Projeto	**A2**	Descrição Geral	CONFIDENCIAL
3. Processo de Produção do Biometano	**A3**	Processo Industrial	CONFIDENCIAL
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	

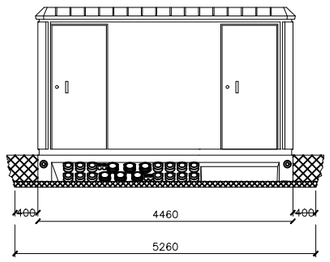
Anexos

Capítulo	Anexo	Designação	Classificação
2. Descrição Geral do Projeto	**A2**	Descrição Geral	CONFIDENCIAL
3. Processo de Produção do Biometano	**A3**	Processo Industrial	CONFIDENCIAL
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	

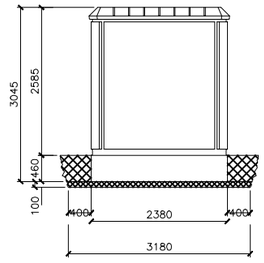

SF
400A
TI's
ISF
TI's
TT's
ISF
630A
SAÍDA
TP1
CHEGADA
E-REDES 30kV
1900kVA
30/0,40 kV
TP1
4000A
GED-EMG
QGBT TN 400V CA
XXXA
XXXA
1600A
1600A
1600A
200A
ATS
200A
MCC-E
(QE SOCORRIDO)
MCC-1
(PRÉ-TRATAMENTO)
MCC-2
(DIGESTÃO E SEPARAÇÃO)
Q.F.1 - ALIMENTAÇÃO DE EQUIPAMENTOS (QE SOCORRIDO)
Q.F.2 - ALIMENTAÇÃO DE EQUIPAMENTOS (QE NORMAL)
Q.F.3 - AQUECIMENTO
Q.F.4 - RECEPÇÃO E ALIMENTAÇÃO DE EQUIPAMENTOS (QE NORMAL)
Q.F.5 - DIGESTORES (A)
Q.F.6 - DIGESTORES (B)
Q.F.7 - EXTRUSÃO DE BIOMASSA
Q.F.8 - DESTINADO AO COMPRIMIDO (PEL. EXTRUSÃO MODUL. DESIDRATAÇÃO MOLDAGEM)
Q.F.9 - DESTINADO AO COMPRIMIDO (PEL. EXTRUSÃO MODUL. DESIDRATAÇÃO MOLDAGEM)
Q.F.10 - BOMBAGEM
Q.F.11 - EXTRUSÃO
RECOLHA DE BIOMASSA
Q.F.12 - PRÉ-TRATAMENTO
Q.F.13 - SECAGEM
Q.F.14 - SEPARAÇÃO DE FIBRAS
Q.F.15 - PURIFICAÇÃO (OPCIONAL)
Q.F.16 - ILUMINAÇÃO, VENTILAÇÃO, OUTROS - ANEXO
Q.F.17 - SISTEMA PRODUÇÃO E DISTRITO DE CALOR
Q.F.18 - ILUMINAÇÃO, VENTILAÇÃO, OUTROS - EXTERIOR
Q.F.19 - ILUMINAÇÃO, VENTILAÇÃO, OUTROS - EXTERIOR
ALIMENTAÇÃO QE EQUIPAMENTOS 1
ALIMENTAÇÃO QE EQUIPAMENTOS 2
TANQUE 1
DIGESTOR PRIMÁRIO
DIG-101
DIGESTOR SECUNDÁRIO
DIG-102
DIGESTOR PRIMÁRIO
DIG-103
DIGESTOR SECUNDÁRIO
DIG-104

POSTO DE SECCIONAMENTO E-REDES E CONTAGEM CLIENTE

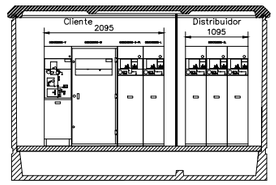
ALÇADO PRINCIPAL



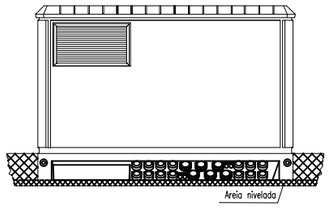
ALÇADO LATERAL ESQUERDO



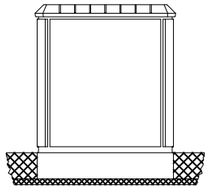
CORTE



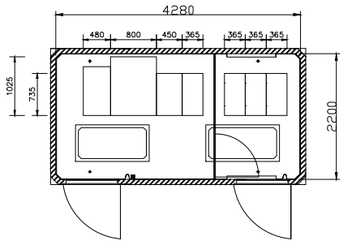
ALÇADO POSTERIOR



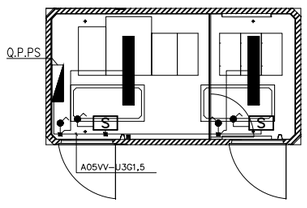
ALÇADO LATERAL DIREITO



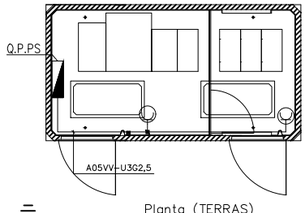
PLANTA



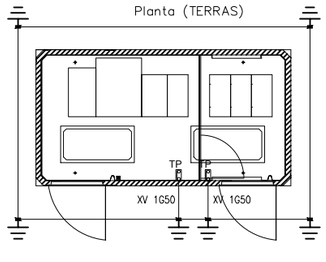
Planta (ILUMINAÇÃO)



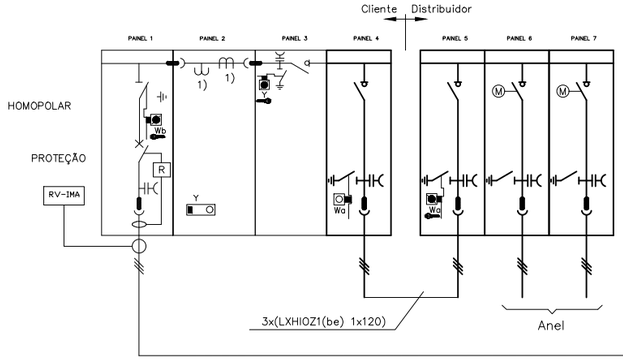
Planta (TOMADAS)



Planta (TERRAS)

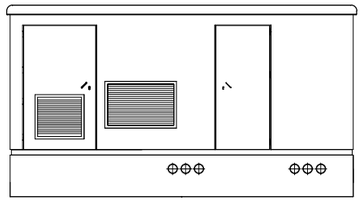


Esquema Unifilar PSC

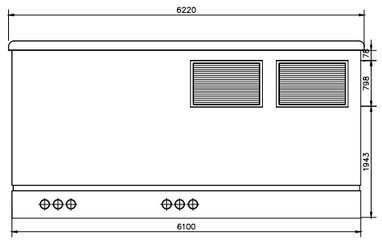


POSTO DE TRANSFORMAÇÃO CLIENTE PT1

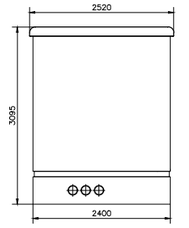
ALÇADO PRINCIPAL



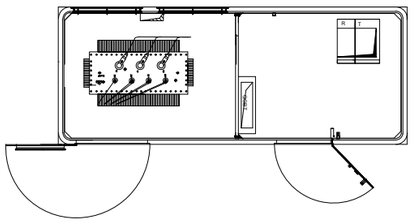
ALÇADO POSTERIOR



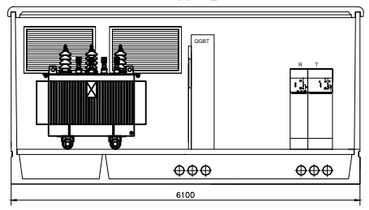
ALÇADO LATERAL ESQUERDA



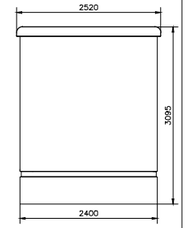
PLANTA



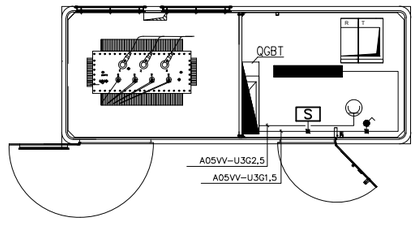
CORTE



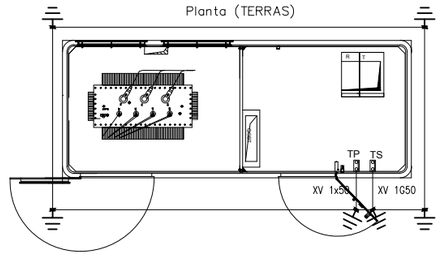
ALÇADO LATERAL DIREITO



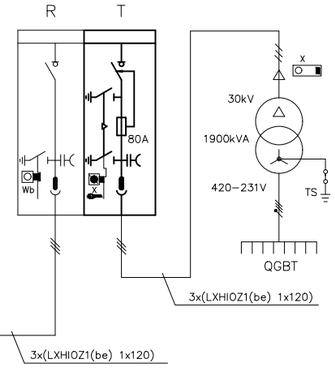
Planta (ILUMINAÇÃO/Tomadas)



Planta (TERRAS)



Esquema Unifilar PTC 1



Legenda dos encravamentos:

- Chave prisioneira (fechadura Ronis tipo EL11AP)
- Sem Chave (fechadura Ronis tipo EL11AP)
- Sem chave (fechadura Ronis tipo ELP1)

Nota:

1) – Fornecimento do Distribuidor

REVISÃO	DATA	TIPO	DESCRIÇÃO DAS REVISÕES

PROJECTO: Unidade de Produção de Biometano de Origem Renovável de Abrigada

LOCAL: Quinta das Marms, Abrigada, Alenquer

Proc. Interno n.º: | Substitui: | Desenho n.º:

PROJECTO DE: Ligação à Rede Eléctrica de Distribuição

FASE: Licenciamento

Designação: Posto de Seccionamento e Instalação MT

Escala: | Data: 28/07/2025 | RUBRICA:

GÁS DA TERRA
Zona Industrial de Pardino
7470-155 Santo Amaro SSL
Santo Amaro, Sousel
geral@gasdaterra.com
www.gasdaterra.com

Anexos

Capítulo	Anexo	Designação	Classificação
2. Descrição Geral do Projeto	**A2**	Descrição Geral	CONFIDENCIAL
3. Processo de Produção do Biometano	**A3**	Processo Industrial	CONFIDENCIAL
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	

GÁS DA TERRA

PROJETO BIOMETANO ABRIGADA

PROJETO

ÁGUAS RESIDUAIS DE PRODUÇÃO

UNIDADE DE PRODUÇÃO DE BIOMETANO DE ORIGEM RENOVÁVEL DE ABRIGADA

Lisboa, 08 de maio de 2025

GÁS DA TERRA

PROJETO BIOMETANO ABRIGADA

PROJETO

ÁGUAS RESIDUAIS DE PRODUÇÃO

UNIDADE DE PRODUÇÃO DE BIOMETANO DE ORIGEM RENOVÁVEL DE ABRIGADA

ÍNDICE GERAL

1 INTRODUÇÃO 2

2 DADOS DE BASE 2

3 CRITÉRIOS DE DIMENSIOMAMENTO 2

3.1.1 DIÂMETRO NOMINAL MÍNIMO....2
3.1.2 INCLINAÇÕES....2
3.1.3 VELOCIDADES....3
3.1.4 ALTURA DA LÂMINA LÍQUIDA....3
3.1.5 OUTROS REQUISITOS....3

GÁS DA TERRA

PROJETO BIOMETANO ABRIGADA

PROJETO

ÁGUAS RESIDUAIS DE PRODUÇÃO

UNIDADE DE PRODUÇÃO DE BIOMETANO DE ORIGEM RENOVÁVEL DE ABRIGADA

1 INTRODUÇÃO

Este documento constitui a memória descritiva e justificativa do projeto de drenagem e tratamento de águas residuais de produção produzidas no interior da Unidade de Produção de Biometano de Origem Renovável de Abrigada.

2 DADOS DE BASE

O efluente de produção origina-se no interior da UP após as lavagens do alimentador e dos edifícios de armazenamento.

Para dimensionamento dos coletores considerou-se que o efluente de lavagem é de 5 m^3/dia (0,06 l/s). Adicionalmente, inclui-se no dimensionamento deste sistema os caudais pluviais drenados para a grelha do silo de armazenamento de "cascas de tomate/resíduos vegetais": 48 l/s (este cálculo tem por base os mesmos pressupostos considerados no dimensionamento do sistema pluvial).

3 CRITÉRIOS DE DIMENSIOMAMENTO

Neste capítulo procede-se à definição dos critérios gerais que serviram de base de dimensionamento do conjunto de obras constituintes dos sistemas de drenagem a projetar .

3.1.1 DIÂMETRO NOMINAL MÍNIMO

O diâmetro nominal mínimo admitido nas águas residuais é de 200 mm.

3.1.2 INCLINAÇÕES

As inclinações dos coletores não deverão ser, em princípio, nem superiores a 15% nem inferiores a 0,30%.

3.1.3 VELOCIDADES

Para assegurar o perfeito funcionamento dos órgãos de transporte de águas residuais domésticas as velocidades de escoamento deverão ser limitadas. Assim, a velocidade mínima de escoamento será de 0,60 m/s de acordo com o Artigo 133º do Decreto Regulamentar nº 23/95. Relativamente à velocidade máxima, esta está limitada a 3,00 m/s nos coletores domésticos e 5 m/s nos coletores unitários para o caudal do ano horizonte de projeto. Em situações excecionais, devidamente justificadas, estes valores poderão não ser garantidos.

Uma vez que o volume do efluente de produção decorrente de lavagens é bastante reduzido, de forma a evitar potenciais obstruções, deverá proceder-se de forma regular a limpezas dos coletores.

3.1.4 ALTURA DA LÂMINA LÍQUIDA

A altura máxima da lâmina líquida nos coletores de águas residuais domésticas para a situação de caudal de ponta no ano horizonte de projeto não deverá ultrapassar os seguintes limites:

1. Em coletores domésticos de diâmetro nominal inferior ou igual a 500 mm: *50% da sua altura*

2. Em coletores unitários, a altura da lâmina líquida, para a velocidade máxima, deve ser igual à altura total.

Os limites preconizados para a altura da lâmina líquida garantem condições adequadas de ventilação dos coletores que, em conjunto com o estabelecimento de velocidades de escoamento adequadas e outras disposições construtivas, permitirão o controlo da septicidade;

3.1.5 OUTROS REQUISITOS

1. Em termos de sequência de secções, não é admissível a redução da secção útil dos coletores de montante para jusante;

2. O afastamento máximo das câmaras de visita será de 60 m, ou, aumentada conforme definido no nº 2 do Artigo 155º do Decreto Regulamentar nº 23/95, em função dos meios de limpeza que se vierem a disponibilizar e utilizar;

3. Por forma a garantir a continuidade da veia líquida nas alterações de diâmetro deverá existir sempre concordância da geratriz superior interior dos coletores.

Para o dimensionamento dos coletores considerar-se-á que o escoamento se processa em regime uniforme, sendo aplicável a fórmula de Manning-Strickler.

Esta fórmula relaciona o caudal com as características geométricas da secção de vazão, rugosidade da tubagem e ainda a perda de carga unitária, e é representada por:

$$Q = K\,S\,R^{2/3}\,i^{1/2}$$

em que:

Q - Caudal (m³/s)

K - Coeficiente de Strickler (PVC corrugado - 125 $m^{1/3}\,s^{-1}$; Aço – 110 $m^{1/3}\,s^{-1}$)

S - Área líquida (m²)

R - Raio hidráulico (m)

i - Perda de carga unitária

GÁS DA TERRA

PROJETO BIOMETANO ABRIGADA

PROJETO

DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS

UNIDADE DE PRODUÇÃO DE BIOMETANO DE ORIGEM RENOVÁVEL DE ABRIGADA

Lisboa, 10 de abril de 2025

GÁS DA TERRA

PROJETO BIOMETANO ABRIGADA

PROJETO

DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS

UNIDADE DE PRODUÇÃO DE BIOMETANO DE ORIGEM RENOVÁVEL DE ABRIGADA

ÍNDICE GERAL

1 INTRODUÇÃO 2

2 CAUDAIS DE CÁLCULO 2

2.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS 2
2.2 OCUPAÇÃO DE SOLO 2
2.3 PERÍODO DE RETORNO 3
2.4 PRECIPITAÇÃO DE PROJETO 3
2.5 CÁLCULO DE CAUDAIS 4
2.5.1 FÓRMULA RACIONAL 4
2.5.2 MÉTODO DO HIDROGRAMA UNITÁRIO 5

3 DIMENSIONAMENTO DA REDE DE DRENAGEM 7

3.1 CRITÉRIOS DE DIMENSIONAMENTO 7
3.2 MATERIAL DOS COLETORES 8
3.3 ASSENTAMENTO DA TUBAGEM 8
3.4 CAIXAS DE VISITA 9

4 DIMENSIONAMENTO DA BACIA DE RETENÇÃO 9

GÁS DA TERRA

PROJETO BIOMETANO ABRIGADA

PROJETO

DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS

UNIDADE DE PRODUÇÃO DE BIOMETANO DE ORIGEM RENOVÁVEL DE ABRIGADA

1 INTRODUÇÃO

Este documento constitui a memória descritiva e justificativa do projeto de drenagem de águas pluviais captadas no interior da Unidade de Produção de Biometano de Origem Renovável de Abrigada.

O projeto contempla as infraestruturas de drenagem, superficiais (valas) e enterradas (redes de coletores) propostas no interior da UP, bem como as seguintes infraestruturas:

- Separador de hidrocarbonetos, que permita reter os primeiros 5 mm de precipitação de cada evento;
- Bacia de retenção que permita laminar os caudais de ponta, de modo a que o caudal descarregada na futura área a impermeabilizar não exceda os caudais gerados na situação de referência (pré-projeto).

2 CAUDAIS DE CÁLCULO

2.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

No âmbito do estudo dos sistemas hidráulicos, utilizaram-se as disposições e princípios enunciados no documento oficial:

- Decreto Regulamentar n.º 23/95 de 23 de Agosto e Decreto de Retificação n.º 153/95, de 30 de Novembro - Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e Drenagem de Águas Residuais.

2.2 OCUPAÇÃO DE SOLO

A área futuramente ocupada pela UP encontra-se atualmente naturalizada, totalmente coberta com vegetação de pequeno porte.

No projeto da UP são propostas as seguintes ocupações e respetivas áreas:

Tabela 2.1 – Ocupação de solo prevista no projeto da UP de Biometano de Abrigada

Tipo de ocupação	Área (m²)
Edifícios de exploração	2640
Escritório	63
Vias	3935
Zona de retenção	4195
Bacia tampão	362
Espaços verdes	18470
Áreas de circulação	4195
Total	**33860**

2.3 PERÍODO DE RETORNO

Os períodos de retorno considerados para o presente projeto são:

- 10 anos para o dimensionamento da rede de drenagem interna;
- 100 anos para o dimensionamento da bacia de retenção.

2.4 PRECIPITAÇÃO DE PROJETO

Para efeitos de projeto das redes de drenagem tradicional, a prática corrente corresponde à utilização das curvas de Intensidade-Duração-Frequência (IDF) definidas no Regulamento Geral de Distribuição de Água e Drenagem de Águas Residuais (Decreto Regulamentar n.º 23/95). No entanto, dadas as grandes implicações desta informação para efeitos do dimensionamento de órgãos de infiltração, considera-se relevante a determinação de precipitações mais exatas para área de projeto, pelo que se utilizaram as curvas IDF calculadas no documento "Análise de Fenómenos extremos de Precipitação Intensas em Portugal Continental" (BRANDÃO et al, 2001).

A curva IDF mais próxima do local de estudo no referido documento é a de São Julião do Tojal, que assumem a seguinte formulação:

- T=10 anos, duração inferior a 30 minutos: $i = 284{,}64\, t^{-0{,}561}$
- T=10 anos, duração entre 0,5 e 6 horas: $i = 265{,}17\, t^{-0{,}525}$
- T=100 anos, duração inferior a 30 minutos: $i = 433{,}58\, t^{-0{,}569}$
- T=100 anos, duração entre 0,5 e 6 horas: $i = 355{,}32\, t^{-0{,}493}$

2.5 CÁLCULO DE CAUDAIS

2.5.1 FÓRMULA RACIONAL

Para o dimensionamento da rede de drenagem interna da UP será utilizada a fórmula racional.

O método da Fórmula Racional é um dos métodos mais utilizados para determinar caudais de ponta de cheia em bacias hidrográficas de pequena dimensão (inferiores a 15km^2). Este uso de método é restringido para estas dimensões de bacias uma vez que:

- a precipitação ocorre uniformemente em toda a bacia,
- a intensidade é continua ao longo da duração da precipitação, que se toma igual ao tempo de concentração da bacia.

Assim sendo, o caudal de ponta de cheia é determinado pela seguinte expressão:

$$Q_p = CIA$$

Sendo:

Q_p : caudal de ponta de cheia (m^3/s);

C : Coeficiente adimensional de escoamento;

I : intensidade média de precipitação com duração igual ao tempo de concentração e o período de retorno desejado para a bacia(mm/h). Assumiu-se o tempo de concentração de 10 minutos;

A : área da bacia hidrográfica (km^2).

O coeficiente C é uma função de vários fatores, nomeadamente do tipo e uso dos terrenos superficiais e do respetivo declive. Para além destes fatores, este coeficiente é também em função do período de retorno, aumentando com este.

Posto isto e tendo em conta os fatores acima referidos, na Tabela 2.2 apresentam-se os coeficientes adotados para o cálculo do caudal de ponta de cheia para cada período de retorno.

Tabela 2.2 – Coeficientes adimensionais considerados no cálculo do caudal de ponta de cheia

Tipo de ocupação	Coeficiente C
Edifícios de exploração	1,00
Escritório	1,00
Vias	0,95
Zona de retenção	1,00

Tipo de ocupação	Coeficiente C
Bacia tampão	1,00
Espaços verdes	0,20
Empedrados	0,50

2.5.2 MÉTODO DO HIDROGRAMA UNITÁRIO

Para o dimensionamento das bacias de retenção, em que o volume de água escoada é tão importante como o valor do caudal de ponta, utilizou-se o método do hidrograma unitário.

Os hidrogramas de cheia afluentes são calculados no software HEC-HMS 4.12, desenvolvido pela USACE (U.S. Army Corps of Engineers), através do método do Soil Conservation Service.

2.5.2.1 ESTABELECIMENTO DO HIETOGRAMA DE PRECIPITAÇÃO

A partir das curvas IDF apresentadas anteriormente foi estabelecido o hietogramas de precipitação para o período de retorno de 100 anos, para o posto meteorológico de São Julião do Tojal.

Foi considerada uma majoração de 10% da precipitação para considerar os previsíveis efeitos das alterações climáticas.

Foi utilizado um hietograma de blocos alternados com duração de 12 horas, divididas em blocos de 15 minutos, com o valor mais elevado no centro. Esta configuração é a que majora os caudais de ponta.

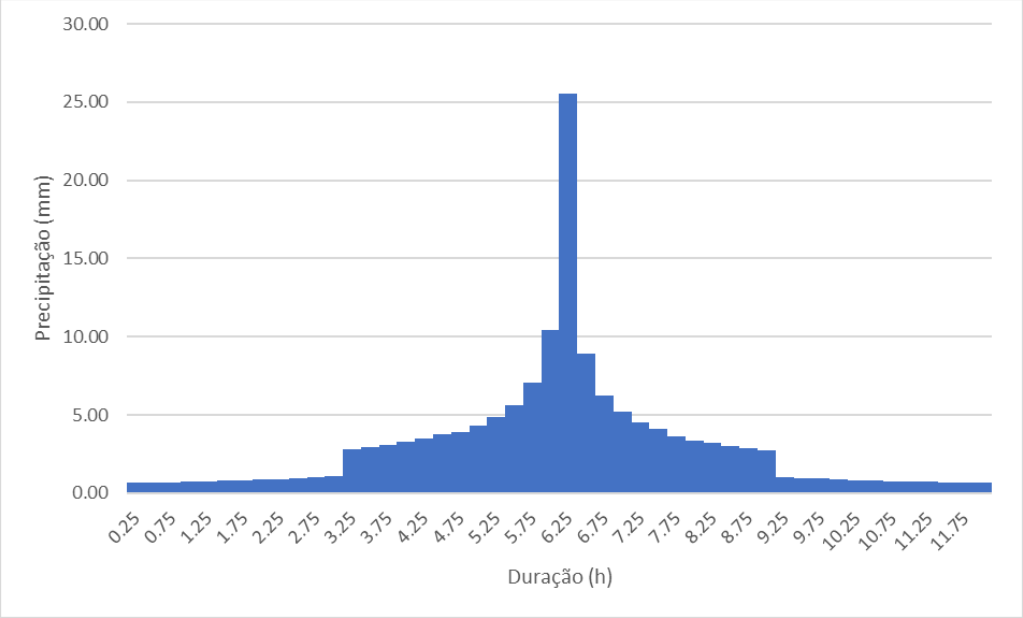


Figura 2.1 - Hietograma de blocos alternados utilizado para o período de retorno de 100 anos

2.5.2.2 PERDAS DE PRECIPITAÇÃO

As perdas de precipitação são calculadas através do número de escoamento do SCS e da percentagem da bacia considerada como impermeável.

O número de escoamento do SCS, que depende da constituição dos solos que formam a bacia de drenagem, foi obtido a partir do SNIAmb (Sistema Nacional de Informação de Ambiente). Os solos onde se situa a área de estudo têm, na situação de referência, um número de escoamento médio de 75.

Segundo a ocupação de solos proposta para o projeto da UP, anteriormente apresentada, o número de escoamento futuro será de 85.

Estes valores de número de escoamento são definidos para condições de humidade médias antecedentes (CN II). Os caudais de ponta são maiores se for considerado a condição de humidade elevada (CN III), que relaciona as condições CN II através da seguinte equação:

$$CN(III) = \frac{175CN(II)}{75 + CN(II)}$$

O modelo integrado no HEC-HMS considera que as perdas inicias de precipitação (devidas a infiltração, evapotranspiração, etc.) são iguais a 0,2*S (S a capacidade máxima de retenção). A única análise crítica do valor do fator ψ para Portugal Continental de que se tem conhecimento é apresentada em Correia, 1984, que afirma que o valor médio de 0,2 proposto pelo SCS não foi verificado “de forma inteiramente concludente”, reconhecendo, aquele autor, que tal valor conduz a precipitações efetivas muito baixas em consequência das elevadas perdas iniciais de precipitação. Por este motivo, Correia,

1984, propõe um método de cálculo iterativo que, atuando sobre a própria duração da chuvada, conduz a menores perdas iniciais.

Portela et al., 2000, concluem que se deve adotar ψ=0 como forma de reduzir, à custa da eliminação das perdas iniciais, as perdas totais de precipitação que obtiveram naquela bacia hidrográfica e que reconheceram como nitidamente excessivas. Por este motivo, consideraram-se nulas as perdas inicias de precipitação no HEC-HMS.

Como percentagem de área impermeabilizada, consideraram-se 2% para a situação de referência, e 45% para a situação pós-projeto.

2.5.2.3 TEMPO DE LAG

O tempo de lag é definida como sendo igual a 60% do tempo de concentração da bacia hidrográfica.

Como anteriormente referido, considera-se o tempo de concentração de 10 minutos para as bacias da situação pós-projeto.

Na situação de referência utilizou-se um tempo de concentração de 20 minutos.

3 DIMENSIONAMENTO DA REDE DE DRENAGEM

Apresenta-se no desenho EP-PLU-00-101 o traçado dos coletores e das valas de drenagem propostas no projeto.

No desenho EP-PLU-00-102 apresentam-se os pormenores das caixas de visita, sumidouros e outros acessórios da rede de coletores proposta.

3.1 CRITÉRIOS DE DIMENSIONAMENTO

Neste capítulo procede-se à definição dos critérios gerais que serviram de base de dimensionamento do conjunto de obras constituintes dos sistemas de drenagem a projetar.

Para o dimensionamento hidráulico da rede de drenagem de águas residuais utilizaram-se os critérios definidos no Decreto Regulamentar nº 23/95, nomeadamente:

- **Diâmetro nominal mínimo:** o diâmetro nominal mínimo admitido nos coletores de águas pluviais é de 300 mm.
- **Inclinações:** as inclinações dos coletores não podem ser, em princípio, nem superiores a 15% nem inferiores a 0,3%;
- **Velocidades:** para assegurar o perfeito funcionamento dos órgãos de transporte de águas pluviais as velocidades de escoamento têm de ser limitadas. Assim, a velocidade de escoamento no início da exploração não pode ser inferior a 0,9 m/s de acordo com o Artigo 133º do Decreto Regulamentar nº 23/95. A velocidade máxima será limitada a 5,0 m/s para o caudal de ponta.

- **Sequência de secções:** não é admissível a redução da secção útil dos coletores de montante para jusante;
- **Câmaras de visita:** o afastamento máximo será de 60 m, ou, aumentada conforme definido no nº 2 do Artigo 155º do Decreto Regulamentar nº 23/95, em função dos meios de limpeza que se vierem a disponibilizar e utilizar. Adicionalmente serão instaladas câmaras de visita sempre que houver mudança de direção, inclinação e de diâmetros ou quando houver confluência de coletores;
- **Veia líquida:** para garantir a continuidade da veia líquida nas alterações de diâmetro deverá existir sempre concordância da geratriz superior interior dos coletores.
- **Lei de Resistência hidráulica:** a fórmula utilizada no cálculo da perda de carga foi a de Manning-Strickler, dada por:

$$Q = K_s * A * R^{\frac{2}{3}} * i^{1/2}$$

Onde:

Q – caudal de dimensionamento (m^3/s);

Ks - coeficiente de Manning-Strickler (110 $m^{1/3}/s$).

A – Secção molhada (m^2);

R – Raio hidráulico (m);

i – Inclinação do coletor (m/m).

3.2 MATERIAL DOS COLETORES

A tubagem dos coletores gravíticos será em Polipropileno (PP) corrugado SN8, de parede dupla, corrugada externamente e lisa internamente, devendo cumprir todas as normas necessárias e ter o certificado de produto reconhecido no território nacional.

3.3 ASSENTAMENTO DA TUBAGEM

O assentamento dos coletores deve ser feito de modo a assegurar-se a perfeita estabilidade das tubagens, através da regularização do fundo das valas, e o enchimento da vala deverá realizar-se cuidadosamente, de acordo com o especificado no desenho. A compactação do material de aterro deve ser feita de modo a não danificar os coletores e a garantir a estabilidade dos pavimentos, e deverá ser devidamente comprovada com ensaios específicos.

Quando o recobrimento das tubagens for inferior a 1,00 m estas serão protegidas contra a rotura por compressão diametral.

3.4 CAIXAS DE VISITA

Sempre que possível as caixas de visita serão implantadas com fundos pré-fabricados, onde existam mudanças de direção e de modo a não se ultrapassar um comprimento de coletor de cerca de 60m.

A cobertura da caixa de visita será plana sempre que a altura desta for inferior a 1,40m, sendo nos restantes casos troncocónica excêntrica. Quando instaladas em terrenos privados/a corta-mato, deverão ser implantadas nos extremos dos mesmos, ficando salientes do terreno no mínimo 0,20m.

As câmaras de visita deverão satisfazer o que se encontra especificado nas normas portuguesas NP 881, NP-882 e NP-883.

3.5 SEPARADOR DE HIDROCARBONETOS

Imediatamente a montante da bacia de retenção, será instalado um separador de hidrocarbonetos, que permite reter o caudal resultante dos primeiros 10 mm de precipitação na totalidade da área da UP.

Este separador será do tipo pré-fabricado.

4 DIMENSIONAMENTO DA BACIA DE RETENÇÃO

O objetivo da bacia de retenção é amortecer os caudais de cheia para que, após implementação do projeto, os caudais sejam iguais ou inferiores aos gerados na mesma área na situação de referência.

Conforme o método de cálculo apresentado no capítulo 2.5.2, os caudais calculados foram os seguintes:

Tabela 4.1 – Caudais gerados na área de projeto, T=100 anos

Situação de referência (l/s)	Pós-projeto (l/s)
783	939

O funcionamento da bacia de retenção foi simulado no software HEC-HMS da USACE (US Army Corps of Engineers), utilizando-se hidrogramas unitários sintéticos incorporados no software (no caso, o do SCS).

Teve-se em conta a optimização da área ocupada, bem como da profundidade da estrutura, evitando-se que o nível máximo de água no interior das bacias não cause perturbação ao escoamento no interior da rede de drenagem.

A cota do colector de descarga terá de permitir a sua ligação à rede de drenagem natural nas imediações da UP.

Para cada bacia de retenção obtiveram-se os resultados apresentados na Tabela 4.2.

Tabela 4.2 – Análise do funcionamento da bacia de retenção

Caudal afluente (l/s)	939
Caudal de descarga (l/s)	677
Área base (m^2)	180
Cota máxima água (m)	104,80
Diâmetro coletor de descarga (mm)	500
Volume de armazenamento (m^3)	480

Nas figuras seguintes apresentam-se os hidrogramas resultantes da análise em cada bacia.

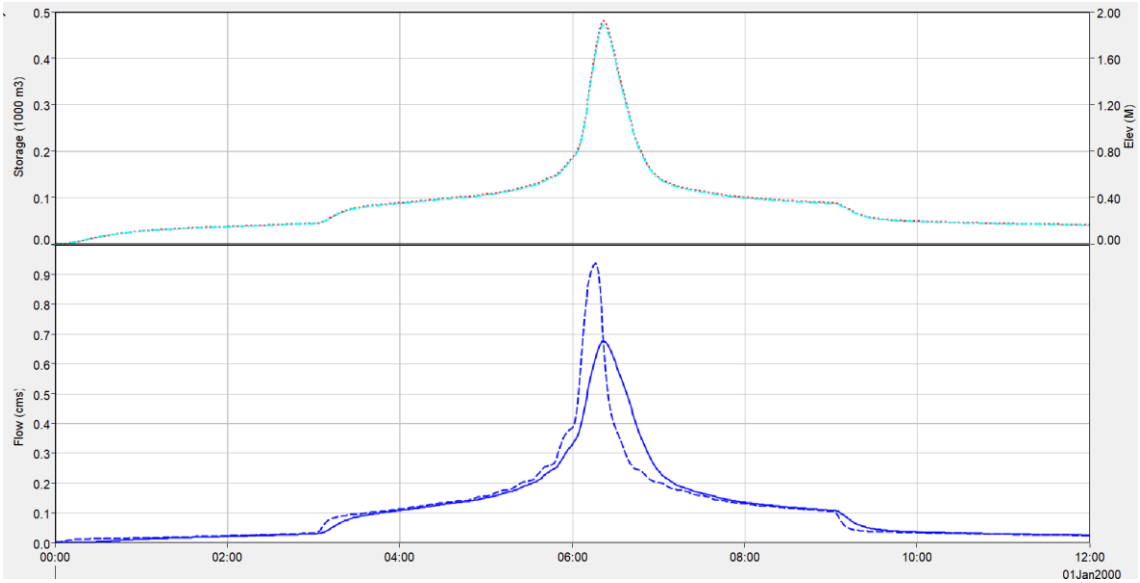
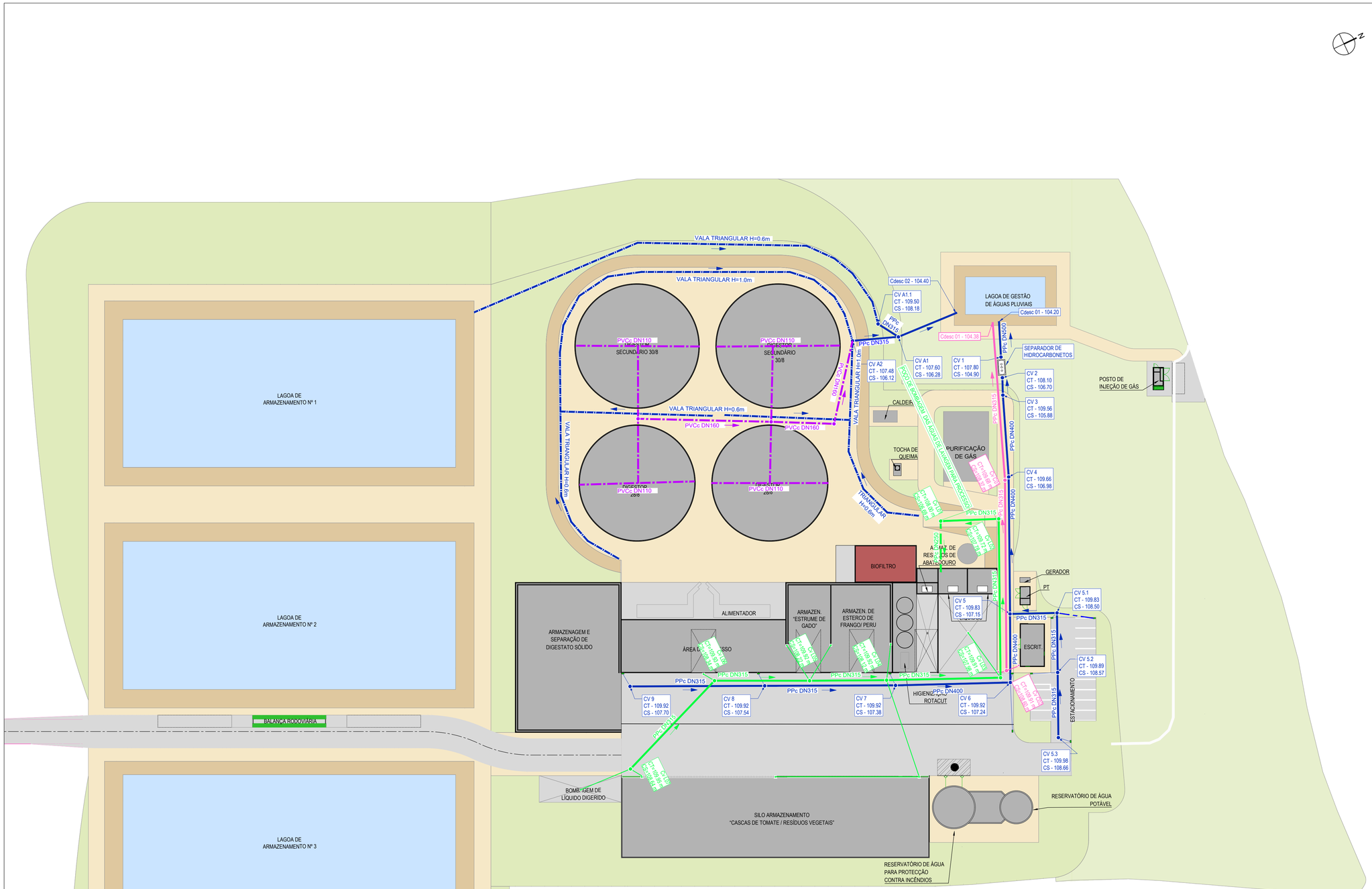


Figura 4.1 – Bacia de retenção - Gráfico de cima: Variação do volume acumulado no reservatório (linha vermelha) e da altura de água no seu interior (linha azul); em baixo: caudal afluente (linha tracejada) e efluente (linha a cheio) do reservatório



PLANTA
ESCALA 1:500

SIMBOLOGIA

DRENAGEM DOS PAVIMENTOS:
- COLETOR GRAVÍTICO
- CAIXA DE VISITA
- RAMAL DE LIGAÇÃO
- SUMIDOURO
- VALA
- SENTIDO DE ESCOMENTO

DRENAGEM DAS COBERTURAS:
- COLETOR
- RAMAL DE LIGAÇÃO
- CAIXA DE VISITA
- CAIXA DE RAMAL

DRENAGEM SUBTERRÂNEA:
- DRENO
- CAIXA DE VISITA
- CAIXA DE RAMAL

DRENAGEM ÁGUA DE LAVAGEM:
- COLETOR
- CONDUTA ELEVATÓRIA
- RAMAL DE LIGAÇÃO
- CAIXA DE VISITA
- CAIXA DE RAMAL
- SENTIDO DE ESCOMENTO

Rev.	Data	Descrição das alterações	Aprov.
01	17-11-2025	REVISÃO LAYOUT	ATA

QUADRANTE www.qd-eng.com

Cliente: GÁS DA TERRA

PROJETO
CENTRAL DE BIOMETANO
EM ABRIGADA

Designação
HIDRÁULICA
ABRIGADA
DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS

IMPLANTAÇÃO

Escalas :	1:500	Projetou:	HB
Data :	11-04-2025	Desenhou :	RMA
Processo :	T2025-0062-01	Verificou :	DSF
Ficheiro :	T2025-0062-01-EP-PLU-00-101_01.dwg	Aprovou :	DSF

Desenho Nº: EP-PLU-00-101
Revisão: 01

Este desenho é propriedade do GRUPO QUADRANTE, não podendo ser utilizado ou reproduzido no todo ou em parte, ou comunicado a terceiros, sem a sua expressa autorização. Este desenho só é válido para construção depois de devidamente assinado.

Anexos

Capítulo	Anexo	Designação	Classificação
2. Descrição Geral do Projeto	**A2**	Descrição Geral	CONFIDENCIAL
3. Processo de Produção do Biometano	**A3**	Processo Industrial	CONFIDENCIAL
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	

GÁS DA TERRA

PROJETO BIOMETANO ABRIGADA

PROJETO

ÁGUAS RESIDUAIS DOMÉSTICAS

UNIDADE DE PRODUÇÃO DE BIOMETANO DE ORIGEM RENOVÁVEL DE ABRIGADA

Lisboa, 10 de abril de 2025

GÁS DA TERRA

PROJETO BIOMETANO ABRIGADA

PROJETO

ÁGUAS RESIDUAIS DOMÉSTICAS

UNIDADE DE PRODUÇÃO DE BIOMETANO DE ORIGEM RENOVÁVEL DE ABRIGADA

ÍNDICE GERAL

1 INTRODUÇÃO 2

2 DADOS DE BASE 2

3 SOLUÇÃO DE DRENAGEM DE ÁGUAS RESIDUAIS 2

4 DISPOSIÇÕES CONSTRUTIVAS 3

4.1 ESCAVAÇÃO 3
4.2 LAJE PARA BASE DA FOSSA 3
4.3 EXECUÇÃO DE ALMOFADA DE AREIA 3
4.4 ATERRO 3

GÁS DA TERRA

PROJETO BIOMETANO ABRIGADA

PROJETO

ÁGUAS RESIDUAIS DOMÉSTICAS

UNIDADE DE PRODUÇÃO DE BIOMETANO DE ORIGEM RENOVÁVEL DE ABRIGADA

1 INTRODUÇÃO

Este documento constitui a memória descritiva e justificativa do projeto de drenagem e tratamento de águas residuais domésticas produzidas no interior da Unidade de Produção de Biometano de Origem Renovável de Abrigada.

2 DADOS DE BASE

O único efluente do tipo doméstico que se origina no interior da UP é o proveniente das instalações sanitárias localizadas junto ao escritório.

O caudal de dimensionamento é de 0,5 l/s, e o média diário, para 9 trabalhadores em regime de 8 horas/dia, é de 480 l/dia.

3 SOLUÇÃO DE DRENAGEM DE ÁGUAS RESIDUAIS

Uma vez que o caudal de dimensionamento é reduzido e a rede de drenagem de águas residuais pública se encontra a uma distância significativa da UP, optou-se por uma solução própria de tratamento das águas residuais, através da instalação de uma fossa séptica, a localizar no espaço verde contíguo às instalações sanitárias.

A fossa séptica deverá garantir um tempo de permanência mínima de dois dias, pelo que o seu volume deverá ser de 1 m^3.

Deverá ser prevista a remoção das lamas da fossa séptica, através de camião limpa-fossas, com uma periodicidade mensal. Nestas operações de limpeza, cerca de 10% do volume da fossa deverá ser mantida ocupado por lamas, de modo a que se mantenham níveis microbiológicos que garantam o arranque dos processos de digestão anaeróbia.

A pormenorização da fossa séptica é apresentada no desenho EP-ARD-00-102.

4 DISPOSIÇÕES CONSTRUTIVAS

4.1 ESCAVAÇÃO

A escavação deverá ter as dimensões do equipamento adicionadas de 50 cm, para que seja possível proceder ao aterro lateral.

A área de instalação, após escavação, deverá estar isenta de qualquer material sobrante de escavação, assim como qualquer objeto que possa danificar o reservatório. A base da escavação deverá ser perfeitamente nivelada.

Em função do tipo de coesão do solo e profundidade de instalação, será necessário a colocação de entivação de valas.

4.2 LAJE PARA BASE DA FOSSA

Deverá proceder à drenagem de toda a zona de instalação, através de material drenante e colocação de uma manta geotêxtil.

Em seguida, deverá ser colocado o betão de limpeza (5 a 10 cm), e posteriormente, deverá ser executada uma laje, devidamente dimensionada para as cargas a que estará sujeita.

Para um solo consolidado (com capacidade de resistência mínima de 250 KPa), poderá ser feita uma pequena laje armada com malha sol.

A laje deverá estar na horizontal, perfeitamente nivelada e sem qualquer recanto que possa danificar o equipamento.

4.3 EXECUÇÃO DE ALMOFADA DE AREIA

Após a execução de uma laje de betão deverá ser colocada uma camada de areia com cerca de 20 cm de altura, em toda a extensão da vala, de forma a criar uma almofada, para colocação do equipamento.

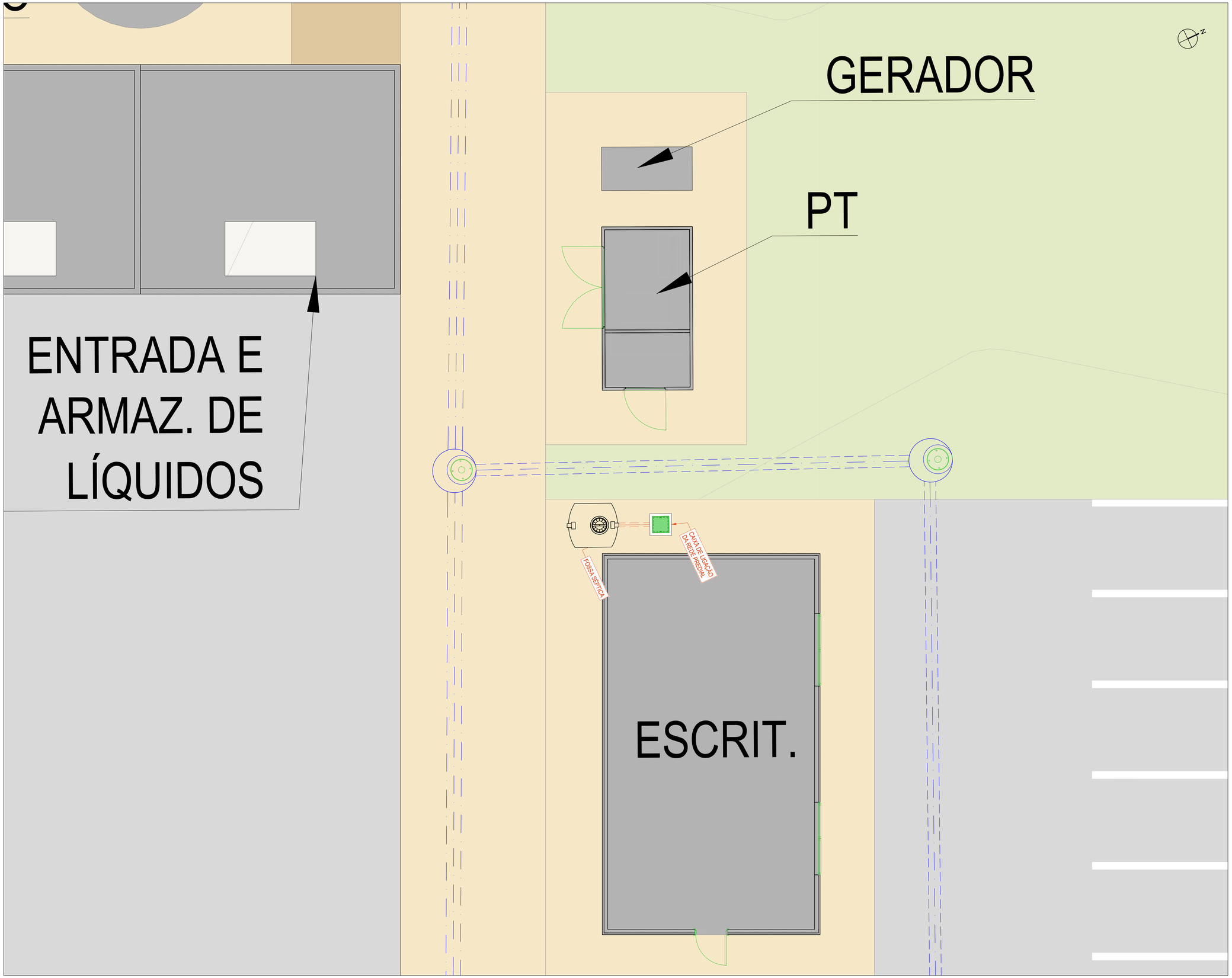
4.4 ATERRO

O preenchimento do vazio entre o reservatório e o solo, deverá ser feito através de uma argamassa, e com o reservatório parcialmente cheio de água limpa.

O aterro sobre a parte superior do reservatório nunca deverá ultrapassar os 30 cm de altura, caso contrário deverá ser prevista a instalação do equipamento no interior de uma caixa em betão armado.

4.5 VENTILAÇÃO

Deverá ser prevista a instalação de uma bengala de ventilação em aço inox ligada ao coletor de saída da fossa.



PLANTA
ESCALA 1:500



MAPA PORTUGAL CONTINENTAL
S/E

Rev.	Data	Descrição das alterações	Aprov.

QUADRANTE www.qd-eng.com

Cliente

GÁS DA TERRA

PROJETO

CENTRAL DE BIOMETANO
EM ABRIGADA

Designação

HIDRÁULICA

DRENAGEM DE ÁGUAS RESIDUAIS DOMÉSTICAS
IMPLANTAÇÃO

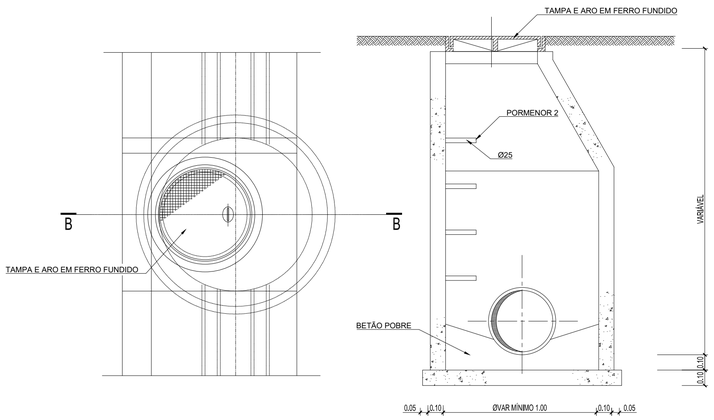
Escalas : 1:50	Projetou : HB
Data : 11-04-2025	Desenhou : RMA
Processo : T2025-0062-01	Verificou : DSF
Ficheiro : T2025-0062-01-EP-ARD-00-101_00.dwg	Aprovou : SF

Desenho Nº: EP-ARD-00-101 | Revisão: 00

Este desenho é propriedade do GRUPO QUADRANTE, não podendo ser utilizado ou reproduzido no todo ou em parte, ou comunicado a terceiros, sem a sua expressa autorização. Este desenho só é válido para construção depois de devidamente assinado.

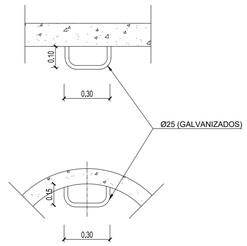
A1

CAIXA DE VISITA PARA COLETOR COM TAMPA EM FERRO FUNDIDO

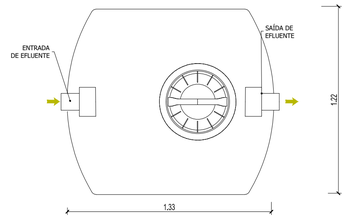


PLANTA
ESCALA 1:20

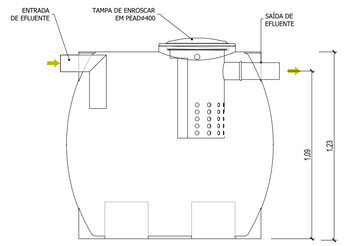
CORTE B-B
ESCALA 1:20



PORMENOR 2
DEGRAUS DAS CAIXAS
ESCALA 1:20

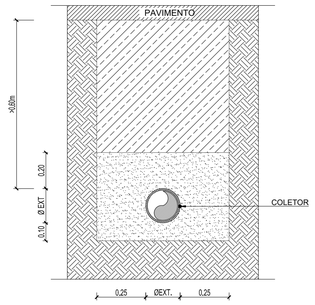


PLANTA DA FOSSA SÉPTICA
ESCALA 1:20



CORTE LONGITUDINAL DA FOSSA SÉPTICA
ESCALA 1:20

PERFIL TRANSVERSAL TIPO DA VALA COLETOR DE ÁGUAS RESIDUAIS



LEGENDA:

- ATERRO JUNTO DAS TUBAGENS COM AREIA OU TERRA CIRANDADA, COMPACTADA A MAÇO. (compactação superior a 95% do ensaio de Protor normal)
- ATERRO COM TERRAS PROVENIENTES DA ESCAVAÇÃO OU DE EMPRÉSTIMO SE AS PRIMEIRAS FOREM ROCHOSAS, ISENTAS DE RAÍZES E PEDRAS DE GRANDES DIMENSÕES, COMPACTADAS EM CAMADAS DE 0.20m DE ESPESSURA POR MEIOS MECÂNICOS. (compactação superior a 90% do ensaio de Protor normal)

NOTAS:

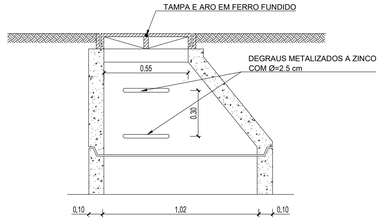
1 - A FACE INFERIOR DAS VALAS DEVE SER BEM REGULARIZADA E COMPACTADA SERÁ CONSIDERADA SEMPRE COM PAREDES VERTICAIS, COM LARGURA MÍNIMA (Lmín.) DEFINIDA

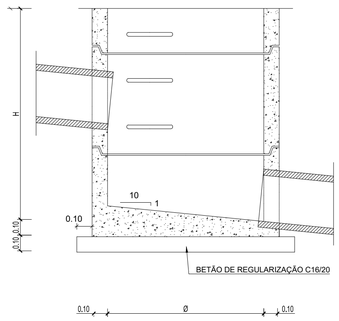
2 - DEVERÁ SER EXECUTADA NA PARTE INFERIOR DA VALA UMA ALMOFADA DE AREIA FINA COM 0.10m

3 - AS LARGURAS INDICADAS REFEREM-SE A DISTÂNCIAS ÚTEIS (NÃO CONSIDERANDO ENTIVAÇÕES, SE EXISTIREM)

4 - PARA EFEITOS DE MEDIÇÃO DOS TRABALHOS RELATIVOS A "MOVIMENTOS DE TERRAS" A SECÇÃO TIPO DA VALA

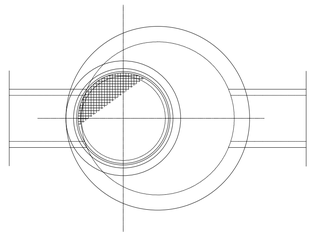
CAIXA DE QUEDA EM COLECTORES SECÇÃO CIRCULAR -Ø=1.00 OU Ø=1.20

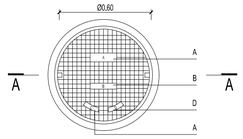




CARACTERÍSTICAS DA TAMPA:
- DIÂMETRO: 600mm
- MATERIAL: FERRO FUNDIDO DÚCTIL (FFD)
- CLASSE DE RESISTÊNCIA ; D400
- SISTEMA DE FECHO: BARRA ELÁSTICA
- SISTEMA DE BOLAMENTO: JUNTA DE POLIETILENO PARA EVITAR RUÍDOS
- SISTEMA DE ABERTURA: SIMPLES, COM DOBRADIÇA
- APLICAÇÃO: ABERTURA NO SENTIDO CONTRÁRIO AO TRÂNSITO
- NORMAS APLICÁVEIS: NP EN 124

NOTA: QUANDO O METERIAL DE RECOBRIMENTO FOR BETUMINOSO DEVERÁ SER APLICADO ATÉ À TAMPA DA CAIXA DE VISITA





PLANTA - TAMPA METÁLICA
ESCALA 1:20

Rev.	Data	Descrição das alterações	Aprov.

QUADRANTE www.qd-eng.com

Cliente

GÁS DA TERRA

PROJETO

CENTRAL DE BIOMETANO EM ABRIGADA

Designação

HIDRÁULICA

DRENAGEM DE ÁGUAS RESIDUAIS

PORMENORES

Escalas :	As indicadas	Projetou:	HB
Data :	11-04-2025	Desenhou :	RMA
Processo :	T2025-0062-01	Verificou :	DSF
Ficheiro :	T2025-0062-01-EP-ARD-00-102_00.dwg	Aprovou :	DSF

Desenho Nº: EP-ARD-00-102 | Revisão: 00

Este desenho é propriedade do GRUPO QUADRANTE, não podendo ser utilizado ou reproduzido no todo ou em parte, ou comunicado a terceiros, sem a sua expressa autorização. Este desenho só é válido para construção depois de devidamente assinado.

A1

Anexos

Capítulo	Anexo	Designação	Classificação
2. Descrição Geral do Projeto	**A2**	Descrição Geral	CONFIDENCIAL
3. Processo de Produção do Biometano	**A3**	Processo Industrial	CONFIDENCIAL
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	



PLANTA
ESCALA 1:1000



MAPA PORTUGAL CONTINENTAL
S/E

LEGENDA:

- ABASTEC. DE ÁGUA - LIGAÇÃO À REDE PÚBLICA
- INFRAESTRUTURAS EXISTENTES

Rev.	Data	Descrição das alterações	Aprov.
01	17-11-2025	REVISÃO LAYOUT	ATA

QUADRANTE
www.qd-eng.com

Cliente

GÁS DA TERRA

PROJETO

CENTRAL DE BIOMETANO
EM ABRIGADA

Designação

HIDRÁULICA

ABASTECIMENTO DE ÁGUA
LIGAÇÃO À REDE PÚBLICA
TRAÇADO EM PLANTA

Escalas :	1:1000	Projetou:	HB
Data :	11-04-2025	Desenhou :	RMA
Processo :	T2025-0062-01	Verificou :	DSF
Ficheiro :	T2025-0062-01-EP-ABA-00-103_01.dwg	Aprovou :	DSF

Desenho Nº: EP-ABA-00-103

Revisão: 01

Este desenho é propriedade do GRUPO QUADRANTE, não podendo ser utilizado ou reproduzido no todo ou em parte, ou comunicado a terceiros, sem a sua expressa autorização. Este desenho só é válido para construção depois de devidamente assinado.

Anexos

Capítulo	Anexo	Designação	Classificação
2. Descrição Geral do Projeto	**A2**	Descrição Geral	CONFIDENCIAL
3. Processo de Produção do Biometano	**A3**	Processo Industrial	CONFIDENCIAL
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	

GÁS DA TERRA

PROJETO BIOMETANO ABRIGADA

PROJETO

ABASTECIMENTO DE ÁGUA – ACESSO À UNIDADE DE PRODUÇÃO

UNIDADE DE PRODUÇÃO DE BIOMETANO DE ORIGEM RENOVÁVEL DE ABRIGADA

Lisboa, 09 de Maio de 2025

GÁS DA TERRA

PROJETO BIOMETANO ABRIGADA

PROJETO

ABASTECIMENTO DE ÁGUA – ACESSO À UNIDADE DE PRODUÇÃO

UNIDADE DE PRODUÇÃO DE BIOMETANO DE ORIGEM RENOVÁVEL DE ABRIGADA

ÍNDICE GERAL

1 INTRODUÇÃO 2

2 DADOS DE BASE 2

3 CONDUTA DE LIGAÇÃO À REDE PÚBLICA 2

3.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS 2
3.2 IMPLANTAÇÃO E TRAÇADO DE CONDUTA 3
3.3 MATERIAL DA CONDUTA 3
3.4 DIMENSIONAMENTO E MATERIAL DA CONDUTA 3

4 REDE DE ABASTECIMENTO INTERNA 4

4.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS 4
4.2 CRITÉRIOS DE DIMENSIONAMENTO 4

5 TRAVESSIA POR PERFURAÇÃO HORIZONTAL 5

6 DISPOSIÇÕES CONSTRUTIVAS 6

6.1 INSTALAÇÃO DE CONDUTAS EM VALA 6
6.2 TUBAGEM 7
6.2.1 CURVAS, TÊS E CONES DE REDUÇÃO 7
6.2.2 RAMAIS DE DISTRIBUIÇÃO 7
6.2.3 VÁLVULAS DE SECCIONAMENTO 7

GÁS DA TERRA

PROJETO BIOMETANO ABRIGADA

PROJETO

ABASTECIMENTO DE ÁGUA – ACESSO À UNIDADE DE PRODUÇÃO

UNIDADE DE PRODUÇÃO DE BIOMETANO DE ORIGEM RENOVÁVEL DE ABRIGADA

1 INTRODUÇÃO

Este documento constitui a memória descritiva e justificativa do projeto de infraestruturas de Abastecimento de Água e de combate a incêndio, nomeadamente:

- Conduta de adução de água desde a rede pública até à entrada do lote onde se irá localizar a Unidade de Produção de Biometano de Abrigada, em PEAD DN63, que se desenvolve ao longo da via de acesso à mesma;

Imediatamente a jusante da ligação à rede pública, constituída por conduta de fibrocimento DN60, será atravessada a EN1, através de travessia em perfuração horizontal, de modo a não afetar o pavimento da referida via.

A execução deste projeto foi antecedida pela consulta da Águas de Alenquer, entidade responsável pela rede pública, que indicou a impossibilidade de fornecimento de caudais em ponta, sendo necessária a execução de reservatório para regularização dos consumos. A pressão na rede, no local de ligação, é de aproximadamente 35 mca.

2 DADOS DE BASE

No interior da Unidade de Produção, as necessidades de água potável são as seguintes:

- Lavagem de camiões: 0,6 l/s;
- Instalação sanitária no edifício do escritório: 0,5 l/s;
- Abastecimento de água ao reservatório de armazenamento de líquido: 0,7 l/s.

3 CONDUTA DE LIGAÇÃO À REDE PÚBLICA

3.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

O dimensionamento das infraestruturas de transporte de água objeto do presente projeto foi efetuado com base no definido no Decreto Regulamentar n.º 23/95 de 23 de agosto, que aprova o Regulamento Geral dos sistemas Públicos e Prediais de distribuição

de Água e de Drenagem de Águas Residuais, assim como nas boas práticas e estado da arte.

3.2 IMPLANTAÇÃO E TRAÇADO DE CONDUTA

Na definição da implantação e traçado da conduta adutora objeto do presente projeto consideraram-se os seguintes critérios gerais:

- Na travessia da EN1, de modo a evitar-se a afetação do seu pavimento, será realizada por perfuração horizontal dirigida;
- Sempre que se verifica a necessidade de atravessar caminhos privados as condutas são instaladas no limite dos mesmos;
- Se necessário, ao longo da conduta adutora são implantados todos os acessórios necessários para uma conveniente exploração, tais como ventosas, válvulas de seccionamento, descargas de fundo, maciços de amarração e ancoragens;
- Os troços ascendentes são instalados com a inclinação mínima de 0,003 m/m e os descendentes de 0,005 m/m;
- Para inclinações superiores a 15% serão instalados maciços de ancoragem para evitar o deslizamento da tubagem devida à força de gravidade.

3.3 MATERIAL DA CONDUTA

Tendo em conta as pressões nominais atingidas nesta adução, propõe-se que a conduta seja executada em PEAD SDR11 PE100.

3.4 DIMENSIONAMENTO E MATERIAL DA CONDUTA

Ao nível da velocidade de escoamento adotam-se os seguintes valores limite:

- Condutas com escoamento gravítico: velocidade mínima de 0,3 m/s e velocidade máxima de 1,5 m/s.

As perdas de carga continuas nas condutas são calculadas com recurso à expressão de Hazen-Williams, a saber:

$$J = 10{,}666 \times C^{-1{,}85} \times D^{-4{,}87} \times Q^{1{,}85}$$

Onde *J* corresponde à perda de carga contínua (m/m); *D* corresponde ao diâmetro interno da conduta (m); *Q* ao caudal de dimensionamento da conduta (m^3/s); e *A* à área da secção da conduta (m).

O coeficiente de rugosidade depende da natureza e estado das condutas. No presente projeto adotaram-se os seguintes valores de referência:

- Tubagens em PEAD: 150

As perdas de carga localizadas em pontos singulares como acessórios e equipamentos são determinados por aplicação da seguinte expressão:

$$\Delta H = K \frac{V^2}{2g}$$

onde *ΔH* corresponde à perda de carga localizada (m), *K* ao coeficiente de perda de carga localizada, função do acessório ou equipamento, *V* à velocidade de escoamento (m/s) e *g* à aceleração da gravidade (m/s^2).

A adução será efetuada, de forma gravítica, ao longo das 24 horas por dia. Existindo reservatório de regularização, com capacidade para quase dois dias com interrupção de abastecimento, a conduta é dimensionada para o caudal médio diário, de 55 m^3/dia (0,64 l/s).

A perda de carga contínua ao longo dos 735 m de extensão a conduta será de 1,20 m, aos quais se vão acrescer mais 1,0 m de perda de carga localizada.

Sendo o desnível altimétrico entre o ponto de ligação à rede pública e a entrada no reservatório de água potável é de 30 metros, havendo 35 mca de pressão disponível da rede e subtraindo as perdas de carga calculadas, a pressão do escoamento à chegada ao reservatório será de 2,8 mca.

Uma vez que o perfil da conduta é sempre ascendente, e dado que a extensão da conduta é reduzida, não será necessária a instalação de ventosas e descargas de fundo ao longo da mesma.

A implantação da conduta é apresentada no desenho EP-ABA-00-103.

4 REDE DE ABASTECIMENTO INTERNA

4.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

O dimensionamento das infraestruturas de transporte de água objeto do presente projeto foi efetuado com base no definido no Decreto Regulamentar n.º 23/95 de 23 de agosto, que aprova o Regulamento Geral dos sistemas Públicos e Prediais de distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais, assim como nas boas práticas e estado da arte.

4.2 CRITÉRIOS DE DIMENSIONAMENTO

As velocidades médias de escoamento em condutas de distribuição de água deverão garantir que o escoamento se faça em boas condições sanitárias e hidráulicas, com os seguintes valores limites:

- Velocidade mínima – 0,3 m/s;

- Velocidade máxima – 1,5 m/s;

As pressões deverão estar compreendidas entre os seguintes limites:

Pressão mínima – obtida pela expressão seguinte:

$$H = 100 + 40n$$

Onde H corresponde à pressão mínima ao nível do arruamento, em kPa, e n ao número de pisos acima do solo, incluindo o piso térreo;

Pressão máxima – 60 m.c.a.

Os caudais considerados estão apresentados no capítulo 2.

As condutas propostas foram analisadas no software WaterGEMS da Bentley, tendo-se concluído que todas as condutas terão um diâmetro de 63 mm.

Na câmara de manobras do reservatório será instalada uma estação elevatória, uma vez que não é possível garantir a pressão mínima nas instalações a serem abastecidas de forma gravítica.

Os grupos eletrobomba deverão ter um ponto de funcionamento Q =1,8 l/s e Hm = 20 m.

5 TRAVESSIA POR PERFURAÇÃO HORIZONTAL

A travessia da EN1 será realizada através de perfuração horizontal.

Antes da realização da perfuração horizontal dever-se-á efetuar uma planificação detalhada da trajetória da perfuração, considerando, no mínimo, a seguintes trabalhos:

- Análise das características geológicas, geotécnicas e hidrogeológicas do terreno na extensão onde se preconiza a execução da perfuração;
- Análise da informação topográfica e levantamento das infraestruturas existentes;
- Identificação de todos os constrangimentos existentes e que possam comprometer a boa execução da perfuração;
- Definição dos locais de colocação do equipamento e identificação do local do ponto de entrada e ponto de saída.

Após realização destes trabalhos preparatórios dever-se-á proceder à realização da perfuração horizontal, considerando as seguintes etapas:

- Abertura de poço de ataque, para colocação do equipamento de perfuração, cuja profundidade deverá ser a da soleira da tubagem de forra definida no projeto acrescida de 60 cm. O fundo desse poço deve ser plano de forma a

fornecer uma base estável para o equipamento de perfuração, sendo as dimensões função do equipamento a utilizar e do comprimento do tubo de encamisamento;

- Realização do furo através de trados nos quais estão acopladas as ferramentas de corte que por rotação promoverão o corte e desagregação do maciço a atravessar, removendo-se os terrenos resultantes da perfuração através da frente de escavação e do interior do tubo de encamisamento (por rotação dos trados);
- Soldadura dos tubos de encamisamento através de soldadura topo-a-topo e após o término da perfuração colocação da tubagem de PEAD no interior do encamisamento.

Na extensão onde se popõea perfuração horizontal foi considerada uma inclinação superior a 1,5%, para mitigar pequenos desvio que possam ocorrer aquando da execução da furação devido às camadas geológicas existentes no local, minimizando-se deste modo impactos negativos que possam ocorrer e que possam danificar a infraestrutura viária.

Propõe-se que a tubagem de encamisamento seja em aço com um diâmetro externo de 200 mm, dentro da qual será instalada a tubagem da conduta adutora em PEAD.

Além dos trabalhos anteriormente descritos é necessário a abertura de um poço de receção, com as dimensões de 2x2 m (comprimento x largura) e uma profundidade dada pela cota de instalação da tubagem mais 0,60 m.

Tanto no poço de ataque como no poço de receção preconiza-se a instalação de caixas de inspeção.

Esta solução construtiva, comparativamente com outros métodos de perfuração, permite minimizar o espaço necessário para a colocação de maquinaria, possíveis desvios que possam ocorrer, face ao projetado, devido à natureza dos terrenos, bem como a descompressão do solo, evitando-se constrangimentos na faixa de rodagem da estrada nacional.

A pormenorização desta travessia é apresentada no desenho EP-ABA-00-104.

6 DISPOSIÇÕES CONSTRUTIVAS

6.1 INSTALAÇÃO DE CONDUTAS EM VALA

As condutas ficarão instaladas ao longo dos passeios e arruamentos internos, com recobrimento mínimo de 0,8 metros, sendo, no entanto, indispensável que antes da sua instalação, se definam pormenorizadamente os eventuais condicionamentos entre todas as infraestruturas a instalar especialmente nas zonas de instalação de caixas de exploração e manutenção.

O desenho tipo da vala é apresentado na peça desenhada EP-ABA-00-102.

6.2 TUBAGEM

A tubagem da conduta a executar neste projeto é em PEAD (Polietileno de Alta Densidade) PE 100. Todos os acessórios utilizados deverão ser em ferro fundido dúctil (FFD), de classe PN16, exceto onde houver indicação em contrário. A ligação entre acessórios de FFD e PEAD será realizada por meio da utilização de "STUB-END", composto por colarinho e união com soldadura topo-a-topo em PEAD, flange, kit de parafusos para flange e vedante.

As juntas de ligação entre os tubos de PEAD, e entre estes e os acessórios, tendo em conta os diâmetros em causa, são por soldadura topo-a-topo.

Após a instalação em vala da tubagem, será realizada a desinfeção das condutas assim como dos ramais e proceder-se-á ao seu ensaio de pressão.

6.2.1 CURVAS, TÊS E CONES DE REDUÇÃO

Sempre que ao longo do traçado das condutas haja mudanças bruscas de direção, prevê-se a instalação de curvas de 90º.

As curvas, tês e cones de redução serão sempre em PEAD ou FFD, com as mesmas características das tubagens.

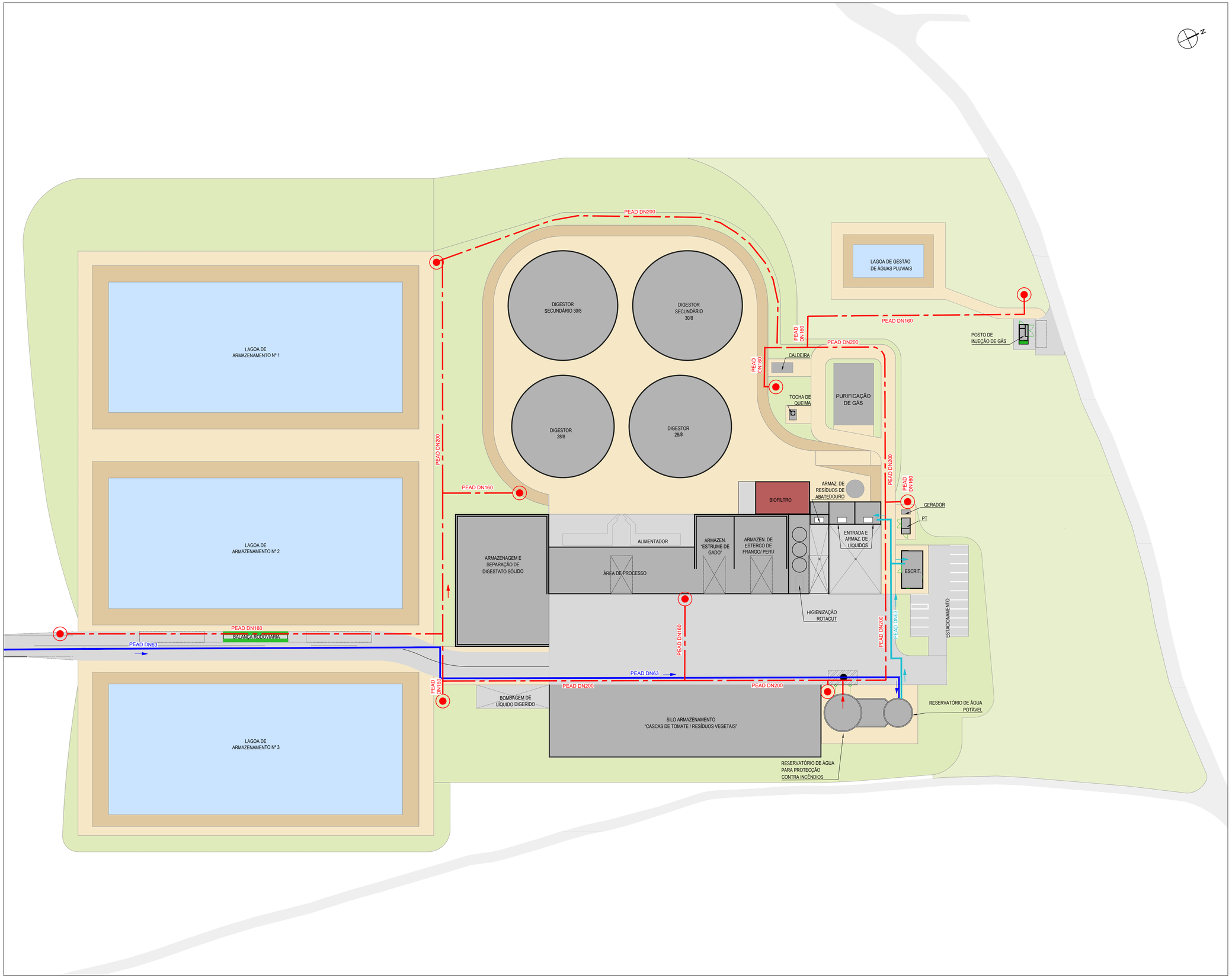
6.2.2 RAMAIS DE DISTRIBUIÇÃO

O ramal de ligação à portaria, a executar, será instalado com uma derivação na conduta da rede interior de distribuição de água, seguido de uma válvula de ramal e constituído por um troço em PEAD até à coluna do edifício.

6.2.3 VÁLVULAS DE SECCIONAMENTO

As válvulas de seccionamento permitirão o seccionamento da rede em caso de reparação de avarias, estabelecimento de novas ligações, ou para limpeza, sendo prevista a sua localização, definida para permitir isolar os diferentes sectores da rede.

No caso específico deste projeto as válvulas ficarão enterradas e o seu acionamento será efetuado através de boca de chave no pavimento. O diâmetro das válvulas será o mesmo da tubagem correspondente.



PLANTA
ESCALA 1:500



MAPA PORTUGAL CONTINENTAL
S/E

LEGENDA:

- ABASTEC. DE ÁGUA - LIGAÇÃO À REDE PÚBLICA
- REDE INTERNA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA
- REDE DE COMBATE A INCÊNDIO
- HIDRANTE

Rev.	Data	Descrição das alterações	Aprov.
01	07-11-2025	REVISÃO LAYOUT	ATA

QUADRANTE www.qd-eng.com

Cliente

GÁS DA TERRA

PROJETO

CENTRAL DE BIOMETANO
EM ABRIGADA

Designação

HIDRÁULICA

REDE INTERNA DE ABAST. DE ÁGUA
E COMBATE A INCÊNDIO
IMPLANTAÇÃO

Escalas :	1:500
Data :	11-04-2025
Processo :	T2025-0062-01
Ficheiro :	T2025-0062-01-EP-ABA-00-101_01.dwg
Projetou:	HB
Desenhou :	RMA
Verificou :	DSF
Aprovou :	DSF

Desenho Nº: EP-ABA-00-101
Revisão: 01

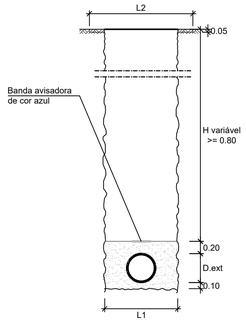
Este desenho é propriedade do GRUPO QUADRANTE, não podendo ser utilizado ou reproduzido no todo ou em parte, ou comunicado a terceiros, sem a sua expressa autorização. Este desenho só é válido para construção depois de devidamente assinado.

ASSENTAMENTO DE CONDUTAS EM VALA

Esc. 1:50

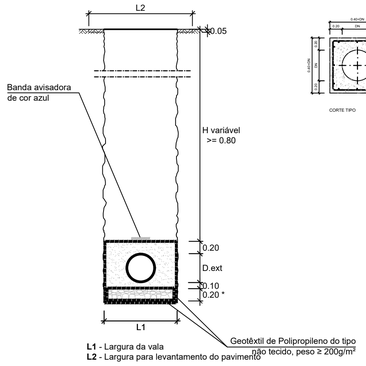
TERRENOS DE BOA FUNDAÇÃO

VALA NORMAL



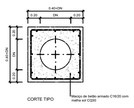
TERRENOS DE MÁ FUNDAÇÃO*
(Solos lodosos ou argilosos)

VALA NORMAL



PROTEÇÃO À TUBAGEM

Esc. 1:20



LEGENDA:

Produtos provenientes das escavações, isentos de pedras em camadas não superiores a 0.20m de espessura e compactadas a 95% do Proctor normal;

Areia ou areão bem compactado (a 95% do Proctor modificado);

Brita 3/5 bem compactada (a 95% do Proctor normal)

L1 - Largura da vala
L2 - Largura para levantamento do pavimento

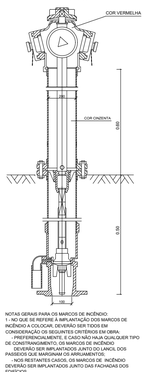
Profundidade ≤ 3 m: **L1** = D.ext + 0.50m (se D.ext ≤ 0.50m), com uma largura mínima de 0.65m
L1 = D.ext + 0.70m (se D.ext > 0.50m)

Profundidade > 3 m: **L1** = D.ext + 0.50m (se D.ext ≤ 0.50m) + 0.20m por cada metro de escavação
L1 = D.ext + 0.70m (se D.ext > 0.50m) + 0.20m por cada metro de escavação

L2 = L1 + 0.50m x 2
Nos casos em que se justifique, a fresagem deve ir até ao lancil, ou até uma ou mais faixas de rodagem, se a fiscalização o entender.

*Em terrenos lodosos, com nível freático elevado e para valas com altura superior a 4.00m, deverá ser aplicada uma primeira camada de 0.50m de altura constituída por uma mistura de enrocamento D50=0.25m e material de granulometria compreendida entre 10mm e 40mm, seguida das restantes camadas para terrenos de má fundação.

MARCO DE ÁGUA TIPO KRAMMER EURO 2000 - RW0
(COM SAIDAS LATERAIS 50 E 65, FRONTAL 100) OU EQUIVALENTE, PARA TUBAGENS COM DN =< 100
S/ Escala


COR VERMELHA
COR ONDENTA
600
0.20
1.00
0.20
0.20
0.20

Anexos

Capítulo	Anexo	Designação	Classificação
2. Descrição Geral do Projeto	**A2**	Descrição Geral	CONFIDENCIAL
3. Processo de Produção do Biometano	**A3**	Processo Industrial	CONFIDENCIAL
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	

GÁS DA TERRA

PROJETO BIOMETANO ABRIGADA

PROJETO

SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO

UNIDADE DE PRODUÇÃO DE BIOMETANO DE ORIGEM RENOVÁVEL DE ABRIGADA

Revisão

Lisboa, 7 de março de 2025

REVISÃO	DATA	DESCRIÇÃO
0	07/03/2025	Emissão inicial

GÁS DA TERRA

PROJETO BIOMETANO ABRIGADA

PROJETO

SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO

UNIDADE DE PRODUÇÃO DE BIOMETANO DE ORIGEM RENOVÁVEL DE ABRIGADA

ÍNDICE GERAL

1 INTRODUÇÃO 1

2 LEGISLAÇÃO E NORMAS APLICÁVEIS 1

3 ENQUADRAMENTO 2

4 CARACTERIZAÇÃO DA CENTRAL DE BOMBAGEM DE INCÊNDIO 2

4.1 DIMENSIONAMENTO DAS BOMBAS PRINCIPAIS 4
4.2 APRESENTAÇÃO DE CÁLCULOS E CAPACIDADE RESERVATÓRIO INCÊNDIO 5

GÁS DA TERRA

PROJETO BIOMETANO ABRIGADA

PROJETO

SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO

UNIDADE DE PRODUÇÃO DE BIOMETANO DE ORIGEM RENOVÁVEL DE ABRIGADA

1 INTRODUÇÃO

A central de bombagem de incêndios é um componente essencial para o funcionamento de sistemas de combate a incêndios em edifícios, indústrias e outras instalações, sendo responsável por garantir o fornecimento adequado de água e a pressão necessária para o combate eficaz ao fogo. Este parecer técnico tem como objetivo apresentar cálculos para o dimensionamento do reservatório de incêndio, bem como a respetiva Central de Bombagem de incêndio, de acordo com a legislação Portuguesa.

2 LEGISLAÇÃO E NORMAS APLICÁVEIS

Este parecer foi realizado com base na Legislação Portuguesa.

- Lei nº. 123/2019, de 18 de outubro - Regime Jurídico da Segurança Contra Incêndio em Edifícios (RJ – SCIE) (3ª alteração);
- Declaração de Retificação n.º 26/2020 – correção da Portaria n.º 135/2020, de 02 de junho;
- Portaria n.º 135/2020, de 02 de junho - Regulamento Técnico de Segurança Contra Incêndio em Edifícios (RT – SCIE) (1ª alteração);
- Portaria n.º 1532/2008, de 29 de dezembro - Regulamento Técnico de Segurança Contra Incêndio em Edifícios (RT – SCIE);
- Notas Técnicas da ANEPC, nomeadamente:
- Nota Técnica nº 14 – Fontes de Abastecimento de Água para o Serviço de Incêndio (SI)
- Nota Técnica nº 15 – Centrais de Bombagem para o serviço de incêndio.
- Nota Técnica nº 16 – Sistemas Automáticos de Extinção de Incêndio por Água.
- Normas Portuguesas (NP's) de SCIE.
- Normas Europeias (EN's) de SCIE

3 ENQUADRAMENTO

As instalações da SWING ABRIGADA – Alenquer, estão caracterizadas como sendo da UT XII (Industriais), classificadas na 1ª categoria de risco de incêndio.

Dispõem de área administrativa (UTIII), da 1ª categoria de risco de incêndio.

4 CARACTERIZAÇÃO DA CENTRAL DE BOMBAGEM DE INCÊNDIO

A instalação será servida por uma Central de Bombagem de Incêndio, que pode ter as seguintes características:

1) **Configuração 1 —** Bombas principal e principal de reserva elétricas e uma bomba jockey elétrica;

Nesta configuração, o funcionamento da central de bombagem depende integralmente do abastecimento de energia elétrica. Nestas condições, as instalações elétricas devem ser concebidas de modo a garantir um fornecimento alternativo através de uma fonte central de energia de emergência, cumprindo os requisitos de estabelecidos no RT-SCIE e nas RTIEBT, relativamente a alimentação, distribuição e cortes de energia. Em termos de diagrama de princípio de ligações elétricas, o circuito de alimentação do grupo de bombagem deve ter origem no quadro de entrada, ou no quadro geral de baixa tensão existindo PT. Pelo menos a bomba principal deverá ser alimentada por fonte central de energia de segurança, por intermédio de circuito com origem no Quadro de Segurança da instalação elétrica, cumprindo todos os requisitos estabelecidos nas RTIEBT relativamente a alimentações (para serviços) de segurança. O circuito de alimentação da bomba principal de reserva poderá não ter origem no quadro de segurança da instalação elétrica (2), devendo ter origem:

a) Instalações com posto de transformação: Em barramento prioritário do Quadro Geral de Baixa Tensão (QGBT) ou em barramento prioritário (1) do Quadro de Entrada (QE);

b) Instalações alimentadas em baixa tensão: Em barramento prioritário (1) do QE.

(1) Entende-se por barramento prioritário, a parte do barramento normal que não será cortada por ação do dispositivo de corte geral de emergência da instalação de utilização em caso de emergência e no qual apenas deverão ter origem circuitos de alimentação de serviços de segurança ou circuitos de alimentação de equipamentos complementares dos serviços de segurança. Estes circuitos, porque poderão estar em tensão durante as operações de combate a incêndio, deverão satisfazer as condições expressas nas RTIEBT para o dimensionamento, características e forma de estabelecimento de circuitos de alimentação para serviços de segurança.

(2) Nesta situação, relativamente à proteção contra contactos indiretos, dispensa-se a adoção de soluções que não imponham um corte automático ao primeiro defeito

2) **Configuração 2 —** Uma bomba principal elétrica, uma bomba principal de reserva de acionamento diesel (motobomba) e uma bomba jockey elétrica.

Nesta configuração, porque a central de bombagem possui ela própria fonte alternativa de energia que assegura o seu funcionamento mesmo em caso de falha fornecimento de energia elétrica, a bomba principal deverá ser alimentada nas condições descritas no ponto anterior, com exceção da necessidade de alimentação alternativa de energia — fonte central de energia de emergência.

3) **Configuração 3** — Bombas principal e principal de reserva de acionamento diesel (duas motobombas), com depósitos de alimentação de combustível independentes e uma bomba jockey elétrica.

Bombas principal e principal de reserva de acionamento diesel e uma bomba jockey elétrica. Nesta configuração a energia elétrica destina-se exclusivamente à alimentação dos carregadores das baterias de arranque das motobombas e à alimentação da bomba jockey. Neste contexto, porque uma interrupção no abastecimento de energia elétrica à central de bombagem não compromete o seu desempenho, admite-se que os circuitos de alimentação elétrica das bombas possam ter origem num quadro elétrico de distribuição da rede normal da instalação elétrica.

De ressalvar que o compartimento da CBI é local nevrálgico (Local de risco F), pelo que deve estar isolado e protegido (resistência ao fogo e sprinklers).

O deposito da rede de incêndio deve ser exclusivo para a proteção contra incêndio. A temperatura do compartimento deve ser superior a 4 graus quando constituído por eletrobombas e superior a 10 graus quando existirem moto bombas. Deve possuir ventilação adequada de acordo com o fabricante e possuir drenagem de águas residuais.

Deve ser instalada uma válvula de seccionamento na tubagem de aspiração e uma válvula de retenção e uma de seccionamento na tubagem de descarga. Todas as válvulas a instalar no lado da aspiração terão de ser de fuso ascendente tipo OS&Y.

Com exceção da bomba jockey, cujo quadro elétrico poderá estar incorporado no quadro elétrico de uma das bombas principais de acionamento elétrico, as restantes bombas deverão ser dotadas do seu próprio quadro elétrico. Os quadros elétricos deverão obedecer aos requisitos das RTIEBT e encontrando-se num **local de risco F** devem satisfazer ainda as seguintes condições:

a) Possuir invólucros metálicos, se tiverem potência estipulada superior a 45 kVA, mas não superior a 115 kVA, exceto se, tanto a aparelhagem como o invólucro, obedecerem ao ensaio do fio incandescente de 750°C/5 s;

b) Satisfazer o disposto na alínea anterior e ser embebidos em alvenaria, dotados de portas da classe E 30, ou encerrados em armários garantindo classe de resistência ao fogo padrão equivalente, se tiverem potência estipulada superior a 115 kVA.

4.1 DIMENSIONAMENTO DAS BOMBAS PRINCIPAIS

As bombas devem ser dimensionadas para garantir as condições de pressão e caudal necessárias ao abastecimento simultâneo das instalações servidas pela CBSI, para o cenário de incêndio mais gravoso, que ocorra num único compartimento de fogo. A determinação do caudal nominal (Qn) faz-se pela seguinte expressão:

Qn = Q + QH + QS + QC + QK

Q = Q1 (se apenas existirem redes de 1.ª intervenção) ou Q = Q2 (se existirem redes de 1.ª intervenção e redes de 2.ª intervenção).

Q1 — Caudal de alimentação das redes de 1.ª intervenção.

Q2 — Caudal de alimentação das redes de 2.ª intervenção.

QH — Caudal de alimentação dos hidrantes.

QS — Caudal de alimentação das redes de sprinklers.

QC — Caudal de alimentação das cortinas de água.

QK — Somatório dos caudais de outros consumidores não previstos na legislação, em litros/minuto.

Os caudais de alimentação das redes de incêndio são calculados pelas seguintes expressões:

Q1 (l/min.) = n1 × 1,5 l/s × 60 (n.º 1 do artigo 167.º)

Q2 (l/min.) = n2 × 4 l/s × 60 (n.º 3 do artigo 171.º)

QH (l/min.) = nH × 20 l/s × 60 (n.º 8 do artigo 12.º)

QS (l/min.) = qs × As (Quadro XXX VII da alínea a) do n.º 3 do artigo 174.º ou, em alternativa, as densidades de descarga e as áreas de operação consideradas por outros referenciais normativos, de acordo com a NT n.º 16.

QC (l/min.) = Ac × 10 l/min/m2 (alínea a) do artigo 179.º)

Os consumos atribuídos no Regulamento Técnico de SCIE aos meios de combate a incêndio deverão ser ajustados em função dos fatores de escoamento dos equipamentos selecionados sendo:

n1 — Número de carretéis a alimentar na rede de 1.ª intervenção, considerando metade deles em funcionamento num máximo de quatro.

n2 — Número de bocas de incêndio a alimentar na rede de 2.ª intervenção, considerando metade delas em funcionamento num máximo de quatro.

nH — Número de hidrantes a alimentar na rede de hidrantes, considerando no máximo dois.

qs — Densidade de descarga do sistema de sprinklers, variando com o local de risco a proteger, em l/min.m^2.

As — Área de operação dos sprinklers, variando com o local de risco a proteger, em m^2.

Ac — Somatório das áreas dos vãos a irrigar pelas cortinas de água, apenas num compartimento de fogo, em m^2

4.2 APRESENTAÇÃO DE CÁLCULOS E CAPACIDADE RESERVATÓRIO INCÊNDIO

Tratando-se de uma 1ª categoria de risco os meios obrigatórios a considerar são:

- Hidrantes
- Rede sprinklers (Central de Bombagem).

De seguida apresentam-se os cálculos para o dimensionamento do reservatório da rede de incêndio e valor caudal de alimentação

Qn = QH + QS

Qn= (2x20l/sx60) +(10x140) + 4x1,5x60 = 3800 l/m= 228 m^3/h arredondando e colocando 10% de coeficiente de segurança assumimos o valor **250 m^3/h**

Para garantir o caudal necessário o depósito de água da rede de incêndio deve garantir:

C=QH.T+QS.T

C= (2400x60) +(126000x90) = 270000 litros (10% coeficiente segurança= 297 000 litros)

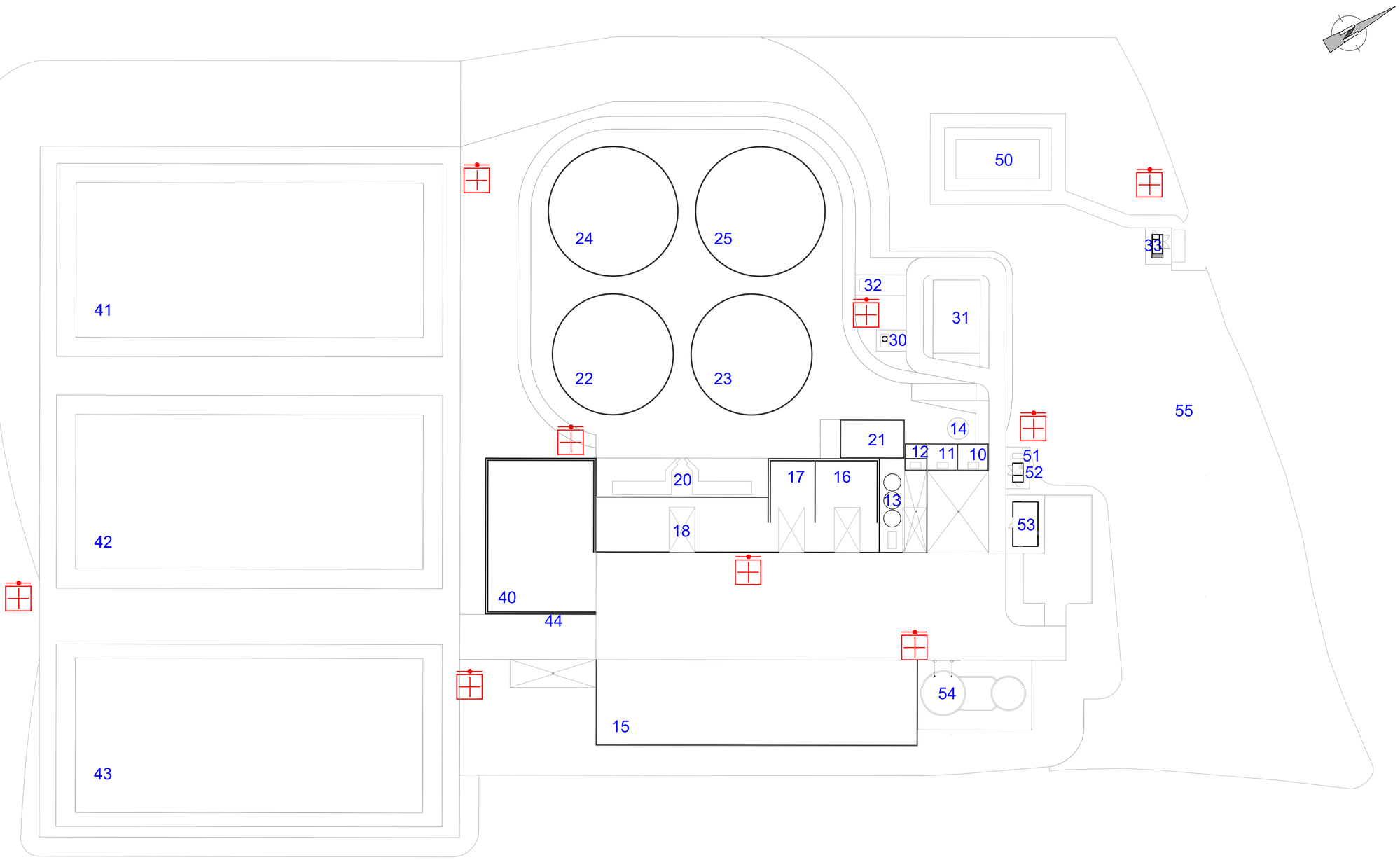
297000/1000= **300 m^3**

A capacidade do tanque de água para combate a incêndios deve ser suficiente para suprimir o fogo por um determinado período. Desta forma, e com base nos cálculos apresentados:

- As características estimadas da bomba de incêndio: 250m^3/hora
- Com base nas estimativas acima, a capacidade total do tanque de água para incêndio é de 300 m^3

Lisboa, 7 de março de 2025

Sara Mateus Costa
Projetista de Segurança Contra Incêndios



NOTAS

LEGENDA

10. Receção e Armazenamento de Chorumes (SPA Líquido)
11. Receção e Armazenamento de Chorumes (SPA Líquido) e Polpas
12. Receção e Armazenamento de Resíduos de Origem Animal (SPA a higienizar)
13. Higienização de SPA (redução e tratamento térmico)
14. Receção e Armazenamento de Óleos e Gorduras (se disponíveis)
15. Silo de Resíduos Orgânicos Vegetais
16. Receção e Armazenamento de SPA sólido (estrume)
17. Receção e Armazenamento de SPA sólido (estrume)
18. Área de Processamento de Matéria Sólida
20. Equipamentos de Alimentação dos Digestores (feeders) - matéria sólida
21. Biofiltro
22. Digestor Primário 1
23. Digestor Primário 2
24. Digestor Secundário 1
25. Digestor Secundário 2
30. Flare
31. Purificação do biogás
32. Caldeira de Biogás
33. Estação de Entrega (PRM)
40. Separação de Fases e Armazenamento Digerido Sólido
41. Lagoas de Armazenamento de Digerido Líquido
42. Lagoas de Armazenamento de Digerido Líquido
43. Lagoas de Armazenamento de Digerido Líquido
44. Área de Recolha de Digerido Líquido (saída)
50. Bacia de Retenção de Águas Pluviais
51. Gerador
52. Transformador de Potência
53. Escritório
54. Tanque de Armazenamento de Água de Combate a Incêndio
55. Balança

LEGENDA SCIE

Hidrante exterior - marco de água

Rev.	Data	Descrição das alterações	Aprov.
02	17-11-2025	REVISÃO LAYOUT	PVP
01	09-05-2025		PVP
00	10-03-2025	EMISSÃO INICIAL	PVP

QUADRANTE www.qd-eng.com

Cliente

GÁS DA TERRA

PROJETO

CENTRAL DE BIOMETANO
EM ABRIGADA

Designação

SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIOS
HIDRANTES

Escalas :	1:500	Projetou:	SMC
Data :	07-03-205	Desenhou :	SMC
Processo :	T2025-0062-01	Verificou :	SMC
Ficheiro :	T205-0062-01-EP-SCI-01-101_00.dxf	Aprovou :	PVP

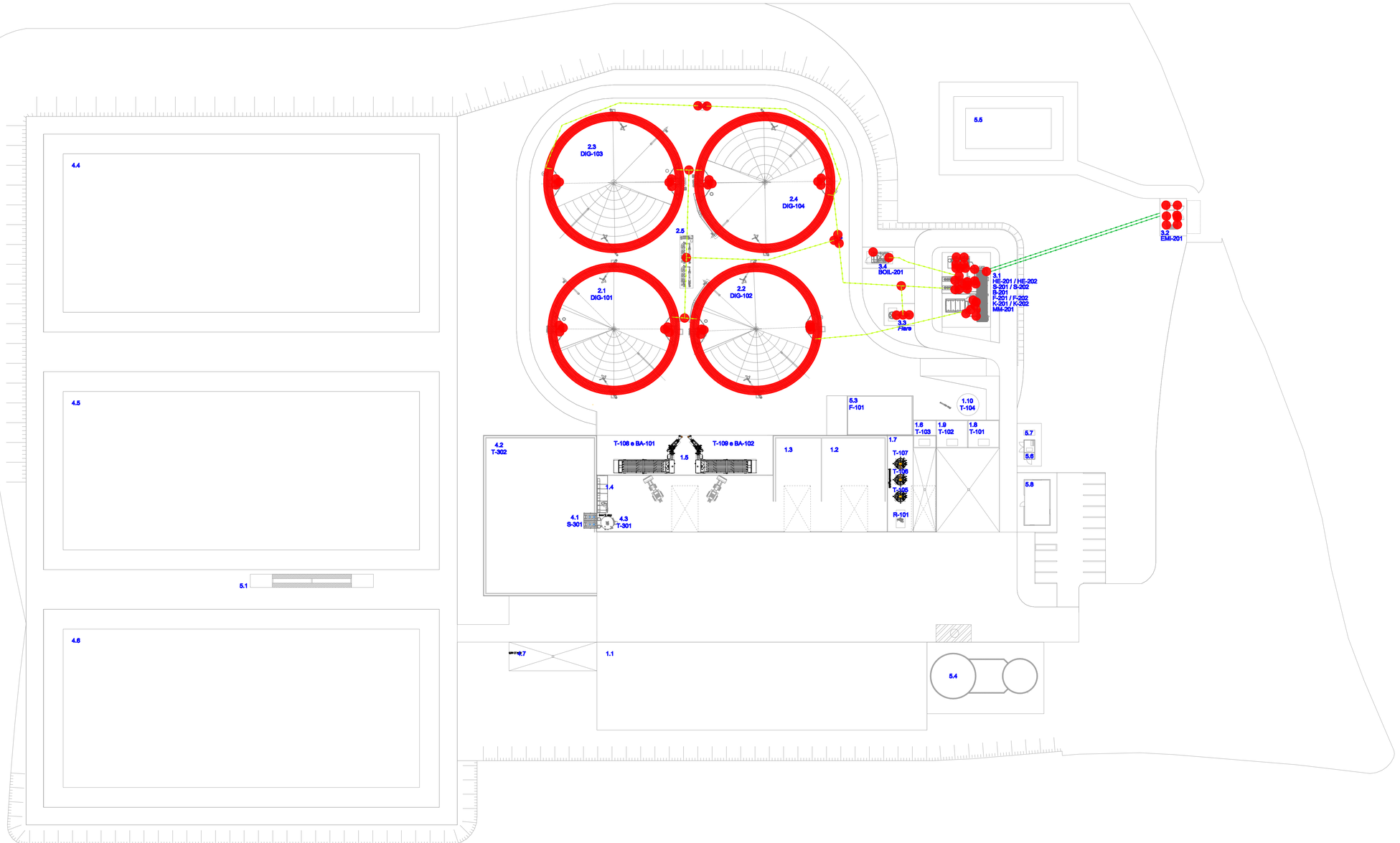
Desenho Nº: EP-SCI-01-101 | Revisão: 02

Este desenho é propriedade do GRUPO QUADRANTE, não podendo ser utilizado ou reproduzido no todo ou em parte, ou comunicado a terceiros, sem a sua expressa autorização. Este desenho só é válido para construção depois de devidamente assinado.

A1

Anexos

Capítulo	Anexo	Designação	Classificação
2. Descrição Geral do Projeto	**A2**	Descrição Geral	CONFIDENCIAL
3. Processo de Produção do Biometano	**A3**	Processo Industrial	CONFIDENCIAL
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	



NOTAS

1	**RECEÇÃO E ARMAZENAMENTO DE MATÉRIAS-PRIMAS**
1.1	Silo de Resíduos Orgânicos Vegetais
1.2	Receção e Armazenamento de SPA sólido (aves)
1.3	Receção e Armazenamento de SPA sólido (bovinos)
1.4	Área de Processamento de Matéria Sólida
1.5	Alimentadores (feeders) - Matéria Sólida
1.6	Receção e Armazenamento de SPA a higienizar
1.7	Higienização de SPA (redução e tratamento térmico)
1.8	Receção e Armazenamento de Chorumes (SPA Líquido)
1.9	Receção e Armazenamento de Chorumes (SPA Líquido) e Polpas
1.10	Receção e Armazenamento de Óleos e Gorduras
2	**DIGESTÃO ANAERÓBIA E PRODUÇÃO DE BIOGÁS**
2.1	Digestor Primário 1
2.2	Digestor Primário 2
2.3	Digestor Secundário 1
2.4	Digestor Secundário 2
2.5	Área de Gestão Técnica e Controlo da Produção
3	**GESTÃO DE BIOGÁS E BIOMETANO**
3.1	Purificação do biogás (upgrading)
3.2	Estação de Mistura e Injeção (EMI)
3.3	Tocha (Flare)
3.4	Caldeira de Biogás
4	**GESTÃO DE DIGERIDO**
4.1	Separação de Fases
4.2	Armazenamento Digerido Sólido
4.3	Tanque de transferência de Digerido Líquido
4.4	Lagoas de Armazenamento de Digerido Líquido
4.5	Lagoas de Armazenamento de Digerido Líquido
4.6	Lagoas de Armazenamento de Digerido Líquido
4.7	Recolha de Digerido Líquido (saída)
5	**EQUIPAMENTOS AUXILIARES**
5.1	Balança
5.2	Fossa de Condensados
5.3	Biofiltro
5.4	Tanque de Armazenamento de Água de Combate a Incêndio
5.5	Bacia de Retenção de Águas Pluviais
5.6	Transformador de Potência
5.7	Gerador
5.8	Escritório

Biometano

Biogás

Zonas ATEX

REV:	DESCRIÇÃO:	POR:	DATA:
00	BASE		

GÁS DA TERRA
Sociedade de Reconversão de Resíduos Agrícolas em Energia, Lda.
NIP: 516 801 139

CLIENTE: GÁS DA TERRA

DESENHO: PROCESSO
Zonas ATEX

FASE: PROJETO

PROJETO: UAB ABRIGADA

ESCALA:	DATA:	RESP:	VER:
1:500	12.05.25		

PROJETO:	DESENHO:	REV:
PT_ABR	PT_ABR_P04	

Anexos

Capítulo	Anexo	Designação	Classificação
2. Descrição Geral do Projeto	**A2**	Descrição Geral	CONFIDENCIAL
3. Processo de Produção do Biometano	**A3**	Processo Industrial	CONFIDENCIAL
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	

GÁS DA TERRA

PROJETO BIOMETANO ABRIGADA

ESTUDO HIDROLÓGICO/HIDRÁULICO

MEMÓRIA DESCRITIVA

Lisboa, 15 de Abril de 2025

REVISÃO	DATA	DESCRIÇÃO
00	15/04/2025	Emissão inicial

GÁS DA TERRA

PROJETO BIOMETANO ABRIGADA

ESTUDO HIDROLÓGICO/HIDRÁULICO

MEMÓRIA DESCRITIVA

ÍNDICE GERAL

1 INTRODUÇÃO E OBJECTIVOS 4

2 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E CLIMÁTICA DA ÁREA EM ESTUDO 5

2.1 ENQUADRAMENTO GEOGRÁFICO E HIDROGRÁFICO 5
2.2 CLIMA 5

3 ESTUDO HIDROLÓGICO 6

3.1 PERÍODO DE RETORNO 6
3.2 CURVAS IDF 6
3.3 CARACTERIZAÇÃO DAS BACIAS 8
3.4 TEMPO DE CONCENTRAÇÃO 8
3.5 ESTABELECIMENTO DO HIETOGRAMA DE PRECIPITAÇÃO 9
3.6 PERDAS DE PRECIPITAÇÃO 10
3.7 CÁLCULO DE CAUDAIS 11

4 ESTUDO HIDRÁULICO 11

4.1 MODELO HIDRÁULICO 11
4.2 DIMENSIONAMENTO DE PASSAGENS HIDRÁULICAS 13
4.2.1 METODOLOGIA DE CÁLCULO 13
4.2.2 CRITÉRIOS 14
4.2.3 RESULTADOS DO CÁLCULO 15

5 CONCLUSÕES 15

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 – Precipitação média e máxima mensal (Abrigada) 6

Figura 3.1 – Polígonos de Thiessen para os 27 postos udográficos utilizados no estudo de Brandão *et al* (2001) 7

Figura 3.2 – Curva IDF TR100 do posto de São Julião do Tojal 7

Figura 3.3 – Bacia afluente à área de intervenção.....8

Figura 3.4 – Hietograma de precipitação.....10

Figura 4.1 – DTM utilizado na análise hidráulica computacional. 12

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.1 – Distribuição mensal da temperatura média (°C).....5

Tabela 3.1 – Fórmulas utilizadas para cálculo do tempo de concentração. 9

Tabela 3.2 – Características fisiográficas e tempo de concentração das sub-bacias hidrográficas analisadas.....9

GÁS DA TERRA

PROJETO BIOMETANO ABRIGADA

ESTUDO HIDROLÓGICO/HIDRÁULICO

MEMÓRIA DESCRITIVA

1 INTRODUÇÃO E OBJECTIVOS

O presente documento corresponde à Memória Descritiva do Estudo Hidrológico e Hidráulico relativo ao acesso e recinto da central de biometano a construir em Abrigada, Alenquer.

Os principais objectivos do presente trabalho são:

- modelação hidráulica, englobando a determinação de áreas de inundação, velocidades e percurso do escoamento na área em estudo; e
- pré-dimensionamento e a verificação do funcionamento hidráulico das passagens hidráulicas (PH) a executar na via de acesso principal prevista.

Este documento inicia-se com a presente Introdução, a que se segue, no capítulo 2, uma breve caracterização física e climática da área de estudo. No capítulo 3 encontra-se a descrição do estudo hidrológico realizado. Nos capítulo 4 descreve-se o dimensionamento de passagens hidráulicas, indicando-se também os critérios escolhidos. Finalmente, no capítulo 5 tecem-se algumas considerações finais.

2 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E CLIMÁTICA DA ÁREA EM ESTUDO

2.1 ENQUADRAMENTO GEOGRÁFICO E HIDROGRÁFICO

A área analisada no presente Estudo situa-se na União de Freguesias de Abrigadas e Cabanas de Torres, concelho de Alenquer, distrito de Lisboa, Portugal.

A central de biometano localizar-se-á numa área situada a nascente de Abrigada, próximo da povoação de Marés, a Sul da serra de Montejunto.

Na área de estudo tem origem diversas pequenas linhas de água, que confluem numa principal que escoa aproximadamente no sentido E-O, paralelamente à via de acesso à central. Esta linha de água é afluente de uma outra designada por Vale Choupo que é, por usa vez, um afluente da margem esquerda do rio da Ota. Deste modo, a área de estudo insere-se na bacia hidrográfica do Tejo.

2.2 CLIMA

A área de estudo está climaticamente localizada numa região de subtipo Csa (clima mediterrânico de Verão quente), segundo a classificação de Köppen, caracterizada por um clima temperado de características mediterrânicas com Invernos húmidos e amenos e Verões muito quente e secos, altas insolações e evapotranspiração elevada.

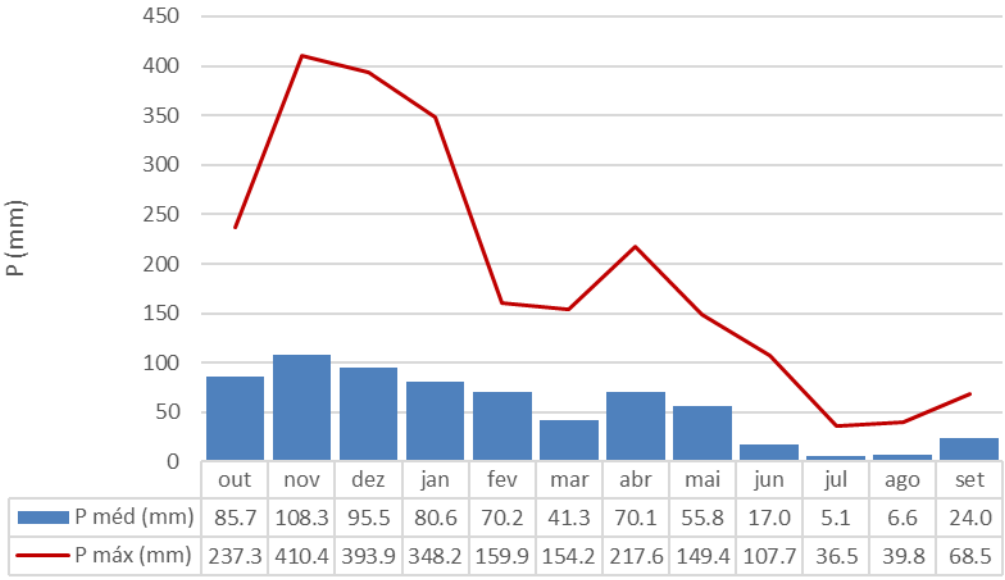
A temperatura média anual é de 15,8°C, variando entre os 22,2°C em Agosto e os 9,9°C em Janeiro. A Tabela 2.1 apresenta as médias das temperaturas máximas, médias e mínimas ao longo do ano em Alenquer:

Tabela 2.1 – Distribuição mensal da temperatura média (°C)

Temperatura	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Média (°C)	9,9	10,5	12,6	14,2	17,0	20,1	21,5	22,2	20,7	17,6	13,0	10,7
Mínima (°C)	6,6	6,8	8,6	10,3	12,7	15,5	17,0	17,5	16,4	13,9	9,8	7,4
Máxima (°C)	13,8	14,8	17,1	18,8	21,9	25,6	27,3	28,3	26,4	22,1	16,8	14,6

Fonte: https://pt.climate-data.org/europa/portugal/alenquer/alenquer-55165/

A precipitação média anual, calculada a partir de uma série de 26 anos completos de registos (entre 1979/80 e 2018/19) na estação meteorológica do SNIRH de Abrigada, é de 660 mm. Em média, 73% da precipitação média anual ocorre em metade do ano, entre Outubro e Março. Na Figura 2.1 apresenta-se a variação média mensal da precipitação média, bem como a precipitação máxima de cada mês registada na série da estação meteorológica de Abrigada.



	out	nov	dez	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set
P méd (mm)	85.7	108.3	95.5	80.6	70.2	41.3	70.1	55.8	17.0	5.1	6.6	24.0
P máx (mm)	237.3	410.4	393.9	348.2	159.9	154.2	217.6	149.4	107.7	36.5	39.8	68.5

Figura 2.1 – Precipitação média e máxima mensal (Abrigada)

3 ESTUDO HIDROLÓGICO

3.1 PERÍODO DE RETORNO

O período de retorno considerado no cálculo de caudais foi de 100 anos.

3.2 CURVAS IDF

No cálculo da intensidade de precipitação foram utilizadas as curvas intensidade-duração-frequência (IDF) estabelecidas em BRANDÃO, C., RODRIGUES, R. e COSTA, J. P. da (2001), "Análise de fenómenos extremos. Precipitações intensas em Portugal continental", Direcção dos Serviços de Recursos Hídricos, Lisboa.

A selecção do posto a utilizar foi feita a partir da divisão do território continental português em polígonos de Thiessen que se encontra em PORTELA, M.M. (2006), "Estimação de precipitações intensas em bacias hidrográficas de Portugal Continental", Recursos Hídricos, Vol. 27(1), pp. 15-32, Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos (APRH), Lisboa.

Desta forma foi seleccionado o posto de São Julião do Tojal (20C/01).



Posto udográfico	
Código	Designação
02G/09	Casal Soeiro
05T/01	Miranda do Douro
03M/01	Chaves
03E/03	Viana do Castelo
10F/01	Aveiro (Universidade)
10H/01	Caramulo
11I/01	Santa Comba Dão
11L/05	Penhas Douradas
12L/03	Covilhã
12G/01	Coimbra (IG)
13L/02	Gralhas
21C/06	Lisboa (IGIDL)
21C/02	Lisboa (Portela)
20C/01	S. Julião do Tojal
18M/01	Portalegre
20I/01	Pavia
22J/02	Évora-Cemitério
25J/02	Beja
26D/01	Sines
27G/01	Reliquias
30J/02	Catraia
31J/01	S. Brás de Alportel
30M/01	Figueirais
31F/01	Praia da Rocha
30F/01	Monchique
31J/02	Faro
30M/02	Vila Real de Santo António

Figura 3.1 – Polígonos de Thiessen para os 27 postos udográficos utilizados no estudo de Brandão *et al* (2001)

Na Figura seguinte mostra-se a curva IDF com período de retorno 100 anos e duração até 24h do posto de São Julião do Tojal:

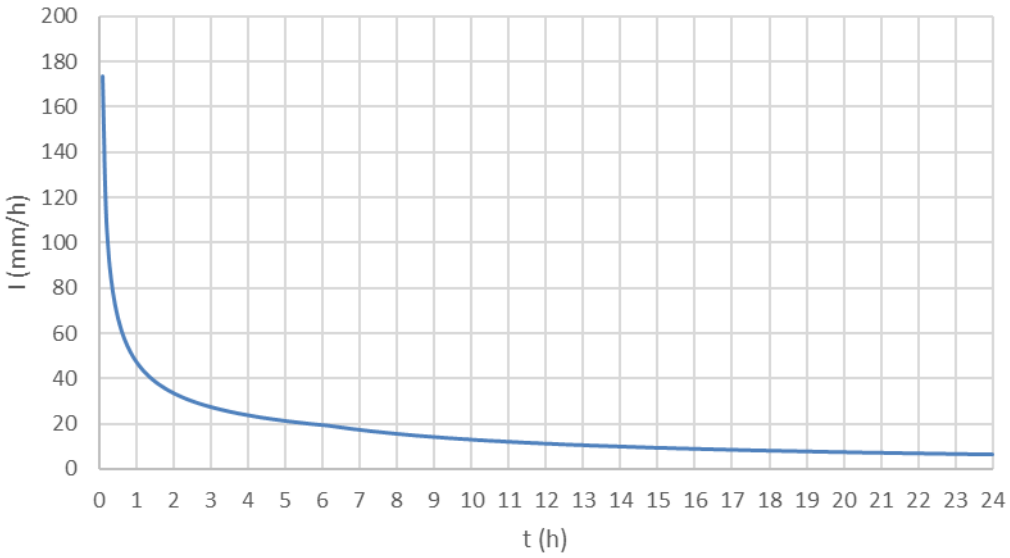


Figura 3.2 – Curva IDF TR100 do posto de São Julião do Tojal

3.3 CARACTERIZAÇÃO DAS BACIAS

As bacias drenantes foram traçadas e caracterizadas sobre a cartografia militar à escala 1:25000 do IGeoE (Instituto Geográfico do Exército).

A caracterização das bacias incluiu:

- a medição da sua área e do comprimento da linha de água principal;
- a determinação das duas cotas características (cotas máxima, mínima e associadas a 85% e 10% do comprimento do talvegue); e
- cálculo do desnível da bacia (Δh), da sua altura média (H), do seu declive médio (J) e do declive entre as cotas associadas a 85% e 10% do comprimento do talvegue ($d_{10:85}$).

Na Figura seguinte mostra-se a maior bacia externa afluente à área de intervenção, assinalada a vermelho:

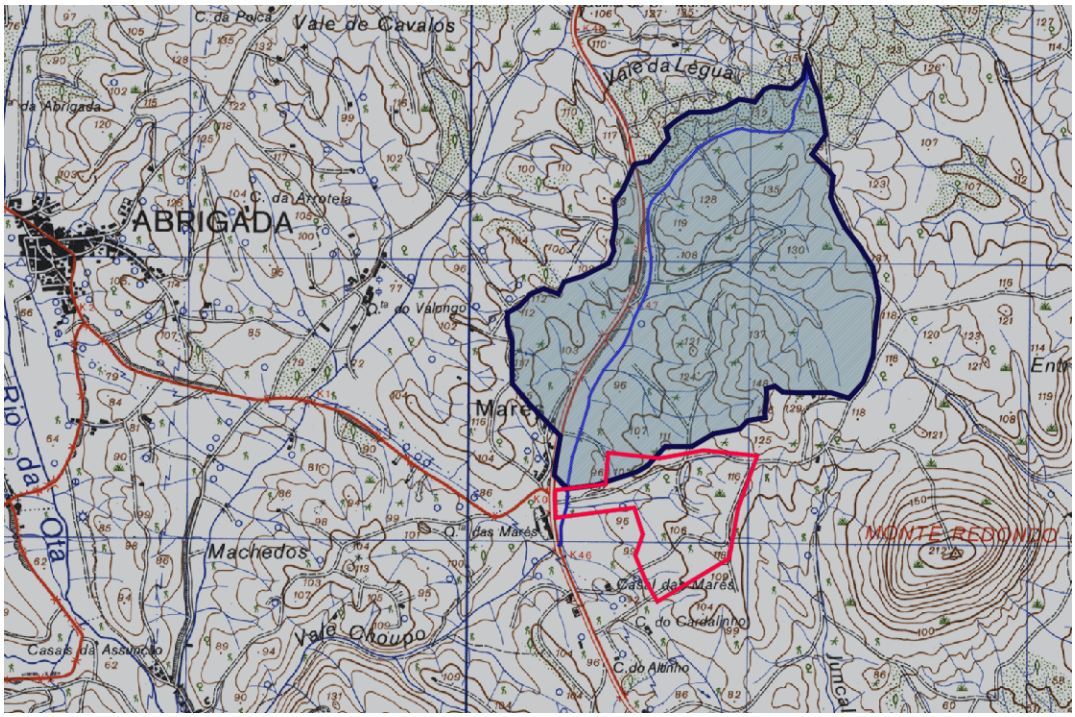


Figura 3.3 – Bacia afluente à área de intervenção

Esta bacia, da linha de água do Vale Choupo, tem 1,15 km^2.

3.4 TEMPO DE CONCENTRAÇÃO

O tempo de concentração das bacias foi calculado usando as fórmulas de Giandotti, Temez, Kirpich, Ventura, Chow, NERC (Natural Environment Research Council) e SCS (Soil Conservation Service).

Na Tabela 3.1 são apresentadas as fórmulas utilizadas.

Tabela 3.1 – Fórmulas utilizadas para cálculo do tempo de concentração.

Fórmula	tc (min)
Giandotti	$tc = [(4A^{0,5}+1,5.L) / (0,8*H^{0,5})]*60$
Temez	$tc = 0,3 \times (L / J^{0,25})^{0,76}$
Kirpich	$tc = 0,0663 \times L^{1,155} / (\Delta h/1000)^{0,385}$
Ventura	$tc = 240.(A.L / \Delta h)^{0.5}$
Chow	$tc = 0,08733.\{[L / (J/1000)]^{0,5}\}^{0,64}$
SCS	$tc = 100.L^{0,4}.(1000/CN-9)^{0,7}/(1900.(Jx100)^{0,5})$

Sendo: tc (min), o tempo de concentração da bacia; A (km^2), a área da bacia hidrográfica L (km), o comprimento da linha de água principal; H (m), a altura média da bacia; J (m/m), o declive médio do curso de água principal; e Δh (m), diferença de cotas entre as extremidades. Na fórmula do SCS o comprimento L entra em pés e CN é o número do escoamento.

O tempo de concentração escolhido para o cálculo dos caudais corresponde à média aritmética dos tempos de concentração calculados (limitado a um mínimo de 5 minutos), excluindo os valores máximo e mínimo.

Na Tabela 3.2 apresenta-se as principais características fisiográficas das sub-bacias hidrográficas analisadas:

Tabela 3.2 – Características fisiográficas e tempo de concentração das sub-bacias hidrográficas analisadas

Bacia	Comprimento da linha de água principal (km)	Desnível da linha de água principal (m)	Área da bacia (km^2)	tc adoptado (min)
Vale Choupo	1,908	69	1,154	58

3.5 ESTABELECIMENTO DO HIETOGRAMA DE PRECIPITAÇÃO

A partir das curvas IDF foi estabelecido o hietograma de precipitação 100 anos de período de retorno.

A duração considerada para o hietograma foi de aproximadamente três vezes o tempo de concentração estimado para a maior bacia que atravessa a área de estudo (que é de 58 min), o que levou a adotar uma duração total do hietograma de 3,0 h.

O hietograma é construído usando a expressão:

$$P_n = P_n(t) - P_{n-1}(t)$$

em que P_n corresponde à precipitação do bloco n e P(t) à precipitação com duração t.

Os blocos de precipitação foram organizados dispondo o bloco com maior precipitação no centro do hietograma e os restantes blocos dispostos, por ordem decrescente, alternadamente à direita e à esquerda do bloco central.

Na Figura seguinte mostra-se o hietograma de precipitação com período de retorno 100 anos calculado:

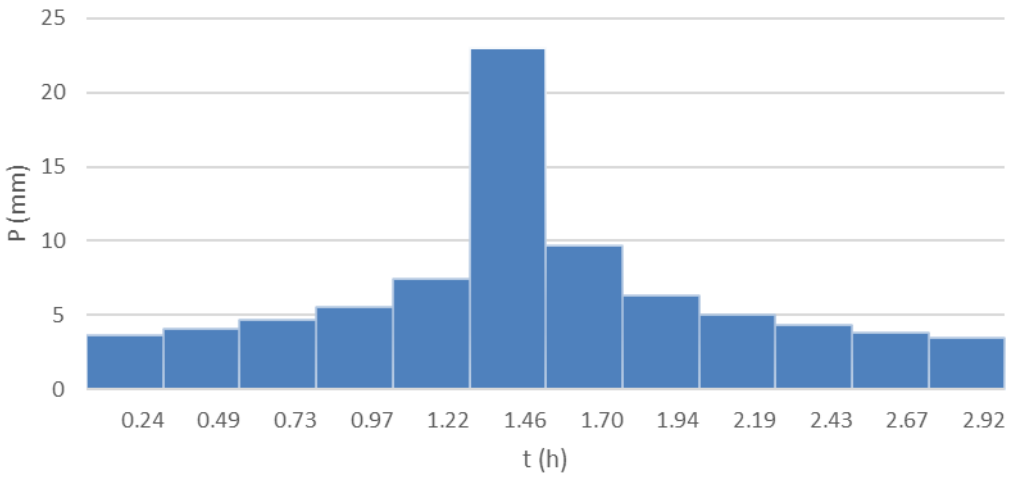


Figura 3.4 – Hietograma de precipitação

3.6 PERDAS DE PRECIPITAÇÃO

O número do escoamento (CN) foi estimado sobrepondo a carta que indica a distribuição nacional dos números de escoamento (SNIRH, Julho 2009), para condições prévias de humedecimento do solo AMC-II.

A conversão do CN para o limite superior AMC-III, supondo que o solo se encontra saturado na altura da chuvada, foi feita utilizando a expressão:

$$CN_{AMC\text{-}III} = 23CN_{AMC\text{-}II}/(10+0{,}13CN_{AMC\text{-}II})$$

Assim, estimou-se um CN de 81 para a área de estudo.

O modelo integrado no HEC-HMS considera que as perdas iniciais de precipitação (devidas a infiltração, evapotranspiração, *etc.*) são iguais a 0,2 x S (em que S é a capacidade máxima de retenção). No entanto:

- A única análise crítica do valor do factor ψ para Portugal continental de que se tem conhecimento é apresentada em Correia (1984), que afirma que o valor médio de 0,2 proposto pelo SCS não foi verificado "de forma inteiramente

concludente", reconhecendo, aquele autor, que tal valor conduz a precipitações efetivas muito baixas em consequência das elevadas perdas iniciais de precipitação. Por este motivo, Correia (1984) propõe um método de cálculo iterativo que, actuando sobre a própria duração da chuvada, conduz a menores perdas iniciais;

- Em Portela *et al.* (2000) é referido que se deve adoptar ψ=0 como forma de reduzir, à custa da eliminação das perdas iniciais, as perdas totais de precipitação que obtiveram naquela bacia hidrográfica e que reconheceram como nitidamente excessivas. Por este motivo, consideraram-se nulas as perdas inicias de precipitação no HEC-HMS.

Os hietogramas são introduzidos no programa HEC-HMS numa bacia hidrográfica genérica com os números de escoamento do SCS estimados. Os resultados obtidos através da simulação serão introduzidos como condições de fronteira no modelo do HEC-RAS para a área interior da central fotovoltaica.

3.7 CÁLCULO DE CAUDAIS

De acordo com os pressupostos acima indicados, estimou-se que a linha de água afluente (Vale Choupo) terá um caudal de ponta de cheia da ordem dos 6,3 m^3/s – este será o caudal de dimensionamento da PH a prever no acesso à central.

O hidrograma afluente resultante da aplicação de um hietograma com 3x a duração do tempo de concentração terá um pico de 8,3 m^3/s.

4 ESTUDO HIDRÁULICO

4.1 MODELO HIDRÁULICO

A versão 6 do HEC-RAS (*software* gratuito disponível para *download* na *internet*, desenvolvido pelo United States Army Corps of Engineers), permite executar a simulação em duas dimensões de escoamentos variáveis através da utilização das equações de Saint-Venant ou das equações de difusão da onda.

O modelo a duas dimensões utiliza as condições de conservação de volume e momento, ou seja, o volume de água introduzido nos hidrogramas afluentes é movido ao longo do domínio do modelo digital do terreno (DTM). Tal significa que o volume de água que sai do domínio do DTM através da(s) sua(s) condição(ões) de fronteira de jusante somado ao volume armazenado em albufeiras ou outras depressões do terreno tem de ser igual ao volume do(s) hidrograma(s) de cheia afluente(s) introduzido(s) no modelo para garantir o sucesso da simulação. A conservação do volume torna-se deste modo num importante instrumento de verificação da qualidade da modelação (*i.e.*, da sua estabilidade numérica e da sua precisão).

Os modelos a duas dimensões são geralmente regidos pelas equações da continuidade e da onda dinâmica. Estas equações são usualmente resolvidas através do método central das diferenças finitas. Este método modela a progressão da onda de cheia ao

longo do tempo através do domínio do DTM. Os cálculos hidráulicos são influenciados de modo mais relevante pela topografia do terreno e pela rugosidade da superfície de cada célula da malha de cálculo pela qual se processa o escoamento.

No caso da versão 6 do HEC-RAS, o *software* resolve todas as equações de Barré – Saint-Venant a duas dimensões, incluindo o efeito de Coriolis e a dispersão do momento causada pela turbulência horizontal.

A versão 6 do HEC-RAS é aceite internacionalmente como sendo um modelo bastante preciso de simulação do escoamento a duas dimensões, sendo inclusivamente recomendado pela agência ambiental americana (FEMA) para a produção de mapas de inundação e de risco de cheia.

Para desenvolver uma simulação precisa a duas dimensões, é importante a obtenção de um DTM pormenorizado da área de estudo, tal como o que foi realizado através do levantamento topográfico (Figura 4.1).

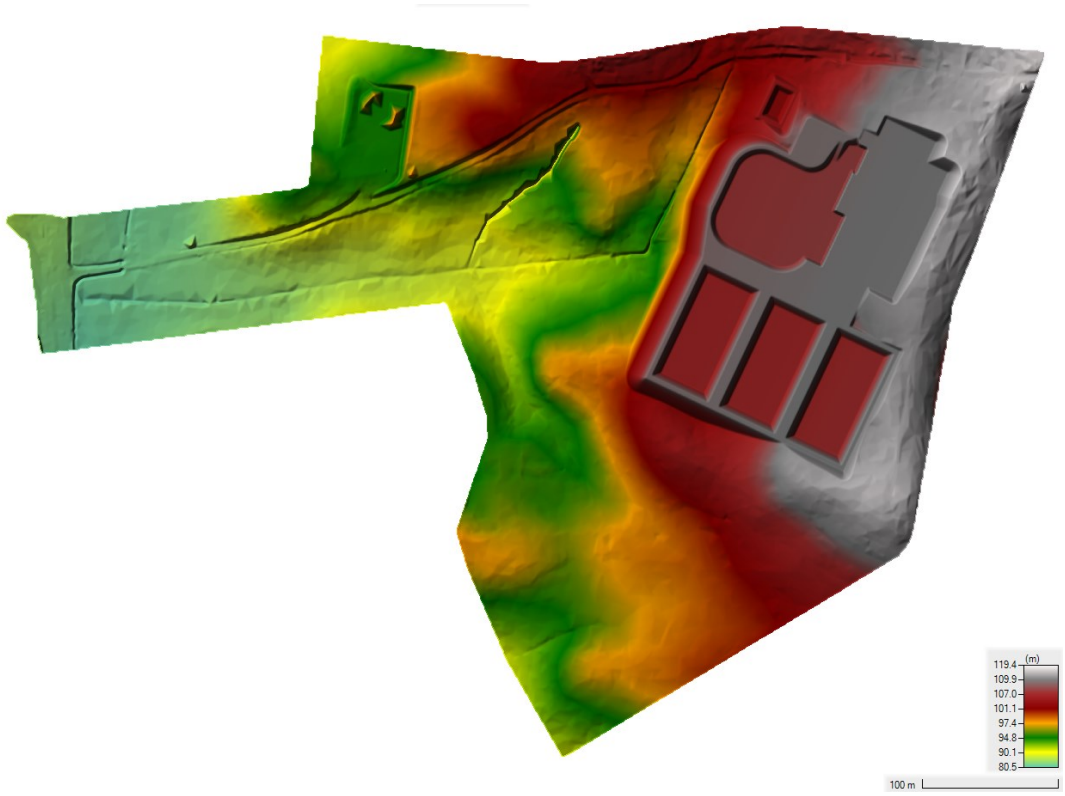


Figura 4.1 – DTM utilizado na análise hidráulica computacional.

No módulo DTM estabelecem-se malhas sobre as áreas onde é expectável que se processe o escoamento, definindo a dimensão das células e o intervalo temporal de simulação (*i.e.*, a duração de cada passo de cálculo). Estes dois factores são determinantes na precisão do modelo e devem ser escolhidos em função da qualidade e pormenorização do DTM (se este não for muito pormenorizado, quanto mais fechada

for a malha, mais o erro se propaga). A relação entre estes dois parâmetros define o número de Courant que deve ser o máximo possível próximo de 1:

$$u\frac{\Delta t}{\Delta x} \sim 1$$

Sendo u a velocidade de escoamento (m/s), Δt o intervalo de tempo decorrido entre cada passo e Δx a dimensão de cada célula.

No presente caso foi criada uma malha com 1x1m, contendo um total de 195545 células. O passo de cálculo usado foi Δt = 0,5 s.

Foi considerado um coeficiente de rugosidade de Manning de 0,04 s/m$^{1/3}$, o qual corresponde a terrenos naturais com vegetação rasteira.

Os resultados da simulação obtidos são mostrados nas peças desenhadas.

4.2 DIMENSIONAMENTO DE PASSAGENS HIDRÁULICAS

4.2.1 METODOLOGIA DE CÁLCULO

A metodologia utilizada no pré-dimensionamento e verificação da PH foi a do U.S. Department of Transportation[1]. De uma forma resumida, o método determina que se faça o cálculo da altura de água a montante (Hw) supondo controlo à entrada (função do caudal, diâmetro, tipo de entrada e inclinação) e controlo à saída (função de caudal, diâmetro, inclinação e também do comprimento do aqueduto, perda de carga no escoamento e altura de água a jusante). Comparando os valores obtidos, o mais alto (mais desfavorável) indicará o tipo de escoamento a ser considerado para a situação de cálculo.

