UNIVERSIDADE DE LISBOA
FACULDADE DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DA TERRA E ENERGIA

Metodologias de Investigação Geotécnica em Projetos de Obras Correntes

Luís José Tavares Gaspar

Mestrado em Geologia
Especialização em Geologia Aplicada e Ambiental

Relatório de Estágio orientado por:
Professora Doutora Maria Isabel Gonçalves Fernades (FCUL)
Engenheiro Paulo António Gomes Durão Correia (Geocontrole)

2025

Agradecimentos

Este relatório de estágio representa, para além do fim de uma etapa académica, um percurso repleto de desafios, aprendizagens e superações, que não teria sido possível sem o apoio de várias pessoas, às quais expresso o meu mais sincero agradecimento.

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer à empresa de acolhimento, Geocontrole, Geotecnia e Estruturas de Fundação SA, pela oportunidade de integrar a equipa e de desenvolver um trabalho técnico e científico num ambiente profissional estimulante, que tanto contribuiu para o meu crescimento profissional e pessoal. Neste âmbito, queria agradecer ao meu orientador Engenheiro Paulo Durão, pela orientação, disponibilidade e por todo o conhecimento que me forneceu, levando à consolidação de competências adquiridas.

À equipa técnica e científica com quem pude colaborar durante o estágio, expresso o meu reconhecimento pelo acolhimento caloroso, pela partilha de conhecimentos e pela disponibilidade em esclarecer dúvidas. A troca de ideias, as experiências de campo e as reuniões construtivas foram cruciais para o aprofundamento das temáticas exploradas.

Agradeço também à minha orientadora, Professora Doutora Isabel Fernandes, pelo incentivo à reflexão crítica e pelo contributo na estruturação deste trabalho. O seu conhecimento, paciência e exigência foram fundamentais para o desenvolvimento do mesmo.

Por fim, não posso deixar de agradecer à minha família e aos meus amigos, pelo apoio incondicional, incentivo constante e compreensão ao longo desta etapa. A todos os que, de forma direta ou indireta, contribuíram para a realização deste estágio e, consequente, elaboração deste relatório, deixo o meu mais sincero obrigado.

Resumo

O presente relatório, realizado no âmbito do estágio curricular do Mestrado em Geologia, com especialização em Geologia Aplicada e Ambiental, teve como principal objetivo a análise e descrição de metodologias de investigação geológica-geotécnica aplicada em projetos de obras correntes. O estágio decorreu na empresa Geocontrole, Geotecnia e Estruturas de Fundação SA, onde foram acompanhadas várias campanhas de prospeção geológica-geotécnica para fins de engenharia civil.

As metodologias selecionadas para os estudos geológico-geotécnicos tiveram em consideração a natureza do solo, a profundidade de análise desejada e o tipo de estrutura que se pretende implementar. Assim, recorreu-se a diferentes tipos de prospeção, com destaque para os ensaios *in situ*, como o *Standard Penetration Test* (SPT), o pressiómetro de Ménard, entre outros. Como complemento a estas metodologias, foram realizados ensaios laboratoriais de caracterização física e mecânica dos solos.

Este relatório inclui a análise de três casos de estudo, que permitiram observar a aplicação prática das metodologias descritas, desde o planeamento da campanha de prospeção até à análise e interpretação dos resultados obtidos. A diversidade geológica dos locais estudados, resultou numa compreensão mais alargada das adaptações metodológicas que ocorrem consoante o contexto geotécnico em que cada projeto está inserido.

Os parâmetros obtidos nas campanhas de prospeção e ensaio são fundamentais para o dimensionamento de fundações e estruturas de suporte. A interpretação de resultados salienta a importância de uma abordagem multidisciplinar, de forma a conjugar a prospeção no terreno e a análise laboratorial, para garantir fiabilidade dos dados recolhidos e a adaptação de soluções geotécnicas para cada projeto.

Conclui-se que, em qualquer obra de engenharia civil, a prospeção geológica-geotécnica é uma etapa imprescindível que influencia diretamente a viabilidade técnica e económica de cada projeto, garantindo a segurança e a sustentabilidade das infraestruturas que se pretende construir.

Palavras-chave:

Prospecção geológica-geotécnica; SPT; Pressiómetro de Ménard; CPT; Caracterização de solos

Abstract

Developed in the scope of the curricular internship for the Master's degree in Geology, with a specialization in Applied and Environmental Geology, the present report focuses on the analysis and description of geological and geotechnical prospection methodologies applied to current projects. The internship took place at Geocontrole – Geotecnia e Estruturas de Fundação S.A., where several geological and geotechnical prospection campaigns were monitored for civil engineering purposes.

The selected methodologies for each investigation considered the soil characteristics, the desired depth of analysis, and the type of structure to be implemented. Accordingly, different types of prospection techniques were employed, with emphasis on *in situ* tests, such as Standard Penetration Test (SPT), Ménard pressuremeter, among others. Complementary laboratory tests were performed to determine the physical and mechanical properties of the soils.

This report includes the analysis of three case studies, which enabled the observation of the practical application of the described methodologies, from the planning of the prospection campaigns to the analysis and interpretation of the obtained results. The geological diversity of the studied sites provided a broader understanding of methodological adaptations according to the geotechnical context of each project.

The parameters collected through the prospection campaigns are fundamental for the design of foundations and retaining structures. The interpretation of results highlights the importance of a multidisciplinary approach, integrating field investigation with laboratory analysis, to ensure data reliability and the adaptation of geotechnical solutions tailored to each project.

It is concluded that, in any civil engineering project, the geological and geotechnical prospection phase is mandatory, directly influencing the technical and economic feasibility of the project, while ensuring the safety and sustainability of the infrastructures to be constructed.

Keywords:

Geological and geotechnical prospection; SPT; Ménard Pressuremeter;CPT;Soil characterization

Índice Geral

Agradecimentos ……...ii

Resumo ……iii

Abstract ……iv

Índice Geral ……...v

Índice de Figuras ……...viii

Índice de Tabelas ……xi

Índice de Equações ……...xviii

Lista de Abreviaturas ……..xx

Símbolos ……xxiv

1. Introdução ……1
2. Prospeção Geológica-Geotécnica ……4
   2.1. Métodos de Prospeção Direta ……4
   2.2. Métodos de Prospeção Semi-Direta ……5
      2.2.1.Sondagem com Furação por Trado ……5
      2.2.2.Sondagens com Furação à Rotação ……6
      2.2.3.Sondagens com Furação Destrutiva ……7
   2.3. Métodos de Prospeção Indiretos ……7
   2.4. Ensaios *in situ* ……10
      2.4.1.*Standard Penetration Test* ……11
         2.4.1.1. Eficiência do Equipamento SPT ……12
         2.4.1.2. Fatores corretivos dos resultados do ensaio SPT…… 12
         2.4.1.3. Correlações do Valor de N_{SPT} …… 16
      2.4.2. Ensaio de Penetração Dinâmica ……19
      2.4.3.Pressiómetro de Ménard……20
      2.4.4.Ensaio de Penetração Estática ……22
      2.4.5.Piezómetros ……24
   2.5. Ensaios Laboratoriais ……25
      2.5.1.Ensaio de Granulometria ……25
      2.5.2.Teor em Água ……27
      2.5.3.Limites de Consistência ou Atterberg ……27
      2.5.4.Ensaio de Compactação Proctol Modificado ou Pesado……28
      2.5.5. Índice Californiano de Capacidade de Carga……31
3. Caracterização Geológica-Geotécnica do Terreno ……33
   3.1. Classificação de Maciços Rochosos ……33
      3.1.1. Índice de Qualidade da Rocha e Percentagem de Recuperação……33
      3.1.2. Estado de Alteração e Fraturação ……34

3.1.3.*Rock Mass Rating* ……..……..….35
3.2. Classificação de Maciços Terrosos ...…….....36
3.3. Diagrama de Sondagem ……..…...……..…..37
3.4. Neotectónica e Sismicidade ……..…..……39
4. Casos de Estudo ……..……...……....41
4.1. Caso I – Empreendimento Clarissas ……..……..…..…..41
4.1.1.Enquadramento Geográfico e Geológico ……...……...…..41
4.1.2.Objetivos da Campanha e Plano de Estudo ……...……..…..43
4.1.3. Metodologias e Resultados …….…….…...46
4.1.3.1. Ensaios Pressiométricos de Ménard …….…....….46
4.1.3.2. Ensaios Laboratoriais…….……...…….....….....47
4.1.3.3. Instalação de Piezómetros ……..……...… ……..50
4.1.4.Condições Geológico-Geotécnicas ……..……..…..…51
4.1.5.Condições de Fundação ……54
4.1.5.1. Lote 1 ……..……..54
4.2.Caso II ……..…….....56
4.2.1.Enquadramento Geográfico e Geológico ……...……...57
4.2.2. Objetivos da Campanha e Plano de Estudo …….…….....…….56
4.2.3. Metodologias e Resultados …….……..……..….58
4.2.3.1. Ensaios Laboratoriais …….……..…….…....59
4.2.3.2. Instalação de Piezómetros …… ……....…..59
4.2.4. Condições Geológico-Geotécnicas …….……..……60
4.2.5. Condições de Fundação ……...…...……...……62
4.3.Caso III - Castelo de Torres Vedras ……....……64
4.3.1.Enquadramento Geográfico e Geológico ……..……...64
4.3.2. Objetivos da Campanha e Plano de Estudo ……..…..65
4.3.3. Metodologias e Resultados …….……...…66
4.3.4. Condições Geológico-Geotécnicas ……..…….69
5. Considerações Finais …….…….....…….……72
6. Referências Bibliográficas ……..……..……74
7. Anexos …..…….…….…….……....…….…….80

Índice de Figuras

Figura 2.1. – Exemplo de um método de prospeção direta no terreno: escavação de um poço….4

Figura 2.2. – Exemplo de equipamento para a realização de uma sondagem ……...……5

Figura 2.3. – Exemplo de equipamento para a realização de uma sondagem com furação por trado oco……...……6

Figura 2.4. – Exemplo de equipamento para a realização de uma sondagem com furação por rotação ……...……7

Figura 2.5. - Esquema ilustrativo os principais tipos de ondas sísmicas geradas a partir de uma fonte sísmica, durante um estudo de refração sísmica (inclui as ondas aéreas, ondas diretas, ondas de superfície, ondas refletidas e ondas refratadas), e propagam-se de forma diferente ao atravessarem interfaces entre materiais com propriedades distintas, como é o caso de diferentes velocidades consoante as camadas (adaptado de Wang & Kong, 2023) ……8

Figura 2.6. – a) Esquema do amostrador de SPT padronizado segundo a norma EN ISO 22476-3; b) Representação da sequência de um ensaio de SPT (EN ISO 22476-3); c) Recolha de amostra proveniente de um ensaio de SPT ……..11

Figura 2.7. – Correlação de ϕ com a variação de N_{SPT} e rácio entre a tensão vertical efetiva e a pressão atmosférica, segundo De Mello (1971) (adaptado de Ameratunga *et al.*, 2016) ……....17

Figura 2.8. – Exemplo do equipamento utilizado para a realização do ensaio de penetração dinâmica ……...……...19

Figura 2.9. – Exemplos dos equipamentos utilizados na realização do ensaio pressiométrico....21

Figura 2.10. – Esquemas de pressiómetros do tipo PPF: de Ménard que contém três células (guarda e central) e combina gás e água como fluídos de pressão (a), LLT da Oyo, que dispõe de uma única célula de grande comprimento, eliminando efeitos de extremidade (b) e "Texam" da Roctest, sendo similar ao LLT, mas com macaco hidráulico para aplicar a pressão (c) (adaptado de da Silva, 2001) ……21

Figura 2.11. – Exemplo de uma curva pressiométrica típica (adaptada de Silva, 2001)……..22

Figura 2.12. – Esquema da ponteira cónica nos ensaios CPT ou CPTU (adaptado de Fonseca *et al.*, 2016)……...23

Figura 2.13. - Esquemas ilustrativos de piezómetro hidráulico de circuito aberto e fechado (adaptado de Gonzalez de Vallejo & Ferrer, 2011) ……24

Figura 2.14. –Esquema ilustrativo dos limites de consistência: LR – Limite de Retração; LP – Limite de Plasticidade; LL – Limite de Liquidez (adaptado de Caputo, 1996) ……..27

Figura 2.15. – a) Exemplos de curvas de compactação de diferentes solos, com respetivos cálculos, em que W_w é o peso da água, W_s é o peso do solo, V é o volume total e γ é o peso

volúmico. b) Curvas de compactação a diferentes energias, com respetivos cálculos, onde Vw é o volume de água, V_v é o volume de vazios, S_r é o grau de saturação, G_s é a densidade das partículas sólidas e γ_w é o peso volúmico da água (adaptado de Fortunato, 2022) ……30

Figura 3.1. – Diagrama Triangular de Feret (adaptado de Matos Fernandes, 2006) ……...36

Figura 3.2. – Exemplo de um relatório LOG da empresa Geocontrole ……...38

Figura 3.3. - Zonas sísmicas em Portugal Continental, para os cenários de sismo afastado (à esquerda) e sismo próximo (à direita) (Anexo Nacional NA, 2010) ……...39

Figura 4.1. – a) Enquadramento geográfico da campanha de prospeção geotécnica realizada no caso prático do empreendimento Clarissas, em Sacavém. b) Enquadramento geológico da mesma campanha de prospeção geotécnica (Pais *et al.*, 2008) ……...42

Figura 4.2. – Poços de reconhecimento do Caso de Estudo I, realizados com a retroescavadora Komatsu WB93R ……...……..44

Figura 4.3. – Localização dos trabalhos de prospeção e colocação de piezómetro……...….46

Figura 4.4. - Exemplo de um log e uma caixa de sondagens do Caso de Estudo I……..47

Figura 4.5. - Exemplo de um perfil geológico-geotécnico do Caso de Estudo I……..54

Figura 4.6. - a) Enquadramento geográfico da campanha de prospeção geotécnica realizada no caso II, na região da Trafaria. b) Enquadramento geológico da mesma campanha de prospeção geotécnica (Ramalho *et al.*, 1999; Pais *et al.*, 2005) ……...57

Figura 4.7. – Exemplo de um log e um conjunto de copos SPT de uma sondagem do Caso de Estudo II. ……..……59

Figura 4.8. – Exemplo de um perfil geológico-geotécnico do Caso de Estudo II……62

Figura 4.9. - a) Enquadramento geográfico da campanha de prospeção geotécnica realizada no caso prático do Castelo de Torres Vedras. b) Enquadramento geológico da mesma campanha de prospeção geotécnica (de Matos, 1954) …….....65

Figura 4.10. – Localização dos diversos ensaios realizados no plano de trabalhos descrito …..67

Figura 4.11. – Exemplo de um log e uma caixa de sondagens do Caso de Estudo III…….67

Figura 4.12. – Exemplo de um perfil geológico-geotécnico do Caso de Estudo III……69

Índice de Tabelas

Tabela 1.1 - Objetivos do estudo geológico geotécnico variam cosoante as fases do projeto (adaptado de Gonzalez de Vallejo *et al.*, 2002) ……1

Tabela 1.2 – Etapas dos trabalhos a desenvolver consoante a fase do projeto (adaptado de Gonzalez de Vallejo *et al.*, 2002) ……..…..3

Tabela 2.1.– Tipos de ensaios *in situ*, consoante os parâmetros que se pretende determinar (adaptado de Gonzalez de Vallejo *et al.*, 2002; Schmaid, 2014 e Terzaghi *et al.*, 1996) ……....10

Tabela 2.2. – Fator de correção do comprimento da coluna de varas (relevante para comprimentos inferiores a 10 metros), tendo em conta a norma europeia EN ISO 22476-3:2005) ……..……13

Tabela 2.3. – Fator de correção da tensão efetiva de recobrimento do solo, tendo em conta a norma europeia ISO 22476-3:2005). (σ'_v corresponde à tensão efetiva vertical e é dada em kPa) ……..……14

Tabela 2.4. – Relações empíricas propostas para C_N (adaptada de Ameratung *et al.*, 2016) ...15

Tabela 2.5. – Parâmetros variáveis do solo, a aplicar na Equação 2.14 (adaptada de Bowles, 1997) ……...…….16

Tabela 2.6. – Correlação entre N'_{60} e D_r de areias. Considerações a ter em conta são: para $D_r \geq 35\%$, $N'_{60}/Dr_2 \approx 60$; para areias grossas, N deve ser multiplicado por 55/60; para areias finas, N deve ser multiplicado por 65/60 (adaptado por Skempton, 1986) ……..…….17

Tabela 2.7. – Correlação entre o módulo de elasticidade e N_{60} (adaptado de Schmaid, 2014)....18

Tabela 2.8. – Correlação entre N_{SPT} em solos coesivos, com consistência e resistência ao corte (adaptado de Terzaghi & Peck, 1967) ……..……19

Tabela 2.9. – Tipos de penetrómetros dinâmicos, segundo ISSMGE (1989) (adaptado de Matos Fernandes, 2011) …….20

Tabela 2.10. – Dimensão granulométrica do solo (adaptado de EN ISO 14688-1:2017) …...….25

Tabela 2.11. – Conjunto de peneiros ASTM usado em análises granulométricas ….……..26

Tabela 2.12. – Classificação dos solos com base no Índice de Plasticidade (adaptado da IAEG, 1979) ……....28

Tabela 2.13. – Diferentes tipos de ensaios de Proctor (normalizado pela E197-1966 LNEC)…28

Tabela 3.1. – Classificação de maciços rochosos com base no Índice de RQD (adaptado de Deere & Deere, 1989) ……..…34

Tabela 3.2. – Classificação de maciços rochosos com base no estado de alteração (de acordo com ISRM, 1978) ……...34

Tabela 3.3. – Classificação de maciços rochosos com base no estado de fraturação (de acordo com ISRM, 1978) ……....35

Tabela 3.4. – Classificação de maciços rochosos com base no sistema RMR (adaptado de Bieniawski, 1989) ……..……..35

Tabela 3.5. – Aceleração máxima de referância nas diversas zonas sísmicas, segundo a norma NP EN 1998 (EC8) ……..40

Tabela 3.6. – Tipologia de terrenos, segundo a norma NP EN 1998 (EC8) …….…...40

Tabela 4.1. – Planeamento dos poços de reconhecimento, consoante a sua localização e profundidade …….…...43

Tabela 4.2. – Planeamento de sondagens realizadas no Caso de Estudo I, consoante a análise a ser realizada e as características de furação ……...….44

Tabela 4.3. – Resultados obtidos com a realização dos ensaios pressiométricos nos locais mencionados ……...….48

Tabela 4.4. - Resultados laboratoriais obtidos das amostras indeformadas …….……49

Tabela 4.5. - Resultados laboratoriais das amostras remexidas colhidas nos poços ……...50

Tabela 4.6. - Valores de pH e alcalinidade das águas recolhidas dos piezómetros ……..50

Tabela 4.7. – Piezómetros instalados nos locais mencionados …….……...51

Tabela 4.8. - Niveis de água medidos nos piezómetros …….……..51

Tabela 4.9. – Coluna litoestratigráfica do local …….……..52

Tabela 4.10 – Lote 1. Profundidades de fundação e tensões recomendadas ……...56

Tabela 4.11 – Lote 1 - Parâmetros geotécnicos.……...….56

Tabela 4.12. - Planeamento de sondagens realizadas no Caso de Estudo II ……....59

Tabela 4.13. - Resultados laboratoriais obtidos das amostras indeformadas ……...…60

Tabela 4.14. - Piézometros instalados no Caso de Estudo II …….…..61

Tabela 4.15. - Níveis de água medidos nos piezómetros ……...……..61

Tabela 4.16. - Coluna litoestratigráfica do local ……...……...62

Tabela 4.17. – Profundidades de fundação e tensões recomendadas ……...64

Tabela 4.18. – Parametros geotécnicos(fundações até 2m de profundidade)……..64

Tabela 4.19. - Planeamento de sondagens realizadas no Caso de Estudo III …….….66

Tabela 4.20. - Resultados laboratoriais obtidos das amostras indeformadas ……...……68

Tabela 4.21. - Resultados obtidos nos ensaios de compressão uniaxial ……...…...69

Tabela 4.22. - Coluna litoestratigráfica do local ……...…...69

Índice de Equações

Equação 2.1 – Equação para o cálculo da força transmitida às varas, segundo a teoria de propagação de ondas em corpos cilíndricos elásticos longos ……...……..…… 12

Equação 2.2. – Equação para o cálculo da energia transferida às varas ……..……12

Equação 2.3. – Equação para o cálculo da energia de impacto do martelo ……..…...12

Equação 2.4. – Equação para o cálculo da eficiência do martelo ….……..……..12

Equação 2.5. – Normalização do valor N_{SPT} segundo a norma ISO 22476-3 ……...……..13

Equação 2.6. - Normalização do valor N_{SPT} segundo a norma ISO 22476-3, considerando fatores de correção relevantes ……...…..... 13

Equação 2.7. – Expressão do ajuste da normalização do valor de N_{SPT}, conforme a consolidação e densidade do solo ….……..…….. 14

Equação 2.8. – Equação para o cálculo da tensão vertical total ……..…….…..14

Equação 2.9. – Equação para o cálculo do nível freático ……..…….……..…14

Equação 2.10. – Expressão do ajuste do valor de N_{SPT} para solos granulares ..……...15

Equação 2.11. – Expressão do ajuste do valor de N_{SPT} para solos granulares, considerando a tensão lateral …….....…. 15

Equação 2.12. – Equação para o cálculo da densidade relativa, ou índice de compacidade ….16

Equação 2.13. – Expressão do cálculo da densidade relativa, correlacionada com o valor de N_{SPT} ……..16

Equação 2.14. – Expressão do cálculo da densidade relativa, correlacionada com o valor de N_{SPT}, envolvendo parâmetros variáveis do solo ……..……...16

Equação 2.15. – Equação para o cálculo da densidade relativa, correlacionada com N'_{60} em areias limpas ……...……16

Equação 2.16. – Equação para o cálculo do ângulo de atrito interno …….……17

Equação 2.17. – Expressão do cálculo do ângulo de atrito do solo, aplicando o valor N_{SPT} acertado a 60% 17

Equação 2.18. – Equação para o cálculo do módulo de elasticidade para solos arenosos e com componentes argilosos ……..……...18

Equação 2.19 e 2.20. – Expressões para o cálculo do módulo de elasticidade para solos arenosos e com componentes argilosos e para solos arenosos mais grosseiros, atribuindo C=3 para silte arenoso e C=12 para cascalho arenoso ..……..…18

Equação 2.21 a 2.23. – Expressão para o cálculo do módulo de elasticidade para solos arenosos e com componentes argilosos , considerando o estado de tensão do solo ……..……...…..18

Equação 2.24. – Equação para o cálculo da resistência ao corte não drenada ...…….……18

Equação 2.25. - Equação para o cálculo da resistência ao corte não drenada reformulado por Bowles (1997) ...……...……...18

Equação 2.26. – Equação para o cálculo da resistência dinâmica de ponta ...…….……20

Equação 2.27. – Equação para o cálculo da razão de atrito ...…….22

Equação 2.28. – Equação para o cálculo da tensão efetiva do solo ……...…….……..25

Equação 2.29. – Equação para o cálculo do coeficiente de uniformidade ...…….……..26

Equação 2.30. – Equação para o cálculo do coeficiente de curvatura ...…….……26

Equação 2.31. – Equação para o cálculo do índice de plasticidade…….28

Equação 2.32. – Equação para o cálculo da energia específica utilizada no ensaio de compactação proctol …….……..…..29

Equação 2.33. – Equação para o cálculo do índice de suporte de Califórnia ...……...31

Equação 2.34. – Equação para o cálculo do índice de suporte de Califórnia dinâmico ……..32

Equação 2.35. – Equação para o cálculo do índice de suporte de Califórnia, com correlação com o módulo de deformabilidade do solo (Powell *et al.*, 1984; Guzzarlapudi *et al.*, 2016) …….....32

Equação 2.36. - Equação para o cálculo do índice de suporte de Califórnia, com correlação com o dimensionamento das fundações de pavimentos (Putri *et al.*, 2012) ……..…….32

Equação 3.1. – Equação para o cálculo do índice RQD ...…….…..33

Equação 3.2. – Equação para o cálculo da percentagem de recuperação ...…….……33

Equação 3.3. – Equação para o cálculo da resistência do maciço (Hoek & Brown, 1997)……..35

Equação 4.1. – Equação para o cálculo da tensão admissível, em função do N_{SPT}……..…56

Equação 4.2. – Equação para o cálculo da tensão admissível, em função do N_{SPT}……..…64

Lista de Abreviaturas

A - área da base do cone

Aa - área da seção transversal das varas

A_c - área da ponteira cónica

a_{gR} - aceleração máxima de referência de projeto

ap - areias de praia

At - aterros/aterros heterogéneos

C – coesão aparente ou total

C' – coesão efetiva

CBR - índice californiano de capacidade de carga (do inglês *California Bearing Ratio*)

C_c - coeficiente de curvatura

C_N - fator de correção da tensão efetiva de sobrecarga

CPT – ensaio de penetração estática (do inglês *Cone Penetration Test*)

CPTU - ensaio de penetração estática (do inglês *Cone Penetration Test with Pore Pressure Measurement*)

C_u - coeficiente de uniformidade

c_u - resistência ao corte não drenada

C0, C1 e C2 - parâmetros variáveis do solo

DPH - ensaio pesado de penetração dinâmica (do inglês *Dynamic Probing Heavy*)

DPL - ensaio ligeiro de penetração dinâmica (do inglês *Dynamic Probing Light*)

DPSH - ensaio super-pesado de penetração dinâmica (do inglês *Dynamic Probing Super Heavy*)

D_r - densidade relativa ou índice de compacidade

Dsv - depósitos superficiais de vertente

E - módulo de deformabilidade do solo

e - índice de vazios natural

$\boldsymbol{e_{max}}$ - índice de vazios máximo

$\boldsymbol{e_{min}}$ - índice de vazios mínimo

EA – energia de adensamento

$\mathbf{E_a}$ - módulo de elasticidade

$\mathbf{E_C}$ - energia específica de compactação

$\mathbf{E_M}$ - módulo pressiométrico

$\mathbf{E_r}$ - eficiência do martelo

$\boldsymbol{f_s}$ - resistência por atrito lateral local

$\boldsymbol{g}$ - aceleração gravítica

$\boldsymbol{G_s}$ - densidade das partículas sólidas

GC - grau de compactação

GRM - método de análise de dados da refração sísmica (do inglês *Ground Response Model*)

$\boldsymbol{h}$ - altura de queda

$\mathbf{h_W}$ - altura da coluna de água

IP - índice de plasticidade

IPMA - Instituto Português do Mar e da Atmosfera

ISRM - Sociedade Internacional de Mecânica das Rochas (do inglês *International Society for Rock Mechanics*)

$\mathbf{J^3_C}$ - Unidade lito-estratigráfica das Margas de Abadia

$\mathbf{J^3_d}$ - Unidade lito-estratigráfica dos Calcários corálicos de Amaral

$\mathbf{K_0}$ – coeficiente de impulso em repouso para solo sobreconsolidado

$\mathbf{K_{0,NC}}$ – coeficiente de impulso em repouso para solo normalmente consolidado

LL - limite de liquidez

LNEC - Laboratório Nacional de Engenharia Civil

LOG - registo de sondagem

LP - limite de plasticidade

LR - limite de retração

M' - massa das varas

N ou *n* - número de golpes

M_{BP} - Unidade lito-estratigráfica da Formação de Areolas de Braço de Prata

M_{CR} - Unidade lito-estratigráfica da Formação de Areolas de Cabo Ruivo

M_{Ec} - Unidade lito-estratigráfica dos Calcários de Entrecampos ("Banco Real")

M_{FT} - Unidade lito-estratigráfica das Argilas de Forno do Tijolo

M_{Gr} - Unidade lito-estratigráfica da Formação de Grés de Grilos

M_{Mv} - Unidade lito-estratigráfica da Formação dos Calcários de Marvila

MO – matéria orgânica

M_{QB} - Unidade lito-estratigráfica das Areias de Quinta do Bacalhau

N_{SPT} – número de golpes do Standard Penetration Test

N_{SPT1} - valor de N_{SPT} correlacionado com um valor padrão de σ'_o

N_2 - nitrogénio

N'_{70} - valor de N_{SPT} corrigido para 70 % de eficiência

OCR - razão de sobreconsolidação (do inglês Overconsolidation Ratio)

Pa – unidade Pascal

p - pressão

p_a - pressão atmosférica

P_L - pressão limite

PLR – pontos de leitura de resistividade

PMT - ensaio pressiométrico (do ingles *Ménard Pressuremeter Test*)

PR - percentagem de recuperação

P_y - ponto de cedência

q_c - resistência de ponta

q_d - resistência dinâmica de ponta

q_u – foça de compressão não confinada

RSAEEP - Regulamento de Segurança e Ações para Estruturas de Edifícios e Pontes

R_f - razão de atrito

RMR - *Rock Mass Rating*

RQD - *Rock Quality Designation*

s - profundidade alcançada ou assentamento médio

SPT - *Standard Penetration Test*

S_r - grau de saturação

S_u - resistência não drenada

t - tempo

u - pressão intersticial

USCS - sistema unificado de classificação de solos (do inglês *Unified Soil Classification System*)

V - volume total

v – velocidade no tempo t

VA – volume de ar

$v_{s,30}$ - velocidades médias de propagação de ondas de corte

V_w - volume de água

V_v - volume de vazios

W - peso do martelo ou do pilão

W_w - peso da água

w - teor em água

w_n – teor em água natural

w_{opt} - teor em água óptimo

z - profundidade do ponto analisado

Símbolos

$\boldsymbol{\gamma}$ ou $\boldsymbol{\rho}$- massa volúmica

$\boldsymbol{\gamma_d}$ ou $\boldsymbol{\rho_d}$- massa volúmica seca do solo

$\boldsymbol{\gamma_{d,máx}}$ - massa volúmica seca máximo

Υ_W - massa volúmica da água

$\varepsilon_m(t)$ - deformação axial no tempo *t*

η1 - fator de eficiência energética do martelo

η2 - fator por comprimento de vara

η3 - fator por revestimento interno da medição

η4 - fator de diâmetro de perfuração

$\boldsymbol{\phi}$ - ângulo de atrito interno do solo

$\boldsymbol{\phi'}$ - ângulo de atrito efetivo

λ - fator de correção para o comprimento das varas

μ - pressão intersticial

σ_V - tensão total vertical

σ - tensão total aplicada ao solo

σ' – tensão efetiva

σ'_c - pressão efetiva de preconsolidação

σ_{ci} - resistência da rocha intacta

σ_{cm} - resistência do maciço

σ'_o - pressão efetiva de sobrecarga

σ'_V - tensão efetiva vertical

$\boldsymbol{\sigma_1}$- tensão máxima (ou principal) em ensaio triaxial

$\boldsymbol{\sigma_3}$ – tensão confinante menor em ensaio triaxial

1. Introdução

O presente relatório tem como principal objetivo sintetizar os trabalhos realizados no âmbito de diferentes campanhas de prospeção geológico-geotécnica acompanhadas durante o período de estágio, realizado na empresa Geocontrole, Geotecnia e Estruturas de Fundação SA. Neste relatório, é dado ênfase ao estudo das metodologias e técnicas de reconhecimento geológico e geotécnico aplicadas no âmbito empresarial, englobando desde a etapa de planeamento até à elaboração do relatório técnico. Esse processo inclui o desenvolvimento e a interpretação de registos de sondagem, bem como a análise dos resultados de ensaios para a determinação de parâmetros geotécnicos dos diversos tipos de terrenos.

O estágio teve como propósito a aplicação da metodologia dos estudos geológico-geotécnicos, com a seleção dos métodos mais adequados ao local e ao tipo de estrutura a executar. Ao longo deste período, foram realizadas diversas atividades, destacando-se a caracterização geológico-geotécnica de materiais, a elaboração de diagramas (logs) de sondagem e respetiva interpretação e a análise de resultados de *ensaios in situ*, nomeadamente dos ensaios SPT e ensaios pressiométricos e, em laboratório, com ênfase nos ensaios de identificação e caracterização de solos. Os três casos de estudo foram selecionados atendendo à sua dimensão e complexidade, às litologias intersetadas e ao envolvimento ativo no decorrer da campanha de prospeção e na interpretação dos resultados.

A prospeção geológica-geotécnica é um processo extremamente relevante em engenharia civil, composto por um conjunto de operações realizadas no local de uma futura obra, com a finalidade de determinar as características geológicas, geomecânicas e outras condições do terreno, que possam condicionar a construção ou o desempenho da estrutura (Clayton *et al.*, 1995). Este processo envolve um plano de prospeção que abrange o conhecimento do local com uma abordagem inical por métodos de análise, como por exemplo fotografia aérea e interpretação de cartas topográficas e geológicas, as características do projeto e a dimensão da obra, complementados, numa fase sequente, pela colheita de amostra, ensaios *in situ* e métodos de investigação diretos, semi-diretos ou indiretos.

O principal objetivo de uma campanha de prospeção geotécnica é determinar as características dos maciços terrosos e rochosos e da água subterrânea, além de outras informações relevantes sobre o local em análise. Estas campanhas, ao quantificar as características do terreno, viabilizam a adequação estrutural e a otimização económica dos projetos, sendo, portanto, um procedimento indispensável e não um custo (Bell, 2006). Assim, a viabilidade e o sucesso de uma obra irão depender das metodologias exigidas a cada projeto. Em projetos de construção complexos, sugere-se uma metodologia faseada (Tabela 1.1), de modo a garantir a inclusão de toda a informação disponível.

Tabela 1.1 - Objetivos do estudo geológico geotécnico variam cosoante as fases do projeto (adaptado de Gonzalez de Vallejo *et al.*, 2002).

Fases de Projeto	**Objetivos Geológico-Geotécnicos**
Estudos prévios e de viabilidade	• Viabilidade Geológica • Identificação dos riscos geológicos • Condições geológicas-geotécnicas gerais
Anteprojeto	• Seleção da localização e traçados • Classificação geotécnica dos materiais • Soluções geotécnicas aproximadas
Projeto	• Caraterização geotécnica detalhada • Parâmetros geotécnicos o dimensionamento de estruturas, escavações, fundações
Construção	• Controlo geotécnico e instrumentação • Verificação e adaptação do projeto
Exploração	• Controlo da resposta terreno-estrutura • Monitorização

A implementação de uma metodologia bem estruturada para o estudo geológico-geotécnico é fundamental para garantir a precisão dos dados obtidos e posterior segurança e viabilidade técnica do projeto de engenharia. Esses trabalhos envolvem uma sequência de etapas interdependentes, desde o reconhecimento preliminar do terreno até à análise laboratorial de amostras recolhidas *in situ*, que devem ser conduzidas de forma sistemática para evitar interpretações equivocadas. A aplicação de métodos padronizados assegura a consistência dos resultados, facilita a comparação com normas técnicas em vigor e permite uma melhor integração entre os diferentes especialistas envolvidos no projeto. Além disso, uma metodologia bem definida contribui para decisões mais assertivas, reduzindo incertezas e minimizando riscos técnicos e económicos durante a fase de construção (Bell, 2006). No decorrer deste trabalho, foram exploradas diversas técnicas de prospeção e ensaio, nomeadamente métodos diretos, semi-diretos e ensaios *in situ*, com o objetivo de caracterizar os terrenos, realçando as suas vantagem e limitações. Os trabalhos de investigação *in situ* estão ligados à fase do projeto em análise, conforme detalhado na Tabela 1.2.

O relatório está dividido em sete capítulos. O primeiro capítulo proporciona uma introdução ao tópico em estudo e também os objetivos e estrutura do trabalho. O segundo capítulo detalha os métodos de prospeção, os ensaios *in situ* e os ensaios laboratoriais mais utilizados, bem como os sistemas de classificação de maciços, tanto terrosos como rochosos. Aborda ainda temas como os diagramas de sondagem (classificação) e a sua importância para o conhecimento do subsolo, a neotectónica e a sismicidade territorial.

Do quarto ao sexto capítulo faz-se a apresentação dos casos de estudo, recorrendo aos métodos de prospeção e ensaio mencionados nas seções anteriores, com análise detalhada de resultados e correlações com as propriedades mecânicas dos terrenos em estudo. Por último, o sétimo capítulo expõe as conclusões do estudo realizado, incluindo recomendações para trabalhos futuros.

Tabela 1.2 – Etapas dos trabalhos a desenvolver pelo geólogo de engenharia nas diferenças fases do projeto (adaptado de Gonzalez de Vallejo *et al.*, 2002).

Fases de Projeto	**Atividades características**	**Trabalhos de investigação geológica-geotécnica**
Estudos prévios e de viabilidade	Pesquisa de informação	Topografia e relevo Hidrologia e hidrogeologia Mapas geológicos regionais História Geológica Sismicidade e outros riscos geológicos
	Fotointerpretação	Fotografia aérea e teledeteção. Geomorfologia. Litologias e estruturas. Riscos geológicos.
	Reconhecimento prévio de campo	Identificação de solos e rochas. Elementos estruturais. Dados hidrogeológicos e de drenagem. Geomorfologia, estabilidade de vertentes, desabamentos, subsidências, inundações, etc. Problemas geoambientais. Acessos e condições para o estudo do terreno.
Anteprojeto	Cartografia geológica-geotécnica (escalas 1:5000-1:10000)	Litoestratigrafia e estrutura geológica. Geomorfologia e hidrogeologia. Classificação e propriedades dos terrenos.
	Dados hidrológicos-hidrogeológicos	Identificação de bacias de inundação, vales aluvionares e zonas cársicas.
	Estudos geotécnicos simples	Prospeção ligeira e sondagens geotécnicas. Prospeção geofísica. Ensaios de laboratório.
Projeto	Estudos geotécnicos detalhados	Prospeção ligeira e sondagens geotécnicas. Prospeção geofísica. Ensaios *in situ* e em laboratório
	Cartografia geotécnica de detalhe (1:500-1:2000)	Mapas geológico-geotécnicos detalhados Zonamento do maciço.
Construção	Acompanhamento geotécnico	Planeamento geotécnico da obra. Controlo dos parâmetros geotécnicos. Fundação das estruturas. Estabilidade da escavação, superficial ou subterrânea.
	Instrumentação	Instalação e leitura de instrumentação. Ensaios *in situ*. Controlo de qualidade
Exploração	Monitorização	Acompanhamento da estrutura

2. Prospeção Geológica-Geotécnica

O objetivo geral das investigações geológico-geotécnicas consiste em conhecer e quantificar as condições do terreno através de um vasto conjunto de técnicas. Estas técnicas permitem avaliar a viabilidade do projeto e da construção de uma obra ou estrutura (Gonzalez de Vallejo *et al.*, 2002). De acordo com Clayton *et al.* (1995), a maioria das técnicas utilizadas em investigações *in situ* envolvem métodos de prospeção direta (poços, valas e trincheiras) e métodos semi-diretos (sondagens, ensaios *in situ*), que se combinam com a recolha de amostras e a realização de ensaios laboratoriais. Por vezes, também são utilizados métodos de prospeção indireta, dos quais os mais comuns são a refração sísmica e a resistividade elétrica. Neste capítulo, são abordados alguns dos métodos de prospeção direta, semi-direta e indireta mais utilizados atualmente no nosso país, embora nem todos tenham sido aplicados nos Casos de Estudo.

2.1. Métodos de Prospeção Direta

Os métodos de prospeção direta (Figura 2.1) permitem o reconhecimento e observação direta dos terrenos situados a pequenas profundidades, nos quais é possível executar escavação manual ou mecânica. Entre as principais técnicas, encontram-se as valas, as trincheiras e os poços.

Figura 2.1. – Exemplo de um método de prospeção direta no terreno: escavação de um poço.

As valas são escavações lineares, longas e estreitas, com profundidades entre 2 a 3 metros, ideais para a realização de uma análise contínua de perfis em solos e rochas brandas. Já as trincheiras, também longas e superficiais, oferecem uma visão clara e detalhada das condições do terreno, sendo mais adequadas para terrenos menos resistentes. Por sua vez, os poços

apresentam dimensões e geometrias variadas, podendo ser circulares, retangulares ou quadrados. Estas estruturas podem alcançar até 4 metros de profundidade (até 2 metros se forem escavadas manualmente; 3 metros sem necessidade de entivação; e até os 4 metros com recurso a meios mecânicos) e permitem a recolha de amostras de grandes dimensões e a realização de ensaios *in situ* de forma rápida e económica. Estas características tornam os métodos de prospeção direta amplamente utilizados em estudos geológico-geotécnicos (Matos Fernandes, 2011).

2.2. Métodos de Prospeção Semi-Direta

As sondagens geotécnicas (Figura 2.2) podem ser consideradas um método semi-direto ou direto invasivo, uma vez que permitem a visualização das litologias em profundidade, ainda que com menor clareza em comparação com métodos diretos mencionados anteriormente. Segundo Gonzalez de Vallejo *et al.* (2002), estes métodos caracterizam-se pelo pequeno diâmetro do furo, a sua versatilidade e facilidade de mobilidade das máquinas, o que permite alcançar grandes profundidades, operar em diferentes inclinações e orientações, extrair testemunhos e realizar ensaios no interior dos furos, independentemente do tipo de terreno. A escolha da técnica de furação depende de fatores como a natureza do terreno, acessibilidade, parâmetros desejados, tipo de maciço e finalidade da campanha de prospeção. Entre as técnicas mais comuns estão a furação por trado, furação à rotação e furação destrutiva (rotopercussão).

Figura 2.2. – Exemplo de equipamento para a realização de uma sondagem.

2.2.1. Sondagem com Furação por Trado

Neste método de furação utilizam-se varas helicoidais com uma cabeça cortante na extremidade inferior, que permite desagregar o solo e avançar a furação (Figura 2.3). As varas podem ser maciças ou ocas, sendo estas últimas adequadas à realização de ensaios do tipo *Standard*

Penetration Test pelo seu interior. A sua utilização ocorre, na sua maioria, em solos e em maciços rochosos brandos. Este método pode ser realizado manualmente, podendo ir de 2 a 4 metros de profundidade ou com o auxílio de máquinas, atingindo algumas dezenas de metros de profundidade, caso existam as condições de terreno adequadas. Em termos de recolha de amostras, é possível obter amostras remexidas, mas que não são muito adequadas para distinguir com precisão os diferentes horizontes, podendo ocorrer misturas dos terrenos que existem a diferentes profundidades (Gonzalez de Vallejo *et al.*, 2002).

Figura 2.3. – Exemplo de equipamento para a realização de uma sondagem com furação por trado oco.

2.2.2. Sondagens com Furação à Rotação

O processo de furação por rotação (Figura 2.4) combina uma ação rotativa com uma força descendente para cortar o material e é aplicável em qualquer tipo de terreno, sendo mais utilizado em solos rijos e rochas brandas a compactas (Clayton *et al.*, 1995). Esse método permite a recolha contínua de amostras, possibilitando a realização de ensaios *in situ* no interior do furo, e de ensaios sobre as amostras recolhidas.

Durante a furação, há a circulação de um fluído, geralmente água, que tem funções essenciais, como arrefecer a coroa e limpar o furo, trazendo os detritos à superfície, além de ajudar na identificação das litologias pelo aspecto da água extraída. Os amostradores utilizados podem ser de tubo simples, duplo ou triplo. Conforme Gonzalez de Vallejo *et al.* (2002), tubos simples não são recomendados para solos pouco cimentados ou rochas brandas porque o fluído da furação pode lixiviar a superfície das amostras. Para melhorar a recuperação das amostras, utilizam-se tubos duplos, onde o fluído circula entre os tubos, ou tubos triplos, que minimizam o efeito de lavagem da amostra.

Figura 2.4. – Exemplo de equipamento para a realização de uma sondagem de furação à rotação.

Quando se pretende atinguir grandes profundidades, recorre-se ao método *Wire-line* que, mesmo tendo sido desenvolvido para fins de exploração mineira, tem demonstrado grande eficiência em diversos tipos de formações geológicas (como argilas superconsolidadas, areias, cascalheiras, calcários e argilas). Esta metodologia permite a recolha de amostras sem a necessidade de retirar o conjunto de varas de perfuração, reduzindo o tempo necessário à execução da sondagem e sendo amplamente eficaz em terrenos complexos ou em situações onde a rapidez de execução é fundamental (Doveton & Prensky, 1992).

2.2.3. Sondagens com Furação Destrutiva

Este tipo de sondagens, do qual são exemplos o método *rotary* e a rotopercurssão, são métodos rápidos e de reduzido custo utilizados em formações compostas por rochas duras ou cascalho denso, em que não há recuperação contínua de amostra. No método *rotary*, utiliza-se uma ferramenta de furação destrutiva (lâmina ou tricone), associada à circulação de fluídos (água, lama bentónica) que vão arrefecer e lubrificar o equipamento, aumentar a velocidade de avanço e suportar as paredes do furo. O método de rotopercussão combina o movimento de percussão com o movimento rotativo da cabeça cortante, podendo ser qualquer equipamento *rotary* auxiliado por um compressor de ar comprimido, que vai auxiliar no avanço da furação e na limpeza dos detritos de furação.

2.3. Métodos de Prospeção Indiretos

As técnicas geofísicas são bastante utilizadas para investigar as propriedades das camadas litológicas, como também para detetar recursos naturais existentes nos terrenos em análise,

como águas subterrâneas, combustíveis fósseis e minérios (Neves *et al.*, 2014). Os avanços na modelação e na interpretação de dados destas técnicas têm aprimorado significativamente a precisão na análise litológica e a conceção do modelo geológico no subsolo.

A refração sísmica é um método quantitativo geofísico, não destrutivo e indireto, utilizado para estudar as propriedades físicas do subsolo, com ênfase na velocidade de propagação das ondas sísmicas P (também designadas de ondas volúmicas compressivas). Estas ondas (Figura 2.5), que são criadas a partir de fontes artificíais como martelos, AWD (*Accelerated Weight Drop*) ou explosivos controlados, ao encontrarem uma interface entre camadas de composições distintas e diferentes velocidades de propagação das ondas, têm a sua propagação alterada de acordo com o ângulo de incidência. Sendo assim, o impulso destas ondas irá ser captado por geofones, ligados a um sismógrafo, obtendo os tempos de percurso das ondas sísmicas ao longo da sua deslocação. Segundo a Lei de Snell-Descartes, a propagação das ondas sísmicas P, estando em condições de incidência crítica, ocorre ao longo da interface com a velocidade da camada inferior, retornando à superfície como ondas refratadas.

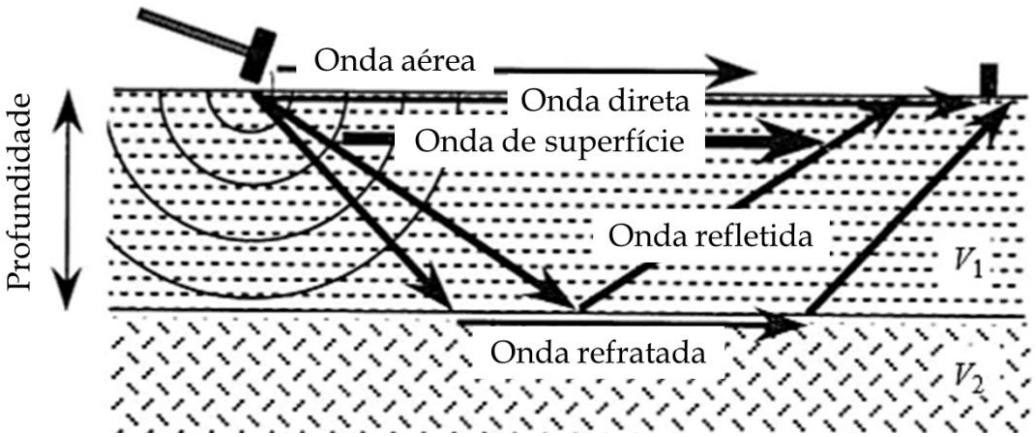


Figura 2.5. - Esquema ilustrativo dos principais tipos de ondas sísmicas geradas a partir de uma fonte sísmica, durante um estudo de refração sísmica (inclui as ondas aéreas, ondas diretas, ondas de superfície, ondas refletidas e ondas refratadas). As ondas propagam-se de forma diferente ao atravessarem interfaces entre materiais com propriedades distintas, como é o caso de diferentes velocidades consoante as camadas (adaptado de Wang & Kong, 2023).

Os dados recolhidos a partir desta técnica permitem definir a estratigrafia do subsolo, caracterizando cada camada consoante a sua espessura e velocidade. De acordo com a profundidade e a extensão da área em estudo, a fonte sísmica e o comprimento do dispositivo variam, pois será necessário recorrer a equipamentos mais energéticos e maiores dispositivos para maiores profundidades, o que pode ser uma condição limitante para o seu uso em determinadas situações. Para analisar e comparar os dados da refração sísmica, existem diversas metodologias que se baseiam principalmente na determinação dos tempos de chegada das ondas sísmicas ou na propagação da frente de onda, conforme o Princípio de Huygen e a Lei de Snell-Descartes, respetivamente. Alguns exemplos destes métodos são o caso do método do tempo de interseção (Redpath, 1973), o método Plus-Minus (Hagedoorn, 1959), o método recíproco generalizado (*generalized reciprocal method* – GRM) (Palmer, 1981) e a tomografia de refração sísmica (Seehan *et al.*, 2005).

O método do tempo de interseção é uma abordagem simplista para a interpretação de dados de refração sísmica, amplamente aplicada em cenários geológicos simples (Redpath, 1973).

Baseia-se na análise dos tempos de chegada das ondas sísmicas para calcular as velocidades de propagação e a espessura das camadas geológicas, utilizando gráficos de tempo-distância para identificar mudanças nas velocidades das ondas ao atravessarem interfaces com diferentes propriedades. Este método pressupõe que o subsolo é composto por camadas horizontais e paralelas com velocidades crescentes em profundidade. A espessura da camada superior é determinada pelo tempo de interseção, ponto que distingue a transição entre ondas refratadas e diretas (Neves *et al.*, 2014). A principal vantagem desta metodologia é a sua simplicidade, que facilita a interpretação rápida com menor recurso a abordagens computacionais, sendo eficiente em terrenos com geometrias planas e homogéneas. Porém, a sua aplicabilidade é limitada, por exemplo em ambientes irregulares, com inclinações ou grandes contrastes de velocidade sísmica, onde a precisão do método fica comprometida.

Mais tarde, surgiram métodos de interpretação de refração sísmica, como o método Plus-Minus (Hagedoorn, 1959) e o GRM (Palmer, 1981), com o objetivo de superar as limitações de abordagens mais simples, como o método anterior. A metodologia Plus-Minus utiliza tempos recíprocos, isto é, os tempos de chegada de ondas em sentido direto e inverso, permitindo lidar com refratores e interfaces irregulares, o que o torna eficaz em terrenos com camadas inclinadas ou heterogéneas. A sua principal vantagem é a flexibilidade para ajustar os resultados em ambientes com variações laterais significativas, aperfeiçoando a precisão em terrenos geologicamente complexos (Neves *et al.*, 2014). Contudo, apresenta maior complexidade de aplicação e requer uma maior quantidade de dados, o que pode aumentar o custo e o tempo de aquisição da análise. Por outro lado, o GRM baseia-se no método Plus-Minus, sendo mais robusto e eficiente para modelar terrenos com múltiplas camadas e interfaces irregulares. Esta metodologia considera variações laterais nas propriedades das camadas e analisa tempos recíprocos de propagação das ondas sísmicas, permitindo uma resolução mais exata em cenários com grandes contrastes de profundidade, zonas de falha e variações de velocidade (Neves *et al.*, 2014). A principal vantagem que este método apresenta é a alta precisão em ambientes com estruturas complexas, mas apresenta maior complexidade computacional e é menos eficiente em terrenos simples, onde a sua aplicação pode ser excessiva. Ambos os métodos representam avanços significativos, ampliando a capacidade de interpretação em contextos geológicos variados.

A tomografia de refração sísmica é uma técnica mais recente que utiliza inversões numéricas para criar modelos tridimensionais contínuos da distribuição de velocidades sísmicas no subsolo, uma melhoria tendo em consideração os métodos tradicionais que produzem modelos discretos. Este método destaca-se pela sua eficácia em modelar cenários complexos, por exemplo com gradientes de velocidade, interfaces irregulares e camadas geológicas intrincadas, assegurando alta precisão e resolução. A metodologia mencionada exige uma elevada capacidade computacional e a análise de amplos conjuntos de dados sísmicos, o que pode torná-la mais dispendiosa e demorada. Mesmo assim, a sua versatilidade e capacidade de fornecer representações detalhadas e realistas do subsolo tornam-na amplamente utilizada, como demonstrado por trabalhos publicados (Seehan *et al.*, 2005; Palmer, 2010).

O método de refração sísmica é bastante comum quando se pretende investigar características geológicas e mecânicas do subsolo, especialmente em aplicações de engenharia, hidrogeologia e exploração de recursos naturais, permitindo determinar propriedades como espessura de camadas, estabilidade de encostas, localização de aquíferos e condições de escavabilidade de terrenos. Este método também é aplicado em estudos de pedreiras, fundações, canais, estradas, vias férreas e na identificação de estruturas favoráveis à exploração de petróleo, gás e minerais.

Entre as principais vantagens desta técnica destaca-se ser não invasiva, a capacidade de caracterizar grandes áreas e a obtenção de informações quantitativas sobre as propriedades elásticas e a geometria das camadas. Porém, o método apresenta limitações, como a sensibilidade a ruídos ambientais, dificuldades na interpretação e deteção de camadas finas ou heterogéneas, e menor eficácia em materiais com reduzidos contrastes de velocidade. Para além disso, as interferências externas podem comprometer a qualidade dos dados obtidos. Apesar dessas limitações, a refração sísmica continua a ser uma ferramenta essencial, especialmente quando combinada com métodos complementares, como a reflexão sísmica ou sondagens, proporcionando uma visão integrada e detalhada da estrutura geológica do subsolo.

2.4. Ensaios *in situ* em solos

De acordo com Gonzalez de Vallejo *et al.* (2002), os ensaios *in situ* têm uma grande importância para a determinação das propriedades geotécnicas dos materiais, como resistência, deformabilidade e permeabilidade. Esses ensaios, na sua maioria, são realizados no interior dos furos de sondagem, independentemente do tipo de terreno, oferecendo uma abordagem prática, direta e económica para avaliar as condições reais do terreno. Embora forneçam informações valiosas, a complementação com ensaios laboratoriais permite uma análise mais rigorosa.

Este capítulo tem como foco abordar os ensaios *in situ* mais recorrentes e as suas aplicações, consoante o tipo de material analisado e o parâmetro que se pretende obter (Tabela 2.1). A gama de ensaios é mais vasta, mas apenas alguns são aqui desenvolvidos, nomeadamente os utilizados nos casos de estudo.

Tabela 2.1.– Síntese dos principais tipos de ensaios *in situ*, com indicação dos parâmetros que se pretende determinar (adaptado de Gonzalez de Vallejo *et al.*, 2002; Schmaid, 2014 e Terzaghi *et al.*, 1996).

Parâmetros de resistência	
Ensaios	**Características**
***Standard Penetration Test* (SPT)**	Indicado para solos e rochas brandas Determina a resistência à penetração através do N_{SPT}
Penetrómetros Dinâmicos (DPL, DPH, DPSH)	Indicado para solos e rochas brandas Determina a resistência à penetração de forma contínua através do N_{DPL}/N_{DPH}/N_{DPSH} e quando há resistência dinâmica da ponta
Penetrómetros Estáticos (CPT ou CPTU)	Indicado para solos finos, materiais orgânicos, solos com potencial de liquefação Avalia a resistência ao corte, as características de deformação e de consolidação e deteta camadas drenantes Determina a resistência de ponta, resistência lateral de atrito e tensão intersticial
Parâmetros de deformabilidade	
Ensaios	**Características**
Pressiómetro de Ménard	Indicado para solos e rochas brandas Determina o estado de tensão-deformação dos solos

2.4.1. *Standard Penetration Test*

O *Standard Penetration Test* (SPT) é muito utilizado em prospecção geotécnica devido à sua simplicidade e capacidade de avaliar empiricamente as características dos solos através de correlações de N_{SPT} (número de golpes padrão num ensaio SPT) com os parâmetros geotécnicos. Este pode ser realizado em quase todos os tipos de solos ou rocha muito alterada, concomitantemente a furação de furos de sondagem, e fornece um valor N de resistência à penetração (Schnaid, 2014).

Segundo a norma EN ISO 22476-3, o ensaio utiliza um sistema de varas com rigidez suficiente para evitar encurvamentos (Figura 2.6.), pesando até 10 kg/m, e um conjunto de peso máximo de 115 kg, com um martelo padrão de 63,5 kg. O amostrador é cilíndrico (meias canas), com diâmetro interno de 38,1 mm. O ensaio é realizado em intervalos de 1,5 m ou sempre que ocorra alteração litológica, contabilizando os golpes necessários para uma penetração de 150 mm na primeira fase, com as duas fases subsequentes registando golpes para uma penetração acumulada de 300 mm. Em Portugal, considera-se "nega" quando o número de pancadas excede 60 sem que a penetração atinja os 300 mm. O material coletado é armazenado para análise posterior.

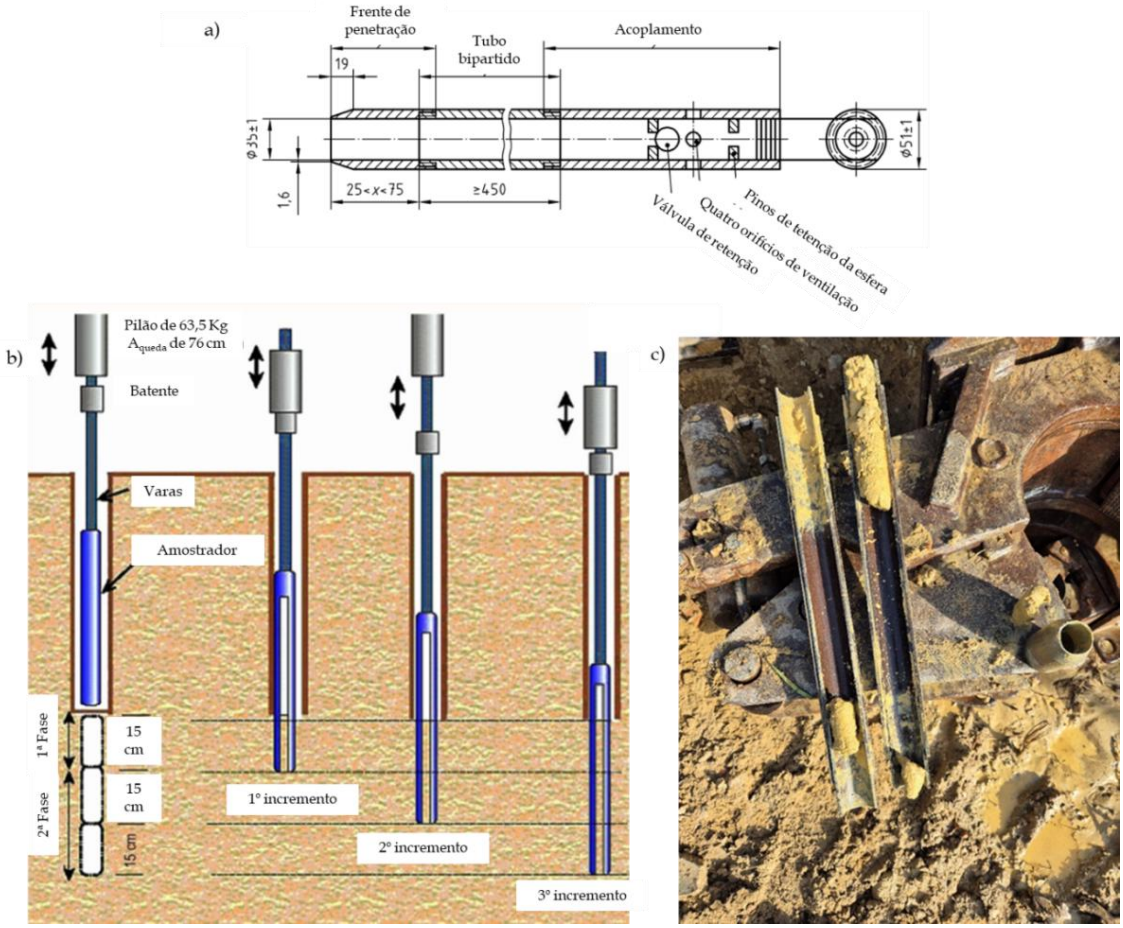


Figura 2.6. – a) Esquema do amostrador de SPT padronizado segundo a norma EN ISO 22476-3; b) Representação da sequência de um ensaio de SPT (EN ISO 22476-3); c) Recolha de amostra proveniente de um ensaio de SPT.

2.4.1.1. Eficiência do Equipamento SPT

Nos ensaios de SPT, a eficiência do equipamento é dada pela razão de energia transferida para as varas, que está relacionada com a energia teórica do martelo, variando consoante o tipo de martelo utilizado. A força transmitida às varas baseia-se na teoria de propagação das ondas em corpos cilíndricos elásticos longos, ou seja, durante um ensaio, quando a vara é atingida pela massa em queda, a secção de vara é deformada, o que promove a sua expansão (Das, 2013; Ameratunga *et al.*, 2016). Esta deformação propaga-se até à parte inferior, onde ocorre reflexão em sentido contrário. A fórmula para calcular esta força é dada por:

$$F(t) = A_a \times E_a \times \varepsilon_m(t) \quad \text{(Equação 2.1)},$$

Onde:

A_a - Área da seção transversal das varas;

E_a - módulo de elasticidade das varas;

$\varepsilon_m(t)$ - deformação axial das varas no tempo *t*.

A energia transferida às varas é então igual ao integral da força no tempo por:

$$E(t') = \int_0^{t'} F(t) \times v(t) dt \quad \text{(Equação 2.2)},$$

v(t) - velocidade no tempo *t*.

Por fim, a energia de impacto do martelo é calculada através do valor médio de 5 pancadas, pelo menos, por:

$$E_{medido} = \frac{1}{n} \sum_1^n E \quad \text{(Equação 2.3)},$$

n - número de pancadas para estimar o valor médio.

Segundo a norma EN ISO 22476-3, a razão de energia de cada equipamento deve ser calculada e encontrar-se sob a forma de um certificado de calibração, caso os valores de N_{SPT} sejam aplicados para avaliar quantitativamente as condições das fundações ou para realizar uma comparação entre resultados. Também refere que estes certificados sejam realizados de forma periódica regular, a cada 6 meses.

2.4.1.2. Fatores corretivos dos resultados do ensaio SPT

Durante o ensaio de SPT, existem diversos fatores que afetam o N_{SPT} em profundidades semelhantes, incluindo a eficiência do martelo, diâmetro do furo, comprimento das varas e perdas de energia por atrito e calor. Considerando a eficiência do martelo (E_r), ou seja, rácio de energia transmitida ao trem de varas, esta pode ser expressa por:

$$E_r(\%) = \frac{E_{medida}}{E_{teórica}} \times 100 \quad \text{(Equação 2.4)},$$

Em que:

$E_{teórica}(energia\ teórica\ de\ impacto) = M \times h \times g$;

M - massa do martelo (≈63,57 kg);

h - altura de queda (≈ 0,76 m);

g - aceleração gravítica (≈ 9,8 m/s^2), resultando num valor de energia teórica de, aproximadamente, 473,47 J ≈ 0,5 kJ.

Através de procedimentos e observações de campo, foram propostas diversas padronizações do valor de N_{SPT} através de E_r, em função da energia de condução de penetração e da sua dissipação no solo circundante, considerando um valor padrão (E_{rb}). Em trabalhos anteriores, este valor padrão foi sendo alterado, por exemplo, em Robertson *et al.* (1983), E_{rb} variou entre 50 - 55% e, em Riggs (1986) de 70 - 80%. Porém, Bowles (1997) sugeriu que, tendo em conta a norma ASTM D1586 e aplicação de equipamentos contendo martelos automáticos modernos, o valor de N_{SPT} deveria ser corrigido a 70%, pois aproximar-se-ia mais da energia real transmitida por estes equipamentos.

A norma EN ISO 22476-3 promulga que se deve utilizar o valor de N_{SPT} igual a um rácio de energia padrão de 60%, sendo necessário saber-se o coeficiente energético do equipamento utilizado (E_r) no ensaio:

$$N_{60} = \frac{E_r}{60} \times N \qquad \text{(Equação 2.5).}$$

Esta fórmula também permite fazer a conversão para outros rácios de energia padrão, desde que o rácio energético do equipamento seja conhecido. No entanto, o ideal é ter em conta todos os fatores de correção relevantes, resultando na expressão completa:

$$N'_{60} = \frac{E_r}{60} \times \lambda \times C_N \times N \qquad \text{(Equação 2.6),}$$

Em que:

λ - fator de correção para o comprimento das varas.

Este fator de correção é considerado quando a coluna de varas é inferior a 10 metros e nesses casos os valores que pode assumir encontram-se resumidos na Tabela 2.3.

Tabela 2.2. – Fator de correção do comprimento da coluna de varas (relevante para comprimentos inferiores a 10 metros), tendo em conta a norma europeia EN ISO 22476-3:2005).

Comprimento da coluna de varas (metros)	Fator de correção (λ)
3 - 4	0,75
4 - 6	0,85
6 - 10	0,95
>10	1,0

Nos ensaios em areias, é necessário aplicar um fator de correção para a tensão efetiva de recobrimento (Tabela 2.3), ajustando N_{SPT} conforme a consolidação e densidade do solo. Esse fator, calculável pela Equação 2.7, não deve exceder o limite de 1,5.

Tabela 2.3. – Fator de correção da tensão efetiva de recobrimento do solo, tendo em conta a norma europeia ISO 22476-3:2005). (σ'_v corresponde à tensão efetiva vertical e é dada em kPa)

Areia	Densidade relativa (%)	Fator de correção
Normalmente consolidada	40 - 60	$\frac{200}{100 + \sigma'_V}$
	60 - 80	$\frac{300}{200 + \sigma'_V}$
Sobreconsolidada	-	$\frac{170}{70 + \sigma'_V}$

$$C_N = \left(\frac{98}{\sigma'_v}\right)^{\frac{1}{2}} \quad \text{(Equação 2.7)}$$

No que toca à correção do valor de N_{SPT} e o cálculo do C_N, tem de se ter em conta a tensão vertical total (σ_V), o nível freático ou pressão intersticial (μ) e a tensão vertical efetiva (σ'_V). Para se calcular a σ_V, em kN/m^2, usa-se a Equação 2.8.

$$\sigma_V = \gamma \times z \quad \text{(Equação 2.8)}$$

Onde:

Υ - peso volúmico do solo em kN/m^3;

z - profundidade do ponto analisado (m).

A tensão intersticial, μ, é um fator importante porque, quando o solo está saturado e não há fluxo de água, a pressão exercida pela água é calculada, em kN/m^2, apenas com base no peso da coluna de água acima do ponto considerado:

$$\mu = \gamma_W \times h_W \quad \text{(Equação 2.9)}$$

Onde:

Υ_W - peso volúmico da água (kN/m^3);

h_W - altura da coluna de água (m).

Por fim, σ'_V pode ser determinada pela subtração entre σ_V e μ, resultando numa grandeza expressa em kN/m^2 ou kPa.

O valor de N_{SPT} também terá de ser corrigido em função da pressão do solo no local da sondagem, uma vez que a resistência ao avanço do SPT é influenciada pela carga que o solo sofre devido ao peso das camadas superiores. No caso de ensaios em solos granulares, é habitual que este valor necessite de correção para permitir comparações entre diferentes profundidades ou para considerar as diferenças nas condições de sobrecarga efetiva no comportamento de resistência à penetração. Quando esta técnica é aplicada nesse tipo de solos, o valor de N_{SPT} será influenciado pela pressão de sobrecarga efetiva (σ'_o), fazendo com que o valor de N_{SPT} obtido no terreno sob diferentes pressões tenha de ser ajustado para coincidir com valor padrão de σ'_o, através da seguinte expressão:

$$N_{SPT1} = C_N N_{SPT} \quad \text{(Equação 2.10)},$$

Em que:

N_{SPT1} - valor de N_{SPT} corrigido para um valor padrão de σ'_o, assumindo uma pressão atmosférica (p_a) de 100 kPa;

C_N - fator de correção da tensão efetiva de recobrimento em solos granulares.

Tendo em conta C_N, várias relações empíricas foram propostas ao longo do tempo (Tabela 2.4), porém a estimativa da magnitude deste fator é aproximadamente a mesma, independentemente da relação utilizada e considerando as incertezas envolvidas na realização dos ensaios SPT.

Tabela 2.4. – Relações empíricas propostas para C_N (adaptada de Ameratung *et al.*, 2016).

Referências	Relações Empíricas
Lian & Whitman (1985)	$C_N = \left[\frac{1}{\left(\frac{\sigma'_0}{p_a}\right)}\right]^{0,5}$
Skempton (1986)	$C_N = \frac{2}{1+\left(\frac{\sigma'_0}{p_a}\right)}$ (para areia fina consolidada)
	$C_N = \frac{3}{2+\left(\frac{\sigma'_0}{p_a}\right)}$ (para areia grossa consolidada)
	$C_N = \frac{1,7}{0,7+\left(\frac{\sigma'_0}{p_a}\right)}$ (para areia não-consolidada)
Tokimatsu & Yoshimi (1983)	$C_N = \frac{1,7}{0,7+\left(\frac{\sigma'_0}{p_a}\right)}$
Seed *et al.* (1985)	$C_N = 1 - 1,25\log\left(\frac{\sigma'_0}{p_a}\right)$
Peck *et al.* (1974)	$C_N = 0,77\log\left[\frac{20}{\left(\frac{\sigma'_0}{p_a}\right)}\right]$ (para $\frac{\sigma'_0}{p_a} \geq 0,25$)
Bazaraa (1967)	$C_N = \frac{4}{1+4\left(\frac{\sigma'_0}{p_a}\right)}$ (para $\frac{\sigma'_0}{p_a} \leq 0,75$)
	$C_N = \frac{4}{3,25+\left(\frac{\sigma'_0}{p_a}\right)}$ (para $\frac{\sigma'_0}{p_a} > 0,75$)

Sendo assim, pode-se utilizar a relação dada por Liao & Whitman (1985) para todos os cálculos. Porém, esta relação não integra o efeito da tensão lateral no solo, como evidenciou Salgado *et al.* (1997) e Kim *et al.* (2008), propondo uma modificação,

$$C_N = \left[\frac{1}{\left(\frac{\sigma'_0}{p_a}\right)} \times \frac{K_{0,NC}}{K_0}\right]^{0,5} \quad \text{(Equação 2.11)},$$

Em que, para solos granulares

$K_{0,NC}$ – coeficiente de impulso em repouso para solo normalmente consolidado ($K_{0,NC} = 1 - \sin\phi$);

ϕ - ângulo de atrito interno do solo;

K_0 – coeficiente de impulso em repouso para solo sobreconsolidado ($K_0 = (1 - \sin\phi)\sqrt{OCR}$);

OCR - razão de sobreconsolidação ($OCR = \frac{\sigma'_0}{\sigma'_c}$);

σ'_c - pressão efetiva de preconsolidação.

2.4.1.3. Correlações do Valor de N_{SPT}

O valor de N_{SPT} pode ser correlacionado com diversas caraterísticas do solo em análise, como é o caso da densidade relativa, ângulo de atrito interno, módulo de elasticidade dos solos e resistência ao corte não drenada (considerando materiais mais finos). No que diz respeito à densidade relativa (D_r), ou índice de compacidade de solos granulares, é um parâmetro expresso em percentagem (Equação 2.12) que permite quantificar o grau de compactação das partículas do solo.

$$D_r = \frac{e_{max} - e}{e_{max} - e_{min}} \quad \text{(Equação 2.12),}$$

Onde:

e - índice de vazios natural;

e_{max} - índice de vazios máximo;

e_{min} - índice de vazios mínimo.

Meyerhof (1957) elaborou a Equação 2.13 para correlacionar D_r com o valor de N_{SPT}, onde este último é próximo do N'_{60}, facilitando as correlações em areias finas e médias. Yoshida *et al.* (1988) apresentam a Equação 2.14, onde são introduzidos coeficientes empíricos dependentes do tipo de solo, com fim ao ajuste da correlação às características específicas do solo em análise. Na Equação 2.14, C_0 representa o coeficiente de ajuste global da correlação, C_1 o expoente associado à σ'_0, traduzindo o efeito do confinamento, e C_2 o expoente associado ao valor corrigido do ensaio SPT (N_{60}). Bowles (1997) resumiu os valores recomendados para estes parâmetros, bem como valores de melhor ajuste, apresentados na Tabela 2.5.

$$D_r = 21\left(\frac{N}{0{,}7 + \frac{\sigma'_0}{p_a}}\right)^{0{,}5} \quad \text{(Equação 2.13)}$$

$$D_r = C_0 \times {\sigma'_0}^{-C_1} \times {N_{60}}^{C_2} \quad \text{(Equação 2.14)}$$

Tabela 2.5. – Parâmetros variáveis do solo, a aplicar na Equação 2.14. (adaptada de Bowles, 1997).

Parâmetro	Intervalo de valores	Melhor ajuste
C_0	18 – 25	25
C_1	0,12 – 0,14	0,12
C_2	0,44 – 0,57	0,46

Mais recentemente, Mayne (2001) apresentou uma fórmula (Equação 2.15) para calcular D_r a partir de N'_{60} em areias limpas.

$$D_r = 100\left(\frac{N\prime_{60}}{60}\right)^{0,5} \quad \text{(Equação 2.15)}$$

Skempton (1986) conseguiu aprofundar a correlação desenvolvida por Terzaghi & Peck (1967), correlacionando N'_{60} com D_r de solos arenosos (normalmente) consolidados (Tabela 2.6).

Tabela 2.6. – Correlação entre N'_{60} e D_r de areias. Considerações a ter em conta são: para $D_r \geq 35\%$, $N'_{60}/D_r \approx 60$; para areias grossas, N deve ser multiplicado por 55/60; para areias finas, N deve ser multiplicado por 65/60 (adaptado por Skempton, 1986).

N'_{60}	D_r (%)	Compacidade do solo
0 – 3	0 – 15	Muito solta
3 – 8	15 – 35	Solta
8 – 25	35 – 65	Medianamente compacta
25 – 42	65 – 85	Compacta ou densa
>42	85 - 100	Muito compacta ou muito densa

De seguida, e já sabendo o valor de D_r, o ângulo de atrito interno (ϕ) pode ser calculado segundo Meyerhof (1959) através da expressão:

$$\phi = 28 + 0{,}15D_r \quad \text{(Equação 2.16)}$$

Em 1971, De Mello (1971) apresentou uma correlação entre N_{SPT} e ϕ na forma de ábaco ($N_{SPT} \approx N'_{60}$) (Figura 2.7), fundamentada na sua maioria nos estudos de Gibbs & Holtz (1957).

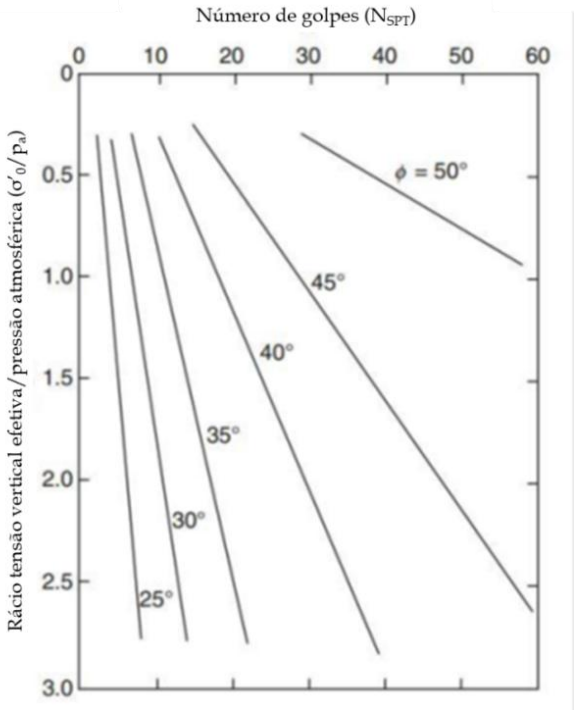


Figura 2.7. – Correlação de ϕ com a variação de N_{SPT} e rácio entre a tensão vertical efetiva e a pressão atmosférica, segundo De Mello (1971) (adaptado de Ameratunga *et al.,* 2016).

Hatanaka & Uchida (1996) postularam uma fórmula (Equação 2.17) para o cálculo do ângulo de atrito interno do solo sob análise, aplicando o valor N_{SPT} acertado a 60%.

$$\phi = \sqrt{20 \times N'_{60}} + 20 \qquad \text{(Equação 2.17)}$$

Também é possível correlacionar o módulo de elasticidade ou deformidade do solo (E) com o valor de N_{SPT}. Existem várias fórmulas empíricas desenvolvidas para o efeito ao longo dos anos, tendo em conta os diferentes tipos de componentes encontrados no solo. Webb (1969) sugere a correlação apresentada na Equação 2.18, para solos arenosos e aqueles com componente argilosa. Por sua vez, para solos arenosos mais grosseiros, variando de siltes arenosos a cascalhos arenosos, Begemann (1974) propôs as correlações expressas nas Equações 2.19 e 2.20, sendo que o autor considera C=3 para silte arenoso até C=12 para cascalho arenoso.

$$E \approx 479(N + 15)\ \ kN/m^2 \qquad \text{(Equação 2.18)}$$

$$E \approx 4000 + 100C(N - 6)\ \ kN/m^2 \qquad (quando\ N > 15) \qquad \text{(Equação 2.19)}$$

$$E \approx 100C(N + 6)\ \ kN/m^2 \qquad (quando\ N < 15) \qquad \text{(Equação 2.20)}$$

Considerando as incertezas no cálculo deste parâmetro, Kulhawy & Mayne (1990) levaram em conta o estado de tensão do solo, o que influencia os valores de N_{SPT}, e apresentaram as seguintes correlações como aproximações para a determinação do módulo de elasticidade (em kN/m²).

$$\frac{E}{p_a} = 5N_{60} \qquad (caso\ de\ areias\ com\ frações\ finas) \qquad \text{(Equação 2.21)}$$

$$\frac{E}{p_a} = 10N_{60} \qquad (caso\ de\ areias\ consolidadas) \qquad \text{(Equação 2.22)}$$

$$\frac{E}{p_a} = 15N_{60} \qquad (caso\ de\ areias\ sobreconsolidadas) \qquad \text{(Equação 2.23)}$$

Onde:

E – módulo de elasticidade ou deformidade do solo (em MPa);

p_a – pressão atmosférica de referência (normalmente utilizada como sendo 100 kPa).

Clayton *et al.* (1995) estabeleceram uma relação entre o módulo de deformabilidade das areias com N_{SPT} corrigido para 60% de eficiência, resultando nos valores indicados na Tabela 2.7. Mas Bowles (1997) destaca cautela na aplicação dessa correlação, dado que o valor de N_{SPT} tende a aumentar com a profundidade dentro de um dado estrato, porque a tensão vertical efetiva aumenta. Assim, este autor aconselha a utilização de um valor de N_{SPT} corrigido para a tensão efetiva de recobrimento, como N'_{60}.

Tabela 2.7. – Correlação entre o módulo de elasticidade e N_{60} (adaptado de Schmaid, 2014).

	E/N₆₀		
N_{SPT}	**Média**	**Limite Inferior**	**Limite Superior**
4	1,6 – 2,4	0,4 – 0,6	3,5 – 5,3
10	2,2 – 3,4	0,7 – 1,1	4,6 – 7,0
30	3,7 – 5,6	1,5 – 2,2	6,6 – 10,0
60	4,6 – 7,0	2,3 – 3,5	8,9 – 13,5

Quando o solo analisado contém materiais coesivos, o principal parâmetro a determinar é a resistência ao corte não drenada (c_u) que, de acordo com Stroud (1989), pode ser obtida através de:

$$c_u = 5 \times N_{60} \quad \text{(Equação 2.24).}$$

Esta expressão foi reformulada por Bowles (1997), resultando na Equação 2.25, na qual *k* é uma variável que irá depender do solo que está a ser analisado, valores mais baixos para argilas moles e mais altos para argilas sobreconsolidadas. Este autor também propõe que esta variável adopte o valor de 12 quando N'_{60}, quando não existem dados laboratoriais precisos, refletindo o estado real de tensões do solo.

$$c_u = k \times N_{SPT} \quad \text{(Equação 2.25)}$$

Assim, c_u pode ser relacionável com N_{SPT} e a consistência dos solos, tal como se pode concluir na Tabela 2.8. Recomenda-se a realização de ensaios em amostras indeformadas utilizando molinete portátil (pocket vane tester) para verificação e confornto dos valores obtidos.

Tabela 2.8. – Correlação entre N_{SPT} em solos coesivos, com consistência e resistência ao corte (adaptado de Terzaghi & Peck, 1967).

N_{SPT}	**Consistência do solo**	**Resistência ao corte (kPa)**
0 – 2	Muito mole	<25
2 – 4	Mole	25 – 50
4 – 8	Consistência média	50 – 100
8 – 15	Dura	100 – 200
15 – 30	Muito dura	200 – 400
>30	Rija	>400

2.4.2. Ensaio de Penetração Dinâmica

Os penetrómetros dinâmicos (Figura 2.8) são utilizados em investigações geotécnicas para avaliar a resistência do solo, consistindo na cravação contínua de uma ponteira cónica através da energia gerada pela queda livre de um pilão.

Figura 2.8. – Exemplo do equipamento utilizado para a realização do ensaio de penetração dinâmica.

Este método é especialmente indicado para solos de baixa coesão, devendo ser considerado o atrito entre as varas e o terreno em ensaios profundos. A técnica é regulamentada pela norma EN ISO 22476-2, que padroniza procedimentos e garante a fiabilidade dos resultados.

Tal como no ensaio de SPT, os ensaios com penetrómetros dinâmicos medem a resistência mecânica do solo à penetração através do número de pancadas necessárias para alcançar profundidades específicas, normalmente em intervalos de 100 ou 200 mm. Embora não permitam a recolha de amostras, ao contrário SPT, fornecem uma análise contínua da resistência ao longo da profundidade, identificando zonas de maior ou menor compacidade do terreno. Estes ensaios destacam-se pelo baixo custo, simplicidade operacional (exigindo apenas duas pessoas) e pela aplicabilidade em locais de difícil acesso, sendo uma solução eficiente para investigações geotécnicas. A fórmula que transforma o N (número de pancadas ou golpes) em resistência dinâmica de ponta (q_d) é dada em Pa por:

$$q_d = \left(\frac{M \times g \times h \times N}{A \times s}\right)\left(\frac{M}{M+M'}\right) \qquad \text{(Equação 2.26),}$$

Onde:

M - massa (kg) do pilão;

M' - massa (kg) das varas;

h - altura de queda do pilão (m);

A - área da base do cone (m^2);

s - profundidade alcançada (m);

g - aceleração gravítica (m/s^2).

Segundo ISSMGE (1989), há quatro tipos de equipamento para o ensaio (Tabela 2.9), cuja escolha depende da profundidade que é necessário atingir. As principais diferenças entre os equipamentos residem na dimensão do cone de penetração e na massa do pilão, que influenciam a energia aplicada em cada pancada.

Tabela 2.9. – Tipos de penetrómetros dinâmicos, segundo ISSMGE (1989) (adaptado de Matos Fernandes, 2011).

Tipo de penetrómetro	**Sigla**	**Massa do martelo (kg)**	**Área da base do cone (m^2)**	**Energia /pancada (kJ/m^2)**
Ligeiro ou Leve	DPL	10	0,001	50
Médio	PDM	30	0,001	150
Pesado	DPH	50	0,0015	167
Superpesado	DPSH	63,5	0,002	238

2.4.3. Pressiómetro de Ménard

O ensaio pressiométrico (*Ménard Pressuremeter Test* - PMT) é um método amplamente utilizado na engenharia geotécnica para avaliar propriedades de deformabilidade de solos e rochas brandas (Figura 2.9). Este ensaio foi desenvolvido inicialmente por Kogler em 1933, mas aperfeiçoado por Ménard em 1956, que é considerado o inventor do pressiómetro. Desde então,

avanços técnicos significativos expandiram a sua aplicação, incluindo a fundações e a plataformas petrolíferas, culminando na elaboração de normas, como a EN ISO 22476-4.

O ensaio consiste na aplicação de uma pressão uniforme nas paredes de um furo de sondagem, provocada pela expansão radial de uma membrana flexível situada numa sonda cilíndrica. A membrana é expandida pela introdução de água ou gás pressurizado, fazendo com que ocorra deformação no solo circundante. Assim, esta técnica permite avaliar diretamente parâmetros como resistência, cedência e deformabilidade do solo.

Figura 2.9. – Exemplos dos equipamentos utilizados na realização do ensaio pressiométrico.

Conforme Matos Fernandes (2011) menciona, o pressiómetro é constituído por três células cilíndricas de borracha: as células superior e inferior, denominadas de células de guarda, que isolam os efeitos da extremidade, e a célula central que mede a resposta do solo à pressão aplicada, fornecendo dados essenciais para a interpretação dos resultados. Para além das células, também estão incluídos componentes essenciais como: sonda pressiométrica equipada com células e membrana flexível, um painel de controlo (para regular e monitorizar a pressão e os volumes injetados), e uma fonte de pressão (por norma recorre-se a uma garrafa de gás comprimido (N_2)). Também existem algumas variantes do pressiómetro tradicional, como o *Lateral Load Tester* "LLT" da Oyo, que substitui água por gás, eliminando riscos de perfuração da membrana e o "Texam" da Roctest, que utiliza um macaco hidráulico para aplicar pressão.

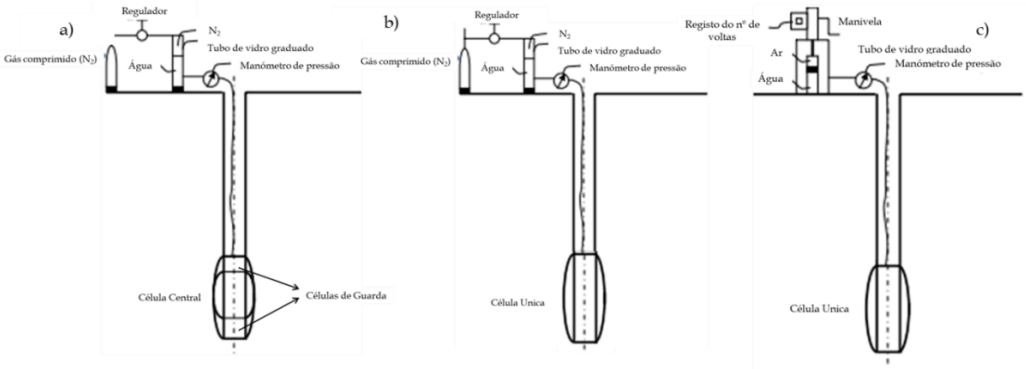


Figura 2.10. – Esquemas de pressiómetros do tipo PPF: a) de Ménard que contém três células (guarda e central) e combina gás e água como fluídos de pressão; b)LLT da Oyo, que dispõe de uma única célula de grande comprimento, eliminando efeitos de extremidade; c) "Texam" da Roctest, sendo similar ao LLT, mas com macaco hidráulico para aplicar a pressão (adaptado de da Silva, 2001).

Neste tipo de ensaio, após a introdução da sonda no furo de sondagem, inicia-se a aplicação de uma pressão em patamares incrementais, com duração de cerca de 1 minuto por etapa. Durante cada patamar, são registados os volumes de líquido ou gás injetados, permitindo a construção de curvas (Figura 2.11) em tempo real que relacionam a pressão e a deformação radial. Tipicamente, a curva pressiométrica resultante apresenta três fases: uma inicial de recompensação, onde se restabelece o estado de tensão original do solo (P_0, V_0); uma fase pseudo-elástica, caracterizada por uma relação aproximadamente linear entre pressão e deformação até à cedência (P_Y); e, no fim, uma fase plástica, onde as deformações se tornam não proporcionais às pressões aplicadas, atingindo um limite assintótico (P_L).

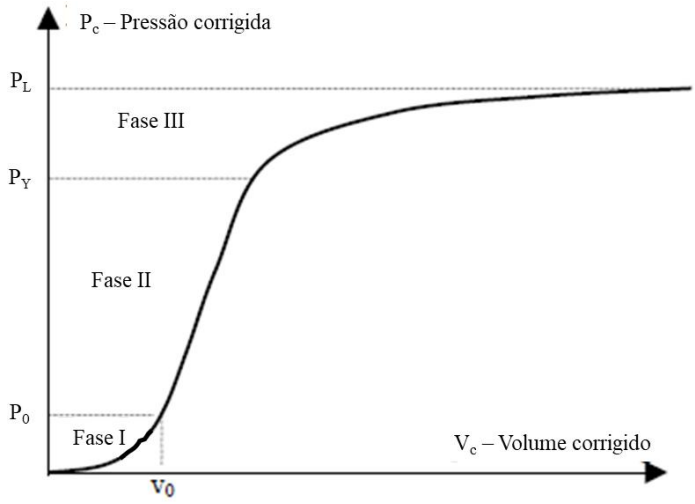


Figura 2.11. – Exemplo de uma curva pressiométrica típica (adaptada de Silva, 2001).

Mesmo sendo um ensaio simples é necessário ter em conta os pontos críticos e algumas desvantagens da técnica. Um ponto crítico a salientar é a preparação do furo de sondagem, uma vez que é essencial garantir a sua estabilidade para evitar que o solo colapse ou sofra expansão antes da inserção da sonda. Estes fenómenos podem provocar perturbações significativas nos resultados do ensaio. Para mitigar esses efeitos, foram desenvolvidos pressiómetros autopropelidos, equipados com lâminas de corte, que limpam o furo durante a sua instalação. As desvantagens deste método passam pelo seu elevado custo, a complexidade do procedimento e a sua limitação em solos coesivos e rochas muito brandas.

A calibração do pressiómetro ocorre segundo a norma ASTM D4719-87 e inclui passos como a saturação do sistema, a determinação do volume inicial da sonda e a verificação da compressibilidade do equipamento. Estas etapas garantem a fiabilidade dos dados obtidos e a sua conformidade com padrões internacionais.

2.4.4. Ensaio de Penetração Estática

O ensaio de penetração estática (*Cone Penetration Test* - CPT) é amplamente utilizado em estudos geotécnicos para avaliar com maior detalhe a variação de propriedades geomecânicas dos solos de baixa a média compacidade. Consiste na introdução contínua no terreno de uma ponteira cónica, com base padronizada de A_c=10 cm^2 e um ângulo de 60º, permitindo medir diretamente parâmetros como a resistência de ponta (q_c), a resistência por atrito lateral local (f_s) e, indiretamente, a razão de atrito (R_f) (Equação 2.27). É reconhecido como um método

altamente confiável, destacando-se pela maior precisão, em comparação com os ensaios SPT e os penetrómetros dinâmicos.

$$R_f(\%) = \frac{f_s}{q_c} \qquad \text{(Equação 2.27)}$$

A realização deste ensaio envolve três passos sequenciais. Inicialmente, ocorre a penetração da ponteira cónica no terreno, com o objetivo de medir q_c, a qual reflete a capacidade de carga vertical e a sua compactação. Este parâmetro é considerado o mais representativo do ensaio. De seguida, dá-se o movimento de uma manga situada acima da ponteira, que permite calcular f_s, para se obter informações sobre a resistência ao corte e a coesão do solo. Por fim, ocorre o avanço simultâneo da ponteira e da manga, permitindo o registo da resistência global do terreno. Nos sistemas tradicionais de penetrómetros mecânicos, as forças necessárias para a cravação são monitorizadas por manómetros posicionados na superfície. Em contraste, os penetrómetros elétricos utilizam sensores integrados na ponteira, permitindo a medição direta das forças ao nível do solo, assegurando maior precisão, e possibilita uma recolha de dados mais detalhada e em tempo real.

No que toca a equipamentos específicos e condições adequadas para sua execução (Figura 2.12): a ponteira cónica é padronizada, podendo o ensaio ser realizado com equipamentos mecânicos ou elétricos desde que calibrados regularmente (EN ISO 22476-1). A força de penetração, que consegue atingir até 200 kN, permite registar resistências de ponta entre 10 e 20 MPa, essenciais para análises geotécnicas. Um dos principais desafios é, contudo, garantir uma força de ancoragem suficiente: em terrenos brandos, os trados helicoidais, que permitem a fixação do equipamento, podem falhar, e em solos duros a sua instalação pode ser inviável. Para solucionar tais problemas, recorre-se a sistemas montados em camiões estabilizados com lastros metálicos, embora esta abordagem seja limitadora em áreas urbanas ou locais de difícil acesso (Lunne *et al.*, 1997).

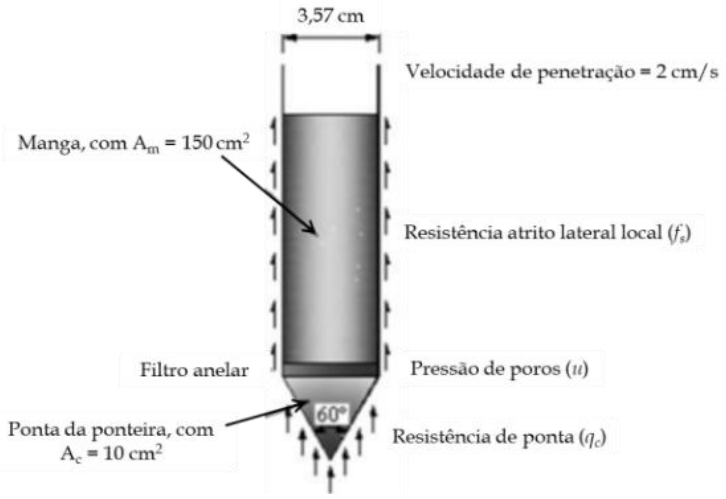


Figura 2.12. – Esquema da ponteira cónica nos ensaios CPT ou CPTU (adaptado de Fonseca *et al.*, 2016).

Em Portugal, os ensaios CPT são regulamentados segundo a norma EN ISO 22476-1. Essa norma estipula que a taxa de penetração deve ser de 20 mm/s, com registos realizados a cada 2 mm, e determina os requisitos para a apresentação dos resultados, como gráficos que relacionam resistência em profundidade e dados planialtimétricos do local. Os relatórios técnicos devem incluir informações detalhadas sobre as condições do terreno, especificações do equipamento,

métodos utilizados durante o ensaio e os resultados obtidos, garantindo precisão na interpretação e a comparabilidade dos dados em diferentes contextos geotécnicos.

Além do CPT, destaca-se o ensaio com piezocone (*Cone Penetration Test with Pore Pressure Measurement* - CPTU), que permite também a medição da pressão intersticial (u) durante a penetração, através de sensores integrados na ponteira e na manga. Este ensaio é particularmente útil em solos saturados, como argilas, onde a pressão intersticial afeta significativamente o comportamento mecânico. A inclusão da medição de u permite a identificação mais precisa das camadas de solo, a estimativa de parâmetros como a razão de sobreconsolidação (OCR), a permeabilidade e as condições de consolidação. Além disso, o CPTU contribui para a distinção entre solos com características físicas semelhantes, tornando-se uma ferramenta indispensável em análises avançadas de estabilidade e fundações.

2.4.5. Piezómetros

Os piézómetros são dispositivos compósitos, constituídos por tubos de PVC com 50 mm de diâmetro interno, crepinados em determinadas secções e envoltos em geotêxtil (Milanovic, 2004). Estes são instalados em furos de sondagem e posteriormente envoltos por material de elevada condutibilidade hidráulica, como areia siliciosa grosseira ou areão, preenchendo o espaço anelar entre os tubos de PVC e a parede do furo. Segundo a norma EN ISO 18674-4:2020, estes dispositivos podem ser manuais (abertos), que medem diretamente a pressão da água em furos de sondagem, ou fechados (elétricos, pneumáticos ou ópticos), que permitem monitorização contínua e de elevada precisão, sendo recomendados para solos saturados, materiais argilosos e maciços rochosos fissurados com permeabilidade variável.

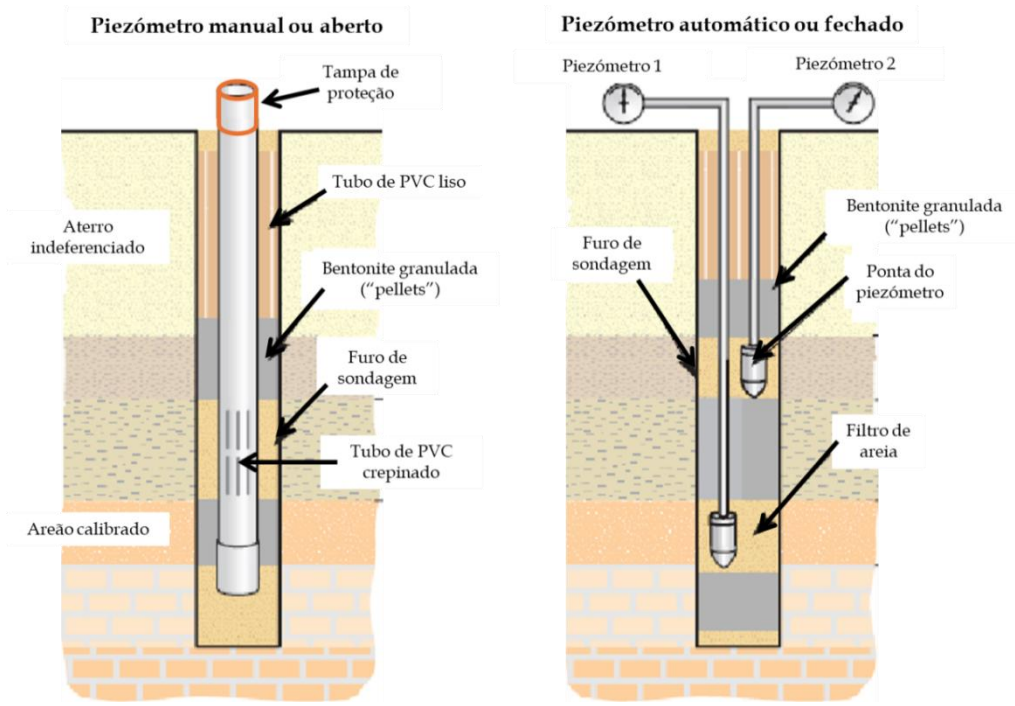


Figura 2.13. - Esquemas ilustrativos de piezómetro hidráulico de circuito aberto e fechado (adaptado de Gonzalez de Vallejo & Ferrer, 2011).

São fundamentais na geotecnia porque permitem calcular as tensões efetivas no solo (σ'), através da equação empírica de Terzaghi (1943):

$$\sigma' = \sigma - u \quad \text{(Equação 2.28)},$$

Onde:

σ - tensão total aplicada ao solo (kPa)

u - pressão intersticial (kPa).

Em Portugal, a utilização de piezómetros para a medição de u segue as diretrizes estabelecidas pela norma EN ISO 18674-4:2020, que especifica os requisitos para a instalação e operação desses dispositivos em investigações geotécnicas.

2.5. Ensaios Laboratoriais

2.5.1. Ensaio de Granulometria

O ensaio de granulometria é um dos métodos laboratoriais mais comuns e fundamentais em geologia e geotecnia no que toca à determinação da dimensão de partículas de uma amostra de solo, ou seja, a sua distribuição granulométrica. A análise permite classificar o tipo de solo, prever o seu comportamento mecânico e avaliar propriedades como permeabilidade, compacidade, e estabilidade, auxiliando no dimensionamento de obras de engenharia. Os solos podem ser classificados como granulares ou coesivos, consoante a fração predominante das partículas, sendo distinguidos como argila, silte, areia ou cascalho (Tabela 2.10). Siltes, areias e seixos são classificados em finos, médios e grossos. Este procedimento é utilizado na classificação dos solos segundo padrões como o sistema unificado de classificação de solos (*Unified Soil Classification System* - USCS) e a norma portuguesa EN ISO 14688-2, para além de se poder obter parâmetros relevantes, como o coeficiente de uniformidade (C_u) e coeficiente de curvatura (C_c).

Tabela 2.10. – Dimensão granulométrica do solo (adaptado de EN ISO 14688-1:2017).

Tipos de Solo	**Designação**		**Dimensão das patículas (nm)**
Muito grosseiro	Bloco		> 630
			> 200 - ≤ 630
	Calhau		> 63 - ≤ 200
Grosseiro	Seixo	Grosso	> 20 - ≤ 63
		Médio	> 6,3 - ≤ 20
		Fino	> 2,0 - ≤ 6,3
	Areia	Grossa	> 0,63 - ≤ 2,0
		Média	> 2,0 - ≤ 0,63
		Fina	> 0,063 - ≤ 0,20
Fino	Silte	Grosso	> 0,02 - ≤ 0,063
		Médio	> 0,0063 - ≤ 0,02
		Fino	> 0,002 - ≤ 0,0063
	Argila		≤ 0,002

O ensaio de granulometria pode ser realizado por peneiração ou sedimentação, tendo em conta o tamanho predominante das partículas no solo. Para partículas maiores, como é o caso de areias e cascalhos, utiliza-se o método de peneiração, que consiste em fazer passar a amostra seca por uma série de peneiros (Tabela 2.11) com aberturas progressivamente menores, sendo o material retido em cada um pesado para traçar a curva granulométrica cumulativa.

Tabela 2.11. – Conjunto de peneiros ASTM usado em análises granulométricas.

Peneiro (ASTM)	Tamanho da malha (mm)
½''	12,500
3/8''	9,500
Nº 4	4,750
Nº 10	2,00
Nº 20	0,850
Nº 40	0,425
Nº 60	0,250
Nº 140	0,106
Nº 200	0,075
Nº 230	0,063

Em relação aos parâmetros que se podem retirar de uma curva granulométrica, segundo Matos Fernandes (2011), C_u calcula-se como forma da razão entre os diâmetros correspondentes a 60% (D_{60}) e 10% (D_{10}) de material passado no processo de peneiração (Equação 2.29). Este parâmetro representa o quanto o material é uniforme: um solo é classificado como muito uniforme quando $C_u < 5$, como de uniformidade média quando apresenta $5 < C_u < 20$ e como não uniformes se $C_u > 20$.

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} \qquad \text{(Equação 2.29)}$$

Também, C_c (Equação 2.30), que se calcula através de relações com diâmetros em três fases do processo de peneiração, quantifica a forma e a simetria da curva granulométrica, podendo-se distinguir diferentes classes de granulometria. Segundo Matos Fernandes (2006) e Caputo (2001), solos bem graduados apresentam valores de C_c entre 1 - 3, enquanto que para solos mal graduados este valor está abaixo de 1 (graduação aberta) ou acima de 3 (graduação uniforme).

$$C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}} \qquad \text{(Equação 2.30)}$$

Para partículas muito finas, como argilas e siltes, aplica-se o método de sedimentação, baseado na Lei de Stokes, para calcular os tamanhos das partículas a partir da sua velocidade de sedimentação em um fluido, normalmente água. Neste processo, a amostra é dispersa no líquido com agentes químicos, que previnem a floculação, enquanto a concentração de partículas é monitorizada ao longo do tempo com instrumentos como densímetros ou analisadores a laser. A combinação desses métodos permite obter uma análise granulométrica detalhada, essencial para a previsão do comportamento do solo em diversas aplicações geotécnicas.

Em Portugal, o ensaio de granulometria rege-se pela EN ISO 14688-2. Esta norma padroniza o uso de peneiros com aberturas específicas para granulometria por peneiração e orienta a aplicação do método de sedimentação com agentes dispersantes para solos finos. Também

estabelece requisitos para a apresentação dos resultados, incluindo curvas granulométricas e informações detalhadas sobre o processo. Dessa forma, garante-se a comparabilidade e a precisão na análise e classificação dos solos em diferentes contextos.

2.5.2. Teor em Água

Sendo um dos ensaios mais simples na caracterização de solos em geologia e geotecnia, a determinação do teor em água (w) mede a quantidade de água existente numa amostra, em comparação com o seu peso seco. Este parâmetro fornece informação sobre o comportamento do solo, em termos da sua compactação, permeabilidade, resistência ao corte e capacidade de suporte de cargas.

O procedimento padrão para realizar este ensaio envolve a pesagem inicial da amostra natural húmida, seguida da secagem em estufa da mesma a uma temperatura de (105 ± 5) °C até atingir peso constante, geralmente após 24 horas. w (%) é então calculado como a relação entre a massa da água perdida na secagem e a massa do solo seco. Este método é regulamentado por normas internacionais, como a EN ISO 17892-1, que especifica requisitos para a amostragem, manuseio e precisão na medição, garantindo resultados confiáveis para uso em estudos geológico-geotécnicos.

2.5.3. Limites de Consistência ou de Atterberg

Os limites de consistência, ou limites de Atterberg, de um solo definem os teores em água que correspondes às transições entre os diferentes estados físicos do solo e são determinados de acordo com a norma NP 143:1969. Estes limites envolvem a determinação do limite de liquidez e do limite de plasticidade, que permitem caracterizar o comportamento do solo em função do teor em água. Este ensaio, segundo Caputo (1996), torna-se mais importante para solos finos (com pelo menos 30% de partículas menores que 0,05 mm) pois fornece uma avaliação qualitativa das suas características mecânicas, permeabilidade e trabalhabilidade, orientando a sua aplicação em diferentes contextos de engenharia. No entanto, para solos predominantemente arenosos, o ensaio perde relevância, mesmo quando a sua execução é tecnicamente viável.

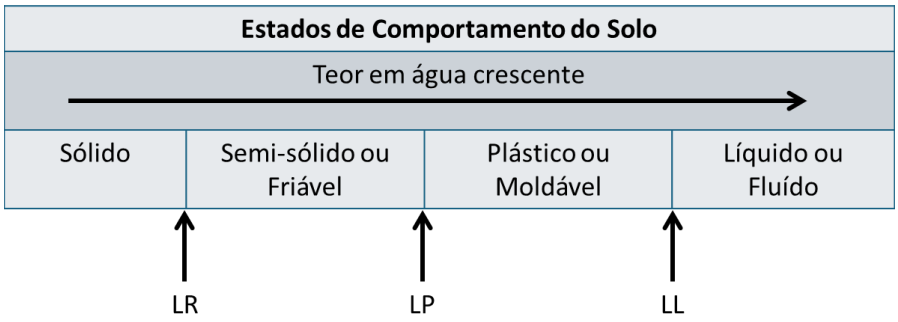


Figura 2.14. –Esquema ilustrativo dos limites de consistência: LR – Limite de Retração; LP – Limite de Plasticidade; LL – Limite de Liquidez (adaptado de Caputo, 1996).

Os limites de Atterberg podem ser divididos em três limites: retração (LR), plasticidade (LP) e liquidez (LL). O LR corresponde ao teor de humidade abaixo do qual a remoção adicional de água não provoca redução significativa no volume do solo. Este parâmetro é obtido pela

moldagem e secagem de uma amostra até fissurar, medindo-se o volume antes e após a secagem, e calculando o teor de humidade correspondente.

O ensaio de LP tem como objetivo determinar o menor teor de humidade em que o solo passa do estado plástico para o semi-sólido. A realização deste ensaio envolve a preparação de pastas de solo e água destilada, moldando-se num formato de uma provete cilíndrico de 3 mm entre a palma da mão e uma placa de vidro, até que o filamento rompa com o diâmetro especificado. É normal fazer-se quatro ou cinco provetes de cada amostra, sendo a média dos valores do teor de humidade obtidos igual ao valor final do limite de plasticidade, expresso em percentagem e arredondado à unidade. O ensaio de LL utiliza a Concha de Casagrande para determinar o teor de humidade em que o solo transita do estado líquido para o estado plástico. Para isso, a amostra de solo em análise, após ser passada pelo peneiro ASTM nº 40 e adicionada água destilada, é submetida a 25 golpes na Concha de Casagrande, e o teor em água é determinado pela interpolação de uma curva gráfica que relaciona o teor em água de 4 ou 5 provetes com o número de pancadas necessárias para unir os bordos de um sulco de 1 cm de comprimento. Se não for possível determinar esse limite, o material é considerado não plástico.

O índice de plasticidade (IP), calculado como mostra na Equação 2.31, expressa a plasticidade de um solo ao quantificar a quantidade de água necessária para a transição do estado plástico para o líquido. Solos com valores elevados de IP apresentam maior capacidade de deformação plástica, logo maior plasticidade. De acordo com a classificação da IAEG (1979) (Tabela 2.12), os graus de plasticidade são definidos com base nos valores de IP, permitindo categorizar os solos segundo as suas propriedades plásticas.

$$IP = LL - LP \qquad \text{(Equação 2.31)}$$

Tabela 2.12. – Classificação dos solos com base no Índice de Plasticidade (adaptado da IAEG, 1979).

Índice de Plasticidade (IP)	Plasticidade do solo
< 1	Não plástico
1 – 7	Ligeiramente plástico
7 – 17	Moderamente plástico
17 – 35	Muito plástico
> 35	Extremamente plástico

2.5.4. Ensaio de Compactação Proctor Modificado ou Pesado

Os ensaios laboratoriais de compactação do tipo Proctor surgiram como necessidade de um controlo rigoroso da compactação durante as atividades de construção numa obra, o que os torna num recurso muito valioso em engenharia geotécnica. De acordo com a norma E197-1996 LNEC, há quatro tipos principais de compactação, tendo em conta a energia específica de compactação: compactação leve (Proctor normal) em molde pequeno e grande, e compactação pesada (Proctor modificado) em molde pequeno e grande (Tabela 2.13)

Tabela 2.13. – Diferentes tipos de ensaios de Proctor (normalizado pela E197-1966 LNEC).

		Molde		Peso do Pilão (kg)	Altura de queda (cm)	Nº camadas	Nº pancadas por camada
		Diâmetro (mm)	Altura (mm)				
Tipo de compactação	Leve (Proctor normal)	102	117	2,49	30,5	3	25
		152	114	2,49	30,5	3	55
	Pesada (Proctor modificado)	102	117	4,54	47,5	5	25
		152	114	4,54	47,5	5	55

Este ensaio consiste na compactação dinâmica de uma amostra de solo num cilindro de volume conhecido, aplicando uma energia específica (E_c) podendo ir desde 60 N.cm/cm^3 para os ensaios de Proctor leve, a 265 N.cm/cm^3 para os ensaios de Proctor pesado – Equação 2.36) e variando o teor em água para cada provete.

$$E_c = \frac{N \times n \times W \times h}{V} \quad \text{(Equação 2.32),}$$

Onde:

N - número de pancadas por camada;

n - número de camadas de solo no interior do molde;

W - peso do pilão (normalizado);

h - altura de queda do pilão (constante);

V - volume do molde utilizado.

Neste ensaio, a operação do pilão pode ser manual ou automática e o tamanho do molde depende da granulometria do solo (molde pequeno se menos de 20% do material for retido no peneiro nº 4 (4,75 mm de abertura), e o molde grande quando a retenção no peneiro de 19 mm é inferior a 20%; caso contrário, a norma mencionada não se aplica) (Santos, 2008). Para cada condição testada, obtém-se o peso volúmico seco do solo (γ_d), permitindo traçar a curva de compactação que relaciona o teor em água com o peso volúmico seco (Figura 2.15a). A partir dessa curva, determina-se o teor em água ótimo (w_{opt}), correspondente ao peso volúmico seco máximo ($\gamma_{d,máx}$). O grau de compactação (GC) corresponde à relação entre o γ_d medido no campo (*in situ*) e o $\gamma_{d,máx}$ obtido pelo ensaio Proctor.

Com teores em água baixos, o atrito entre as partículas do solo é elevado, dificultando a expulsão do ar presente nos poros. À medida que este teor aumenta, a lubrificação entre os grãos facilita a saída do ar, permitindo um aumento da densidade do solo. Mas, para teores em água elevados, a água ocupa os espaços intergranulares, dificultando a expulsão do ar e limitando a compactação. Ao atingir esta fase, as curvas de compactação aproximam-se da curva de saturação, que representa a condição em que o ar é completamente expelido. Contudo, existe um limite para a saturação, independentemente da energia aplicada. Além disso, o aumento da energia de compactação melhora a eficiência do processo, reduzindo o teor em água ótimo e aumentando o peso volúmico seco máximo.

Neste trabalho, será dada especial atenção ao ensaio de Proctor modificado, dada a sua relevância em contextos de regiões expostas a altas solicitações de carga, como fundações e aterros que exigem elevada resistência e estabilidade. Contudo, este ensaio apresenta algumas limitações, como a sua inadequação para solos muito granulares ou com partículas grandes, além das possíveis imprecisões em solos argilosos, devido à coesão natural do material. Apesar dessas desvantagens, a aplicação deste ensaio é essencial para garantir uma compactação adequada do solo, prevenindo problemas como assentamentos diferenciais, redução da capacidade de carga e aumento da permeabilidade, os quais podem afetar negativamente a durabilidade e a segurança das estruturas.

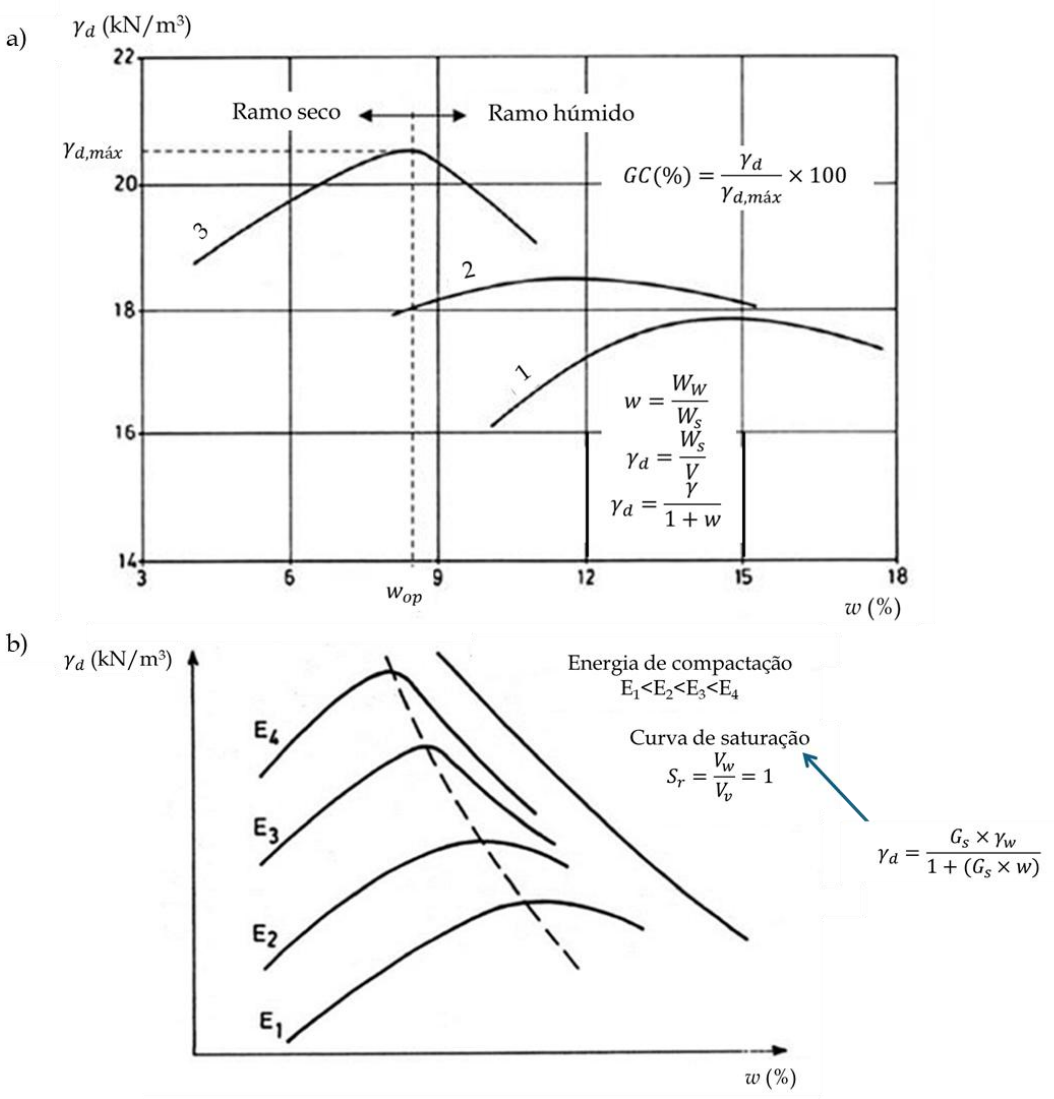


Figura 2.15. – a) Exemplos de curvas de compactação de diferentes solos, com respetivos cálculos, em que W_w é o peso da água, W_s é o peso das partículas sólidas, V é o volume total e γd é o peso volúmico seco. b) Curvas de compactação a diferentes energias, com respetivos cálculos, onde V_w é o volume de água, V_v é o volume de vazios, S_r é o grau de saturação, G_s é a densidade das partículas sólidas e γ_w é o peso volúmico da água (adaptado de Fortunato, 2022).

2.5.5. Índice Californiano de Capacidade de Carga

O índice californiano de capacidade de carga (*California Bearing Ratio* – CBR) é muito utilizado em geotecnia no dimensionamento de pavimentos e permite estimar, de forma empírica, o módulo de deformabilidade dos terrenos (JAE, 1995; Das, 2013). Este ensaio mede a pressão necessária para que um pistão padrão penetre no solo, comparando-a com a pressão necessária para penetrar brita, submetido a condições controladas de humidade e compactação, segundo a normal E 198-1967 LNEC.

O ensaio de CBR *in situ* pode ser realizado em solos naturais ou compactados, em condições drenadas ou não drenadas. Inicialmente, a amostra de solo é moldada em moldes normalizados e compactada em camadas, adaptando o teor de humidade segundo as condições previstas para o terreno. A amostra pode ser saturada para simular a máxima humidade, sendo aplicada uma carga estática inicial (geralmente 4,5 kg) para representar a pressão do pavimento. A fase de penetração recorre a um pistão cilíndrico, com diâmetro de 50 mm, que penetra a amostra a velocidade constante de 1,27 mm/min, sendo medida a pressão necessária para deslocamentos padrões de 2,5 mm e 5 mm. O índice CBR é expresso na forma de percentagem da pressão necessária para penetrar a amostra de solo com o pistão padrão, em relação à pressão necessária para o mesmo deslocamento numa amostra de referência (Equação 2.32), sendo as pressões padrão 6,9 MPa para 2,5 mm e 10,3 MPa para 5 mm. Interpretando os resultados obtidos através da mesma equação, solos com um índice inferior a 10% são considerados inadequados para suportar pavimentos diretamente, devido à sua baixa capacidade de carga; entre 10 – 50%, os solos possuem uma resistência intermédia, sendo adequados para camadas intermediárias de pavimentos; por fim, com índices superiores a 50%, os solos oferecem excelente capacidade de suporte, podendo ser utilizados como base ou sub-base de pavimentos, devido à sua alta resistência e estabilidade.

$$CBR(\%) = \frac{pressão\ medida\ do\ solo}{pressão\ de\ referência} \times 100 \qquad \text{(Equação 2.33)}$$

Uma limitação mencionada por Mohammad *et al.* (1998) refere-se ao facto do ensaio ser realizado de forma estática, não refletindo de forma adequada a resposta dinâmica da fundação, quando esta está sujeita a cargas variáveis como por exemplo o tráfego de veículos. Segundo Rahim & George (2004), o índice de CBR é essencial para a disposição de pavimentos, servindo como uma medida de força e rigidez, apesar de engenheiros não considerarem uma abordagem totalmente satisfatória.

Assim, para além do ensaio CBR *in situ*, desenvolveu-se o ensaio CBR dinâmico. Este é realizado em laboratório com a simulação de cargas dinâmicas. Oferece uma avaliação mais precisa do comportamento do solo sob cargas de tráfego variáveis, levando em consideração fatores como a rigidez e forma do material, o teor em água e a compactação da mistura. O valor do índice CBR dinâmico é calculado através da Equação 2.33. A limitada pesquisa sobre este método sugere que a sua aplicação contribui para o avanço do conhecimento na área geotécnica.

$$CBR_d(\%) = \frac{24{,}26 \times p}{s^{0{,}59}} \qquad \text{(Equação 2.34),}$$

s - assentamento médio (mm);

p - pressão (N/mm^2).

Os ensaios de CBR têm sido objeto de estudo, em que são propostas correlações com o módulo de deformabilidade (E) do solo, como é o caso de Powell *et al.* (1984) e Guzzarlapudi *et al.* (2016) com a elaboração da Equação 2.34 e Putri *et al.* (2012) com a Equação 2.35, para aprimorar o dimensionamento das fundações de pavimentos.

$$E = \begin{cases} 10 \times CBR, \ se \ \ CBR = 5 \\ 17{,}6 \times (CBR)^{0{,}64}, \ se \ \ CBR > 5 \end{cases} \quad \text{(Equação 2.35)}$$

$$E = \begin{cases} 16{,}2 \times (CBR)^{0{,}7}, \ se \ \ CBR < 5 \\ 22{,}4 \times (CBR)^{0{,}5}, \ se \ CBR > 5 \end{cases} \quad \text{(Equação 2.36)}$$

Para além destas correlações, a Highways Agency (2006) sugere o uso de métodos como o Falling Weight Deflectometer (FWD) e o Light Falling Weight Deflectometer (LFWD) para complementar o ensaio de CBR, proporcionando uma maior precisão na caracterização da rigidez das camadas granulares e otimizando o dimensionamento de pavimentos e a redução de custos, conforme estudos de Morais & Minhoto (2014).

3. Caracterização Geológica-Geotécnica do Terreno

Tanto para maciços terrosos como para maciços rochosos foram desenvolvidas classificações que estabelecem terminologia universal na caracterização dos terrenos. As classificações de solos baseiam-se em propriedades determinadas por ensaios de laboratório, enquanto para os maciços rochosos há que considerar propriedades da rocha e, sobretudo, do sistema de descontinuidades que compartimentam os maciços, de que se destacam as falhas, as diáclases, a foliação e outras fraturas aleatórias.

A classificação dos solos necessita da colheita de amostras representativas, em geral obtidas em poços de prospeção, que fornecem as primeiras informações sobre as formações interessadas. O estudo visual no campo de maciços rochosos é realizado em afloramentos, cortes de estradas ou escavações recentes. Estas observações superficiais são complementadas pela análise de testemunhos de sondagem, obtidos no contexto das campanhas de prospeção geotécnica.

Neste capítulo, apresenta-se uma síntese dos parâmetros mais importantes a obter por observação e análise das amostras colhidas numa campanha de prospeção.

3.1. Classificação de Maciços Rochosos

A classificação dos maciços rochosos é fundamental para estudos geológicos-geotécnicos, uma vez que esses maciços são complexos, frequentemente anisotrópicos e heterogéneos. O grau de alteração e a fissuração afetam de forma direta o comportamento mecânico dos maciços, influenciando a sua resistência, deformabilidade, permeabilidade e estabilidade. Com o objetivo de quantificar a análise, foram desenvolvidos sistemas de classificação, dos quais se destacam pela frequente utilização o *Rock Quality Designation* (RQD) e o *Rock Mass Rating* (RMR), que agrupam as características dos maciços em categorias específicas, permitindo prever o seu comportamento em obras, estruturas e escavações subterrâneas.