No cálculo começou-se por verificar que a inclinação do aqueduto a executar corresponde a um declive forte, com vista ao estabelecimento de um regime de escoamento rápido no interior do aqueduto, com controlo a montante, condição favorável ao escoamento eficiente dos caudais de cheia.

No caso de controlo à entrada, a equação utilizada para cálculo da altura de escoamento à entrada, no caso desta não estar afogada, é:

$$Hw = hc + \{K[1{,}811Q/(AD^{0,5})]^M + K_S S\}.D$$

onde: Hw (m), é a altura do escoamento à entrada; hc (m) é a altura crítica do escoamento no interior do aqueduto; K e M são constantes parametrizadas e tabeladas no documento da FHWA; A (m^2) é a secção do escoamento; D (m) a altura interior do

[1] Federal Highway Administration (2012), “Hydraulic Design of Highway Culverts. Third edition”, Hydraulic Design Series Number 5.

aqueduto; K_S uma constante de acerto da inclinação; e S (m/m) a inclinação do aqueduto.

A equação anterior é válida para valores de $Q/AD^{0,5}$ até 2,21. Acima deste valor dever-se-á utilizar uma equação alternativa para entrada submersa:

$$Hw = \{c[1,811Q/(AD^{0,5})]^2 + Y + K_S S\}.D$$

onde c e Y são constantes tabeladas no documento da FHWA.

Para a situação de controlo à saída, calculou-se Hw a partir da expressão

$$Hw = Tw + \Delta H - L.S$$

onde: Tw (m) é a altura de água a jusante; ΔH (m) a perda de carga do escoamento em pressão através do aqueduto; L (m) o comprimento do aqueduto; e S (m/m) a sua inclinação.

A equação utilizada para cálculo da perda de carga no aqueduto é

$$\Delta H = (1 + Ke + 19,63n^2L/R^{1,33}).v^2/2g$$

onde: Ke (m) representa um coeficiente de perda de carga à entrada (=0,3); n é o coeficiente de Manning (usou-se 0,014 para aquedutos de betão); L (m) é o comprimento da PH; R (m) o raio hidráulico da secção interior cheia; v (m/s) a velocidade do escoamento; e g (m/s^2) a aceleração da gravidade.

4.2.2 CRITÉRIOS

Privilegiou-se o dimensionamento de PH com escoamento em regime rápido e controlo a montante, com uma relação Hw/D máxima de 1,2. Limitou-se a velocidade máxima de escoamento a 4.5 m/s – valor considerado limite para colocação de tapetes de enrocamento na dissipação de energia à saída de aquedutos[2].

De uma forma geral, foram arbitradas: inclinação de 1%; e a cota de soleira à entrada considerando 1 m de recobrimento.

Usando estes critérios, procurou-se que a folga da altura do escoamento à entrada do aqueduto (Hw) em relação à cota de pavimento fosse superior a um mínimo de 0,5 m.

Considerou-se que a PH deverá ser constituída por uma única tubulação.

O corte longitudinal tipo da Passagem Hidráulica é apresentada na figura seguinte.

[2] MARTINS, F.J.P. (2000), "Dimensionamento hidrológico e hidráulico de passagens inferiores rodoviárias para águas pluviais", Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade de Coimbra.

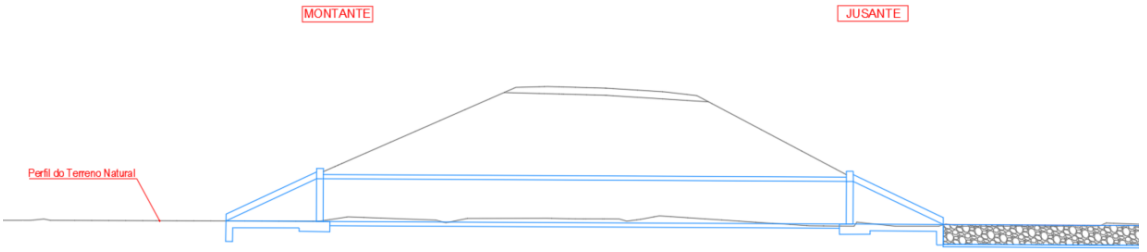


Figura 4.2 – Corte longitudinal tipo da Passagem Hidráulica proposta

4.2.3 RESULTADOS DO CÁLCULO

O cálculo efectuado aponta para que se deva instalar uma *box culvert* com 2,0x1,0 m no Vale Choupo.

Propõe-se também uma passagem hidráulica situada proximamente à entrada na UP, sobre uma linha de água não denominada na cartografia. O caudal desta linha de água é muito reduzido (0,20 m^3/s), pelo que se propõe a adoção do diâmetro mínimo de 1000 mm.

5 CONCLUSÕES

No presente estudo elaborou-se o estudo hidrológico e hidráulico das linhas de água que interessam o recinto onde será construída a central de biometano de Abrigada, Alenquer e o respectivo acesso.

Procedeu-se igualmente ao pré-dimensionamento e à verificação do funcionamento hidráulico da PH que será necessário executar no acesso.

A análise feita neste âmbito corresponde a um pré-dimensionamento dos órgãos hidráulicos previstos, que deverá ser confirmado e/ou adaptado, caso necessário, em fases subsequentes do projeto, nomeadamente quando estiver disponível uma maior definição e detalhamento da rede viária.



Rev.	Data	Descrição das alterações	Aprov.

QUADRANTE www.qd-eng.com

Cliente:
GÁS DA TERRA

Projeto:
CENTRAL DE BIOMETANO EM ABRIGADA

ESTUDO HIDROLÓGICO

Designação:
ALTURA DE ESCOAMENTO MÁXIMA T=100 ANOS

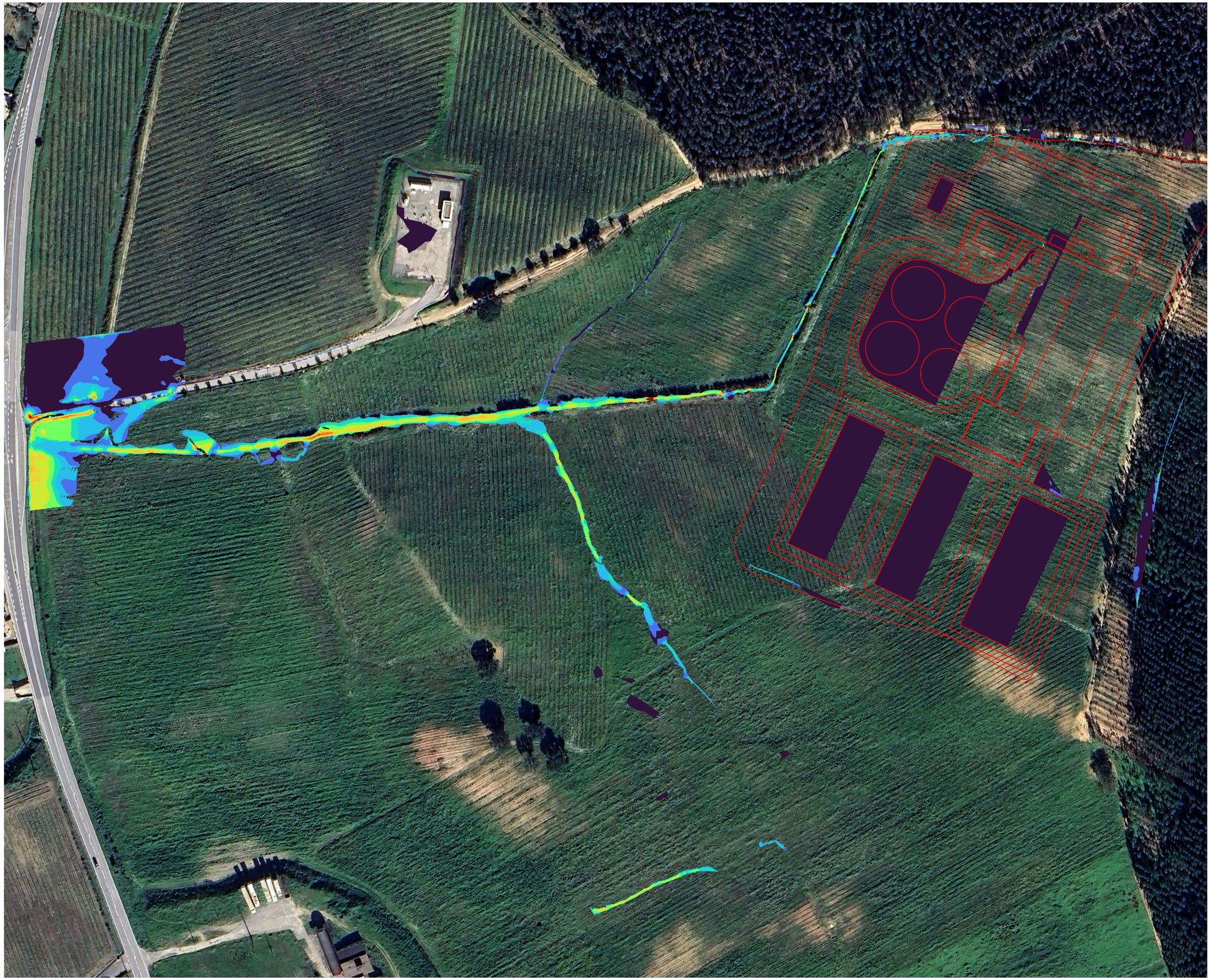
Escala : 1:1000
Data: 15/04/2025
Processo : T2025-0062-01
Ficheiro : T2025-0062-01-EP-HID-00-101

Projetou : ABA
Desenhou : RMA
Verificou : DSF
Aprovou : DSF

Desenho nº
EP-HID-00-101

Revisão:
0

Este desenho é propriedade do GRUPO QUADRANTE, não podendo ser utilizado ou reproduzido no todo ou em parte, ou comunicado a terceiros, sem a sua expressa autorização. Este desenho só é válido para construção depois de devidamente assinado.



Rev.	Data	Descrição das alterações	Aprov.

QUADRANTE www.qd-eng.com

Cliente:
GÁS DA TERRA

Projeto:
CENTRAL DE BIOMETANO EM ABRIGADA

ESTUDO HIDROLÓGICO

Designação:
VELOCIDADE MÁXIMA T=100 ANOS

Escala : 1:1000
Data: 15/04/2025
Processo : T2025-0062-01
Ficheiro : T2025-0062-01-EP-HID-00-102

Projetou : ABA
Desenhou : RMA
Verificou : DSF
Aprovou : DSF

Desenho nº
EP-HID-00-102

Revisão:
0

Este desenho é propriedade do GRUPO QUADRANTE, não podendo ser utilizado ou reproduzido no todo ou em parte, ou comunicado a terceiros, sem a sua expressa autorização. Este desenho só é válido para construção depois de devidamente assinado.

Anexos

Capítulo	Anexo	Designação	Classificação
2. Descrição Geral do Projeto	**A2**	Descrição Geral	CONFIDENCIAL
3. Processo de Produção do Biometano	**A3**	Processo Industrial	CONFIDENCIAL
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	

GEOVIA
CONSULTORES DE GEOTECNIA

GASDATERRA – SOCIEDADE DE RECONVERSÃO DE RESÍDUOS AGRÍCOLAS EM ENERGIA, LDA

GEOLOGIA E GEOTECNIA
ESTUDO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO

CONSTRUÇÃO DE UNIDADE DE PRODUÇÃO DE BIOMETANO ABRIGADA

Data (Dezembro 2024)

Memória descritiva

GASDATERRA – SOCIEDADE DE RECONVERSÃO DE RESÍDUOS AGRÍCOLAS EM ENERGIA, LDA

CONSTRUÇÃO DE UNIDADE DE PRODUÇÃO DE BIOMETANO – ABRIGADA

PROJETO DE EXECUÇÃO

EGG – ESTUDO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO

MEMÓRIA DESCRITIVA

ÍNDICE

1- Introdução 1

2- Enquadramento Geológico e Geográfico 2
2.1- Localização da área em estudo 2
2.2- Geomorfologia 3
2.3- Litologia e estratigrafia 6
2.4- Clima 9
2.5- Tectónica e sismicidade 11

3- Reconhecimento geológico de superfície e trabalhos de prospeção geológica-geotécnica 18
3.1- Reconhecimento de superfície 19
3.2- Trabalhos de prospeção geológica-geotécnica 26
3.2.1- Poços de reconhecimento 26
3.2.2- Ensaios PDM – Penetrómetro dinâmico médio 38
3.2.3- Ensaios Laboratoriais 45

4- Considerações geotécnicas e recomendações 55

5- Conclusões 59

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Localização da área em estudo no mapa de concelhos de Portugal Continental, no mapa de freguesias do concelho de Alenquer e em fotografia de satélite 2
Figura 2 -Localização da área em estudo em fotografia de satélite. 3
Figura 3 – Mapa hipsométrico da região em estudo (fonte: topographic-map.com) 4
Figura 4 – Fotografia onde é visível Monte Redondo, visto de oeste para este 5
Figura 5 – Localização da área em estudo em extrato da Carta Geológica de Portugal à escala 1:50.000 (folha 30-B – Bombarral). 6
Figura 6 – Gráfico de precipitação média mensal da região de Alenquer (extraído de climate-data.org) 10
Figura 7 - Gráfico de temperatura média anual da região de Alenquer (extraído de climate-data.org) 10
Figura 8 - Zonamento sísmico em Portugal Continental (NP EN 1998-1:2010). 13
Figura 9 - Carta de Isossistas de Intensidade Máxima, Escala de Mercalli Modificada 1956. 16
Figura 10 - Comparação entre a Escala de Richter e a Escala de Mercalli Modificada. 17
Figura 11 – Aspeto geral do terreno em estudo. Vista no sentido da serra de Montejunto (SE-NW) 21
Figura 12 - Aspeto geral do terreno em estudo. Zona de linha de água. Vista no sentido W-E. 22
Figura 13 – Aspeto do sopé da vinha no limite oeste do terreno interessado. Detalhe para a existência de uma vala de drenagem no limite do terreno. Vista no sentido S-N. 22
Figura 14 – Presença de canas em linha de água, a cerca de 20 m da localização do poço P2. 23
Figura 15 – Limite norte do terreno reconhecido, marcado pelo alinhamento de canas no lado esquerdo da fotografia. Vista no sentido W-E. 23
Figura 16 – Caminho situado no limite leste da área em estudo. Vista no sentido N-S. Nota para a acumulação de água em pontos baixos 24
Figura 17 – Talude de escavação situado no caminho que marca o limite norte da propriedade. 24
Figura 18 - Talude de escavação situado no caminho que marca o limite norte da propriedade. 25
Figura 19 – Ravinamento assinalável no caminho que marca o limite norte da propriedade 25
Figura 20 – Trecho onde o limite da propriedade aparenta estar em aterro. 26
Figura 21 – Retroescavadora utilizada na abertura dos poços de reconhecimento 27

Figura 22 – Aspeto geral do poço P10 (poço que atingiu a menor profundidade – 0,90 m) 33
Figura 23 – Aspeto geral do poço P1 (poço que atingiu a maior profundidade – 2,60 m). 33
Figura 24 – Aspeto geral do poço P4. Detalhe do contraste de cor entre os dois horizontes areno-siltosos 34
Figura 25 - Aspeto geral do poço P3 34
Figura 26 – Aspeto geral do poço P7 35
Figura 27 – Exemplo da presença de seixo e calhau disperso no seio das camadas arenosas no poço P2 35
Figura 28 – Fotografias exemplificativas dos nódulos argilosos presentes na última camada dos poços P1, P2, P4 e P5 36
Figura 29 – Solos escavados no poço P3 (0,30 – 0,90 m), onde são visíveis fragmentos areníticos de dimensão apreciável (Dmáx ≈ 0,30 m) 36
Figura 30 – Fotografia esquerda: Fundo do poço P9, que aparenta ter terminado num nível de calcário; Fotografia direita: Fragmentos de calcário colhidos do fundo do poço 37
Figura 31 – Restos lenhosos encontrados no seio dos solos areno-siltosos do poço P3 37
Figura 32 – Fotografias do equipamento PDM utilizado 39
Figura 33 – Representação em planta da prospeção geológica-geotécnica executada. O limite a vermelho marca o limite da propriedade interessada. As linhas a laranja indicam os alinhamentos analisados. 41
Figura 34 – Resultados obtidos no alinhamento PDM 1 – PDM 2 (N_{10} e R_P). As linhas vermelhas representam os intervalos considerados na análise patente no Quadro 16 42
Figura 35 - Resultados obtidos no alinhamento PDM 3 – PDM 4 – PDM 5 (N_{10} e R_P). As linhas vermelhas representam os intervalos considerados na análise patente no Quadro 16 42
Figura 36 - Resultados obtidos no alinhamento PDM 6 – PDM 7 – PDM 8 (N_{10} e R_P). As linhas vermelhas representam os intervalos considerados na análise patente no Quadro 16 43
Figura 37 - Resultados obtidos no alinhamento PDM 6 – PDM 9 – PDM 10 (N_{10} e R_P). As linhas vermelhas representam os intervalos considerados na análise patente no Quadro 16 43
Figura 38 - Resultados obtidos no alinhamento PDM 4 – PDM 7 – PDM 10 (N_{10} e R_P). As linhas vermelhas representam os intervalos considerados na análise patente no Quadro 16 44
Figura 39 – Curvas granulométricas obtidas para as amostras ensaiadas 48
Figura 40 – Quantidade de partículas finas por amostra 49
Figura 41 – Limites de consistência e teor em água por amostra 51

Figura 42 – Representação da componente fina das amostras na carta de plasticidade de Casagrande (representadas a vermelho) 51
Figura 43 – Classificação dos solos ensaiados: Esquerda: Classificação unificada (ASTM); Direita: Classificação para fins rodoviários (AASHTO) 52
Figura 44 – Resultados obtidos nos ensaios CBR 53

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 - Valores de referência da aceleração máxima à superfície, a_{gR} (m/s^2), nas várias zonas sísmicas de Portugal (Anexo Nacional, NP EN 1998-1:2010). 13
Quadro 2 - Classes de importância de edifícios (NP EN 1998-1:2010 - Anexo B). 14
Quadro 3 - Coeficientes de importância (YI) conforme definitos na NP EN 1998-1:2010. 14
Quadro 4 – Tipos de terreno, conforme definido no quadro 3.1 da NP EN 1998-1:2010. 15
Quadro 5 - Trabalhos de prospeção geotécnica executados e respetivas quantidades 19
Quadro 6 – Descrição litostratigráfica do poço P1 27
Quadro 7 - Descrição litostratigráfica do poço P2 28
Quadro 8 - Descrição litostratigráfica do poço P3 28
Quadro 9 - Descrição litostratigráfica do poço P4 28
Quadro 10 - Descrição litostratigráfica do poço P5 29
Quadro 11 - Descrição litostratigráfica do poço P6 29
Quadro 12 - Descrição litostratigráfica do poço P7 29
Quadro 13 - Descrição litostratigráfica do poço P8 30
Quadro 14 - Descrição litostratigráfica do poço P9 30
Quadro 15 - Descrição litostratigráfica do poço P10 30
Quadro 16 – Resumo dos resultados obtidos nos ensaios PDM, zonados em função do número de pancadas (N_{10}) e respetiva resistência dinâmica de ponta (Rp - MPa) 40
Quadro 17 – Distribuição dos ensaios laboratoriais efetuados sobre as amostras remexidas 46
Quadro 18 – Resumo dos resultados obtidos nos ensaios laboratoriais efetuados em amostras remexidas 47
Quadro 19 – Classificação de solos plásticos baseada no índice de consistência 50
Quadro 20 – Resumo dos resultados obtidos no ensaio Proctor modificado 52
Quadro 21 - Utilização dos solos em função da zona de aplicação em aterro (Fonte: Vol.3 do Caderno de Encargos Ex-EP – capítulo 14.01 – Terraplenagem: Características dos materiais) 54

Quadro 22 - Propriedades esperadas dos grupos de solos Sistema Unificado de Solos (Pastore e Fortes, 1998) 56

ANEXOS

Anexo I – Planta de Prospeção Geológica Geotécnica.

Anexo II – Boletins dos ensaios PDM

Anexo III – *Log*s dos poços de reconhecimento

Anexo IV – Boletins dos ensaios laboratoriais

Registo de alterações

Rev	Data	Autor	Secção afetada	Alterações
00	2024/10/25	Mário Freire	-	Edição inicial
01	2024/12/13	Mário Freire	Capítulo 5	Revisão geral

GASDATERRA – SOCIEDADE DE RECONVERSÃO DE RESÍDUOS AGRÍCOLAS EM ENERGIA, LDA

CONSTRUÇÃO DE UNIDADE DE PRODUÇÃO DE BIOMETANO – ABRIGADA

PROJETO DE EXECUÇÃO

EGG – ESTUDO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO

MEMÓRIA DESCRITIVA

1-Introdução

A Geovia – Consultores de Geotecnia S.A. elaborou o presente Estudo Geológico-Geotécnico (EGG) com o objetivo de caracterizar os terrenos a serem interessados na construção de uma Unidade de Produção de Biometano, situada em Abrigada, concelho de Alenquer.

A caracterização dos terrenos foi efetuada nos dias 7 e 14 de outubro de 2024, com recurso a trabalhos de prospeção geológica-geotécnica, nomeadamente, ensaios com penetrómetro dinâmico médio (PDM), abertura de poços de reconhecimento com meios mecânicos e ensaios laboratoriais em amostras remexidas. Durante a campanha de prospeção geotécnica mencionada, efetuou-se, também, o reconhecimento geológico de superfície dos terrenos interessados.

Com os trabalhos efetuados pretende-se, essencialmente, definir a litostratigrafia do subsolo na área em estudo, avaliar a sua capacidade portante e ainda aferir o potencial de reaproveitamento dos solos escavados na execução de aterros.

2-Enquadramento Geológico e Geográfico

2.1-Localização da área em estudo

A área em estudo situa-se a, sensivelmente, 2 km para E-SE de Abrigada, localidade pertencente à união de freguesias de Abrigada e Cabanas do Chão, concelho de Alenquer e distrito de Lisboa. A área em estudo encontra-se inserida na região estatística do Oeste e do Vale do Tejo (NUTS II) e na sub-região estatística do Oeste (NUTS 3).

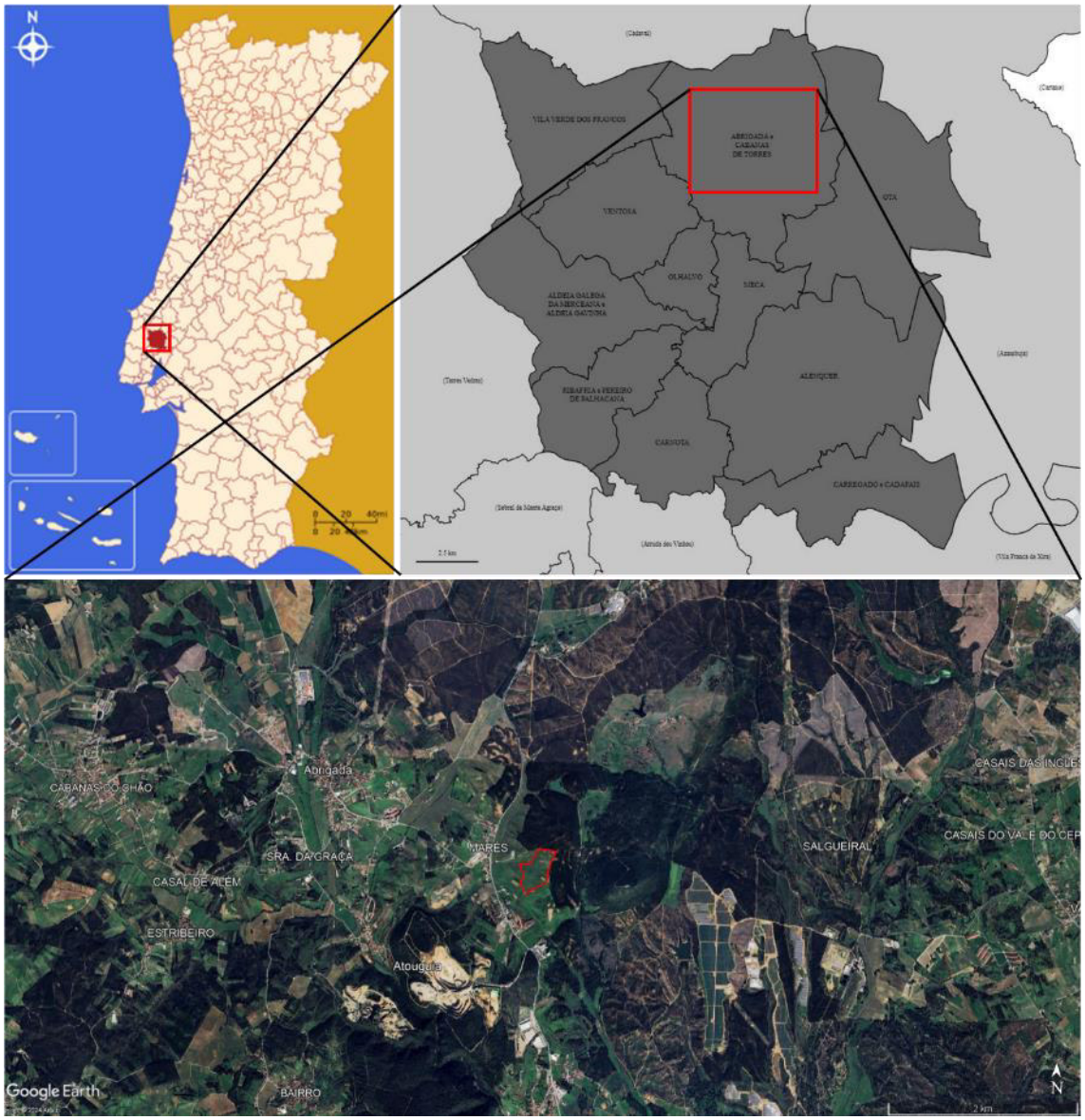


Figura 1 – Localização da área em estudo no mapa de concelhos de Portugal Continental, no mapa de freguesias do concelho de Alenquer e em fotografia de satélite



Figura 2 -Localização da área em estudo em fotografia de satélite.

A área destinada à construção do empreendimento interessado à construção de uma Unidade de Produção de Biometano (Figura 2) é atualmente utilizada com fins agrícolas (plantação de vinhas), a qual situa-se a, aproximadamente, 2,5 km de Abrigada.

2.2-Geomorfologia

O principal marco geomorfológico na envolvência da área em estudo corresponde à Serra de Montejunto, situada no extremo sudoeste do Maciço Calcário Estremenho, cujo ponto mais alto atinge 666 m acima do nível do mar. A Serra de Montejunto constitui um dobramento anticlinal com orientação NE-SW.

A área em estudo situa-se no sopé da Serra, imediatamente a sudeste desta, a cotas altimétricas compreendidas entre, sensivelmente, os 95 e os 115 m (de acordo com o levantamento topográfico fornecido). O terreno interessado, atualmente com uso agrícola, forma uma encosta com pendor para oeste.

Na envolvência da área em estudo a linha de água com maior relevância corresponde ao Rio da Ota, o qual nasce na Serra de Montejunto e desagua no Rio Alenquer. No interior do perímetro

destinado à execução do presente projeto é possível observar algumas linhas de água de reduzida expressão, com sentido de escorrência de este para oeste.

Por último, a respeito da geomorfologia da região, refere-se o "Monte Redondo", uma elevação de natureza calcária que atinge os 212 m de cota altimétrica, situando-se a menos de 1 km para este da área em estudo (visível no mapa hipsométrico da Figura 3 e na Figura 4).

Na Figura 3 apresenta-se um mapa hipsométrico da região onde é possível visualizar, graficamente, os principais marcos geomorfológicos da região.

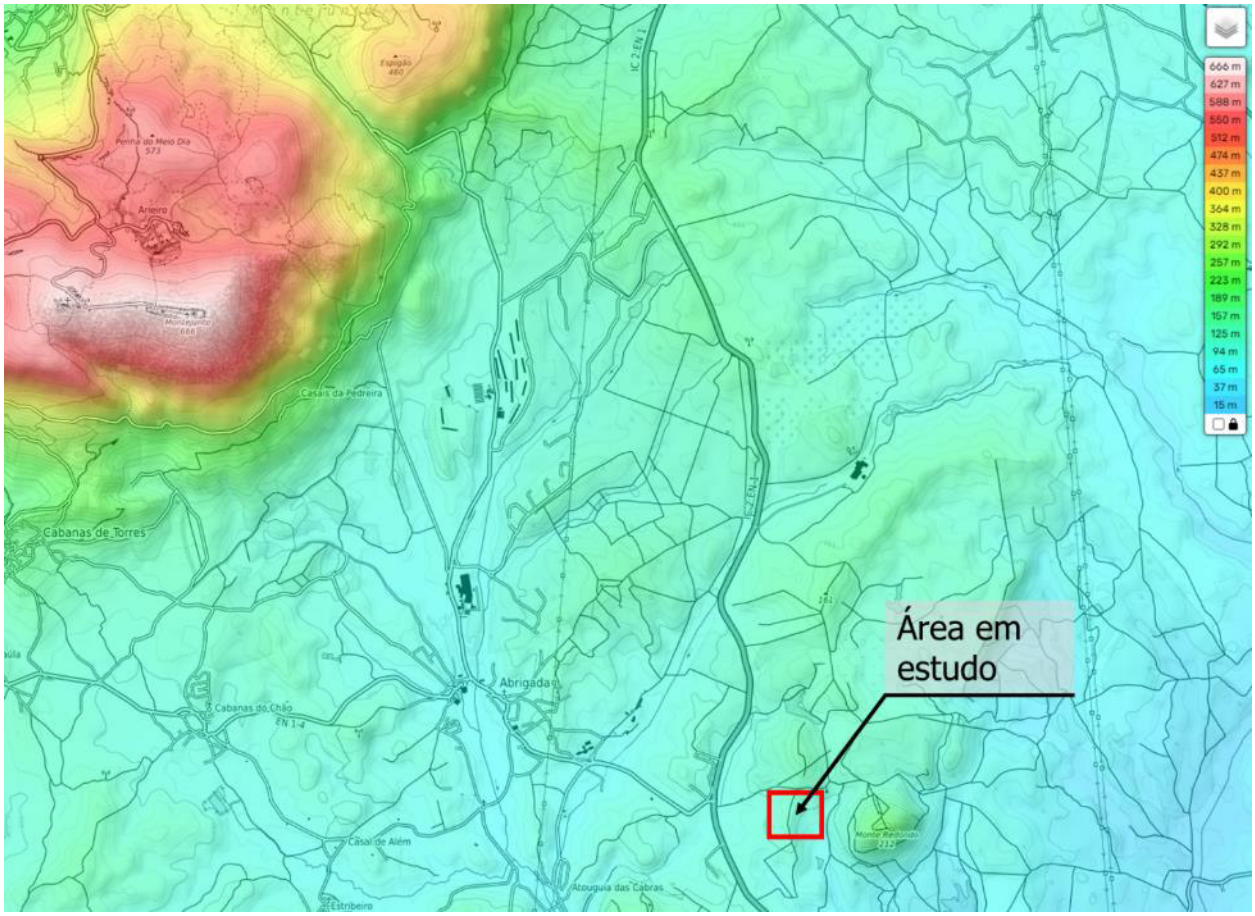


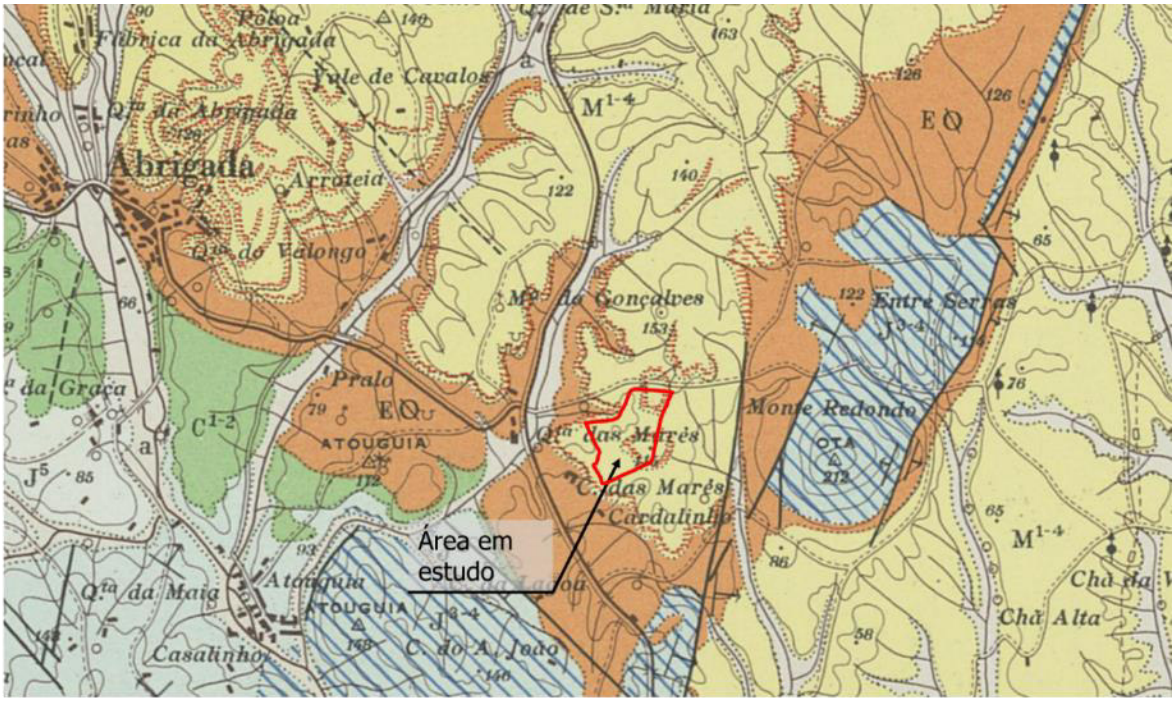
Figura 3 – Mapa hipsométrico da região em estudo (fonte: topographic-map.com)



Figura 4 – Fotografia onde é visível Monte Redondo, visto de oeste para este

2.3-Litologia e estratigrafia

Do ponto de vista litológico, os terrenos interessados na zona em estudo são constituídos por uma sequência Miocénica de grés, argilas e grés argilosos, por vezes com intercalações calcárias ("Complexo de Ota e de Alcoentre, com intercalações calcárias"), e por uma sequência Paleogénica de conglomerados, grés, margas e argilas. Na Figura 5, apresenta-se um extrato da folha 30-B (Bombarral) da Carta Geológica de Portugal à escala 1:50.000 (ed. LNEG, 1965), com a localização da zona em estudo.



Legenda

Cenozóico

Miocénico

(*) Complexo com vertebrados do Archino, com intercalações calcárias (*) – Sarmato - Pontiano

(*) Complexo detrítico de Ota e Alcoentre, com intercalações calcárias (*) – Miocénico inferior e médio

Oligocénico

(*) Complexo detrítico de Abrigada, com intercalações calcárias (*)

Mesozóico

Cretácico

Grés com vegetais fósseis, de Torres Vedras e de Cercal – Neocomiano, Aptiano, Albiano

Jurássico

Camadas de Freixial - Portlandiano

(*) "Grés superiores", com vegetais e dinossáurios, Calcários de Ota e do Monte Redondo (*)

Figura 5 – Localização da área em estudo em extrato da Carta Geológica de Portugal à escala 1:50.000 (folha 30-B – Bombarral)

Tendo por base o enquadramento apresentado na figura anterior, assim como a notícia explicativa que acompanha a folha 30-B da Carta Geológica de Portugal à escala 1:50.000 (Zbyszewski *et al*, 1966; ed. LNEG), apresenta-se, seguidamente, a descrição litostratigráfica das formações interessadas na área em estudo e na sua envolvência.

M^{1-4} - Complexo detrítico de Ota e Alcoentre, com intercalações calcárias – Miocénico inferior e médio

De acordo com a notícia explicativa acima referida, o complexo detrítico de Ota e Alcoentre é constituído por uma sequência de materiais sedimentares de origem detrítica que inclui grés, argilas e grés argilosos. Em alguns locais, reconhecem-se intercalações de níveis calcários neste complexo detrítico.

O mesmo documento já citado indica a seguinte sucessão litológica, observada a oeste de Tábuas (sensivelmente a 5 km para ENE do local em estudo), representativa da parte superior do complexo detrítico e ordenada do topo para a base (diretamente citado de Zbyszewski *et al*, 1966):

8 "Grés amarelos e brancos, feldspáticos, com seixos na base e zonas ferruginosas na parte superior (7,60 m);
7 Argila castanha com aspecto lenticular (0,50 m);
6 Grés argiloso de grão grosso (0,30 m);
5 Argila castanha com laivos cinzentos e concreções calcárias (2,20 m);
4 Grés argiloso, cinzento, com laivos castanhos e uma intercalação gresosa mais grosseira (1,60 m);
3 Argila castanha, arenosa, com manchas esbranquiçadas e com concreções calcárias (2 m);
2 Calcário concrecionado (2m);
1 Argila castanha";

De acordo com o extrato da Folha 30-B apresentado na Figura 5, este complexo detrítico constitui a formação predominante na área em estudo, observando-se pequenas áreas identificadas como intercalações calcárias. No reconhecimento geológico de superfície efetuado nos dias 7 e 14 de outubro não se observaram níveis calcários aflorantes.

E Ø - Complexo detrítico de Abrigada, com intercalações calcárias – Paleogénico

O complexo detrítico de Abrigada é constituído por conglomerados, grés avermelhados e rosados, margas e argilas castanhas, dispondo-se em dois grupos de afloramentos: A norte, entre Salvador, Tagarro e a quinta do Barro Miguel e a sul, na área que se situa entre a Serra de Montejunto, Abrigada e o Monte Redondo. Os afloramentos do grupo situado mais a sul são encontrados ao longo dos limites sul e oeste da área em estudo, sendo a formação cortada por várias falhas, por vezes, com fortes pendores, sendo exemplo do referido o flanco este de Monte Redondo.

O complexo detrítico da Abrigada é contemporâneo da Formação de Benfica e, em parte, do Complexo Basáltico de Lisboa.

J^{3-4} – Calcários de Ota e de Monte Redondo

Os Calcários de Ota e do Monte Redondo constituem uma formação recifal complexa, cuja parte superior é contemporânea das Camadas com Lima *pseudo-alternicosta*, enquanto a base deverá ser contemporânea das Camadas de Amaral e de Abadia.

Num corte entre Abrigada e Ota, os Calcários de Ota e de Monte Redondo apresentam a seguinte sucessão, descrita do topo para a base (Choffat, 1890 *in* Zbyszewski *et al*, 1966, sendo diretamente citado de Zbyszewski *et al*, 1966).

8 "Calcário oolítico com pequenas ostras e radíolos de *Pseudocidaris lusitanica* P. DE L., *Rhabdophyllia* e algumas grandes *Nerinea.* Aspeto do Corálico de Amaral, a entrada da ravina a 1 km a SW de Atouguia;

7 Calcário em bancadas de 0,30 a 0,40 m de espessura, em parte oolíticas e com aspecto do Corálico de Amaral. Numerosos fragmentos de crinóides (10m);

6 Espessa bancada de grandes oólitos;

5 Calcários com oólitos miliares e crinóides. O total das camadas 6 e 7 tem cerca de 10 m;

4 Calcário muito 'compacto com grandes gastrópodes, *Nerinea, Pachyerisma,* polipeiros siliciosos, etc.;

3 Calcários mais compactos com raros fósseis e pontuações negras. Na junção do vale da ribeira de Ota e do vale da Mata (o primeiro a sul de Atouguia), o calcário apresenta, na pasta, grandes oólitos;

2 A cerca de 200m mais a sul, o calcário apresenta grandes manchas negras e passa a uma brecha com calhaus angulosos brancos e negros;

1 A 300 m mais a sul observam-se camadas de oólitos brancos com grandes calhaus rolados negros e cinzentos. As bancadas rijas alternam com outras brandas. Fragmentos de equinídeos;"

O Monte Redondo constitui um prolongamento para NE do maciço calcário observado com maior expressão a SW. Encontra-se separado do Complexo Detrítico da Abrigada por falhas com orientação NE-SW. As camadas calcárias aparentam pendor para WNW.

2.4-Clima

Do ponto de vista climatérico, a região abrangida pelo concelho de Alenquer é caracterizada por um clima ameno e moderado, com verões bastante menos chuvosos que os invernos. A classificação Köppen-Geiger para esta região é Csa - clima mediterrânico de verão quente.

A precipitação média anual na região é de 600 mm/ano, sendo que, em termos de precipitação média mensal (Figura 6), esta é mais intensa entre outubro e maio (valores de precipitação média mensal > 50 mm) e menos significativa entre junho e setembro (valores de precipitação média mensal < 35 mm), sendo nos meses de julho e agosto que se registam os menores valores de precipitação média mensal (precipitação média mensal < 10 mm). Já a temperatura média anual situa-se nos 15,8 ºC, sendo que, considerando a temperatura média mensal (Figura 7), ocorrem os meses mais quentes entre junho e setembro (temperatura média mensal ≥ 20 ºC) e os meses mais frios entre dezembro e fevereiro (temperatura média mensal ≈ 10ºC).

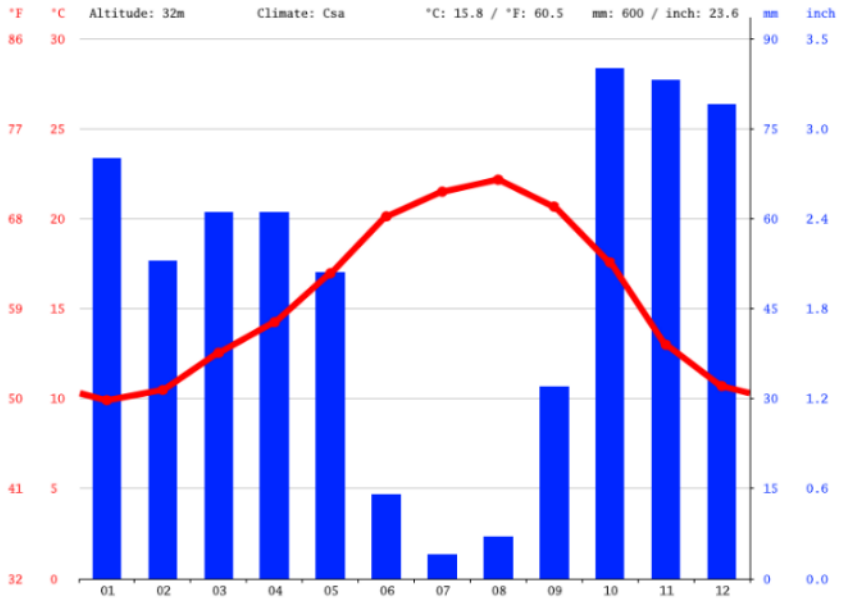


Figura 6 – Gráfico de precipitação média mensal da região de Alenquer (extraído de climate-data.org)

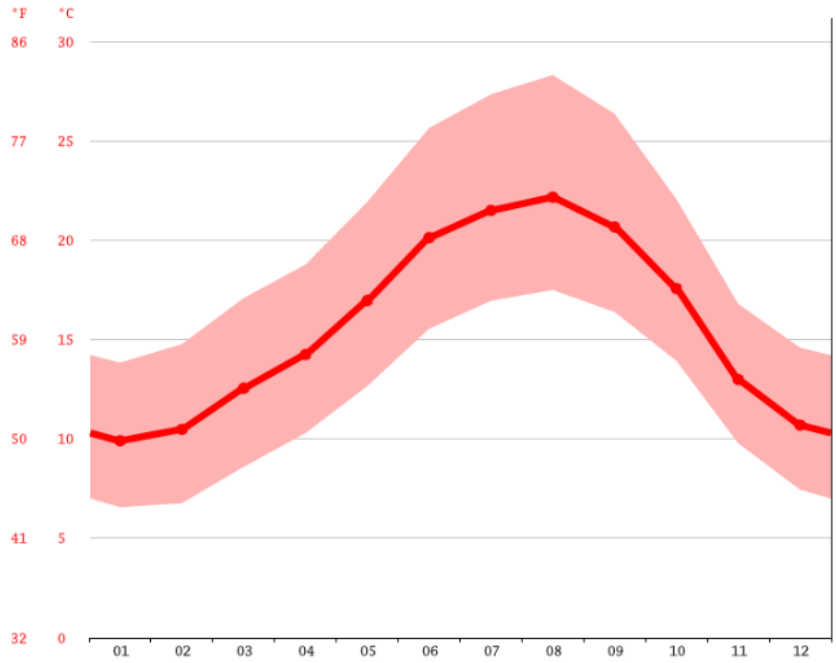


Figura 7 - Gráfico de temperatura média anual da região de Alenquer (extraído de climate-data.org)

2.5-Tectónica e sismicidade

No que se refere ao enquadramento tectónico e estrutural da zona em estudo, e tendo por base a notícia explicativa da folha 30-B da Carta Geológica de Portugal à escala 1:50.000 (Zbyszewski *et al*, 1966) importa referir a Serra de Montejunto e o bordo NW da bacia terciária do Tejo (limitada pelo Maciço Calcário Estremenho).

A Serra de Montejunto corresponde a uma dobra anticlinal encaixada entre os diapiros de Rio Maior e Matacães. A serra encontra-se dividida num setor SW e num setor NE, estando esta divisão marcada por um conjunto de fraturas transversais. O setor NE encontra-se limitado, do lado oriental, por falhas orientadas NE-SW, sendo o contato entras formações Mesozóicas e Cenozóicas aproximadamente vertical, verificando-se a tendência de as primeiras cavalgarem as segundas na zona entre Salvador e Pedreira. Já o setor SW da Serra de Montejunto apresenta numerosas falhas orientadas NE-SW que tendem a para E e SE na zona da Serra da Neve. Observam-se ainda falhas longitudinais nos dois bordos do maciço, que dão lugar a cavalgamentos para NW e SE, na envolvência de Cabanas de Torres, Vila Verde dos Francos e Maxial. Observa-se ainda um conjunto de falhas orientadas N-S, NNW-SSE e NW-SE, mais recentes, que rejeitam algumas das estruturas atrás referidas.

Por sua vez, na envolvência da área em estudo, o bordo NW da bacia terciária do Tejo encontra-se afetado por dois grupos de falhas. Entre Asseiceira e Alcoentre observam-se falhas orientadas NNW-SSE que, à medida que se segue para sul, passam a apresentar orientação NE-SW na zona de Monte Redondo. Já na zona entre Cercal e Abrigada, é possível observar um segundo grupo de falhas, orientadas NW-SE, entre as formações Mesozóicas e Cenozóicas.

As falhas mais próximas da área em estudo situam-se para oeste e para sul desta, ocorrendo, geralmente, no limite entre os calcários de Monte Redondo e o Complexo Detrítico da Abrigada, com orientação geral NNE-SSW a NE-SW (conforme é visível na Figura 5).

Do ponto de vista sismológico, a área em estudo insere-se numa região com atividade sísmica importante, testemunhada pela ocorrência de alguns sismos históricos de magnitude estimada entre 6 e 7 (sismos em 1344, 1531, 1755 e 1909). A intensidade do sismo de 1531 permitiu obter isossistas de intensidade máxima de VIII. No sismo de 1755 estima-se que terá sido sentida uma intensidade X-XI na cidade de Lisboa. O sismo de 1909 foi sentido com uma intensidade máxima

de grau IX a X. A este sismo principal, sucedeu-se um grande número de réplicas que continuaram para além de 1911. Posteriormente a atividade sísmica na região tem sido baixa, destacando-se apenas alguns eventos de magnitude compreendida entre 4 e 5.

As informações de vários sismos ocorridos na região indicam que a sismicidade é gerada principalmente a profundidades focais maiores do que 5 km, ou seja, em estruturas sismogénicas localizadas no soco varisco subjacente aos sedimentos mesozoicos e cenozoicos aflorantes na região.

No que se refere à sismicidade, O EC8 prevê dois cenários de geração de sismos que podem afetar Portugal:

- Um cenário designado de "afastado" referente em geral aos sismos com epicentro na região Atlântica e que corresponde à ação sísmica Tipo 1;
- Um cenário designado de "próximo" referente em geral aos sismos com epicentro no território Continental e que corresponde à ação sísmica Tipo 2.

O Anexo Nacional do EC8 procede à divisão do território nacional em zonas sísmicas, estabelecidas em termos da aceleração máxima de projeto de referência (agR) em rocha. A segurança das estruturas deve ser verificada segundo dois cenários distintos de ação sísmica, que representam um sismo afastado (AS Tipo 1 – interplacas) e um sismo próximo (AS Tipo 2 – intraplacas) cujo zonamento do território a considerar, em função do tipo de ação sísmica, é o apresentado na Figura 8.

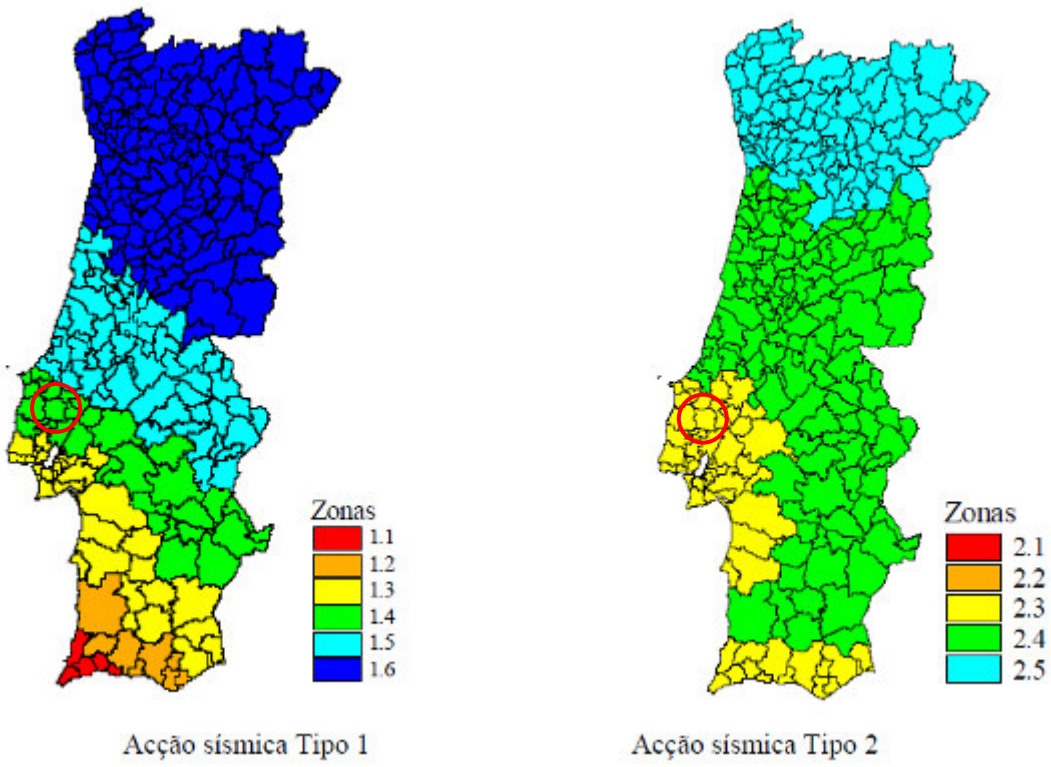


Figura 8 - Zonamento sísmico em Portugal Continental (NP EN 1998-1:2010).

De acordo com a figura anterior, verifica-se que a zona em estudo situa-se na zona 1.4, para a ação sísmica tipo 1, e na zona 2.3 para a ação sísmica tipo 2. Pelo Quadro 1 verifica-se que às referidas zonas correspondem acelerações máximas de referência a_{gR} de 1,5 m/s^2 e 1,7 m/s^2 respetivamente para a ação sísmica tipo 1 e tipo 2.

Quadro 1 - Valores de referência da aceleração máxima à superfície, a_{gR} (m/s^2), nas várias zonas sísmicas de Portugal (Anexo Nacional, NP EN 1998-1:2010).

Acção sísmica Tipo 1		Acção sísmica Tipo 2	
Zona Sísmica	a_{gR} (m/s^2)	Zona Sísmica	a_{gR} (m/s^2)
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	–	–

Para definir o coeficiente de aceleração sísmica horizontal (kH) e o coeficiente de aceleração sísmica vertical (kV), sendo este último definido como metade do horizontal (kV = 0,5. kH), é necessário recorrer-se à norma NP EN 1998-1:2010 – Eurocódigo 8 (EC8) e ao respetivo Anexo Nacional.

Assim, no EC8 é introduzido o conceito de Classes de Importância das construções através da inclusão de um coeficiente (YI) variável em função da classe de importância da construção, de acordo com os quadros seguintes, retirados do EC8.

Quadro 2 - Classes de importância de edifícios (NP EN 1998-1:2010 - Anexo B).

Classe de importância	Edifícios
I	Edifícios de importância menor para a segurança pública, como por exemplo edifícios agrícolas, etc.
II	Edifícios correntes, não pertencentes às outras categorias.
III	Edifícios cuja resistência sísmica é importante tendo em vista as consequências associadas ao colapso, como por exemplo escolas, salas de reunião, instituições culturais, etc.
IV	Edifícios cuja integridade em caso de sismo é de importância vital para a protecção civil, como por exemplo hospitais, quartéis de bombeiros, centrais eléctricas, etc.

NOTA: As classes de importância I, II e III ou IV correspondem aproximadamente às classes de consequência CC1, CC2 e CC3, respectivamente, definidas na EN 1990:2002, Anexo B.

Quadro 3 - Coeficientes de importância (YI) conforme definitos na NP EN 1998-1:2010.

Classe de Importância	Acção sísmica Tipo 1	Acção sísmica Tipo 2	
		Continente	Açores
I	0,65	0,75	0,85
II	1,00	1,00	1,00
III	1,45	1,25	1,15
IV	1,95	1,50	1,35

Tendo em consideração o supra referido, o projetista deverá calcular os coeficientes de aceleração sísmica vertical e horizontal, necessitando, para tal, de definir qual a classe importância das infraestruturas a executar (Quadro 2) e atribuir o respetivo coeficiente de importância (Quadro 3).

Por último indica-se, no Quadro 4, os tipos de terreno considerados no Eurocódigo 8 – Parte 1 (NP EN 1998-1:2010) para fins de avaliação da ação sísmica.

Quadro 4 – Tipos de terreno, conforme definido no quadro 3.1 da NP EN 1998-1:2010.

Tipo de Terreno	Descrição do perfil estratigráfico	Parâmetros		
		$V_{s,30}$ (m/s)	N_{SPT}	C_u (kPa)
A	Rocha ou outra formação geológica de tipo rochoso, que inclua no máximo, 5m de material mais fraco à superfície	> 800	-	-
B	Depósitos de areia muito compacta, de seixo (cascalho) ou de argila muito rija, com uma espessura de, pelo menos, várias dezenas de metros, caracterizados por um aumento gradual das propriedades mecânicas com a profundidade	360 – 800	> 50	> 250
C	Depósitos profundos de areia compacta ou medianamente compacta, de seixo (cascalho) ou de argila rija com uma espessura entre várias dezenas e muitas centenas de metros	180 – 360	15 - 50	70 – 250
D	Depósitos de solos não coesivos de compacidade baixa a média (com ou sem alguns estratos de solos coesivos moles), ou de solos predominantemente coesivos de consistência mole a dura	< 180	< 15	< 70
E	Perfil de solo com um estrato aluvionar superficial com valores de vs do tipo C ou D e uma espessura entre cerca de 5m e 20m, situado sobre um estrato mais rígido com vs > 800m/s			
S_1	Depósitos constituídos ou contendo um estrato com pelo menos 10m de espessura de argilas ou siltes moles com um elevado índice de plasticidade (PI>40) e um elevado teor em água	< 100 (indicativo	-	10 – 20
S_2	Depósitos de solos com potencial de liquefação, de argilas sensíveis ou qualquer outro perfil de terreno não incluído nos tipos A - E ou S1			

- A linha colorida a verde marca o cenário considerado como mais provável para a generalidade da área em estudo;

- As linhas coloridas a laranja reflete cenários possíveis, mas considerados como menos prováveis que a situação realçada a verde.

De acordo com os sismos históricos e instrumentais registados, segundo dados compilados pelo Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica na carta de isossistas de intensidades máximas (1986), as intensidades sísmicas máximas na região em estudo terão atingido o valor de IX na área em estudo (Figura 9), de acordo com a escala de Mercalli modificada.

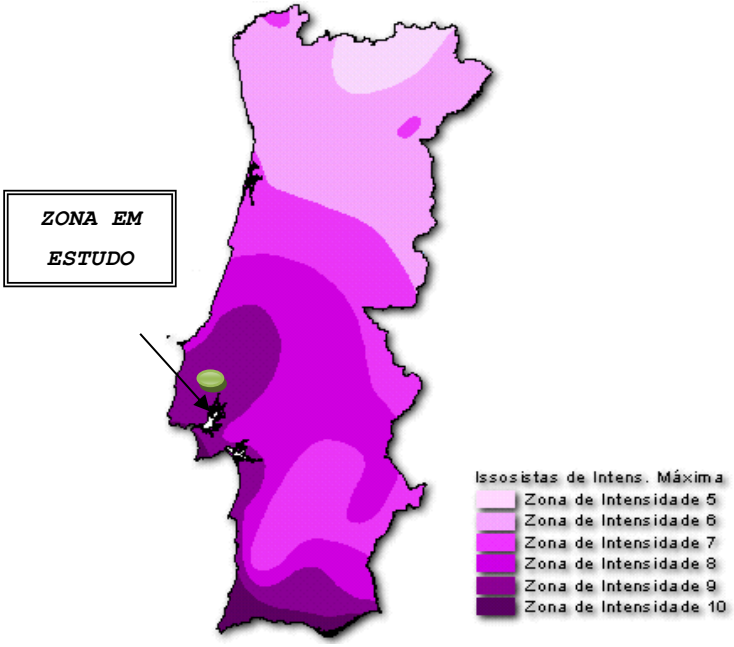


Figura 9 - Carta de Isossistas de Intensidade Máxima, Escala de Mercalli Modificada 1956.

Segundo a Escala de Mercalli Modificada (1956) um sismo com uma intensidade de grau IX é considerado como desastroso. Assiste-se ao desmoronamento de alguns edifícios, existindo danos consideráveis em construções muito sólidas. A Alvenaria de qualidade inferior (tipo D) é destruída, a alvenaria de qualidade intermédia (tipo C) grandemente danificada, às vezes com completo colapso e as alvenarias de boa qualidade (tipo B) seriamente danificadas. Verificam-se danos gerais nas fundações. As estruturas, quando não ligadas, deslocam-se das fundações. As estruturas são fortemente abanadas. Fraturas importantes no solo. Nos terrenos de aluvião dão-se ejeções de areia e lama, formando-se nascentes e crateras arenosas.

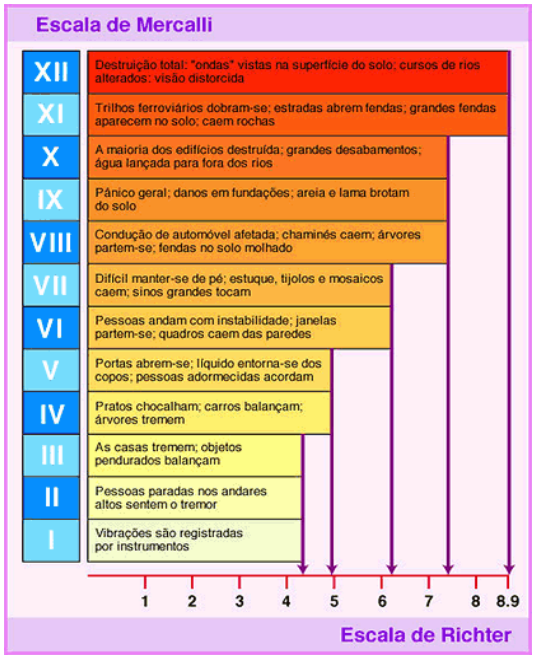


Figura 10 - Comparação entre a Escala de Richter e a Escala de Mercalli Modificada.

Os principais acidentes condicionadores da sismicidade nesta região são, de acordo com Cabral (1995), a Falha do Vale Inferior do Tejo que se desenvolve por Lisboa – Vila Franca de Xira.

3-Reconhecimento geológico de superfície e trabalhos de prospeção geológica-geotécnica

De modo a efetuar a caracterização geológica-geotécnica da área em estudo procedeu-se à execução de um plano de prospeção geológica-geotécnica (PPG), com o qual pretendeu-se definir o perfil litostratigráfico dos terrenos ocorrentes, aferir a sua capacidade de carga e ainda avaliar o potencial de reutilização de solos escavados em trabalhos de terraplenagem. Os trabalhos de prospeção geotécnica foram complementados com um reconhecimento de superfície. Os trabalhos de campo foram realizados durante os dias 7 e 14 de outubro do ano 2024.

Todos os trabalhos de prospeção geotécnica foram executados de acordo com o indicado na planta de Prospeção Geológica-Geotécnica (PPG), a qual é apresentada em anexo (Anexo I).

A prospeção geotécnica executada incluiu 10 ensaios com penetrómetro dinâmico médio (PDM), 10 poços de reconhecimento abertos com recurso a retroescavadora e um conjunto de ensaios laboratoriais realizados sobre as amostras remexidas obtidas nos poços de reconhecimento.

Conforme pode ser observado na planta de prospeção geotécnica, os ensaios PDM foram executados nos mesmos locais dos poços de reconhecimento. Tal sobreposição permite relacionar diretamente o comportamento geotécnico do terreno com a respetivo perfil litostratigráfico.

O quadro seguinte (Quadro 5) apresenta as quantidades de trabalho de prospeção previstos e os trabalhos realizados.

Quadro 5 - Trabalhos de prospeção geotécnica executados e respetivas quantidades

Nr.	Descrição	Quantidades Executadas
1.	Trabalhos de Prospeção Geotécnica ensaios "in situ" e Laboratoriais	-
1.1	Poços de reconhecimento com retroescavadora, incluindo a recolha de amostra remexida	10
1.2	Ensaios com penetrómetro dinâmico médio – PDM	10
1.3	Ensaios de Laboratório	-
1.3.1	Análise granulométrica por peneiração	10
1.3.2	Determinação dos limites de Atterberg	10
1.3.3	Determinação do teor de água natural	10
1.3.4	Ensaio de compactação Proctor Modificado	5
1.3.5	Ensaio CBR (embebição)	5

3.1-Reconhecimento de superfície

O reconhecimento geológico de superfície dos terrenos interessados no presente estudo foi elaborado nos dias 7 e 14 de outubro de 2024.

A área interessada à construção de uma futura estação de produção de biometano, conforme já referido, possui atualmente uso agrícola, estando esta afeta à plantação de vinhas. O terreno estudado corresponde a um flanco de encosta voltado a WNW, com um pendor médio da ordem dos 5 a 6º para WNW (figuras 11 e 12).

No levantamento topográfico fornecido pelo Cliente é possível constatar que as cotas altimétricas da área em estudo variam, sensivelmente, entre 95 e 115 m. No referido levantamento é ainda possível observar diversas linhas de água que atravessam depressões pouco expressivas no sentido este – oeste (figuras 11 e 12), desaguando numa vala escavada ao longo de parte do limite ocidental do terreno (Figura 13), sendo esta realçada por um alinhamento de canas.

Também no limite norte da propriedade aparenta existir uma linha de água, embora não tão notória como a vala referida anteriormente, estando esta, também, realçada por um alinhamento de canas (Figura 15).

Ao longo do terreno observaram-se ainda, de forma dispersa, ao longo das linhas de água que cruzam a propriedade de este para oeste, pequenas concentrações de canas, indicando pontos onde o terreno poderá reter mais água (Figura 14).

Durante o primeiro dia de reconhecimento (07/10/2024) observaram-se condições climatéricas instáveis, com alguns períodos de precipitação significativa intercalados com períodos de céu nublado. Estes episódios de precipitação revelaram a existência de pontos de acumulação de água ao longo do caminho no limite este do terreno, correspondendo esses locais a pontos baixos, sem capacidade de drenar as águas (Figura 16). Já no segundo dia de reconhecimento (14/10/2024) não se registaram episódios de precipitação, encontrando-se os terrenos bastante secos.

Ao nível da caracterização litológica, apenas foi possível observar diretamente o terreno em taludes de escavação existentes junto ao caminho no limite norte da área em estudo (figuras 17 e 18). Na restante área, a presença de vegetação rasteira densa impossibilita uma análise mais aprofundada da geologia dos terrenos. Não obstante, mesmo após os já referidos episódios de precipitação, o terreno manteve sempre uma consistência dura durante a circulação de pessoas e equipamentos no decorrer dos trabalhos de campo.

Ao nível dos taludes indicados no parágrafo anterior (figuras 17 e 18), foi possível constatar a presença de materiais arenosos, com matriz siltosa a argilosa, com intercalações centimétricas de seixo e calhau abundante (com dmáx ≈ 5 cm), de coloração acastanhada a bege e alaranjada. Estes materiais foram observados em taludes sub-verticais, cuja altura máxima não excede 1,5 m. As litologias aparentam aspeto compacto e as observações efetuadas no terreno são coerentes com o descrito na notícia explicativa da folha 30-B da Carta Geológica de Portugal à escala 1:50.000, para os materiais Miocénicos e Paleogénicos (Complexo Detrítico de Ota e Alcoentre e Complexo detrítico da Abrigada, respetivamente). Não obstante a aparente compacidade destes materiais observaram-se indícios que demonstram vulnerabilidade à erosão hídrica, manifestando-se tal na forma de ravinamentos, por vezes significativos (dando-se o exemplo da ocorrência patente na Figura 19).

Apesar de serem visíveis níveis de intercalações calcárias na referida folha, não foram observados afloramentos calcários no decorrer do reconhecimento de superfície. No entanto, conforme será

referido na descrição dos resultados obtidos nos poços de reconhecimento, aparenta ter sido intercetado um nível calcário no poço P9, a cerca de 1,0 m de profundidade.

Por último, refere-se que ao longo do caminho norte, aparenta existir um pequeno trecho em que o bordo do terreno agrícola aparenta estar em aterro, apresentando-se este não consolidado (Figura 20).

Nas fotografias patentes nas figuras 11 a 20 apresenta-se uma breve reportagem fotográfica do reconhecimento de superfície efetuado.



Figura 11 – Aspeto geral do terreno em estudo. Vista no sentido da serra de Montejunto (SE-NW)



Figura 12 - Aspeto geral do terreno em estudo. Zona de linha de água. Vista no sentido W-E

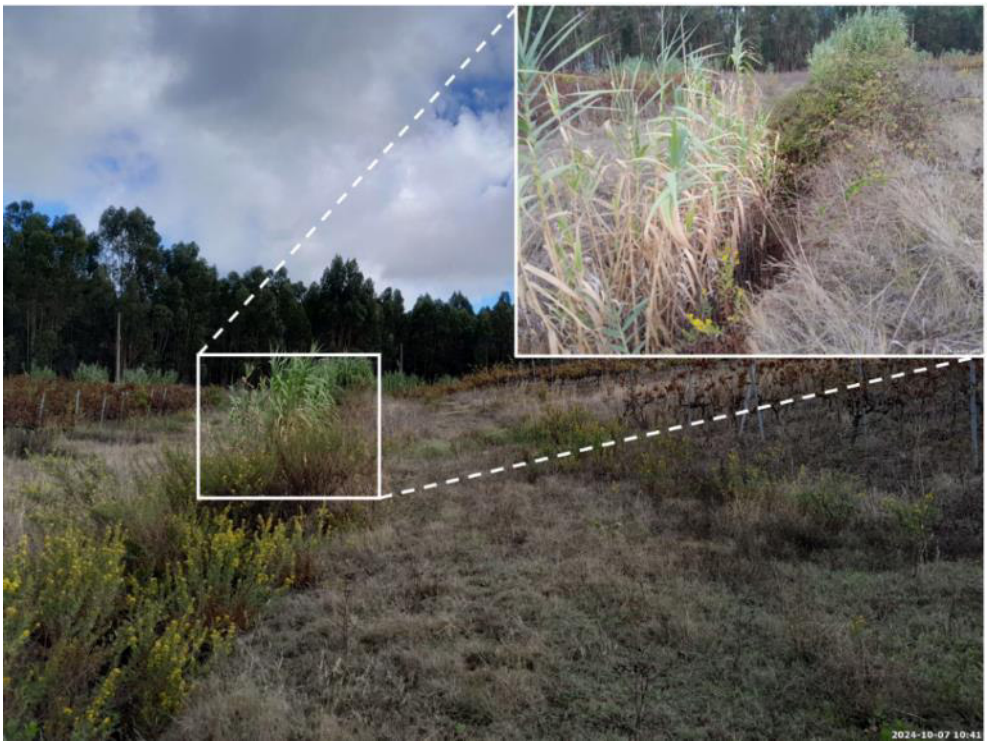


Figura 13 – Aspeto do sopé da vinha no limite oeste do terreno interessado. Detalhe para a existência de uma vala de drenagem no limite do terreno. Vista no sentido S-N



Figura 14 – Presença de canas em linha de água, a cerca de 20 m da localização do poço P2



Figura 15 – Limite norte do terreno reconhecido, marcado pelo alinhamento de canas no lado esquerdo da fotografia. Vista no sentido W-E.



Figura 16 – Caminho situado no limite leste da área em estudo. Vista no sentido N-S. Nota para a acumulação de água em pontos baixos



Figura 17 – Talude de escavação situado no caminho que marca o limite norte da propriedade.



Figura 18 - Talude de escavação situado no caminho que marca o limite norte da propriedade.



Figura 19 – Ravinamento assinalável no caminho que marca o limite norte da propriedade



Figura 20 – Trecho onde o limite da propriedade aparenta estar em aterro.

3.2-Trabalhos de prospeção geológica-geotécnica

3.2.1-Poços de reconhecimento

De modo a obter o perfil litostratigráfico superficial dos terrenos em estudo, executaram-se 10 poços de reconhecimento com recurso a retroescavadora (Figura 21). Os poços foram executados nos locais previstos no plano de prospeção geológica-geotécnica originalmente apresentado.

Em cada uma das localizações prospetadas, procedeu-se à medição da espessura do horizonte de terra vegetal, à descrição litostratigráfica de cada espessura de solo reconhecida, bem como à medição da respetiva espessura. Foi efetuado o registo fotográfico de cada poço, tendo-se procedido ainda à recolha de uma amostra remexida por poço.

Terminada a descrição de cada poço, e tendo sido recolhida a respetiva amostra remexida, procedeu-se ao seu aterro, utilizando-se, para este fim, os solos escavados.

Nos quadros 6 a 15 apresenta-se um resumo dos resultados obtidos em cada poço.



Figura 21 – Retroescavadora utilizada na abertura dos poços de reconhecimento

Quadro 6 – Descrição litostratigráfica do poço P1

Poço	Amostra	Prof. (m)	Descrição litológica
P1	-	0,00 – 0,30	Terra vegetal, de cor castanha escura apresentando-se algo húmida. Constituição areno-siltosa a areno-argilosa
	-	0.30 – 1,50	Solo areno-siltoso a silto-arenoso, de grão fino, decompondo-se em fragmentos coesos da dimensão do cascalho e do seixo (geralmente desgregáveis com a mão). Cor castanha a bege que passa a amarela alaranjada na base da camada. Presença de grandes nódulos com Dmáx ≈ 20 cm. Alguma contaminação orgânica no topo da camada. Material de difícil escavação, encontrando-se muito compacto/duro.
	A.001	1,50 – 2,60	Solo areno-siltoso a silto-arenoso, de cor esbranquiçada a cinzenta clara a castanha clara, com nódulos argilosos de cor cinzenta muito duros. Presença de fragmentos coesos da dimensão do cascalho e do seixo (geralmente desgregáveis com a mão). Presença de grandes nódulos de matriz argilosa, com Dmáx ≈ 20 cm, de difícil desagregação. Material de difícil escavação, encontrando-se muito compacto/duro.

Quadro 7 - Descrição litostratigráfica do poço P2

Poço	Amostra	Prof. (m)	Descrição litológica
P2	-	0,00 – 0,35	Terra vegetal, de cor castanha escura apresentando-se algo húmida. Constituição areno-siltosa a areno-argilosa.
	-	0,35 – 0,80	Solo areno-siltoso a silto-arenoso decompondo-se em fragmentos coesos da dimensão do cascalho e do seixo (geralmente desgregáveis com a mão). Cor amarelada a acastanhada a alaranjada. Seixo e calhau disperso (Dmáx ≈ 5 cm). Presença de grandes nódulos com Dmáx ≈ 20 cm. Material de difícil escavação, encontrando-se muito compacto/duro.
	A.002	0,80 – 1,45	Solo areno-siltoso a silto-arenoso, de cor esbranquiçada a cinzenta clara a castanha clara, com nódulos argilosos de cor cinzenta muito duros. Presença de fragmentos coesos da dimensão do cascalho e do seixo (geralmente desgregáveis com a mão). Seixo e calhau disperso (Dmáx ≈ 5 cm). Presença de grandes fragmentos de matriz argilosa de difícil desagregação, com Dmáx ≈ 20 cm. Material de difícil escavação, encontrando-se muito compacto/duro (mais do que a camada anterior).

Quadro 8 - Descrição litostratigráfica do poço P3

Poço	Amostra	Prof. (m)	Descrição litológica
P3		0,00 – 0,30	Terra vegetal, de cor castanha escura apresentando-se algo húmida. Constituição areno-siltosa a areno-argilosa.
		0,30 – 0,90	Solo areno-siltoso a silto-arenoso, de grão fino, decompondo-se em fragmentos coesos da dimensão do cascalho e do seixo (geralmente desgregáveis com a mão). Cor amarelada a acastanhada a alaranjada. Presença de grandes nódulos, com Dmáx ≈ 30 cm. Material de difícil escavação, encontrando-se muito compacto. Presença dispersa de restos vegetais lenhosos de grande dimensão.
	A.003	0,90 – 1,40	Solo areno-siltoso a silto-arenoso semelhante ao nível anterior, mas de aparência mais siltosa e cor alaranjada. Presença de grandes fragmentos de matriz argilosa, com Dmáx ≈ 30 cm. Material de difícil escavação, encontrando-se muito compacto/duro.

Quadro 9 - Descrição litostratigráfica do poço P4

Poço	Amostra	Prof. (m)	Descrição litológica
P4		0,00 – 0,30	Terra vegetal, de cor castanha escura apresentando-se algo húmida. Constituição areno-siltosa a areno-argilosa.
	A.004	0,30 – 0,80	Solo areno-siltoso a silto-arenoso decompondo-se em fragmentos coesos da dimensão do cascalho e do seixo (geralmente desgregáveis com a mão). Cor amarelada a acastanhada a alaranjada. Alguma contaminação orgânica no topo da camada. Presença de grandes nódulos, com Dmáx ≈ 30 cm. Material de difícil escavação, encontrando-se muito compacto.
		0,80 – 1,30	Solo silto-arenoso a areno-siltoso de cor branca a bege a cinzento claro, com nódulos argilosos cinzentos a esverdeados muito duros. Seixo e calhau disperso com Dmáx ≈ 5 cm. Presença de grandes nódulos de difícil desagregação, com Dmáx ≈ 30 cm. Material de difícil escavação.

Quadro 10 - Descrição litostratigráfica do poço P5

Poço	Amostra	Prof. (m)	Descrição litológica
P5		0,00 – 0,40	Terra vegetal, de cor castanha escura apresentando-se algo húmida. Constituição areno-siltosa a areno-argilosa.
		0,40 - 1,10	Solo silto-arenoso a areno-siltoso, decompondo-se em fragmentos coesos da dimensão do cascalho e do seixo (geralmente desgregáveis com a mão). Cor amarelada a acastanhada a alaranjada. Presença de grandes nódulos coesos, com Dmáx ≈ 25 cm. Material de difícil escavação, encontrando-se muito compacto.
	A.005	1,10 – 1,70	Solo silto-arenoso a areno-siltoso, esbranquiçado a bege, com nódulos argilosos cinzentos muito duros (difíceis de desagregar). Presença de grandes nódulos com Dmáx ≈ 25 cm. Material de difícil escavação.

Quadro 11 - Descrição litostratigráfica do poço P6

Poço	Amostra	Prof. (m)	Descrição litológica
P6		0,00 – 0,20	Terra vegetal, de cor castanha escura apresentando-se algo húmida. Constituição areno-siltosa a areno-argilosa.
	A.006	0,20 - 1,80	Solo areno-siltoso a silto-arenoso, de cor esbranquiçada a bege a amarelada a alaranjada, decompondo-se em fragmentos coesos da dimensão do cascalho (geralmente desgregáveis com a mão). Seixo e calhau disperso (Dmáx ≈ 5 cm). Presença de grandes nódulos coesos, com Dmáx ≈ 30 cm. Material de difícil escavação, encontrando-se muito compacto.

Quadro 12 - Descrição litostratigráfica do poço P7

Poço	Amostra	Prof. (m)	Descrição litológica
P7		0,00 – 0,20	Terra vegetal, de cor castanha escura apresentando-se algo húmida. Constituição areno-siltosa a areno-argilosa.
		0,20 - 0,80	Solo areno-siltoso a silto-arenoso decompondo-se em fragmentos coesos da dimensão do cascalho e do seixo (geralmente desgregáveis com a mão). Cor castanha a alaranjada. Presença de grandes nódulos coesos, com Dmáx ≈ 25 cm. Material de difícil escavação, encontrando-se muito compacto.
	A.007	0,80 – 1,20	Solo silto-arenoso a areno-siltoso, Cor castanha clara a bege a esbranquiçada, decompondo-se em fragmentos coesos da dimensão do cascalho e do seixo (geralmente desgregáveis com a mão). Presença de grandes nódulos coesos, com Dmáx ≈ 25 cm. Material de difícil escavação.

Quadro 13 - Descrição litostratigráfica do poço P8

Poço	Amostra	Prof. (m)	Descrição litológica
P8		0,00 – 0,20	Terra vegetal, de cor castanha escura, com laivos alaranjados, apresentando-se algo húmida. Constituição areno-siltosa a areno-argilosa.
		0,20 - 0,80	Solo sito-arenoso a areno-siltoso decompondo-se em fragmentos coesos da dimensão do cascalho e do seixo (geralmente desgregáveis com a mão). Cor castanha clara. Alguma contaminação orgânica no topo da camada. Presença de grandes nódulos coesos, com Dmáx ≈ 30 cm. Material de difícil escavação, encontrando-se muito compacto/duro.
	A.008	0,80 – 1,20	Camada de constituição semelhante à anterior, mas de coloração mais alaranjada. Presença de grandes fragmentos de coesos, com Dmáx ≈ 30 cm. Material de difícil escavação.

Quadro 14 - Descrição litostratigráfica do poço P9

Poço	Amostra	Prof. (m)	Descrição litológica
P9		0,00 – 0,20	Terra vegetal, de cor castanha escura, com laivos alaranjados, apresentando-se algo húmida. Constituição areno-siltosa a areno-argilosa.
	A.009	0,20 - 1,05	Solo sito-arenoso a areno-siltoso decompondo-se em fragmentos coesos da dimensão do cascalho e do seixo (geralmente desgregáveis com a mão). Cor amarelada a acastanhada. Seixo e calhau disperso (Dmáx ≈ 5 cm). Presença de grandes nódulos coesos, com Dmáx ≈ 30 cm. Material de difícil escavação, encontrando-se muito compacto.
		1,05 – (?)	Calcários esbranquiçados (?).

Quadro 15 - Descrição litostratigráfica do poço P10

Poço	Amostra	Prof. (m)	Descrição litológica
P10		0,00 – 0,10	Terra vegetal, de cor castanha escura, com laivos alaranjados, apresentando-se algo húmida. Constituição areno-siltosa a areno-argilosa.
	A.010	0,10 – 0,90	Solo sito-arenoso a areno-siltoso decompondo-se em fragmentos coesos da dimensão do cascalho e do seixo (geralmente desgregáveis com a mão). Cor castanha a alaranjada. Seixo e calhau disperso (Dmáx ≈ 5 cm). Presença de grandes nódulos coesos, com Dmáx ≈ 20 cm. Material de difícil escavação, encontrando-se muito compacto.

Em todos os poços realizados observou-se que o horizonte sub-superficial do terreno é bastante homogéneo. Os poços foram executados até profundidades compreendidas entre 0,90 (P10 - Figura 22) e 2,60 m (P1 - Figura 23).

Superficialmente, ocorre uma camada de terra vegetal, constituída por solos areno-siltosos a areno-argilosos orgânicos, de cor castanha escura, por vezes com laivos alaranjados, contendo alguma humidade. Este horizonte foi detetado com espessura compreendida entre 0,10 e 0,40 m. O valor mínimo foi observado no poço P10, realizado no limite do terreno cultivado, e o valor

máximo foi observado no poço P5, executado numa das linhas de água que atravessam o terreno de este para oeste.

Subjacentemente à terra vegetal, foram intercetados solos silto-arenosos a areno-siltosos muito compactos/rijos, de cor esbranquiçada a bege, amarelada a castanha clara, e, nalguns casos, alaranjada. Não obstante ter-se verificado alguma precipitação nos dias que antecederam a abertura dos poços de reconhecimento, verificou-se que estes terrenos encontravam-se muito secos. Estes horizontes foram escavados com grande dificuldade pelo equipamento disponível, sendo que os dentes do balde da máquina, a partir de determinada profundidade, não tinham capacidade de penetrar no terreno mais do que alguns milímetros. Os solos escavados foram retirados dos poços na forma de fragmentos e blocos da dimensão do cascalha e do calhau (vejam-se as figuras 24, 26, 28 e 29).

Na generalidade dos poços identificaram-se duas camadas sob o horizonte superficial orgânico, entre as quais é notória uma transição clara na cor e no conteúdo argiloso do solo (como é o caso dos poços P1, P2, P4 e P5 – veja-se o exemplo apresentado na Figura 24), enquanto noutros poços observou-se que a transição de cor é mais gradual e que o solo torna-se mais siltoso (como é o caso dos poços P3 e P7 - Figura 25 e Figura 26). Noutros casos (poço P6, P9 e P10), apenas foi possível distinguir uma camada sob o horizonte orgânico (veja-se o exemplo na Figura 22). Refere-se ainda a presença de seixo e calhau disperso em alguns dos poços (e.g. P2, P9 e P10 - Figura 27).

Ao nível da camada superior observa-se que, de modo geral, é visível alguma contaminação orgânica no seu topo, materializada pela presença dispersa de algumas raízes.

No caso dos poços P1, P2, P4 e P5, o horizonte intercetado a maior profundidade continha vários nódulos argilosos de cor cinzenta, muito duros, de difícil desagregação com a mão, evidenciando o cimento argiloso a maior profundidade (Figura 28). Nestes casos, este horizonte revelou-se, geralmente, mais difícil de escavar do que a camada sobrejacente, embora refira-se que no caso do poço P1 esta camada mais argilosa aparentou ser mais escavável.

O material silto-arenoso a areno-siltoso (que, em profundidade, aparenta passar a areno-argiloso) reconhecido em todos os poços é interpretado como um grés fino de cimento silto-argiloso, muito friável, encontrando-se menos compacto/cimentado no horizonte superficial (aspeto que foi bem

captado pelos ensaios PDM realizados). As reduzidas profundidades atingidas pelos poços são indicadoras da elevada compacidade/consistência dos terrenos prospetados.

A interpretação efetuada é suportada pelo facto de os solos escavados debitarem-se na forma de um solo silto-arenoso a areno-siltoso fino, rico em nódulos bastante coesos com Dmáx da ordem de 20 a 30 cm -Figura 29, os quais apenas podem ser desagregados por impacto. Verificam-se também diversos fragmentos da dimensão do cascalho e do seixo, os quais, por apresentarem menor dimensão, são desagregáveis manualmente.

Comparando o observado *in situ* com a descrição apresentada na notícia explicativa da folha 30-B da Carta Geológica de Portugal à escala 1:50.000, os materiais prospetados aparentam pertencer ao Complexo detrítico de Ota e Alcoentre (Miocénico).

A única situação que não se insere no acima descrito foi detetada no poço P9 (Figura 30), no fundo do qual aparentam ter sido intercetados calcários esbranquiçados (o que levou ao término do respetivo poço, já que o material não era escavável com os meios disponíveis).

Por último, refere-se apenas que, no poço P3, detetaram-se restos vegetais lenhosos de dimensão apreciável, dispersos, no interior do terreno prospetado (Figura 31).

Nas figuras seguintes apresenta-se uma breve reportagem fotográfica dos poços de reconhecimento executados. Os *logs* dos poços de reconhecimento constam do anexo III do presente Estudo.



Figura 22 – Aspeto geral do poço P10 (poço que atingiu a menor profundidade – 0,90 m)



Figura 23 – Aspeto geral do poço P1 (poço que atingiu a maior profundidade – 2,60 m).



Figura 24 – Aspeto geral do poço P4. Detalhe do contraste de cor entre os dois horizontes areno-siltosos



Figura 25 - Aspeto geral do poço P3



Figura 26 – Aspeto geral do poço P7



Figura 27 – Exemplo da presença de seixo e calhau disperso no seio das camadas arenosas no poço P2



Figura 28 – Fotografias exemplificativas dos nódulos argilosos presentes na última camada dos poços P1, P2, P4 e P5



Figura 29 – Solos escavados no poço P3 (0,30 – 0,90 m), onde são visíveis fragmentos areníticos de dimensão apreciável (Dmáx ≈ 0,30 m)



Figura 30 – Fotografia esquerda: Fundo do poço P9, que aparenta ter terminado num nível de calcário; Fotografia direita: Fragmentos de calcário colhidos do fundo do poço



Figura 31 – Restos lenhosos encontrados no seio dos solos areno-siltosos do poço P3

O nível freático não foi detetado em nenhum dos poços realizados.

3.2.2-Ensaios PDM – Penetrómetro dinâmico médio

O ensaio com PDM é executado com um equipamento ligeiro, de utilização simples, que permite, de forma expedita, obter um perfil de resistência à penetração dos solos intersetados no ensaio. O procedimento consiste em fazer penetrar no solo um cone normalizado, ligado à ponta de uma ou de um conjunto de varas, anotando-se o número de pancadas necessárias para obter uma penetração de 10 cm.

No equipamento utilizado (Figura 32), a força de penetração é gerada pelo impacto de um pilão com massa de 30 kg, que cai em queda livre de uma altura de 23 cm, contabilizando-se o número de pancadas necessárias para penetrar 10 cm no terreno. O equipamento utilizado encontra-se munido de disparo automático.

A resistência oferecida pelo terreno à penetração da ponteira pode traduzir-se pela fórmula de cravação dos Holandeses, tendo em conta as características do equipamento utilizado:

$$Rp = \frac{M^2 \cdot h}{A \cdot (M + Pp + P \cdot v)} \cdot \frac{n}{10}$$

Onde:

Rp - resistência dinâmica de ponta (Kg/cm^2);

M - Massa do pilão (kg);

P - Massa de cada vara (kg);

Pp - Massa da vara guia (kg);

A – Secção de ponteira (cm^2);

v- Número de varas;

n - Número de pancadas;

h - Altura de queda do pilão (cm).



Figura 32 – Fotografias do equipamento PDM utilizado

Foi definido como critério de paragem uma penetração inferior a 10 cm para uma série de 60 pancadas. Não obstante o referido, em alguns casos, optou-se por prosseguir com a realização do ensaio após a obtenção da "nega", por se ter observado um aumento da penetração por pancada no decorrer de alguns dos ensaios onde se obtiveram 60 ou mais pancadas para uma penetração inferior a 10 cm, com o objetivo de verificar se tal "nega" era representativa da transição para um horizonte rígido ou se era simplesmente representativa de um fino nível mais compacto, eventualmente contendo seixo e calhau. Tal sucedeu na generalidade dos PDM executados.

Os dez ensaios PDM foram executados junto dos dez poços de reconhecimento preconizados, estando os resultados obtidos graficamente representados em termos de número de pancadas em função da profundidade e resistência de ponta em função da profundidade. Os boletins destes ensaios estão presentes no Anexo II deste documento.

No quadro seguinte, sintetizam-se os resultados obtidos nos ensaios PDM, tendo-se classificado os vários horizontes de terreno atravessados em função do número de pancadas obtido (N_{10}) e a

variação de resistência de ponta dinâmica (Rp) obtida com a "fórmula de cravação dos Holandeses". Em cada PDM, identificaram-se os horizontes onde se obteve:

- $N_{10} < 10$ – Solos descomprimidos, soltos a muito soltos;
- $10 \leq N_{10} < 30$ – Solos soltos a medianamente compactos;
- $30 \leq N_{10} < 60$ – Solos medianamente compactos a compactos;
- $N_{10} \geq 60$ – Solos muito compactos;

Quadro 16 – Resumo dos resultados obtidos nos ensaios PDM, zonados em função do número de pancadas (N_{10}) e respetiva resistência dinâmica de ponta (Rp - MPa)

PDM	$N_{10} < 10$		$10 \leq N_{10} < 30$		$30 \leq N_{10} < 60$		$N_{10} \geq 60$	
	Prof. (m)	R_P (MPa)	Prof. (m)	R_P (MPa)	Prof. (m)	R_P (MPa)	Prof. (m)	R_P (MPa)
PDM 1	0,0 - 0,6 1,4 - 2,2	2,2 - 6,7 2,4 - 5,2	0,6 - 1,4 2,2 - 3,8	6,2 - 17,8 5,4 - 13,0	-	-	3,8 - 4,0	27,0
PDM 2	0,0 - 0,6	1,7 - 4,5	0,6 - 3,7	5,0 - 13,4	3,7 - 3,8	21,1	3,8 - 4,0	27,0
PDM 3	0,0 - 0,4	2,8 - 3,9	0,4 - 0,9 1,6 - 2,1	6,1 - 15,6 11,4 - 13,4	0,9 - 1,1 1,3 - 1,6 2,1 - 2,3	16,7 - 27,9 16,5 - 27,9 15,9 - 27,9	1,1 - 1,3 2,3 - 2,5	36,1 - 38,2 28,8 - 38,5
PDM 4	0,0 - 0,1	2,8	0,4 - 0,7	7,8 - 17,9	0,1 - 0,4	18,9 - 25,1	0,7 - 0,9	33,4 - 59,1
PDM 5	0,0 - 0,1	2,8	0,1 - 1,9	3,6 - 15,5	1,9 - 2,1	17 - 26,4	2,1 - 2,2	28,8
PDM 6	0,0 - 0,2	0,6 - 2,2	0,2 - 1,6	5,6 - 13,9	1,6 - 2,6	19,6 - 28,8	2,6 - 2,8	28,8
PDM 7	0,0 - 0,1	3,9	0,1 - 0,2 0,4 - 2,1 2,3 - 2,6	13,4 8,9 - 14,4 12,0 - 13,5	0,2 - 0,4 2,1 - 2,3 2,6 - 2,8	19,5 - 22,8 14,4 - 14,9 17,8 - 26,0	2,8 - 2,9	28,8
PDM 8	0,0 - 0,1	4,4	0,1 - 0,3 0,6 - 3,0	11,7 - 12,3 4,6 - 17,3	0,3 - 0,6 3,0 - 3,4	16,7 - 19,5 13,5 - 17,0	3,4 - 3,5	27,0
PDM 9	-	-	0,0 - 1,0	6,7 - 15,0	1,1 - 1,4	13,4 - 28,4	1,4 - 1,6	31,0
PDM 10	-	-	0,0 - 1,1	7,2 - 17,8	1,1 - 1,3	15,5 - 22,2	1,3 - 1,5	31,0

Nota: Vermelho – Solos muito soltos a soltos; Amarelo – Solos soltos a medianamente compactos; Solos verdes – Solos medianamente compactos a compactos; Solos muito compactos

De modo a efetuar uma análise mais aprofundada, dispuseram-se os PDM executados em vários alinhamentos, conforme exposto na figura seguinte.

Nas figuras 34 a 38 apresentam-se os resultados obtidos nos ensaios PDM na forma gráficos que relacionam os parâmetros N10 (número de pancadas necessário para uma penetração de 10 cm) e Rp (resistência dinâmica de ponta - MPa) em função da profundidade de ensaio.

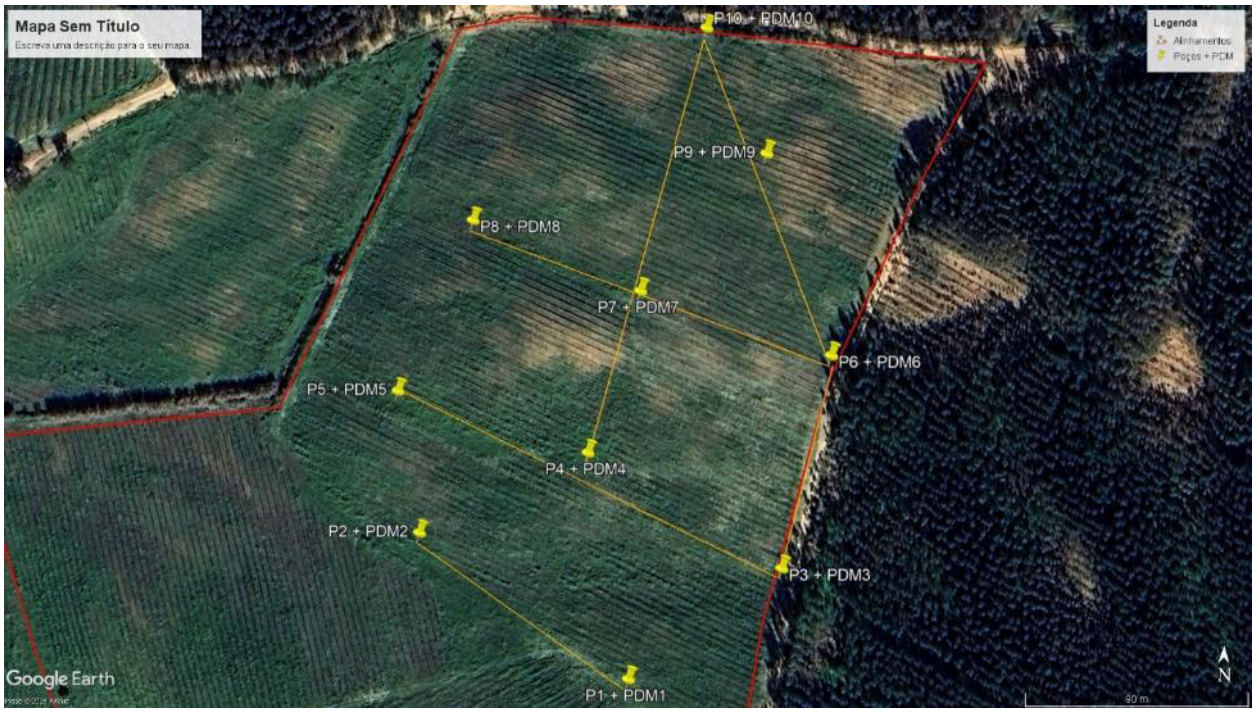


Figura 33 – Representação em planta da prospeção geológica-geotécnica executada. O limite a vermelho marca o limite da propriedade interessada. As linhas a laranja indicam os alinhamentos analisados.

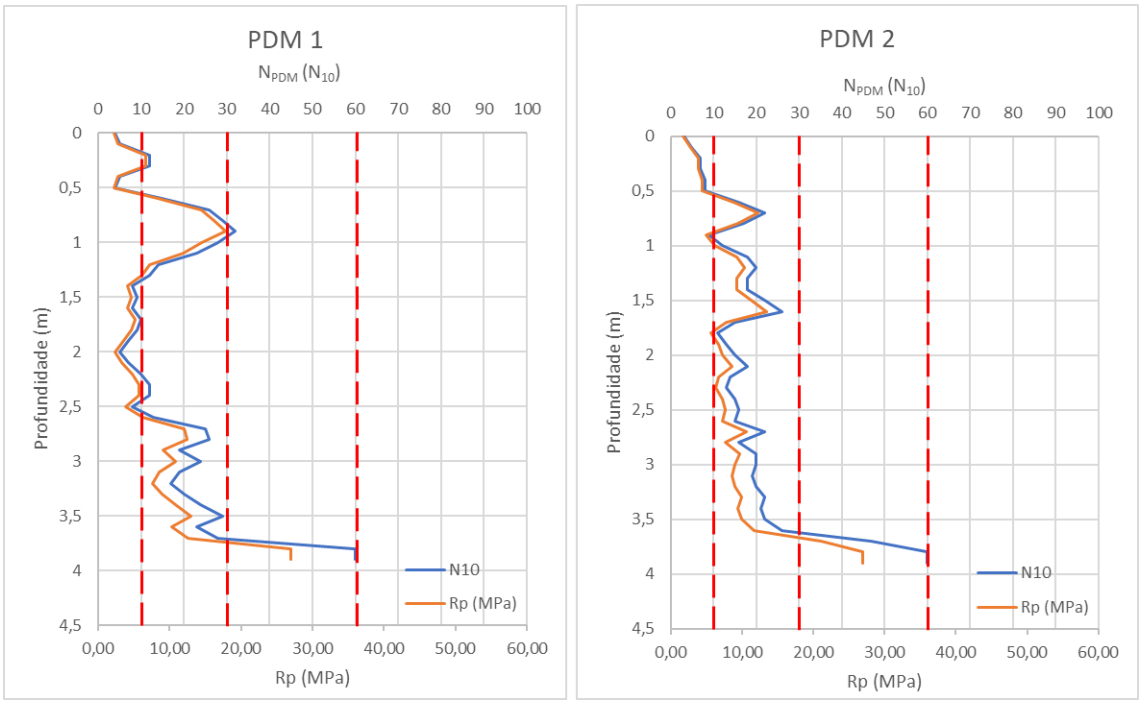


Figura 34 – Resultados obtidos no alinhamento PDM 1 – PDM 2 (N_{10} e R_P). As linhas vermelhas representam os intervalos considerados na análise patente no Quadro 16

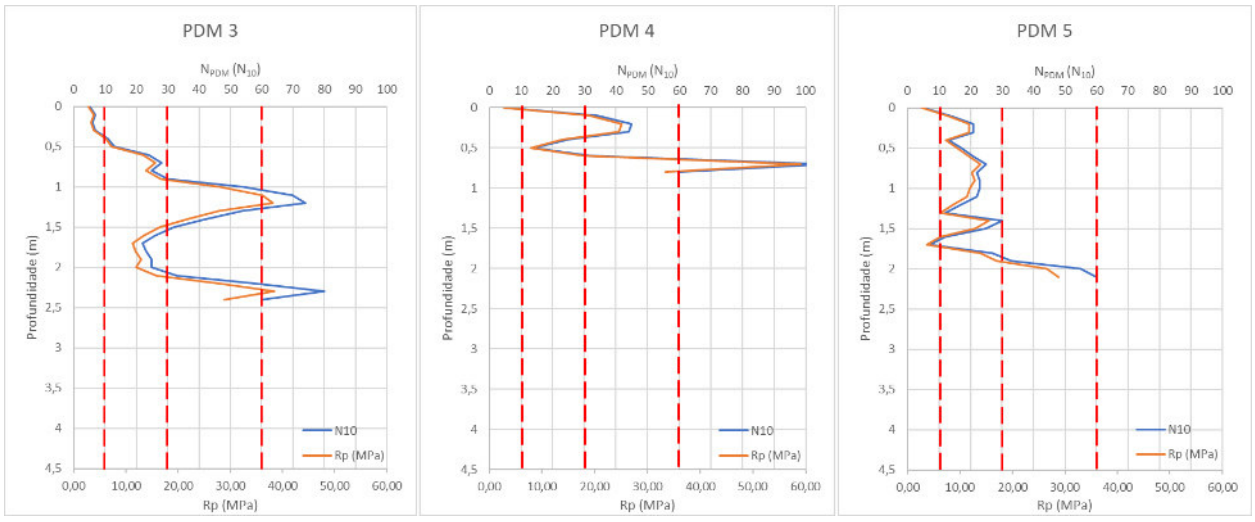


Figura 35 - Resultados obtidos no alinhamento PDM 3 – PDM 4 – PDM 5 (N_{10} e R_P). As linhas vermelhas representam os intervalos considerados na análise patente no Quadro 16

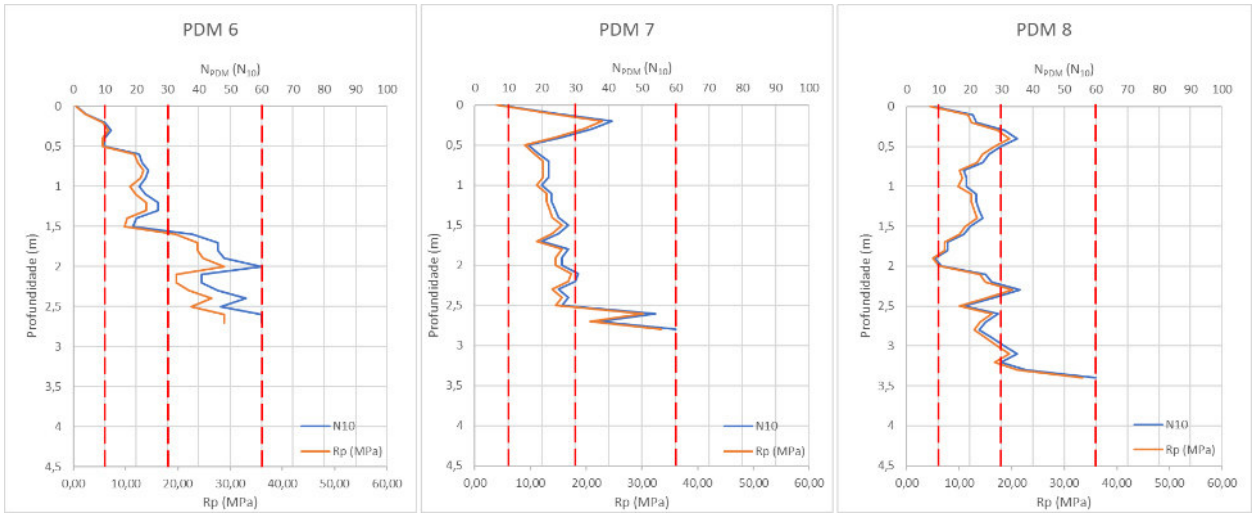


Figura 36 - Resultados obtidos no alinhamento PDM 6 – PDM 7 – PDM 8 (N_{10} e R_P). As linhas vermelhas representam os intervalos considerados na análise patente no Quadro 16

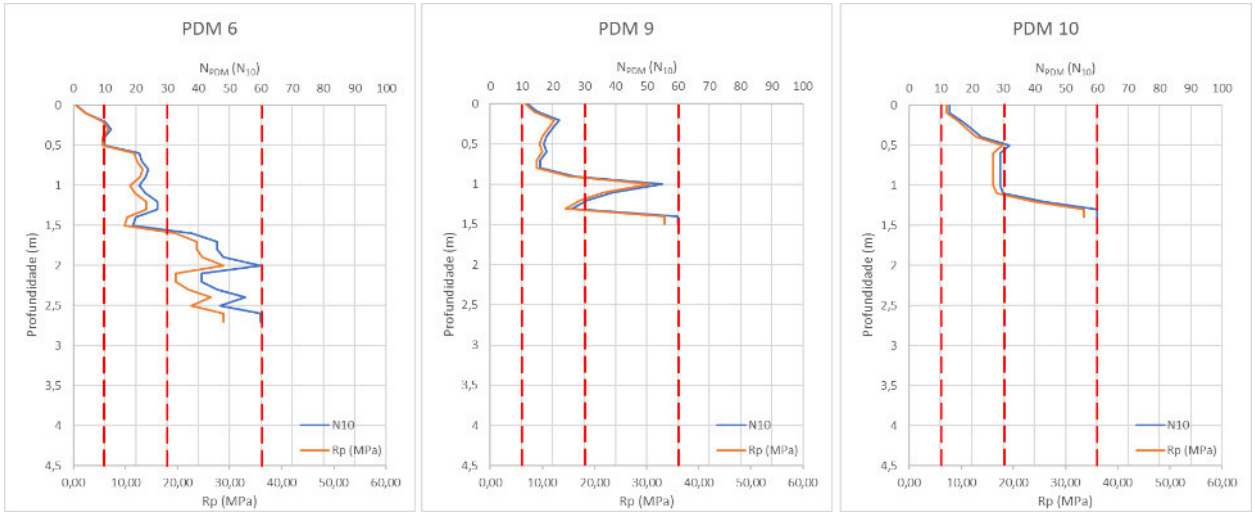


Figura 37 - Resultados obtidos no alinhamento PDM 6 – PDM 9 – PDM 10 (N_{10} e R_P). As linhas vermelhas representam os intervalos considerados na análise patente no Quadro 16

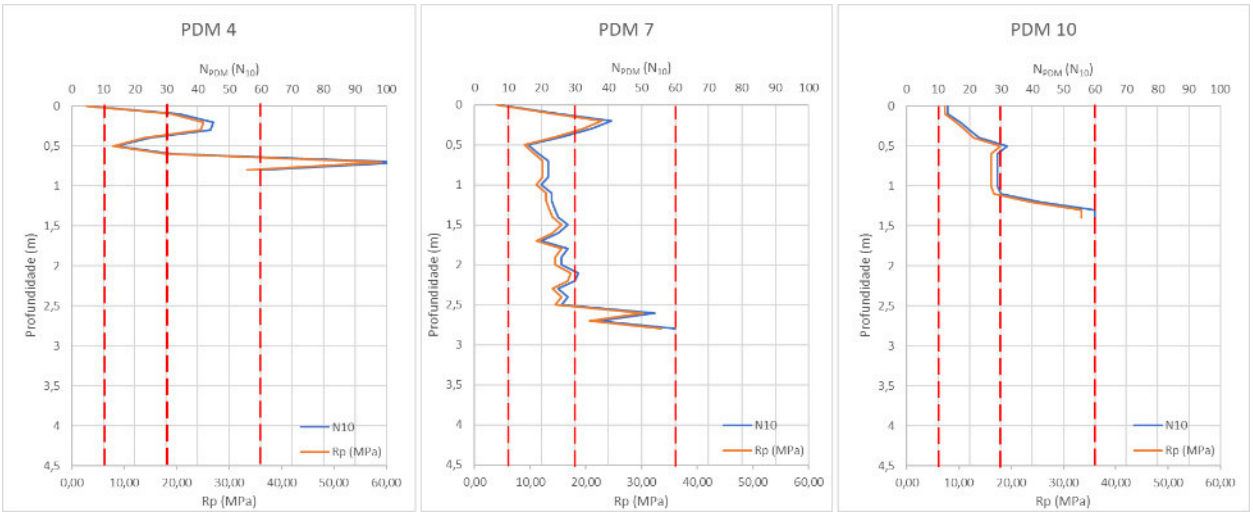


Figura 38 - Resultados obtidos no alinhamento PDM 4 – PDM 7 – PDM 10 (N_{10} e R_P). As linhas vermelhas representam os intervalos considerados na análise patente no Quadro 16

Pela análise das figuras anteriores, é possível referir o seguinte:

- Os terrenos com menor resistência dinâmica de ponta localizam-se no alinhamento entre o PDM 1 e o PDM 2 (orientado WNW-ESE). Neste alinhamento observa-se que, em ambos os PDM, a "nega" foi atingida aos 3,8 m de profundidade, sendo que, até à referida profundidade, os terrenos apresentam N_{10} geralmente compreendido entre 10 e 20 pancadas. Este alinhamento é representativo de uma das linhas de água que atravessam a área em estudo;
- Já no alinhamento PDM 3 – PDM 4 – PDM 5 (orientado WNW-ESE) observa-se que os terrenos atingem a "nega" a profundidades compreendidas entre os 0,8 e os 2,4 m de profundidade (PDM4 e PDM3, respetivamente). No caso do PDM3 observa-se a presença de uma fina camada muito rígida, com 20 cm de espessura e caracterizada por onde se obteve $N_{10} \geq 60$, situada entre os 1,10 e 1,30 m. O terreno ensaiado acima do horizonte onde se obteve a "nega" é maioritariamente caracterizado por $10 \leq N_{10} \leq 30$;
- No alinhamento PDM 6 – PDM 7 – PDM 8 (orientado WNW-ESE), observa-se uma tendência de aumento da espessura de solos menos compactos no sentido este-oeste, obtendo-se a "nega" a profundidades compreendidas entre os 2,6 e os 3,4 m de profundidade. Tal como no alinhamento anterior, O terreno ensaiado acima do horizonte onde se obteve a "nega" é maioritariamente caracterizado por $10 \leq N_{10} \leq 30$. No caso do PDM 6 é bem visível uma transição de compacidade aos 1,5 m de profundidade, onde os terrenos apresentam $30 \leq N_{10} \leq 60$ numa espessura de ≈ 1,1 m;

- É no alinhamento PDM 6 – PDM 9 – PDM 10 (orientado NW-SE) que o terreno demonstra maior resistência â penetração dinâmica (em particular no PDM 9 e no PDM 10, onde a nega foi obtida às profundidades de 1,4 e 1,3 m);
- Já no alinhamento PDM 4 – PDM 7 – PDM 10 (orientado NNE-SSW), observa-se uma tendência para aumento de espessura de solos menos compactos para o centro do alinhamento. A "nega" foi obtida entre os 0,8 e os 2,8 m de profundidade (PDM 4 e PDM 7, respetivamente).

Ao acima referido, acrescenta-se que, não obstante a elevada dificuldade na escavação dos solos interessados, os ensaios PDM penetraram sempre o terreno até profundidades superiores àquelas atingidas pelos poços. As maiores diferenças foram registadas nos conjuntos PDM2 + P2, PDM7 + P7 e PDM8 + P8.

3.2.3-Ensaios Laboratoriais

Com vista a efetuar uma caracterização geológica-geotécnica mais completa dos solos interessados, efetuou-se o seguinte conjunto de ensaios laboratoriais em amostras remexidas obtidas dos poços de reconhecimento executados:

- Análise granulométrica por peneiração – Norma LNEC E 239;
- Determinação dos limites de Atterberg – Norma NP 143;
- Determinação do teor em água natural – Norma NP 84;
- Ensaio Proctor modificado – Norma LNEC E 197;
- Ensaio CBR por embebição – Norma LNEC E 198;

Sendo que os ensaios Proctor Modificado e CBR foram efetuados em metade das amostras remexidas. A distribuição dos ensaios por amostra encontra-se patente no quadro infra.

Quadro 17 – Distribuição dos ensaios laboratoriais efetuados sobre as amostras remexidas

Poço	Descrição visual da amostra	Prof. Amostra (m)	Análise Granulométrica	Limites de consistência	Teor em água	Proctor modificado	CBR
P1	Solo esbranquiçado silto-argiloso	1,50 - 2,60	X	X	X	X	X
P2	Solo esbranquiçado silto-argiloso	0,80 - 1,45	X	X	X		
P3	Solo siltoso amarelado / alaranjado	0,90 - 1,40	X	X	X	X	X
P4	Solo amarelado siltoso	0,30 - 0,80	X	X	X		
P5	Solo esbranquiçado / acastanhado silto-argiloso	1,10 - 1,70	X	X	X		
P6	Solo amarelado siltoso	0,20 - 1,80	X	X	X	X	X
P7	Solo esbranquiçado silto-argiloso	0,80 - 1,20	X	X	X		
P8	Solo acastanhado silto-argiloso	0,80 - 1,20	X	X	X	X	X
P9	Solo acastanhado siltoso	0,10 - 0,90	X	X	X		
P10	Solo amarelado siltoso	0,20 - 1,05	X	X	X	X	X
Total	**-**	**-**	**10**	**10**	**10**	**5**	**5**

Com base nos resultados na análise granulométrica e na determinação dos limites de Atterberg, procedeu-se ainda à classificação dos solos ensaiados, de acordo com o sistema unificado de classificação de solos (ASTM) e com a classificação de solos para fins rodoviários (AASHTO).

O resumo dos resultados obtidos encontra-se patente no quadro seguinte:

Quadro 18 – Resumo dos resultados obtidos nos ensaios laboratoriais efetuados em amostras remexidas

QUADRO RESUMO DAS CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DOS SOLOS																					
Amostra nº	Data	Local da Colheita	Descrição Visual	GRANULOMETRIA (% Passada)									Limites		T. A.	g máx. s.	T. H.	C.B.R.		Classific. AASHTO		Classific. Unificada	OBSERVAÇÕES:
				76,1	50,8	25,4	19	9,51	5	2	0,42	0,074	L.L.	I.P.	%	g/cm³	%	%	Exp. R.				
A.001	14/10/24	P1	Solo esbranquiçado silto-argiloso	100	100	99	98	94	91	87	74	**48,3**	25,0	**8,9**	10,9	**1,972**	**11,8**	**5,9**	0,9	**A-4**	**(3)**	SC - Areia argilosa	Amostra colhida à profundidade 1,50 a 2,60 metros
A.002	14/10/24	P2	Solo esbranquiçado silto-argiloso	100	100	100	100	98	96	91	77	**60,1**	29,5	**12,0**	8,6					**A-6**	**(6)**	CL - Argila magra arenosa	Amostra colhida à profundidade 0,80 a 1,45 metros
A.003	14/10/24	P3	Solo siltoso amarelado / alaranjado	100	100	100	100	100	99	94	78	**49,0**	23,7	**9,1**	7,8	**2,015**	**9,4**	**6,2**	1,0	**A-4**	**(3)**	SC - Areia argilosa	Amostra colhida à profundidade 0,90 a 1,40 metros
A.004	14/10/24	P4	Solo amarelado siltoso	100	100	100	100	100	100	99	93	**55,1**	22,2	**8,4**	7,3					**A-4**	**(4)**	CL - Argila magra arenosa	Amostra colhida à profundidade 0,30 a 0,80 metros
A.005	14/10/24	P5	Solo esbranquiçado / acastanhado silto-argiloso	100	100	100	100	96	92	86	76	**53,1**	25,7	**9,9**	8,1					**A-4**	**(4)**	CL - Argila magra arenosa	Amostra colhida à profundidade 1,10 a 1,70 metros
A.006	14/10/24	P6	Solo amarelado siltoso	100	100	100	99	99	98	94	73	**45,6**	22,6	**6,9**	6,1	**2,030**	**9,3**	**6,3**	0,7	**A-4**	**(2)**	SC-SM - Areia argilo-siltosa	Amostra colhida à profundidade 0,20 a 1,80 metros
A.007	14/10/24	P7	Solo esbranquiçado silto-argiloso	100	100	100	100	100	99	95	80	**56,2**	29,6	**11,4**	9,2					**A-6**	**(5)**	CL - Argila magra arenosa	Amostra colhida à profundidade 0,80 a 1,20 metros
A.008	14/10/24	P8	Solo acastanhado silto-argiloso	100	100	100	100	100	100	97	81	**50,1**	26,4	**10,2**	7,6	**2,050**	**8,9**	**7,8**	0,8	**A-4**	**(3)**	CL - Argila magra arenosa	Amostra colhida à profundidade 0,80 a 1,20 metros
A.009	14/10/24	P9	Solo acastanhado siltoso	100	100	100	100	100	99	97	93	**65,1**	27,9	**10,5**	8,8					**A-6**	**(6)**	CL - Argila magra arenosa	Amostra colhida à profundidade 0,20 a 1,05 metros
A.010	14/10/24	P10	Solo amarelado siltoso	100	100	100	99	97	93	83	63	**35,4**	26,5	**12,5**	6,8	**2,034**	**8,6**	**6,1**	0,4	**A-2-6**	**(0)**	SC - Areia argilosa	Amostra colhida à profundidade 0,10 a 0,90 metros

Passando à análise dos resultados obtidos, observa-se que, a respeito da constituição granulométrica, os solos interessados são essencialmente areno-siltosos a silto-arenosos, verificando-se proporções equilibradas entre solos finos (i.e., passados no peneiro #200) e solos granulares (retidos no peneiro #200). A percentagem de finos varia entre 35,4 e 65,1 % e observa-se ligeira componente cascalhenta em algumas amostras (< 10 %), a qual corresponde, possivelmente, às partículas de seixo disperso observadas em alguns poços (e.g. A.001, A.005 e A.010). Nas figuras infra apresentam-se as curvas granulométricas obtidas para os solos ensaiados (Figura 39) e a distribuição da percentagem de partículas finas por amostra (Figura 40).

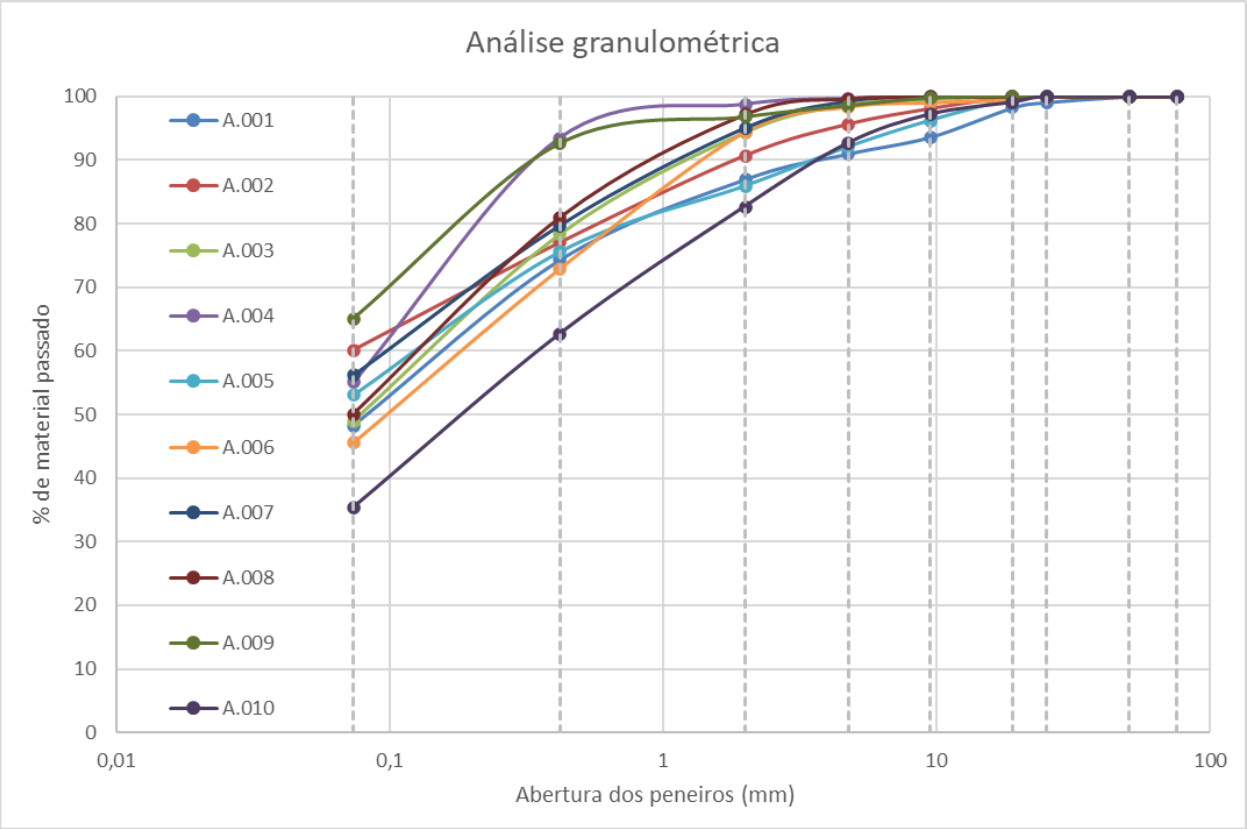


Figura 39 – Curvas granulométricas obtidas para as amostras ensaiadas

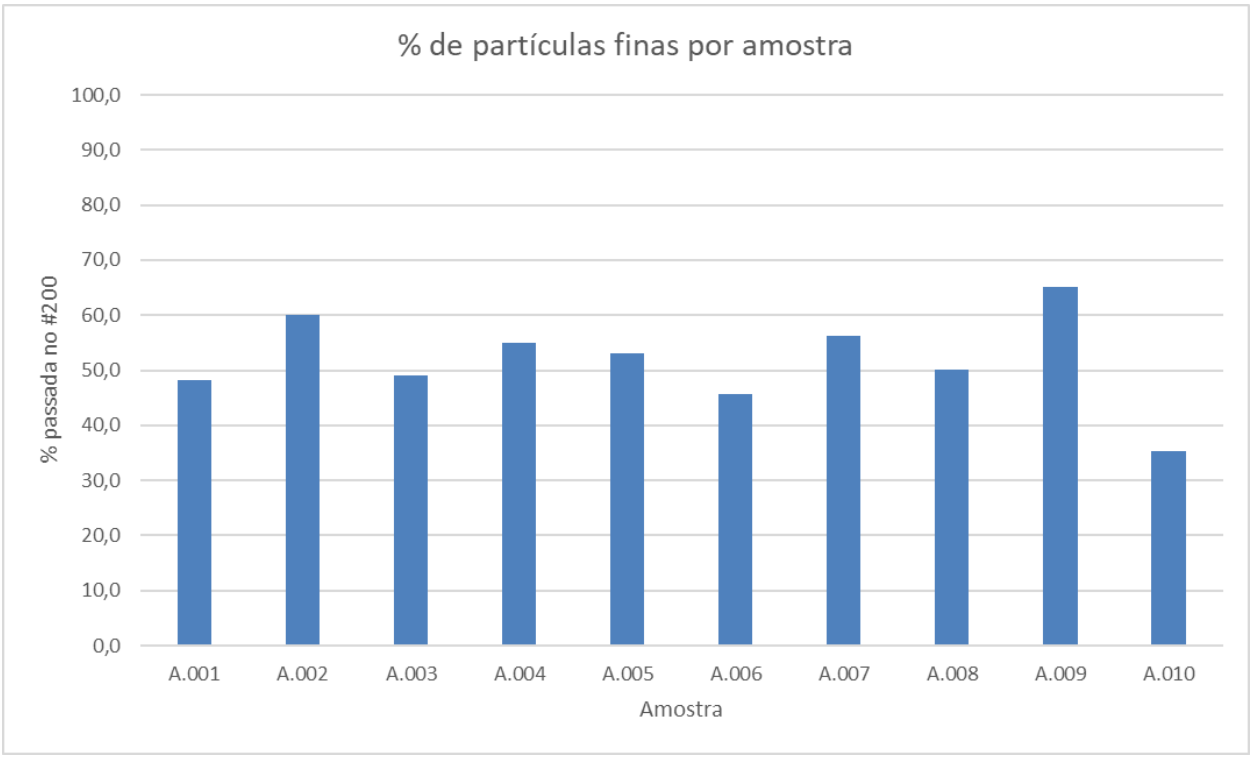


Figura 40 – Quantidade de partículas finas por amostra

Ao nível do teor em água, observa-se que os solos apresentam um teor de humidade compreendido entre 6,1 e 10,1 %, perfazendo uma média de 8,1 %. Na análise destes resultados, importa reter que os trabalhos de campo foram executados após 2 dias de chuva persistente, pelo que os resultados obtidos encontram-se influenciados por estas circunstâncias. A distribuição do teor em água por amostra é apresentada na Figura 41, juntamente com os limites de consistência.

A respeito dos limites de consistência, observa-se que os solos são pouco plásticos. O limite de plasticidade (LP) variou entre 13,9 e 18,1 %, enquanto o limite de liquidez oscilou entre 22,2 e 29,6 %. A partir dos limites referidos é possível calcular o índice de plasticidade (IP = LL - LP), o qual variou entre 6,9 e 12,5 %. É ainda possível efetuar o cálculo do índice de consistência (obtido através da formulação infra):

$$IC = \frac{LL - w}{LL - LP}$$

Onde:

LL – Limite de liquidez;

LP – Limite de plasticidade:

w – Teor em água natural

Tendo-se calculado o índice de consistência para as diferentes amostras ensaiadas, observaram-se resultados geralmente compreendidos entre 1,6 e 1,8, sendo a exceção a amostra A.006, onde o índice de consistência obtida é mais elevado (2,4). De acordo com a classificação baseada neste índice, os solos são classificados como muito rijos a duros (Quadro 19).

Quadro 19 – Classificação de solos plásticos baseada no índice de consistência

Índice de Consistência (IC)	Descrição
> 1	Muito rijo a duro
0,75 – 1	Rijo
0,50 – 0,75	Firme
0,25 – 0,5	Mole
0 – 0,25	Muito mole
< 0	Líquido

Os resultados obtidos nos limites de consistência encontram-se expostos de forma gráfica na Figura 41. Observa-se que, em todas as amostras, o teor em água natural obtido é notoriamente inferior ao limite de plasticidade, aspeto este que se encontra bem captado pelo cálculo do índice de consistência. A análise dos resultados obtidos nos limites de consistência, e a sua representação na carta de plasticidade de Casagrande, permite ainda aferir que a componente fina dos solos corresponde a argila magra (CL).

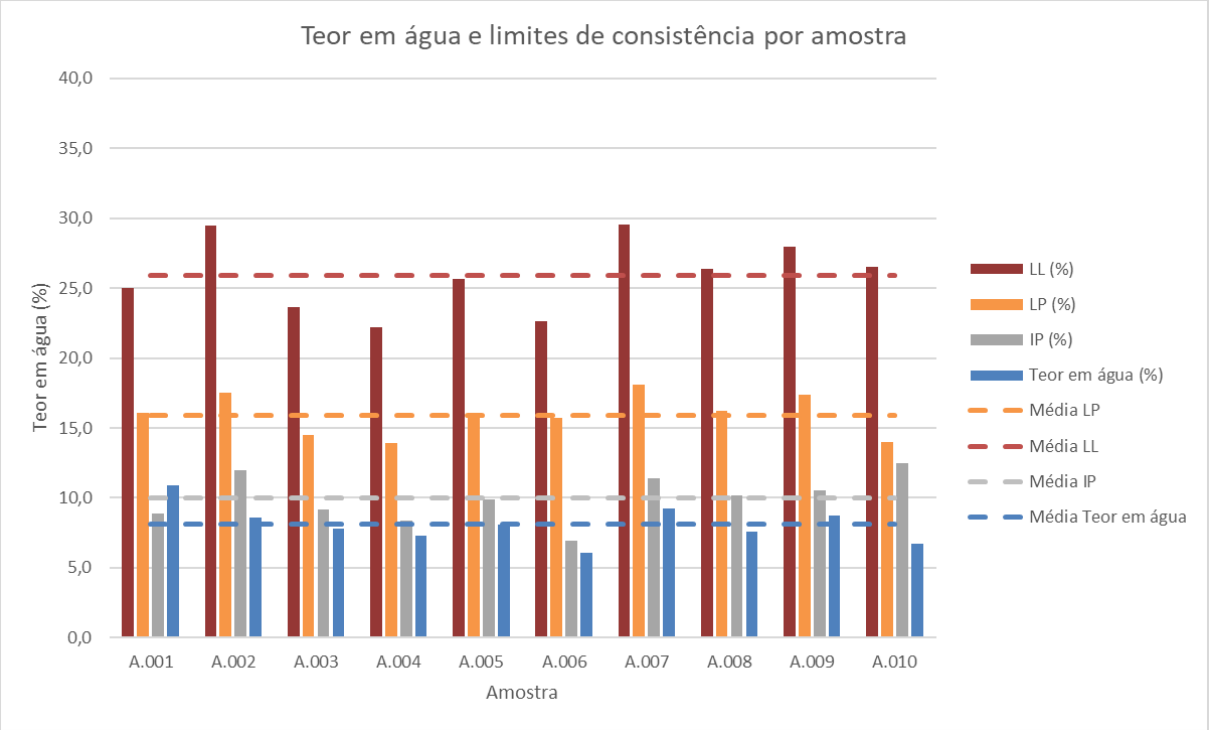


Figura 41 – Limites de consistência e teor em água por amostra

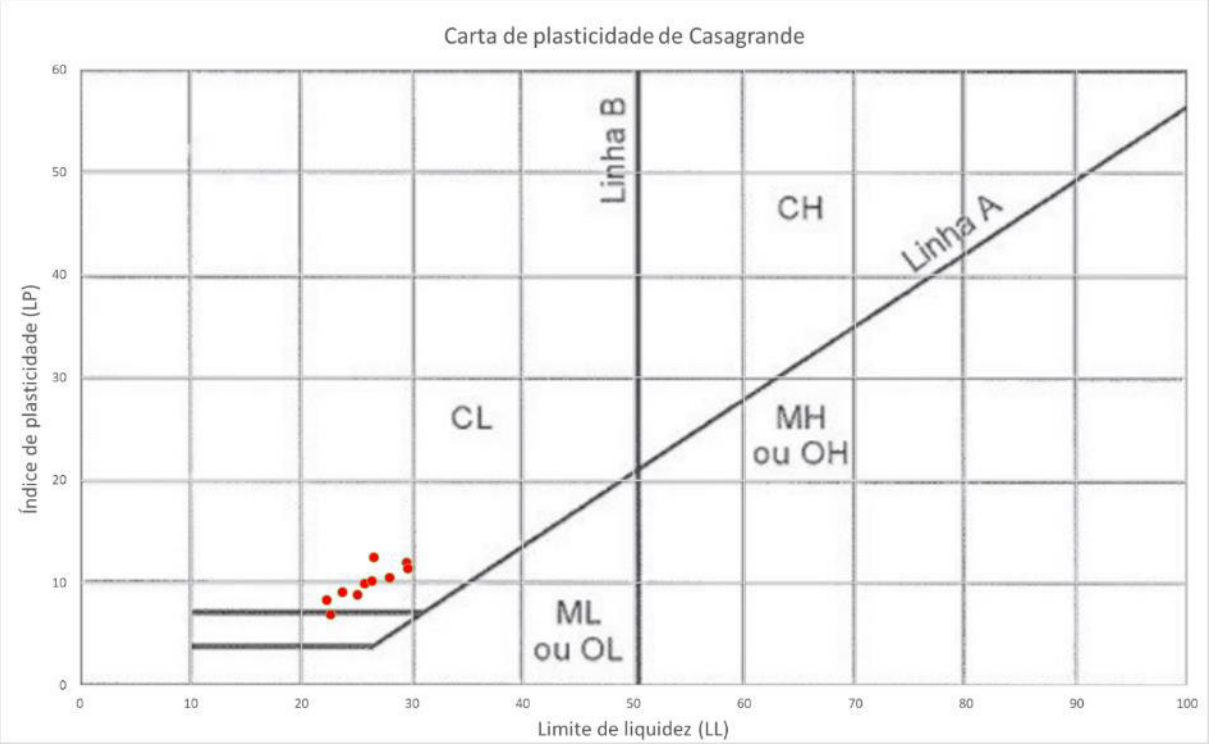


Figura 42 – Representação da componente fina das amostras na carta de plasticidade de Casagrande (representadas a vermelho)

Tendo por base os resultados obtidos na avaliação dos limites de consistência e das análises granulométricas, é possível efetuar a classificação dos solos ensaiados (considerando o sistema unificado de classificação de solos – ASTM - e a classificação de solos para fins rodoviários – AASHTO). No que se refere à classificação unificada, os solos ensaiados inserem-se, essencialmente, nas classes SC – Areia argilosa e CL – Argila magra arenosa. Já no caso da classificação AASHTO, observa-se que os solos inserem-se, na sua maioria, nas classes A-4 e A-6 (com índices de grupo compreendidos entre 2 e 6).

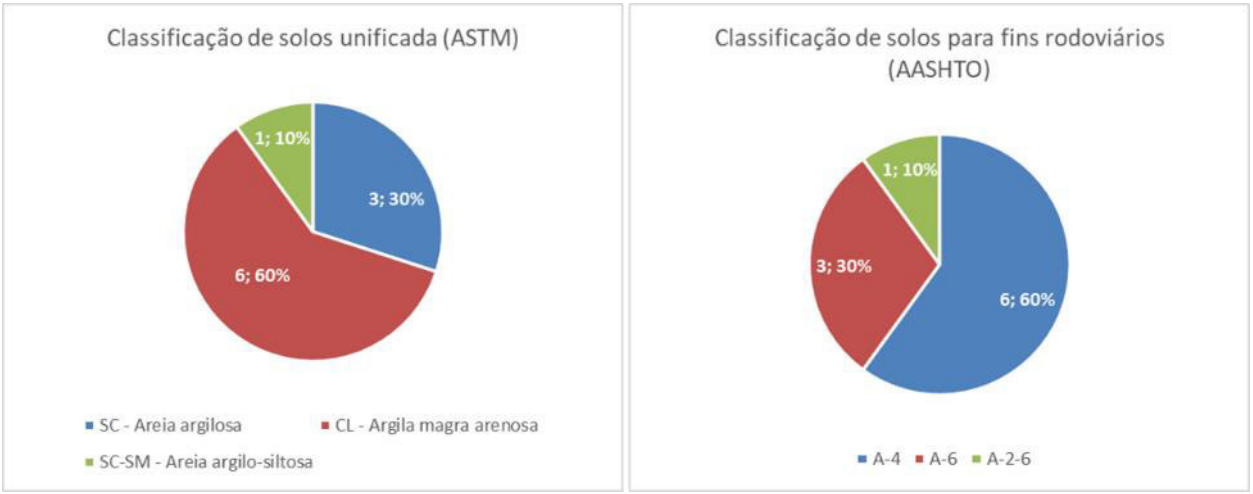


Figura 43 – Classificação dos solos ensaiados: Esquerda: Classificação unificada (ASTM); Direita: Classificação para fins rodoviários (AASHTO)

Já no que se refere ao ensaio Proctor modificado, observa-se que os solos analisados possuem baridade seca máxima compreendida entre 1,972 e 2,050 g/cm^3 e teor de humidade ótimo situado entre 8,6 e 11,6 %. De modo geral, observa-se que os solos ensaiados apresentam características de compactação bastante homogéneas em toda a área amostrada.

Quadro 20 – Resumo dos resultados obtidos no ensaio Proctor modificado

Amostra	Baridade seca máxima (g/cm^3)	Teor em água ótimo
A.001	1,972	11,8
A.002	2,015	9,4
A.003	2,030	9,3
A.004	2,050	8,9
A.005	2,034	8,6

Por fim, analisam-se os resultados obtidos nos ensaios CBR, os quais foram executados para amostras com grau de compactação relativa de 95 % (face à densidade seca máxima). Os valores de CBR obtidos variaram entre 5,9 e 7,8 % (ver Figura 44), os quais colocam os solos *in situ* na classe S2, definidas no capítulo 14.01 do Caderno de Encargos Tipo Obra da Infraestruturas de Portugal (Quadro 21). Já no que se refere à expansibilidade, observaram-se valores reduzidos, compreendidos entre 0,4 e 1,0 %.

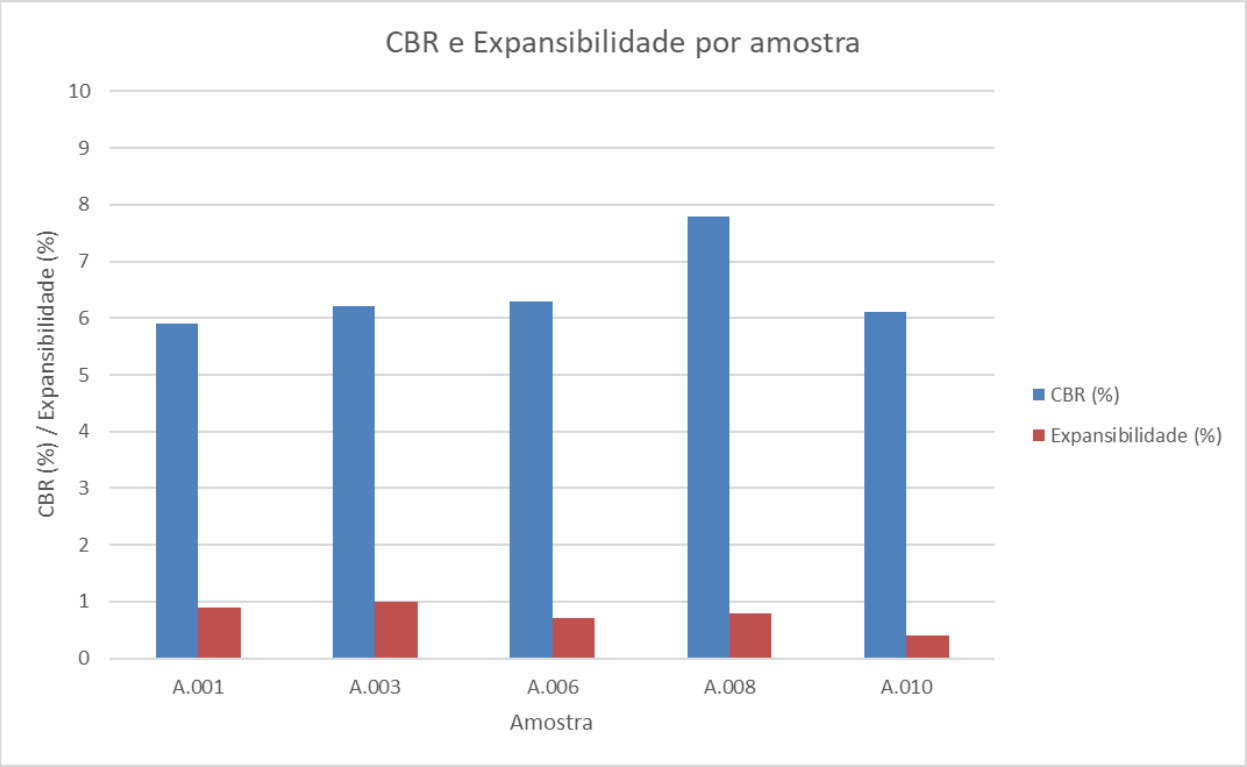


Figura 44 – Resultados obtidos nos ensaios CBR

Quadro 21 - Utilização dos solos em função da zona de aplicação em aterro (Fonte: Vol.3 do Caderno de Encargos da IP – capítulo 14.01 – Terraplenagem: Características dos materiais)

Classe	CBR (%)	Tipo de solo	Descrição	Reutilização		
				PIA	Corpo	PSA
S 0	< 3	OL	siltes orgânicos e siltes argilosos orgânicos de baixa plasticidade (1)	N	N	N
		OH	argilas orgânicas de plasticidade média a elevada; siltes orgânicos. (2)	N	P	N
		CH	argilas inorgânicas de plasticidade elevada; argilas gordas. (3)	N	P	N
		MH	siltes inorgânicos; areias finas micáceas; siltes micáceos. (4)	N	P	N
S 1	≥ 3 a < 5	OL	idem (1)	N	S	N
		OH	idem (2)	N	S	N
		CH	idem (3)	N	S	N
		MH	idem (4)	N	S	N
S 2	≥ 5 a < 10	CH	idem (3)	N	S	N
		MH	idem (4)	N	S	N
		CL	argilas inorgânicas de plasticidade baixa a média argilas com seixo, argilas arenosas, argilas siltosas e argilas magras.	S	S	P
		ML	siltes inorgânicos e areias muito finas; areias finas, siltosas ou argilosas; siltes argilosos de baixa plasticidade.	S	S	P
		SC	areia argilosa; areia argilosa com cascalho. (5)	S	S	P
S 3	≥ 10 a < 20	SC	idem (5)	S	S	S
		SM-d	areia siltosa;	S	S	S
		SM-u	areia siltosa.	P	S	N
		SP	areias mal graduadas; areias mal graduadas com cascalho.	S	S	S
S 4	≥ 20 a< 40	SW	areias bem graduadas; areias bem graduadas com cascalho.	S	S	S
		GC	cascalho argiloso; cascalho argiloso com areia.	S	S	S
		GM-u	cascalho siltoso; cascalho siltoso com areia. (6)	P	S	P
		GP	cascalho mal graduado; cascalho mal graduado com areia. (7)	S	S	S
S 5	≥ 40	GM-d	idem (6)	S	S	S
		GP	idem (7)	S	S	S
		GW	cascalho bem graduado; cascalho bem graduado com areia.	S	S	S

S - admissível; N - não admissível ; P-possível.

PIA - parte inferior do aterro

PSA - parte superior do aterro

4-Considerações geotécnicas e recomendações

Tendo como referência os trabalhos desenvolvidos no âmbito do presente Estudo Geológico-Geotécnico, serve o presente capítulo para sintetizar um conjunto de considerações geotécnicas e recomendações construtivas.

Do ponto de vista litológico, o reconhecimento geológico de superfície e o acompanhamento dos poços de reconhecimento revelaram a presença de solos silto-arenosos a argilo-arenosos ou areno-siltosos a areno-argilosos, cuja coloração varia de esbranquiçada e cinzenta clara a amarelada, acastanhada ou mesmo alaranjada. A descrição macroscópica destes materiais, efetuada de acordo com as observações *in situ*, é coerente com a descrição da formação "M_{1-4}: Complexo detrítico da Ota e Alcoentre", de idade Miocénica, interpretando-se que os materiais observados correspondam a grés finos de cimento silto-argiloso. A abertura dos poços revelou-se bastante difícil dada a elevada compacidade/consistência destes materiais.

Os ensaios laboratoriais revelam que os solos em estudo são classificados como CL a SC (classificação ASTM) ou A-4 a A-6 (classificação AASHTO), são constituídos por solos finos e solos granulares em proporções equilibradas e apresentam teor em água inferior ao limite de plasticidade.

Também nos ensaios laboratoriais efetuados observou-se que estes materiais possuem um comportamento mais competente na sua condição natural do que na forma de solos de aterro. Tal é particularmente bem ilustrado pelos baixos valores de CBR obtidos, os quais variaram entre 5,9 e 7,8 %. A justificação para este comportamento prende-se com o facto de, no processo de escavação, colocação em aterro e compactação destes materiais, ocorrer a destruição do cimento argiloso (o qual é responsável pela coesão demonstrada por estes materiais). É também expetável que, em contacto prolongado com água, ocorra a desagregação destes materiais, e consequente significativa deterioração da sua competência geotécnica. O índice de consistência, calculado com base na relação entre o teor em água natural e os limites de consistência (veja-se o subcapítulo 3.2.3-), é também reflexo da situação referida.

Com efeito, os resultados obtidos nos ensaios CBR efetuados revelam que os solos a escavar apenas podem ser reaproveitados para a execução de algumas partes dos aterros, nomeadamente da Parte Inferior do Aterro e do Corpo de Aterro. Apesar do Caderno de Encargos

da IP (2009) considerar possível a utilização de alguns solos da classe S2 (especificamente, aqueles classificados como CL e SC) na Parte Superior do Aterro, tal não é recomendado dado que, em alguns locais, existirão estruturas apoiadas sobre este aterro, pelo que a parte superior do aterro deverá ser executada com materiais nobres. Adicionalmente, refere-se ainda que o tráfego rodoviário deverá ser, essencialmente, composto por veículos pesados.

Assim, apesar dos materiais presentes *in situ* terem revelado escavabilidade difícil, o seu comportamento geotécnico apenas permite a sua reutilização no corpo e na parte inferior do aterro. Esta avaliação foi efetuada com base no cotejamento dos resultados obtidos com o Caderno de Encargos tipo obra da Infraestruturas de Portugal (2009), enfatizando-se a classificação de solos em função do CBR e a relação existente entre esta classificação e a adequabilidade de utilização dos respetivos solos em cada zona do aterro (Quadro 21).

No que se refere ainda ao comportamento destes materiais em obra, apresenta-se, no Quadro 22, a relação entre a classificação unificada de solos e as características expetáveis enquanto materiais de construção (destacando-se os solos do tipo SC e CL, sublinhados a verde).

Quadro 22 - Propriedades esperadas dos grupos de solos Sistema Unificado de Solos (Pastore e Fortes, 1998)

Tipo de solo - Sistema unificado de classificação de solos	Trabalhidade como material de construção	Permeabilidade quando compactado	Resistência ao corte quando compactada e saturada	Compressibilidade quando compactada e saturada	Ɣmáx g/cm³ (PN)	Valor como fundação	Características de drenagem
GW	Excelente	Permeável	Excelente	Desprezível	2,0 a 2,2		Excelente
GP	Boa	Desprezível	Boa	Desprezível	1,8 a 2,0		Excelente
GM	Boa	Semip. a perm.	Boa	Desprezível	1,9 a 2,2	Boa/Excelente	Regular a Má
GC	Boa	Impermeável	Regular a Boa	Muito pequena	1,85 a 2,1		Má
SW	Excelente	Permeável	Excelente	Desprezível	1,75 a 2,1		Excelente
SM	Regular	Semip. a perm.	Boa	Pequena	1,75 a 2,0	Má a Boa	Regular a Má
SP	Regular	Permeável	Boa	Muito pequena	1,6 a 1,9	Má a Boa	Excelente
SC	Boa	Impermeável	Regular a Boa	Pequena	1,7 a 2,0	Má a Boa	Má
ML	Regular	Semip. a perm.	Regular	Média	1,5 a 1,9	Muito Má	Regular a Má
CL	Regular a Boa	Impermeável	Regular	Média	1,5 a 1,9	Má a Boa	Má
OL	Regular	Semip. a perm.	Baixa	Média	1,3 a 1,6	Má	Má
MH	Má	Semip. a perm.	Baixa a regular	Alta	1,1 a 1,5	Má	Regular a Má
CH	Má	Impermeável	Baixa	Alta	1,2 a 1,7	Regular/Má	Má
OH	Má	Impermeável	Baixa	Alta	1,1 a 1,6	Muito Má	Má
PT	Compactação extremamente difícil. Não utilizados em aterros. Devem ser removidos das fundações. Assentamentos excessivos e resistência muito baixa.						

Previamente ao arranque dos trabalhos de terraplenagem, deverá proceder-se à decapagem da camada de terra vegetal, a qual ocorre com espessura compreendida entre 0,1 e 0,4 m, sendo o valor obtido com maior frequência 0,20 m. Para efeitos de medição poderá ser considerada uma

espessura de decapagem da ordem de ≈ 0,25 m. Estes materiais, após decapagem, deverão ser armazenados em *stock* provisório, no local da obra, com vista a ser reutilizado no revestimento de taludes de aterro e de escavação e ainda de outras áreas onde seja expetável o desenvolvimento de espécies vegetais (caso seja aplicável).

Ao nível das terraplenagens, desde que as escavações não atinjam alturas significativas (alturas máximas da ordem dos 3 m), poderão adotar-se inclinações de 1/1,5 (v/h). Caso contrário, recomenda-se que as escavações não ultrapassem a inclinação de 1/2 (v/h) Já ao nível dos aterros, sugere-se que as pendentes não sejam superiores a 1/2 (v/h). Independentemente das inclinações adotadas, conforme já referido, é fortemente recomendado que se efetue o revestimento dos taludes de escavação e de aterro com terra vegetal, para promover o crescimento de espécies vegetais autóctones na sua superfície e, assim, minimizar potencial erosivo das águas de escorrência superficial (e, assim, prevenir ravinamentos futuros).

Ao nível da escavabilidade, considera-se que os solos existentes sejam escaváveis com meios mecânicos, embora, tendo em consideração as dificuldades sentidas na abertura dos poços, se recomende a utilização de meios mecânicos de potência razoável a elevada. No entanto, conforme sugerido pela folha 30-B da Carta Geológica de Portugal à escala 1:50.000, e reforçado pelo poço P10, poderá verificar-se a interseção de intercalações calcárias entre as camadas silto-arenosos, as quais, se intersetadas, poderão requerer meios pesados para efetuar o seu desmonte (e.g. martelo demolidor).

Nos locais onde se prevê a construção de aterros deverão executar-se endentamentos sempre que o terreno natural apresentar uma inclinação superior a 1/5 (v/h), destinando-se tal procedimento a melhorar as condições de fundação do aterro e garantir uma melhor ligação com o terreno subjacente.

Ainda no âmbito da fundação dos aterros previstos, é também fortemente recomendado executar uma camada drenante na fundação do aterro na envolvência das linhas de água que atravessam o terreno. Esta camada drenante deverá possuir espessura mínima de 0,50 m e deverá ser constituída por enrocamento de boa qualidade envolto num geotêxtil com características de separação e filtro. Tal aspeto é reforçado pelo fato dos solos locais serem de constituição fina, com ligeira plasticidade, sendo suscetíveis a lavagem em períodos de maior precipitação.

Passando à temática das fundações do edificado, considera-se que, nos casos em que se preveja a fundação de infraestruturas em zonas de escavação ou em zonas de nível com o terreno natural, seja possível executar fundações diretas. Nos casos em que se prevê a execução de estruturas em plataforma de aterro tal avaliação torna-se menos óbvia, já que a capacidade portante da fundação irá depender da espessura de aterro, dos materiais utilizados, do grau de compactação dos mesmos e ainda de eventuais tratamentos que possam ser considerados para as camadas de aterro (e.g. solo-cimento).

Do ponto de vista da capacidade de carga, considera-se que a zona mais sensível corresponde à plataforma de aterro onde estarão apoiadas as "instalações de metanização/*methanisation facilities*" (designação adotada na peça desenhada nº2 do conjunto de desenhos da autoria de GPC Environment), já que deverá ser nessa zona que se concentrarão as cargas mais elevadas do Projeto.

Os ensaios PDM, executados nos mesmos locais dos poços de reconhecimento, indicam que o horizonte muito compacto (caracterizado pela obtenção de "nega") situa-se entre os 0,8 e os 3,8 m de profundidade, sendo este o horizonte recomendado para apoiar a base das sapatas das estruturas (quando estas se situarem em perfil de escavação ou de nível com o terreno natural).

Tendo em consideração todos os resultados obtidos no presente Estudo Geológico-Geotécnico, indica-se, como valor de referência para a tensão admissível (σ_{adm}), um valor não superior a 250 kPa (sendo este valor representativo de horizontes onde se obteve "nega" no ensaio PDM). Importa referir que este valor é, também, influenciado pela geometria e tipologia das fundações. Recomenda-se, também, que a base das sapatas fique apoiada em horizontes onde se tenha obtido "nega" nos ensaios PDM (o que corresponde a profundidades compreendidas entre os 0,8 e os 3,8 m, sensivelmente).

Será também muito importante dotar a obra de um programa de ensaios de controlo de qualidade, o qual deverá compreender a realização de ensaios laboratoriais em amostras de solos provenientes da escavação, com vista a confirmar a sua adequabilidade para colocação em aterro. A execução dos aterros deverá também ser alvo de controlo, devendo o Caderno de Encargos do Projeto especificar a tipologia de ensaios a considerar e a respetiva frequência.

5-Conclusões

Tendo por base todo o trabalho desenvolvido e apresentado nos capítulos anteriores da presente memória descritiva, o Estudo Geológico-Geotécnico elaborado permitiu concluir o seguinte:

- Os terrenos interessados no presente Projeto são de natureza essencialmente silto-arenosa a argilo-arenosa ou areno-siltosa a areno-argilosa, aparentando inserir-se na formação "M_{1-4}: Complexo detrítico da Ota e Alcoentre", de idade Miocénica. Toda a informação obtida, seja através de reconhecimento visual, ensaios *in situ* ou ensaios laboratoriais, revela que os terrenos interessados são bastante homogéneos;
- Os ensaios PDM indicam que os terrenos *in situ* apresentam-se muito compactos a partir de profundidades da ordem de 0,8 a 3,8 m;
- Os poços de reconhecimento revelam que o horizonte de terra vegetal possui espessura compreendida entre 0,10 e 0,40 m, podendo-se considerar um valor médio de decapagem de 0,25 m. Estes solos deverão ser acondicionados em depósito temporário, para posterior reaproveitamento (nomeadamente na proteção dos taludes de escavação e aterro);
- Do ponto de vista construtivo, os ensaios laboratoriais indicam que os solos a serem escavados poderão ser reaproveitados para a execução de aterros, embora apenas ao nível do corpo e da parte inferior do aterro. Verificou-se que os solos *in situ* possuem elevado teor de finos, reduzida plasticidade e baixa capacidade portante (classe S2);
- Já ao nível das escavações, é expetável que os solos sejam escaváveis com meios mecânicos, embora se recomende a utilização de equipamentos com potência razoável a elevada, já que existiram dificuldades significativas na abertura dos poços de reconhecimento. Pontualmente, poderá revelar-se necessário o uso de meios mecânicos pesados (e.g. martelo demolidor);
- Ainda ao nível das escavações, refere-se que em nenhum dos trabalhos de prospeção geológica-geotécnica foi detetado o nível freático, pese embora estes tenham atingido profundidades máximas reduzidas. Não obstante, o contexto geomorfológico em que se insere a área em estudo (flanco de encosta), sugere que não deverão ocorrer níveis freáticos no horizonte superficial do terreno.
- Nas zonas onde se prevê a execução de aterros em zonas de linha de água, recomenda-se a aplicação de uma camada drenante com 0,50 m de espessura, a ser constituído por enrocamento de boa qualidade (com granulometria da ordem de #100/200 mm), envolto

em geotêxtil com características de separação e filtro. Tal é justificado por os solos de aterro existente serem ricos em partículas finas, tornando-os suscetíveis a processos de lavagem em episódios de precipitação intensa.

- Ao nível da geometria de taludes, recomenda-se que os taludes de escavação não ultrapassem inclinações de 1/1,5 (v/h) e que os taludes de aterro possuam inclinação máxima de 1/2 (v/h);
- Ao nível das fundações do edificado, considera-se que, nas zonas de escavação ou que se encontram de nível com o terreno natural, aparenta ser possível realizar fundações diretas, devendo a base das sapatas situar-se ao nível do horizonte onde se obteve a "nega" com ensaio PDM. Não obstante, tal aspeto dependerá sempre das cargas que cada estrutura irá transmitir ao terreno;
- Para o dimensionamento das fundações, tendo por base todos os trabalhos de caracterização geotécnica efetuados no âmbito do presente Estudo Geológico-Geotécnico, indica-se, como valor de referência, uma tensão admissível (σ_{adm}) não superior a 250 kPa (valor representativo do horizonte onde se obteve a "nega" no ensaio PDM);
- Já no caso das fundações das estruturas que estarão apoiadas em aterro, a capacidade portante da fundação irá depender da qualidade dos aterros, a qual depende do tipo de materiais aplicados e da sua metodologia de execução, devendo estes aspetos ser especificados no Projeto de Terraplenagens que integrará o Projeto de Execução deste empreendimento.

Colaboração

Colaboraram neste projeto os seguintes elementos:

Coordenação e Direção Técnica:

Pedro Nascimento

António Dinis Silva

Projeto:

Mário Freire

Desenho:

Sérgio Magalhães

Organização de processo:

Patrícia Biscaia

Lisboa, em Dezembro de 2024

O Eng.º Geólogo



(Mário Freire)

P'la GEOVIA – A Direção Técnica



(António Dinis Silva)

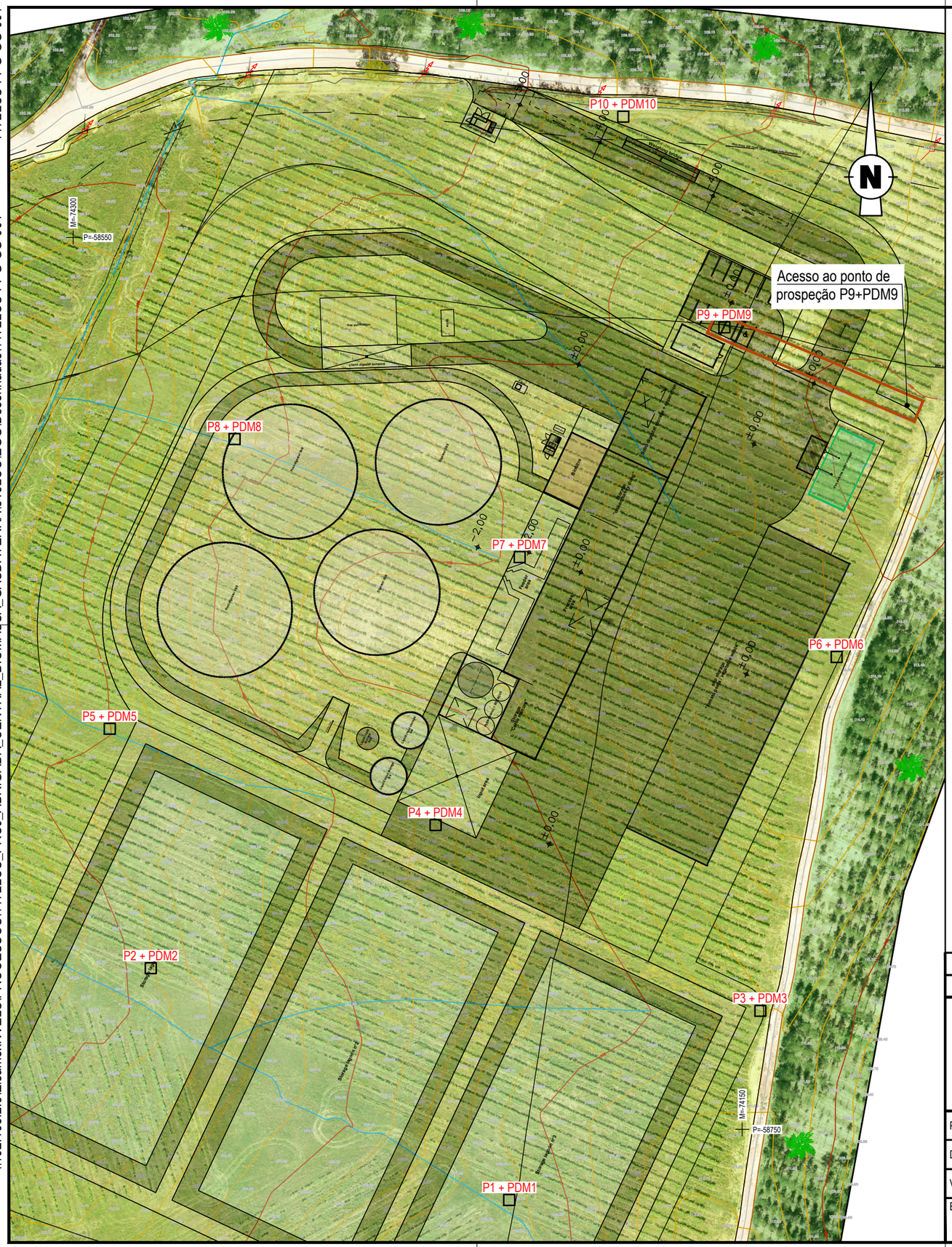


(Pedro Nascimento)

Anexos

Anexo I

Planta de Prospeção Geológica Geotécnica



\\192.168.2.8\Elsamex\NIVELS\PROCESSOS\1172LCS_PROJ_ABRIGADA_CENTRAL_BIOMASSA_GASDATERRA\515LCO\EGG\Desenhadas\1172LCS-PPG-GG-001 1172LCS-PPG-GG-001

LEGENDA:

TRABALHOS DE RECONHECIMENTO

P1 + PDM1 □ Poço de reconhecimento + ensaio PDM.

NOTAS

- Os pontos de investigação considerados na presente planta consideram a execução de um poço de reconhecimento e de um penetrómetro dinâmico médio (PDM);
- Em cada ponto de investigação, a execução dos ensaios PDM deverá preceder, sempre, a execução dos poços de reconhecimento.

COORDENADAS DE IMPLANTAÇÃO (M / P)		
P1 + PDM1	-74202.235	-58765.820
P2 + PDM2	-74282.614	-58713.844
P3 + PDM3	-74145.926	-58723.419
P4 + PDM4	-74218.731	-58681.755
P5 + PDM5	-74291.786	-58660.169
P6 + PDM6	-74128.822	-58644.068
P7 + PDM7	-74199.877	-58621.664
P8 + PDM8	-74263.809	-58595.208
P9 + PDM9	-74153.992	-58570.132
P10 + PDM10	-74176.668	-58522.916

Revisão	Data	Alteração	Projectou	Desenhou	Verificou

GEOVIA CONSULTORES DE GEOTECNIA

Cliente/Local
GASTERRA - Sociedade de reconversão de resíduos agrícolas em energia, LDA
Construção de unidade de produção de biometano
Abrigada

Especialidade: Estudo Geológico-Geotécnico

Projectou	26/09/2024	MF
Desenhou	26/09/2024	SM
Verificou	26/09/2024	AD / PN

Escalas: 1:1000

Designação: Plano de Prospeção Geotécnica (PPG)

Nº de Ordem: 1
Folha: 1 / 1
Nº do Desenho: 1172LCS-PPG-GG-001

Formato A3 420x297mm

Este desenho é propriedade da Geovia e não pode ser reproduzido sem autorização expressa | Todos os direitos reservados pela legislação em vigor.

Anexo II

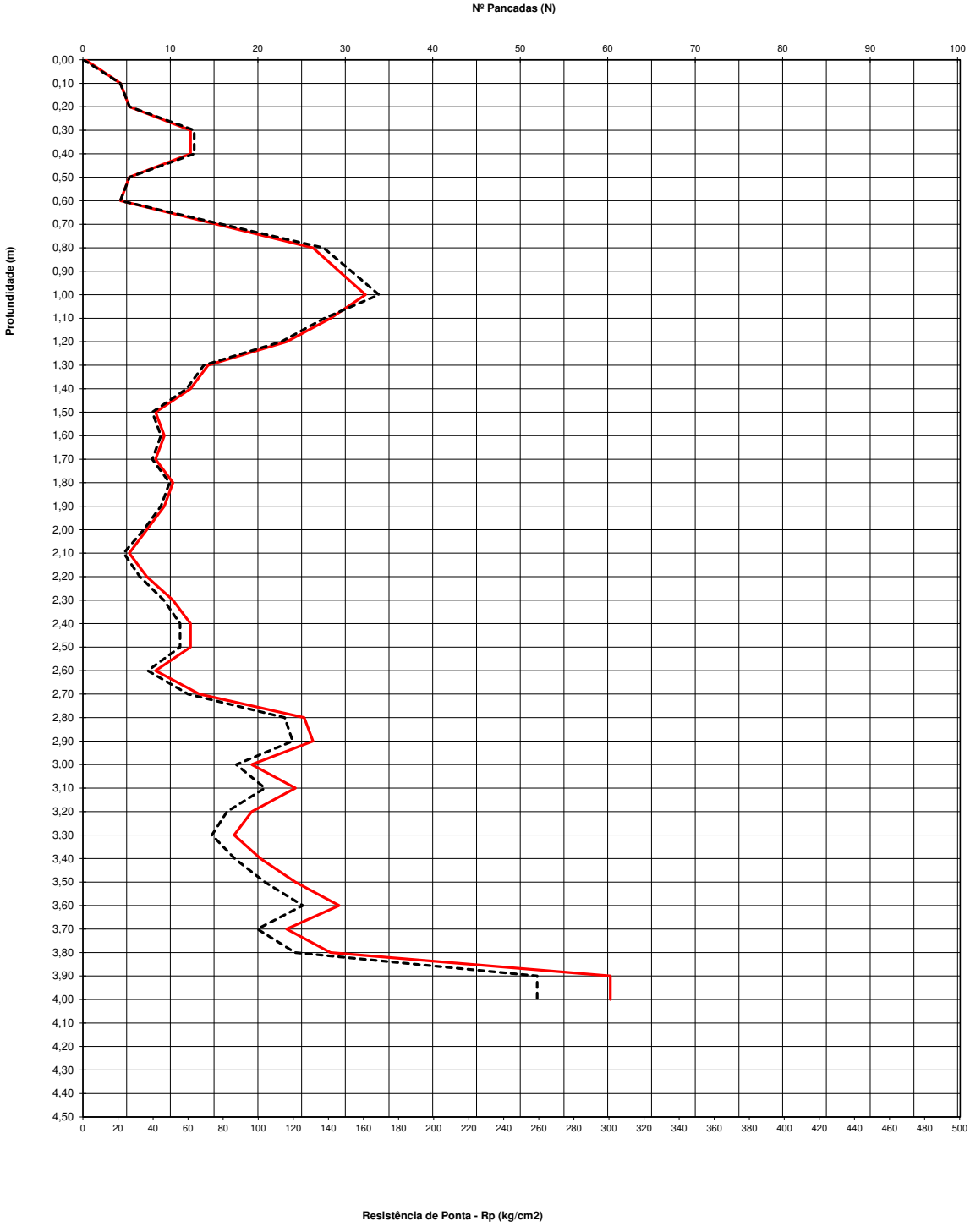
Boletins dos ensaios PDM

-	CONTROLO DE QUALIDADE DE MATERIAIS E DE OBRAS	Ensaio nº PDM1
Executado por: João Carvalho / Miguel Mourato	Penetrómetro Dinâmico Médio	Visto: Pedro Nascimento
Data: 14/out/24	OBRA: PROJETO ABRIGADA CENTRAL BIOMASSA	Data Emissão: 15/out/24

Prof.(m)	Nº Panc (N)	Rp (Kg/cm2)	Prof.(m)	Nº Panc (N)	Rp (Kg/cm2)	Prof.(m)	Nº Panc (N)	Rp (Kg/cm2)
0,00	0	0	5,10			10,10		
0,10	4	21	5,20			10,20		
0,20	5	26	5,30			10,30		
0,30	12	63	5,40			10,40		
0,40	12	63	5,50			10,50		
0,50	5	26	5,60			10,60		
0,60	4	21	5,70			10,70		
0,70	15	79	5,80			10,80		
0,80	26	137	5,90			10,90		
0,90	29	153	**6,00**			**11,00**		
1,00	32	169	6,10			11,10		
1,10	28	137	6,20			11,20		
1,20	23	113	6,30			11,30		
1,30	14	69	6,40			11,40		
1,40	12	59	6,50			11,50		
1,50	8	39	6,60			11,60		
1,60	9	44	6,70			11,70		
1,70	8	39	6,80			11,80		
1,80	10	49	6,90			11,90		
1,90	9	44	**7,00**			**12,00**		
2,00	7	34	7,10			12,10		
2,10	5	23	7,20			12,20		
2,20	7	32	7,30			12,30		
2,30	10	46	7,40			12,40		
2,40	12	55	7,50			12,50		
2,50	12	55	7,60			12,60		
2,60	8	37	7,70			12,70		
2,70	13	60	7,80			12,80		
2,80	25	115	7,90			12,90		
2,90	26	119	**8,00**			**13,00**		
3,00	19	87	8,10			13,10		
3,10	24	104	8,20			13,20		
3,20	19	82	8,30			13,30		
3,30	17	73	8,40			13,40		
3,40	20	86	8,50			13,50		
3,50	24	104	8,60			13,60		
3,60	29	125	8,70			13,70		
3,70	23	99	8,80			13,80		
3,80	28	121	8,90			13,90		
3,90	60	259	**9,00**			**14,00**		
4,00	60	259	9,10			14,10		
4,10			9,20			14,20		
4,20			9,30			14,30		
4,30			9,40			14,40		
4,40			9,50			14,50		
4,50			9,60			14,60		
4,60			9,70			14,70		
4,70			9,80			14,80		
4,80			9,90			14,90		
4,90			**10,00**			**15,00**		
5,00								

OBSERVAÇÕES:

-	CONTROLO DE QUALIDADE DE MATERIAIS E DE OBRAS	Ensaio nº PDM1
Executado por: João Carvalho / Miguel Mourato Data: 14/out/24	**Penetrómetro Dinâmico Médio** **OBRA:** PROJETO ABRIGADA CENTRAL BIOMASSA	Visto: Pedro Nascimento Data Emissão: 15/out/24



Legenda:

PDL

Rp (Kg/cm2)

OBSERVAÇÕES:

-	CONTROLO DE QUALIDADE DE MATERIAIS E DE OBRAS	Ensaio nº PDM1
Executado por: João Carvalho / Miguel Mourato Data: 14/out/24	**Penetrómetro Dinâmico Médio** **OBRA:** **PROJETO ABRIGADA CENTRAL BIOMASSA**	Visto: Pedro Nascimento Data Emissão: 15/out/24

Localização:



OBSERVAÇÕES:

-	CONTROLO DE QUALIDADE DE MATERIAIS E DE OBRAS	Ensaio nº PDM2
	Penetrómetro Dinâmico Médio	Visto:
Executado por: João Carvalho / Miguel Mourato	OBRA: PROJETO ABRIGADA CENTRAL BIOMASSA	Pedro Nascimento
Data: 14/out/24		Data Emissão: 15/out/24

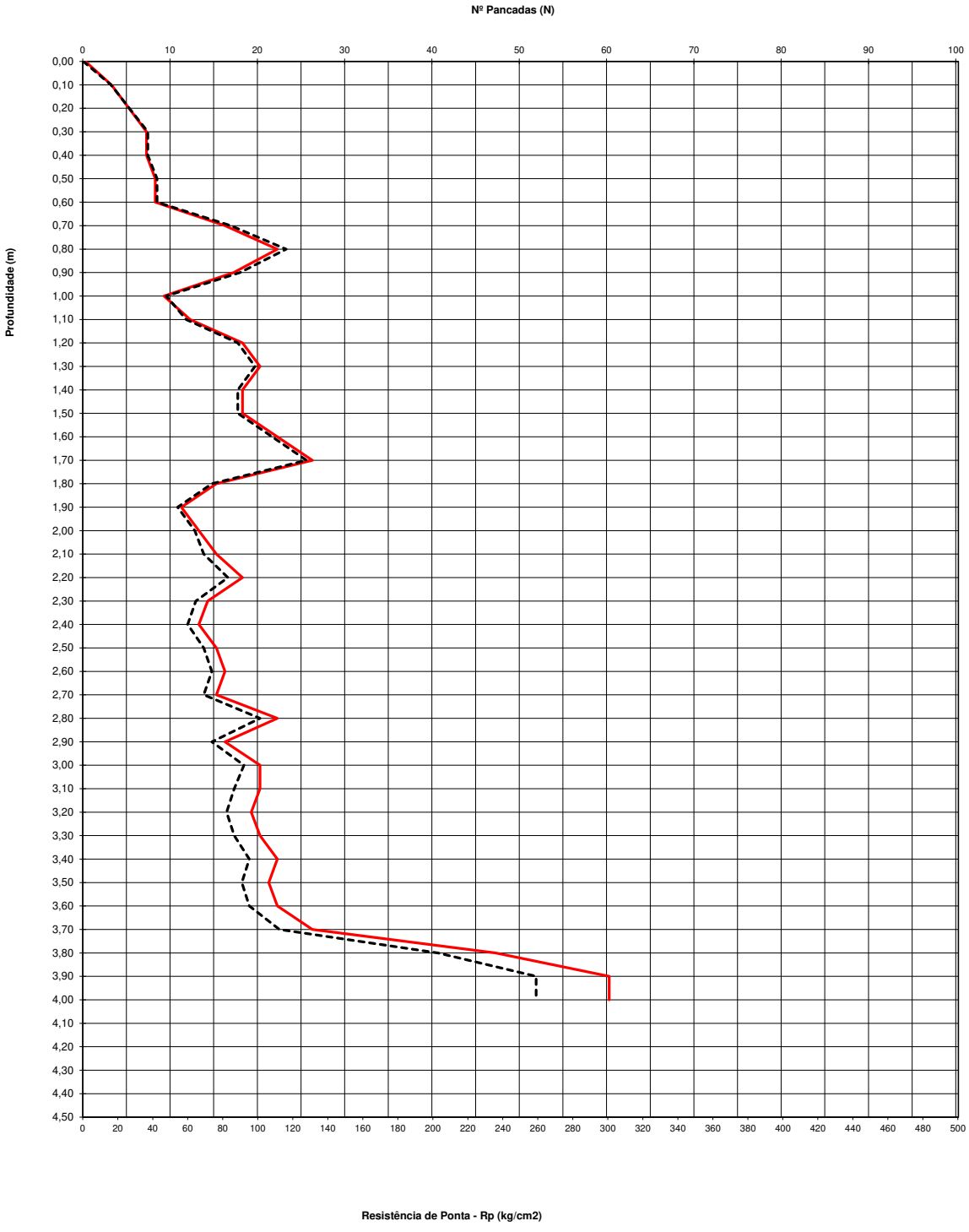
Prof.(m)	Nº Panc (N)	Rp (Kg/cm2)
0,00	0	0
0,10	3	16
0,20	5	26
0,30	7	37
0,40	7	37
0,50	8	42
0,60	8	42
0,70	16	84
0,80	22	116
0,90	17	90
1,00	9	47
1,10	12	59
1,20	18	88
1,30	20	98
1,40	18	88
1,50	18	88
1,60	22	108
1,70	26	128
1,80	15	74
1,90	11	54
2,00	13	64
2,10	15	69
2,20	18	83
2,30	14	64
2,40	13	60
2,50	15	69
2,60	16	73
2,70	15	69
2,80	22	101
2,90	16	73
3,00	20	92
3,10	20	86
3,20	19	82
3,30	20	86
3,40	22	95
3,50	21	91
3,60	22	95
3,70	26	112
3,80	47	203
3,90	60	259
4,00	60	259
4,10		
4,20		
4,30		
4,40		
4,50		
4,60		
4,70		
4,80		
4,90		
5,00		

Prof.(m)	Nº Panc (N)	Rp (Kg/cm2)
5,10		
5,20		
5,30		
5,40		
5,50		
5,60		
5,70		
5,80		
5,90		
6,00		
6,10		
6,20		
6,30		
6,40		
6,50		
6,60		
6,70		
6,80		
6,90		
7,00		
7,10		
7,20		
7,30		
7,40		
7,50		
7,60		
7,70		
7,80		
7,90		
8,00		
8,10		
8,20		
8,30		
8,40		
8,50		
8,60		
8,70		
8,80		
8,90		
9,00		
9,10		
9,20		
9,30		
9,40		
9,50		
9,60		
9,70		
9,80		
9,90		
10,00		

Prof.(m)	Nº Panc (N)	Rp (Kg/cm2)
10,10		
10,20		
10,30		
10,40		
10,50		
10,60		
10,70		
10,80		
10,90		
11,00		
11,10		
11,20		
11,30		
11,40		
11,50		
11,60		
11,70		
11,80		
11,90		
12,00		
12,10		
12,20		
12,30		
12,40		
12,50		
12,60		
12,70		
12,80		
12,90		
13,00		
13,10		
13,20		
13,30		
13,40		
13,50		
13,60		
13,70		
13,80		
13,90		
14,00		
14,10		
14,20		
14,30		
14,40		
14,50		
14,60		
14,70		
14,80		
14,90		
15,00		

OBSERVAÇÕES:

-	CONTROLO DE QUALIDADE DE MATERIAIS E DE OBRAS	Ensaio nº PDM2
Executado por: João Carvalho / Miguel Mourato Data: 14/out/24	**Penetrómetro Dinâmico Médio** **OBRA:** **PROJETO ABRIGADA CENTRAL BIOMASSA**	Visto: Pedro Nascimento Data Emissão: 15/out/24



Legenda:

PDL

Rp (Kg/cm2)

OBSERVAÇÕES:

-	CONTROLO DE QUALIDADE DE MATERIAIS E DE OBRAS	Ensaio nº PDM2
Executado por: João Carvalho / Miguel Mourato Data: 14/out/24	**Penetrómetro Dinâmico Médio** **OBRA:** **PROJETO ABRIGADA CENTRAL BIOMASSA**	Visto: Pedro Nascimento Data Emissão: 15/out/24

Localização:



OBSERVAÇÕES:

-	CONTROLO DE QUALIDADE DE MATERIAIS E DE OBRAS	Ensaio nº PDM3
	Penetrómetro Dinâmico Médio	Visto:
Executado por: João Carvalho / Miguel Mourato	OBRA: PROJETO ABRIGADA CENTRAL BIOMASSA	Pedro Nascimento
Data: 7/out/24		Data Emissão: 08/out/24

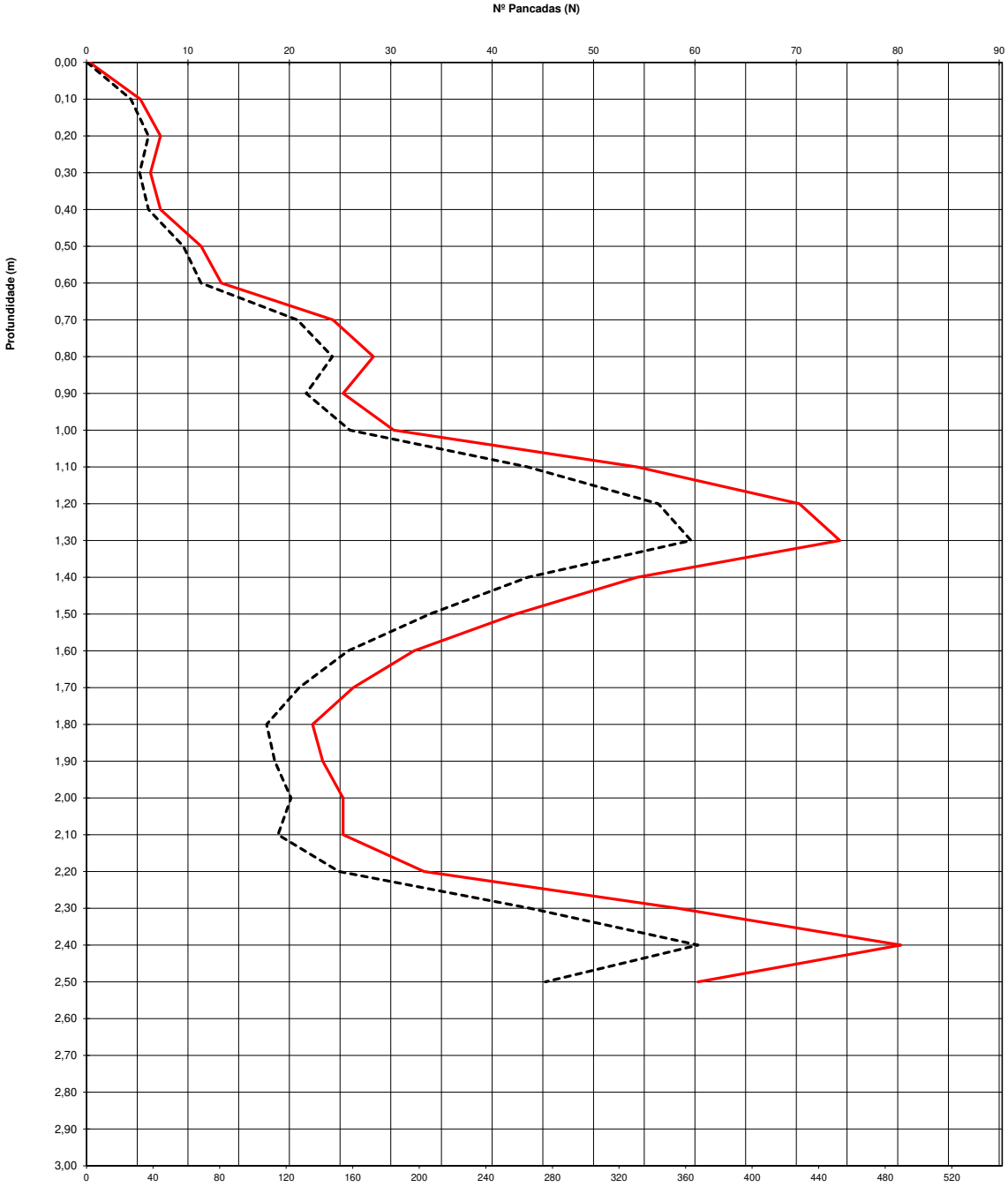
Prof.(m)	Nº Panc (N)	Rp (Kg/cm2)
0,00	0	0
0,10	5	26
0,20	7	37
0,30	6	32
0,40	7	37
0,50	11	58
0,60	13	68
0,70	24	126
0,80	28	147
0,90	25	132
1,00	30	158
1,10	54	265
1,20	70	343
1,30	74	363
1,40	54	265
1,50	42	206
1,60	32	157
1,70	26	128
1,80	22	108
1,90	23	113
2,00	25	123
2,10	25	115
2,20	33	151
2,30	58	266
2,40	80	367
2,50	60	275
2,60		
2,70		
2,80		
2,90		
3,00		
3,10		
3,20		
3,30		
3,40		
3,50		
3,60		
3,70		
3,80		
3,90		
4,00		
4,10		
4,20		
4,30		
4,40		
4,50		
4,60		
4,70		
4,80		
4,90		
5,00		

Prof.(m)	Nº Panc (N)	Rp (Kg/cm2)
5,10		
5,20		
5,30		
5,40		
5,50		
5,60		
5,70		
5,80		
5,90		
6,00		
6,10		
6,20		
6,30		
6,40		
6,50		
6,60		
6,70		
6,80		
6,90		
7,00		
7,10		
7,20		
7,30		
7,40		
7,50		
7,60		
7,70		
7,80		
7,90		
8,00		
8,10		
8,20		
8,30		
8,40		
8,50		
8,60		
8,70		
8,80		
8,90		
9,00		
9,10		
9,20		
9,30		
9,40		
9,50		
9,60		
9,70		
9,80		
9,90		
10,00		

Prof.(m)	Nº Panc (N)	Rp (Kg/cm2)
10,10		
10,20		
10,30		
10,40		
10,50		
10,60		
10,70		
10,80		
10,90		
11,00		
11,10		
11,20		
11,30		
11,40		
11,50		
11,60		
11,70		
11,80		
11,90		
12,00		
12,10		
12,20		
12,30		
12,40		
12,50		
12,60		
12,70		
12,80		
12,90		
13,00		
13,10		
13,20		
13,30		
13,40		
13,50		
13,60		
13,70		
13,80		
13,90		
14,00		
14,10		
14,20		
14,30		
14,40		
14,50		
14,60		
14,70		
14,80		
14,90		
15,00		

OBSERVAÇÕES:

-	CONTROLO DE QUALIDADE DE MATERIAIS E DE OBRAS	Ensaio nº PDM3
Executado por: João Carvalho / Miguel Mourato Data: 7/out/24	**Penetrómetro Dinâmico Médio** **OBRA:** PROJETO ABRIGADA CENTRAL BIOMASSA	Visto: Pedro Nascimento Data Emissão: 08/out/24



Legenda:

PDL

Rp (Kg/cm2)

OBSERVAÇÕES:

-	CONTROLO DE QUALIDADE DE MATERIAIS E DE OBRAS	Ensaio nº PDM3
Executado por: João Carvalho / Miguel Mourato Data: 7/out/24	**Penetrómetro Dinâmico Médio** **OBRA:** **PROJETO ABRIGADA CENTRAL BIOMASSA**	Visto: Pedro Nascimento Data Emissão: 08/out/24

Localização:



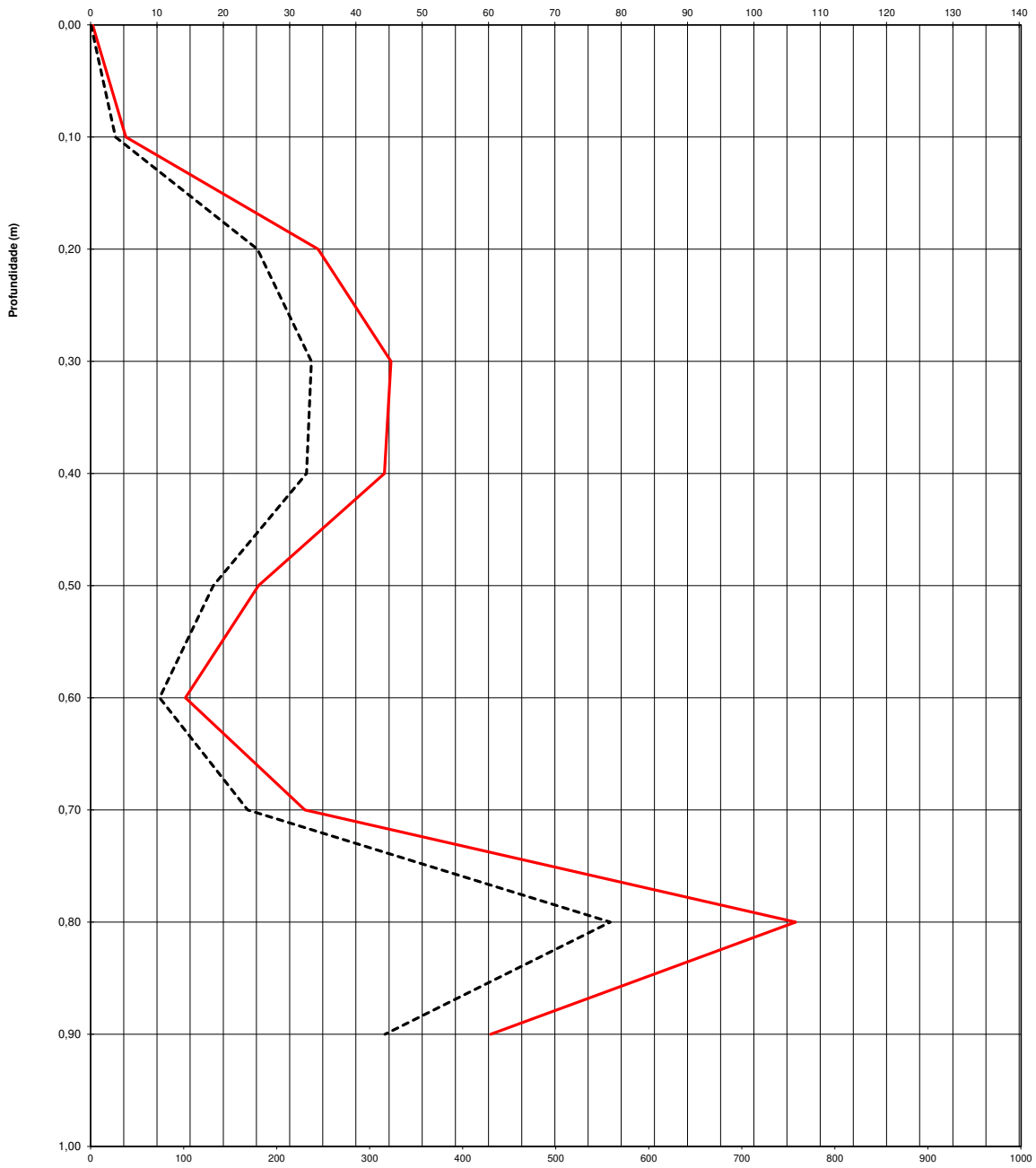
OBSERVAÇÕES:

-	CONTROLO DE QUALIDADE DE MATERIAIS E DE OBRAS	Ensaio nº PDM4
Executado por: João Carvalho / Miguel Mourato Data: 7/out/24	**Penetrómetro Dinâmico Médio** **OBRA:** **PROJETO ABRIGADA CENTRAL BIOMASSA**	Visto: Pedro Nascimento Data Emissão: 08/out/24

Prof.(m)	Nº Panc (N)	Rp (Kg/cm2)	Prof.(m)	Nº Panc (N)	Rp (Kg/cm2)	Prof.(m)	Nº Panc (N)	Rp (Kg/cm2)
0,00	0	0	5,10			10,10		
0,10	5	26	5,20			10,20		
0,20	34	179	5,30			10,30		
0,30	45	237	5,40			10,40		
0,40	44	232	5,50			10,50		
0,50	25	132	5,60			10,60		
0,60	14	74	5,70			10,70		
0,70	32	169	5,80			10,80		
0,80	106	558	5,90			10,90		
0,90	60	316	**6,00**			**11,00**		
1,00			6,10			11,10		
1,10			6,20			11,20		
1,20			6,30			11,30		
1,30			6,40			11,40		
1,40			6,50			11,50		
1,50			6,60			11,60		
1,60			6,70			11,70		
1,70			6,80			11,80		
1,80			6,90			11,90		
1,90			**7,00**			**12,00**		
2,00			7,10			12,10		
2,10			7,20			12,20		
2,20			7,30			12,30		
2,30			7,40			12,40		
2,40			7,50			12,50		
2,50			7,60			12,60		
2,60			7,70			12,70		
2,70			7,80			12,80		
2,80			7,90			12,90		
2,90			**8,00**			**13,00**		
3,00			8,10			13,10		
3,10			8,20			13,20		
3,20			8,30			13,30		
3,30			8,40			13,40		
3,40			8,50			13,50		
3,50			8,60			13,60		
3,60			8,70			13,70		
3,70			8,80			13,80		
3,80			8,90			13,90		
3,90			**9,00**			**14,00**		
4,00			9,10			14,10		
4,10			9,20			14,20		
4,20			9,30			14,30		
4,30			9,40			14,40		
4,40			9,50			14,50		
4,50			9,60			14,60		
4,60			9,70			14,70		
4,70			9,80			14,80		
4,80			9,90			14,90		
4,90			**10,00**			**15,00**		
5,00								

OBSERVAÇÕES:

-	CONTROLO DE QUALIDADE DE MATERIAIS E DE OBRAS	Ensaio nº PDM4
Executado por: João Carvalho / Miguel Mourato Data: 7/out/24	**Penetrómetro Dinâmico Médio** **OBRA:** **PROJETO ABRIGADA CENTRAL BIOMASSA**	Visto: Pedro Nascimento Data Emissão: 08/out/24



Legenda:

PDL

Rp (Kg/cm2)

OBSERVAÇÕES:

-	CONTROLO DE QUALIDADE DE MATERIAIS E DE OBRAS	Ensaio nº PDM4
Executado por: João Carvalho / Miguel Mourato	Penetrómetro Dinâmico Médio	Visto: Pedro Nascimento
Data: 7/out/24	OBRA: PROJETO ABRIGADA CENTRAL BIOMASSA	Data Emissão: 08/out/24

Localização:

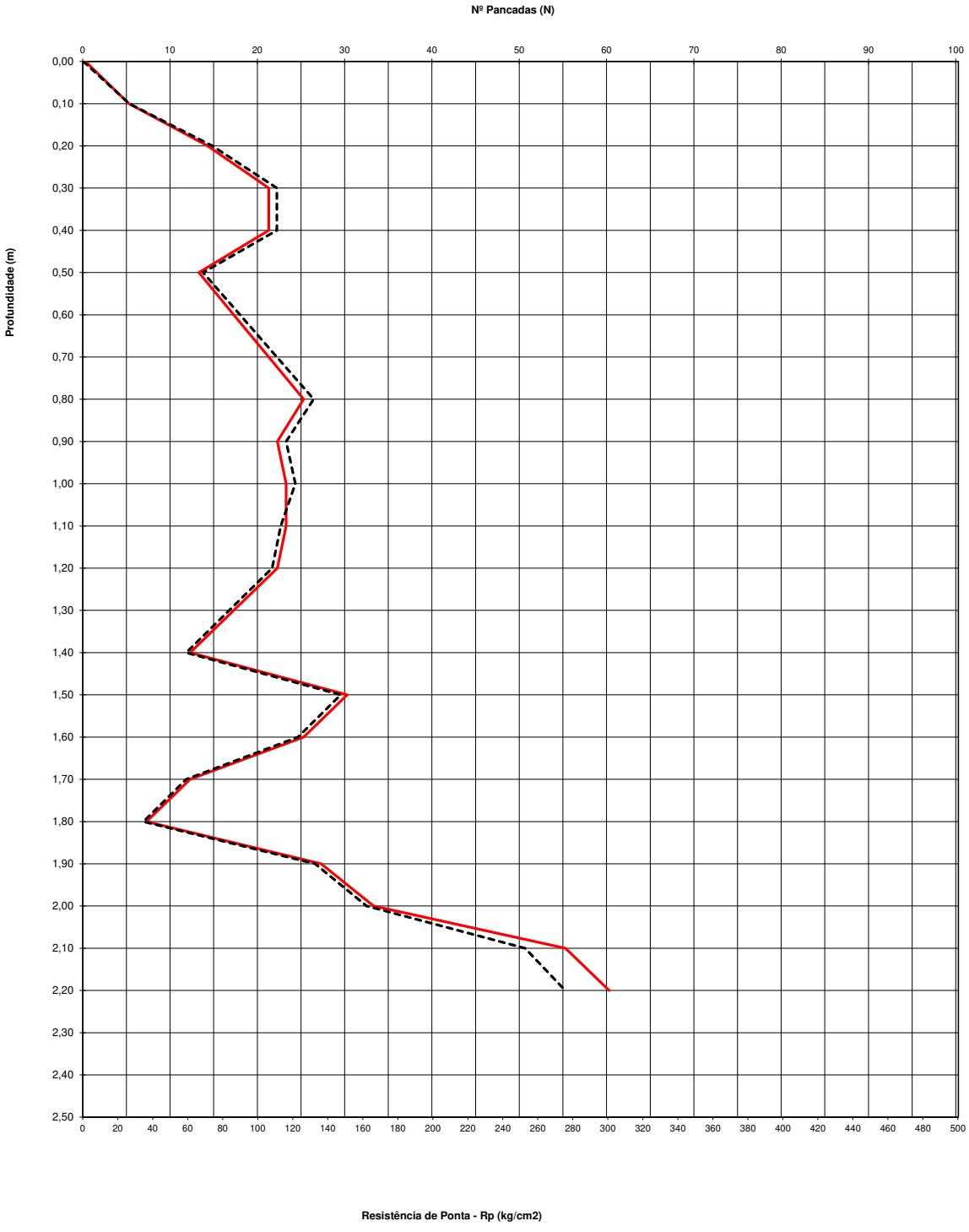
OBSERVAÇÕES:

-	CONTROLO DE QUALIDADE DE MATERIAIS E DE OBRAS	Ensaio nº PDM5
Executado por: João Carvalho / Miguel Mourato	Penetrómetro Dinâmico Médio	Visto: Pedro Nascimento
Data: 7/out/24	OBRA: PROJETO ABRIGADA CENTRAL BIOMASSA	Data Emissão: 08/out/24

Prof.(m)	Nº Panc (N)	Rp (Kg/cm2)	Prof.(m)	Nº Panc (N)	Rp (Kg/cm2)	Prof.(m)	Nº Panc (N)	Rp (Kg/cm2)
0,00	0	0	5,10			10,10		
0,10	5	26	5,20			10,20		
0,20	14	74	5,30			10,30		
0,30	21	111	5,40			10,40		
0,40	21	111	5,50			10,50		
0,50	13	68	5,60			10,60		
0,60	17	90	5,70			10,70		
0,70	21	111	5,80			10,80		
0,80	25	132	5,90			10,90		
0,90	22	116	**6,00**			**11,00**		
1,00	23	121	6,10			11,10		
1,10	23	113	6,20			11,20		
1,20	22	108	6,30			11,30		
1,30	17	83	6,40			11,40		
1,40	12	59	6,50			11,50		
1,50	30	147	6,60			11,60		
1,60	25	123	6,70			11,70		
1,70	12	59	6,80			11,80		
1,80	7	34	6,90			11,90		
1,90	27	132	**7,00**			**12,00**		
2,00	33	162	7,10			12,10		
2,10	55	252	7,20			12,20		
2,20	60	275	7,30			12,30		
2,30			7,40			12,40		
2,40			7,50			12,50		
2,50			7,60			12,60		
2,60			7,70			12,70		
2,70			7,80			12,80		
2,80			7,90			12,90		
2,90			**8,00**			**13,00**		
3,00			8,10			13,10		
3,10			8,20			13,20		
3,20			8,30			13,30		
3,30			8,40			13,40		
3,40			8,50			13,50		
3,50			8,60			13,60		
3,60			8,70			13,70		
3,70			8,80			13,80		
3,80			8,90			13,90		
3,90			**9,00**			**14,00**		
4,00			9,10			14,10		
4,10			9,20			14,20		
4,20			9,30			14,30		
4,30			9,40			14,40		
4,40			9,50			14,50		
4,50			9,60			14,60		
4,60			9,70			14,70		
4,70			9,80			14,80		
4,80			9,90			14,90		
4,90			**10,00**			**15,00**		
5,00								

OBSERVAÇÕES:

-	CONTROLO DE QUALIDADE DE MATERIAIS E DE OBRAS	Ensaio nº PDM5
Executado por: João Carvalho / Miguel Mourato Data: 7/out/24	**Penetrómetro Dinâmico Médio** **OBRA:** PROJETO ABRIGADA CENTRAL BIOMASSA	Visto: Pedro Nascimento Data Emissão: 08/out/24



Legenda:

PDL

Rp (Kg/cm2)

OBSERVAÇÕES:

-	CONTROLO DE QUALIDADE DE MATERIAIS E DE OBRAS	Ensaio nº PDM5
Executado por: João Carvalho / Miguel Mourato Data: 7/out/24	**Penetrómetro Dinâmico Médio**	Visto: Pedro Nascimento
	OBRA: PROJETO ABRIGADA CENTRAL BIOMASSA	Data Emissão: 08/out/24

Localização:



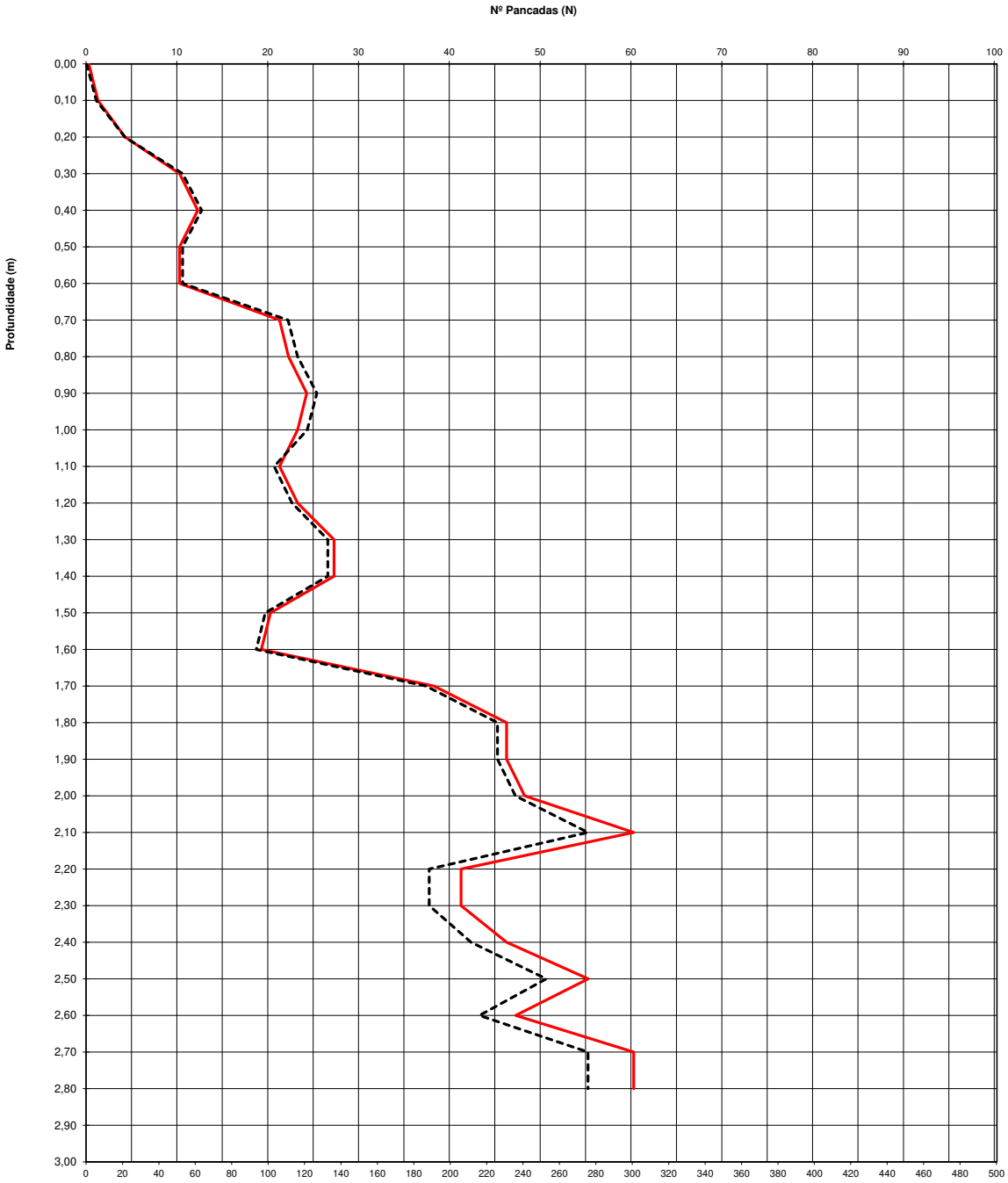
OBSERVAÇÕES:

-	CONTROLO DE QUALIDADE DE MATERIAIS E DE OBRAS	Ensaio nº PDM6
Executado por: João Carvalho / Miguel Mourato Data: 14/out/24	**Penetrómetro Dinâmico Médio** **OBRA:** PROJETO ABRIGADA CENTRAL BIOMASSA	Visto: Pedro Nascimento Data Emissão: 15/out/24

Prof.(m)	Nº Panc (N)	Rp (Kg/cm2)	Prof.(m)	Nº Panc (N)	Rp (Kg/cm2)	Prof.(m)	Nº Panc (N)	Rp (Kg/cm2)
0,00	0	0	5,10			10,10		
0,10	1	5	5,20			10,20		
0,20	4	21	5,30			10,30		
0,30	10	53	5,40			10,40		
0,40	12	63	5,50			10,50		
0,50	10	53	5,60			10,60		
0,60	10	53	5,70			10,70		
0,70	21	111	5,80			10,80		
0,80	22	116	5,90			10,90		
0,90	24	126	**6,00**			**11,00**		
1,00	23	121	6,10			11,10		
1,10	21	103	6,20			11,20		
1,20	23	113	6,30			11,30		
1,30	27	132	6,40			11,40		
1,40	27	132	6,50			11,50		
1,50	20	98	6,60			11,60		
1,60	19	93	6,70			11,70		
1,70	38	186	6,80			11,80		
1,80	46	226	6,90			11,90		
1,90	46	226	**7,00**			**12,00**		
2,00	48	235	7,10			12,10		
2,10	60	275	7,20			12,20		
2,20	41	188	7,30			12,30		
2,30	41	188	7,40			12,40		
2,40	46	211	7,50			12,50		
2,50	55	252	7,60			12,60		
2,60	47	216	7,70			12,70		
2,70	60	275	7,80			12,80		
2,80	60	275	7,90			12,90		
2,90			**8,00**			**13,00**		
3,00			8,10			13,10		
3,10			8,20			13,20		
3,20			8,30			13,30		
3,30			8,40			13,40		
3,40			8,50			13,50		
3,50			8,60			13,60		
3,60			8,70			13,70		
3,70			8,80			13,80		
3,80			8,90			13,90		
3,90			**9,00**			**14,00**		
4,00			9,10			14,10		
4,10			9,20			14,20		
4,20			9,30			14,30		
4,30			9,40			14,40		
4,40			9,50			14,50		
4,50			9,60			14,60		
4,60			9,70			14,70		
4,70			9,80			14,80		
4,80			9,90			14,90		
4,90			**10,00**			**15,00**		
5,00								

OBSERVAÇÕES:

-	CONTROLO DE QUALIDADE DE MATERIAIS E DE OBRAS	Ensaio nº PDM6
Executado por: João Carvalho / Miguel Mourato Data: 14/out/24	**Penetrómetro Dinâmico Médio** **OBRA:** **PROJETO ABRIGADA CENTRAL BIOMASSA**	Visto: Pedro Nascimento Data Emissão: 15/out/24



Legenda:

PDL

Rp (Kg/cm2)

OBSERVAÇÕES:

-	CONTROLO DE QUALIDADE DE MATERIAIS E DE OBRAS	Ensaio nº PDM6
Executado por: João Carvalho / Miguel Mourato Data: 14/out/24	**Penetrómetro Dinâmico Médio**	Visto: Pedro Nascimento
	OBRA: PROJETO ABRIGADA CENTRAL BIOMASSA	Data Emissão: 15/out/24

Localização:



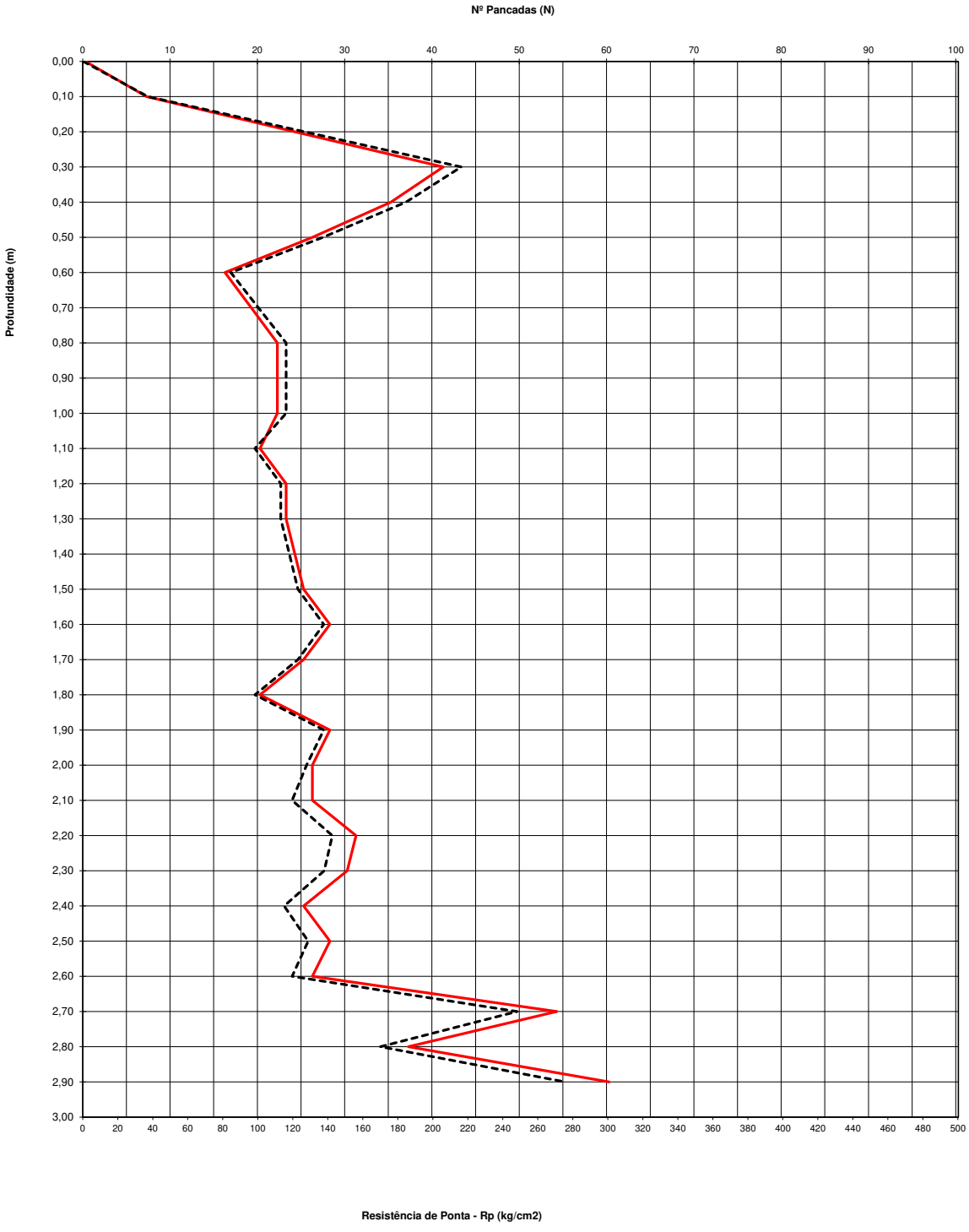
OBSERVAÇÕES:

-	CONTROLO DE QUALIDADE DE MATERIAIS E DE OBRAS	Ensaio nº PDM7
Executado por: João Carvalho / Miguel Mourato Data: 7/out/24	**Penetrómetro Dinâmico Médio** **OBRA:** **PROJETO ABRIGADA CENTRAL BIOMASSA**	Visto: Pedro Nascimento Data Emissão: 08/out/24

Prof.(m)	Nº Panc (N)	Rp (Kg/cm2)	Prof.(m)	Nº Panc (N)	Rp (Kg/cm2)	Prof.(m)	Nº Panc (N)	Rp (Kg/cm2)
0,00	0	0	5,10			10,10		
0,10	7	37	5,20			10,20		
0,20	24	126	5,30			10,30		
0,30	41	216	5,40			10,40		
0,40	35	184	5,50			10,50		
0,50	26	137	5,60			10,60		
0,60	16	84	5,70			10,70		
0,70	19	100	5,80			10,80		
0,80	22	116	5,90			10,90		
0,90	22	116	**6,00**			**11,00**		
1,00	22	116	6,10			11,10		
1,10	20	98	6,20			11,20		
1,20	23	113	6,30			11,30		
1,30	23	113	6,40			11,40		
1,40	24	118	6,50			11,50		
1,50	25	123	6,60			11,60		
1,60	28	137	6,70			11,70		
1,70	25	123	6,80			11,80		
1,80	20	98	6,90			11,90		
1,90	28	137	**7,00**			**12,00**		
2,00	26	128	7,10			12,10		
2,10	26	119	7,20			12,20		
2,20	31	142	7,30			12,30		
2,30	30	138	7,40			12,40		
2,40	25	115	7,50			12,50		
2,50	28	129	7,60			12,60		
2,60	26	119	7,70			12,70		
2,70	54	248	7,80			12,80		
2,80	37	170	7,90			12,90		
2,90	60	275	**8,00**			**13,00**		
3,00			8,10			13,10		
3,10			8,20			13,20		
3,20			8,30			13,30		
3,30			8,40			13,40		
3,40			8,50			13,50		
3,50			8,60			13,60		
3,60			8,70			13,70		
3,70			8,80			13,80		
3,80			8,90			13,90		
3,90			**9,00**			**14,00**		
4,00			9,10			14,10		
4,10			9,20			14,20		
4,20			9,30			14,30		
4,30			9,40			14,40		
4,40			9,50			14,50		
4,50			9,60			14,60		
4,60			9,70			14,70		
4,70			9,80			14,80		
4,80			9,90			14,90		
4,90			**10,00**			**15,00**		
5,00								

OBSERVAÇÕES:

-	CONTROLO DE QUALIDADE DE MATERIAIS E DE OBRAS	Ensaio nº PDM7
Executado por: João Carvalho / Miguel Mourato Data: 7/out/24	**Penetrómetro Dinâmico Médio** **OBRA:** PROJETO ABRIGADA CENTRAL BIOMASSA	Visto: Pedro Nascimento Data Emissão: 08/out/24



Legenda:

PDL

Rp (Kg/cm2)

OBSERVAÇÕES:

-	CONTROLO DE QUALIDADE DE MATERIAIS E DE OBRAS	Ensaio nº PDM7
Executado por: João Carvalho / Miguel Mourato	Penetrómetro Dinâmico Médio	Visto: Pedro Nascimento
Data: 7/out/24	OBRA: PROJETO ABRIGADA CENTRAL BIOMASSA	Data Emissão: 08/out/24

Localização:

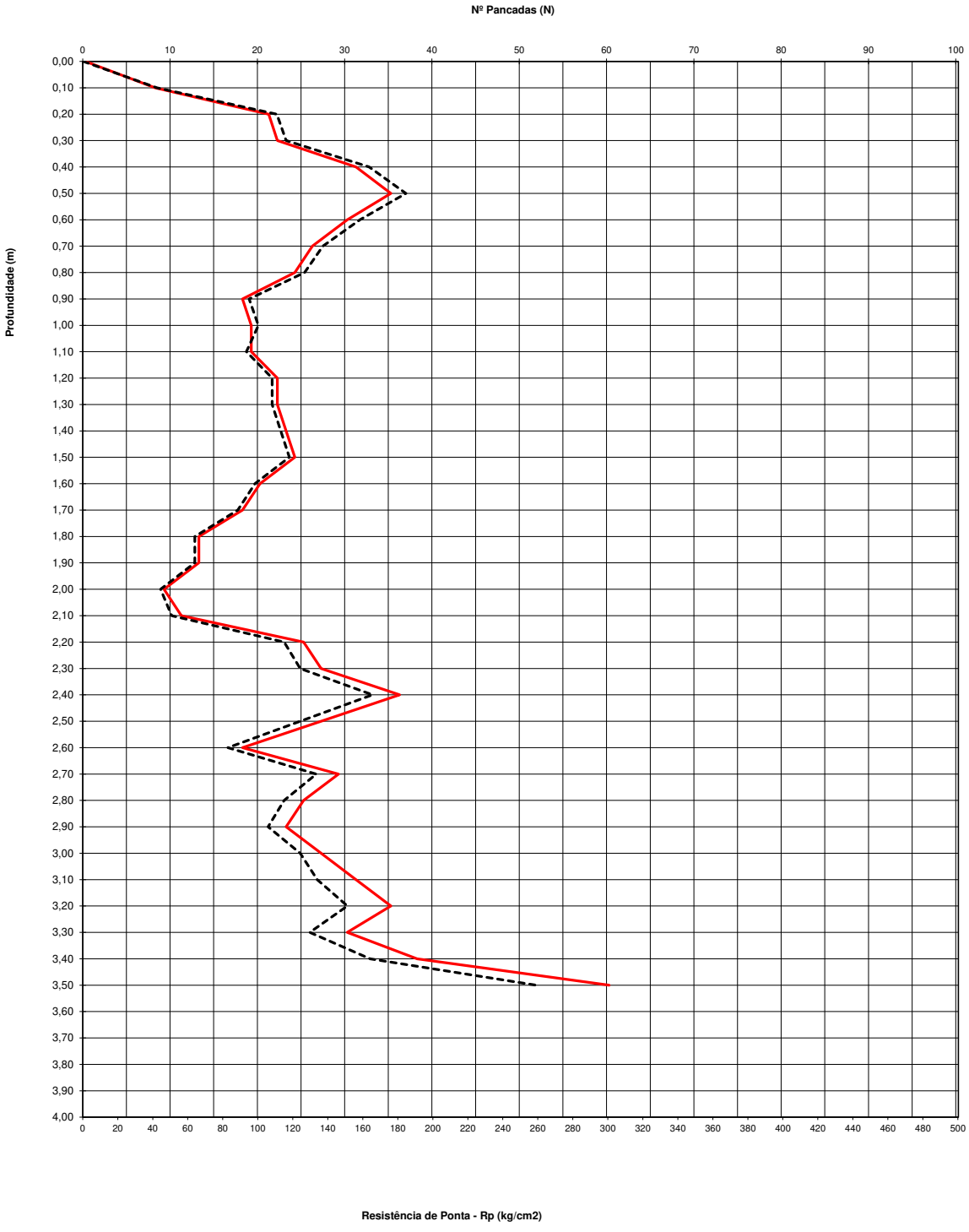
OBSERVAÇÕES:

-	CONTROLO DE QUALIDADE DE MATERIAIS E DE OBRAS	Ensaio nº PDM8
Executado por: João Carvalho / Miguel Mourato	Penetrómetro Dinâmico Médio	Visto: Pedro Nascimento
Data: 7/out/24	OBRA: PROJETO ABRIGADA CENTRAL BIOMASSA	Data Emissão: 08/out/24

Prof.(m)	Nº Panc (N)	Rp (Kg/cm2)	Prof.(m)	Nº Panc (N)	Rp (Kg/cm2)	Prof.(m)	Nº Panc (N)	Rp (Kg/cm2)
0,00	0	0	5,10			10,10		
0,10	8	42	5,20			10,20		
0,20	21	111	5,30			10,30		
0,30	22	116	5,40			10,40		
0,40	31	163	5,50			10,50		
0,50	35	184	5,60			10,60		
0,60	30	158	5,70			10,70		
0,70	26	137	5,80			10,80		
0,80	24	126	5,90			10,90		
0,90	18	95	**6,00**			**11,00**		
1,00	19	100	6,10			11,10		
1,10	19	93	6,20			11,20		
1,20	22	108	6,30			11,30		
1,30	22	108	6,40			11,40		
1,40	23	113	6,50			11,50		
1,50	24	118	6,60			11,60		
1,60	20	98	6,70			11,70		
1,70	18	88	6,80			11,80		
1,80	13	64	6,90			11,90		
1,90	13	64	**7,00**			**12,00**		
2,00	9	44	7,10			12,10		
2,10	11	50	7,20			12,20		
2,20	25	115	7,30			12,30		
2,30	27	124	7,40			12,40		
2,40	36	165	7,50			12,50		
2,50	27	124	7,60			12,60		
2,60	18	83	7,70			12,70		
2,70	29	133	7,80			12,80		
2,80	25	115	7,90			12,90		
2,90	23	106	**8,00**			**13,00**		
3,00	27	124	8,10			13,10		
3,10	31	134	8,20			13,20		
3,20	35	151	8,30			13,30		
3,30	30	129	8,40			13,40		
3,40	38	164	8,50			13,50		
3,50	60	259	8,60			13,60		
3,60			8,70			13,70		
3,70			8,80			13,80		
3,80			8,90			13,90		
3,90			**9,00**			**14,00**		
4,00			9,10			14,10		
4,10			9,20			14,20		
4,20			9,30			14,30		
4,30			9,40			14,40		
4,40			9,50			14,50		
4,50			9,60			14,60		
4,60			9,70			14,70		
4,70			9,80			14,80		
4,80			9,90			14,90		
4,90			**10,00**			**15,00**		
5,00								

OBSERVAÇÕES:

-	CONTROLO DE QUALIDADE DE MATERIAIS E DE OBRAS	Ensaio nº PDM8
Executado por: João Carvalho / Miguel Mourato Data: 7/out/24	**Penetrómetro Dinâmico Médio** **OBRA:** PROJETO ABRIGADA CENTRAL BIOMASSA	Visto: Pedro Nascimento Data Emissão: 08/out/24



OBSERVAÇÕES:

-	CONTROLO DE QUALIDADE DE MATERIAIS E DE OBRAS	Ensaio nº **PDM8**
Executado por: João Carvalho / Miguel Mourato Data: 7/out/24	**Penetrómetro Dinâmico Médio**	Visto: Pedro Nascimento
	OBRA: **PROJETO ABRIGADA CENTRAL BIOMASSA**	Data Emissão: 08/out/24

Localização:



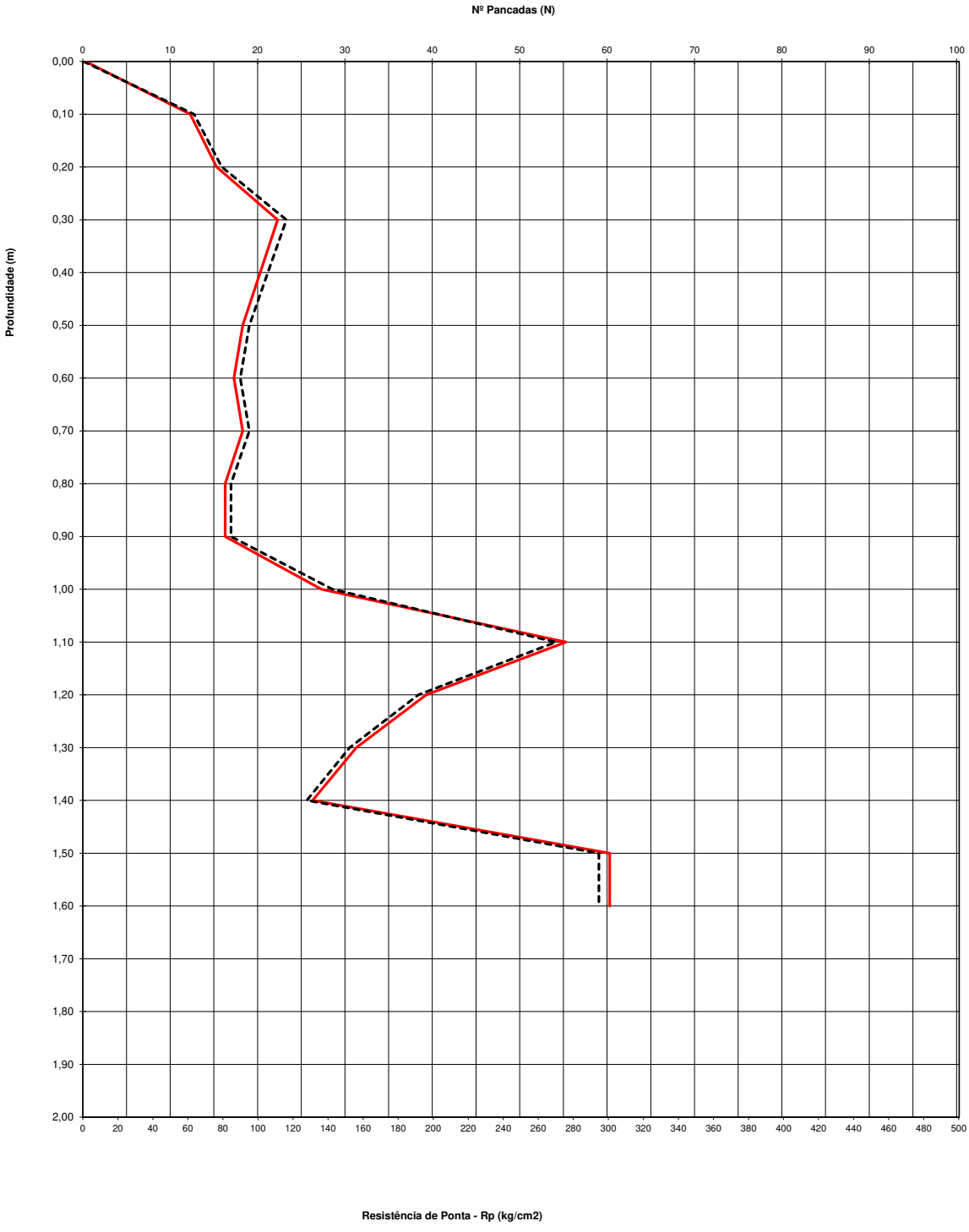
OBSERVAÇÕES:

-	CONTROLO DE QUALIDADE DE MATERIAIS E DE OBRAS	Ensaio nº PDM9
Executado por: João Carvalho / Miguel Mourato Data: 14/out/24	**Penetrómetro Dinâmico Médio** **OBRA:** **PROJETO ABRIGADA CENTRAL BIOMASSA**	Visto: Pedro Nascimento Data Emissão: 15/out/24

Prof.(m)	Nº Panc (N)	Rp (Kg/cm2)	Prof.(m)	Nº Panc (N)	Rp (Kg/cm2)	Prof.(m)	Nº Panc (N)	Rp (Kg/cm2)
0,00	0	0	5,10			10,10		
0,10	12	63	5,20			10,20		
0,20	15	79	5,30			10,30		
0,30	22	116	5,40			10,40		
0,40	20	105	5,50			10,50		
0,50	18	95	5,60			10,60		
0,60	17	90	5,70			10,70		
0,70	18	95	5,80			10,80		
0,80	16	84	5,90			10,90		
0,90	16	84	**6,00**			**11,00**		
1,00	27	142	6,10			11,10		
1,10	55	270	6,20			11,20		
1,20	39	191	6,30			11,30		
1,30	31	152	6,40			11,40		
1,40	26	128	6,50			11,50		
1,50	60	294	6,60			11,60		
1,60	60	294	6,70			11,70		
1,70			6,80			11,80		
1,80			6,90			11,90		
1,90			**7,00**			**12,00**		
2,00			7,10			12,10		
2,10			7,20			12,20		
2,20			7,30			12,30		
2,30			7,40			12,40		
2,40			7,50			12,50		
2,50			7,60			12,60		
2,60			7,70			12,70		
2,70			7,80			12,80		
2,80			7,90			12,90		
2,90			**8,00**			**13,00**		
3,00			8,10			13,10		
3,10			8,20			13,20		
3,20			8,30			13,30		
3,30			8,40			13,40		
3,40			8,50			13,50		
3,50			8,60			13,60		
3,60			8,70			13,70		
3,70			8,80			13,80		
3,80			8,90			13,90		
3,90			**9,00**			**14,00**		
4,00			9,10			14,10		
4,10			9,20			14,20		
4,20			9,30			14,30		
4,30			9,40			14,40		
4,40			9,50			14,50		
4,50			9,60			14,60		
4,60			9,70			14,70		
4,70			9,80			14,80		
4,80			9,90			14,90		
4,90			**10,00**			**15,00**		
5,00								

OBSERVAÇÕES:

-	CONTROLO DE QUALIDADE DE MATERIAIS E DE OBRAS	Ensaio nº PDM9
Executado por: João Carvalho / Miguel Mourato Data: 14/out/24	**Penetrómetro Dinâmico Médio** **OBRA:** PROJETO ABRIGADA CENTRAL BIOMASSA	Visto: Pedro Nascimento Data Emissão: 15/out/24



Legenda:

PDL

Rp (Kg/cm2)

OBSERVAÇÕES:

-	CONTROLO DE QUALIDADE DE MATERIAIS E DE OBRAS	Ensaio nº PDM9
Executado por: João Carvalho / Miguel Mourato Data: 14/out/24	**Penetrómetro Dinâmico Médio** **OBRA:** **PROJETO ABRIGADA CENTRAL BIOMASSA**	Visto: Pedro Nascimento Data Emissão: 15/out/24

Localização:



OBSERVAÇÕES:

-	CONTROLO DE QUALIDADE DE MATERIAIS E DE OBRAS	Ensaio nº PDM10
Executado por: João Carvalho / Miguel Mourato	Penetrómetro Dinâmico Médio	Visto: Pedro Nascimento
Data: 7/out/24	OBRA: PROJETO ABRIGADA CENTRAL BIOMASSA	Data Emissão: 08/out/24

Prof.(m)	Nº Panc (N)	Rp (Kg/cm2)	Prof.(m)	Nº Panc (N)	Rp (Kg/cm2)	Prof.(m)	Nº Panc (N)	Rp (Kg/cm2)
0,00	0	0	5,10			10,10		
0,10	13	68	5,20			10,20		
0,20	13	68	5,30			10,30		
0,30	17	90	5,40			10,40		
0,40	20	105	5,50			10,50		
0,50	23	121	5,60			10,60		
0,60	32	169	5,70			10,70		
0,70	29	153	5,80			10,80		
0,80	29	153	5,90			10,90		
0,90	29	153	**6,00**			**11,00**		
1,00	29	153	6,10			11,10		
1,10	29	142	6,20			11,20		
1,20	30	147	6,30			11,30		
1,30	43	211	6,40			11,40		
1,40	60	294	6,50			11,50		
1,50	60	294	6,60			11,60		
1,60			6,70			11,70		
1,70			6,80			11,80		
1,80			6,90			11,90		
1,90			**7,00**			**12,00**		
2,00			7,10			12,10		
2,10			7,20			12,20		
2,20			7,30			12,30		
2,30			7,40			12,40		
2,40			7,50			12,50		
2,50			7,60			12,60		
2,60			7,70			12,70		
2,70			7,80			12,80		
2,80			7,90			12,90		
2,90			**8,00**			**13,00**		
3,00			8,10			13,10		
3,10			8,20			13,20		
3,20			8,30			13,30		
3,30			8,40			13,40		
3,40			8,50			13,50		
3,50			8,60			13,60		
3,60			8,70			13,70		
3,70			8,80			13,80		
3,80			8,90			13,90		
3,90			**9,00**			**14,00**		
4,00			9,10			14,10		
4,10			9,20			14,20		
4,20			9,30			14,30		
4,30			9,40			14,40		
4,40			9,50			14,50		
4,50			9,60			14,60		
4,60			9,70			14,70		
4,70			9,80			14,80		
4,80			9,90			14,90		
4,90			**10,00**			**15,00**		
5,00								

OBSERVAÇÕES:

-	CONTROLO DE QUALIDADE DE MATERIAIS E DE OBRAS	Ensaio nº PDM10
Executado por: João Carvalho / Miguel Mourato Data: 7/out/24	**Penetrómetro Dinâmico Médio** **OBRA:** PROJETO ABRIGADA CENTRAL BIOMASSA	Visto: Pedro Nascimento Data Emissão: 08/out/24



OBSERVAÇÕES:

-	CONTROLO DE QUALIDADE DE MATERIAIS E DE OBRAS	Ensaio nº PDM10
Executado por: João Carvalho / Miguel Mourato Data: 7/out/24	**Penetrómetro Dinâmico Médio**	Visto: Pedro Nascimento
	OBRA: **PROJETO ABRIGADA CENTRAL BIOMASSA**	Data Emissão: 08/out/24

Localização:



OBSERVAÇÕES:

Anexo III

Logs dos poços de reconhecimento

Data de Realização	GÁS DA TERRA - SOCIEDADE DE RECONVERSÃO DE RESÍDUOS AGRÍCOLAS EM ENERGIA, LDA	Localização (coordenadas geográficas)
14/10/2024		Latitude: 39°8'8.83"N Longitude: 8°59'28.77"W
Obra:	*Prospeção e Estudos Geotécnicos para Unidade de Produção de Biometano*	
Visto Pedro Nascimento	**POÇO DE PROSPEÇÃO P1**	**Profundidade:** 2,60 m

Prof. (m)	Amostra	Descrição	Obs.
0,00 - 0,30		Terra vegetal, de cor castanha escura apresentando-se algo húmida.	Constituição areno-siltosa a areno-argilosa.
0,30 - 1,50		Solo areno-siltoso a silto-arenoso, de grão fino, decompondo-se em fragmentos coesos da dimensão do cascalho e do seixo (geralmente desgregáveis com a mão). Cor castanha a bege que passa a amarela alaranjada na base da camada.	Presença de grandes nódulos com Dmáx ≈ 20 cm. Alguma contaminação orgânica no topo da camada. Material de difícil escavação, encontrando-se muito compacto/duro.
1,50 - 2,60	A.001	Solo areno-siltoso a silto-arenoso, de cor esbranquiçada a cinzenta clara a castanha clara, com nódulos argilosos de cor cinzenta muito duros. Presença de fragmentos coesos da dimensão do cascalho e do seixo (geralmente desgregáveis com a mão).	Presença de grandes nódulos de matriz argilosa, com Dmáx ≈ 20 cm, de difícil desagregação. Material de difícil escavação, encontrando-se muito compacto/duro.

As paredes do poço mantiveram-se estáveis durante a sua abertura.

FOTOGRAFIAS





Observações: Nivel freático não detetado até fim do poço. Poço terminado por o terreno encontrar-se extremamente compacto, não tendo sido possível aprofundar a escavação.

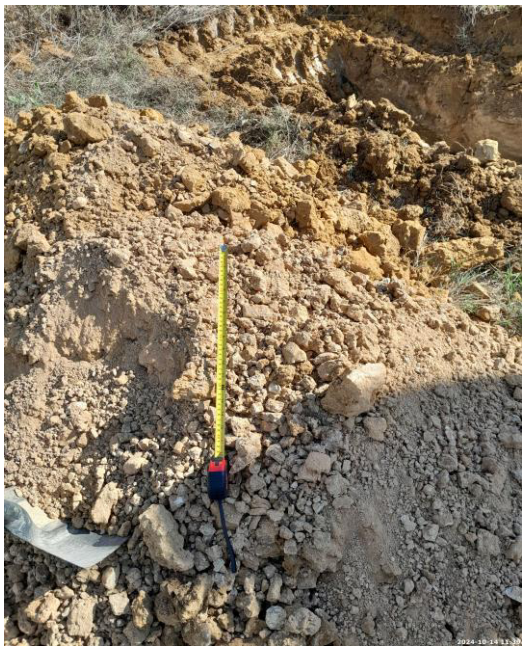
Data de Realização	GÁS DA TERRA - SOCIEDADE DE RECONVERSÃO DE RESÍDUOS AGRÍCOLAS EM ENERGIA, LDA	Localização (coordenadas geográficas)
14/10/2024		Latitude: 39°8'10.49"N Longitude: 8°59'32.14"W
Obra:	*Prospeção e Estudos Geotécnicos para Unidade de Produção de Biometano*	
Visto Pedro Nascimento	**POÇO DE PROSPEÇÃO P2**	**Profundidade:** 1,45 m

Prof. (m)	Amostra	Descrição	Obs.
0,00 - 0,35		Terra vegetal, de cor castanha escura apresentando-se algo húmida.	Constituição areno-siltosa a areno-argilosa.
0,35 - 0,80		Solo areno-siltoso a silto-arenoso decompondo-se em fragmentos coesos da dimensão do cascalho e do seixo (geralmente desgregáveis com a mão). Cor amarelada a acastanhada a alaranjada. Seixo e calhau disperso (Dmáx ≈ 5 cm).	Presença de grandes nódulos com Dmáx ≈ 20 cm. Material de difícil escavação, encontrando-se muito compacto/duro.
0,80 - 1,45	A.002	Solo areno-siltoso a silto-arenoso, de cor esbranquiçada a cinzenta clara a castanha clara, com nódulos argilosos de cor cinzenta muito duros. Presença de fragmentos coesos da dimensão do cascalho e do seixo (geralmente desgregáveis com a mão). Seixo e calhau disperso (Dmáx ≈ 5 cm).	Presença de grandes fragmentos de matriz argilosa de difícil desagregação, com Dmáx ≈ 20 cm. Material de difícil escavação, encontrando-se muito compacto/duro (mais do que a camada anterior).

As paredes do poço mantiveram-se estáveis durante a sua abertura.

FOTOGRAFIAS





Observações: Nivel freático não detetado até fim do poço. Poço terminado por o terreno encontrar-se extremamente compacto, não tendo sido possível aprofundar a escavação.

Data de Realização	GÁS DA TERRA - SOCIEDADE DE RECONVERSÃO DE RESÍDUOS AGRÍCOLAS EM ENERGIA, LDA	Localização (coordenadas geográficas)
14/10/2024		Latitude: 39°8'10.22"N Longitude: 8°59'26.43"W
Obra:	*Prospeção e Estudos Geotécnicos para Unidade de Produção de Biometano*	
Visto Pedro Nascimento	**POÇO DE PROSPEÇÃO P3**	**Profundidade:** 1,40 m

Prof. (m)	Amostra	Descrição	Obs.
0,00 - 0,30		Terra vegetal, de cor castanha escura apresentando-se algo húmida.	Constituição areno-siltosa a areno-argilosa.
0,30 - 0,90		Solo areno-siltoso a silto-arenoso, de grão fino, decompondo-se em fragmentos coesos da dimensão do cascalho e do seixo (geralmente desgregáveis com a mão). Cor amarelada a acastanhada a alaranjada	Presença de grandes nódulos, com Dmáx ≈ 30 cm. Material de difícil escavação, encontrando-se muito compacto. Presença dispersa de restos vegetais lenhosos de grande dimensão.
0,90 - 1,40	A.003	Solo areno-siltoso a silto-arenoso semelhante ao nível anterior, mas de aparência mais siltosa e cor alaranjada	Presença de grandes fragmentos de matriz argilosa, com Dmáx ≈ 30 cm. Material de difícil escavação, encontrando-se muito compacto/duro.

As paredes do poço mantiveram-se estáveis durante a sua abertura.

FOTOGRAFIAS





Observações: Nivel freático não detetado até fim do poço. Poço terminado por o terreno encontrar-se extremamente compacto, não tendo sido possível aprofundar a escavação.

Data de Realização	GÁS DA TERRA - SOCIEDADE DE RECONVERSÃO DE RESÍDUOS AGRÍCOLAS EM ENERGIA, LDA	Localização (coordenadas geográficas)
14/10/2024		Latitude: 39°8'11.54"N Longitude: 8°59'29.48"W
Obra:	*Prospeção e Estudos Geotécnicos para Unidade de Produção de Biometano*	
Visto Pedro Nascimento	**POÇO DE PROSPEÇÃO P4**	**Profundidade:** 1,30 m

Prof. (m)	Amostra	Descrição	Obs.
0,00 - 0,30		Terra vegetal, de cor castanha escura apresentando-se algo húmida.	Constituição areno-siltosa a areno-argilosa.
0,30 - 0,80	A.004	Solo areno-siltoso a silto-arenoso decompondo-se em fragmentos coesos da dimensão do cascalho e do seixo (geralmente desgregáveis com a mão). Cor amarelada a acastanhada a alaranjada. Alguma contaminação orgânica no topo da camada	Presença de grandes nódulos, com Dmáx ≈ 30 cm. Material de difícil escavação, encontrando-se muito compacto.
0,80 - 1,30		Solo silto-arenoso a areno-siltoso de cor branca a bege a cinzento claro, com nódulos argilosos cinzentos a esverdeados muito duros. Seixo e calhau disperso com Dmáx ≈ 5 cm.	Presença de grandes nódulos de díficil desagregação, com Dmáx ≈ 30 cm. Material de difícil escavação.

As paredes do poço mantiveram-se estáveis durante a sua abertura.

FOTOGRAFIAS





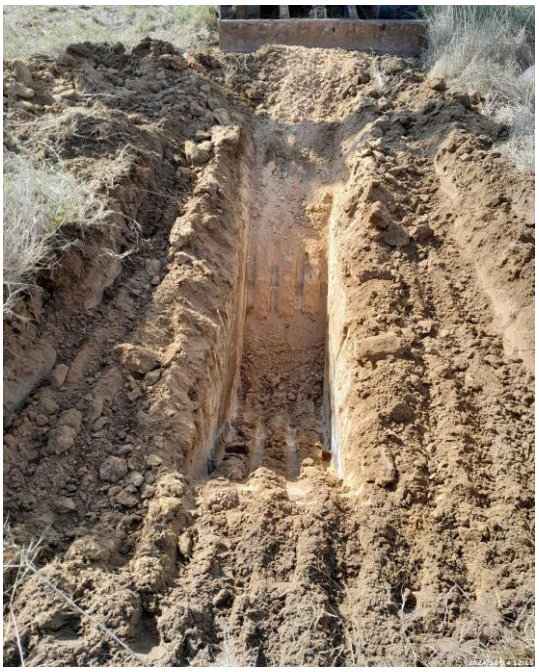
Observações: Nivel freático não detetado até fim do poço. Poço terminado por o terreno encontrar-se extremamente compacto, não tendo sido possível aprofundar a escavação.

Data de Realização	GÁS DA TERRA - SOCIEDADE DE RECONVERSÃO DE RESÍDUOS AGRÍCOLAS EM ENERGIA, LDA	Localização (coordenadas geográficas)
14/10/2024		Latitude: 39°8'12.23"N Longitude: 8°59'32.54"W
Obra:	*Prospeção e Estudos Geotécnicos para Unidade de Produção de Biometano*	
Visto Pedro Nascimento	**POÇO DE PROSPEÇÃO P5**	**Profundidade:** 1,70 m

Prof. (m)	Amostra	Descrição	Obs.
0,00 - 0,40		Terra vegetal, de cor castanha escura apresentando-se algo húmida.	Constituição areno-siltosa a areno-argilosa.
0,40 - 1,10		Solo silto-arenoso a areno-siltoso, decompondo-se em fragmentos coesos da dimensão do cascalho e do seixo (geralmente desgregáveis com a mão). Cor amarelada a acastanhada a alaranjada.	Presença de grandes nódulos coesos, com Dmáx ≈ 25 cm. Material de difícil escavação, encontrando-se muito compacto.
1,10 - 1,70	A.005	Solo silto-arenoso a areno-siltoso, esbranquiçado a bege, com nódulos argilosos cinzentos muito duros (difíceis de desagregar).	Presença de grandes nódulos com Dmáx ≈ 25 cm. Material de difícil escavação.

As paredes do poço mantiveram-se estáveis durante a sua abertura.

FOTOGRAFIAS





Observações: Nivel freático não detetado até fim do poço. Poço terminado por o terreno encontrar-se extremamente compacto, não tendo sido possível aprofundar a escavação.

Data de Realização	GÁS DA TERRA - SOCIEDADE DE RECONVERSÃO DE RESÍDUOS AGRÍCOLAS EM ENERGIA, LDA	Localização (coordenadas geográficas)
14/10/2024		Latitude: 39°8'12.79"N Longitude: 8°59'25.76"W
Obra:	*Prospeção e Estudos Geotécnicos para Unidade de Produção de Biometano*	
Visto Pedro Nascimento	**POÇO DE PROSPEÇÃO P6**	**Profundidade:** 1,80 m

Prof. (m)	Amostra	Descrição	Obs.
0,00 - 0,20		Terra vegetal, de cor castanha escura apresentando-se algo húmida.	Constituição areno-siltosa a areno-argilosa.
0,20 - 1,80	A.006	Solo areno-siltoso a silto-arenoso, de cor esbranquiçada a bege a amarelada a alaranjada, decompondo-se em fragmentos coesos da dimensão do cascalho (geralmente desgregáveis com a mão). Seixo e calhau disperso (Dmáx ≈ 5 cm).	Presença de grandes nódulos coesos, com Dmáx ≈ 30 cm. Material de difícil escavação, encontrando-se muito compacto.

As paredes do poço mantiveram-se estáveis durante a sua abertura.

FOTOGRAFIAS





Observações: Nivel freático não detetado até fim do poço. Poço terminado por o terreno encontrar-se extremamente compacto, não tendo sido possível aprofundar a escavação.

Data de Realização	GÁS DA TERRA - SOCIEDADE DE RECONVERSÃO DE RESÍDUOS AGRÍCOLAS EM ENERGIA, LDA	Localização (coordenadas geográficas)
14/10/2024		Latitude: 39°8'13.51"N Longitude: 8°59'28.72"W
Obra:	*Prospeção e Estudos Geotécnicos para Unidade de Produção de Biometano*	
Visto Pedro Nascimento	**POÇO DE PROSPEÇÃO P7**	**Profundidade:** 1,20 m

Prof. (m)	Amostra	Descrição	Obs.
0,00 - 0,20		Terra vegetal, de cor castanha escura apresentando-se algo húmida.	Constituição areno-siltosa a areno-argilosa.
0,20 - 0,80		Solo areno-siltoso a silto-arenoso decompondo-se em fragmentos coesos da dimensão do cascalho e do seixo (geralmente desgregáveis com a mão). Cor castanha a alaranjada.	Presença de grandes nódulos coesos, com Dmáx ≈ 25 cm. Material de difícil escavação, encontrando-se muito compacto.
0,80 - 1,20	A.007	Solo silto-arenoso a areno-siltoso, Cor castanha clara a bege a esbranquiçada, decompondo-se em fragmentos coesos da dimensão do cascalho e do seixo (geralmente desgregáveis com a mão).	Presença de grandes nódulos coesos, com Dmáx ≈ 25 cm. Material de difícil escavação.

As paredes do poço mantiveram-se estáveis durante a sua abertura.

FOTOGRAFIAS





Observações: Nivel freático não detetado até fim do poço. Poço terminado por o terreno encontrar-se extremamente compacto, não tendo sido possível aprofundar a escavação.

Data de Realização	GÁS DA TERRA - SOCIEDADE DE RECONVERSÃO DE RESÍDUOS AGRÍCOLAS EM ENERGIA, LDA	Localização (coordenadas geográficas)
14/10/2024		Latitude: 39° 8'14.34"N Longitude: 8°59'31.39"W
Obra:	*Prospeção e Estudos Geotécnicos para Unidade de Produção de Biometano*	
Visto Pedro Nascimento	**POÇO DE PROSPEÇÃO P8**	**Profundidade:** 1,20 m

Prof. (m)	Amostra	Descrição	Obs.
0,00 - 0,20		Terra vegetal, de cor castanha escura, com laivos alaranjados, apresentando-se algo húmida.	Constituição areno-siltosa a areno-argilosa.
0,20 - 0,80		Solo sito-arenoso a areno-siltoso decompondo-se em fragmentos coesos da dimensão do cascalho e do seixo (geralmente desgregáveis com a mão). Cor castanha clara. Alguma contaminação orgânica no topo da camada.	Presença de grandes nódulos coesos, com Dmáx ≈ 30 cm. Material de difícil escavação, encontrando-se muito compacto/duro.
0,80 - 1,20	A.008	Camada de constituição semelhante à anterior, mas de coloração mais alaranjada.	Presença de grandes fragmentos de coesos, com Dmáx ≈ 30 cm. Material de difícil escavação.

As paredes do poço mantiveram-se estáveis durante a sua abertura.

FOTOGRAFIAS





Observações: Nivel freático não detetado até fim do poço. Poço terminado por o terreno encontrar-se extremamente compacto, não tendo sido possível aprofundar a escavação.

Data de Realização	GÁS DA TERRA - SOCIEDADE DE RECONVERSÃO DE RESÍDUOS AGRÍCOLAS EM ENERGIA, LDA	Localização (coordenadas geográficas)
14/10/2024		Latitude: 39°8'15.19"N Longitude: 8°59'26.82"W
Obra:	*Prospeção e Estudos Geotécnicos para Unidade de Produção de Biometano*	
Visto Pedro Nascimento	**POÇO DE PROSPEÇÃO P9**	**Profundidade:** 1,05 m

Prof. (m)	Amostra	Descrição	Obs.
0,00 - 0,20		Terra vegetal, de cor castanha escura, com laivos alaranjados, apresentando-se algo húmida.	Constituição areno-siltosa a areno-argilosa.
0,20 - 1,05	A.009	Solo sito-arenoso a areno-siltoso decompondo-se em fragmentos coesos da dimensão do cascalho e do seixo (geralmente desgregáveis com a mão). Cor amarelada a acastanhada. Seixo e calhau disperso (Dmáx ≈ 5 cm).	Presença de grandes nódulos coesos, com Dmáx ≈ 30 cm. Material de difícil escavação, encontrando-se muito compacto.
1,05 - (?)		Calcários esbranquiçados (?).	O balde da retroescavadora não conseguiu efetuar qualquer penetração a partir deste ponto, testemunhando a presença de uma material bastante resistente.

As paredes do poço mantiveram-se estáveis durante a sua abertura.

FOTOGRAFIAS





Observações: Nivel freático não detetado até fim do poço. Poço terminado por, aparentemente, ter sido intercetado calcário no fundo do poço.

Data de Realização	GÁS DA TERRA - SOCIEDADE DE RECONVERSÃO DE RESÍDUOS AGRÍCOLAS EM ENERGIA, LDA	Localização (coordenadas geográficas)
14/10/2024		Latitude: 39°8'16.72"N Longitude: 8°59'27.79"W
Obra:	*Prospeção e Estudos Geotécnicos para Unidade de Produção de Biometano*	
Visto Pedro Nascimento	**POÇO DE PROSPEÇÃO P9**	**Profundidade:** 0,90 m

Prof. (m)	Amostra	Descrição	Obs.
0,00 - 0,10		Terra vegetal, de cor castanha escura, com laivos alaranjados, apresentando-se algo húmida.	Constituição areno-siltosa a areno-argilosa.
0,10 - 0,90	A.010	Solo sito-arenoso a areno-siltoso decompondo-se em fragmentos coesos da dimensão do cascalho e do seixo (geralmente desgregáveis com a mão). Cor castanha a alaranjada. Seixo e calhau disperso (Dmáx ≈ 5 cm).	Presença de grandes nódulos coesos, com Dmáx ≈ 20 cm. Material de difícil escavação, encontrando-se muito compacto.

As paredes do poço mantiveram-se estáveis durante a sua abertura.

FOTOGRAFIAS





Observações: Nivel freático não detetado até fim do poço. Poço terminado por o terreno encontrar-se extremamente compacto, não tendo sido possível aprofundar a escavação.

Anexo IV

Boletins dos ensaios laboratoriais

	OBRA : PROJETO ABRIGADA CENTRAL BIOMASSA	Processo 1172LCS0312LCS	VISTO

QUADRO RESUMO DAS CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DOS SOLOS

Amostra nº	Data	Local da Colheita	Descrição Visual	GRANULOMETRIA (% Passada)									Limites		T. A.	γ máx. s.	T. H.	C.B.R.		Classific. AASHTO		Classifi. Unificada	OBSERVAÇÕES:
				3"	2"	1"	3\4	3\8	4	10	40	200	L.L.	I.P.	%	g/cm³	%	%	Exp. R.				
A.001	14/10/24	Poço 1	Solo esbranquiçado silto-argiloso	100	100	99	98	94	91	87	74	**48,3**	25	**9**	10,9	**1,972**	**11,8**	**5,9**	0,9	**A-4**	**(3)**	SC - Areia argilosa	Amostra colhida à profundidade 1,50 a 2,60 metros
A.002	14/10/24	Poço 2	Solo esbranquiçado silto-argiloso	100	100	100	100	98	96	91	77	**60,1**	29	**12**	8,6					**A-6**	**(6)**	CL - Argila magra arenosa	Amostra colhida à profundidade 0,80 a 1,45 metros
A.003	14/10/24	Poço 3	Solo siltoso amarelado / alaranjado	100	100	100	100	100	99	94	78	**49,0**	24	**9**	7,8	**2,015**	**9,4**	**6,2**	1,0	**A-4**	**(3)**	SC - Areia argilosa	Amostra colhida à profundidade 0,90 a 1,40 metros
A.004	14/10/24	Poço 4	Solo amarelado siltoso	100	100	100	100	100	100	99	93	**55,1**	22	**8**	7,3					**A-4**	**(4)**	CL - Argila magra arenosa	Amostra colhida à profundidade 0,30 a 0,80 metros
A.005	14/10/24	Poço 5	Solo esbranquiçado / acastanhado silto-argiloso	100	100	100	100	96	92	86	76	**53,1**	26	**10**	8,1					**A-4**	**(4)**	CL - Argila magra arenosa	Amostra colhida à profundidade 1,10 a 1,70 metros
A.006	14/10/24	Poço 6	Solo amarelado siltoso	100	100	100	99	99	98	94	73	**45,6**	23	**7**	6,1	**2,030**	**9,3**	**6,3**	0,7	**A-4**	**(2)**	SC-SM - Areia argilo-siltosa	Amostra colhida à profundidade 0,20 a 1,80 metros
A.007	14/10/24	Poço 7	Solo esbranquiçado silto-argiloso	100	100	100	100	100	99	95	80	**56,2**	30	**11**	9,2					**A-6**	**(5)**	CL - Argila magra arenosa	Amostra colhida à profundidade 0,80 a 1,20 metros
A.008	14/10/24	Poço 8	Solo acastanhado silto-argiloso	100	100	100	100	100	100	97	81	**50,1**	26	**10**	7,6	**2,050**	**8,9**	**7,8**	0,8	**A-4**	**(3)**	CL - Argila magra arenosa	Amostra colhida à profundidade 0,80 a 1,20 metros
A.009	14/10/24	Poço 9	Solo acastanhado siltoso	100	100	100	100	100	99	97	93	**65,1**	28	**10,5**	8,8					**A-6**	**(6)**	CL - Argila magra arenosa	Amostra colhida à profundidade 0,20 a 1,05 metros
A.010	14/10/24	Poço 10	Solo amarelado siltoso	100	100	100	99	97	93	83	63	**35,4**	26	**12**	6,8	**2,034**	**8,6**	**6,1**	0,4	**A-2-6**	**(0)**	SC - Areia argilosa	Amostra colhida à profundidade 0,10 a 0,90 metros

		Processo **1172LCS0312LCS**	**Prospecção Geotécnica** **Poço 1** **Solos**
OBRA :	**PROJETO ABRIGADA CENTRAL BIOMASSA**		**AMOSTRA:** **A.001**
DATA COLHEITA 14/10/24	VISTO 22/10/24	**ENSAIOS REALIZADOS**	**Km:** **Poço 1** **FAIXA / COTA**

ENSAIOS REALIZADOS

X	01.00	- Características Geotécnicas	
X	01.01	- Análise Granulométrica	LNEC E - 239
X	01.02	- Teor em Água Natural	NP - 84
	01.03	- Equivalente de Areia	LNEC E 199
	01.04	- Azul de Metileno	NF P 94 - 068
X	01.05	- Limites de Consistência	NP 143
	01.06	- Peso Específico - Fracção > # 3/4"	NP 581
X	01.07	- Ensaio Proctor Modificado	LNEC E 197
	01.08	- Ensaio Californiano de Carga - C.B.R.i (C.B.R. imediato)	LNEC E 198
X	01.09	- Ensaio Californiano de Carga - C.B.R. Embebição	LNEC E 198
X	01.09a	- Ensaio Californiano de Carga - C.B.R. (Gráficos)	LNEC E 198
	01.11	- Peso Especifico dos Grãos	NP 83
	01.12	- Matéria Orgânica	J. A. E. S. 9- 53

OBSERVAÇÕES :

Amostra colhida à profundidade 1,50 a 2,60 metros

Dir. de Obra:

Fiscalização:

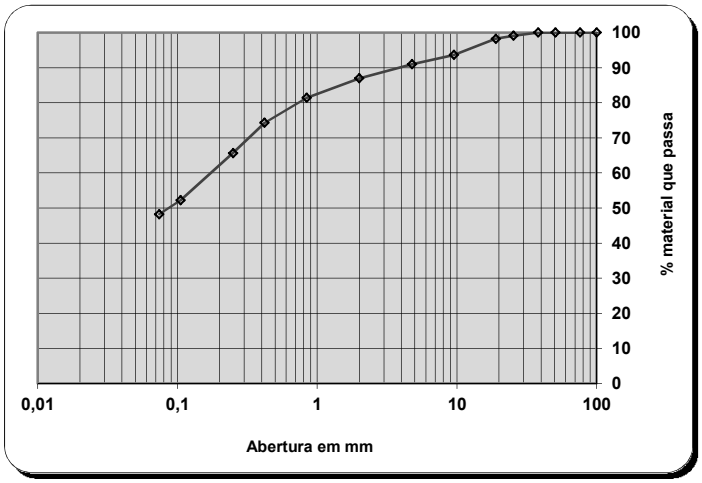
	Processo 1172LCS0312LCS	**Prospecção Geotécnica** Poço 1 Solos
OBRA : PROJETO ABRIGADA CENTRAL BIOMASSA		**AMOSTRA:** A.001
DATA COLHEITA 14/10/24 / VISTO 22/10/24	**CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS**	**Km:** Poço 1 **FAIXA / COTA** 0,0

01.00

Descrição visual da amostra : **Solo esbranquiçado silto-argiloso**

Granulometria :

#	mm	%
3"	76,1	**100,0**
2"	50,8	**100,0**
1 1/2"	38,1	**100,0**
1"	25,4	**99,1**
3/4"	19,0	**98,2**
3/8"	9,5	**93,6**
nº4	4,76	**91,0**
nº10	2,00	**87,0**
nº20	0,84	**81,4**
nº40	0,42	**74,3**
nº60	0,250	**65,7**
nº140	0,105	**52,2**
nº200	0,074	**48,3**



Equivalente de areia :	%	**Teor em água natural :**	**10,9** %
Azul de metileno :	%	**Baridade seca máxima :**	**1,972** g/cm3
Limite de liquidez :	**25** %	**Teor água óptimo :**	**11,8** %
Limite de plasticidade :	**16** %	**C.B.R. para 95% de C.R.:**	**6** %
Indice de plasticidade :	**9**	**Materia orgânica :**	%

Classificação unificada (ASTM D 2487 93)

Classificação rodoviária (LNEC E 240; 1971) **A-4 (3)**

Classificação Francesa (SETRA - LCPC)

OBSERVAÇÕES : **Amostra colhida à profundidade 1,50 a 2,60 metros**

Dir. de Obra:

Fiscalização:

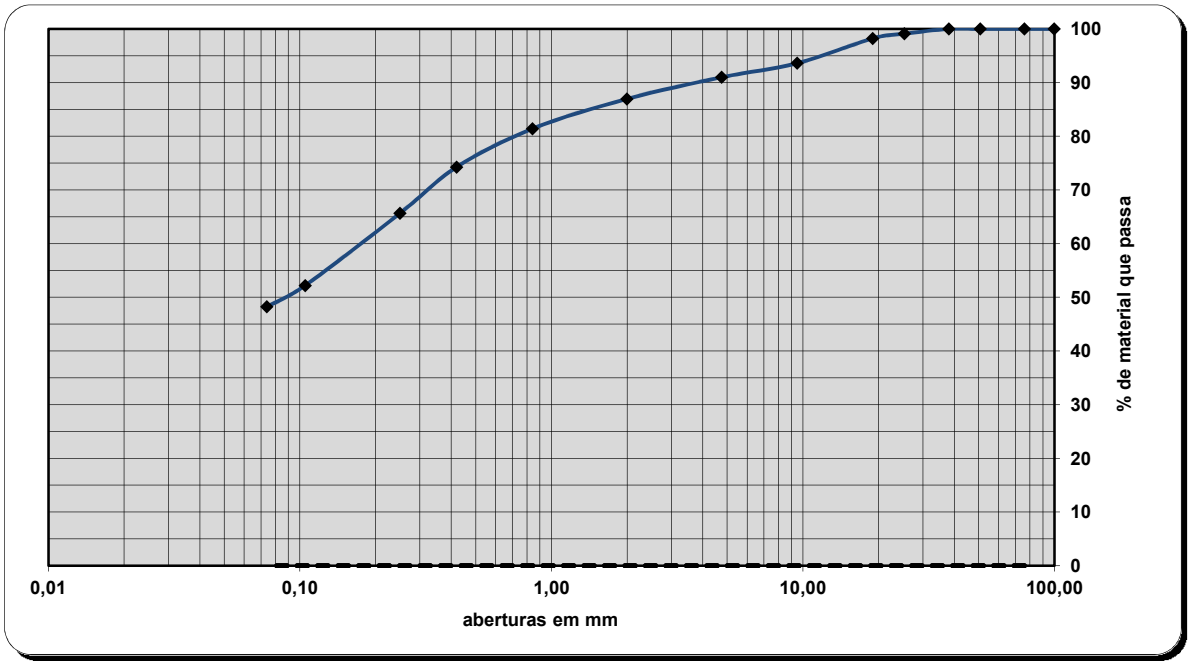
		Processo **1172LCS0312LCS**	**Prospecção Geotécnica** **Poço 1** **Solos**
OBRA :	**PROJETO ABRIGADA CENTRAL BIOMASSA**		**AMOSTRA:** **A.001**
OPERADOR Rodrigo	VISTO 22/10/24	**ANÁLISE GRANULOMÉTRICA** **LNEC E - 239**	**Km:** **Poço 1** **FAIXA / COTA**

01.01

CÁLCULO DA CURVA GRANULOMÉTRICA

Peso inicial da amostra	(g)	**4282,0**
Peso após lavagem	(g)	**2215,6**
Perda na lavagem	(g)	**2066,4**

		PENEIROS													
		3"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	3/8"	nº4	nº10	nº20	nº40	nº60	nº140	nº200	<nº200
		76,1 mm	50,8 mm	38,1 mm	25,4 mm	19,0 mm	9,51 mm	4,76 mm	2,00 mm	0,841 mm	0,420 mm	0,250 mm	0,105 mm	0,074 mm	<0,074 mm
Material retido	Peso (gr.)				38,1	37,3	198	112,3	173	238	306	369	575	169,6	2066
	%				0,9	0,9	4,6	2,6	4,0	5,6	7,1	8,6	13,4	4,0	48,3
Material acumulado	% Retida				0,9	1,8	6,4	9,0	13,0	18,6	25,7	34,3	47,8	51,7	100,0
	% Passada	100,0	100,0	100,0	99,1	98,2	93,6	91,0	87,0	81,4	74,3	65,7	52,2	48,3	0,0



D_{10}= D_{30}= D_{60}= 0,174

OBSERVAÇÕES :

Dir. de Obra:

Fiscalização:

	Processo **1172LCS0312LCS**	**Prospecção Geotécnica** **Poço 1** **Solos**
OBRA :	**PROJETO ABRIGADA CENTRAL BIOMASSA**	**AMOSTRA:** **A.001**
OPERADOR Rodrigo	VISTO 22/10/24	**TEOR EM ÁGUA** **NP - 84**
		Km: **Poço 1** **FAIXA /** **COTA**

01.02

ENSAIO TEOR EM ÁGUA

Nº DA CÁPSULA		**1**	
PESO DA CÁPSULA	(g)	**816,00**	
PESO DA CÁPSULA + SOLO HUMIDO	(g)	**4289,00**	
PESO DA CÁPSULA + SOLO SECO	(g)	**3948,00**	
PESO DO SOLO SECO	(g)	**3132,00**	
PESO DA ÁGUA	(g)	**341,00**	
TEOR EM ÁGUA	**(%)**	**10,9**	

TEOR EM ÁGUA - MÉDIA	**(%)**	**10,9**

OBSERVAÇÕES :

Dir. de Obra:

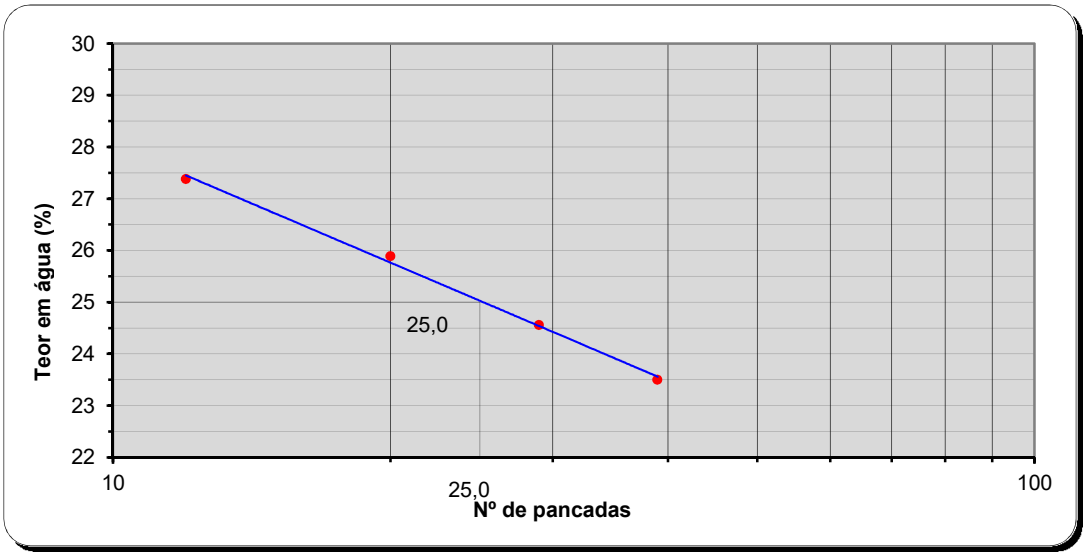
Fiscalização:

		Processo **1172LCS0312LCS**	**Prospecção Geotécnica** **Poço 1** **Solos**
OBRA :	**PROJETO ABRIGADA CENTRAL BIOMASSA**		**AMOSTRA:** **A.001**
OPERADOR Rodrigo	VISTO 22/10/24	**LIMITES DE CONSISTÊNCIA** **NP 143 ; 1969**	**Km:** **Poço 1** **FAIXA /** **COTA**

01.05

ENSAIO DE LIMITE DE LIQUIDEZ

Cápsula Nº		**1**	**2**	**3**	**4**
Peso da cápsula	(g)	12,53	12,37	12,96	12,03
Solo humido + cápsula	(g)	35,92	46,51	52,45	51,30
Solo seco + cápsula	(g)	31,47	39,78	44,33	42,86
Peso da Água	(g)	4,45	6,73	8,12	8,44
Peso do solo seco	(g)	18,94	27,41	31,37	30,83
Teor em água	(%)	**23,5**	**24,6**	**25,9**	**27,4**
Nº de golpes		**39**	**29**	**20**	**12**



ENSAIO DE LIMITE DE PLASTICIDADE

Cápsula Nº		**1**	**2**	**3**	**4**
Peso da cápsula	(g)	11,24	11,55	10,80	13,35
Solo humido + cápsula	(g)	12,67	13,07	12,44	14,74
Solo seco + cápsula	(g)	12,47	12,85	12,22	14,55
Peso da água	(g)	0,20	0,22	0,22	0,19
Peso do solo seco	(g)	1,23	1,30	1,42	1,20
Teor em água	(%)	**16,3**	**16,9**	**15,5**	**15,8**
Teor em água - Média	(%)	**16,1**			

RESUMO	**LL (%)**	**25,0**	**LP (%)**	**16,1**	**IP**	**8,9**

OBSERVAÇÕES :

Dir. de Obra:

Fiscalização:

	Processo **1172LCS0312LCS**	**Prospecção Geotécnica** **Poço 1** **Solos**
OBRA : **PROJETO ABRIGADA CENTRAL BIOMASSA**		**AMOSTRA:** **A.001**
OPERADOR Rodrigo	VISTO 22/10/24	**PROCTOR MODIFICADO** **LNEC E 197 ; 1966**
		Km: **Poço 1** **FAIXA /** **COTA**

01.07

ENSAIO DE COMPACTAÇÃO

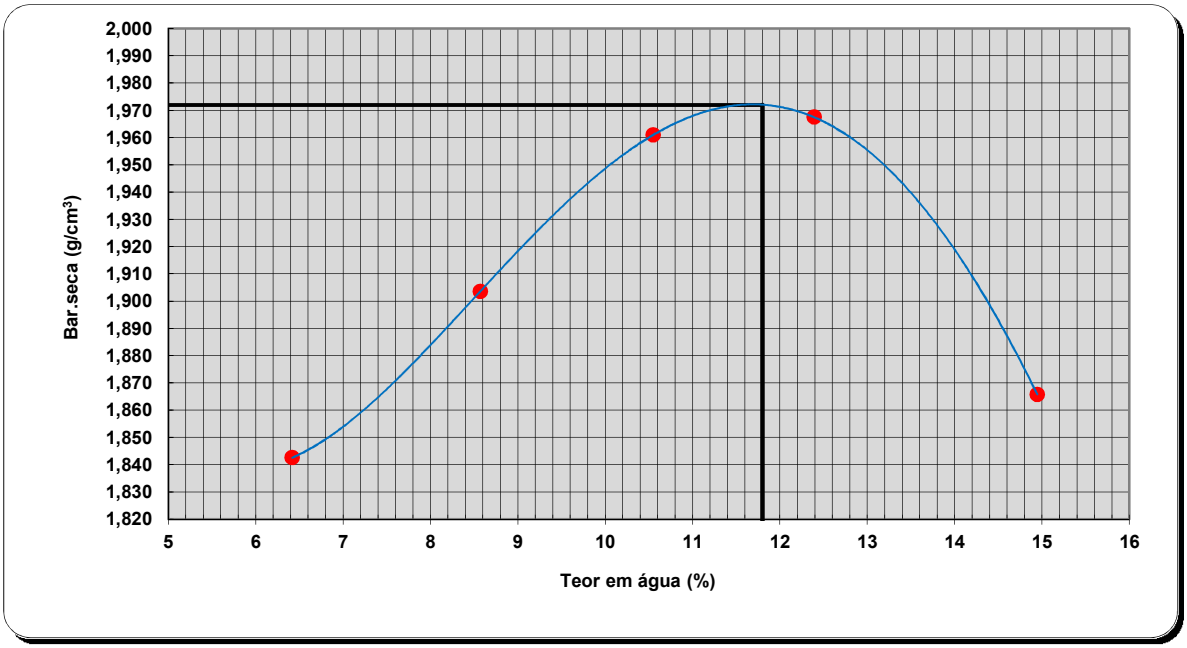
Nº camadas = **5**

Nº pancadas por camada = **55**

PESO DO MOLDE	(g)	4 969,0	4 969,0	4 969,0	4 969,0	4 969,0
VOLUME DO MOLDE	(cm^3)	2 068,0	2 068,0	2 068,0	2 068,0	2 068,0
PESO MOLDE + SOLO HÚMIDO	(g)	9 024,0	9 243,0	9 452,0	9 542,0	9 404,0
PESO DO SOLO HÚMIDO	(g)	4 055,0	4 274,0	4 483,0	4 573,0	4 435,0
BARIDADE HÚMIDA	(g/cm^3)	1,961	2,067	2,168	2,211	2,145

Nº DA CÁPSULA		**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
PESO DA CÁPSULA	(g)	456,00	484,00	184,00	458,00	316,00
CÁPSULA + SOLO HÚMIDO	(g)	2 147,00	1 928,00	991,00	1 764,00	1931
CÁPSULA + SOLO SECO	(g)	2 045,00	1 814,00	914,00	1 620,00	1721
PESO DA ÁGUA	(g)	102,00	114,00	77,00	144,00	210
PESO DO SOLO SECO	(g)	1 589,00	1 330,00	730,00	1 162,00	1405
TEOR EM ÁGUA	(%)	6,42	8,57	10,55	12,39	14,95

TEOR EM ÁGUA - MÉDIA	(%)	**6,4**	**8,6**	**10,5**	**12,4**	**14,9**
BARIDADE SECA	(g/cm^3)	**1,843**	**1,904**	**1,961**	**1,967**	**1,866**



gd máx.	**Baridade seca máxima =**	**1,972**	g/cm^3
gd máx.cor.	**Bar. seca máx. corrig. =**		g/cm^3

w ópt.	**Teor óptimo em água =**	**11,8**	%
w ópt.cor.	**Teor ópt. água corrig. =**		%

OBSERVAÇÕES :

Dir. de Obra:

Fiscalização:

	Processo 1172LCS0312LCS	Prospecção Geotécnica Poço 1 Solos
OBRA :	**PROJETO ABRIGADA CENTRAL BIOMASSA**	**AMOSTRA: A.001**
OPERADOR Rodrigo	VISTO 22/10/24	**ENSAIO C.B.R. EMBEBIÇÃO** **LNEC E 198 ; 1967**	**Km: Poço 1** **FAIXA 0,0** **/ COTA**

01.09

PARÂMETROS DO ENSAIO PROCTOR MODIFICADO EM MOLDE GRANDE : Baridade seca máxima = **1,972** g/cm³ ; Teor óptimo em água = **11,80** %

COMPACTAÇÃO

Peso do pilão = 4,54 Kg | Altura de queda = 45,7 cm | Nº camadas = 5

Molde Nº		1	2	3
Nº pancadas / camadas		**55**	**25**	**12**
Volume do molde	(cm³)	2068,0	2068,0	2068,0
Peso do molde	(g)	6311,0	6372,0	6217,0
Altura solo no molde	(mm)	113,9	113,9	113,9
Teor em água inicial	(%)	0,0	0,0	0,0
Peso do solo	(g)	5500,0	5500,0	5500,0
Água adicionada	(ml)	676,5	676,5	676,5
P. molde + solo húmido	(g)	10858,0	10725,0	10327,0
Peso solo húmido	(g)	4547,0	4353,0	4110,0
Baridade húmida	(g/cm³)	**2,199**	**2,105**	**1,987**