3.1.1. Índice de Qualidade da Rocha e Percentagem de Recuperação

O índice de qualidade da rocha (*Rock Quality Designation* - RQD) foi desenvolvido por Deere *et al.* (1967), para avaliar a qualidade de maciços rochosos com base na recuperação de segmentos de testemunhos de sondagem com mais de 10 cm, segundo a Equação 3.1, permitindo aplicar a classificação de muito pobre (0 – 25%) a excelente (90 – 100%) (Tabela 3.1). O RQD é vastamente aplicado em projetos de fundações, taludes, túneis e barragens, ajudando a identificar a integridade do maciço e a necessidade de melhoramento ou medidas de suporte. Porém, fatores como as atitudes das descontinuidades, o tipo de rocha e a técnica de perfuração podem afetar os resultados. O RQD não tem em consideração a origem, orientação ou resistência das descontinuidades, sendo necessário recorrer a análises complementares.

$$RQD = \frac{\sum Comprimento\ das\ amostras > 10cm}{Comprimento\ total\ perfurado(cm)} \times 100 \qquad \text{(Equação 3.1)}$$

Tabela 3.1. – Classificação de maciços rochosos com base no Índice de RQD (adaptado de Deere & Deere, 1989).

Índice RQD	Qualidade da Rocha
< 25%	Muito Fraca
25-50%	Fraca
50-75%	Razoável
75-90%	Boa
90-100%	Excelente

A percentagem de recuperação (PR), que também é aplicada a maciços terrosos, é um dado essencial para garantir a confiabilidade dos resultados em estudos geotécnicos relacionados com a engenharia civil, geotecnia e mineração. Refere-se à proporção do material recuperado por amostragem em relação ao total perfurado numa sondagem, por cada amnobra (Equação 3.2). É uma medida que avalia a integridade e qualidade das amostras coletadas, sendo amplamente utilizada em estudos geotécnicos. Os resultados indicam se a recuperação é alta (> 90%), moderada (50% - 90%) ou baixa (< 50%), refletindo o grau de perturbação ou fragmentação do material amostrado.

$$PR\ (\%) = \frac{Comprimento\ recuperado(cm)}{Comprimento\ da\ manobra(cm)} \times 100 \qquad \text{(Equação 3.2)}$$

3.1.2. Estado de Alteração e Fraturação

O estado de alteração da rocha e de fraturação do maciço rochoso são determinantes para a classificação e avaliação da sua qualidade, influenciando diretamente as propriedades geotécnicas e mecânicas. A alteração resulta de processos químicos, físicos e biológicos, identificando-se cinco classes, de rocha sã a solo residual (Tabela 3.2.).

Tabela 3.2. – Classificação de maciços rochosos com base no estado de alteração (de acordo com ISRM, 1978).

Classe	Classificação	Descrição
W1	Rocha sã	Rocha isenta de alteração, de cor lustrosa em toda a sua massa
W2	Rocha Pouco Alterada	As superfícies de descontinuidade estão manchadas de óxidos, mas a parte intacta entre estas mantém a cor lustrosa original
W3	Rocha Medianamente Alterada	Evidencia meteorização acentuada na zona das descontinuidades e a partir destas para o interior, reconhecendo-se alteração de cor em relação à rocha sã, podendo manifestar-se sobre o aspeto de manchas localizadas ou afetando toda a massa rochosa
W4	Rocha Muito Alterada	Apresenta-se intensamente meteorizada, parcialmente transformada em materiais residuais ou facilmente desagregável à mão
W5	Rocha Decomposta	Apresenta comportamento terroso muito generalizado, sendo visível a estrutura original remanescente

O estado de fraturação diz respeito à caracterização do espaçamento entre descontinuidades e, indiretamente, à densidade de fraturas presentes no maciço rochoso, influenciando a sua estabilidade, permeabilidade, resistência ao cisalhamento e deformabilidade. Os níveis de

fraturação variam desde um maciço pouco fraturado até um maciço intensamente fraturado, influenciando diretamente a estrutura e estabilidade do maciço (Tabela 3.3.).

Tabela 3.3. – Classificação de maciços rochosos com base no estado de fraturação (de acordo com ISRM, 1978).

Classe	Intervalo entre fraturas (cm)	Descrição
F1	> 200	Fraturas muito afastadas – maciço muito pouco fraturado
F2	60 a 200	Fraturas afastadas – maciço pouco fraturado
F3	20 a 60	Fraturas medianamente afastadas – maciço medianamente fraturado
F4	6 a 20	Fraturas próximas – maciço muito fraturado
F5	< 6	Fraturas muito próximas – maciço intensamente fraturado

3.1.3. *Rock Mass Rating*

Desenvolvido por Bieniawski (1989), o sistema *Rock Mass Rating* (RMR) é vastamente utilizado em geotecnia para avaliar a qualidade dos maciços rochosos. Esta metodologia é útil para estimar os tipos de suporte e as propriedades geomecânicas do maciço, especialmente em projetos como túneis, taludes e fundações. O RMR baseia-se na análise de seis parâmetros principais (resistência da rocha intacta (σ_{ci}), RQD, espaçamento e condição das descontinuidades, presença de água e orientação das descontinuidades), quantificados segundo tabelas normativas para esse efeito. Através da soma destes sub-índices, escalão maciço é classificado segundo uma tabela, dividida em cinco classes (Tabela 3.4). No entanto, apesar da relevância deste sistema, o presente trabalho não recorreu à classificação RMR nos casos de estudo apresentados, devido à ausência de dados adequados para a sua aplicação.

Tabela 3.4. – Classificação de maciços rochosos com base no sistema RMR (adaptado de Bieniawski, 1989).

Classes	Intervalo de RMR	Designação	Condições de engenharia
I	81 – 100	Rocha muito boa	Estável, escavação sem suporte
II	61 – 80	Rocha boa	Suporte ligeiro (pregagens, betão)
III	41 – 60	Rocha razoável	Suporte sistemático
IV	21 – 40	Rocha má	Forte suporte necessário
V	0 - 20	Rocha muito má	Suporte muito forte, escavação difícil

Esta classificação possibilita a posterior estimativa da resistência do maciço rochoso (σ_{cm}), com base na fórmula empírica (Equação 3.3) proposta por Hoek & Brown (1997). Este fator é relevante para análises numéricas ou dimensionamento de estruturas de suporte em maciços rochosos.

$$\sigma_{cm} = \sigma_{ci} \times exp\left(\frac{RMR-100}{24}\right) \qquad \text{(Equação 3.3)}$$

3.2. Classificação de Maciços Terrosos

Os maciços terrosos, amplamente estudados em geologia de engenharia, são constituídos por partículas ou agregados minerais não cimentados, formados pela desintegração de rochas e minerais expostos à superfície. Para além disso, podem conter matéria orgânica deteriorada, além de fluidos e gases que preenchem os espaços vazios entre as partículas sólidas (Gonzalez de Vallejo *et al.*, 2002). Os maciços terrosos formam-se quando as rochas são expostas a condições climatéricas diversas (como chuva e variações de temperatura), além da ação de vegetação e organismos vivos. Verificam-se alterações mineralógicas, o que faz com que as rochas percam propriedades mecânicas e as suas características originais, tornando-os, geralmente, menos resistentes e competentes do que os maciços rochosos originais, o que se ocorre sobretudo no caso de solos residuais (Urshima, 2024).

Em termos geológicos, os solos que formam os maciços terrosos podem ser classificados em dois grupos principais, de acordo com sua origem: solos residuais e solos transportados (Matos, 1986; Gonzalez de Vallejo *et al.*, 2002). Os solos residuais resultam justamente da meteorização da rocha-mãe, enquanto que os solos transportados foram deslocados do seu local de origem por agentes naturais, ou por ação antrópica (aterros). Estas classificações ajudam a entender o comportamento dos maciços, o que é essencial para garantir projetos seguros e eficientes.

No que toca à classificação granulométrica, que se baseia nas propriedades do solo e dos maciços terrosos, é feita recorrendo, principalmente, à análise de resultados da análise granulométrica. Como mencionado anteriormente, os solos podem distinguir-se em granulares ou coesivos, conforme o tipo de partícula predominante, como argila, silte ou areia, que podem ainda ser classificados em finos, médios ou grossos. Uma forma de compilar a informação proveniente dos estudos granulométricos, recorre ao Diagrama Triangular de Feret (Figura 3.1).

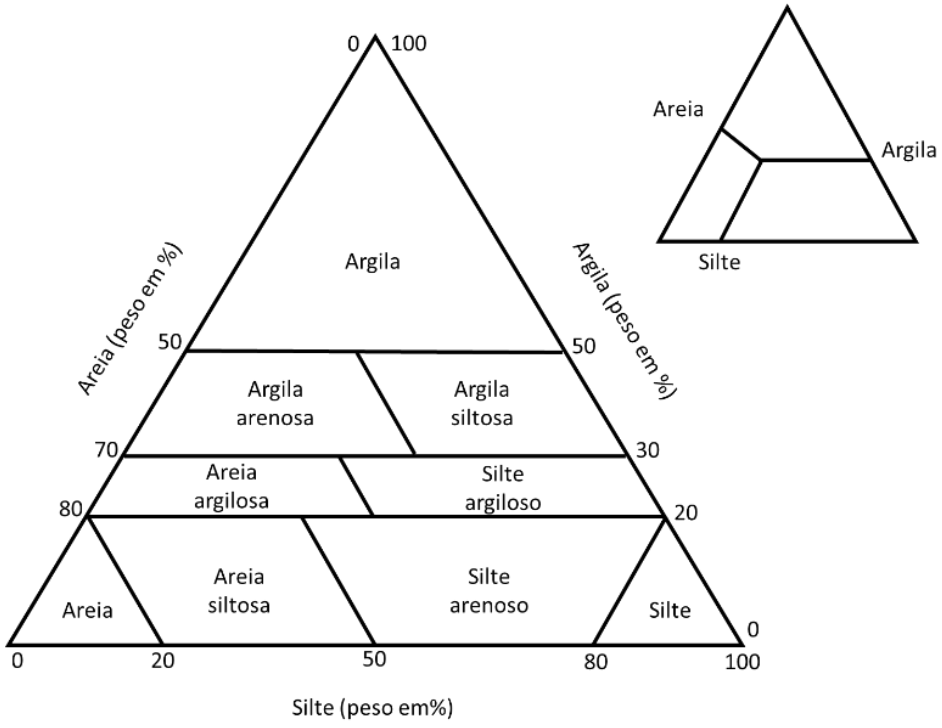


Figura 3.1. – Diagrama Triangular de Feret (adaptado de Matos Fernandes, 2006).

De forma a simplificar a análise dos solos para fins geotécnicos, foram criados sistemas de classificação empíricos para aplicações práticas, como é o caso do sistema de classificação unificada (ASTM D2487, *Unified Soil Classification System* - USCS) e a classificação AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Officials*).

USCS foi proposto por Arthur Casagrande e categoriza os solos com base em estudos granulométricos e limites de consistência. Divide os solos em grosseiros (areias e cascalhos, com menos de 50% de partículas finas) e finos (siltes e argilas, com mais de 50% de partículas finas). Solos grosseiros são classificados pela granulometria (bem ou mal graduados), enquanto solos finos utilizam os limites de Atterberg e a Carta de Plasticidade de Casagrande para identificar a compressibilidade e distinguir materiais orgânicos e inorgânicos (Thomas, 2012; Gray & Leiser, 1989). O sistema AASHTO, usado em engenharia rodoviária, classifica os solos em sete grupos com base em granulometria e consistência (AASHTO, 2008). Grupos 1 a 3 (grosseiros) são adequados para sub-base e base devido à alta capacidade de suporte, enquanto grupos 4 a 7 (finos) têm menor resistência, sendo o grupo 7 subdividido conforme a plasticidade.

A norma BS 5930:2015, do British Standards Institution, fornece diretrizes para os estudos geológico-geotécnicos alinhados com as normas europeias, enfatizando a sustentabilidade (EN ISO 14688 e 14689). Os solos são classificados como finos (coesivos, plásticos quando saturados) ou grosseiros (não coesivos, suportados por clastos). A análise granulométrica identifica a fração predominante, complementada por avaliações de cor, consistência, camadas, forma dos grãos e mineralogia.

Uma classificação de maciços terrosos correta é fundamental para planear decisões técnicas em projetos de engenharia, incluindo escolha dos métodos mais adequados de escavação e reforço, dimensionamento de estruturas de contenção e avaliação de riscos associados a deslizamentos ou colapsos. Para assegurar a segurança e eficácia nos projetos, esta classificação exige a combinação de diversas abordagens, tais como análises laboratoriais, ensaios *in situ* e observações geológicas detalhadas, permitindo uma caracterização precisa das propriedades do solo e a sua melhor interação com as condições do projeto.

3.3. Diagrama de Sondagem

Os registos de sondagem (LOGs) são a melhor forma de representar e compilar as informações obtidas no campo em geologia de engenharia, juntando a documentação precisa e sistemática dos dados obtidos durante as investigações do solo e subsolo, com o principal objetivo da comunicar eficazmente aos diversos intervenientes do projeto, facilitando uma tomada de decisão fundamentada e segura (Lancellotti, 2008). Estes registos contêm resultados detalhados sobre profundidade, tipos e diâmetros das furações, estratigrafia, litologia, e ensaios geotécnicos, essenciais para a análise de propriedades mecânicas e físicas do terreno. LOGS também desempenham um papel fundamental na avaliação de riscos e implementação de soluções adequadas, uma vez que, ao detalhar as condições do terreno, suportam o desenvolvimento de projetos que consideram a estabilidade estrutural, a gestão de recursos naturais e a segurança em obras geotécnicas (Mórandi, 2016).

A estrutura de um LOG inclui a identificação do local da furação (cotas e coordenadas), a descrição estratigráfica, as propriedades dos materiais, a presença de água subterrânea, os

métodos e equipamentos utilizados, bem como os gráficos e tabelas para representação dos dados recolhidos. Para garantir a qualidade e precisão do processo, é recomendada a padronização destes registos, através de formatos específicos e normalizados para a descrição estratigráfica, e a utilização de softwares especializados, como gINT ou LogPlot. Para além disso, a validação por técnicos qualificados é essencial para assegurar a qualidade técnica dos LOGs (Figura 3.2).

Em Portugal, os LOGs seguem normas e regulamentos técnicos nacionais e europeus, como é o caso das normas da série EN ISO 22475-1, para a realização de trabalhos geotécnicos e exploração do subsolo. Estas normas asseguram procedimentos como amostragem de solos e rochas, realização de ensaios *in situ* e segurança no trabalho.

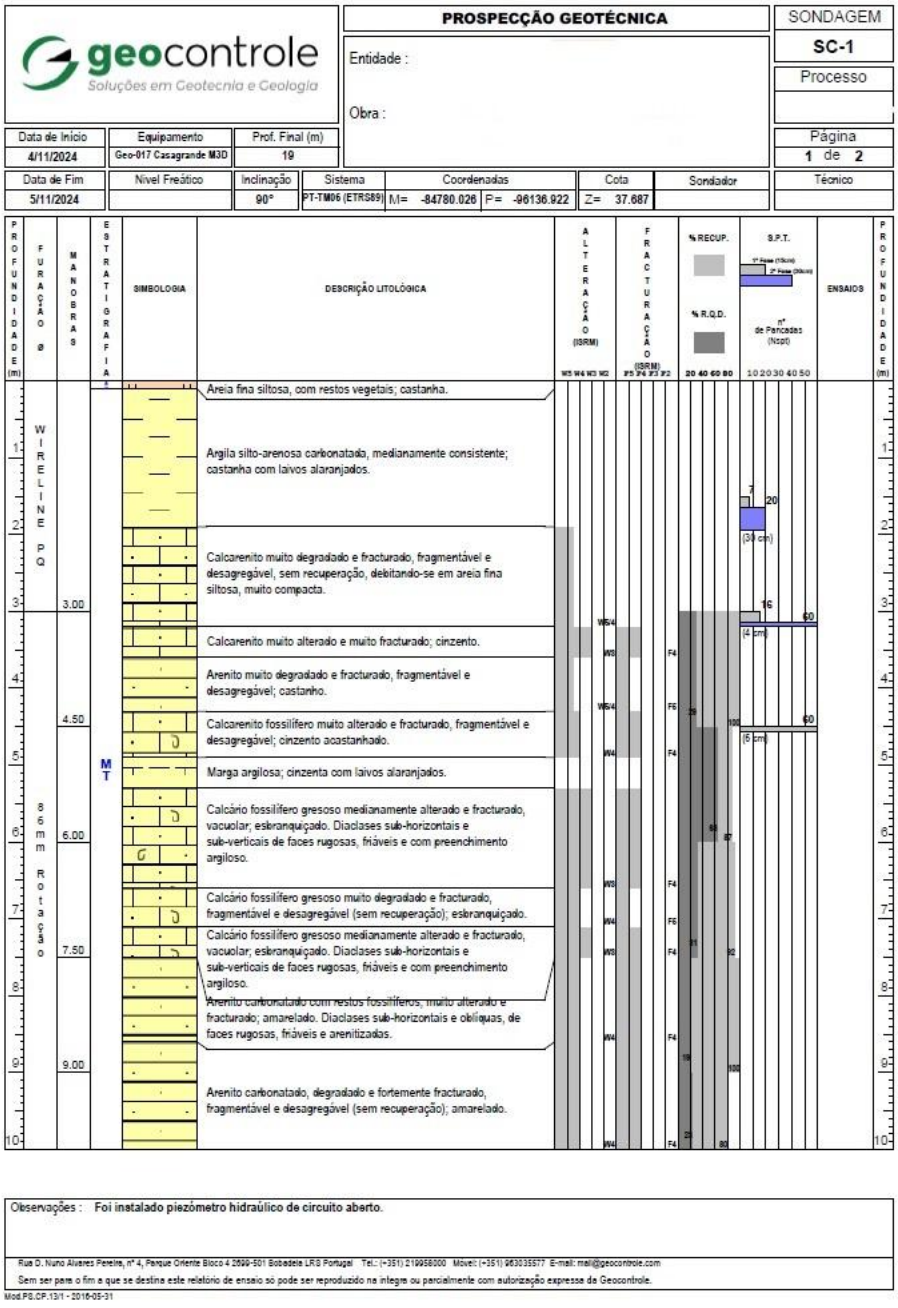


Figura 3.2. – Exemplo de um LOG de sondagem da empresa Geocontrole.

3.4. Neotectónica e Sismicidade

No território nacional, a neotectónica e a sismicidade são influenciadas pela localização geotectónica, situada próximo da interface entre a Placa Euroasiática e a Placa Africana. A norma NP EN 1998-1:2010 (Eurocódigo 8), através do Anexo Nacional NA, desenvolvido pela Comissão Técnica Portuguesa de Normalização (CT 115), define diretrizes para a aplicação do Eurocódigo 8 (EC8), que regula o projeto de estruturas para resistência sísmica. Este documento diferencia dois cenários sísmicos (Figura 3.3): a ação sísmica Tipo 1, associada a sismos de grande magnitude, com epicentro na região Atlântica (sismos "afastados" ou interplaca), e a ação sísmica Tipo 2, referente a sismos de menor magnitude, com epicentro no território continental ou Açores (sismos "próximos" ou intraplaca) (Cunha, 2018).

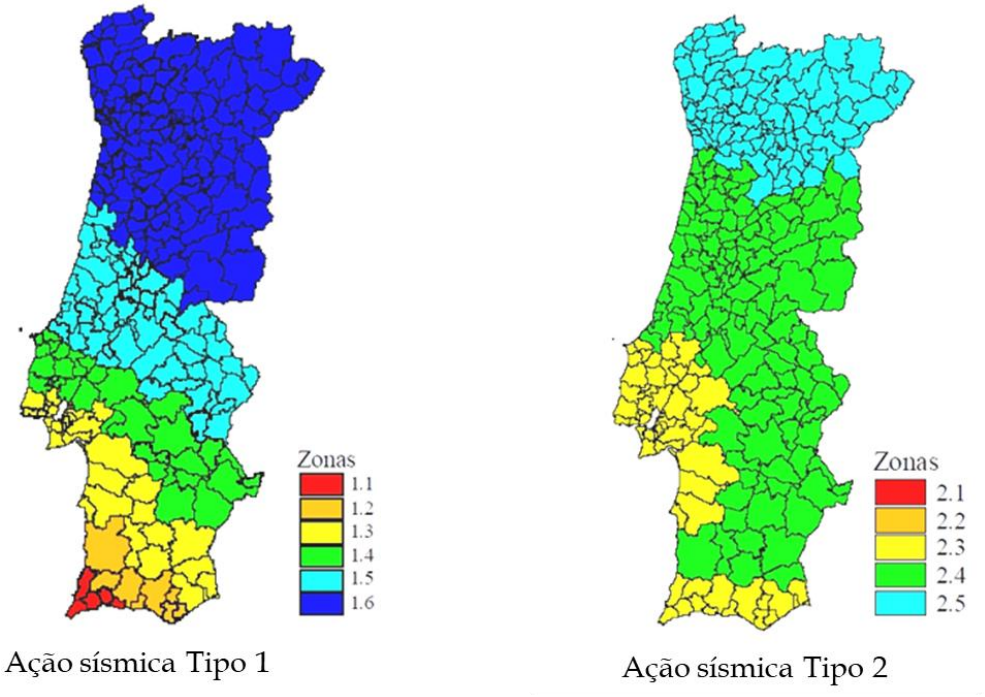


Figura 3.3. - Zonas sísmicas em Portugal Continental, para os cenários de sismo afastado (à esquerda) e sismo próximo (à direita) (Anexo Nacional NA, 2010).

A monitorização sísmica, conduzida pelo Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA) e o Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC), são essenciais para a aplicação eficiente das normas e a diminuição de riscos em áreas sísmicas. No processo de monotorização, existem parâmetros que são essenciais para definir uma resposta elástica no que toca a projetos de estruturas sísmicas, garantindo a adequação do projeto às condições específicas do local e à intensidade do movimento sísmico previsto, nomeadamente os valores de aceleração máxima de referência de projeto e os efeitos geológicos locais. Os valores da aceleração máxima de referência de projeto (a_{gR}) definidos nas normas anteriormente referidas variam consoante a zona sísmica e o tipo de ação sísmica considerado (Tabela 3.5).

Tabela 3.5. – Aceleração máxima de referância nas diversas zonas sísmicas, segundo a norma NP EN 1998 (EC8).

Ação sísmica Tipo 1 (afastado)		**Ação sísmica Tipo 2 (próximo)**	
Zona Sísmica	a_{gR} **(m/s²)**	**Zona Sísmica**	a_{gR} **(m/s²)**
1.1	2,5	2.1	2,5
1.2	2,0	2.2	2,0
1.3	,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	--	--

Relativamente aos efeitos geológicos locais, o EC8 classifica os terrenos em sete tipos principais (Tabela 3.6), conforme as suas características litoestratigráficas, velocidades médias de propagação de ondas de corte ($v_{s,30}$), e parâmetros geotécnicos, como o N_{SPT} e C_u.

Tabela 3.6. – Tipologia de terrenos, segundo a norma NP EN 1998 (EC8).

Tipo de Terreno	**Descrição do perfil litoestratigráfico**	$v_{s,30}$ (m/s)	N_{SPT}	c_u **(kPa)**
A	Rocha ou outra formação geológica de tipo rochoso, que inclua, no máximo, 5 m 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 *v*s do tipo C ou D e uma espessura entre cerca de 5 m e 20 m, situado sobre um estrato mais rígido com v_s >800 m/s	-	-	-
S_1	Depósitos constituídos ou contendo um estrato com pelo menos 10 m de espessura de argilas ou siltes moles com um elevado índice de plasticidade (IP > 40) e um elevado teor em água	< 180 (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 S_1	-	-	-

4. Casos de Estudo

Ao longo do período de estágio, foi possível participar em diversos casos de estudo desenvolvidos pela empresa Geocontrole, Geotecnica e Estruturas de Fundação SA. Neste capítulo, ir-se-á abordar três desses casos: iniciando-se pelo Empreendimento Clarissas, onde foram realizadas diferentes metodologias de prospeção, juntamente com ensaios *in situ* e laboratoriais; depois o caso de estudo na Trafaria, em que se recorreu à metodologia de furação hidráulica destrutiva (Washboring) nos horizontes arenosos de cobertura e o sistema de rotação com recuperação de testemunho nos terrenos miócenicos; e, por fim, o estudo realizado no castelo de Torres Vedras, visando a análise de estabilidade de vertentes, recorrendo-se à metodologia de furação com recuperação contínua.

A seleção destes casos de estudo teve como bases a sua diversidade litológica, complexidade do trabalho realizado e grau de intervenção nos respetivos estudos.

4.1. Caso I – Empreendimento Clarissas

4.1.1. Enquadramento Geográfico e Geológico

Em termos geográficos, a área de estudo localiza-se na região oriental de Sacavém, mais precisamente no antigo quartel do exército, conforme está indicado na Figura 4.1a. De um ponto de vista geológico, a mesma área insere-se na Folha 34-B (Loures) da Carta Geológica de Portugal à escala 1:50 000 (Pais *et al.*, 2008) (Figura 4.1b).

Esta região é caracterizada pela sequência deposicional T (Tortoriano) (MT), composta pelas formações Calcários de Marvila (MMV), Areolas de Braço de Prata (MBP) e Areolas de Cabo Ruivo (MCR), datadas do Miocénico, que sobrepõem a sequência deposicional S2 (Serravaliano Superior) (MS2), constituída pelos Grés de Grilos (MGr), também datada do Miocénico. Estas formações constituem o substrato para depósitos de aterro recentes, originados por ações antrópicas anteriormente desenvolvidas neste local. O período Neogénico na região é detetado por uma alternância de unidades marinhas, salobras e continentais, possibilitando a correlação biostratigráfica baseada em organismos marinhos e continentais.

De acordo com Antunes *et al.* (1996, 1999, 2000), a posição das superfícies de descontinuidade e o controlo cronostratigráfico foram obtidos através de datações finas. Estas incluem análises de foraminíferos planctónicos, pequenos mamíferos e isótopos de estrôncio, permitindo a identificação de sequências deposicionais limitadas por descontinuidades. Estas são representativas de ciclos de sedimentação de 3ª ordem, resultantes da dinâmica sedimentar do Miocénico.

De acordo com a notícia explicativa da Folha Geológica 34-B (Loures) (Manuppella *et al.*, 2011), a sequência deposicional S2 (M_{S2}), datada do Miocénico (Serravaliano), é representada pela formação Grés de Grilos (M_{Gr}). Esta formação é composta por biocalcarenitos e arenitos grosseiros, com uma espessura total de cerca de 15 m. Os biocalcarenitos apresentam fragmentos de moluscos e são sucedidos por arenitos grosseiros de tonalidade amarelo-torrada, frequentemente fossilíferos, contendo moluscos, equinodermes e ostreídeos abundantes.

Figura 4.1. – a) Enquadramento geográfico da campanha de prospeção geotécnica realizada no caso prático do empreendimento Clarissas, em Sacavém. b) Enquadramento geológico da mesma campanha de prospeção geotécnica (Pais *et al.*, 2008).

Na mesma notícia explicativa, a sequência deposicional T (M_T), datada do Miocénico (Serravaliano a Tortoniano), é predominantemente composta por biocalcarenitos grosseiros, arenitos, areias finas e argilitos, com presença de calcários margosos e gresosos nas formações inferiores. Esta unidade é altamente fossilífera, contendo restos de moluscos e ossos de cetáceos. A soma das espessuras de todas as formações da sequência resulta em aproximadamente 51 m.

A formação M_{Mv} é uma formação basal da sequência T, sobrepondo-se em desconformidade à sequência deposicional S2. É composta por biocalcarenitos grosseiros, ricos em moluscos, que repousam sobre arenitos finos amarelados e argilitos cinzentos com fósseis de cetáceos. Esta formação apresenta uma espessura total de cerca de 10 m. A formação M_{BP} é caracterizada pela

alternância entre arenitos finos, areias finas e bancadas de calcários margosos e gresosos, altamente fossilíferos. A espessura total desta unidade é de 20 metros. A formação mais recente da sequência T, M_{CR} é constituída por areias argilosas, arenitos e biocalcarenitos grosseiros, com um forte conteúdo fossilífero. As litologias apresentam cores que variam entre amarelo-escuro (na porção superior) e tons azulados ou enegrecidos (na parte inferior). Na base, predominam areias finas e médias com argilas micáceas, enquanto os biocalcarenitos grosseiros ocorrem predominantemente na parte superior, alternando com arenitos. Os afloramentos desta formação são visíveis ao longo das margens do rio Tejo, entre Moscavide, Sacavém e São João da Talha, sendo frequentemente cobertos por aluviões. A espessura total desta formação é de cerca de 21 m.

4.1.2. Objetivos da Campanha e Plano de Estudo

Este caso de estudo teve como objetivo a realização de um reconhecimento geológico-geotécnico para a construção da urbanização relativa ao empreendimento Clarissas, onde se prevê a construção de 8 a 12 pisos subelevados e com 0 a 2 pisos enterrados. No âmbito deste estudo, o plano de trabalhos englobou a execução de 14 poços de reconhecimento para investigação geológica e hidrogeológica local (Tabela 4.1com profundidades de investigação a variar entre 0,55 e 3,0m, incluindo a colheita de amostras remexidas para posterior processamento laboratorial, das quais cinco também foram utilizadas para investigação ambiental.

Tabela 4.1. – Planeamento dos poços de reconhecimento, consoante a sua localização e profundidade.

POÇOS	**Prof.**	**Localização**		
Nº	**m**	**M**	**P**	**Z**
P1	3.0	-84767.481	-96154.800	37.324
P2	1.0	-84696.111	-96174.270	29.294
P3	2.0	-84766.386	-96211.391	32.957
P4	0.55	-84700.829	-96231.149	29.947
P5	1.5	-84621.680	-96247.700	28.591
P6	3.0	-84860.329	-96269.112	38.881
P7	3.0	-84766.771	-96281.566	32.680
P8	0.6	-84697.766	-96285.041	25.715
P9	2.2	-84615.872	-96318.127	22.031
P10	2.5	-84805.492	-96336.917	32.673
P11	2.1	-84709.749	-96350.978	26.499
P12	2.4	-84539.756	-96370.206	10.124
P13	3.0	-84750.050	-96396.211	32.544
P14	3.0	-84682.463	-96448.813	31.512

Para a realização dos poços foi utilizada uma máquina industrial do tipo retroescavadora (Komatsu WB93R) (Figura 4.2). As amostras remexidas colhidas aquando da abertura dos poços de reconhecimento foram posteriormente sujeitas a processamento laboratorial de identificação e caracterização geotécnica no domínio das terraplenagens.

A campanha inclui ainda a realização de 37 sondagens geotécnicas (Tabela 4.2), adotando-se o método de furação a trado até alcançar rocha, e o método de furação à rotação.

Figura 4.2. – Poços de reconhecimento do Caso de Estudo I, realizados com a retroescavadora Komatsu WB93R.

Tabela 4.2. – Planeamento de sondagens realizadas no Caso de Estudo I, consoante a análise a ser realizada e as características de furação.

z Nº	Lote Nº	Prof. m	Prof. Solo m	Prof. Rocha m	SPT un	Pressióm. un.	Amostras intactas un.	Amostras ambientais un.	Piez. m
SC01	1C	19	1,90	17,10	3	-	2	3	19
SC02	1C	19.5	3,00	12,00	7	-	2	3	-
SC03	1B	15	1,50	13,50	2	-	-	3	0
SC04	1A	14	2,00	12,00	1	-	-	2	14
SC05	2A	18	3,60	14,40	2	-	-	4	-
SC06	2B	12	2,20	9,80	1	-	-	2	-
SC07		12	3,00	9,00	1	-	-	3	-
SC08	2C	12	4,50	7,50	3	-	-	3	-
SC09	3A	18	4,00	14,00	2	-	-	4	18
SC10	3C	13	0,20	12,80	1	-	-	0	-
SC11	4C	9	4,50	4,50	3	-	-	3	-
SC12	4A	15	4,10	10,90	7	-	2	4	-
SC13	4D	13	3,00	10,00	2	-	-	3	-
SC14	4F	15	5,70	9,30	3	-	-	5	15
SC15	5C	20	1,00	19,00	5	-	-	5	-
SC16	5 Praça	25.5	6,00	19,50	4	-	-	8	-
SC17	5D	20	6,00	14,00	4	-	-	4	-
SC18	5F	25.2	9,00	16,20	6	-	-	9	-
SC19	Contenção	26.5	9,10	17,40	11	3	-	5	26
SC20	Contenção	31	4,00	27,00	4	5	-	6	31
SC21	Contenção	35.1	2,60	32,50	4	5	-	5	-
SC22	6C	20	4,50	15,50	3	-	-	4	-
SC23	6A	16.5	1,50	15,00	5	-	-	4	-

z Nº	Lote Nº	Prof. m	Prof. Solo m	Prof. Rocha m	SPT un	Pressióm. un.	Amostras intactas un.	Amostras ambientais un.	Piez. m
SC24	8B	17	3,30	13,70	1	-	-	4	-
SC25	8A	17	7,80	9,20	5	-	-	6	17
SC26	7B	16	1,20	14,80	8	-	-	3	16
SC27	9B	13.5	1,50	12,00	4	-	-	1	-
SC28	9C	17	2,70	14,30	1	-	-	2	17
SC29	9D	16.5	4,00	12,50	2	-	-	4	-
SC30	10B	16.5	5,50	11,00	3	-	-	6	-
SC31	10A	13.5	6,00	7,50	3	-	-	6	-
SC32	12	16.5	1,20	15,30	0	-	-	1	16.5
SC33	11	8	2,10	5,90	1	-	-	1	-
SC34	Contenção	26.5	6,00	20,50	9	4	-	4	-
SC35	Contenção	37.5	1,50	36,00	5	3	-	4	37.5
SV1	Viaduto	10.4	4,50	5,90	3	0	-	3	-
SV2	Viaduto	12	6,70	5,30	4	0	-	3	12

Estas sondagens foram complementadas por ensaios SPT, realizados tanto em materiais terrosos como em rochas brandas, e por ensaios pressiométricos. Foram ainda instalados 12 piezómetros. Estes procedimentos permitiram a recolha de amostras remexidas e indeformadas nas diferentes áreas em estudo. Na Figura 4.3 apresenta-se a localização dos diferentes trabalhos realizados.

Para uma caracterização mais detalhada das diversas litologias ocorrentes, foram também realizados ensaios laboratoriais, nomeadamente ensaios de análise granulométrica, teor em água, limites de Atterberg, ensaios Proctor modificado e de índice CBR.

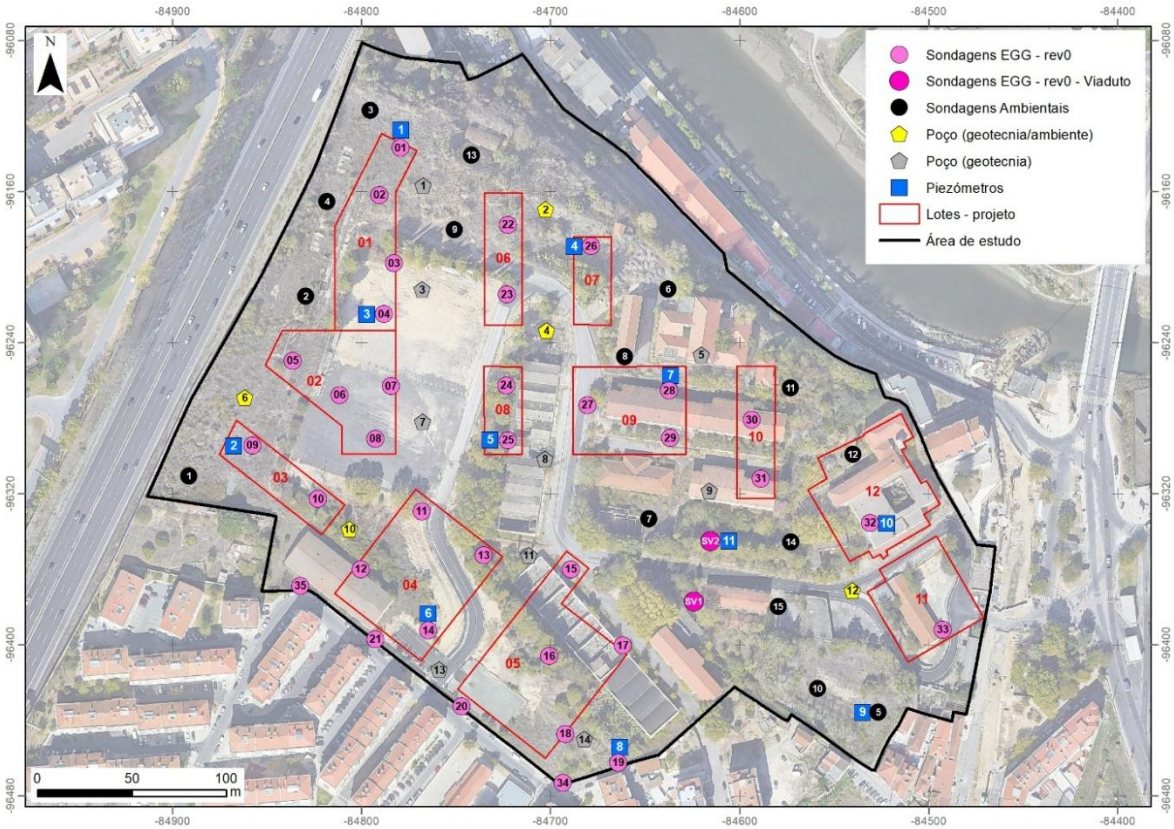


Figura 4.3. – Localização dos trabalhos de prospeção e colocação de piezómetros.

4.1.3. Metodologias e Resultados

Os resultados das sondagens possibilitaram a caracterização dos terrenos ocorrentes, através da observação e classificação dos testemunhos recolhidos e dos resultados dos ensaios realizados. Esta caracterização é resumida e consubstanciada nos diagramas de sondagem (LOGs), fundamentais para a caracterização do subsolo e a definição das unidades litológicas presentes, encontram-se apresentados no Anexo I para consulta complementar. Na Figura 4.4 apresenta-se um exemplo de log e de registo de uma sondagem.

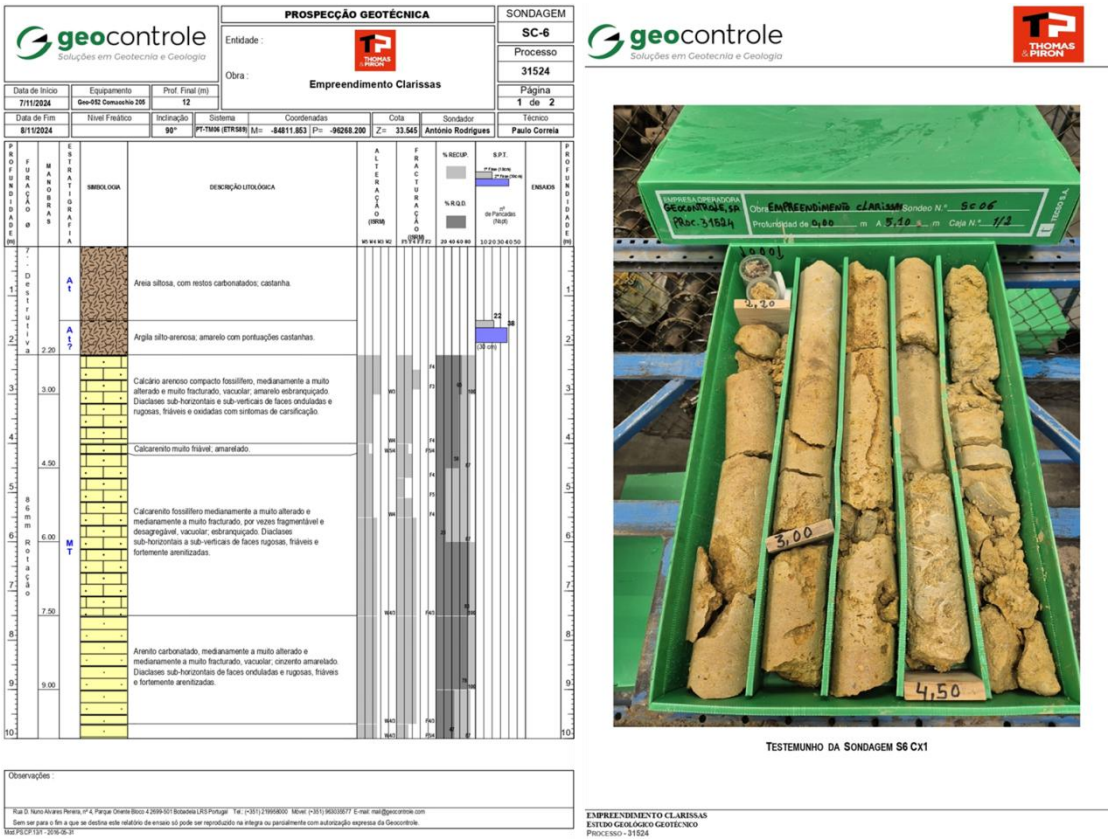


Figura 4.4. – Exemplo de um log e uma caixa de sondagens do Caso de Estudo I.

4.1.3.1. Ensaios Pressiométricos de Ménard

Os ensaios pressiométricos foram realizados nas cinco sondagens da contenção SW, nomeadamente SC19 a SC21 e SC34 a SC35. O equipamento utilizado é provido de uma célula pressiométrica tricelular, com 60 mm de diâmetro (sonda tipo B). Estes ensaios foram definidos para serem realizados em maciços terrosos, tentando-se a realização dos ensaios aos 2, 5 e 8 m de profundidade. No entanto, as profundidades de realização foram ajustadas ou ampliadas nos casos em que os materiais com comportamento típico de solo foram encontrados a maiores profundidades, de forma a garantir a recolha de dados representativos para a caracterização do terreno. A realização destes ensaios permitiu determinar os módulos pressiométricos (E_M) que caracterizam os materiais na fase pseudo-elástica, assim como a determinação da pressão limite (P_L), correspondente ao estado limite de rutura. A Tabela 4.3 apresenta um resumo dos resultados obtidos.

Tabela 4.3. – Resultados obtidos com a realização dos ensaios pressiométricos nos locais mencionados, onde E_M e P_L representam o módulo pressiométrico (em MPa) e a pressão limite (em MPa), respetivamente.

Sondagem	**Prof.**	**Módulo Pressiom.**	**Pressão Limite**	**Observações**
Nº	**m**	**E_M (MPa)**	**P_L (MPa)**	
SC19	2	12.48	1.272	Ensaio realizado em aterro
	5.5	9.822	1.275	Enquadrado por N_{SPT}= 14 aos 4,5m
	8.5	80.14	2.977	Enquadrado por N_{SPT}= 60 aos 7,5m
SC20	1.2	9.283	1.503	Enquadrado por N_{SPT}= 10 aos 1,5m
	2.5	9.719	1.281	Enquadrado por N_{SPT}= 7 aos 3m
	4	105.6	3.528	Enquadrado por N_{SPT}= 60 aos 4,5m
	5.5	144.6	3.432	Enquadrado por N_{SPT}= 60 aos 6m
	6.7	141.5	4.466	Enquadrado por N_{SPT}= 60 aos 6m
SC21	1.4	10.69	1.28	Enquadrado por N_{SPT}= 11 aos 1,5m
	2.5	217.7	2.8	Enquadrado por N_{SPT}= 50 aos 3m
	4	142.8	3.865	Enquadrado por N_{SPT}= 60 aos 4,5m
	5.5	132.9	7.837	Enquadrado por N_{SPT}= 60 aos 6m
	7	42.85	4.847	Enquadrado por N_{SPT}= 60 aos 6m
SC34	2	4.168	0.36	Ensaio realizado em aterro
	5	20.48	1.117	Enquadrado por N_{SPT}= 10 aos 4,5m
	8	63.99	2.096	Enquadrado por N_{SPT}= 12 aos 7,5m
	10	11.97	3.126	Enquadrado por N_{SPT}= 60 aos 9m
SC35	2	93,36	2.457	Enquadrado por N_{SPT}= 60 aos 1,5m
	5.5	26.93	4.72	Enquadrado por N_{SPT}= 30 aos 4,5m
	8.5	120.8	2.122	Enquadrado por N_{SPT}= 60 aos 7,5m

4.1.3.2. Ensaios Laboratoriais

Para processamento laboratorial em termos de identificação e caracterização (parâmetros resistentes), foram colhidas amostras indeformadas de solo, que foram sujeitas aos seguintes ensaios e determinações:

- Determinação do teor em água natural (NP 84:1965);
- Análise granulométrica (E 239:1960);
- Determinação dos limites de consistência de Atterberg (LL e LP) (NP 143:1969);

- Determinação da massa volúmica de um solo (EN ISO 17892-2:2014);
- Ensaio de corte direto, tipo C_U (BS 1377-1990).

Na Tabela 4.4 apresentam-se os resultados laboratoriais obtidos das amostras indeformadas.

Tabela 4.4. - Resultados laboratoriais obtidos das amostras indeformadas, consoante a classificação de maciços terrosos, as propriedades fisicas (nomeadamente teor em água natural (w_n), grau de saturação (Sr), energia de adensamento (EA), massa volúmica (ρ) e massa volúmica seca do solo (ρ_d), os limites de consistência (limite de liquidez (LL), índice de plasticidade (IP) e limite de retração (LR)), os ensaios de granulometria, e parâmetros mecânicos (nomeadamente resistência à compressão não confinada (q_u), tensão confinante menor em ensaio triaxial (σ_3), tensão axial máxima (ou principal) em ensaio triaxial (σ_1), coesão aparente ou total (C), coesão efetiva (C'), ângulo de atrito total (ϕ) e ângulo de atrito efetivo (ϕ')).

Sondagem (Nº)	Amostra (Nº)	Prof. (m)	Descrição	Lit. - Estr.	Classif. Unificada ASTM (D2487-00) GTR Rodoviária (E 240)	w_n Sr EA (%)	ρ ρ_d (g/cm³) Dens. Part. G	LL IP LR (%)	Granulometria <2.0 mm <0.42 mm (%)	Granulometria <0.074 mm <0.002 mm (%)	Granulometria dim. maior part. Max. Min. (mm)	Resistência qu E (kPa)	Resistência σ_3 σ_1 (kPa)	Resistência C C' (kPa)	Resistência ϕ ϕ' (º)
S2	71790	1.50 2.70	Areia de granulometria variável, siltosa, com seixo fino a médio disperso, castanho clara.		(SM) A-2-4(0)	15.4		NP	73 54	33					
S12	71791	1.50 2.70	Silte arenoso, castanho claro.		s(ML) A-4(4)	20.2		NP	100 95	55					
S2	71860	2.20 2.45	Argila silto-arenosa, castanho clara.		s(CL) A-6(7)	19.4	2.00 1.68	35 14	100 97	62				20	40
S12	71861	1.70 2.00	Silte areno-argiloso, castanho claro.		(SC) A-4(3)	19.5	1.85 1.55	31 10	99 93	48				24	38

Tendo em conta as amostras remexidas de solo colhidas aquando da abertura dos poços de reconhecimento, procedeu-se a um conjunto de ensaios de identificação e caracterização, para efeitos de terraplenagem e pavimentação, das litologias ocorrentes. O processamento laboratorial dos materiais terrosos envolveu os seguintes ensaios e determinações:

- Determinação do teor em água natural (NP 84:1965);
- Análise granulométrica (E 239: 1960);
- Determinação dos limites de consistência de Atterberg (LL e LP) (NP 143: 1969);
- Ensaio do azul de metileno (NF P94-68: 1998);
- Ensaio de compactação Proctor Modificado (E 197: 1966);
- Determinação do CBR (E 198: 1967).

Na Tabela 4.5 apresentam-se os resultados laboratoriais obtidos das amostras remexidas colhidas nos poços.

Tabela 4.5. - Resultados laboratoriais das amostras remexidas colhidas nos poços, consoante a classificação de maciços terrosos, as propriedades fisicas (nomeadamente teor em água natural (w_n), grau de saturação (Sr), energia de adensamento (EA), massa volúmica (ρ), massa volúmico seca do solo (ρ_d) e volume de ar (VA)), os limites de consistência (limite de liquidez (LL), índice de plasticidade (IP) e limite de retração (LR)), as propriedades químicas (com o teor em matéria orgânica (MO) e o Ph), os ensaios de granulometria, os ensaios de compactação (com o teor em água ótimo (w_{opt}) e o peso volúmico seco máximo ($\gamma_{d,max}$) e os ensaios do índice Californiano de Capacidade de Carga (CBR)

Sondagem (Nº)	Amostra (Nº)	Prof. (m)	Descrição	Lit. - Estr.	Classif. Unificada (ASTM D2487-00)	GTR Rodoviária (E 240)	w_n Sr EA (%)	ρ ρ_d (g/cm³) Dens. Part. G	LL IP LR (%)	VA (g/100g Solo Seco) MO (%) Ph	Granulometria <2.0 mm <0.42 mm (%)	<0.074 mm <0.002 mm (%)	dim. maior part. Max. Min. (mm)	Comp. Wopt (%) γ dmax (g/cm³) Leve Pesado	CBR CR (%)	Desv. Wopt (%)	Ind. CBR	Expansibilidade (%)	CBR a 95% Penet.
P1	71776	2.00 3.00	Silte areno-argiloso, castanho claro esbranquiçado.		(SM) A1 A-4(2)		14.4		34 8	2.41	92 81	46		16.7 1.65	101 96 91	-0.3 -0.3 -0.6	28 8 4	0.4 0.7 0.9	6 (5.0)
P2	71777	0.45 1.00	Areia média a grosseira, siltosa, com seixo de calibre variável, castanho clara.		(SM)g B5 A-1-b(0)		9.7		NP	0.78	59 43	24	38 18						
P3	71778	1.10 2.00	Areia fina a média, siltosa, levemente argilosa, com seixo médio a grosseiro, castanho clara.		(SM)g B5 A-2-4(0)		20.3		29 6	1.12	68 59	25	71 25	15.8 1.74					
P4	71779	0.00 0.55	Silte arenoso, levemente argiloso, com seixo médio a grosseiro, castanho.		(SC-SM)g A1 A-4(1)		17.0		26 5	1.81	82 78	39	40 25						
P5	71780	0.50 1.50	Areia fina a média, siltosa, com seixo fino a médio disperso, castanho esbranquiçada.		(SM) B5 A-2-4(0)		15.4		NP	1.31	83 75	31	32 17						
P6	71781	0.00 3.00	Silte areno-argiloso, com seixo médio a grosseiro disperso, castanho claro.		(SC-SM) A1 A-4(1)		11.0		27 7	1.97	86 76	39	40 15						
P7	71782	1.90 3.00	Silte areno-argiloso, castanho.		(SC) A1 A-4(2)		15.7		26 9	1.75	91 83	47							
P9	71783	0.30 2.20	Areia média a grosseira, siltosa, levemente argilosa, com seixo de calibre variável, castanho clara amarelada.		(SM)g B5 A-2-4(0)		16.6		27 5	0.69	74 50	31	34 17	16.2 1.72					
P10	71784	0.00 1.50	Argila silto-arenosa, com seixo fino a médio disperso, castanha.		(SC) A1 A-6(2)		11.0		32 11	1.66	86 76	45	39 19	14.2 1.76					
P10	71785	1.50 2.50	Areia fina a média, silto-argilosa, com seixo de calibre variável, castanho clara.		(SC)g B6 A-2-4(0)		14.7		32 9	1.52	79 68	34	49 27	16.2 1.69					
P11	71786	0.00 2.10	Areia média a grosseira, siltosa, com seixo de calibre variável, castanho clara.		(SM)g B5 A-2-4(0)		8.0		NP	1.03	72 58	27	45 15						
P12	71787	0.00 2.40	Argila silto-arenosa, com seixo de calibre variável, castanho clara.		(SC)g A1 A-6(3)		17.4		33 12	2.23	80 69	45	50 30	14.7 1.76	101 96 90	-0.1 -0.3 -0.5	6 2 1	0.2 1.8 1.9	1 (5.0)
P13	71788	0.00 3.00	Argila silto-arenosa, castanho esverdeada.		(CL)s A2 A-6(9)		22.6		34 13	2.74	96 95	81		17.3 1.74	100 93 91	-0.4 -0.5 -0.6	4 2 1	0.6 2.3 2.8	3 (5.0)
P14	71789	0.00 3.00	Areia de granulometria variável, silto-argilosa, com seixo médio a grosseiro, castanho clara.		(SC)g B5 A-2-4(0)		13.6		31 9	1.37	75 63	35	55 30	10.6 1.77	101 96 92	0.0 0.0 0.0	14 4 2	0.7 1.0 1.5	3 (5.0)

Para avaliação do potencial químico de agressividade ao betão, procedeu-se ainda à amostragem de águas subterrâneas nos piezómetros das sondagens S2-Pz, S4-Pz e S5-EB1. Procedeu-se à determinação do pH e da alcalinidade antes e após contacto com $CaCO_3$, para determinação do CO_2 agressivo, bem como à avaliação dos teores de iões agressivos: SO_4^{2-}, NH_4^+ e Mg^{2+}. Sobre os solos procedeu-se à determinação do teor em sulfatos total, SO_4^{2-}, e da acidez (Baumann Gully). No seu conjunto, estes ensaios permitiram a classificação da respetiva classe de exposição para o ataque químico proveniente de solos naturais e de águas neles contidos, de acordo com as disposições regulamentares, nomeadamente com a NP EN 206-2007 (e complementos de 1996) e especificação E 378-1996 (LNEC) (Tabela 4.6).

Tabela 4.6. - Valores de pH e alcalinidade das águas recolhidas dos piezómetros.

Sondagem	Amostra	Determinação do pH			Determinação da alcalinidade		Iões agressivos		
nº	nº	Antes do contacto com $CaCO_3$	Após o contacto com $CaCO_3$	Poder Incrustante	Capacidade de dissolução de hidróxido de cálcio, LCD	CO_2 Agressivo	Teor em sulfatos (mg/l)	Teor em magnésio (mg/l)	Teor em amónia (mg/l)
SC-32	71848	7,34	7,22	-0,10	-25	-20	242	6	0,10
SC-35	71849	7,36	7,26	-0,10	-20	-15	199	8	0,63

4.1.3.3. Instalação de Piezómetros

Tendo como objetivo aceder diretamente à percolação subterrânea do maciço e possibilitar a avaliação do respetivo comportamento evolutivo, procedeu-se à instalação de 12 piezómetros hidráulicos de circuito aberto. A Tabela 4.7 apresenta os detalhes sobre a instalação dos piezómetros na área de estudo, fornecendo uma visão geral das medições realizadas nos diferentes pontos do terreno.

Tabela 4.7. – Piezómetros instalados nos locais mencionados.

Piezómetro	**Lote**	**Instalação**	**Cota da boca**	**Prof.**	**Diam. nominal**	**Prof. do trecho crepinado**
PZ	**Nº**	**Data**	**m**	**m**	**mm**	**m**
SC01	1C	05/11/2024	37.687	19	50	3 aos 19
SC04	1A	11/11/2024	33.242	14	50	6 aos 14
SC09	3A	04/11/2024	38.622	18	50	4 aos 18
SC14	4F	30/10/2024	35.113	15	50	1 aos 15
SC19	Contenção	19/12/2024	28.554	26	50	4 aos 26
SC20	Contenção	07/11/2024	32.643	31	50	19 aos 31
SC25	8A	31/10/2024	33.812	17	50	2 aos 17
SC26	7B	13/11/2024	28.932	16	50	6 aos 16
SC28	9C	08/11/2024	25.718	17	50	2 aos 17
SC32	12	15/11/2024	10.534	16.5	50	8,5 aos 16,5
SC35	Contenção	18/12/2024	37.855	37,5	50	2 aos 37,5
SV2	Viaduto	13/11/2024	21.799	12	50	6 aos 12

O dispositivo geológico investigado mostrou-se produtivo do ponto de vista hidrogeológico no decorrer da campanha de prospeção (novembro e dezembro de 2024). Na Tabela 4.8 são indicados os níveis de água registados nos piezómetros instalados nos furos das sondagens. Verifica-se que o nível de água subterrânea se encontra a uma profundidade entre 12 e 37,5 m.

Tabela 4.8. - Níveis de água medidos nos piezómetros.

Piezómetro	**Cota da boca**	**Prof.**	**NHE (prof. m)**	**Piezometria (cota, m)**	**NHE (prof. m)**	**Piezometria (cota, m)**	**NHE (prof. m)**	**Piezometria (cota, m)**
Nº	**m**	**m**	**29/11/2024**		**19/12/2024**		**22/01/2025**	
PZ-SC01	37.687	19	seco	--	seco	--	seco	--
PZ-SC04	33.242	14	seco	--	seco	--	seco	--
PZ-SC09	38.622	18	15.72	22.90	17.72	20.902	15.68	22.94
PZ-SC14	35.113	15	seco	--	seco	--	seco	--

Piezómetro	Cota da boca	Prof.	NHE (prof. m)	Piezometria (cota, m)	NHE (prof. m)	Piezometria (cota, m)	NHE (prof. m)	Piezometria (cota, m)
Nº	m	m	29/11/2024		19/12/2024		22/01/2025	
PZ-SC19	28.554	26	--	--	14.23	14.324	14.85	13.70
PZ-SC20	32.643	31	23.50	9.14	22.27	10.373	23.07	9.57
PZ-SC25	33.812	17	seco	--	seco	--	seco	--
PZ-SC26	28.932	16	seco	--	seco	--	seco	--
PZ-SC28	25.718	17	seco	--	seco	--	12.84	12.88
PZ-SC32	10.534	16.5	8.40	2.13	7.87	2.664	8.10	2.43
PZ-SC35	37.855	37.5	--	--	14.72	23.135	15.50	22.36
PZ-SV2	21.799	12	seco	--	seco	--	seco	--

4.1.4. Condições Geológico-Geotécnicas

O enquadramento geológico da extensa área em estudo (Tabela 4.9) assinala a presença de um substrato de fácies sedimentar marinha atribuído ao Miocénico, representado pela Sequência Deposicional T (M_T). Sobre esta sequência, evidencia-se a presença de aterros heterogéneos (At) de génese recente, aparentemente contemporâneos da construção das instalações militares ali existentes desde o final do século XIX e do pré-existente Convento de Nossa Senhora dos Mártires e da Conceição dos Milagres.

Tabela 4.9. – Coluna cronoestratigráfica do local.

Cronoestratigrafia	Símbolo	Litologia	Observações
Recente	At	Aterros	Aterros heterogéneos com espessura variada predominantemente constituídos por areia siltosa com fragmentos calcários e restos cerâmicos e carbonatados e argila silto-arenosa com fragmentos cerâmicos. Na sua constituição, também se pode encontrar areia muito fina fortemente siltosa, carbonatada.
Miocénico Superior	M_T	Calcarenitos e arenitos	Calcários gresosos fossilíferos, por vezes fragmentáveis e desagregáveis, vaculoares, sucedendo a calcarenitos fossilíferos compactos ou friáveis. Leitos de margas argilosas na parte superior da camada.

Os At observados, nos níveis mais superficiais do terreno, apresentam espessuras variáveis, entre os 0,2 m e os 7,8 m, dependendo do local/zona. As maiores espessuras foram detetadas nas sondagens SC18, SC22, SC31, SV2 e SC25 (4,5 m a 7,8 m), enquanto que nas sondagens SC1, SC10, SC12, SC14, SC15, SC17, SC20, SCS27, SC28, SC29 e SC32, os aterros apresentam espessuras mais reduzidas, inferiores a 1,5 m.

Em termos litológicos, os aterros de granulometria heterométrica são, genericamente, constituídos por areias siltosas e argilas silto-arenosas, de coloração castanha e amarelada, associados a fragmentos cerâmicos e calcários dispersos. A sua génese está relacionada com trabalhos de modelação, infraestruturação e construção realizados na envolvente, possivelmente não controlada, o que condiciona negativamente o seu comportamento geotécnico, traduzindo-se em solos descomprimidos, de baixa resistência e elevada deformabilidade. Esta debilidade é salientada, na sua maioria, pelos frequentes valores de SPT dentro do intervalo $3 \leq N_{SPT} \leq 15$. Os resultados de N_{SPT} superiores a 15 devem ser interpretados com cautela, uma vez que poderão resultar da presença de alguma fração grosseira, cuja caracterização através de SPT é, tradicionalmente, pouco eficaz na caracterização de frações detríticas/pedregosas. Assim, estes valores mais dispares foram excluídos do intervalo característico.

Como os aterros são ocorrências de origem artificial, acarretam grande incerteza e variabilidade no que respeita à sua extensão e espessura, aspetos agravados pela área urbana envolvente, não se excluindo a possibilidade da ocorrência de espessuras distintas daquelas registadas nas sondagens. A sua semelhança litológica com os solos miocénicos subjacentes poderá, também, contribuir para alguma indefinição em profundidade.

Sob os aterros, observa-se uma sequência sedimentar característica do Miocénico Superior (M_T) da margem esquerda do Tejo e representada localmente pela sequência deposicional T, composta pelas Areolas de Cabo Ruivo, Areolas de Braço de Prata, e Calcários de Marvila. Estes depósitos possuem contornos estruturais por vezes irregulares, com geometrias lenticulares de continuidade lateral limitada ou difusa, resultantes de fenómenos de variação lateral de fácies típicas de ambientes marinho-lacustres. Pontualmente, foi possível analisar estruturas com orientação aproximada N-S e inclinação para nascente.

O topo desta sequência apresenta, em alguma locais, um comportamento terroso, com valores de resistência situados entre $7 \leq N_{SPT} \leq 12$ no domínio margoso subsuperficial, indicativos de solos descomprimidos e de débeis características geotécnicas. No contexto gresoso, dominam os valores de $21 \leq N_{SPT} \leq 60$, com exceção da sondagem SC34, onde se praticaram valores de N_{SPT} = 12 e 18 entre os 6 e 9 m de profundidade.

As análises laboratoriais das amostras intactas, colhidas na sondagem SC2, num nível sub-superficial de margas de carácter pulverulento com passagens de calcário gresoso friável, permitiram identificar duas litologias: areia siltosa com fração grosseira de pequena dimensão (seixo fino a médio), classificada como SM na classificação Unificada e do subgrupo A-2-4(0) segundo a classificação AASHTO, com 33% em peso passada no peneiro #200 ASTM (< 0,074 mm) e sem plasticidade (NP); e argila silto-arenosa (CL na Unificada, A-6-(7) na AASHTO), com 62% em peso passada no peneiro #200 ASTM (< 0,074 mm) e índice de plasticidade de IP = 14.