Molde Nº		1	2	3
Nº da cápsula		**203**	**201**	**2**
Peso cápsula	(g)	473,00	457,0	316,0
Cáps.+solo húm.	(g)	1575,00	1617,0	1680,0
Cáps.+solo seco	(g)	1459,00	1494,0	1537,0
Peso da água	(g)	116,00	123,0	143,0
Peso solo seco	(g)	986,00	1037,0	1221,0
Teor em água	(%)	11,76	11,86	11,71
Teor água médio	(%)	**11,8**	**11,9**	**11,7**
Baridade seca	(g/cm³)	**1,967**	**1,882**	**1,779**
Grau compact.	(%)	**99,8**	**95,4**	**90,2**

EMBEBIÇÃO Sobrecarga : 7500 g

Molde Nº 1			Molde Nº 2			Molde Nº 3		
DD/MM	HH:MM	Leit(mm)	DD/MM	HH:MM	Leit(mm)	DD/MM	HH:MM	Leit(mm)
17/10	11:00	0,00	17/10	11:00	0,00	17/10	11:00	0,00
18/10	11:00	0,00	18/10	11:00	0,00	18/10	11:00	0,00
19/10	11:00	0,60	19/10	11:00	0,87	19/10	11:00	1,06
20/10	11:00	0,71	20/10	11:00	0,96	20/10	11:00	1,22
21/10	11:00	0,80	21/10	11:00	1,00	21/10	11:00	1,29

APÓS EMBEBIÇÃO				
Molde Nº		1	2	3
Altura final solo molde	(mm)	114,7	114,939	115,229
Expansão	(mm)	0,80	1,00	1,29
Expansão relativa	(%)	0,70	0,87	1,12
P.molde+solo saturado	(g)	10970	10864	10502
Peso solo saturado	(g)	4659,0	4492,0	4285,0
Peso água absorvida	(g)	112,0	139,0	175,0
Baridade Húm.a/Embeb.	(g/cm3)	**2,253**	**2,172**	**2,072**

PENETRAÇÃO K = 101,97 | Célula de Carga **50** Kn

Molde	Nº 1		Nº 2		Nº 3	
(mm)	Kn	Kgf	Kn	Kgf	Kn	Kgf
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,5	0,3	29,6	0,2	20,4	0,2	16,3
1,0	0,6	56,1	0,4	41,8	0,3	29,6
1,5	0,7	73,4	0,6	58,1	0,4	39,8
2,0	0,9	88,7	0,7	71,4	0,5	46,9
2,5	1,0	101,0	0,8	81,6	0,5	52,0
3,0	1,1	109,1	0,9	89,7	0,6	58,1
4,0	1,2	124,4	1,0	104,0	0,7	66,3
5,0	1,3	136,6	1,2	117,3	0,7	72,4
6,0	1,5	147,9	1,3	127,5	0,8	79,5
7,5	1,6	164,2	1,4	143,8	0,9	86,7
10,0	1,8	187,6	1,6	167,2	1,0	96,9
12,5	2,1	211,1	1,9	190,7	1,0	106,0

APÓS PENETRAÇÃO				
Molde Nº		1	2	3
Nº da cápsula		**14**	**6**	**9**
Peso cápsula	(g)	261,00	192,0	189,0
Cáps.+solo húm.	(g)	1877,00	1845,0	1846,0
Cáps.+solo seco	(g)	1691,00	1650,0	1625,0
Peso da água	(g)	186,00	195,0	221,0
Peso solo seco	(g)	1430,00	1458,0	1436,0
Teor em água	(%)	13,01	13,37	15,39
Teor água médio	(%)	**13,0**	**13,4**	**15,4**
Baridade seca	(g/cm3)	**1,946**	**1,857**	**1,722**
Grau compact.	(%)	**98,7**	**94,1**	**87,3**

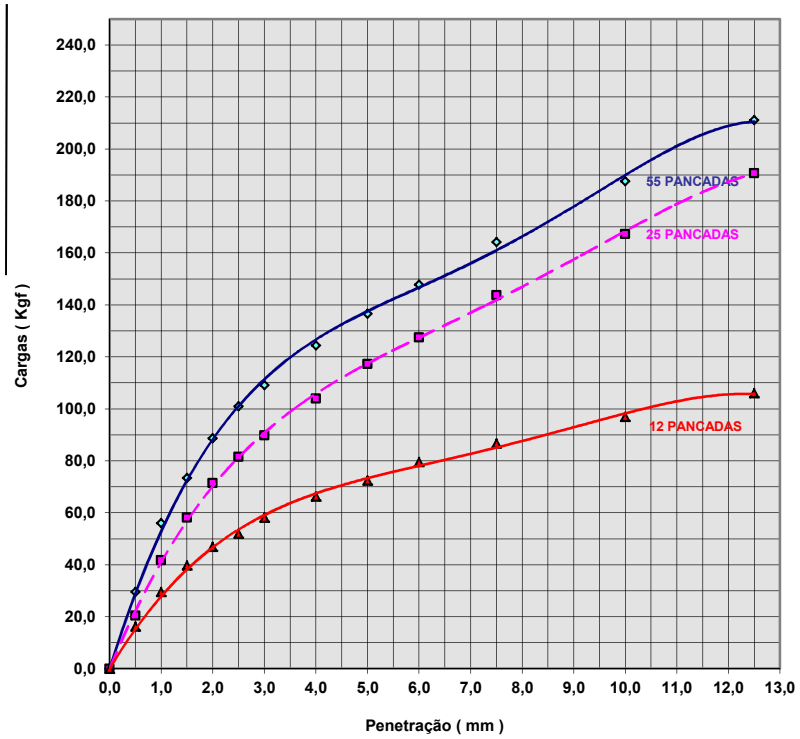
OBSERVAÇÕES :

Dir. de Obra:

Fiscalização:

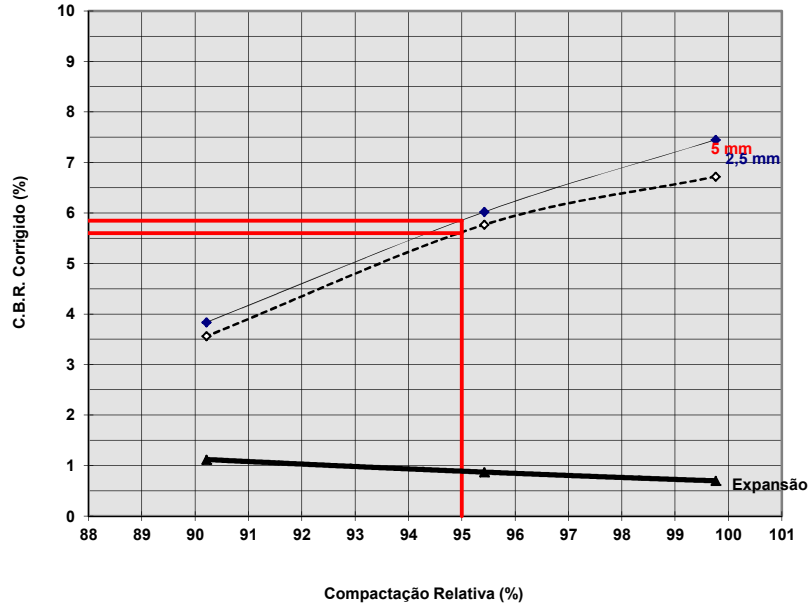
	Processo **1172LCS0312LCS**	**Prospecção Geotécnica** **Poço 1** **Solos**
OBRA : **PROJETO ABRIGADA CENTRAL BIOMASSA**		**AMOSTRA:** **A.001**
OPERADOR Rodrigo	VISTO 22/10/24	**ENSAIO C.B.R. EMBEBIÇÃO - GRÁFICOS** **LNEC E 198 ; 1967**
		Km: **Poço 1** **FAIXA /** **COTA**

01.09a



Molde Nº	C.B.R. 2,5mm	C.B.R. 5,0mm	Expans. Relat.%	Grau Comp.%
1	7,5	6,7	0,70	100
2	6,0	5,8	0,87	95
3	3,8	3,6	1,12	90

Molde Nº	C.B.R. corrigido 2,5mm	C.B.R. corrigido 5,0mm	Expans. Relat.%	Grau Comp.%
1	7,5	6,7	0,70	100
2	6,0	5,8	0,87	95
3	3,8	3,6	1,12	90



Exp.relat. a 95 % de compact. relativa

Expansão relativa =	**0,9**	%

C.B.R. para 95 % de compact. relativa

C.B.R. 2,5 mm =	**5,9**	%
C.B.R. 5,0 mm =	**5,6**	%

OBSERVAÇÕES :

Dir. de Obra:

Fiscalização:

	Processo **1172LCS0312LCS**	**Prospecção Geotécnica** **Poço 2** **Solos**
OBRA : **PROJETO ABRIGADA CENTRAL BIOMASSA**		**AMOSTRA:** **A.002**
DATA COLHEITA 14/10/24	VISTO 22/10/24	**ENSAIOS REALIZADOS**
		Km: **Poço 2** **FAIXA /** **COTA**

ENSAIOS REALIZADOS

X	01.00	- Características Geotécnicas	
X	01.01	- Análise Granulométrica	LNEC E - 239
X	01.02	- Teor em Água Natural	NP - 84
	01.03	- Equivalente de Areia	LNEC E 199
	01.04	- Azul de Metileno	NF P 94 - 068
X	01.05	- Limites de Consistência	NP 143
	01.06	- Peso Específico - Fracção > # 3/4"	NP 581
	01.07	- Ensaio Proctor Modificado	LNEC E 197
	01.08	- Ensaio Californiano de Carga - C.B.R.i (C.B.R. imediato)	LNEC E 198
	01.09	- Ensaio Californiano de Carga - C.B.R. Embebição	LNEC E 198
	01.09a	- Ensaio Californiano de Carga - C.B.R. (Gráficos)	LNEC E 198
	01.11	- Peso Especifico dos Grãos	NP 83
	01.12	- Matéria Orgânica	J. A. E. S. 9- 53

OBSERVAÇÕES :

Amostra colhida à profundidade 0,80 a 1,45 metros

Dir. de Obra:

Fiscalização:

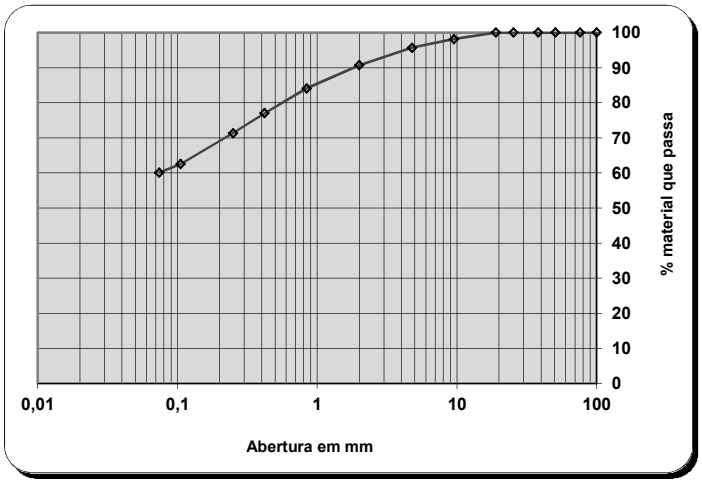
	Processo **1172LCS0312LCS**	**Prospecção Geotécnica** **Poço 2** **Solos**
OBRA : **PROJETO ABRIGADA CENTRAL BIOMASSA**		**AMOSTRA:** **A.002**
DATA COLHEITA 14/10/24 / VISTO 22/10/24	**CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS**	**Km:** **Poço 2** **FAIXA / COTA** **0,0**

01.00

Descrição visual da amostra : **Solo esbranquiçado silto-argiloso**

Granulometria :

#	mm	%
3"	76,1	**100,0**
2"	50,8	**100,0**
1 1/2"	38,1	**100,0**
1"	25,4	**100,0**
3/4"	19,0	**100,0**
3/8"	9,5	**98,1**
nº4	4,76	**95,7**
nº10	2,00	**90,7**
nº20	0,84	**84,1**
nº40	0,42	**77,0**
nº60	0,250	**71,3**
nº140	0,105	**62,5**
nº200	0,074	**60,1**



Equivalente de areia :	%	**Teor em água natural :**	**8,6** %
Azul de metileno :	%	**Baridade seca máxima :**	g/cm3
Limite de liquidez :	**29** %	**Teor água óptimo :**	%
Limite de plasticidade :	**17** %	**C.B.R. para 95% de C.R.:**	%
Indice de plasticidade :	**12**	**Materia orgânica :**	%

Classificação unificada (ASTM D 2487 93)

Classificação rodoviária (LNEC E 240; 1971) **A-6 (6)**

Classificação Francesa (SETRA - LCPC)

OBSERVAÇÕES : **Amostra colhida à profundidade 0,80 a 1,45 metros**

Dir. de Obra:

Fiscalização:

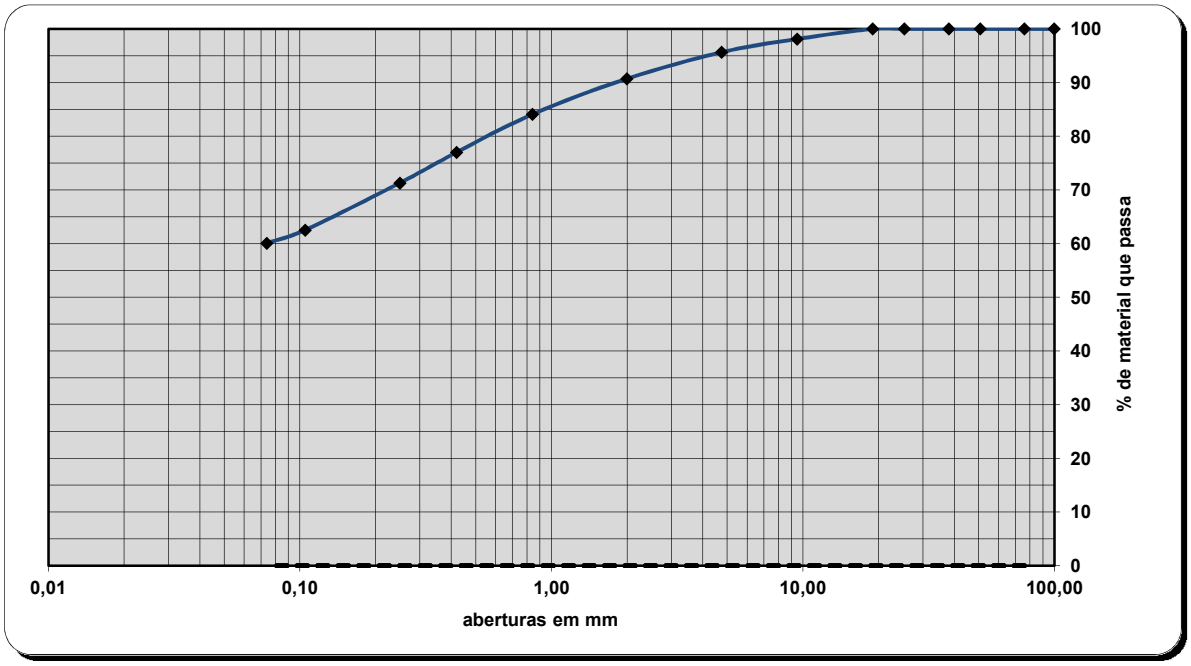
	Processo **1172LCS0312LCS**	**Prospecção Geotécnica** **Poço 2** **Solos**
OBRA :	**PROJETO ABRIGADA CENTRAL BIOMASSA**	**AMOSTRA:** **A.002**
OPERADOR Rodrigo	VISTO 22/10/24	**ANÁLISE GRANULOMÉTRICA** **LNEC E - 239**
		Km: **Poço 2** **FAIXA /** **COTA**

01.01

CÁLCULO DA CURVA GRANULOMÉTRICA

Peso inicial da amostra	(g)	**3321,0**
Peso após lavagem	(g)	**1325,0**
Perda na lavagem	(g)	**1996,0**

		PENEIROS													
		3"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	3/8"	nº4	nº10	nº20	nº40	nº60	nº140	nº200	<nº200
		76,1 mm	50,8 mm	38,1 mm	25,4 mm	19,0 mm	9,51 mm	4,76 mm	2,00 mm	0,841 mm	0,420 mm	0,250 mm	0,105 mm	0,074 mm	<0,074 mm
Material retido	Peso (gr.)						62	81,6	164	220	236	189	292	80,7	1996
	%						1,9	2,5	4,9	6,6	7,1	5,7	8,8	2,4	60,1
Material acumulado	% Retida						1,9	4,3	9,3	15,9	23,0	28,7	37,5	39,9	100,0
	% Passada	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,1	95,7	90,7	84,1	77,0	71,3	62,5	60,1	0,0



D_{10}= D_{30}= D_{60}=

OBSERVAÇÕES :

Dir. de Obra:

Fiscalização:

		Processo **1172LCS0312LCS**	**Prospecção Geotécnica** **Poço 2** **Solos**
OBRA :	**PROJETO ABRIGADA CENTRAL BIOMASSA**		**AMOSTRA:** **A.002**
OPERADOR Rodrigo	VISTO 22/10/24	**TEOR EM ÁGUA** **NP - 84**	**Km:** **Poço 2** **FAIXA /** **COTA**

01.02

ENSAIO TEOR EM ÁGUA

Nº DA CÁPSULA		**1**	
PESO DA CÁPSULA	(g)	**621,00**	
PESO DA CÁPSULA + SOLO HUMIDO	(g)	**4228,00**	
PESO DA CÁPSULA + SOLO SECO	(g)	**3942,00**	
PESO DO SOLO SECO	(g)	**3321,00**	
PESO DA ÁGUA	(g)	**286,00**	
TEOR EM ÁGUA	**(%)**	**8,6**	

TEOR EM ÁGUA - MÉDIA	**(%)**	**8,6**

OBSERVAÇÕES :

Dir. de Obra:

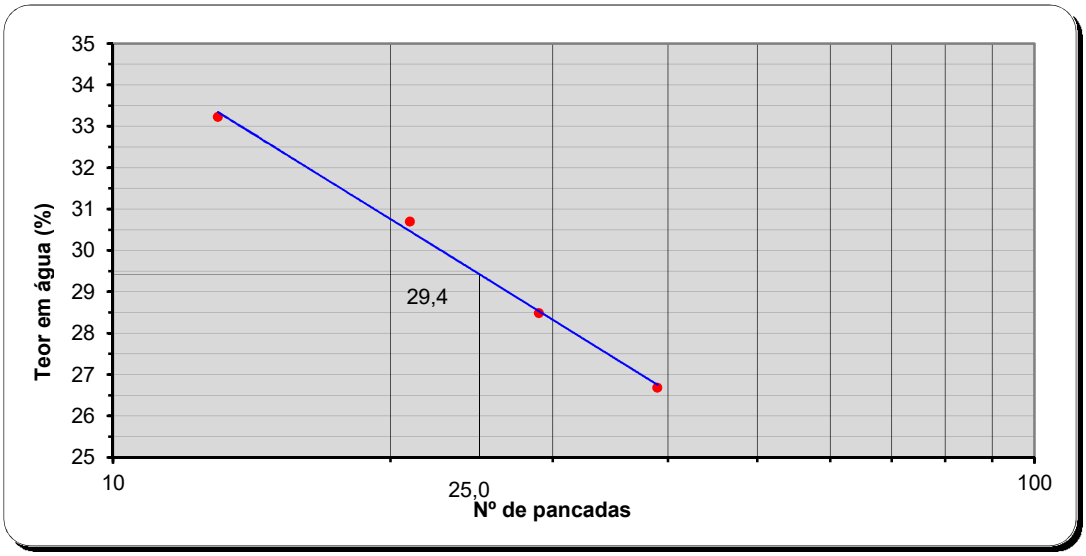
Fiscalização:

		Processo 1172LCS0312LCS	**Prospecção Geotécnica** Poço 2 Solos
OBRA :	**PROJETO ABRIGADA CENTRAL BIOMASSA**		**AMOSTRA:** A.002
OPERADOR Rodrigo	VISTO 22/10/24	**LIMITES DE CONSISTÊNCIA** NP 143 ; 1969	**Km:** Poço 2 **FAIXA / COTA**

01.05

ENSAIO DE LIMITE DE LIQUIDEZ

Cápsula Nº		1	2	3	4
Peso da cápsula	(g)	16,28	11,25	12,38	16,23
Solo humido + cápsula	(g)	39,64	35,79	41,46	51,44
Solo seco + cápsula	(g)	34,72	30,35	34,63	42,66
Peso da Água	(g)	4,92	5,44	6,83	8,78
Peso do solo seco	(g)	18,44	19,10	22,25	26,43
Teor em água	(%)	**26,7**	**28,5**	**30,7**	**33,2**
Nº de golpes		**39**	**29**	**21**	**13**



ENSAIO DE LIMITE DE PLASTICIDADE

Cápsula Nº		1	2	3	4
Peso da cápsula	(g)	11,54	10,80	11,24	13,35
Solo humido + cápsula	(g)	12,94	12,38	12,69	14,84
Solo seco + cápsula	(g)	12,73	12,15	12,47	14,62
Peso da água	(g)	0,21	0,23	0,22	0,22
Peso do solo seco	(g)	1,19	1,35	1,23	1,27
Teor em água	(%)	**17,6**	**17,0**	**17,9**	**17,3**
Teor em água - Média	(%)	**17,5**			

RESUMO	**LL (%)**	**29,5**	**LP (%)**	**17,5**	**IP**	**12,0**

OBSERVAÇÕES :

Dir. de Obra:

Fiscalização:

	Processo **1172LCS0312LCS**	**Prospecção Geotécnica** **Poço 3** **Solos**
OBRA : **PROJETO ABRIGADA CENTRAL BIOMASSA**		**AMOSTRA:** **A.003**
DATA COLHEITA 14/10/24	VISTO 22/10/24	**ENSAIOS REALIZADOS**
		Km: **Poço 3** **FAIXA /** **COTA**

ENSAIOS REALIZADOS

X	01.00	- Características Geotécnicas	
X	01.01	- Análise Granulométrica	LNEC E - 239
X	01.02	- Teor em Água Natural	NP - 84
	01.03	- Equivalente de Areia	LNEC E 199
	01.04	- Azul de Metileno	NF P 94 - 068
X	01.05	- Limites de Consistência	NP 143
	01.06	- Peso Específico - Fracção > # 3/4"	NP 581
X	01.07	- Ensaio Proctor Modificado	LNEC E 197
	01.08	- Ensaio Californiano de Carga - C.B.R.i (C.B.R. imediato)	LNEC E 198
X	01.09	- Ensaio Californiano de Carga - C.B.R. Embebição	LNEC E 198
X	01.09a	- Ensaio Californiano de Carga - C.B.R. (Gráficos)	LNEC E 198
	01.11	- Peso Especifico dos Grãos	NP 83
	01.12	- Matéria Orgânica	J. A. E. S. 9- 53

OBSERVAÇÕES :

Amostra colhida à profundidade 0,90 a 1,40 metros

Dir. de Obra:

Fiscalização:

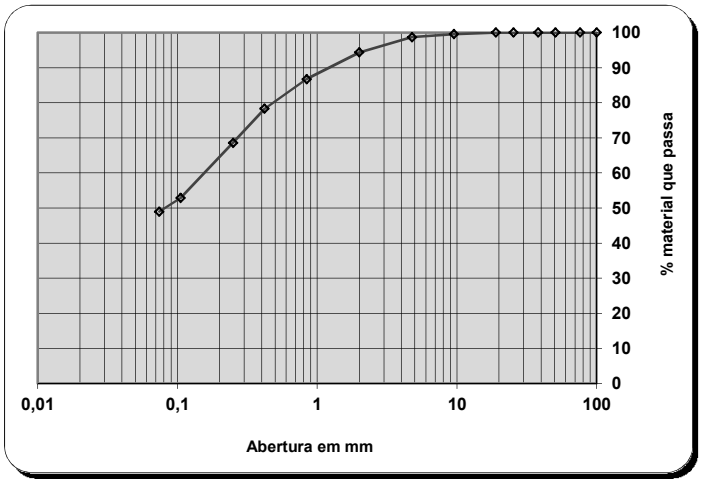
	Processo 1172LCS0312LCS	**Prospecção Geotécnica** Poço 3 Solos
OBRA : PROJETO ABRIGADA CENTRAL BIOMASSA		**AMOSTRA:** A.003
DATA COLHEITA 14/10/24 / VISTO 22/10/24	**CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS**	**Km:** Poço 3 **FAIXA / COTA** 0,0

01.00

Descrição visual da amostra : Solo siltoso amarelado / alaranjado

Granulometria :

#	mm	%
3"	76,1	**100,0**
2"	50,8	**100,0**
1 1/2"	38,1	**100,0**
1"	25,4	**100,0**
3/4"	19,0	**100,0**
3/8"	9,5	**99,5**
nº4	4,76	**98,7**
nº10	2,00	**94,3**
nº20	0,84	**86,7**
nº40	0,42	**78,3**
nº60	0,250	**68,6**
nº140	0,105	**52,9**
nº200	0,074	**49,0**



Equivalente de areia :	%	**Teor em água natural :**	**7,8** %
Azul de metileno :	%	**Baridade seca máxima :**	**2,015** g/cm3
Limite de liquidez :	**24** %	**Teor água óptimo :**	**9,4** %
Limite de plasticidade :	**15** %	**C.B.R. para 95% de C.R.:**	**6** %
Indice de plasticidade :	**9**	**Materia orgânica :**	%

Classificação unificada (ASTM D 2487 93)

Classificação rodoviária (LNEC E 240; 1971) **A-4 (3)**

Classificação Francesa (SETRA - LCPC)

OBSERVAÇÕES : **Amostra colhida à profundidade 0,90 a 1,40 metros**

Dir. de Obra:

Fiscalização:

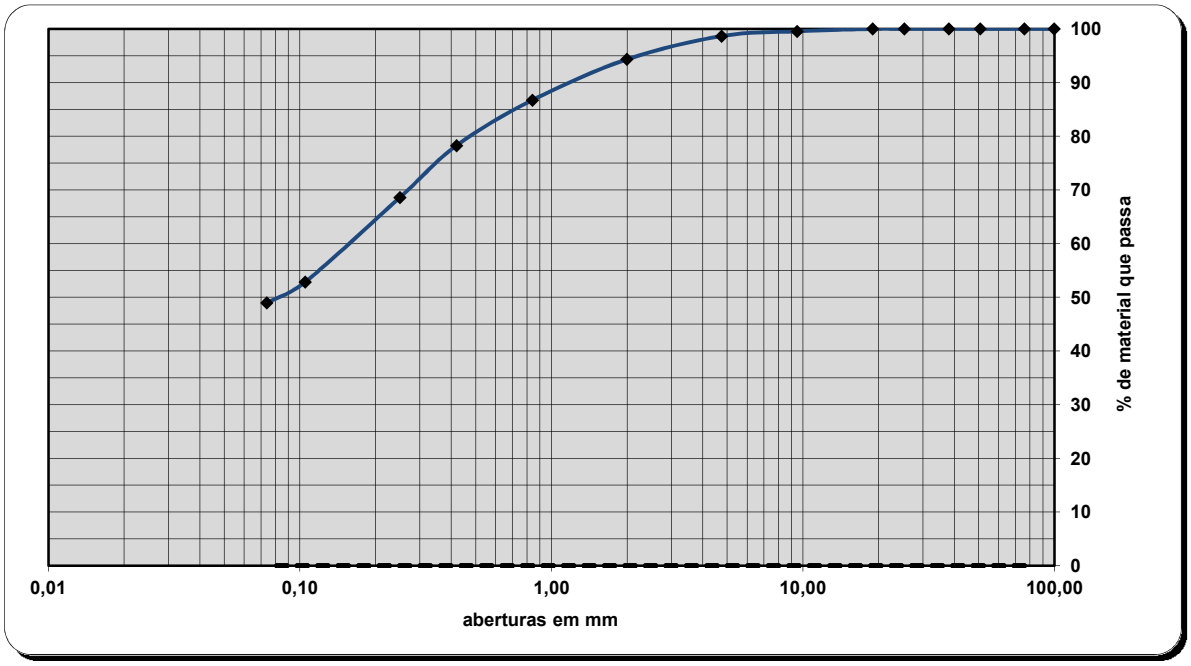
	Processo **1172LCS0312LCS**	**Prospecção Geotécnica** **Poço 3** **Solos**
OBRA :	**PROJETO ABRIGADA CENTRAL BIOMASSA**	**AMOSTRA:** **A.003**
OPERADOR Rodrigo	VISTO 22/10/24	**ANÁLISE GRANULOMÉTRICA** **LNEC E - 239**	**Km:** **Poço 3** **FAIXA /** **COTA**

01.01

CÁLCULO DA CURVA GRANULOMÉTRICA

Peso inicial da amostra	(g)	**3443,0**
Peso após lavagem	(g)	**1756,2**
Perda na lavagem	(g)	**1686,8**

		PENEIROS													
		3"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	3/8"	nº4	nº10	nº20	nº40	nº60	nº140	nº200	<nº200
		76,1 mm	50,8 mm	38,1 mm	25,4 mm	19,0 mm	9,51 mm	4,76 mm	2,00 mm	0,841 mm	0,420 mm	0,250 mm	0,105 mm	0,074 mm	<0,074 mm
Material retido	Peso (gr.)						16	30,0	149	261	291	333	542	133,3	1687
	%						0,5	0,9	4,3	7,6	8,5	9,7	15,7	3,9	49,0
Material acumulado	% Retida						0,5	1,3	5,7	13,3	21,7	31,4	47,1	51,0	100,0
	% Passada	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,5	98,7	94,3	86,7	78,3	68,6	52,9	49,0	0,0



D_{10}= | D_{30}= | D_{60}= 0,156

OBSERVAÇÕES :

Dir. de Obra:

Fiscalização:

		Processo **1172LCS0312LCS**	**Prospecção Geotécnica** **Poço 3** **Solos**
OBRA :	**PROJETO ABRIGADA CENTRAL BIOMASSA**		**AMOSTRA:** **A.003**
OPERADOR Rodrigo	VISTO 22/10/24	**TEOR EM ÁGUA** **NP - 84**	**Km:** **Poço 3** **FAIXA /** **COTA**

01.02

ENSAIO TEOR EM ÁGUA

Nº DA CÁPSULA		**1**	
PESO DA CÁPSULA	(g)	**750,00**	
PESO DA CÁPSULA + SOLO HUMIDO	(g)	**4459,00**	
PESO DA CÁPSULA + SOLO SECO	(g)	**4191,00**	
PESO DO SOLO SECO	(g)	**3441,00**	
PESO DA ÁGUA	(g)	**268,00**	
TEOR EM ÁGUA	**(%)**	**7,8**	

TEOR EM ÁGUA - MÉDIA	**(%)**	**7,8**

OBSERVAÇÕES :

Dir. de Obra:

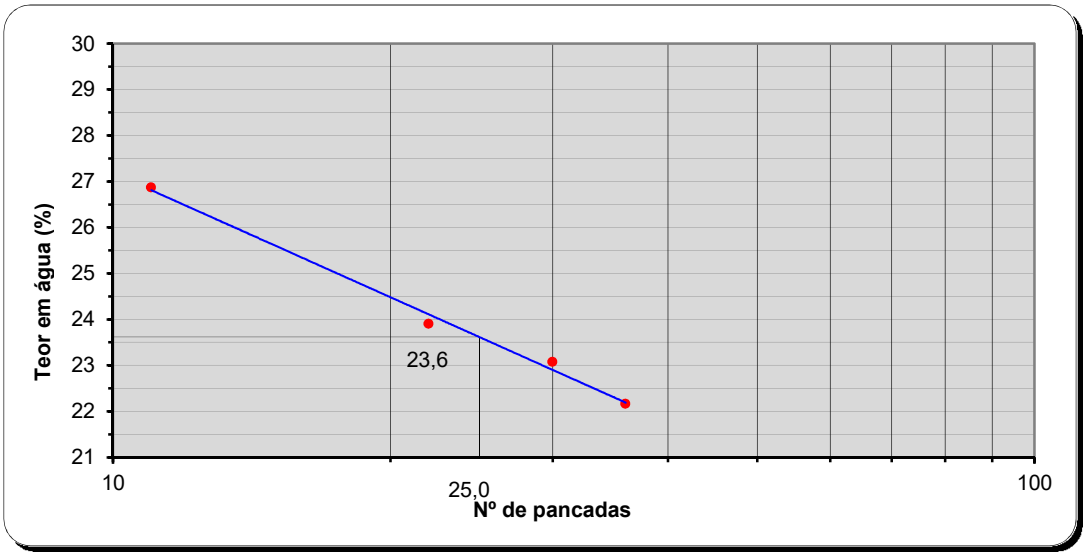
Fiscalização:

		Processo 1172LCS0312LCS	**Prospecção Geotécnica** Poço 3 Solos
OBRA :	**PROJETO ABRIGADA CENTRAL BIOMASSA**		**AMOSTRA:** A.003
OPERADOR Rodrigo	VISTO 22/10/24	**LIMITES DE CONSISTÊNCIA** NP 143 ; 1969	**Km:** Poço 3 **FAIXA / COTA**

01.05

ENSAIO DE LIMITE DE LIQUIDEZ

Cápsula Nº		1	2	3	4
Peso da cápsula	(g)	12,57	12,12	12,22	16,50
Solo humido + cápsula	(g)	46,58	43,80	40,73	47,38
Solo seco + cápsula	(g)	40,41	37,86	35,23	40,84
Peso da Água	(g)	6,17	5,94	5,50	6,54
Peso do solo seco	(g)	27,84	25,74	23,01	24,34
Teor em água	(%)	**22,2**	**23,1**	**23,9**	**26,9**
Nº de golpes		**36**	**30**	**22**	**11**



ENSAIO DE LIMITE DE PLASTICIDADE

Cápsula Nº		1	2	3	4
Peso da cápsula	(g)	13,52	10,70	11,14	10,55
Solo humido + cápsula	(g)	14,82	11,85	12,44	11,77
Solo seco + cápsula	(g)	14,65	11,70	12,28	11,62
Peso da água	(g)	0,17	0,15	0,16	0,15
Peso do solo seco	(g)	1,13	1,00	1,14	1,07
Teor em água	(%)	**15,0**	**15,0**	**14,0**	**14,0**
Teor em água - Média	(%)	**14,5**			

RESUMO	**LL (%)**	**23,7**	**LP (%)**	**14,5**	**IP**	**9,1**

OBSERVAÇÕES :

Dir. de Obra:

Fiscalização:

	Processo **1172LCS0312LCS**	**Prospecção Geotécnica** **Poço 3** **Solos**
OBRA : **PROJETO ABRIGADA CENTRAL BIOMASSA**		**AMOSTRA:** **A.003**
OPERADOR Rodrigo	VISTO 22/10/24	**PROCTOR MODIFICADO** **LNEC E 197 ; 1966**
		Km: **Poço 3** **FAIXA /** **COTA**

01.07

ENSAIO DE COMPACTAÇÃO

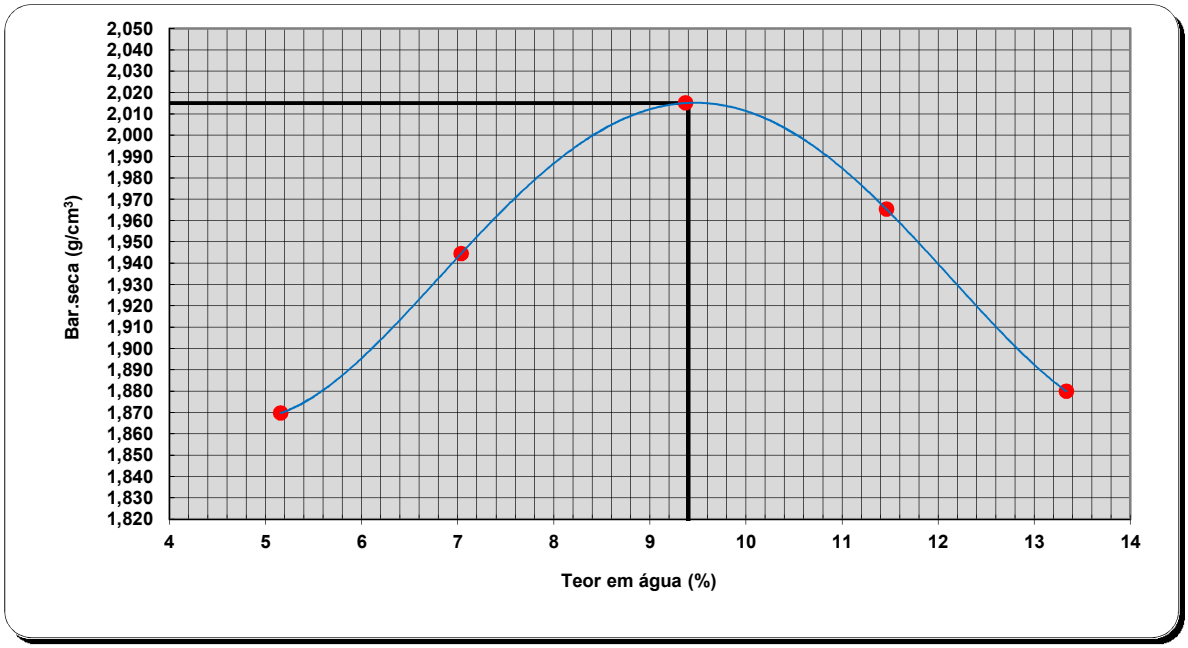
Nº camadas = **5**

Nº pancadas por camada = **55**

PESO DO MOLDE	(g)	4 969,0	4 969,0	4 969,0	4 969,0	4 969,0
VOLUME DO MOLDE	(cm^3)	2 068,0	2 068,0	2 068,0	2 068,0	2 068,0
PESO MOLDE + SOLO HÚMIDO	(g)	9 035,0	9 273,0	9 527,0	9 499,0	9 375,0
PESO DO SOLO HÚMIDO	(g)	4 066,0	4 304,0	4 558,0	4 530,0	4 406,0
BARIDADE HÚMIDA	(g/cm^3)	1,966	2,081	2,204	2,191	2,131

Nº DA CÁPSULA		**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
PESO DA CÁPSULA	(g)	469,00	472,00	451,00	458,00	457,00
CÁPSULA + SOLO HÚMIDO	(g)	1 896,00	2 115,00	1 723,00	1 800,00	2038
CÁPSULA + SOLO SECO	(g)	1 826,00	2 007,00	1 614,00	1 662,00	1852
PESO DA ÁGUA	(g)	70,00	108,00	109,00	138,00	186
PESO DO SOLO SECO	(g)	1 357,00	1 535,00	1 163,00	1 204,00	1395
TEOR EM ÁGUA	(%)	5,16	7,04	9,37	11,46	13,33

TEOR EM ÁGUA - MÉDIA	(%)	**5,2**	**7,0**	**9,4**	**11,5**	**13,3**
BARIDADE SECA	(g/cm^3)	**1,870**	**1,944**	**2,015**	**1,965**	**1,880**



gd máx.	**Baridade seca máxima =**	**2,015**	g/cm^3
gd máx.cor.	**Bar. seca máx. corrig. =**		g/cm^3

w ópt.	**Teor óptimo em água =**	**9,4**	%
w ópt.cor.	**Teor ópt. água corrig. =**		%

OBSERVAÇÕES :

Dir. de Obra:

Fiscalização:

	Processo	Prospecção Geotécnica
	1172LCS0312LCS	Poço 3
		Solos
OBRA :	**PROJETO ABRIGADA CENTRAL BIOMASSA**	**AMOSTRA: A.003**
OPERADOR: Rodrigo	VISTO: 22/10/24	**Km: Poço 3**
ENSAIO C.B.R. EMBEBIÇÃO	**LNEC E 198 ; 1967**	**FAIXA / COTA 0,0**

01.09

PARÂMETROS DO ENSAIO PROCTOR MODIFICADO EM MOLDE GRANDE : Baridade seca máxima = **2,015** g/cm³ ; Teor óptimo em água = **9,40** %

COMPACTAÇÃO

Peso do pilão = 4,54 Kg | Altura de queda = 45,7 cm | Nº camadas = 5

Molde Nº		1	2	3
Nº pancadas / camadas		**55**	**25**	**12**
Volume do molde	(cm³)	2068,0	2068,0	2068,0
Peso do molde	(g)	6126,0	6360,0	6381,0
Altura solo no molde	(mm)	113,9	113,9	113,9
Teor em água inicial	(%)	0,0	0,0	0,0
Peso do solo	(g)	5500,0	5500,0	5500,0
Água adicionada	(ml)	544,5	544,5	544,5
P. molde + solo húmido	(g)	10677,0	10732,0	10543,0
Peso solo húmido	(g)	4551,0	4372,0	4162,0
Baridade húmida	(g/cm³)	**2,201**	**2,114**	**2,013**

Molde Nº		1	2	3
Nº da cápsula		**22**	**201**	**2**
Peso cápsula	(g)	146,00	458,0	316,0
Cáps.+solo húm.	(g)	1098,00	1804,0	1735,0
Cáps.+solo seco	(g)	1018,00	1688,0	1612,0
Peso da água	(g)	80,00	116,0	123,0
Peso solo seco	(g)	872,00	1230,0	1296,0
Teor em água	(%)	9,17	9,43	9,49
Teor água médio	(%)	**9,2**	**9,4**	**9,5**
Baridade seca	(g/cm³)	**2,016**	**1,932**	**1,838**
Grau compact.	(%)	**100,0**	**95,9**	**91,2**

EMBEBIÇÃO — Sobrecarga : 7500 g

Molde Nº 1			Molde Nº 2			Molde Nº 3		
DD/MM	HH:MM	Leit(mm)	DD/MM	HH:MM	Leit(mm)	DD/MM	HH:MM	Leit(mm)
17/10	11:00	0,00	17/10	11:00	0,00	17/10	11:00	0,00
18/10	11:00	0,00	18/10	11:00	0,00	18/10	11:00	0,00
19/10	11:00	0,41	19/10	11:00	0,93	19/10	11:00	1,71
20/10	11:00	0,64	20/10	11:00	0,99	20/10	11:00	1,77
21/10	11:00	0,68	21/10	11:00	1,03	21/10	11:00	1,79

APÓS EMBEBIÇÃO				
Molde Nº		1	2	3
Altura final solo molde	(mm)	114,6	114,969	115,729
Expansão	(mm)	0,68	1,03	1,79
Expansão relativa	(%)	0,59	0,90	1,55
P.molde+solo saturado	(g)	10777	10890	10771
Peso solo saturado	(g)	4651,0	4530,0	4390,0
Peso água absorvida	(g)	100,0	158,0	228,0
Baridade Húm.a/Embeb.	(g/cm3)	**2,249**	**2,191**	**2,123**

PENETRAÇÃO — K = 101,97 | Célula de Carga **50** Kn

Molde	Nº 1		Nº 2		Nº 3	
(mm)	Kn	Kgf	Kn	Kgf	Kn	Kgf
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,5	0,3	31,6	0,3	27,5	0,1	12,2
1,0	0,6	63,2	0,5	50,0	0,2	23,5
1,5	0,9	88,7	0,7	67,3	0,3	32,6
2,0	1,1	109,1	0,8	81,6	0,4	38,7
2,5	1,2	124,4	0,9	92,8	0,4	43,8
3,0	1,4	137,7	1,0	101,0	0,5	47,9
4,0	1,6	163,2	1,1	116,2	0,5	55,1
5,0	1,8	184,6	1,3	128,5	0,6	60,2
6,0	2,0	203,9	1,4	139,7	0,6	65,3
7,5	2,3	230,5	1,5	153,0	0,7	72,4
10,0	2,6	265,1	1,7	173,3	0,8	81,6
12,5	2,9	297,8	1,9	190,7	0,9	90,8

APÓS PENETRAÇÃO				
Molde Nº		1	2	3
Nº da cápsula		**201**	**202**	**21**
Peso cápsula	(g)	458,00	457,0	427,0
Cáps.+solo húm.	(g)	1543,00	1657,0	1461,0
Cáps.+solo seco	(g)	1432,00	1519,0	1326,0
Peso da água	(g)	111,00	138,0	135,0
Peso solo seco	(g)	974,00	1062,0	899,0
Teor em água	(%)	11,40	12,99	15,02
Teor água médio	(%)	**11,4**	**13,0**	**15,0**
Baridade seca	(g/cm3)	**1,976**	**1,871**	**1,750**
Grau compact.	(%)	**98,0**	**92,9**	**86,8**

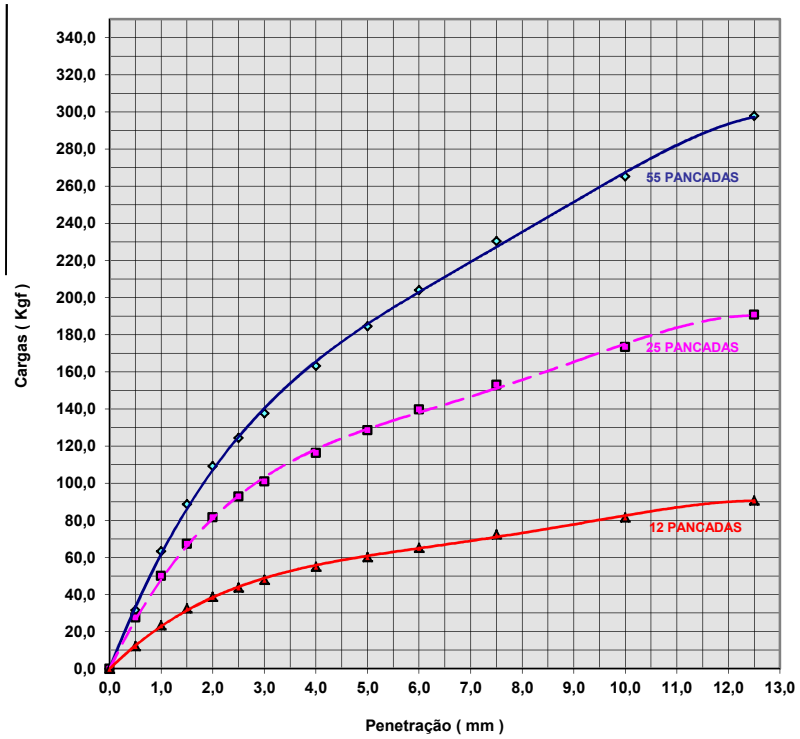
OBSERVAÇÕES :

Dir. de Obra:

Fiscalização:

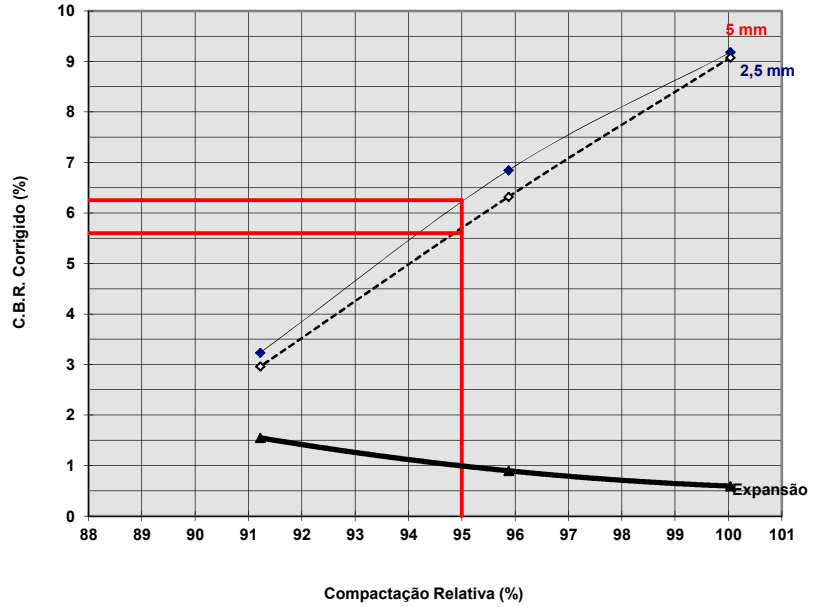
	Processo 1172LCS0312LCS	Prospecção Geotécnica Poço 3 Solos
OBRA : PROJETO ABRIGADA CENTRAL BIOMASSA		AMOSTRA: A.003
OPERADOR Rodrigo / VISTO 22/10/24	ENSAIO C.B.R. EMBEBIÇÃO - GRÁFICOS LNEC E 198 ; 1967	Km: Poço 3 FAIXA / COTA

01.09a



Molde Nº	C.B.R. 2,5mm	C.B.R. 5,0mm	Expans. Relat.%	Grau Comp.%
1	9,2	9,1	0,59	100
2	6,8	6,3	0,90	96
3	3,2	3,0	1,55	91

Molde Nº	C.B.R. corrigido 2,5mm	C.B.R. corrigido 5,0mm	Expans. Relat.%	Grau Comp.%
1	9,2	9,1	0,59	100
2	6,8	6,3	0,90	96
3	3,2	3,0	1,55	91



Exp.relat. a 95 % de compact. relativa

Expansão relativa =	1,0	%

C.B.R. para 95 % de compact. relativa

C.B.R. 2,5 mm =	6,2	%
C.B.R. 5,0 mm =	5,7	%

OBSERVAÇÕES :

Dir. de Obra:

Fiscalização:

		Processo **1172LCS0312LCS**	**Prospecção Geotécnica** **Poço 4** **Solos**
OBRA :	**PROJETO ABRIGADA CENTRAL BIOMASSA**		**AMOSTRA:** **A.004**
DATA COLHEITA 14/10/24	VISTO 22/10/24	**ENSAIOS REALIZADOS**	**Km:** **Poço 4** **FAIXA / COTA**

ENSAIOS REALIZADOS

X	01.00	- Características Geotécnicas	
X	01.01	- Análise Granulométrica	LNEC E - 239
X	01.02	- Teor em Água Natural	NP - 84
	01.03	- Equivalente de Areia	LNEC E 199
	01.04	- Azul de Metileno	NF P 94 - 068
X	01.05	- Limites de Consistência	NP 143
	01.06	- Peso Específico - Fracção > # 3/4"	NP 581
	01.07	- Ensaio Proctor Modificado	LNEC E 197
	01.08	- Ensaio Californiano de Carga - C.B.R.i (C.B.R. imediato)	LNEC E 198
	01.09	- Ensaio Californiano de Carga - C.B.R. Embebição	LNEC E 198
	01.09a	- Ensaio Californiano de Carga - C.B.R. (Gráficos)	LNEC E 198
	01.11	- Peso Especifico dos Grãos	NP 83
	01.12	- Matéria Orgânica	J. A. E. S. 9- 53

OBSERVAÇÕES :

Amostra colhida à profundidade 0,30 a 0,80 metros

Dir. de Obra:

Fiscalização:

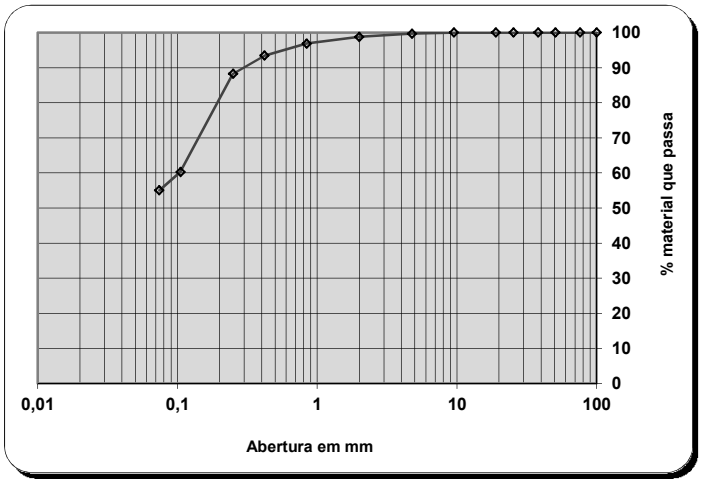
	Processo 1172LCS0312LCS	**Prospecção Geotécnica** Poço 4 Solos
OBRA : PROJETO ABRIGADA CENTRAL BIOMASSA		**AMOSTRA:** A.004
DATA COLHEITA 14/10/24 / VISTO 22/10/24	**CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS**	**Km:** Poço 4 **FAIXA / COTA** 0,0

01.00

Descrição visual da amostra : Solo amarelado siltoso

Granulometria :

#	mm	%
3"	76,1	**100,0**
2"	50,8	**100,0**
1 1/2"	38,1	**100,0**
1"	25,4	**100,0**
3/4"	19,0	**100,0**
3/8"	9,5	**100,0**
nº4	4,76	**99,7**
nº10	2,00	**98,8**
nº20	0,84	**96,9**
nº40	0,42	**93,5**
nº60	0,250	**88,3**
nº140	0,105	**60,3**
nº200	0,074	**55,1**



Equivalente de areia :	%	**Teor em água natural :**	**7,3** %
Azul de metileno :	%	**Baridade seca máxima :**	g/cm3
Limite de liquidez :	**22** %	**Teor água óptimo :**	%
Limite de plasticidade :	**14** %	**C.B.R. para 95% de C.R.:**	%
Indice de plasticidade :	**8**	**Materia orgânica :**	%

Classificação unificada (ASTM D 2487 93)

Classificação rodoviária (LNEC E 240; 1971) **A-4 (4)**

Classificação Francesa (SETRA - LCPC)

OBSERVAÇÕES : **Amostra colhida à profundidade 0,30 a 0,80 metros**

Dir. de Obra:

Fiscalização:

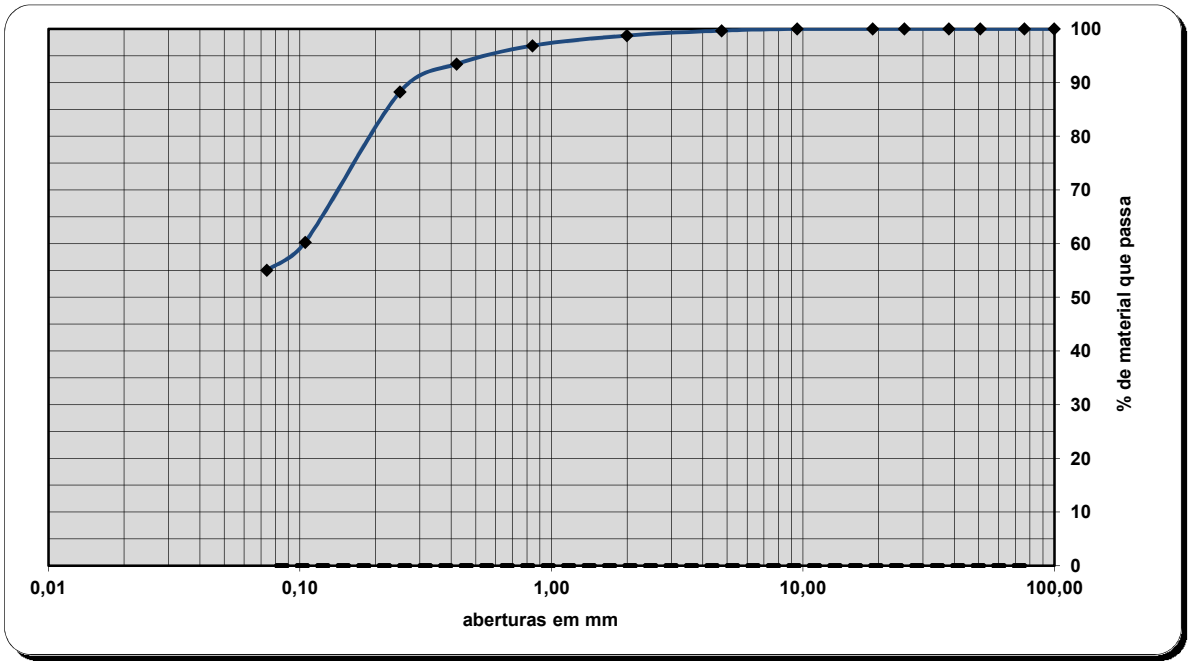
	Processo **1172LCS0312LCS**	**Prospecção Geotécnica** **Poço 4** **Solos**
OBRA :	**PROJETO ABRIGADA CENTRAL BIOMASSA**	**AMOSTRA:** **A.004**
OPERADOR Rodrigo	VISTO 22/10/24	**ANÁLISE GRANULOMÉTRICA** **LNEC E - 239**	**Km:** **Poço 4** **FAIXA /** **COTA**

01.01

CÁLCULO DA CURVA GRANULOMÉTRICA

Peso inicial da amostra	(g)	**1280,0**
Peso após lavagem	(g)	**575,2**
Perda na lavagem	(g)	**704,8**

		PENEIROS													
		3"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	3/8"	nº4	nº10	nº20	nº40	nº60	nº140	nº200	<nº200
		76,1 mm	50,8 mm	38,1 mm	25,4 mm	19,0 mm	9,51 mm	4,76 mm	2,00 mm	0,841 mm	0,420 mm	0,250 mm	0,105 mm	0,074 mm	<0,074 mm
Material retido	Peso (gr.)							4,1	12	24	44	66	358	66,8	705
	%							0,3	0,9	1,9	3,4	5,2	28,0	5,2	55,1
Material acumulado	% Retida							0,3	1,2	3,1	6,5	11,7	39,7	44,9	100,0
	% Passada	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,7	98,8	96,9	93,5	88,3	60,3	55,1	



D_{10}= D_{30}= D_{60}= 0,103

OBSERVAÇÕES :

Dir. de Obra:

Fiscalização:

	Processo **1172LCS0312LCS**	**Prospecção Geotécnica** **Poço 4** **Solos**
OBRA :	**PROJETO ABRIGADA CENTRAL BIOMASSA**	**AMOSTRA:** **A.004**
OPERADOR Rodrigo	VISTO 22/10/24	**TEOR EM ÁGUA** **NP - 84**
		Km: **Poço 4** **FAIXA /** **COTA**

01.02

ENSAIO TEOR EM ÁGUA

Nº DA CÁPSULA		**1**	
PESO DA CÁPSULA	(g)	**808,00**	
PESO DA CÁPSULA + SOLO HUMIDO	(g)	**3550,00**	
PESO DA CÁPSULA + SOLO SECO	(g)	**3364,00**	
PESO DO SOLO SECO	(g)	**2556,00**	
PESO DA ÁGUA	(g)	**186,00**	
TEOR EM ÁGUA	**(%)**	**7,3**	

TEOR EM ÁGUA - MÉDIA	**(%)**	**7,3**

OBSERVAÇÕES :

Dir. de Obra:

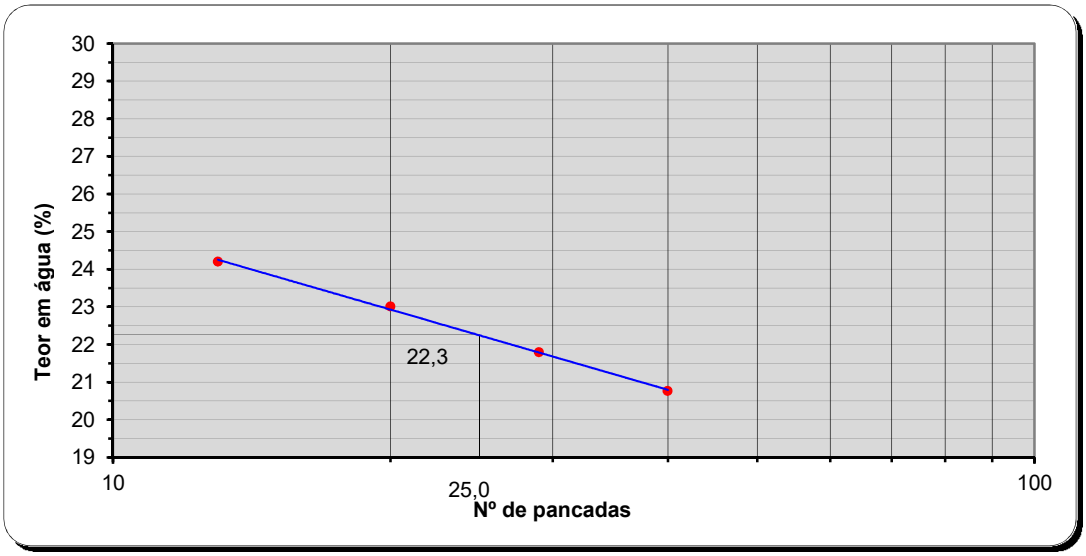
Fiscalização:

		Processo 1172LCS0312LCS	**Prospecção Geotécnica** Poço 4 Solos
OBRA :	**PROJETO ABRIGADA CENTRAL BIOMASSA**		**AMOSTRA:** A.004
OPERADOR Rodrigo	VISTO 22/10/24	**LIMITES DE CONSISTÊNCIA** NP 143 ; 1969	**Km:** Poço 4 **FAIXA / COTA**

01.05

ENSAIO DE LIMITE DE LIQUIDEZ

Cápsula Nº		1	2	3	4
Peso da cápsula	(g)	12,22	12,36	12,30	11,84
Solo humido + cápsula	(g)	47,88	57,80	49,83	50,18
Solo seco + cápsula	(g)	41,75	49,67	42,81	42,71
Peso da Água	(g)	6,13	8,13	7,02	7,47
Peso do solo seco	(g)	29,53	37,31	30,51	30,87
Teor em água	(%)	**20,8**	**21,8**	**23,0**	**24,2**
Nº de golpes		**40**	**29**	**20**	**13**



ENSAIO DE LIMITE DE PLASTICIDADE

Cápsula Nº		1	2	3	4
Peso da cápsula	(g)	13,54	10,84	10,12	11,62
Solo humido + cápsula	(g)	15,16	12,42	11,65	13,05
Solo seco + cápsula	(g)	14,96	12,23	11,46	12,88
Peso da água	(g)	0,20	0,19	0,19	0,17
Peso do solo seco	(g)	1,42	1,39	1,34	1,26
Teor em água	(%)	**14,1**	**13,7**	**14,2**	**13,5**
Teor em água - Média	(%)	**13,9**			

RESUMO	**LL (%)**	**22,2**	**LP (%)**	**13,9**	**IP**	**8,4**

OBSERVAÇÕES :

Dir. de Obra:

Fiscalização:

	Processo **1172LCS0312LCS**	**Prospecção Geotécnica** **Poço 5** **Solos**
OBRA : **PROJETO ABRIGADA CENTRAL BIOMASSA**		**AMOSTRA:** **A.005**
DATA COLHEITA 14/10/24 / VISTO 22/10/24	**ENSAIOS REALIZADOS**	**Km:** **Poço 5** **FAIXA /** **COTA**

ENSAIOS REALIZADOS

X	01.00	- Características Geotécnicas	
X	01.01	- Análise Granulométrica	LNEC E - 239
X	01.02	- Teor em Água Natural	NP - 84
	01.03	- Equivalente de Areia	LNEC E 199
	01.04	- Azul de Metileno	NF P 94 - 068
X	01.05	- Limites de Consistência	NP 143
	01.06	- Peso Específico - Fracção > # 3/4"	NP 581
	01.07	- Ensaio Proctor Modificado	LNEC E 197
	01.08	- Ensaio Californiano de Carga - C.B.R.i (C.B.R. imediato)	LNEC E 198
	01.09	- Ensaio Californiano de Carga - C.B.R. Embebição	LNEC E 198
	01.09a	- Ensaio Californiano de Carga - C.B.R. (Gráficos)	LNEC E 198
	01.11	- Peso Especifico dos Grãos	NP 83
	01.12	- Matéria Orgânica	J. A. E. S. 9- 53

OBSERVAÇÕES :

Amostra colhida à profundidade 1,10 a 1,70 metros

Dir. de Obra:

Fiscalização:

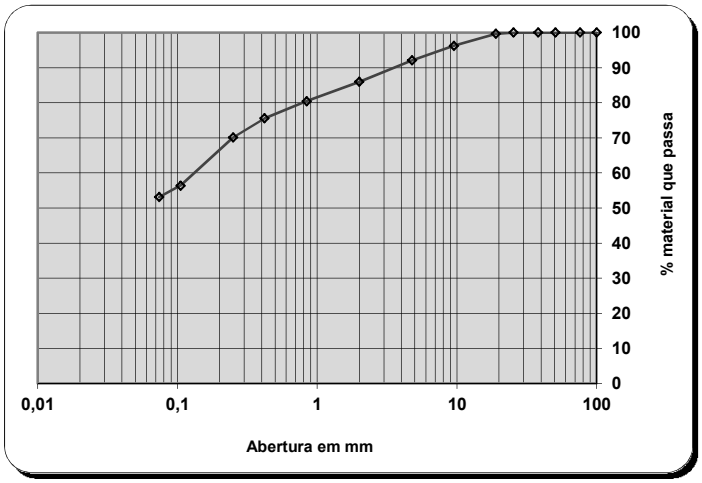
	Processo **1172LCS0312LCS**	**Prospecção Geotécnica** **Poço 5** **Solos**
OBRA : **PROJETO ABRIGADA CENTRAL BIOMASSA**		**AMOSTRA:** **A.005**
DATA COLHEITA 14/10/24 / VISTO 22/10/24	**CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS**	**Km:** **Poço 5** **FAIXA / COTA** **0,0**

01.00

Descrição visual da amostra : **Solo esbranquiçado / acastanhado silto-argiloso**

Granulometria :

#	mm	%
3"	76,1	**100,0**
2"	50,8	**100,0**
1 1/2"	38,1	**100,0**
1"	25,4	**100,0**
3/4"	19,0	**99,6**
3/8"	9,5	**96,2**
nº4	4,76	**92,1**
nº10	2,00	**85,9**
nº20	0,84	**80,4**
nº40	0,42	**75,6**
nº60	0,250	**70,1**
nº140	0,105	**56,4**
nº200	0,074	**53,1**



Equivalente de areia :	%	**Teor em água natural :**	**8,1** %
Azul de metileno :	%	**Baridade seca máxima :**	g/cm3
Limite de liquidez :	**26** %	**Teor água óptimo :**	%
Limite de plasticidade :	**16** %	**C.B.R. para 95% de C.R.:**	%
Indice de plasticidade :	**10**	**Materia orgânica :**	%

Classificação unificada (ASTM D 2487 93)

Classificação rodoviária (LNEC E 240; 1971) **A-4 (4)**

Classificação Francesa (SETRA - LCPC)

OBSERVAÇÕES : **Amostra colhida à profundidade 1,10 a 1,70 metros**

Dir. de Obra:

Fiscalização:

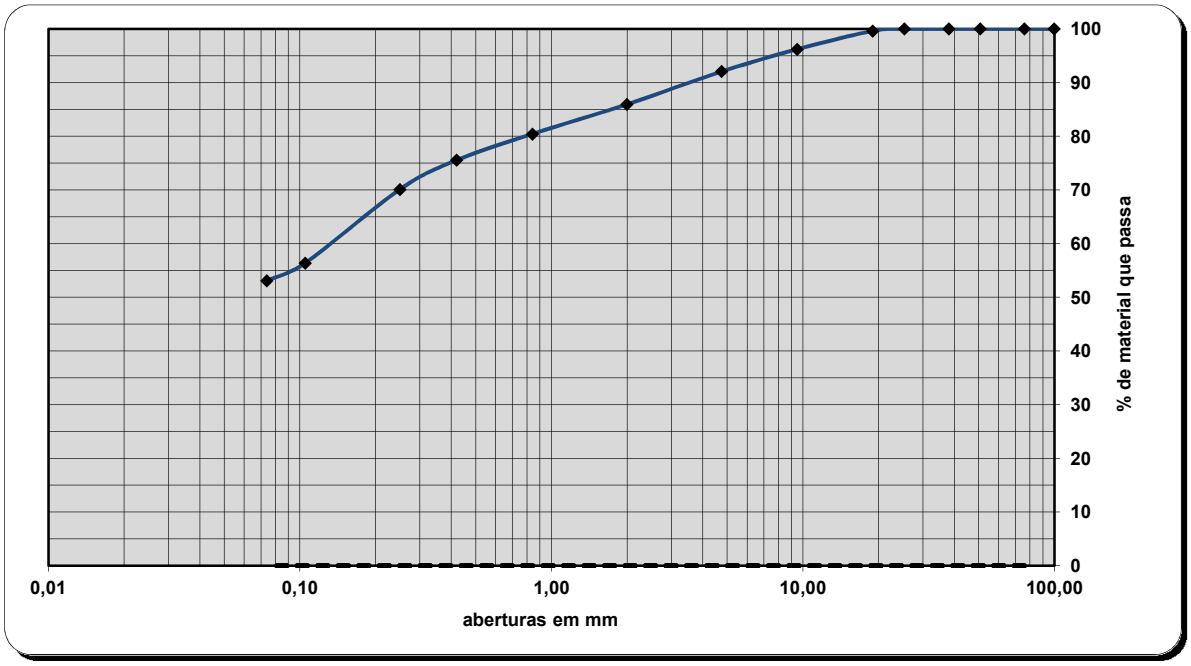
		Processo **1172LCS0312LCS**	**Prospecção Geotécnica** **Poço 5** **Solos**
OBRA :	**PROJETO ABRIGADA CENTRAL BIOMASSA**		**AMOSTRA:** **A.005**
OPERADOR Rodrigo	VISTO 22/10/24	**ANÁLISE GRANULOMÉTRICA** **LNEC E - 239**	**Km:** **Poço 5** **FAIXA /** **COTA**

01.01

CÁLCULO DA CURVA GRANULOMÉTRICA

Peso inicial da amostra	(g)	**3120,0**
Peso após lavagem	(g)	**1462,9**
Perda na lavagem	(g)	**1657,1**

		PENEIROS													
		3"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	3/8"	nº4	nº10	nº20	nº40	nº60	nº140	nº200	<nº200
		76,1 mm	50,8 mm	38,1 mm	25,4 mm	19,0 mm	9,51 mm	4,76 mm	2,00 mm	0,841 mm	0,420 mm	0,250 mm	0,105 mm	0,074 mm	<0,074 mm
Material retido	Peso (gr.)					11,3	107	129,5	191	172	152	170	429	102,0	1657
	%					0,4	3,4	4,2	6,1	5,5	4,9	5,4	13,7	3,3	53,1
Material acumulado	% Retida					0,4	3,8	7,9	14,1	19,6	24,4	29,9	43,6	46,9	100,0
	% Passada	100,0	100,0	100,0	100,0	99,6	96,2	92,1	85,9	80,4	75,6	70,1	56,4	53,1	0,0



D_{10}= D_{30}= D_{60}= 0,132

OBSERVAÇÕES :

Dir. de Obra:

Fiscalização:

	Processo **1172LCS0312LCS**	**Prospecção Geotécnica** **Poço 5** **Solos**
OBRA :	**PROJETO ABRIGADA CENTRAL BIOMASSA**	**AMOSTRA:** **A.005**
OPERADOR Rodrigo	VISTO 22/10/24	**TEOR EM ÁGUA** **NP - 84**
		Km: **Poço 5** **FAIXA /** **COTA**

01.02

ENSAIO TEOR EM ÁGUA

Nº DA CÁPSULA		**1**	
PESO DA CÁPSULA	(g)	**584,00**	
PESO DA CÁPSULA + SOLO HUMIDO	(g)	**3957,00**	
PESO DA CÁPSULA + SOLO SECO	(g)	**3704,00**	
PESO DO SOLO SECO	(g)	**3120,00**	
PESO DA ÁGUA	(g)	**253,00**	
TEOR EM ÁGUA	**(%)**	**8,1**	

TEOR EM ÁGUA - MÉDIA	**(%)**	**8,1**

OBSERVAÇÕES :

Dir. de Obra:

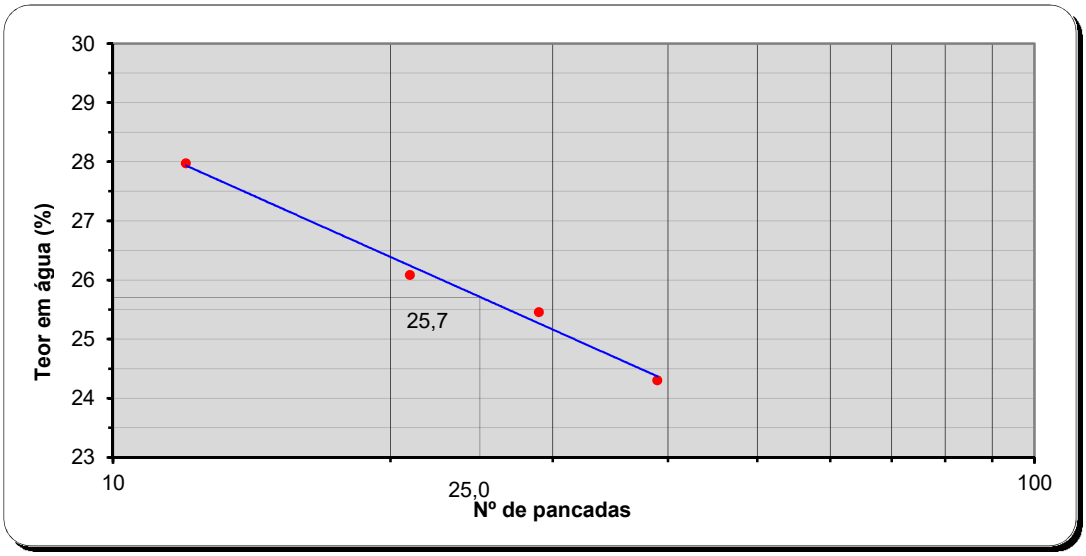
Fiscalização:

		Processo 1172LCS0312LCS	**Prospecção Geotécnica** Poço 5 Solos
OBRA :	**PROJETO ABRIGADA CENTRAL BIOMASSA**		**AMOSTRA:** A.005
OPERADOR Rodrigo	VISTO 22/10/24	**LIMITES DE CONSISTÊNCIA** NP 143 ; 1969	**Km:** Poço 5 **FAIXA / COTA**

01.05

ENSAIO DE LIMITE DE LIQUIDEZ

Cápsula Nº		1	2	3	4
Peso da cápsula	(g)	16,76	12,56	12,05	12,35
Solo humido + cápsula	(g)	50,62	52,09	49,03	47,67
Solo seco + cápsula	(g)	44,00	44,07	41,38	39,95
Peso da Água	(g)	6,62	8,02	7,65	7,72
Peso do solo seco	(g)	27,24	31,51	29,33	27,60
Teor em água	(%)	**24,3**	**25,5**	**26,1**	**28,0**
Nº de golpes		**39**	**29**	**21**	**12**



ENSAIO DE LIMITE DE PLASTICIDADE

Cápsula Nº		1	2	3	4
Peso da cápsula	(g)	14,12	10,51	14,21	16,49
Solo humido + cápsula	(g)	15,67	11,92	15,73	18,03
Solo seco + cápsula	(g)	15,46	11,73	15,52	17,82
Peso da água	(g)	0,21	0,19	0,21	0,21
Peso do solo seco	(g)	1,34	1,22	1,31	1,33
Teor em água	(%)	**15,7**	**15,6**	**16,0**	**15,8**
Teor em água - Média	(%)	**15,8**			

RESUMO	**LL (%)**	**25,7**	**LP (%)**	**15,8**	**IP**	**9,9**

OBSERVAÇÕES :

Dir. de Obra:

Fiscalização:

		Processo **1172LCS0312LCS**	**Prospecção Geotécnica** **Poço 6** **Solos**
OBRA :	**PROJETO ABRIGADA CENTRAL BIOMASSA**		**AMOSTRA:** **A.006**
DATA COLHEITA 14/10/24	VISTO 22/10/24	**ENSAIOS REALIZADOS**	**Km:** **Poço 6** **FAIXA /** **COTA**

ENSAIOS REALIZADOS

X	01.00	- Características Geotécnicas	
X	01.01	- Análise Granulométrica	LNEC E - 239
X	01.02	- Teor em Água Natural	NP - 84
	01.03	- Equivalente de Areia	LNEC E 199
	01.04	- Azul de Metileno	NF P 94 - 068
X	01.05	- Limites de Consistência	NP 143
	01.06	- Peso Específico - Fracção > # 3/4"	NP 581
X	01.07	- Ensaio Proctor Modificado	LNEC E 197
	01.08	- Ensaio Californiano de Carga - C.B.R.i (C.B.R. imediato)	LNEC E 198
X	01.09	- Ensaio Californiano de Carga - C.B.R. Embebição	LNEC E 198
X	01.09a	- Ensaio Californiano de Carga - C.B.R. (Gráficos)	LNEC E 198
	01.11	- Peso Especifico dos Grãos	NP 83
	01.12	- Matéria Orgânica	J. A. E. S. 9- 53

OBSERVAÇÕES :

Amostra colhida à profundidade 0,20 a 1,80 metros

Dir. de Obra:

Fiscalização:

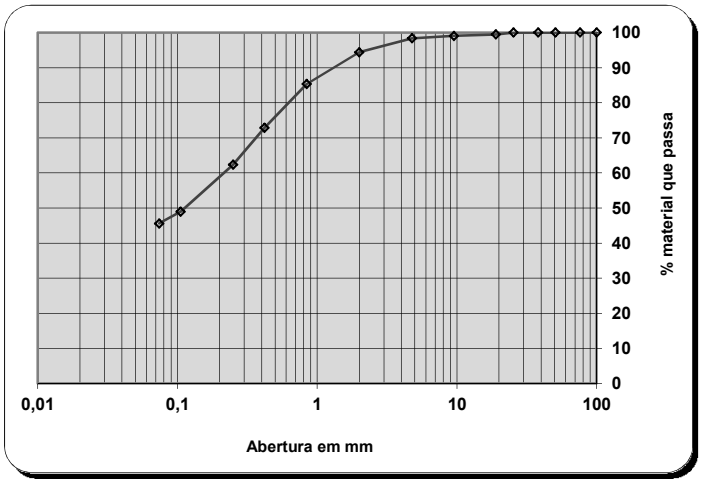
	Processo 1172LCS0312LCS	**Prospecção Geotécnica** Poço 6 Solos
OBRA : PROJETO ABRIGADA CENTRAL BIOMASSA		**AMOSTRA:** A.006
DATA COLHEITA 14/10/24 / VISTO 22/10/24	**CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS**	**Km:** Poço 6 **FAIXA / COTA** 0,0

01.00

Descrição visual da amostra : Solo amarelado siltoso

Granulometria :

#	mm	%
3"	76,1	**100,0**
2"	50,8	**100,0**
1 1/2"	38,1	**100,0**
1"	25,4	**100,0**
3/4"	19,0	**99,5**
3/8"	9,5	**99,0**
nº4	4,76	**98,4**
nº10	2,00	**94,4**
nº20	0,84	**85,3**
nº40	0,42	**72,9**
nº60	0,250	**62,3**
nº140	0,105	**49,0**
nº200	0,074	**45,6**



Equivalente de areia :	%	**Teor em água natural :**	**6,1** %
Azul de metileno :	%	**Baridade seca máxima :**	**2,030** g/cm3
Limite de liquidez :	**23** %	**Teor água óptimo :**	**9,3** %
Limite de plasticidade :	**16** %	**C.B.R. para 95% de C.R.:**	**6** %
Indice de plasticidade :	**7**	**Materia orgânica :**	%

Classificação unificada (ASTM D 2487 93)

Classificação rodoviária (LNEC E 240; 1971) **A-4 (2)**

Classificação Francesa (SETRA - LCPC)

OBSERVAÇÕES : **Amostra colhida à profundidade 0,20 a 1,80 metros**

Dir. de Obra:

Fiscalização:

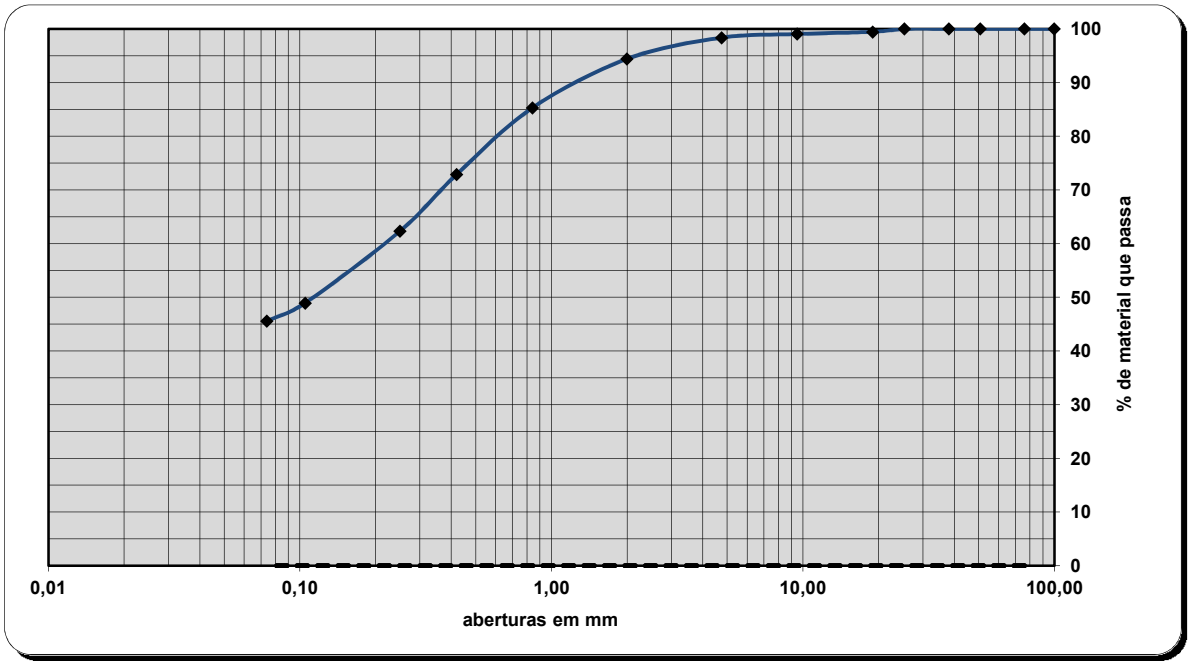
		Processo **1172LCS0312LCS**	**Prospecção Geotécnica** **Poço 6** **Solos**
OBRA :	**PROJETO ABRIGADA CENTRAL BIOMASSA**		**AMOSTRA:** **A.006**
OPERADOR Rodrigo	VISTO 22/10/24	**ANÁLISE GRANULOMÉTRICA** **LNEC E - 239**	**Km:** **Poço 6** **FAIXA / COTA**

01.01

CÁLCULO DA CURVA GRANULOMÉTRICA

Peso inicial da amostra	(g)	**3175,0**
Peso após lavagem	(g)	**1727,2**
Perda na lavagem	(g)	**1447,8**

		PENEIROS													
		3"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	3/8"	nº4	nº10	nº20	nº40	nº60	nº140	nº200	<nº200
		76,1 mm	50,8 mm	38,1 mm	25,4 mm	19,0 mm	9,51 mm	4,76 mm	2,00 mm	0,841 mm	0,420 mm	0,250 mm	0,105 mm	0,074 mm	<0,074 mm
Material retido	Peso (gr.)					17,1	13	21,5	126	289	394	336	425	106,4	1448
	%					0,5	0,4	0,7	4,0	9,1	12,4	10,6	13,4	3,4	45,6
Material acumulado	% Retida					0,5	1,0	1,6	5,6	14,7	27,1	37,7	51,0	54,4	100,0
	% Passada	100,0	100,0	100,0	100,0	99,5	99,0	98,4	94,4	85,3	72,9	62,3	49,0	45,6	



D_{10}= | D_{30}= | D_{60}= 0,215

OBSERVAÇÕES :

Dir. de Obra:

Fiscalização:

		Processo **1172LCS0312LCS**	**Prospecção Geotécnica** **Poço 6** **Solos**
OBRA :	**PROJETO ABRIGADA CENTRAL BIOMASSA**		**AMOSTRA:** **A.006**
OPERADOR Rodrigo	VISTO 22/10/24	**TEOR EM ÁGUA** **NP - 84**	**Km:** **Poço 6** **FAIXA /** **COTA**

01.02

ENSAIO TEOR EM ÁGUA

Nº DA CÁPSULA		**1**	
PESO DA CÁPSULA	(g)	**594,00**	
PESO DA CÁPSULA + SOLO HUMIDO	(g)	**3954,00**	
PESO DA CÁPSULA + SOLO SECO	(g)	**3761,00**	
PESO DO SOLO SECO	(g)	**3167,00**	
PESO DA ÁGUA	(g)	**193,00**	
TEOR EM ÁGUA	**(%)**	**6,1**	

TEOR EM ÁGUA - MÉDIA	**(%)**	**6,1**

OBSERVAÇÕES :

Dir. de Obra:

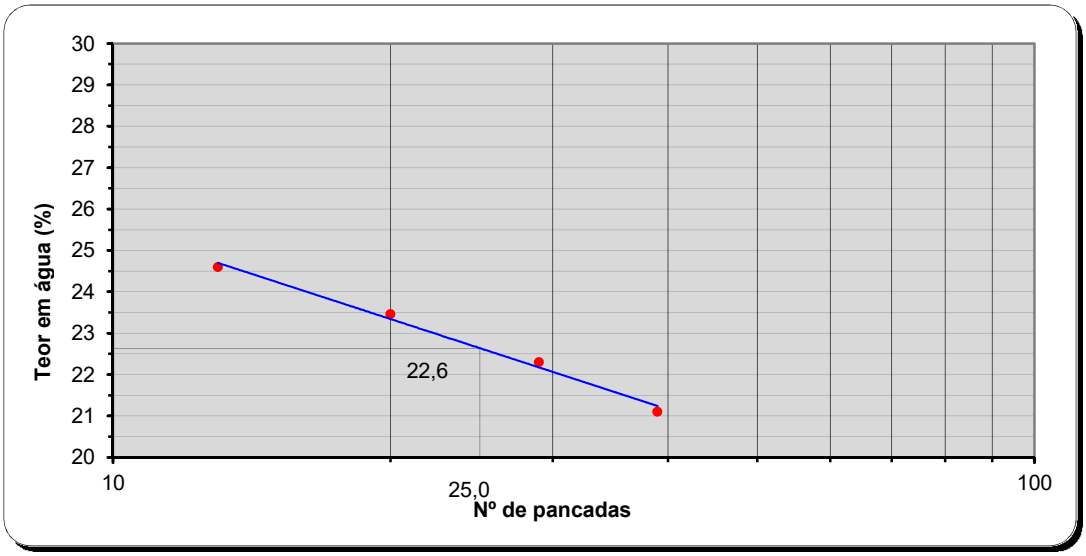
Fiscalização:

		Processo **1172LCS0312LCS**	**Prospecção Geotécnica** **Poço 6** **Solos**
OBRA :	**PROJETO ABRIGADA CENTRAL BIOMASSA**		**AMOSTRA:** **A.006**
OPERADOR Rodrigo	VISTO 22/10/24	**LIMITES DE CONSISTÊNCIA** **NP 143 ; 1969**	**Km:** **Poço 6** **FAIXA /** **COTA**

01.05

ENSAIO DE LIMITE DE LIQUIDEZ

Cápsula Nº		**1**	**2**	**3**	**4**
Peso da cápsula	(g)	11,83	12,07	12,45	12,71
Solo humido + cápsula	(g)	53,67	48,43	53,66	51,67
Solo seco + cápsula	(g)	46,38	41,80	45,83	43,98
Peso da Água	(g)	7,29	6,63	7,83	7,69
Peso do solo seco	(g)	34,55	29,73	33,38	31,27
Teor em água	(%)	**21,1**	**22,3**	**23,5**	**24,6**
Nº de golpes		**39**	**29**	**20**	**13**



ENSAIO DE LIMITE DE PLASTICIDADE

Cápsula Nº		**1**	**2**	**3**	**4**
Peso da cápsula	(g)	10,84	13,55	11,13	10,12
Solo humido + cápsula	(g)	12,64	15,40	13,13	11,98
Solo seco + cápsula	(g)	12,40	15,14	12,86	11,73
Peso da água	(g)	0,24	0,26	0,27	0,25
Peso do solo seco	(g)	1,56	1,59	1,73	1,61
Teor em água	(%)	**15,4**	**16,4**	**15,6**	**15,5**
Teor em água - Média	(%)	**15,7**			

RESUMO	**LL (%)**	**22,6**	**LP (%)**	**15,7**	**IP**	**6,9**

OBSERVAÇÕES :

Dir. de Obra:

Fiscalização:

	Processo **1172LCS0312LCS**	**Prospecção Geotécnica** **Poço 6** **Solos**
OBRA : **PROJETO ABRIGADA CENTRAL BIOMASSA**		**AMOSTRA:** **A.006**
OPERADOR Rodrigo	VISTO 22/10/24	**PROCTOR MODIFICADO** **LNEC E 197 ; 1966**
		Km: **Poço 6** **FAIXA /** **COTA**

01.07

ENSAIO DE COMPACTAÇÃO

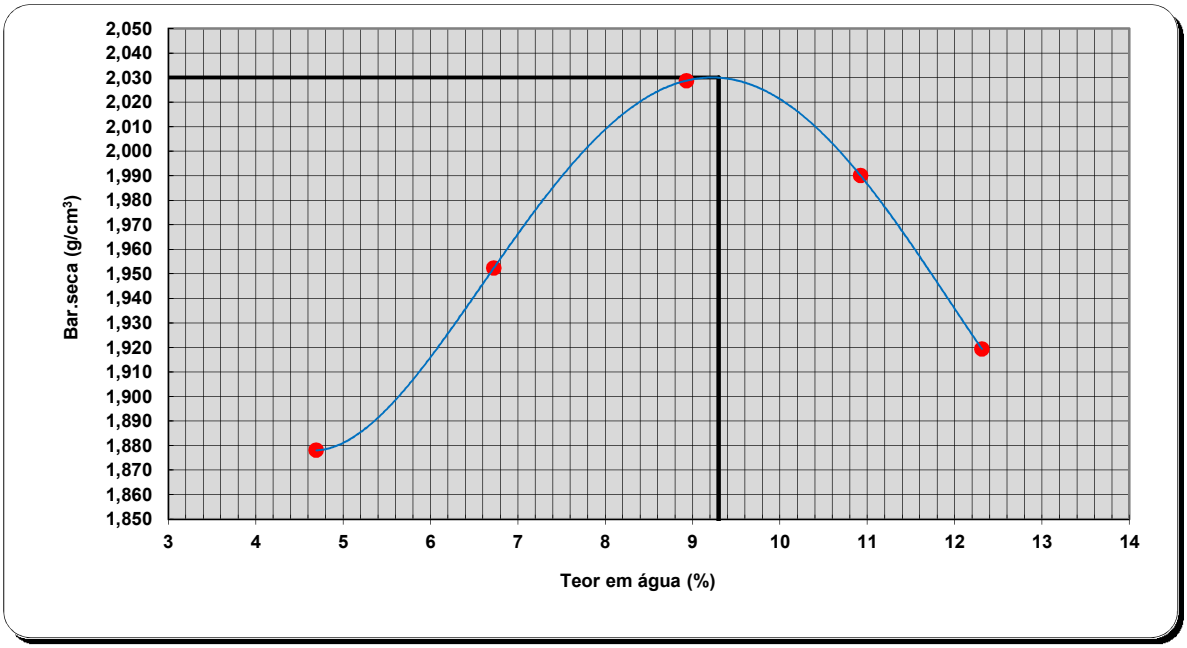
Nº camadas = **5**

Nº pancadas por camada = **55**

PESO DO MOLDE	(g)	4 969,0	4 969,0	4 969,0	4 969,0	4 969,0
VOLUME DO MOLDE	(cm^3)	2 068,0	2 068,0	2 068,0	2 068,0	2 068,0
PESO MOLDE + SOLO HÚMIDO	(g)	9 035,0	9 278,0	9 539,0	9 534,0	9 427,0
PESO DO SOLO HÚMIDO	(g)	4 066,0	4 309,0	4 570,0	4 565,0	4 458,0
BARIDADE HÚMIDA	(g/cm^3)	1,966	2,084	2,210	2,207	2,156

Nº DA CÁPSULA		**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
PESO DA CÁPSULA	(g)	451,00	497,00	145,00	493,00	473,00
CÁPSULA + SOLO HÚMIDO	(g)	1 968,00	2 052,00	1 548,00	2 067,00	1896
CÁPSULA + SOLO SECO	(g)	1 900,00	1 954,00	1 433,00	1 912,00	1740
PESO DA ÁGUA	(g)	68,00	98,00	115,00	155,00	156
PESO DO SOLO SECO	(g)	1 449,00	1 457,00	1 288,00	1 419,00	1267
TEOR EM ÁGUA	(%)	4,69	6,73	8,93	10,92	12,31

TEOR EM ÁGUA - MÉDIA	(%)	**4,7**	**6,7**	**8,9**	**10,9**	**12,3**
BARIDADE SECA	(g/cm^3)	**1,878**	**1,952**	**2,029**	**1,990**	**1,919**



gd máx.	**Baridade seca máxima =**	**2,030**	g/cm^3
gd máx.cor.	**Bar. seca máx. corrig. =**		g/cm^3

w ópt.	**Teor óptimo em água =**	**9,3**	%
w ópt.cor.	**Teor ópt. água corrig. =**		%

OBSERVAÇÕES :

Dir. de Obra:

Fiscalização:

	Processo 1172LCS0312LCS	Prospecção Geotécnica Poço 6 Solos
OBRA :	**PROJETO ABRIGADA CENTRAL BIOMASSA**	**AMOSTRA: A.006**
OPERADOR Rodrigo	VISTO 22/10/24	**ENSAIO C.B.R. EMBEBIÇÃO** **LNEC E 198 ; 1967**
		Km: Poço 6 **FAIXA 0,0** **/ COTA**

01.09

PARÂMETROS DO ENSAIO PROCTOR MODIFICADO EM MOLDE GRANDE : Baridade seca máxima = **2,030** g/cm³ ; Teor óptimo em água = **9,30** %

COMPACTAÇÃO

Peso do pilão = 4,54 Kg | Altura de queda = 45,7 cm | Nº camadas = 5

Molde Nº		1	2	3
Nº pancadas / camadas		**55**	**25**	**12**
Volume do molde	(cm³)	2068,0	2068,0	2068,0
Peso do molde	(g)	6430,0	6460,0	6298,0
Altura solo no molde	(mm)	113,9	113,9	113,9
Teor em água inicial	(%)	0,0	0,0	0,0
Peso do solo	(g)	5500,0	5500,0	5500,0
Água adicionada	(ml)	539,0	539,0	539,0
P. molde + solo húmido	(g)	11003,0	10846,0	10433,0
Peso solo húmido	(g)	4573,0	4386,0	4135,0
Baridade húmida	(g/cm³)	**2,211**	**2,121**	**2,000**

Molde Nº		1	2	3
Nº da cápsula		**4**	**203**	**202**
Peso cápsula	(g)	451,00	473,0	457,0
Cáps.+solo húm.	(g)	1442,00	1663,0	1838,0
Cáps.+solo seco	(g)	1355,00	1556,0	1717,0
Peso da água	(g)	87,00	107,0	121,0
Peso solo seco	(g)	904,00	1083,0	1260,0
Teor em água	(%)	9,62	9,88	9,60
Teor água médio	(%)	**9,6**	**9,9**	**9,6**
Baridade seca	(g/cm³)	**2,017**	**1,930**	**1,824**
Grau compact.	(%)	**99,4**	**95,1**	**89,9**

EMBEBIÇÃO Sobrecarga : 7500 g

Molde Nº 1			Molde Nº 2			Molde Nº 3		
DD/MM	HH:MM	Leit(mm)	DD/MM	HH:MM	Leit(mm)	DD/MM	HH:MM	Leit(mm)
17/10	11:00	0,00	17/10	11:00	0,00	17/10	11:00	0,00
18/10	11:00	0,00	18/10	11:00	0,00	18/10	11:00	0,00
19/10	11:00	0,35	19/10	11:00	0,72	19/10	11:00	0,80
20/10	11:00	0,44	20/10	11:00	0,78	20/10	11:00	1,45
21/10	11:00	0,46	21/10	11:00	0,80	21/10	11:00	1,58

APÓS EMBEBIÇÃO				
Molde Nº		1	2	3
Altura final solo molde	(mm)	114,4	114,739	115,519
Expansão	(mm)	0,46	0,80	1,58
Expansão relativa	(%)	0,40	0,70	1,37
P.molde+solo saturado	(g)	11104	11000	10662
Peso solo saturado	(g)	4674,0	4540,0	4364,0
Peso água absorvida	(g)	101,0	154,0	229,0
Baridade Húm.a/Embeb.	(g/cm3)	**2,260**	**2,195**	**2,110**

PENETRAÇÃO K = 101,97 | Célula de Carga **50** Kn

Molde	Nº 1		Nº 2		Nº 3	
(mm)	Kn	Kgf	Kn	Kgf	Kn	Kgf
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,5	0,3	28,6	0,2	24,5	0,1	14,3
1,0	0,6	58,1	0,5	47,9	0,2	23,5
1,5	0,8	82,6	0,6	65,3	0,3	30,6
2,0	1,0	99,9	0,7	73,4	0,3	34,7
2,5	1,1	116,2	0,8	85,7	0,4	37,7
3,0	1,3	129,5	0,9	92,8	0,4	40,8
4,0	1,5	150,9	1,0	106,0	0,4	44,9
5,0	1,7	171,3	1,1	115,2	0,5	47,9
6,0	1,8	187,6	1,2	123,4	0,5	51,0
7,5	2,1	210,1	1,3	135,6	0,5	55,1
10,0	2,4	241,7	1,5	151,9	0,6	61,2
12,5	2,6	269,2	1,6	166,2	0,7	67,3

APÓS PENETRAÇÃO				
Molde Nº		1	2	3
Nº da cápsula		**17**	**203**	**2**
Peso cápsula	(g)	468,00	473,0	315,0
Cáps.+solo húm.	(g)	1426,00	1466,0	1707,0
Cáps.+solo seco	(g)	1327,00	1355,0	1533,0
Peso da água	(g)	99,00	111,0	174,0
Peso solo seco	(g)	859,00	882,0	1218,0
Teor em água	(%)	11,53	12,59	14,29
Teor água médio	(%)	**11,5**	**12,6**	**14,3**
Baridade seca	(g/cm3)	**1,983**	**1,884**	**1,750**
Grau compact.	(%)	**97,7**	**92,8**	**86,2**

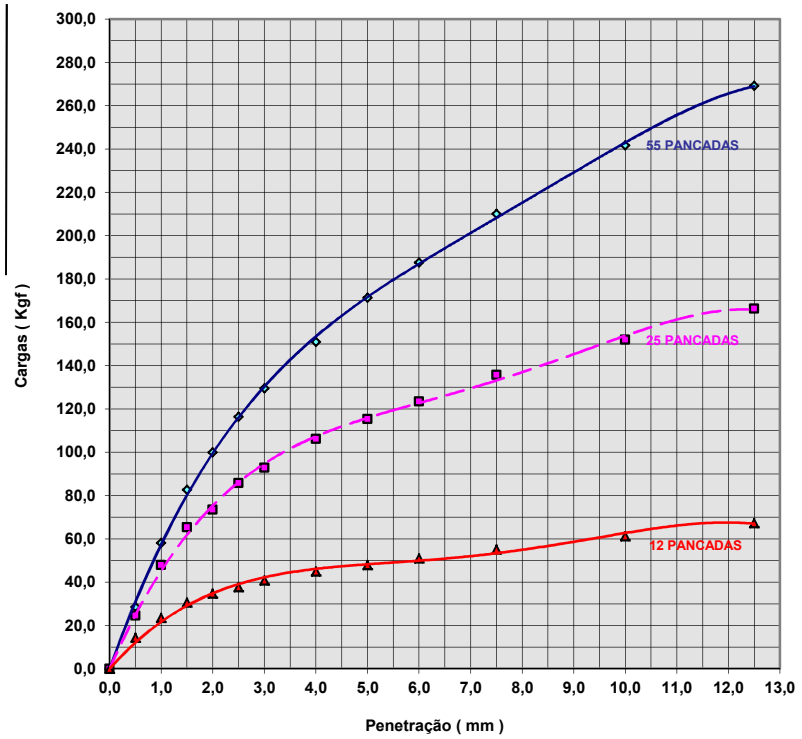
OBSERVAÇÕES :

Dir. de Obra:

Fiscalização:

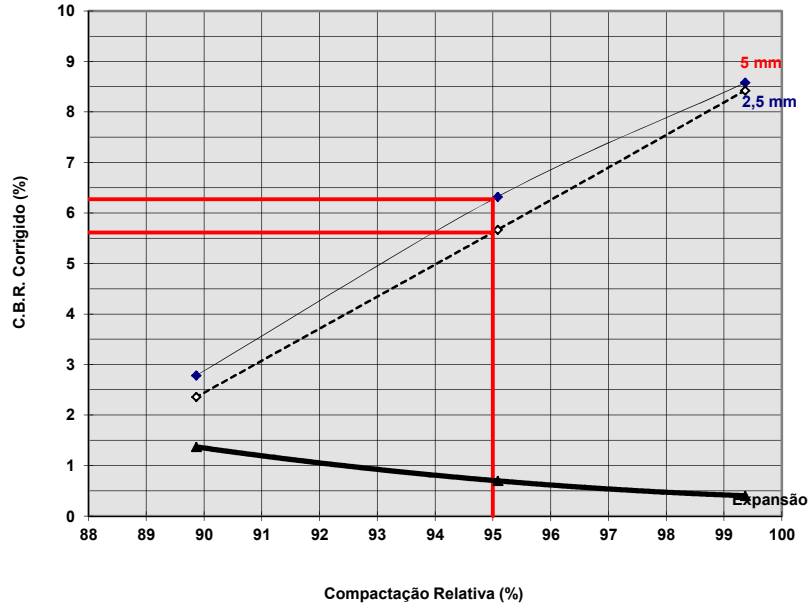
	Processo **1172LCS0312LCS**	**Prospecção Geotécnica** **Poço 6** **Solos**
OBRA : **PROJETO ABRIGADA CENTRAL BIOMASSA**		**AMOSTRA:** **A.006**
OPERADOR Rodrigo	VISTO 22/10/24	**ENSAIO C.B.R. EMBEBIÇÃO - GRÁFICOS** **LNEC E 198 ; 1967**
		Km: **Poço 6** **FAIXA /** **COTA**

01.09a



Molde Nº	C.B.R. 2,5mm	C.B.R. 5,0mm	Expans. Relat.%	Grau Comp.%
1	8,6	8,4	0,40	99
2	6,3	5,7	0,70	95
3	2,8	2,4	1,37	90

Molde Nº	C.B.R. corrigido 2,5mm	C.B.R. corrigido 5,0mm	Expans. Relat.%	Grau Comp.%
1	8,6	8,4	0,40	99
2	6,3	5,7	0,70	95
3	2,8	2,4	1,37	90



Exp.relat. a 95 % de compact. relativa

Expansão relativa =	**0,7**	%

C.B.R. para 95 % de compact. relativa

C.B.R. 2,5 mm =	**6,3**	%
C.B.R. 5,0 mm =	**5,6**	%

OBSERVAÇÕES :

Dir. de Obra:

Fiscalização:

	Processo **1172LCS0312LCS**	**Prospecção Geotécnica** **Poço 7** **Solos**
OBRA : **PROJETO ABRIGADA CENTRAL BIOMASSA**		**AMOSTRA:** **A.007**
DATA COLHEITA 14/10/24	VISTO 22/10/24	**ENSAIOS REALIZADOS**
		Km: **Poço 7** **FAIXA /** **COTA**

ENSAIOS REALIZADOS

X	01.00	- Características Geotécnicas	
X	01.01	- Análise Granulométrica	LNEC E - 239
X	01.02	- Teor em Água Natural	NP - 84
	01.03	- Equivalente de Areia	LNEC E 199
	01.04	- Azul de Metileno	NF P 94 - 068
X	01.05	- Limites de Consistência	NP 143
	01.06	- Peso Específico - Fracção > # 3/4"	NP 581
	01.07	- Ensaio Proctor Modificado	LNEC E 197
	01.08	- Ensaio Californiano de Carga - C.B.R.i (C.B.R. imediato)	LNEC E 198
	01.09	- Ensaio Californiano de Carga - C.B.R. Embebição	LNEC E 198
	01.09a	- Ensaio Californiano de Carga - C.B.R. (Gráficos)	LNEC E 198
	01.11	- Peso Especifico dos Grãos	NP 83
	01.12	- Matéria Orgânica	J. A. E. S. 9- 53

OBSERVAÇÕES :

Amostra colhida à profundidade 0,80 a 1,20 metros

Dir. de Obra:

Fiscalização:

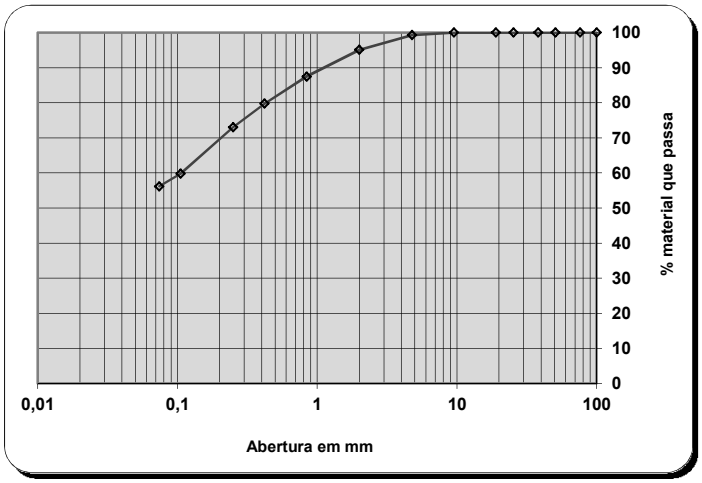
	Processo **1172LCS0312LCS**	**Prospecção Geotécnica** **Poço 7** **Solos**
OBRA : **PROJETO ABRIGADA CENTRAL BIOMASSA**		**AMOSTRA:** **A.007**
DATA COLHEITA 14/10/24 / VISTO 22/10/24	**CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS**	**Km:** **Poço 7** **FAIXA / COTA** **0,0**

01.00

Descrição visual da amostra : **Solo esbranquiçado silto-argiloso**

Granulometria :

#	mm	%
3"	76,1	**100,0**
2"	50,8	**100,0**
1 1/2"	38,1	**100,0**
1"	25,4	**100,0**
3/4"	19,0	**100,0**
3/8"	9,5	**100,0**
nº4	4,76	**99,3**
nº10	2,00	**95,1**
nº20	0,84	**87,5**
nº40	0,42	**79,7**
nº60	0,250	**73,0**
nº140	0,105	**59,8**
nº200	0,074	**56,2**



Equivalente de areia :	%	**Teor em água natural :**	**9,2** %
Azul de metileno :	%	**Baridade seca máxima :**	g/cm3
Limite de liquidez :	**30** %	**Teor água óptimo :**	%
Limite de plasticidade :	**18** %	**C.B.R. para 95% de C.R.:**	%
Indice de plasticidade :	**11**	**Materia orgânica :**	%

Classificação unificada (ASTM D 2487 93)

Classificação rodoviária (LNEC E 240; 1971) **A-6 (5)**

Classificação Francesa (SETRA - LCPC)

OBSERVAÇÕES : **Amostra colhida à profundidade 0,80 a 1,20 metros**

Dir. de Obra:

Fiscalização:

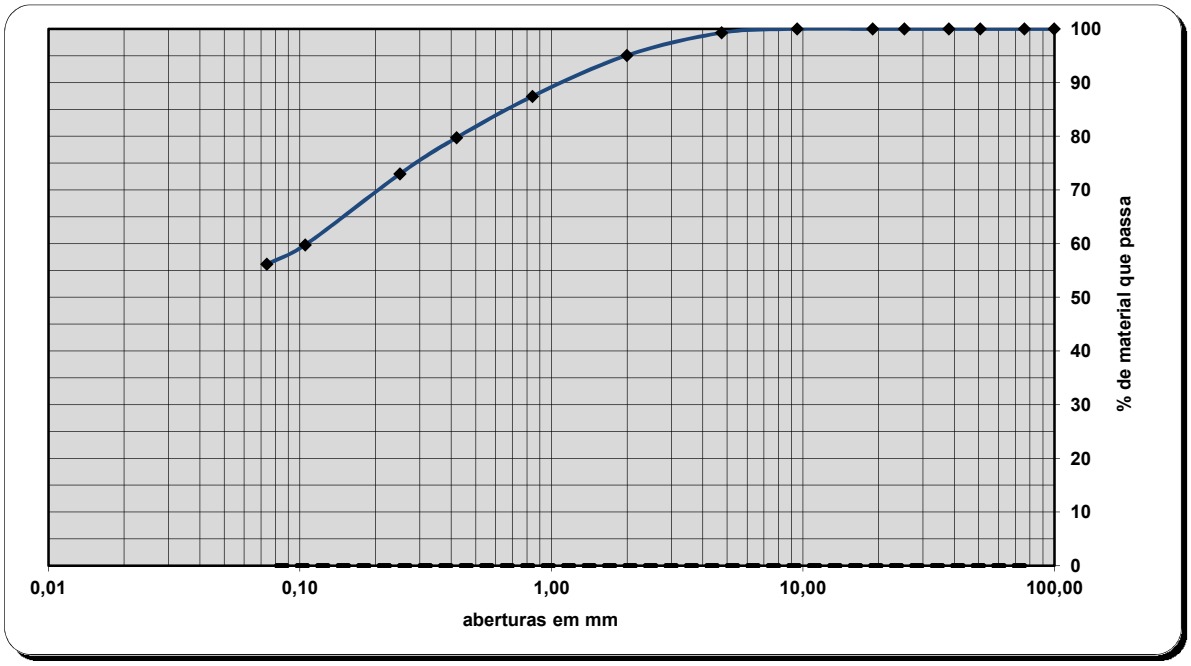
		Processo **1172LCS0312LCS**	**Prospecção Geotécnica** **Poço 7** **Solos**
OBRA :	**PROJETO ABRIGADA CENTRAL BIOMASSA**		**AMOSTRA:** **A.007**
OPERADOR Rodrigo	VISTO 22/10/24	**ANÁLISE GRANULOMÉTRICA** **LNEC E - 239**	**Km:** **Poço 7** **FAIXA / COTA**

01.01

CÁLCULO DA CURVA GRANULOMÉTRICA

Peso inicial da amostra	(g)	**1399,0**
Peso após lavagem	(g)	**613,1**
Perda na lavagem	(g)	**785,9**

		PENEIROS													
		3"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	3/8"	nº4	nº10	nº20	nº40	nº60	nº140	nº200	<nº200
		76,1 mm	50,8 mm	38,1 mm	25,4 mm	19,0 mm	9,51 mm	4,76 mm	2,00 mm	0,841 mm	0,420 mm	0,250 mm	0,105 mm	0,074 mm	<0,074 mm
Material retido	Peso (gr.)							9,9	59	107	108	94	185	50,3	786
	%							0,7	4,2	7,6	7,7	6,7	13,2	3,6	56,2
Material acumulado	% Retida							0,7	4,9	12,5	20,3	27,0	40,2	43,8	100,0
	% Passada	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,3	95,1	87,5	79,7	73,0	59,8	56,2	



D_{10}= D_{30}= D_{60}= 0,107

OBSERVAÇÕES :

Dir. de Obra:

Fiscalização:

		Processo **1172LCS0312LCS**	**Prospecção Geotécnica** **Poço 7** **Solos**
OBRA :	**PROJETO ABRIGADA CENTRAL BIOMASSA**		**AMOSTRA:** **A.007**
OPERADOR Rodrigo	VISTO 22/10/24	**TEOR EM ÁGUA** **NP - 84**	**Km:** **Poço 7** **FAIXA /** **COTA**

01.02

ENSAIO TEOR EM ÁGUA

Nº DA CÁPSULA		**1**	
PESO DA CÁPSULA	(g)	**601,00**	
PESO DA CÁPSULA + SOLO HUMIDO	(g)	**3700,00**	
PESO DA CÁPSULA + SOLO SECO	(g)	**3438,00**	
PESO DO SOLO SECO	(g)	**2837,00**	
PESO DA ÁGUA	(g)	**262,00**	
TEOR EM ÁGUA	**(%)**	**9,2**	

TEOR EM ÁGUA - MÉDIA	**(%)**	**9,2**

OBSERVAÇÕES :

Dir. de Obra:

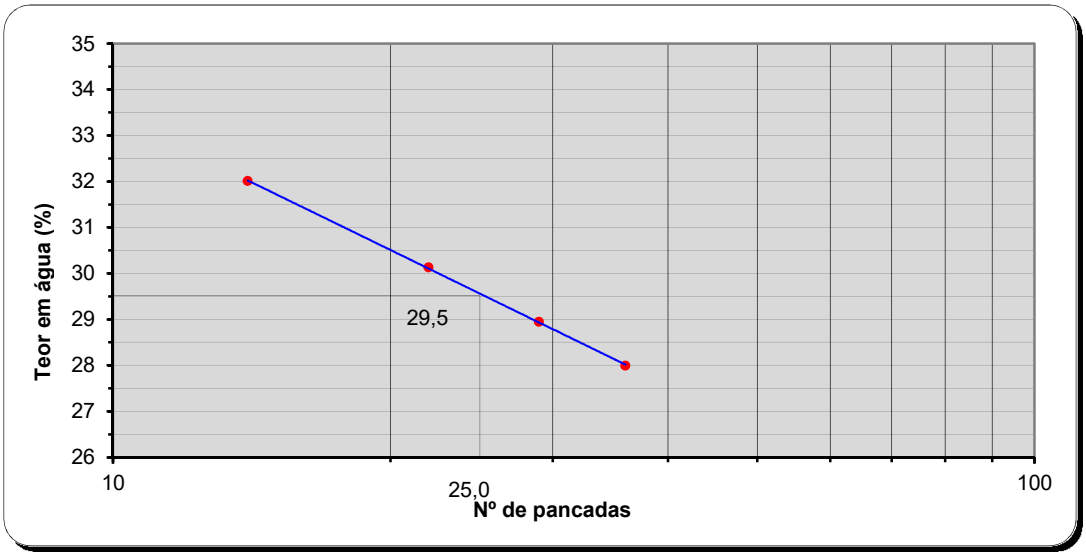
Fiscalização:

		Processo 1172LCS0312LCS	**Prospecção Geotécnica** Poço 7 Solos
OBRA :	**PROJETO ABRIGADA CENTRAL BIOMASSA**		**AMOSTRA:** A.007
OPERADOR Rodrigo	VISTO 22/10/24	**LIMITES DE CONSISTÊNCIA** NP 143 ; 1969	**Km:** Poço 7 **FAIXA / COTA**

01.05

ENSAIO DE LIMITE DE LIQUIDEZ

Cápsula Nº		1	2	3	4
Peso da cápsula	(g)	12,01	12,42	12,06	11,22
Solo humido + cápsula	(g)	42,92	37,01	48,04	40,05
Solo seco + cápsula	(g)	36,16	31,49	39,71	33,06
Peso da Água	(g)	6,76	5,52	8,33	6,99
Peso do solo seco	(g)	24,15	19,07	27,65	21,84
Teor em água	(%)	**28,0**	**28,9**	**30,1**	**32,0**
Nº de golpes		**36**	**29**	**22**	**14**



ENSAIO DE LIMITE DE PLASTICIDADE

Cápsula Nº		1	2	3	4
Peso da cápsula	(g)	10,41	11,56	13,52	10,69
Solo humido + cápsula	(g)	11,72	13,14	15,02	12,23
Solo seco + cápsula	(g)	11,52	12,90	14,79	11,99
Peso da água	(g)	0,20	0,24	0,23	0,24
Peso do solo seco	(g)	1,11	1,34	1,27	1,30
Teor em água	(%)	**18,0**	**17,9**	**18,1**	**18,5**
Teor em água - Média	(%)	**18,1**			

RESUMO	**LL (%)**	**29,6**	**LP (%)**	**18,1**	**IP**	**11,4**

OBSERVAÇÕES :

Dir. de Obra:

Fiscalização:

		Processo **1172LCS0312LCS**	**Prospecção Geotécnica** **Poço 8** **Solos**
OBRA :	**PROJETO ABRIGADA CENTRAL BIOMASSA**		**AMOSTRA:** **A.008**
DATA COLHEITA 14/10/24	VISTO 22/10/24	**ENSAIOS REALIZADOS**	**Km:** **Poço 8** **FAIXA /** **COTA**

ENSAIOS REALIZADOS

X	01.00	- Características Geotécnicas	
X	01.01	- Análise Granulométrica	LNEC E - 239
X	01.02	- Teor em Água Natural	NP - 84
	01.03	- Equivalente de Areia	LNEC E 199
	01.04	- Azul de Metileno	NF P 94 - 068
X	01.05	- Limites de Consistência	NP 143
	01.06	- Peso Específico - Fracção > # 3/4"	NP 581
X	01.07	- Ensaio Proctor Modificado	LNEC E 197
	01.08	- Ensaio Californiano de Carga - C.B.R.i (C.B.R. imediato)	LNEC E 198
X	01.09	- Ensaio Californiano de Carga - C.B.R. Embebição	LNEC E 198
X	01.09a	- Ensaio Californiano de Carga - C.B.R. (Gráficos)	LNEC E 198
	01.11	- Peso Especifico dos Grãos	NP 83
	01.12	- Matéria Orgânica	J. A. E. S. 9- 53

OBSERVAÇÕES :

Amostra colhida à profundidade 0,80 a 1,20 metros

Dir. de Obra:

Fiscalização:

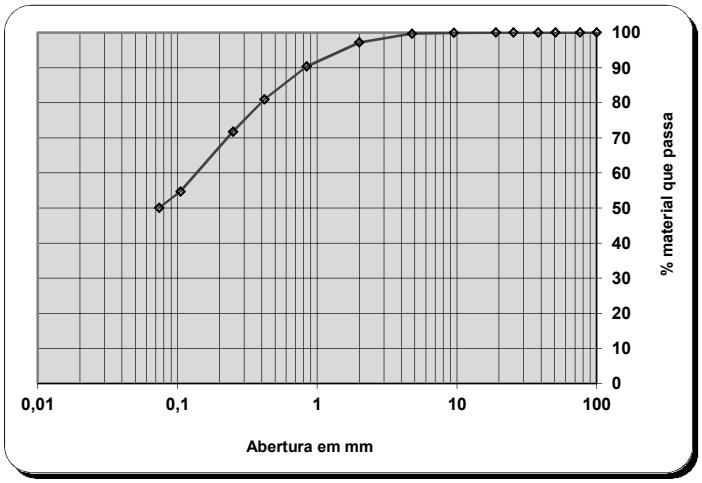
	Processo 1172LCS0312LCS	**Prospecção Geotécnica** Poço 8 Solos
OBRA : PROJETO ABRIGADA CENTRAL BIOMASSA		**AMOSTRA:** A.008
DATA COLHEITA 14/10/24 / VISTO 22/10/24	**CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS**	**Km:** Poço 8 **FAIXA / COTA** 0,0

01.00

Descrição visual da amostra : Solo acastanhado silto-argiloso

Granulometria :

#	mm	%
3"	76,1	**100,0**
2"	50,8	**100,0**
1 1/2"	38,1	**100,0**
1"	25,4	**100,0**
3/4"	19,0	**100,0**
3/8"	9,5	**99,9**
nº4	4,76	**99,7**
nº10	2,00	**97,2**
nº20	0,84	**90,3**
nº40	0,42	**81,0**
nº60	0,250	**71,8**
nº140	0,105	**54,7**
nº200	0,074	**50,1**



Equivalente de areia :	%	**Teor em água natural :**	**7,6** %
Azul de metileno :	%	**Baridade seca máxima :**	**2,050** g/cm3
Limite de liquidez :	**26** %	**Teor água óptimo :**	**8,9** %
Limite de plasticidade :	**16** %	**C.B.R. para 95% de C.R.:**	**8** %
Indice de plasticidade :	**10**	**Materia orgânica :**	%

Classificação unificada (ASTM D 2487 93)

Classificação rodoviária (LNEC E 240; 1971) **A-4 (3)**

Classificação Francesa (SETRA - LCPC)

OBSERVAÇÕES : **Amostra colhida à profundidade 0,80 a 1,20 metros**

Dir. de Obra:

Fiscalização:

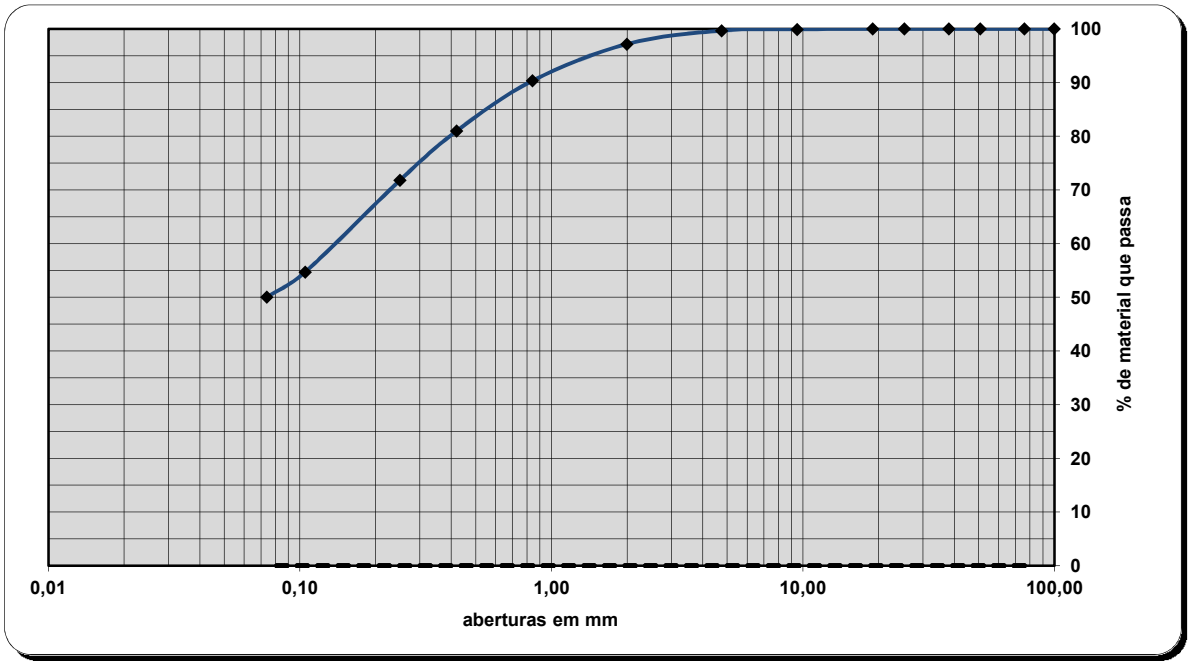
		Processo **1172LCS0312LCS**	**Prospecção Geotécnica** **Poço 8** **Solos**
OBRA :	**PROJETO ABRIGADA CENTRAL BIOMASSA**		**AMOSTRA:** **A.008**
OPERADOR Rodrigo	VISTO 22/10/24	**ANÁLISE GRANULOMÉTRICA** **LNEC E - 239**	**Km:** **Poço 8** **FAIXA / COTA**

01.01

CÁLCULO DA CURVA GRANULOMÉTRICA

Peso inicial da amostra	(g)	**2735,0**
Peso após lavagem	(g)	**1365,2**
Perda na lavagem	(g)	**1369,8**

		PENEIROS													
		3"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	3/8"	nº4	nº10	nº20	nº40	nº60	nº140	nº200	<nº200
		76,1 mm	50,8 mm	38,1 mm	25,4 mm	19,0 mm	9,51 mm	4,76 mm	2,00 mm	0,841 mm	0,420 mm	0,250 mm	0,105 mm	0,074 mm	<0,074 mm
Material retido	Peso (gr.)						2	6,5	68	187	256	251	468	126,6	1370
	%						0,1	0,2	2,5	6,8	9,4	9,2	17,1	4,6	50,1
Material acumulado	% Retida						0,1	0,3	2,8	9,7	19,0	28,2	45,3	49,9	100,0
	% Passada	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,9	99,7	97,2	90,3	81,0	71,8	54,7	50,1	0,0



D_{10}= | D_{30}= | D_{60}= 0,137

OBSERVAÇÕES :

Dir. de Obra:

Fiscalização:

		Processo **1172LCS0312LCS**	**Prospecção Geotécnica** **Poço 8** **Solos**
OBRA :	**PROJETO ABRIGADA CENTRAL BIOMASSA**		**AMOSTRA:** **A.008**
OPERADOR Rodrigo	VISTO 22/10/24	**TEOR EM ÁGUA** **NP - 84**	**Km:** **Poço 8** **FAIXA /** **COTA**

01.02

ENSAIO TEOR EM ÁGUA

Nº DA CÁPSULA		**1**	
PESO DA CÁPSULA	(g)	**641,00**	
PESO DA CÁPSULA + SOLO HUMIDO	(g)	**3581,00**	
PESO DA CÁPSULA + SOLO SECO	(g)	**3373,00**	
PESO DO SOLO SECO	(g)	**2732,00**	
PESO DA ÁGUA	(g)	**208,00**	
TEOR EM ÁGUA	**(%)**	**7,6**	

TEOR EM ÁGUA - MÉDIA	**(%)**	**7,6**

OBSERVAÇÕES :

Dir. de Obra:

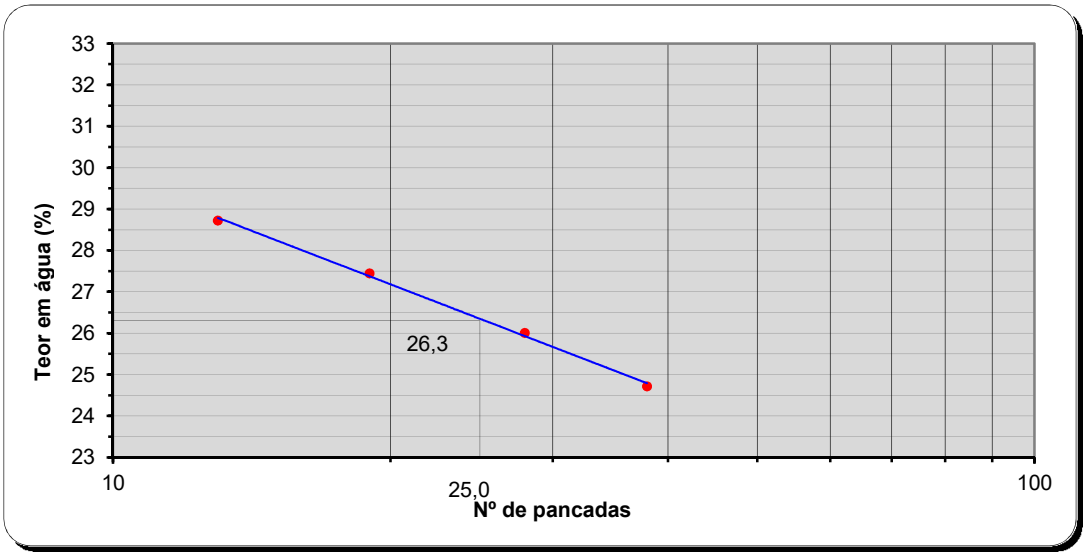
Fiscalização:

		Processo 1172LCS0312LCS	**Prospecção Geotécnica** Poço 8 Solos
OBRA :	**PROJETO ABRIGADA CENTRAL BIOMASSA**		**AMOSTRA:** A.008
OPERADOR Rodrigo	VISTO 22/10/24	**LIMITES DE CONSISTÊNCIA** NP 143 ; 1969	**Km:** Poço 8 **FAIXA / COTA**

01.05

ENSAIO DE LIMITE DE LIQUIDEZ

Cápsula Nº		1	2	3	4
Peso da cápsula	(g)	12,23	12,25	12,35	12,40
Solo humido + cápsula	(g)	38,93	42,73	41,84	45,97
Solo seco + cápsula	(g)	33,64	36,44	35,49	38,48
Peso da Água	(g)	5,29	6,29	6,35	7,49
Peso do solo seco	(g)	21,41	24,19	23,14	26,08
Teor em água	(%)	**24,7**	**26,0**	**27,4**	**28,7**
Nº de golpes		**38**	**28**	**19**	**13**



ENSAIO DE LIMITE DE PLASTICIDADE

Cápsula Nº		1	2	3	4
Peso da cápsula	(g)	11,62	10,51	14,12	14,20
Solo humido + cápsula	(g)	12,91	11,74	15,20	15,41
Solo seco + cápsula	(g)	12,73	11,57	15,05	15,24
Peso da água	(g)	0,18	0,17	0,15	0,17
Peso do solo seco	(g)	1,11	1,06	0,93	1,04
Teor em água	(%)	**16,2**	**16,0**	**16,1**	**16,3**
Teor em água - Média	(%)	**16,2**			

RESUMO	**LL (%)**	**26,4**	**LP (%)**	**16,2**	**IP**	**10,2**

OBSERVAÇÕES :

Dir. de Obra:

Fiscalização:

	Processo **1172LCS0312LCS**	**Prospecção Geotécnica** **Poço 8** **Solos**
OBRA : **PROJETO ABRIGADA CENTRAL BIOMASSA**		**AMOSTRA:** **A.008**
OPERADOR Rodrigo	VISTO 22/10/24	**PROCTOR MODIFICADO** **LNEC E 197 ; 1966**
		Km: **Poço 8** **FAIXA /** **COTA**

01.07

ENSAIO DE COMPACTAÇÃO

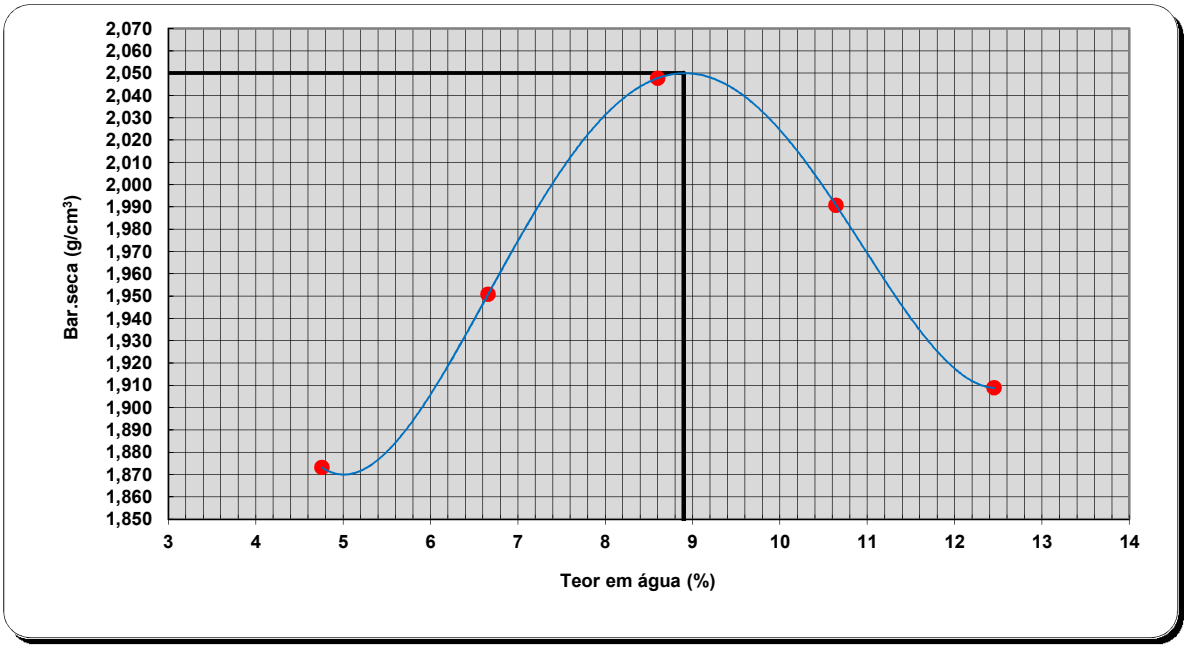
Nº camadas = **5**

Nº pancadas por camada = **55**

PESO DO MOLDE	(g)	4 969,0	4 969,0	4 969,0	4 969,0	4 969,0
VOLUME DO MOLDE	(cm^3)	2 068,0	2 068,0	2 068,0	2 068,0	2 068,0
PESO MOLDE + SOLO HÚMIDO	(g)	9 027,0	9 272,0	9 568,0	9 524,0	9 408,0
PESO DO SOLO HÚMIDO	(g)	4 058,0	4 303,0	4 599,0	4 555,0	4 439,0
BARIDADE HÚMIDA	(g/cm^3)	1,962	2,081	2,224	2,203	2,147

Nº DA CÁPSULA		**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
PESO DA CÁPSULA	(g)	262,00	468,00	189,00	450,00	590,00
CÁPSULA + SOLO HÚMIDO	(g)	1 847,00	1 637,00	1 199,00	1 604,00	2315
CÁPSULA + SOLO SECO	(g)	1 775,00	1 564,00	1 119,00	1 493,00	2124
PESO DA ÁGUA	(g)	72,00	73,00	80,00	111,00	191
PESO DO SOLO SECO	(g)	1 513,00	1 096,00	930,00	1 043,00	1534
TEOR EM ÁGUA	(%)	4,76	6,66	8,60	10,64	12,45

TEOR EM ÁGUA - MÉDIA	(%)	**4,8**	**6,7**	**8,6**	**10,6**	**12,5**
BARIDADE SECA	(g/cm^3)	**1,873**	**1,951**	**2,048**	**1,991**	**1,909**



gd máx.	**Baridade seca máxima =**	**2,050**	g/cm^3
gd máx.cor.	**Bar. seca máx. corrig. =**		g/cm^3

w ópt.	**Teor óptimo em água =**	**8,9**	%
w ópt.cor.	**Teor ópt. água corrig. =**		%

OBSERVAÇÕES :

Dir. de Obra:

Fiscalização:

	Processo	Prospecção Geotécnica
	1172LCS0312LCS	Poço 8
		Solos
OBRA :	**PROJETO ABRIGADA CENTRAL BIOMASSA**	**AMOSTRA: A.008**
OPERADOR: Rodrigo	VISTO: 22/10/24	**Km: Poço 8**
ENSAIO C.B.R. EMBEBIÇÃO	**LNEC E 198 ; 1967**	**FAIXA / COTA: 0,0**

01.09

PARÂMETROS DO ENSAIO PROCTOR MODIFICADO EM MOLDE GRANDE : Baridade seca máxima = **2,050** g/cm³ ; Teor óptimo em água = **8,90** %

COMPACTAÇÃO

Peso do pilão = 4,54 Kg | Altura de queda = 45,7 cm | Nº camadas = 5

Molde Nº		1	2	3
Nº pancadas / camadas		**55**	**25**	**12**
Volume do molde	(cm³)	2068,0	2068,0	2068,0
Peso do molde	(g)	6423,0	6485,0	6411,0
Altura solo no molde	(mm)	113,9	113,9	113,9
Teor em água inicial	(%)	0,0	0,0	0,0
Peso do solo	(g)	5500,0	5500,0	5500,0
Água adicionada	(ml)	517,0	517,0	517,0
P. molde + solo húmido	(g)	11016,0	10935,0	10524,0
Peso solo húmido	(g)	4593,0	4450,0	4113,0
Baridade húmida	(g/cm³)	**2,221**	**2,152**	**1,989**

Molde Nº		1	2	3
Nº da cápsula		**22**	**202**	**21**
Peso cápsula	(g)	145,00	457,0	427,0
Cáps.+solo húm.	(g)	1186,00	1613,0	1975,0
Cáps.+solo seco	(g)	1102,00	1520,0	1849,0
Peso da água	(g)	84,00	93,0	126,0
Peso solo seco	(g)	957,00	1063,0	1422,0
Teor em água	(%)	8,78	8,75	8,86
Teor água médio	(%)	**8,8**	**8,7**	**8,9**
Baridade seca	(g/cm³)	**2,042**	**1,979**	**1,827**
Grau compact.	(%)	**99,6**	**96,5**	**89,1**

EMBEBIÇÃO — Sobrecarga : 7500 g

Molde Nº 1			Molde Nº 2			Molde Nº 3		
DD/MM	HH:MM	Leit(mm)	DD/MM	HH:MM	Leit(mm)	DD/MM	HH:MM	Leit(mm)
17/10	11:00	0,00	17/10	11:00	0,00	17/10	11:00	0,00
18/10	11:00	0,00	18/10	11:00	0,00	18/10	11:00	0,00
19/10	11:00	0,42	19/10	11:00	0,72	19/10	11:00	0,74
20/10	11:00	0,57	20/10	11:00	0,78	20/10	11:00	0,82
21/10	11:00	0,60	21/10	11:00	0,82	21/10	11:00	0,85

APÓS EMBEBIÇÃO				
Molde Nº		1	2	3
Altura final solo molde	(mm)	114,5	114,759	114,789
Expansão	(mm)	0,60	0,82	0,85
Expansão relativa	(%)	0,52	0,71	0,74
P.molde+solo saturado	(g)	11113	11097	10767
Peso solo saturado	(g)	4690,0	4612,0	4356,0
Peso água absorvida	(g)	97,0	162,0	243,0
Baridade Húm.a/Embeb.	(g/cm3)	**2,268**	**2,230**	**2,106**

PENETRAÇÃO — K = 101,97 | Célula de Carga **50** Kn

Molde	Nº 1		Nº 2		Nº 3	
(mm)	Kn	Kgf	Kn	Kgf	Kn	Kgf
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,5	0,3	30,6	0,3	28,6	0,1	11,2
1,0	0,7	71,4	0,6	60,2	0,2	23,5
1,5	1,0	102,0	0,8	84,6	0,3	34,7
2,0	1,3	130,5	1,0	104,0	0,4	42,8
2,5	1,5	154,0	1,2	120,3	0,5	50,0
3,0	1,7	171,3	1,3	133,6	0,6	56,1
4,0	2,0	208,0	1,5	155,0	0,6	64,2
5,0	2,3	230,5	1,7	172,3	0,7	70,4
6,0	2,6	260,0	1,8	186,6	0,7	74,4
7,5	3,0	300,8	2,0	205,0	0,8	80,6
10,0	3,5	351,8	2,3	230,5	0,9	88,7
12,5	4,1	416,0	2,5	252,9	0,9	95,9

APÓS PENETRAÇÃO				
Molde Nº		1	2	3
Nº da cápsula		**10**	**6**	**22**
Peso cápsula	(g)	496,00	451,0	145,0
Cáps.+solo húm.	(g)	1477,00	2211,0	983,0
Cáps.+solo seco	(g)	1381,00	2027,0	879,0
Peso da água	(g)	96,00	184,0	104,0
Peso solo seco	(g)	885,00	1576,0	734,0
Teor em água	(%)	10,85	11,68	14,17
Teor água médio	(%)	**10,8**	**11,7**	**14,2**
Baridade seca	(g/cm3)	**2,004**	**1,927**	**1,742**
Grau compact.	(%)	**97,7**	**94,0**	**85,0**

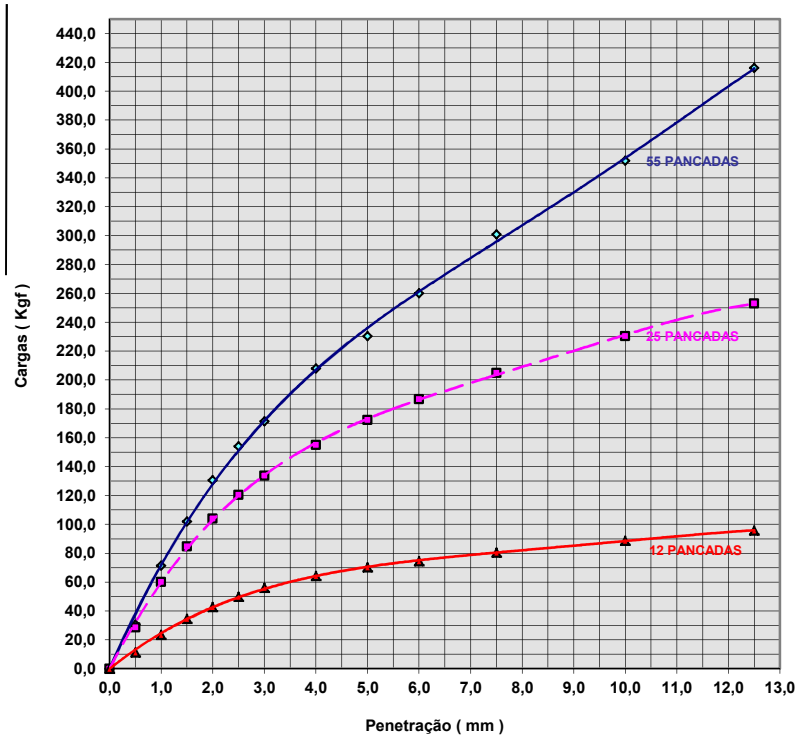
OBSERVAÇÕES :

Dir. de Obra:

Fiscalização:

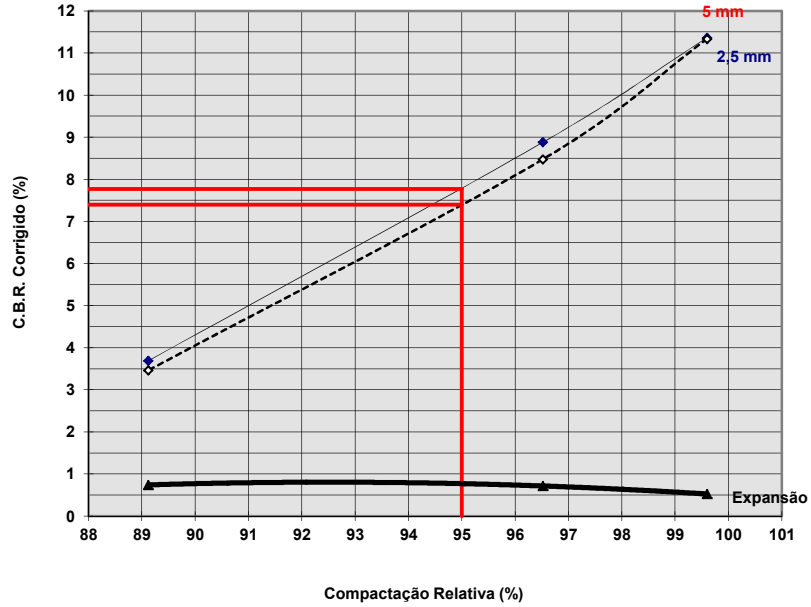
	Processo **1172LCS0312LCS**	**Prospecção Geotécnica** **Poço 8** **Solos**
OBRA : **PROJETO ABRIGADA CENTRAL BIOMASSA**		**AMOSTRA:** **A.008**
OPERADOR Rodrigo	VISTO 22/10/24	**ENSAIO C.B.R. EMBEBIÇÃO - GRÁFICOS** **LNEC E 198 ; 1967**
		Km: **Poço 8** **FAIXA /** **COTA**

01.09a



Molde Nº	C.B.R. 2,5mm	C.B.R. 5,0mm	Expans. Relat.%	Grau Comp.%
1	11,4	11,3	0,52	100
2	8,9	8,5	0,71	97
3	3,7	3,5	0,74	89

Molde Nº	C.B.R. corrigido 2,5mm	C.B.R. corrigido 5,0mm	Expans. Relat.%	Grau Comp.%
1	11,4	11,3	0,52	100
2	8,9	8,5	0,71	97
3	3,7	3,5	0,74	89



Exp.relat. a 95 % de compact. relativa		
Expansão relativa =	**0,8**	%

C.B.R. para 95 % de compact. relativa		
C.B.R. 2,5 mm =	**7,8**	%
C.B.R. 5,0 mm =	**7,4**	%

OBSERVAÇÕES :

Dir. de Obra:

Fiscalização:

		Processo **1172LCS0312LCS**	**Prospecção Geotécnica** **Poço 9** **Solos**
OBRA :	**PROJETO ABRIGADA CENTRAL BIOMASSA**		**AMOSTRA:** **A.009**
DATA COLHEITA 14/10/24	VISTO 22/10/24	**ENSAIOS REALIZADOS**	**Km:** **Poço 9** **FAIXA / COTA**

ENSAIOS REALIZADOS

X	01.00	- Características Geotécnicas	
X	01.01	- Análise Granulométrica	LNEC E - 239
X	01.02	- Teor em Água Natural	NP - 84
	01.03	- Equivalente de Areia	LNEC E 199
	01.04	- Azul de Metileno	NF P 94 - 068
X	01.05	- Limites de Consistência	NP 143
	01.06	- Peso Específico - Fracção > # 3/4"	NP 581
	01.07	- Ensaio Proctor Modificado	LNEC E 197
	01.08	- Ensaio Californiano de Carga - C.B.R.i (C.B.R. imediato)	LNEC E 198
	01.09	- Ensaio Californiano de Carga - C.B.R. Embebição	LNEC E 198
	01.09a	- Ensaio Californiano de Carga - C.B.R. (Gráficos)	LNEC E 198
	01.11	- Peso Especifico dos Grãos	NP 83
	01.12	- Matéria Orgânica	J. A. E. S. 9- 53

OBSERVAÇÕES :

Amostra colhida à profundidade 0,20 a 1,05 metros

Dir. de Obra:

Fiscalização:

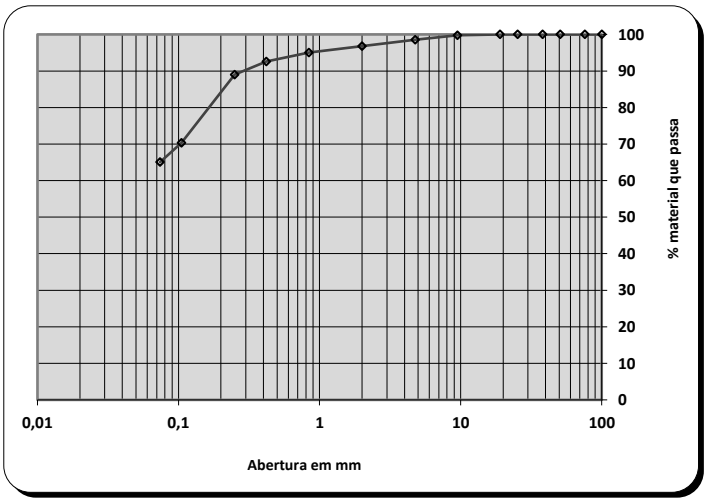
	Processo **1172LCS0312LCS**	**Prospecção Geotécnica** **Poço 9** **Solos**
OBRA : **PROJETO ABRIGADA CENTRAL BIOMASSA**		**AMOSTRA:** **A.009**
DATA COLHEITA 14/10/24 / VISTO 22/10/24	**CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS**	**Km:** **Poço 9** **FAIXA / COTA** **0,0**

01.00

Descrição visual da amostra : **Solo acastanhado siltoso**

Granulometria :

#	mm	%
3"	76,1	**100,0**
2"	50,8	**100,0**
1 1/2"	38,1	**100,0**
1"	25,4	**100,0**
3/4"	19,0	**100,0**
3/8"	9,5	**99,8**
nº4	4,76	**98,6**
nº10	2,00	**96,8**
nº20	0,84	**95,1**
nº40	0,42	**92,6**
nº60	0,250	**89,0**
nº140	0,105	**70,4**
nº200	0,074	**65,1**



Equivalente de areia :	%	**Teor em água natural :**	**8,8** %
Azul de metileno :	%	**Baridade seca máxima :**	g/cm3
Limite de liquidez :	**28** %	**Teor água óptimo :**	%
Limite de plasticidade :	**17** %	**C.B.R. para 95% de C.R.:**	%
Indice de plasticidade :	**11**	**Materia orgânica :**	%

Classificação unificada (ASTM D 2487 93)

Classificação rodoviária (LNEC E 240; 1971) **A-6 (6)**

Classificação Francesa (SETRA - LCPC)

OBSERVAÇÕES : **Amostra colhida à profundidade 0,20 a 1,05 metros**

Dir. de Obra:

Fiscalização:

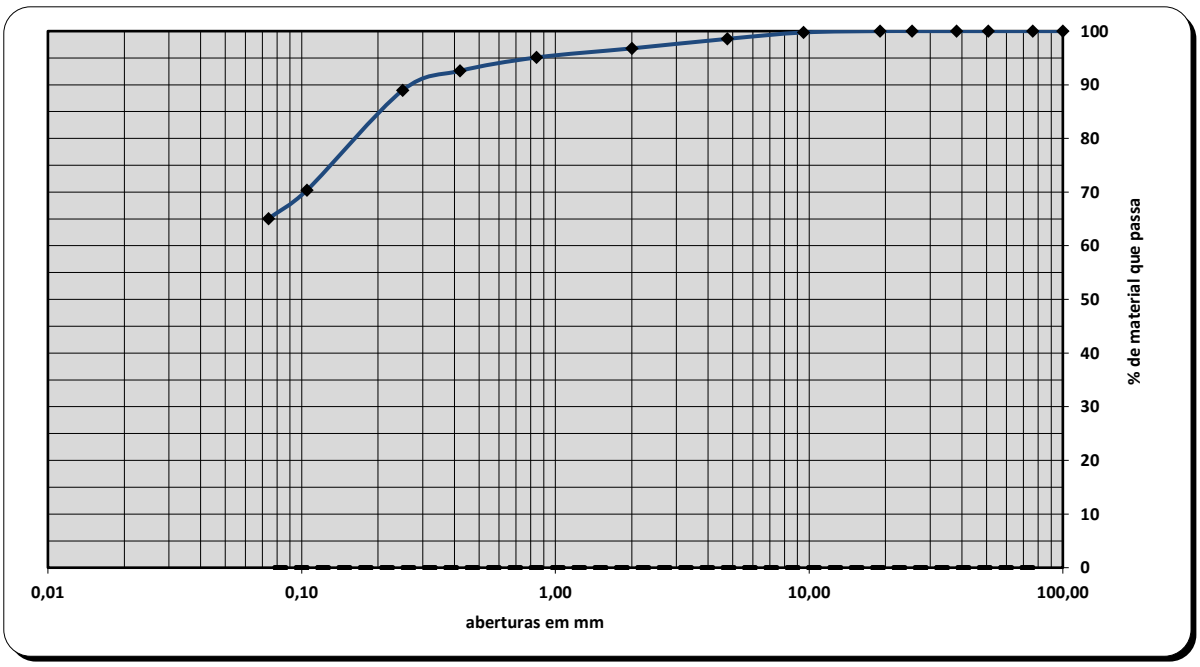
		Processo **1172LCS0312LCS**	**Prospecção Geotécnica** **Poço 9** **Solos**
OBRA :	**PROJETO ABRIGADA CENTRAL BIOMASSA**		**AMOSTRA:** **A.009**
OPERADOR Rodrigo	VISTO 22/10/24	**ANÁLISE GRANULOMÉTRICA** **LNEC E - 239**	**Km:** **Poço 9** **FAIXA /** **COTA**

01.01

CÁLCULO DA CURVA GRANULOMÉTRICA

Peso inicial da amostra	(g)	**1122,0**
Peso após lavagem	(g)	**392,1**
Perda na lavagem	(g)	**729,9**

		PENEIROS													
		3"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	3/8"	nº4	nº10	nº20	nº40	nº60	nº140	nº200	<nº200
		76,1 mm	50,8 mm	38,1 mm	25,4 mm	19,0 mm	9,51 mm	4,76 mm	2,00 mm	0,841 mm	0,420 mm	0,250 mm	0,105 mm	0,074 mm	<0,074 mm
Material retido	Peso (gr.)						3	13,4	20	19	28	41	209	59,6	730
	%						0,2	1,2	1,8	1,7	2,5	3,6	18,6	5,3	65,1
Material acumulado	% Retida						0,2	1,4	3,2	4,9	7,4	11,0	29,6	34,9	100,0
	% Passada	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,8	98,6	96,8	95,1	92,6	89,0	70,4	65,1	0,0



D_{10}= D_{30}= D_{60}=

OBSERVAÇÕES :

Dir. de Obra:

Fiscalização:

		Processo **1172LCS0312LCS**	**Prospecção Geotécnica** **Poço 9** **Solos**
OBRA :	**PROJETO ABRIGADA CENTRAL BIOMASSA**		**AMOSTRA:** **A.009**
OPERADOR Rodrigo	VISTO 22/10/24	**TEOR EM ÁGUA** **NP - 84**	**Km:** **Poço 9** **FAIXA /** **COTA**

01.02

ENSAIO TEOR EM ÁGUA

Nº DA CÁPSULA		**1**	
PESO DA CÁPSULA	(g)	**670,00**	
PESO DA CÁPSULA + SOLO HUMIDO	(g)	**5587,00**	
PESO DA CÁPSULA + SOLO SECO	(g)	**5191,00**	
PESO DO SOLO SECO	(g)	**4521,00**	
PESO DA ÁGUA	(g)	**396,00**	
TEOR EM ÁGUA	**(%)**	**8,8**	

TEOR EM ÁGUA - MÉDIA	**(%)**	**8,8**

OBSERVAÇÕES :

Dir. de Obra:

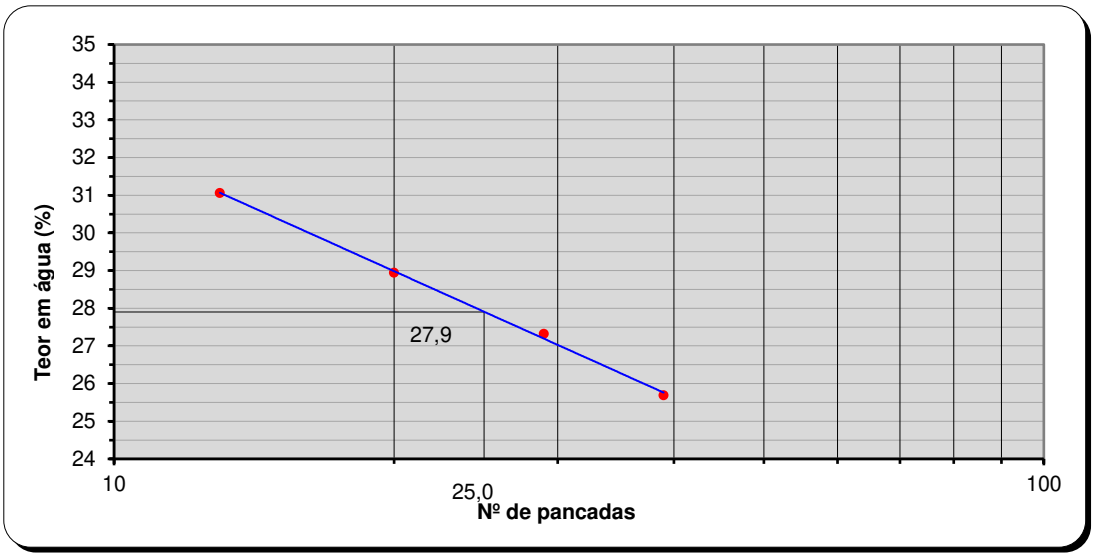
Fiscalização:

			Processo **1172LCS0312LCS**	**Prospecção Geotécnica** **Poço 9** **Solos**
OBRA :	**PROJETO ABRIGADA CENTRAL BIOMASSA**			**AMOSTRA:** **A.009**
OPERADOR Rodrigo	VISTO 22/10/24	**LIMITES DE CONSISTÊNCIA** **NP 143 ; 1969**		**Km:** **Poço 9** **FAIXA /** **COTA**

01.05

ENSAIO DE LIMITE DE LIQUIDEZ

Cápsula Nº		**1**	**2**	**3**	**4**
Peso da cápsula	(g)	16,63	12,69	12,07	12,33
Solo humido + cápsula	(g)	43,59	44,71	48,83	42,29
Solo seco + cápsula	(g)	38,08	37,84	40,58	35,19
Peso da Água	(g)	5,51	6,87	8,25	7,10
Peso do solo seco	(g)	21,45	25,15	28,51	22,86
Teor em água	(%)	**25,7**	**27,3**	**28,9**	**31,1**
Nº de golpes		**39**	**29**	**20**	**13**



ENSAIO DE LIMITE DE PLASTICIDADE

Cápsula Nº		**1**	**2**	**3**	**4**
Peso da cápsula	(g)	10,55	11,13	8,95	11,14
Solo humido + cápsula	(g)	11,76	12,18	10,11	12,24
Solo seco + cápsula	(g)	11,58	12,02	9,94	12,08
Peso da água	(g)	0,18	0,16	0,17	0,16
Peso do solo seco	(g)	1,03	0,89	0,99	0,94
Teor em água	(%)	**17,5**	**18,0**	**17,2**	**17,0**
Teor em água - Média	(%)	**17,4**			

RESUMO	**LL (%)**	**27,9**	**LP (%)**	**17,4**	**IP**	**10,5**

OBSERVAÇÕES :

Dir. de Obra:

Fiscalização:

		Processo 1172LCS0312LCS	**Prospecção Geotécnica** Poço 10 Solos
OBRA :	**PROJETO ABRIGADA CENTRAL BIOMASSA**		**AMOSTRA:** A.010
DATA COLHEITA 14/10/24	VISTO 22/10/24	**ENSAIOS REALIZADOS**	**Km:** Poço 10 **FAIXA / COTA**

ENSAIOS REALIZADOS

X	01.00	- Características Geotécnicas	
X	01.01	- Análise Granulométrica	LNEC E - 239
X	01.02	- Teor em Água Natural	NP - 84
	01.03	- Equivalente de Areia	LNEC E 199
	01.04	- Azul de Metileno	NF P 94 - 068
X	01.05	- Limites de Consistência	NP 143
	01.06	- Peso Específico - Fracção > # 3/4"	NP 581
X	01.07	- Ensaio Proctor Modificado	LNEC E 197
	01.08	- Ensaio Californiano de Carga - C.B.R.i (C.B.R. imediato)	LNEC E 198
X	01.09	- Ensaio Californiano de Carga - C.B.R. Embebição	LNEC E 198
X	01.09a	- Ensaio Californiano de Carga - C.B.R. (Gráficos)	LNEC E 198
	01.11	- Peso Especifico dos Grãos	NP 83
	01.12	- Matéria Orgânica	J. A. E. S. 9- 53

OBSERVAÇÕES :

Amostra colhida à profundidade 0,10 a 0,90 metros

Dir. de Obra:

Fiscalização:

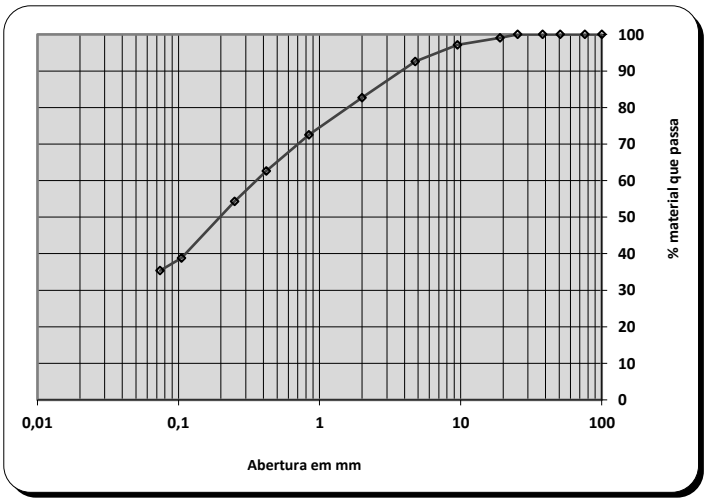
	Processo 1172LCS0312LCS	Prospecção Geotécnica Poço 10 Solos
OBRA : PROJETO ABRIGADA CENTRAL BIOMASSA		**AMOSTRA:** A.010
DATA COLHEITA: 14/10/24 / VISTO: 22/10/24	**CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS**	**Km:** Poço 10 **FAIXA / COTA** 0,0

01.00

Descrição visual da amostra : **Solo amarelado siltoso**

Granulometria :

#	mm	%
3"	76,1	**100,0**
2"	50,8	**100,0**
1 1/2"	38,1	**100,0**
1"	25,4	**100,0**
3/4"	19,0	**99,1**
3/8"	9,5	**97,2**
nº4	4,76	**92,6**
nº10	2,00	**82,7**
nº20	0,84	**72,5**
nº40	0,42	**62,6**
nº60	0,250	**54,3**
nº140	0,105	**38,8**
nº200	0,074	**35,4**



Equivalente de areia :	%	**Teor em água natural :**	**6,8** %
Azul de metileno :	%	**Baridade seca máxima :**	**2,034** g/cm3
Limite de liquidez :	**26** %	**Teor água óptimo :**	**8,6** %
Limite de plasticidade :	**14** %	**C.B.R. para 95% de C.R.:**	**6** %
Indice de plasticidade :	**12**	**Materia orgânica :**	%

Classificação unificada (ASTM D 2487 93)

Classificação rodoviária (LNEC E 240; 1971) **A-2-6 (0)**

Classificação Francesa (SETRA - LCPC)

OBSERVAÇÕES : **Amostra colhida à profundidade 0,10 a 0,90 metros**

Dir. de Obra:

Fiscalização:

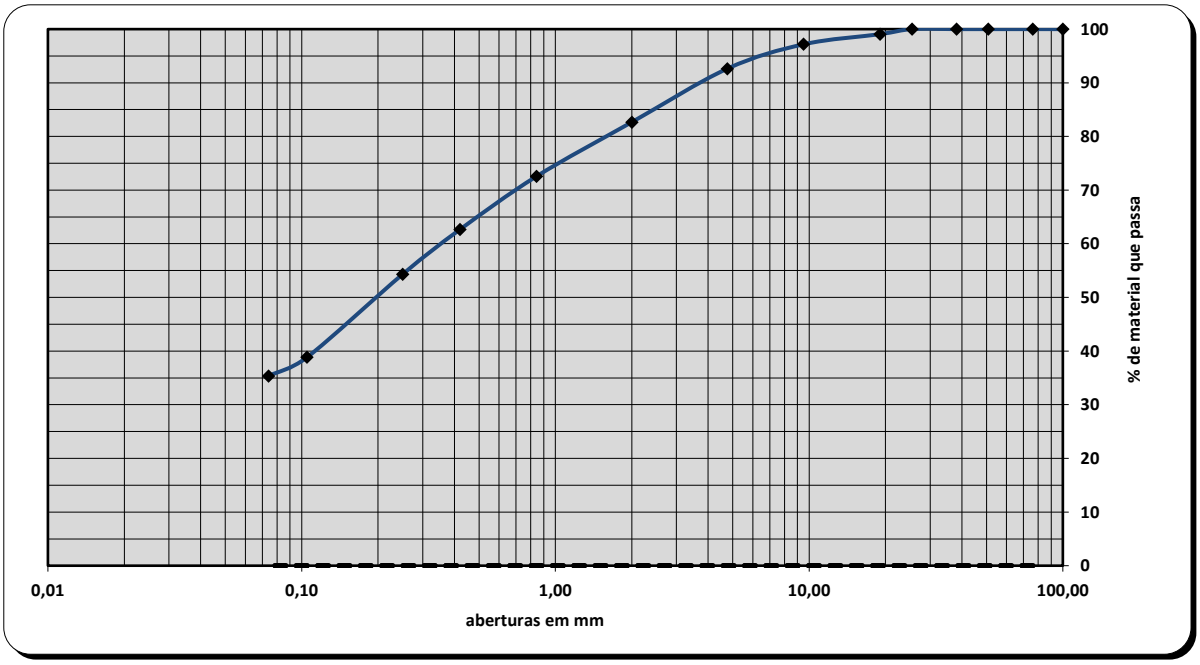
		Processo **1172LCS0312LCS**	**Prospecção Geotécnica** **Poço 10** **Solos**
OBRA :	**PROJETO ABRIGADA CENTRAL BIOMASSA**		**AMOSTRA:** **A.010**
OPERADOR Rodrigo	VISTO 22/10/24	**ANÁLISE GRANULOMÉTRICA** **LNEC E - 239**	**Km:** **Poço 10** **FAIXA / COTA**

01.01

CÁLCULO DA CURVA GRANULOMÉTRICA

Peso inicial da amostra	(g)	**4285,0**
Peso após lavagem	(g)	**2769,7**
Perda na lavagem	(g)	**1515,3**

		PENEIROS													
		3"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	3/8"	nº4	nº10	nº20	nº40	nº60	nº140	nº200	<nº200
		76,1 mm	50,8 mm	38,1 mm	25,4 mm	19,0 mm	9,51 mm	4,76 mm	2,00 mm	0,841 mm	0,420 mm	0,250 mm	0,105 mm	0,074 mm	<0,074 mm
Material retido	Peso (gr.)					40,7	81	194,7	427	434	425	356	663	148,8	1515
	%					0,9	1,9	4,5	10,0	10,1	9,9	8,3	15,5	3,5	35,4
Material acumulado	% Retida					0,9	2,8	7,4	17,3	27,5	37,4	45,7	61,2	64,6	100,0
	% Passada	100,0	100,0	100,0	100,0	99,1	97,2	92,6	82,7	72,5	62,6	54,3	38,8	35,4	0,0



D_{10}= D_{30}= D_{60}= 0,356

OBSERVAÇÕES :

Dir. de Obra:

Fiscalização:

		Processo **1172LCS0312LCS**	**Prospecção Geotécnica** **Poço 10** **Solos**
OBRA :	**PROJETO ABRIGADA CENTRAL BIOMASSA**		**AMOSTRA:** **A.010**
OPERADOR Rodrigo	VISTO 22/10/24	**TEOR EM ÁGUA** **NP - 84**	**Km:** **Poço 10** **FAIXA /** **COTA**

01.02

ENSAIO TEOR EM ÁGUA

Nº DA CÁPSULA		**1**	
PESO DA CÁPSULA	(g)	**316,00**	
PESO DA CÁPSULA + SOLO HUMIDO	(g)	**4884,00**	
PESO DA CÁPSULA + SOLO SECO	(g)	**4595,00**	
PESO DO SOLO SECO	(g)	**4279,00**	
PESO DA ÁGUA	(g)	**289,00**	
TEOR EM ÁGUA	**(%)**	**6,8**	

TEOR EM ÁGUA - MÉDIA	**(%)**	**6,8**

OBSERVAÇÕES :

Dir. de Obra:

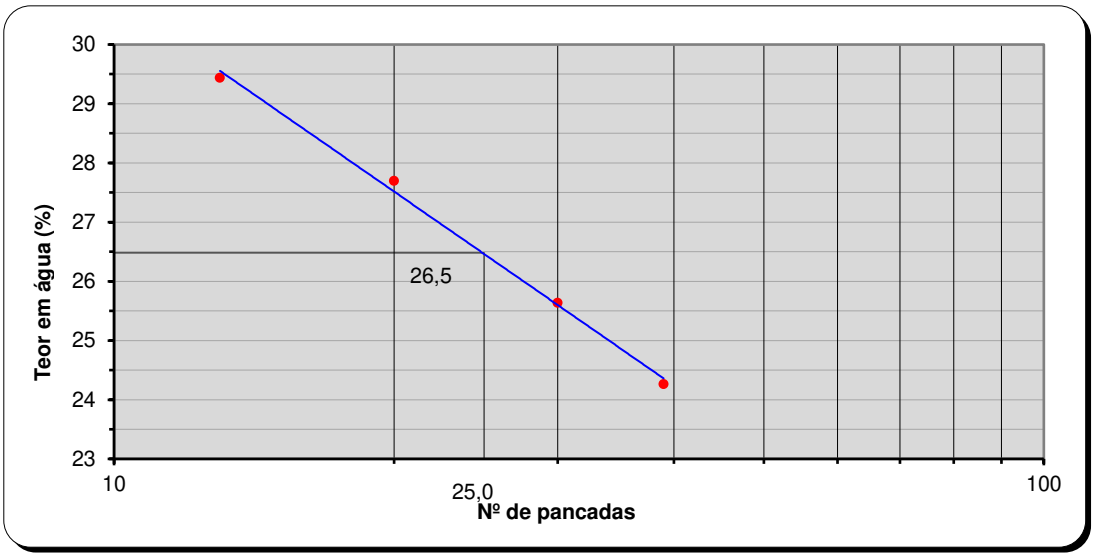
Fiscalização:

			Processo 1172LCS0312LCS	**Prospecção Geotécnica** Poço 10 Solos
OBRA :	**PROJETO ABRIGADA CENTRAL BIOMASSA**			**AMOSTRA:** A.010
OPERADOR Rodrigo	VISTO 22/10/24	**LIMITES DE CONSISTÊNCIA** **NP 143 ; 1969**		**Km:** Poço 10 **FAIXA / COTA**

01.05

ENSAIO DE LIMITE DE LIQUIDEZ

Cápsula Nº		1	2	3	4
Peso da cápsula	(g)	12,31	12,51	12,30	11,45
Solo humido + cápsula	(g)	54,77	47,50	49,00	47,33
Solo seco + cápsula	(g)	46,48	40,36	41,04	39,17
Peso da Água	(g)	8,29	7,14	7,96	8,16
Peso do solo seco	(g)	34,17	27,85	28,74	27,72
Teor em água	(%)	**24,3**	**25,6**	**27,7**	**29,4**
Nº de golpes		**39**	**30**	**20**	**13**



ENSAIO DE LIMITE DE PLASTICIDADE

Cápsula Nº		1	2	3	4
Peso da cápsula	(g)	8,94	11,22	16,63	12,05
Solo humido + cápsula	(g)	10,38	12,57	18,12	13,31
Solo seco + cápsula	(g)	10,20	12,41	17,94	13,15
Peso da água	(g)	0,18	0,16	0,18	0,16
Peso do solo seco	(g)	1,26	1,19	1,31	1,10
Teor em água	(%)	**14,3**	**13,4**	**13,7**	**14,5**
Teor em água - Média	(%)	**14,0**			

RESUMO	**LL (%)**	**26,5**	**LP (%)**	**14,0**	**IP**	**12,5**

OBSERVAÇÕES :

Dir. de Obra:

Fiscalização:

	Processo **1172LCS0312LCS**	**Prospecção Geotécnica** **Poço 10** **Solos**
OBRA : **PROJETO ABRIGADA CENTRAL BIOMASSA**		**AMOSTRA:** **A.010**
OPERADOR Rodrigo	VISTO 22/10/24	**PROCTOR MODIFICADO** **LNEC E 197 ; 1966**
		Km: **Poço 10** **FAIXA /** **COTA**

01.07

ENSAIO DE COMPACTAÇÃO

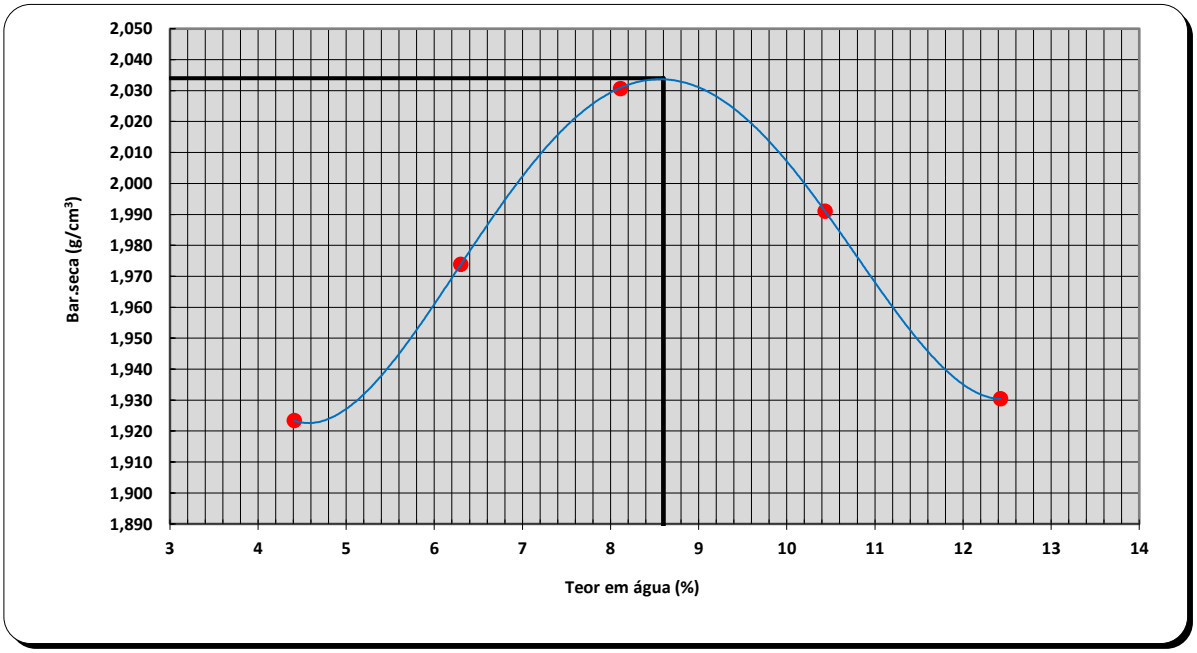
Nº camadas = **5**

Nº pancadas por camada = **55**

PESO DO MOLDE	(g)	4 969,0	4 969,0	4 969,0	4 969,0	4 969,0
VOLUME DO MOLDE	(cm^3)	2 068,0	2 068,0	2 068,0	2 068,0	2 068,0
PESO MOLDE + SOLO HÚMIDO	(g)	9 122,0	9 308,0	9 509,0	9 516,0	9 457,0
PESO DO SOLO HÚMIDO	(g)	4 153,0	4 339,0	4 540,0	4 547,0	4 488,0
BARIDADE HÚMIDA	(g/cm^3)	2,008	2,098	2,195	2,199	2,170

Nº DA CÁPSULA		**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
PESO DA CÁPSULA	(g)	451,00	215,00	175,00	184,00	145,00
CÁPSULA + SOLO HÚMIDO	(g)	2 392,00	1 295,00	1 161,00	1 253,00	1819
CÁPSULA + SOLO SECO	(g)	2 310,00	1 231,00	1 087,00	1 152,00	1634
PESO DA ÁGUA	(g)	82,00	64,00	74,00	101,00	185
PESO DO SOLO SECO	(g)	1 859,00	1 016,00	912,00	968,00	1489
TEOR EM ÁGUA	(%)	4,41	6,30	8,11	10,43	12,42

TEOR EM ÁGUA - MÉDIA	(%)	**4,4**	**6,3**	**8,1**	**10,4**	**12,4**
BARIDADE SECA	(g/cm^3)	**1,923**	**1,974**	**2,031**	**1,991**	**1,930**



gd máx.	**Baridade seca máxima =**	**2,034**	g/cm^3
gd máx.cor.	**Bar. seca máx. corrig. =**		g/cm^3

w ópt.	**Teor óptimo em água =**	**8,6**	%
w ópt.cor.	**Teor ópt. água corrig. =**		%

OBSERVAÇÕES :

Dir. de Obra:

Fiscalização:

	Processo 1172LCS0312LCS	Prospecção Geotécnica Poço 10 Solos
OBRA : PROJETO ABRIGADA CENTRAL BIOMASSA		**AMOSTRA:** A.010
OPERADOR Rodrigo / VISTO 22/10/24	**ENSAIO C.B.R. EMBEBIÇÃO** **LNEC E 198 ; 1967**	**Km:** Poço 10 **FAIXA / COTA** 0,0

01.09

PARÂMETROS DO ENSAIO PROCTOR MODIFICADO EM MOLDE GRANDE : Baridade seca máxima = **2,034** g/cm³ ; Teor óptimo em água = **8,60** %

COMPACTAÇÃO

Peso do pilão = 4,54 Kg | Altura de queda = 45,7 cm | Nº camadas = 5

Molde Nº		1	2	3
Nº pancadas / camadas		**55**	**25**	**12**
Volume do molde	(cm³)	2068,0	2068,0	2068,0
Peso do molde	(g)	6233,0	6448,0	6440,0
Altura solo no molde	(mm)	113,9	113,9	113,9
Teor em água inicial	(%)	0,0	0,0	0,0
Peso do solo	(g)	5500,0	5500,0	5500,0
Água adicionada	(ml)	500,5	500,5	500,5
P. molde + solo húmido	(g)	10828,0	10797,0	10508,0
Peso solo húmido	(g)	4595,0	4349,0	4068,0
Baridade húmida	(g/cm³)	**2,222**	**2,103**	**1,967**

Molde Nº		1	2	3
Nº da cápsula		**17**	**6**	**1**
Peso cápsula	(g)	469,00	451,0	839,0
Cáps.+solo húm.	(g)	1430,00	1619,0	2260,0
Cáps.+solo seco	(g)	1350,00	1525,0	2145,0
Peso da água	(g)	80,00	94,0	115,0
Peso solo seco	(g)	881,00	1074,0	1306,0
Teor em água	(%)	9,08	8,75	8,81
Teor água médio	(%)	**9,1**	**8,8**	**8,8**
Baridade seca	(g/cm³)	**2,037**	**1,934**	**1,808**
Grau compact.	(%)	**100,1**	**95,1**	**88,9**

EMBEBIÇÃO Sobrecarga : 7500 g

Molde Nº 1			Molde Nº 2			Molde Nº 3		
DD/MM	HH:MM	Leit(mm)	DD/MM	HH:MM	Leit(mm)	DD/MM	HH:MM	Leit(mm)
17/10	11:00	0,00	17/10	11:00	0,00	17/10	11:00	0,00
18/10	11:00	0,00	18/10	11:00	0,00	18/10	11:00	0,00
19/10	11:00	0,25	19/10	11:00	0,32	19/10	11:00	0,68
20/10	11:00	0,27	20/10	11:00	0,39	20/10	11:00	0,71
21/10	11:00	0,28	21/10	11:00	0,41	21/10	11:00	0,74

APÓS EMBEBIÇÃO				
Molde Nº		1	2	3
Altura final solo molde	(mm)	114,2	114,349	114,679
Expansão	(mm)	0,28	0,41	0,74
Expansão relativa	(%)	0,25	0,36	0,65
P.molde+solo saturado	(g)	10936	10965	10775
Peso solo saturado	(g)	4703,0	4517,0	4335,0
Peso água absorvida	(g)	108,0	168,0	267,0
Baridade Húm.a/Embeb.	(g/cm3)	**2,274**	**2,184**	**2,096**

PENETRAÇÃO K = 101,97 | Célula de Carga **50** Kn

Molde	Nº 1		Nº 2		Nº 3	
(mm)	Kn	Kgf	Kn	Kgf	Kn	Kgf
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,5	0,3	32,6	0,3	27,5	0,1	9,2
1,0	0,7	69,3	0,5	46,9	0,2	15,3
1,5	1,0	98,9	0,6	63,2	0,2	20,4
2,0	1,2	125,4	0,7	75,5	0,2	24,5
2,5	1,5	151,9	0,8	84,6	0,3	26,5
3,0	1,7	168,3	0,9	92,8	0,3	29,6
4,0	2,0	201,9	1,0	105,0	0,3	32,6
5,0	2,2	224,3	1,1	115,2	0,4	35,7
6,0	2,4	242,7	1,2	124,4	0,4	38,7
7,5	2,7	277,4	1,3	135,6	0,4	41,8
10,0	3,3	334,5	1,5	150,9	0,5	46,9
12,5	3,7	379,3	1,6	164,2	0,5	53,0

APÓS PENETRAÇÃO				
Molde Nº		1	2	3
Nº da cápsula		**18**	**5**	**14**
Peso cápsula	(g)	184,00	191,0	175,0
Cáps.+solo húm.	(g)	2105,00	2072,0	2294,0
Cáps.+solo seco	(g)	1925,00	1873,0	2038,0
Peso da água	(g)	180,00	199,0	256,0
Peso solo seco	(g)	1741,00	1682,0	1863,0
Teor em água	(%)	10,34	11,83	13,74
Teor água médio	(%)	**10,3**	**11,8**	**13,7**
Baridade seca	(g/cm3)	**2,014**	**1,881**	**1,729**
Grau compact.	(%)	**99,0**	**92,5**	**85,0**

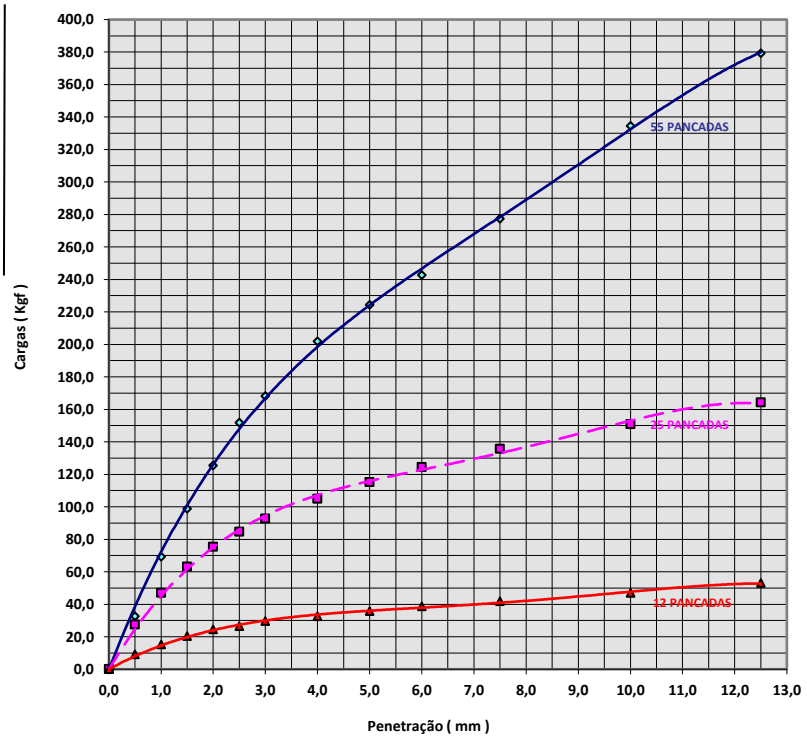
OBSERVAÇÕES :

Dir. de Obra:

Fiscalização:

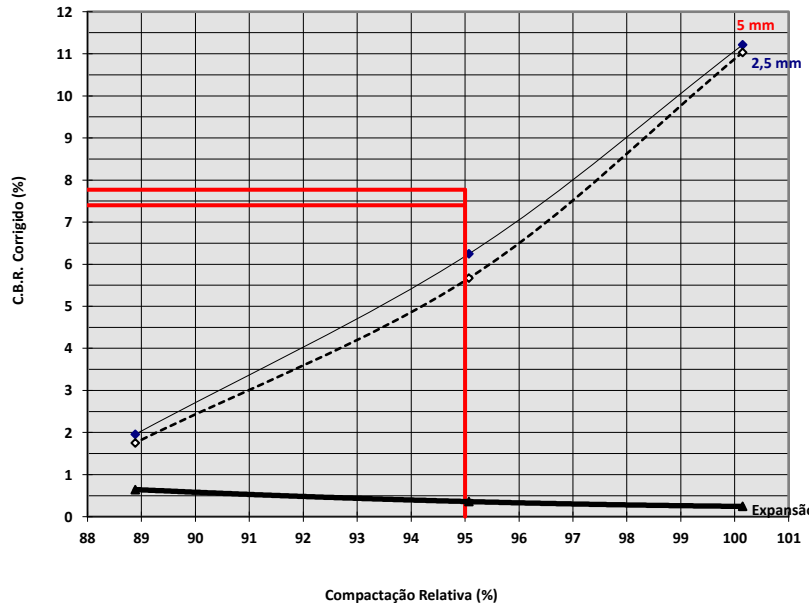
	Processo **1172LCS0312LCS**	**Prospecção Geotécnica** **Poço 10** **Solos**
OBRA : **PROJETO ABRIGADA CENTRAL BIOMASSA**		**AMOSTRA:** **A.010**
OPERADOR Rodrigo / VISTO 22/10/24	**ENSAIO C.B.R. EMBEBIÇÃO - GRÁFICOS** **LNEC E 198 ; 1967**	**Km:** **Poço 10** **FAIXA / COTA**

01.09a



Molde Nº	C.B.R. 2,5mm	C.B.R. 5,0mm	Expans. Relat.%	Grau Comp.%
1	11,2	11,0	0,25	100
2	6,2	5,7	0,36	95
3	2,0	1,8	0,65	89

Molde Nº	C.B.R. corrigido 2,5mm	C.B.R. corrigido 5,0mm	Expans. Relat.%	Grau Comp.%
1	11,2	11,0	0,25	100
2	6,2	5,7	0,36	95
3	2,0	1,8	0,65	89



Exp.relat. a 95 % de compact. relativa

Expansão relativa =	**0,4**	%

C.B.R. para 95 % de compact. relativa

C.B.R. 2,5 mm =	**6,1**	%
C.B.R. 5,0 mm =	**5,5**	%

OBSERVAÇÕES :

Dir. de Obra:

Fiscalização:

Anexos

Capítulo	Anexo	Designação	Classificação
2. Descrição Geral do Projeto	**A2**	Descrição Geral	CONFIDENCIAL
3. Processo de Produção do Biometano	**A3**	Processo Industrial	CONFIDENCIAL
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	

GÁS DA TERRA

PROJETO BIOMETANO ABRIGADA

PROJETO

MOVIMENTAÇÃO DE TERRAS E VIAS

UNIDADE DE PRODUÇÃO DE BIOMETANO DE ORIGEM RENOVÁVEL DE ABRIGADA

Lisboa, 20 de novembro de 2025

GÁS DA TERRA

PROJETO BIOMETANO ABRIGADA

PROJETO

MOVIMENTAÇÃO DE TERRAS E VIAS

UNIDADE DE PRODUÇÃO DE BIOMETANO DE ORIGEM RENOVÁVEL DE ABRIGADA

ÍNDICE GERAL

GÁS DA TERRA I
ÍNDICE GERAL I
1 INTRODUÇÃO 2
2 TERRAPLENAGENS 2
2.1 MOVIMENTO DE TERRA 3
3 PROJETO VIÁRIO 3
3.1 VIAS 3
3.2 PERFIL TRANSVERSAIS TIPO 3
3.3 PAVIMENTAÇÃO 3

GÁS DA TERRA

PROJETO BIOMETANO ABRIGADA

PROJETO

MOVIMENTAÇÃO DE TERRAS E VIAS

UNIDADE DE PRODUÇÃO DE BIOMETANO DE ORIGEM RENOVÁVEL DE ABRIGADA

1 INTRODUÇÃO

Este documento constitui a memória descritiva e justificativa do projeto de Terraplenagens e Vias para a Unidade de Produção de Biometano de Origem Renovável de Abrigada. O projeto envolve a movimentação de terras e a implementação de arruamentos necessários para o acesso e operacionalidade da unidade. Com base em levantamentos topográficos detalhados e considerações de engenharia civil, foram calculados os volumes de terraplenagem necessários e definidas as geometrias dos arruamentos. Este projeto foi planeado para garantir uma integração adequada com as infraestruturas rodoviárias existentes, promovendo uma acessibilidade eficaz e sustentável ao local.

2 TERRAPLENAGENS

No estudo do movimento de terras a executar, o cálculo dos volumes de terras necessários aos trabalhos de terraplenagem foi executado com recurso ao programa de traçado Istram – Ispol.

O desenvolvimento do projeto tem como base o levantamento topográfico e a localização da plataforma face às infraestruturas rodoviárias existentes.

A cota geral da plataforma é 110,0. Esta cota, medida a partir do Acesso da Plataforma, é a cota de referência para o cálculo de volumes da terraplenagem. Assim, deverá efetuar-se a terraplenagem geral com base naquela cota, marcando-se as plataformas com 0,50% de inclinação transversal e só depois se farão as escavações necessárias para os equipamentos e restantes trabalhos.

Neste projeto de terraplenagens consideraram-se dois eixos para definir os cortes transversais e longitudinais à plataforma, a partir dos quais foram efetuados os cálculos dos movimentos de terras.

2.1 MOVIMENTO DE TERRA

	Escavação (m³)	Aterro (m³)	Equilíbrio (m³)
Plataforma	38 700	106 425	-67 725
Via de Acesso	1 950	870	1 080
TOTAL	40 650	107 295	-66 645

Considerando o equilíbrio de terras entre os volumes de escavação provenientes das vias de acesso e da plataforma, constata-se a insuficiência de material resultante das escavações para satisfazer os volumes de aterro requeridos. A plataforma apresenta uma necessidade total de 66 645 m³ de terras em empréstimo. Assim, torna-se necessário recorrer a um volume de terras em empréstimo, de forma a garantir a execução integral dos trabalhos de terraplenagem conforme previsto.

3 PROJETO VIÁRIO

3.1 VIAS

Para a implantação da rede viária interna utilizou-se dois eixos de cálculo:

- Via da zona de processo

A via da zona de Processo compreende a zona de circulação na plataforma que permite acesso aos edifícios do processo, silo de armazenagem e tanque de combate a incêndio.

Para a definição geométrica dos arruamentos, tanto em planta como em perfil, procurou-se uma solução que garantisse uma boa funcionalidade de conjunto, quer do ponto de vista do traçado, como da topografia e da modelação geral prevista para a área em estudo.

3.2 PERFIL TRANSVERSAIS TIPO

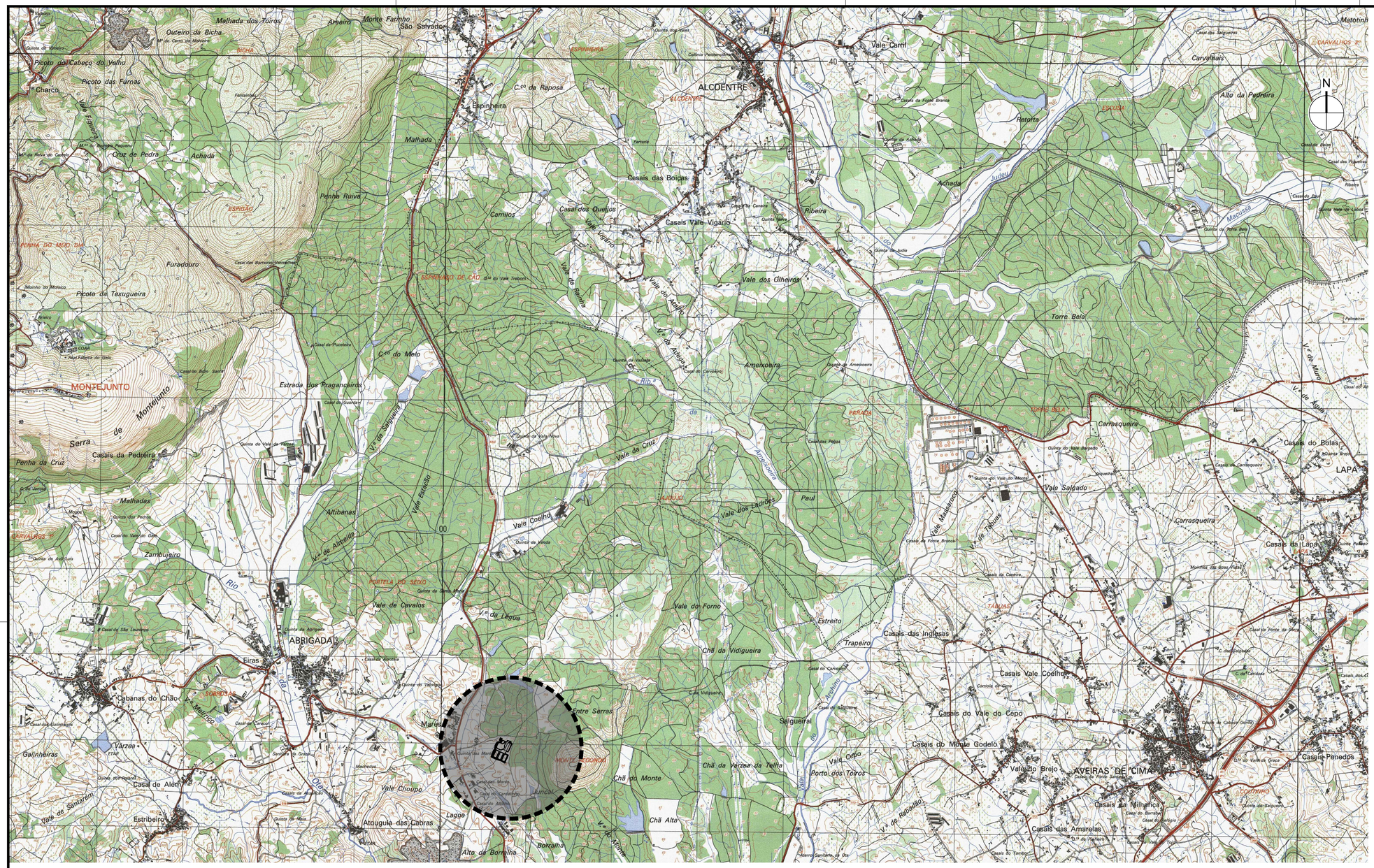
A Via da zona de Processo da Unidade de Produção de Biometano tem uma faixa de rodagem com 24,00 m de largura.

3.3 PAVIMENTAÇÃO

O pavimento previsto para a da zona de Processo da Unidade de Produção de Biometano da Abrigada, é constituído por dois tipos de pavimento, sendo:

Via da zona de Processo

- Sub-base constituída por uma camada em agregado britado de granulometria extensa, com uma espessura de 0,30m (2x0,15m) após recalque;
- Base em agregado de granulometria extensa, com uma espessura de 0,30m (2x0,15m) após recalque;
- Camada de desgaste em betão betuminoso, com 0,05 m de espessura.


ALCOENTRE
MONTEJUNTO
ABRIGADA
LAPA
AVEIRAS DE CIMA
Malhada dos Toiros
Outeiro da Bicha
Picoto do Cabeço do Velho
Picoto das Furras
Charco
Cruz de Pedra
Achada
Penha Ruiva
Camillos
Furadouro
Picoto da Texugueira
Serra de Montejunto
Casais da Pedreira
Penha da Cruz
Malhadas
Altibanas
Zambujeiro
Monte Farmho
São Salvador
Espinheira
C.ço da Raposa
Malhada
Casais das Boiças
Casal dos Queijos
Casais Vale Vigário
Vale dos Olheiros
Ameixoeira
Estrada dos Praganeiros
C.ço do Meio
Vale da Cruz
Vale Estação
Vale Coelho
Vale dos Ladrões
Paul
Vale de Cavalos
Vale do Forno
Chã da Vidigueira
Estreito
Trapeiro
Casais das Inglesas
Casais Vale Coelho
Casais do Vale do Cepo
Casais do Monte Godelo
Vale do Brejo
Casais da Milheiça
Casais das Amarelas
Casais Penedos
Entre Serras
Chã da Várzea da Telha
Chã do Monte
Chã Alta
Porto dos Toros
Salgueiral
Vale Cepo
Alto da Pedreira
Retorta
Carvalhais
Vale Carril
Torre Bela
Carrasqueira
Casais do Bolas
Vale Salgado
Casais da Lapa
Vale Maskerosa
Vale Tabuas
Vale Estrada
Vale Choupo
Vale de Santarém
Vale Cabeço
Vale Judeu
Vale Ribeira
Vale Ribeira
Vale Ribeira

Ver projeto da via de acesso para a Unidade de Produção de Biometano



NOTAS

- Caso se verifique qualquer incompatibilidade no presente projeto, a mesma deverá de imediato ser comunicada por escrito ao projetista.

- Os desenhos devem ser interpretados em conjunto com os projetos das restantes especialidades.

- Deverão ser verificadas em obra todas as condicionantes assumidas no projecto.

LEGENDA

-ESCAVAÇÃO

-ATERRO

COORDENADAS DOS VÉRTICES
DA LINHA LIMITE DA PLATAFORMA

NR	M	P	Z
1	-74194.5626	-58818.9195	110.2277
2	-74340.1323	-58750.1412	109.4227
3	-74298.2673	-58661.5335	109.4227
4	-74292.7176	-58624.8036	109.3693
5	-74278.0564	-58593.7731	109.3693
6	-74275.2703	-58589.1889	109.3721
7	-74243.8939	-58581.5341	109.4976
8	-74234.2322	-58586.0991	109.5510
9	-74222.4159	-58561.0898	109.5512
10	-74217.0905	-58559.1819	109.5710
11	-74183.1072	-58575.2382	109.7590
12	-74179.6738	-58567.9714	109.7590
13	-74169.5393	-58572.7597	109.8150
14	-74163.3380	-58559.6347	109.8150
15	-74126.2329	-58577.0765	110.0200
16	-74133.2873	-58592.0092	110.0200
17	-74117.6805	-58599.3828	110.1064
18	-74125.4122	-58615.7476	110.1064
19	-74126.5755	-58624.6053	110.1200
20	-74158.5932	-58692.4213	110.1200
21	-74176.6907	-58683.8707	110.0200
22	-74190.2555	-58712.5635	110.0200
23	-74152.6976	-58730.3118	110.2277
24	-74226.2146	-58539.7843	104.9498
25	-74245.1681	-58530.8303	104.8450
26	-74258.5393	-58559.1305	104.8450
27	-74239.5520	-58568.1016	104.9500

Rev.	Data	Descrição das alterações	Aprov.
01	14-04-2025	REVISÃO GERAL	PVP
00	01-04-2025	EMISSÃO INICIAL	PVP

QUADRANTE www.qd-eng.com

Cliente

GÁS DA TERRA

PROJETO

CENTRAL DE BIOMETANO
EM ABRIGADA

Designação

MOVIMENTO DE TERRAS
PLANTA GERAL DE MOVIMENTO DE TERRAS

Escalas : 1:500
Data : 01-04-2025
Processo : T2025-0062-0
Ficheiro : T2025-0062-01-EP-TER-00-001.dwg

Projetou: HS
Desenhou : HS
Verificou : PVP
Aprovou : PVP

Desenho Nº

EP-TER-00-001

Revisão 01

Este desenho é propriedade do GRUPO QUADRANTE, não podendo ser utilizado ou reproduzido no todo ou em parte, ou comunicado a terceiros, sem a sua expressa autorização. Este desenho só é válido para construção depois de devidamente assinado.

A1

NOTAS

- Caso se verifique qualquer incompatibilidade no presente projeto, a mesma deverá de imediato ser comunicada por escrito ao projetista.

- Os desenhos devem ser interpretados em conjunto com os projetos das restantes especialidades.

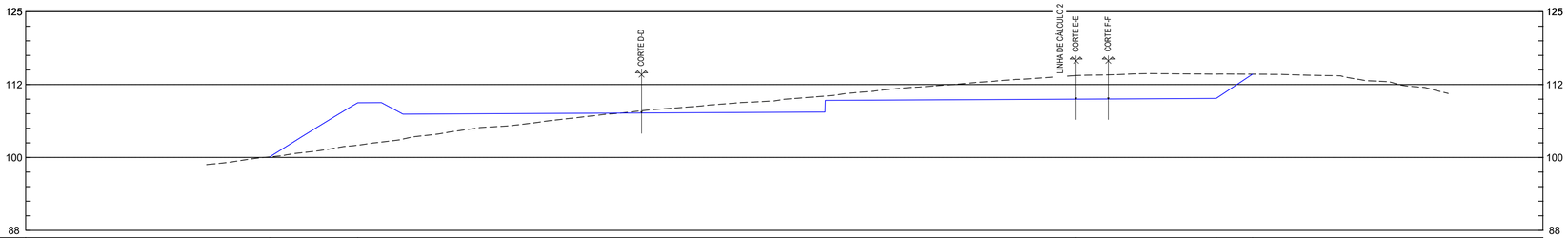
- Deverão ser verificadas em obra todas as condicionantes assumidas no projecto.

LEGENDA

-TERRENO NATURAL

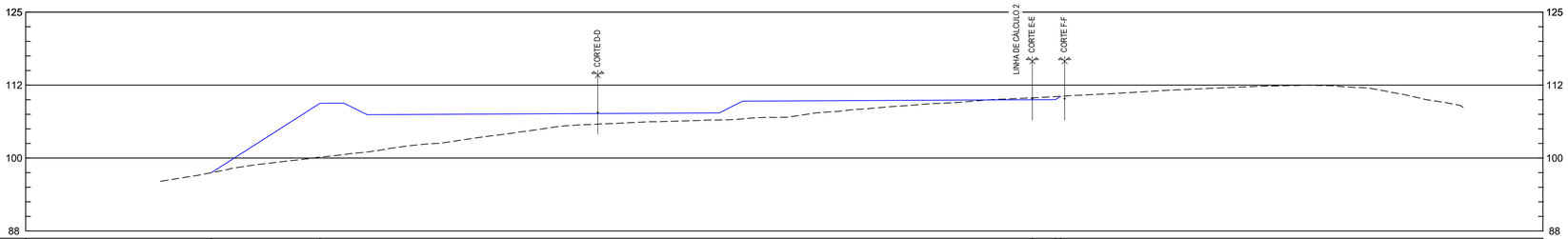
-PLATAFORMA

CORTE C-C



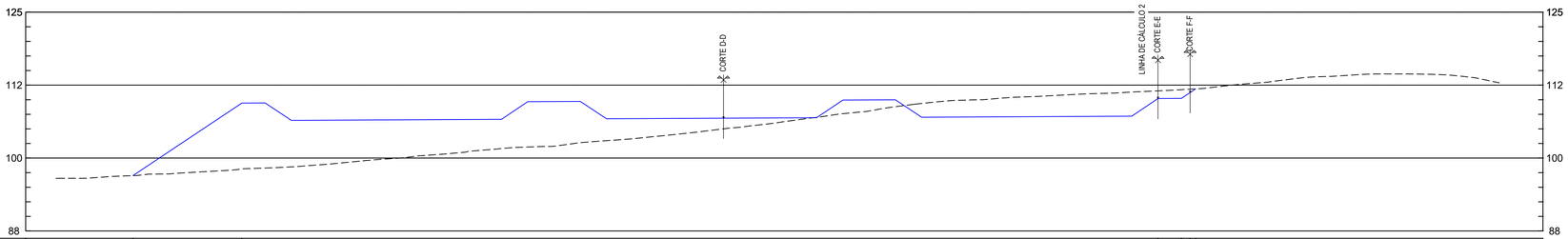
Distância		15.06		123.09			24.00		6.24			
Cotas Plataforma	100.10		109.38		110.00			110.12		114.12		
Cota Terreno	100.10		102.11		114.04			114.29		114.28		

CORTE B-B



Distância		18.61		122.06			4.00	0.85				
Cotas Plataforma	97.49		109.39		110.00		110.02	110.59				
Cota Terreno	97.49		100.17		110.31		110.54	110.59				

CORTE A-A



Distância		18.66		157.00			4.00	1.50	0.85			
Cotas Plataforma	96.98		109.42		110.21		110.23	111.23	111.86			
Cota Terreno	96.98		98.16		111.52		111.72	111.81	111.86			

Rev.	Data	Descrição das alterações	Aprov.
01	14-04-2025	REVISÃO GERAL	PVP
00	01-04-2025	EMISSÃO INICIAL	PVP

QUADRANTE

www.qd-eng.com

Cliente

GÁS DA TERRA

PROJETO

CENTRAL DE BIOMETANO
EM ABRIGADA

Designação

MOVIMENTO DE TERRAS
PERFIS TRANSVERSAIS
CORTES A-A, B-B e C-C

Escalas : 1:500
Data : 01-04-2025
Processo : T2025-0062-0
Ficheiro : T2025-0062-01-EP-TER-00-101.dwg

Projetou: HS
Desenhou : HS
Verificou : PVP
Aprovou : PVP

Desenho Nº

EP-TER-00-101

Revisão

01

Este desenho é propriedade do GRUPO QUADRANTE, não podendo ser utilizado ou reproduzido no todo ou em parte, ou comunicado a terceiros, sem a sua expressa autorização. Este desenho só é válido para construção depois de devidamente assinado.

A1

NOTAS

- Caso se verifique qualquer incompatibilidade no presente projeto, a mesma deverá de imediato ser comunicada por escrito ao projetista.

- Os desenhos devem ser interpretados em conjunto com os projetos das restantes especialidades.

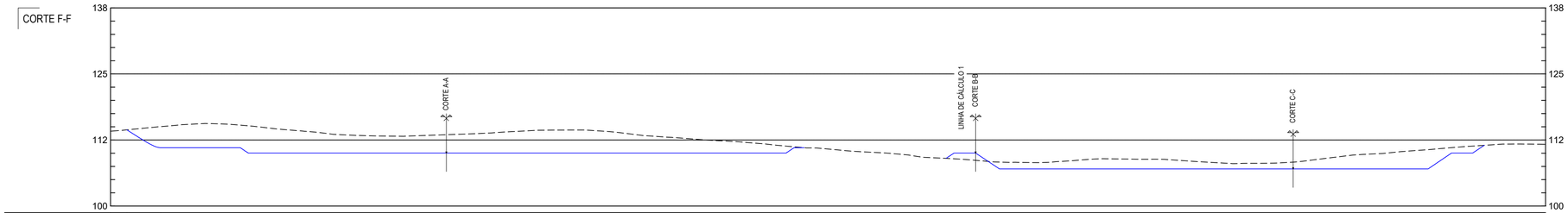
- Deverão ser verificadas em obra todas as condicionantes assumidas no projecto.

LEGENDA

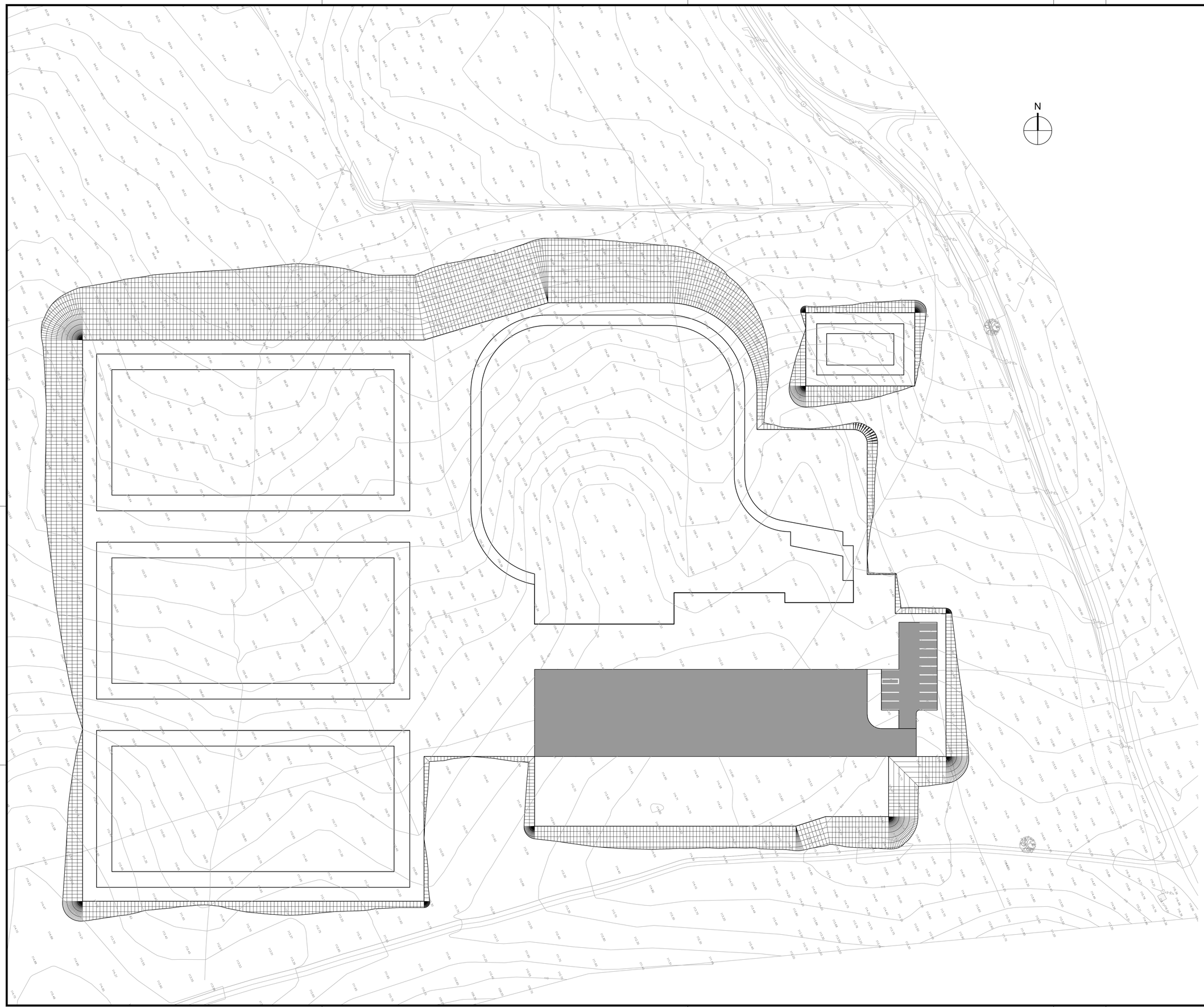
-TERRENO NATURAL

-PLATAFORMA

CORTE F-F



| | | |



NOTAS

- Caso se verifique qualquer incompatibilidade no presente projeto, a mesma deverá de imediato ser comunicada por escrito ao projetista.

- Os desenhos devem ser interpretados em conjunto com os projetos das restantes especialidades.

- Deverão ser verificadas em obra todas as condicionantes assumidas no projecto.

LEGENDA

- PAVIMENTO BETUMINOSO

Rev.	Data	Descrição das alterações	Aprov.
02	23-10-2025	REVISÃO GERAL	HS
01	01-04-2025	EMISSÃO INICIAL	PVP

QUADRANTE www.qd-eng.com

Cliente

GÁS DA TERRA

PROJETO

CENTRAL DE BIOMETANO
EM ABRIGADA

Designação

VIAS
PLANTA - VIA DA ZONA DE PROCESSO

Escalas : 1:500
Data : 01-04-2025
Processo : T2025-0062-0
Ficheiro : T2025-0062-01-EP-VIA-00-005.dwg

Projetou: HS
Desenhou : HS
Verificou : PVP
Aprovou : PVP

Desenho Nº

EP-VIA-00-005

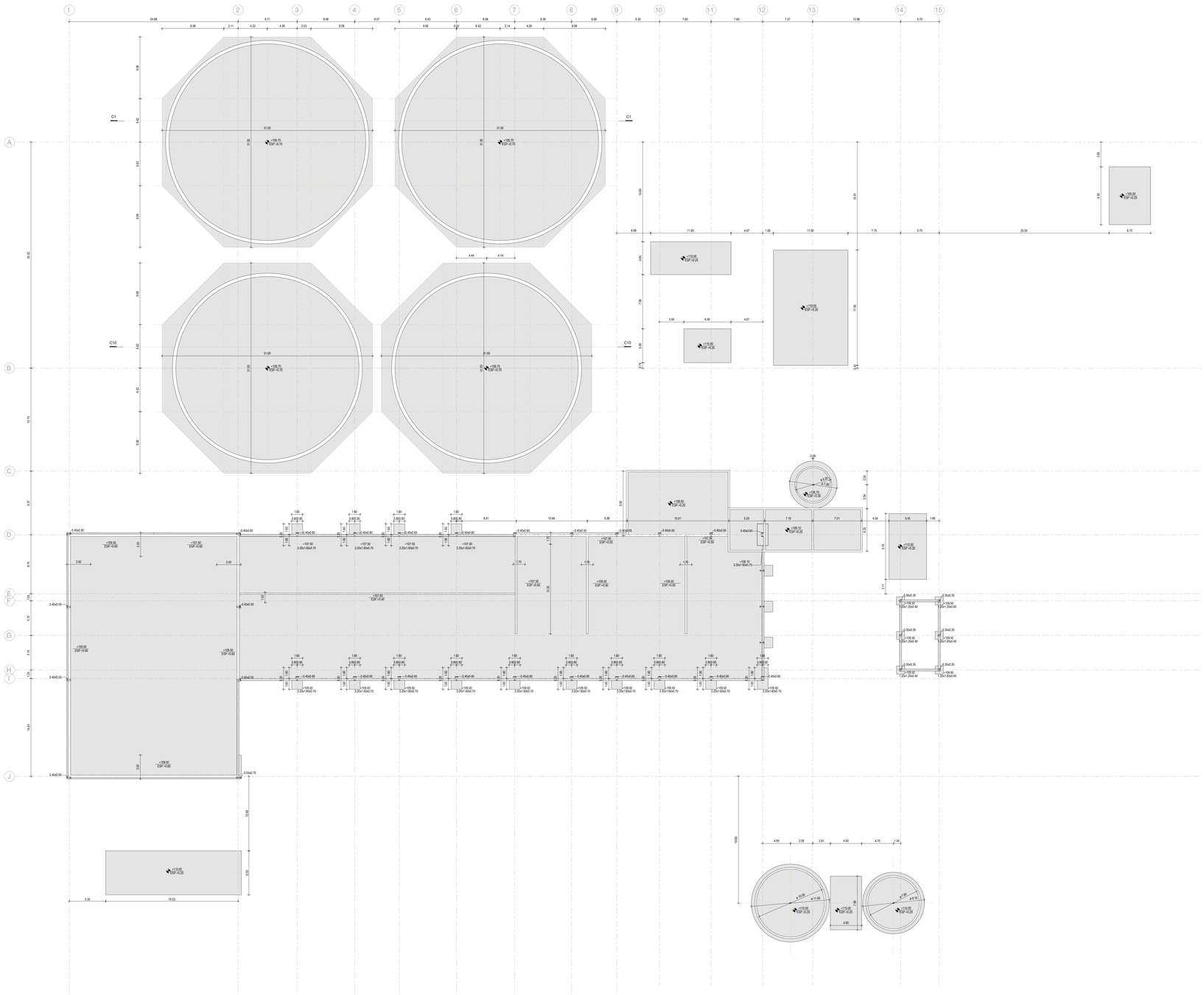
Revisão 02

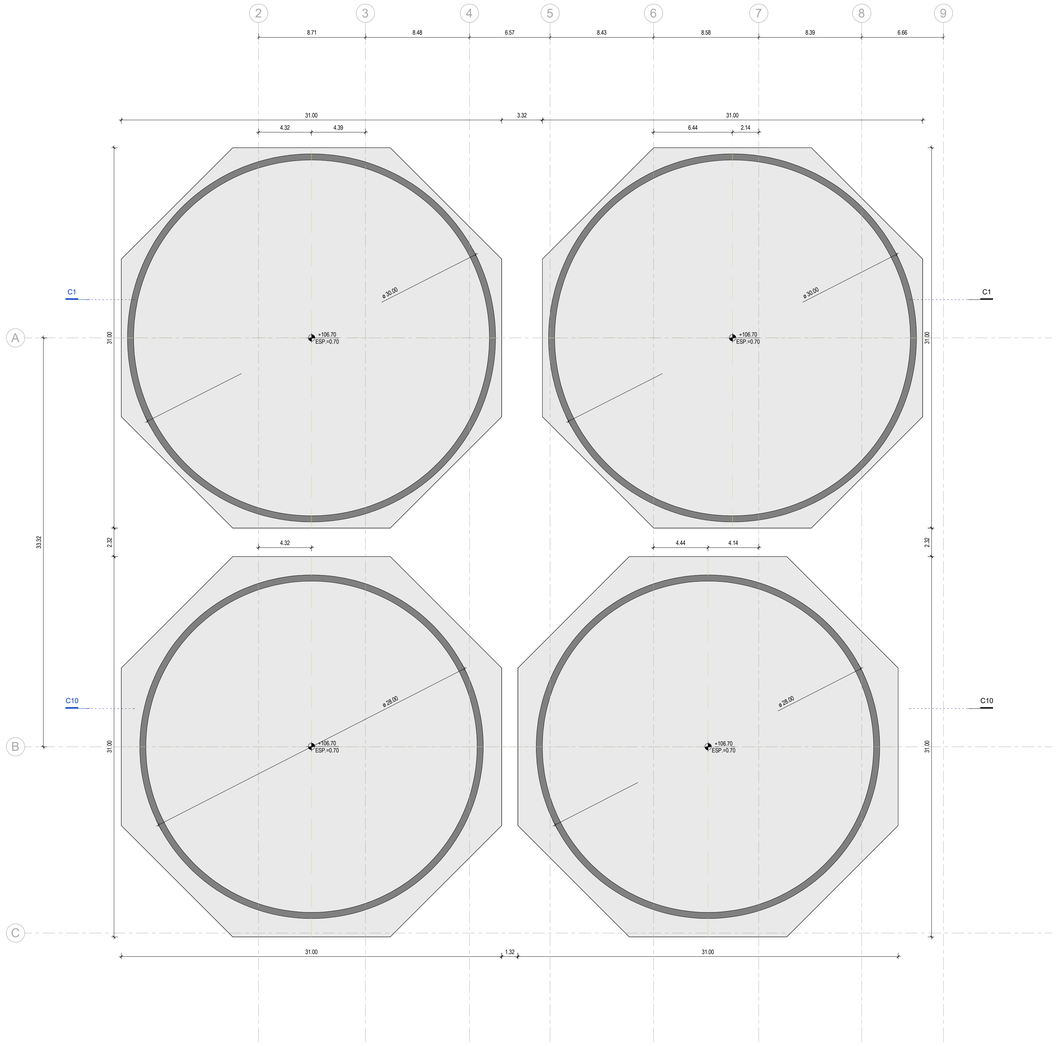
Este desenho é propriedade do GRUPO QUADRANTE, não podendo ser utilizado ou reproduzido no todo ou em parte, ou comunicado a terceiros, sem a sua expressa autorização. Este desenho só é válido para construção depois de devidamente assinado.

A1

Anexos

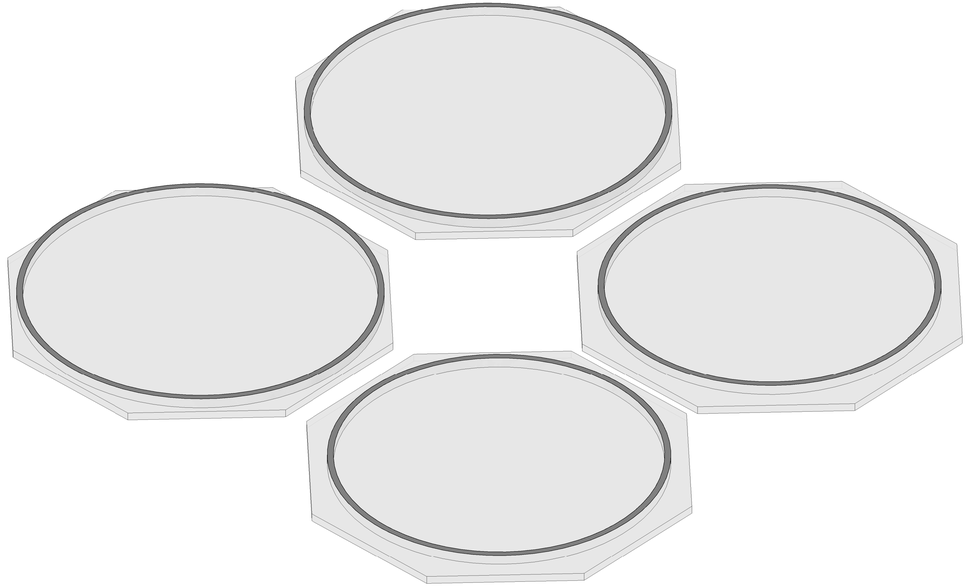
Capítulo	Anexo	Designação	Classificação
2. Descrição Geral do Projeto	**A2**	Descrição Geral	CONFIDENCIAL
3. Processo de Produção do Biometano	**A3**	Processo Industrial	CONFIDENCIAL
4. Elementos Complementares – Processo Industrial	**A4**	Elementos Complementares	CONFIDENCIAL
6. Sistema Elétrico	**A6**	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 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15
A B C D E F G H I J
C1
C10
+106.70 ESP.+0.70
+106.50 ESP.+0.50
+105.50 ESP.+0.25
+110.00 ESP.+0.25
+107.50 ESP.+0.50
+109.50 ESP.+0.50
+108.50 ESP.+0.25
+110.50 ESP.+0.25
+107.50 3.20x1.80x0.70
+109.50 3.20x1.80x0.70
+106.10 3.20x1.80x0.70
+110.35 ESP.+0.25
+109.50 3.20x1.80x0.70
+107.50 ESP.+0.25
+109.50 ESP.+0.25
+110.50 ESP.+0.25
+109.50 ESP.+0.25



PLANTA DE FUNDAÇÕES - DIGESTORES PRIMÁRIOS E SECUNDÁRIOS

1 : 200



VISTA ISOMÉTRICA

MATERIAIS

Betões

C12/15; XO; Cl 1.00	Betão de Regularização
C30/37; XC2(P); Cl 0.40; Dimax.=25; S3	Fundações e Muros de Contenção

Aços

A500NR	Em Varão
A500EL	Em Malha Electrossoldada
Classe 8.8	Em Parafusos e Chumbadouros
S275JR/S355JR	Em Chapas e Perfis

Recobrimentos

0.050 m	Em Fundações e Elementos Enterrados

NOTAS GERAIS

- Todas as cotas deverão ser verificadas em obra e no projeto de Arquitetura;
- Caso se verifique qualquer incompatibilidade no presente projeto, a mesma deverá de imediato ser comunicada por escrito para o projetista;
- Este desenho carece de consulta e análise de outras peças de projeto;
- Deverão ser verificadas em obra todas as condicionantes assumidas no projeto;
- Todas as armarações e empalmes devem ser executados de acordo com o REBAP, salvo indicação explícita em contrário, neste Desenho ou noutra peça do Projecto;
- Colocar betão de regularização com 0.05m de espessura em todos os elementos em contacto com o terreno;
- Ver furações e passa-muros do reservatório no Projecto de Instalações Hidráulicas;
- As dimensões apresentam-se em metros, salvo indicação em contrário

ATERRO COM CAPACIDADE AO CARREGAMENTO

- As zonas em aterro onde estão previstas fundações devem ser realizados por forma a possuirem uma tensão admissível mínima de 150kPa
- Para cumprirem o requisito da tensão admissível, devem ser executados com materiais apropriados e devidamente compactados, com um mínimo de 95% referente ao ensaio Proctor Modificado.
- Para garantir condições de fundação adequadas, deve assegurar-se que estes sejam devidamente compactados. Para além dos habituais métodos de controlo da compactação — com medições do teor em água e do grau de compactação referido ao ensaio Proctor Modificado —, a qualidade dos aterros deve ser verificada através de ensaios de carga em placa (NF P94-117-1), nas seguintes condições:
$E_{V2} \geq 60$ MPa e $E_{V2} / E_{V1} \leq 2.2$.

Rev.	Data	Descrição	Aprov.
2	Out 2025	Revision	
1	Set 2025	Revisão	
0	Fev 2025	Primeira Emissão	

QUADRANTE

www.quadranteglobal.com

Cliente

Gás da Terra

Projeto

Central de Biometano de Abrigada

Designação

ESTRUTURAS

DIGESTORES

BETÃO ARMADO

PLANTA DE FUNDAÇÕES

Escalas :	Indicadas	Projetou :	IF
Data :	17/10/2025	Desenhou :	CC
Processo :	T2025-0062-01	Verificou :	IF
Ficheiro :	T2025-0062-01-EP-EST-00-102	Aprovou :	JGC

Desenho Nº

EP-EST-00-102

Revisão

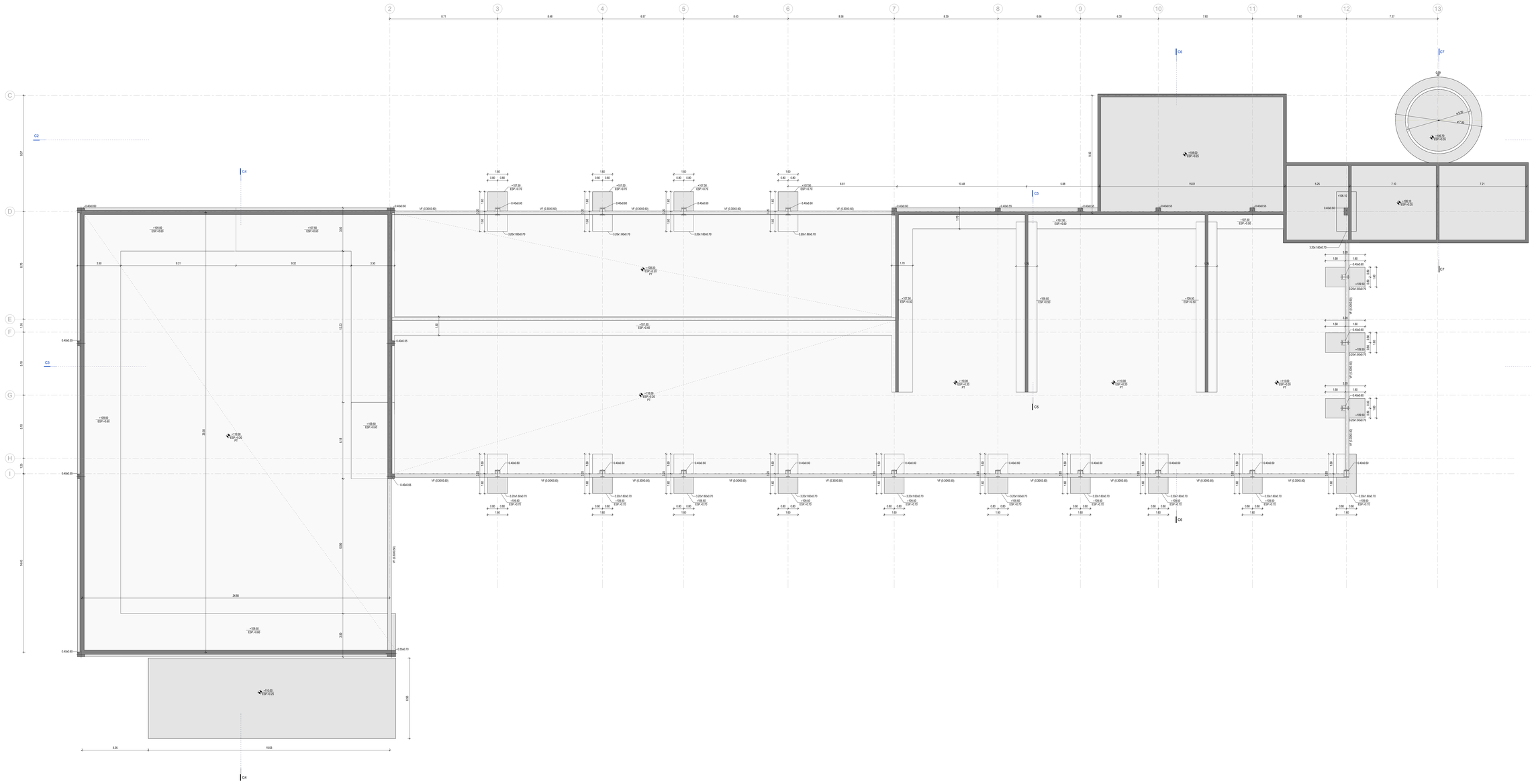
2

Este desenho é propriedade do GRUPO QUADRANTE, não podendo ser utilizado ou reproduzido no todo ou em parte, ou comunicado a terceiros, sem a sua expressa autorização. Este desenho só é válido para construção depois de devidamente assinado.

A1+

1 Planta de Fundações - Edifícios de Processamento e Armazenamento

1 : 100



MATERIAIS

Betões

	C12/15; X0; Cl 1.00 C30/37; XC2(P); Cl 0.40; Dmax.=25; S3	Betão de Regularização Fundações e Muros de Contenção

Aços

A500NR A500SL Classe B ou S275JR/S355JR	Em Varão Em Malha Electrossoldada Em Perfis/aços A Chumbadouros Em Chapas e Perfis

Revestimentos

0.050 m	Em Fundações e Elementos Enterrados

NOTAS GERAIS

- Todas as cotas deverão ser verificadas em obra e no projeto de Arquitetura;
- Caso se verifique qualquer incompatibilidade no presente projeto, a mesma deverá ão imediato ser comunicada por escrito para o projetista.
- Este desenho carece de consulta e análise de outras peças de projeto;
- Deverão ser verificadas em obra todas as condicionantes assumidas no projeto;
- Todas as enarmações e emparelhes deverm ser executados de acordo com o REBAP, salvo indicação explícita em contrário, nesta Desenho ou noutra peça do Projecto;
- Colocar betão de regularização com 0.05m de espessura em todos os elementos em contacto com o terreno;
- Ver furações e passa-muros do reservatório no Projecto de Instalações Hidráulicas;
- As dimensões apresentam-se em metros, salvo indicação em contrário.

ATERRO COM CAPACIDADE AO CARREGAMENTO

- As zonas em aterro onde estão previstas fundações devem ser realizadas por forma a possuirem uma tensão admissível mínima de 150kPa
- Para cumprimento o requisito da tensão admissível, devem ser executadas com materiais apropriados e devidamente compactados, com um mínimo de 95% relativo ao ensaio Proctor Modificado.
- Para garantir condições de fundação adequadas, deve assegurar-se que estão sejam devidamente compactados. Para além dos habituais métodos de controlo de compactação — com medições de teor em água e de grau de compactação referido ao ensaio Proctor Modificado — a qualidade dos aterros deve ser verificada através de ensaios de carga em placa (NF P94-117-1), nas seguintes condições:
$E_{v2} \geq 60$ MPa e $E_{v2}/E_{v1} \leq 2.2$.

Rev.	Data	Descrição	Aprov.
2	Out 2025	Revisom	
1	Set 2025	Revisão	
0	Fev 2025	Primeira Emissão	

QUADRANTE

www.quadranteglobal.com

Cliente

Gás da Terra

Projeto

Central de Biometano de Abrigada

Designação

ESTRUTURAS

EDIFÍCIO DE PROCESSAMENTO

BETÃO ARMADO

PLANTA DE FUNDAÇÕES

Escalas :	Indicadas	Projetou :	IF
Data :	17/10/2025	Desenhou :	CC
Processo :	T2025-0062-01	Verificou :	IF
Ficheiro :	T2025-0062-01-EP-EST-00-103	Aprovou :	JGC

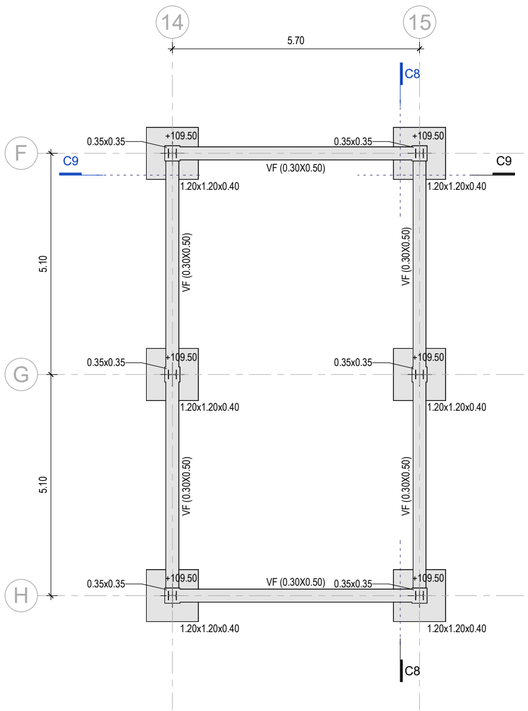
Desenho Nº

EP-EST-00-103

Revisão

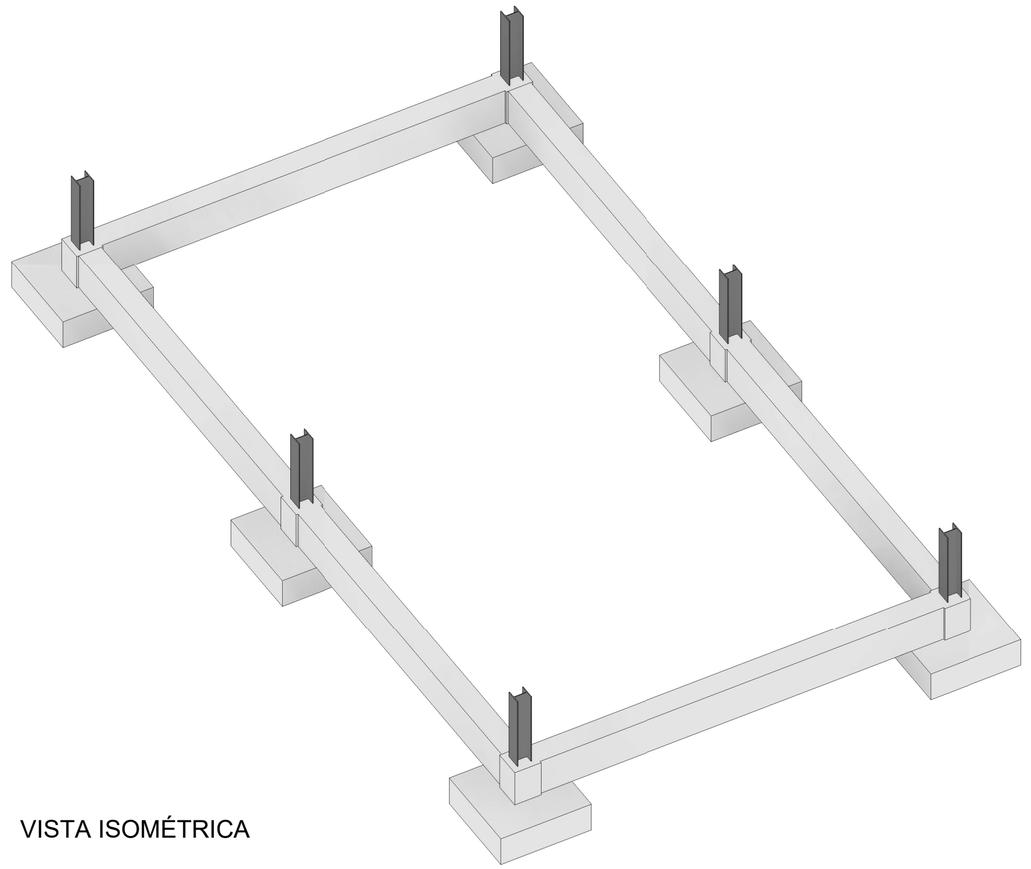
2

Este desenho é propriedade do GRUPO QUADRANTE, não podendo ser utilizado ou reproduzido no todo ou em parte, ou comunicado a terceiros, sem a sua expressa autorização. Este desenho só é válido para construção depois de devidamente assinado.



PLANTA DE FUNDAÇÕES - ESCRITÓRIOS

1 : 100



VISTA ISOMÉTRICA

MATERIAIS

Betões

C12/15; X0; Cl 1.00	Betão de Regularização
C30/37; XC2(P); Cl 0.40; D/max.=25; S3	Fundações e Muros de Contenção

Aços

A500NR	Em Varão
A500EL	Em Malha Electrossoldada
Classe 8.8	Em Parafusos e Chumbadouros
S275JR/S355JR	Em Chapas e Perfis

Recobrimentos

0.050 m	Em Fundações e Elementos Enterrados

NOTAS GERAIS

- Todas as cotas deverão ser verificadas em obra e no projeto de Arquitetura;
- Caso se verifique qualquer incompatibilidade no presente projeto, a mesma deverá de imediato ser comunicada por escrito para o projetista;
- Este desenho carece de consulta e análise de outras peças de projeto;
- Deverão ser verificadas em obra todas as condicionantes assumidas no projeto;
- Todas as amarrações e empalmes devem ser executados de acordo com o REBAP, salvo indicação explícita em contrário, neste Desenho ou noutra peça do Projecto;
- Colocar betão de regularização com 0.05m de espessura em todos os elementos em contacto com o terreno;
- Ver furações e passa-muros do reservatório no Projecto de Instalações Hidráulicas;
- As dimensões apresentam-se em metros, salvo indicação em contrário

ATERRO COM CAPACIDADE AO CARREGAMENTO

- As zonas em aterro onde estão previstas fundações devem ser realizados por forma a possuirem uma tensão admissível mínima de 150kPa
- Para cumprirem o requisito da tensão admissível, devem ser executados com materiais apropriados e devidamente compactados, com um mínimo de 95% referente ao ensaio Proctor Modificado.
- Para garantir condições de fundação adequadas, deve assegurar-se que estes sejam devidamente compactados. Para além dos habituais métodos de controlo da compactação — com medições do teor em água e do grau de compactação referido ao ensaio Proctor Modificado —, a qualidade dos aterros deve ser verificada através de ensaios de carga em placa (NF P94-117-1), nas seguintes condições:
  $Ev_2 \geq 60$ MPa e $Ev_2 / Ev_1 \leq 2{,}2$.

Rev.	Data	Descrição	Aprov.
2	Out 2025	Revision	
1	Set 2025	Revisão	
0	Fev 2025	Primeira Emissão	

QUADRANTE

www.quadranteglobal.com

Cliente

Gás da Terra

Projeto

Central de Biometano de Abrigada

Designação

ESTRUTURAS

ESCRITÓRIOS
BETÃO ARMADO
PLANTA DE FUNDAÇÕES

Escalas :	Indicadas	Projetou :	IF
Data :	17/10/2025	Desenhou :	CC
Processo :	T2025-0062-01	Verificou :	IF
Ficheiro :	T2025-0062-01-EP-EST-00-104	Aprovou :	JGC

Desenho Nº

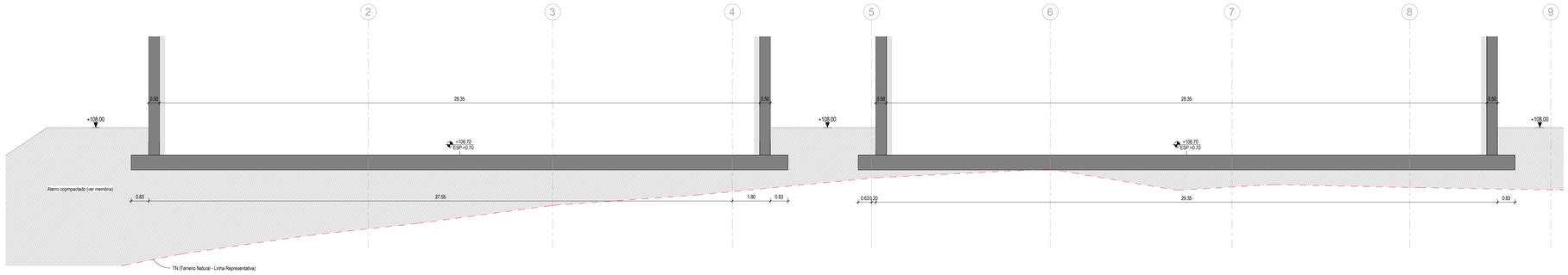
EP-EST-00-104

Revisão

2

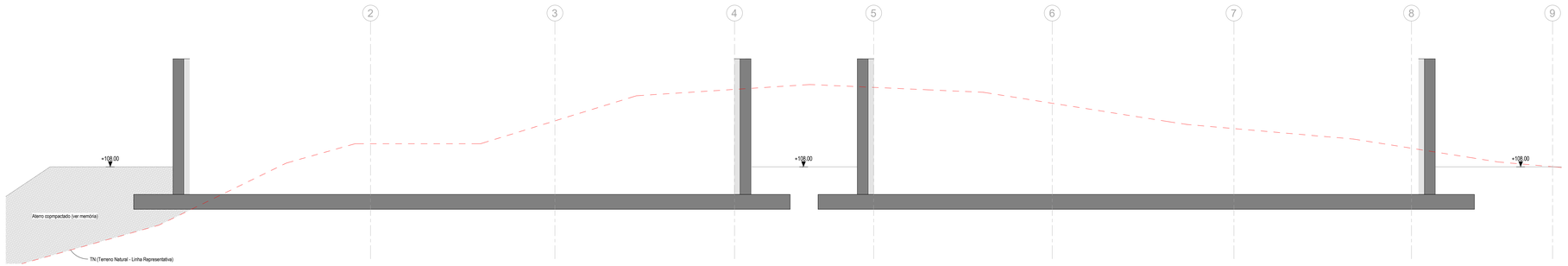
Este desenho é propriedade do GRUPO QUADRANTE, não podendo ser utilizado ou reproduzido no todo ou em parte, ou comunicado a terceiros, sem a sua expressa autorização. Este desenho só é válido para construção depois de devidamente assinado.

A2



CORTE - C1

1 : 100



CORTE - C10

1 : 100

MATERIAIS

Betões

C12/15; XO; Cl 1.00	Betão de Regularização
C30/37; XC2(P); Cl 0.40; Dimax.=25; S3	Fundações e Muros de Contenção

Aços

A500NR	Em Varão
A500EL	Em Malha Electrosoldada
Classe E.8	Em Parafusos e Chumbadouros
S275JR/S355JR	Em Chapas e Perfis

Recobrimentos

0.050 m	Em Fundações e Elementos Enterrados

NOTAS GERAIS

- Todas as cotas deverão ser verificadas em obra e no projeto de Arquitetura;
- Caso se verifique qualquer incompatibilidade no presente projeto, a mesma deverá de imediato ser comunicada por escrito para o projetista;
- Este desenho carece de consulta e análise de outras peças de projeto;
- Deverão ser verificadas em obra todas as condicionantes assumidas no projeto;
- Todas as amarrações e empalmes devem ser executados de acordo com o REBAP, salvo indicação explícita em contrário, neste Desenho ou noutra peça do Projecto;
- Colocar betão de regularização com 0.05m de espessura em todos os elementos em contacto com o terreno;
- Ver furações e passa-muros do reservatório no Projecto de Instalações Hidráulicas;
- As dimensões apresentam-se em metros, salvo indicação em contrário

ATERRO COM CAPACIDADE AO CARREGAMENTO

- As zonas em aterro onde estão previstas fundações devem ser realizados por forma a possuirem uma tensão admissível mínima de 150kPa
- Para cumprirem o requisito da tensão admissível, devem ser executados com materiais apropriados e devidamente compactados, com um mínimo de 95% referente ao ensaio Proctor Modificado.
- Para garantir condições de fundação adequadas, deve assegurar-se que estes sejam devidamente compactados. Para além dos habituais métodos de controlo da compactação — com medições do teor em água e do grau de compactação referido ao ensaio Proctor Modificado —, a qualidade dos aterros deve ser verificada através de ensaios de carga em placa (NF P94-117-1), nas seguintes condições:
$E_{V2} \geq 60$ MPa e $E_{V2} / E_{V1} \leq 2.2$.

Rev.	Data	Descrição	Aprov.
2	Out 2025	Revision	
1	Set 2025	Revisão	
0	Fev 2025	Primeira Emissão	

QUADRANTE

www.quadranteglobal.com

Cliente

Gás da Terra

Projeto

Central de Biometano de Abrigada

Designação

ESTRUTURAS

DIGESTORES

BETÃO ARMADO

CORTES

Escalas :	Indicadas	Projetou :	IF
Data :	17/10/2025	Desenhou :	CC
Processo :	T2025-0062-01	Verificou :	IF
Ficheiro :	T2025-0062-01-EP-EST-00-201	Aprovou :	JGC

Desenho Nº

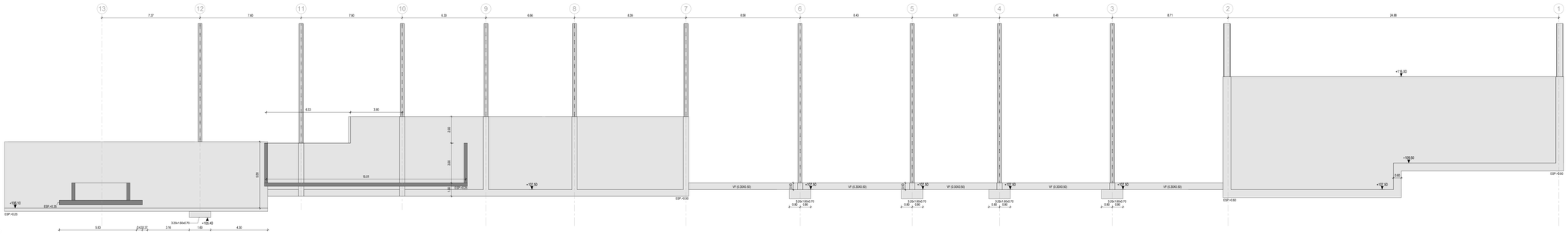
EP-EST-00-201

Revisão

2

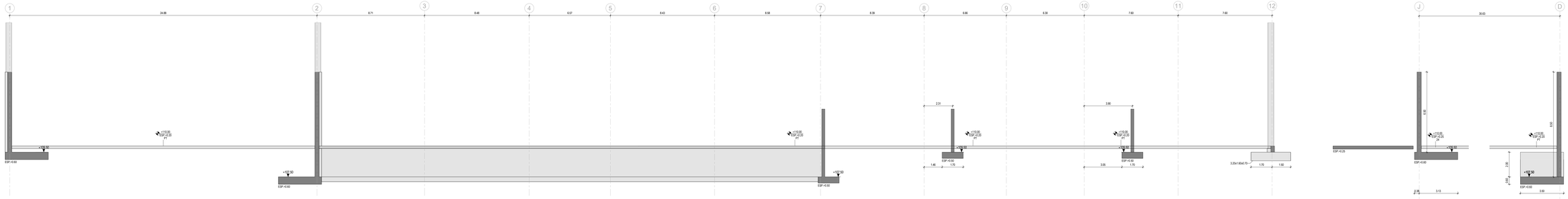
Este desenho é propriedade do GRUPO QUADRANTE, não podendo ser utilizado ou reproduzido no todo ou em parte, ou comunicado a terceiros, sem a sua expressa autorização. Este desenho só é válido para construção depois de devidamente assinado.

A1+



CORTE - C2

1 : 100

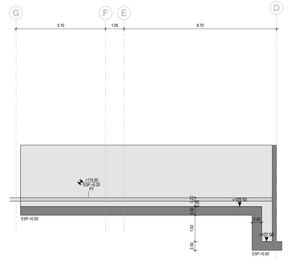


CORTE - C3

1 : 100

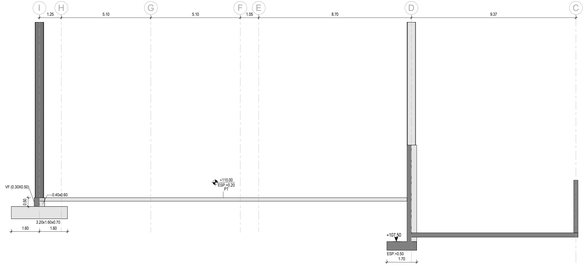
CORTE - C4

1 : 100



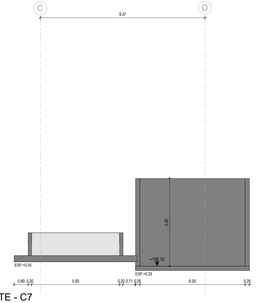
CORTE - C5

1 : 100



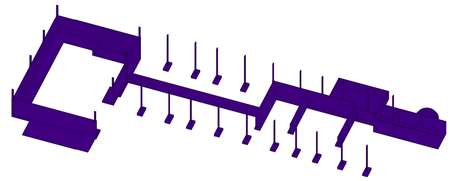
CORTE - C6

1 : 100



CORTE - C7

1 : 100



VISTA ISOMÉTRICA

MATERIAIS

Betões

C12/15, XC,Cl 1.00 — Betão de Regularização
C30/37, XC2(P), Cl 0.40, Dmax.=25.32 — Fundações e Muros de Contenção

Aços

A500NR — Em Varão
A500EL — Em Malha Electrosoldada
Classe B fl — Em Perfurações e Chumbadouros
S275JR/S355JR — Em Chapas e Perfis

Revestimentos

0.050 m — Em Fundações e Elementos Enterrados

NOTAS GERAIS

- Todas as cotas deverão ser verificadas em obra e no projeto de Arquitetura;
- Caso se verifique qualquer incompatibilidade no presente projeto, a mesma deverá de imediato ser comunicada por escrito para o projetista;
- Este desenho parece da consulta e análise de outras peças de projeto;
- Deverão ser verificadas em obra todas as condicionantes assumidas no projeto;
- Todas as armaduras e enquirnes deverá ser executadas de acordo com o REBAP, salvo indicação explícita em contrário, nesta Desenho ou noutra peça do Projecto;
- Colocar betão de regularização com C12/m de espessura em todas os elementos em contacto com o terreno;
- Ver furações e passa-muros do reservatório no Projecto de Instalações Hidráulicas;
- As dimensões apresentam-se em metros, salvo indicação em contrário

ATERRO COM CAPACIDADE AO CARREGAMENTO

- As zonas em aterro onde estão previstas fundações deverá ser realizadas por forma a possuirem uma tensão admissível mínima de 125kPa
- Para cumprimeto o requisito de tensão admissível, deverá ser executados com materiais apropriados e devidamente compactados, com um mínimo de 95% referente ao ensaio Proctor Modificado.
- Para garantir condições de fundação adequadas, deve assegurar-se que estes sejam executados com materiais apropriados e devidamente compactados — com medições do teor em água e do grau de compactação referido ao ensaio Proctor Modificado — a qualidade dos aterros deve ser verificada através de ensaios de carga em placa (NF P94-117-1), nas seguintes condições:
$E_{v_2} \geq 50\ MPa$ e $E_{v_2} / E_{v_1} \leq 2,2$

Rev.	Data	Descrição	Aprov.
2	Out 2025	Revisom	
1	Set 2025	Revisão	
0	Fev 2025	Primeira Emissão	

QUADRANTE — www.quadrantegiobal.com

Cliente

Gás da Terra

Projeto

Central de Biometano de Abrigada

Designação

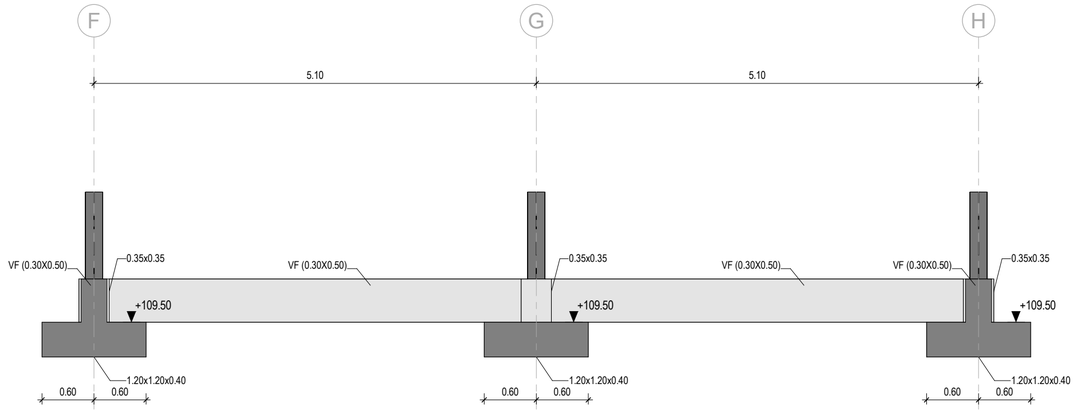
ESTRUTURAS

EDIFÍCIO DE PROCESSAMENTO
BETÃO ARMADO
CORTES

Escalas :	Indicadas	Projetou :	IF
Data :	17/10/2025	Desenhou :	CC
Processo :	T2025-0062-01	Verificou :	IF
Ficheiro :	T2025-0062-01-EP-EST-00-202	Aprovou :	JDC

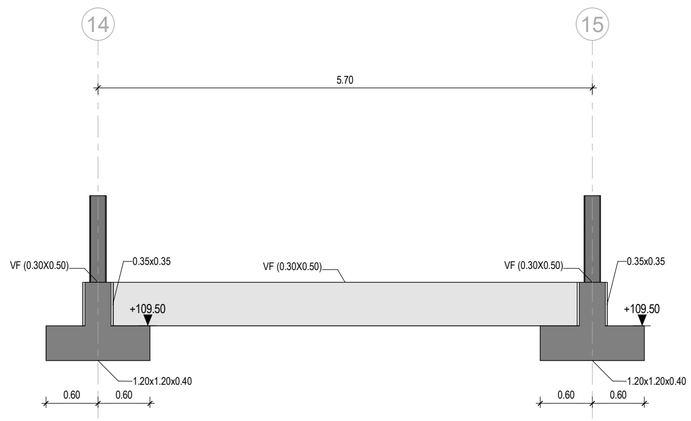
Desenho Nº: EP-EST-00-202 — Revisão: 2

Este desenho é propriedade do GRUPO QUADRANTE, não podendo ser utilizado ou reproduzido sem autorização. Não nos responsabilizamos por alterações efectuadas sem a nossa autorização. Este desenho só é válido para a execução depois de devidamente aprovado.



CORTE C8

1 : 50



CORTE C9

1 : 50

MATERIAIS

Betões

C12/15; X0; Cl 1.00	Betão de Regularização
C30/37; XC2(P); Cl 0.40; D/max.=25; S3	Fundações e Muros de Contenção

Aços

A500NR	Em Varão
A500EL	Em Malha Electrossoldada
Classe 8.8	Em Parafusos e Chumbadouros
S275JR/S355JR	Em Chapas e Perfis

Recobrimentos

0.050 m	Em Fundações e Elementos Enterrados

NOTAS GERAIS

- Todas as cotas deverão ser verificadas em obra e no projeto de Arquitetura;
- Caso se verifique qualquer incompatibilidade no presente projeto, a mesma deverá de imediato ser comunicada por escrito para o projetista;
- Este desenho carece de consulta e análise de outras peças de projeto;
- Deverão ser verificadas em obra todas as condicionantes assumidas no projeto;
- Todas as amarrações e empalmes devem ser executados de acordo com o REBAP, salvo indicação explícita em contrário, neste Desenho ou noutra peça do Projecto;
- Colocar betão de regularização com 0.05m de espessura em todos os elementos em contacto com o terreno;
- Ver furações e passa-muros do reservatório no Projecto de Instalações Hidráulicas;
- As dimensões apresentam-se em metros, salvo indicação em contrário

ATERRO COM CAPACIDADE AO CARREGAMENTO

- As zonas em aterro onde estão previstas fundações devem ser realizados por forma a possuirem uma tensão admissível mínima de 150kPa
- Para cumprirem o requisito da tensão admissível, devem ser executados com materiais apropriados e devidamente compactados, com um mínimo de 95% referente ao ensaio Proctor Modificado.
- Para garantir condições de fundação adequadas, deve assegurar-se que estes sejam devidamente compactados. Para além dos habituais métodos de controlo da compactação — com medições do teor em água e do grau de compactação referido ao ensaio Proctor Modificado —, a qualidade dos aterros deve ser verificada através de ensaios de carga em placa (NF P94-117-1), nas seguintes condições:
  $Ev_2 \geq 60$ MPa e $Ev_2 / Ev_1 \leq 2{,}2$.

Rev.	Data	Descrição	Aprov.
2	Out 2025	Revision	
1	Set 2025	Revisão	
0	Fev 2025	Primeira Emissão	

QUADRANTE

www.quadranteglobal.com

Cliente

Gás da Terra

Projeto

Central de Biometano de Abrigada

Designação

ESTRUTURAS

ESCRITÓRIOS

BETÃO ARMADO

CORTES

Escalas :	Indicadas	Projetou :	IF
Data :	17/10/2025	Desenhou :	CC
Processo :	T2025-0062-01	Verificou :	IF
Ficheiro :	T2025-0062-01-EP-EST-00-203	Aprovou :	JGC

Desenho Nº

EP-EST-00-203

Revisão

2

Este desenho é propriedade do GRUPO QUADRANTE, não podendo ser utilizado ou reproduzido no todo ou em parte, ou comunicado a terceiros, sem a sua expressa autorização. Este desenho só é válido para construção depois de devidamente assinado.

A2

GÁS DA TERRA

PROJETO BIOMETANO ABRIGADA

FUNDAÇÕES E ESTRUTURAS

UNIDADE DE PRODUÇÃO DE BIOMETANO DE ORIGEM RENOVÁVEL DE ABRIGADA

Revisão 03

Lisboa, 17 de outubro de 2025

REVISÃO	DATA	DESCRIÇÃO
0	28/02/2025	Emissão inicial
1	16/01/2025	Revisão Reservatório Incêndio
2	10/09/2025	Revisão da fundação dos digestores
3	17/10/2025	Revisão em conformidade com comentários

GÁS DA TERRA

PROJETO BIOMETANO ABRIGADA

FUNDAÇÕES E ESTRUTURAS

UNIDADE DE PRODUÇÃO DE BIOMETANO DE ORIGEM RENOVÁVEL DE ABRIGADA

ÍNDICE GERAL

1 INTRODUÇÃO 4

2 ENQUADRAMENTO GEOLÓGICO GEOTÉCNICO 4

3 CONDIÇÕES TÉCNICAS PARA EXECUÇÃO DE ATERROS SOB OS DIGESTORES 5

3.1 INTRODUÇÃO E ENQUADRAMENTO 5
3.2 TRABALHOS PREPARATÓRIOS 6
3.2.1 LIMPEZA E DESMATAÇÃO 6
3.2.2 DECAPAGEM 6
3.2.3 PROTEÇÃO DA VEGETAÇÃO EXISTENTE 6
3.3 MÉTODOS CONSTRUTIVOS 7
3.3.1 DISPOSIÇÕES GERAIS 7
3.3.2 MATERIAIS A APLICAR NOS ATERROS E PRINCÍPIOS CONSTRUTIVOS 7
3.4 CONTROLE DOS ATERROS 8
3.5 ENSAIOS A REALIZAR E FREQUÊNCIA 8
3.5.1 ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO DE MATERIAIS 8
3.5.2 ENSAIOS DE CONTROLO DAS TERRAPLENAGENS 8

4 SOLUÇÃO ESTRUTURAL 9

4.1 EDIFÍCIO DE PROCESSAMENTO 9
4.2 EDIFÍCIO DE ESCRITÓRIOS 10
4.3 DIGESTORES 10
4.4 LAJES DE ASSENTAMENTO DE EQUIPAMENTOS E TANQUE DE HIGIENIZAÇÃO . 11
4.5 TANQUE DE ARMAZENAMENTO DE LÍQUIDOS 11
4.6 TANQUES: COMBATE A INCÊNDIOS E ABASTECIMENTO DE ÁGUA 11

5 MATERIAIS 12

5.1 BETÕES 12
5.2 AÇOS 12

6 AÇÕES BASE DE CÁLCULO 12

6.1 AÇÕES GRAVÍTICAS 12
6.1.1 COBERTURAS NÃO ACESSÍVEIS 12
6.2 VARIAÇÕES DE TEMPERATURA 12
6.3 SISMO 13
6.4 VENTO 15
6.5 NEVE 16
6.6 SEGURANÇA AO FOGO 16

7 COMBINAÇÕES DE AÇÕES 16

7.1 COMBINAÇÕES PARA ESTADOS LIMITES ÚLTIMOS 17
7.1.1 COMBINAÇÃO FUNDAMENTAL (SOBRECARGAS E VENTO) 17
7.1.2 COMBINAÇÃO FUNDAMENTAL (SISMO) 17
7.2 COMBINAÇÕES PARA ESTADOS LIMITES DE UTILIZAÇÃO 17
7.2.1 QUASE PERMANENTE 17
7.2.2 FREQUENTE 17
7.2.3 CARACTERÍSTICA 17

8 VERIFICAÇÃO DA SEGURANÇA E DIMENSIONAMENTO 17

9 REGULAMENTOS E NORMAS 17

GÁS DA TERRA

PROJETO BIOMETANO ABRIGADA

FUNDAÇÕES E ESTRUTURAS

UNIDADE DE PRODUÇÃO DE BIOMETANO DE ORIGEM RENOVÁVEL DE ABRIGADA

1 INTRODUÇÃO

A presente Memória Descritiva e Justificativa refere-se ao Projeto de Fundações e Estruturas da Unidade de Produção de Biometano de Origem Renovável de Abrigada, em Alenquer.

A Unidade de Produção de Biometano é composta por um edifício principal na qual se fazem as recolhas dos resíduos e biogás, sendo acompanhado por um conjunto de elementos auxiliares, resultando na seguinte listagem de edifícios:

- Edifício de Processamento
- Edifício de Escritórios
- Digestores
- Lajes de assentamento de equipamentos
- Tanques: Higienização, armazenamento de líquidos e combate a incêndio

2 ENQUADRAMENTO GEOLÓGICO GEOTÉCNICO

Para o presente projeto foi realizado um estudo geológico geotécnico levado a cabo pela empresa GEOVIA – Consultores de Geotecnia, em Outubro de 2024.

No estudo foram efetuados 10 ensaios de penetrómetro dinâmico médio (PDM) dispostos ao longo da implantação do mesmo, de modo a permitir uma correta interpretação do terreno, que tem uma inclinação natural e variações ao longo do mesmo.

Por recomendação do relatório, as zonas de nega (N>60 pancada) correspondem a um terreno com uma capacidade admissível de 250 kPa.

Assim, tendo em conta o levantamento topográfico e os resultados dos ensaios, obteve-se a seguinte tabela sobre a cotado terreno com nega nos diversos ensaios.

Ensaio	Z ensaio	Prof Nega	Z (N>60)
(-)	(m)		
P1	108.75	3.75	105.00
P2	102.20	3.75	98.45
P3	111.75	2.25	109.50
P4	107.50	0.75	106.75
P5	101.50	2.00	99.50
P6	114.30	2.50	111.80
P7	110.30	2.75	107.55
P8	104.90	3.40	101.50
P9	112.30	1.40	110.90
P10	107.30	1.30	106.00

Assim, para cada um dos edifícios foi estimado a cota de terreno com nega com recurso a interpolações, de modo a definir o tipo de fundação, as quais serão descritas no capítulo seguinte.

3 CONDIÇÕES TÉCNICAS PARA EXECUÇÃO DE ATERROS SOB OS DIGESTORES

3.1 INTRODUÇÃO E ENQUADRAMENTO

De acordo com o estudo geotécnico, a maioria dos materiais em presença apresenta caraterísticas adequadas para aplicação em aterro, mesmo na perspetiva de os aterros garantirem condições de fundação aos pavimentos e apoios de estruturas a construir sobre eles.

No quadro seguinte apresenta-se o resumo dos resultados dos ensaios de caraterização de solos realizados (Geovia, outubro de 2024).

Quadro 18 – Resumo dos resultados obtidos nos ensaios laboratoriais efetuados em amostras remexidas

QUADRO RESUMO DAS CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DOS SOLOS																							
Amostra nº	Data	Local da Colheita	Descrição Visual	GRANULOMETRIA (% Passada)									Limites		T. A.	g máx. s.	T. H.	C.B.R.		Classific. AASHTO		Classific. Unificada	OBSERVAÇÕES:
				76,1	50,8	25,4	19	9,51	5	2	0,42	0,074	LL.	LP.	%	g/cm³	%	%	Exp. R.				
A.001	14/10/24	P1	Solo esbranquiçado silto-argiloso	100	100	99	98	94	91	87	74	48,3	25,0	8,9	10,9	1,972	11,8	5,9	0,9	A-4	(3)	SC - Areia argilosa	Amostra colhida à profundidade 1,50 a 2,60 metros
A.002	14/10/24	P2	Solo esbranquiçado silto-argiloso	100	100	100	100	98	96	91	77	60,1	29,5	12,0	8,6					A-6	(6)	CL - Argila magra arenosa	Amostra colhida à profundidade 0,80 a 1,45 metros
A.003	14/10/24	P3	Solo siltoso amarelado / alaranjado	100	100	100	100	100	99	94	78	49,0	23,7	9,1	7,8	2,015	9,4	6,2	1,0	A-4	(3)	SC - Areia argilosa	Amostra colhida à profundidade 0,90 a 1,60 metros
A.004	14/10/24	P4	Solo amarelado siltoso	100	100	100	100	100	100	99	93	55,1	22,2	8,4	7,3					A-4	(4)	CL - Argila magra arenosa	Amostra colhida à profundidade 0,30 a 0,80 metros
A.005	14/10/24	P5	Solo esbranquiçado / acastanhado silto-argiloso	100	100	100	100	96	92	86	76	53,1	25,7	9,9	8,1					A-4	(4)	CL - Argila magra arenosa	Amostra colhida à profundidade 1,10 a 1,70 metros
A.006	14/10/24	P6	Solo amarelado siltoso	100	100	100	99	99	98	94	73	45,6	22,6	6,9	6,1	2,030	9,3	6,3	0,7	A-4	(2)	SC-SM - Areia argilo-siltosa	Amostra colhida à profundidade 0,20 a 1,80 metros
A.007	14/10/24	P7	Solo esbranquiçado silto-argiloso	100	100	100	100	100	99	95	80	56,2	29,6	11,4	9,2					A-6	(5)	CL - Argila magra arenosa	Amostra colhida à profundidade 0,80 a 1,20 metros
A.008	14/10/24	P8	Solo acastanhado silto-argiloso	100	100	100	100	100	100	97	81	50,1	26,4	10,2	7,6	2,050	8,9	7,8	0,8	A-4	(3)	CL - Argila magra arenosa	Amostra colhida à profundidade 0,80 a 1,20 metros
A.009	14/10/24	P9	Solo acastanhado siltoso	100	100	100	100	100	99	97	93	65,1	27,9	10,5	8,8					A-6	(6)	CL - Argila magra arenosa	Amostra colhida à profundidade 0,20 a 1,05 metros
A.010	14/10/24	P10	Solo amarelado siltoso	100	100	100	99	97	93	83	63	35,4	26,5	12,5	6,8	2,034	8,6	6,1	0,4	A-2-6	(0)	SC - Areia argilosa	Amostra colhida à profundidade 0,10 a 0,90 metros

Pode verificar-se que, dos dez solos ensaiados, um pertence ao grupo A-2-6 da classificação AASHTO, índice de grupo 0, seis ao grupo A-4, com índices de grupo entre 2 e 4, e os restantes três enquadram-se no grupo A-6, com índices de grupo 5 e 6.

A estes últimos, solos A-6 com índice de grupo 6, estão associadas percentagens de finos elevadas (mais de 60%), pelo que não se consideram adequados. Os restantes são solos que podem ser aplicados em aterro, com adequado desempenho.

Neste contexto, é importante que em obra se diferenciem os piores solos resultantes das escavações, devendo ser conduzidos a depósito, enquanto os mais adequados podem ser utilizados em aterros, nas condições abaixo descritas.

3.2 TRABALHOS PREPARATÓRIOS

3.2.1 LIMPEZA E DESMATAÇÃO

As superfícies de terrenos a escavar ou a aterrar devem ser previamente limpas de construções, pedra grossa, detritos e vegetação lenhosa (arbustos e árvores) conservando, todavia, a vegetação subarbustiva e herbácea, a remover com a decapagem.

A limpeza ou desmatação deve ser feita em toda a área abrangida pelo projeto, e inclui a remoção das raízes e do remanescente do corte de árvores.

3.2.2 DECAPAGEM

As áreas dos terrenos a escavar devem ser previamente decapadas da terra arável e da terra vegetal ou com elevado teor em matéria orgânica. Esta operação deve ser sempre estendida às áreas a ocupar pelos caminhos de obra ou outros equipamentos e ser executada de uma forma bastante cuidada para evitar posteriores contaminações dos materiais a utilizar nos aterros.

A terra vegetal proveniente da decapagem será aplicada imediatamente ou armazenada em locais adequados para aplicação posterior, ou conduzidas a depósito definitivo.

3.2.3 PROTEÇÃO DA VEGETAÇÃO EXISTENTE

A vegetação arbustiva e arbórea, nas áreas não atingidas por movimentos de terras, será protegida, de modo a não ser afetada com a localização de estaleiros, depósitos de materiais, instalações de pessoal e outras ou com o movimento de máquinas e viaturas. Compete ao Adjudicatário tomar as disposições adequadas para o efeito, designadamente instalando vedações e resguardos onde for conveniente ou necessário.

3.3 MÉTODOS CONSTRUTIVOS

3.3.1 DISPOSIÇÕES GERAIS

Não é permitido o início da construção dos aterros sem que previamente a Fiscalização tenha inspecionado os trabalhos preparatórios e aprovado a área respetiva, e verificado se o equipamento de compactação proposto é o mais adequado e se estão instalados em obra os meios de controlo laboratorial necessários.

Na preparação da base onde assentam os aterros (fundação), deverá ter-se em atenção que, sempre que existam declives, deverá dispor-se a superfície em degraus de forma a assegurar a ligação adequada entre o material de aterro e o terreno natural. A altura dos degraus não deve em geral ser inferior à espessura das camadas.

Não é aconselhável a colocação, em camadas de aterros, de materiais com várias proveniências ou com características geotécnicas diferentes, tendo em vista garantir por um lado a representatividade do controlo de qualidade, e por outro garantir que o aterro tenha um comportamento homogéneo. Tal facto obrigará o Adjudicatário a efetuar uma adequada gestão dos materiais.

3.3.2 MATERIAIS A APLICAR NOS ATERROS E PRINCÍPIOS CONSTRUTIVOS

Os materiais a aplicar nos aterros serão resultantes das escavações, pertencentes às classes A-1, A-2, A-4 ou A6, estes últimos com índice de grupo máximo de 5, do sistema de classificação AASHTO. Para a sua caracterização deve realizar-se pelo menos um conjunto de ensaios por cada 5.000m3, compreendendo granulometria por peneiração, teor em água natural, limites de liquidez e de plasticidade, equivalente de areia, Azul de metileno e ensaio de compactação pesada.

A espessura das camadas, após compactação, não deverá ser superior a 40cm e a compactação relativa dos solos nos aterros, referida ao ensaio de compactação pesada (Proctor Modificado), deve ser de pelo menos 95%.

O teor em água natural dos solos antes de se iniciarem as operações de compactação deve ser tão próximo quanto possível do teor ótimo do ensaio de compactação pesada, devendo adaptar-se a energia de compactação a esse teor em água, o que implica compactação mais intensa no lado seco da curva (teores em água inferiores ao ótimo) e mais leve (com menos passagens por camada) se os teores em água forem superiores ao ótimo.