Na sondagem SC12, foi colhido material correspondente a arenito carbonatado friável, identificando-o como solo areno-siltoso e silto-arenoso, enquadrado nas classes ML e SC da classificação Unificada, e nos subgrupos A-4(4/3) da AASHTO, com percentagens em peso passadas no peneiro #200 ASTM (< 0,074 mm) de 48% e 55%, e índices de plasticidade de IP = 0 e IP = 10, respetivamente.

A profundidade e espessura dos horizontes geotécnicos resistentes, identificados nos perfis geológico-geotécnicos (Figura 4.5), varia consoante a localização das sondagens realizadas. Na maioria das situações, os horizontes superiores, sub-superficiais ou posicionados inferiormente aos aterros e aos níveis terrosos são compostos por calcarenitos e calcários gresosos de

espessuras variáveis, por vezes intercalados por margas silto-argilosas e por arenitos carbonatados.

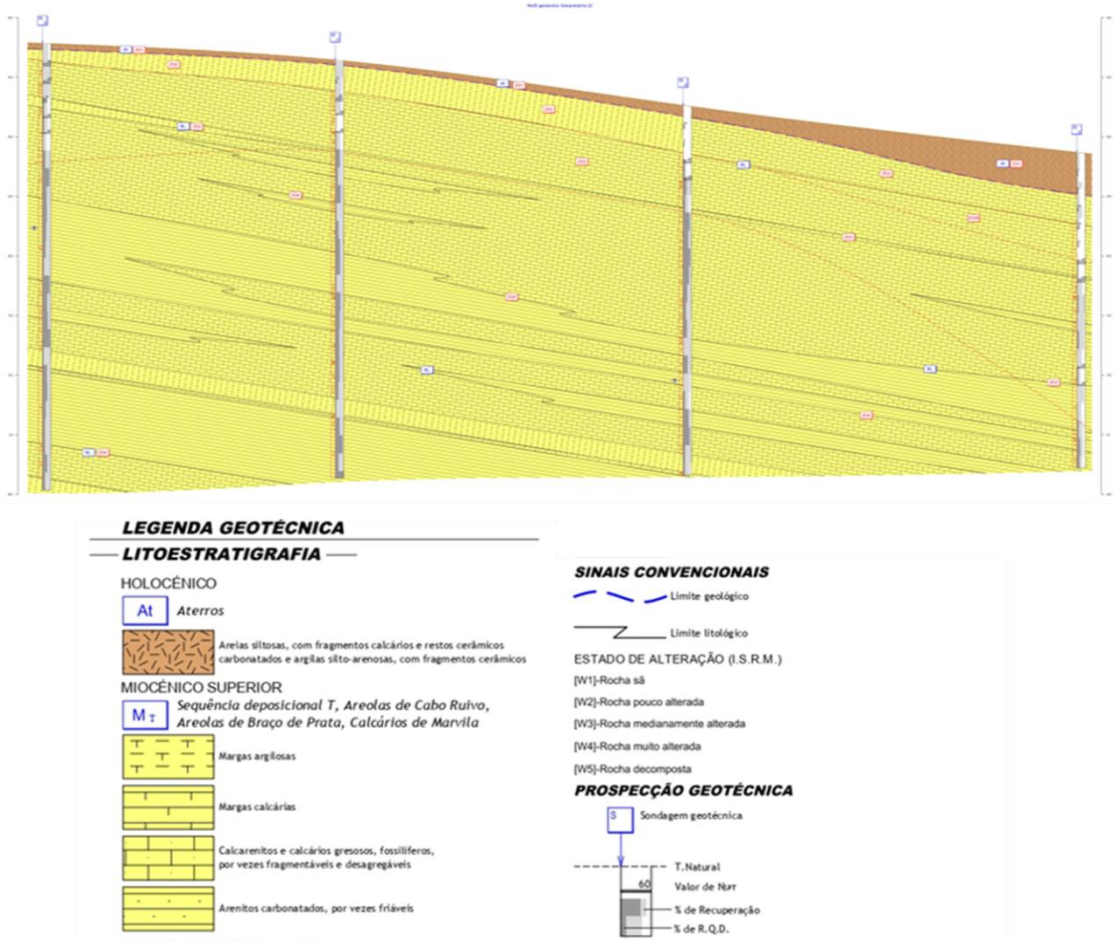


Figura 4.5. – Exemplo de um perfil geológico-geotécnico do Caso de Estudo I.

Na base dos perfis geológico-geotécnicos interpretativos, os horizontes inferiores são predominantemente constituídos por arenitos carbonatados, com intercalações de calcarenitos e, pontualmente, margas. O substrato Miocénico é assim essencialmente composto por litologias correspondentes a rochosas brandas e intermédias, com diferentes graus de alteração e fraturação: nos horizontes superiores apresentam intensa alteração (W4-5) e fraturação (F4-5 e F5); nos horizontes intermédios ocorrem medianamente a muito alteradas (W3 e W3-4) e mediamente a muito fraturadas (F3-4); e muito alteradas (W4), com fraturação F4-5 a F4-3, nos horizontes inferiores.

Os resultados de $N_{SPT} \geq 60$, registados antes de atinguir o comprimento teórico total do ensaio devem ser considerados como mero indicador de resistência da rocha branda, não sendo atribuido o significado habitual na classificação dos maciços terrosos.

No contexto deste caso, a aplicação da classificação clássica para o grau de alteração das rochas, baseada no conceito de meteorização da matriz mineral, pode encaminhar a interpretações ambíguas quando aplicada a litologias sedimentares greso-carbonatadas. Ao originar desvios significativos na avaliação dos graus de alteração, impacta negativamente as soluções de projeto e a seleção dos métodos construtivos adotados. Portanto, sugere-se a realização de sondagens complementares em fase de obra, que para além de adensar a informação obtida (muito dispersa

face à dimensão das áreas de implantação dos edifícios), também possibilita a observação direta das litologias ocorrentes por parte das equipas de construção.

No que respeita o previsto no Eurocódigo 8, a área investigada pela campanha de prospeção está situada nas zonas sísmicas 1.3 e 2.3, respetivamente para as ações sísmicas do Tipo 1 e Tipo 2, definindo as sondagens dos perfis estratigráficos de um terreno do Tipo A/B da classificação do EC8.

4.1.5. Condições de Fundação

A realização das sondagens SC1 a SC35 permitiram simular, para cada lote, o desempenho geotécnico associado ao dispositivo geológico ocorrente, e consequentemente recomendar as profundidades de fundação e as respetivas tensões de contacto previstas para cada lote. A simulação do comportamento geotécnico do maciço rochoso foi inferida empiricamente, com base na análise macroscópica da amostragem obtida pelas sondagens e nos índices de qualidade praticados na furação.

4.1.5.1. Lote 1

Na área prevista para construção do LOTE 01 foram realizadas quatro sondagens, SC1 a SC4, numa disposição aproximadamente linear e desenvolvimento próximo do contorno definido pelo lado maior do lote. A interpretação dos resultados nestas sondagens está vertida no perfil geotécnico interpretativo 1 da peça desenhada CPG-002 em anexo.

Nestas sondagens foram interpretados aterros heterogéneos (At) com espessuras mais frequentes entre 1,5 m e 2 m. Possuem comportamento geotécnico debilitado, pouco resistente, deformável e de estabilidade precária em escavação, denunciado por registo de N_{SPT}=14 obtido a 1,5 m de profundidade em S4.

Recobrem a unidade *Sequência deposicional T* miocénica que, no topo, até profundidades que variam entre 5,5 m (SC1 e SC2) e 3 m (SC3), envolve a presença de margas argilosas e silto-arenosas *muito duras* a *rijas*, caracterizadas por valores de N_{SPT}=20 e 45; e calcarenitos, arenitos e calcários gresosos, muito alterados (W4-5, W4) e fraturados (F5 a F4), por vezes muito fragmentáveis e desagregáveis, caracterizados por valores de $N_{SPT}\geq60$, na maioria das situações obtidos na 1ª ou 2ª fase do ensaio, indicando comportamento de rocha branda.

Inferiormente o substrato miocénico desenvolve-se na forma de assentadas de calcários gresosos e calcarenitos fossilíferos compactos, intercalando algumas passagens de arenitos carbonatados fossilíferos, de carácter rochoso brando, muito a medianamente alterados (W4 a W3) e muito fraturados (F5 a F4), até profundidades em torno da cota 25. Neste trecho os índices de recuperações variam mais frequentemente entre $53\leq R\leq83\%$ e $0\leq RQD\leq30$. As diaclases predominantes são sub-horizontais e sub-verticais, com superfícies onduladas, sub-rugosas a rugosas, frequentemente friáveis e arenizadas.

Sensivelmente a partir da cota 25 predominam os arenitos carbonatados, por vezes fossilíferos, muito a medianamente alterados (W4 a W3) e muito a medianamente faturados (F4, F4-3), caracterizados por índices de recuperação entre $40\leq R\leq100\%$ e $34\leq RQD\leq60\%$ (com RQD=0 em SC2). Neste nível inferior ocorrem passagens muito fragmentáveis e desagregáveis (SC1 e SC2) em alguns trechos classificados com muito alterados (W5-4), mas caracterizados por valores de $N_{SPT}\geq60$ conforme verificado em SC2.

As condições geotécnicas referenciadas pelas sondagens SC1 a SC4 sugerem as profundidades de fundação e respetivas tensões de contacto para assento dos órgãos de fundação no substrato indicadas na Tabela 4.10. De referir que a tensão admissível foi estimada a partir do valor de N_{SPT}, recorrendo a um coeficiente empírico igual a 10, que permite transformar o valor adimensional de proveniente do ensaio SPT numa tensão admissível, geralmente eexpressa em kPa, conforme práticas mencionadas na literatura geotécnica (Bowles, 1997) e indicado na Equação 4.1.

$$\sigma_{adm} = 10 \times N_{SPT} \qquad \text{(Equação 4.1)}$$

Tabela 4.10 – Lote 1. Profundidades de fundação e tensões recomendadas.

Identificação	**Profundidade de fundação recomendada (m)**	**Cota de fundação recomendada para assento (m)**	**Tensão a adotar (kPa)**
SC1	3,0	+34,7	500
SC2	1,5	+36,4	400
SC3	2,0	+31,6	500
SC4	2,0	+31,2	500

No âmbito do dimensionamento pelo método dos coeficientes parciais, poderão ser adotados os parâmetros geotécnicos indicados na Tabela 4.11, tendo por base as disposições referidas acerca dos níveis de fundação.

Tabela 4.11 – Lote 1 - Parâmetros geotécnicos.

Parâmetros geotécnicos	**Níveis de tensão recomendados (kPa)**	
	400	**500**
Peso volúmico, γ_t (kN/m^3)	20	21
Ângulo de atrito interno, ϕ' (º)	32	34
Coesão efetiva, C' (kN/m^2)	10	10
Módulo de deformabilidade drenado, E' (MN/m^2)	40	≥50

Para os aterros heterogéneos sugere-se a adoção dos seguintes parâmetros: γ_t =18 kN/m^3, ϕ'=25º, C'=0 kPa e E'= 5 MN/m^2.

A adoção de orientações diversas, nomeadamente em relação à profundidade de fundação referida, pode resultar numa variação dos parâmetros representativos, uma vez que se trata sobretudo de parâmetros representativos dos materiais diretamente solicitados.

4.2. Caso II

4.2.1. Enquadramento Geográfico e Geológico

Em termos geográficos, a área de estudo localiza-se na região da Trafaria, conforme está indicado na Figura 4.6a. De um ponto de vista geológico, a mesma área integra a Folha 34-C (Cascais) e 34-D (Lisboa) da Carta Geológica de Portugal à escala 1:50 000 (Ramalho *et al.*, 1999; Pais *et al.*, 2005) (Figura 4.6b).

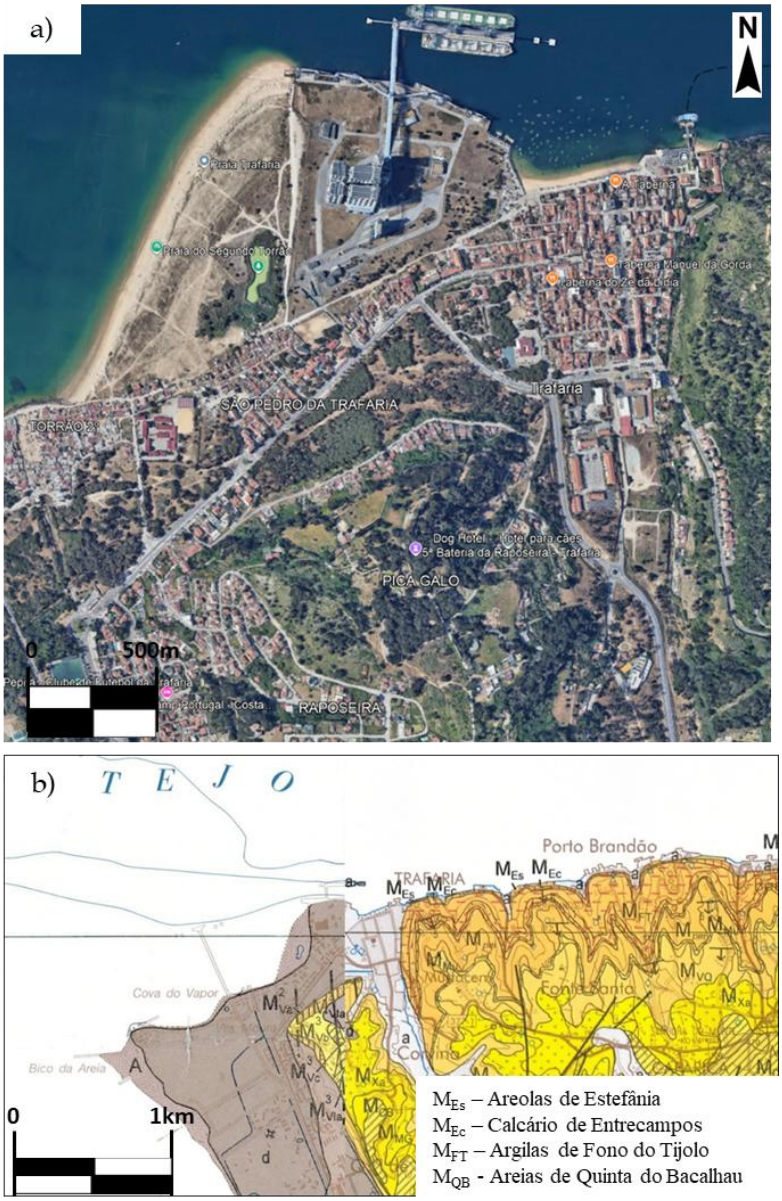


Figura 4.6.- a) Enquadramento geográfico da campanha de prospeção geotécnica realizada no Caso de Estudo II, na região da Trafaria. b) Enquadramento geológico da mesma campanha de prospeção geotécnica (Ramalho *et al.*, 1999; Pais *et al.*, 2005).

O dispositivo geológico estabelecido na área em estudo assinala a ocorrência de areias do cordão litoral, interpretadas como areias de praia (ap), recobrindo um substrato de fácies

sedimentar marinha atribuído ao Miocénico, representado pela unidade lito-estratigráfica das Argilas de Forno do Tijolo (M_{FT}). Superficialmente ocorrem aterros (At) relacionados com o nivelamento e modelação da área.

As formações interceptadas no decorrer das sondagens foram predominantemente areias de praias e as Argilas de Forno do Tijolo (M_{FT}). De acordo com as notícias explicativas das Folhas Geologicas 34-C (Cascais) (Ramalho *et al.*, 2001) e 34-D (Lisboa) (Pais *et al.*, 2006), as areias de praia constituem uma faixa contínua com um desenvolvimento mais acentuado na margem Sul do rio Tejo e menos desenvolvidas na Margem Norte do Tejo, onde se podem observar em Cruz Quebrada, Caxias, Santo Amaro de Oeiras, Carcavelos, Estoril e Cascais. O desenvolvimento destas areias tem sido afetado quer por fenómenos naturais quer por ação antrópica como a exploração de areias, da qual resultou uma mudança no regime de correntes que passaram a erodir as praias na zona da Costa de Caparica.

Na notícia explicativa da Folha Geológica 34-D (Lisboa) as Argilas de Forno Tijolo (M_{FT}), juntamente com os Calcários de Entrecampos ("Banco Real") (M_{Ec}) e Areias de Quinta do Bacalhau (M_{QB}) constituem a Sequência Deposicional B1 datada do Burdigliano.

Os Calcários de Entrecampos (M_{Ec}), que assentam em desconformidade sobre os depósitos da sequência B0, foram reconhecidos na sondagem de Belverde entre 457 m e 469 m, onde são representado por biocalcarenitos cinzento esverdeados com fragmentos de corais e abundantes moluscos bastante fragmentados. Superiormente passam a areias muito finas e a siltitos argilosos cinzentos, da unidade das Argilas de Forno Tijolo (M_{FT}).

As Argilas de Forno Tijolo (M_{FT}) constituem uma unidade lito-estratigráfica bastante rica paleontologicamente com moluscos, peixes e abundantes microfósseis (nanoplâncton calcário, dinoflagelados, foraminíferos, ostracodos). Correspondem à maior transgressão do Burdigaliano com a parte superior a revelar um decréscimo de salinidade (macrofosseis vegetais, Cerithium e outros moluscos) e de profundidade. Foram reconhecidas na sondagem de Belverde entre os 410 m e os 469 m e são caracterizadas por arenitos finos e siltitos cinzento esverdeados, com alguns bancos de argilitos e de biocalcarenitos, em regra muito fossilíferos.

As Areias de Quinta do Bacalhau (M_{QB}), a última unidade lito estratigráfica da sequência deposicional B1, que assenta sobre as Argilas de Forno Tijolo (M_{FT}), são depósitos progradantes, relativamente espessos (cerca de 35m), de areias arcosicas fluviais, com bancadas de argilitos correspondentes a canais e a depósitos pelíticos de planície de inundação. Foram reconhecidas na sondagem de Belverde entre os 375 m e os 410 m de profundidade, constituídas principalmente por arenitos finos, micáceos, pouco fossilíferos e alguns bancos de biocalcarenitos de cor cinzento esverdeado.

4.2.2. Objetivos da Campanha e Plano de Estudo

No âmbito deste estudo geológico-geotécnico para a construção de edifícios, o plano de trabalhos (Tabela 4.12) consistiu na realização de 4 sondagens geotécnicas, tendo-se utilizado a metodologia de furação hidráulica destrutiva (*washboring*) nos horizontes arenosos de cobertura e o sistema de rotação com recuperação de testemunho do substrato miocénico. Estas sondagens foram completamentadas com ensaios SPT realizados em intervalos de 1 m até aos 6 m de profundidade (SPT a 1, 2, 3, 4, 5 e 6 m) e intervalos de 1,5 m a partir dos 6 m (SPT a 7,5, 9, 10,5 m, etc), até à obtenção de 4 valores consecutivos de $N_{SPT} = 60$. Foram ainda instalados 3 piezómetros hidráulicos de circuito aberto. Estes procedimentos permitiram a recolha de

amostras remexidas e indeformadas nas diferentes áreas em estudo para posteriores ensaios laboratoriais.

Tabela 4.12. - Planeamento de sondagens realizadas no caso de estudo II.

Sondagem	Prof.	SPT	Piezómetro
Nº	m	un.	m
S1	21	16	19,5
S2	12	10	--
S4	18	14	18
S5	21	16	21

4.2.3. Metodologias e Resultados

Os LOGs (Anexo II) foram elaborados ao longo desta campanha de prospeção, segundo dados obtidos durante os trabalhos de investigação geológica-geotécnica. Na Figura 4.7 apresenta-se um exemplo de log e de registo fotográfico de uma sondagem.

Figura 4.7. – Exemplo de um log e um conjunto de copos SPT de uma sondagem do Caso de Estudo II.

4.2.3.1. Ensaios Laboratoriais

Para processamento laboratorial em termos de identificação e caracterização (parâmetros resistentes), foram colhidas amostras indeformadas de solo. Estas amostras foram submetidas a investigação laboratorial envolvendo os seguintes ensaios e determinações:

- Determinação do teor em água natural (NP 84:1965);
- Análise granulométrica (E 196: 1960);
- Determinação dos limites de consistência de Atterberg (LL e LP) (NP 143: 1969).

Por se tratar de solos arenosos praticamente desprovidos de finos (% #200 <6%), apenas foi feita a análise granulométrica por peneiração (LNEC E196: 1960). A falta de coesão das amostras perscrutadas, impossibilitou a realização dos ensaios mecânicos inicialmente previstos: resistência à compressão simples e ensaio de corte directo, bem como a determinação da massa volumíca (Tabela 4.13).

Tabela 4.13. - Resultados laboratoriais obtidos das amostras indeformadas, consoante a classificação de maciços terrosos, as propriedades fisicas (nomeadamente teor em água natural (w_n), grau de saturação (Sr), energia de adensamento (EA), massa volúmica (ρ), massa volúmica seca do solo (ρ') e volume de ar (VA)), os limites de consistência (limite de liquidez (LL), índice de plasticidade (IP) e limite de retração (LR)), as propriedades químicas (quantidade de matéria orgânica (MO) e Ph) e os ensaios de granulometria.

Sondagem (Nº)	Amostra (Nº)	Prof. (m)	Descrição	Lit. - Estr.	Classif. Unificada ASTM (D2487-00) GTR Rodoviária (E 240)	w_n Sr EA (%)	ρ ρ_d (g/cm³) Dens. Part. G	LL IP LR (%)	VA (g/100g Solo Seco) MO (%) Ph	Granulometria <2.0 mm <0.42 mm (%)	<0.074 mm <0.002 mm (%)	dim. maior part. Max. Min. (mm)
S1	71959	8.00 8.60	Areia média, levemente siltosa, castanho clara.		(SP-SM) A-3(0)	15.1		NP		96 58	6	
S4	71960	6.50 7.10	Areia média a grosseira, castanho clara amarelada.		(SP) A-1-b(0)	8.2		NP		92 18	2	
S2	71967	8.00 8.60	Areia média a grosseira, castanho clara amarelada.		(SP) A-1-b(0)	18.7		NP		99 38	4	
S5	71968	6.50 7.10	Areia média, castanho clara.		(SP) A-3(0)	22.8		NP		99 65	3	

A partir destes resultados conclui-se que as amostra analisadas são não plásticas (NP) e constituídas quase exclusivamente por areia.

4.2.3.2 Instalação de Piezómetros

Procedeu-se à instalação de três piezómetros hidráulicos de circuito aberto nos furos das sondagens S1, S4 e S5 (Tabela 4.14). Desta forma, pretendeu-se disponibilizar um meio de acesso ao interior dos terrenos que permitisse verificar a presença de água nos diferentes locais, quer durante a realização dos trabalhos de campo quer após a sua conclusão.

Tabela 4.14. - Piézometros instalados no Caso de Estudo II.

Piezómetro	Data de instalação	Prof.	Diâmetro	Câmara de tomada de pressão (trecho crepinado)	Litologia interessada pela câmara de tomada de pressão
ID		m	mm	m	
PZ-S1	15-01-2025	19,5	50	3,5 – 19,5	Areias com seixo (areias de praia). Siltes argilosos e argilas siltosas, carbonatados (miocénico)
PZ-S4	17-01-2025	18	50	6 – 18	Areias com seixo (areias de praia). Calcarenito fossilífero e siltes argilosos carbonatados (miocénico)
PZ-S5	23-01-2025	21	50	5 – 21	Areias com seixo (areias de praia). Argilas siltosas e siltes argilosos, carbonatados (miocénico)

O dispositivo geológico investigado mostrou-se produtivo do ponto de vista hidrogeológico no decorrer da campanha de prospeção (janeiro 2025). Na Tabela 4.15 são indicados os níveis de água registados nos piezómetros instalados nos furos da sondagem. Verifica-se que o nível de água subterrânea varia de 3,25 a 4,40 m de profundidade.

Tabela 4.15. - Níveis de água medidos nos piezómetros.

Piezómetro	Cota da boca	NHE (prof. m)	Piezometria (cota, m)	NHE (prof. m)	Piezometria (cota, m)	NHE (prof. m)	Piezometria (cota, m)
Nº	m	17/01/2025		23/01/2025		24/01/2025	
PZ-S1	4,528	3,25	1,278	3,25	1,278	3,25	1,278
PZ-S4	6,601	--	--	3,77	2,831	3,75	2,851
PZ-S5	5,446	--	--			4,40	1,046

4.2.4. Condições Geológico-Geotécnicas

O enquadramento geológico da área em estudo encontra-se descrito abaixo e resumido na Tabela 4.16, com um exemplo de perfis geológico-geotécnicos na Figura 4.8.

Tabela 4.16. - Coluna cronoestratigráfica do local.

Cronoestratigrafia	Simbolo	Formação	Litologia
Recente	At	Aterros	Areias siltosas
Holocénico	ap	Areias de praia	Areia com seixo silicioso miúdo a grosseiro sub-rolado e rolado, por vezes com fragmentos conquíferos dispersos (ocasionalmente com fragmentos de calcários gresosos)
Miocénico	M_{FT}	Argilas de Forno do Tijolo	Argilas siltosas e siltes argilosos e finamente arenosos, carbonatados, micáceos, com seixo de calibre variaável sub-rolado a rolado e fragmentos conquíferos dispersos
			Calcarenito fossilífero muito alterado e fracturado, fragmentável e desagregável, com passagens sem recuperação

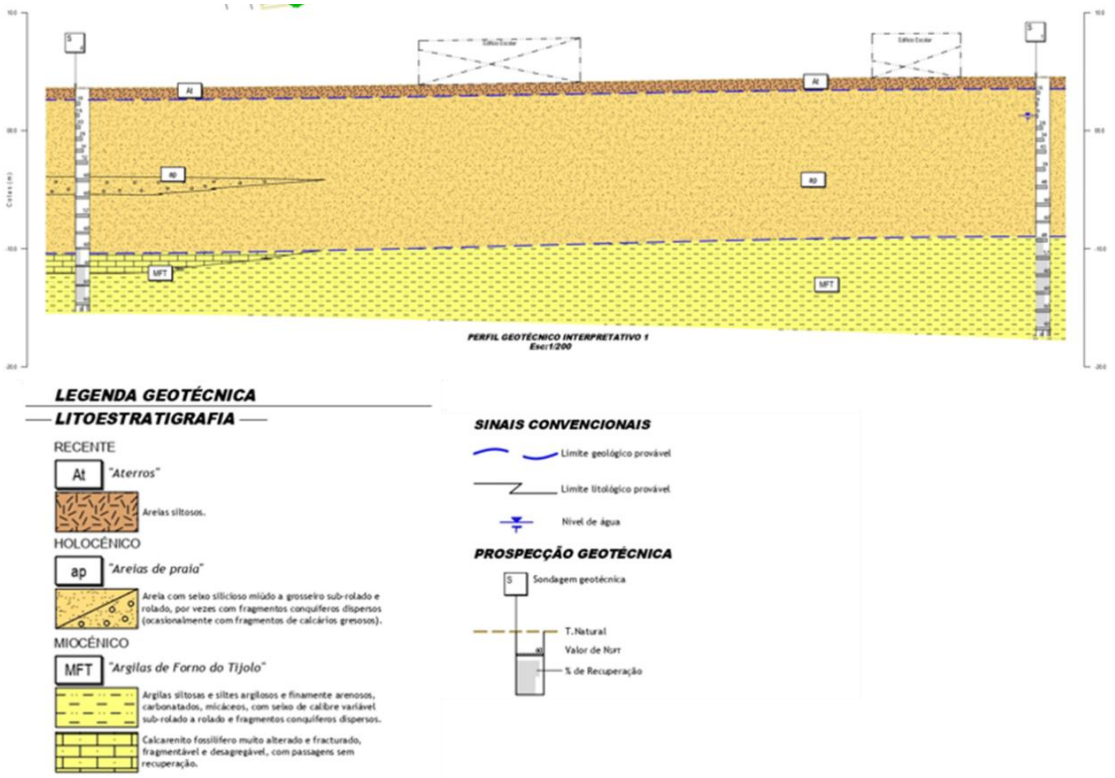


Figura 4.8. – Exemplo de um perfil geológico-geotécnico do Caso de Estudo II.

Na parte superficial da área de estudo ocorrem aterros (At) com cerca de 1 m de espessura, compostos por areias siltosas, resultantes de ações de modelação e infraestruturação da área. A semelhança litológica entre estes aterros e as litologias envolventes admite alguma incerteza/indefinição na delimitação da sua extensão lateral e vertical. Contudo, do ponto de vista geotécnico, esta incerteza foi mitigada pela aplicação dos ensaios SPT , que refletem a resistência intrínseca dos terrenos, independentemente dos critérios estratigráficos. Porém, não

se exclui a possibilidade de ocorrência de espessuras de aterro superiores às interpretadas na prospeção executada.

Relacionados geneticamente à dinâmica deposicional costeira, detetou-se a presença de materiais arenosos do antigo cordão litoral, interpretados como areias de praia (ap), eventualmente com contributo eólico. Estes depósitos ocorrem localmente até profundidades que variam entre os 11 m (S2) e os 14 m (S4). Trata-se de areias médias e areias médias a grosseiras, mal graduadas, de tonalidade amarelada, praticamente desprovidas de frações finas contendo seixos siliciosos de calibre variável, sub-rolados e rolados, e, por vezes, com restos conquíferos ocasionais.

Esta sucessão arenosa é representada por deposições superficialmente descomprimidas, com um comportamento mecânico inicialmente fraco, mas com melhoria significativa a níveis mais profundos. O horizonte superior é constituído por areias soltas a medianamente compactas, até cerca de 4,5 m a 5 m de profundidade, com valores de resistência mais frequentes de $9 \leq N_{SPT} \leq 22$. No horizonte intermédio, até aproximadamente 7 m a 9 m, as areias apresentam-se medianamente compactas a compactas, com valores de $34 \leq N_{SPT} \leq 48$. Inferiormente, as areias assumem características de compacidade elevada, com valores sistemáticos de $N_{SPT} \geq 50$.

A partir de cerca dos 13,5 m de profundidade, verifica-se o início do substrato miocénico, representado pela formação das Argilas de Forno do Tijolo (M_{FT}). Esta formação é constituída por argilas siltosas e siltes argilosos com finas frações arenosas, de natureza carbonatada (margosa), levemente micáceos, associando a restos fossilíferos dispersos. Os materiais exibem tonalidades cinzento-escuro a anegradas e revelam um elevado grau de consolidação, com valores de resistência compreendidos entre $45 \leq N_{SPT} \leq 60$, característicos de solos coesivos rijos. Os ensaios de recuperação simples efetuados nas amostragens apresentaram índices entre 60% e 90%.

Nas sondagens S4 e S2, no topo da unidade miocénica, foi observada uma camada de calcarenito fossilífero amarelado, muito alterado (W4) e muito fraturado (F5), com tendência à fragmentação e comportamento friável, o que resultou em extensas áreas sem recuperação de amostra. Trata-se de uma rocha branda onde se realizaram alguns ensaios SPT para obtenção de um indicador de resistência mecânica. Os resultados obtidos (N_{SPT} = 60 logo na 1ª fase do ensaio) confirmam o carácter rochoso deste nível.

O local investigado pela campanha de prospeção posiciona-se nas Zonas sísmicas 1.3 e 2.3, respetivamente para as ações sísmicas do Tipo 1 e Tipo 2, estando a obra localizada sobre terrenos do Tipo D/C da classificação do EC8.

4.2.5. Condições de Fundação

A realização das sondagens S1, S2, S4 e S5 permitiu definir as condições geotécnicas que ocorrem na área investigada, referenciando a presença de aterros superficiais que recobrem areias de praia (sem coesão) com seixo de calibre variável, que se desenvolvem até profundidades compreendidas entre os 13,5 m e 14 m. Inferiormente estabelece-se substrato miocénico, constituído por argilas siltosas e siltes argilosos finamente arenosos muito consolidados e caracterizados por valores mais frequentes de $45 \leq N_{SPT} \leq 60$, coroado por nível de calcarenito fossilífero no topo da unidade (com incerteza em S2 devido à limitação da profundidade de investigação).

Na área de influência da sondagem S1 as areias de praia apresentam-se muito descomprimidas até cerca dos 4 m de profundidade, caracterizadas por valores de N_{SPT}=9 que refletem um comportamento geotécnico débil e muito condicionado. Nos restantes locais investigados pelas sondagens S2, S4 e S5, até à mesma profundidade de 4 m obtiveram-se valores mais frequentes de $16(11) \leq N_{SPT} \leq 22$ que, embora um pouco superiores, impõem ainda assim carácter limitativo em termos de carregamento. Verifica-se, pois, que o nível superior arenoso é no globalmente pouco resistente e deformável, sugerindo-se as características de fundação indicadas na Tabela 4.17 para elementos diretos. De referir que a tensão admissível foi estimada a partir do valor de N_{SPT}, recorrendo a um coeficiente empírico igual a 10, que permite transformar o valor adimensional de proveniente do ensaio SPT numa tensão admissível, geralmente eexpressa em kPa, conforme práticas mencionadas na literatura geotécnica (Bowles, 1997) e indicado na Equação 4.1.

$$\sigma_{adm} = 10 \times N_{SPT} \qquad \text{(Equação 4.2)}$$

Tabela 4.17 – Profundidades de fundação e tensões recomendadas.

Identificação	**Profundidade de fundação recomendada (m)**	**Tensão a adotar (kPa)**
S1	2,0	50
S2	2,0	150
S4	2,0	150
S5	2,0	150

Para soluções de ensoleiramento recomenda-se a melhoria das condições de adensamento das areias expostas pela escavação, à custa de compactação intensa dos níveis de assento com cilindro vibratório e rega abundante, confinando o nível arenoso a compactar com a inclusão de uma camada generalizada de *tout-venant* com cerca de 0.40 m de espessura e uma sobrelargura de 1,0 m relativamente ao elemento de fundação.

No âmbito do dimensionamento pelo método dos coeficientes parciais, poderão ser adotados os parâmetros geotécnicos indicados no Tabela 4.18, tendo por base as disposições referidas acerca dos níveis de fundação. A adoção de orientações diversas, nomeadamente em relação à profundidade de fundação referida, pode resultar numa variação dos parâmetros representativos, uma vez que se trata sobretudo de parâmetros representativos dos materiais diretamente solicitados.

Tabela 4.18 – Parâmetros geotécnicos (fundações até 2m de profundidade).

Parâmetros geotécnicos	**Níveis de tensão recomendados (kPa)**	
	50	**150**
Peso volúmico, γ_t (kN/m^3)	18	19
Ângulo de atrito interno, ϕ' (º)	28	30
Coesão efetiva, C' (kN/m^2)	Nula	Nula
Módulo de deformabilidade drenado, E' (MN/m^2)	5	15

4.3. Caso III - Castelo de Torres Vedras

4.3.1. Enquadramento Geográfico e Geológico

Em termos geográficos, a área de estudo localiza-se na região oriental de Torres Vedras, mais precisamente no Castelo de Torres Vedras, conforme está indicado na Figura 4.9a. De um ponto de vista geológico, a mesma área integra a Folha 30-C (Torres Vedras) da Carta Geológica de Portugal à escala 1:50 000 (Figura 4.9b) (de Matos, 1954).

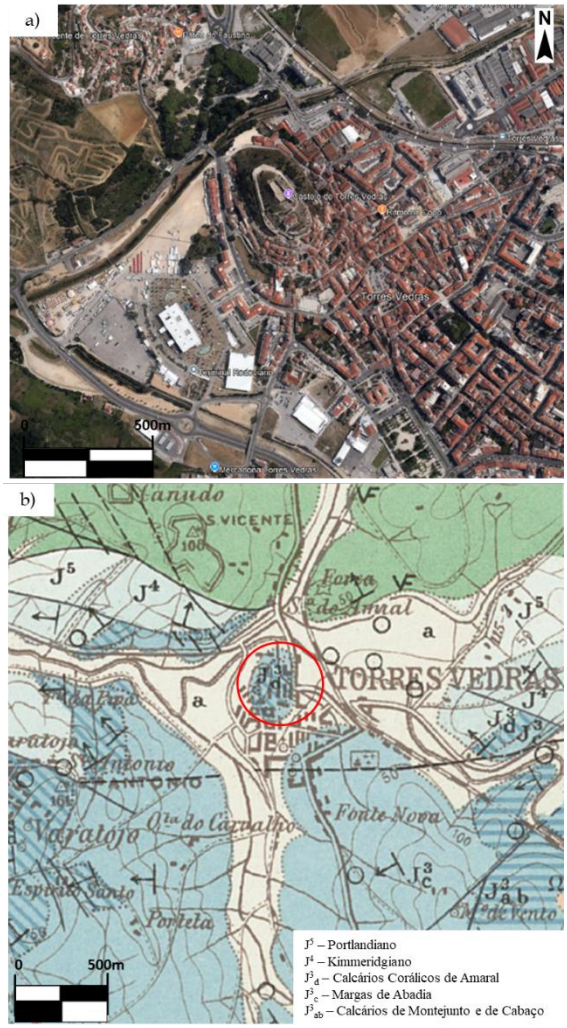


Figura 4.9.- a) Enquadramento geográfico da campanha de prospeção geotécnica realizada no caso prático do Castelo de Torres Vedras. b) Enquadramento geológico da mesma campanha de prospeção geotécnica (de Matos, 1954).

A sequência de formações estabelecida na área em estudo assinala a ocorrência de um substrato de fácies sedimentar atribuído ao Jurássico, representado pelas unidades lito-estratigráficas dos Calcários corálicos de Amaral (J^3_d) e pelas Margas de Abadia (J^3_C). Superficialmente ocorrem aterros (At) relacionados com o nivelamento e modelação da área.

De acordo com a notícia explicativa da Folha Geológica 30-C (Torres Vedras) (Zbyszewski *et al.*, 1955), o Lusitaniano Superior aflora a Sul e a Oeste de Torres Vedras e constitui a extremidade ocidental do anticlinal de Matacães. É representado pelas formações dos Calcários corálicos de Amaral (J^3_d) e pelas Margas de Abadia. A formação dos Calcários corálicos de

Amaral é composta por calcários oolíticos cinzentos, azulados ou acastanhados, com uma espessura total que varia entre 0 aos 40 m.

A formação das Margas da Abadia (J^3_C) aflora a Sul de Torres Vedras. Na notícia explicativa é descrita como margas, argilas arenosas e grés micáceos com intercalações arenosas com espessuras variáveis.

O complexo do Lusitaniano Superior revelou-se com uma fauna diversa com presença de espécies como: *Streblites tenuilobatus* OPP., *Taramelliceras trachynotum* (OPP.), *Lithacoceras unicomptum* (FONT.), *Aspidoceras sesquinodosum* (FONT.), *Simoceras macerrinum* (QUENST.), *Rhopaloteuthis argovianus* (C. MAYER), *Belemnopsis hastatus* BL., *Terebratula insignis*, *Terebratula pectunculata*, *Terebratulina substriata*, *Rhabdocidaris delgadoi* P. DE L, Rh. *orbignyana* (AG.), *Diplocidaris giganteus* (AG.), *Acrocidaris nobilis* AG., *Pseudocidaris lusitanicus* P. DE L, *Cidaris choffati* P. DE L, *Cidaris marginata* GOLDF., *Antedon choffati* P. DE L, *Thiollierocrinus ribeiroi* P. DE L, *Millecrinus mespiliformis* SCH.

4.3.2. Objetivos da Campanha e Plano de Estudo

Este caso de estudo teve como objetivo a realização de um estudo geológico-geotécnico para a avaliação da estabilidade das vertentes do morro do Castelo de Torres Vedras. No âmbito desta investigação o plano de trabalhos englobou a execução de 12 sondagens geotécnicas (Tabela 4.19 e Figura 4.10) seguindo o método de furação à rotação com recuperação de testemunho. Estas sondagens foram complementadas com a execução de ensaios SPT, realizados enquanto se verificava a ocorrência de materiais com comportamento terroso. Foram recolhidas amostras indeformadas e testemunhos convertidos em provetes para posteriores ensaios laboratoriais.

Tabela 4.19. - Planeamento de sondagens realizadas no caso de estudo III.

Sondagem	**Prof. da sondagem**	**Ensaios SPT**	**Amostra intactas**
Nº	**m**	**un.**	**Prof. m**
S1	15	3	-
S2	12	4	6,5 a 7,1
S3	12	3	3,9 a 4,5
S4	20	4	5,4 a 6
S5	12	7	5 a 5,6
S6	21	10	6,5 a 7,1
S7	20,7	8	8 a 8,6
S8	25	8	8 a 8,6
S9	25,5	9	6,9 a 7,5
S10	25,5	6	3,1 a 3,6
S11	25,5	4	5 a 5,6
S12	25	4	3,5 a 4,1

Figura 4.10.– Localização das sondagens constantes no plano de trabalhos descrito.

4.3.3. Metodologias e Resultados

Nesta campanha de prospeção, foram elaborados LOGs (Anexo III) com base nas observações de campo, descrições estratigráficas, níveis freáticos identificados e demais dados obtidos durante os trabalhos de investigação geológica-geotécnica. Na Figura 4.11 apresenta-se um exemplo de log e de registo fotográfico de uma sondagem.

Para processamento laboratorial em termos de identificação e caracterização (parâmetros resistentes), foram colhidas amostras indeformadas de solo. Estas amostras foram submetidas aos seguintes ensaios e determinações:

- Análise granulométrica por peneiração e sedimentação (LNEC E196);
- Determinação dos limites de consistência de Atterberg (LL e LP) (NP 143);
- Teor em humidade natural (NP 84);
- Determinação da massa volúmica (ASTM D7263);
- Determinação da densidade partículas (NP83);
- Ensaio de resistência à compressão simples (ASTM D2166);
- Ensaio de corte direto, tipo C_U (BS 1377).

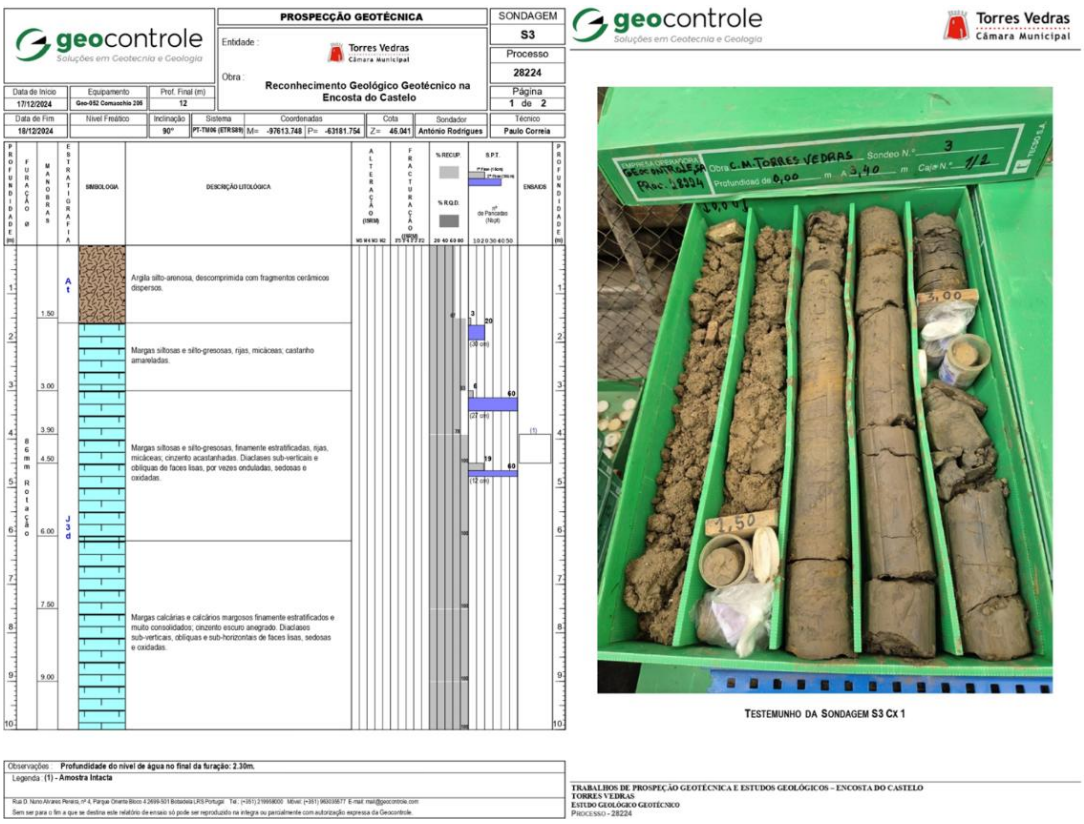


Figura 4.11. – Exemplo de um log e uma caixa de sondagens do Caso de Estudo III.

Na Tabela 4.20 são apresentados os resultados da caracterização laboratorial realizados nas amostras intactas de solo (provenientes das sondagens mecânicas).

Tabela 4.20. - Resultados laboratoriais obtidos das amostras indeformadas, consoante a classificação de maciços terrosos, as propriedades fisicas (nomeadamente teor em água natural (w_n), grau de saturação (Sr), energia de adensamento (EA), massa volúmica (ρ) e massa volúmica seca do solo (ρ_d)), os limites de consistência (limite de liquidez (LL), índice de plasticidade (IP) e limite de retração (LR)), os ensaios de granulometria, e ensaios de resistência (nomeadamente força de compressão não confinada (q_u), tensão confinante menor em ensaios triaxiais (σ_3), tensão axial máxima (ou principal) em ensaio triaxial (σ_1), coesão aparente ou total (C), coesão efetiva (C'), ângulo de atrito total (ϕ) e ângulo de atrito efetivo (ϕ'')).

Sondagem (Nº)	Amostra (Nº)	Prof. (m)	Descrição	Lit. - Estr.	Classif. Unificada (ASTM D2487-00)	Classif. GTR Rodoviária (E 240)	w_n Sr EA (%)	ρ ρ_d (g/cm³) Dens. Part. G	LL IP LR (%)	VA (g/100g Solo Seco) MO (%) Ph	Granulometria <2,0 mm <0,42 mm (%)	Granulometria <0,074 mm <0,002 mm (%)	Granulometria dim. maior part. Max. Min. (mm)	Resistência qu E (kPa)	Resistência σ_3 σ_1 (kPa)	Resistência C C' (kPa)	Resistência ϕ ϕ' (º)
S2	71962	6.50 7.10	Argila siltosa, castanha.		(CL) A-6(9)		16.0	2.15 1.85 2.73	34 13		99 99	99 30		132 15000			
S3	71851	3.90 4.50	Argila silto-arenosa, castanho escura.		(CL)s A-6(10)		16.3	2.21 1.90 2.72	35 14		93 88	79 23				70	24
S4	71852	5.40 6.00	Argila silto-arenosa, castanho esverdeada.		(CL) A-6(9)		18.8	2.12 1.78 2.74	33 12		96 93	89 30				43	33
S5	71963	5.00 5.60	Argila siltosa, castanha.		(CL) A-6(9)		18.4	2.13 1.80 2.72	34 13		98 95	91 29				78	29
S6	71964	6.50 7.10	Argila siltosa, castanha.		(CL) A-6(10)		15.6	2.08 1.80 2.72	34 14		96 95	88 24		82 6923			
S7	71965	8.00 8.60	Argila siltosa, castanha.		(CL) A-6(11)		15.9	2.19 1.89 2.70	38 18		98 96	89 30				76	24
S8	71853	8.00 8.60	Argila silto-arenosa, castanha.		(CL) A-6(10)		17.4	2.14 1.82 2.72	36 14		95 91	86 25		60 14444			
S9	71854	6.90 7.50	Silte argilo-arenoso, castanho.		s(ML) A-6(7)		15.1	2.08 1.81 2.70	36 11		92 85	68 19				28	35
S10	71879	11.00 11.60	Argila silto-arenosa, castanho escura.		(CL) A-6(8)		17.1	2.14 1.83 2.76	34 11		97 92	87 23		52 3625			
S11	71880	5.00 5.60	Silte argilo-arenoso, castanho.		(CL) A-4(8)		16.2	2.20 1.89 2.74	32 9		97 93	90 27		108 14744			
S12	71881	3.50 4.10	Silte argilo-arenoso, com seixo fino a médio disperso, castanho.		(CL) A-4(8)		18.3	2.12 1.79 2.73	29 9		84 79	76 21				40	36

Verifica-se que as amostras, obtidas em todas as amostras, são composta por argila magra. Para a caracterização das litologias rochosas, procedeu-se à preparação de provetes a partir dos testemunhos das sondagens. Os provetes rochosos foram submetidos a ensaio de compressão uniaxial, com determinação da tensão de rotura segundo o procedimento recomendado pelo ISRM (1978).

Tabela 4.21. - Resultados obtidos nos ensaios de compressão uniaxial em rocha.

SONDAGEM nº	AMOSTRA nº	Profund. (m)	COMPRESSÃO UNIAXIAL		
			Teor em água %	Tensão de Rotura MPa	Módulo de Elasticidade GPa
S9	71882	17.90 - 18.20	2.7	11.5	1.2
S9	72016	19.20 - 19.50	2.8	12.3	0.4
S10	71883	3.10 - 3.60	0.8	90.0	22.6
S10	71884	15.90 - 16.90	0.6	82.9	20.7
S10	71885	22.10 - 22.50	3.8	3.1	0.6
S12	72017	11.10 - 11.30	2.1	8.1	0.5

4.3.4. Condições Geológico-Geotécnicas

O enquadramento geológico da área em estudo encontra-se descrito abaixo e resumido na Tabela 4.22, com um exemplo de perfis geológico-geotécnicos na Figura 4.12.

Tabela 4.22. - Coluna cronoestratigráfica do local.

Cronoestratigrafia	Símbolo	Formação	Litologia
Recente	At	Aterros (incluindo depósitos superficiais de vertente)	Argilas silto-arenosas com fragmentos calco-gresosos e restos cerâmicos dispersos e areias silto-argilosas com restos cerâmicos.
Jurássico	J^3_d	Calcários Corálicos de Amaral	Margas siltosas e silto-gresosas, muito consolidadas, com intercalações de arenito carbonatado. Margas calcárias muito consolidadas com intercalações de calcários margosos e arenitos carbonatados.
	J^3_c	Margas de Abadia	Margas e margas calcárias

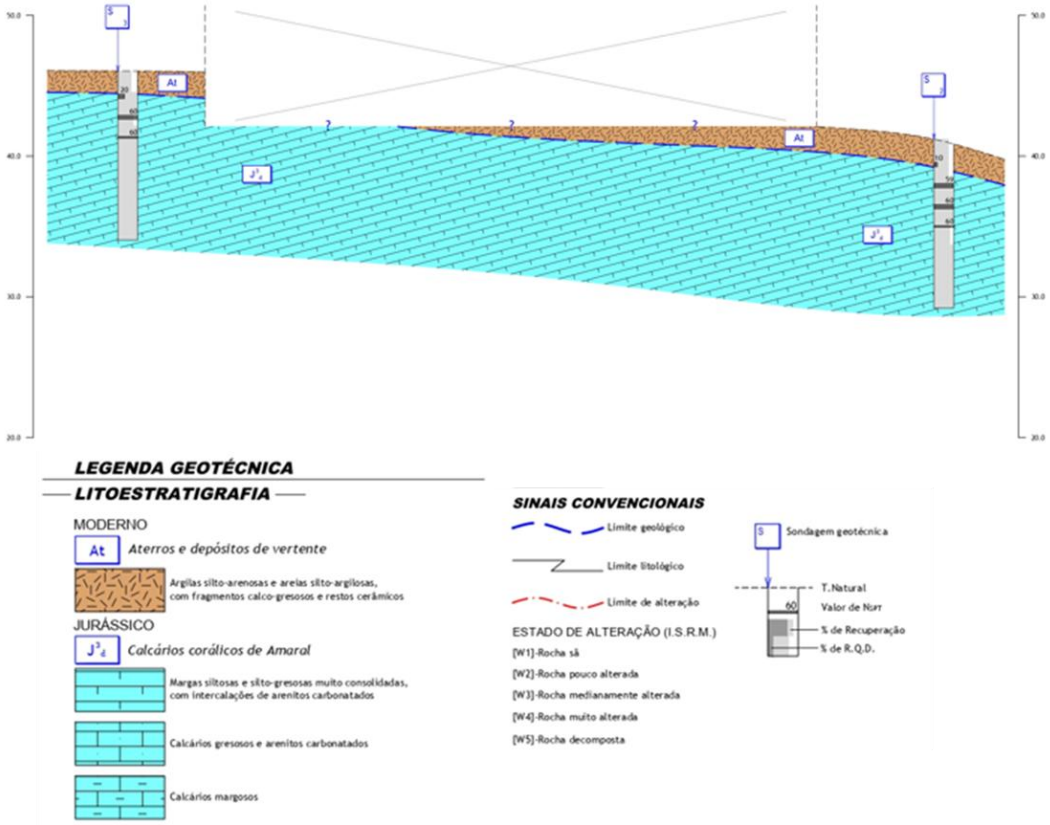


Figura 4.12. – Exemplo de um perfil geológico-geotécnico do Caso de Estudo III.

O estudo realizado revela a presença de um substrato de fácies sedimentar atribuído ao Jurássico superior. Este substrato é representado, segundo a literatura especializada, pela unidade lito-estratigráfica de Calcários Corálicos de Amaral (J^3_d) que assenta sobre as Margas de Abadia (J^3_c). À superfície, estabelecem-se depósitos de aterro (At), de génese antropogénica recente e depósitos superficiais de vertente (Dsv). Em redor do morro do Castelo, em áreas periféricas da zona de intervenção, existe uma planície aluvial recoberta por aluviões modernos, associado às bacias fluviais do rio Sizandro e das ribeiras do Alpilhão e da Estacada.

Os aterros detetados nos níveis mais superficiais do terreno possuem espessuras variáveis entre os 1,6 m e os 5,8 m. As espessuras mais elevadas ocorrem nas sondagens S6, S7, S9, S11 e SC12, com valores compreendidos entre 4,5 m e 5,8 m. Nas sondagens S1, S2, S3, S4 e S5, os aterros envolvem espessuras modestas, inferiores a 3 m. Genericamente, os aterros consistem em materiais de granulometria heterométrica, predominantemente compostos por argilas silto-arenosas e areias siltosas de coloração castanha e acinzentada, contendo elementos antrópicos, como fragmentos cerâmicos e calco-gresosos dispersos. A sua origem está relacionada com ações de modelação, infraestruturação e construção associadas ao desenvolvimento urbano local, verosimilmente de génese não controlada. Apresenta características geotécnicas débeis, com baixo grau de adensamento, resistência reduzida e elevada deformabilidade.

Esta fraca qualidade é corroborada pelos ensaios SPT realizados, cujos valores mais frequentes se situam no intervalo $5 \leq N_{SPT} \leq 20$. Todavia, regista-se alguma dispersão nos resultados, com valores superiores ao limite superior do intervalo referido, justificável com a presença pontual de frações grosseiras. Estes valores devem ser interpretados com ressalva, dada a ineficácia reconhecida do ensaio SPT na caracterização de solos pedregosos ou detríticos, não tendo sido considerados no intervalo característico. Salienta-se que, devido às ocorrências de génese artificial, estes depósitos apresentam significativa heterogeneidade e irregularidade espacial, localmente agravadas pela envolvente urbana da área, não se podendo excluir a existência de espessuras distintas das registadas nas sondagens.

Adicionalmente, a similitude litológica entre os aterros e os materiais jurássicos subjacentes pode contribuir para alguma indefinição em campo, representando uma incerteza latente na caracterização geotécnica do local, que poderá, eventualmente, ser mitigada por trabalhos complementares.

Sob os aterros, desenvolve-se a formação dos Calcários Corálicos de Amaral. O topo da sequência sedimentar é constituído por margas silto-gresosas, ocasionalmente intercaladas com arenitos carbonatados. Por vezes assumindo um comportamento terroso, estes materiais são caracterizados por valores de resistência de $17 \leq N_{SPT} \leq 29$, permitindo a colheita de amostras intactas.

Relativamente às análises laboratoriais das amostras intactas colhidas nas sondagens S2, S3, S4, S5, S6, S7, S8, S10, S11e S12, identificaram-se litologias correspondentes a argilas siltosas, silto-arenosas e siltes argilo-arenosos, classificadas como CL segundo a classificação unificada e nos subgrupos A-6-(7/11) e A-4(8) da classificação AASHTO. As amostras apresentaram teores de finos (< 0,074 mm) entre 84% e 99% e IP entre 9 e 18. Considerando a sondagem S9, a amostra revelou um silte argilo-arenoso, classificado como ML (unificada) e A-6-(7) (AASHTO), com 92% de finos e IP = 11.

Consoante a localização das sondagens e as respetivas profundidades, o número e posição dos horizontes apresentam variações, verificando-se que, na maioria das situações, os horizontes superiores sub-superficiais ou posicionados inferiormente aos aterros, são predominantemente

constituídos por margas siltosas e silto-gresosas castanho-amareladas, por vezes descomprimidas, seguidas por níveis mais consolidados, de coloração castanho-acinzentada. Intercalam-se pontualmente com arenitos carbonatados e, com menos frequência, calcários gresosos, muito alterados na maioria das sondagens (grau W4) e muito a muitíssimo fraturado (F4-5 a F4), como observado nas seguintes sondagens:

- S1: horizontes dos 4,5 a 5,8 m, dos 5,4 a 6,8 m e dos 10,8 a 11,8 m;

- S4: horizonte dos 2,7 a 3m;

- S7: horizontes dos 11,6 aos 12,4 m e dos 13,2 aos 14,2 m;

- S12: horizontes dos 9,3 a 10 m e dos 12,9 a 13,9 m;

Destacam-se aindas as sondagens S10 (horizontes entre 3 – 4,5 m e 15,3 – 17,7 m) e S11 (horizonte dos 8,1 aos 9,3 m), que permitem detetar arenitos carbonatados e calcários gresosos/margosos medianamente a muito alterados (W3 a W4-3), com valores de RQD entre 40% e 69% em S10, e inferiores (36%) em S11.

Os horizontes inferiores da sequência são, maioritariamente, constituídos por margas calcárias muito consolidadas e calcários margosos de tonalidade cinzento-escura, com intercalações pontuais de arenitos carbonatados. Estes ocorrem, por exemplo, nas sondagens S7 (horizonte dos 20,4 a 20,7 m) e S11 (horizonte dos 19,6 a 20,8 m). Nestas sondagens, os arenitos carbonatados apresentam graus de alteração de pouco a medianamente alterado (W2 a W3) e medianamente a muito fraturado (F3 a F4-3), com valores de RQD de 49% na sondagem S11 e de 25% na sondagem S7, revelando um estado de conservação moderado a fraco.

De acordo com as recomendações do EC6, o local investigado pela campanha de prospeção posiciona-se nas Zonas sísmicas 1.4 e 2.3, respetivamente para as ações sísmicas do Tipo 1 e Tipo 2, estando a obra localizada sobre terrenos do Tipo A/B da classificação do EC8.

5. Considerações Finais

No presente relatório, aborda-se a relevância da investigação geológica-geotécnica no âmbito do planeamento e execução de infraestruturas em engenharia civil, como também em providenciar segurança e viabilidade das mesmas, através de uma prévia caracterização do solo e das condições geológicas do local pretendido. As campanhas de prospeção geológica-geotécnica envolvem um conjunto de metodologias diversas, como diferentes metodologias de prospeção e de ensaios (desde *in situ* até laboratoriais), contribuindo para uma análise mais completa e detalhada das propriedades geológicas e geotécnicas do terreno em cada projeto, que são previamente selecionadas consoante a natureza do terreno, a finalidade do projeto e os parâmetros necessários para um enquadramento adequado de cada estudo.

A adequação do método de prospeção a ser aplicado para um determinado local irá permitir identificar características do solo e das rochas, como também prevenir problemas futuros, como colapsos e assentamentos diferenciais. Os métodos diretos de prospeção contribuem para uma análise visual dos perfis dos terrenos, sendo essencial para estudos de pequena escala. Porém, para uma análise de um perfil mais profundo, é fundamental o recurso a métodos de prospeção semi-direta, possibilitando a recolha de amostras e a execução de ensaios *in situ*. Os métodos de prospeção indireta, embora não tivessem sido aplicados nos casos de estudo apresentados, a sua utilização poderia contribuir para minimizar a incerteza, apresentando informação sobre as características das formações entre as sondagens.

Sendo considerados como influenciadores diretos nas decisões dos projetos, os ensaios *in situ* são essenciais para a averiguação de parâmetros mecânicos e hidráulicos dos solos, sendo indispensáveis para garantir a estabilidade e durabilidade das obras. A realização destes ensaios, como ensaios SPT, DPSH, CPT e pressiométricos, faculta informações cruciais sobre a resistência, a deformabilidade e a permeabilidade dos solos sob análise, proporcionando a aplicação de correlações empíricas que facilitam a previsão do comportamento das fundações e das estruturas.

Os ensaios laboratoriais permitem classificar e prever o comportamento dos solos sob diferentes condições de carga, servindo como um complemento dos dados obtidos em campo. Ensaios como granulometria, teor em água, limite de Atterberg e CBR, concedem informações detalhadas sobre a plasticidade, a compacidade e a resistência dos materiais, facilitando o planeamento de estratégias para fundações e estabilização dos solos.

Com as campanhas de prospeção geotécnica realizadas nos três casos práticos mencionados, o detalhe na caracterização do subsolo revelou-se de extrema importância na etapa de conceção e execução dos projetos, mitigando os riscos e otimizando soluções construtivas. A análise das propriedades mecânicas dos solos e das rochas e a deteção de formações geológicas permitiram verificar obstáculos específicos de cada local, como a identificação de aterros recentes, solos pouco consolidados e a necessidade de proteção de estruturas históricas. O recurso a metodologia diversificada, nas quais estão incluídos os ensaios *in situ* e laboratoriais, possibilitou uma ampla avaliação dos terrenos, auxiliando em soluções de fundação, reforço estrutural e minimizando os riscos geológico-geotécnicos. Os resultados obtidos na realização das campanhas nos casos práticos permitiram concluir que a etapa fundamental destes processos é a investigação geológica-geotécnica rigorosa, com fim a garantir segurança, estabilidade e

durabilidade das construções, de forma independente da tipologia e contexto geológico do local em análise.