Os aterros que eventualmente se situem abaixo no nível freático, o que poderá acontecer nas zonas mais baixas, terão necessariamente de ser executados com material pétreo (rachão, por exemplo), envolto em geotêxtil com resistência à tração mínima de 25 kN/m, de preferência com saída de água dessa camada.

3.4 CONTROLE DOS ATERROS

Para garantir adequadas condições de fundação aos pavimentos e apoios de estruturas a construir sobre aterros dever-se-á garantir que estes sejam executados com bons materiais e bem compactados. Para além dos habituais métodos de controlo da compactação (com medições do teor em água e do grau de compactação referido ao ensaio Proctor mod.), a qualidade dos aterros deve ser testada com ensaios de carga em placa (NF P94-117-1), nas seguintes condições:

- os ensaios serão realizados com uma distribuição regular por toda a área, devendo cumprir-se um número mínimo correspondente a 1 ensaio por cada 1.500m2 nas plataformas obtidas a cada duas camadas (aproximadamente 0,8m de altura de trabalho);

- deverão verificar-se os seguintes valores: Ev2 ≥ 60 MPa e Ev2 / Ev1 ≤ 2,2.

3.5 ENSAIOS A REALIZAR E FREQUÊNCIA

3.5.1 ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO DE MATERIAIS

Para a caraterização dos materiais a aplicar em aterro estão previstos os seguintes ensaios e frequências mínimas:

Designação	Norma	Frequência (1 ensaio por ... m3)
Compactação pesada	LNEC E 197 - 1966	5.000
Análise granulométrica	LNEC E 239 - 1970	5.000
Teor em água e Limites de Atterberg	NP 143 - 1969	5.000
Azul de metileno	NF P 94-068 - 1993	5.000
Equivalente de areia	LNEC E 199 - 1967	5.000

3.5.2 ENSAIOS DE CONTROLO DAS TERRAPLENAGENS

Para o controlo das terraplenagens estão previstos os seguintes ensaios e frequências mínimas:

Designação	Norma	Frequência (1 ensaio por ... m^3)
Teor em água e baridade in situ (método nuclear)	ASTM D 6938	500
Teor em água e baridade in situ (garrafa de areia)	LNEC E 204 - 1967	5.000
Ensaios de carga em placa	NF P 94-117-1 - 2000	1.200

4 SOLUÇÃO ESTRUTURAL

Pretendeu-se, na conceção estrutural destes edifícios, obter uma estrutura o mais económica possível que, indo inteiramente de encontro aos requisitos propostos no programa da Unidade de Produção de Biometano, permita uma construção utilizando processos construtivos simples e eficientes, adaptando-se a um reduzido prazo de construção, e cumprindo, obrigatoriamente, a sua função estrutural com total segurança.

4.1 EDIFÍCIO DE PROCESSAMENTO

O edifício de processamento trata-se de um edifício no qual se armazenam os resíduos se faz o processamento dos mesmos.

Para a estrutura principal, previu-se uma estrutura metálica em que a rigidez às ações horizontais se dá a partir de pórticos na direção do maior vão e contraventamentos na direção perpendicular. Os pórticos encontram-se em geral afastados entre os 6 a 7 m, permitindo assim uma solução económica.

A cobertura de duas águas foi feita com recurso a madres do tipo MADREMAX apoiadas nas vigas principais dos pórticos.

Adicionalmente, dada a quantidade de muros necessários para conter os resíduos (nomeadamente armazenamento de digestão sólido (zona 23) e armazenamento de sólidos no edifício de exploração de sólidos (zonas 25 e 26)), aproveitou-se esses muros para não só conterem o impulso provocado pelos materiais depositados, mas também para servir de apoio aos perfis metálicos de suporte da cobertura.

Para os muros da zona 23 (6 metros de altura) e das zonas 25 e 26 (3 metros de altura), previu-se um muro de suporte tradicional, tendo sido o impulso calculado assumindo um coeficiente de repouso 0.5 e o peso volúmico do respetivo material (1400kg/m3 para a zona 23, 1200 kg/m3 para a zona 25 e 1150 kg/m3 para a zona 26).

No que respeita a fundações, a generalidade do edifício encontra-se fundada entre a cota 106.90 e 108.90 (assumindo uma altura média de sapata de 0.60m e que a mesma está enterrada 0.50m, valor correspondente à altura da caixa de pavimento térreo), consoante a zona do edifício, devido à existência de um desnível de 2m em parte da área do mesmo.

O Edifício de Processamento encontra-se entre os ensaios P4, P6, P7 e P9. Enquanto na zona do ensaio P4 a cota da nega 106.75, no ensaio P6 a cota chega a 111.80m. Assim, foi assumida uma solução de fundação direta com tensão admissível de 250 kPa, sendo que no local se deve averiguar a necessidade de aplicação de betão ciclópico caso em algumas das zonas o extrato correspondente às 60 pancadas não seja intersetado.

Assim, para os pilares metálicos, houve 2 casos de carga condicionantes (considerando já os esforços na base da sapata incluindo o peso das terras acima da sapata), que levaram ao dimensionamento de uma sapata com dimensões 1.60mx3.20mx0.70m:

CASO 1:

$$N_{ed} = 920\ kN, M_{ed,x} = 250\ kN.m, M_{ed,y} = 25\ kN.m \rightarrow\ \sigma_{max} = 234kPa\ e\ 100\%\ Sapata\ Ativa$$

CASO 2:

$$N_{ed} = 530\ kN, M_{ed,x} = 250\ kN.m, M_{ed,y} = 25\ kN.m \rightarrow\ \sigma_{max} = 158kPa\ e\ 97\%\ Sapata\ Ativa$$

Relativamente ao assentamento de equipamentos (Bomba de Digestato Líquido) e tanques (Higienizaçao), foi utilizada uma laje de assentamento de 25cm, verificando assim quer as tensões no terreno e garantindo que não ocorrem deformações consideráveis.

4.2 EDIFÍCIO DE ESCRITÓRIOS

O edifício de escritórios trata-se de um pequeno edifício com uma área de 5.95m x 10.45m. Para o mesmo foi prevista uma estrutura metálica porticada com 3 pórticos afastados de 5.10m e com cobertura em madres C apoiadas nas vigas principais.

Esta solução é bastante leve e uma vez que se encontra sobre a zona do ensaio P6 (Znega=110.90m), recorreu-se a uma solução de sapatas diretas com dimensões 1.20m x 1.20m x 0.40m, com uma cota de base de fundação dentro do estrato com capacidade portante de 250 kPa.

4.3 DIGESTORES

Os digestores trata-se de 4 tanques (2 com 30m de diâmetro e 2 com 28m de diâmetro) sendo composto por uma estrutura de betão armado (fundações e paredes).

Os mesmos têm cota de base de 106.70, sendo que os ensaios próximos dos mesmos são os P5, P7 e P8. Tendo em conta os níveis de carga destes elementos, adotou-se uma solução com fundações diretas, considerando a laje de fundo como um ensoleiramento geral.

Assim, considerando os digestores com 30m de diâmetro, a carga vertical para a combinação característica resulta em tensões médias da ordem dos 120kPa, considerando o peso do material no digestor (1100 kg/m3), o peso da laje de fundação (0.70m de espessura), o peso das paredes em betão e a calote esférica (membrana dupla flexível polimérica).

Os 4 digestores estão implantados numa plataforma que em parte resulta de escavação e na restante em aterro. A base resultante da escavação tem capacidade para tensões instaladas superiores a 120kPa. Na área restante, em aterro, é necessário executar esse aterro de forma controlada, como descrito acima na presente memória, por forma a garantir condições de resistência e de deformabilidade.

4.4 LAJES DE ASSENTAMENTO DE EQUIPAMENTOS E TANQUE DE HIGIENIZAÇÃO

Para os vários equipamentos dispostos na Unidade de Produção de Biometano, independentemente da localização, foi estimada o peso de equipamentos e pesos de apoio comuns em projetos semelhantes, tendo-se obtido lajes com 0.25 m de espessura para garantir uma correta transição de cargas ao terreno, garantia da segurança ao punçoamento da laje no pé do equipamento e evitar assentamentos diferenciais no mesmo.

Para estas lajes de assentamento, assumiu-se uma tensão máxima de 50 kPa, de modo a cumprir para todas as zonas, mesmo nas que se encontram em zonas de aterro controlado, que deve garantir no mínimo esta tensão admissível.

Para os tanques de higienização foi assumido o mesmo controlo, mas onde resultou uma tensão admissível de 100 kPa. Uma vez que a cota de base da laje de fundação é aproximadamente 109.70m e dada a proximidade dos ensaios P7 e P9, se obteve uma cota de fundação próxima dos 109.70m, pelo que a tensão obtida cumpre os requisitos.

4.5 TANQUE DE ARMAZENAMENTO DE LÍQUIDOS

O tanque de armazenamento de líquidos tem uma altura de 6m e um volume de 100 m3 de água.

Este tanque encontra-se na proximidade dos ensaios P7 e P9, obtendo-se uma cota de nega de aproximadamente 109.50m. Uma vez que a cota de fundo do reservatório é 106.70m, adotou-se uma solução de fundações diretas.

Considerando o peso das paredes, laje de fundo e água, obteve-se um esforço axial característico de 2160 kN, o que com a fundação com 0.35m de espessura e com um diâmetro de 7m, obteve-se uma tensão de cerca de 60kPa, verificando as condições de tensão admissível do terreno e obtendo assentamentos baixos.

4.6 TANQUES: COMBATE A INCÊNDIOS E ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Estão previstos três tanques: dois tanques de combate a incêndios e tanque para abastecimento de água. Entre os tanques de combate a incêndio existe também um edifício técnico.

Estes tanques encontram-se na proximidade dos ensaios P6 e P9, obtendo-se uma cota de nega de aproximadamente 110.40m. Uma vez que a cota de fundo dos reservatórios é 110.00m, adotou-se uma solução de fundações diretas.

Considerando o peso das paredes, laje de fundo e água, obteve-se uma tensão de cerca de 40kPa, verificando as condições de tensão admissível do terreno e obtendo assentamentos baixos. De modo a ter a mesma gama de assentamentos, o edifício técnico foi feito com recuso a laje mista, fundando assim à mesma cota dos reservatório.

5 MATERIAIS

5.1 BETÕES

O betão a utilizar nas fundações e nos muros periféricos, elementos em contacto com o solo, deverá ser do tipo C30/37 e da classe de exposição ambiental XC2.

Para os elementos de fundação, tendo em conta os recobrimentos adotados e a inexistência de elementos pré-esforçados, define-se uma dimensão máxima de inerte de 22mm e um teor de cloretos máximo de 0.4%.

5.2 AÇOS

O aço em varão será do tipo A500NR e será do tipo A500EL em malha electro soldada.

Para o aço da estrutura metálica adota-se o tipo S275JR para perfis abertos, tubulares e chapas.

Os parafusos e chumbadouros deverão ser da Classe 8.8.

6 AÇÕES BASE DE CÁLCULO

Foram consideradas as ações preconizadas no EC2 sendo combinadas de acordo com o prescrito nessa regulamentação, sendo as cargas descritas nos seguintes subcapítulos.

6.1 AÇÕES GRAVÍTICAS

6.1.1 COBERTURAS NÃO ACESSÍVEIS

Cargas permanentes

Revestimentos (em geral)	1.00 kN/m^2
Sobrecargas (SC)	0.40 kN/m^2 ($\Psi_{0/1/2}$=0.00/0.00/0.00)

6.2 VARIAÇÕES DE TEMPERATURA

A ação da variação da temperatura foi considerada no dimensionamento da estrutura, tendo sido definida de acordo com a NP EN1991-1-5.

Foi considerado uma variação de temperatura de ±10ºC na estrutura.

De acordo com o Eudocódigo, os valores reduzidos da ação da temperatura são: ψ_0=0,6, ψ_1=0,5 and ψ_2=0.

6.3 SISMO

A ação sísmica foi quantificada de acordo com a norma NP EN 1998-1. Os valores da aceleração máxima nominal no terreno de fundação considerados foram definidos com base no tipo de terreno de fundação. De acordo com a análise efetuada considerou-se um terreno tipo C.

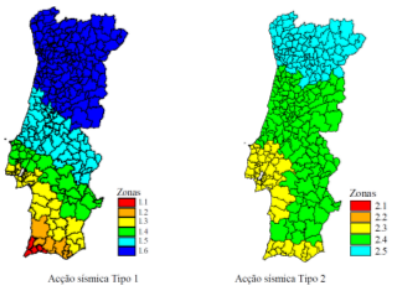
As massas e combinações de ações são obtidas para a situação de projeto sísmica.

A estrutura terá de possuir resistência e capacidade de dissipação energética, que dependem do nível de comportamento não linear pretendido. Na prática este equilíbrio é caracterizado pelos valores do coeficiente de comportamento e pala classe de ductilidade.

Para o edifício em questão foi efetuada uma análise modal por espectro de resposta para estudo da ação sísmica.

Estruturas de betão armado:

Local de Estudo:	*Alenquer*
Classe de Importância	Edifícios correntes, não pertencentes às outras categorias.
II	
Tereno	Depósitos profundos de areia compacta ou medianamente compacta, de seixo(cascalho) ou de argila rija com uma espessura entre várias dezenas e muitas centenas de metros
Tipo C	



Acção sísmica Tipo 1 Acção sísmica Tipo 2

Figura NA.I – Zonamento sísmico em Portugal Continental

Coeficiente de comportamento		Amortecimento	
q =	*3.00*	ζ =	*5.0%*

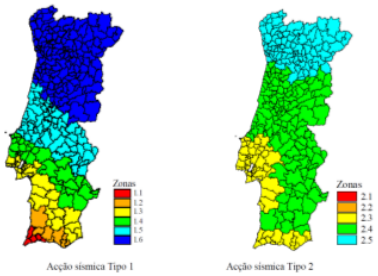
Acção Sísmica TIPO 1			Acção Sísmica TIPO 2			
Zona:	*1.4*		Zona:	*2.3*		
a_{gR} =	*1.00*	m/s²	a_{gR} =	*1.70*	m/s²	{NA - 3.2.1(2)}
γ_I =	*1.00*		γ_I =	*1.00*		{NA - 4.2.5(5)P}
a_g =	*1.00*	m/s²	a_g =	*1.70*	m/s²	{3.2.2.2(1)}
$S_{máx}$ =	*1.60*		$S_{máx}$ =	*1.60*		{NA - 3.2.2.2(2)P}
S =	*1.60*		S =	*1.46*		{NA - 3.2.2.2(2)P}

Estruturas de aço:

Local de Estudo:	*Alenquer*

Classe de Importância	
II	Edifícios correntes, não pertencentes às outras categorias.

Tereno	
Tipo C	Depósitos profundos de areia compacta ou medianamente compacta, de seixo(cascalho) ou de argila rija com uma espessura entre várias dezenas e muitas centenas de metros



Acção sísmica Tipo 1 — Acção sísmica Tipo 2

Figura NA.I – Zonamento sísmico em Portugal Continental

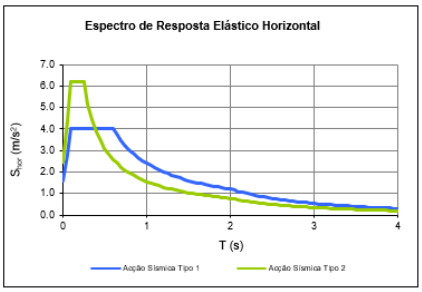
Coeficiente de comportamento	
q =	*4.00*

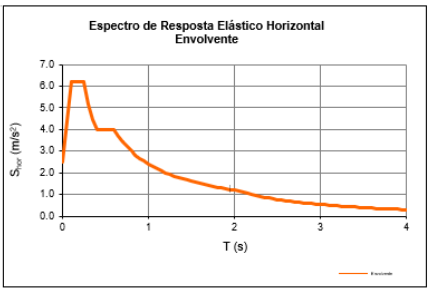
Amortecimento	
ζ =	*2.0%*

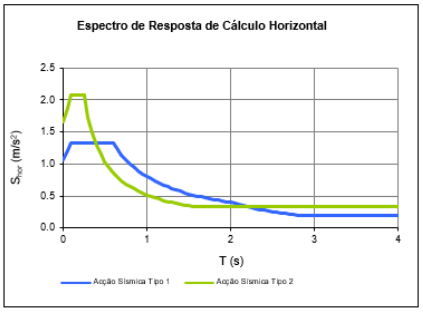
Acção Sísmica TIPO 1			Acção Sísmica TIPO 2			
Zona:	*1.4*		Zona:	*2.3*		*{NA - 3.2.1(2)}*
a_{gR} =	*1.00*	m/s^2	a_{gR} =	*1.70*	m/s^2	*{NA - 3.2.1(2)}*
γ_I =	*1.00*		γ_I =	*1.00*		*{NA - 4.2.5(5)P}*
a_g =	*1.00*	m/s^2	a_g =	*1.70*	m/s^2	*{3.2.2.2(1)}*
S_{max} =	*1.60*		S_{max} =	*1.60*		*{NA - 3.2.2.2(2)P}*
S =	*1.60*		S =	*1.46*		*{NA - 3.2.2.2(2)P}*

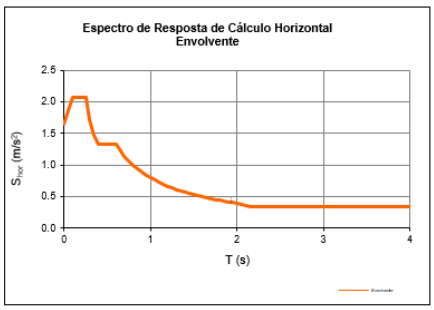
Dos dados apresentados anteriormente, resultou o espectro de resposta de cálculo horizontal (envolvente) representado nas figuras seguintes.

Estruturas de betão armado:

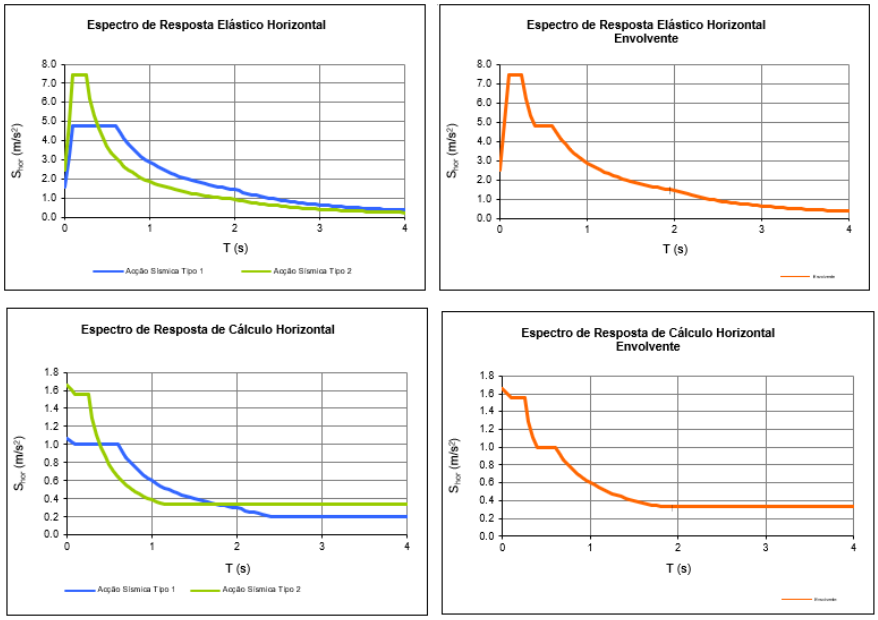








Estruturas de aço:



6.4 VENTO

Na quantificação da ação do vento adotou-se o preconizado na NP EN 1991-1-4 (2010), paras as situações de projeto aplicáveis, conforme EN 1990, 3.2.

Modelação das ações do vento:

A ação do vento é representada por um conjunto simplificado de pressões ou de forças cujos efeitos são equivalentes aos efeitos extremos do vento turbulento. As ações do vento são valores característicos (EN 1990, 4.1.2).

Para altura de referência (máxima, aproximada) entre 13.90 m, resultou uma pressão dinâmica de pico de 1.41 kN/m2, conforme mostrado abaixo.

Zona Zona A

Valor de referência da velocidade do vento			Secção 4	
v_b =	27.00 m/s	Valor de referência da velocidade	4.2(2)P	
c_{dir} =	1.00	Coeficiente de direcção	NA-4.2(2)P, Nota 2	
$v_{b,0}$ =	27.00 m/s	Valor básico da velocidade	NA-4.2(1)P, Nota 2; Quadro NA.I	
c_{season} =	1.0	Coeficiente de sazão	4.2 (2)P Nota 3;4.2(3); NA-4.2(2)P, Nota 3	
Categoria de terreno / Coeficiente de rugosidade				
cat. =	I	Zona costeira exposta a ventos de mar	Quadro NA 4.1	
z =	13.90 m	Altura de referencia	Secção 7	
z_0 =	0.005 m	Comprimento de rogosidade	4.3.2; Quadro NA 4.1	
z_{min} =	1 m	Altura mínima	4.3.2; Quadro NA 4.1	
z_{max} =	200 m	Altura máxima	4.3.2(1) Nota	
$z_{0,II}$ =	0.05 m		4.3.2(1)	
k_r =	0.16	Coeficiente de terreno		Terrain Factor
$c_r(z)$ =	1.28	Coeficiente de rugosidade	4.3.2(1)	
Turbulência do vento				
k_1 =	1.0	Coeficiente de turbulência	4.4(1) Nota 2	
$c_0(z)$ =	1.0	Coeficiente de orografia	4.3.1(1); 4.3.3	
$I_v(z)$ =	0.13	Intensidade de turbulência à altura z	4.4(1) Nota 2	
Valor característico da pressão dinânica de pico				
$q_p(z)$ =	**1410.8** N/m²	Pressão dinâmica de pico	4.5(1); (4.8)	
	1.41 kN/m²			
ρ =	1.25 kg/m³	Massa volúmica do ar	4.5(1) Nota 2	
$v_m(z)$ =	34.63 m/s	Velocidade média do vento	4.3.1	
q_b =	455.6 N/m²	Pressão dinâmica de referência	4.5(1) Nota 1	Basic Velocity Pressure
$c_e(z)$ =	3.10	Coeficiente de exposição	4.5(1) Nota 1	

6.5 NEVE

A ação da neve não foi considerada dado o valor da sobrecarga considerada para a cobertura ser superior.

6.6 SEGURANÇA AO FOGO

A segurança ao fogo terá que ser concebida com recurso a pintura intumescente a aplicar na estrutura metálica, de modo a cumprir com uma resistência mínima de acordo com o tempo definido no projeto de segurança contra incêndios.

7 COMBINAÇÕES DE AÇÕES

As combinações de ações consideradas tiveram em consideração o Eurocódigo, de acordo com as expressões seguintes.

7.1 COMBINAÇÕES PARA ESTADOS LIMITES ÚLTIMOS

7.1.1 COMBINAÇÃO FUNDAMENTAL (SOBRECARGAS E VENTO)

$$S_d = \sum_{i=1}^{m} \gamma_{gi} S_{Gik} + \gamma_q \left[S_{Q1k} + \sum_{j=2}^{n} \psi_{0,j} S_{Qjk} \right]$$

7.1.2 COMBINAÇÃO FUNDAMENTAL (SISMO)

$$S_d = \sum_{i=1}^{m} S_{Gik} + \gamma_q S_{Ek} + \sum_{j=2}^{n} \psi_{2,j} S_{Qjk}$$

7.2 COMBINAÇÕES PARA ESTADOS LIMITES DE UTILIZAÇÃO

7.2.1 QUASE PERMANENTE

$$S_{qperm} = \sum_{i=1}^{m} S_{Gim} + \sum_{j=1}^{n} \psi_{2,j} S_{Qjk}$$

7.2.2 FREQUENTE

$$S_{freq} = \sum_{i=1}^{m} S_{Gim} + {}_1 S_{Q1k} + \sum_{j=2}^{n} \psi_{2,j} S_{Qjk}$$

7.2.3 CARACTERÍSTICA

$$S_{caract} = \sum_{i=1}^{m} S_{Gim} + S_{Q1k} + \sum_{j=2}^{n} \psi_{1,j} S_{Qjk}$$

8 VERIFICAÇÃO DA SEGURANÇA E DIMENSIONAMENTO

A verificação da segurança da estrutura, relativamente aos Estados Limite Últimos e Estados Limite de Utilização, foi realizada com base nos esforços determinados através da análise estrutural anteriormente descrita e com base na regulamentação em vigor que se especifica.

9 REGULAMENTOS E NORMAS

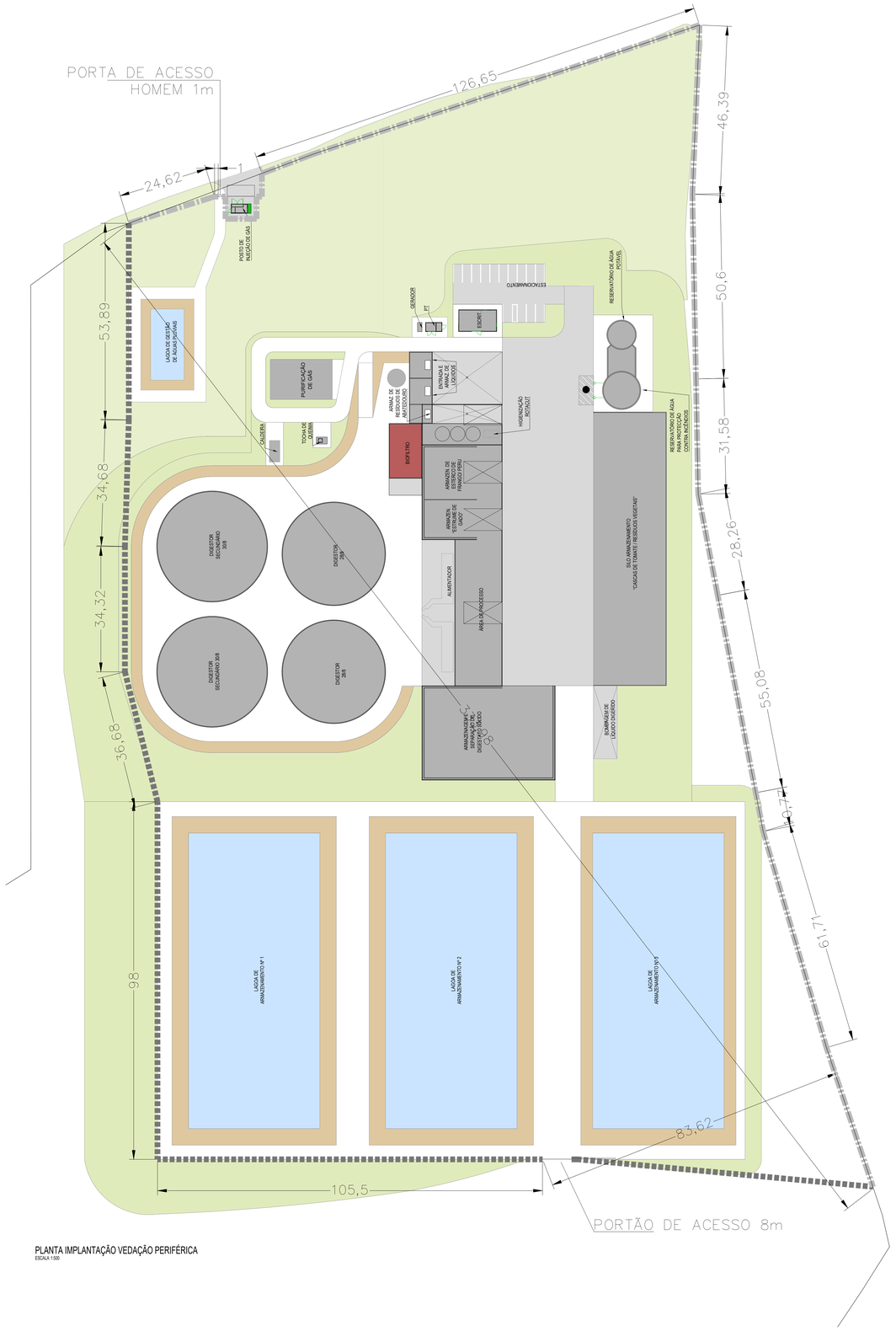
Para a elaboração do presente Projeto, foram utilizados os seguintes Regulamentos e Normas:

- NP EN NP EN 206:2013 + A2:2021 / Emenda 1:2024 - Betão - Especificação, desempenho, produção e conformidade.
- NP EN 13670:2011 + Emenda 3:2024 - Execução de estruturas de betão.
- LNEC E 464:2007 + Emenda 1:2022 (errata) - Betões. Metodologia prescritiva para uma vida útil de projeto de 50 e 100 anos face às ações ambientais.
- NP EN 1990:2009/A1:2019: *Eurocódigo - Bases para o projeto de estruturas.*
- NP EN 1991 -1 -1:2009: Eurocódigo 1 - Ações em estruturas — Parte 1 -1: Ações gerais — Pesos volúmicos, pesos próprios, sobrecargas em edifícios.
- NP EN 1991-1-3:2009/A1:2017: Eurocódigo 1 - Ações em estruturas — Parte 1-3: Ações gerais — Ações da neve.
- NP EN 1991-1-4:2010/A1:2010: Eurocódigo 1 - Ações em estruturas — Parte 1-4: Ações gerais — Ações do vento.
- NP EN 1991 -1 -5:2009 - Eurocódigo 1 — Ações em estruturas — Parte 1 -5: Ações gerais — Ações térmicas;
- NP EN 1992-1-1:2010/AC:2012 - Eurocódigo 2 — Projeto de estruturas de betão — Parte 1-1: Regras gerais e regras para edifícios.
- NP EN 1993-1-1:2010/A1 2017 – Emenda à EN 1993-1-1
- NP EN 1997-1:2010/A1:2016/Errata 1:2019 - Eurocódigo 7 — Projeto geotécnico — Parte 1: Regras gerais.
- NP EN 1998 -1:2010: Eurocódigo 8 - Projeto de estruturas para resistência aos sismos — Parte 1: Regras gerais, ações sísmicas e regras para edifícios.
- NP EN 1998 -5:2010: Eurocódigo 8 - Projeto de estruturas para resistência aos sismos — Parte 5: Fundações, estruturas de suporte e aspetos geotécnicos.

Lisboa, 17 de outubro de 2025

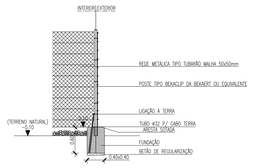
Anexos

Capítulo	Anexo	Designação	Classificação
2. Descrição Geral do Projeto	**A2**	Descrição Geral	CONFIDENCIAL
3. Processo de Produção do Biometano	**A3**	Processo Industrial	CONFIDENCIAL
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	

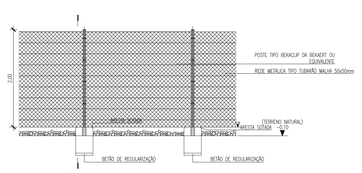


PLANTA IMPLANTAÇÃO VEDAÇÃO PERIFÉRICA
ESCALA 1:500

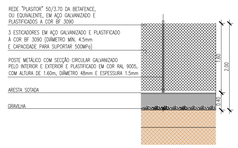
LEGENDA	
	VEDAÇÃO EXTERNA TIPO I - COMPOSTA POR VEDAÇÃO COM 2 METROS DE ALTURA, SEM MURETE DE BETÃO E COM ARAME FARPADO
	VEDAÇÃO EXTERNA TIPO II - COMPOSTA POR UM MURETE DE BETÃO DE 40 CM ACIMA DA COTA DE PAVIMENTOE REDE DE VEDAÇÃO COM 1.6 M
	PORTÃO 2 FOLHAS DE ACESSO 8m
	PORTA DE ACESSO HOMEM 1m
	LIMITE DA PROPRIEDADE



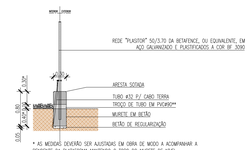
VEDAÇÃO - TIPO 1
CORTE TIPO
ESCALA 1:50

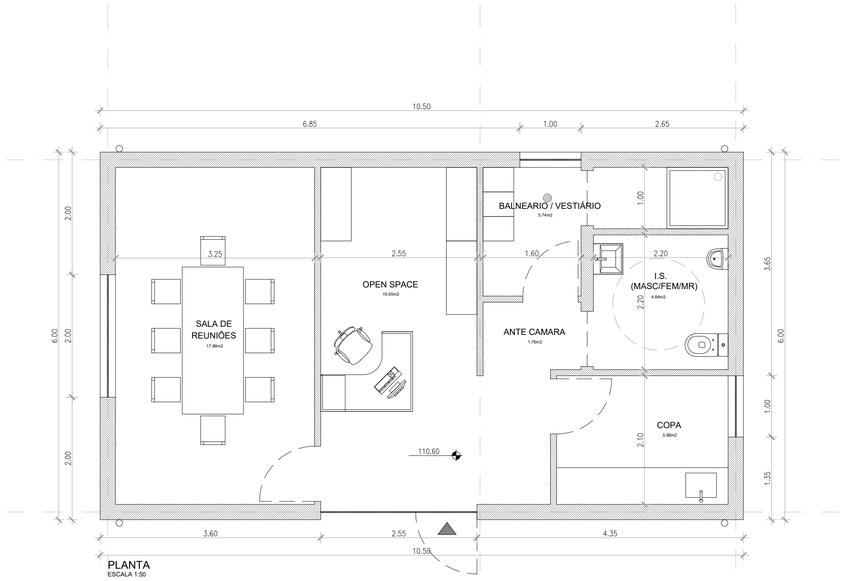


VEDAÇÃO TIPO 1
ALÇADO TIPO
ESCALA 1:50

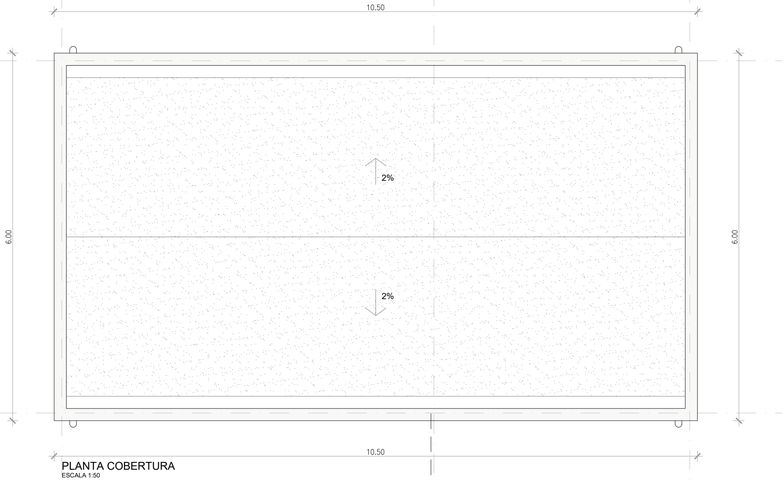


ALÇADO / VEDAÇÃO TIPO 2
PORMENOR TIPO
ESCALA 1:50

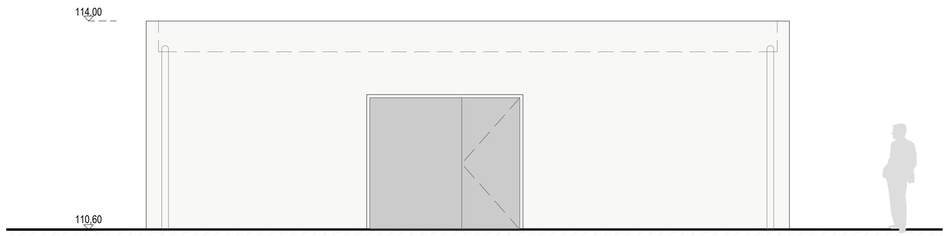

REDE "PLASTOTIE" 55/3.70 DA BEKAERT, OU EQUIVALENTE, EM AÇO GALVANIZADO E PLASTIFICADO A COR RF 3090
ARESTA SOTADA
TUBO Ø32 P/ CABO TERRA
TROÇO DE TUBO EM PVC/ø90**
MURETE EM BETÃO
BETÃO DE REGULARIZAÇÃO
0,50
0,40
0,40
0,40
0,40



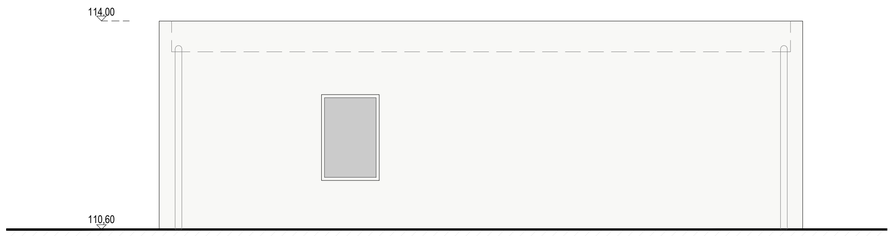
PLANTA
ESCALA 1:50



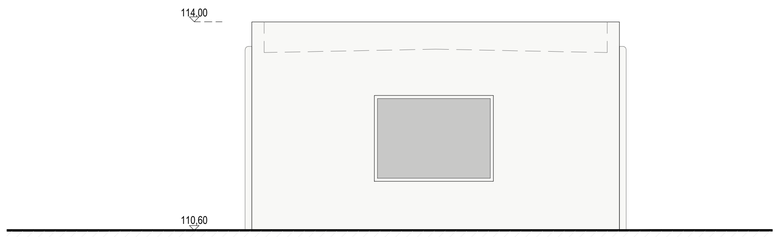
PLANTA COBERTURA
ESCALA 1:50



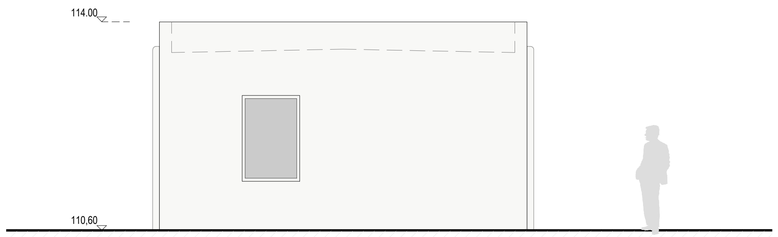
ALÇADO PRINCIPAL
ESCALA 1:50



ALÇADO TARDOZ
ESCALA 1:50



ALÇADO LAT. ESQ.
ESCALA 1:50



ALÇADO LAT. DTO.
ESCALA 1:50

NOTAS GERAIS

- Este Desenho carece da consulta e análise de outras peças do Projeto;

- Todas as Especialidades desenhadas são meramente indicativas, para a sua execução deverão ser consultados os desenhos das respetivas Especialidades;

- Não medir desenhos, utilizar apenas a cotagem. Todas as cotas apresentadas deverão ser aferidas em obra. Todas as alterações deverão ser comunicadas ao Projetista da Especialidade;

- Deverão ser verificadas em obra todas as condicionantes de projeto;

- Em caso de incoerência entre cotagem e desenhos no Presente Projeto, a escala mais ampliada é a que vigora, no entanto, a mesma deverá de imediato ser comunicada por escrito para o Projetista;

- As juntas dos paramentos deverão ser executadas de acordo com os desenhos, estando as verticais alinhadas com as horizontais;

- Os mosaicos deverão ser cortados a cutelo, não existindo recurso a baguetes para cantos e/ou juntas dos paramentos;

- A geometria do desenho dos acessórios é meramente esquemática, devendo ser respeitada a descrição existente destes;

- A representação geral do mobiliário apresentado é meramente indicativo, não se encontrando identificado no presente Projeto;

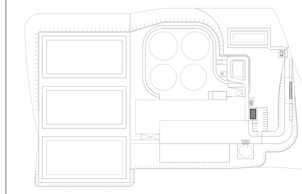
- Todo o MDF, gesso cartonado, VIROC a aplicar em obra deverão ser hidrófugos;

- Todos os acabamentos a aplicar em obra deverão ser sujeitas à aprovação do D.O. e do Projetista.

SIMBOLOGIA

Acesso Pedonal

PLANTA CHAVE



Rev.	Data	Descrição das alterações	Aprov.
00	24-03-25	EMISSÃO INICIAL	PVP

QUADRANTE
www.qd-eng.com

Cliente

GÁS DA TERRA

PROJETO

CENTRAL DE BIOMETANO
EM ABRIGADA

Designação

ESCRITÓRIO -
PLANTA DE LAYOUT E ALÇADO

Escalas :	1:50
Data :	24-03-2025
Processo :	T2025-0062-0
Ficheiro :	T2025-0062-01-EP-ARQ-DRW-01-101_00.dwg

Projetou:	RJA
Desenhou :	ACS
Verificou :	RJA
Aprovou :	PVP

Desenho Nº: EP-ARQ-01-101

Revisão: 00

Este desenho é propriedade do GRUPO QUADRANTE, não podendo ser utilizado ou reproduzido no todo ou em parte, ou comunicado a terceiros, sem a sua expressa autorização. Este desenho só é válido para construção depois de devidamente assinado.

A1

GÁS DA TERRA - PROJETO BIOMETANO ABRIGADA

ARQUITETURA
MAPA DE QUANTIDADES

Artigo	Designação	Unid.	Quant.	Preço Unitário	Preço Total
	NOTA PRÉVIA				
	As quantidades de trabalho referentes a cada item do Mapa de Quantidades de trabalho, representam o fornecimento e assentamento de todos os materiais e a execução global desse trabalho, incluindo todos os acessórios e operações, de acordo com as Peças Desenhadas e Caderno de Encargos do Projeto.				
	ARQUITETURA				
1	Edifícios				
1.1	Fornecimento e execução de edifício de processamento (áreas de armazenamento do digerido sólido, de cattle manure e de chicken dung, área de processo, área de alimentação e a área de higienização), em estrutura metálica, incluindo os trabalhos de arquitetura e de todas as especialidades, bem como todos os trabalhos e materiais necessários à perfeita execução.	vg	1.00		
1.2	Fornecimento e execução do edifício dos escritórios, em estrutura metálica, incluindo os trabalhos de arquitetura e de todas as especialidades, bem como todos os trabalhos e materiais necessários à perfeita execução.	vg	1.00		
1.3	Fornecimento e execução do Posto de Transformação, incluindo os trabalhos de arquitetura e de todas as especialidades, bem como todos os trabalhos e materiais necessários à perfeita execução.	vg	1.00		
2	Vedações				
2.1	Fornecimento e instalação de vedação tipo I, composta por rede metálica tipo tubarão malha 50x50 mm e poste tipo bekaclip da bekaert, ou equivalente, incluindo fornecimento e execução de maciços em betão para fixação dos postes, bem como todos os materiais e trabalhos necessários.	ml	456.00		
2.2	Fornecimento e instalação de Vedação tipo II, composta por rede "Plasitor" 50/3.70 da Betafence, ou equivalente, em aço galvanizado e plastificado, por poste metálico com secção circular galvanizado pelo interior e exterior e plastificado, com 1,6 m de altura e com três alinhamentos de arame farpado, incluindo fornecimento e execução de murete de para assentamento da rede, de acordo com as peças desenhadas do projeto, bem como todos os materiais e trabalhos necessários à perfeita execução.	ml	499.00		
2.3	Fornecimento e instalação de portão tipo "Robusta UB" 8000x2000 mm com crista defensiva e ou equivalente, de de duas folhas, devidamente nivelado e aprumado, icncluindo ferragens, fixações, puxadores e todos os restantes acessórios necessários à sua correta aplicação e funcionamento, de acordo com especificações do fabricante.	un	1.00		
2.4	Fornecimento e instalação de porta de homem da iberveda com a dimensão 1000x2000mm e com crista defensiva da betafence, ou equivalente, icncluindo ferragens, fixações, puxadores e todos os restantes acessórios necessários à sua correta aplicação e funcionamento, de acordo com especificações do fabricante.	un	1.00		
3	Zonas de circulação				
3.1	Fornecimento e aplicação de pavimento pedonal em material granular, com 10 cm de espessura, incluindo compactação e nivelamento bem como todos os trabalhos e materiais necessários à perfeita execução.	m^2	5,171.00		

GÁS DA TERRA - PROJETO BIOMETANO ABRIGADA

ARQUITETURA
MAPA DE QUANTIDADES

Artigo	Designação	Unid.	Quant.	Preço Unitário	Preço Total
3.2	Execução pavimento térreo em betão armado com 0.20m de espessura, com malha de armadura de ϕ12//0.15 em aço A500 NR, com caixa de pavimento térreo incluindo compactação do terreno a 95% do ensaio de proctor modificado, camada de sub-base com 0.20m de brita 30 muito bem arrumada, camada de base com 0.10m de tout-venant, filme de polietileno de alta densidade (mínimo 250gr/m²) e todos os trabalhos e materiais necessários à perfeita execução desta atividade.	m^2	4,195.00		

Anexos

Capítulo	Anexo	Designação	Classificação
2. Descrição Geral do Projeto	**A2**	Descrição Geral	CONFIDENCIAL
3. Processo de Produção do Biometano	**A3**	Processo Industrial	CONFIDENCIAL
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	

GÁS DA TERRA

PROJETO BIOMETANO ABRIGADA

PROJETO

MOVIMENTAÇÃO DE TERRAS E VIAS

UNIDADE DE PRODUÇÃO DE BIOMETANO DE ORIGEM RENOVÁVEL DE ABRIGADA

Lisboa, 20 de novembro de 2025

GÁS DA TERRA

PROJETO BIOMETANO ABRIGADA

PROJETO

MOVIMENTAÇÃO DE TERRAS E VIAS

UNIDADE DE PRODUÇÃO DE BIOMETANO DE ORIGEM RENOVÁVEL DE ABRIGADA

ÍNDICE GERAL

GÁS DA TERRA I

ÍNDICE GERAL I

1 INTRODUÇÃO 2

2 MOVIMENTO DE TERRA 2

3 PROJETO VIÁRIO 2

3.1 ACESSO À UNIDADE DE PRODUÇÃO DE BIOMETANO 2
3.2 PERFIL TRANSVERSAIS TIPO 3
3.3 PAVIMENTAÇÃO 3

GÁS DA TERRA

PROJETO BIOMETANO ABRIGADA

PROJETO

MOVIMENTAÇÃO DE TERRAS E VIAS

UNIDADE DE PRODUÇÃO DE BIOMETANO DE ORIGEM RENOVÁVEL DE ABRIGADA

1 INTRODUÇÃO

O presente documento constitui a memória descritiva e justificativa do projeto de terraplenagens e vias de acesso à Unidade de Produção de Biometano, localizada na freguesia de Abrigada. Este projeto diz respeito exclusivamente à conceção do acesso à unidade, o qual terá início num troço do Itinerário Complementar 2 (IC2), garantindo a ligação entre esta via principal e a instalação industrial.

A intervenção compreende a execução de um novo acesso viário no interior do terreno onde se encontra implantada a unidade de produção, garantindo a sua acessibilidade de forma adequada e segura. Com base em levantamentos topográficos pormenorizados e critérios de engenharia civil, foi definido o traçado da via de acesso, procurando ajustar o seu desenvolvimento à morfologia existente do terreno, de modo a minimizar os volumes de escavação e aterro necessários.

O projeto foi concebido de forma a assegurar uma integração harmoniosa com a infraestrutura existente, promovendo uma ligação funcional e sustentável entre o IC2 e a unidade de produção, sem necessidade de alargamento da via pública existente.

2 MOVIMENTO DE TERRA

Considerando o equilíbrio de terras entre os volumes de escavação provenientes da via de acesso, Deste modo, parte do material excedente da escavação da via poderá ser utilizado para complementar os volumes de aterro requerido na plataforma, em caso dos matérias estarem em condições de sere utilizados no equilíbrio geral de terras da plataforma e minimizando a necessidade de recurso a materiais de empréstimo.

3 PROJETO VIÁRIO

3.1 ACESSO À UNIDADE DE PRODUÇÃO DE BIOMETANO

A implantação da via de acesso à Unidade de Produção de Biometano da Abrigada tem início num troço do IC2, por meio de um entroncamento. O comprimento total do traçado é de 734,95 m, sendo que 51,37% do percurso é constituído por alinhamentos retos, com um total de 309,26 m, e 48,63% é composto por curvas circulares, com 292,71 m de comprimento. O traçado inclui quatro alinhamentos retos, duas curvas à

direita e três curvas à esquerda. A reta mais longa possui 97,16 m, enquanto a reta mais curta tem 17,73 m.

Em termos de perfil longitudinal, o traçado desenvolve-se ao longo de 339,14 m de rampas e 339,14 m de curvas verticais. As rampas representam 56,34% do percurso, enquanto as curvas verticais representam 43,66%. A pendente máxima do traçado é de 10, a mínima é de 0,5%, e a média ponderada é de 4,15%. As curvaturas verticais concavas possuem raios variando entre 150 m e 1250 m, e as curvas convexas têm raios entre 95 m e 500 m. O comprimento mínimo de uma curva concava é de 9 m, e o comprimento mínimo de uma curva convexa é de 5 m.

O traçado do acesso à Unidade de Produção de Biometano da Abrigada está condicionado ao IC2 e pela cota da plataforma da referida instalação.

3.2 PERFIL TRANSVERSAIS TIPO

O acesso à Unidade de Produção de Biometano da Abrigada, feito através da via de ligação do IC2 à referida Unidade, apresenta uma faixa de rodagem com 4,00 m de largura e bermas laterais com 1,00 m.

A inclinação transversal da via é de 2,50% para os exteriores da via.

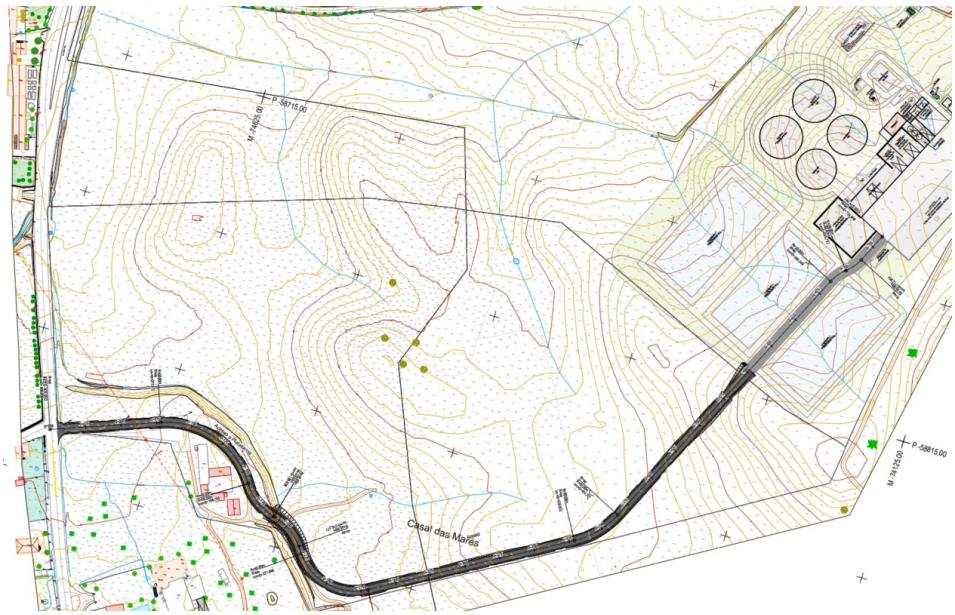


Figura 1 - Via de Acesso

3.3 PAVIMENTAÇÃO

O pavimento previsto para a via de acesso à Unidade de Produção de Biometano da Abrigada, é constituído por:

Via de acesso à Unidade de Produção de Biometano

- Sub-base constituída por uma camada em agregado britado de granulometria extensa, com uma espessura de 0,15m após recalque;
- Base em agregado de granulometria extensa, com uma espessura de 0,15m após recalque;
- Camada de desgaste em betão betuminoso, com 0,05 m de espessura.

NOTAS

- Caso se verifique qualquer incompatibilidade no presente projeto, a mesma deverá de imediato ser comunicada por escrito ao projetista.

- Os desenhos devem ser interpretados em conjunto com os projetos das restantes especialidades.

- Deverão ser verificadas em obra todas as condicionantes assumidas no projecto.

N

P -58715.00
M -74625.00

P -58815.00
M -74125.00

P -59015.00
M -74325.00

Estrada de Fábrica de Cerâmica
Estrada de Fábrica de Cerâmica

Estrada Nacional 1 (IC2)

Acesso a Plataforma

Casal das Marés

Acesso

Rua
R=50.00m
km=0+077.872

Rua
R=50.00m
km=0+158.763

Rua
R=40.00m
km=0+221.998

Rua
R=40.00m
km=0+276.277

Rua
R=40.00m
km=0+326.922

Rua
R=50.00m
km=0+464.761

Rua
R=50.00m
km=0+688.545

Rua
R=50.00m
km=0+799.132

RM ACESSO
R=50.00m
km=0+754.999

Rev.	Data	Descrição das alterações	Aprov.
03	12-11-2025	REVISÃO GERAL	HS
02	23-10-2025	REVISÃO GERAL	HS
01	01-04-2025	EMISSÃO INICIAL	PVP

QUADRANTE
www.qd-eng.com

Cliente

GÁS DA TERRA

PROJETO

CENTRAL DE BIOMETANO
EM ABRIGADA

Designação

VIAS

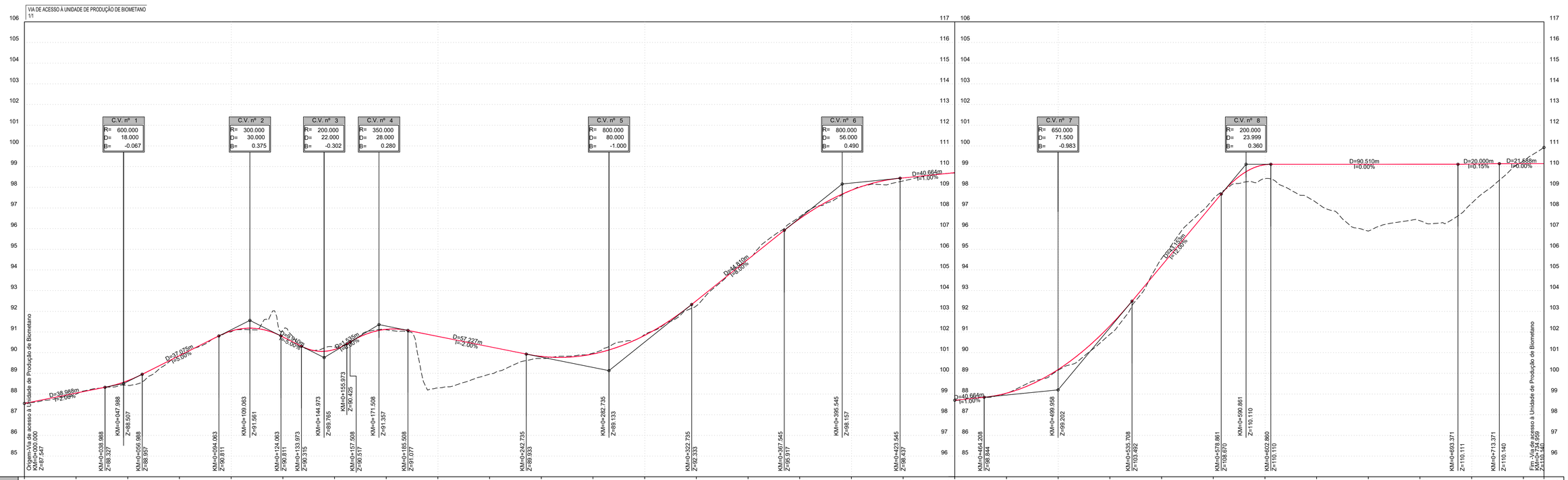
PLANTA - VIA DE ACESSO
PARA A UNIDADE DE PRODUÇÃO
DE BIOMETANO

Escalas : 1:1000	Projetou: HS
Data : 01-04-2025	Desenhou : HS
Processo : T2025-0062-0	Verificou : PVP
Ficheiro : T2025-0062-01-EP-VIA-00-001.dwg	Aprovou : PVP

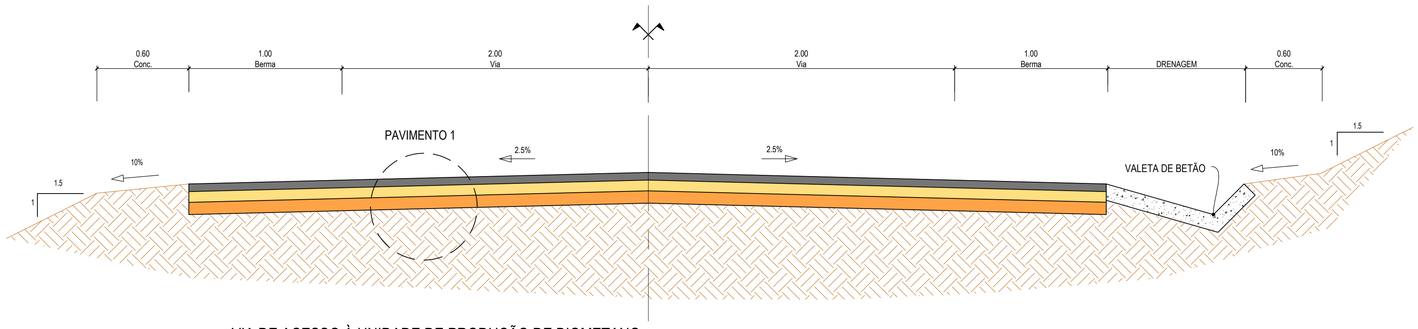
Desenho Nº: EP-VIA-00-001
Revisão: 03

Este desenho é propriedade do GRUPO QUADRANTE, não podendo ser utilizado ou reproduzido no todo ou em parte, ou comunicado a terceiros, sem a sua expressa autorização. Este desenho só é válido para construção depois de devidamente assinado.

A1



QUILOMETRAGEM	0+000	0+025	0+050	0+075	0+100	0+125	0+150	0+175	0+200	0+225	0+250	0+275	0+300	0+325	0+350	0+375	0+400	0+425	0+450	0+475	0+500	0+525	0+550	0+575	0+600	0+625	0+650	0+675	0+700	0+725	0+734.959
PERFIL LONGITUDINAL – COTAS DA RASANTE	87.547	88.047	88.648	89.857	91.049	90.764	90.156	91.130	90.767	90.287	89.820	89.938	90.837	92.514	94.514	96.479	97.859	98.452	98.702	99.042	100.187	102.295	105.207	108.207	110.090	110.110	110.110	110.110	110.120	110.140	110.140
PERFIL LONGITUDINAL – COTAS DO TERRENO	87.547	87.995	88.418	89.859	91.005	91.078	90.270	91.106	88.297	88.965	89.720	89.978	90.883	92.261	94.525	96.571	97.859	98.304	98.688	99.041	100.151	101.887	105.557	108.440	109.418	108.250	106.882	107.380	108.228	110.265	110.923
ELEMENTOS DO PERFIL	D=38.988m I=2.00%	D=18.000m R=600.00m	D=37.075m I=5.00%	D=30.000m R=300.00m	D=9.910m I=-5.00%	D=22.000m R=200.00m	I=6.00%	D=28.000m R=350.00m	D=57.227m I=-2.00%	D=80.000m R=800.00m	D=44.810m I=8.00%	D=56.000m R=800.00m	D=40.664m I=1.00%	D=71.500m R=650.00m	D=43.153m I=12.00%	D=23.999m R=200.00m	D=90.510m I=0.00%	D=20.000m I=0.15%	D=21.588m I=0.00%											
PLANTA – SOBREELEVAÇÃO	-2.5%	-2.5%																	-2.5%	-2.5%											-2.5%	-2.5%
PLANTA – PONTOS NOTAVEIS	km=0+0.000																														km=0+734.959
PLANTA – DIAGRAMA DE CURVAS	R=oo D=77.872	R=60.000 D=80.891	R=40.000 D=30.075	R=40.000 D=27.439	R=oo D=5.721	R=40.000 D=58.111	R=oo D=148.713	R=60.000 D=35.939	R=oo D=221.788	R=30.000 D=13.203	R=30.000 D=13.202	R=oo D=22.005																			

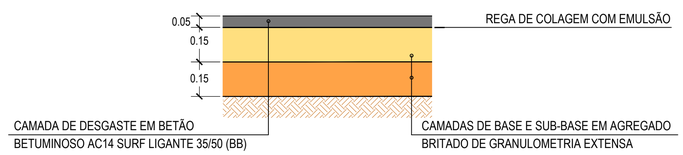


VIA DE ACESSO À UNIDADE DE PRODUÇÃO DE BIOMETANO

ESCALA 1:20

ESTRUTURA DO PAVIMENTO 1

ESC. 1:20



NOTAS

- Caso se verifique qualquer incompatibilidade no presente projeto, a mesma deverá de imediato ser comunicada por escrito ao projetista.

- Os desenhos devem ser interpretados em conjunto com os projetos das restantes especialidades.

- Deverão ser verificadas em obra todas as condicionantes assumidas no projecto.

LEGENDA

-TERRENO NATURAL

-RASANTE

Rev.	Data	Descrição das alterações	Aprov.
03	12-11-2025	REVISÃO GERAL	HS
02	23-10-2025	REVISÃO GERAL	HS
00	01-04-2025	EMISSÃO INICIAL	PVP

QUADRANTE

www.qd-eng.com

Cliente

GÁS DA TERRA

PROJETO

CENTRAL DE BIOMETANO
EM ABRIGADA

Designação

VIAS

PERFIS LONGITUDINAIS - VIA DE ACESSO PARA A UNIDADE DE PRODUÇÃO DE BIOMETANO
PERFIL TRANSVERSAL TIPO

Escalas : 1:1000 1:20
Data : 01-04-2025
Processo : T2025-0062-0
Ficheiro : T2025-0062-01-EP-VIA-00-002.dwg

Projetou: HS
Desenhou : HS
Verificou : PVP
Aprovou : PVP

Desenho Nº

EP-VIA-00-002

Revisão 03

Este desenho é propriedade do GRUPO QUADRANTE, não podendo ser utilizado ou reproduzido no todo ou em parte, ou comunicado a terceiros, sem a sua expressa autorização. Este desenho só é válido para construção depois de devidamente assinado.

A1

VIA DE ACESSO À UNIDADE DE PRODUÇÃO DE BIOMETANO
1/2

NOTAS

- Caso se verifique qualquer incompatibilidade no presente projeto, a mesma deverá de imediato ser comunicada por escrito ao projetista.

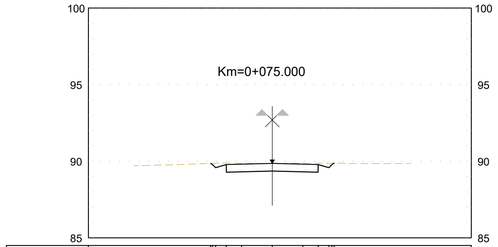
- Os desenhos devem ser interpretados em conjunto com os projetos das restantes especialidades.

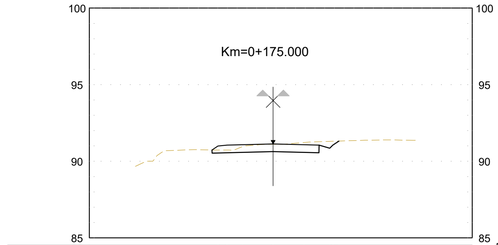
- Deverão ser verificadas em obra todas as condicionantes assumidas no projecto.

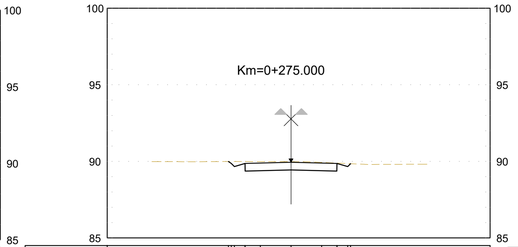
LEGENDA

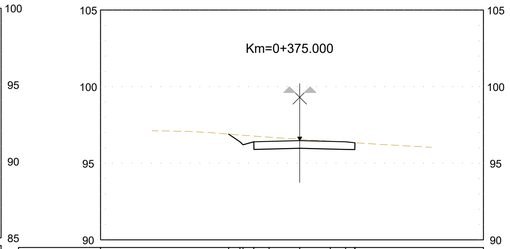
-TERRENO NATURAL

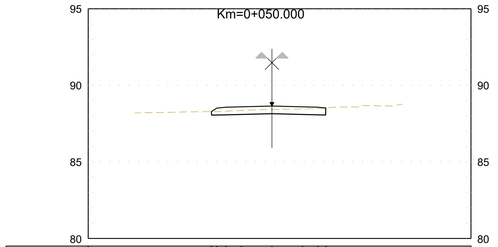
-PLATAFORMA

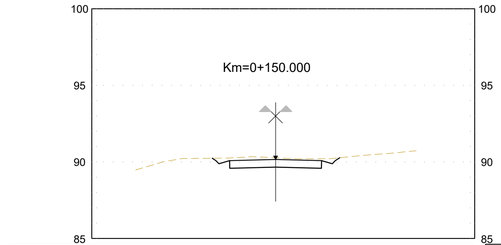


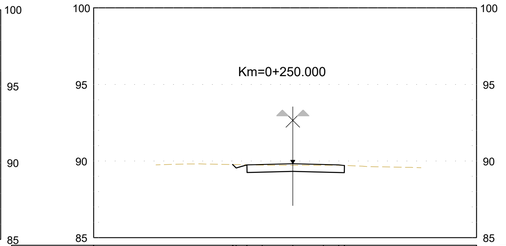


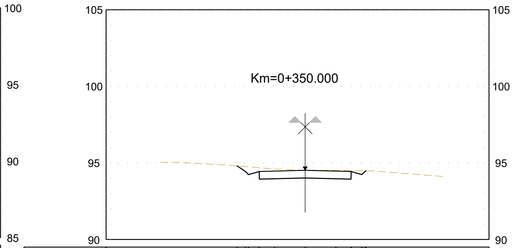


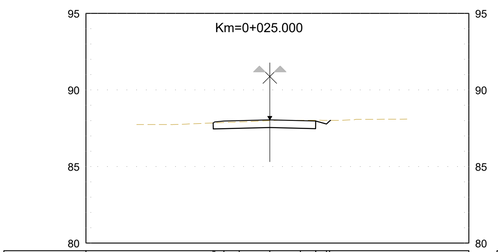


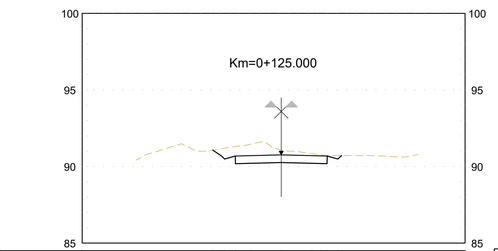


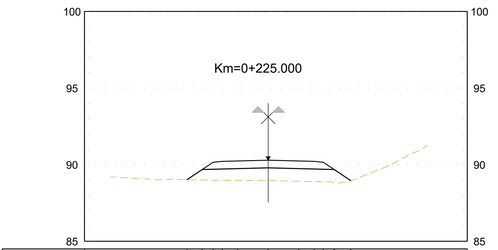


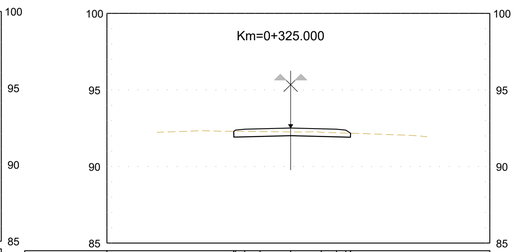


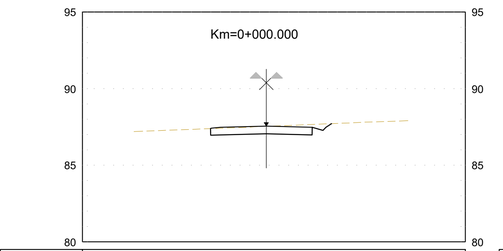




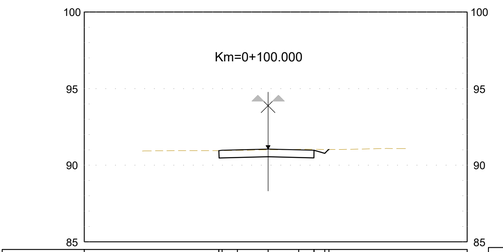


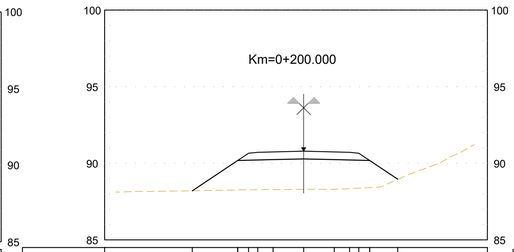


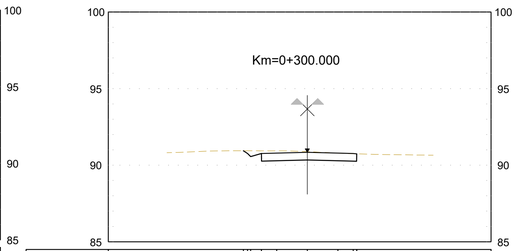




ZONA DE INFLUÊNCIA DO EXISTENTE







Rev.	Data	Descrição das alterações	Aprov.
03	12-11-2025	REVISÃO GERAL	HS
02	23-10-2025	REVISÃO GERAL	HS
00	01-04-2025	EMISSÃO INICIAL	PVP

QUADRANTE
www.qd-eng.com

Cliente

GÁS DA TERRA

PROJETO

CENTRAL DE BIOMETANO
EM ABRIGADA

Designação

VIAS

PERFIS TRANSVERSAIS- VIA DE ACESSO PARA A UNIDADE DE PRODUÇÃO DE BIOMETANO
FOLHA 1/2

Escalas : 1:200
Data : 01-04-2025
Processo : T2025-0062-0
Ficheiro : T2025-0062-01-EP-VIA-00-003.dwg

Projetou: HS
Desenhou : HS
Verificou : PVP
Aprovou : PVP

Desenho Nº

EP-VIA-00-003

Revisão 03

Este desenho é propriedade do GRUPO QUADRANTE, não podendo ser utilizado ou reproduzido no todo ou em parte, ou comunicado a terceiros, sem a sua expressa autorização. Este desenho só é válido para construção depois de devidamente assinado.

A1

VIA DE ACESSO À UNIDADE DE PRODUÇÃO DE BIOMETANO
2/2

NOTAS

- Caso se verifique qualquer incompatibilidade no presente projeto, a mesma deverá de imediato ser comunicada por escrito ao projetista.

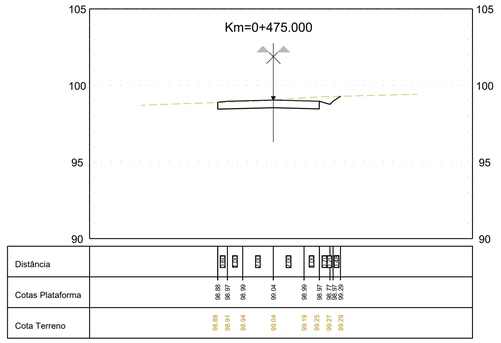
- Os desenhos devem ser interpretados em conjunto com os projetos das restantes especialidades.

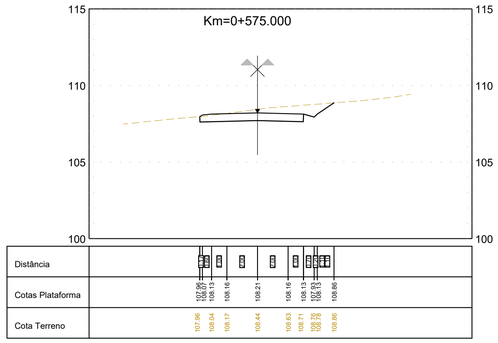
- Deverão ser verificadas em obra todas as condicionantes assumidas no projecto.

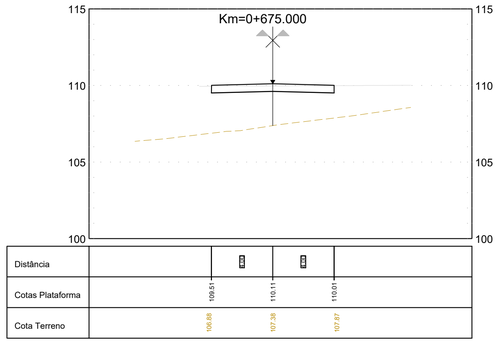
LEGENDA

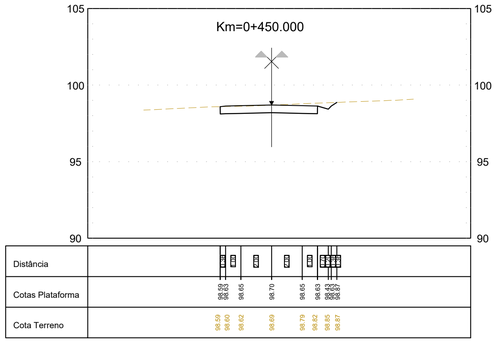
-TERRENO NATURAL

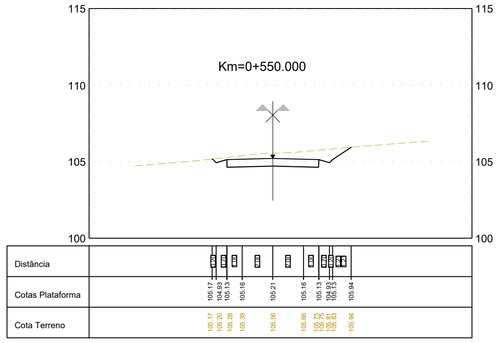
-PLATAFORMA

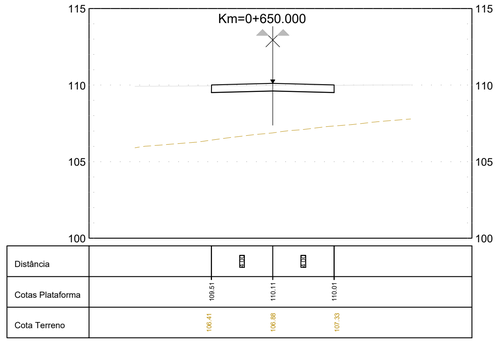


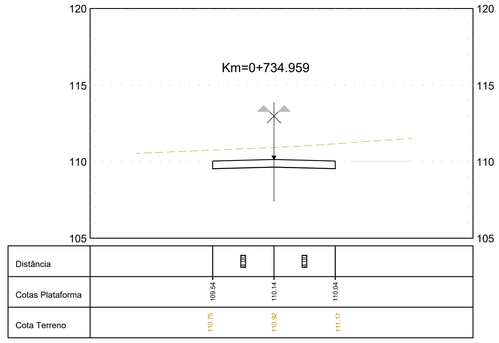


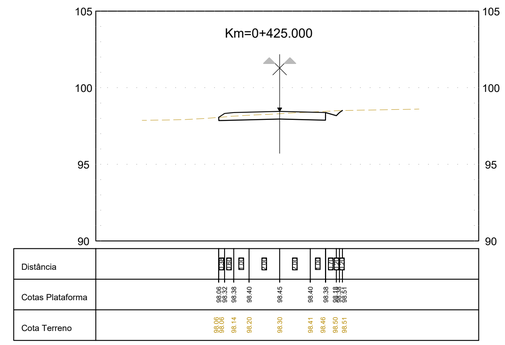


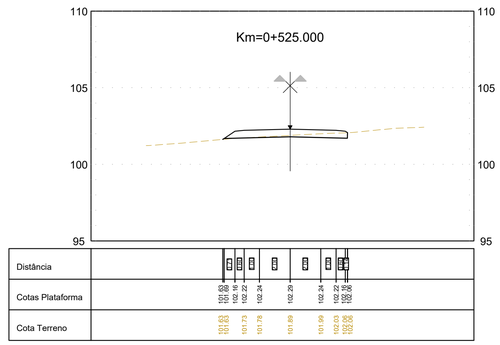


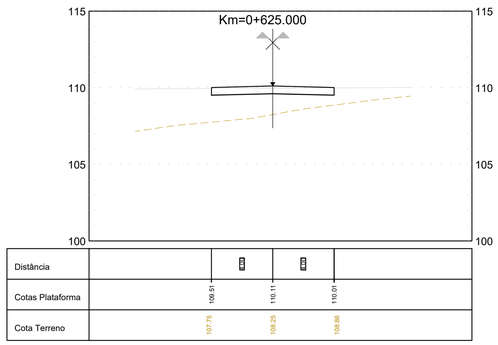


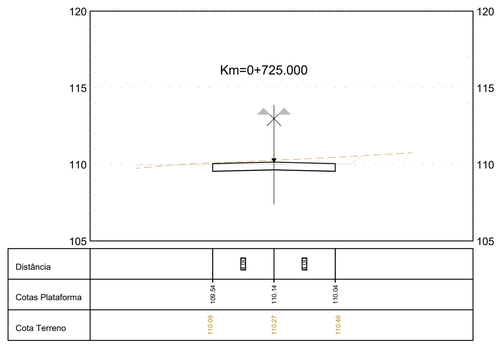


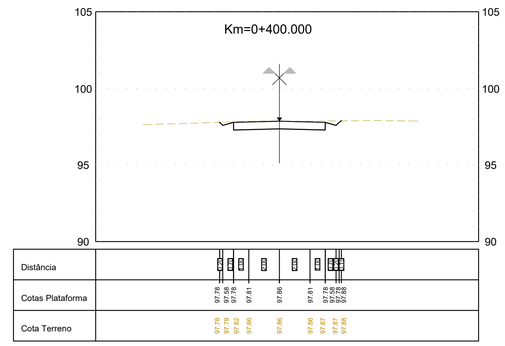


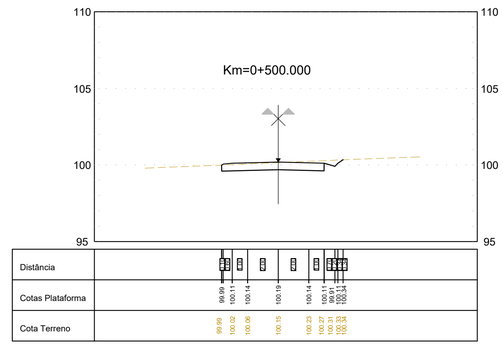


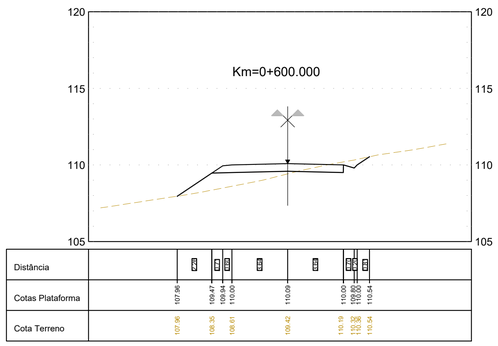


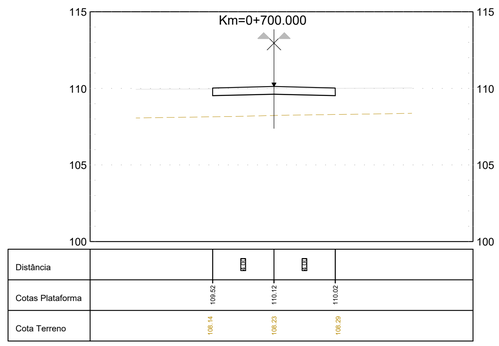












Rev.	Data	Descrição das alterações	Aprov.
03	12-11-2025	REVISÃO GERAL	HS
02	14-04-2025	REVISÃO GERAL	HS
01	01-04-2025	EMISSÃO INICIAL	PVP

QUADRANTE www.qd-eng.com

Cliente

GÁS DA TERRA

PROJETO

CENTRAL DE BIOMETANO
EM ABRIGADA

Designação

VIAS

PERFIS TRANSVERSAIS- VIA DE ACESSO PARA A UNIDADE DE PRODUÇÃO DE BIOMETANO
FOLHA 2/2

Escalas : 1:200
Data : 01-04-2025
Processo : T2025-0062-0
Ficheiro : T2025-0062-01-EP-VIA-00-004.dwg

Projetou: HS
Desenhou : HS
Verificou : PVP
Aprovou : PVP

Desenho Nº

EP-VIA-00-004

Revisão 03

Este desenho é propriedade do GRUPO QUADRANTE, não podendo ser utilizado ou reproduzido no todo ou em parte, ou comunicado a terceiros, sem a sua expressa autorização. Este desenho só é válido para construção depois de devidamente assinado.

A1

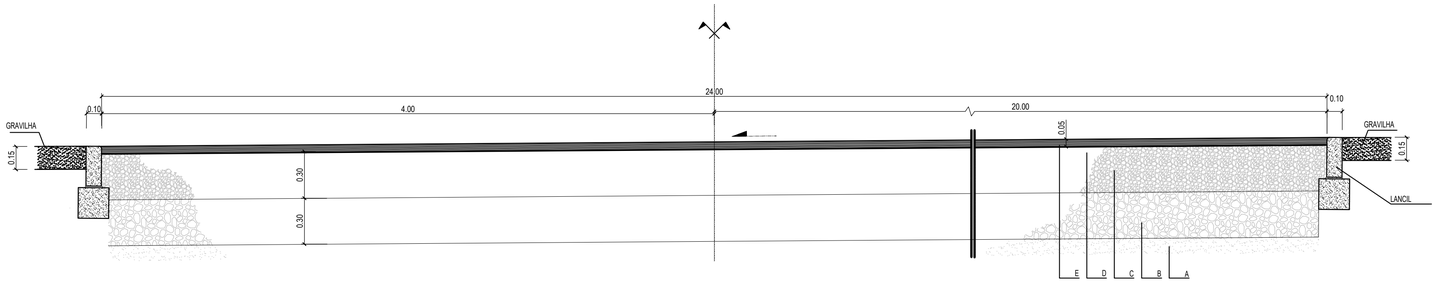
A	- FUNDAÇÃO
	A compactação relativa, referente ao ensaio AASHO modificado deve obedecer aos seguintes valores mínimos:
	- NAS CAMADAS SUPERIORES - Espesssura: 0,5m - 95%
	- NAS CAMADAS INFERIORES - Espessura : 0,5 a 1,00m - 90%

B	- SUB BASE	
CARACTERISTICAS ESPECIAIS	L L máximo - (%)	25
	I P máximo - (%)	6
	Equivalente de Areia mínimo - (%)	20
	CBR mínimo a 95% de compactação relativa AASHO modificado	30

C	- BASE	
GRANULOMETRIA DO AGREGADO AGGREGATE	- PENEIROS	% acumulada passado
	50,8mm (2")	100
	38,1mm (1.1/2")	90-100
	19,0mm (3/4")	50-85
	4,76mm (ASTM 4)	30-45
	0,42mm (ASTM 40)	8-22
	0,074mm (ASTM 200)	2-7
CARACTERISTICAS ESPECIAIS	% máxima de desgaste na máquina Los Angeles (500 voltas)	30
	Indice de plasticidade	NP
	E A mínimo %	50
	C B R mínimo %	100
	Material de preenchimento Produto de britagem obedecendo à granulometria	
	- PENEIROS	% acumulada passado
	9,50mm (3/8")	100
	4,76mm (ASTM 4)	85-100
	0,177mm (ASTM 80)	7-20
	L L máximo - 25% I P máximo - 6% E A mínimo - 25%	

D	- IMPREGNAÇÃO Betume fluído MC 70 (MC-L) aplicado à taxa 1,5kg/m²

E	- CAMADA DE DESGASTE - Betão betuminoso (ESPESSURA = 0,05m)	
MÉTODO MARSHALL	Número de pancadas em cada extremo do provete	50
	Força de rotura (kg) (mínimo)	600
	Grau de saturação em betume(%)	75 - 85
	Porosidade	3 - 5
	Deformação (mm) (máximo)	5
GRANULOMETRIA DO AGREGADO	- PENEIROS	% acumulada passado
	12,7mm (1/2")	100
	9,51mm (3/8")	80 - 100
	4,76mm (ASTM 4)	55 - 75
	200mm (ASTM 10)	32 - 46
	0,42mm (ASTM 40)	16 - 27
	0,177mm (ASTM 80)	9 - 18
	0,074mm (ASTM 200)	4 - 10
CARACTERISTICAS ESPECIAIS	% máxima de material natural	20
	% máxima de desgaste na máquina los Angeles (500 voltas)	20
	E A mínimo da mistura de agregados s/ o filler	70



VIA DA ZONA DE PROCESSO- PAVIMENTO BETUMINOSO REFORÇADO
ESCALA 1:20

NOTAS

- Caso se verifique qualquer incompatibilidade no presente projeto, a mesma deverá de imediato ser comunicada por escrito ao projetista.

- Os desenhos devem ser interpretados em conjunto com os projetos das restantes especialidades.

- Deverão ser verificadas em obra todas as condicionantes assumidas no projecto.

Rev.	Data	Descrição das alterações	Aprov.
02	25-10-2025	REVISÃO GERAL	HS
01	01-04-2025	EMISSÃO INICIAL	PVP

QUADRANTE www.qd-eng.com

Cliente

GÁS DA TERRA

PROJETO

CENTRAL DE BIOMETANO
EM ABRIGADA

Designação

VIAS

PERFIL LONGITUDINAL - VIA DE ACESSO
PLATAFORMA E PERFIS TRANSVERSAIS TIPO
VIA DA ZONA DE PROCESSO
E VIA DE ACESSO PLATAFORMA

Escalas : 1:1000 1:20
Data : 01-04-2025
Processo : T2025-0062-0
Ficheiro : T2025-0062-01-EP-VIA-00-006.dwg

Projetou: HS
Desenhou : HS
Verificou : PVP
Aprovou : PVP

Desenho Nº

EP-VIA-00-006

Revisão

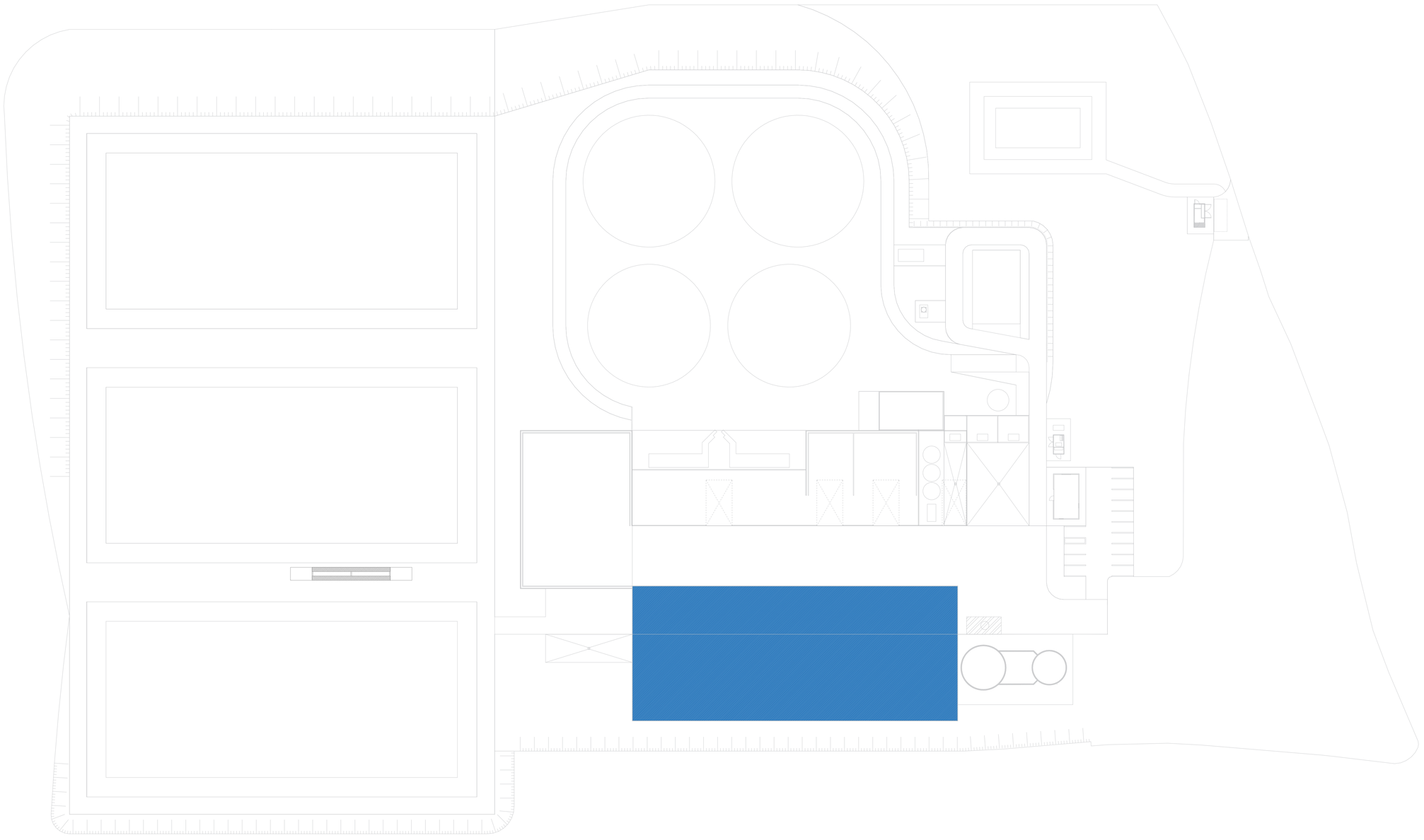
02

Este desenho é propriedade do GRUPO QUADRANTE, não podendo ser utilizado ou reproduzido no todo ou em parte, ou comunicado a terceiros, sem a sua expressa autorização. Este desenho só é válido para construção depois de devidamente assinado.

A1

Anexos

Capítulo	Anexo	Designação	Classificação
2. Descrição Geral do Projeto	**A2**	Descrição Geral	CONFIDENCIAL
3. Processo de Produção do Biometano	**A3**	Processo Industrial	CONFIDENCIAL
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	



NOTAS

ESTALEIRO
Área de Implantação: 2350 m2

REV:	DESCRIÇÃO:	POR:	DATA:
00	BASE		

GÁS DA TERRA
Sociedade de Reconversão de Resíduos Agrícolas em Energia, Lda.

NIP: 516 801 139

CLIENTE:
GÁS DA TERRA

DESENHO:
FASE DE CONSTRUÇÃO
Implantação do Estaleiro

FASE:
PROJETO

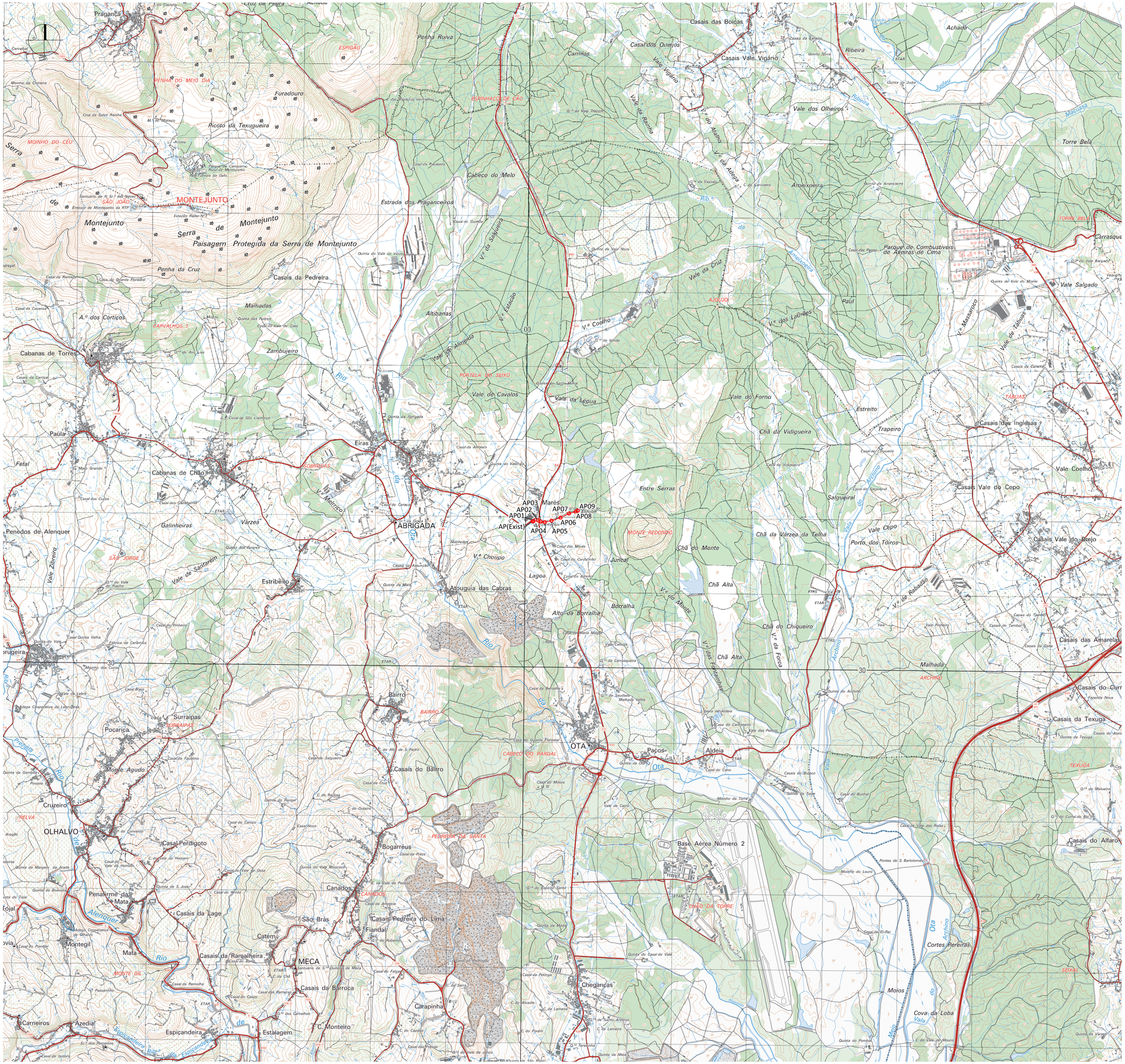
PROJETO:
UAB ABRIGADA

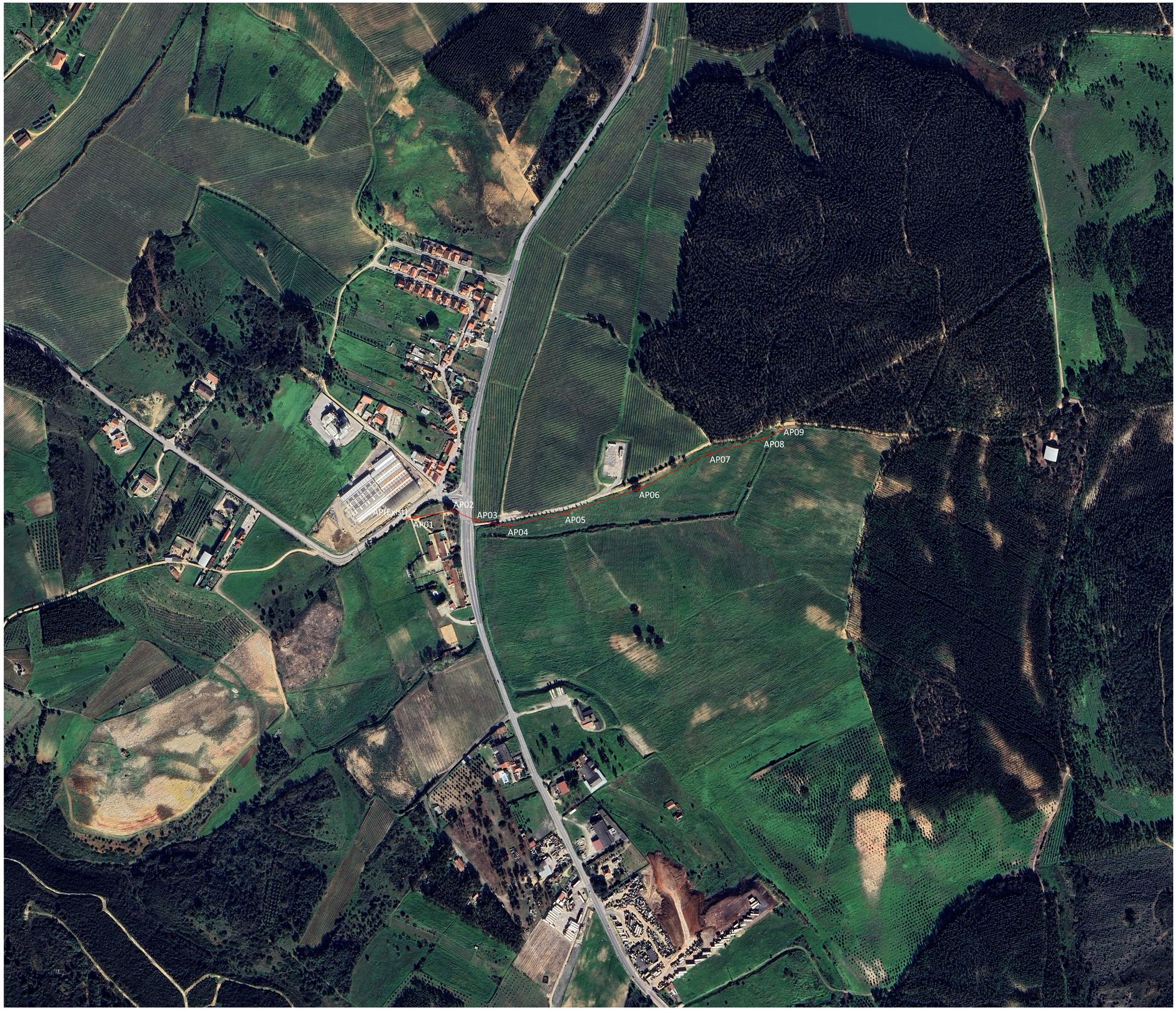
ESCALA:	DATA:	RESP:	VER:
1:500	12.05.25		

PROJETO:	DESENHO:	REV:
PT_ABR	PT_ABR_P07	

Anexos

Capítulo	Anexo	Designação	Classificação
2. Descrição Geral do Projeto	**A2**	Descrição Geral	CONFIDENCIAL
3. Processo de Produção do Biometano	**A3**	Processo Industrial	CONFIDENCIAL
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	


AP01
AP02
AP03
AP04
AP05
AP06
AP07
AP08
AP09
AP(Exist)
ABRIGADA
Marés
MONTEJUNTO
Serra de Montejunto
Paisagem Protegida da Serra de Montejunto
Penha Ruiva
ESPIGÃO
PENHA DO MEIO DIA
Furadouro
Ricoto da Texugueira
MOINHO DO CÉU
SÃO JOÃO
Cabeço do Melo
Estrada dos Pragançeiros
Penha da Cruz
Casais da Pedreira
Malhadas
Altibanas
Zambujeiro
A.º dos Corticos
CARVALHOS
Cabanas de Torres
Paúla
Fetal
Cabanas de Chão
Penedos de Alenquer
Galinheiras
Várzea
SÃO JORGE
Vale de Santarém
Estribeiro
Atouguia das Cabras
Vale Ribeira
Vale Cavalos
Vale da Légua
PORTELA DO SEIXO
Vale da Cruz
AZOUJO
V.º Coelho
V.º Estação
Vale da Almonda
Vale do Forno
Estreito
Trapeiro
Chã da Vidigueira
Entre Serras
Salgueiral
Chã da Várzea da Telha
Vale Cepo
Porto dos Touros
Chã do Monte
MONTE REDONDO
Juncal
Lagoa
Chã Alta
Alto da Borralha
Borralha
V.º do Abade
V.º dos Fornalhas
V.º da Forca
V.º de Rabadão
Chã do Chiqueiro
Casais Vale Vigário
Casal dos Queijos
Vale Vigário
Vale dos Olheiros
Ribeira
Judeu
Macassa
Torre Bela
Anexoeira
Vale da Ribeira
V.º do Assento
V.º da Abbesa
Ribeira
Parque de Combustíveis de Aveiras de Cima
TORRE BELA
Carrasque
Vale Salgado
Paúl
V.º Massarroco
Vale de Tábuas
TÁBUAS
Casais das Inglesas
Vale Coelho
Casais Vale do Cepo
Casais Vale do Rejo
Casais das Amarelas
Casais do Curr
Casais da Texuga
TEXUGA
Casais do Alfaro
Malhada
ARCHINO
Vale do Archino
Cortes Pereiras
Moios
Cova da Loba
SEIXAL
Base Aérea Número 2
CHÃO DA TORRE
Aldeia
Paços
OTA
Ota
CABEÇO DO PARDAL
Casais do Bairro
Bairro
BAIRRO
Surraipas
SURRAIPAS
Pocariça
Monte Agudo
Cruzeiro
OLHALVO
PELVA
Casal Perdigoto
Bogarreus
PEDREIRA DA SANTA
Canados
CANADOS
Penafirme da Mata
Casais da Lage
Montegil
Mata
MONTE GIL
Casais da Ramalheira
MECA
Casais da Barroca
Carapinha
Chegancas
C. Monteiro
Carneiros
Azedia
Espicandeira
Estalagem
Alenquer
Ribeira de Alenquer
Rio
Ribeira de Espicandeira
Casais da Amoreira
Casais Pedreira do Lima
Fiandal
São Brás
Catém
Vale Ribeira
Vale de Santarém
Vale do Forno
Vale do Archino
Vala
Meio
Ota
Archino
Vale Pinheiro
Casais do Tambor
Casais da Gaita
Casais do Tenda
Quinta da Texuga
Quinta do Vale do Moinho
Quinta do Vale Bargant
Quinta do Vale Pinheiro
Quinta do Vale do Rocho
Quinta do Vale do Lobo
Quinta do Vale Quinta Velha
Quinta do Vale Nova
Quinta do Vale Florestal
Quinta do Vale do Verde
Quinta do Vale Mouro
Quinta do Vale Pedro
Quinta do Vale do Gato
Quinta do Vale Lobo
Quinta do Vale Rocha
Quinta do Vale Pinheiro
Quinta do Vale Mouro
Quinta do Vale Pombal
Quinta do Vale Varga
Quinta do Vale Pinheiro
Quinta do Vale Pinheiro
Quinta do Vale Pinheiro



NOTAS GERAIS

- CASO SE VERIFIQUE QUALQUER INCOMPATIBILIDADE NO PRESENTE PROJETO, A MESMA DEVERÁ DE IMEDIATO SER COMUNICADA POR ESCRITO PARA O PROJETISTA;
- ESTE DESENHO CARECE DE CONSULTA E ANÁLISE DE OUTRAS PEÇAS DE PROJETO;
- DEVERÃO SER VERIFICADAS EM OBRA TODAS AS CONDICIONANTES ASSUMIDAS NO PROJETO.

LEGENDA:

PAIS	PORTUGAL
DISTRITO	LISBOA
CONCELHO	ALENQUER
FREGUESIA	U. F. DE ABRIGADA E CABANAS DE TORRES
	LN 30kV CENTRAL BIOMETANO ABRIGADA

Rev.	Data	Descrição das alterações	Aprov.
00	31-10-2025	EMISSÃO INICIAL	TSP

QUADRANTE COMPASS GROUP

www.quadranteglobal.com

Cliente

Projeto

CENTRAL DE BIOMETANO

Fase

ESTUDO PRÉVIO

Designação

LN 30kV CENTRAL BIOMETANO ABRIGADA

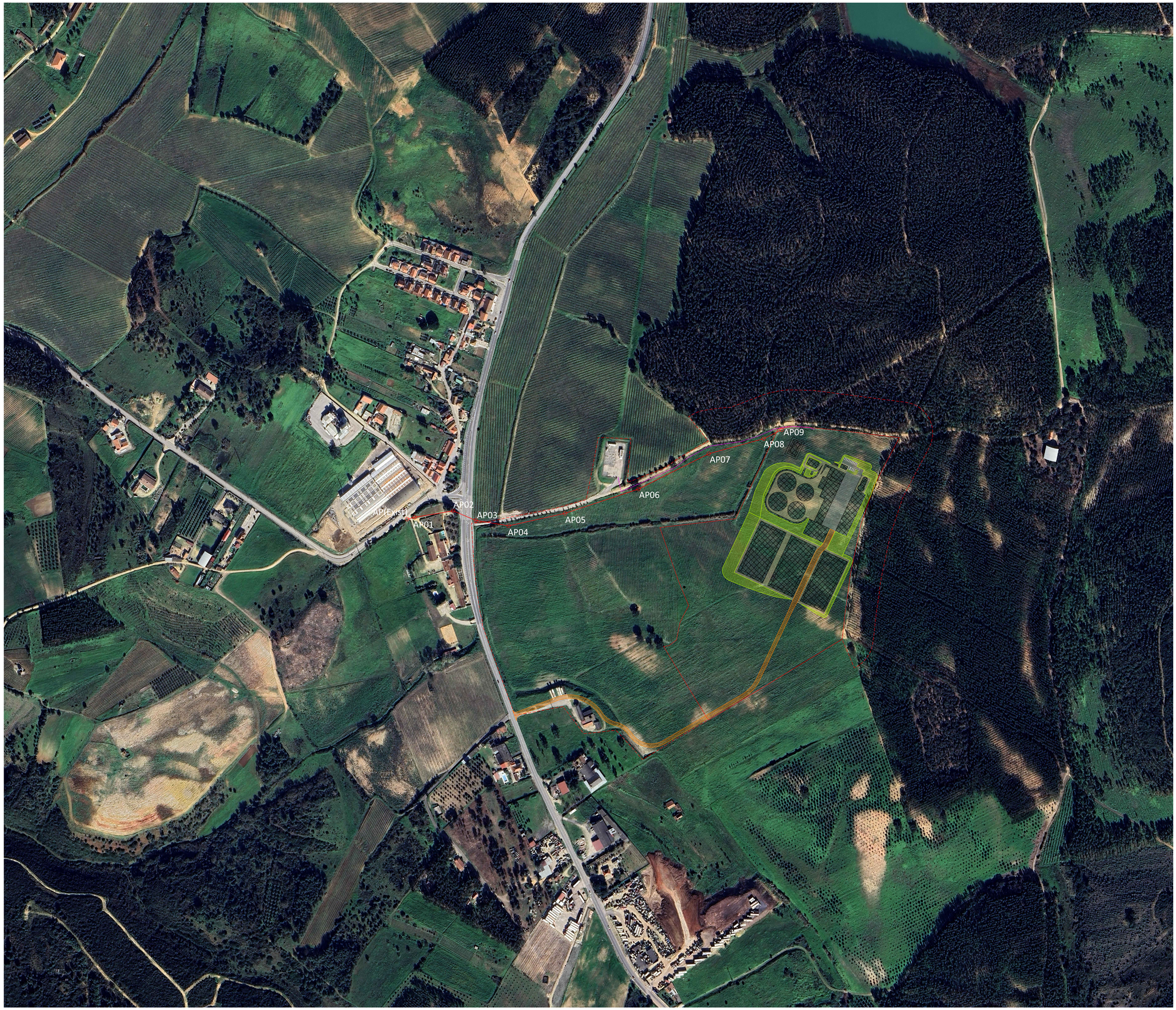
PLANTA - CORREDOR E TRAÇADO INSERIDO EM MAPAS ORTOFOTOGRÁFICOS
PÁG. 1/1

Escalas :	1:2000
Data :	31-10-2025
Processo :	T2025-0062-01
Ficheiro :	T2025-0062-01-EP-OHL-00-002-00.dwg
Projetou :	PFP
Desenhou :	CFC
Verificou :	MMS
Aprovou :	TSP

Desenho Nº: OHL-00-002

Revisão: 00

Este desenho é propriedade do GRUPO QUADRANTE, não podendo ser utilizado ou reproduzido no todo ou em parte, ou comunicado a terceiros, sem a sua expressa autorização. Este desenho só é válido para construção depois de devidamente assinado.



NOTAS GERAIS

- CASO SE VERIFIQUE QUALQUER INCOMPATIBILIDADE NO PRESENTE PROJETO, A MESMA DEVERÁ DE IMEDIATO SER COMUNICADA POR ESCRITO PARA O PROJETISTA;
- ESTE DESENHO CARECE DE CONSULTA E ANÁLISE DE OUTRAS PEÇAS DE PROJETO;
- DEVERÃO SER VERIFICADAS EM OBRA TODAS AS CONDICIONANTES ASSUMIDAS NO PROJETO.

LEGENDA:

PAÍS	PORTUGAL
DISTRITO	LISBOA
CONCELHO	ALENQUER
FREGUESIA	U. F. DE ABRIGADA E CABANAS DE TORRES
	LN 30kV CENTRAL BIOMETANO ABRIGADA
	ÁREA DE ESTUDO
	AREA DISPONÍVEL PARA IMPLANTAÇÃO DA UNIDADE DE PRODUÇÃO DE BIOMETANO
	ELEMENTOS DA UNIDADE DE PRODUÇÃO DE BIOMETANO
	VIA DE ACESSO E ÁREA DE MANOBRAS
	AREAS OPERACIONAIS IMPERMEABILIZADAS
	ÁREAS VERDES
	GASODUTO
	ACESSO DO PROJETO

Rev.	Data	Descrição das alterações	Aprov.
00	31-10-2025	EMISSÃO INICIAL	TSP

QUADRANTE COMPASS GROUP

www.quadranteglobal.com

Cliente

Projeto

CENTRAL DE BIOMETANO

Fase

ESTUDO PRÉVIO

Designação

LN 30kV CENTRAL BIOMETANO ABRIGADA

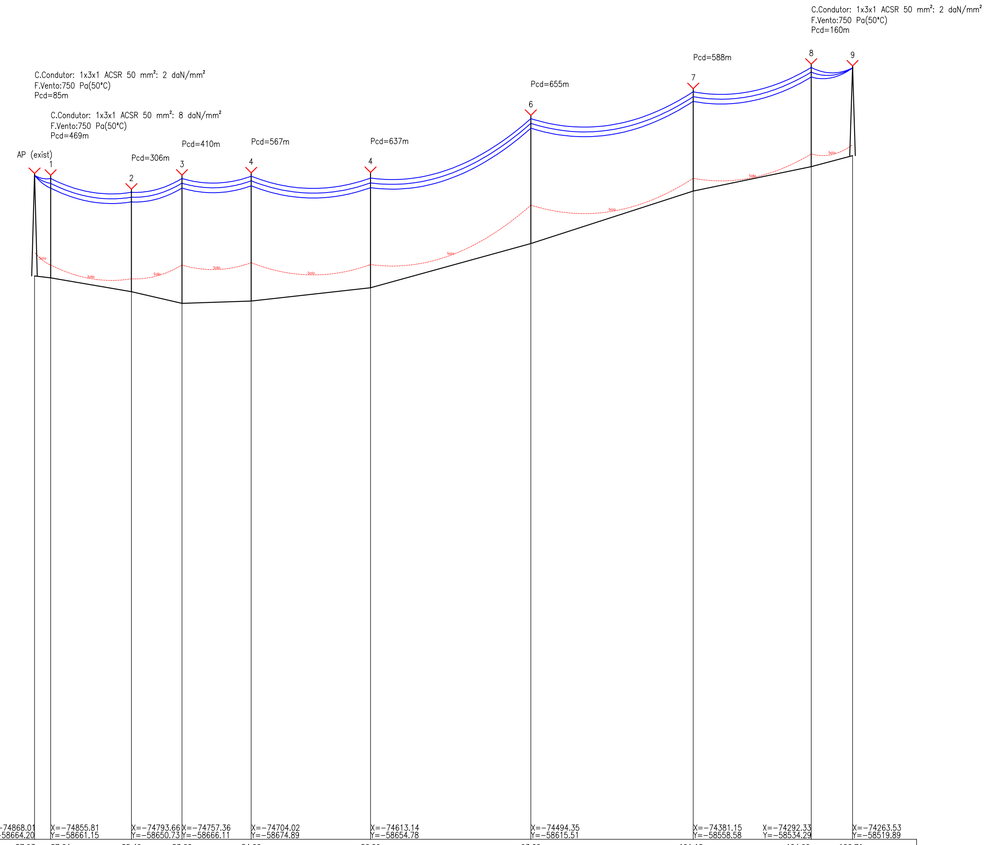
PLANTA SOBRE CONDICIONANTES

PÁG. 1/1

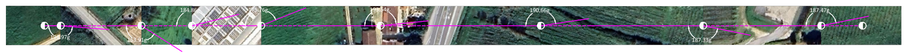
Escalas :	1:2000
Data :	31-10-2025
Processo :	T2025-0062-01
Ficheiro :	T2025-0062-01-EP-OHL-00-003-00.dwg
Projetou :	PFP
Desenhou :	CFC
Verificou :	MMS
Aprovou :	TSP

Desenho Nº: OHL-00-003 | Revisão: 00

Este desenho é propriedade do GRUPO QUADRANTE, não podendo ser utilizado ou reproduzido no todo ou em parte, ou comunicado a terceiros, sem a sua expressa autorização. Este desenho só é válido para construção depois de devidamente assinado.



PLANO DE REFERÊNCIA A 0.00m										
	X=-74868.01 Y=-58664.20	X=-74855.81 Y=-58661.15	X=-74793.66 Y=-58650.73	X=-74757.36 Y=-58666.11	X=-74704.02 Y=-58674.89	X=-74613.14 Y=-58654.78	X=-74494.35 Y=-58615.51	X=-74381.15 Y=-58558.58	X=-74292.33 Y=-58534.29	X=-74263.53 Y=-58519.89
COTA DO TERRENO (m)	87.93	87.64	85.49	83.66	84.02	86.09	93.00	101.18	104.99	106.71
NÚMERO DO APOIO	AP (exist)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
TIPO DE APOIO	18M1600	18M4000	18M2250	20M2250	20M5000	20MB00	20M1000	18M1000	18M4000	16M1200
TIPO DE FIXAÇÃO	HRFSC80	GANB0	GANB0	GANB0	GANB0	GANB0	GANB0	GANB0	GANB0	HRFSC80
ALTURA ÚTIL/TOTAL DO APOIO (m)	15.70/16.00	14.00/16.00	14.00/16.00	18.00/20.00	18.00/20.00	15.55/18.00	18.00/20.00	14.00/16.00	14.00/16.00	13.70/14.00
DISTÂNCIA ENTRE APOIOS (m)		12.58	63.01	39.42	54.06	93.07	125.12	126.71	92.08	32.21
DISTÂNCIA À ORIGEM (m)	0.00	12.58	75.59	115.01	169.07	262.15	387.26	513.97	606.05	638.26



CARACTERÍSTICAS DOS CONDUTORES		FIXAÇÃO DOS CONDUTORES	ISOLADORES	
			QUANTIDADE POR CADEIA	TIPO
MATERIAL	AA	R – RÍGIDA SIMPLES		
Sn (mm²)	19.48	RD – RÍGIDA DUPLA		
d (mm)	9.00	S – SUSPENSÃO SIMPLES		
t. máx. (daN/mm²)	8.00	Sh – SUSPENSÃO SIMPLES COM HASTE		
		SR – SUSPENSÃO SIMPLES REFORÇADA COM ISOLAMENTO		
		SRh – SUSPENSÃO SIMPLES C/ HASTE REFORÇADA C/ ISOLAMENTO		
		A – AMARRAÇÃO SIMPLES	3	U70BS
		Ah – AMARRAÇÃO SIMPLES COM HASTE		
		AR – AMARRAÇÃO SIMPLES REFORÇADA COM ISOLAMENTO		
		ARh – AMARRAÇÃO SIMPLES C/ HASTE REFORÇADA C/ ISOLAMENTO		

ANTI-POISO

CAIXA DE FIBRA ÓPTICA

PLANTAFORMA DE NINHO

SALVA-PÁSSARO

SECCIONADOR

SINALIZAÇÃO DIURNA NO APOIO

SINALIZAÇÃO DIURNA NO VÃO

SINALIZAÇÃO NOCTURNA NO APOIO

SINALIZAÇÃO NOCTURNA NO VÃO

APOIOS

ALINHAMENTO E ÂNGULO

REFORÇO E FIM DE LINHA

BETÃO

METÁLICO ELÁSTICO

METÁLICO RÍGIDO

NOTAS GERAIS

- CASO SE VERIFIQUE QUALQUER INCOMPATIBILIDADE NO PRESENTE PROJETO, A MESMA DEVERÁ DE IMEDIATO SER COMUNICADA POR ESCRITO PARA O PROJETISTA;
- ESTE DESENHO CARECE DE CONSULTA E ANÁLISE DE OUTRAS PEÇAS DE PROJETO;
- DEVERÃO SER VERIFICADAS EM OBRA TODAS AS CONDICIONANTES ASSUMIDAS NO PROJETO.

LEGENDA:

PAÍS	PORTUGAL
DISTRITO	LISBOA
CONCELHO	ALENQUER
FREGUESIA	U. F. DE ABRIGADA E CABANAS DE TORRES

Rev.	Data	Descrição das alterações	Aprov.
00	31-10-2025	EMISSÃO INICIAL	TSP

QUADRANTE COMPASS GROUP

www.quadranteglobal.com

Cliente

Projeto

CENTRAL DE BIOMETANO

Fase

ESTUDO PRÉVIO

Designação

LN 30kV CENTRAL BIOMETANO ABRIGADA

PERFIL E PLANTA PARCELAR

PÁG. 1/1

Escalas :	1:2500 / 1:500
Data :	21-12-2023
Processo :	T2025-0062-01
Ficheiro :	T2025-0062-01-EP-OHL-00-004-00.dwg
Projetou:	PFP
Desenhou :	CFC
Verificou :	RLC
Aprovou :	TSP

Desenho Nº: OHL-00-004

Revisão: 00

Este desenho é propriedade do GRUPO QUADRANTE, não podendo ser utilizado ou reproduzido no todo ou em parte, ou comunicado a terceiros, sem a sua expressa autorização. Este desenho só é válido para construção depois de devidamente assinado.

GÁS DA TERRA

CENTRAL DE BIOMETANO

LINHA ELÉTRICA DE 30 KV

MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA

Revisão 00

Porto, 31 de outubro de 2025

REVISÃO	DATA	DESCRIÇÃO	Elaborado	Verificado	Aprovado
00	31-10-2025	Entrega Inicial	PFP	MMS	TSP

GÁS DA TERRA

CENTRAL DE BIOMETANO

LINHA ELÉTRICA DE 30 KV

MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA

ÍNDICE GERAL

1 INTRODUÇÃO 5

1.1 ENQUADRAMENTO GERAL 5
1.2 LOCALIZAÇÃO 5
1.3 CRITÉRIOS TÉCNICOS GERAIS 6

2 CONCEÇÃO GERAL DA INSTALAÇÃO 7

2.1 PRINCÍPIOS BÁSICOS 7
2.2 NORMATIVA APLICÁVEL 7

3 EQUIPAMENTO 8

3.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS 8
3.2 APOIOS 8
3.3 FUNDAÇÕES 9
3.4 CABOS 9
3.4.1 ASPETOS GERAIS DO DIMENSIONAMENTO 9
3.4.2 ASPETOS MECÂNICOS 9
3.4.3 ASPETOS ELÉTRICOS 10
3.4.4 DISTÂNCIAS DE SEGURANÇA ASSOCIADAS AOS CABOS 10
3.5 ACESSÓRIOS DOS CABOS 11
3.6 CADEIAS DE ISOLADORES 11
3.7 CIRCUITO DE TERRA DOS APOIOS 12
3.7.1 NORMALIZAÇÃO ADAPTADA 12
3.7.2 CONSTITUIÇÃO E CARACTERÍSTICAS DOS CIRCUITOS DE TERRA 13
3.8 CONJUNTOS SINALÉTICOS 13

4 CÁLCULOS 13

4.1 CÁLCULOS MECÂNICOS 13
4.1.1 CÁLCULO MECÂNICO DE APOIOS E FUNDAÇÕES 13
4.1.2 CÁLCULO MECÂNICO DOS CABOS E IMPLANTAÇÃO DE APOIOS 13
4.2 CÁLCULOS ELÉCTRICOS 14
4.2.1 RESISTÊNCIA ELÉTRICA LINEAR DOS CONDUTORES 14
4.2.2 CAPACIDADE TÉRMICA 14

5 TRAVESSIAS OU CRUZAMENTOS 15

5.1 VIAS-FÉRREAS 15
5.2 ESTRADAS 15
5.3 CURSOS DE ÁGUA 15
5.4 REN 16
5.5 RAN 16

6 CRUZAMENTOS E PARALELISMOS 16

6.1 LINHAS DE TELECOMUNICAÇÃO 16
6.2 GASODUTOS E OLEODUTOS 16
6.3 LINHAS ELÉTRICAS 16

7 BALIZAGEM AÉREA 17

7.1 SINALIZAÇÃO AVIFAUNA 17
7.2 SINALIZAÇÃO AERONÁUTICA 17

8 ACESSO AOS APOIOS 17

9 CONFORMIDADE DOS MATERIAIS 17

10 DÚVIDAS E CASOS OMISSOS 18

ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 1 - COORDENADAS GEOGRÁFICAS DA LOCALIZAÇÃO DOS APOIOS 6

TABELA 2 - CARACTERÍSTICAS GERAIS DA REDE 6

TABELA 3 - DISTÂNCIAS REGULAMENTARES DE SEGURANÇA PARA LINHA AÉREAS, DE ACORDO COM O RSLEAT (DR 1/92) 10

TABELA 4 - LINHA DE FUGA PARA DIFERENTES NÍVEIS DE POLUIÇÃO.....11

TABELA 5 - PLANO DE CADEIAS DE ISOLADORES 12

TABELA 6 - LIMITES PARA TENSÕES DE CONTATO E DE PASSO 12

TABELA 7 - CONDIÇÕES PARA O CÁLCULO DA CAPACIDADE TÉRMICA 15

TABELA 8 - CRUZAMENTO COM ESTRADAS.....15

TABELA 9 - CRUZAMENTO COM CURSOS DE ÁGUA.....16

TABELA 10 - CRUZAMENTOS COM LINHAS DE TELECOMUNICAÇÕES.....16

GÁS DA TERRA

CENTRAL DE BIOMETANO

LINHA ELÉTRICA DE 30 KV

MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA

1 INTRODUÇÃO

1.1 ENQUADRAMENTO GERAL

A Gás da Terra, pretende construir uma Central de Biometano e o seu respetivo Posto de Seccionamento, e consequentemente, estabelecer a sua ligação à Rede Elétrica de Serviço Público (RESP). Para tal, será implementada uma linha elétrica aérea de média tensão, a 30 kV, que assegurará a interligação entre uma linha existente e o Posto de Seccionamento em questão.

O presente documento é referente à memória descritiva e justificativa da linha aérea de média tensão, a 30 kV, mencionada.

Ao longo do presente documento, apresentar-se-ão os pressupostos mais importantes da instalação em causa, assim como a descrição técnica dos principais equipamentos e materiais a aplicar. Reforça-se ainda o facto de que a solução preconizada prevê, naturalmente, o cumprimento dos pressupostos exigidos inicialmente, assim como pela legislação em vigor.

No projeto, assumiram-se alguns pressupostos, nomeadamente o tipo de cabo e o ponto de ligação, os quais ainda se encontram em fase de validação por parte da E-Redes.

1.2 LOCALIZAÇÃO

O traçado da linha aérea de 30 kV, com comprimento de 638.26 metros, desenvolve-se freguesia da Abrigada, município de Alenquer em Portugal.

A planta geral, que integra o presente projeto com o número T2025-0062-01-EP-OHL-00-002, representa em pormenor a diretriz do traçado.

Na tabela abaixo, encontram-se representadas as coordenadas geográficas da localização dos apoios previstos referente ao sistema de coordenadas ETRS89-TM06.

Tabela 1 - Coordenadas Geográficas da localização dos apoios

APOIO	Coordenada X	Coordenada Y
AP (exist)	-	-
1	-74855.81	-58661.15
2	-74793.66	-58650.73
3	-74757.36	-58666.11
4	-74704.02	-58674.89
5	-74613.14	-58654.78
6	-74494.35	-58615.51
7	-74381.15	-58558.58
8	-74292.33	-58534.29
9	-74263.53	-58519.89

1.3 CRITÉRIOS TÉCNICOS GERAIS

A ligação da Central de Biometano à Rede Nacional de Distribuição será feita através de uma linha aérea, a 30 kV, com as seguintes características principais:

Tabela 2 - Características Gerais da Rede

LAMT 30 kV	
Tipo de Instalação	Linha Aérea
Tensão Nominal	30 kV
Tensão Estipulada	36 kV
Corrente Elétrica	Alternada Trifásica
Frequência de Rede	50 Hz
Comprimento total	638.26 metros
Nº de apoios	9
Tipo de Cabo	ACSR 50
Nº de Circuitos	1
Nº de Condutores por Fase	1

Do ponto de vista técnico, o projeto integra os componentes estruturais mais comuns em linhas de 30 kV, tais como:

- Apoios em betão (do fabricante "Cavan", ou equivalente) equipados com armações de aço;
- Fundações do apoio constituídas por maciços monoblocos;
- Um cabo condutor por fase do tipo de alumínio-aço com 49.48 mm2 de secção (AA 50 mm2);
- Isoladores de vidro temperado do tipo 3 x U70BS;
- Cadeia de isoladores e acessórios adequados ao escalão de tensão de 30 kV;
- Circuitos de terra dimensionados de acordo com as características dos locais de implantação.

2 CONCEÇÃO GERAL DA INSTALAÇÃO

2.1 PRINCÍPIOS BÁSICOS

A conceção geral do presente projeto foi regida pela satisfação simultânea dos seguintes princípios básicos:

- Segurança geral das pessoas e bens;
- Simplificação e padronização da construção;
- Facilidade de manutenção;
- Implementação de soluções que minimizem o impacte ambiental, no meio envolvente;
- Otimização das condições de instalação com vista à racionalização de custos de exploração.

2.2 NORMATIVA APLICÁVEL

Na elaboração do presente projeto foram tomadas em consideração todas as disposições regulamentares aplicáveis, designadamente as considerações do Regulamento de Segurança de Linhas Elétricas de Alta Tensão (RSLEAT - DR 1/92) e da norma EN50341.

O projeto será executado em conformidade com a técnica habitual da E-REDES para linhas deste nível de tensão e estará sujeito ao cumprimento estrito de toda a legislação e regulamentação vigentes que lhe seja aplicável, incluindo:

- EN 50341-3-17 - National Normative Aspects (NNA) for Portugal;
- IEC 60826 - Design Criteria of overhead transmission lines;
- Dec. Reg. 1/92 - Anexo: Regulamento de Segurança de Linhas Elétricas de Alta Tensão (RSLEAT);
- Condicionalismos relativos ao Plano Diretor Municipal de Louriçal (PDM);
- Regime Jurídico de Avaliação de Impacte Ambiental (RJAIA);
- Servidões e Restrições de Utilidade Pública aplicáveis aos corredores associados ao traçado da linha elétrica;
- Outra legislação de ambiente aplicável, nomeadamente a relativa ao Domínio Hídrico, à Reserva Agrícola Nacional (RAN), ao Regime Florestal e à Reserva Ecológica Nacional (REN);
- Documentos e Desenhos Técnicos Normativos elaborados pela E-REDES, SA;
- Normativos e Publicações aplicáveis da CEI, ISO e CENELEC;
- Legislação relativa a Projeto de elementos tipo de apoios.

3 EQUIPAMENTO

3.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS

O perfil e planta parcelar presente neste projeto detalham os tipos de apoios e cabos previstos, bem como a disposição dos condutores.

Os detalhes do perfil e planta parcelar podem ser consultados em mais detalhe no desenho: T2025-0062-01-EP-OHL-00-004;

As especificações a considerar para os equipamentos referidos estão em conformidade com as normas EN50341 e o RSLEAT- Regulamento de Segurança de Linhas Elétricas de Alta Tensão, conforme as tabelas e informações abaixo apresentadas.

3.2 APOIOS

Neste projeto, serão utilizados apoios de betão pré-fabricados e comercializados pela “Cavan”, ou equivalente.

Para aplicação nos apoios de betão, foram considerados armações tipificadas, constituindo uma tipologia de linha simples em galhardete, de modo a garantir as distâncias elétricas mínimas.

3.3 FUNDAÇÕES

As fundações dos apoios equipados com postes de betão foram dimensionadas pelo método de Sulzberger em conformidade com as "Recomendações para Linhas Aéreas de Alta Tensão" - da Direção Geral de Energia, edição de 1986, considerando o terreno de características médias com coeficiente de compressibilidade de 7 daN/cm^3. Se ocorrerem situações de apoios em terrenos saturados ou rochosos, as respetivas fundações serão redimensionadas tendo em consideração as características dos mesmos.

Deste modo dispensa-se a apresentação do cálculo das fundações dos apoios, dado o mesmo fazer parte de outros processos já licenciados.

3.4 CABOS

3.4.1 ASPETOS GERAIS DO DIMENSIONAMENTO

As propriedades elétricas e mecânicas do cabo previsto neste presente projeto encontram-se detalhadas no Anexo 2. As condições gerais de utilização foram definidas em conformidade com a norma EN50341, ajustada às especificidades dos cabos selecionados e validadas com bases na respetiva capacidade térmica.

O tipo de cabo, as trações de referência adotadas e os parâmetros das catenárias estão especificados no desenho do perfil longitudinal da linha.

3.4.2 ASPETOS MECÂNICOS

A linha elétrica será constituída pelos cabos:

- Cabo Condutor: AA 50;

As condições de instalação dos cabos, estabelecidas no RSELAT e na EN50341, traduzida numa distância mínima ao solo de 8 metros, para o nível de tensão de 30 kV (embora tenham sido considerados ao longo do projeto uma distância de 12 metros, em conformidade com as boas práticas de projeto), determinaram os valores dos parâmetros e trações horizontais dos cabos condutores.

A linha foi projetada garantindo que a tração máxima dos condutores não ultrapassa 40% da sua carga de rotura e o valor de EDS permanece inferior a 18%.

Todos os cálculos e análises foram realizados considerando que a linha está inteiramente localizada na zona A, definida na EN50341.

3.4.3 ASPETOS ELÉTRICOS

Relativamente ao desempenho dos cabos em regime permanente, bem como em caso de defeito, verifica-se que os cabos selecionados estão devidamente dimensionados para as condições previstas.

No capítulo 4.2 são apresentadas as metodologias e critérios utilizados no dimensionamento. As características elétricas da linha foram determinadas considerando os condutores a uma temperatura de 75º, conforme indicado na EN50431.

3.4.4 DISTÂNCIAS DE SEGURANÇA ASSOCIADAS AOS CABOS

As distâncias mínimas de segurança foram definidas de acordo com o disposto no capítulo 3.4 da ET-E-307, que adota critérios mais conservadores do que os valores mínimos regulamentares previstos no RSLEAT. Adicionalmente, para reforçar as condições de segurança, foram adotadas as distâncias indicadas na Tabela 3.

No que diz respeito às distâncias de segurança, relativamente a obstáculos como o solo, árvores, edifícios, estradas, entre outros, foi assegurado que a linha cumpre integralmente os requisitos estabelecidos. Estas distâncias foram analisadas considerando a condição de flecha máxima, ou seja, temperatura dos condutores de 50ºC sem sobrecarga do vento.

Tabela 3 – Distâncias regulamentares de segurança para linha aéreas, de acordo com o RSLEAT (DR 1/92)

Obstáculo	Distância mínima para linha 60 kV (m)	Distância horiz. Dos apoios ao obstáculo (m)
Ao solo	7,0	-
Às árvores	2,5	-
Aos edifícios	4,0	-
A obstáculos diversos	3,0	-
A obstáculos diversos	0,45	-
Entre condutores MT e cabos de guarda	0,45	-
Aos apoios	0,15	-
Às estradas (AE, IP e IC) e outras vias de comunicação	7,0	5,0 – Estradas 3,0 – Outras vias
Aos cursos de água não navegáveis	7,0	-
Aos cursos de água navegáveis	2,0 + *h*	-

Obstáculo	Distância mínima para linha 60 kV (m)	Distância horiz. Dos apoios ao obstáculo (m)
Aos caminhos de ferro não eletrificados	7,0	5,0
Aos caminhos de ferro c/ eletrificação	13,5	5,0
À linha de contacto (C.F. eletrificado)	3,0	5,0
Às linhas AT/MT/BT	2,0	-
Às linhas de telecomunicações	2,0	2,0

3.5 ACESSÓRIOS DOS CABOS

Os acessórios de fixação (pinças de amarração) e os de reparação (uniões e mangas de reparação) estão dimensionados para as ações mecânicas transmitidas pelos cabos e para os efeitos térmicos resultantes do escalão de corrente de defeito máxima estipulada para este projeto.

As uniões e pinças de amarração dos cabos são do tipo compressão. Qualquer destes acessórios tem uma carga de rotura não inferior à dos cabos, e particularmente, as uniões devem garantir aquela carga simultaneamente com uma resistência elétrica inferior a um troço de cabo de igual comprimento.

3.6 CADEIAS DE ISOLADORES

Os isoladores usados no presente projeto, serão de vidro temperado, do tipo U70BS, de acordo com a DRE-C10-001/N, tanto nas amarrações como nas suspensões. Estes isoladores, que classificaremos como "reforçados" são adequados às zonas de poluição média, que caracterizam em geral todo o traçado da linha. Por outro lado, do ponto de vista do diâmetro do espigão, é suficiente para as correntes de defeito previstas.

A linha de fuga a considerar para as zonas de poluição médio é de 20 mm/kV, de acordo com o que se define a composição adequada para os diferentes tipo de linha. A **Error! Reference source not found.** Representa as linhas de fuga para os diferentes níveis de poluição.

Tabela 4 – Linha de fuga para diferentes níveis de poluição

Nível de poluição	Linha de Fuga específica (mm/kV)
Médio	20
Forte	25

Nível de poluição	Linha de Fuga específica (mm/kV)
Muito Forte	31

Na seguinte tabela, encontra-se representado o plano de cadeias de isoladores:

Tabela 5 - Plano de cadeias de isoladores

Função Cadeia de Isoladores	Tipo e Quantidades de Isoladores	Nível de Poluição
Amarração normal e reforçada	3 X U70BS	Médio

3.7 CIRCUITO DE TERRA DOS APOIOS

3.7.1 NORMALIZAÇÃO ADAPTADA

No âmbito do circuito de terra dos apoios, foram consideradas diferentes normas e especificações ajustadas ao tipo de zona, uma vez que as tensões de toque e de passo variam consoante a classificação do espaço envolvente.

As recomendações adotadas para zonas publicas e frequentadas foram estipuladas na norma EN 50341-3-17. Considerando uma resistividade do solo de 100 ohm/m e um tempo de eliminação de defeito de 0,5 segundos, os limites especificados para tensões de contato (Uc) e de passo (Up) são os seguintes:

Tabela 6 - Limites para Tensões de Contato e de Passo

Tipo de Zona	Uc (V)	Up (V)
Zona Pública	189	262
Zona Frequentada	255	355

Para zonas pouco frequentadas, foram aplicadas as disposições da norma VDE 0141/7.76, enquanto para as zonas não frequentadas, seguiram-se as recomendações da norma ASE 3569-1.1985. Em ambas as situações, e considerando um tempo de eliminação de defeito inferior a 0.5 segundos, estas normas não define valores específicos para as tensões de contacto e de passo.

3.7.2 Constituição e Características dos Circuitos de Terra

Nas zonas pouco frequentas e não frequentadas, a configuração utilizada consiste em dois ou quatro elétrodos do tipo "Copperweld", de 16mm de diâmetro, instalados verticalmente e localizados exteriormente ao conjunto dos caboucos. Os topos dos elétrodos devem estar enterrados a uma profundidade mínima de 0.8 metros e ligados ao poste através do cabo de cobre nu com diâmetro de 9 mm.

Para o caso de zonas publicas e frequentadas, o dimensionamento do circuito terra é realizado considerando a corrente de defeito monofásica, com base nos valores das subestações de interligação.

Em zonas frequentadas, a configuração do circuito de terra inclui quatro elétrodos, complementados, no mínimo, com um anel de cabo de cobre nu com 20 mm de diâmetro, enterrado horizontalmente a uma profundidade aproximada de 80 cm.

No entanto, inclui dois ou três anéis de cabo de cobre nu, bem como quatro contrapesos para reforço da ligação à terra.

3.8 CONJUNTOS SINALÉTICOS

Em cada apoio existe sinalização claramente visível do solo constante de:

Em cada apoio, terá uma sinalização claramente visível do solo constante de:

- Chapa de sinalização ou de advertência com o texto "PERIGO DE MORTE" e o n.º de ordem do apoio na linha;
- Chapa de identificação com o nome (sigla) da linha e o n.º de ordem do apoio na linha.

4 CÁLCULOS

4.1 CÁLCULOS MECÂNICOS

4.1.1 Cálculo Mecânico de Apoios e Fundações

O cálculo mecânico dos apoios, dimensionamento e validação da estabilidade mecânica dos apoios, foi desenvolvido tendo como base os critérios definidos nas normas EN 50341-1 e EN 50341-3-17, bem como no regulamento RSLEAT, de forma que os apoios consigam suportar os esforços exercidos pelos condutores elétricos e pelo vento. Neste estudo, é necessário ter em conta as adversidades dos agentes atmosféricos.

4.1.2 Cálculo Mecânico dos Cabos e Implantação de Apoios

O cálculo mecânico dos cabos foi realizado de forma a garantir o cumprimento das normas e especificações aplicáveis, considerando o método hiperbólico.

A tração máxima dos cabos foi mantida inferior a 40% da sua carga de rotura, considerando todas as condições previstas pela EN50341. Além disso, em condições EDS, a tração máxima foi mantida abaixo de 18% da carga de rotura.

A distribuição inicial dos apoios é definida com base no vão equivalente ideal para a linha em projeto, considerando a flecha máxima dos condutores inferiores e a flecha mínima dos cabos superiores. Esta abordagem é especialmente aplicável em situações de cruzamentos inferiores com outras linhas elétricas. Como condições iniciais e finais para a realização do cálculo mecânico, foram considerados os seguintes estados atmosféricos:

- Flecha máxima (Tc = 50ºC);
- 15°C com vento máximo habitual;
- -5°C com vento reduzido;
- 15°C sem vento (EDS).

Na distribuição final, que visa uma solução técnica e ambientalmente otimizada, as distâncias ao solo e a outros obstáculos devem ser verificados de acordo com os parâmetros reais de flecha máxima em cada cantão. Esses parâmetros correspondem ao vão equivalente de cada cantão, considerando também o efeito *creep* dos cabos, de forma a garantir a conformidade com os requisitos de segurança e desempenho da linha.

4.2 CÁLCULOS ELÉCTRICOS

4.2.1 RESISTÊNCIA ELÉTRICA LINEAR DOS CONDUTORES

O cabo AA 50 apresenta uma resistência elétrica de 0.109 Ω/km em corrente contínua à temperatura de 20°C. A variação da resistência elétrica com a temperatura é calculada através da equação:

$$R(\theta) = R(20) \cdot [1 + \alpha \cdot (\theta - 20)]$$

Onde α, o coeficiente de temperatura, tem o valor de 0.00403 ºK^{-1}.

Para a temperatura máxima de operação de 50ºC, a resistência atinge o valor de 0.138 Ω/km.

4.2.2 CAPACIDADE TÉRMICA

4.2.2.1 REGIME PERMANENTE

A capacidade de transporte dos condutores é limitada pela sua temperatura máxima de funcionamento do condutor, que representa o compromisso ideal na relação entre o

transporte anual de energia e perdas de energia. De acordo, com a EN50341-3, a temperatura máxima foi fixada em 50ºC.

O cálculo da capacidade térmica utiliza o modelo Kuipers- Brown, recomendado pela CIGRE. Este modelo baseia-se no equilíbrio térmico, considerando o calor gerado pela passagem de corrente elétrica nos condutores, bem como a interação dos condutores com o meio envolvente, incluindo a absorção de energia radiante proveniente do sol. A dissipação do calor ocorre principalmente por convecção para o ar circundante, mas também é contabilizada a perda térmica por irradiação.

Assim, a capacidade de transporte é calculada com base nas premissas que se apresentam na tabela seguinte, definidas na EN50341-3.

Tabela 7 - Condições para o Cálculo da Capacidade Térmica

Temperatura máxima do condutor [ºC]	50
Temperatura ambiente de referência [ºC]	30
Radiação Solar [W/m2]	1000
Velocidade do vento [m/s]	0.6

5 TRAVESSIAS OU CRUZAMENTOS

5.1 VIAS-FÉRREAS

Não se prevê a interferência com vias-férreas no traçado.

5.2 ESTRADAS

O traçado cruza com uma estrada no vão indicado na tabela seguinte.

Tabela 8 - Cruzamento com Estradas

Vão	Designação da Estrada	Distância mínima à estrada na horizontal [m]
2-3	N1	10.41

5.3 CURSOS DE ÁGUA

O traçado cruza com um curso de água no vão indicado na tabela seguinte.

Tabela 9 - Cruzamento com Cursos de Água

Vão	Designação do curso de água	Distância mínima ao curso de água na horizontal [m]
3-4	s/ designação	25.45

5.4 REN

Não se prevê a interferência com zonas REN no traçado.

5.5 RAN

Não se prevê a interferência com zonas RAN no traçado.

6 CRUZAMENTOS E PARALELISMOS

6.1 LINHAS DE TELECOMUNICAÇÃO

O traçado cruza com uma linha elétrica de alta tensão nos vão indicado na tabela seguinte.

Tabela 10 - Cruzamentos com Linhas de Telecomunicações

Vão	Nível de Tensão [kV]	Distância mínima as linhas elétricas na horizontal [m]
3-4pl	-	20.10

6.2 GASODUTOS E OLEODUTOS

Não se prevê a interferência com este tipo de infraestruturas.

6.3 LINHAS ELÉTRICAS

Não se prevê a interferência com este tipo de infraestruturas.

7 BALIZAGEM AÉREA

7.1 SINALIZAÇÃO AVIFAUNA

A utilização de equipamentos de sinalização para avifauna é definida pelo Instituto de Conservação da Natureza e das Florestas (ICNF), resultando normalmente na aplicação de dispositivos salva-pássaros, de dispositivos anti nidificação e anti poiso, e ainda, de plataformas para ninhos. No âmbito de atuação da CTALEA (Comissão Técnica de Gestão e Acompanhamento dos Protocolos Avifauna), o Operador de Rede de Distribuição acordou com o ICNF a elaboração de um documento normativo orientador, contendo disposições relativas à proteção da avifauna a respeitar no projeto e construção de novas linhas aéreas de AT e MT, harmonizando com o normativo do ICNF: "Manual de apoio à análise de projetos relativos à instalação de linhas aéreas de distribuição e transporte de energia elétrica – componente avifauna", de Junho de 2010. Com esse objetivo foi elaborado o documento orientador designado por DRE-C11-300/E, Projeto e construção de infraestruturas elétricas em áreas importantes sob o ponto de vista da conservação da natureza e biodiversidade – Guia técnico, aprovado em sede de CTALEA, que foi considerado como referência na elaboração deste projeto.

7.2 SINALIZAÇÃO AERONÁUTICA

Sobre este tema são tidas em consideração, em fase de projeto, as disposições indicadas na Circular de Informação Aeronáutica 10/03 de 6 de maio publicada pelo ANAC (Autoridade Nacional de Aviação Civil) que determina as zonas da linha sujeitas à instalação de balizagem para aeronaves. De acordo com o traçado desenvolvido para a linha em análise, verifica-se que não existe necessidade de aplicar balizagem diurna na linha.

8 ACESSO AOS APOIOS

Os acessos aos apoios devem ser realizados, sempre que possível, pelas vias existentes sendo que, no caso em que tal não seja possível, devem ser aproveitadas as vias de acesso construídas para aceder à central. Como último recurso, deverão ser criadas faixas de limpeza no menor percurso possível para a instalação do apoio, de preferência ao longo da faixa de limpeza já prevista, com um máximo de 4 metros de largura, de modo a ser possível a passagem de um camião.

9 CONFORMIDADE DOS MATERIAIS

Todos os materiais e equipamentos elétricos a instalar deverão obedecer às disposições dos regulamentos de segurança específicos, aplicáveis aos mesmos, bem como, às normas e especificações nacionais.

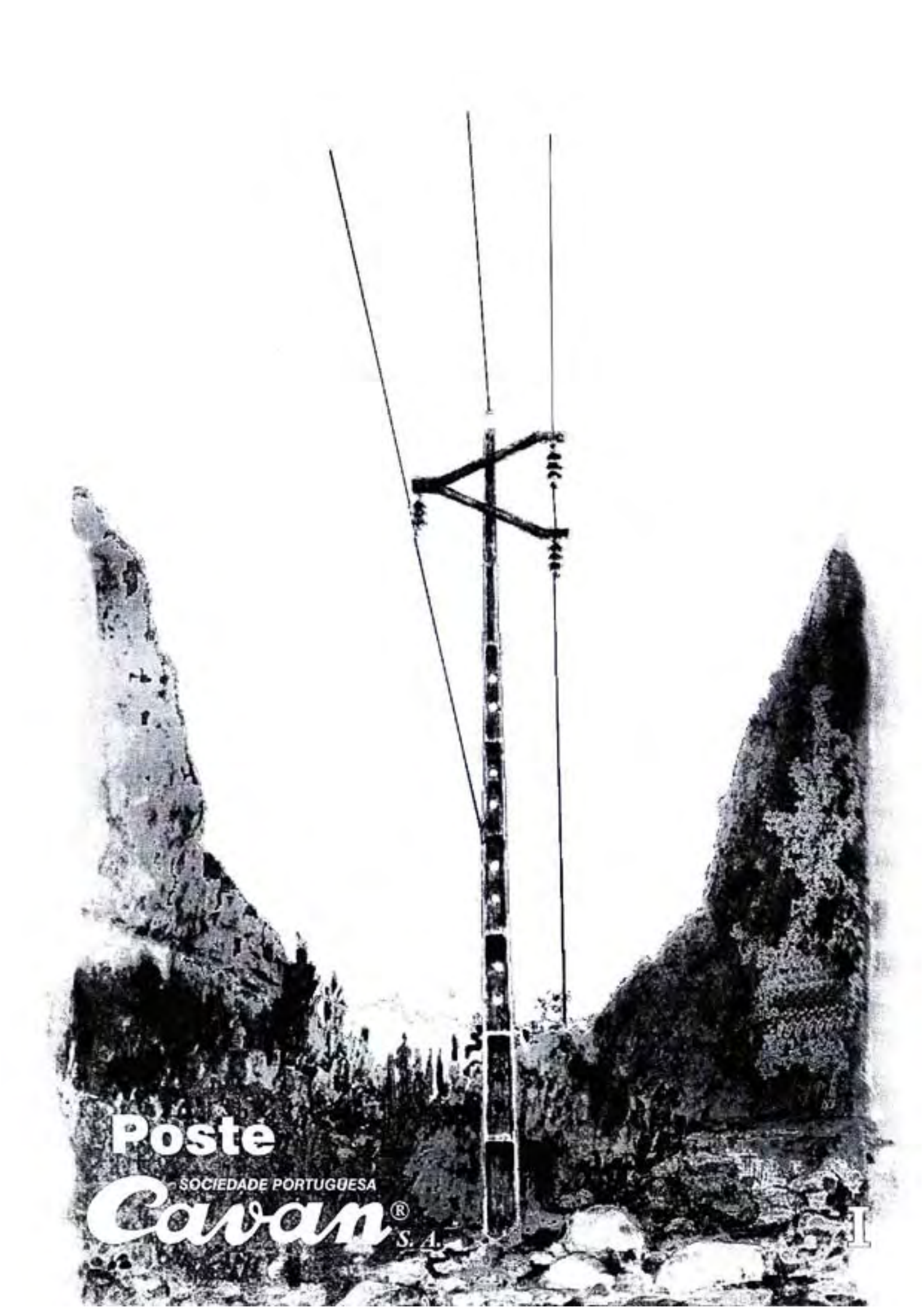
Todos os fabricantes referidos pretendem apenas indicar um padrão orientador das normas, características técnicas e da qualidade mínima a exigir aos dispositivos e equipamentos a que dizem respeito.

10 DÚVIDAS E CASOS OMISSOS

Qualquer dúvida, levantada no âmbito do presente projeto, será esclarecida pelo técnico responsável pelo mesmo.

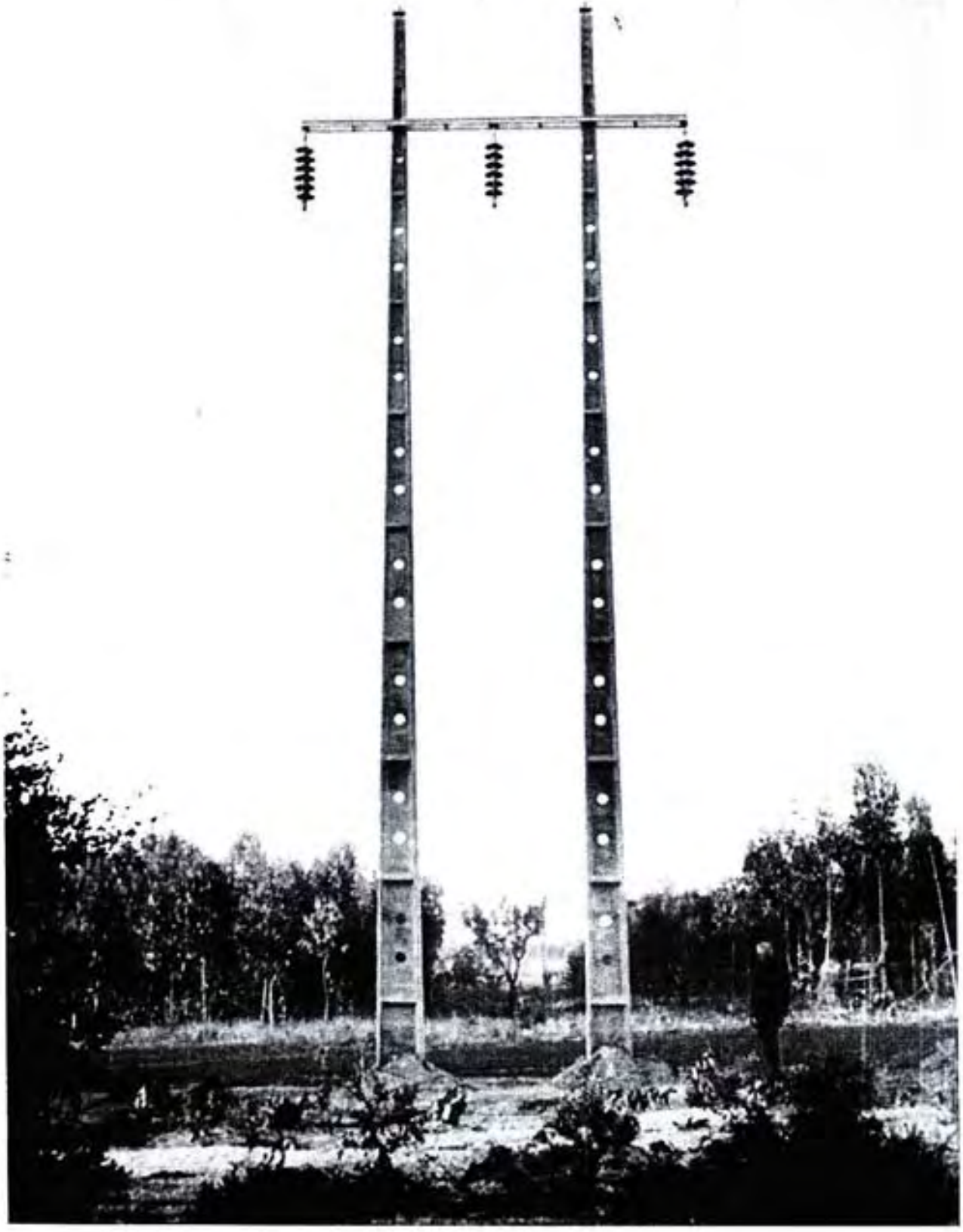
Em todos os casos omissos, para a execução de todos os trabalhos projetados, serão tidas em conta as leis e normas em vigor nomeadamente especificações técnicas, regras e recomendações dos reguladores.

Sempre que necessário, serão contactadas as entidades competentes, para efetuação das vistorias previstas na Lei.


Posté
SOCIEDADE PORTUGUESA
Cavan®
S. A.

Todos os direitos reservados por

Soc.Portuguesa Cavan, SA



POSTE CAVAN

Jan. 98

SUMÁRIO

	Pág.
1- INTRODUÇÃO	3
2- DESIGNAÇÃO	4
3- POSTES SELECCIONADOS	5
4- MARCAÇÃO	6
5- FIXAÇÃO DE ACESSÓRIOS	7
6- LIGAÇÃO Á TERRA	13
7- BETÃO	15
8- AÇO	16
9- MANUSEAMENTO	17
10- FUNDAÇÃO	19
11- GARANTIA	21
12- DOCUMENTAÇÃO REGULAMENTAR	22
13- QUADRO CARACTERÍSTICAS	23



1- INTRODUÇÃO

A Sociedade Portuguesa CAVAN, S.A. foi constituída por escritura de 23 de Junho de 1932, reportando-se o seu inicio a 1 de Janeiro de 1932.

Com mais de 60 anos de experiência no fabrico de peças de betão simples, armado e pré-esforçado, fabrica e comercializa o POSTE CAVAN. De sua própria criação no formato, concepção, método de fabrico e apresentação de características, destina-se principalmente ao apoio de linhas de transmissão de energia.

O presente catálogo fornece informações técnicas destinadas a apoiar projecto ou realização de construções de linhas de Baixa, Média e Alta tensão em redes aéreas. No âmbito de informações sobre Postes consideram-se principalmente aqueles de utilização mais corrente. Outros Postes com capacidades diferentes mas de utilização mais especifica ou de inovação serão incorporados futuramente.

Os Postes são fabricados em betão armado composto de materiais existentes no País. São produzidos numa grande variedade de alturas, funções e medidas para receberem as acções actuantes. Resistem às perturbações atmosféricas, a manutenção é mínima e têm um periodo de serviço prolongado.

O processo de fabrico é por vibração do betão em moldes metálicos estanques com cura moldada ou cura em armazém.

O Controlo de Qualidade processa-se por:
- Verificação, certificação e ensaios das matérias primas;
- Inspecção e verificação geral do ciclo de produção;
- Verificação, certificação e ensaios do produto acabado.

A CAVAN dispõe de uma frota de camiões-trailers especificamente equipada com cavaletes e gruas hidráulicas para o transporte e descarga de postes nos locais acessíveis mais próximos da sua montagem.



2- DESIGNAÇÃO

Os Postes são designados pela altura total, utilização, medidas e esforços. São dotados de um sentido Principal (segundo o eixo de maior inércia da sua secção transversal) e de um sentido Secundário (segundo o eixo de menor inércia da sua secção transversal).

Os Postes são designados por:

- altura total (H m)
- código de utilização e dimensões
- solicitação Principal (Fpvp dN)
- solicitação Secundária (Fsvp dN)

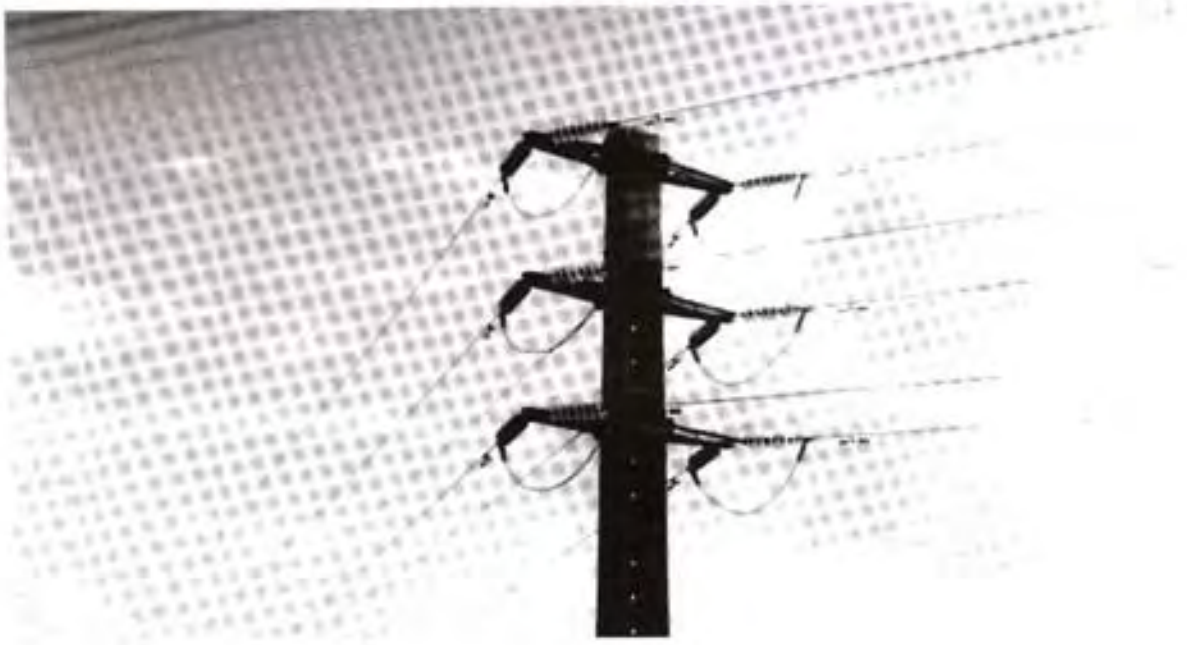
e.g. 18 MP04 / 1600 / 540

- altura total H = "18" m
- código de utilização "M"
- código de dimensões "P04"
- solicitação Principal Fpvp = "1600" dN
- solicitação Secundária Fsvp = "540" dN

Os códigos de utilização corrente são:

"B" - Postes destinados a Baixa Tensão (1 kV)
"M" - Postes destinados a Média Tensão (32 kV)
"A" - Postes destinados a Alta Tensão (60 kV)

Os códigos de dimensões (F00, P00, P01, ... M04, M06, ... K18, K20) fixam as dimensões do topo do Poste que são as indicadas no Quadro Caracteristicas em referência.



3- POSTES SELECCIONADOS

Dentro da grande variedade de Postes CAVAN existentes, em criação e a introduzir futuramente mediante a sua procura, o presente catálogo apresenta as características dos seguintes Postes:

			Pág.
POSTES PARA BAIXA TENSÃO			
BF00 / 100	para H =	8, 9 e 10 m	26
BF00 / 200		9, 10 e 12	28
BP00 / 300		9, 10 e 12 m	30
BP00 / 400		9, 10 e 12	32
BP00 / 600		9, 10 e 12	34
BP01 / 800		9, 10 e 12	36
BP02 / 1000		9, 10 e 12	38
POSTE PARA POSTO DE TRANSFORMAÇÃO			
TM04 / 2250		12, 14 e 16 m	40
POSTES PARA MÉDIA E ALTA TENSÃO			
M e A P00 / 400		14, 16 e 18 m	42
M e A P00 / 600		14, 16, 18, 20 e 22	44
M e A P01 / 800		14, 16, 18, 20 e 22	46
M e A P02 / 1000		14, 16, 18, 20, 22, 24 e 26	48
M e A P02 / 1200		14, 16, 18, 20, 22, 24, 26 e 28	50
M e A P03 / 1400		14, 16, 18, 20, 22, 24, 26 e 28	52
M e A P04 / 1600		14, 16, 18, 20, 22, 24, 26 e 28	54
M e A M04 / 2250		14, 16, 18, 20, 22, 24, 26 e 28	56
M e A M06 / 2750		14, 16, 18, 20, 22, 24, 26 e 28	58
MM08 / 3500		14, 16, 18, 20, 22, 24, 26 e 28	60
AM08 / 4000		14, 16, 18, 20, 22, 24, 26 e 28	62
K06 / 40.00	para H ≤	32 m	64
K08 / 60.00		32	66
K10 / 75.00		32	68
K12 / 90.00		32	70
K14 /110.00		32	72
K16 /125.00		32	74
K18 /145.00		32	76
K20 /165.00		32	78

4- MARCAÇÃO

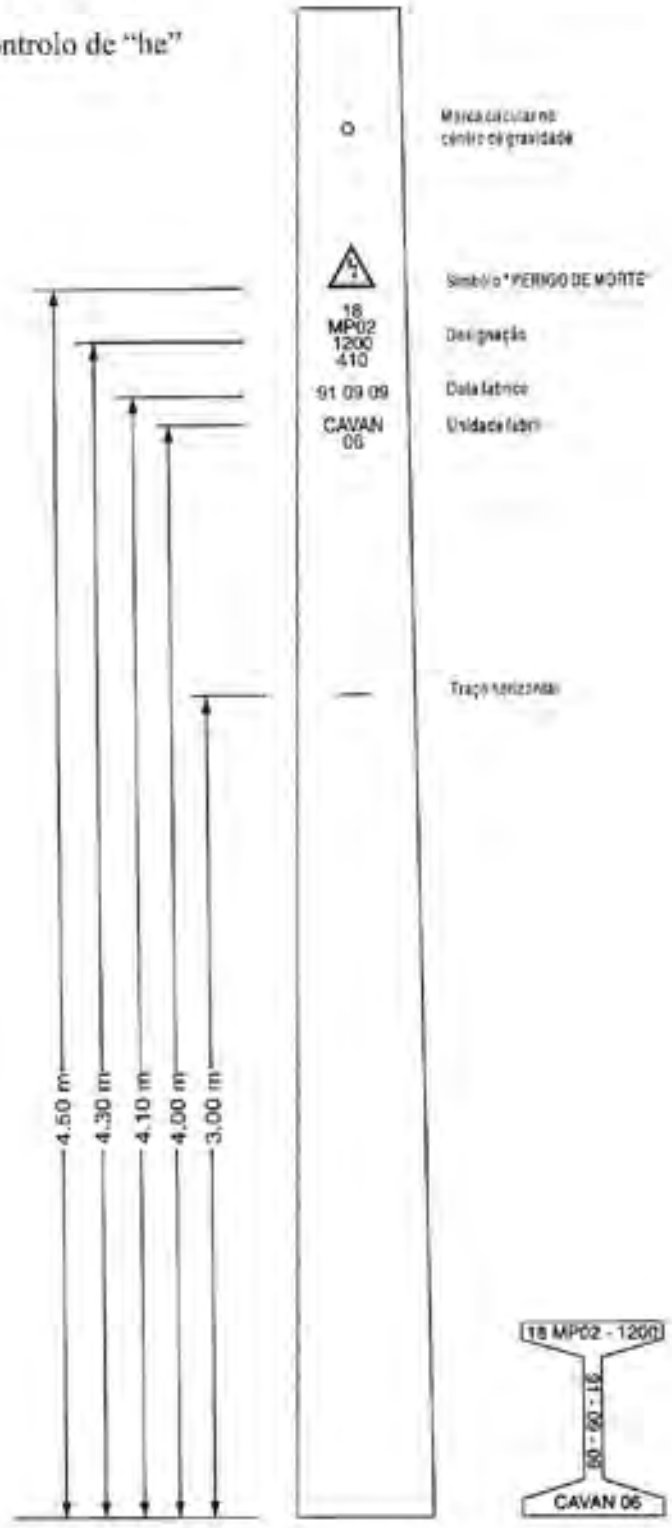
Para segurança pública e verificação de designação, fabrico, centro de gravidade e profundidade de enterramento, os Postes são fornecidos com as seguintes inscrições numa das faces principais:

- símbolo "Perigo de Morte" (a ~4,50 m da base)
- designação (a ~4,30 m da base)
- data de fabrico ano . mês . dia (a ~4.10 m da base)
- marca da unidade de produção (a ~4,00 m da base)
- marca circular no centro de gravidade
- traço horizontal a 3,00 m da base de controlo de "he"

A título de exemplo a fig. apresenta as marcações figurativas num Poste.

As marcas das unidades de produção são:

01	para St.Iria
02	Ovar
03	Faro
04	V.Real
05	Setúbal
06	Granja
07	Viana

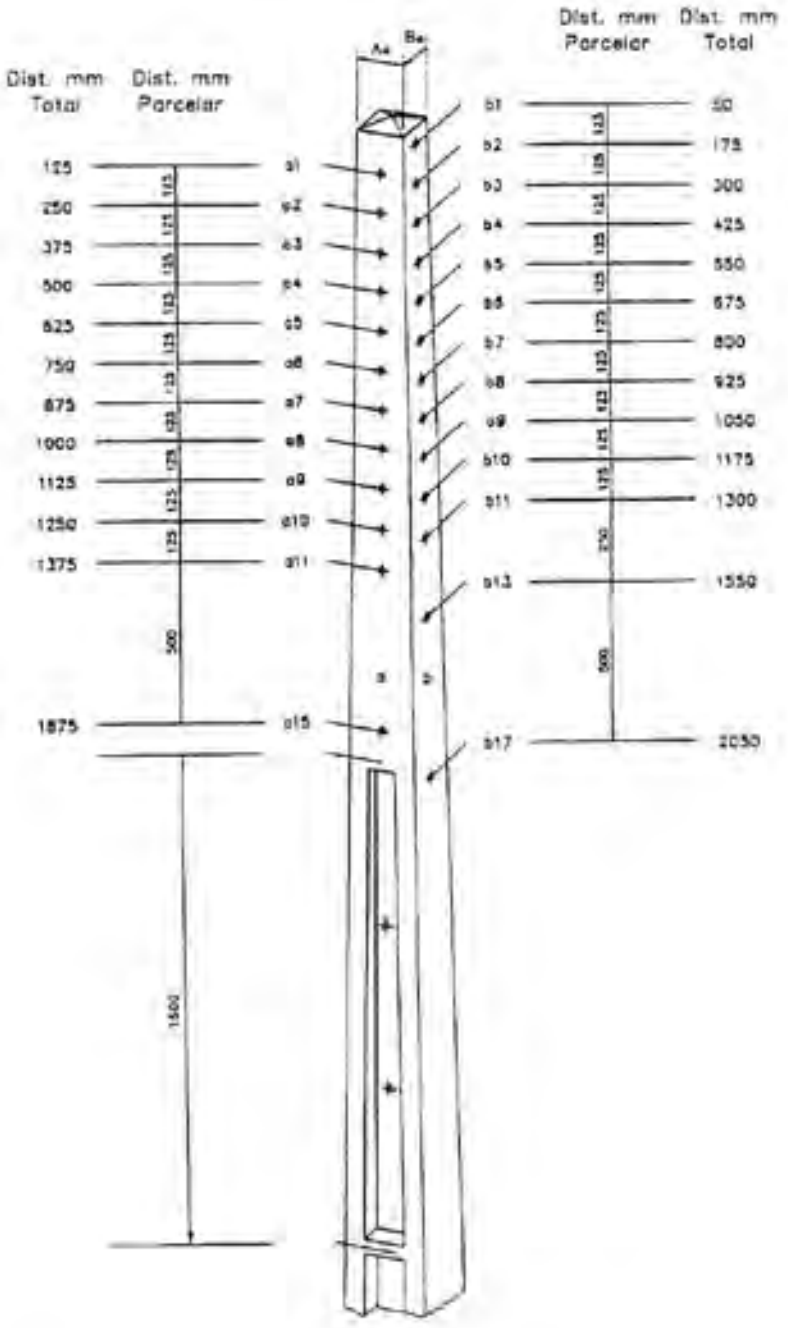


5- FIXAÇÃO DE ACESSÓRIOS

Os Postes apresentam uma furação à cabeça, nas duas faces, como indicado nas fig. para Postes BT, para TP4 e para Postes MT.

Para Postes AT a furação base à cabeça será idêntica ao dos Postes MT sendo habitual a introdução de um ou mais furos a pedido e especificado pelo cliente.

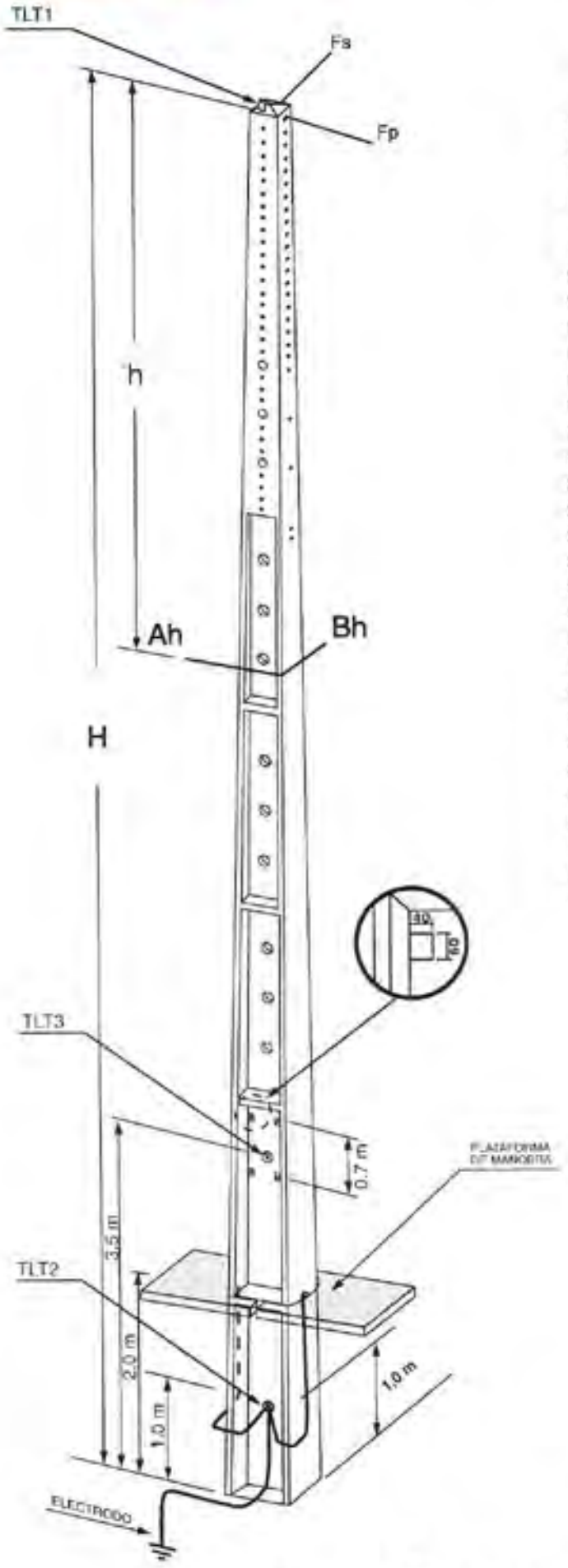
O diâmetro dos furos é de 24 mm (+/- 1 mm) e as medidas transversais são dadas pelo código de dimensões e da distância do topo à secção transversal.

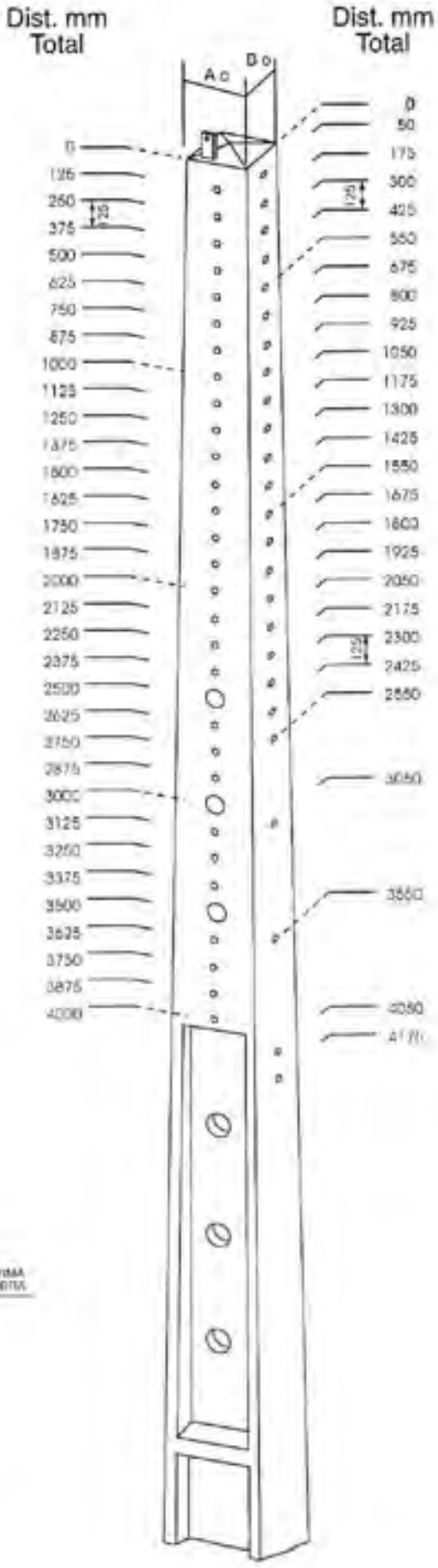


Ø dos furos 24 ± 1 mm

FURAÇÃO DA CABEÇA EM POSTES BT

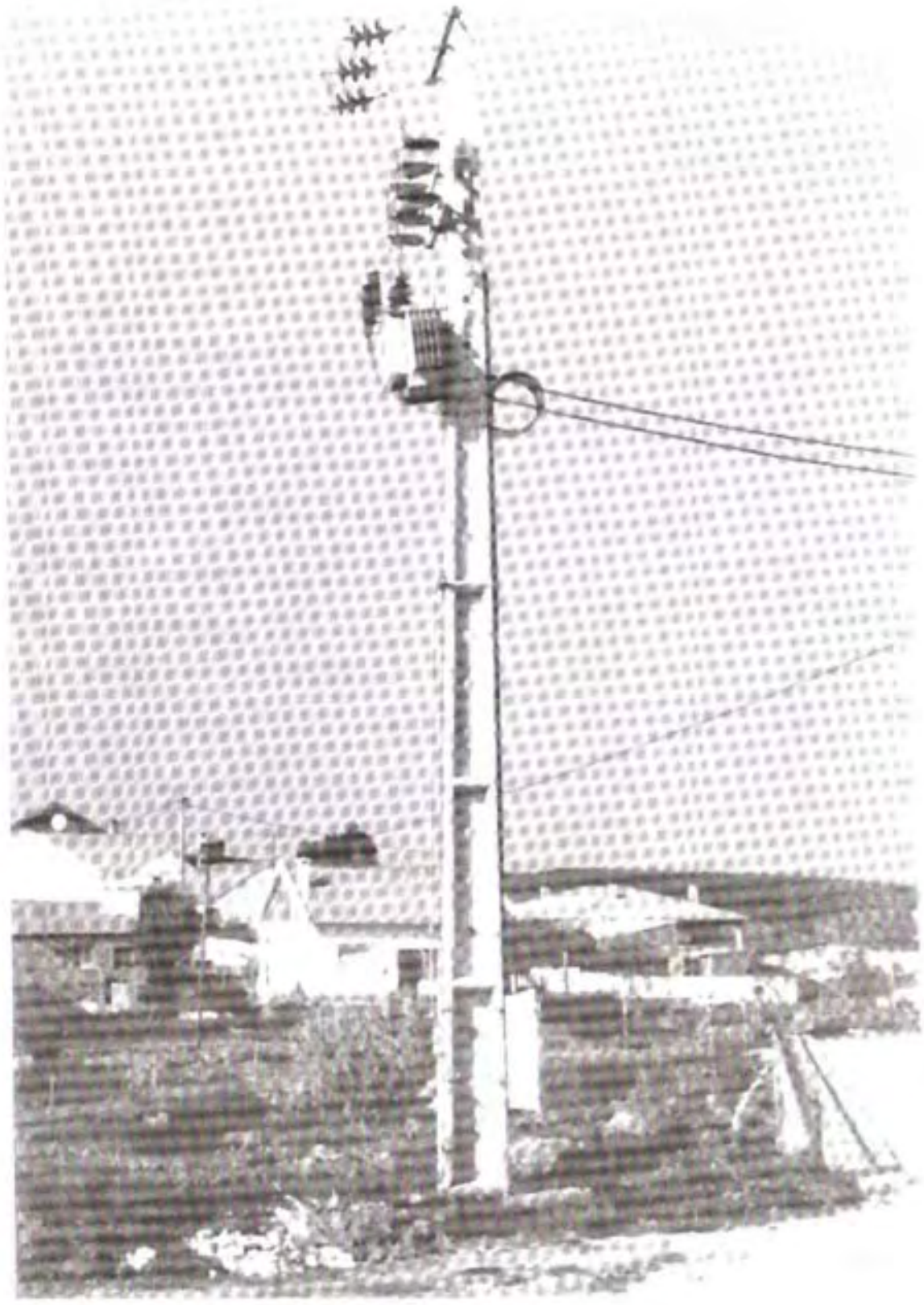


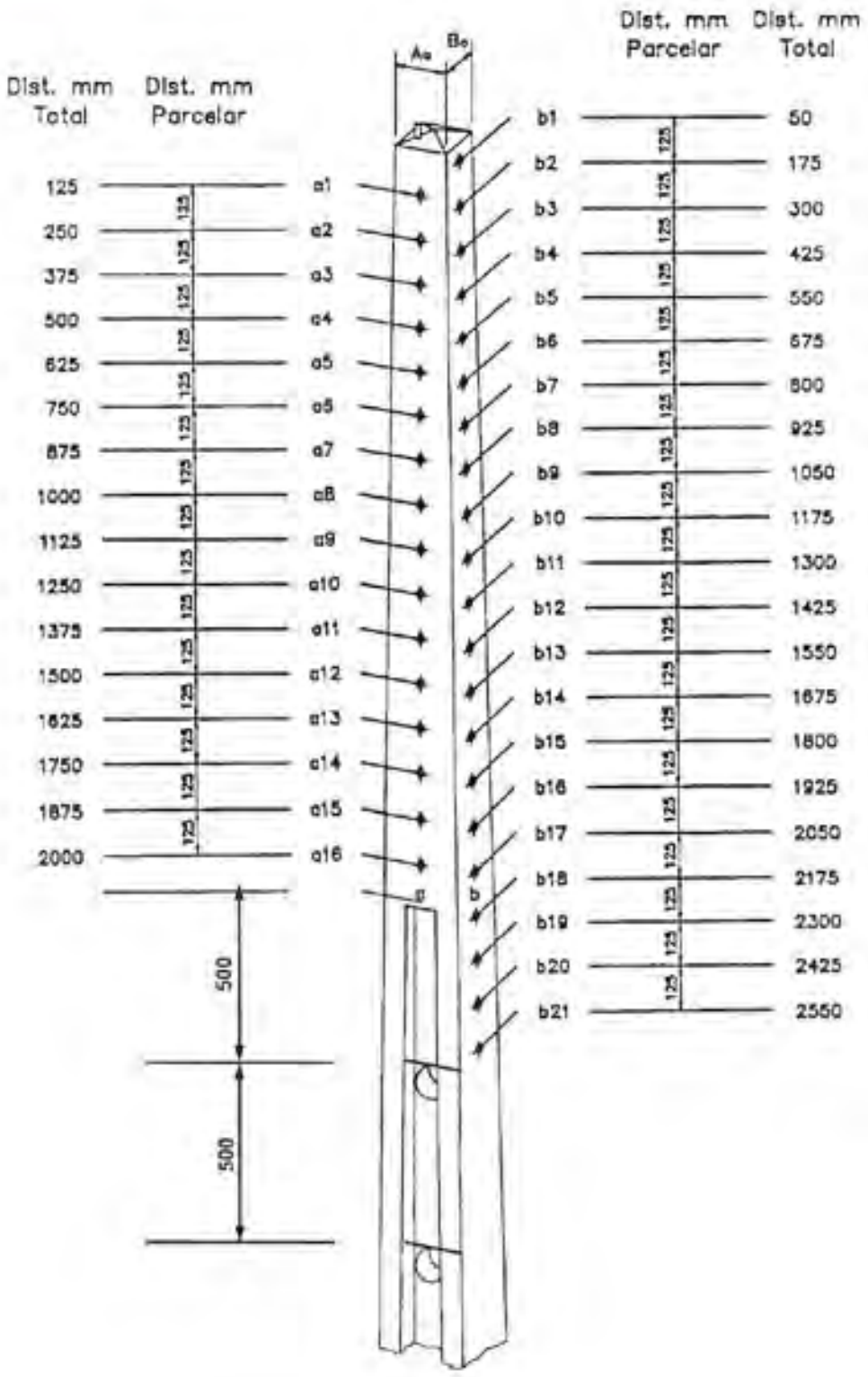




Ø Furos 24 ± 1 mm

FURAÇÃO EM POSTES TP4





Ø dos furos 24 ± 1mm

FURAÇÃO DA CABEÇA EM POSTES MT



6- LIGAÇÃO À TERRA

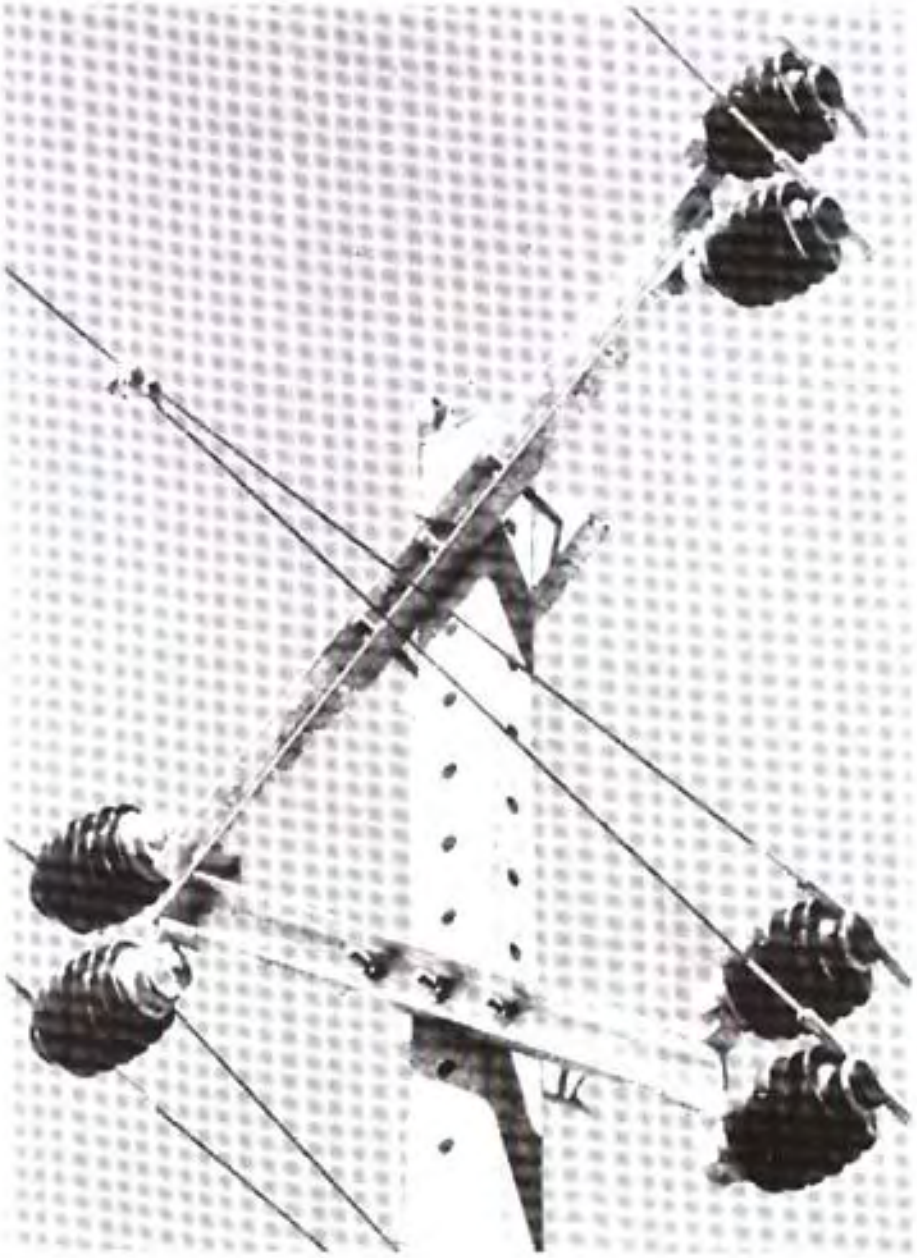
Os Postes BT (e.g. BP00/ 400) não são fornecidos com Terminais de Ligação à Terra (TLT).

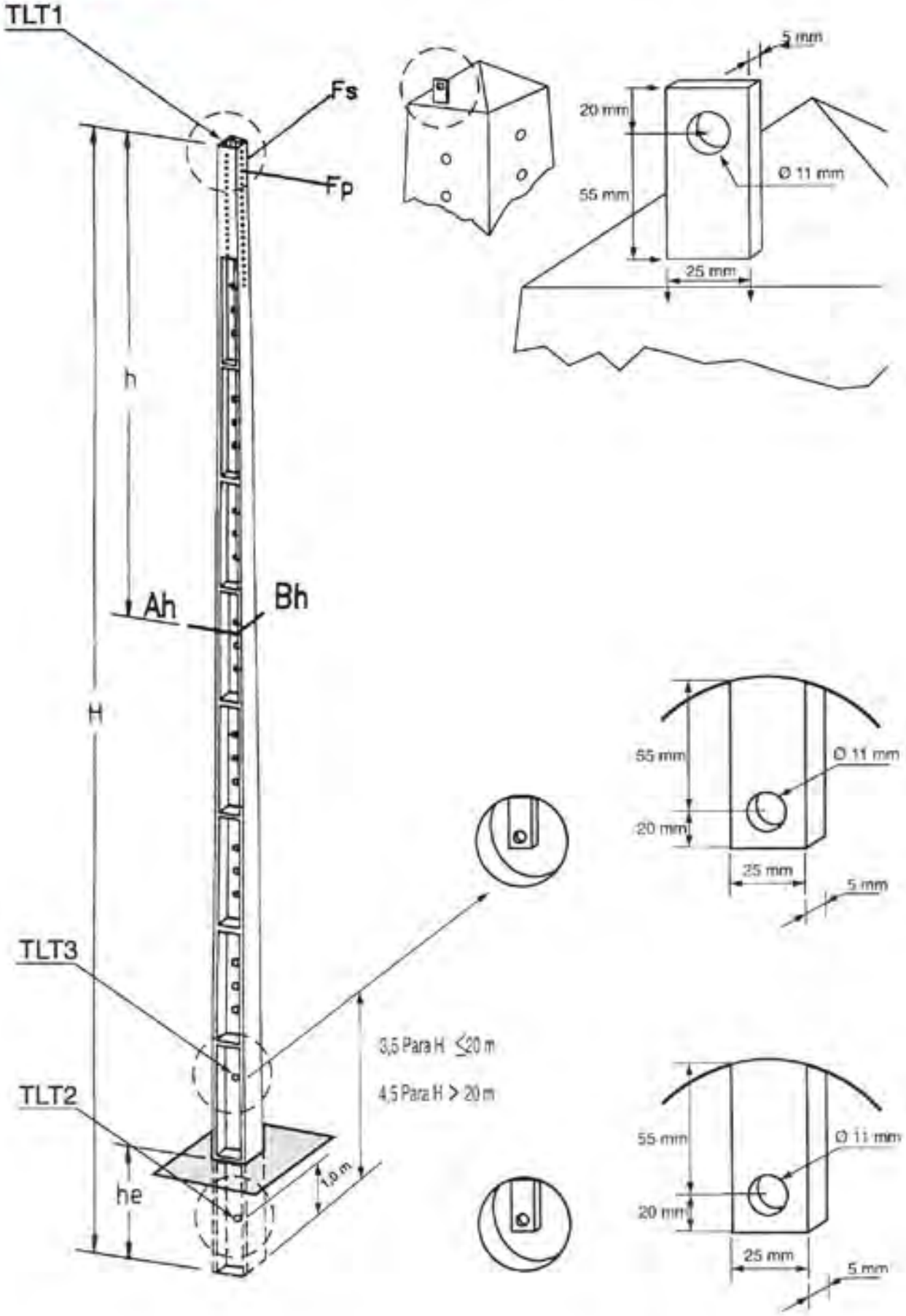
Os Postes MT, AT e TP4 são fornecidos com um Terminal (TLT1) no topo interiormente ligado a um Terminal (TLT2) a 1,0 m da base e a um Terminal (TLT3) como indicado na fig. "Terminais Ligação à Terra"

O TLT3 situa-se a 3,5 m da base para $H \leq 20$ m

4,5 m da base para $H > 20$ m

A armadura é utilizada como condutor oferecendo equivalência igual ou superior a um condutor de cobre com secção de 16 mm2 para Postes de MT e TP4 e de 35 mm2 para Postes de AT. A pedido, os Postes poderão ser fornecidos com um sistema de ligação à terra alternativo.





TERMINAIS LIGAÇÃO A TERRA MT, AT e TP4

7- BETÃO

O betão, preparado em centrais próprias, é composto por Cimento, Inertes e Água.

O Cimento Portland Normal tem medição peso à razão de 430 kg/m3 de betão. A recepção do Cimento a granel é fiscalizada e a estanquidade do seu armazenamento controlada. O fabricante de Cimento emite um certificado que atesta a qualidade do seu produto.

O termo "Inertes" é utilizado para descrever a brita, o areão, o godo, areia e outros materiais que são misturados com o Cimento e a água para fabricar o betão. Os Inertes, com origem e respectivas características variadas, apresentam um conjunto de exigências mínimas a satisfazer. O controle será o indicado no Quadro 14 da ENV 206

A água provem de poços locais e as suas características são comprovadas por análise. O controle será o indicado no Quadro 14 da ENV 206. As propriedades do betão endurecido são essencialmente determinadas pela razão água/cimento que será igual ou inferior a 0,45.

O controle do processo de fabrico e das propriedades do betão segue o indicado no Quadro 16 da ENV 206.

Designação do Betão: **C30/37 - 12 - 2a - armado - S1**



8- AÇO

As armaduras, de execução manual, são compostas por varões de aço para betão no comprimento e na largura, distribuídos em quantidade adequada aos esforços actuantes e pretendidos. O aço apresenta as características mecânicas mínimas indicadas no Quadro V do REBAP-83 para o aço designado **A500 NR**.

Nervuras: A geometria das nervuras são as indicadas no documento de classificação para o aço A500 NR e garantem a aderência ao betão.

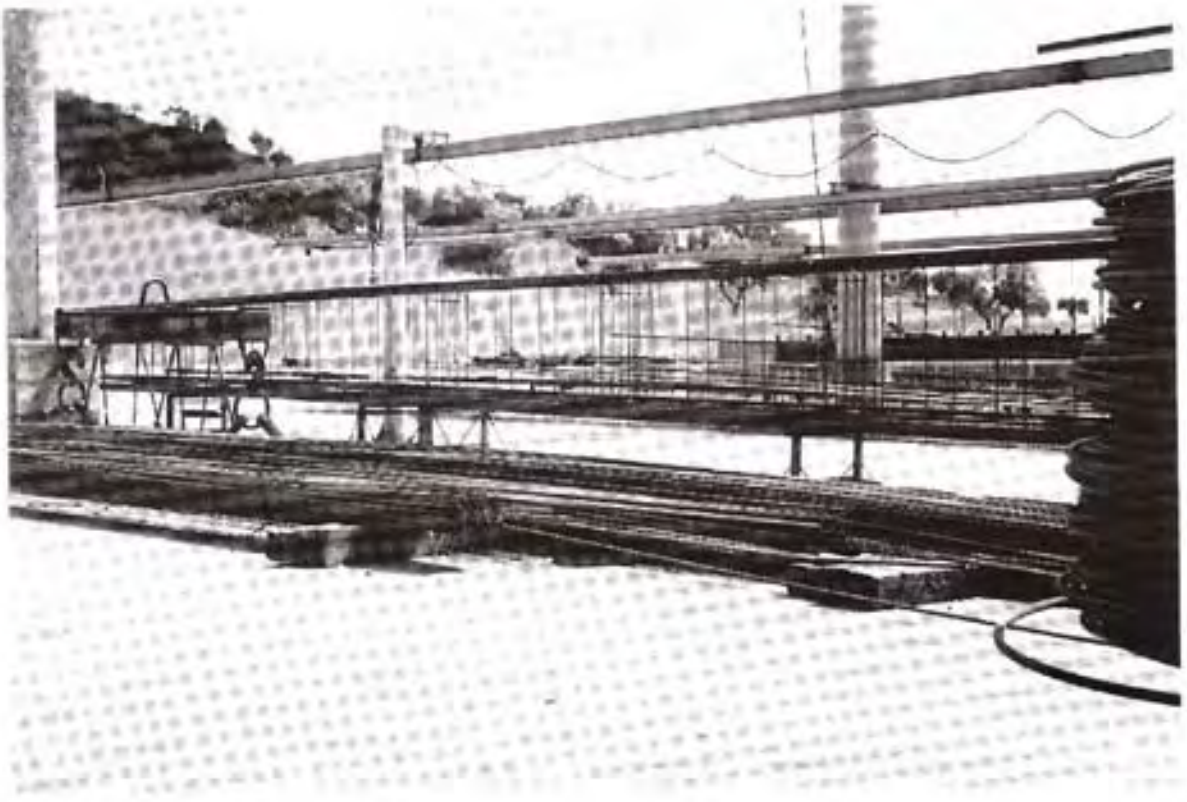
Dobragem: Sem perigo de fissuração, a dobragem e desdobragem é superior à dos aços correntes de alta resistência.

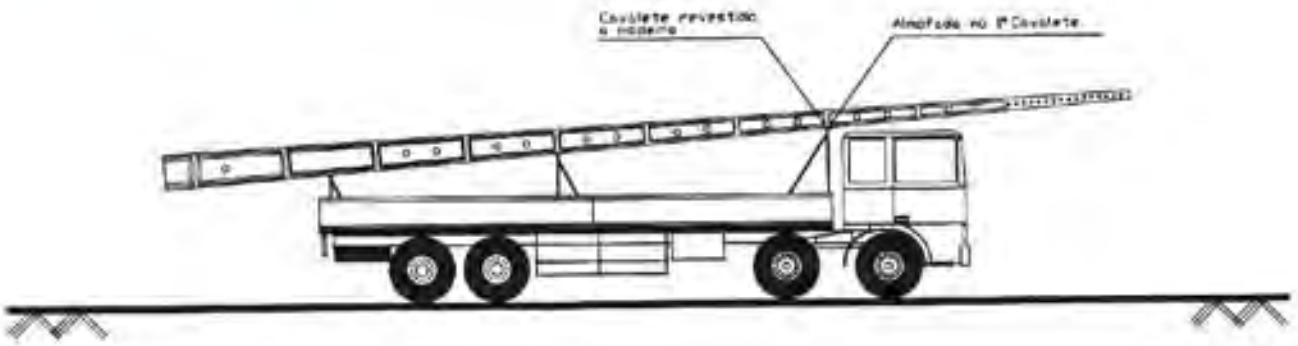
Ductilidade: A ductilidade é superior à dos aços correntes de alta resistência.

Soldadura: O aço A500 NR é soldável por qualquer processo corrente de soldadura.

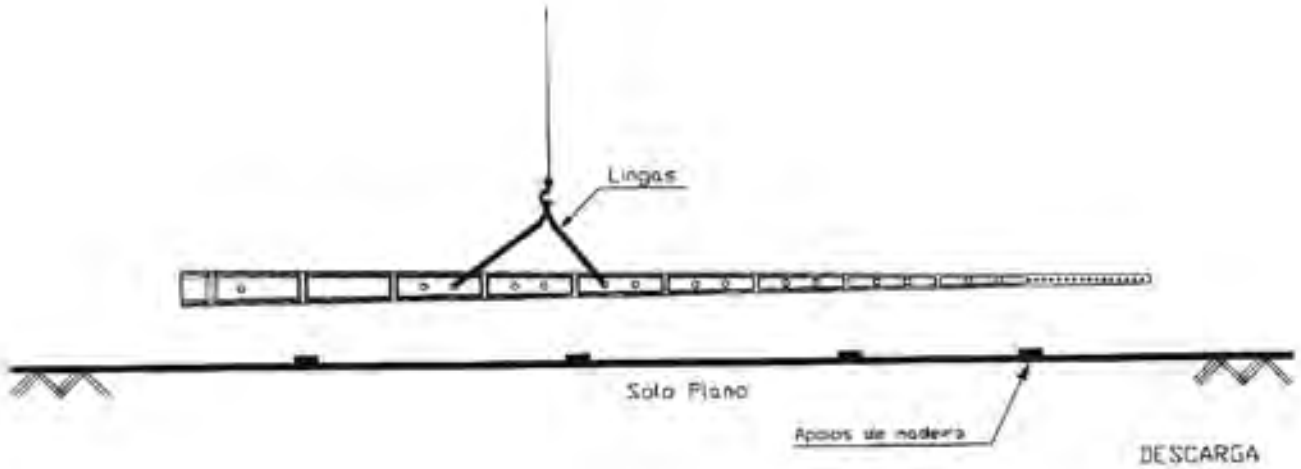
Recobrimento: Para Postes de designação

F	- 20 mm
P	- 20 mm
M	- 25 mm
K	- 25 mm





TRANSPORTE



DESCARGA



ARRUMACAO

10- FUNDAÇÃO

A profundidade mínima de enterramento, he, é dada em função da altura total por

he = H/10 + 0,5 m	para	8 ≤ H ≤ 15 m
he = 2,0 m	para	15 ≤ H ≤ 20 m
he = 2,5 m	para	22 ≤ H ≤ 32 m

Para 22 ≤ H ≤ 32 m admite-se que he = 2,0 m desde que a estabilidade do Poste seja convenientemente justificada.

Indicações dadas para as várias possibilidades na dimensão da cova raramente poderão ser tomadas como exactas. A mecânica de solos é revestida de alguma complexidade e variáveis pouco dominàveis!

A estabilidade da fundação aumenta com:
- a profundidade de enterramento
- as dimensões da cova
- o peso total do conjunto
- a natureza do solo
- o material de enchimento

Localizada e verificada uma possivel interferência, procede-se à abertura da cova com o cuidado de a não afunilar. A implantação do poste efectua-se com pega um pouco acima da meia altura, o pé apoiado no chão e com os cuidados indicados no capítulo 9- Manuseamento.

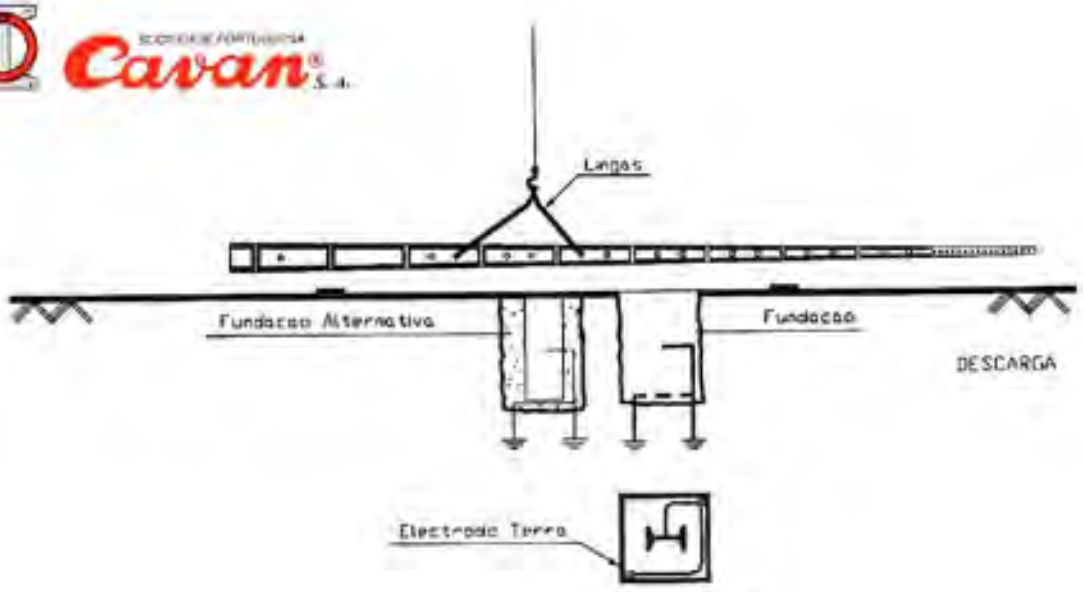
Com a implantação do Poste, a verticalidade obtém-se com um prumo em dois pontos a 90°. Os Postes de ângulo deverão ser implantados com uma inclinação de 1% no sentido contrário ao esforço a suportar para que ao esticar das linhas não perca a sua posição vertical.

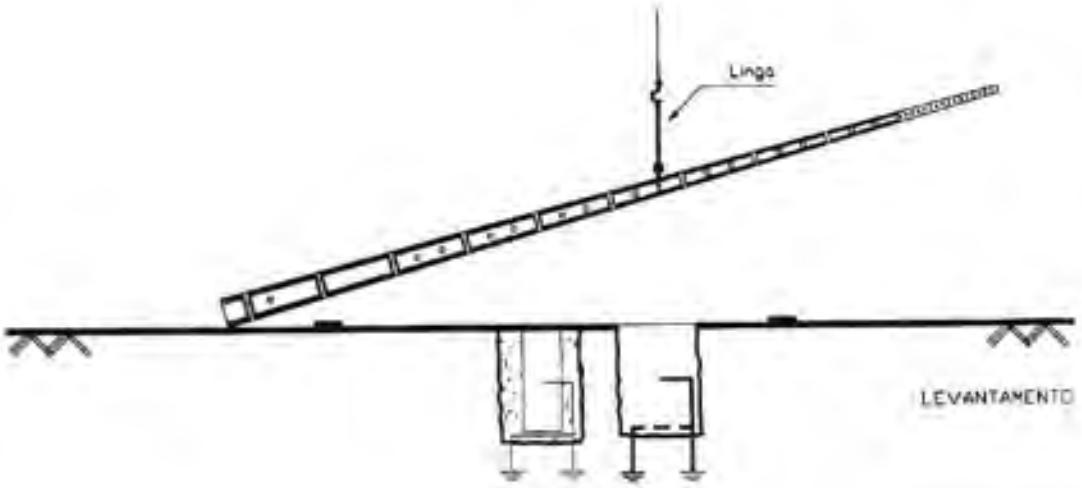
Após a implantação haverá que efectuar a ligação á terra ligando o cabo da rede de terra ao terminal TLT2 na base do Poste.

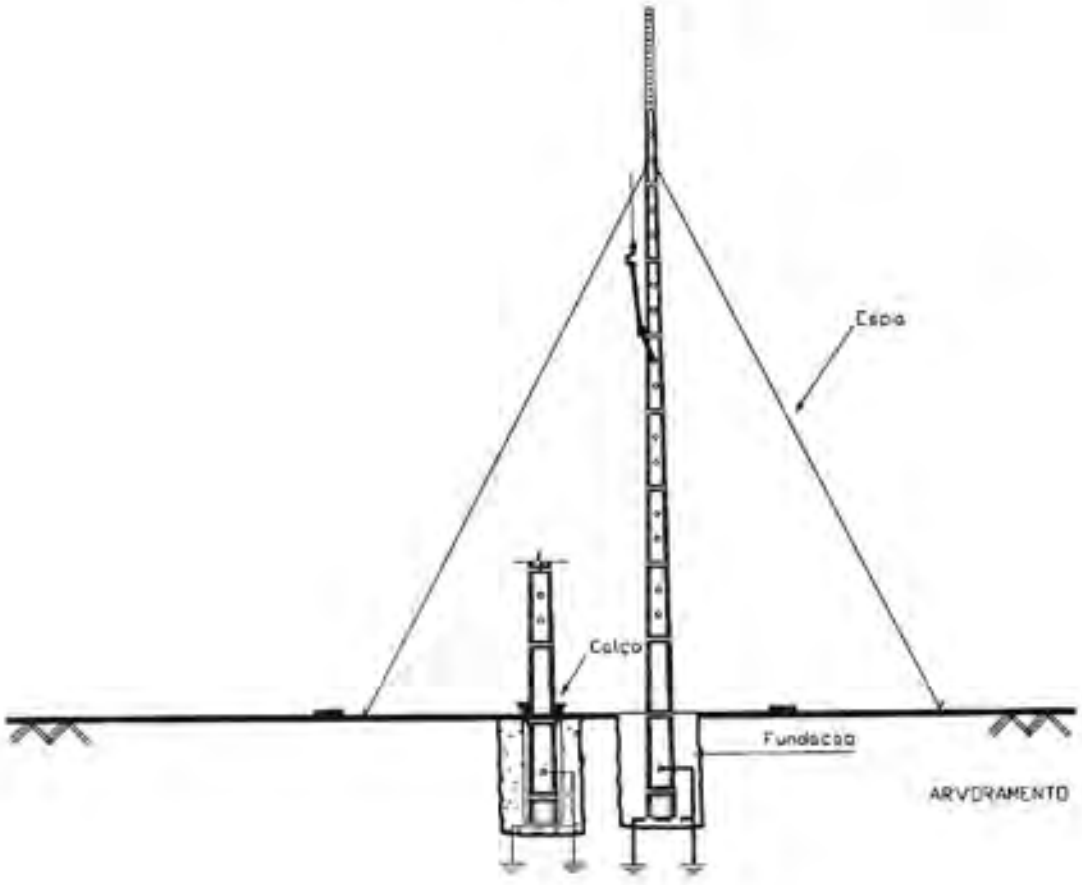
Logo que o Poste se apresente na posição vertical e ligado ao TLT2, a cova é tapada com betão ciclópico convenientemente calcado em camadas de 0,30 m. Salvo situações de condições atmosféricas mais agressivas ou enchimento mais fraco, as espias de suporte poderão ser retiradas 24 horas após o enchimento. Uma fundação alternativa será a de encamisar a cova deixando uma folga ao poste de 0,10 m por banda. Para fixar a verticalidade do poste são utilizadas cunhas de madeira evitando assim as espias.

Casos poderão existir onde o Poste possa ser implantado directamente no solo e a cova tapada com terra convenientemente calcada em camadas de 0,30 m como para linhas BT onde H ≤ 12 m e Fpvp ≤ 400 dN.

Para um fundo fraco poderá ser necessário consolidar o fundo da cova com uma camada de cascalho, betão simples ou mesmo betão armado antes da implantação do Poste.


Lingas
Fundacao Alternativa
Fundacao
DESCARGA
Electrodo Terra


Linga
LEVANTAMENTO


Espia
Calço
Fundacao
ARVORAMENTO



11- GARANTIA

O Betão é de qualidade C30/37;
A absorção de água do Betão é inferior a 6%;
O aço apresenta uma perfeita centragem dentro do Betão;
Os Postes resistem às acções indicadas.

Os Postes são fornecidos com 10 ANOS DE GARANTIA contra defeitos de fabrico.

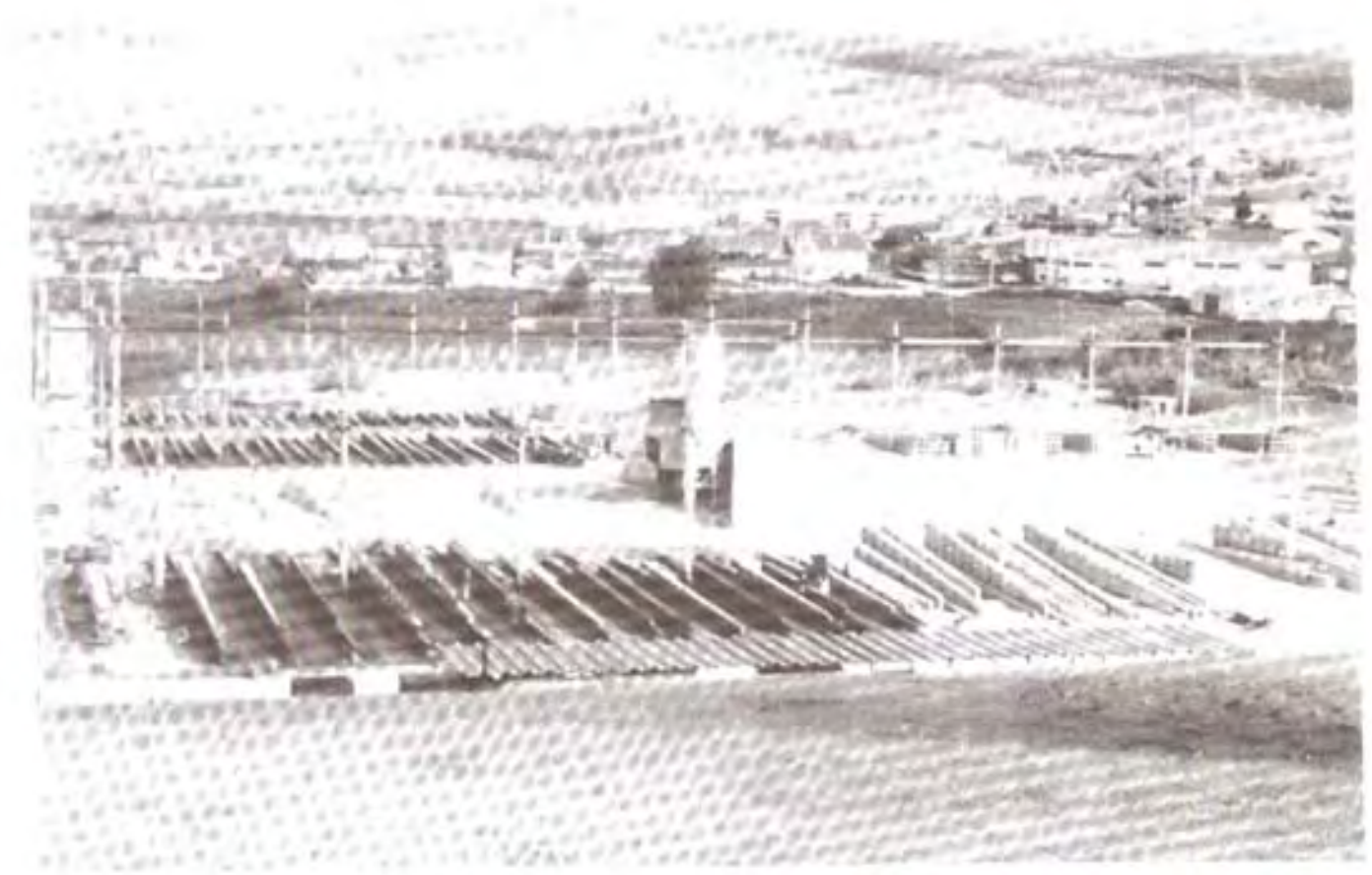






12- DOCUMENTAÇÃO REGULAMENTAR

NP-261	de	1961
P-628		1967
REBAP		1983
RSLEBT		1984
RSLEAT		1991
NP-ENV 206		1993
DMA-C67-200/E		1993
NP-EN ISO 9002		1995



13- QUADRO CARACTERÍSTICAS

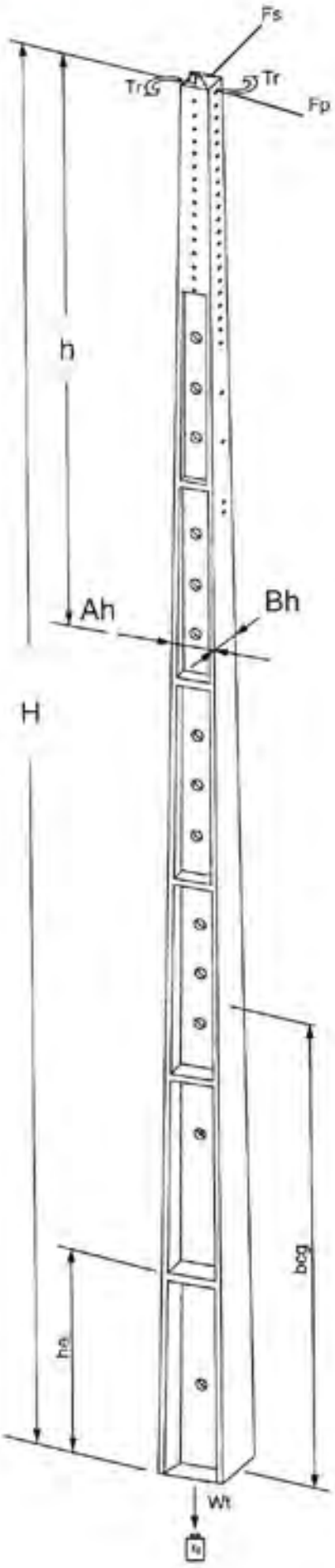
O Quadro Características, aplicável a Postes de Betão CAVAN com a designação correspondente, pretende fornecer os meios que facilitem a determinação do POSTE CAVAN adequado ao fim a que se destina.

A par de informação especifica como a designação do Poste, a furação à cabeça, medidas e peso - outras informações úteis são apresentadas para cada tipo de Poste.

Na apresentação do Quadro Características e no diagrama de acções adoptou-se a seguinte notação:

NOTAÇÃO

Ah = dimensão seccional da face secundária a h m do topo, mm
bcg = distância da Base ao Centro de Gravidade do Poste, m
Bh = dimensão seccional da face principal a h m do topo, mm
Fpe = Fpx solicitação Excepcional, dN
fpn = Flecha no sentido Principal na solicitação Nominal Fpn, mm
Fpn = Fpx solicitação Nominal de ensaio, dN
Fpr = Fpx de Rotura, dN
Fpvp = Fpx disponível com face Principal batida com vento a 750 Pa, dN
Fpvs = Fpx disponível com face Secundaria batida com vento a 750 Pa, dN
Fpx = Acção a 0,25 m do topo sentido Principal de "x", dN
Fse = Fsy solicitação Excepcional, dN
fsn = Flecha no sentido Secundário na solicitação Nominal Fsn, mm
Fsn = Fsy solicitação Nominal de ensaio, dN
Fsr = Fsy de Rotura, dN
Fsvp = Fsy disponível com face Principal batida com vento a 750 Pa, dN
Fsvs = Fsy disponível com face Secundaria batida com vento a 750 Pa, dN
Fsy = Acção a 0,25 m do topo sentido Secundário de "y", dN
h = distância do topo a uma secção transversal, m
H = altura total, m
he = profundidade de Enterramento, m
hu = altura Útil do apoio, m
Kp01 = factor "01" (*Fpvp - fenda ≤ 0,1 mm)
Tr = momento Torsor Rotura a 0,25 m do topo, dN.m
Wt = peso Total do Poste, kg


Fs
Tr
Tr
Fp
h
Ah
Bh
H
bcg
hcl
Wt

Cavan S.A.

QUADRO CARACTERISTICAS DO POSTE **BF00 / 100** p/ H < = 10 m

h	Ah	Bh
m	mm	mm
0,00	120	100
0,25	124	103
0,50	128	106
1,00	136	111
1,50	144	117
2,00	152	122
3,00	168	133
4,00	184	144
5,00	200	155
6,00	216	166
7,00	232	177
8,00	248	188
9,00	264	199
10,00	280	210

H	Wt	hu	bcg	fpn	fsn
m	kg	m	m	mm	mm
8	390	6,7	3,4	228	274
9	450	7,6	3,8	266	319
10	530	8,5	4,2	304	365

Tr = 80 dN.m

Kp01 = 1,11

Ah = 16 x h + 120 mm
Bh = 11 x h + 100 mm

EQUAÇÕES DAS LINHAS VECTORIAIS:

Fpe / 211 + Fse / 138 = 1
Fpn / 176 + Fsn / 115 = 1

com vento q = 750 Pa na direcção Principal
Fpvp / 100 + Fsvp / 65 = 1

com vento q = 750 Pa na direcção Secundária

para	H = 8 m	Fpvs /	76	+ Fsvs /	50	= 1
	H = 9 m	Fpvs /	60	+ Fsvs /	39	= 1
	H = 10 m	Fpvs /	43	+ Fsvs /	28	= 1

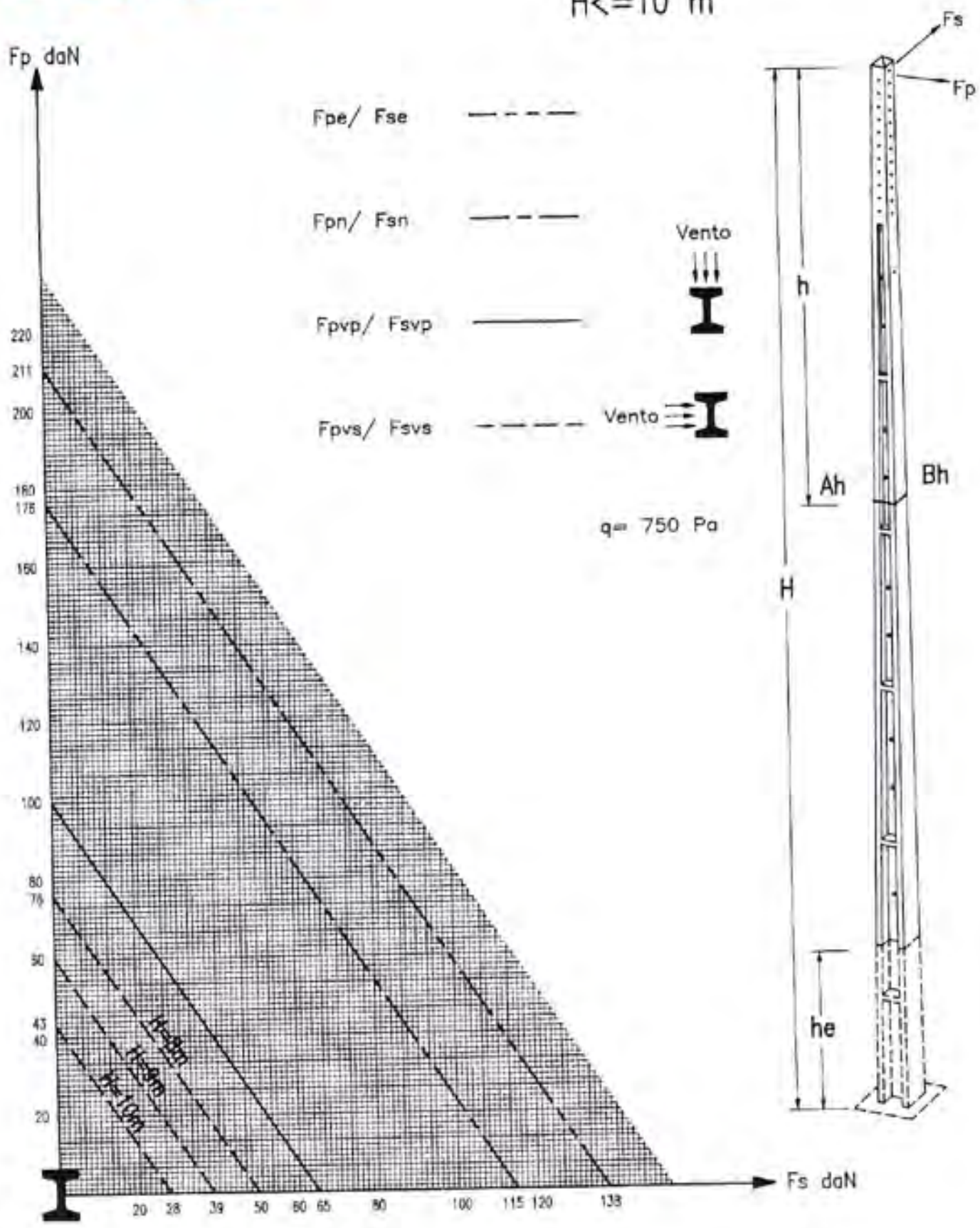
com vento q = 900 Pa na direcção Principal
Fpvp / 84 + Fsvp / 55 = 1

com vento q = 900 Pa na direcção Secundária

para	H = 8 m	Fpvs /	57	+ Fsvs /	37	= 1
	H = 9 m	Fpvs /	37	+ Fsvs /	24	= 1
	H = 10 m	Fpvs /	16	+ Fsvs /	11	= 1

Cavan S.A.

BF00/100
H<=10 m



Data 97/10/01	Des.	Visto	Serie : Diagramas	Nº 193

SOCIEDADE PORTUGUESA Cavan S.A.

QUADRO CARACTERISTICAS DO POSTE **BF00 / 200** p/ H < = 12 m

h	Ah	Bh
m	mm	mm
0,00	120	100
0,25	124	103
0,50	128	106
1,00	136	111
1,50	144	117
2,00	152	122
3,00	168	133
4,00	184	144
5,00	200	155
6,00	216	166
7,00	232	177
8,00	248	188
9,00	264	199
10,00	280	210
11,00	296	221
12,00	312	232

Ah = 16 x h + 120 mm
Bh = 11 x h + 100 mm

H	Wt	hu	bcg	fpn	fsn
m	kg	m	m	mm	mm
9	460	7,6	3,8	268	322
10	540	8,5	4,2	306	368
12	700	10,3	4,9	386	463

Tr = 93 dN.m

Kp01 = 0,93

EQUAÇÕES DAS LINHAS VECTORIAIS:

Fpe / 331 + Fse / 166 = 1
Fpn / 276 + Fsn / 138 = 1

com vento q = 750 Pa na direcção Principal
Fpvp / 200 + Fsvp / 100 = 1

com vento q = 750 Pa na direcção Secundária

para	H =	9 m	Fpvs /	125	+ Fsvs /	62 = 1
	H =	10 m	Fpvs /	102	+ Fsvs /	51 = 1
	H =	12 m	Fpvs /	54	+ Fsvs /	27 = 1

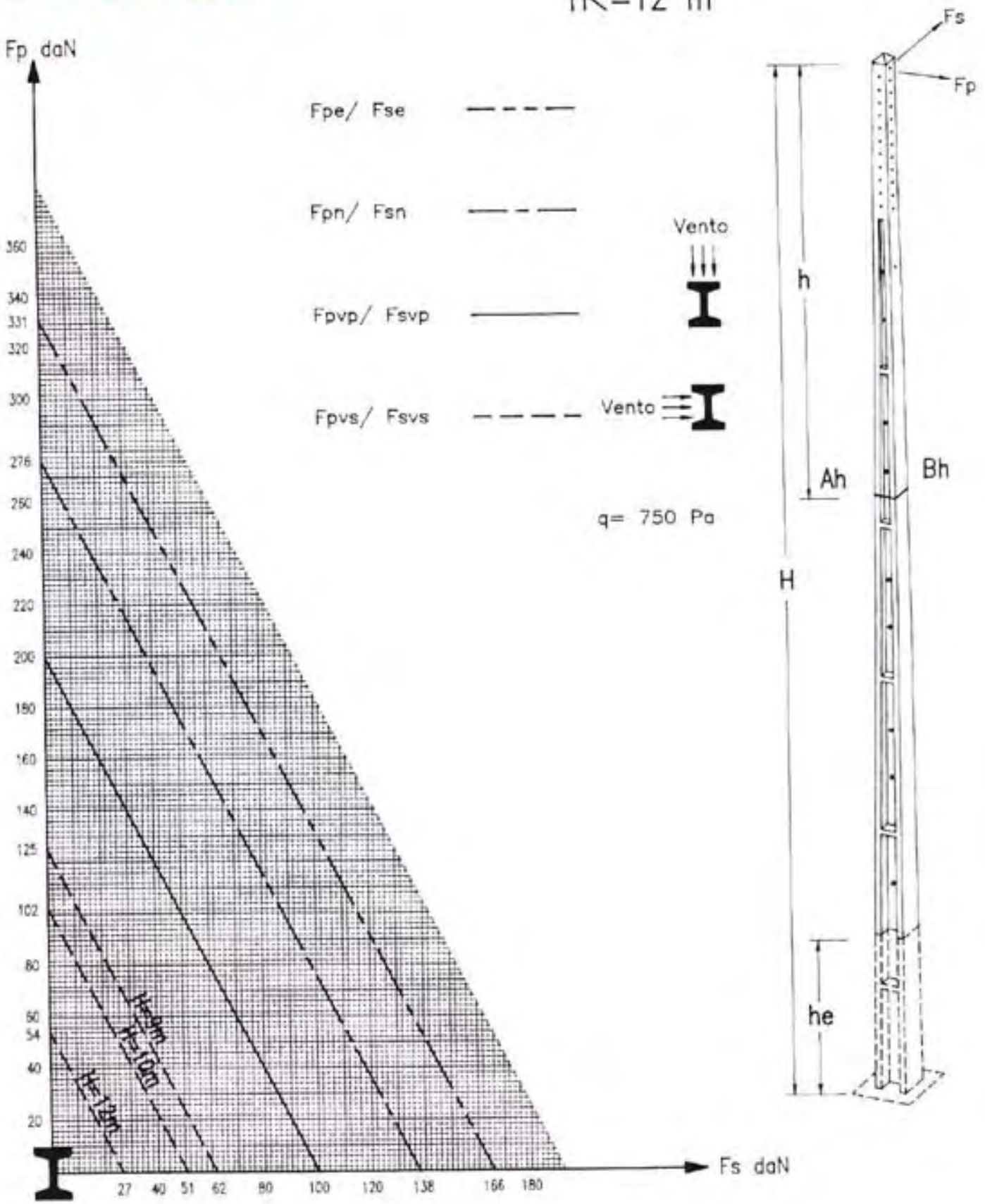
com vento q = 900 Pa na direcção Principal
Fpvp / 184 + Fsvp / 92 = 1

com vento q = 900 Pa na direcção Secundária

para	H =	9 m	Fpvs /	94	+ Fsvs /	47 = 1
	H =	10 m	Fpvs /	67	+ Fsvs /	34 = 1
	H =	12 m	Fpvs /	10	+ Fsvs /	5 = 1

Cavan S.A.

BF00/200
H<=12 m



Data 97/10/01	Des.	Visto	Serie : Diagramas	Nº 194

QUADRO CARACTERISTICAS DO POSTE **BP00 / 300** p/ H < = 12 m

h	Ah	Bh
m	mm	mm
0,00	140	110
0,25	147	115
0,50	154	120
1,00	168	130
1,50	182	140
2,00	196	150
3,00	224	170
4,00	252	190
5,00	280	210
6,00	308	230
7,00	336	250
8,00	364	270
9,00	392	290
10,00	420	310
11,00	448	330
12,00	476	350

Ah = 28 x h + 140 mm
Bh = 20 x h + 110 mm

H	Wt	hu	bcg	fpn	fsn
m	kg	m	m	mm	mm
9	780	7,6	3,6	201	273
10	920	8,5	3,9	230	312
12	1240	10,3	4,6	289	393

Tr = 155 dN.m

Kp01 = 1,02

EQUAÇÕES DAS LINHAS VECTORIAIS:

Fpe / 470 + Fse / 313 = 1
Fpn / 392 + Fsn / 261 = 1

com vento q = 750 Pa na direcção Principal
Fpvp / 300 + Fsvp / 200 = 1

com vento q = 750 Pa na direcção Secundária

para H = 9 m Fpvs / 252 + Fsvs / 168 = 1
H = 10 m Fpvs / 230 + Fsvs / 153 = 1
H = 12 m Fpvs / 181 + Fsvs / 121 = 1

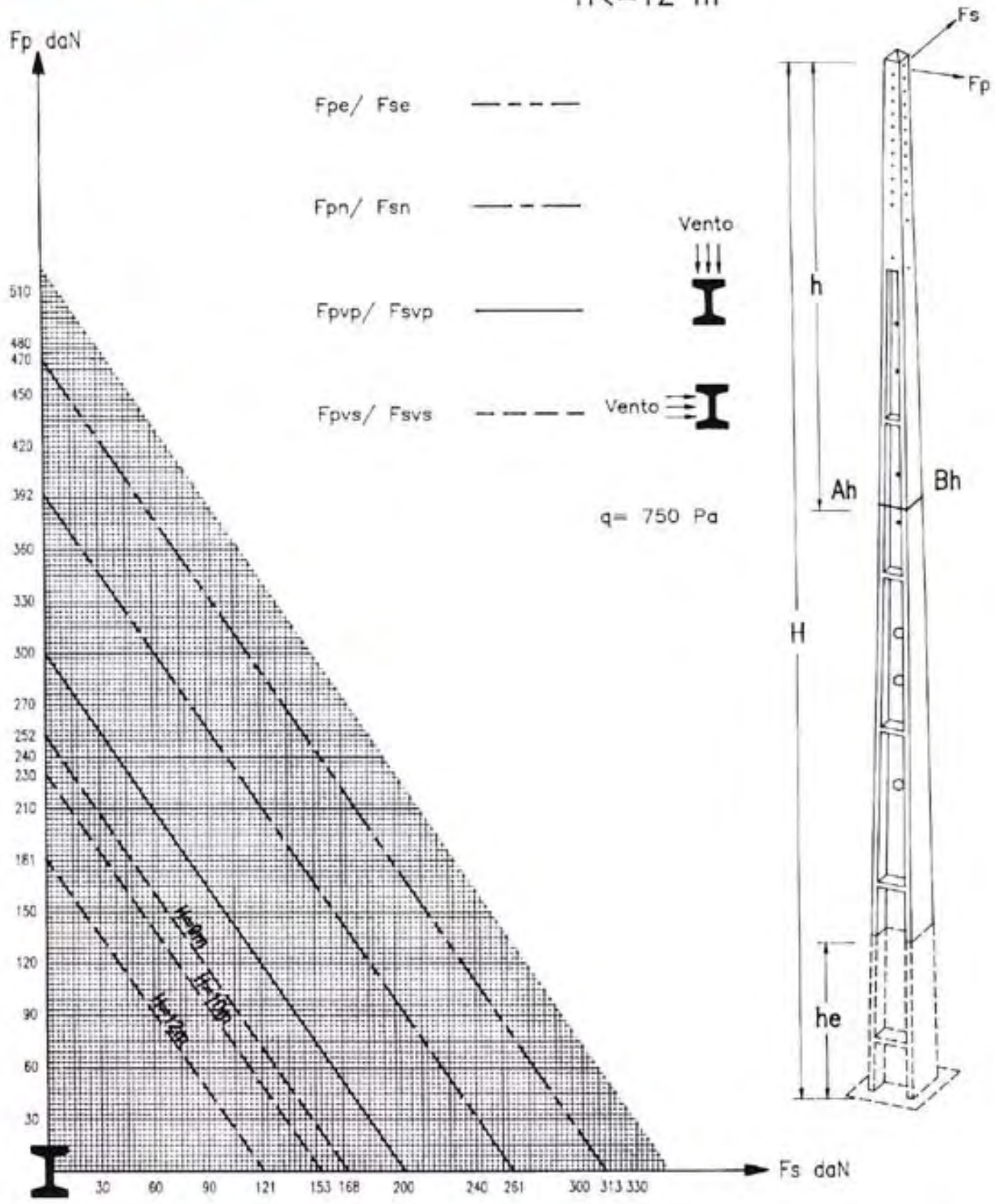
com vento q = 900 Pa na direcção Principal
Fpvp / 282 + Fsvp / 188 = 1

com vento q = 900 Pa na direcção Secundária

para H = 9 m Fpvs / 224 + Fsvs / 149 = 1
H = 10 m Fpvs / 197 + Fsvs / 131 = 1
H = 12 m Fpvs / 139 + Fsvs / 93 = 1

Cavan S.A.

BP00/300
H<=12 m



Data 97/10/01	Des.	Visto	Serie : Diagramas	Nº 195

SOCIEDADE PORTUGUESA Cavan S.A.

QUADRO CARACTERISTICAS DO POSTE **BP00 / 400** p/ H < = 12 m

h	Ah	Bh
m	mm	mm
0,00	140	110
0,25	147	115
0,50	154	120
1,00	168	130
1,50	182	140
2,00	196	150
3,00	224	170
4,00	252	190
5,00	280	210
6,00	308	230
7,00	336	250
8,00	364	270
9,00	392	290
10,00	420	310
11,00	448	330
12,00	476	350

Ah = 28 x h + 140 mm
Bh = 20 x h + 110 mm

H	Wt	hu	bcg	fpn	fsn
m	kg	m	m	mm	mm
9	780	7,6	3,6	202	274
10	930	8,5	3,9	231	314
12	1250	10,3	4,6	291	395

Tr = 162 dN.m

Kp01 = 0,95

EQUAÇÕES DAS LINHAS VECTORIAIS:

Fpe / 590 + Fse / 384 = 1
Fpn / 492 + Fsn / 320 = 1

com vento q = 750 Pa na direcção Principal
Fpvp / 400 + Fsvp / 260 = 1

com vento q = 750 Pa na direcção Secundária

para	H =	9 m	Fpvs /	349	+ Fsvs /	227 = 1
	H =	10 m	Fpvs /	326	+ Fsvs /	212 = 1
	H =	12 m	Fpvs /	276	+ Fsvs /	180 = 1

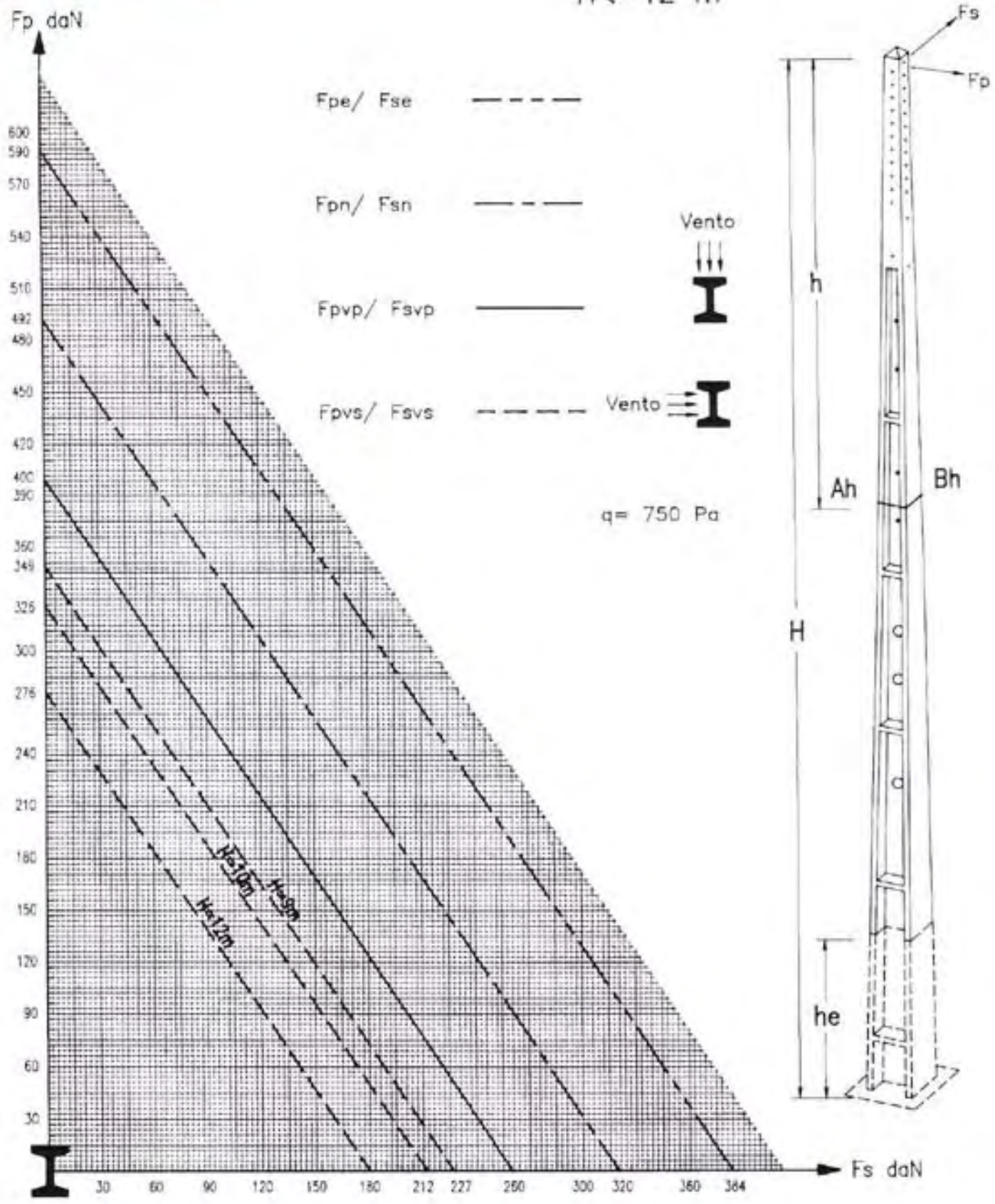
com vento q = 900 Pa na direcção Principal
Fpvp / 382 + Fsvp / 248 = 1

com vento q = 900 Pa na direcção Secundária

para	H =	9 m	Fpvs /	320	+ Fsvs /	208 = 1
	H =	10 m	Fpvs /	293	+ Fsvs /	190 = 1
	H =	12 m	Fpvs /	233	+ Fsvs /	152 = 1

Cavan S.A.

BP00/400
H<=12 m



Data 97/10/01	Des.	Visto	Serie : Diagramas	Nº 196

SOCIEDADE PORTUGUESA Cavan S.A.

QUADRO CARACTERISTICAS DO POSTE **BP00 / 600** p/ H < = 12 m

h	Ah	Bh
m	mm	mm
0,00	140	110
0,25	147	115
0,50	154	120
1,00	168	130
1,50	182	140
2,00	196	150
3,00	224	170
4,00	252	190
5,00	280	210
6,00	308	230
7,00	336	250
8,00	364	270
9,00	392	290
10,00	420	310
11,00	448	330
12,00	476	350

Ah = 28 x h + 140 mm
Bh = 20 x h + 110 mm

H	Wt	hu	bcg	fpn	fsn
m	kg	m	m	mm	mm
9	800	7,6	3,6	204	278
10	950	8,5	3,9	233	317
12	1280	10,3	4,6	294	400

Tr = 168 dN.m

Kp01 = 0,88

EQUAÇÕES DAS LINHAS VECTORIAIS:

Fpe / 830 + Fse / 430 = 1
Fpn / 692 + Fsn / 358 = 1

com vento q = 750 Pa na direcção Principal
Fpvp / 600 + Fsvp / 310 = 1

com vento q = 750 Pa na direcção Secundária
para H = 9 m Fpvs / 512 + Fsvs / 265 = 1
H = 10 m Fpvs / 483 + Fsvs / 250 = 1
H = 12 m Fpvs / 421 + Fsvs / 218 = 1

com vento q = 900 Pa na direcção Principal
Fpvp / 582 + Fsvp / 301 = 1

com vento q = 900 Pa na direcção Secundária
para H = 9 m Fpvs / 476 + Fsvs / 246 = 1
H = 10 m Fpvs / 441 + Fsvs / 228 = 1
H = 12 m Fpvs / 367 + Fsvs / 190 = 1

QUADRO CARACTERISTICAS DO POSTE **BP01 / 800** p/ H < = 12 m

h	Ah	Bh
m	mm	mm
0,00	168	130
0,25	175	135
0,50	182	140
1,00	196	150
1,50	210	160
2,00	224	170
3,00	252	190
4,00	280	210
5,00	308	230
6,00	336	250
7,00	364	270
8,00	392	290
9,00	420	310
10,00	448	330
11,00	476	350
12,00	504	370

Ah = 28 x h + 168 mm
Bh = 20 x h + 130 mm

H	Wt	hu	bcg	fpn	fsn
m	kg	m	m	mm	mm
9	880	7,6	3,8	206	281
10	1040	8,5	4,2	236	321
12	1420	10,3	4,9	297	404

Tr = 259 dN.m

Kp01 = 0,86

EQUAÇÕES DAS LINHAS VECTORIAIS

Fpe / 1082 + Fse / 569 = 1
Fpn / 902 + Fsn / 474 = 1

com vento q = 750 Pa na direcção Principal
Fpvp / 800 + Fsvp / 420 = 1

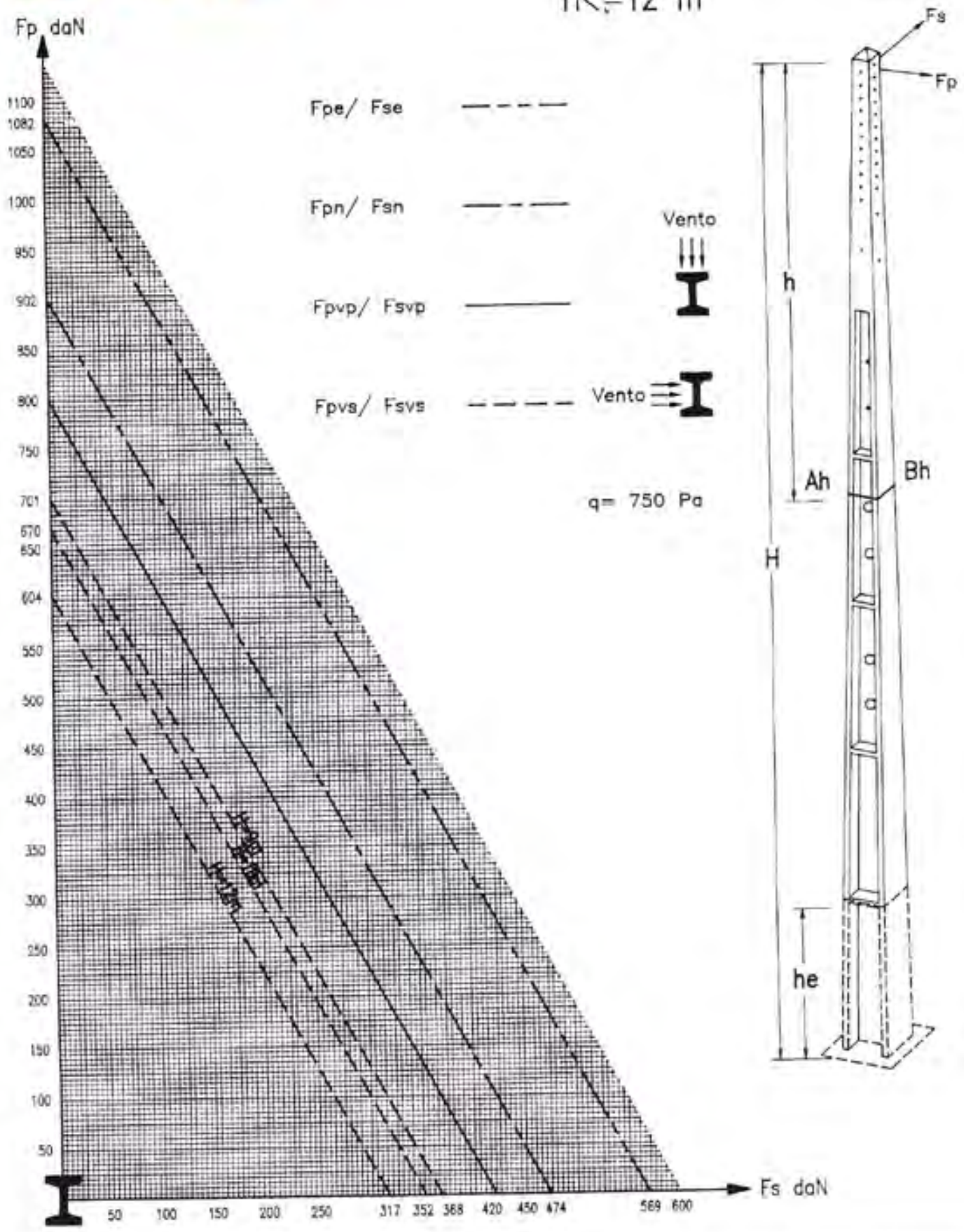
com vento q = 750 Pa na direcção Secundária
para H = 9 m Fpvs / 701 + Fsvs / 368 = 1
H = 10 m Fpvs / 670 + Fsvs / 352 = 1
H = 12 m Fpvs / 604 + Fsvs / 317 = 1

com vento q = 900 Pa na direcção Principal
Fpvp / 779 + Fsvp / 410 = 1

com vento q = 900 Pa na direcção Secundária
para H = 9 m Fpvs / 661 + Fsvs / 347 = 1
H = 10 m Fpvs / 624 + Fsvs / 328 = 1
H = 12 m Fpvs / 544 + Fsvs / 286 = 1

Cavan

BP01/800
H<=12 m



Data 97/10/01	Des.	Visto	Serie I Diagramas	Nº 198

QUADRO CARACTERISTICAS DO POSTE **BP02 / 1000** p/ H < = 12 m

h	Ah	Bh
m	mm	mm
0,00	196	150
0,25	203	155
0,50	210	160
1,00	224	170
1,50	238	180
2,00	252	190
3,00	280	210
4,00	308	230
5,00	336	250
6,00	364	270
7,00	392	290
8,00	420	310
9,00	448	330
10,00	476	350
11,00	504	370
12,00	532	390

Ah = 28 x h + 196 mm
Bh = 20 x h + 150 mm

H	Wt	hu	bcg	fpn	fsn
m	kg	m	m	mm	mm
9	960	7,6	3,9	205	279
10	1130	8,5	4,3	235	319
12	1580	10,3	5,0	296	402

Tr = 323 dN.m

Kp01 = 0,85

EQUAÇÕES DAS LINHAS VECTORIAIS:

Fpe / 1336 + Fse / 667 = 1
Fpn / 1113 + Fsn / 556 = 1

com vento q = 750 Pa na direcção Principal
Fpvp / 1000 + Fsvp / 500 = 1

com vento q = 750 Pa na direcção Secundária

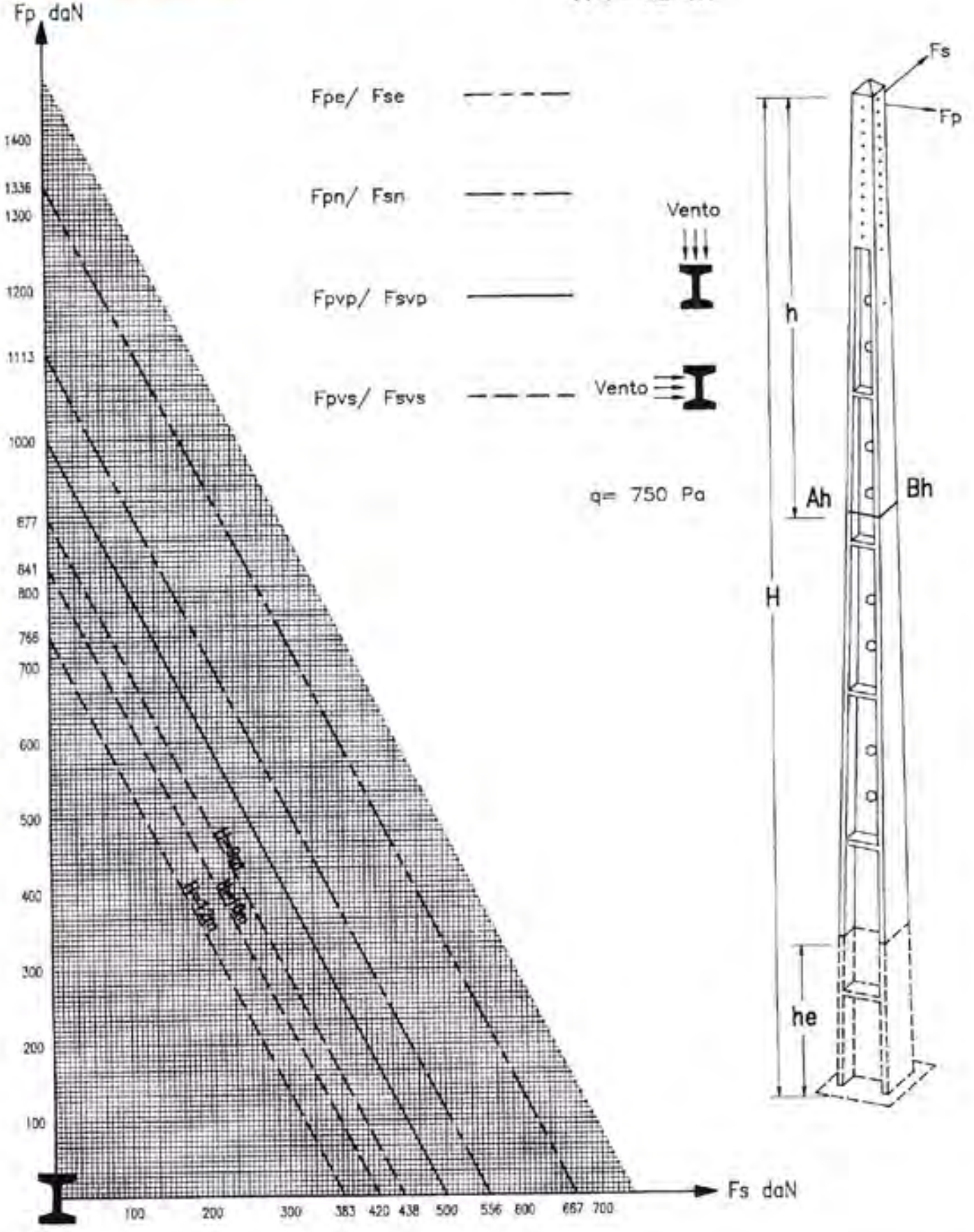
para	H =	9 m	Fpvs /	877	+ Fsvs /	438 = 1
	H =	10 m	Fpvs /	841	+ Fsvs /	420 = 1
	H =	12 m	Fpvs /	766	+ Fsvs /	383 = 1

com vento q = 900 Pa na direcção Principal
Fpvp / 978 + Fsvp / 489 = 1

com vento q = 900 Pa na direcção Secundária

para	H =	9 m	Fpvs /	830	+ Fsvs /	414 = 1
	H =	10 m	Fpvs /	787	+ Fsvs /	393 = 1
	H =	12 m	Fpvs /	696	+ Fsvs /	348 = 1

BP02/1000
H<=12 m



Data 97/10/01	Des.	Visto	Serie : Diagramas	Nº 199

Cavan S.A.

QUADRO CARACTERISTICAS DO POSTE **TM04 / 2250** p/ H < = 16 m

h	Ah	Bh
m	mm	mm
0,00	298	190
0,25	305	195
0,50	312	200
1,00	326	210
1,50	340	220
2,00	354	230
3,00	382	250
4,00	410	270
5,00	438	290
6,00	466	310
7,00	494	330
8,00	522	350
10,00	578	390
12,00	634	430
14,00	690	470
16,00	746	510

Ah = 28 x h + 298 mm
Bh = 20 x h + 190 mm

TP4

H	Wt	hu	bcg	fpn	fsn
m	kg	m	m	mm	mm
12	2480	10	5,3	206	257
14	3150	12	6,2	249	311
16	3800	14	6,9	297	372

Tr = 1008 dN.m

Kp01 = 0,82

EQUAÇÕES DAS LINHAS VECTORIAIS:

Fpe / 2982 + Fse / 1325 = 1
Fpn / 2485 + Fsn / 1104 = 1

com vento q = 750 Pa na direcção Principal
Fpvp / 2250 + Fsvp / 1000 = 1

com vento q = 750 Pa na direcção Secundária

para H = 12 m Fpvs / 1857 + Fsvs / 825 = 1
H = 14 m Fpvs / 1775 + Fsvs / 789 = 1
H = 16 m Fpvs / 1674 + Fsvs / 744 = 1

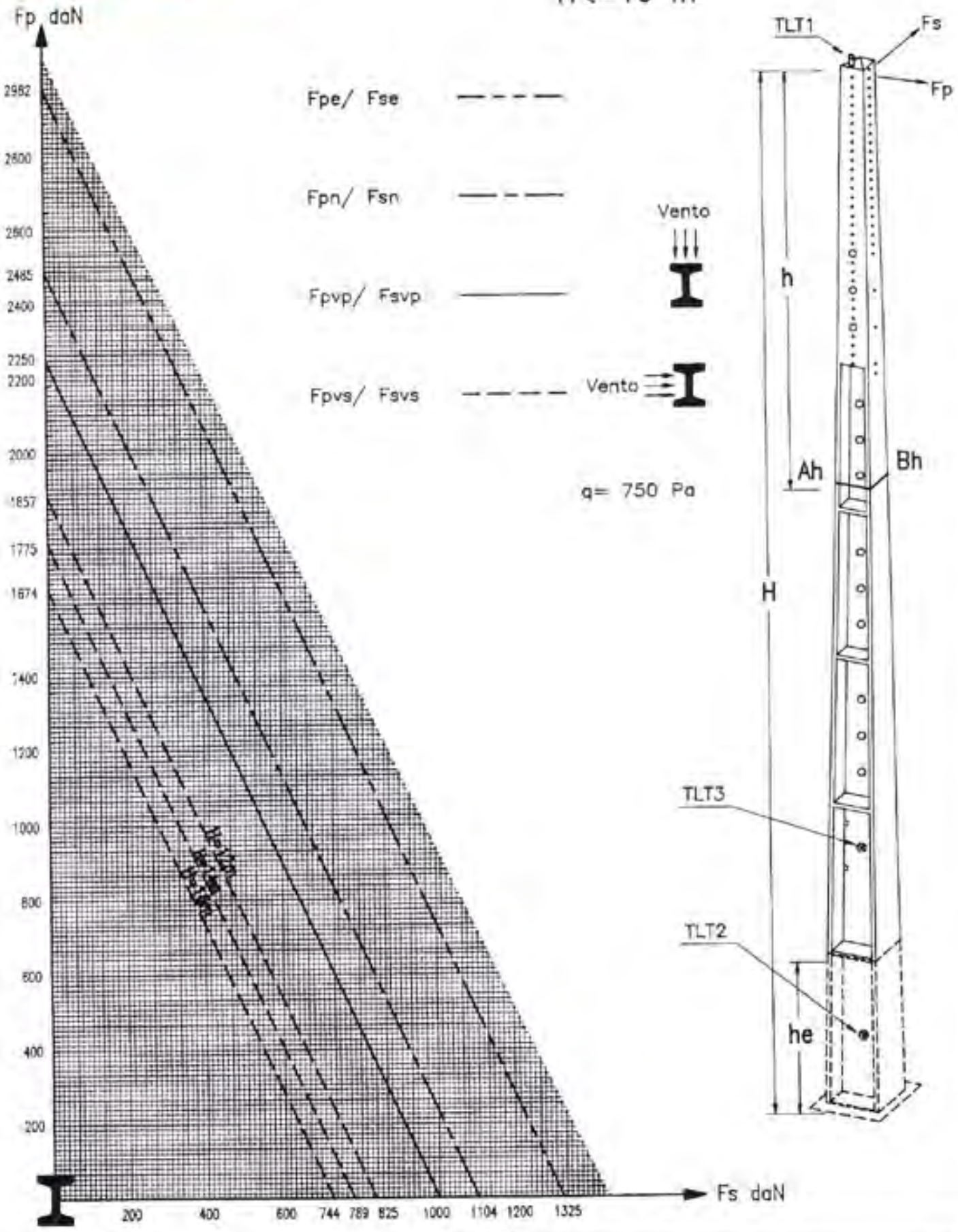
com vento q = 900 Pa na direcção Principal
Fpvp / 2203 + Fsvp / 979 = 1

com vento q = 900 Pa na direcção Secundária

para H = 12 m Fpvs / 1751 + Fsvs / 778 = 1
H = 14 m Fpvs / 1648 + Fsvs / 733 = 1
H = 16 m Fpvs / 1519 + Fsvs / 675 = 1

Cavan S.A.

TM04/2250
H<=16 m



Data 97/10/01	Des.	Visto	Serie : Diagramas	Nº 200

Cavan S.A.

QUADRO CARACTERÍSTICAS DO POSTE **MP00 / 400** p/ H < = 18 m

h	Ah	Bh
m	mm	mm
0,00	140	110
0,25	147	115
0,50	154	120
1,00	168	130
1,50	182	140
2,00	196	150
3,00	224	170
4,00	252	190
5,00	280	210
6,00	308	230
8,00	364	270
10,00	420	310
12,00	476	350
14,00	532	390
16,00	588	430
18,00	644	470

Ah = 28 x h + 140 mm
Bh = 20 x h + 110 mm

H	Wt	hu	bcg	fpn	fsn
m	kg	m	m	mm	mm
14	1700	12	5,3	353	480
16	2200	14	5,9	420	571
18	2760	16	6,6	493	671

Tr = 162 dN.m

Kp01 = 0,95

EQUAÇÕES DAS LINHAS VECTORIAIS:

Fpe / 686 + Fse / 377 = 1
Fpn / 572 + Fsn / 314 = 1

com vento q = 750 Pa na direcção Principal
Fpvp / 400 + Fsvp / 220 = 1

com vento q = 750 Pa na direcção Secundária

para	H = 14 m	Fpvs /	198	+ Fsvs /	109	= 1
	H = 16 m	Fpvs /	147	+ Fsvs /	81	= 1
	H = 18 m	Fpvs /	91	+ Fsvs /	50	= 1

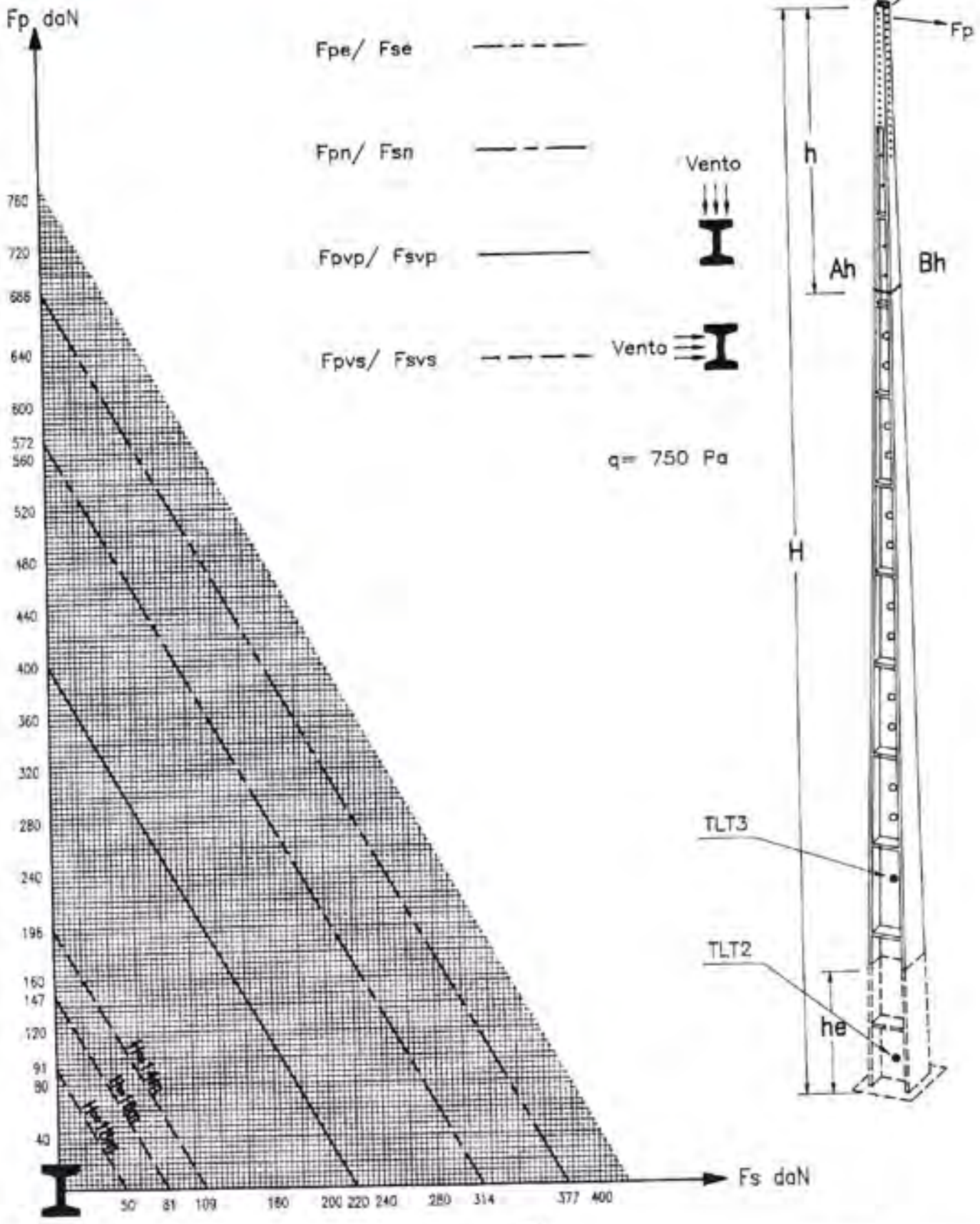
com vento q = 900 Pa na direcção Principal
Fpvp / 366 + Fsvp / 201 = 1

com vento q = 900 Pa na direcção Secundária

para	H = 14 m	Fpvs /	134	+ Fsvs /	74	= 1
	H = 16 m	Fpvs /	68	+ Fsvs /	37	= 1
	H = 18 m	Fpvs /	-5	+ Fsvs /	-3	= 1

Cavan S.A.

MP00/400
H<=18 m



Data 97/10/01	Des.	Visto	Serie : Diagramas	Nº 2.01

QUADRO CARACTERISTICAS DO POSTE **MP00 / 600** p/ H < = 22 m
AP00 / 600

h	Ah	Bh
m	mm	mm
0,00	140	110
0,25	147	115
0,50	154	120
1,00	168	130
1,50	182	140
2,00	196	150
3,00	224	170
4,00	252	190
6,00	308	230
8,00	364	270
10,00	420	310
12,00	476	350
14,00	532	390
16,00	588	430
18,00	644	470
20,00	700	510
22,00	756	550

Ah = 28 x h + 140 mm
Bh = 20 x h + 110 mm

H	Wt	hu	bcg	fpn	fsn
m	kg	m	m	mm	mm
14	1730	12	5,3	357	485
16	2240	14	5,9	425	578
18	2800	16	6,6	499	678
20	3440	18	7,2	574	781
22	4160	19,5	7,7	652	886

Tr = 168 dN.m

Kp01 = 0,88

EQUAÇÕES DAS LINHAS VECTORIAIS:

Fpe / 926 + Fse / 494 = 1
Fpn / 772 + Fsn / 412 = 1

com vento q = 750 Pa na direcção Principal
Fpvp / 600 + Fsvp / 320 = 1

com vento q = 750 Pa na direcção Secundária

para	H = 14 m	Fpvs /	388	+ Fsvs /	207	= 1
	H = 16 m	Fpvs /	334	+ Fsvs /	178	= 1
	H = 18 m	Fpvs /	276	+ Fsvs /	147	= 1
	H = 20 m	Fpvs /	212	+ Fsvs /	113	= 1
	H = 22 m	Fpvs /	142	+ Fsvs /	76	= 1

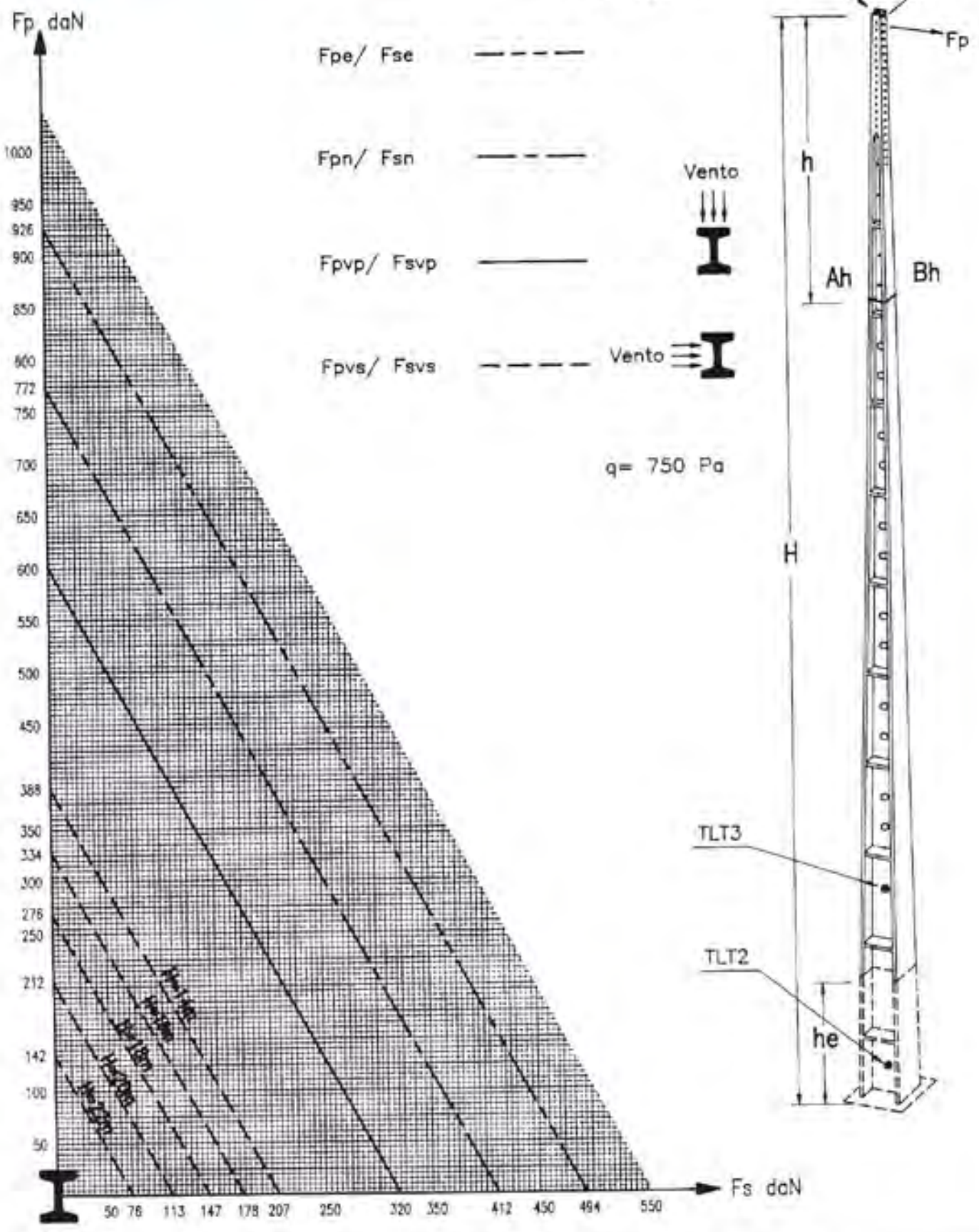
com vento q = 900 Pa na direcção Principal
Fpvp / 566 + Fsvp / 302 = 1

com vento q = 900 Pa na direcção Secundária

para	H = 14 m	Fpvs /	323	+ Fsvs /	172	= 1
	H = 16 m	Fpvs /	253	+ Fsvs /	135	= 1
	H = 18 m	Fpvs /	176	+ Fsvs /	94	= 1
	H = 20 m	Fpvs /	93	+ Fsvs /	50	= 1
	H = 22 m	Fpvs /	3	+ Fsvs /	2	= 1

Cavan S.A.

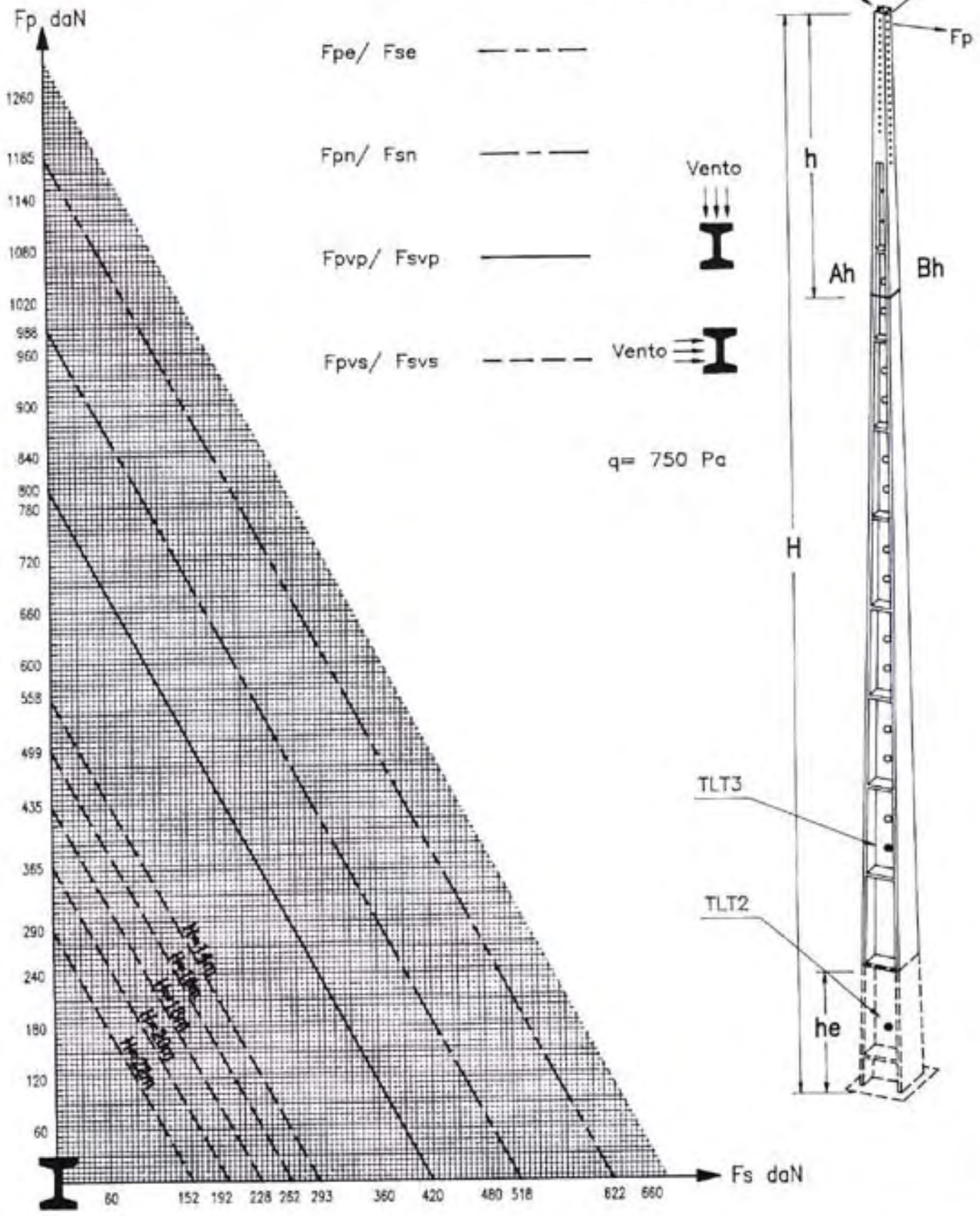
MP00/600
AP00/600
H<=22 m



Data 97/10/01	Des.	Visto	Serie : Diagramas	Nº 202

Cavan S.A.