Em suma, a prospeção geológica-geotécnica é um alicerce fundamental na engenharia civil, que não deve ser vista como um custo adicional, mas sim como um investimento para a sustentabilidade e segurança dos projetos em engenharia. Estas campanhas têm de ter um planeamento adequado, de forma a garantirem a obtenção de dados representativos e confiáveis para a tomada de decisões nos projetos. Para tal, a adoção de abordagens integradas, que combinam diferentes metodologias, são a melhor estratégia para alcançar os objetivos pretendidos, obtendo um conhecimento mais aprofundado das características do solo e rochas e de interações entre terreno e estruturas.

O avanço tecnológico nesta área fará com que a investigação geológica-geotécnica continue a evoluir e explorar formas de maximizar a resiliência e eficiência de um projeto em mãos, diminuindo os impactos ambientais e otimizando os custos associados ao mesmo. Sendo assim, a integração destas novas tecnologias em futuras campanhas poderá permitir uma análise mais pormenorizada e precisa, como por exemplo a monotorização contínua do comportamento do solo e a aplicação de modelação computacional para prevenção de cenários geotécnicos complexos.

6. Referências Bibliográficas

- AASTHO (2008). Mechanistic-empirical pavement design guide, Interim Edition: A Manual of Practice. American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO). Washington, District of Columbia, USA, 1-204.
- Ameratunga, J., Sivakugan, N., Das, B. M. (2016). Correlations of soil and rock properties in geotechnical engineering. Springer International Publishing.
- Antunes, M.T., Legoinha, P., Nascimento, A., Pais, J. (1996). The evolution of the Lower Tagus basin (Lisbon and Setúbal Peninsula, Portugal) from Lower to early Middle Miocene. Geologie de la France 4:59-77.
- Antunes, M.T., Legoinha, P., Nascimento, A., Pais, J. (1998). A stratigraphic framework for the Miocene from the Lower Tagus Basin (Lisbon, Setúbal Peninsula, Portugal): Depositional sequences, biostratigraphy and isotopic ages. Revista da Sociedade Geológica de Espanha, 12(1).
- Antunes, M.T., Legoinha, P., Nascimento, A., Pais, J. (2000). The Neogene of the Lower Tagus Basin (Portugal). Ciências da Terra (UNL), 14:183-190.
- ASTM D1586-11 (1989). Standard Test Method for Standard Penetration Test (SPT) and Split-Barrel Sampling of Soils. American Society for Testing and Materials.
- ASTM D2166-06 (2010). Standard Test Method for Unconfined Compressive Strength of Cohesive Soil. American Society for Testing and Materials.
- ASTM D2487-17 (2017). Standard practice for classification of soils for engineering purposes (Unified Soil Classification System). American Society for Testing and Materials.
- ASTM D4719-87 (1987). Standard Test Methods for Prebored Pressuremeter Testing in Soils. American Society for Testing and Materials.
- ASTM D7263-21 (2021). Standard Test Methods for Laboratory Determination of Density and Unit Weight of Soil Specimens. American Society for Testing and Materials.
- Bazaraa, A. R. S. (1967). Use of the Standard Penetration Test for Estimating Settlements of Shallow Foundations on Sand. Universidade de Illinois, Urbana, IL.
- Begemann, H. (1974). General report for central and western Europe. In Proceedings 1st European Symposium on Penetration Testing, ESOPT-1, Stockholm, 2.1.
- Bell, F. G. (2004). Engineering Geology and Construction. London: CRC Press, 1.ª ed.
- Bieniawski, Z. T. (1989). Engineering rock mass classifications: a complete manual for engineers and geologists in mining, civil, and petroleum engineering. New York: Wiley.
- Bowles, J. E. (1997). Foundation Analysis and Design. Fifth Edition. The McGraw-Hill Companies Inc, Illinois.
- BS 1377:1990 (1990). Methods of test for soils for civil engineering purposes. British Standards Institution, UK.
- BS 5930:2015 (2015). Code of practice for ground investigations. British Standards Institution, UK.
- Caputo, H. P. (1996). Mecânica dos Solos e as suas aplicações, Fundamentos. Vol. 1, 6ª Edição, L TC -Livros Técnicos e Científicos Editora S.A.
- Clayton, C.R.I., Matthews, M.C., Simons, N.E. (1995). Site Investigation. 2nd Edition. Blackwell Science, USA.

- Cunha, P. P. (2018). A tectónica ativa no contexto da sismicidade em Portugal. Revista Portuguesa de Geociências, 37:73–88.
- da Silva, F. C. (2001). Ensaios geotécnicos de campo: Princípios e aplicações. São Paulo: Oficina de Textos.
- Das, B. M. (2013) Fundamentals of Geotechnical Engineering. 4. ed. Boston: Cengage Learning.
- Deere, D. U., Deere, D. W. (1989). Rock Quality Designation (RQD) after twenty years (Report No. GL-89-1). U.S. Army Engineer Waterways Experiment Station.
- Deere, D.U., Hendron, A.J., Patton, F.D., Cording, E.J. (1967). Design of surface and near surface construction in rock. Failure and Breakage of Rock, Proceedings of 8th US Symposium of Rock Mechanics, New York, 237-302.
- Delleur, J. W. (2007). The Handbook of Groundwater Engineering. 2nd Edition. CRC Press.
- de Matos, R. (1954). Carta Geológica de Portugal à escala de 1:50 000 – Folha 30-C (Torres Vedras). 1.ª edição, Serviços Geológicos de Portugal.
- De Mello, V. F. B. (1971). Considerations on the geomechanics of earthworks in Brazil. Proceedings of the Fourth Pan-American Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, Puerto Rico, 1:177–215.
- Doveton, J. H., Prensky, S. E. (1992). Geological applications of wireline logs - A synopsis of developments and trends. Log Analyst, 286-302.
- E 196-1960 LNEC (1960). Solos - Análise granulométrica (peneiração e sedimentação), Especificação do LNEC para solos: Laboratório Nacional da Engenharia Civil. Portugal.
- E 197-1966 LNEC (1966). Solos – Ensaio de Compactação, Especificação do LNEC para solos: Laboratório Nacional da Engenharia Civil. Portugal.
- E 198-1967 LNEC (1967). Solos - Determinação do CBR, Especificação do LNEC para solos: Laboratório Nacional da Engenharia Civil. Portugal.
- E 239-1965 LNEC (1965). Solos - Análise granulométrica (peneiração), Especificação do LNEC para solos: Laboratório Nacional da Engenharia Civil. Portugal.
- E 378-1996 LNEC (1996). Betões : Guia para a utilização de ligantes hidráulicos, Especificação do LNEC para solos: Laboratório Nacional da Engenharia Civil. Portugal.
- EN ISO 14688-1 (2017). Geotechnical investigation and testing – Identification and classification of soil – Part 1: Identification and description European Committee for Standardization, Brussels.
- EN ISO 14688-2 (2017). Geotechnical investigation and testing — Identification and classification of soil. Part 2: Principles for a classification. European Committee for Standardization, Brussels.
- EN ISO 14689 (2017). Geotechnical investigation and testing — Identification, description and classification of rock. European Committee for Standardization, Brussels.
- EN ISO 17892-1 (2014). Geotechnical investigation and testing — Laboratory testing of soil. Part 1: Determination of water content. European Committee for Standardization, Brussels.
- EN ISO 17892-2 (2014). Geotechnical investigation and testing — Laboratory testing of soil. Part 2: Determination of bulk density. European Committee for Standardization, Brussels.
- EN ISO 17892-12 (2018). Geotechnical investigation and testing — Laboratory testing of soil. Part 12: Determination of liquid and plastic limits. European Committee for Standardization, Brussels.

- EN ISO 18674-4 (2020). Geotechnical investigation and testing — Geotechnical monitoring by field instrumentation. Part 4: Measurement of pore water pressure: Piezometers. European Committee for Standardization, Brussels.
- EN ISO 22475-1 (2021). Geotechnical investigation and testing — Sampling methods and groundwater measurements — Part 1: Technical principles for the sampling of soil, rock and groundwater. European Committee for Standardization, Brussels.
- EN ISO 22476-1 (2022). Geotechnical investigation and testing — Field testing - Part 1: Electrical cone and piezocone penetration test. European Committee for Standardization, Brussels.
- EN ISO 22476-2 (2002). Geotechnical investigation and testing. Field testing. Part 2: Dynamic Probing. European Committee for Standardization, Brussels.
- EN ISO 22476-3 (2005). Geotechnical investigation and testing. Field testing. Part 3: Standard penetration test. European Committee for Standardization, Brussels.
- EN ISO 22476-4 (2012). Geotechnical investigation and testing. Field testing. Part 4: Ménard pressuremeter test. European Committee for Standardization, Brussels.
- Fonseca, A. V., Lopes, I. F., Rodrigues, C. (2016). Projeto Geotécnico Assistido por Ensaios *In Situ* - Curso CPTu. 23 de Junho 2016, FEUP, Porto.
- Fortunato, E. (2022). Aspects of embankments behaviour and support layers of transport infrastructures. Apresentação no âmbito das aulas da UC Infraestruturas Rodo-Ferroviárias do Mestrado em Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto.
- Gibbs, H. J., Holtz, W. G. (1957). Research on determining the density of sands by Spoon Penetration Testing. Proceedings of the 4th International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, London, 1: 35–39.
- Gray, D. H., Leiser, A. (1989). Biotechnical slope protection and erosion control. Environmental Science, Kriege Publishing Company, Malabar, Florida.
- Guzzarlapudi, S. D., Adigopula, V. K., Kumar, R. (2016). Comparative studies of lightweight deflectometer and Benkelman beam deflectometer in low volume roads. Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition), 3(5):438-447.
- Hagedoorn, J. G. (1959). The plus-minus method of interpreting seismic refraction sections. Geophysical Prospecting, 7(2):158 – 182.
- Hatanaka, M., Uchida, A. (1996). Empirical correlation between penetration resistance and effective friction angle for sandy soils. Soils and Foundations, 36(4): 1-9.
- Highways Agency (2006). Interim Advice Note 73/06: Design guidance for road pavement foundations (Draft HD25 revision). London.
- Hoek, E., Brown, E. T. (1997). Practical estimates of rock mass strength. International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences, 34, 8:1165–1186.
- IAEG (1979). Classification of rocks and soils for engineering geological Mapping Part 1: Rock and soil materials. Bulletin of the International Association of Engineering Geology, 19: 355-371.
- ISRM (1978). Standardization of laboratory, field test, International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences & Geomechanics abstracts, 15:319-368.
- ISSMGE (1989). International Reference Test Procedure for Dynamic Penetration Tests (Dynamic Probing – DP). Swedish Geotechnical Institute.
- JAE (1995). Manual de concepção de pavimentos para a rede rodoviária nacional (MACOPAV). Lisboa.

- Kulhawy, F.H., Mayne, P.W. (1990). Manual on estimating soil properties for foundation design. Electric Power Research Institute, EPRI, Palo Alto, California
- Kim, K., Prezzi, M., Salgado, R., Lee, W. (2008). Effect of penetration rate on cone penetration resistance in saturated clayey soils. Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, 134(8).
- Lancellotti, C. (2008). Manual de Engenharia Geotécnica. Edgard Blücher.
- Lian, S.S.C., Whitman, R.V. (1985). Overburden correction factors for SPT in sand. Journal of the Geotechnical. Engineering Division, ASCE, 112(3): 373-377.
- Lunne, T., Robertson, P. K., Powell, J. J. M. (1997). Cone Penetration Testing in Geotechnical Practice. Blackie Academic & Professional.
- Manuppella, G., Zbyszewski, G., Choffat, P., Moitinho de Almeida, F., Rey, F., Dias, R. P., Rebelo, L., Pais, J., Ornelas, F., Moniz, C., Cabral, J. (2011). Notícia explicativa da Carta Geológica de Portugal à escala 1:50 000 – Folha 34-B (Loures), 57. Lisboa: LNEG.
- Matos, A. C. (1986). Análise dos Estados de Tensão e Deformação em Maciços de Solos e Rochas Diaclasadas Verificação da Segurança. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (Relatório final).
- Matos Fernandes, M. (2006). Mecânica dos Solos. Conceitos e princípios fundamentais, Vol.I. Edições FEUP, Porto.
- Matos Fernandes, M. (2011). Mecânica dos Solos: Introdução à engenharia geotécnica. Vol. II, FEUP Edições, Porto.
- Mayne, P.W. (2001). Stress-strain-strength-flow parameters from enhanced in-situ tests. Proceedings of the International Conference on In-Situ Measurement of Soil Properties and Case Histories, Bali, Indonesia: 27-48.
- Meyerhof, G.G. (1957). The Ultimate Bearing Capacity of Foundations on Slopes. 4th International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, 3, 384-386.
- Milanovic, P. (2004). Water Resources Engineering in Karst. CRC Press.
- Mohammad, L. N., Huang, B., Daly, W. H., Yzenas, E. A. (1998). Suitability of using California Bearing Ratio Test to predict resilient modulus for low volume roads. Conferência de Transferência de Tecnologia Aeroportuária da Federa Aviation Administration.
- Morais, H., Minhoto, M. (2014). Relação entre módulo de deformabilidade e CBR no estudo da fundação dum pavimento rodoviário flexivel. 7º Congresso Luso-Moçambicano de Engenharia / IV Congresso de Engenharia de Moçambique Inhambane/Moçambique
- Mórandi, R. (2016). Geotécnica Aplicada. Interciência.
- Morgano, C. M., Liang, R.Y. (1992). Energy transfer in SPT – rod length effect. Proc., 4th International Conference on the Application of Stress Wave Theory to Piles, Balkema, Rotterdam, The Netherlands, pp. 121-127.
- Neves, S., Borges, J. F., Caldeira, B., Moita, P., Pedro, J., Boaventura, R. (2014). Aspectos sobre os métodos de refração sísmica. Geonovas, 28:79-92.
- NF P94-051 (1993). Determination of Atterberg's limits. Liquid limit test using Casagrande apparatus. Plastic limit test on rolled thread. Association Française de Normalisation.
- NF P94-068 (1998). Soils: Investigation and Testing—Measuring of the Methylene Blue Adsorption Capacity of a Rocky Soil. Determination of the Methylene Blue of a Soil by Means of the Strain Test. Association Française de Normalisation.
- NP 83:1965 (1965). Determinação da densidade das partículas. Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa.

- NP 84:1965 (1965). Determinação do teor em água. Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa.
- NP 143:1969 (1969). Determinação dos limites de consistência. Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa.
- NP EN 206:2007 (2007). Betão. Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa.
- NP EN 1998-1:2009 (2009). Eurocódigo 8: Projecto de estruturas para resistência aos sismos Parte 1: Regras gerais, acções sísmicas e regras para edifícios. European Committee for Standardization, Brussels.
- NP EN 1998-1:2010/A1:2013 (2013). Eurocódigos 115: Protecção sísmica e das vibrações. European Committee for Standardization, Brussels.
- Pais, J., Moniz, C., Cabral, J., Cardoso, J. L., Legonha, P., Machado, S., Morais, M. A., Lourenço, C., Ribeiro, M. L., Henriques, P., Falé, P. (2006). Notícia explicativa da Folha 34-D (Lisboa), 74. Lisboa: LNEG/INETI.
- Pais, J., Moniz, C., Clavijo, E., Dias, R. P., Manuppella, G., Machado, S. (2005). Carta Geológica de Portugal à escala 1:50 000 – Folha 34-D (Lisboa). 2.ª ed., LNEG/INETI.
- Pais, J., Rey, J., Dias, R. P., Rebelo, L., Ornelas, F., Moniz, C., Cabral, J. (2008). Carta geológica de Portugal na escala 1:50 000 – Folha 34-B (Loures). 3.ª ed. Lisboa: LNEG/INETI.
- Palmer, D. (1981). An Introduction to the generalized reciprocal method of seismic refraction interpretation. Society of Exploration Geophysicists, 46(11):1508-1618.
- Palmer, D. (2010). Are refraction attributes more useful than refraction tomography. First Break, 28:43.
- Peck, R. B., Hanson, W. E., Thornburn, T. H. (1974). Foundation Engineering. 2ª edição. John Wiley & Sons, New York.
- RSAEEP (1983). Decreto-Lei n.º 235/83, de 31 de maio. Aprova o Regulamento de Segurança e Ações para Estruturas de Edifícios e Pontes. Diário da República, Série I, n.º 125.
- Powell, W. D., Potter, J. F., Mayhew, H. C., Nunn, M. E. (1984). The structural design of bituminous roads. TRRL Report LR 1132, 62.
- Putri, E. E., Rao, N. S. V. K., Mannan, M. A. (2012). Evaluation of modulus of elasticity and modulus of subgrade reaction of soils using CBR test. Journal of Civil Engineering Research, 2(1): 34-40.
- Rahim, A. M., George, K. P. (2004). Models to estimate subgrade resilient modulus for pavement design. International Journal of Pavement Engineering, 6(2):88-89.
- Ramalho, M. M., Rey, J., Zbyszewski, G., Matos Alves, C. A., Palácios, T., Moutinho de Almeida, F., Costa, C., Kullberg, M. (2001). Notícia explicativa da Folha 34-C (Cascais), 104. Lisboa: Instituto Geológico e Mineiro.
- Ramalho, M. M., Ribeiro, M. L., Serralheiro, A., Moitinho de Almeida, F. (1999). Carta Geológica de Portugal – Folha 34-C (Cascais), escala 1:50 000. 4.ª ed. Lisboa: Instituto Geológico e Mineiro.
- Redpath, B. B. (1973). Seismic Refraction Exploration for Engineering site investigations. Explosive Excavation Research Laboratory Livermore, California.
- Riggs, C. O. (1986). American standard penetration test practice, in Proceedings of the 14th PSC ASCE, pp. 949–967.
- Robertson, P.K., Campanella, R. G., Wightman, A. (1983). SPT-CPT Correlations. Journal of the Geotechnical Engineering Division, 109(11): 1449-1459.
- Salgado, R., Mitchell, J. K., Jamiolkowski, M. (1997). Cavity expansion and penetration resistance in sand. Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, 123(4).

- Santos, J. A. (2008). Compactação: Elementos Teóricos. Instituto Superior Técnico. Lisboa.
- Schnaid, F. (2014). Ensaios de campo e suas aplicações à Engenharia de Fundações. 2ª edição. Oficina de Textos, São Paulo.
- Seed, H. B., Tokimatsu, K., Harder, L. F., Chung, R. M. (1985). Influence of SPT Procedures in Soil Liquefaction Resistance Evaluations. Journal of Geotechnical Engineering, 111(12):1425–1445.
- Seehan, J. R., Doll, W. E., Mandell, W. A. (2005). An evaluation of methods and available software for seismic refraction tomography analysis. Journal of Environmental & Engineering Geophysics, 10(1):21-34.
- Silva, E. M. J. (2001). O ensaio pressiométrico: tratamento e interpretação dos resultados do ensaio. Tecnovisão: Revista de divulgação tecnológica, 12:12–15. ESC–UALG.
- Skempton, A.W. (1986). Standard Penetration Test procedures and the Effects in Sands of Overburden Pressure, Relative Density, Particle Size, Aging and Overconsolidation. Geotechnique, 36(3): 425-447.
- Stroud, M. A. (1989). The Standard Penetration Test – Its Application and Interpretation. ICE Conf. Penetration Testing, Birmingham: Thomas Telfold Limited, London
- Terzaghi, K. (1943). Theoretical Soil Mechanics. 1st Edition. John Wiley, New York.
- Terzaghi, K., Peck, R.B. (1948). Soil Mechanics in Engineering Practice. 1st Edition. John Wiley, New York.
- Terzaghi, K., Peck, R. B. (1967). Soil Mechanics in Engineering Practice. 2nd Edition. John Wiley, New York.
- Terzaghi, K., Peck, R. B., Mesri, G. (1996). Soil Mechanics In Engineering Practice. 3rd Edition. John Wiley, New York.
- Tokimatsu, K., Yoshimi, Y. (1983). Empirical Correlation of Soil Liquefaction Based on SPT N-Value and Fines Content. Soils and Foundations, 23(4):56-74.
- Thomas, G. E. (2012). Soil Properties and the Unified Soil Classification System (USCS). PDHonline Course C272 (8 PDH)
- Urishima, D. C. (2024). A importância da estabilização de maciços terrosos. Belgo Soluções Geotech. Disponível em: https://geotech.belgo.com.br/blog/estabilizacao-de-macicos-terrosos/ (Acessado em Outubro 2024).
- Gonzalez de Vallejo, L.G. and Ferrer, M. (2011). Geological Engineering. CRC Press, London.

Gonzalez de Vallejo, G., Ferrer, L., Ortuño, M., Oteo, L. (2002). Ingenieria Geologica. Pearson Educacion, Madrid.

- Yoshida, Y., Ikemi, M., Kokusho, T. (1988). Empirical formulas of SPT blow counts for gravelly soils. Proc. 1st International Symposium on Penetration Testing, ISOPT-1, Orlando.
- Wang, L., Kong, D. (2023). Analysis on propagation law of shallow underground chemical explosion seismic waves. Frontiers in Physics, 11:1198349.
- Webb, D.L. (1969). Settlement of Structures on Deep Alluvial Sandy Sediments in Durban, South Africa. Proceedings of the Conference on In Situ Investigations in Soils and Rocks, BGS., 181-187.
- Zbyszewski, G., Moitinho de Almeida, F., Torres de Assunção, C. (1955). Notícia explicativa da Carta Geológica de Portugal à escala de 1:50 000 – Folha 30-C (Torres Vedras), 33. Lisboa: Serviços Geológicos de Portugal.

Anexos

Empreendimento Clarissas

Trafaria

Castelo de Torres Vedras

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

Entidade : THOMAS & PIRON

Obra : **Empreendimento Clarissas**

SONDAGEM	Processo	Página
SC-1	**31524**	**1** de **2**

Data de Início	Equipamento	Prof. Final (m)	Data de Fim	Nivel Freático	Inclinação	Sistema	Coordenadas		Cota	Sondador	Técnico
4/11/2024	**Geo-017 Casagrande M3D**	**19**	**5/11/2024**		**90°**	**PT-TM06 (ETRS89)**	M= **-84780.026**	P= **-96136.922**	Z= **37.687**	**Tiago Comba**	**Paulo Correia**

PROFUNDIDADE (m)	FURAÇÃO Ø	MANOBRAS	ESTRATIGRAFIA	SIMBOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA	ALTERAÇÃO (ISRM) W5 W4 W3 W2	FRACTURAÇÃO (ISRM) F5 F4 F3 F2	% RECUP. / % R.Q.D. 20 40 60 80	S.P.T. 1ª Fase (15cm) 2ª Fase (30cm) nº de Pancadas (Nspt) 10 20 30 40 50	ENSAIOS
0					Areia fina siltosa, com restos vegetais; castanha.					
1	WIRELINE PQ				Marga argilosa e silto-arenosa carbonatada, medianamente consistente; castanha com laivos alaranjados.					
2									7 / 20 (30 cm)	
3		3.00			Calcarenito muito degradado e fracturado, fragmentável e desagregável, sem recuperação, debitando-se em areia fina siltosa, muito compacta.					
						W5/4			16 / 60 (4 cm)	
					Calcarenito muito alterado e muito fracturado; cinzento.	W3	F4			
4					Arenito muito degradado e fracturado, fragmentável e desagregável; castanho.	W5/4	F5	29		
		4.50			Arenito fossilífero muito alterado e fracturado, fragmentável e desagregável; cinzento acastanhado.			100	60 (6 cm)	
5			MT		Marga argilosa; cinzenta com laivos alaranjados.	W4	F4			
	86mm Rotação				Calcário fossilífero gresoso medianamente alterado e fracturado, vacuolar; esbranquiçado. Diaclases sub-horizontais e sub-verticais de faces rugosas, friáveis e com preenchimento argiloso.			63 87		
6		6.00								
					Calcário fossilífero gresoso muito degradado e fracturado, fragmentável e desagregável (sem recuperação); esbranquiçado.	W3	F4			
7					Calcário fossilífero gresoso medianamente alterado e fracturado, vacuolar; esbranquiçado. Diaclases sub-horizontais e sub-verticais de faces rugosas, friáveis e com preenchimento argiloso.	W4	F5	31		
		7.50				W3	F4	92		
8					Arenito carbonatado com restos fossilíferos, muito alterado e fracturado; amarelado. Diaclases sub-horizontais e oblíquas, de faces rugosas, friáveis e arenitizadas.	W4	F4	19		
		9.00						100		
9					Arenito carbonatado, degradado e fortemente fracturado, fragmentável e desagregável (sem recuperação); amarelado.			23		
10						W4	F4	80		

Observações : **Foi instalado piezómetro hidraúlico de circuito aberto.**

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.com

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na integra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

Entidade : THOMAS & PIRON

Obra : **Empreendimento Clarissas**

SONDAGEM	Processo	Página
SC-1	**31524**	**2** de **2**

Data de Início	Equipamento	Prof. Final (m)	Data de Fim	Nivel Freático	Inclinação	Sistema	Coordenadas		Cota	Sondador	Técnico
4/11/2024	**Geo-017 Casagrande M3D**	**19**	**5/11/2024**		**90°**	**PT-TM06 (ETRS89)**	M= **-84780.026**	P= **-96136.922**	Z= **37.687**	**Tiago Comba**	**Paulo Correia**

PROFUNDIDADE (m)	FURAÇÃO Ø	MANOBRAS	ESTRATIGRAFIA	SIMBOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA	ALTERAÇÃO (ISRM) W5 W4 W3 W2	FRACTURAÇÃO (ISRM) F5 F4 F3 F2	% RECUP. / % R.Q.D. 20 40 60 80	S.P.T. 1ª Fase (15cm) 2ª Fase (30cm) nº de Pancadas (Nspt)	ENSAIOS
11	86mm Rotação	10.50	MT		Calcarenito fossilífero muito alterado e fracturado, por vezes fragmentável e desagregável, vacuolar; cinzento. Diaclases sub-horizontais de faces onduladas e rugosas, friáveis e arenitizadas.	W4	F4	23 / 80		
12		12.00			Idem, medianamente alterado.	W3	F4	63 / 100		
13		13.50			Arenito carbonatado, medianamente a muito alterado e medianamente a muito fracturado, por vezes fragmentável; cinzento acastanhado. Diaclases sub-horizontais e oblíquas de faces onduladas e rugosas, friáveis e fortemente arenitizadas.	W4/3	F4/3	90 / 100		
14					Arenito carbonatado, muito degradado, fragmentável e desagregável, recuperado na forma de areia fina siltosa; cinzento acastanhada.	W5/4				
15		15.00						65 / 100		
16		16.50			Arenito carbonatado muito degradado e fracturado, friável e desagregável recuperado na forma de areia média siltosa, com passagens de arenito medianamente a muito alterado; amarelado esbranquiçado.			13 / 91		
17						W5/4				
18		18.00			Arenito carbonatado medianamente alterado e muito fracturado; amarelado. Diaclases sub-horizontais de faces lisas, friáveis e arenitizadas.			7 / 100		
19		19.00				W3	F4	71 / 100		
20					19m- Fim de Sondagem					

Observações : **Foi instalado piezómetro hidraúlico de circuito aberto.**

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.com

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na integra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S1 CX1

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S1 CX2

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S1 CX3

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S1 CX4

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S1 CX5

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S1 CX6

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

Entidade : THOMAS & PIRON

Obra : **Empreendimento Clarissas**

SONDAGEM	Processo	Página
SC-2	**31524**	**1** de **2**

Data de Início	Equipamento	Prof. Final (m)	Data de Fim	Nivel Freático	Inclinação	Sistema	Coordenadas		Cota	Sondador	Técnico
21/11/2024	**Geo-017 Casagrande M3D**	**19.5**	**22/11/2024**		**90°**	**PT-TM06 (ETRS89)**	M= **-84790.371**	P= **-96161.310**	Z= **37.898**	**José Carlos**	**Paulo Correia**

PROFUNDIDADE (m)	FURAÇÃO Ø	MANOBRAS	ESTRATIGRAFIA	SIMBOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA	ALTERAÇÃO (ISRM) W5 W4 W3 W2	FRACTURAÇÃO (ISRM) F5 F4 F3 F2	% RECUP. / % R.Q.D. 20 40 60 80	S.P.T. 1ª Fase (15cm) 2ª Fase (30cm) nº de Pancadas (Nspt) 10 20 30 40 50	ENSAIOS	PROFUNDIDADE (m)
0	76 mm Destrutiva										0
1		1.50	At		Areia silto-argilosa, com restos cerâmicos e restos vegetais; castanha.				5 / 45 (30 cm)	(1)	1
2					Marga calcária, rija, de carácter pulverulento com passagens de calcário gresoso; cinzento claro com passagens e laivos esbranquiçados.					(1)	2
3		3.00			Calcário gresoso compacto muito alterado e fracturado; castanho acinzentado.	W4	F4	47	24 / 60 (5 cm)		3
4		4.50			Arenito fino carbonatado degradado e fracturado, fragmentável e desagregável, fossilífero, debitando-se na forma de areia fina siltosa; castanho.	W5/4		22 / 80	60 (14 cm)		4
5	86 mm Rotação				Margas argilosas; cinzento com laivos alaranjados.		F5				5
6		6.00	MT		Calcário gresoso fossilífero muito alterado e muitíssimo fracturado, fragmentável e desagregável com passagens sem recuperação; amarelado.		F4	8 / 80			6
7		7.50			Arenito carbonatado, fossilífero, muito alterado e fraturado, com passagens sem recuperação.			53			7
8						W4	F5				8
9		9.00			Calcarenito fossilífero muito alterado e fracturado, fragmentável e desagregável, vacuolar; esbranquiçado. Diaclases sub-horizontais de faces rugosas, friáveis e fortemente arenitizadas.			9 / 53			9
10						W4	F5/4	7 / 60			10

Observações : **Nível de água no final da furação: 16.60m. Amostras Intactas colhidas em furo anexo à sondagem.**

Legenda : **(1) - Amostra Intacta**

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.com

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na integra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

Entidade : THOMAS & PIRON

Obra : **Empreendimento Clarissas**

SONDAGEM **SC-2**

Processo **31524**

Página **2** de **2**

Data de Início	Equipamento	Prof. Final (m)
21/11/2024	Geo-017 Casagrande M3D	19.5

Data de Fim	Nivel Freático	Inclinação	Sistema	Coordenadas		Cota	Sondador	Técnico
22/11/2024		90°	PT-TM06 (ETRS89)	M= -84790.371	P= -96161.310	Z= 37.898	José Carlos	Paulo Correia

PROFUNDIDADE (m)	FURAÇÃO Ø	MANOBRAS	ESTRATIGRAFIA	SIMBOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA	ALTERAÇÃO (ISRM) W5 W4 W3 W2	FRACTURAÇÃO (ISRM) F5 F4 F3 F2	% RECUP. / % R.Q.D. 20 40 60 80	S.P.T. 1ª Fase (15cm) 2ª Fase (30cm) nº de Pancadas (Nspt) 10 20 30 40 50	ENSAIOS	PROFUNDIDADE (m)
10					Idem.	W4	F5/4	7 / 60			10
10.50											
11					Calcário gresoso fossilífero muito alterado e fracturado, fragmentável e desagregável, vacuolar; esbranquiçado. Diaclases sub-horizontais de faces rugosas, friáveis.						11
12						W4	F4	11 / 63	19 / 60 (8 cm)		12
12.00											
13											13
13.50								40	21 / 60 (14 cm)		
14	86mm Rotação				Arenito carbonatado muito degradado e fracturado, fragmentável e desagregável, friável, debitando-se na forma de areia siltosa e silto-argilosa; castanho acinzentada com passagens sem recuperação.						14
15			MT					40	23 / 60 (30 cm)		15
15.00											
16						W5/4					16
16.50								40	60 (12 cm)		
17					Arenito carbonatado muito consolidado, muito alterado e fracturado, fragmentável e desagregável com passagens sem recuperação; amarelado. Diaclases sub-horizontais de faces onduladas e sub-rugosas, friáveis e arenitizadas.		F4				17
18							F5 / F5/4	19 / 67			18
18.00											
19						W4	F4				19
19.50					Arenito carbonatado com passagens de arenito consolidado, debitando-se na forma de areia siltosa; amarelada.	W5/4		15 / 70			
20					19.5m- Fim de Sondagem						20

Observações : **Nível de água no final da furação: 16.60m. Amostras Intactas colhidas em furo anexo à sondagem.**

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.com

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na integra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S2 CX1

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S2 CX2

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S2 CX3

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S2 CX4

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

Entidade : THOMAS & PIRON

Obra : **Empreendimento Clarissas**

SONDAGEM **SC-3**

Processo **31524**

Página **1** de **2**

Data de Início	Equipamento	Prof. Final (m)
20/11/2024	Geo-017 Casagrande M3D	15

Data de Fim	Nivel Freático	Inclinação	Sistema	Coordenadas		Cota	Sondador	Técnico
20/11/2024		90°	PT-TM06 (ETRS89)	M= -84778.189	P= -96196.676	Z= 33.582	José Carlos	Paulo Correia

PROFUNDIDADE (m)	FURAÇÃO Ø	MANOBRAS	ESTRATIGRAFIA	SIMBOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA	ALTERAÇÃO (ISRM) W5 W4 W3 W2	FRACTURAÇÃO (ISRM) F5 F4 F3 F2	% RECUP. / % R.Q.D. 20 40 60 80	S.P.T. 1ª Fase (15cm) 2ª Fase (30cm) nº de Pancadas (Nspt) 10 20 30 40 50	ENSAIOS	PROFUNDIDADE (m)
0	7,7 Destrutiva										0
1		1.50	At		Aterro muito heterogéneo, areno-pedregoso com passagens de agregado britado e restos de tecido e plástico muito abundantes; cinzento escuro.						1
2					Calcarenito fossilífero margoso muito alterado e fracturado, fragmentável e desagregável com passagens sem recuperação; amarelo esbranquiçado.				18 / 59 (30 cm)		2
3		3.00				W4	F5/4	33			3
4					Calcário gresoso fossilífero muito alterado e fracturado, fortemente fragmentável e desagregável, com passagens sem recuperação; amarelado esbranquiçado.			7 67	24 / 60 (7 cm)		4
5	86mm Rotação	4.50	MT								5
6		6.00			Calcarenito fossilífero muito degradado e fracturado, fragmentável e desagregável; amarelado esbranquiçado.	W4	F5/4 F4	57			6
7					Arenito carbonatado muito alterado e fracturado, fragmentável e desagregável; amarelado.	W4	F5				7
		7.50				W4	F5	53			
8					Calcário gresoso fossilífero muito alterado e fracturado, fragmentável e desagregável, vacuolar; amarelado esbranquiçado. Diaclases sub-horizontais de faces onduladas e rugosas, friáveis e arenitizadas.						8
9		9.00				W4	F4	15 83			9
10					Arenito carbonatado medianamente a muito alterado e muito fracturado, por vezes fragmentável e desagregável; cinzento amarelado. Diaclases sub-horizontais e sub-verticais de faces onduladas e rugosas, friáveis e arenitizadas.	W4/3	F4/3	60 80			10

Observações :

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.com

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na integra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

Entidade : THOMAS & PIRON

Obra : **Empreendimento Clarissas**

SONDAGEM **SC-3**

Processo **31524**

Página **2** de **2**

Data de Início	Equipamento	Prof. Final (m)	Data de Fim	Nivel Freático	Inclinação	Sistema	Coordenadas		Cota	Sondador	Técnico
20/11/2024	Geo-017 Casagrande M3D	15	20/11/2024		90°	PT-TM06 (ETRS89)	M= -84778.189	P= -96196.676	Z= 33.582	José Carlos	Paulo Correia

PROFUNDIDADE (m)	FURAÇÃO Ø	MANOBRAS	ESTRATIGRAFIA	SIMBOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA	ALTERAÇÃO (ISRM) W5 W4 W3 W2	FRACTURAÇÃO (ISRM) F5 F4 F3 F2	% RECUP. / % R.Q.D. 20 40 60 80	S.P.T. (1ª Fase 15cm, 2ª Fase 30cm; nº de Pancadas (Nspt))	ENSAIOS
11	86mm Rotação	10.50	MT		Arenito carbonatado medianamente a muito alterado e muito fracturado, por vezes fragmentável e desagregável; cinzento amarelado. Diaclases sub-horizontais e sub-verticais de faces onduladas e rugosas, friáveis e arenitizadas.		F4/3	60 80		
12		12.00				W4/3	F4	26 63		
13					Arenito carbonatado muito consolidado e medianamente a muito alterado e muito fracturado; amarelado. Diaclases sub-horizontais de faces sub-rugosas, friáveis e arenitizadas, por vezes com preenchimento argiloso plástico.			37 67		
14		13.50								
15		15.00				W4/3	F4	32 67		
16					15m- Fim de Sondagem					
17										
18										
19										
20										

Observações :

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.com

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na integra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S3 CX1

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S3 CX2

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S3 CX3

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

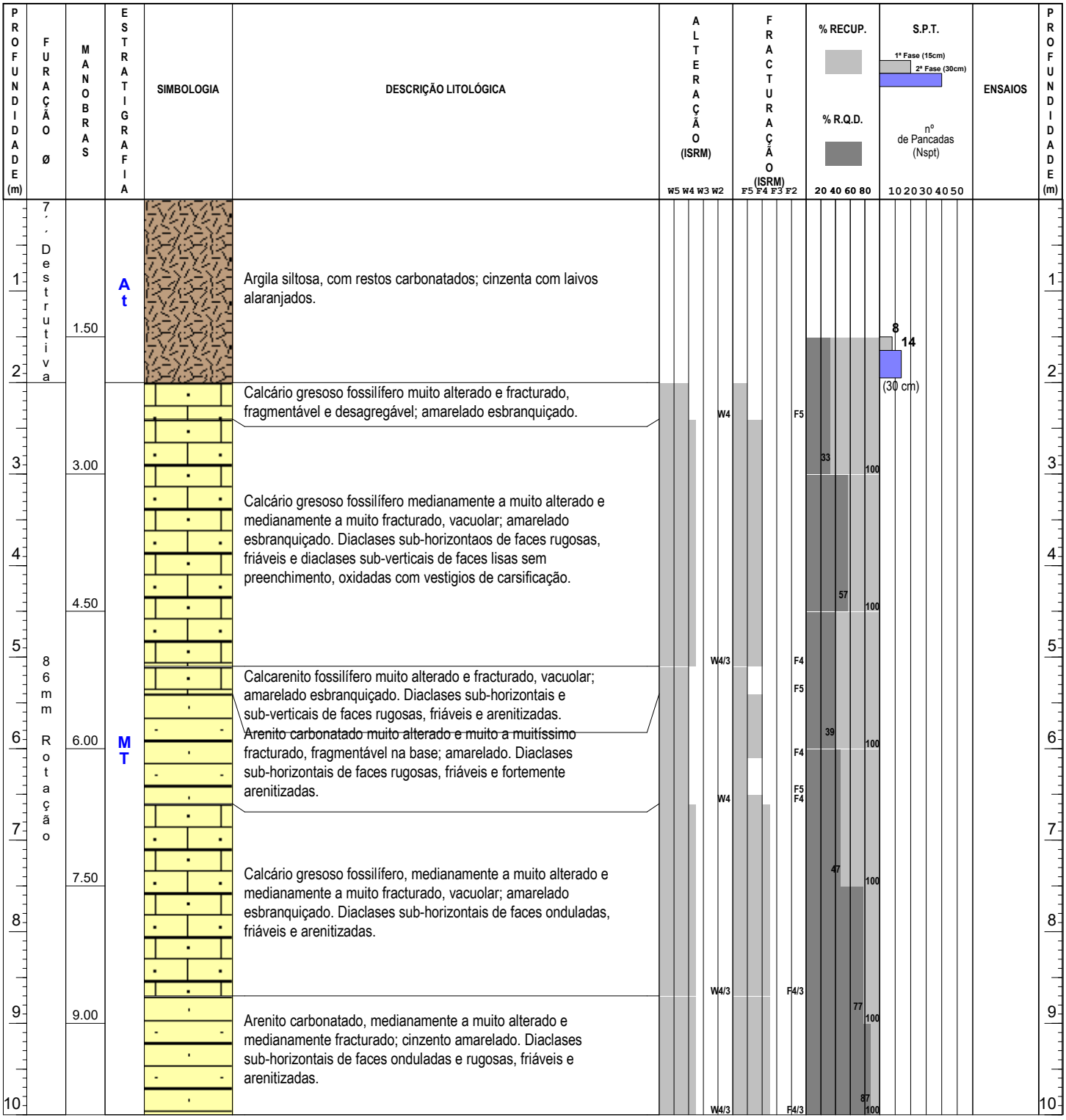
PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

Entidade : THOMAS & PIRON

Obra : **Empreendimento Clarissas**

SONDAGEM	Processo	Página
SC-4	**31524**	**1** de **2**

Data de Início	Equipamento	Prof. Final (m)	Data de Fim	Nivel Freático	Inclinação	Sistema	Coordenadas		Cota	Sondador	Técnico
8/11/2024	**Geo-052 Comacchio 205**	**14**	**11/11/2024**		**90°**	**PT-TM06 (ETRS89)**	M= **-84788.301**	P= **-96225.302**	Z= **33.242**	**António Rodrigues**	**Paulo Correia**



Observações : **Nível de água no final da furação: 13.50m. Foi instalado piezómetro hidraúlico de circuito aberto.**

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.com

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na integra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

Entidade : THOMAS & PIRON

Obra : **Empreendimento Clarissas**

SONDAGEM	Processo	Página
SC-4	**31524**	**2** de **2**

Data de Início	Equipamento	Prof. Final (m)
8/11/2024	**Geo-052 Comacchio 205**	**14**

Data de Fim	Nivel Freático	Inclinação	Sistema	Coordenadas		Cota	Sondador	Técnico
11/11/2024		**90°**	**PT-TM06 (ETRS89)**	M= **-84788.301**	P= **-96225.302**	Z= **33.242**	**António Rodrigues**	**Paulo Correia**

PROFUNDIDADE (m)	FURAÇÃO Ø	MANOBRAS	ESTRATIGRAFIA	SIMBOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA	ALTERAÇÃO (ISRM) W5 W4 W3 W2	FRACTURAÇÃO (ISRM) F5 F4 F3 F2	% RECUP. / % R.Q.D. 20 40 60 80	S.P.T. (1ª Fase 15cm, 2ª Fase 30cm; nº de Pancadas (Nspt))	ENSAIOS	PROFUNDIDADE (m)
11	86mm Rotação	10.50	MT		Arenito carbonatado, medianamente a muito alterado e medianamente fracturado; cinzento amarelado. Diaclases sub-horizontais de faces onduladas e rugosas, friáveis e arenitizadas.	W4	F4	87 100			11
12		12.00			Arenito carbonatado medianamente a muito alterado e muito fracturado, por vezes fragmentável e desagregável; amarelado esbranquiçado. Diaclases sub-horizontais e sub-verticais de faces onduladas e rugosas, friáveis e arenitizadas, com preenchimento argiloso.	W4		49 100			12
13		13.50					F4 F5	34 93			13
14		14.00				W3	F4	100			14
					14m- Fim de Sondagem						
15											15
16											16
17											17
18											18
19											19
20											20

Observações : **Nível de água no final da furação: 13.50m. Foi instalado piezómetro hidraúlico de circuito aberto.**

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.com

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na integra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S4 CX1

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S4 CX2

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S4 CX3

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S4 CX4

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S4 CX5

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

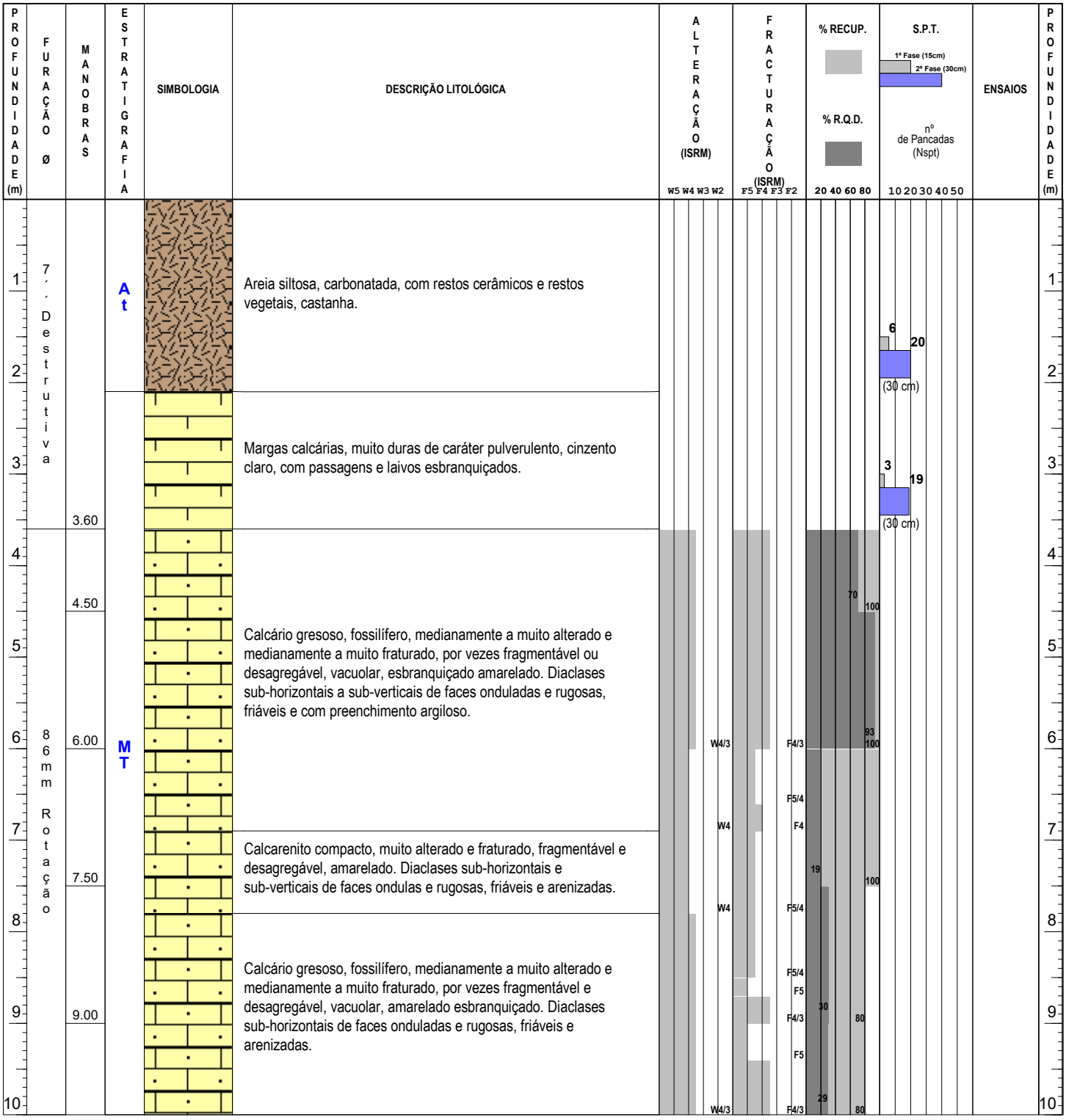
Entidade : THOMAS & PIRON

Obra : **Empreendimento Clarissas**

SONDAGEM	Processo	Página
SC-5	31524	1 de 2

Data de Início	Equipamento	Prof. Final (m)
21/11/2024	Geo-052 Comacchio 205	18

Data de Fim	Nivel Freático	Inclinação	Sistema	Coordenadas		Cota	Sondador	Técnico
25/11/2024		90°	PT-TM06 (ETRS89)	M= -84837.112	P= -96250.336	Z= 38.593	António Rodrigues	Paulo Correia



Observações :

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.com

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na integra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

Entidade : THOMAS & PIRON

Obra : **Empreendimento Clarissas**

SONDAGEM	Processo	Página
SC-5	31524	2 de 2

Data de Início	Equipamento	Prof. Final (m)	Data de Fim	Nivel Freático	Inclinação	Sistema	Coordenadas		Cota	Sondador	Técnico
21/11/2024	Geo-052 Comacchio 205	18	25/11/2024		90°	PT-TM06 (ETRS89)	M= -84837.112	P= -96250.336	Z= 38.593	António Rodrigues	Paulo Correia

PROFUNDIDADE (m)	FURAÇÃO Ø	MANOBRAS	ESTRATIGRAFIA	SIMBOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA	ALTERAÇÃO (ISRM) W5 W4 W3 W2	FRACTURAÇÃO (ISRM) F5 F4 F3 F2	% RECUP. / % R.Q.D. 20 40 60 80	S.P.T. (1ª Fase 15cm, 2ª Fase 30cm; nº de Pancadas (Nspt))	ENSAIOS
10–11	86mm Rotação	10.50	MT		Calcário gresoso, fossilífero, medianamente a muito alterado e medianamente a muito fraturado, por vezes fragmentável e desagregável, vacuolar, amarelado esbranquiçado. Diaclases sub-horizontais de faces onduladas e rugosas, friáveis e arenizadas.	W4	F4 F4	29 80		
12–13		12.00			Arenito carbonatado, compacto, medianamente a muito alterado e fraturado, fragmentável e desagregável, cinzento amarelado. Diaclases sub-horizontais de faces onduladas e rugosas, friáveis e fortemente arenizadas.		F4/3	56 100		
13–14		13.50					F4 F3	22 60		
14–15						W4/3				
15–16		15.00			Arenito carbonatado, medianamente a muito alterado e muito fraturado, por vezes fragmentável e desagregável, amarelado. Diaclases sub-horizontais de faces onduladas e sub-rugosas, friáveis e arenizadas.			8 47		
16–17		16.50						18 63		
17–18		18.00				W4/3	F4	50		
18–19					18m- Fim de Sondagem					
19–20										

Observações :

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.com

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na integra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S5 CX1

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S5 CX2

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S5 CX3

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S5 CX4

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

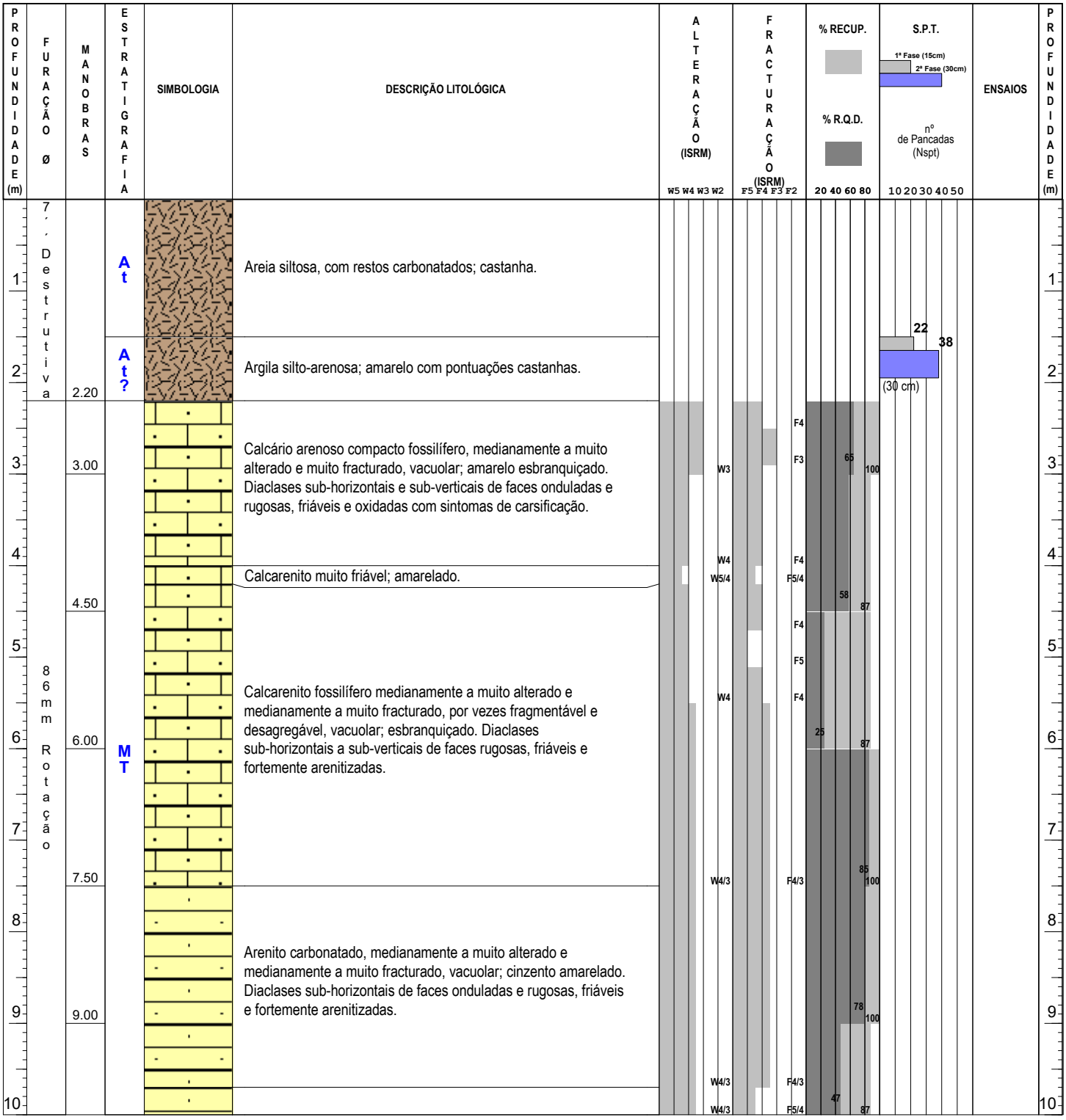
Entidade : THOMAS & PIRON

Obra : **Empreendimento Clarissas**

SONDAGEM	Processo	Página
SC-6	**31524**	**1** de **2**

Data de Início	Equipamento	Prof. Final (m)	Data de Fim	Nivel Freático	Inclinação	Sistema	Coordenadas		Cota	Sondador	Técnico
7/11/2024	**Geo-052 Comacchio 205**	**12**	**8/11/2024**		**90°**	**PT-TM06 (ETRS89)**	M= **-84811.853**	P= **-96268.200**	Z= **33.545**	**António Rodrigues**	**Paulo Correia**

PROFUNDIDADE (m)	FURAÇÃO Ø	MANOBRAS	ESTRATIGRAFIA	SIMBOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA
0.00	76mm Destrutiva		At		Areia siltosa, com restos carbonatados; castanha.
1.00			At?		Argila silto-arenosa; amarelo com pontuações castanhas.
2.00		2.20			
3.00	86mm Rotação	3.00	MT		Calcário arenoso compacto fossilífero, medianamente a muito alterado e muito fracturado, vacuolar; amarelo esbranquiçado. Diaclases sub-horizontais e sub-verticais de faces onduladas e rugosas, friáveis e oxidadas com sintomas de carsificação.
4.00					Calcarenito muito friável; amarelado.
4.50		4.50			
5.00					Calcarenito fossilífero medianamente a muito alterado e medianamente a muito fracturado, por vezes fragmentável e desagregável, vacuolar; esbranquiçado. Diaclases sub-horizontais a sub-verticais de faces rugosas, friáveis e fortemente arenitizadas.
6.00		6.00			
7.00					
7.50		7.50			
8.00					Arenito carbonatado, medianamente a muito alterado e medianamente a muito fracturado, vacuolar; cinzento amarelado. Diaclases sub-horizontais de faces onduladas e rugosas, friáveis e fortemente arenitizadas.
9.00		9.00			
10.00					



ENSAIOS

Observações :

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.com

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na integra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

Entidade : THOMAS & PIRON

Obra : **Empreendimento Clarissas**

SONDAGEM **SC-6**

Processo **31524**

Página **2** de **2**

Data de Início	Equipamento	Prof. Final (m)
7/11/2024	Geo-052 Comacchio 205	12

Data de Fim	Nivel Freático	Inclinação	Sistema	Coordenadas		Cota	Sondador	Técnico
8/11/2024		90°	PT-TM06 (ETRS89)	M= -84811.853	P= -96268.200	Z= 33.545	António Rodrigues	Paulo Correia

PROFUNDIDADE (m)	FURAÇÃO Ø	MANOBRAS	ESTRATIGRAFIA	SIMBOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA	ALTERAÇÃO (ISRM) W5 W4 W3 W2	FRACTURAÇÃO (ISRM) F5 F4 F3 F2	% RECUP. / % R.Q.D. 20 40 60 80	S.P.T. (1ª Fase 15cm, 2ª Fase 30cm; nº de Pancadas (Nspt))	ENSAIOS	PROFUNDIDADE (m)
11	86mm Rotação	10.50	MT		Arenito carbonatado, medianamente a muito alterado e muito a muitíssimo fracturado, por vezes fortemente fragmentável e desagregável; amarelado. Diaclases sub-horizontais e sub-verticais de faces lisas, friáveis e fortemente arenitizadas.	W4/3	F5/4	47 / 87 / 30 / 100			11
12		12.00			12m- Fim de Sondagem						12
13											13
14											14
15											15
16											16
17											17
18											18
19											19
20											20

Observações :

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.com

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na integra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S6 CX1

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S6 CX2

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S6 CX3

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S6 CX4

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

Entidade : THOMAS & PIRON

Obra : **Empreendimento Clarissas**

SONDAGEM	Processo	Página
SC-7	**31524**	**1** de **2**

Data de Início	Equipamento	Prof. Final (m)	Data de Fim	Nivel Freático	Inclinação	Sistema	Coordenadas		Cota	Sondador	Técnico
20/11/2024	**Geo-052 Comacchio 205**	**12**	**21/11/2024**		**90°**	**PT-TM06 (ETRS89)**	M= **-84783.992**	P= **-96263.928**	Z= **33.083**	**António Rodrigues**	**Paulo Correia**

PROFUNDIDADE (m)	FURAÇÃO Ø	MANOBRAS	ESTRATIGRAFIA	SIMBOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA
0 – 3	7´´ Destrutiva	3.00	At		Areia siltosa, carbonatada, com restos cerâmicos e vegetais, castanha.
0 – 3	7´´ Destrutiva	3.00	At?		Areia fina siltosa, carbonatada, medianamente compacta, por vezes margosa, castanha com passagens esbranquiçadas.
3 – 4.50	86mm Rotação	4.50	MT		Calcário gresoso, fossilífero, medianamente alterado e medianamente a muito fraturado, por vezes fragmentável e desagregável, vacuolar, amarelado esbranquiçado. Diaclases sub-horizontais de faces onduladas e rugosas, friáveis, por vezes com preenchimento argiloso.
4.50 – 6.00	86mm Rotação	6.00	MT		Calcarenito, medianamente a muito alterado e muito fraturado, fragmentável e desagregável, amarelado. Diaclases sub-horizontais e sub-verticais de faces onduladas e rugosas, friáveis e arenizadas.
6.00 – 7.50	86mm Rotação	7.50	MT		Calcário gresoso, fossilífero, medianamente alterado e medianamente a muito fraturado, vacuolar, amarelado esbranquiçado. Diaclases sub-horizontais de faces onduladas e rugosas, friáveis, por vezes com preenchimento argiloso.
7.50 – 9.00	86mm Rotação	9.00	MT		Arenito carbonatado, medianamente a muito alterado e medianamente a muito fraturado, cinzento amarelado. Diaclases sub-horizontais de faces onduladas e rugosas, friáveis e arenizadas.

PROFUNDIDADE (m)	ALTERAÇÃO (ISRM) W5 W4 W3 W2	FRACTURAÇÃO (ISRM) F5 F4 F3 F2	% RECUP. / % R.Q.D. 20 40 60 80	S.P.T. 1ª Fase (15cm) 2ª Fase (30cm) nº de Pancadas (Nspt) 10 20 30 40 50	ENSAIOS
0 – 3				11 15 (30 cm)	
3 – 4.50	W3	F4/3	73 100		
4.50 – 6.00	W4/3	F4	75 100		
6.00 – 7.50	W4	F5/4	40 100		
7.50 – 9.00	W3	F4/3	79 100		
9.00 – 10	W4/3	F4/3	78 100		

Observações :

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.com

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na integra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

Entidade : THOMAS & PIRON

Obra : **Empreendimento Clarissas**

SONDAGEM	Processo	Página
SC-7	**31524**	**2** de **2**

Data de Início	Equipamento	Prof. Final (m)
20/11/2024	**Geo-052 Comacchio 205**	**12**

Data de Fim	Nivel Freático	Inclinação	Sistema	Coordenadas		Cota	Sondador	Técnico
21/11/2024		**90°**	**PT-TM06 (ETRS89)**	M= **-84783.992**	P= **-96263.928**	Z= **33.083**	**António Rodrigues**	**Paulo Correia**

PROFUNDIDADE (m)	FURAÇÃO Ø	MANOBRAS	ESTRATIGRAFIA	SIMBOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA	ALTERAÇÃO (ISRM) W5 W4 W3 W2	FRACTURAÇÃO (ISRM) F5 F4 F3 F2	% RECUP. / % R.Q.D. 20 40 60 80	S.P.T. (1ª Fase 15cm, 2ª Fase 30cm; nº de Pancadas (Nspt))	ENSAIOS	PROFUNDIDADE (m)
11	86mm Rotação	10.50	MT		Arenito carbonatado, medianamente a muito alterado e medianamente a muito fraturado, cinzento amarelado. Diaclases sub-horizontais de faces onduladas e rugosas, friáveis e arenizadas.			78 100			11
12		12.00				W4/3	F4/3	65 87			12
					12m- Fim de Sondagem						
13											13
14											14
15											15
16											16
17											17
18											18
19											19
20											20

Observações :

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.com

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na integra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S7 CX1

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S7 CX2

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S7 CX3

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S7 CX4

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

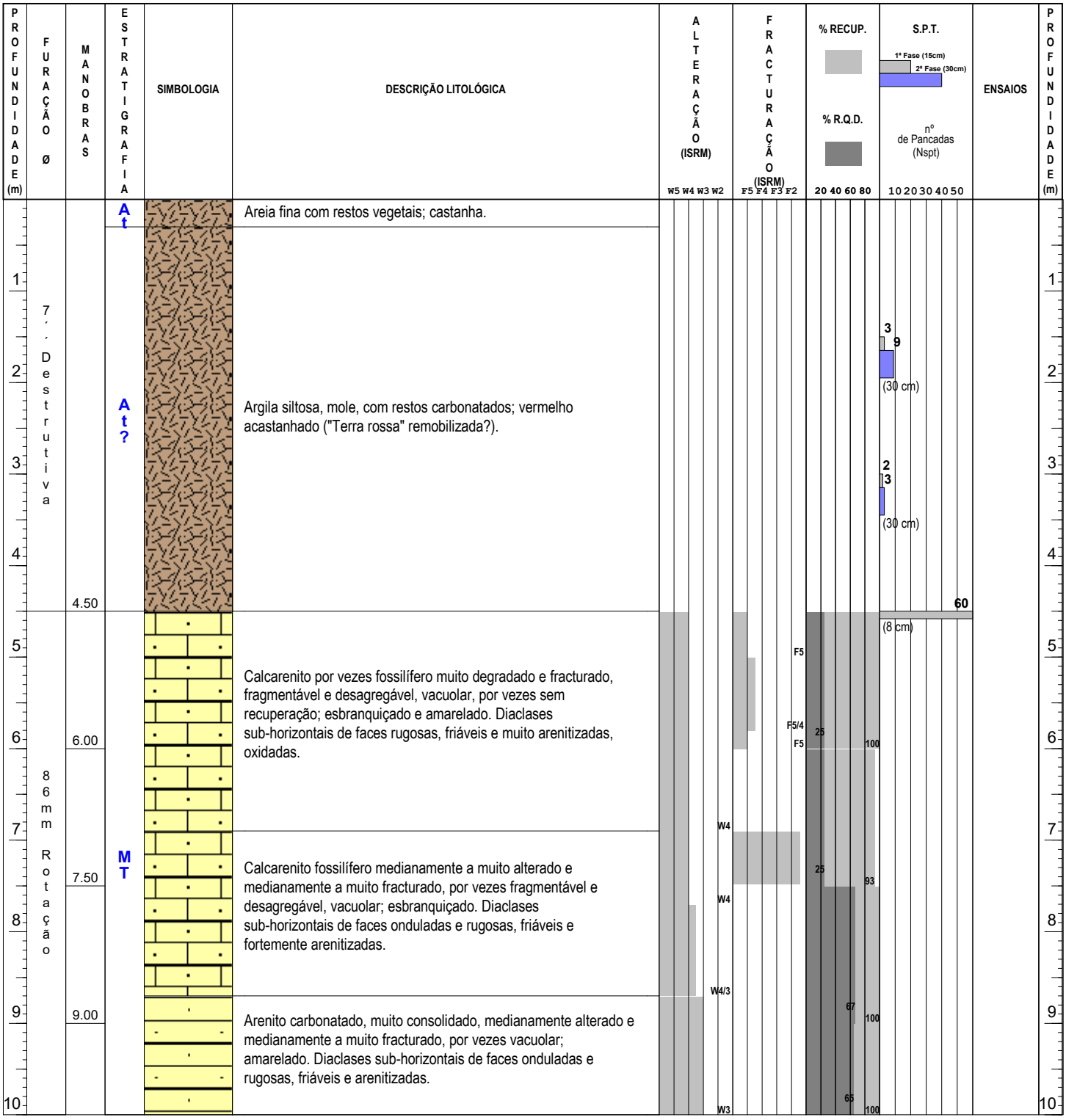
PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

Entidade : THOMAS & PIRON

Obra : **Empreendimento Clarissas**

SONDAGEM	Processo	Página
SC-8	**31524**	**1** de **2**

Data de Início	Equipamento	Prof. Final (m)	Data de Fim	Nivel Freático	Inclinação	Sistema	Coordenadas		Cota	Sondador	Técnico
3/11/2024	**Geo-052 Comacchio 205**	**12**	**4/11/2024**		**90°**	**PT-TM06 (ETRS89)**	M= **-84792.835**	P= **-96290.689**	Z= **32.948**	**António Rodrigues**	**Paulo Correia**



Observações : **Nível de água no final da furação: 8.10m.**

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.com

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na integra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

Entidade : THOMAS & PIRON

Obra : **Empreendimento Clarissas**

SONDAGEM
SC-8
Processo
31524
Página
2 de **2**

Data de Início	Equipamento	Prof. Final (m)
3/11/2024	**Geo-052 Comacchio 205**	**12**

Data de Fim	Nivel Freático	Inclinação	Sistema	Coordenadas		Cota	Sondador	Técnico
4/11/2024		**90°**	**PT-TM06 (ETRS89)**	M= **-84792.835**	P= **-96290.689**	Z= **32.948**	**António Rodrigues**	**Paulo Correia**

PROFUNDIDADE (m)	FURAÇÃO Ø	MANOBRAS	ESTRATIGRAFIA	SIMBOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA	ALTERAÇÃO (ISRM) W5 W4 W3 W2	FRACTURAÇÃO (ISRM) F5 F4 F3 F2	% RECUP. / % R.Q.D. 20 40 60 80	S.P.T. 1ª Fase (15cm) 2ª Fase (30cm) nº de Pancadas (Nspt)	ENSAIOS	PROFUNDIDADE (m)
11	86mm Rotação	10.50	MT		Arenito carbonatado, muito consolidado, medianamente alterado e medianamente a muito fracturado, por vezes vacuolar; amarelado. Diaclases sub-horizontais de faces onduladas e rugosas, friáveis e arenitizadas.	W3		65 100			11
12		12.00			Arenitos carbonatados medianamente a muito alterados e muito fracturados, por vezes fragmentáveis e desagregáveis; amarelados. Diaclases sub-horizontais a sub-rugosas, friáveis e muito arenitizadas.	W4/3		7 73			12
					12m- Fim de Sondagem						
13											13
14											14
15											15
16											16
17											17
18											18
19											19
20											20

Observações : **Nível de água no final da furação: 8.10m.**

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.com

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na integra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S8 CX1

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S8 CX2

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S8 CX3

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

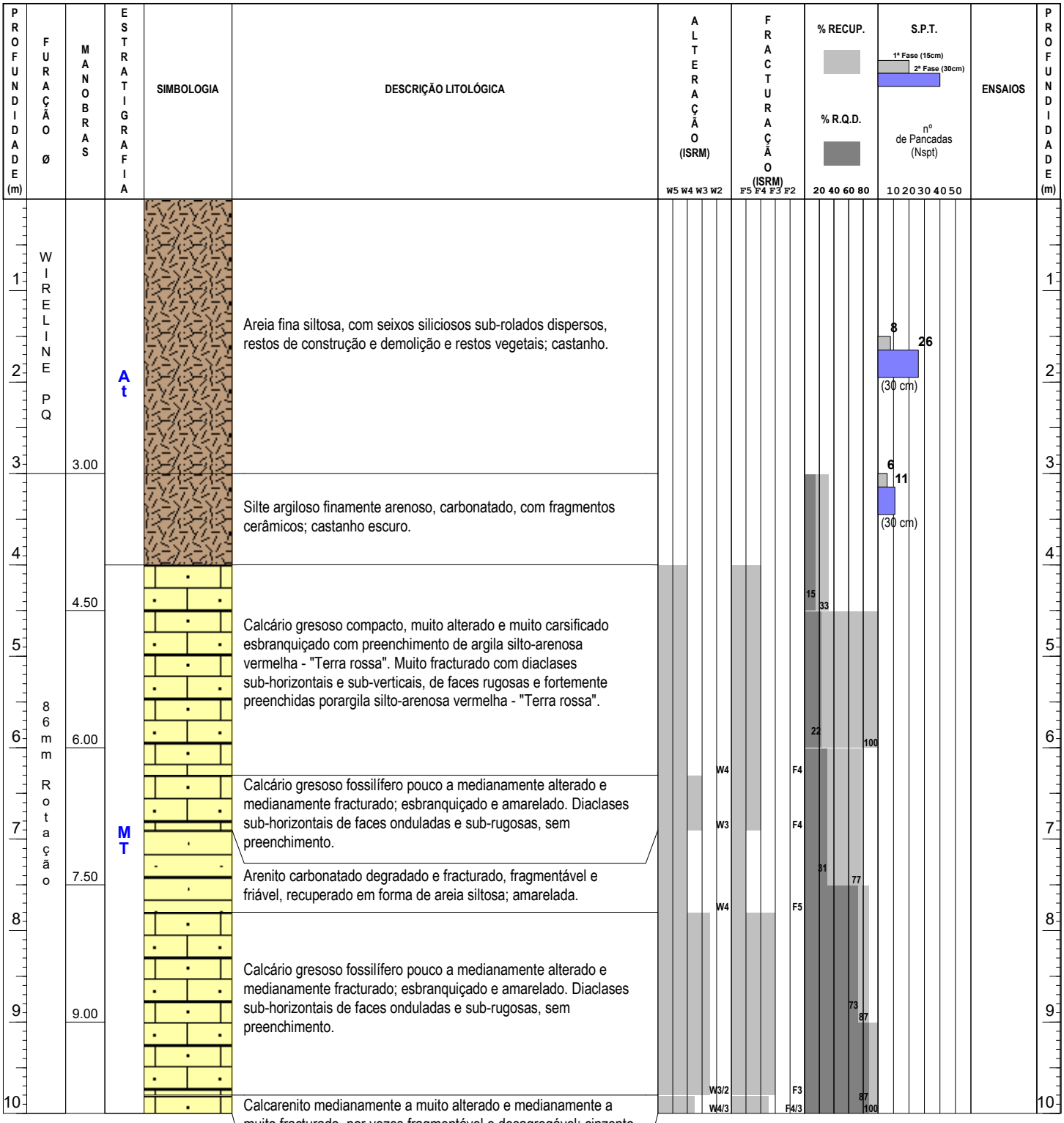
Entidade : THOMAS & PIRON

Obra : **Empreendimento Clarissas**

SONDAGEM	Processo	Página
SC-9	**31524**	**1** de **2**

Data de Início	Equipamento	Prof. Final (m)
31/10/2024	Geo-017 Casagrande M3D	18

Data de Fim	Nivel Freático	Inclinação	Sistema	Coordenadas		Cota	Sondador	Técnico
31/10/2024	15.68m	90°	PT-TM06 (ETRS89)	M= -84857.541	P= -96294.843	Z= 38.622	Tiago Comba	Paulo Correia



Observações : **Foi instalado piezómetro hidraúlico de circuito aberto.**

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.com

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na integra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

Entidade : THOMAS & PIRON

Obra : **Empreendimento Clarissas**

SONDAGEM
SC-9
Processo
31524
Página
2 de **2**

Data de Início	Equipamento	Prof. Final (m)
31/10/2024	**Geo-017 Casagrande M3D**	**18**

Data de Fim	Nivel Freático	Inclinação	Sistema	Coordenadas		Cota	Sondador	Técnico
31/10/2024	**15.68m**	**90°**	**PT-TM06 (ETRS89)**	M= **-84857.541**	P= **-96294.843**	Z= **38.622**	**Tiago Comba**	**Paulo Correia**

PROFUNDIDADE (m)	FURAÇÃO Ø	MANOBRAS	ESTRATIGRAFIA	SIMBOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA	ALTERAÇÃO (ISRM) W5 W4 W3 W2	FRACTURAÇÃO (ISRM) F5 F4 F3 F2	% RECUP. / % R.Q.D. 20 40 60 80	S.P.T. (1ª Fase 15cm, 2ª Fase 30cm; nº de Pancadas (Nspt))	ENSAIOS	PROFUNDIDADE (m)
11	86mm Rotação	10.50	MT		Calcarenito medianamente a muito alterado e medianamente a muito fracturado, por vezes fragmentável e desagregável; cinzento amarelado. Diaclases sub-horizontais de faces rugosas e friáveis.			87 100			11
12		12.00				W4/3	F4/3	87 100			12
13		13.50			Arenito carbontado medianamente a muito alterado e muito fracturado, por vezes fortemente fragmentável e friável recuperado em forma de areia siltosa; amarelado. Diaclases sub-horizontais e sub-verticais de faces lisas e sub-rugosas, friáveis.		F4				13
14							F5/4	47 100			14
15		15.00			Arenito carbonatado fortemente desagregável e friável recuperado na forma de areia siltosa; castanho acinzentado.	W4/3	F4	41 100			15
16		16.50			Arenito carbonatado medianamente a muito alterado e muito fracturado; amarelado. Diaclases sub-horizontais e sub-verticais de faces lisas e sub-rugosas, friáveis.	W5/4	F5	12 100			16
17					Arenito carbonatado desagregável e friável recuperado na forma de areia siltosa; castanho acinzentado.	W4/3	F4				17
18		18.00			Arenito carbonatado medianamente alterado e fracturado; castanho acinzentado.	W5/4 W3	F5 F3	39 85			18
19					18m- Fim de Sondagem						19
20											20

Observações : **Foi instalado piezómetro hidraúlico de circuito aberto.**

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.com

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na integra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S9 CX1

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S9 CX2

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S9 CX3

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S9 CX4

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S9 CX5

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

Entidade : THOMAS & PIRON

Obra : **Empreendimento Clarissas**

SONDAGEM	Processo	Página
SC-10	**31524**	**1** de **2**

Data de Início	Equipamento	Prof. Final (m)
28/10/2024	**Geo-017 Casagrande M3D**	**13**

Data de Fim	Nivel Freático	Inclinação	Sistema	Coordenadas		Cota	Sondador	Técnico
28/10/2024		**90°**	**PT-TM06 (ETRS89)**	M= **-84819.512**	P= **-96323.313**	Z= **32.367**	**Tiago Comba**	**Paulo Correia**

PROFUNDIDADE (m)	FURAÇÃO Ø	MANOBRAS	ESTRATIGRAFIA	SIMBOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA	ALTERAÇÃO (ISRM) W5 W4 W3 W2	FRACTURAÇÃO (ISRM) F5 F4 F3 F2	% RECUP. / % R.Q.D. 20 40 60 80	S.P.T. 1ª Fase (15cm) 2ª Fase (30cm) nº de Pancadas (Nspt) 10 20 30 40 50	ENSAIOS	PROFUNDIDADE (m)
0	86mm Rotação		AT		Areia siltosa, com restos vegetais, castanha.						0
1					Calcarenito fossilífero, muito degradado e fraturado, fragmentável e desagregável, com passagens sem recuperação, esbranquiçado e amarelado.			92	60 (6 cm)		1
2		1.50			Calcarenito compacto, medianamente alterado e muito fraturado e muitissimo fraturado na base, esbranquiçado amarelado. Diaclases sub-horizontais e sub-verticais de faces onduladas rugosas.	W4	F5	25			2
3		3.00			Arenito carbonatado, muito alterado, micáceo, muito friável e desagregável, debitando-se em areias finas siltosas, amarelado.	W3	F4	89			3
4		4.50			Calcarenito fossilífero, muito alterado e muito fraturado, por vezes fragmentável e desagregável, cinzento amarelado. Diaclases sub-horizontais de faces rugosas, por vezes friáveis.	W4	F4/3	7 89			4
5			MT		Idem, muito alterado e intensamente fraturado.	W4	F5/4				5
6		6.00			Calcarenito fossilífero, muito alterado e fraturado, esbranquiçado amarelado. Diaclases sub-horizontais e sub-verticais de faces rugosas, por vezes friáveis.	W5/4 W4	F5 F4	13 73			6
7		7.50			Arenito carbonatado, degradado e fraturado, por vezes fragmentável e desagregável, cinzento amarelado. Diaclases sub-horizontais e sub-verticais, de faces rugosas e friáveis, com intercalações argilosas centimétricas.	W4	F5/4 F5	40 100			7
8					Arenito compacto, medianamente alterado, com passagens muito friáveis debitando-se em areias siltosas, micáceas, esbranquiçado amarelado. Fraturação medianamente afastada a muito próxima, com diaclases sub-horizontais e oblíquas de faces onduladas e lisas, por vezes friáveis e com intercalações argilosas centimétricas.	W4	F5/4 F5	42 100			8
9		9.00									9
10						W3	F4	27 97			10

Observações : **Nível de água no final da furação: 3.80m.**

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.com

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na integra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

Entidade : THOMAS & PIRON

Obra : **Empreendimento Clarissas**

SONDAGEM	Processo	Página
SC-10	**31524**	**2** de **2**

Data de Início	Equipamento	Prof. Final (m)	Data de Fim	Nivel Freático	Inclinação	Sistema	Coordenadas		Cota	Sondador	Técnico
28/10/2024	**Geo-017 Casagrande M3D**	**13**	**28/10/2024**		**90°**	**PT-TM06 (ETRS89)**	M= **-84819.512**	P= **-96323.313**	Z= **32.367**	**Tiago Comba**	**Paulo Correia**

PROFUNDIDADE (m)	FURAÇÃO Ø	MANOBRAS	ESTRATIGRAFIA	SIMBOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA	ALTERAÇÃO (ISRM) W5 W4 W3 W2	FRACTURAÇÃO (ISRM) F5 F4 F3 F2	% RECUP. / % R.Q.D. 20 40 60 80	S.P.T. (1ª Fase 15cm, 2ª Fase 30cm; nº de Pancadas (Nspt))	ENSAIOS	PROFUNDIDADE (m)
11	86mm Rotação	10.50	MT		Arenito compacto, medianamente alterado, com passagens muito friáveis debitando-se em areias siltosas, micáceas, esbranquiçado amarelado. Fraturação medianamente afastada a muito próxima, com diaclases sub-horizontais e oblíquas de faces onduladas e lisas, por vezes friáveis e com intercalações argilosas centimétricas.	W3 W4	F4 F4/3 F4	27 57 25 / 97 93 73			11
12		12.00									12
13		13.00			13m- Fim de Sondagem						13
14											14
15											15
16											16
17											17
18											18
19											19
20											20

Observações : **Nível de água no final da furação: 3.80m.**

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.com

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na integra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S10 CX1

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S10 CX2

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S10 CX3

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S10 CX4

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

Entidade : THOMAS & PIRON

Obra : **Empreendimento Clarissas**

SONDAGEM **SC-11**

Processo **31524**

Página **1** de **1**

Data de Início	Equipamento	Prof. Final (m)
25/10/2024	Geo-017 Casagrande M3D	9

Data de Fim	Nivel Freático	Inclinação	Sistema	Coordenadas		Cota	Sondador	Técnico
25/10/2024		90°	PT-TM06 (ETRS89)	M= -84768.063	P= -96331.127	Z= 31.879	Tiago Comba	Paulo Correia

PROFUNDIDADE (m)	FURAÇÃO Ø	MANOBRAS	ESTRATIGRAFIA	SIMBOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA	ALTERAÇÃO (ISRM) W5 W4 W3 W2	FRACTURAÇÃO (ISRM) F5 F4 F3 F2	% RECUP. / % R.Q.D. 20 40 60 80	S.P.T. 1ª Fase (15cm) 2ª Fase (30cm) nº de Pancadas (Nspt) 10 20 30 40 50	ENSAIOS	PROFUNDIDADE (m)
0			At		Areia fina com restos vegetais; castanha.						0
1–2	WIRELINE PQ		At		Areia fina siltosa, solta, carbonatada; castanho amarelado.				8 9 (30 cm)		1–2
3–4		4.50			Margas calcárias, rijas, de carácter pulverulento, cinzento claro com passagens e laivos esbranquiçados.				9 39 (30 cm)		3–4
5–6	86mm Rotação	6.00	MT		Calcarenito fossilífero por vezes vacuolar, muito degradado e fracturado, fragmentável e desagregável com passagens sem recuperação; esbranquiçado e amarelado.			87	60 (8 cm)		5–6
7–8		7.50			Calcarenito fossilífero, medianamente a muito alterado; cinzento, amarelo e esbranquiçado. Fracturação medianamente afastada a muito próxima com diaclases sub-horizontais de face negra, por vezes com preenchimento argiloso.	W4 W4/3	F5/4 F4/3	8 96 77 100			7–8
9		9.00			9m- Fim de Sondagem						9
10											10

Observações : **Nível de água no final da furação: 3.60m.**

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.com

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na integra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S11 CX1

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S11 CX2

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

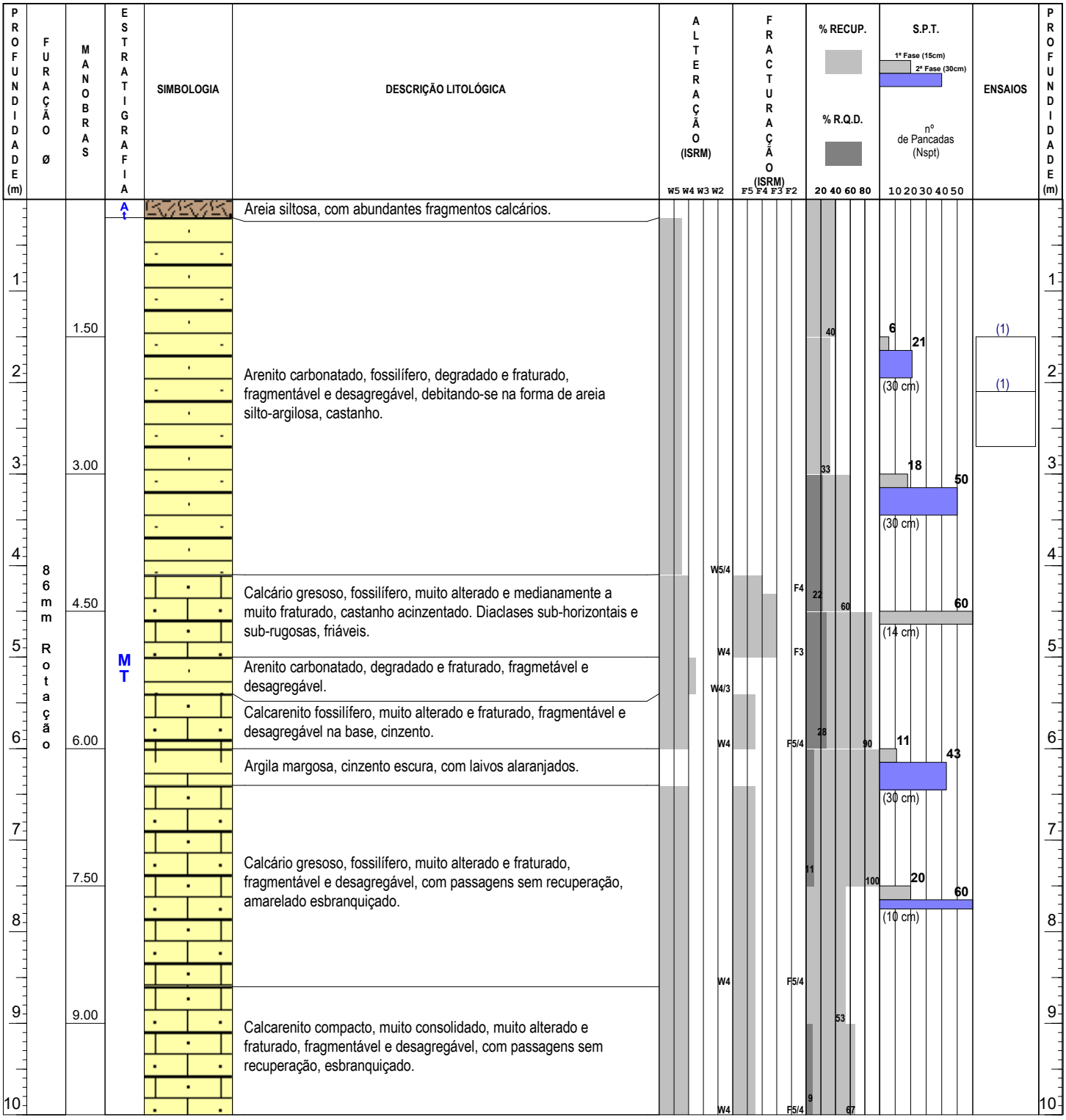
Entidade : THOMAS & PIRON

Obra : **Empreendimento Clarissas**

SONDAGEM
SC-12
Processo
31524
Página
1 de **2**

Data de Início	Equipamento	Prof. Final (m)
25/11/2024	**Geo-017 Casagrande M3D**	**15**

Data de Fim	Nivel Freático	Inclinação	Sistema	Coordenadas		Cota	Sondador	Técnico
26/11/2024		**90°**	**PT-TM06 (ETRS89)**	M= **-84798.945**	P= **-96360.654**	Z= **36.373**	**José Carlos**	**Paulo Correia**



Observações : **Nível de água no final da furação: 10.00m.**

Legenda : **(1) - Amostra Intacta**

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.com

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na integra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

Entidade : THOMAS & PIRON

Obra : **Empreendimento Clarissas**

SONDAGEM	Processo	Página
SC-12	**31524**	**2** de **2**

Data de Início	Equipamento	Prof. Final (m)	Data de Fim	Nivel Freático	Inclinação	Sistema	Coordenadas		Cota	Sondador	Técnico
25/11/2024	**Geo-017 Casagrande M3D**	**15**	**26/11/2024**		**90°**	**PT-TM06 (ETRS89)**	M= **-84798.945**	P= **-96360.654**	Z= **36.373**	**José Carlos**	**Paulo Correia**

PROFUNDIDADE (m)	FURAÇÃO Ø	MANOBRAS	ESTRATIGRAFIA	SIMBOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA	ALTERAÇÃO (ISRM) W5 W4 W3 W2	FRACTURAÇÃO (ISRM) F5 F4 F3 F2	% RECUP. / % R.Q.D. 20 40 60 80	S.P.T. 1ª Fase (15cm) 2ª Fase (30cm) nº de Pancadas (Nspt) 10 20 30 40 50	ENSAIOS	PROFUNDIDADE (m)
11	86mm Rotação	10.50	MT		Calcarenito compacto, muito consolidado, muito alterado e fraturado, fragmentável e desagregável, com passagens sem recuperação, esbranquiçado.			9 67 40	21 60 (14 cm)		11
12		12.00									12
13		13.50						33	60 (8 cm)		13
14					Arenito carbonatado, medianamente alterado e muito fraturado, amarelado. Diaclases sub-horizontais de faces sub-rugosas, friáveis e arenizadas.	W4	F5/4				14
15		15.00				W4/3	F4	37 93			15
					15m- Fim de Sondagem						
16											16
17											17
18											18
19											19
20											20

Observações : **Nível de água no final da furação: 10.00m.**

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.com

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na integra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S12 CX1

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S12 CX2

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S12 CX3

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S12 CX4

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

Entidade : THOMAS & PIRON

Obra : **Empreendimento Clarissas**

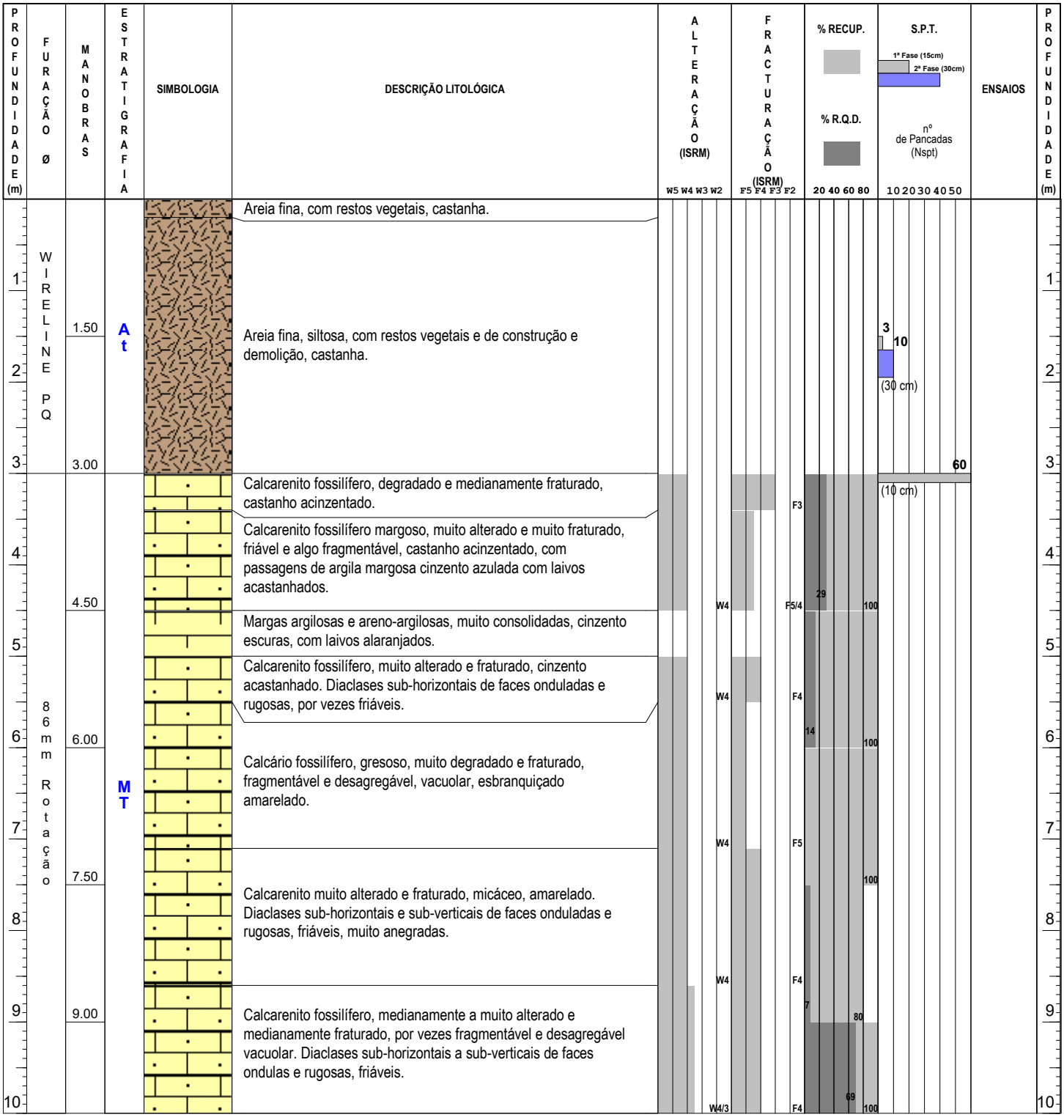
SONDAGEM **SC-13**

Processo **31524**

Página **1** de **2**

Data de Início	Equipamento	Prof. Final (m)
29/10/2024	Geo-017 Casagrande M3D	13

Data de Fim	Nivel Freático	Inclinação	Sistema	Coordenadas		Cota	Sondador	Técnico
29/10/2024		90°	PT-TM06 (ETRS89)	M= -84731.115	P= -96354.120	Z= 29.238	Tiago Comba	Paulo Correia



Observações : **Nível de água no final da furação: 6.50m.**

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.com

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na integra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

Entidade : THOMAS & PIRON

Obra : **Empreendimento Clarissas**

SONDAGEM	Processo	Página
SC-13	**31524**	**2** de **2**

Data de Início	Equipamento	Prof. Final (m)	Data de Fim	Nivel Freático	Inclinação	Sistema	Coordenadas	Cota	Sondador	Técnico
29/10/2024	**Geo-017 Casagrande M3D**	**13**	**29/10/2024**		**90°**	**PT-TM06 (ETRS89)**	**M= -84731.115 P= -96354.120**	**Z= 29.238**	**Tiago Comba**	**Paulo Correia**

PROFUNDIDADE (m)	FURAÇÃO Ø	MANOBRAS	ESTRATIGRAFIA	SIMBOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA	ALTERAÇÃO (ISRM) W5 W4 W3 W2	FRACTURAÇÃO (ISRM) F5 F4 F3 F2	% RECUP. / % R.Q.D. 20 40 60 80	S.P.T. (1ª Fase 15cm, 2ª Fase 30cm; nº de Pancadas (Nspt))	ENSAIOS	PROFUNDIDADE (m)
11	86mm Rotação	10.50	MT		Calcarenito fossilífero, medianamente a muito alterado e medianamente fraturado, por vezes fragmentável e desagregável vacuolar. Diaclases sub-horizontais a sub-verticais de faces onduladas e rugosas, friáveis.	W4/3	F4	69 / 100			11
12		12.00			Arenito carbonatado, compacto, medianamente a muito alterado e medianamente fraturado. Diaclases sub-horizontais de faces onduladas e rugosas, friáveis, muito arenizadas.			84 / 100			12
13		13.00				W4/3	F4/3	73 / 100			13
					13m- Fim de Sondagem						
14											14
15											15
16											16
17											17
18											18
19											19
20											20

Observações : **Nível de água no final da furação: 6.50m.**

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.com

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na integra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S13 CX1

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S13 CX2

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S13 CX3

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S13 CX4

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

Entidade : THOMAS & PIRON

Obra : **Empreendimento Clarissas**

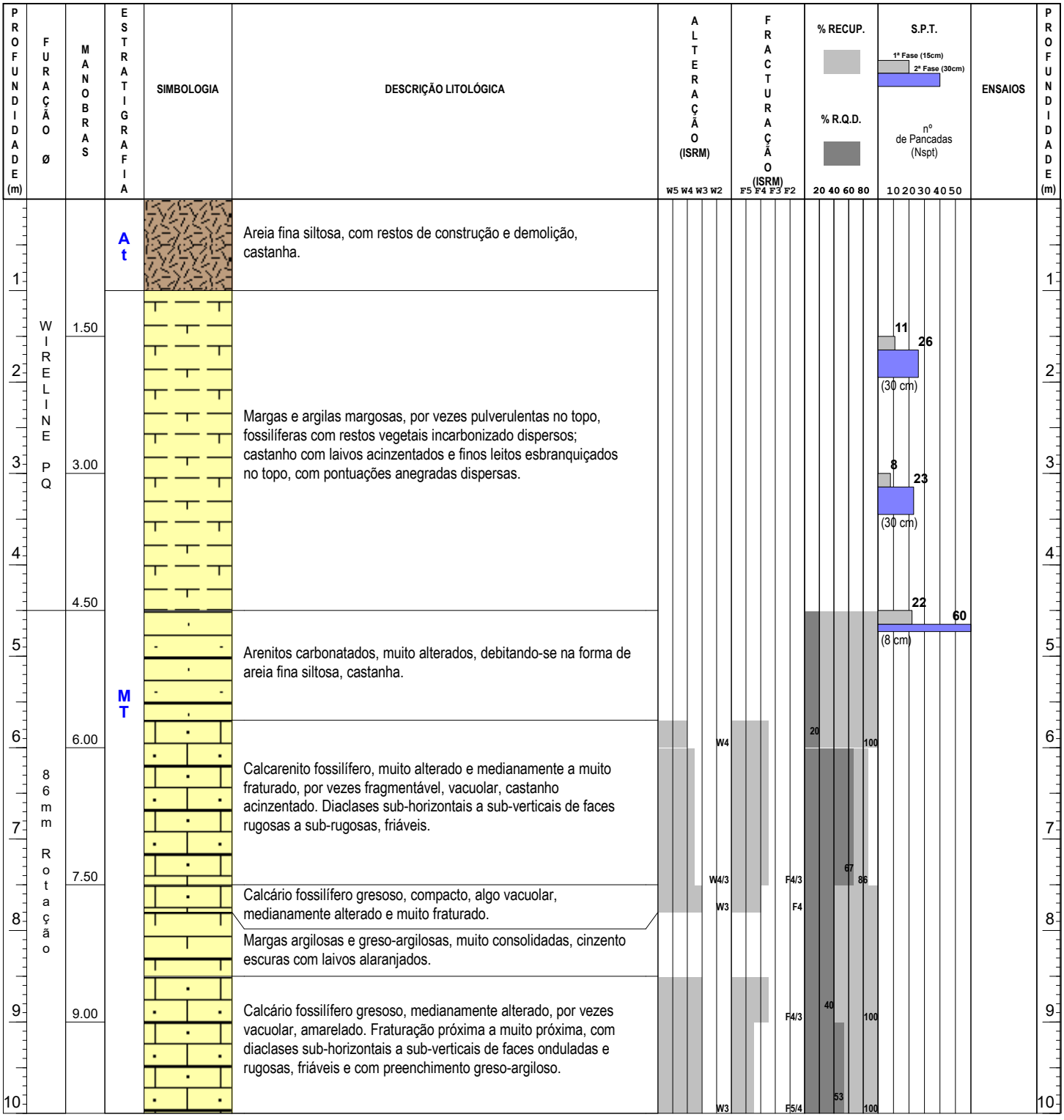
SONDAGEM **SC-14**

Processo **31524**

Página **1** de **2**

Data de Início	Equipamento	Prof. Final (m)
30/10/2024	Geo-017 Casagrande M3D	15

Data de Fim	Nivel Freático	Inclinação	Sistema	Coordenadas		Cota	Sondador	Técnico
30/10/2024		90°	PT-TM06 (ETRS89)	M= -84762.979	P= -96389.916	Z= 35.113	Tiago Comba	Paulo Correia



Observações : **Nível de água no final da furação: 12.00m. Foi instalado piezómetro hidraúlico de circuito aberto.**

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.com

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na integra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

Entidade : THOMAS & PIRON

Obra : **Empreendimento Clarissas**

SONDAGEM **SC-14**

Processo **31524**

Página **2** de **2**

Data de Início	Equipamento	Prof. Final (m)
30/10/2024	Geo-017 Casagrande M3D	15

Data de Fim	Nivel Freático	Inclinação	Sistema	Coordenadas		Cota	Sondador	Técnico
30/10/2024		90°	PT-TM06 (ETRS89)	M= -84762.979	P= -96389.916	Z= 35.113	Tiago Comba	Paulo Correia

PROFUNDIDADE (m)	FURAÇÃO Ø	MANOBRAS	ESTRATIGRAFIA	SIMBOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA	ALTERAÇÃO (ISRM) W5 W4 W3 W2	FRACTURAÇÃO (ISRM) F5 F4 F3 F2	% RECUP. / % R.Q.D. 20 40 60 80	S.P.T. 1ª Fase (15cm) 2ª Fase (30cm) nº de Pancadas (Nspt)	ENSAIOS	PROFUNDIDADE (m)
11	86mm Rotação	10.50	MT		Calcário fossilífero gresoso, medianamente alterado, por vezes vacuolar, amarelado. Fraturação próxima a muito próxima, com diaclases sub-horizontais a sub-verticais de faces onduladas e rugosas, friáveis e com preenchimento greso-argiloso.	W3	F5/4	53 / 100			11
12		12.00			Calcarenito fossilífero, medianamente a muito alterado e muito fraturado, amarelado. Diaclases sub-horizontais e sub-verticais de faces onduladas e negras, friáveis.	W4/3	F4 F5 F4	40 / 87			12
13		13.50			Arenito carbonatado, degradado, muito fraturado, fragmentável, desagregável por vezes sem recuperação, cinzento.	W4	F5/4	44 / 100			13
14					Calcário fossilífero, gresoso, medianamente a muito alterado e medianamente fraturado, vacuolar. Diaclases sub-horinzontais e oblíquas de faces rugosas, friáveis e com preenchimento terroso.		F4/3 F5				14
15		15.00				W4/3	F3	67 / 100			15
					15m- Fim de Sondagem						
16											16
17											17
18											18
19											19
20											20

Observações : **Nível de água no final da furação: 12.00m. Foi instalado piezómetro hidraúlico de circuito aberto.**

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.com

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na integra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S14 CX1

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S14 CX2

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S14 CX3

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S14 CX4

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

Entidade : THOMAS & PIRON

Obra : **Empreendimento Clarissas**

SONDAGEM **SC-15**

Processo **31524**

Página **1** de **2**

Data de Início	Equipamento	Prof. Final (m)
22/10/2024	Geo-017 Casagrande M3D	20

Data de Fim	Nivel Freático	Inclinação	Sistema	Coordenadas		Cota	Sondador	Técnico
23/10/2024		90°	PT-TM06 (ETRS89)	M= -84682.877	P= -96369.438	Z= 24.520	Tiago Comba	Paulo Correia

PROFUNDIDADE (m)	FURAÇÃO Ø	MANOBRAS	ESTRATIGRAFIA	SIMBOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA	ALTERAÇÃO (ISRM) W5 W4 W3 W2	FRACTURAÇÃO (ISRM) F5 F4 F3 F2	% RECUP. / % R.Q.D. 20 40 60 80	S.P.T. 1ª Fase (15cm) 2ª Fase (30cm) nº de Pancadas (Nspt) 10 20 30 40 50	ENSAIOS	PROFUNDIDADE (m)
1			At		Areia fina siltosa, com restos de construção e demolição; castanho.						1
2	200mm Trado		MT		Calcarenito fino, muito alterado, debitando-se na forma de areia fina siltosa, amarelada.				9 60 (24 cm)		2
3									13 50 (30 cm)		3
4											4
5									42 60 (4 cm)		5
6					Calcarenitos fossilíferos muito degradados e fragmentados, desagregáveis e fragmentáveis (sem recuperação), resistentes; esbranquiçados e amarelados.	W5/4			60 (9 cm)		6
7		7.50									7
8	86mm Rotação				Calcarenito fossilífero, muito degradado e fracturado, fragmentável e um pouco desagregável, por vezes vacuolar; esbranquiçado e amarelado.	W5/4	F5		60 (4 cm)		8
9		9.00			Calcarenito fossilífero, por vezes um pouco margoso, vacuolar, muito a medianamente alterado e muito fracturado, por vezes fragmentável e desagregável; esbranquiçado e amarelado. Diaclases sub-horizontais e sub-verticais de faces onduladas e rugosas, por vezes friáveis e ocasionalmente com precipitações calcíticas.	W4	F5	32 100			9
10						W4/3	F4	37 100			10

Observações : **Nível de água no final da furação: 8.10m.**

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.com

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na integra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

Entidade : THOMAS & PIRON

Obra : **Empreendimento Clarissas**

SONDAGEM	Processo	Página
SC-15	**31524**	**2** de **2**

Data de Início	Equipamento	Prof. Final (m)	Data de Fim	Nivel Freático	Inclinação	Sistema	Coordenadas		Cota	Sondador	Técnico
22/10/2024	**Geo-017 Casagrande M3D**	**20**	**23/10/2024**		**90°**	**PT-TM06 (ETRS89)**	M= **-84682.877**	P= **-96369.438**	Z= **24.520**	**Tiago Comba**	**Paulo Correia**

PROFUNDIDADE (m)	FURAÇÃO Ø	MANOBRAS	ESTRATIGRAFIA	SIMBOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA	ALTERAÇÃO (ISRM) W5 W4 W3 W2	FRACTURAÇÃO (ISRM) F5 F4 F3 F2	% RECUP. / % R.Q.D. 20 40 60 80	S.P.T. 1ª Fase (15cm) 2ª Fase (30cm) nº de Pancadas (Nspt)	ENSAIOS
11	86mm Rotação	10.50	MT		Calcarenito fossilífero, por vezes um pouco margoso, vacuolar, muito a medianamente alterado e muito fracturado, por vezes fragmentável e desagregável; esbranquiçado e amarelado. Diaclases sub-horizontais e sub-verticais de faces onduladas e rugosas, por vezes friáveis e ocasionalmente com precipitações calcíticas.			37 100		
12		12.00			Idem, mais compacto e menos vacuolar, medianamente alterado e medianamente a muito fracturado.	W4/3 W3	F4 F4/3	52 100		
13		13.50			Calcarenito e arenito carbonatado, consolidado, por vezes friáveis, levemente micáceos, medianamente a muito alterado e muito a medianamente fracturado; esbranquiçado com manchas amareladas. Diaclases sub-horizontais de faces arenitizadas, lisas e onduladas, por vezes muito friáveis.			44 97		
14										
15		15.00						43 77		
16		16.50						46 75		
17					Calcário conglomerático fossilífero, medianamente a muito alterado e muito fracturado, por vezes muito fragmentável; cinzento.	W4/3	F4/3			
18		18.00			Arenito carbonatado, compacto, muito alterado no topo (passagem terrosa) e moderadamente alterado e muito fracturado; esbranquiçado e amarelado. Diaclase sub-vertical de faces onduladas e muito oxidadas.	W4/3 W5 W3	F5/4 F5/4 F4	29 73		
19					Arenito fino, fortemente carbonatado, friável; amarelado com manchas alaranjadas. Diaclases sub-horizontais e oblíquas, de faces muito friáveis.	W4	F4/3	67 87		
20		19.50 20.00			Calcarenito compacto fossilífero, por vezes um pouco vacuolar, medianamente alterado com passagens de arenito fortemente carbonatado fino, muito friável, medianamente fracturado; castanho amarelado/acinzentado. Diaclases sub-horizontais e sub-verticais de faces onduladas, rugosas, oxidadas.	W3	F4/3	100 100		

20m- Fim de Sondagem

Observações : **Nível de água no final da furação: 8.10m.**

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.com

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na integra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S15 CX1

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S15 CX2

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S15 CX3

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S15 CX4

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S15 CX5

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

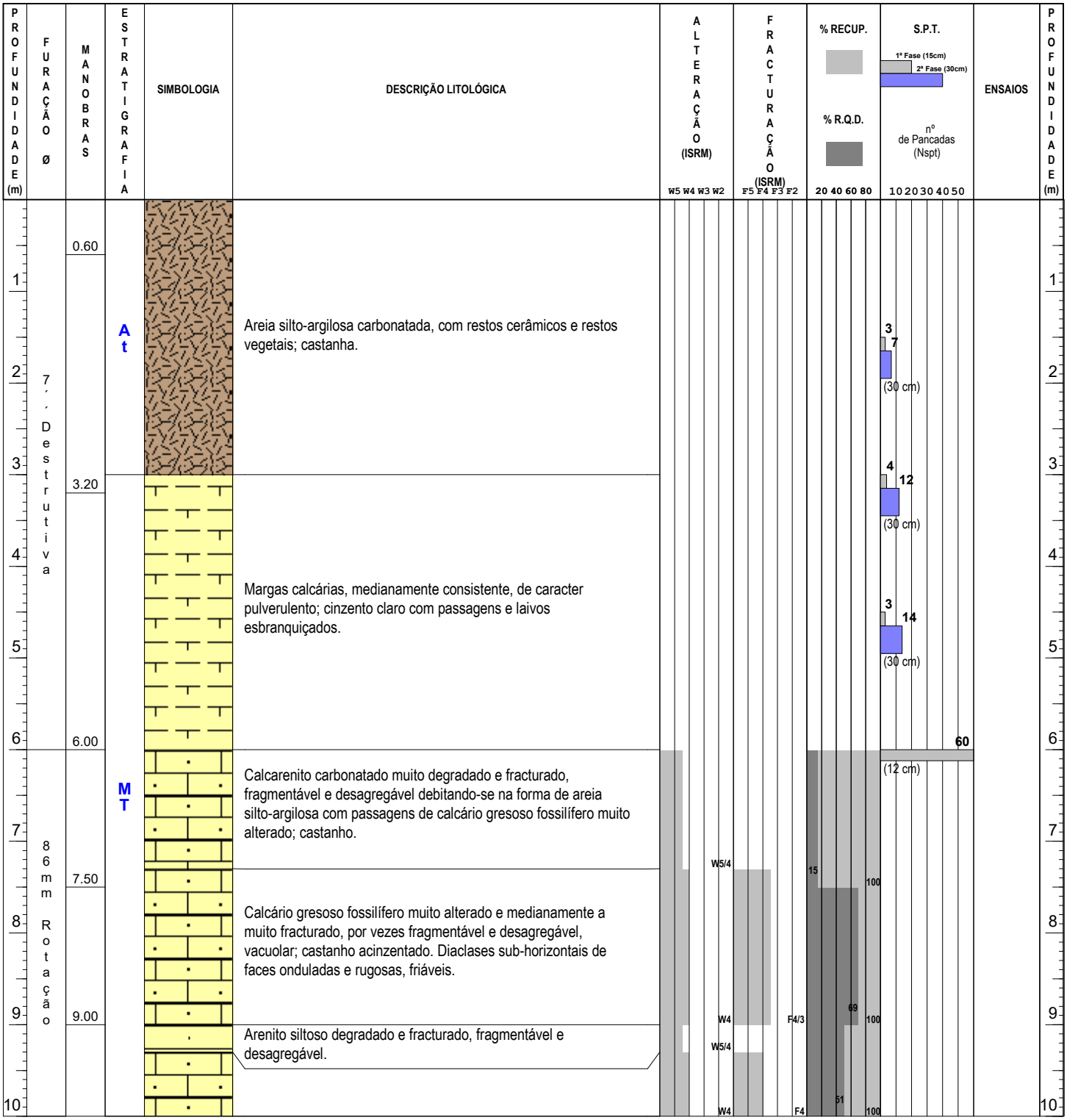
Entidade : THOMAS & PIRON

Obra : **Empreendimento Clarissas**

SONDAGEM	Processo	Página
SC-16	**31524**	**1** de **3**

Data de Início	Equipamento	Prof. Final (m)
29/10/2024	**Geo-052 Comacchio 205**	**25.5**

Data de Fim	Nivel Freático	Inclinação	Sistema	Coordenadas		Cota	Sondador	Técnico
30/10/2024		**90°**	**PT-TM06 (ETRS89)**	M= **-84702.856**	P= **-96407.686**	Z= **31.755**	**António Rodrigues**	**Paulo Correia**



Observações : **Nível de água no final da furação: 12.60m.**

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.com

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na integra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

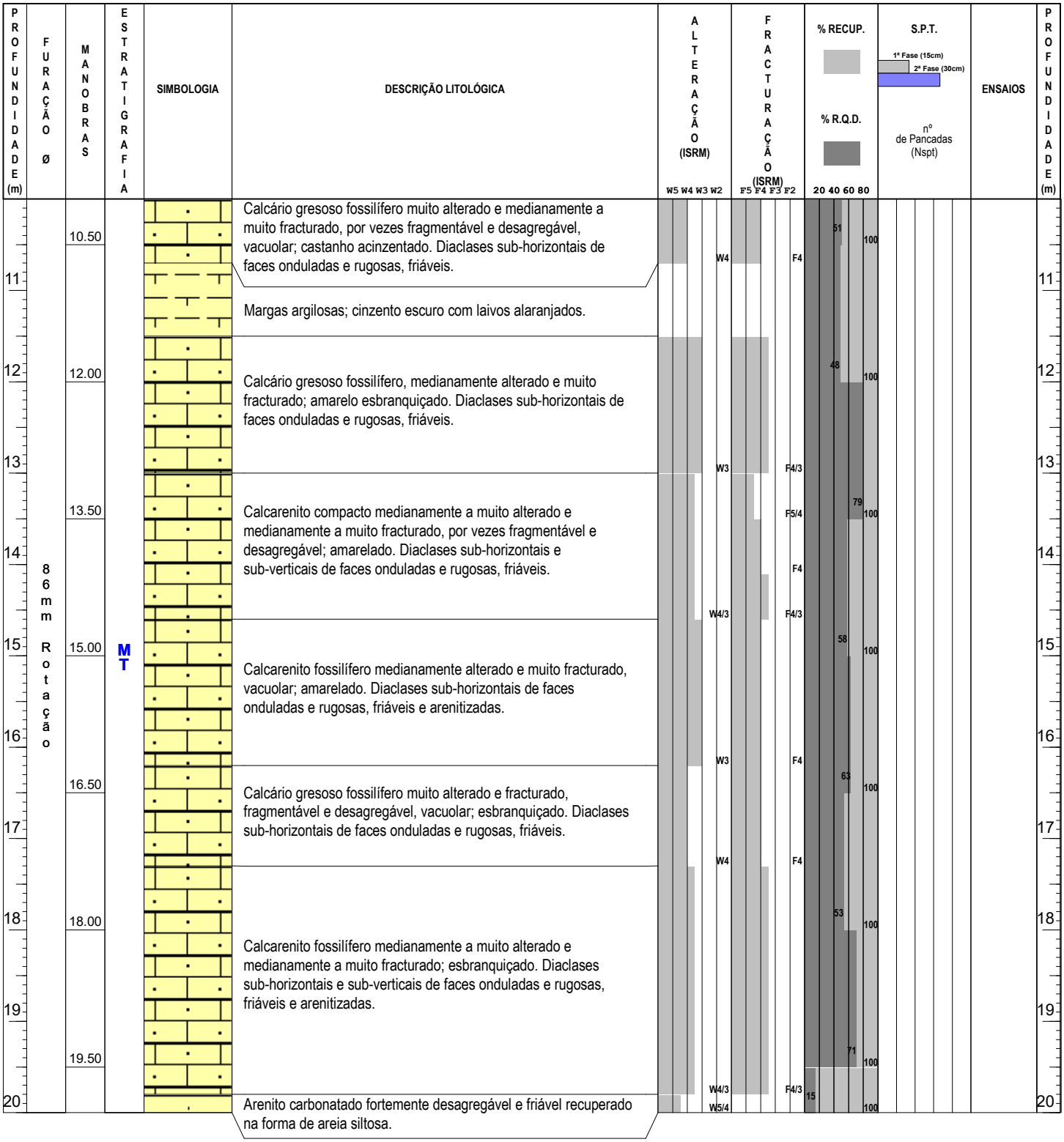
Entidade : THOMAS & PIRON

Obra : **Empreendimento Clarissas**

SONDAGEM	Processo	Página
SC-16	**31524**	**2** de **3**

Data de Início	Equipamento	Prof. Final (m)
29/10/2024	**Geo-052 Comacchio 205**	**25.5**

Data de Fim	Nivel Freático	Inclinação	Sistema	Coordenadas		Cota	Sondador	Técnico
30/10/2024		**90°**	**PT-TM06 (ETRS89)**	M= **-84702.856**	P= **-96407.686**	Z= **31.755**	**António Rodrigues**	**Paulo Correia**



Observações : **Nível de água no final da furação: 12.60m.**

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.com

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na integra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

Entidade : THOMAS & PIRON

Obra : **Empreendimento Clarissas**

SONDAGEM	Processo	Página
SC-16	**31524**	**3** de **3**

Data de Início	Equipamento	Prof. Final (m)	Data de Fim	Nivel Freático	Inclinação	Sistema	Coordenadas	Cota	Sondador	Técnico
29/10/2024	**Geo-052 Comacchio 205**	**25.5**	**30/10/2024**		**90°**	**PT-TM06 (ETRS89)**	M= **-84702.856** P= **-96407.686**	Z= **31.755**	**António Rodrigues**	**Paulo Correia**

PROFUNDIDADE (m)	FURAÇÃO Ø	MANOBRAS	ESTRATIGRAFIA	SIMBOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA	ALTERAÇÃO (ISRM) W5 W4 W3 W2	FRACTURAÇÃO (ISRM) F5 F4 F3 F2	% RECUP. / % R.Q.D. 20 40 60 80	S.P.T. (1ª Fase 15cm, 2ª Fase 30cm; nº de Pancadas (Nspt))	ENSAIOS
21	86mm Rotação	21.00	MT		Arenito carbonatado fortemente desagregável e friável recuperado na forma de areia siltosa.	W5/4	F5 F4 F5	15 100		
22		22.50			Calcarenito compacto medianamente a muito alterado e muito fracturado, fragmentável e desagregável, friável; amarelado esbranquiçado. Diaclases sub-horizontais e sub-verticais de faces onduladas e rugosas, friáveis e arenitizadas.			71 100		
23						W4/3	F4			
24		24.00			Calcarenito grosseiro fossilífero medianamente a muito alterado e muito fracturado, fragmentável e desagregável, vacuolar; amarelado. Diaclases sub-horizontais de faces onduladas e rugosas, friáveis e arenitizadas.		F4/3	53 100		
25		25.50			Arenito carbonatado muito alterado e fracturado com uma passagem de calcarenito compacto no topo; amarelado. Diaclases sub-horizontais de faces sub-rugosas e diaclase sub-vertical de faces onduladas e rugosas, friáveis e arenitizadas.	W4/3 W4	F5/4 F4	37 100		
26					25.5m- Fim de Sondagem					
27										
28										
29										
30										

Observações : **Nível de água no final da furação: 12.60m.**

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.com

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na integra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S16 CX1

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S16 CX2

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S16 CX3

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S16 CX4

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S16 CX5

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S16 CX6

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S16 CX7

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

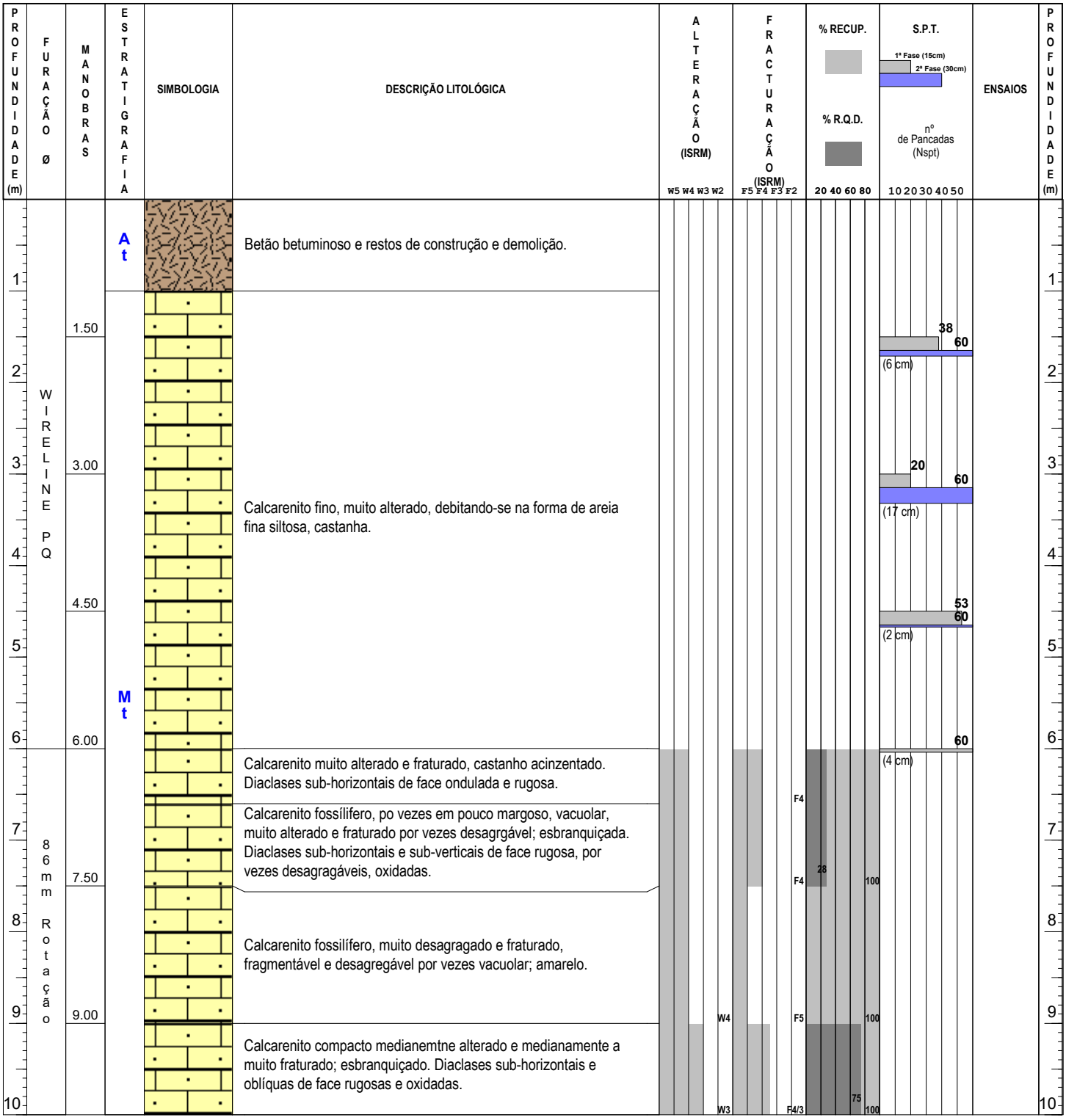
PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

Entidade : THOMAS & PIRON

Obra : **Empreendimento Clarissas**

SONDAGEM	Processo	Página
SC-17	**31524**	**1** de **2**

Data de Início	Equipamento	Prof. Final (m)	Data de Fim	Nivel Freático	Inclinação	Sistema	Coordenadas	Cota	Sondador	Técnico
23/10/2024	Geo-017 Casagrande M3D	20	25/10/2024		90°	PT-TM06 (ETRS89)	M= -84660.824 P= -96400.439	Z= 23.982	Tiago Comba	Paulo Correia



Observações :

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.com

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na integra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

Entidade : THOMAS & PIRON

Obra : **Empreendimento Clarissas**

SONDAGEM	Processo	Página
SC-17	**31524**	**2** de **2**

Data de Início	Equipamento	Prof. Final (m)	Data de Fim	Nivel Freático	Inclinação	Sistema	Coordenadas		Cota	Sondador	Técnico
23/10/2024	Geo-017 Casagrande M3D	20	25/10/2024		90°	PT-TM06 (ETRS89)	M= -84660.824	P= -96400.439	Z= 23.982	Tiago Comba	Paulo Correia