MP01/800
AP01/800
H<=22 m



Data 97/10/01	Des.	Vista	Serie : Diagramas	Nº 203

Cavan S.A.

QUADRO CARACTERISTICAS DO POSTE **MP02 / 1000** p/ H < = 26 m
AP02 / 1000

h	Ah	Bh
m	mm	mm
0,00	196	150
0,25	203	155
0,50	210	160
1,00	224	170
1,50	238	180
2,00	252	190
3,00	280	210
4,00	308	230
6,00	364	270
8,00	420	310
10,00	476	350
12,00	532	390
14,00	588	430
16,00	644	470
18,00	700	510
20,00	756	550
22,00	812	590
24,00	868	630
26,00	924	670

Ah = 28 x h + 196 mm
Bh = 20 x h + 150 mm

H	Wt	hu	bcg	fpn	fsn
m	kg	m	m	mm	mm
14	2110	12	5,7	359	488
16	2680	14	6,4	427	581
18	3330	16	7,0	501	682
20	4080	18	7,6	578	785
22	4880	19,5	8,2	655	891
24	5780	21,5	8,8	735	999
26	6760	23,5	9,2	795	1082

Tr = 323 dN.m

Kp01 = 0,85

EQUAÇÕES DAS LINHAS VECTORIAIS:

Fpe / 1444 + Fse / 751 = 1
Fpn / 1203 + Fsn / 626 = 1

com vento q = 750 Pa na direcção Principal
Fpvp / 1000 + Fsvp / 520 = 1

com vento q = 750 Pa na direcção Secundária

para	H = 14 m	Fpvs /	729	+ Fsvs /	379	= 1
	H = 16 m	Fpvs /	665	+ Fsvs /	346	= 1
	H = 18 m	Fpvs /	596	+ Fsvs /	310	= 1
	H = 20 m	Fpvs /	522	+ Fsvs /	271	= 1
	H = 22 m	Fpvs /	441	+ Fsvs /	230	= 1
	H = 24 m	Fpvs /	356	+ Fsvs /	185	= 1
	H = 26 m	Fpvs /	265	+ Fsvs /	138	= 1

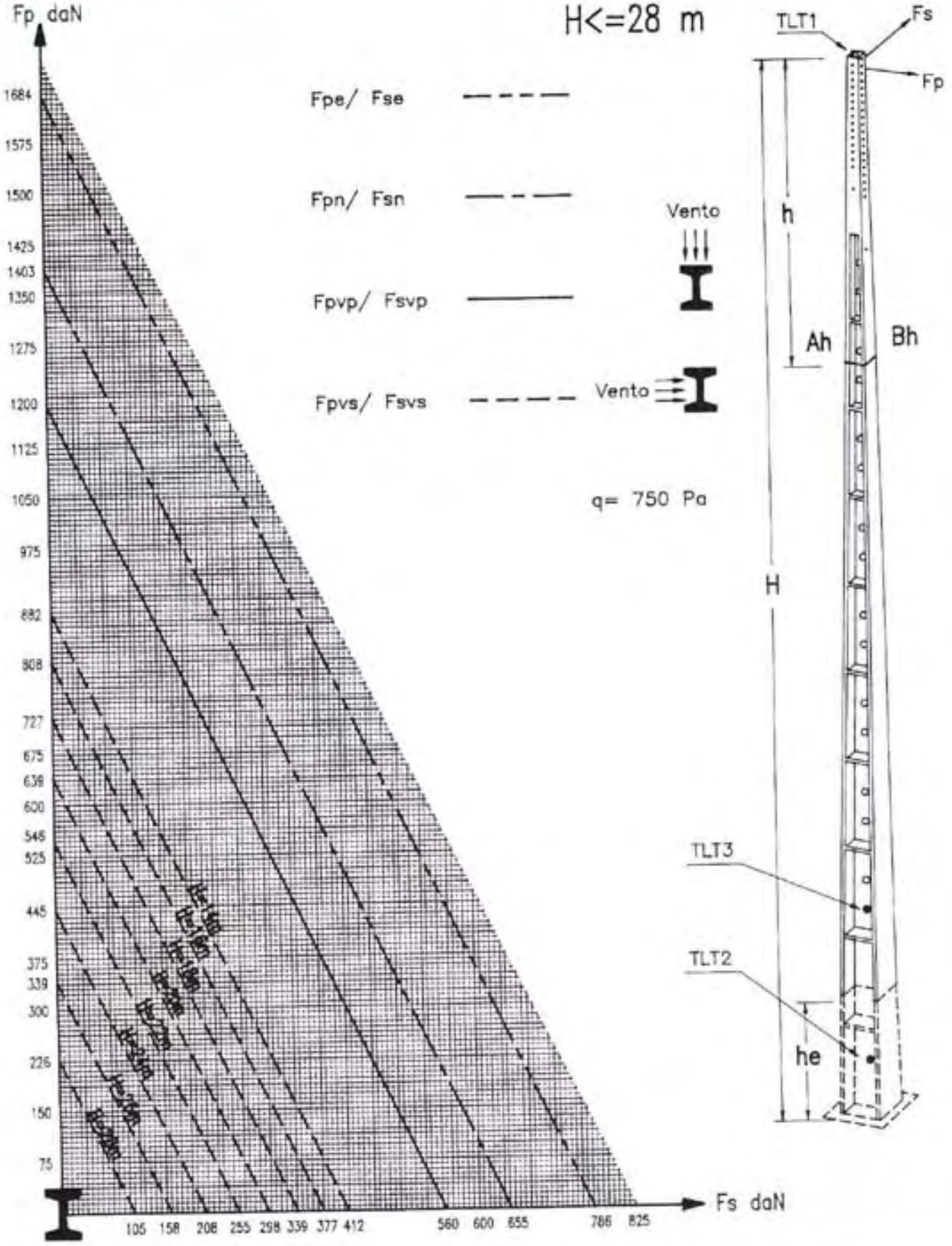
com vento q = 900 Pa na direcção Principal
Fpvp / 959 + Fsvp / 499 = 1

com vento q = 900 Pa na direcção Secundária

para	H = 14 m	Fpvs /	647	+ Fsvs /	337	= 1
	H = 16 m	Fpvs /	565	+ Fsvs /	294	= 1
	H = 18 m	Fpvs /	475	+ Fsvs /	247	= 1
	H = 20 m	Fpvs /	378	+ Fsvs /	196	= 1
	H = 22 m	Fpvs /	274	+ Fsvs /	142	= 1
	H = 24 m	Fpvs /	163	+ Fsvs /	85	= 1
	H = 26 m	Fpvs /	44	+ Fsvs /	23	= 1

Cavan S.A.

MP02/1200
AP02/1200
H<=28 m



Data 97/10/01	Des.	Visto	Serie : Diagramas	Nº 2 e 5

Cavan S.A.

QUADRO CARACTERISTICAS DO POSTE

MP03 / 1400
AP03 / 1400

p/ H <= 28 m

h	Ah	Bh
m	mm	mm
0,00	224	170
0,25	231	175
0,50	238	180
1,00	252	190
1,50	266	200
2,00	280	210
3,00	308	230
4,00	336	250
6,00	392	290
8,00	448	330
10,00	504	370
12,00	560	410
14,00	616	450
16,00	672	490
18,00	728	530
20,00	784	570
22,00	840	610
24,00	896	650
26,00	952	690
28,00	1008	730

Ah = 28 x h + 224 mm
Bh = 20 x h + 170 mm

H	Wt	hü	bcg	fpn	fsn
m	kg	m	m	mm	mm
14	2320	12	5,8	365	496
16	2940	14	6,5	434	591
18	3630	16	7,1	510	693
20	4430	18	7,7	587	799
22	5290	19,5	8,3	666	906
24	6240	21,5	8,9	747	1016
26	7270	23,5	9,4	809	1100
28	8500	25,5	9,9	892	1213

Tr = 544 dN.m

Kp01 = 0,83

EQUAÇÕES DAS LINHAS VECTORIAIS:

Fpe / 1943 + Fse / 902 = 1
Fpn / 1619 + Fsn / 752 = 1

com vento q = 750 Pa na direcção Principal
Fpvp / 1400 + Fsvp / 650 = 1

com vento q = 750 Pa na direcção Secundária

para	H = 14 m	Fpvs /	1050	+ Fsvs /	488	= 1
	H = 16 m	Fpvs /	970	+ Fsvs /	451	= 1
	H = 18 m	Fpvs /	884	+ Fsvs /	410	= 1
	H = 20 m	Fpvs /	791	+ Fsvs /	367	= 1
	H = 22 m	Fpvs /	692	+ Fsvs /	321	= 1
	H = 24 m	Fpvs /	586	+ Fsvs /	272	= 1
	H = 26 m	Fpvs /	474	+ Fsvs /	220	= 1
	H = 28 m	Fpvs /	355	+ Fsvs /	165	= 1

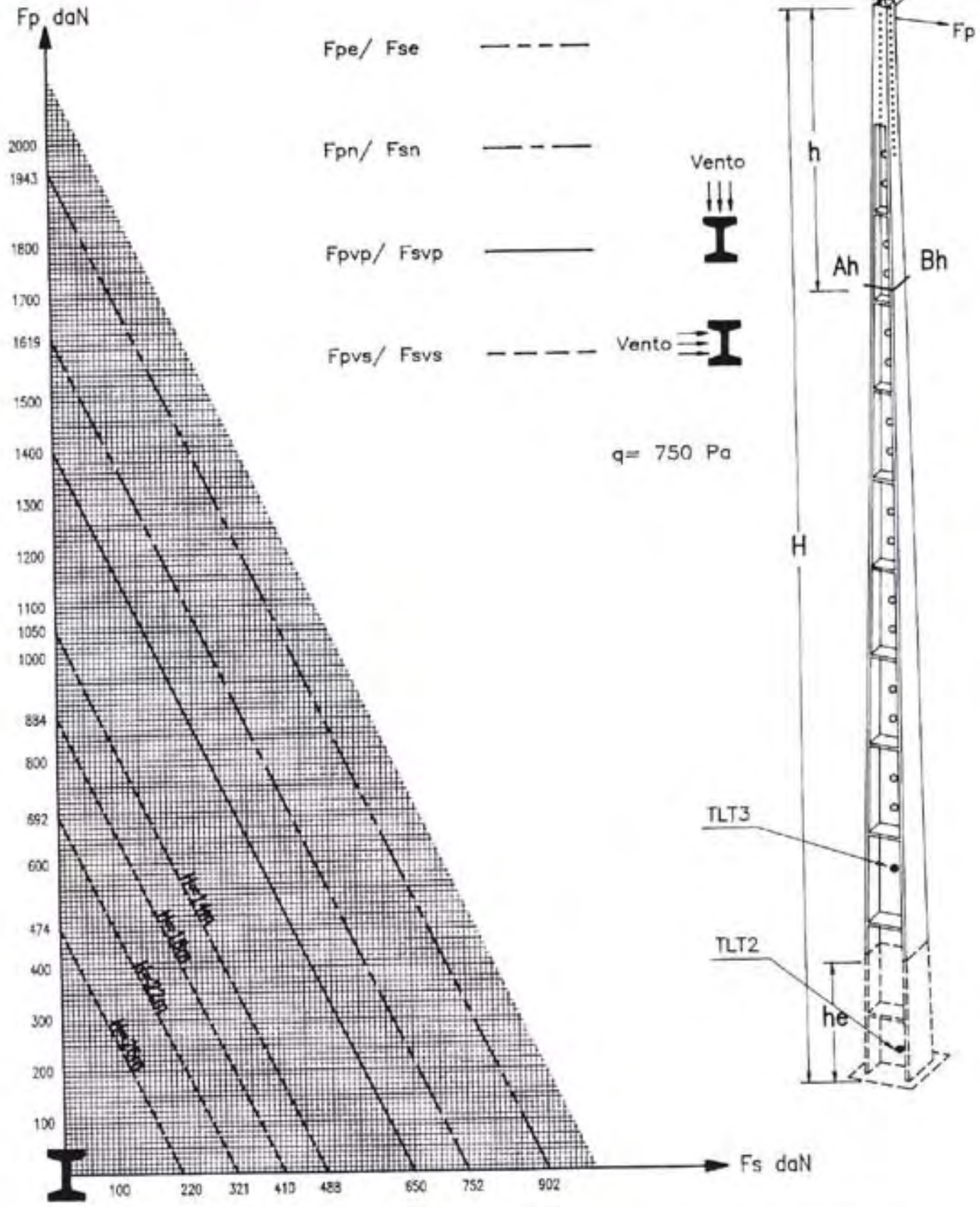
com vento q = 900 Pa na direcção Principal
Fpvp / 1356 + Fsvp / 630 = 1

com vento q = 900 Pa na direcção Secundária

para	H = 14 m	Fpvs /	951	+ Fsvs /	441	= 1
	H = 16 m	Fpvs /	848	+ Fsvs /	394	= 1
	H = 18 m	Fpvs /	737	+ Fsvs /	342	= 1
	H = 20 m	Fpvs /	618	+ Fsvs /	287	= 1
	H = 22 m	Fpvs /	490	+ Fsvs /	228	= 1
	H = 24 m	Fpvs /	355	+ Fsvs /	165	= 1
	H = 26 m	Fpvs /	211	+ Fsvs /	98	= 1
	H = 28 m	Fpvs /	58	+ Fsvs /	27	= 1

Cavan S.A.

MP03/1400
AP03/1400
H<=28 m



Data 97/10/01	Des.	Vista	Serie : Diagramas	Nº 206

SOCIEDADE PORTUGUESA Cavan S.A.

QUADRO CARACTERISTICAS DO POSTE **MP04 / 1600** p/ H < = 28 m
AP04 / 1600

h	Ah	Bh
m	mm	mm
0,00	252	190
0,25	259	195
0,50	266	200
1,00	280	210
1,50	294	220
2,00	308	230
3,00	336	250
4,00	364	270
6,00	420	310
8,00	476	350
10,00	532	390
12,00	588	430
14,00	644	470
16,00	700	510
18,00	756	550
20,00	812	590
22,00	868	630
24,00	924	670
26,00	980	710
28,00	1036	750

Ah = 28 x h + 252 mm
Bh = 20 x h + 190 mm

H	Wt	hu	bcg	fpn	fsn
m	kg	m	m	mm	mm
14	2530	12	5,9	367	499
16	3180	14	6,6	437	594
18	3930	16	7,2	513	697
20	4760	18	7,8	590	803
22	5670	19,5	8,4	670	911
24	6660	21,5	9,0	751	1022
26	7790	23,5	9,5	813	1106
28	9090	25,5	10,1	897	1220

Tr = 637 dN.m

Kp01 = 0,82

EQUAÇÕES DAS LINHAS VECTORIAIS:

Fpe / 2202 + Fse / 1018 = 1
Fpn / 1835 + Fsn / 849 = 1

com vento q = 750 Pa na direcção Principal
Fpvp / 1600 + Fsvp / 740 = 1

com vento q = 750 Pa na direcção Secundária

para	H = 14 m	Fpvs /	1219	+ Fsvs /	564	= 1
	H = 16 m	Fpvs /	1133	+ Fsvs /	524	= 1
	H = 18 m	Fpvs /	1042	+ Fsvs /	482	= 1
	H = 20 m	Fpvs /	943	+ Fsvs /	436	= 1
	H = 22 m	Fpvs /	839	+ Fsvs /	388	= 1
	H = 24 m	Fpvs /	727	+ Fsvs /	336	= 1
	H = 26 m	Fpvs /	610	+ Fsvs /	282	= 1
	H = 28 m	Fpvs /	486	+ Fsvs /	225	= 1

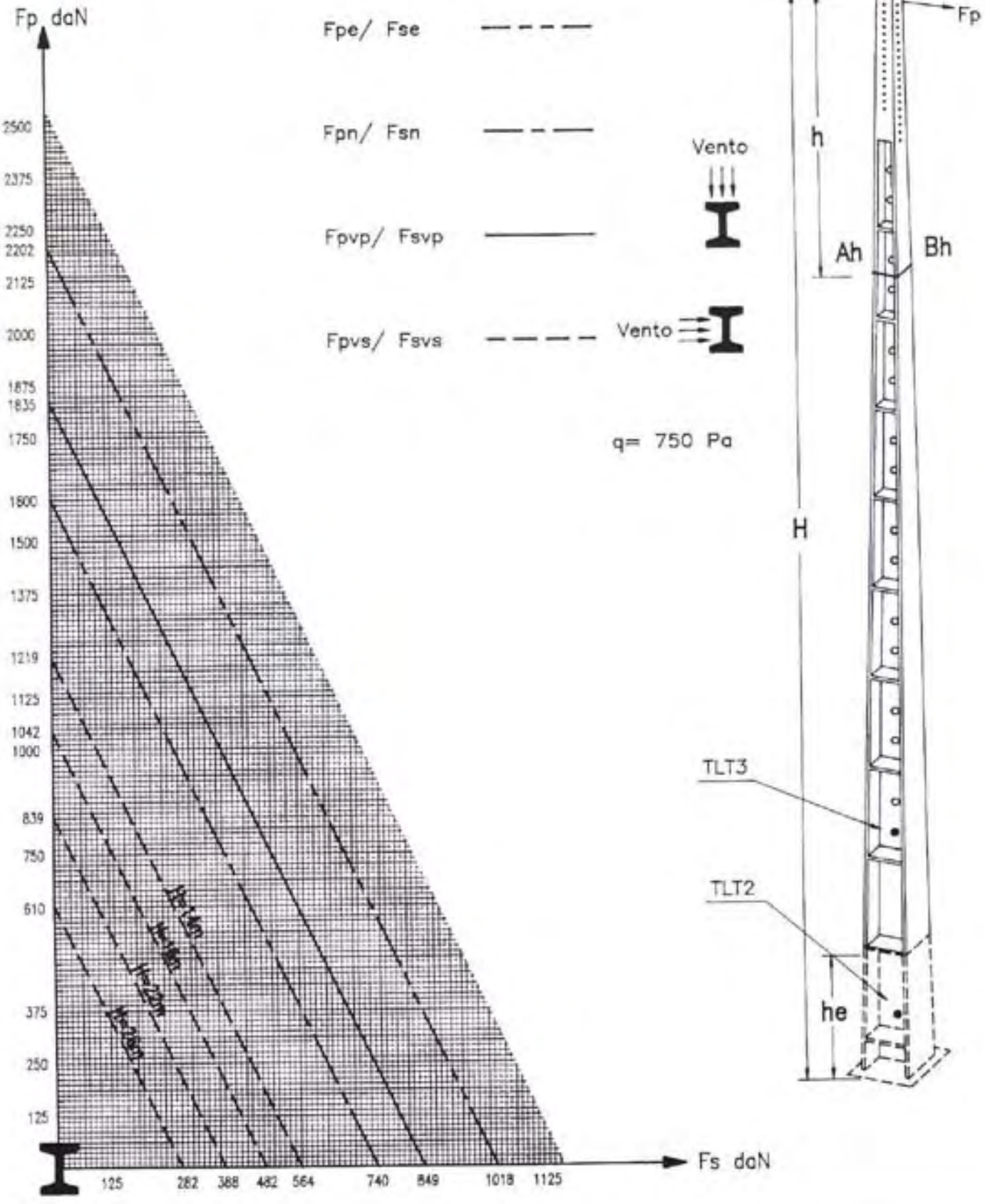
com vento q = 900 Pa na direcção Principal
Fpvp / 1356 + Fsvp / 630 = 1

com vento q = 900 Pa na direcção Secundária

para	H = 14 m	Fpvs /	1110	+ Fsvs /	513	= 1
	H = 16 m	Fpvs /	1001	+ Fsvs /	463	= 1
	H = 18 m	Fpvs /	883	+ Fsvs /	408	= 1
	H = 20 m	Fpvs /	757	+ Fsvs /	350	= 1
	H = 22 m	Fpvs /	623	+ Fsvs /	288	= 1
	H = 24 m	Fpvs /	480	+ Fsvs /	222	= 1
	H = 26 m	Fpvs /	329	+ Fsvs /	152	= 1
	H = 28 m	Fpvs /	170	+ Fsvs /	78	= 1

Cavan S.A.

MP04/1600
AP04/1600
H<=28 m



Data 97/10/01	Des.	Visto	Serie : Diagramas	Nº 207

QUADRO CARACTERISTICAS DO POSTE

MM04 / 2250
AM04 / 2250

p/ H < = 28 m

h	Ah	Bh
m	mm	mm
0,00	298	190
0,25	305	195
0,50	312	200
1,00	326	210
1,50	340	220
2,00	354	230
3,00	382	250
4,00	410	270
6,00	466	310
8,00	522	350
10,00	578	390
12,00	634	430
14,00	690	470
16,00	746	510
18,00	802	550
20,00	858	590
22,00	914	630
24,00	970	670
26,00	1026	710
28,00	1082	750

Ah = 28 x h + 298 mm
Bh = 20 x h + 190 mm

H	Wt	hu	bcg	fpn	fsn
m	kg	m	m	mm	mm
14	3010	12	6,0	257	321
16	3760	14	6,7	306	383
18	4620	16	7,4	359	449
20	5560	18	8,1	414	517
22	6590	19,5	8,7	470	587
24	7700	21,5	9,3	527	658
26	8890	23,5	9,8	570	712
28	10180	25,5	10,3	629	786

Tr = 899 dN.m

Kp01 = 0,82

EQUAÇÕES DAS LINHAS VECTORIAIS:

Fpe / 2982 + Fse / 1325 = 1
Fpn / 2485 + Fsn / 1104 = 1

com vento q = 750 Pa na direcção Principal
Fpvp / 2250 + Fsvp / 1000 = 1

com vento q = 750 Pa na direcção Secundária

para	H = 14 m	Fpvs /	1775	+ Fsvs /	789	= 1
	H = 16 m	Fpvs /	1674	+ Fsvs /	744	= 1
	H = 18 m	Fpvs /	1565	+ Fsvs /	695	= 1
	H = 20 m	Fpvs /	1449	+ Fsvs /	644	= 1
	H = 22 m	Fpvs /	1327	+ Fsvs /	590	= 1
	H = 24 m	Fpvs /	1198	+ Fsvs /	532	= 1
	H = 26 m	Fpvs /	1062	+ Fsvs /	472	= 1
	H = 28 m	Fpvs /	919	+ Fsvs /	408	= 1

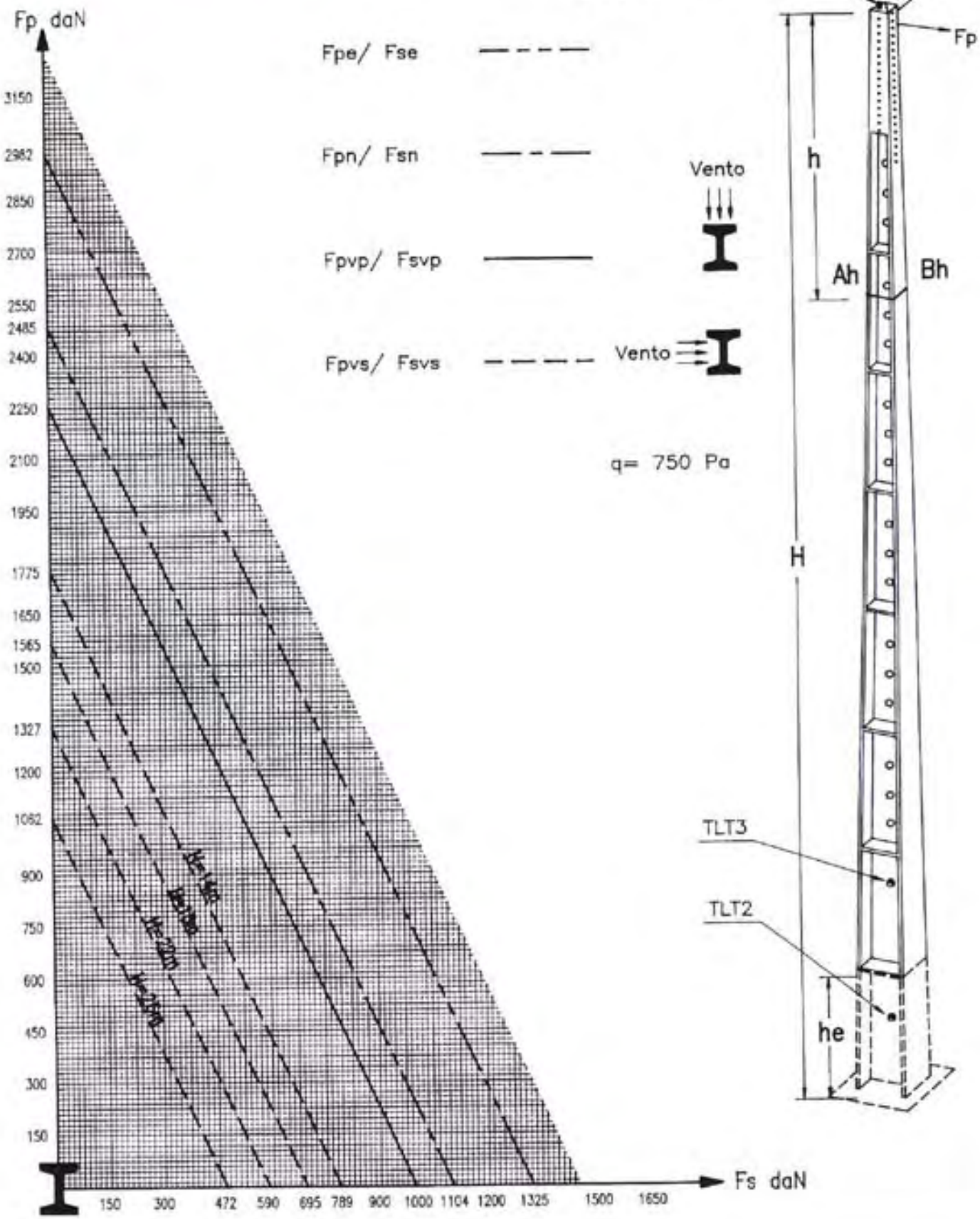
com vento q = 900 Pa na direcção Principal
Fpvp / 2203 + Fsvp / 979 = 1

com vento q = 900 Pa na direcção Secundária

para	H = 14 m	Fpvs /	1648	+ Fsvs /	733	= 1
	H = 16 m	Fpvs /	1519	+ Fsvs /	675	= 1
	H = 18 m	Fpvs /	1381	+ Fsvs /	614	= 1
	H = 20 m	Fpvs /	1234	+ Fsvs /	548	= 1
	H = 22 m	Fpvs /	1078	+ Fsvs /	479	= 1
	H = 24 m	Fpvs /	914	+ Fsvs /	406	= 1
	H = 26 m	Fpvs /	741	+ Fsvs /	329	= 1
	H = 28 m	Fpvs /	559	+ Fsvs /	249	= 1

Cavan S.A.

MM04/2250
AM04/2250
H<=28 m



Data 97/10/01	Des.	Visto	Serie : Diagramas	Nº 2.8

QUADRO CARACTERISTICAS DO POSTE **MM06 / 2750** p/ H < = 28 m
AM06 / 2750

h	Ah	Bh
m	mm	mm
0,00	354	230
0,25	361	235
0,50	368	240
1,00	382	250
1,50	396	260
2,00	410	270
3,00	438	290
4,00	466	310
6,00	522	350
8,00	578	390
10,00	634	430
12,00	690	470
14,00	746	510
16,00	802	550
18,00	858	590
20,00	914	630
22,00	970	670
24,00	1026	710
26,00	1082	750
28,00	1138	790

Ah = 28 x h + 354 mm
Bh = 20 x h + 230 mm

H	Wt	hu	bcg	fpn	fsn
m	kg	m	m	mm	mm
14	3540	12	6,1	271	339
16	4400	14	6,8	323	403
18	5350	16	7,5	379	474
20	6390	18	8,2	436	545
22	7510	19,5	8,9	495	619
24	8700	21,5	9,6	555	694
26	9990	23,5	10,4	601	751
28	11430	25,5	10,7	663	829

Tr = 1145 dN.m

Kp01 = 0,78

EQUAÇÕES DAS LINHAS VECTORIAIS:

Fpe / 3620 + Fse / 1711 = 1
Fpn / 3017 + Fsn / 1426 = 1

com vento q = 750 Pa na direcção Principal
Fpvp / 2750 + Fsvp / 1300 = 1

com vento q = 750 Pa na direcção Secundária

para	H = 14 m	Fpvs /	2256	+ Fsvs /	1066	= 1
	H = 16 m	Fpvs /	2153	+ Fsvs /	1018	= 1
	H = 18 m	Fpvs /	2043	+ Fsvs /	966	= 1
	H = 20 m	Fpvs /	1928	+ Fsvs /	911	= 1
	H = 22 m	Fpvs /	1806	+ Fsvs /	854	= 1
	H = 24 m	Fpvs /	1678	+ Fsvs /	793	= 1
	H = 26 m	Fpvs /	1543	+ Fsvs /	729	= 1
	H = 28 m	Fpvs /	1402	+ Fsvs /	663	= 1

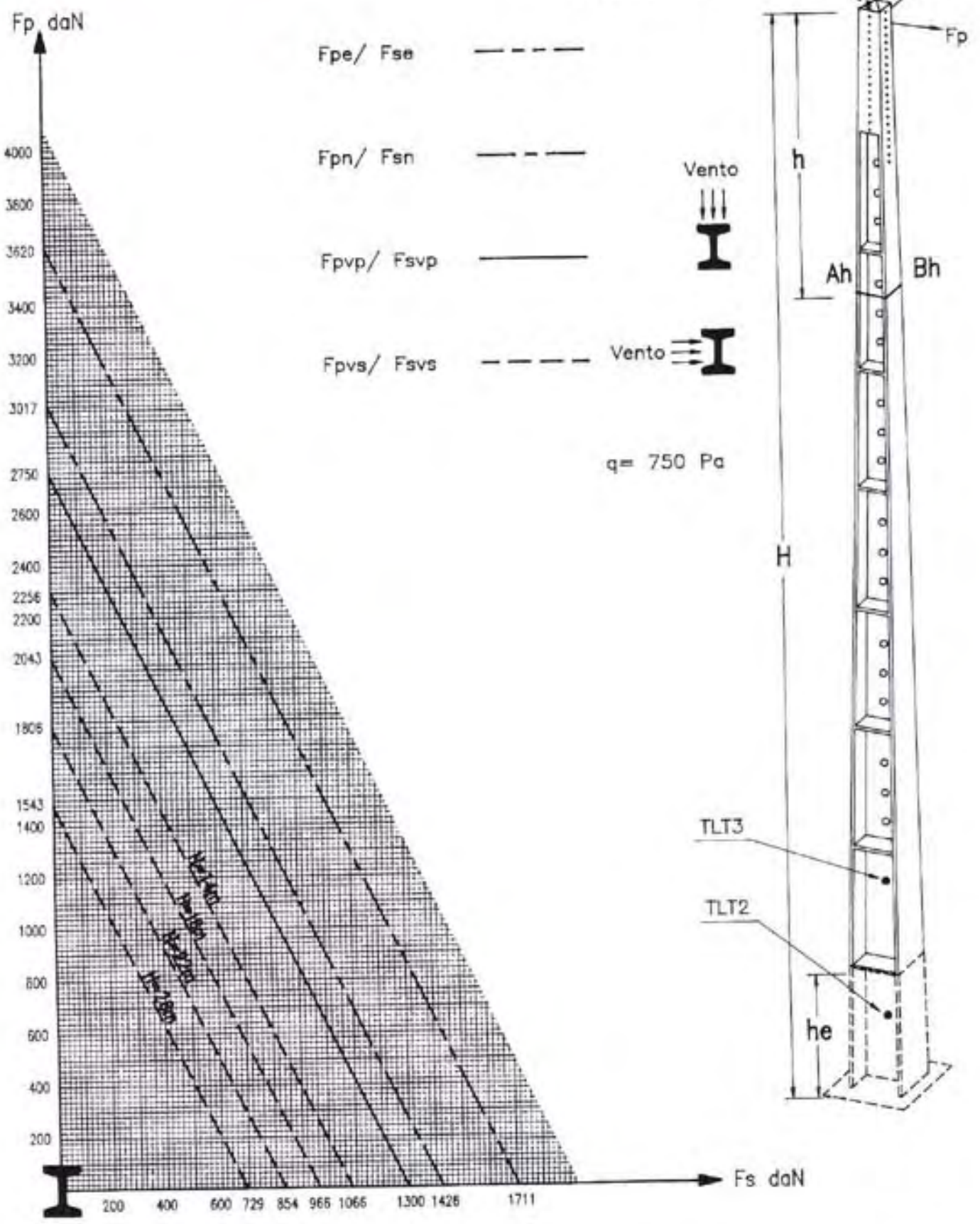
com vento q = 900 Pa na direcção Principal
Fpvp / 2697 + Fsvp / 1275 = 1

com vento q = 900 Pa na direcção Secundária

para	H = 14 m	Fpvs /	2120	+ Fsvs /	1002	= 1
	H = 16 m	Fpvs /	1988	+ Fsvs /	940	= 1
	H = 18 m	Fpvs /	1849	+ Fsvs /	874	= 1
	H = 20 m	Fpvs /	1701	+ Fsvs /	804	= 1
	H = 22 m	Fpvs /	1545	+ Fsvs /	730	= 1
	H = 24 m	Fpvs /	1381	+ Fsvs /	653	= 1
	H = 26 m	Fpvs /	1209	+ Fsvs /	572	= 1
	H = 28 m	Fpvs /	1030	+ Fsvs /	487	= 1

Cavan S.A.

MM06/2750
AM06/2750
H<=28 m



Data 97/10/01	Des.	Visto	Serie : Diagramas	Nº Esq

QUADRO CARACTERISTICAS DO POSTE **MM08 / 3500** p/ H < = 26 m

h	Ah	Bh
m	mm	mm
0,00	410	270
0,25	417	275
0,50	424	280
1,00	438	290
1,50	452	300
2,00	466	310
3,00	494	330
4,00	522	350
6,00	578	390
8,00	634	430
10,00	690	470
12,00	746	510
14,00	802	550
16,00	858	590
18,00	914	630
20,00	970	670
22,00	1026	710
24,00	1082	750
26,00	1138	790
28,00	1194	830

Ah = 28 x h + 410 mm
Bh = 20 x h + 270 mm

H	Wt	hu	bcg	fpn	fsn
m	kg	m	m	mm	mm
14	4170	12	6,2	283	354
16	5120	14	7	337	421
18	6170	16	7,7	396	494
20	7300	18	8,4	456	570
22	8500	19,5	9,1	517	646
24	9800	21,5	9,8	580	725
26	11240	23,5	10,4	627	784
28	12780	25,5	11,0	692	865

Tr = 1481 dN.m

Kp01 = 0,79

EQUAÇÕES DAS LINHAS VECTORIAIS:

Fpe / 4558 + Fse / 2084 = 1
Fpn / 3798 + Fsn / 1736 = 1

com vento q = 750 Pa na direcção Principal
Fpvp / 3500 + Fsvp / 1600 = 1

com vento q = 750 Pa na direcção Secundária

para	H = 14 m	Fpvs /	2922	+ Fsvs /	1336	= 1
	H = 16 m	Fpvs /	2804	+ Fsvs /	1282	= 1
	H = 18 m	Fpvs /	2680	+ Fsvs /	1225	= 1
	H = 20 m	Fpvs /	2549	+ Fsvs /	1165	= 1
	H = 22 m	Fpvs /	2411	+ Fsvs /	1102	= 1
	H = 24 m	Fpvs /	2267	+ Fsvs /	1036	= 1
	H = 26 m	Fpvs /	2116	+ Fsvs /	968	= 1
	H = 28 m	Fpvs /	1959	+ Fsvs /	896	= 1

com vento q = 900 Pa na direcção Principal
Fpvp / 3440 + Fsvp / 1573 = 1

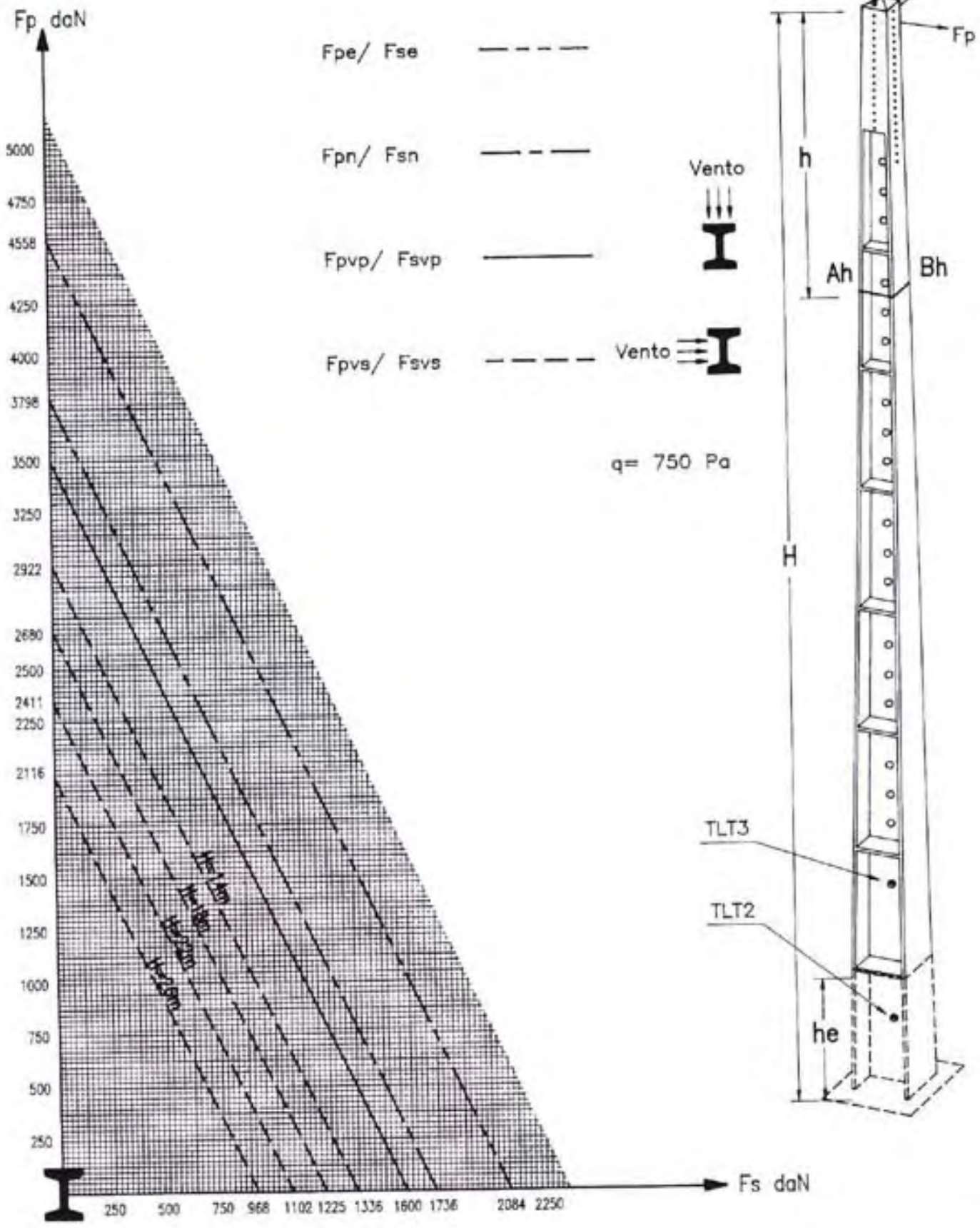
com vento q = 900 Pa na direcção Secundária

para	H = 14 m	Fpvs /	2765	+ Fsvs /	1264	= 1
	H = 16 m	Fpvs /	2615	+ Fsvs /	1195	= 1
	H = 18 m	Fpvs /	2456	+ Fsvs /	1123	= 1
	H = 20 m	Fpvs /	2289	+ Fsvs /	1046	= 1
	H = 22 m	Fpvs /	2114	+ Fsvs /	966	= 1
	H = 24 m	Fpvs /	1930	+ Fsvs /	882	= 1
	H = 26 m	Fpvs /	1738	+ Fsvs /	795	= 1
	H = 28 m	Fpvs /	1537	+ Fsvs /	703	= 1

SOCIEDADE PORTUGUESA Cavan S.A.

MM08/3500

H<=28 m



Data 97/10/01	Des.	Visto	Serie : Diagramas	Nº 210

SOCIEDADE PORTUGUESA **Cavan** S.A.

QUADRO CARACTERISTICAS DO POSTE **AM08 / 4000** p/ H < = 28 m

h	Ah	Bh
m	mm	mm
0,00	410	270
0,25	417	275
0,50	424	280
1,00	438	290
1,50	452	300
2,00	466	310
3,00	494	330
4,00	522	350
6,00	578	390
8,00	634	430
10,00	690	470
12,00	746	510
14,00	802	550
16,00	858	590
18,00	914	630
20,00	970	670
22,00	1026	710
24,00	1082	750
26,00	1138	790
28,00	1194	830

Ah = 28 x h + 410 mm
Bh = 20 x h + 270 mm

H	Wt	hu	bcg	fpn	fsn
m	kg	m	m	mm	mm
14	4200	12	6,2	291	364
16	5170	14	7,0	347	433
18	6220	16	7,7	407	508
20	7350	18	8,4	468	586
22	8580	19,5	9,1	532	665
24	9890	21,5	9,8	596	745
26	11340	23,5	10,4	645	806
28	12890	25,5	11,0	712	889

Tr = 1632 dN.m

Kp01 = 0,79

EQUAÇÕES DAS LINHAS VECTORIAIS:

Fpe / 5158 + Fse / 2321 = 1
Fpn / 4298 + Fsn / 1934 = 1

com vento q = 750 Pa na direcção Principal
Fpvp / 4000 + Fsvp / 1800 = 1

com vento q = 750 Pa na direcção Secundária

para	H = 14 m	Fpvs /	3409	+ Fsvs /	1534	= 1
	H = 16 m	Fpvs /	3289	+ Fsvs /	1480	= 1
	H = 18 m	Fpvs /	3162	+ Fsvs /	1423	= 1
	H = 20 m	Fpvs /	3028	+ Fsvs /	1363	= 1
	H = 22 m	Fpvs /	2888	+ Fsvs /	1299	= 1
	H = 24 m	Fpvs /	2740	+ Fsvs /	1233	= 1
	H = 26 m	Fpvs /	2586	+ Fsvs /	1164	= 1
	H = 28 m	Fpvs /	2426	+ Fsvs /	1092	= 1

com vento q = 900 Pa na direcção Principal
Fpvp / 3940 + Fsvp / 1773 = 1

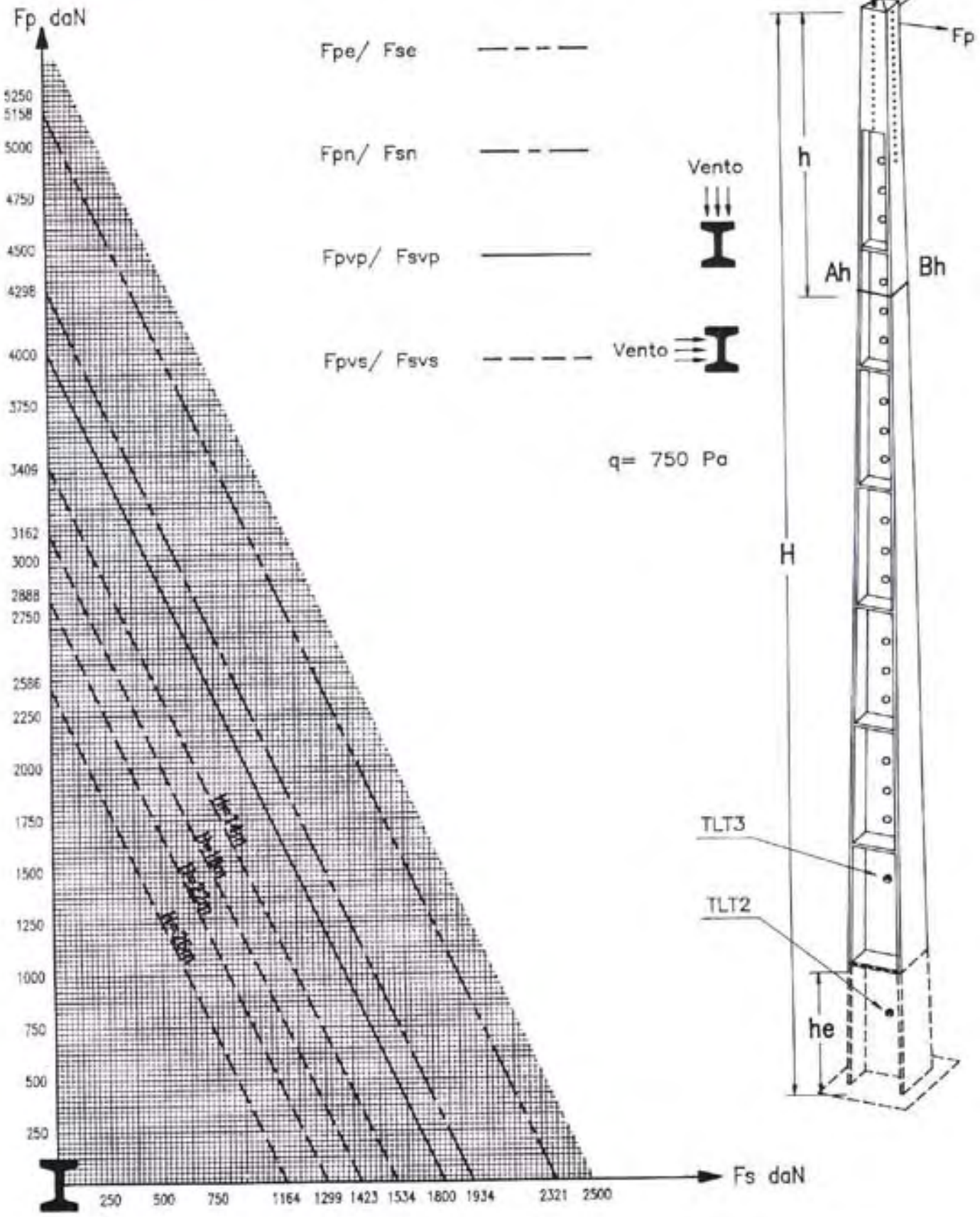
com vento q = 900 Pa na direcção Secundária

para	H = 14 m	Fpvs /	3250	+ Fsvs /	1462	= 1
	H = 16 m	Fpvs /	3096	+ Fsvs /	1393	= 1
	H = 18 m	Fpvs /	2935	+ Fsvs /	1321	= 1
	H = 20 m	Fpvs /	2764	+ Fsvs /	1244	= 1
	H = 22 m	Fpvs /	2586	+ Fsvs /	1164	= 1
	H = 24 m	Fpvs /	2398	+ Fsvs /	1079	= 1
	H = 26 m	Fpvs /	2202	+ Fsvs /	991	= 1
	H = 28 m	Fpvs /	1997	+ Fsvs /	899	= 1

Cavan S.A.

AM08/4000

H<=28 m



Data 97/10/01	Des.	Visto	Serie : Diagramas	Nº 2.11

QUADRO CARACTERISTICAS DO POSTE

AK06 / 40.00
MK06 / 40.00

p/ H < = 32 m

h m	Ah mm	Bh mm
0,00	354	230
0,25	361	235
0,50	368	240
1,00	382	250
1,50	396	260
2,00	410	270
3,00	438	290
4,00	466	310
6,00	522	350
8,00	578	390
10,00	634	430
12,00	690	470
14,00	746	510
16,00	802	550
18,00	858	590
20,00	914	630
22,00	970	670
24,00	1026	710
26,00	1082	750
28,00	1138	790
30,00	1194	830
32,00	1250	870

H m	Wt kg	hu m	bcg m	fpn mm	fsn mm
14	3690	12	6,1	281	462
16	4590	14	6,8	335	551
18	5570	16	7,5	393	646
20	6630	18	8,3	452	744
22	7810	19,5	8,9	513	845
24	9030	21,5	9,6	576	947
26	10360	23,5	10,2	623	1025
28	11840	25,5	10,7	687	1131
30	13390	27,5	11,3	752	1238
32	15060	29,5	11,8	818	1347

Ah = 28 x h + 354 mm
Bh = 20 x h + 230 mm

Tr = 1500 dN.m

Kp01 = 0,8

EQUAÇÕES DAS LINHAS VECTORIAIS:

Fpe / 5120 + Fse / 2560 = 1
Fpn / 4267 + Fsn / 2133 = 1

com vento q = 750 Pa na direcção Principal
Fpvp / 4000 + Fsvp / 2000 = 1

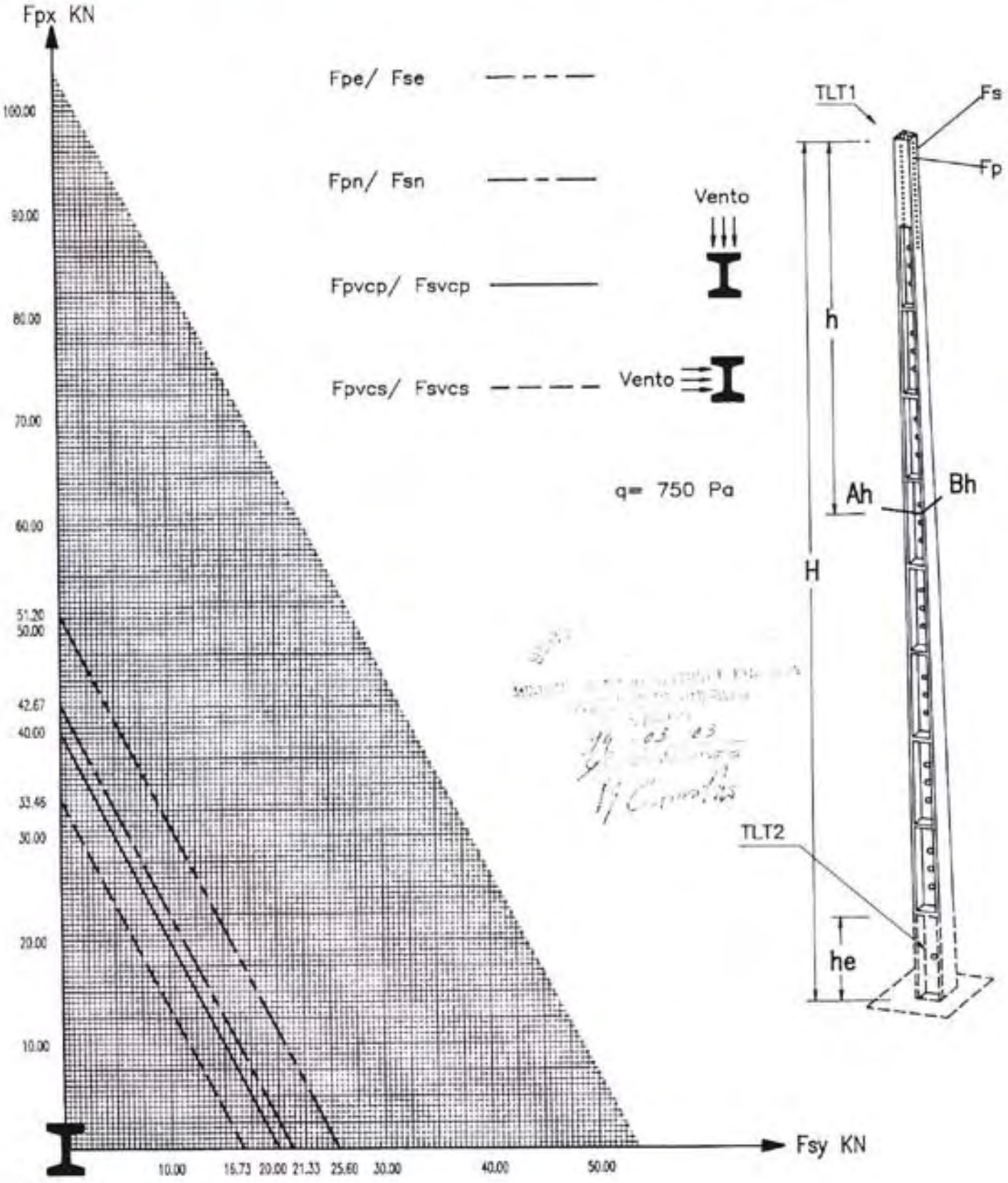
com vento q = 750 Pa na direcção Secundária
Fpvs / 3346 + Fsvs / 1673 = 1

com vento q = 900 Pa na direcção Principal
Fpvp / 3876 + Fsvp / 1938 = 1

com vento q = 900 Pa na direcção Secundária
Fpvs / 2925 + Fsvs / 1462 = 1

Cavan S.A.

POSTE K06/40.00/20.00
H<=32 m



Data 93/12/23	Des. Blindina	Visto	Serie : Diagramas	Nº 173

QUADRO CARACTERISTICAS DO POSTE

AK08 / 60.00
MK08 / 60.00

p/ H < = 32 m

h m	Ah mm	Bh mm
0,00	410	270
0,25	417	275
0,50	424	280
1,00	438	290
1,50	452	300
2,00	466	310
3,00	494	330
4,00	522	350
6,00	578	390
8,00	634	430
10,00	690	470
12,00	746	510
14,00	802	550
16,00	858	590
18,00	914	630
20,00	970	670
22,00	1026	710
24,00	1082	750
26,00	1138	790
28,00	1194	830
30,00	1250	870
32,00	1306	910

H m	Wt kg	hu m	bcg m	fpn mm	fsn mm
14	4420	12	6,2	293	484
16	5420	14	7,0	349	577
18	6500	16	7,7	410	677
20	7700	18	8,4	472	780
22	8970	19,5	9,1	535	885
24	10330	21,5	9,8	600	992
26	11850	23,5	10,4	650	1074
28	13470	25,5	11,0	716	1184
30	15170	27,5	11,5	784	1297
32	16980	29,5	12,1	853	1411

Ah = 28 x h + 410 mm
Bh = 20 x h + 270 mm

Tr = 1920 dN.m

Kp01 = 0,787

EQUAÇÕES DAS LINHAS VECTORIAIS:

Fpe / 7558 + Fse / 3527 = 1
Fpn / 6298 + Fsn / 2939 = 1

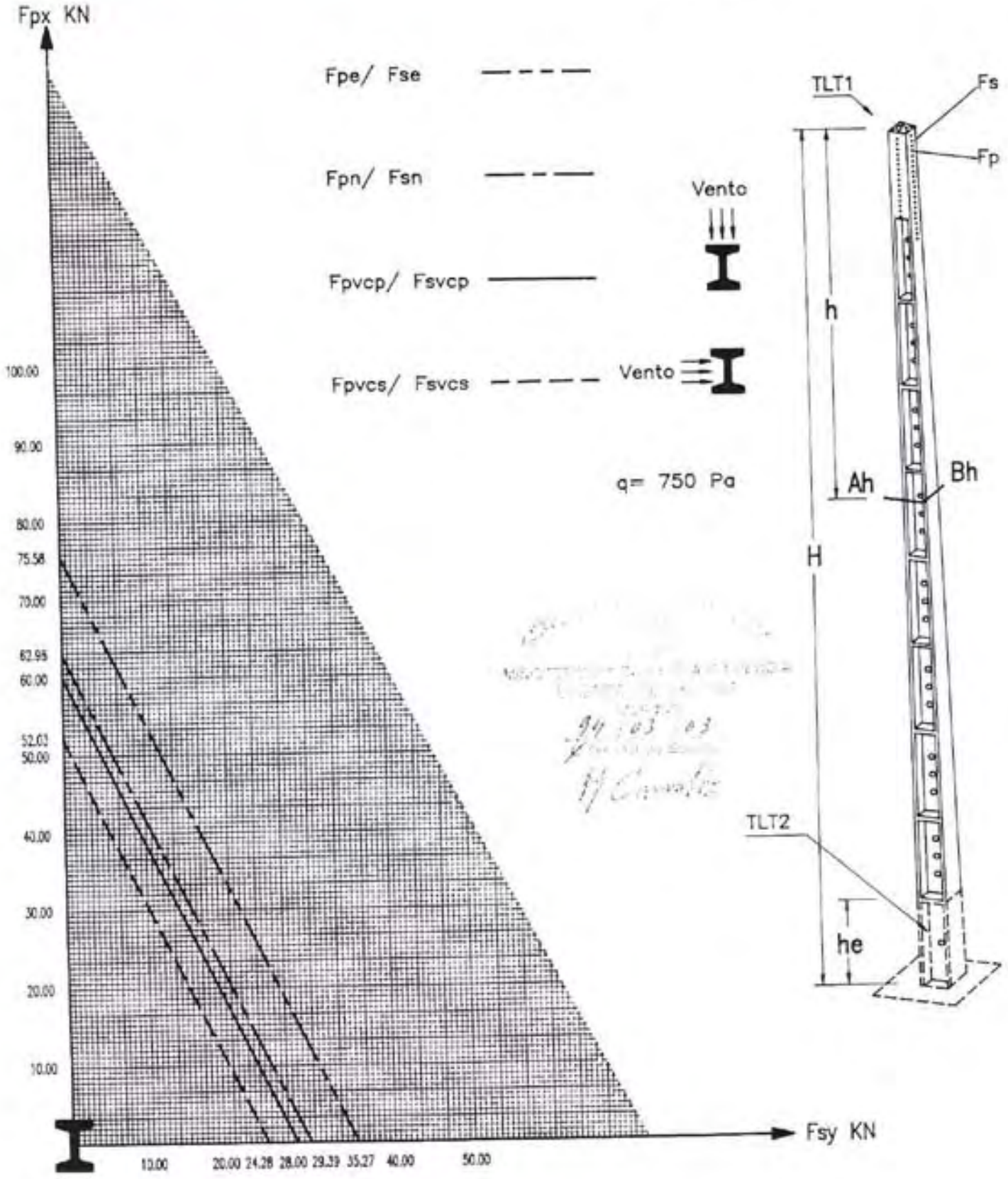
com vento q = 750 Pa na direcção Principal
Fpvp / 6000 + Fsvp / 2800 = 1

com vento q = 750 Pa na direcção Secundária
Fpvs / 5203 + Fsvs / 2428 = 1

com vento q = 900 Pa na direcção Principal
Fpvp / 5865 + Fsvp / 2737 = 1

com vento q = 900 Pa na direcção Secundária
Fpvs / 4711 + Fsvs / 2199 = 1

POSTE K08/60.00/28.00
H<=32 m



Data 93/12/23	Des. Glindina	Visto	Serie : Diagramas	Nº 174

QUADRO CARACTERISTICAS DO POSTE

AK10 / 75.00
MK10 / 75.00

p/ H < = 32 m

h m	Ah mm	Bh mm
0,00	466	310
0,25	473	315
0,50	480	320
1,00	494	330
1,50	508	340
2,00	522	350
3,00	550	370
4,00	578	390
6,00	634	430
8,00	690	470
10,00	746	510
12,00	802	550
14,00	858	590
16,00	914	630
18,00	970	670
20,00	1026	710
22,00	1082	750
24,00	1138	790
26,00	1194	830
28,00	1250	870
30,00	1306	910
32,00	1362	950

H m	Wt kg	hu m	bcg m	fpn mm	fsn mm
14	5110	12	6,3	293	484
16	6220	14	7,1	349	577
18	7420	16	7,9	410	677
20	8710	18	8,6	472	780
22	10090	19,5	9,3	535	885
24	11610	21,5	10,0	600	992
26	13240	23,5	10,6	650	1074
28	14980	25,5	11,2	716	1184
30	16800	27,5	11,8	784	1297
32	18640	29,5	12,3	853	1411

Ah = 28 x h + 466 mm
Bh = 20 x h + 310 mm

Tr = 2390 dN.m

Kp01 = 0,783

EQUAÇÕES DAS LINHAS VECTORIAIS:

Fpe / 9396 + Fse / 4260 = 1
Fpn / 7830 + Fsn / 3550 = 1

com vento q = 750 Pa na direcção Principal
Fpvp / 7500 + Fsvp / 3400 = 1

com vento q = 750 Pa na direcção Secundária
Fpvs / 6589 + Fsvs / 2987 = 1

com vento q = 900 Pa na direcção Principal
Fpvp / 7353 + Fsvp / 3334 = 1

com vento q = 900 Pa na direcção Secundária
Fpvs / 6041 + Fsvs / 2739 = 1

QUADRO CARACTERISTICAS DO POSTE

AK12 / 90.00
MK12 / 90.00

p/ H < = 32 m

h m	Ah mm	Bh mm
0,00	522	350
0,25	529	355
0,50	536	360
1,00	550	370
1,50	564	380
2,00	578	390
3,00	606	410
4,00	634	430
6,00	690	470
8,00	746	510
10,00	802	550
12,00	858	590
14,00	914	630
16,00	970	670
18,00	1026	710
20,00	1082	750
22,00	1138	790
24,00	1194	830
26,00	1250	870
28,00	1306	910
30,00	1362	950
32,00	1418	990

H m	Wt kg	hu m	bcg m	fpn mm	fsn mm
14	5910	12	6,4	325	526
16	7110	14	7,2	387	627
18	8410	16	8,0	454	735
20	9790	18	8,7	523	847
22	11330	19,5	9,4	594	961
24	12980	21,5	10,1	665	1078
26	14710	23,5	10,7	720	1167
28	16570	25,5	11,4	794	1287
30	18440	27,5	12,0	870	1409
32	20390	29,5	12,5	946	1532

Ah = 28 x h + 522 mm
Bh = 20 x h + 350 mm

Tr = 2900 dN.m

Kp01 = 0,78

EQUAÇÕES DAS LINHAS VECTORIAIS:

Fpe / 11234 + Fse / 4993 = 1
Fpn / 9362 + Fsn / 4161 = 1

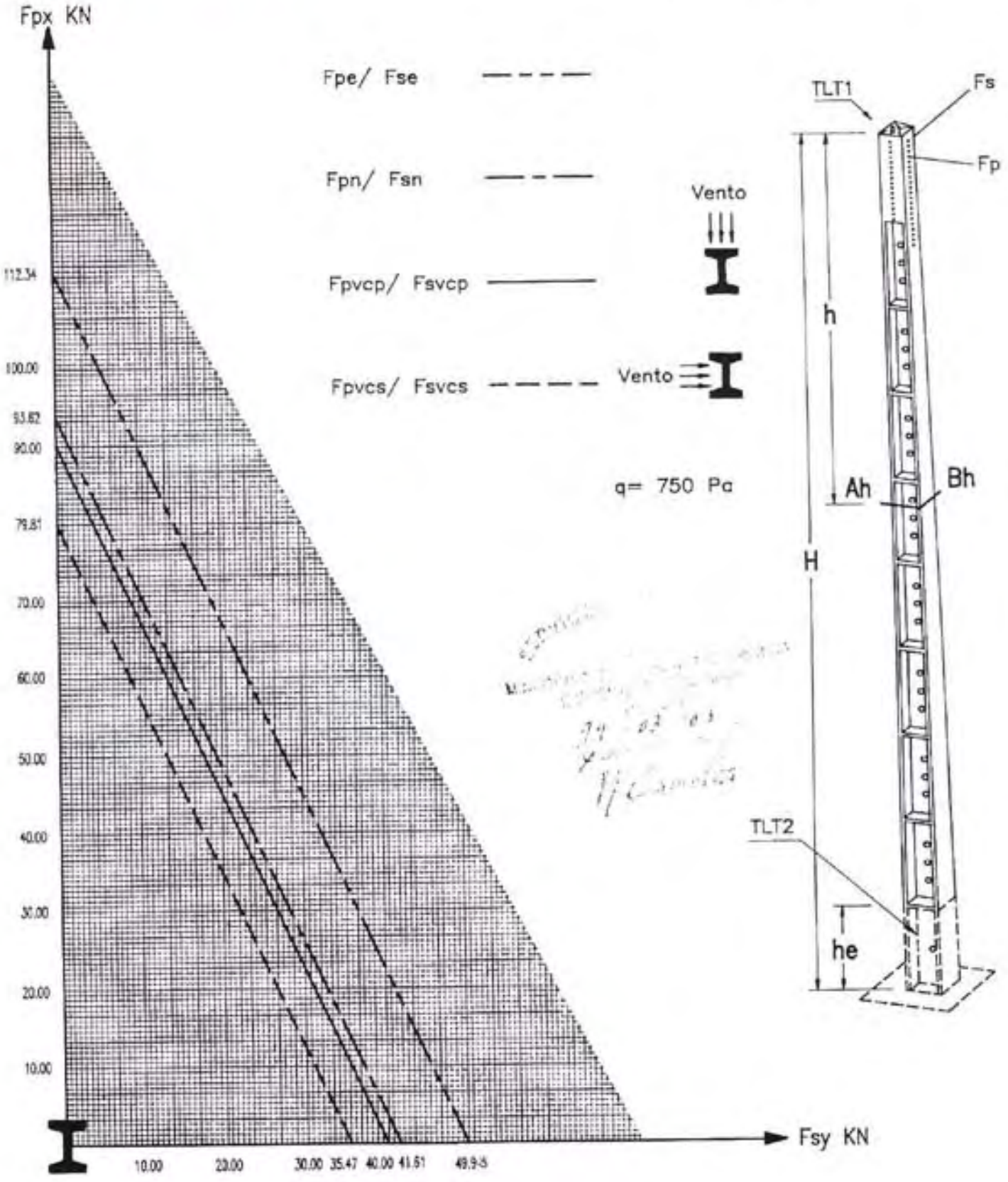
com vento q = 750 Pa na direcção Principal
Fpvp / 9000 + Fsvp / 4000 = 1

com vento q = 750 Pa na direcção Secundária
Fpvs / 7981 + Fsvs / 3547 = 1

com vento q = 900 Pa na direcção Principal
Fpvp / 8841 + Fsvp / 3929 = 1

com vento q = 900 Pa na direcção Secundária
Fpvs / 7380 + Fsvs / 3280 = 1

POSTE K12/90.00/40.00
H<=32 m



Data 93/12/23	Des. Olindina	Visto	Serie : Diagramas	Nº 176

Cavan S.A.

QUADRO CARACTERISTICAS DO POSTE

AK14 / 110.00
MK14 / 110.00

p/ H <= 32 m

h	Ah	Bh
m	mm	mm
0,00	578	390
0,25	585	395
0,50	592	400
1,00	606	410
1,50	620	420
2,00	634	430
3,00	662	450
4,00	690	470
6,00	746	510
8,00	802	550
10,00	858	590
12,00	914	630
14,00	970	670
16,00	1026	710
18,00	1082	750
20,00	1138	790
22,00	1194	830
24,00	1250	870
26,00	1306	910
28,00	1362	950
30,00	1418	990
32,00	1474	1030

H	Wt	hu	bcg	fpn	fsn
m	kg	m	m	mm	mm
14	6730	12	6,5	341	552
16	8040	14	7,3	406	657
18	9440	16	8,1	476	772
20	11000	18	8,8	549	889
22	12660	19,5	9,5	623	1009
24	14420	21,5	10,2	698	1131
26	16270	23,5	10,8	756	1224
28	18160	25,5	11,6	833	1350
30	20100	27,5	12,2	912	1478
32	22150	29,5	12,7	993	1608

Ah = 28 x h + 578 mm
Bh = 20 x h + 390 mm

Tr = 3440 dN.m

Kp01 = 0,777

EQUAÇÕES DAS LINHAS VECTORIAIS:

Fpe / 13672 + Fse / 5593 = 1
Fpn / 11394 + Fsn / 4661 = 1

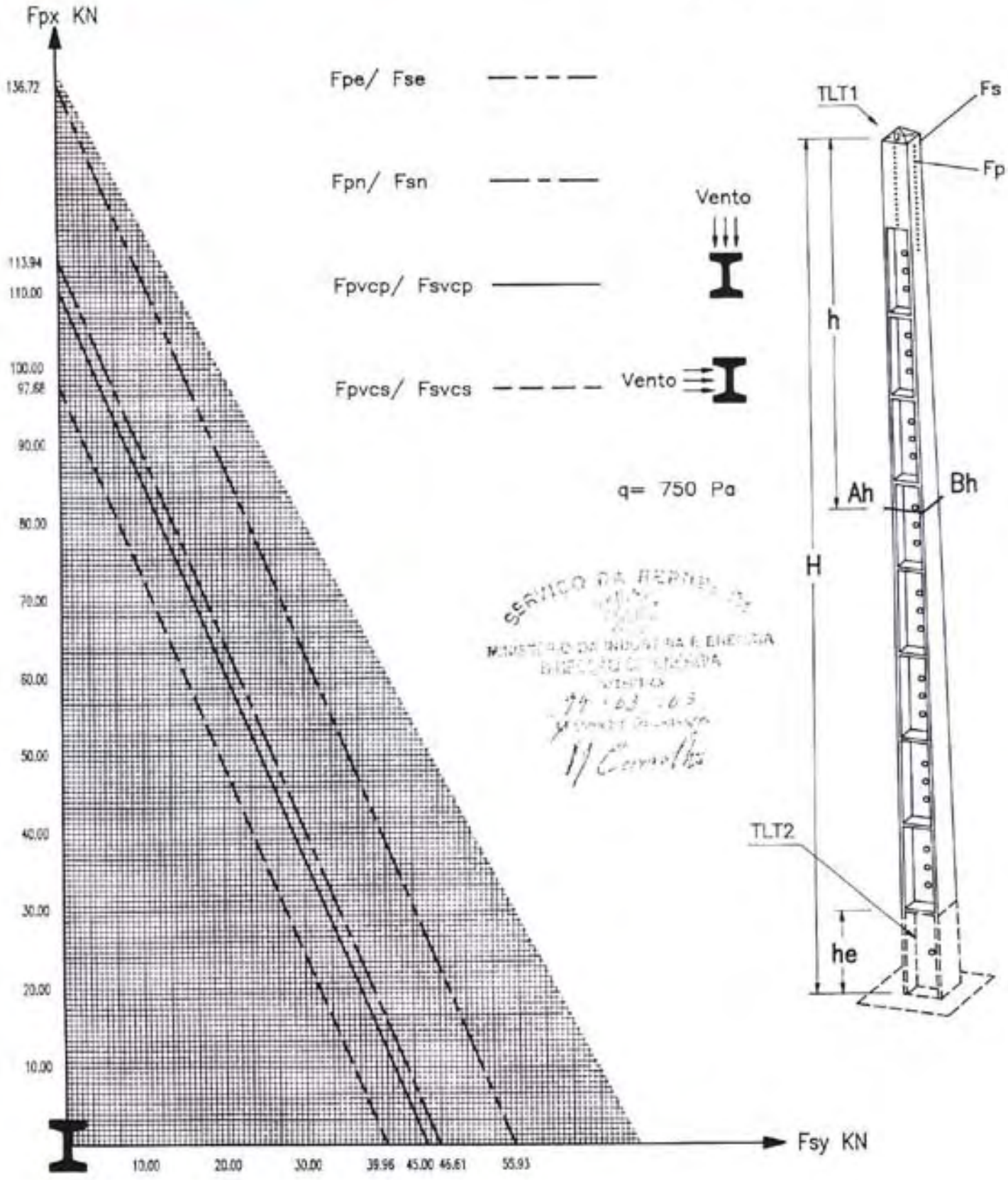
com vento q = 750 Pa na direcção Principal
Fpvp / 11000 + Fsvp / 4500 = 1

com vento q = 750 Pa na direcção Secundária
Fpvs / 9768 + Fsvs / 3996 = 1

com vento q = 900 Pa na direcção Principal
Fpvp / 10830 + Fsvp / 4430 = 1

com vento q = 900 Pa na direcção Secundária
Fpvs / 9069 + Fsvs / 3710 = 1

POSTE K14/110.00/45.00
H<=32 m



Data 93/12/23	Des. Glendina	Visto	Serie : Diagramas	Nº 177

QUADRO CARACTERISTICAS DO POSTE

AK16 / 125.00
MK16 / 125.00

p/ H < = 32 m

h	Ah	Bh
m	mm	mm
0,00	634	430
0,25	641	435
0,50	648	440
1,00	662	450
1,50	676	460
2,00	690	470
3,00	718	490
4,00	746	510
6,00	802	550
8,00	858	590
10,00	914	630
12,00	970	670
14,00	1026	710
16,00	1082	750
18,00	1138	790
20,00	1194	830
22,00	1250	870
24,00	1306	910
26,00	1362	950
28,00	1418	990
30,00	1474	1030
32,00	1530	1070

H	Wt	hu	bcg	fpn	fsn
m	kg	m	m	mm	mm
14	7600	12	6,6	359	578
16	9020	14	7,4	427	688
18	10570	16	8,2	501	808
20	12230	18	8,9	578	931
22	13990	19,5	9,6	655	1056
24	15860	21,5	10,3	735	1184
26	17740	23,5	10,9	795	1281
28	19710	25,5	11,7	877	1413
30	21780	27,5	12,3	960	1547
32	23960	29,5	12,9	1045	1683

Ah = 28 x h + 634 mm
Bh = 20 x h + 430 mm

Tr = 4000 dN.m

Kp01 = 0,776

EQUAÇÕES DAS LINHAS VECTORIAIS

Fpe / 15510 + Fse / 6328 = 1
Fpn / 12925 + Fsn / 5273 = 1

com vento q = 750 Pa na direcção Principal
Fpvp / 12500 + Fsvp / 5100 = 1

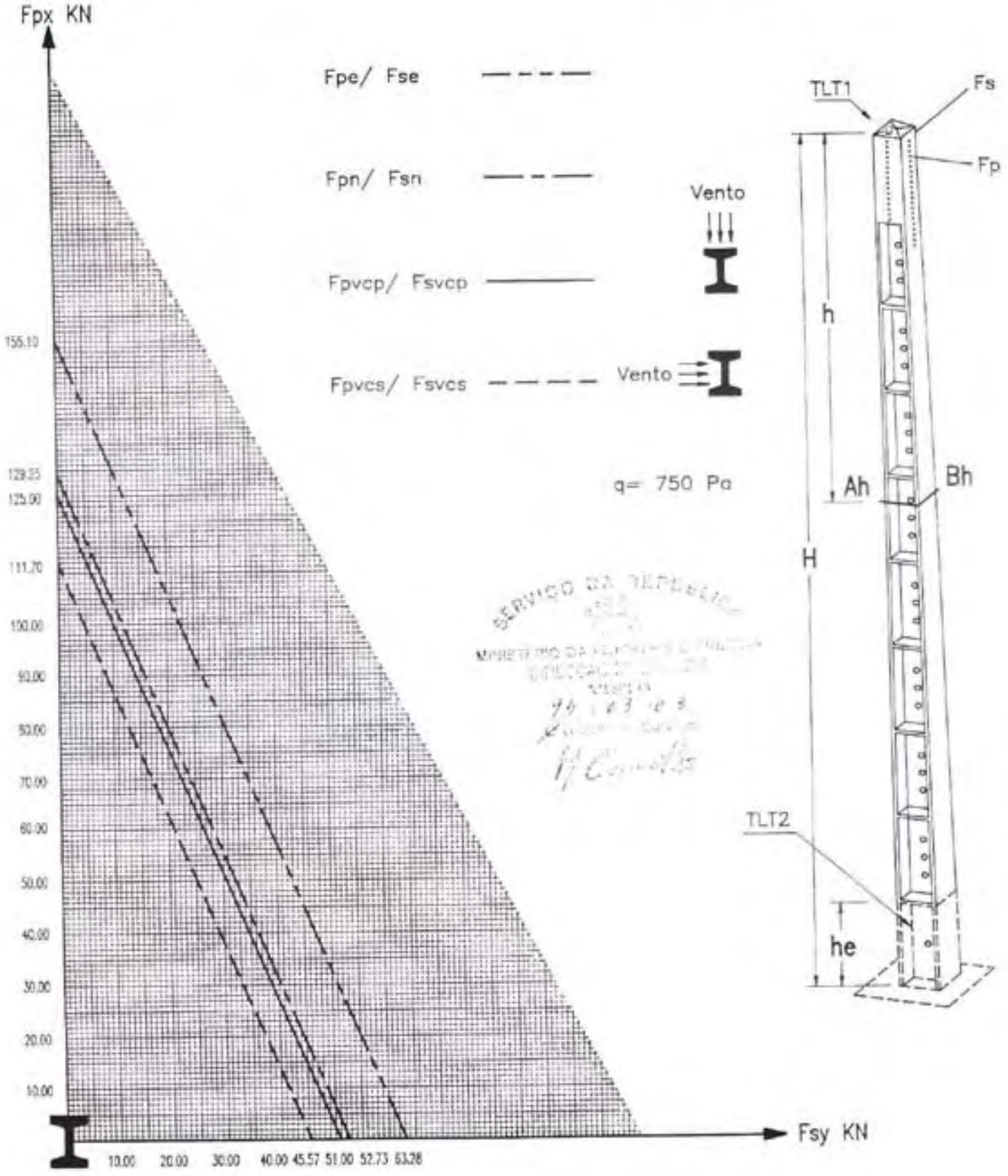
com vento q = 750 Pa na direcção Secundária
Fpvs / 11170 + Fsvs / 4557 = 1

com vento q = 900 Pa na direcção Principal
Fpvp / 12318 + Fsvp / 5025 = 1

com vento q = 900 Pa na direcção Secundária
Fpvs / 10425 + Fsvs / 4253 = 1

Cavan S.A.

POSTE K16/125.00/51.00
H<=32 m



Data 93/12/23	Des. Glindina	Visto	Serie : Diagramas	Nº 178

Cavan S.A.

QUADRO CARACTERISTICAS DO POSTE

AK18 / 145.00
MK18 / 145.00

p/ H < = 32 m

h	Ah	Bh
m	mm	mm
0,00	690	470
0,25	697	475
0,50	704	480
1,00	718	490
1,50	732	500
2,00	746	510
3,00	774	530
4,00	802	550
6,00	858	590
8,00	914	630
10,00	970	670
12,00	1026	710
14,00	1082	750
16,00	1138	790
18,00	1194	830
20,00	1250	870
22,00	1306	910
24,00	1362	950
26,00	1418	990
28,00	1474	1030
30,00	1530	1070
32,00	1586	1110

H	Wt	hu	bcg	fpn	fsn
m	kg	m	m	mm	mm
14	8570	12	6,7	379	608
16	10120	14	7,5	451	724
18	11800	16	8,3	529	850
20	13560	18	9,0	610	979
22	15440	19,5	9,7	692	1111
24	17330	21,5	10,4	776	1245
26	19320	23,5	11,0	840	1348
28	21400	25,5	11,8	926	1486
30	23570	27,5	12,4	1014	1627
32	25850	29,5	13,0	1103	1770

Ah = 28 x h + 690 mm
Bh = 20 x h + 470 mm

Tr = 4660 dN.m

Kp01 = 0,774

EQUAÇÕES DAS LINHAS VECTORIAIS:

Fpe / 17948 + Fse / 7056 = 1
Fpn / 14957 + Fsn / 5880 = 1

com vento q = 750 Pa na direcção Principal
Fpvp / 14500 + Fsvp / 5700 = 1

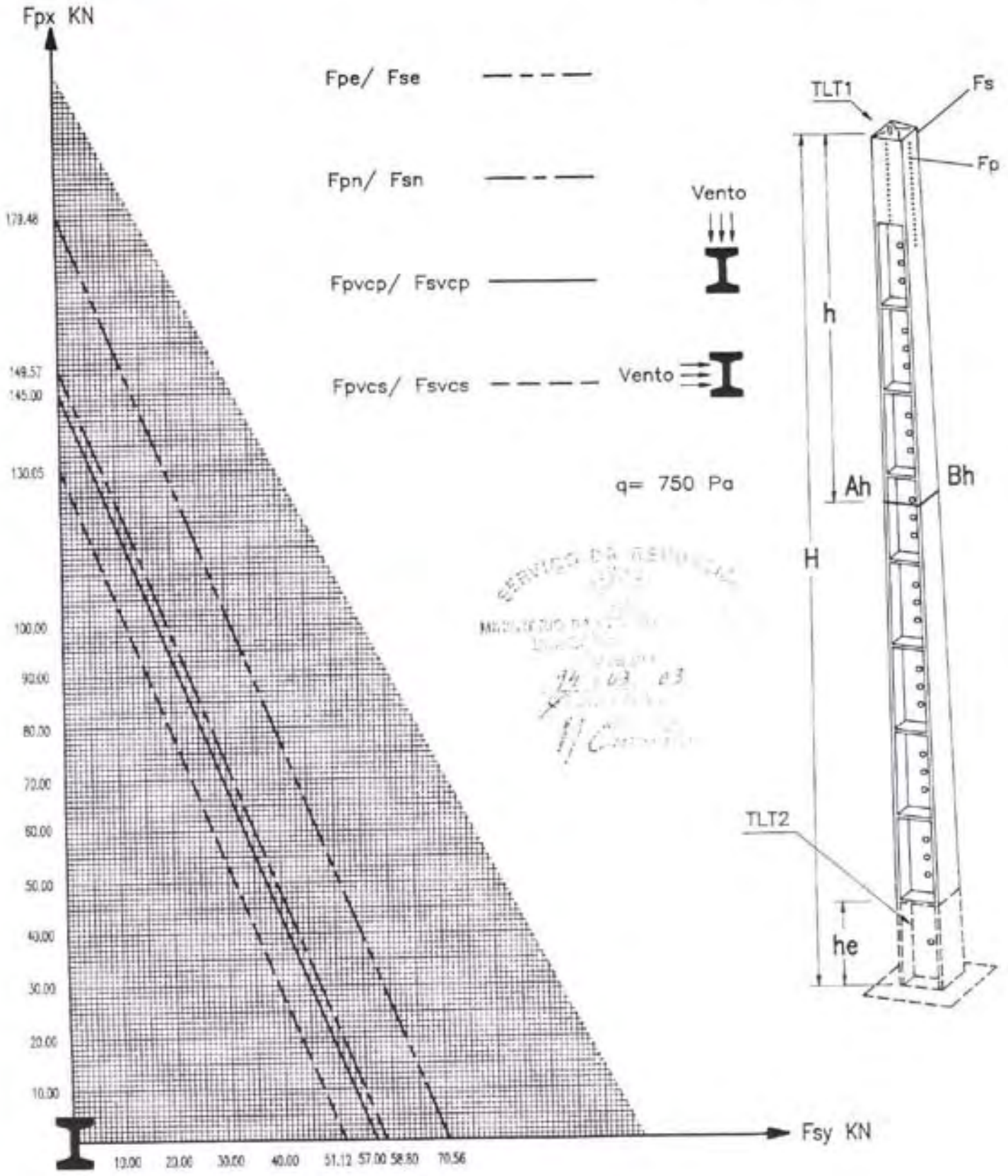
com vento q = 750 Pa na direcção Secundária
Fpvs / 13005 + Fsvs / 5112 = 1

com vento q = 900 Pa na direcção Principal
Fpvp / 14307 + Fsvp / 5624 = 1

com vento q = 900 Pa na direcção Secundária
Fpvs / 12182 + Fsvs / 4789 = 1

Cavan S.A.

POSTE K18/145.00/57.00
H<=32 m



Data 93/12/23	Des. Glendina	Visto	Serie : Diagramas	Nº 179

QUADRO CARACTERISTICAS DO POSTE

AK20 / 165.00
MK20 / 165.00

p/ H < = 32 m

h m	Ah mm	Bh mm
0,00	746	510
0,25	753	515
0,50	760	520
1,00	774	530
1,50	788	540
2,00	802	550
3,00	830	570
4,00	858	590
6,00	914	630
8,00	970	670
10,00	1026	710
12,00	1082	750
14,00	1138	790
16,00	1194	830
18,00	1250	870
20,00	1306	910
22,00	1362	950
24,00	1418	990
26,00	1474	1030
28,00	1530	1070
30,00	1586	1110
32,00	1642	1150

H m	Wt kg	hu m	bcg m	fpn mm	fsn mm
14	9660	12	6,8	404	649
16	11320	14	7,6	482	774
18	13110	16	8,4	566	908
20	14990	18	9,1	651	1046
22	16900	19,5	9,8	739	1187
24	18900	21,5	10,5	829	1331
26	20990	23,5	11,1	897	1440
28	23180	25,5	11,9	989	1589
30	25450	27,5	12,5	1083	1739
32	27840	29,5	13,1	1178	1892

Ah = 28 x h + 746 mm
Bh = 20 x h + 510 mm

Tr = 5330 dN.m

Kp01 = 0,772

EQUAÇÕES DAS LINHAS VECTORIAIS:

Fpe / 20386 + Fse / 7784 = 1
Fpn / 16989 + Fsn / 6487 = 1

com vento q = 750 Pa na direcção Principal
Fpvp / 16500 + Fsvp / 6300 = 1

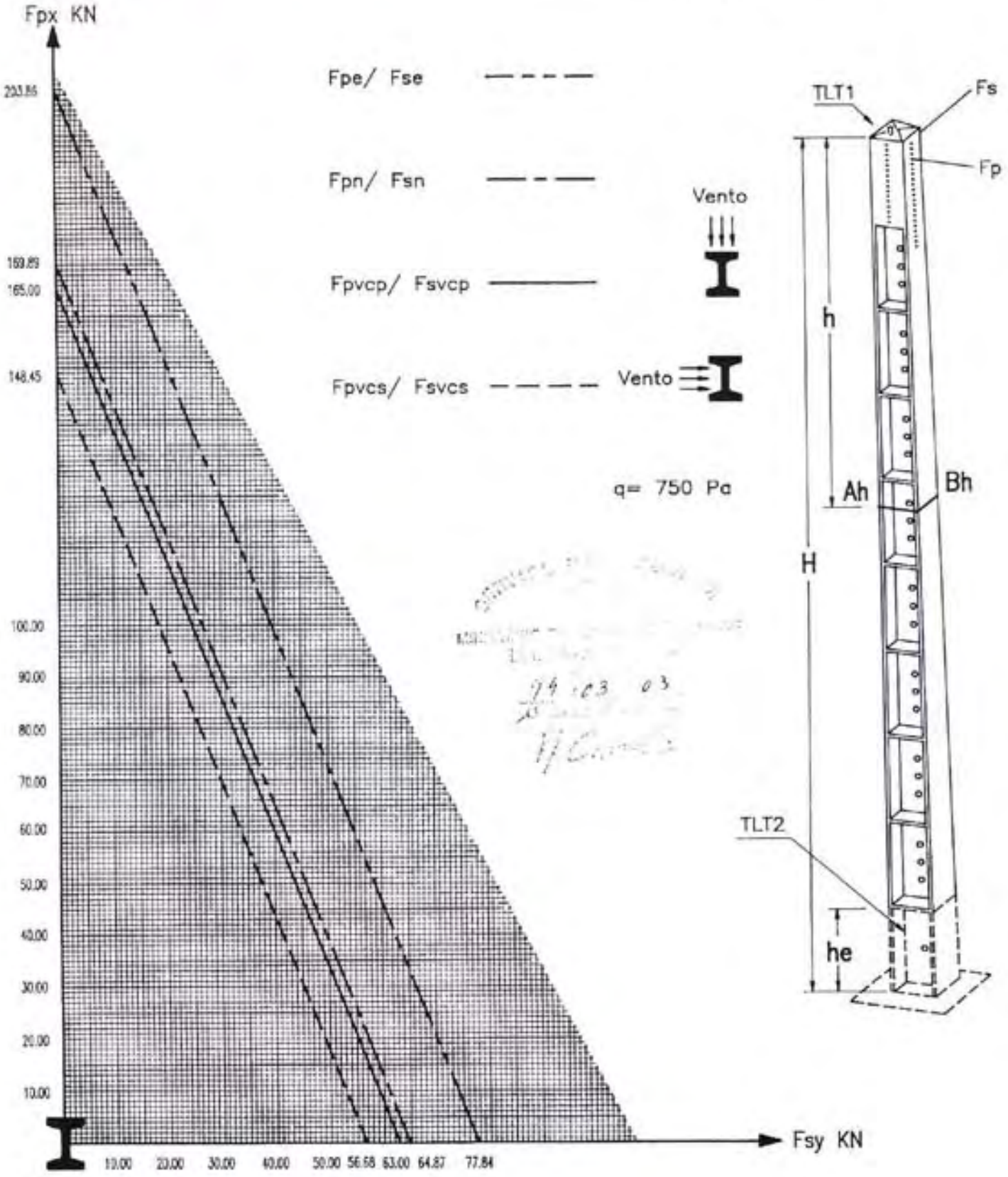
com vento q = 750 Pa na direcção Secundária
Fpvs / 14845 + Fsvs / 5668 = 1

com vento q = 900 Pa na direcção Principal
Fpvp / 16295 + Fsvp / 6222 = 1

com vento q = 900 Pa na direcção Secundária
Fpvs / 13948 + Fsvs / 5326 = 1

Cavan S.A.

POSTE K20/165.00/63.00
H<=32 m



Data 93/12/23	Des. Olindina	Visto	Serie : Diagramas	Nº 180

Anexo A4. Características dos Cabos

Nome do Projeto:	T2025-0062 Linha Aérea 30 kV de Abrigada		
Local:	Abrigada, Alenquer, Portugal	**Revisão:**	0
Documento:	Anexo 04. Carcterísiticas dos Cabos	**Data:**	31/10/2025

Normas/Documentos de Referência: Catálogo Solidal | DMA-C34-120N| DMA-C34-122N

CABO CONDUTOR

Tipo de Cabo Condutor	Material	Código (DMA-C34-120N)	Secção Nominal	Secção			Composição		Diâmetro	Massa linear	Módulo de Elasticidade	Coeficiente de Dilatação Linear	Resistência Elétrica a 20ºC em C.C.	Carga de Rotura
				Aço	Alumínio	Cabo	Alumínio (nº x d)	Aço (nº x d)						
			mm^2	mm^2	mm^2	mm	mm	mm	mm	kg/km	N/mm^2	1/K	Ω/km	kN
ACSR	Alumínio-Aço	42-AL1/7-ST1A	50	42.41	7.07	49.48	6 x 3	1 x 3	9	172,40	76000	1,86E-05	0.677	14,93

CONDUTORES NUS PARA LINHAS AÉREAS

Cabos de alumínio com alma de aço

Características e ensaios

Elaboração: DTI

Homologação: Setembro 2010

Edição: 5ª. Substitui a edição de MAR 2008

Emissão: EDP Distribuição – Energia, S.A.
DTI – Direcção de Tecnologia e Inovação
R. Camilo Castelo Branco, 43 • 1050-044 LISBOA • Tel.: 210021500 • Fax: 210021444
E-mail: dti@edp.pt

Divulgação: EDP Distribuição – Energia, S.A.
GBCO – Gabinete de Comunicação
R. Camilo Castelo Branco, 43 • 1050-044 LISBOA • Tel.: 210021684 • Fax: 210021635

ÍNDICE

0 INTRODUÇÃO 3
1 OBJECTO 3
2 NORMAS E DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA 3
3 TERMOS E DEFINIÇÕES 3
4 CARACTERÍSTICAS DOS FIOS DE ALUMÍNIO 5
4.1 Características eléctricas e físicas (para efeitos de cálculo) 5
4.2 Material 5
4.3 Ausência de defeitos 5
4.4 Diâmetros nominais e tolerâncias 5
4.5 Soldaduras 5
4.6 Ensaios 5
5 CARACTERÍSTICAS DOS FIOS DE AÇO ZINCADO 6
5.1 Características físicas (para efeitos de cálculo) 6
5.2 Material 6
5.3 Ausência de defeitos 6
5.4 Diâmetros nominais e tolerâncias 6
5.5 Soldaduras 7
5.6 Ensaios 7
6 PRODUTO DE PROTECÇÃO CONTRA A CORROSÃO 7
7 CARACTERÍSTICAS DOS CABOS DE ALUMÍNIO-AÇO 7
7.1 Secções e composições dos cabos 7
7.2 Diâmetro dos condutores 8
7.3 Sentido de cableagem 9
7.4 Relações de cableagem 9
7.5 Soldaduras 9
7.6 Massa por unidade de comprimento 9
7.7 Resistência eléctrica 10
7.8 Carga de rotura estipulada 10
7.9 Comprimentos modulares de entrega e tolerâncias admitidas 10
8 ENSAIOS 11
8.1 Ensaios de tipo 11
8.2 Ensaios de série por amostra - Amostragem 11
8.3 Especificação dos ensaios de tipo e de série por amostra 11
9 MARCAÇÃO 12
10 CONDIÇÕES RELATIVAS AO ACONDICIONAMENTO DOS CABOS 13
11 GUIA DE USO 14
ANEXO A – INFORMAÇÃO RELATIVA AOS CABOS NUS DE ALUMÍNIO-AÇO 15

0 INTRODUÇÃO

A elaboração deste documento, revisão do DMA-C34-120/N, de Março de 2008, resultou da necessidade de actualizar alguns aspectos decorrentes das condições de fornecimento dos cabos.

As principais alterações são:

- foram especificados novos comprimentos modulares de entrega dos cabos de secções 30 mm^2 e 50 mm^2;
- nas condições relativas ao acondicionamento dos cabos:
  - foi introduzida uma solução alternativa à estipulada para a protecção dos cabos contra a intempérie e as agressões mecânicas provocadas por eventuais rugosidades da madeira constituinte da bobina;
  - a consolidação da embalagem foi limitada a duas alternativas: por meio de ripas de madeira, aplicadas de forma contínua (justapostas) na periferia das abas da bobina ou por esteiras de produto celulósico prensado.

1 OBJECTO

O presente documento destina-se a indicar as características e os ensaios de cabos nus de alumínio com alma de aço para linhas aéreas da EDP Distribuição – Energia, S. A..

Nota: *todos os cabos especificados neste documento cabem dentro da designação AL1/ST1A, da EN 50 182.*

2 NORMAS E DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

No presente documento são mencionadas as seguintes normas e documentos de referência:

EN 50 182 (May 2001)	- Conductors for overhead lines - Round wire concentric lay stranded conductors
IEC 60 889 (1987)	- Fil d´aluminium écroui dur pour conducteurs de lignes aériennes
EN 50 189 (January 2000)	- Conductors for overhead lines – Zinc coated steel wires
EN 50 326 (August 2002)	- Conductors for overhead lines - Characteristics of greases
IEC 60 050-466	- International Electrotechnical Vocabulary (IEV) - Chapter 466: Overhead Lines

3 TERMOS E DEFINIÇÕES

Para efeitos do presente documento, são aplicáveis as seguintes definições, que estão de acordo com a EN 50 182 e a IEC 60 050-466.

3.1
condutor
material destinado a ser usado para transportar corrente eléctrica e constituído por vários fios não isolados e cableados em conjunto.

3.2
condutor cableado em camadas concêntricas
condutor constituído por uma alma central rodeada por uma ou mais camadas sucessivas de fios enrolados em hélices de sentidos alternados.

3.3
cabo de alumínio com alma de aço ou cabo de alumínio-aço
condutor composto por fios de alumínio e de aço zincado, cableados em camadas concêntricas, sendo a ou as camadas centrais de aço zincado, e as camadas exteriores de alumínio.

3.4
sentido de cableagem
o sentido de cableagem é definido a partir de um troço de condutor colocado verticalmente. Ele diz-se à esquerda, se o enrolamento dos fios seguir a direcção da parte central da letra S, e diz-se à direita, se seguir a direcção da parte central da letra Z.

3.5
passo de cableagem
comprimento axial de uma volta completa da hélice formada por um fio individual dum condutor cableado.

3.6
relação de cableagem (duma camada)
relação entre o passo de cableagem e o diâmetro exterior da camada correspondente dos fios do condutor cableado.

3.7
fio
filamento de metal trefilado com uma secção recta circular constante.

3.8
comprimento de cabo
é o comprimento modular de entrega, tal como especificado na secção 7.9 do presente documento.

3.9
factor de incremento
factor de incremento duma característica (a massa, ou a resistência eléctrica) é o factor pelo qual se deve multiplicar o valor dessa característica relativa a um fio direito dum determinado comprimento para se obter o valor da mesma característica da parte dum cabo com o mesmo comprimento, e constituída por fios iguais ao anterior.

3.10
fornecimento
por fornecimento, entende-se uma quantidade determinada de produtos, que pode ser constituída por um ou mais lotes de produção, colocados, de uma só vez, à disposição do cliente.

3.11
ensaios de tipo
ensaios realizados sobre um pequeno número de produtos, representativos de uma produção industrial, com o objectivo de verificar a conformidade com a especificação técnica, de um certo número de características supostamente independentes das variações previsíveis de uma produção industrial continuada, sem alteração das condições de produção (nomeadamente matérias-primas, métodos e processo tecnológicos).

3.12
ensaios de série por amostra
ensaios realizados durante um ciclo de realização do produto, em qualquer das suas fases, na forma de ensaios sobre amostras, com o objectivo de verificar a conformidade com a especificação técnica respectiva, das características do produto supostas dependentes das variações de uma produção industrial continuada.

4 CARACTERÍSTICAS DOS FIOS DE ALUMÍNIO

Os fios de alumínio duro serão do tipo AL1, devendo ter as seguintes características, de acordo com a IEC 60889:

4.1 Características eléctricas e físicas (para efeitos de cálculo)

— Resistividade máxima a 20 °C: 28,264 nΩ.m

— Massa volúmica a 20 °C: 2,703 kg/dm^3

— Coeficiente de dilatação linear: 23 x 10^{-6} K^{-1}

— Coeficiente de temperatura da resistência a massa constante, a 20 °C: 0,004 03 K^{-1}

4.2 Material

Os fios devem ser de alumínio de pureza conveniente, tendo em vista as características especificadas em seguida. O teor em alumínio não deve ser inferior a 99,5 %.

4.3 Ausência de defeitos

A superfície exterior dos fios de alumínio deve ser lisa e não deve apresentar asperezas, escamas, rebarbas, inclusões ou quaisquer outros defeitos semelhantes.

4.4 Diâmetros nominais e tolerâncias

Os fios de alumínio devem ter os diâmetros nominais e respectivas tolerâncias indicados no quadro 1, abaixo. Os valores dos diâmetros são expressos em milímetros, com duas casas decimais.

Quadro 1
Características dos fios de alumínio duro

Diâmetros	
Valor nominal	**Tolerância**
(mm)	
2,36	± 0,03 mm
2,58	± 0,03 mm
2,92	± 0,03 mm
3,00	± 0,03 mm
3,15	±1%
3,35	±1%
4,00	±1%

4.5 Soldaduras

Só são permitidas soldaduras nos fios de alumínio nas condições expressas na cláusula 7 da IEC 60 889.

4.6 Ensaios

As amostras destinadas aos ensaios dos fios de liga de alumínio são recolhidas antes da cableagem e ensaiadas de acordo com o estabelecido na cláusula 10 da IEC 60 889.

Os ensaios a realizar nos fios de alumínio são os listados no quadro 9 do presente documento.

5 CARACTERÍSTICAS DOS FIOS DE AÇO ZINCADO

Os fios de aço devem ser zincados, do tipo ST1A, só se admitindo a operação de zincagem após a trefilagem dos fios.

As suas características devem ser as seguintes, de acordo com a EN 50 189:

5.1 Características físicas (para efeitos de cálculo)

- Resistividade a 20 ºC — 192 nΩ.m
- Massa volúmica a 20 °C — 7,78 kg/dm^3
- Coeficiente de dilatação linear — 11,5 X 10^{-6} K^{-1}
- Módulo de elasticidade — 207 000 N/mm^2

5.2 Material

O aço usado no fabrico dos fios deve ser isento de impurezas susceptíveis de virem a comprometer o comportamento mecânico do cabo.

Os lingotes de zinco devem conter, pelo menos, 99,85 % de zinco. Como processos de zincagem, admitem-se a zincagem por imersão a quente e a electrozincagem.

5.3 Ausência de defeitos

A superfície exterior dos fios de aço zincado deve ser lisa e livre de todos os defeitos que sejam incompatíveis com as prescrições do presente documento.

5.4 Diâmetros nominais e tolerâncias

Os fios de aço zincado devem ter os diâmetros nominais e respectivas tolerâncias indicados no quadro 2, abaixo.

Os valores dos diâmetros são expressos em milímetros, com duas casas decimais.

A determinação dum diâmetro faz-se com duas medições na mesma secção recta, segundo duas direcções perpendiculares entre si.

Quadro 2
Características dos fios de aço zincado

Diâmetros	
Valor nominal	**Tolerâncias**
(mm)	(mm)
2,00	±0,03
2,36	±0,04
2,43	±0,04
2,92	±0,05
3,00	±0,05
3,35	±0,05
4,00	±0,06

5.5 Soldaduras

Só são permitidas soldaduras nos fios de alumínio nas condições expressas na cláusula 9 da EN 50 189.

5.6 Ensaios

As amostras destinadas aos ensaios dos fios de aço zincado são recolhidas antes da cableagem e ensaiadas de acordo com o estabelecido na cláusula 11 da EN 50 189.

Os ensaios a realizar nos fios de aço zincado são os listados no quadro 9 do presente documento.

6 PRODUTO DE PROTECÇÃO CONTRA A CORROSÃO

Os cabos de alumínio com alma de aço serão protegidos contra a corrosão por meio da aplicação, antes da cableagem, de um produto obedecendo à EN 50 326 e aprovado pela EDP Distribuição.

Essa aplicação será de acordo com o caso 1 (figura B.1(a), do anexo B, da EN 50 182): só nos fios de aço. A massa do produto de protecção, para cada cabo, deverá estar de acordo com os valores referidos no quadro 3 seguinte.

Para casos especiais, na respectiva encomenda poder-se-á requerer, para aplicação do produto de protecção qualquer dos outros três casos definidos na mesma norma: caso 2 (figura B.1(b)), caso 3 (figura B.1(c)) e caso 4 (figura B.1(d)).

Quadro 3
Massa do produto de protecção

Secção nominal do cabo	Massa do produto de protecção		
(mm^2)	(kg/km)		
	Valor mínimo	Valor nominal	Valor máximo
30	0,5	0,8	1,2
50	0,8	1,3	1,8
90	1,4	2,3	3,2
130	7,4	9,3	11,2
160	3,5	4,4	5,3
235	5,2	6,5	7,8
325	9,8	12,2	14,6

7 CARACTERÍSTICAS DOS CABOS DE ALUMÍNIO-AÇO

7.1 Secções e composições dos cabos

Os cabos devem ter as secções e composições indicadas no quadro 4 abaixo.

O número mínimo de fios de alumínio é de 6, e o de fios de aço é de 1.

Quadro 4
Cabos de alumínio-aço

Código	Código antigo	Constituição (número de fios x diâmetro dos fios)		Secção real			Diâmetro		Massa por unidade de comprimento	Carga de rotura estipulada	Resistência eléctrica a 20 °C em corrente contínua
		(mm)		(mm²)			(mm)		(kg/km)	(kN)	(Ω/km)
		Alumínio	Aço	Alumínio	Aço	Total	Aço	Cabo			
26-AL1/4-ST1A	30	6x2,36	1x2,36	26,25	4,37	30,62	2,36	7,08	106,0	9,34	1,0932
42-AL1/7-ST1A	Robin 50	6x3,00	1x3,00	42,41	7,07	49,48	3,00	9,00	171,4	14,93	0,6765
75-AL1/13-ST1A	90	6x4,00	1x4,00	75,40	12,57	87,96	4,00	12,00	304,6	25,28	0,3805
80-AL1/47-ST1A	Guinea 130	12x2,92	7x2,92	80,36	46,88	127,24	8,76	14,60	588,2	66,46	0,3594
136-AL1/22-ST1A	Partridge 160	26x2,58	7x2,00	135,93	21,99	157,92	6,00	16,32	547,1	47,75	0,2124
203-AL1/32-ST1A	235	26x3,15	7x2,43	202,62	32,46	235,08	7,29	19,89	813,0	68,82	0,1425
264-AL1/62-ST1A	Bear 325	30x3,35	7x3,35	264,42	61,70	326,12	10,05	23,45	1212,8	109,38	0,1093

Nota 1: *tal como se refere, adiante, na secção 7.6, os valores da massa por unidade de comprimento dos cabos, indicados na coluna "massa nominal unitária", não incluem os valores correspondentes à massa do produto de protecção contra a corrosão, uma vez que esse valor depende do tipo de produto usado e do número de camadas dos cabos às quais esse produto tiver sido aplicado. No quadro 3 deste DMA são apresentados os valores dessa massa, para o caso de aplicação do produto sobre a alma de aço: Caso 1 (figura B.1 (a), do anexo B, da EN 50 182).*

Nota 2: *os valores da resistência eléctrica apresentados são os valores máximos permitidos com referência à respectiva secção real do alumínio. Como se admite para a área da secção recta da parte do alumínio uma tolerância de ±2 % para cada amostra, os valores da resistência eléctrica medida devem respeitar, para cada secção nominal de cabo, o respectivo valor máximo afectado da mesma tolerância de ±2 %.*

Nota 3: *quando não se refere no cabeçalho duma coluna se os valores dessa coluna são mínimos ou máximos, entende-se que são valores nominais.*

7.2 Diâmetro dos condutores

Os diâmetros dos condutores devem estar dentro dos limites fixados no quadro 5, abaixo.

Quadro 5
Diâmetros dos condutores

Secção nominal	Tolerâncias
(mm²)	
30	± 0,1 mm
50	± 0,1 mm
90	± 1 %
130	± 1 %
160	± 1 %
235	± 1 %
325	± 1 %

7.3 Sentido de cableagem

Os fios de alumínio ou de aço zincado devem ser dispostos em camadas concêntricas, desenvolvendo-se alternada e sucessivamente em sentidos contrários.

Os fios da última camada devem ser enrolados sempre à direita (sentido de cableagem Z), devendo os fios de alumínio das diversas camadas ser igual e firmemente cableados sobre as camadas subjacentes.

7.4 Relações de cableagem

As relações de cableagem dos fios nas diferentes camadas devem estar dentro dos limites fixados no quadro 6 seguinte.

Quadro 6
Relações de cableagem dos fios das diversas camadas

Secção nominal do cabo	Número de fios		Relação de cableagem dos fios de aço		Relação de cableagem dos fios de alumínio				
			Camada de 6 fios		Camada exterior		Camadas interiores		
(mm^2)	Al	Aço	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima	n (a)
30; 50; 90	6	1	—	—	10	14	—	—	—
130	12	7	16	26	10	14	—	—	—
160	26	7	16	26	10	14	10	16	1
235	26	7	16	26	10	14	10	16	1
325	30	7	16	26	10	14	10	16	1

(a) n - nº de camadas interiores de alumínio

Num condutor com diversas camadas de fios de alumínio, a relação de cableagem de qualquer camada de alumínio não deve ser superior à relação de cableagem da camada imediatamente subjacente.

7.5 Soldaduras

Só são permitidas soldaduras nas condições expressas na cláusula 5.6 da EN 50 182.

7.6 Massa por unidade de comprimento

A massa teórica por unidade de comprimento do cabo está indicada no quadro 4, secção 7.1 do presente documento, e foi calculada com base nos valores das massas volúmicas do alumínio e dos fios de aço zincado, tendo sido aplicados os factores de incremento da massa indicados no quadro 7 seguinte. A esse valor deve ser adicionada a massa do produto de protecção acima indicada no quadro 3.

A tolerância admissível na massa dos cabos de alumínio-aço, sem produto de protecção, num comprimento unitário, é de ± 2 % dos valores anteriormente indicados no quadro 4.

Quadro 7
Factores de incremento da massa e da resistência eléctrica

Secção nominal do cabo	Composição		Factor de incremento da massa		Factor de incremento da resistência eléctrica
(mm^2)	Alumínio	Aço	Alumínio	Aço	
30	6	1	6,083	1,000	0,169
50	6	1	6,083	1,000	0,169
90	6	1	6,083	1,000	0,169
130	12	7	12,260	7,036	0,085
160	26	7	26,567	7,036	0,039
235	26	7	26,567	7,036	0,039
325	30	7	30,678	7,036	0,034

7.7 Resistência eléctrica

A resistência eléctrica foi calculada com base na resistividade do alumínio, tendo sido aplicados os factores de incremento da resistência acima indicados no quadro 7.

Os valores da resistência por unidade de comprimento estão indicados no quadro 4 deste documento.

7.8 Carga de rotura estipulada

A carga de rotura estipulada de um cabo de alumínio-aço é igual à soma da carga mínima da parte de alumínio adicionada à soma da carga mínima dos fios de aço zincado correspondente a um alongamento compatível com o dos fios de alumínio no momento da rotura. A carga relativa aos fios de aço é tomada como igual à carga, antes do cableamento, correspondente a um alongamento de 1 %, num provete de 250 mm de comprimento, entre marcas.

Os valores das cargas de rotura estipuladas dos cabos de alumínio-aço estão indicados no quadro 4, secção 7.1 do presente documento.

7.9 Comprimentos modulares de entrega e tolerâncias admitidas

Os cabos devem ser entregues em bobinas com os comprimentos modulares seguidamente indicados no quadro 8, sobre os quais se admitem as tolerâncias nele referidas.

Quadro 8
Comprimentos modulares de entrega e tolerâncias admitidas

Secção nominal do cabo	Comprimentos modulares	Tolerâncias
(mm^2)	(m)	
30	1 x 2000	± 5 %
50	1 x 4000	± 5 %
90	1 x 3000	± 5 %
130	1 x 2000	± 5 %
160	1 x 3000	± 5 %
235	1 x 3000	± 5 %
325	1 x 2000	± 5 %

8 ENSAIOS

8.1 Ensaios de tipo

Os ensaios de tipo destinam-se a verificar as características principais de um condutor, que dependem principalmente do seu projecto. Realizam-se apenas uma vez, para uma dada constituição do condutor.

Os ensaios referentes ao diagrama tensão-deformação, carga de rotura e de desenrolamento carecem de acordo entre as partes.

Os ensaios de tipo a realizar nos fios de alumínio, nos fios de aço zincado e nos cabos de alumínio-aço, assim como no produto de protecção contra a corrosão encontram-se listados, e indexados às subcláusulas da EN 50 182, no quadro 9 abaixo.

8.2 Ensaios de série por amostra - Amostragem

Os ensaios de série por amostra destinam-se a garantir a qualidade dos condutores e a sua conformidade com as exigências da presente especificação, sendo realizados sobre pelo menos 10 % das bobinas fabricadas para a EDP Distribuição, devendo cada fio ser ensaiado. Desde que acordado entre a EDP Distribuição e o fabricante, o número de amostras pode ser reduzido.

As bobinas para amostra das deverão ser seleccionadas aleatoriamente e as amostras retiradas ao nível da extremidade exterior das bobinas.

O comprimento da amostra de condutor deve ser suficiente para permitir realizar todos os ensaios num único comprimento de fio.

No sentido de verificar o produto de protecção contar a corrosão, deve ser retirada uma amostra do condutor de uma das bobinas de cada lote a controlar.

Os ensaios de série por amostra a realizar nos fios de alumínio, nos fios de aço zincado e nos cabos de alumínio-aço, assim como no produto de protecção contra a corrosão encontram-se listados, e indexados às subcláusulas da EN 50 182, no quadro 9 abaixo.

8.3 Especificação dos ensaios de tipo e de série por amostra

Os ensaios de tipo e de série por amostra a realizar nos fios de alumínio, nos fios de aço zincado e nos cabos de alumínio-aço, assim como no produto de protecção contra a corrosão, encontram-se listados, e indexados às subcláusulas da EN 50 182, no quadro 9 seguinte.

Quadro 9
Ensaios de tipo e de série por amostra

		Ensaio de tipo	Ensaio de série por amostra	Subcláusula da EN 50 182
Condutor	Aspecto exterior / Estado superficial	x	x	6.4.1
	Diâmetro	x	x	6.4.2
	Verificação do estado inerte	x	x	6.4.3
	Relação e sentido de cableamento	x	x	6.4.4
	Número de fios	x	x	6.4.5
	Massa por unidade de comprimento	x	x	6.4.6
	Diagrama tensão-deformação	(1)	-	6.4.7
	Carga de rotura	(1)	-	6.4.8
	Ensaio de desenrolamento	(1)	-	6.4.9
Fios de alumínio	Diâmetro	x	x	6.5.2
	Resistência à tracção	x	x	
	Resistividade	x	x	
	Ensaio de enrolamento	x	x	
	Soldaduras	x	-	6.5.3
Fios de aço zincado	Diâmetro	x	x	6.5.2
	Resistência à tracção	x	x	
	Tensão mecânica a 1% de alongamento	x	x	
	Teste de alongamento ou de torsão	x	x	
	Ensaio de enrolamento	x	x	
	Massa do revestimento de zinco	x	x	
	Continuidade do revestimento de zinco	x	x	
	Aderência do revestimento de zinco	x	x	
Produto de protecção	Massa por unidade de comprimento	x	x	6.6.1
	Ponto de gota	x	x	6.6.2
(1) Depois de acordado entre a EDP Distribuição e o fabricante				

9 MARCAÇÃO

As bobinas de cabo de alumínio-aço devem ter uma etiqueta, onde constem, de forma legível e indelével, no mínimo, as seguintes indicações:

— Nome do fabricante ou marca de fabrico.

— Materiais e secção nominal do cabo (exemplo: "cabo Al-aço 50 mm^2").

— Comprimento do cabo; no caso de 2 troços na mesma bobina, indicação do comprimento de cada um, começando pelo de fora.

— Peso líquido e tara.
— Marca com a sigla EDP Distribuição.
— Semana e ano de fabrico[1)].
— Número de bobina ou referência que permita a rastreabilidade do cabo.
— Identificação da encomenda da empresa do Grupo EDP.
— Armazém da empresa do Grupo EDP, de destino.

Em ambas as abas da bobina deve ser indicado o sentido de desenrolamento.

Nota: *o sentido de desenrolamento é o sentido em que se deve desenrolar o cabo da bobina.*

10 CONDIÇÕES RELATIVAS AO ACONDICIONAMENTO DOS CABOS

Os cabos devem ser entregues em bobinas de madeira, em bom estado, de construção suficientemente sólida para resistirem às operações normais de carga, transporte e descarga, com as abas reforçadas por meio de placas de ferro na zona do eixo.

As abas das bobinas devem ter um diâmetro suficiente para impedir quaisquer riscos de contacto do condutor com o solo durante as operações normais de transporte e desenrolamento.

O cabo deve ser enrolado nas bobinas em espiras o mais apertado possível, sem que haja encavalitamento de espiras de uma mesma camada.

Além disso, a ponta do cabo da camada exterior deve ser fixada sobre a parte interna de uma das abas da bobina, de forma a evitar o deslocamento das últimas espiras durante as operações de carga, transporte e descarga e o seu ponto de fixação deve ser assinalado no exterior da bobina por meio de marca indelével.

As placas de ferro atrás referidas, destinadas ao reforço das abas, devem ter um furo central redondo com cerca de 90 mm de diâmetro. O diâmetro do furo central da aba será, no mínimo, de 80 mm.

Deve existir uma protecção do cabo contra a intempérie e as agressões mecânicas provocadas por eventuais rugosidades da madeira constituinte da bobina, por meio de folhas de papel impregnado, de dimensões adequadas.

Este material deve ser aplicado no núcleo das bobinas com pontas suficientemente compridas para envolver o cabo após o seu enrolamento na bobina, completado com uma folha do mesmo papel, enrolada sobre a última camada de cabo, devidamente cintada com fitas que não danifiquem o cabo.

Em alternativa, o núcleo das bobinas pode ser revestido, em toda a sua extensão, por meio de uma folha de papel impregnado; em seguida, cobrem-se as partes interiores das abas com uma protecção de matéria plástica (tipo Cartonplast), completando-se este procedimento com uma folha do mesmo papel, devidamente cintada.

Para consolidação da embalagem, o cabo deve ser protegido por meio de ripas de madeira pregadas, de forma contínua (justapostas) na periferia das abas das bobinas. Em alternativa às ripas de madeira, podem usar-se esteiras de produto celulósico prensado, resultante da reciclagem de produtos secundários da indústria das madeiras.

---

1) Segundo a NP EN 28 601 (1996) em representação truncada, na forma YYWww (por exemplo, 96W12 para a 12ª semana de 1996). Em alternativa, admite-se a forma de representação Ano – Mês – Dia.

As bobinas do cabo de 325 mm^2 de secção devem ter um diâmetro mínimo, no núcleo, de 700 mm e abas com uma espessura mínima de 90 mm e diâmetro máximo de 2300 mm. A largura, medida entre as superfícies internas das abas, não deve ser superior a 1000 mm.

Os cabos nas bobinas devem apresentar-se isentos de quaisquer sujidades, partículas e demais depósitos estranhos, devendo ainda estar livres de quaisquer excessos de óleo ou produto de protecção contra a corrosão.

As extremidades do cabo na bobina devem ser convenientemente apertadas, de modo a garantir-se a não descableagem de qualquer fio.

11 GUIA DE USO

Os fabricantes devem apresentar um Guia de Uso onde constem recomendações sobre acondicionamento, transporte, armazenamento, manuseamento e instalação dos cabos.

ANEXO A

INFORMAÇÃO RELATIVA AOS CABOS NUS DE ALUMÍNIO-AÇO

Candidato:
Responsável pelo preenchimento:
Cargo ocupado:
Contacto telefónico:
E-mail:

Referências EDP dos cabos	
Fornecedor	
Fabricante / Nacionalidade do fabricante	/
Marca comercial	

Referência do condutor/ Código	**Constituição** (número de fios x diâmetro dos fios)		**Secção real**			**Diâmetro**		**Massa por unidade de comprimento**	**Carga de rotura estipulada**	**Resistência eléctrica a 20 ºC em corrente contínua**
	(mm)		(mm²)			(mm)		(kg/km)	(kN)	(Ω/km)
	Alumínio	Aço	Alumínio	Aço	Total	Aço	Cabo			

Referência do condutor:					
		Subcláusula da EN 50 182	**Ensaios de tipo**	**Ensaios de série por amostra**	**Observações**
Condutor	Aspecto exterior / Estado superficial	6.4.1			
	Diâmetro	6.4.2			
	Verificação do estado inerte	6.4.3			
	Relação e sentido de cableamento	6.4.4			
	Número de fios	6.4.5			
	Massa por unidade de comprimento	6.4.6			
	Diagrama tensão-deformação	6.4.7	(1)	-	
	Carga de rotura	6.4.8	(1)	-	
	Ensaio de desenrolamento	6.4.9	(1)	-	
Fios de alumínio	Diâmetro	6.5.2			
	Resistência à tracção				
	Resistividade				
	Ensaio de enrolamento				
	Soldaduras	6.5.3		-	

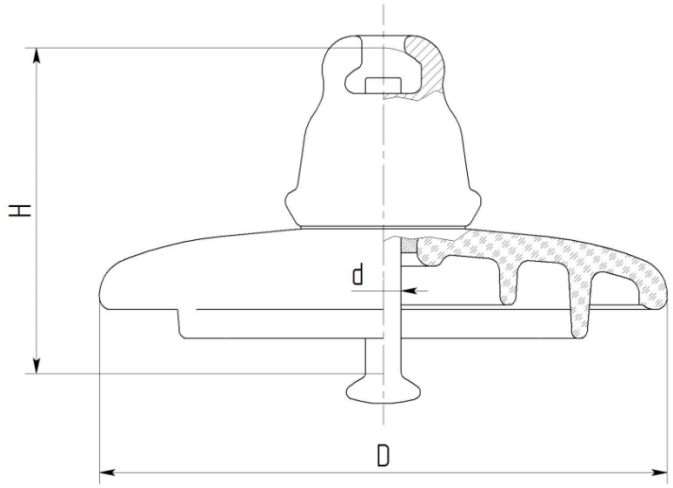
- Continua -

- Continuação do anexo A -

Referência do condutor:					
		Subcláusula da EN 50 182	**Ensaios de tipo**	**Ensaios de série por amostra**	**Observações**
Fios de aço zincado	Diâmetro	6.5.2			
	Resistência à tracção				
	Tensão mecânica a 1 % de alongamento				
	Teste de alongamento ou de torsão				
	Ensaio de enrolamento				
	Massa do revestimento de zinco				
	Continuidade do revestimento de zinco				
	Aderência do revestimento de zinco				
Produto de protecção	Massa por unidade de comprimento	6.6.1			
	Ponto de gota	6.6.2			
(1) Depois de acordado entre a EDP Distribuição e o fabricante					

HV glass suspension insulator
U70BS and U70BL type

Ball and socket type
Standard profile

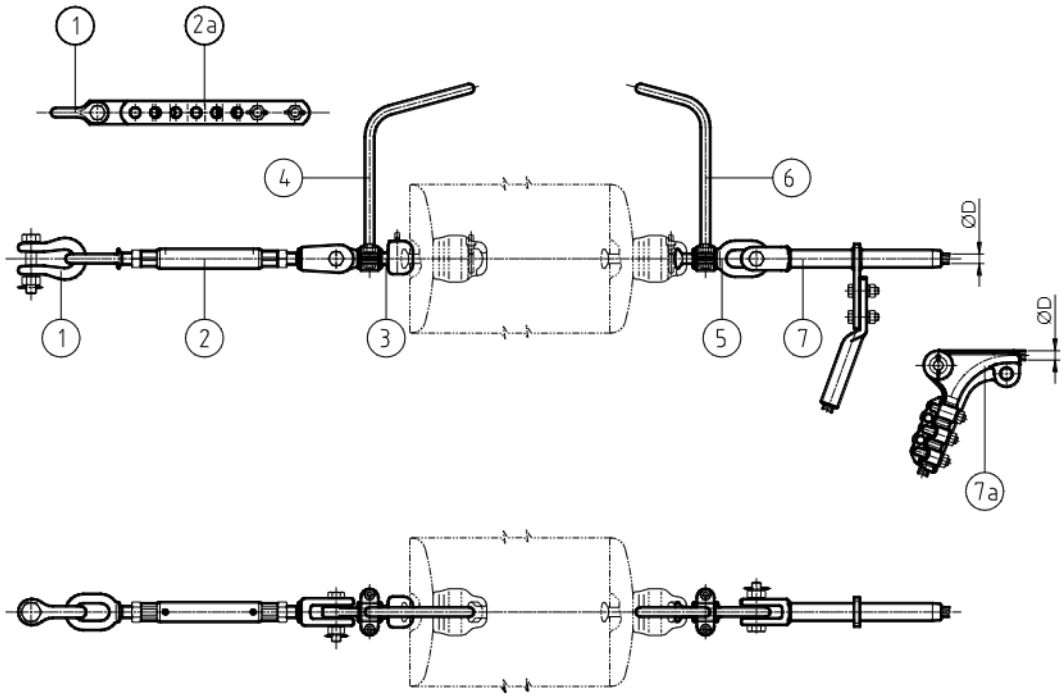


Reference designation	IEC 60305	U70BS	U70BL
	GOST 27661	ПС70Е	ПС70Е
Minimum mechanical failing load	kN	70	70
Minimum mechanical residual strength	kN	56	56
Diameter of the insulating part, D	mm	255	255
Spacing, H	mm	127	146
Nominal creepage distance	mm	320	320
Ball and socket coupling, d (IEC 60120)	mm	16	16
Puncture voltage in insulating medium	kV	130	130
50 Hz withstand voltage (dry)	kV	70	70
50 Hz withstand voltage (wet)	kV	40	40
Dry lightning impulse withstand voltage, 1.2/50 +/-	kV	100/100	100/100
Radio interference voltage	dB	60	60
	kV	20	20
	dB	86	86
	kV	25	25
Weight	kg	3.6	3.6

All technical characteristics are in accordance with IEC standards.

CADEIA AMARRAÇÃO ASCENDENTE SIMPLES 1 CONDUTOR
SINGLE TENSION REVERSED STRING
CADENA DE AMARRE INVERTIDA SENCILLA
CHAINE SIMPLE RENVERSÉ D'ANCRAGE

Tensão
Tension
Tensión
Tension
60/150/220 kV



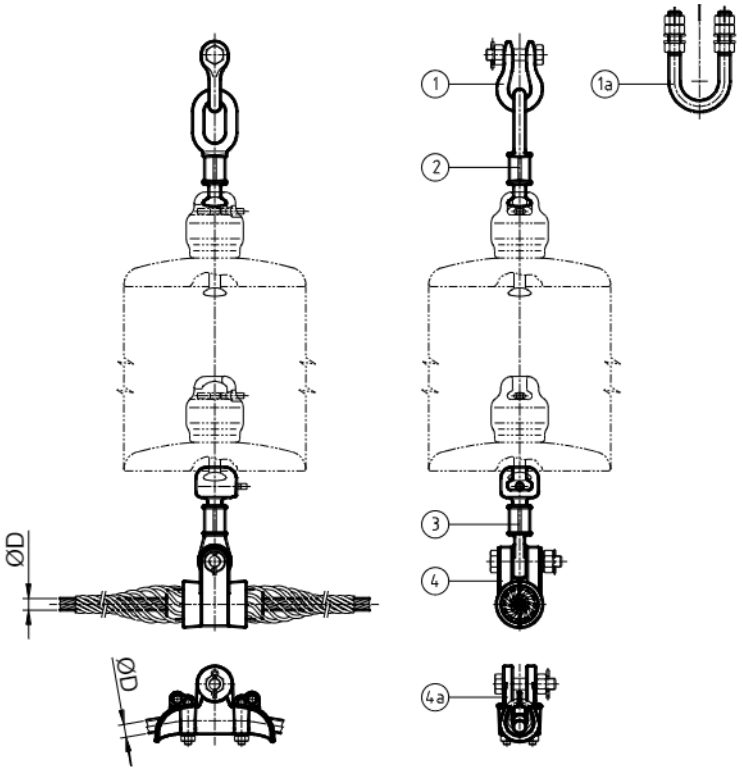
Item	Designação	Code	Referencia	Référence
1	Manilha direita	Shackle	Grillete recto	Manille
2	Esticador	Turnbuckle	Tensor de rosca	Tendeur d'ancrage
2a	Prolongo regulável	Sag adjuster link	Tensor de corredera	Rallonge réglable
3	Rótula-olhal	Socket eye	Rotula de proteccion	Ball socket a tenon
4	Haste descarga	Arcing horn	Descargador	Corne
5	Elo bola	Ball eye	Anilla bola	Oeillets a rotule
6	Haste descarga	Arcing horn	Descargador	Corne
7	Pinça de compressão	Compression clamp	Grapa de compresion	Manchon d'ancrage
7a	Pinça de amarração	Strain clamp	Grapa de amarre	Pince d'ancrage

Por favor especificar diâmetro exacto do condutor e nome do condutor.
Please specify exact conductor diameter and conductor name.
Por favor especifique el diámetro exacto del conductor y nombre del conductor.
S'il vous plaît indiquer le diamètre exact du conducteur et le nom du conducteur.

Ref. (Skelt)	ØD - Condutor ØD - Conductor ØD - Conductor ØD - Conducteur	Designação - Secção Code name - Section Designación - Sección Désignation - Section

CADEIA SUSPENSÃO SIMPLES 1 CONDUTOR
SINGLE SUSPENSION STRING
CADENA DE SUSPENSION SENCILLA
CHAINE SIMPLE DE SUSPENSION

Tensão
Tension
Tensión
Tension
30/60/150/220 kV



Item	Designação	Code	Referencia	Référence
1	Manilha direita	Shackle	Grillete recto	Manille
1a	Estribo	U-Bolt	Estribo	Etrier
2	Elo bola	Ball eye	Anilla bola	Oeillets a rotule
3	Rótula-olhal	Socket eye	Rotula de proteccion	Ball socket a tenon
4	Pinça suspensão AGS	Armour grip suspension clamp	Grapa de suspensión armada	Pince de suspension préformé
4a	Pinça de alinhamento	Suspension clamp	Grapa de suspensión	Pince de suspension

Por favor especificar diâmetro exacto do condutor e nome do condutor.
Please specify exact conductor diameter and conductor name.
Por favor especifique el diámetro exacto del conductor y nombre del conductor.
S'il vous plaît indiquer le diamètre exact du conducteur et le nom du conducteur.

Ref. (Skelt)	ØD - Condutor ØD - Conductor ØD - Conductor ØD - Conducteur	Designação - Secção Code name - Section Designación - Sección Désignation - Section

A5. CAPACIDADE TÉRMICA

Nome do Projeto:	T2025-0062 Linha Aérea 30 kV de Abrigada		
Local:	Abrigada, Alenquer, Portugal	**Revisão:**	0
Documento:	A5. CAPACIDADE TÉRMICA	**Data:**	31/10/2025

Normas/Documentos de Referência: DMA-C34-120/N

Modelo de Cálculo: Kuipers & Brown (Pj + Ps - Pc - Pr = 0)

Dados da linha

Tensão nominal	30	kV
Coeficiente de variação c/temperatura	0.00403	$ºC^{-1}$
Temperatura ambiente	40	ºC
Temperatura máxima do condutor	50	ºC

Características dimensionais do cabo

Tipo de cabo	ACSR 50	
Secção nominal	49.5	mm^2
Diâmetro	9	mm

Características elétricas do cabo

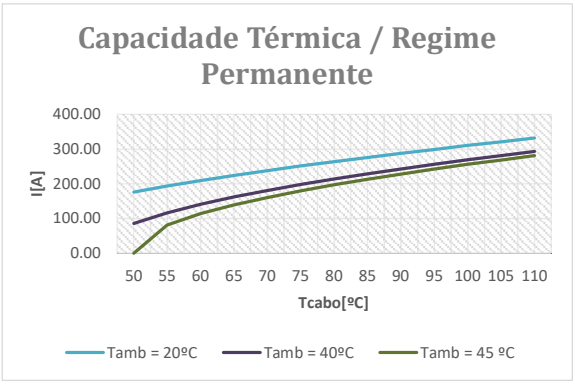
Resistência eléctrica DC, a 20º	0.677	Ω/km
Resistência eléctrica (Tmáx)	0.7588	Ω/km

Capacidade de Transporte

Coeficiente de absorção solar (α)	0.5	
Intensidade de radiação solar (R)	1000	W/m^2
Poder emisivo em relação ao corpo negro (E)	0.6	
Constante de Stefan (σ)	5.70E-08	$W/m^2.K^4$
Velocidade do vento	0.6	m/s
Ps - Potência absorvida a partir da radiação solar	4.50	W/m
Pc - Potência perdida por convecção	8.24	W/m
Pt - Potência perdida por irradiação	1.25	W/m
Intensidade de corrente	81.08	A
Potência aparente	4.21	MVA

ACSR 50	
Temperatura Ambiente (ºC)	Resistividade do cabo (Ω)
50	0.759
55	0.772
60	0.786
65	0.800
70	0.813
75	0.827
80	0.841
85	0.854

ACSR 50	
Temperatura Ambiente (ºC)	Intensidade de Corrente (A)
0	234.9
5	221.8
10	207.9
15	192.9
20	176.5
25	158.3
30	137.6
35	113.0
40	81.1
45	18.5



ACSR 50										
Tc [ºC]	Temp. Ambiente [ºC]									
	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
50	234.90	221.85	207.90	192.86	176.46	158.27	137.57	113.00	85.66	-*
55	247.97	235.64	222.56	208.58	193.52	177.09	158.86	138.13	116.82	81.56
60	260.47	248.75	236.40	223.29	209.29	194.20	177.73	159.47	141.42	114.03
65	272.47	261.29	249.56	237.18	224.05	210.02	194.90	178.40	162.46	139.28
70	284.03	273.33	262.14	250.38	237.98	224.82	210.77	195.61	181.20	160.74
75	295.23	284.95	274.23	263.01	251.23	238.81	225.62	211.53	198.28	179.78
80	306.09	296.18	285.88	275.14	263.91	252.11	239.66	226.44	214.11	197.10
85	316.65	307.08	297.16	286.85	276.09	264.83	253.01	240.53	228.96	213.13
90	326.94	317.69	308.11	298.17	287.84	277.06	265.78	253.93	243.00	228.15
95	337.00	328.03	318.76	309.17	299.21	288.86	278.05	266.75	256.37	242.34
100	346.84	338.13	329.15	319.86	310.25	300.28	289.90	279.08	269.17	255.85
105	356.48	348.01	339.29	330.29	320.99	311.36	301.37	290.97	281.49	268.77
110	365.94	357.70	349.22	340.49	331.47	322.16	312.51	302.49	293.38	281.20

*Para uma Tc 50ºC e Temp. Ambiente de 45ºC não é possível a transporte de potência, por não haver disponibilidade térmica do condutor

Anexo A.6 Elementos Gerais da Linha

Nome do Projeto:	T2025-0062 Linha Aérea 30 kV de Abrigada		
Local:	Abrigada, Alenquer, Portugal	**Revisão:**	00
Documento:	Anexo A.6 - Elementos Gerais da Linha	**Data:**	31/10/2025

Dados da Linha

Tensão Nominal (kV)	30
Nº de Circuitos	1
Nº de Condutores por Fase	1
Nº de fases	3
Tipo de Cabo	ACSR 50
Secção Nominal (mm²)	49.48

ELEMENTOS GERAIS

Apoio			Ângulo Topográfico	Vão [m]	Distância à origem [m]	Coordenadas			Amortecedores
Nº do Apoio	Tipo de Apoio	Tipo de Armação				Meridiano [m]	Perpendicular [m]	Cota [m]	
AP (exist)	-	HRFSC80	-	12.58	0.00	-	-	-	*
1	18M4000	GAN80	5.03	63.01	12.58	-74855.81	-58661.15	87.64	*
2	18M2250	GAN80	36.09	39.42	75.59	-74793.66	-58650.73	85.49	*
3	20M2250	GAN80	-15.14	54.06	115.01	-74757.36	-58666.11	83.66	*
4	20M5000	GAN80	-24.2406	93.07	169.08	-74704.02	-58674.89	84.02	*
5	20M800	GAN80	-6.46	125.12	262.15	-74613.14	-58654.78	86.09	*
6	20M1000	GAN80	-9.34	126.71	387.27	-74494.35	-58615.51	93.00	*
7	18M1000	GAN80	12.6695	92.08	513.97	-74381.15	-58558.58	101.18	*
8	18M4000	GAN80	-12.53	32.21	606.05	-74292.33	-58534.29	104.99	*
9	16M1200	HRFSC80	-	-	638.26	-74263.53	-58519.89	106.71	*

*A quantidade deverá ser determinada pelo fornecedor