PROFUNDIDADE (m)	FURAÇÃO Ø	MANOBRAS	ESTRATIGRAFIA	SIMBOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA	ALTERAÇÃO (ISRM) W5 W4 W3 W2	FRACTURAÇÃO (ISRM) F5 F4 F3 F2	% RECUP. / % R.Q.D. 20 40 60 80	S.P.T. (1ª Fase 15cm, 2ª Fase 30cm; nº de Pancadas (Nspt))	ENSAIOS
10	86mm Rotação	10.50	Mt		Calcarenito fossilífero medianamente alterado e fraturado. Diaclases sub-horizontais e oblíquas de face lisa e rugosa.	W3	F3	75 100		
11					Calcarenito fossilífero muito alterado por vezes muito desagregável e fragmentável; amarelado. Fraturação próxima a muito próxima com diaclases sub-horizontais a sub-verticais de face sub-rugosa, por vezes friável desagregável.		F4 F5	100		
12		12.00								
13							F4 F5			
13		13.50			Calcarenito fossilífero, muito desagregado e medianamente fraturado, vacuolar; amarelado. Diaclases sub-horizontais de face onduladas e rugosa, friável e desagregável.			98		
14					Calcarenito decomposto medianamente alterado e fraturado, esbranquiçado. Diaclases sub-verticais e sub-horizontais de faces rugosas friável.	W4	F4/3			
15		15.00				W3	F4/3	64 91		
16					Arenito fortemente desagregável e friável recuperado em forma de areia média siltosa; castanho acinzentado.					
16		16.50						69		
17						W4				
17					Calcarenito medianamente alterado; castanho amarelado. Fraturação medianamente afastada a próxima com diaclases sub-horizontais de face lisa sem preenchimento.					
18		18.00				W3		47 92		
19					Calcarenito grosseiro fossilífero, medianamente a muito alterado, vacuolar e por vezes muito fragmentável e desagregável; amarelado. Diaclase sub-horizontais de face rugosa, friável e desagregáveis.					
19		19.50						41 100		
20					Calcarenito compacto medianamente alterado e muito fraturado. Diaclase sub-vertical de face rugosa, oxidada.	W4/3 W3	F4/3	66 100		
		20.00			20m- Fim de Sondagem					

Observações :

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.com

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na integra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S17 CX1

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S17 CX2

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S17 CX3

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S17 CX4

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S17 CX5

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

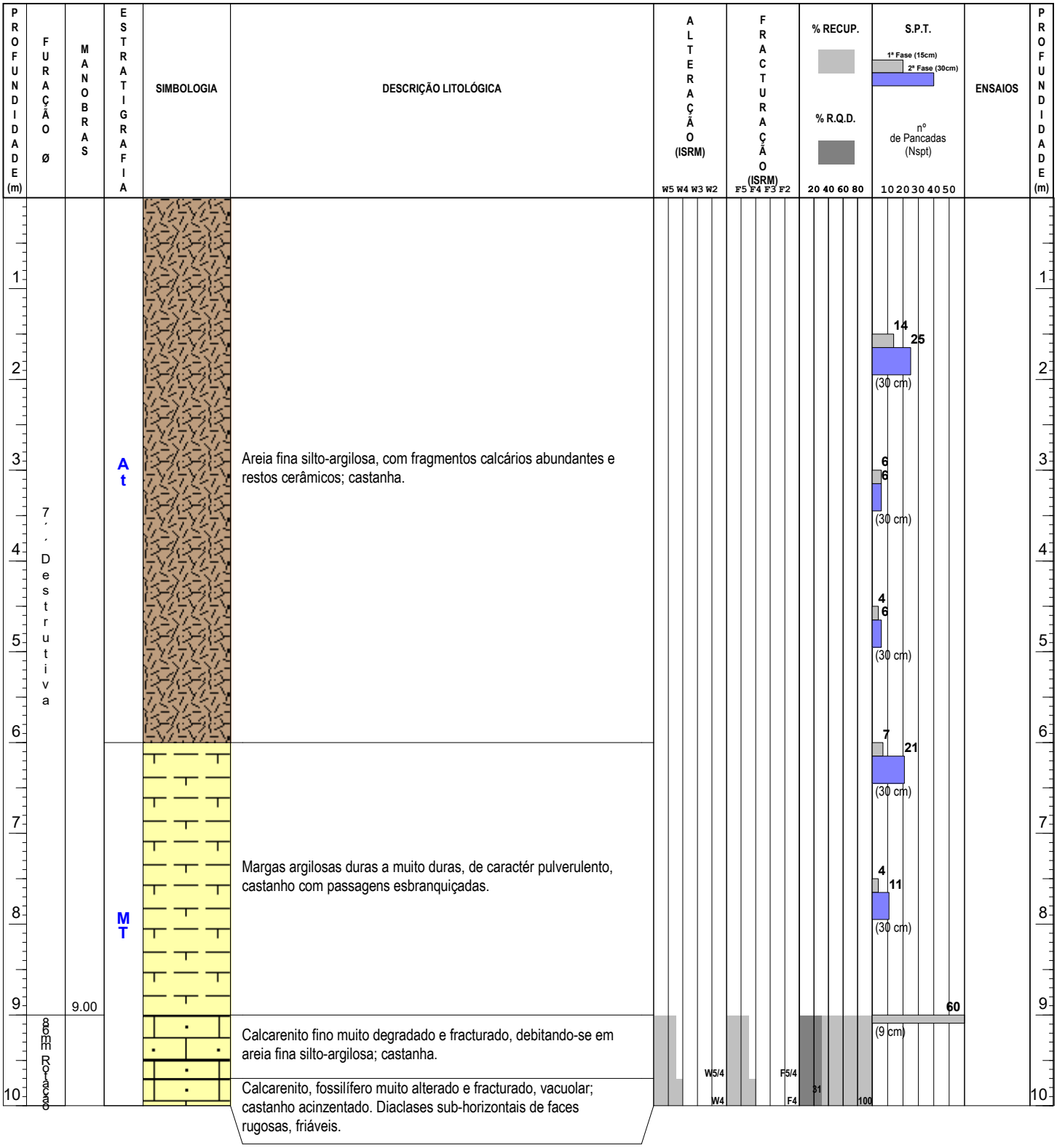
Entidade : THOMAS & PIRON

Obra : **Empreendimento Clarissas**

SONDAGEM	Processo	Página
SC-18	**31524**	**1** de **3**

Data de Início	Equipamento	Prof. Final (m)
25/10/2024	**Geo-052 Comacchio 205**	**25.2**

Data de Fim	Nivel Freático	Inclinação	Sistema	Coordenadas		Cota	Sondador	Técnico
28/10/2024		**90°**	**PT-TM06 (ETRS89)**	M= **-84691.995**	P= **-96447.233**	Z= **32.646**	**António Rodrigues**	**Paulo Correia**



Observações : **Nível de água no final da furação: 7.30m.**

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.com

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na integra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

Entidade : THOMAS & PIRON

Obra : **Empreendimento Clarissas**

SONDAGEM	Processo	Página
SC-18	**31524**	**2** de **3**

Data de Início	Equipamento	Prof. Final (m)	Data de Fim	Nivel Freático	Inclinação	Sistema	Coordenadas		Cota	Sondador	Técnico
25/10/2024	**Geo-052 Comacchio 205**	**25.2**	**28/10/2024**		**90°**	**PT-TM06 (ETRS89)**	M= **-84691.995**	P= **-96447.233**	Z= **32.646**	**António Rodrigues**	**Paulo Correia**

PROFUNDIDADE (m)	FURAÇÃO Ø	MANOBRAS	ESTRATIGRAFIA	SIMBOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA	ALTERAÇÃO (ISRM) W5 W4 W3 W2	FRACTURAÇÃO (ISRM) F5 F4 F3 F2	% RECUP. / % R.Q.D. 20 40 60 80	S.P.T. 1ª Fase (15cm) 2ª Fase (30cm) nº de Pancadas (Nspt)	ENSAIOS	PROFUNDIDADE (m)
10	86mm Rotação	10.50	MT		Idem.	W4	F4	31			10
					Calcarenito degradado e fracturado, fragmentável e friável; castanho.	W5/4	F4				
11					Calcário gresoso fossilífero muito alterado e fracturado, fragmentável e desagregável, vacuolar; castanho acinzentado. Diaclases sub-horizontais de faces rugosas, friáveis e arenitizadas, com passagem de arenito carbonatado muito friável (30cm).						11
12		12.00						65			12
13		13.50				W4	F4	53			13
					Margas argilosas; cinzento escuro com laivos alaranjados.						
14											14
15		15.00			Calcário gresoso fossilífero medianamente alterado e muito fracturado, por vezes fragmentável e desagregável, vacuolar; amarelado esbranquiçado. Diaclases sub-horizontais e sub-verticais de faces rugosas, friáveis e com sinais de carsificação.			41			15
16		16.50			Calcarenito compacto medianamente alterado e muito fracturado, fragmentável e desagregável; esbranquiçado. Diaclases sub-horizontais e sub-verticais de faces onduladas e rugosas, friáveis.	W3	F4	77			16
17						W4/3	F5				17
18		18.00			Calcarenito medianamente alterado e muito fracturado, vacuolar; amarelado. Diaclases sub-horizontais e sub-verticais de faces onduladas e rugosas, friáveis e arenitizadas.			40			18
19		19.50			Calcário gresoso fossilífero medianamente a muito alterado e muito fracturado, vacuolar; amarelado esbranquiçado. Diaclases sub-horizontais de faces rugosas, friáveis e arenitizadas.	W3	F4				19
						W4/3	F4	53			
20						W4	F4	69			20

Observações : **Nível de água no final da furação: 7.30m.**

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.com

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na integra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

Entidade : THOMAS & PIRON

Obra : **Empreendimento Clarissas**

SONDAGEM	Processo	Página
SC-18	**31524**	**3** de **3**

Data de Início	Equipamento	Prof. Final (m)
25/10/2024	**Geo-052 Comacchio 205**	**25.2**

Data de Fim	Nivel Freático	Inclinação	Sistema	Coordenadas		Cota	Sondador	Técnico
28/10/2024		**90°**	**PT-TM06 (ETRS89)**	M= **-84691.995**	P= **-96447.233**	Z= **32.646**	**António Rodrigues**	**Paulo Correia**

PROFUNDIDADE (m)	FURAÇÃO Ø	MANOBRAS	ESTRATIGRAFIA	SIMBOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA	ALTERAÇÃO (ISRM) W5 W4 W3 W2	FRACTURAÇÃO (ISRM) F5 F4 F3 F2	% RECUP. / % R.Q.D. 20 40 60 80	S.P.T. (1ª Fase 15cm, 2ª Fase 30cm; nº de Pancadas (Nspt))	ENSAIOS	PROFUNDIDADE (m)
21	86mm Rotação	21.00	MT		Calcarenito fossilífero medianamente a muito alterado e medianamente a muito fracturado, fragmentável e desagregável, vacuolar; esbranquiçado. Diaclases sub-horizontais a sub-verticais de faces onduladas e rugosas, friáveis e arenitizadas.	W3 W4	F5/4 F4/3 F5/4	69 100			21
22		22.50			Calcarenito compacto medianamente alterado e muito fracturado, fragmentável e desagregável; amarelado. Diaclases sub-horizontais e sub-verticais de faces onduladas e rugosas, friáveis e arenitizadas.			49 100			22
23											23
24		24.00						7 100			24
25		25.20			Arenito carbonatado muito alterado e fracturado, fragmentável e desagregável; amarelado. Diaclases sub-horizontais e sub-verticais de faces onduladas e rugosas, friáveis e fortemente arenitizadas.	W3 W4	F5/4 F4	37 100			25
					25.2m- Fim de Sondagem						
26											26
27											27
28											28
29											29
30											30

Observações : **Nível de água no final da furação: 7.30m.**

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.com

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na integra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S18 CX1

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S18 CX2

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S18 CX3

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S18 CX4

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S18 CX5

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S18 CX6

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

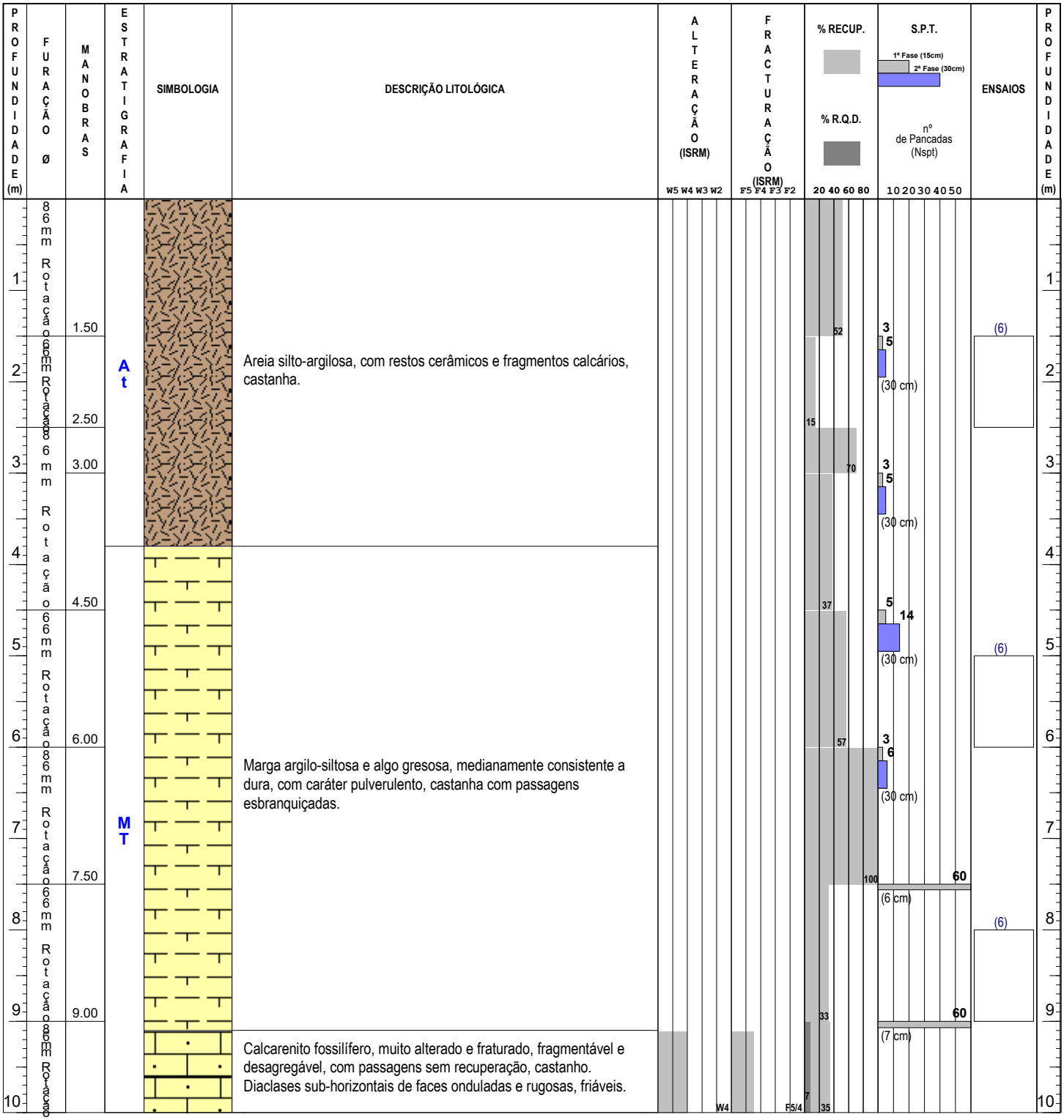
Entidade : THOMAS & PIRON

Obra : **Empreendimento Clarissas**

SONDAGEM	Processo	Página
SC-19	**31524**	**1** de **3**

Data de Início	Equipamento	Prof. Final (m)
17/12/2024	**Geo-017 Casagrande M3D**	**26.5**

Data de Fim	Nivel Freático	Inclinação	Sistema	Coordenadas		Cota	Sondador	Técnico
19/12/2024	**14.85m**	**90°**	**PT-TM06 (ETRS89)**	M= **-84667.006**	P= **-96460.650**	Z= **28.554**	**Alexandre Santos**	**Paulo Correia**



Observações : **Foi instalado piezómetro hidraúlico de circuito aberto.**

Legenda : **(6) - Ensaio Pressiométrico de "MENARD"**

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.com

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na integra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

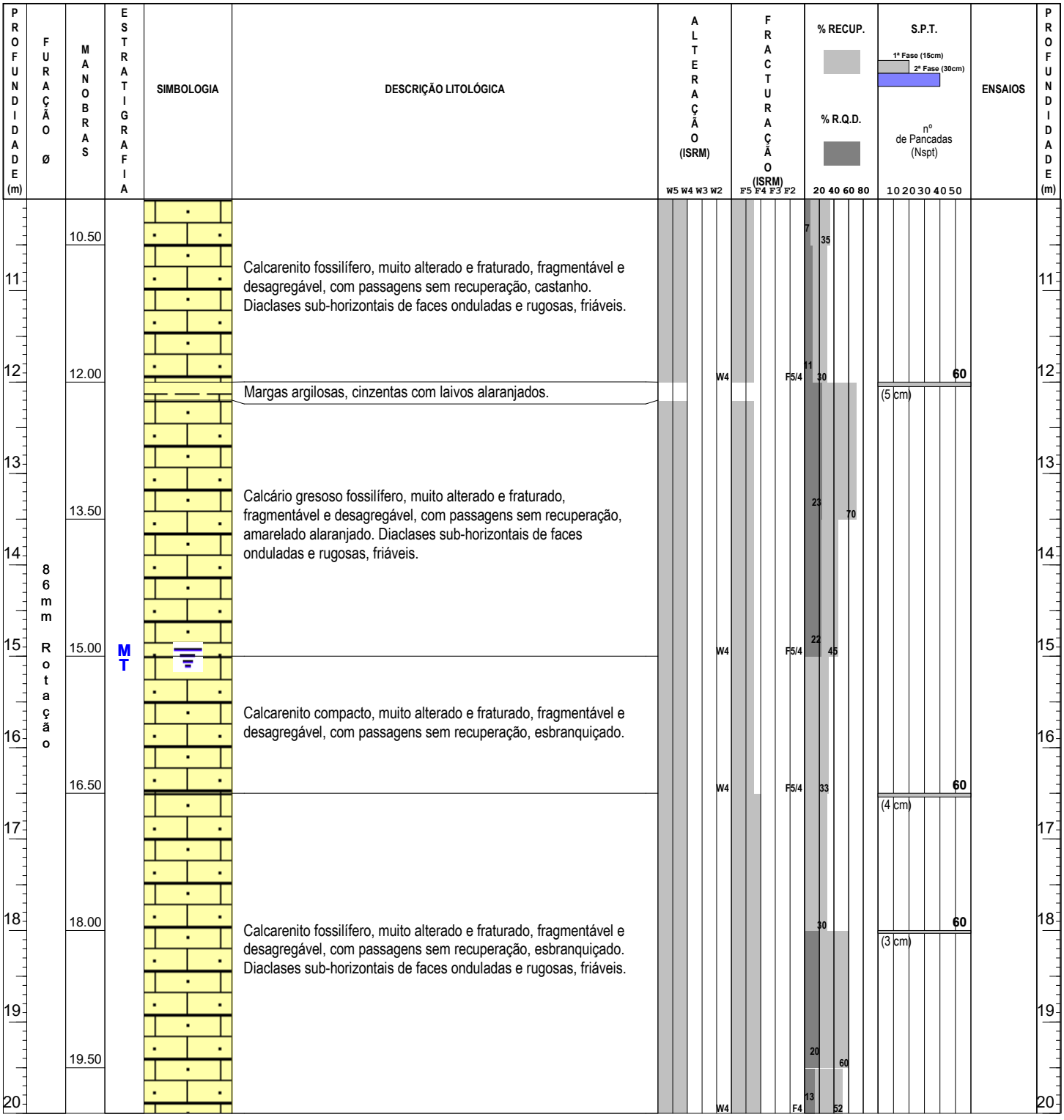
Entidade : THOMAS & PIRON

Obra : **Empreendimento Clarissas**

SONDAGEM	Processo	Página
SC-19	**31524**	**2** de **3**

Data de Início	Equipamento	Prof. Final (m)
17/12/2024	**Geo-017 Casagrande M3D**	**26.5**

Data de Fim	Nivel Freático	Inclinação	Sistema	Coordenadas		Cota	Sondador	Técnico
19/12/2024	**14.85m**	**90°**	**PT-TM06 (ETRS89)**	M= **-84667.006**	P= **-96460.650**	Z= **28.554**	**Alexandre Santos**	**Paulo Correia**



Observações : **Foi instalado piezómetro hidraúlico de circuito aberto.**

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.com

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na integra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

Entidade : THOMAS & PIRON

Obra : **Empreendimento Clarissas**

SONDAGEM
SC-19
Processo
31524
Página
3 de **3**

Data de Início	Equipamento	Prof. Final (m)
17/12/2024	**Geo-017 Casagrande M3D**	**26.5**

Data de Fim	Nivel Freático	Inclinação	Sistema	Coordenadas		Cota	Sondador	Técnico
19/12/2024	**14.85m**	**90°**	**PT-TM06 (ETRS89)**	M= **-84667.006**	P= **-96460.650**	Z= **28.554**	**Alexandre Santos**	**Paulo Correia**

PROFUNDIDADE (m)	FURAÇÃO Ø	MANOBRAS	ESTRATIGRAFIA	SIMBOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA	ALTERAÇÃO (ISRM) W5 W4 W3 W2	FRACTURAÇÃO (ISRM) F5 F4 F3 F2	% RECUP. / % R.Q.D. 20 40 60 80	S.P.T. 1ª Fase (15cm) 2ª Fase (30cm) nº de Pancadas (Nspt) 10 20 30 40 50	ENSAIOS	PROFUNDIDADE (m)
21	86 mm Rotação	21.00	MT		Calcarenito fossilífero, muito alterado e fraturado, fragmentável e desagregável, com passagens sem recuperação, esbranquiçado. Diaclases sub-horizontais de faces onduladas e rugosas, friáveis.	W4	F4	13 / 52	60 (4 cm)		21
22		22.50			Arenito carbonatado, muito consolidado, medianamente alterado e muito fraturado, com passagens sem recuperação, amarelado. Diaclases sub-horizontais e sub-verticais de faces onduladas e rugosas, friáveis e arenizadas.	W4	F5/4	47	60 (3 cm)		22
23											23
24		24.00				W4/3	F4	48 / 100			24
25					Calcarenito fossilífero, medianamente alterado e muito fraturado, amarelado. Diaclases sub-horizontais de faces onduladas e rugosas, friáveis e arenizadas, com preenchimento argiloso.	W3	F4				25
26		25.50			Arenito carbonatado, muito consolidado, medianamente alterado e muito fraturado, amarelado. Diaclases sub-horizontais e sub-verticais de faces onduladas e rugosas, friáveis e arenizadas.			63 / 100			26
		26.50				W3	F4	79 / 100			
27					26.5m- Fim de Sondagem						27
28											28
29											29
30											30

Observações : **Foi instalado piezómetro hidraúlico de circuito aberto.**

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.com

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na integra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S19 CX1

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S19 CX2

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S19 CX3

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S19 CX4

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S19 CX5

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S19 CX6

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

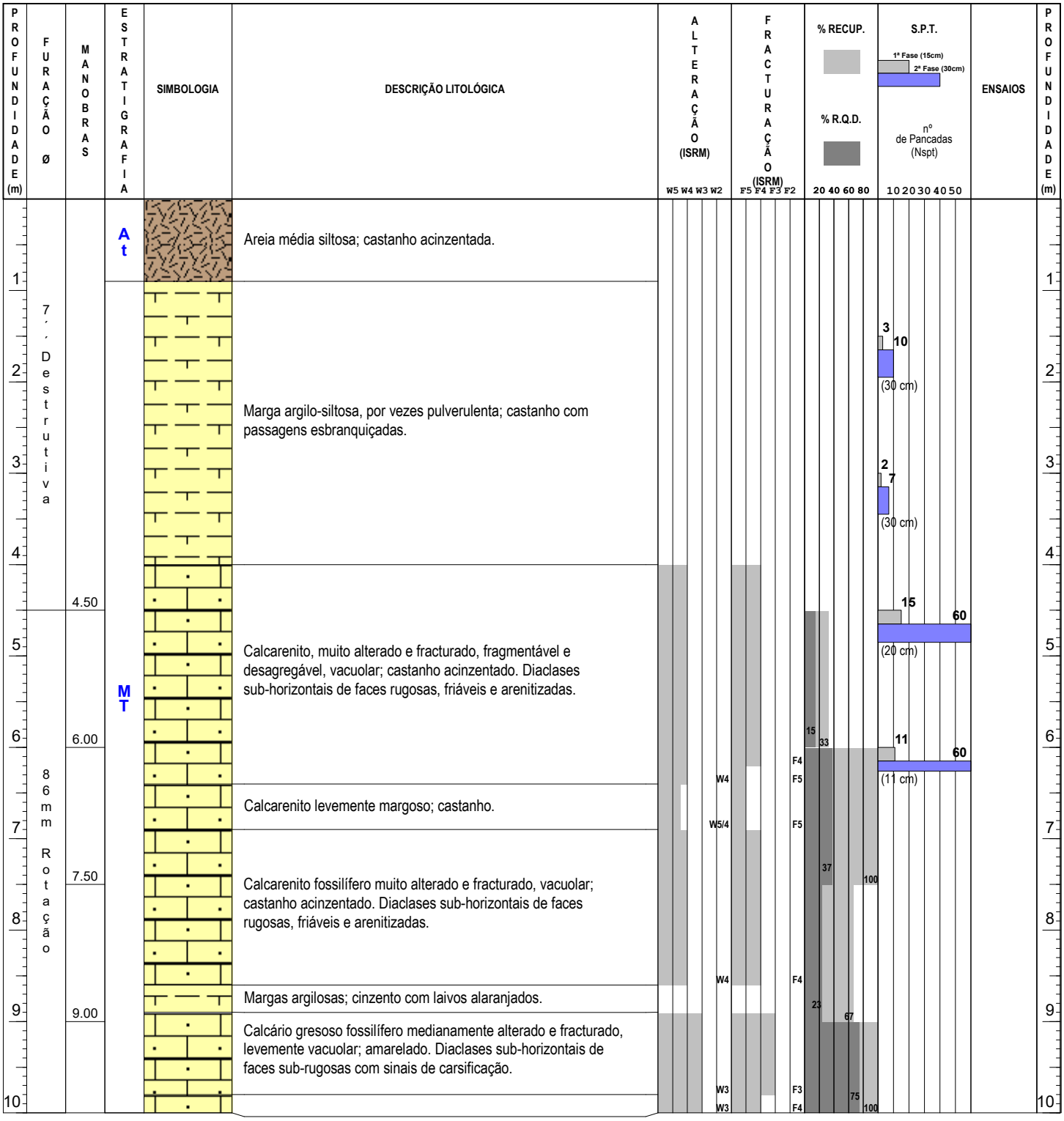
Entidade : THOMAS & PIRON

Obra : **Empreendimento Clarissas**

SONDAGEM	Processo	Página
SC-20	**31524**	**1** de **4**

Data de Início	Equipamento	Prof. Final (m)
4/11/2024	**Geo-052 Comacchio 205**	**31**

Data de Fim	Nivel Freático	Inclinação	Sistema	Coordenadas		Cota	Sondador	Técnico
7/11/2024	**23.07m**	**90°**	**PT-TM06 (ETRS89)**	M= **-84745.393**	P= **-96429.812**	Z= **32.643**	**António Rodrigues**	**Paulo Correia**



Observações : **Nível de água no final da furação: 13.30m. Foi instalado piezómetro hidraúlico de circuito aberto.**

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.com

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na integra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

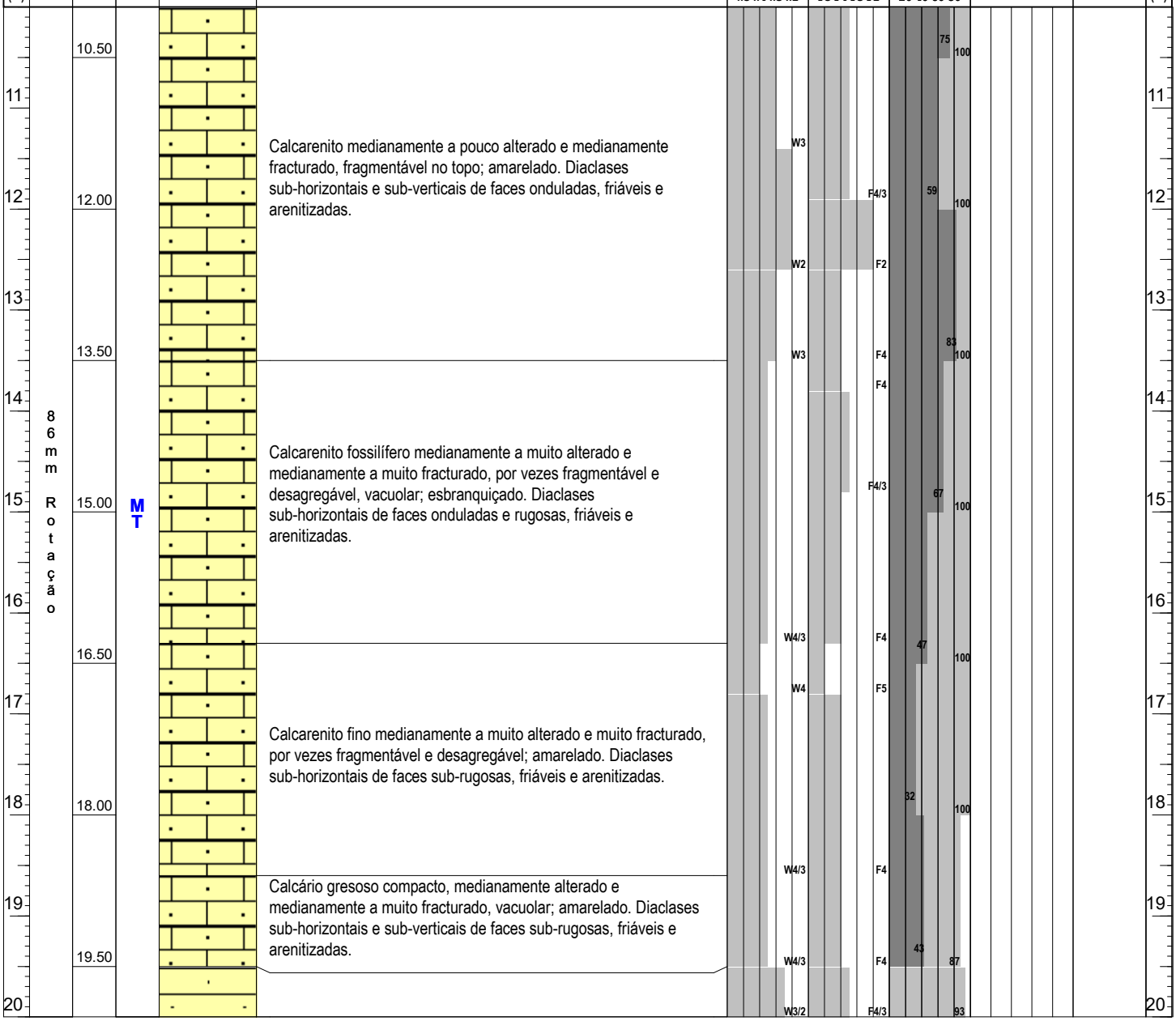
Entidade : THOMAS & PIRON

Obra : **Empreendimento Clarissas**

SONDAGEM	Processo	Página
SC-20	**31524**	**2** de **4**

Data de Início	Equipamento	Prof. Final (m)
4/11/2024	**Geo-052 Comacchio 205**	**31**

Data de Fim	Nivel Freático	Inclinação	Sistema	Coordenadas		Cota	Sondador	Técnico
7/11/2024	**23.07m**	**90°**	**PT-TM06 (ETRS89)**	M= **-84745.393**	P= **-96429.812**	Z= **32.643**	**António Rodrigues**	**Paulo Correia**



Observações : **Nível de água no final da furação: 13.30m. Foi instalado piezómetro hidraúlico de circuito aberto.**

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.com

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na integra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

Entidade : THOMAS & PIRON

Obra : **Empreendimento Clarissas**

SONDAGEM	Processo	Página
SC-20	**31524**	**3** de **4**

Data de Início	Equipamento	Prof. Final (m)	Data de Fim	Nivel Freático	Inclinação	Sistema	Coordenadas		Cota	Sondador	Técnico
4/11/2024	**Geo-052 Comacchio 205**	**31**	**7/11/2024**	**23.07m**	**90°**	**PT-TM06 (ETRS89)**	M= **-84745.393**	P= **-96429.812**	Z= **32.643**	**António Rodrigues**	**Paulo Correia**

PROFUNDIDADE (m)	FURAÇÃO Ø	MANOBRAS	ESTRATIGRAFIA	SIMBOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA	ALTERAÇÃO (ISRM) W5 W4 W3 W2	FRACTURAÇÃO (ISRM) F5 F4 F3 F2	% RECUP. / % R.Q.D. 20 40 60 80	S.P.T. (1ª Fase 15cm, 2ª Fase 30cm; nº de Pancadas (Nspt))	ENSAIOS	PROFUNDIDADE (m)
21	86mm Rotação	21.00	MT		Arenito carbonatado muito alterado e fracturado, fragmentável e desagregável, friável; amarelado. Diaclases sub-horizontais e sub-verticais de faces rugosas, friáveis e arenitizadas.	W4	F5/4	93			21
22		22.50			Calcarenito fossilífero medianamente alterado muito fracturado, vacuolar; amarelado. Diaclases sub-horizontais de faces rugosas, friáveis e arenitizadas.	W3	F4	52 100			22
23					Arenito carbonatado muito alterado e fracturado, fragmentável e desagregável, friável; amarelado. Diaclases sub-horizontais de faces rugosas, friáveis e arenitizadas.	W4	F5/4				23
24		24.00			Calcarenito fossilífero medianamente a muito alterado e muito fracturado, por vezes fragmentável e friável, com uma passagem de areia média siltosa, vacuolar; esbranquiçado. Diaclases sub-horizontais e sub-verticais de faces rugosas, friáveis e arenitizadas		F4 F5	80			24
25		25.50				W4/3		20 67			25
26					Arenito carbonatado muito consolidado, muito alterado e fracturado; amarelado. Diaclases sub-horizontais de faces onduladas e rugosas, friáveis e arenitizadas.		F4 F4/3				26
27		27.00				W4	F4	63 87			27
28					Calcarenito compacto medianamente alterado e fracturado, vacuolar; amarelado esbranquiçado. Diaclases sub-horizontais e sub-verticais de faces onduladas e rugosas, friáveis e arenitizadas.						28
29		28.50			Calcarenito fossilífero medianamente alterado e muito fracturado, vacuolar; amarelado esbranquiçado. Diaclases sub-horizontais de faces onduladas, friáveis.	W3	F4/3	76 100			29
30		30.00			Marga argilosa; cinzento escura com laivos alaranjados.	W3	F4/3	22 100			30

Observações : **Nível de água no final da furação: 13.30m. Foi instalado piezómetro hidraúlico de circuito aberto.**

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.com

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na integra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

Entidade : THOMAS & PIRON

Obra : **Empreendimento Clarissas**

SONDAGEM	Processo	Página
SC-20	**31524**	**4** de **4**

Data de Início	Equipamento	Prof. Final (m)	Data de Fim	Nivel Freático	Inclinação	Sistema	Coordenadas		Cota	Sondador	Técnico
4/11/2024	**Geo-052 Comacchio 205**	**31**	**7/11/2024**	**23.07m**	**90°**	**PT-TM06 (ETRS89)**	M= **-84745.393**	P= **-96429.812**	Z= **32.643**	**António Rodrigues**	**Paulo Correia**

PROFUNDIDADE (m)	FURAÇÃO Ø	MANOBRAS	ESTRATIGRAFIA	SIMBOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA	ALTERAÇÃO (ISRM) W5 W4 W3 W2	FRACTURAÇÃO (ISRM) F5 F4 F3 F2	% RECUP. / % R.Q.D. 20 40 60 80	S.P.T. (1ª Fase 15cm, 2ª Fase 30cm; nº de Pancadas (Nspt))	ENSAIOS	PROFUNDIDADE (m)
31	86mm Rotação	31.00	MT		Marga argilosa; cinzento escura com laivos alaranjados.						31
					Calcário gresoso fossilífero, medianamente alterado e fracturado; esbranquiçado.	W3	F3	20 80			
					31m- Fim de Sondagem						
32											32
33											33
34											34
35											35
36											36
37											37
38											38
39											39
40											40

Observações : **Nível de água no final da furação: 13.30m. Foi instalado piezómetro hidraúlico de circuito aberto.**

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.com

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na integra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S20 CX1

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S20 CX2

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S20 CX3

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S20 CX4

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S20 CX5

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S20 CX6

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S20 CX7

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S20 CX8

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S20 CX9

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

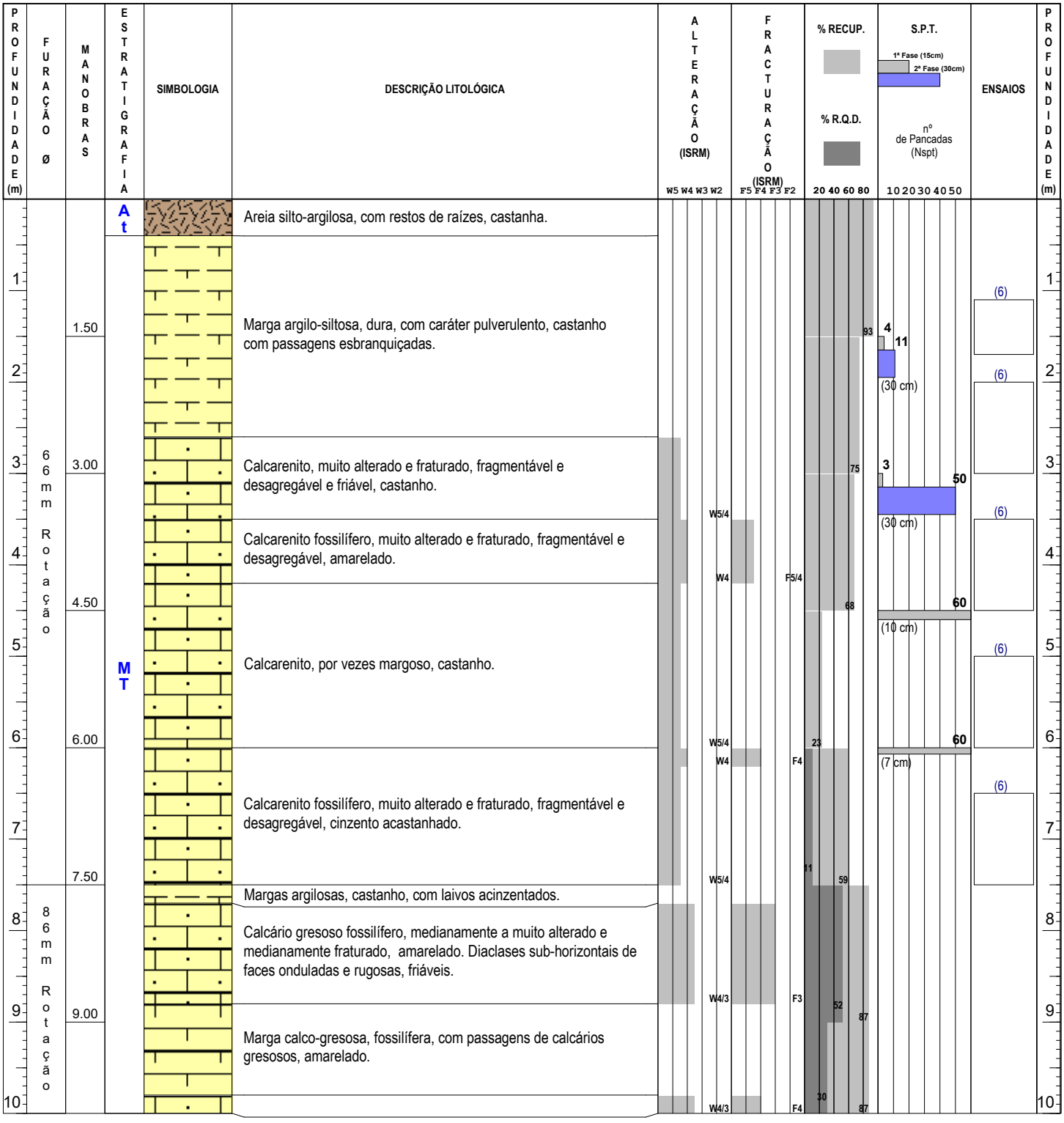
Entidade : THOMAS & PIRON

Obra : **Empreendimento Clarissas**

SONDAGEM
SC-21
Processo
31524
Página
1 de **4**

Data de Início	Equipamento	Prof. Final (m)
9/12/2024	Geo-047 Comacchio Geo 305	**35.1**

Data de Fim	Nivel Freático	Inclinação	Sistema	Coordenadas		Cota	Sondador	Técnico
11/12/2024		**90°**	PT-TM06 (ETRS89)	M= **-84789.592**	P= **-96391.628**	Z= **36.448**	**Vasco**	**Paulo Correia**



Observações : **Nível de água no final da furação: 7.55m.**

Legenda : **(6) - Ensaio Pressiométrico de "MENARD"**

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.com

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na integra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

Entidade : THOMAS & PIRON

Obra : **Empreendimento Clarissas**

SONDAGEM	Processo	Página
SC-21	**31524**	**2** de **4**

Data de Início	Equipamento	Prof. Final (m)
9/12/2024	**Geo-047 Comacchio Geo 305**	**35.1**

Data de Fim	Nivel Freático	Inclinação	Sistema	Coordenadas		Cota	Sondador	Técnico
11/12/2024		**90°**	**PT-TM06 (ETRS89)**	M= **-84789.592**	P= **-96391.628**	Z= **36.448**	**Vasco**	**Paulo Correia**

PROFUNDIDADE (m)	FURAÇÃO Ø	MANOBRAS	ESTRATIGRAFIA	SIMBOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA	ALTERAÇÃO (ISRM) W5 W4 W3 W2	FRACTURAÇÃO (ISRM) F5 F4 F3 F2	% RECUP. / % R.Q.D. 20 40 60 80	S.P.T. 1ª Fase (15cm) 2ª Fase (30cm) nº de Pancadas (Nspt)	ENSAIOS	PROFUNDIDADE (m)
11	86mm Rotação	10.50	MT		Calcarenito, medianamente a muito alterado e medianamente a muito fraturado, por vezes fragmentável e desagregável, amarelado. Diaclases sub-horizontais e sub-verticais, de faces onduladas e rugosas, friáveis e arenizadas.	W4/3	F4	30 87			11
12		12.00			Calcário gresoso fossilífero, medianamente alterado e fraturado, amarelado. Diaclases de faces onduladas e rugosas, com preencimento argiloso.	W4/3	F4/3	63 100			12
13					Arenito carbonatado, algo margoso, alterado e fraturado, fragmentável e desagregável, debitando-se na forma de areia siltosa, castanho.	W5/4	F4				13
14		13.50			Calcarenito fossilífero, muito alterado e muito fraturado, por vezes fragmentável e desagregável, amarelado e esbranquiçado. Diaclases sub-horizontais de faces onduladas e rugosas, friáveis e arenizadas.		F5/4	15 100			14
15		15.00					F4				15
16						W4	F5/4 F4	37 100			16
17		16.50			Arenito carbonatado, muito alterado e fraturado, por vezes fragmentável e desagregável, friável, esbranquiçado. Diaclases sub-horizontais de faces onduladas e rugosas, friáveis e arenizadas.			55 100			17
18		18.00						55 100			18
19					Arenito carbonatado, muito alterado e fraturado, fragmentável e desagregável, debitando-se na forma de areias siltosas, castanho.	W4	F4				19
20		19.50				W5/4 W4/3	F4	14 60 100			20

Observações : **Nível de água no final da furação: 7.55m.**

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.com

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na integra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

Entidade : THOMAS & PIRON

Obra : **Empreendimento Clarissas**

SONDAGEM	Processo	Página
SC-21	**31524**	**3** de **4**

Data de Início	Equipamento	Prof. Final (m)	Data de Fim	Nivel Freático	Inclinação	Sistema	Coordenadas	Cota	Sondador	Técnico
9/12/2024	Geo-047 Comacchio Geo 305	35.1	11/12/2024		90°	PT-TM06 (ETRS89)	M= -84789.592 P= -96391.628	Z= 36.448	Vasco	Paulo Correia

PROFUNDIDADE (m)	FURAÇÃO Ø	MANOBRAS	ESTRATIGRAFIA	SIMBOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA	ALTERAÇÃO (ISRM) W5 W4 W3 W2	FRACTURAÇÃO (ISRM) F5 F4 F3 F2	% RECUP. / % R.Q.D. 20 40 60 80	S.P.T. (1ª Fase 15cm, 2ª Fase 30cm; nº de Pancadas (Nspt))	ENSAIOS	PROFUNDIDADE (m)
21	86mm Rotação	21.00	MT		Calcarenito fossilífero, medianamente a muito alterado e fraturado, por vezes fragmentável e desagregável,amarelado. Diaclases sub-horizontais e sub-verticais de faces onduladas e rugosas, friáveis e arenizadas.	W3	F4	60 / 100			21
22		22.50			Arenito carbonatado, compacto, medianamente a muito alterado e muito fraturado, com passagens fragmentáveis e friáveis, amarelado. Diaclases sub-horizontais e sub-verticais de faces sub-rugosas, friáveis e arenizadas.	W4/3	F4	53 / 100			22
23											23
24		24.00			Calcário gresoso, compacto, medianamente a muito alterado e medianamente a muito fraturado, alaranjado. Diaclases sub-horizontais e sub-verticais de faces onduladas e sub-rugosas, friáveis e fortemente arenizadas.			46 / 100			24
25							F4/3				25
26		25.50				W4/3 W4	F4	47 / 100			26
27		27.00						48 / 100			27
28					Calcarenito fossilífero, medianamente alterado e medianamente a muito fraturado, esbranquiçado. Diaclases sub-horizontais de faces sub-rugosas, friáveis e arenizadas.	W4/3	F4/3				28
29		28.50			Marga argilosa, cinzento escura com laivos alaranjados.	W3	F5/4	36 / 87			29
30		30.00			Calcário gresoso fossilífero, muito alterado e fraturado, esbranquiçado.	W4	F4	9 / 87			30

Observações : **Nível de água no final da furação: 7.55m.**

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.com

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na integra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

Entidade : THOMAS & PIRON

Obra : **Empreendimento Clarissas**

SONDAGEM	Processo	Página
SC-21	**31524**	**4** de **4**

Data de Início	Equipamento	Prof. Final (m)	Data de Fim	Nivel Freático	Inclinação	Sistema	Coordenadas		Cota	Sondador	Técnico
9/12/2024	Geo-047 Comacchio Geo 305	**35.1**	**11/12/2024**		**90°**	PT-TM06 (ETRS89)	M= **-84789.592**	P= **-96391.628**	Z= **36.448**	**Vasco**	**Paulo Correia**

PROFUNDIDADE (m)	FURAÇÃO Ø	MANOBRAS	ESTRATIGRAFIA	SIMBOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA	ALTERAÇÃO (ISRM) W5 W4 W3 W2	FRACTURAÇÃO (ISRM) F5 F4 F3 F2	% RECUP. / % R.Q.D. 20 40 60 80	S.P.T. (1ª Fase 15cm, 2ª Fase 30cm; nº de Pancadas (Nspt))	ENSAIOS
31	86mm Rotação				Arenito carbonatado, muito consolidado, medianamente a muito alterado e muito fraturado, por vezes fragmentável e desagregável, amarelado.	W4/3	F4	51 100		
31.50										
32			MT		Arenito carbonatado, medianamente a muito alterado e medianamente a muito fraturado, por vezes fragmentável e desagregável, amarelado. Diaclases sub-horizontais e sub-verticais de faces onduladas e rugosas, friáveis e fortemente arenizadas.					
33								85 100		
33.00										
34							F4/3			
34.50							F5/4	37 100		
35						W4/3		100 100		
35.10					35.1m- Fim de Sondagem					
36										
37										
38										
39										
40										

Observações : **Nível de água no final da furação: 7.55m.**

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.com

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na integra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S21 CX1

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S21 CX2

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S21 CX3

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S21 CX4

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S21 CX5

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S21 CX6

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S21 CX7

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S21 CX8

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S21 CX9

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S21 CX10

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S21 CX11

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S21 CX12

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

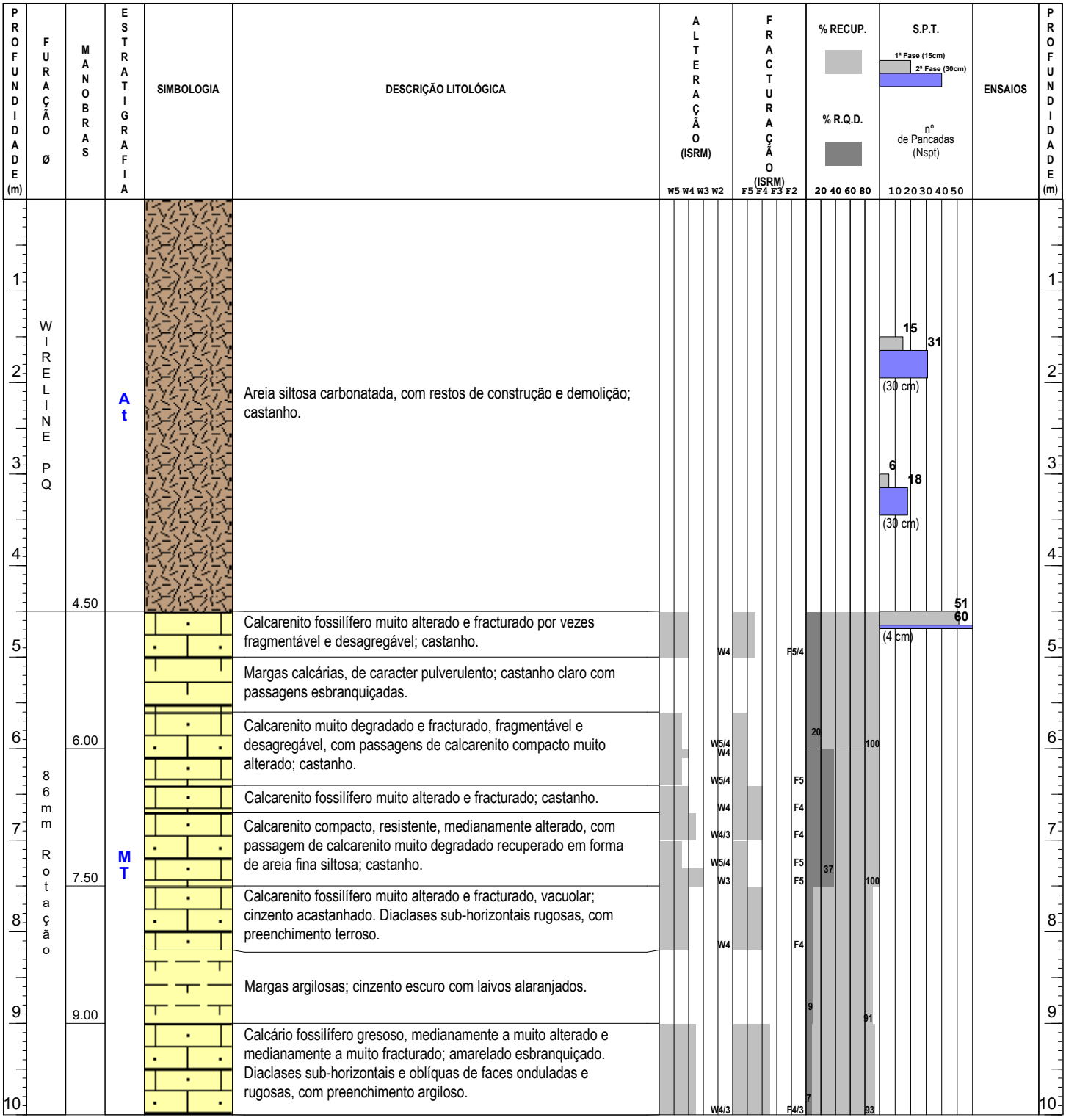
Entidade : THOMAS & PIRON

Obra : **Empreendimento Clarissas**

SONDAGEM
SC-22
Processo
31524
Página
1 de **2**

Data de Início	Equipamento	Prof. Final (m)
6/11/2024	**Geo-017 Casagrande M3D**	**20**

Data de Fim	Nivel Freático	Inclinação	Sistema	Coordenadas		Cota	Sondador	Técnico
7/11/2024		**90°**	**PT-TM06 (ETRS89)**	M= **-84723.611**	P= **-96177.344**	Z= **35.609**	**Tiago Comba**	**Paulo Correia**



Observações :

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.com

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na integra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

Entidade : THOMAS & PIRON

Obra : **Empreendimento Clarissas**

SONDAGEM	Processo	Página
SC-22	**31524**	**2** de **2**

Data de Início	Equipamento	Prof. Final (m)	Data de Fim	Nivel Freático	Inclinação	Sistema	Coordenadas		Cota	Sondador	Técnico
6/11/2024	Geo-017 Casagrande M3D	20	7/11/2024		90°	PT-TM06 (ETRS89)	M= -84723.611	P= -96177.344	Z= 35.609	Tiago Comba	Paulo Correia

PROFUNDIDADE (m)	FURAÇÃO Ø	MANOBRAS	ESTRATIGRAFIA	SIMBOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA	ALTERAÇÃO (ISRM) W5 W4 W3 W2	FRACTURAÇÃO (ISRM) F5 F4 F3 F2	% RECUP. / % R.Q.D. 20 40 60 80	S.P.T. (1ª Fase 15cm, 2ª Fase 30cm; nº de Pancadas (Nspt))	ENSAIOS
11	86mm Rotação	10.50			Calcário fossilífero gresoso, medianamente a muito alterado e medianamente a muito fracturado; amarelado esbranquiçado. Diaclases sub-horizontais e oblíquas de faces onduladas e rugosas, com preenchimento argiloso.	W4/3	F4/3	7 / 93		
12		12.00			Arenito carbonatado grosseiro, medianamente alterado e muito fracturado, por vezes fragmentável e desagregável; amarelado. Diaclases sub-horizontais de faces onduladas, rugosas, friáveis e arenitizadas.	W3	F4	63 / 100		
13		13.50			Calcarenito fossilífero medianamente a muito alterado e medianamente a muito fracturado, por vezes fragmentável e desagregável; cinzento acastanhado. Diaclases sub-horizontais e oblíquas de faces onduladas ou lisas, friáveis e arenitizadas.		F4	45 / 100		
14						W4/3	F3 F4			
15		15.00	MT					73 / 100		
16		16.50			Calcarenito medianamente a muito alterado e medianamente a muito fracturado, por vezes fragmentável e desagregável; castanho acinzentado. Diaclases sub-horizontais e oblíquas de faces lisas e onduladas, friáveis e arenitizadas.			67 / 100		
17						W4/3	F4/3			
18		18.00					F4	58 / 100		
19		19.50			Arenito carbonatado medianamente a muito alterado e muito a muitíssimo fracturado; amarelado. Diaclases sub-horizontais e sub-verticais de faces lisas, friáveis e fortemente arenitizadas.		F5 F4 F5	25 / 93		
20		20.00				W4/3	F4	22 / 90		

20m- Fim de Sondagem

Observações :

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.com

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na integra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S22 CX1

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S22 CX2

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S22 CX3

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S22 CX4

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S22 CX5

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S22 CX6

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

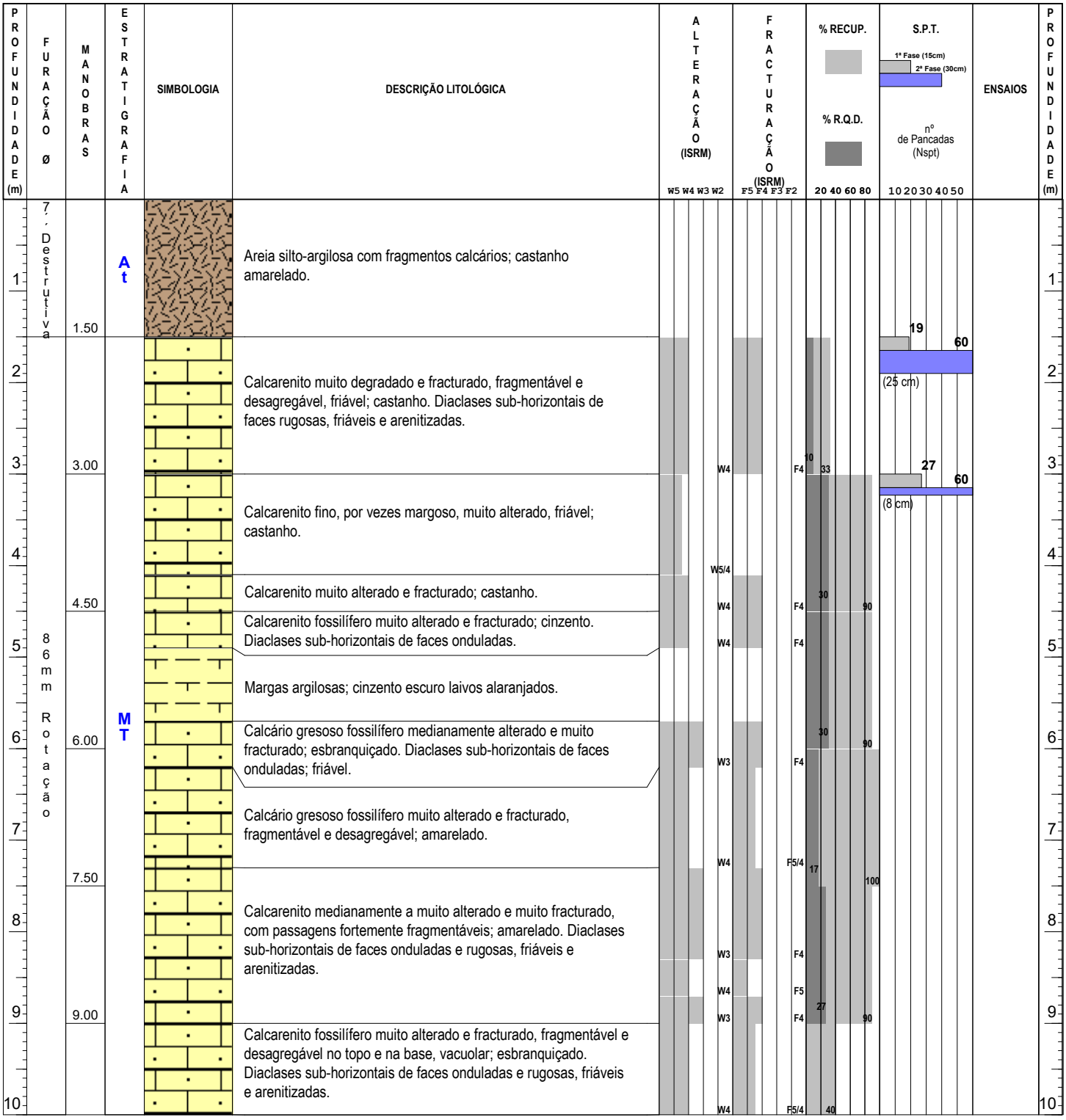
PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

Entidade : THOMAS & PIRON

Obra : **Empreendimento Clarissas**

SONDAGEM	Processo	Página
SC-23	**31524**	**1** de **2**

Data de Início	Equipamento	Prof. Final (m)	Data de Fim	Nivel Freático	Inclinação	Sistema	Coordenadas		Cota	Sondador	Técnico
19/11/2024	**Geo-017 Casagrande M3D**	**16.5**	**19/11/2024**		**90°**	**PT-TM06 (ETRS89)**	M= **-84722.216**	P= **-96215.122**	Z= **31.979**	**José Carlos**	**Paulo Correia**



Observações : **Nível de água no final da furação: 14.0m.**

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.com

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na integra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

Entidade : THOMAS & PIRON

Obra : **Empreendimento Clarissas**

SONDAGEM **SC-23**

Processo **31524**

Página **2** de **2**

Data de Início	Equipamento	Prof. Final (m)
19/11/2024	Geo-017 Casagrande M3D	16.5

Data de Fim	Nivel Freático	Inclinação	Sistema	Coordenadas		Cota	Sondador	Técnico
19/11/2024		90°	PT-TM06 (ETRS89)	M= -84722.216	P= -96215.122	Z= 31.979	José Carlos	Paulo Correia

PROFUNDIDADE (m)	FURAÇÃO Ø	MANOBRAS	ESTRATIGRAFIA	SIMBOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA	ALTERAÇÃO (ISRM) W5 W4 W3 W2	FRACTURAÇÃO (ISRM) F5 F4 F3 F2	% RECUP. / % R.Q.D. 20 40 60 80	S.P.T. 1ª Fase (15cm) 2ª Fase (30cm) nº de Pancadas (Nspt) 10 20 30 40 50	ENSAIOS	PROFUNDIDADE (m)
11	86mm Rotação	10.50	MT		Calcarenito fossilífero muito alterado e fracturado, fragmentável e desagregável no topo e na base, vacuolar; esbranquiçado. Diaclases sub-horizontais de faces onduladas e rugosas, friáveis e arenitizadas.		F4 F3 F4 F5	40 40 87	60 (12 cm)		11
12		12.00			Calcarenito medianamente a muito alterado e muito a muitíssimo fracturado, fragmentável e desagregável; amarelado.	W4			60 (14 cm)		12
13											13
14		13.50				W4	F5/4	67	60 (8 cm)		14
15		15.00			Arenito carbonatado muito consolidado, medianamente a muito alterado e muito a muitíssimo fracturado, fragmentável e desagregável; amarelado. Diaclases sub-horizontais de faces sub-rugosas, friáveis e arenitizadas com preenchimento argiloso.			14 80			15
16		16.50				W4/3	F5/4	20 77			16
					16.5m- Fim de Sondagem						
17											17
18											18
19											19
20											20

Observações : **Nível de água no final da furação: 14.0m.**

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.com

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na integra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S23 CX1

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S23 CX2

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S23 CX3

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S23 CX4

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

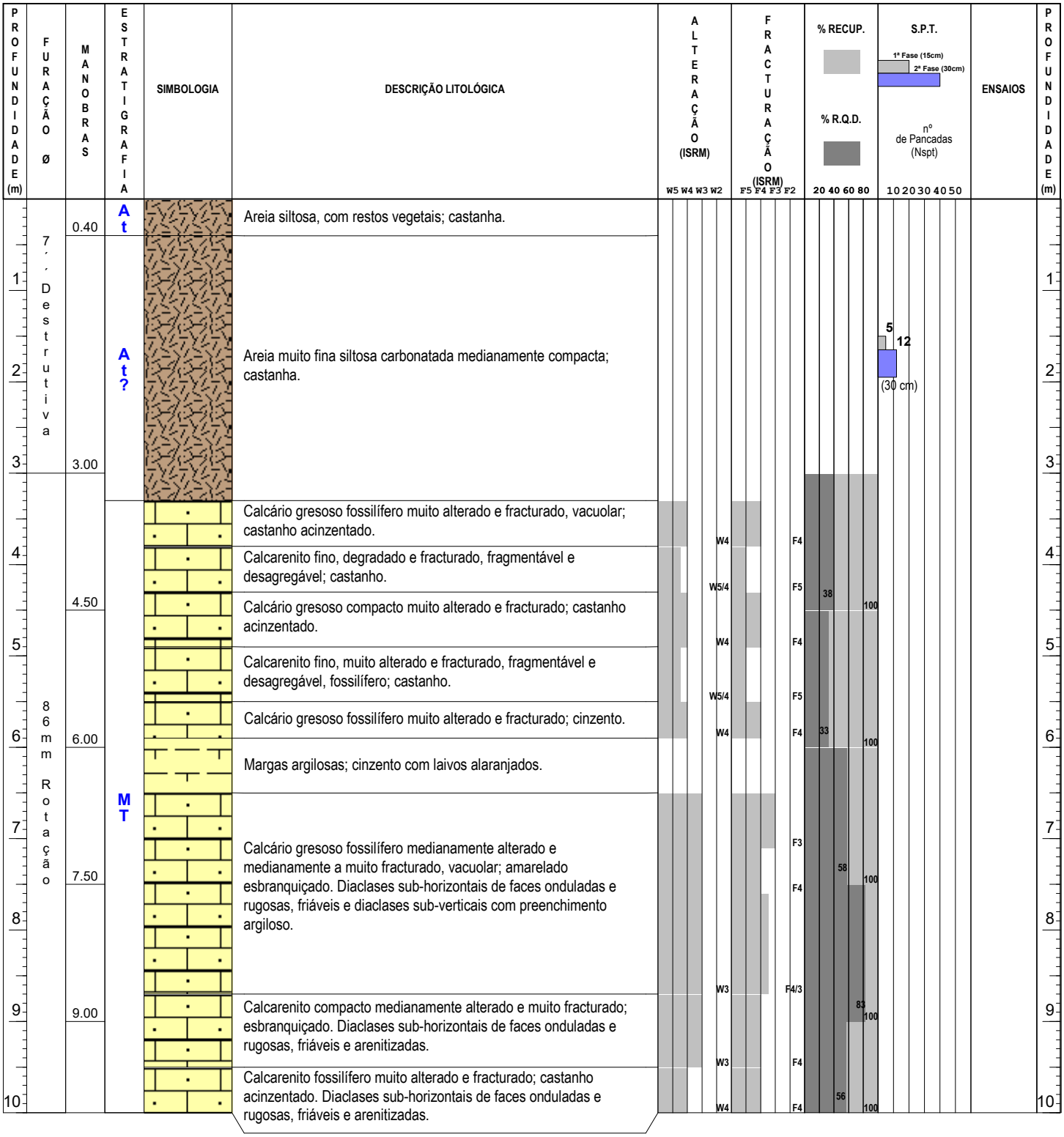
PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

Entidade : THOMAS & PIRON

Obra : **Empreendimento Clarissas**

SONDAGEM	Processo	Página
SC-24	**31524**	**1** de **2**

Data de Início	Equipamento	Prof. Final (m)	Data de Fim	Nivel Freático	Inclinação	Sistema	Coordenadas		Cota	Sondador	Técnico
19/11/2024	**Geo-052 Comacchio 205**	**17**	**20/11/2024**		**90°**	**PT-TM06 (ETRS89)**	M= **-84725.189**	P= **-96266.137**	Z= **32.666**	**António Rodrigues**	**Paulo Correia**



Observações :

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.com

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na integra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

Entidade : THOMAS & PIRON

Obra : **Empreendimento Clarissas**

SONDAGEM **SC-24**

Processo **31524**

Página **2** de **2**

Data de Início	Equipamento	Prof. Final (m)
19/11/2024	Geo-052 Comacchio 205	17

Data de Fim	Nivel Freático	Inclinação	Sistema	Coordenadas		Cota	Sondador	Técnico
20/11/2024		90°	PT-TM06 (ETRS89)	M= -84725.189	P= -96266.137	Z= 32.666	António Rodrigues	Paulo Correia

PROFUNDIDADE (m)	FURAÇÃO Ø	MANOBRAS	ESTRATIGRAFIA	SIMBOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA	ALTERAÇÃO (ISRM) W5 W4 W3 W2	FRACTURAÇÃO (ISRM) F5 F4 F3 F2	% RECUP. / % R.Q.D. 20 40 60 80	S.P.T. (1ª Fase 15cm, 2ª Fase 30cm; nº de Pancadas (Nspt))	ENSAIOS	PROFUNDIDADE (m)
11	86mm Rotação	10.50	MT		Idem.	W4	F4	56 100			11
					Arenito carbonatado muito degradado e fracturado, fragmentável e desagregável sem recuperação; amarelado.						
12		12.00			Calcário gresoso fossilífero medianamente a muito alterado e muito fracturado, vacuolar; amarelado esbranquiçado. Diaclases sub-horizontais e sub-verticais de faces onduladas e rugosas, friáveis.	W4	F5/4	39 80			12
						W4/3	F5/4				
13		13.50			Calcarenito fossilífero a muito alterado e muito a muitíssimo fracturado, por vezes fragmentável e desagregável; esbranquiçado. Diaclases sub-horizontais de faces onduladas e rugosas, friáveis e arenitizadas.	W4	F5/4	81 80			13
14						W4/3	F4				14
						W4	F5/4				
15		15.00			Arenito carbonatado, medianamente alterado e medianamente fracturado.	W4/3	F4/3	60 93			15
16					Arenito carbonatado muito consolidado, medianamente a muito alterado e muito fracturado, fragmentável e desagregável; amarelado. Diaclases sub-horizontais e sub-verticais de faces onduladas e sub-rugosas, friáveis e arenitizadas.		F5/4 F3				16
		16.50						27 67			
17		17.00				W4/3	F5/4	100			17
					17m- Fim de Sondagem						
18											18
19											19
20											20

Observações :

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.com

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na integra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S24 CX1

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S24 CX2

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S24 CX3

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S24 CX4

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S24 CX5

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

Entidade : THOMAS & PIRON

Obra : **Empreendimento Clarissas**

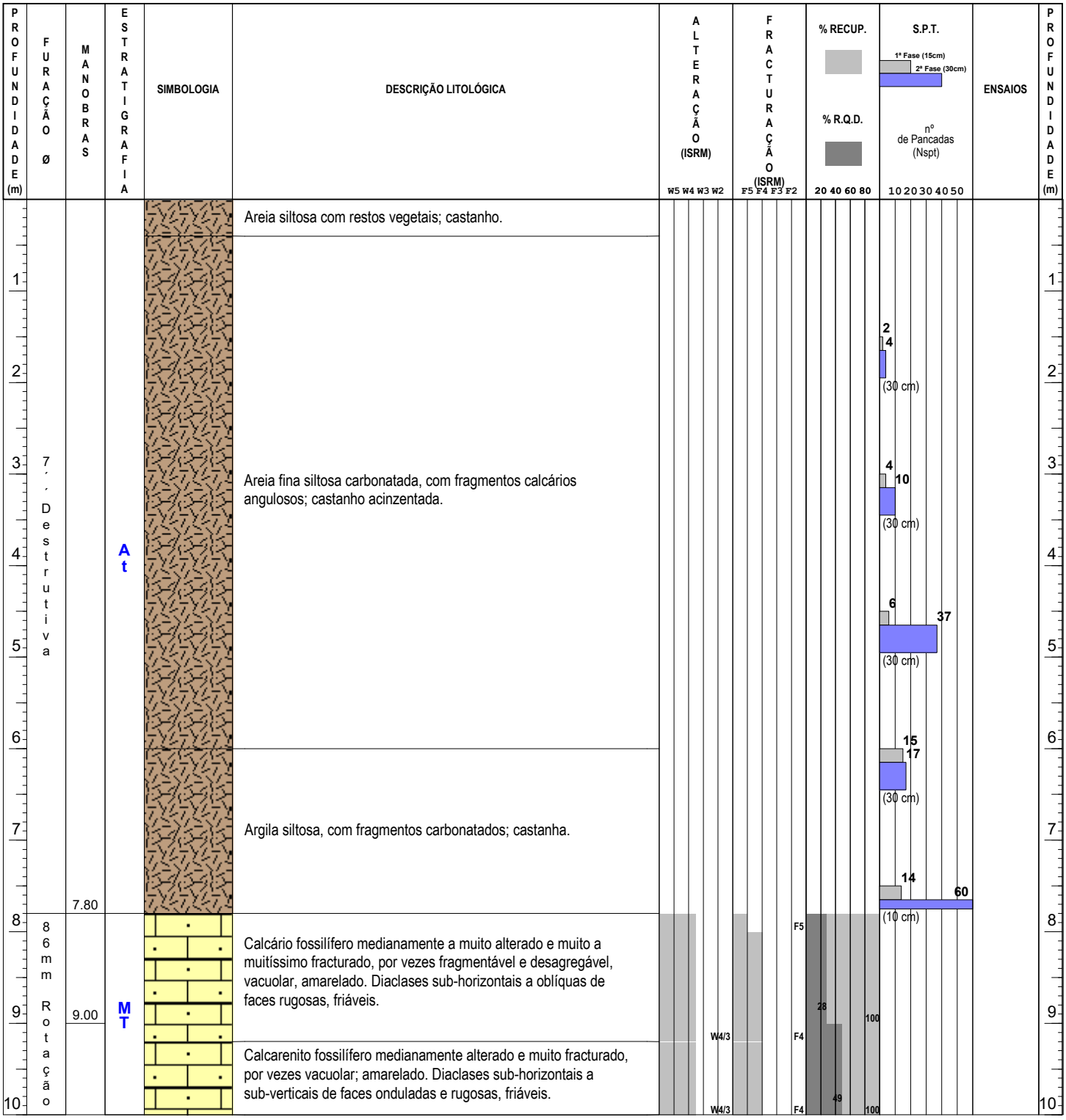
SONDAGEM **SC-25**

Processo **31524**

Página **1** de **2**

Data de Início	Equipamento	Prof. Final (m)
30/10/2024	Geo-052 Comacchio 205	17

Data de Fim	Nivel Freático	Inclinação	Sistema	Coordenadas		Cota	Sondador	Técnico
31/10/2024		90°	PT-TM06 (ETRS89)	M= -84728.152	P= -96296.252	Z= 33.812	António Rodrigues	Paulo Correia



Observações : **Nível de água no final da furação: 8.50m. Foi instalado piezómetro hidraúlico de circuito aberto.**

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.com

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na integra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

Entidade : THOMAS & PIRON

Obra : **Empreendimento Clarissas**

SONDAGEM **SC-25**

Processo **31524**

Página **2** de **2**

Data de Início	Equipamento	Prof. Final (m)
30/10/2024	Geo-052 Comacchio 205	17

Data de Fim	Nivel Freático	Inclinação	Sistema	Coordenadas		Cota	Sondador	Técnico
31/10/2024		90°	PT-TM06 (ETRS89)	M= -84728.152	P= -96296.252	Z= 33.812	António Rodrigues	Paulo Correia

PROFUNDIDADE (m)	FURAÇÃO Ø	MANOBRAS	ESTRATIGRAFIA	SIMBOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA	ALTERAÇÃO (ISRM) W5 W4 W3 W2	FRACTURAÇÃO (ISRM) F5 F4 F3 F2	% RECUP. / % R.Q.D. 20 40 60 80	S.P.T. (1ª Fase 15cm, 2ª Fase 30cm; nº de Pancadas (Nspt))	ENSAIOS	PROFUNDIDADE (m)
11	86mm Rotação	10.50	MT		Calcarenito fossilífero medianamente alterado e muito fracturado, por vezes vacuolar; amarelado. Diaclases sub-horizontais a sub-verticais de faces onduladas e rugosas, friáveis.	W4/3	F4	49 / 100			11
12		12.00			Calcarenito fossilífero muito degradado e fracturado; esbranquiçado e amarelado. Diaclases sub-horizontais de faces onduladas e rugosas, friáveis e fortemente arenitizadas.	W5/4	F5/4				12
13		13.50			Calcário gresoso grosseiro medianamente alterado e fracturado; amarelado.	W3	F4/3	33 / 100			13
14		15.00			Calcarenito fossilífero medianamente a muito alterado e medianamente a muito fracturado, vacuolar; esbranquiçado e amarelado. Diaclases sub-horizontais de faces onduladas e rugosas, friáveis e por vezes muito arenitizadas.			75 / 100			14
15						W4/3	F4/3	66 / 100			15
16		16.50			Arenito carbonatado medianamente a muito alterado e muito a muitíssimo fracturado; amarelado. Diaclases sub-horizontais a sub-verticais de faces lisas a onduladas e rugosas, friáveis e muito arenitizadas.			18 / 100			16
17		17.00				W4/3	F4/3	90			17
					17m- Fim de Sondagem						
18											18
19											19
20											20

Observações : **Nível de água no final da furação: 8.50m. Foi instalado piezómetro hidraúlico de circuito aberto.**

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.com

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na integra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S25 CX1

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S25 CX2

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S25 CX3

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S25 CX4

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

Entidade : THOMAS & PIRON

Obra : **Empreendimento Clarissas**

SONDAGEM	Processo	Página
SC-26	**31524**	**1** de **2**

Data de Início	Equipamento	Prof. Final (m)	Data de Fim	Nivel Freático	Inclinação	Sistema	Coordenadas		Cota	Sondador	Técnico
12/11/2024	Geo-017 Casagrande M3D	16	13/11/2024		90°	PT-TM06 (ETRS89)	M= -84679.761	P= -96189.564	Z= 28.932	José Carlos	Paulo Correia

PROFUNDIDADE (m)	FURAÇÃO Ø	MANOBRAS	ESTRATIGRAFIA	SIMBOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA	ALTERAÇÃO (ISRM) W5 W4 W3 W2	FRACTURAÇÃO (ISRM) F5 F4 F3 F2	% RECUP. / % R.Q.D. 20 40 60 80	S.P.T. 1ª Fase (15cm) 2ª Fase (30cm) nº de Pancadas (Nspt) 10 20 30 40 50	ENSAIOS
0			At		Silte areno-argiloso, com abundantes fragmentos calcários, cerâmicos e restos de raízes frequentes; castanho.					
1.50	86mm Rotação	1.50	MT		Calcário gresoso fossilífero muito degradado e fracturado, fragmentável e desagregável, vacuolar; cinzento acastanhado.	W5/4	F5/4	40	10 / 60 (30 cm)	
					Marga silto-argilosa, pulverulenta com pequenos fragmentos calcários; castanha.					
3.00		3.00			Arenito siltoso carbonatado, por vezes levemente margoso, muito compacto; castanho.	W5/4	F5/4	17 / 60	60 (14 cm)	
					Calcário gresoso compacto muito resistente..	W4	F4			
4.50		4.50			Arenito siltoso carbonatado, por vezes levemente margoso, muito compacto, fossilífero; castanho.	W5/4	F5/4	23 / 80		
6.00		6.00			Margas argilosas; cinzento escuro com laivos alaranjados.			11 / 87	60 (15 cm)	
7.50		7.50			Calcário gresoso fossilífero, muito degradado e fracturado, fortemente fragmentável e desagregável, vacuolar; amarelado com passagens sem recuperação.			43	60 (10 cm)	
9.00		9.00			Calcarenito medianamente a muito alterado e muito a muitíssimo fracturado, fragmentável e desagregável; amarelado. Diaclases sub-horizontais de faces sub-rugosas, friáveis e arenitizadas.	W4 / W4/3	F5 / F5/4	67 / 67	60 (11 cm)	
10										

Observações : **Nível de água no final da furação: 10.0m. Foi instalado piezómetro hidraúlico de circuito aberto.**

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.com

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na integra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

Entidade : THOMAS & PIRON

Obra : **Empreendimento Clarissas**

SONDAGEM **SC-26**

Processo **31524**

Página **2** de **2**

Data de Início	Equipamento	Prof. Final (m)
12/11/2024	Geo-017 Casagrande M3D	16

Data de Fim	Nivel Freático	Inclinação	Sistema	Coordenadas		Cota	Sondador	Técnico
13/11/2024		90°	PT-TM06 (ETRS89)	M= -84679.761	P= -96189.564	Z= 28.932	José Carlos	Paulo Correia

PROFUNDIDADE (m)	FURAÇÃO Ø	MANOBRAS	ESTRATIGRAFIA	SIMBOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA	ALTERAÇÃO (ISRM) W5 W4 W3 W2	FRACTURAÇÃO (ISRM) F5 F4 F3 F2	% RECUP. / % R.Q.D. 20 40 60 80	S.P.T. 1ª Fase (15cm) 2ª Fase (30cm) nº de Pancadas (Nspt) 10 20 30 40 50	ENSAIOS	PROFUNDIDADE (m)
11	86mm Rotação	10.50	MT		Calcarenito medianamente a muito alterado e muito a muitíssimo fracturado, fragmentável e desagregável; amarelado. Diaclases sub-horizontais de faces sub-rugosas, friáveis e arenitizadas.	W4/3	F5/4	67	60 (8 cm)		11
12		12.00			Calcarenito fossilífero muito alterado e fracturado, por vezes fragmentável e desagregável; esbranquiçado. Diaclases sub-horizontais de faces onduladas e rugosas, friáveis e arenitizadas.			67			12
13		13.50			Arenito carbonatado muito degradado e fracturado, fragmentável e desagregável; amarelado.	W4	F5/4				13
14					Arenito carbonatado muito alterado e fracturado, por vezes fragmentável e desagregável; esbranquiçado. Diaclases sub-horizontais de faces onduladas, friáveis e fortemente arenitizadas.	W4	F5	67	60 (14 cm)		14
15		15.00			Arenito carbonatado medianamente alterado e muito fracturado, fragmentável e desagregável; amarelado com sintomas de carsificação.	W4	F4	39 80	16 60		15
16		16.00			16m- Fim de Sondagem	W3	F5/4	60	(14 cm)		16
17											17
18											18
19											19
20											20

Observações : **Nível de água no final da furação: 10.0m. Foi instalado piezómetro hidraúlico de circuito aberto.**

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.com

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na integra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S26 CX1

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S26 CX2

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S26 CX3

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S26 CX4

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

Entidade : THOMAS & PIRON

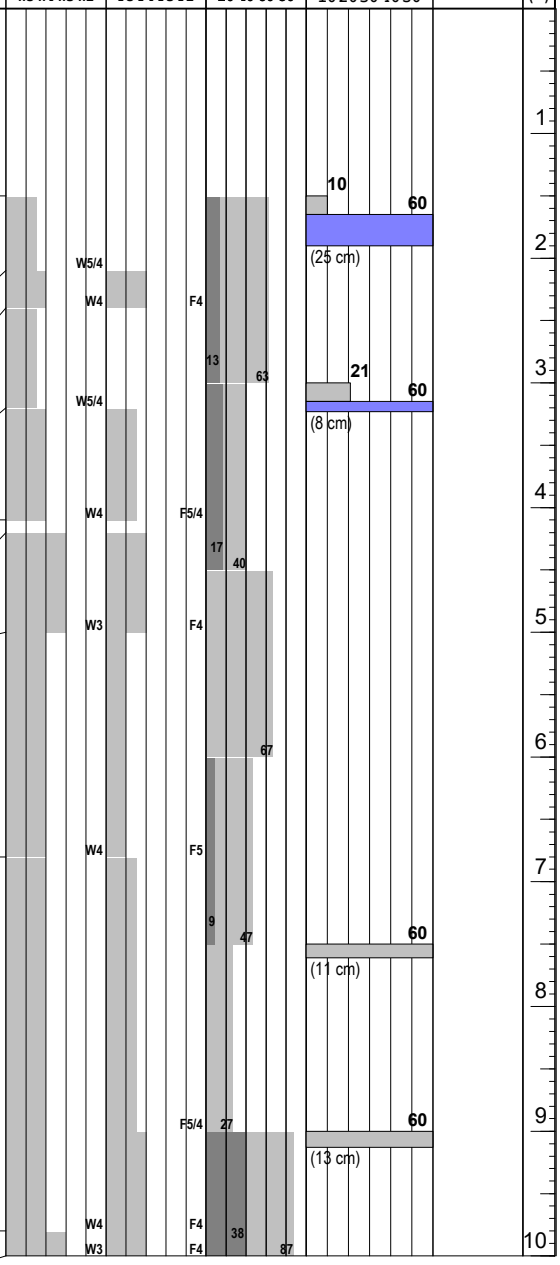
Obra : **Empreendimento Clarissas**

SONDAGEM
SC-27
Processo
31524
Página
1 de **2**

Data de Início	Equipamento	Prof. Final (m)
15/11/2024	**Geo-017 Casagrande M3D**	**13.5**

Data de Fim	Nivel Freático	Inclinação	Sistema	Coordenadas		Cota	Sondador	Técnico
18/11/2024		**90°**	**PT-TM06 (ETRS89)**	M= **-84681.464**	P= **-96271.525**	Z= **26.243**	**José Carlos**	**Paulo Correia**

PROFUNDIDADE (m)	FURAÇÃO Ø	MANOBRAS	ESTRATIGRAFIA	SIMBOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA
0	7" Destrutiva				
1		1.50	At		Areias siltosas a silto-argilosas, com fragmentos calcários; castanho.
2					Calcarenito fino, micáceo, friável e desagregável, muito consolidado, debitando-se em areia fina siltosa, muito compacta; amarela.
					Calcário gresoso compacto, muito resistente; castanho acinzentado.
3		3.00			Calcarenito fino, micáceo, friável e desagregável, muito consolidado, debitando-se em areia fina siltosa, muito compacta, por vezes com passagens sem recuperação; amarela.
4					Calcarenito fossilífero muito degradado e fracturado com passagens sem recuperação; castanho acinzentado.
					Margas argilosas; cinzento com laivos alaranjados.
5	86mm Rotação	4.50			Calcário gresoso fossilífero medianamente alterado e muito fracturado, vacuolar; amarelado. Diaclases sub-horizontais de faces rugosas, friáveis.
6		6.00	MT		Calcário gresoso fossilífero muito degradado e fracturado, fragmentável e desagregável, vacuolar; amarelado, com passagens sem recuperação.
7		7.50			Calcarenito fossilífero muito alterado e fracturado, com passagens fragmentáveis e desagregáveis, vacuolar; amarelado acinzentado. Diaclases sub-horizontais e sub-verticais de faces onduladas e rugosas, friáveis e arenitizadas.
8					
9		9.00			
10					



Observações : **Nível de água no final da furação: 10.20m.**

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.com

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na integra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

Entidade : THOMAS & PIRON

Obra : **Empreendimento Clarissas**

SONDAGEM	Processo	Página
SC-27	**31524**	**2** de **2**

Data de Início	Equipamento	Prof. Final (m)	Data de Fim	Nivel Freático	Inclinação	Sistema	Coordenadas		Cota	Sondador	Técnico
15/11/2024	**Geo-017 Casagrande M3D**	**13.5**	**18/11/2024**		**90°**	**PT-TM06 (ETRS89)**	M= **-84681.464**	P= **-96271.525**	Z= **26.243**	**José Carlos**	**Paulo Correia**

PROFUNDIDADE (m)	FURAÇÃO Ø	MANOBRAS	ESTRATIGRAFIA	SIMBOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA	ALTERAÇÃO (ISRM) W5 W4 W3 W2	FRACTURAÇÃO (ISRM) F5 F4 F3 F2	% RECUP. / % R.Q.D. 20 40 60 80	S.P.T. (1ª Fase 15cm, 2ª Fase 30cm; nº de Pancadas (Nspt))	ENSAIOS	PROFUNDIDADE (m)
11	86mm Rotação	10.50	MT		Calcarenito fossilífero medianamente alterado e muito fracturado, vacuolar; esbranquiçado. Diaclases sub-horizontais de faces rugosas, friáveis e arenitizadas.	W3	F4	38 / 87			11
					Idem, muito alterado e fracturado, fragmentável e desagregável.	W4	F5				
12		12.00			Idem, com diaclases sub-horizontais de faces rugosas, friáveis e fortemente arenitizadas.	W4	F5	31 / 100			12
13		13.50			Arenito carbonatado medianamente a muito alterado e muito fracturado, fragmentável e desagregável; amarelado. Diaclases sub-horizontais de faces sub-rugosas, friáveis e arenitizadas.	W4/3	F5/4	8 / 80			13
					13.5m- Fim de Sondagem						
14											14
15											15
16											16
17											17
18											18
19											19
20											20

Observações : **Nível de água no final da furação: 10.20m.**

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.com

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na integra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S27 CX1

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S27 CX2

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S27 CX3

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

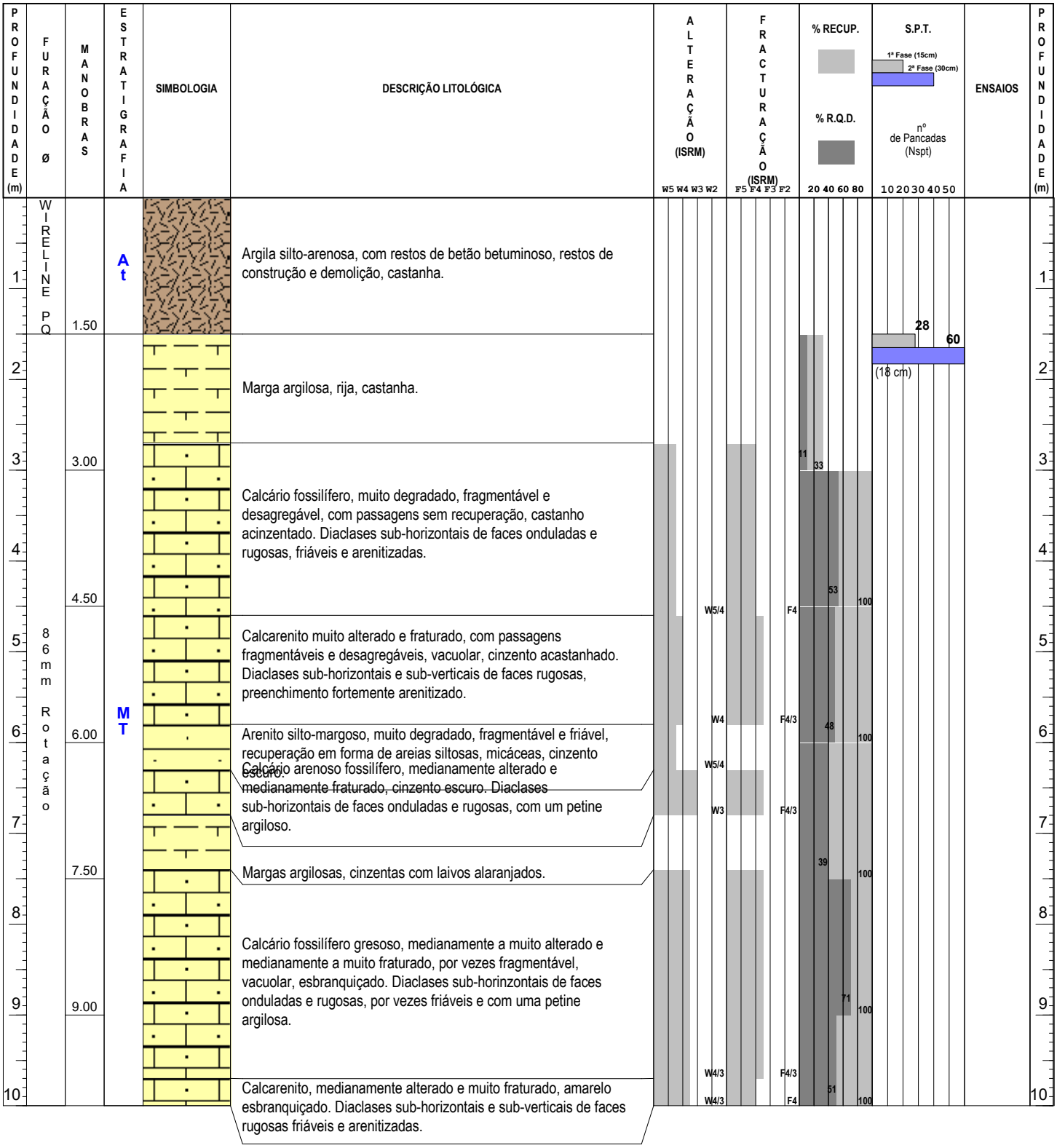
PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

Entidade : THOMAS & PIRON

Obra : **Empreendimento Clarissas**

SONDAGEM	Processo	Página
SC-28	**31524**	**1** de **2**

Data de Início	Equipamento	Prof. Final (m)	Data de Fim	Nivel Freático	Inclinação	Sistema	Coordenadas		Cota	Sondador	Técnico
7/11/2024	**Geo-017 Casagrande M3D**	**17**	**8/11/2024**	**12.84m**	**90°**	**PT-TM06 (ETRS89)**	M= **-84638.157**	P= **-96264.913**	Z= **25.718**	**Tiago Comba**	**Paulo Correia**



Observações : **Nível de água no final da furação: 4.10m. Foi instalado piezómetro hidraúlico de circuito aberto.**

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.com

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na integra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

Entidade : THOMAS & PIRON

Obra : **Empreendimento Clarissas**

SONDAGEM	Processo	Página
SC-28	**31524**	**2** de **2**

Data de Início	Equipamento	Prof. Final (m)	Data de Fim	Nivel Freático	Inclinação	Sistema	Coordenadas		Cota	Sondador	Técnico
7/11/2024	**Geo-017 Casagrande M3D**	**17**	**8/11/2024**	**12.84m**	**90°**	**PT-TM06 (ETRS89)**	M= **-84638.157**	P= **-96264.913**	Z= **25.718**	**Tiago Comba**	**Paulo Correia**

PROFUNDIDADE (m)	FURAÇÃO Ø	MANOBRAS	ESTRATIGRAFIA	SIMBOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA	ALTERAÇÃO (ISRM) W5 W4 W3 W2	FRACTURAÇÃO (ISRM) F5 F4 F3 F2	% RECUP. / % R.Q.D. 20 40 60 80	S.P.T. 1ª Fase (15cm) 2ª Fase (30cm) nº de Pancadas (Nspt)	ENSAIOS
10	86mm Rotação	10.50	MT		Calcarenito, medianamente alterado e muito fraturado, amarelo esbranquiçado. Diaclases sub-horizontais e sub-verticais de faces rugosas friáveis e arenitizadas.	W4/3	F4	51 / 100		
11					Calcário fossilífero, medianamente a muito alterado e muito fraturado, esbranquiçado. Diaclases sub-horizontais e sub-verticais de faces rugosas, friáveis e arenitizadas.	W4/3	F5/4			
12		12.00			Arenito carbonatado, muito alterado e fraturado, por vezes fragmentável e desagregável, amarelado. Diaclases sub-horizontais de faces rugosas, friáveis e arenitizadas.	W4	F4	45 / 100		
13		13.50			Calcarenito fossilífero, medianamente a muito alterado e muito fraturado, esbranquiçado. Diaclases sub-horizontais de faces onduladas e rugosas arenitizadas.			72 / 100		
14						W4/3	F4			
15		15.00			Calcarenito, medianamente alterado e fraturado, esbranquiçado. Diaclases sub-horizontais de faces onduladas, friáveis e arenitizadas.			59 / 100		
16						W3	F3			
		16.50			Arenito carbonatado, muito alterado e fraturado, por vezes fragmentável e friável, recuperado em forma de areia siltosa, esbranquiçado. Diaclases sub-horizontais de faces onduladas e rugosas, friável e fortemente arenitizadas.			35 / 87		
17		17.00				W4	F4	24 / 100		
18					17m- Fim de Sondagem					
19										
20										

Observações : **Nível de água no final da furação: 4.10m. Foi instalado piezómetro hidraúlico de circuito aberto.**

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.com

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na integra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S28 CX1

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S28 CX2

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S28 CX3

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S28 CX4

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S28 CX5

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

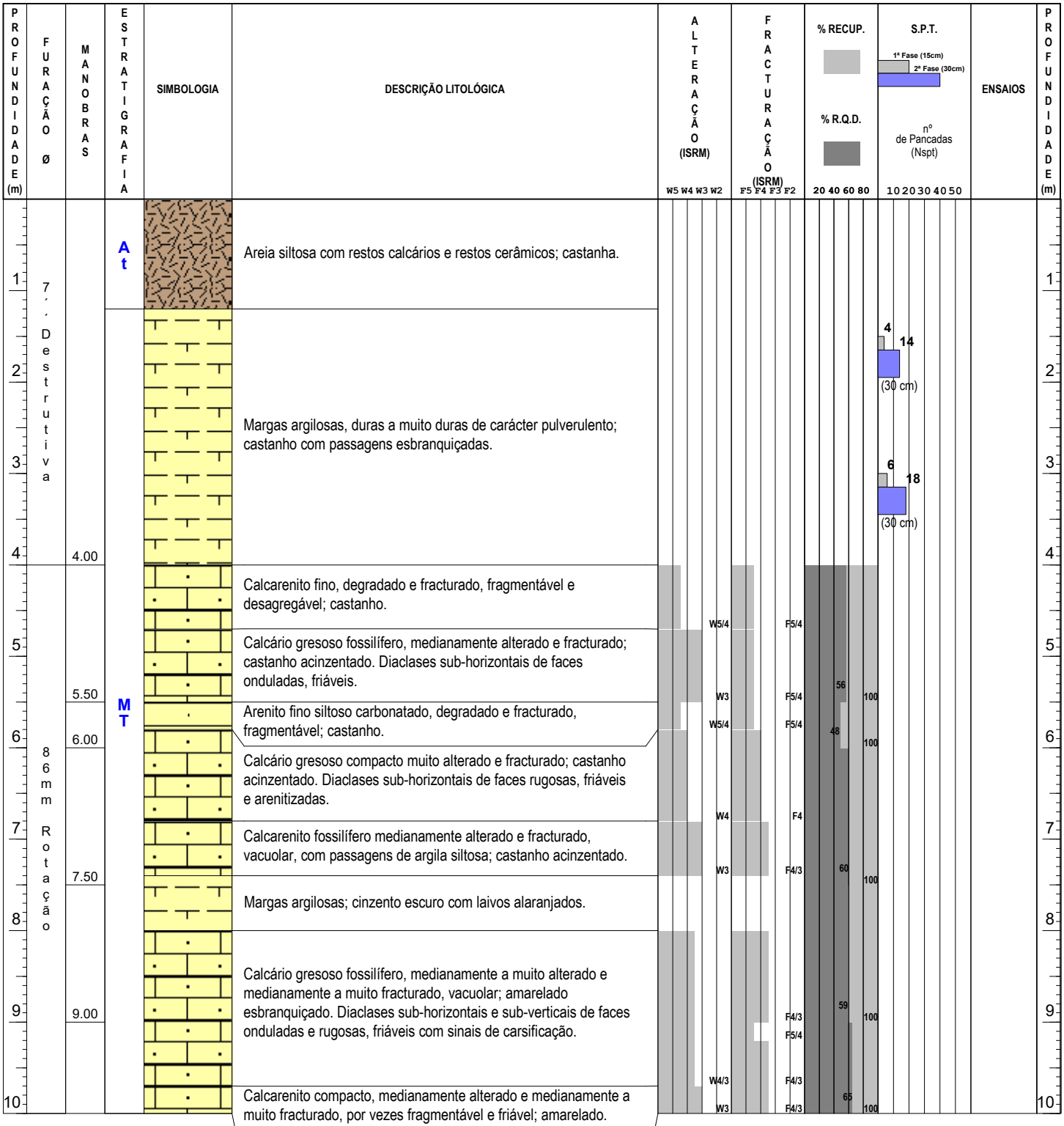
Entidade : THOMAS & PIRON

Obra : **Empreendimento Clarissas**

SONDAGEM
SC-29
Processo
31524
Página
1 de **2**

Data de Início	Equipamento	Prof. Final (m)
15/11/2024	**Geo-052 Comacchio 205**	**16.5**

Data de Fim	Nivel Freático	Inclinação	Sistema	Coordenadas		Cota	Sondador	Técnico
18/11/2024		**90°**	**PT-TM06 (ETRS89)**	M= **-84636.856**	P= **-96288.482**	Z= **25.903**	**António Rodrigues**	**Paulo Correia**



Observações : **Nível de água no final da furação: 12.50m.**

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.com

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na integra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

Entidade : THOMAS & PIRON

Obra : **Empreendimento Clarissas**

SONDAGEM	Processo	Página
SC-29	**31524**	**2** de **2**

Data de Início	Equipamento	Prof. Final (m)	Data de Fim	Nivel Freático	Inclinação	Sistema	Coordenadas		Cota	Sondador	Técnico
15/11/2024	**Geo-052 Comacchio 205**	**16.5**	**18/11/2024**		**90°**	**PT-TM06 (ETRS89)**	M= **-84636.856**	P= **-96288.482**	Z= **25.903**	**António Rodrigues**	**Paulo Correia**

PROFUNDIDADE (m)	FURAÇÃO Ø	MANOBRAS	ESTRATIGRAFIA	SIMBOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA	ALTERAÇÃO (ISRM) W5 W4 W3 W2	FRACTURAÇÃO (ISRM) F5 F4 F3 F2	% RECUP. / % R.Q.D. 20 40 60 80	S.P.T. (1ª Fase 15cm, 2ª Fase 30cm; nº de Pancadas (Nspt))	ENSAIOS	PROFUNDIDADE (m)
11	86mm Rotação	10.50	MT		Calcarenito compacto, medianamente alterado e medianamente a muito fracturado, por vezes fragmentável e friável; amarelado. Diaclases sub-horizontais e sub-verticais de faces onduladas e rugosas, friáveis.	W4 W3	F4 F4/3	65 / 100			11
12		12.00			Calcário fossilífero muito alterado e fracturado, fragmentável e desagregável, vacuolar; esbranquiçado.	W4	F4				12
13		13.50			Calcarenito muito alterado e medianamente a muito fracturado; esbranquiçado. Diaclases sub-horizontais de faces onduladas e rugosas, friáveis e arenitizadas.	W4	F5/4	32 / 100			13
14					Calcarenito fossilífero medianamente a muito alterado e medianamente a muito fracturado, fragmentável e desagregável, vacuolar; esbranquiçado. Diaclases sub-horizontais de faces onduladas e rugosas, friáveis e arenitizadas.	W4 W3	F5/4 F4/3 F4	75 / 100			14
15		15.00						67 / 100			15
16		16.50			Arenito carbonatado muito alterado e fracturado, fragmentável e friável; esbranquiçado.	W3 W4	F4/3 F5/4	49 / 100			16
17					16.5m- Fim de Sondagem						17
18											18
19											19
20											20

Observações : **Nível de água no final da furação: 12.50m.**

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.com

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na integra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S29 CX1

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S29 CX2

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S29 CX3

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S29 CX4

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S29 CX5

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

Entidade : THOMAS & PIRON

Obra : **Empreendimento Clarissas**

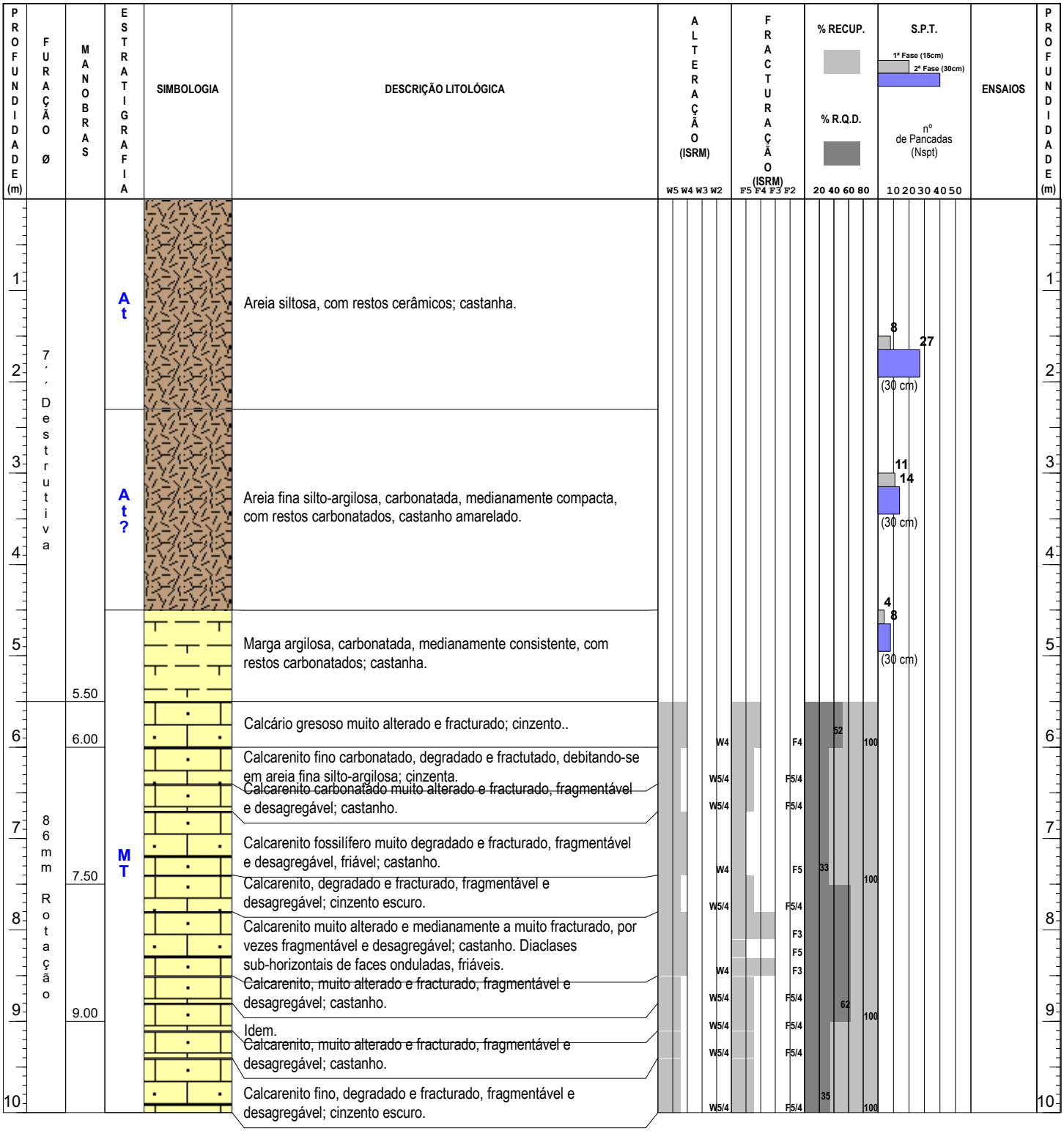
SONDAGEM **SC-30**

Processo **31524**

Página **1** de **2**

Data de Início	Equipamento	Prof. Final (m)
18/11/2024	Geo-052 Comacchio 205	16.5

Data de Fim	Nivel Freático	Inclinação	Sistema	Coordenadas		Cota	Sondador	Técnico
19/11/2024		90°	PT-TM06 (ETRS89)	M= -84594.727	P= -96280.006	Z= 25.848	António Rodrigues	Paulo Correia



Observações : **Nível de água no final da furação: 12.60m.**

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.com

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na integra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

Entidade : THOMAS & PIRON

Obra : **Empreendimento Clarissas**

SONDAGEM **SC-30**

Processo **31524**

Página **2** de **2**

Data de Início	Equipamento	Prof. Final (m)
18/11/2024	Geo-052 Comacchio 205	16.5

Data de Fim	Nivel Freático	Inclinação	Sistema	Coordenadas		Cota	Sondador	Técnico
19/11/2024		90°	PT-TM06 (ETRS89)	M= -84594.727	P= -96280.006	Z= 25.848	António Rodrigues	Paulo Correia

PROFUNDIDADE (m)	FURAÇÃO Ø	MANOBRAS	ESTRATIGRAFIA	SIMBOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA	ALTERAÇÃO (ISRM) W5 W4 W3 W2	FRACTURAÇÃO (ISRM) F5 F4 F3 F2	% RECUP. / % R.Q.D. 20 40 60 80	S.P.T. (1ª Fase 15cm, 2ª Fase 30cm; nº de Pancadas (Nspt))	ENSAIOS
10–11	86mm Rotação	10.50	MT		Calcário gresoso fossilífero muito alterado e fracturado, vacuolar; cinzento. Diaclases sub-horizontais de faces onduladas, friáveis.	W4	F4/3	35 / 100		
11–12					Margas argilosas; cinzento escuro com laivos alaranjados.					
12–13		12.00			Calcário gresoso fossilífero medianamente a muito alterado e medianamente a muito fracturado, vacuolar; amarelado esbranquiçado. Diaclases sub-horizontais e sub-verticais de faces onduladas e rugosas, friáveis e arenitizadas com precipitações de calcite.		F3 / F4	51 / 100		
13–14		13.50			Calcarenito compacto medianamente alterado e fracturado, fragmentável no topo; amarelado. Diaclases sub-horizontais e sub-verticais de faces rugosas, friáveis e arenitizadas.	W4/3 / W3	F4/3 F5/4 / F4/3	60 / 100		
14–15		15.00			Calcarenito fossilífero muito alterado e fracturado, fragmentável e desagregável, vacuolar; amarelado esbranquiçado. Diaclases sub-horizontais e sub-verticais de faces rugosas, friáveis e arenitizadas.			51 / 100		
15–16		16.50			Arenito carbonatado muito alterado e fracturado, fragmentável e desagregável; amarelado. Diaclases sub-horizontais e sub-verticais de faces onduladas e rugosas, friáveis e fortemente arenitizadas.	W4 / W4	F5/4 / F4	23 / 87		
16–17					16.5m- Fim de Sondagem					
17–20										

Observações : **Nível de água no final da furação: 12.60m.**

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.com

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na integra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S30 CX1

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S30 CX2

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S30 CX3

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S30 CX4

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

Entidade : THOMAS & PIRON

Obra : **Empreendimento Clarissas**

SONDAGEM **SC-31**

Processo **31524**

Página **1** de **2**

Data de Início	Equipamento	Prof. Final (m)
12/11/2024	Geo-052 Comacchio 205	13.5

Data de Fim	Nivel Freático	Inclinação	Sistema	Coordenadas		Cota	Sondador	Técnico
12/11/2024		90°	PT-TM06 (ETRS89)	M= -84592.585	P= -96310.065	Z= 22.236	António Rodrigues	Paulo Correia

PROFUNDIDADE (m)	FURAÇÃO Ø	MANOBRAS	ESTRATIGRAFIA	SIMBOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA	ALTERAÇÃO (ISRM) W5 W4 W3 W2	FRACTURAÇÃO (ISRM) F5 F4 F3 F2	% RECUP. / % R.Q.D. 20 40 60 80	S.P.T. 1ª Fase (15cm) 2ª Fase (30cm) nº de Pancadas (Nspt) 10 20 30 40 50	ENSAIOS	PROFUNDIDADE (m)
0			At		Areia siltosa, com restos de construção e demolição; castanha.						0
1											1
2	7´´ Destrutiva		At?		Areia fina silto-argilosa, carbonatada, medianamente compacta a compacta, com restos carbonatados, fossilífera; castanho amarelada.				3 12 (30 cm)		2
3									28 44 (30 cm)		3
4											4
5									8 24 (30 cm)		5
6		6.00									6
7	86mm Rotação		MT		Calcarenito fossilífero muito alterado e fracturado, por vezes fragmentável e desagregável, vacuolar; castanho acinzentado. Diaclases sub-horizontais de faces rugosas, friáveis e arenitizadas.	W4	F4				7
		7.50			Calcarenito, muito alterado e fraturado, micáceo e fossilífero, friável; castanho.	W5/4	F5/4	56 100			
8					Margas argilosas; cinzento escuro com laivos alaranjados.						8
9		9.00			Calcário gresoso fossilífero medianamente alterado e medianamente a muito fracturado, muito fragmentável na base, vacuolar; amarelado esbranquiçado. Diaclases sub-horizontais e sub-vertical de faces onduladas, friáveis e arenitizadas.	W3	F4/3	21 100 69 100			9
10											10

Observações : **Nível de água no final da furação: 10.30m.**

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.com

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na integra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

Entidade : THOMAS & PIRON

Obra : **Empreendimento Clarissas**

SONDAGEM	Processo	Página
SC-31	**31524**	**2** de **2**

Data de Início	Equipamento	Prof. Final (m)
12/11/2024	**Geo-052 Comacchio 205**	**13.5**

Data de Fim	Nivel Freático	Inclinação	Sistema	Coordenadas		Cota	Sondador	Técnico
12/11/2024		**90°**	**PT-TM06 (ETRS89)**	M= **-84592.585**	P= **-96310.065**	Z= **22.236**	**António Rodrigues**	**Paulo Correia**

PROFUNDIDADE (m)	FURAÇÃO Ø	MANOBRAS	ESTRATIGRAFIA	SIMBOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA	ALTERAÇÃO (ISRM) W5 W4 W3 W2	FRACTURAÇÃO (ISRM) F5 F4 F3 F2	% RECUP. / % R.Q.D. 20 40 60 80	S.P.T. 1ª Fase (15cm) 2ª Fase (30cm) nº de Pancadas (Nspt)	ENSAIOS	PROFUNDIDADE (m)
11	86mm Rotação	10.50	MT		Calcário gresoso fossilífero medianamente alterado e medianamente a muito fracturado, muito fragmentável na base, vacuolar; amarelado esbranquiçado. Diaclases sub-horizontais e sub-vertical de faces onduladas, friáveis e arenitizadas.	W3	F4/3	69 100			11
12		12.00			Calcarenito medianamente alterado e muito fracturado, por vezes fragmentável e desagregável; amarelado. Diaclases sub-horizontais e sub-verticais de faces rugosas, friáveis e arenitizadas.	W3	F5/4	23 100			12
13		13.50			Calcarenito fossilífero medianamente alterado e muito fracturado, vacuolar; amarelado esbranquiçado. Diaclases sub-horizontais de faces rugosas, friáveis e arenitizadas. Arenito carbonatado muito alterado e fracturado, por vezes fragmentável e desagregável; amarelado. Diaclases sub-horizontais de faces rugosas, friável e arenitizado. Calcarenito fossilífero medianamente alterado e muito fracturado, vacuolar; amarelado esbranquiçado. Diaclases sub-horizontais de faces rugosas, friáveis e arenitizadas.	W3 W4 W3	F4 F4 F4/3	80 100			13
14					13.5m- Fim de Sondagem						14
15											15
16											16
17											17
18											18
19											19
20											20

Observações : **Nível de água no final da furação: 10.30m.**

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.com

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na integra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S31 CX1

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S31 CX2

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S31 CX3

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

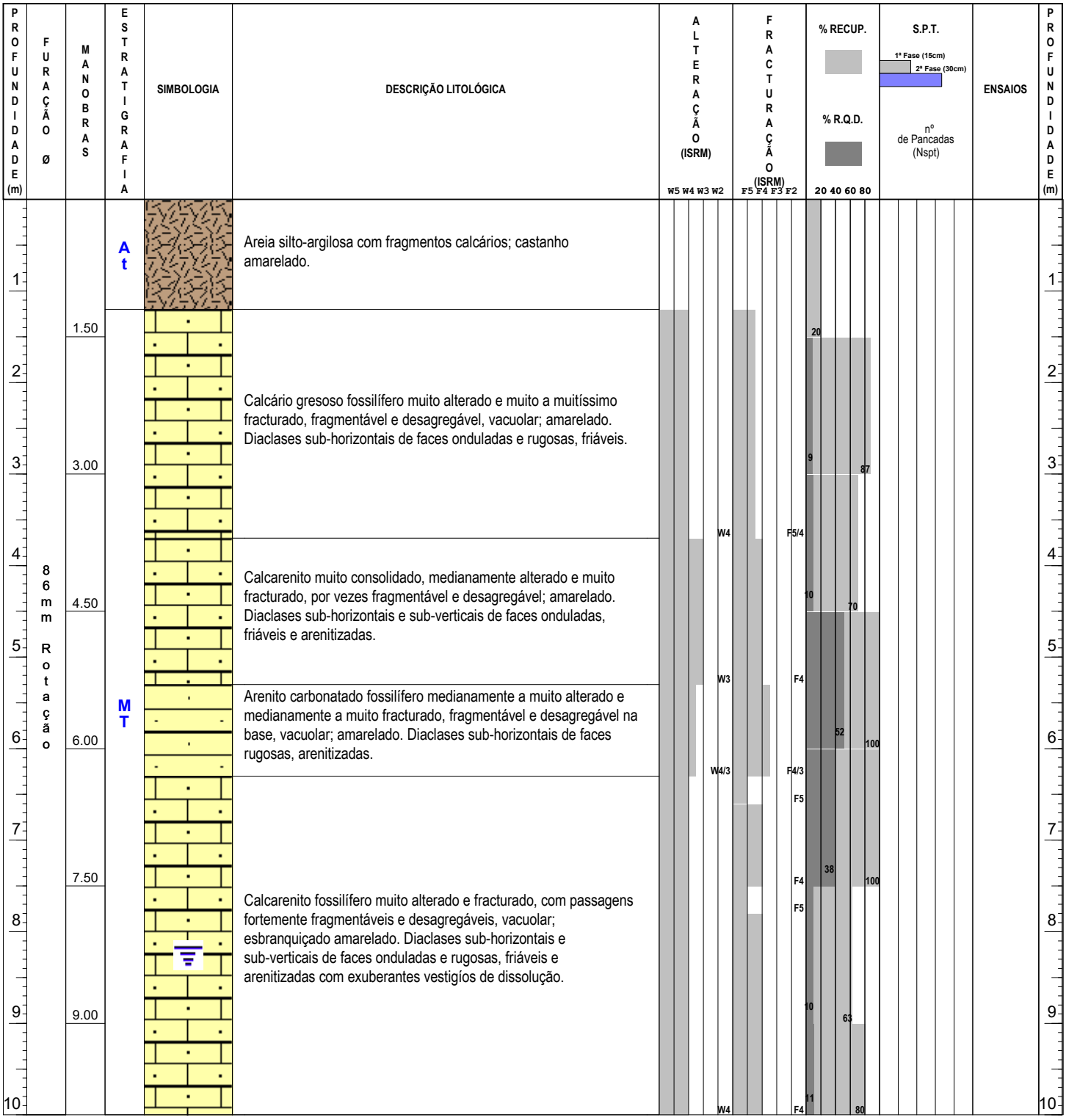
Entidade : THOMAS & PIRON

Obra : **Empreendimento Clarissas**

SONDAGEM	Processo	Página
SC-32	**31524**	**1** de **2**

Data de Início	Equipamento	Prof. Final (m)
14/11/2024	**Geo-017 Casagrande M3D**	**16.5**

Data de Fim	Nivel Freático	Inclinação	Sistema	Coordenadas		Cota	Sondador	Técnico
15/11/2024	**8.10m**	**90°**	**PT-TM06 (ETRS89)**	M= **-84523.847**	P= **-96353.060**	Z= **10.534**	**José Carlos**	**Paulo Correia**



Observações : **Nível de água no final da furação: 10.50m. Foi instalado piezómetro hidraúlico de circuito aberto.**

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.com

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na integra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

Entidade : THOMAS & PIRON

Obra : **Empreendimento Clarissas**

SONDAGEM	Processo	Página
SC-32	**31524**	**2** de **2**

Data de Início	Equipamento	Prof. Final (m)
14/11/2024	**Geo-017 Casagrande M3D**	**16.5**

Data de Fim	Nivel Freático	Inclinação	Sistema	Coordenadas		Cota	Sondador	Técnico
15/11/2024	**8.10m**	**90°**	**PT-TM06 (ETRS89)**	M= **-84523.847**	P= **-96353.060**	Z= **10.534**	**José Carlos**	**Paulo Correia**

PROFUNDIDADE (m)	FURAÇÃO Ø	MANOBRAS	ESTRATIGRAFIA	SIMBOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA	ALTERAÇÃO (ISRM) W5 W4 W3 W2	FRACTURAÇÃO (ISRM) F5 F4 F3 F2	% RECUP. / % R.Q.D. 20 40 60 80	S.P.T. (1ª Fase 15cm, 2ª Fase 30cm; nº de Pancadas (Nspt))	ENSAIOS	PROFUNDIDADE (m)
11	86mm Rotação	10.50	MT		Arenito carbonatado medianamente a muito alterado e muito fracturado, fragmentável e desagregável no topo; esbranquiçado. Diaclases sub-horizontais de faces onduladas, friáveis e arenitizadas.		F5	11 / 80			11
12		12.00						33 / 70			12
13						W4/3	F4				13
		13.50			Arenito carbonatado fossilífero muito alterado e fracturado, fragmentável e desagregável; esbranquiçado.			42 / 73			
14						W4	F4				14
					Calcarenito fossilífero muito alterado e fracturado, por vezes fragmentável, vacuolar; amarelado. Diaclases sub-horizontais e sub-verticais de faces rugosas, friáveis e arenitizadas.		F5				
15		15.00						32 / 77			15
						W4	F4				
16					Arenito carbonatado medianamente alterado e muito fracturado; amarelado. Diaclases sub-horizontais de faces sub-rugosas, friáveis e arenitizadas.						16
						W4/3	F4				
		16.50			Calcário gresoso medianamente alterado e fracturado; esbranquiçado. Diaclases sub-horizontais de faces onduladas.	W3	F4/3	19 / 73			
					16.5m- Fim de Sondagem						
17											17
18											18
19											19
20											20

Observações : **Nível de água no final da furação: 10.50m. Foi instalado piezómetro hidraúlico de circuito aberto.**

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.com

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na integra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S32 CX1

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S32 CX2

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S32 CX3

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S32 CX4

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S32 CX5

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

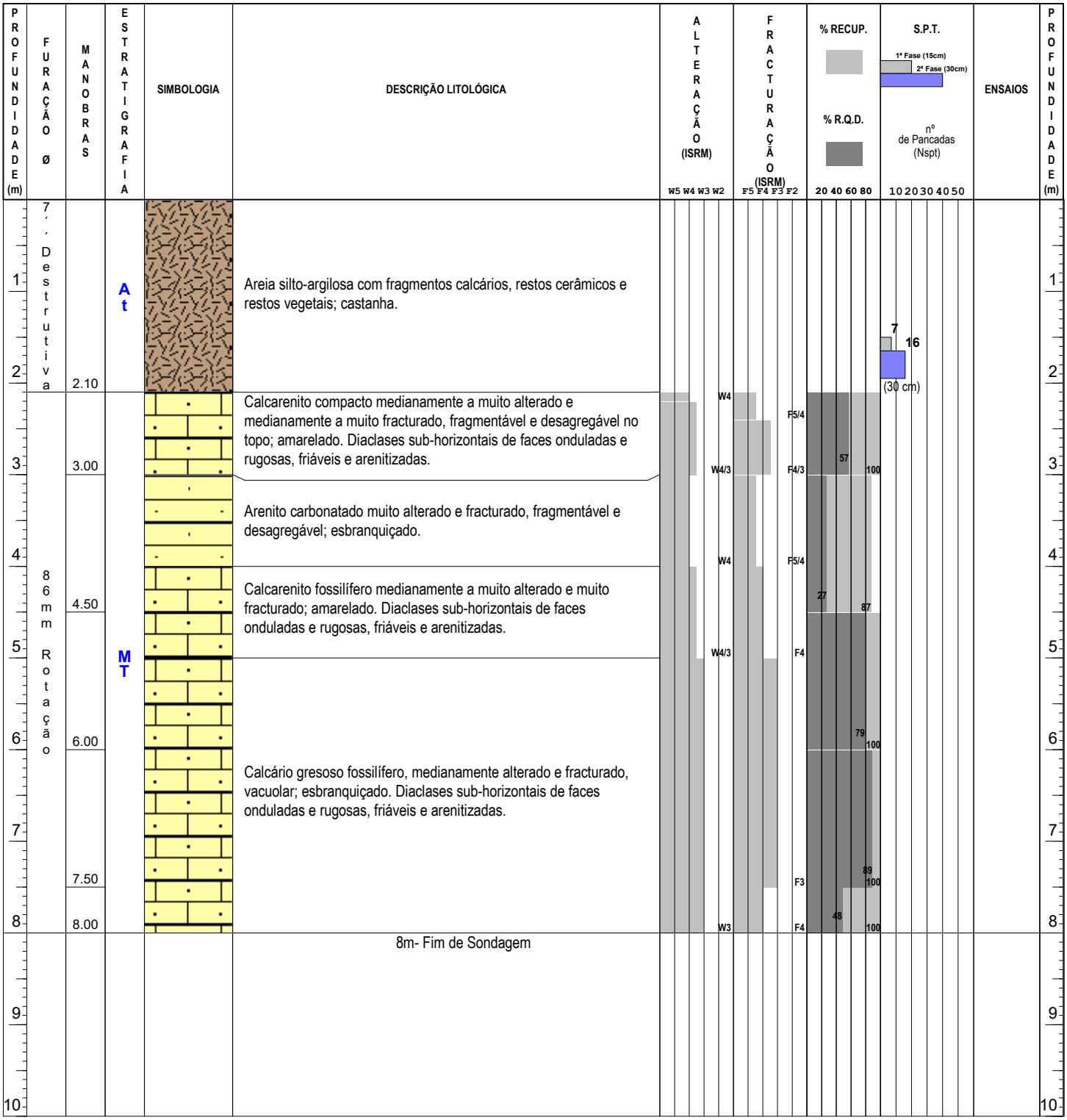
Entidade : THOMAS & PIRON

Obra : **Empreendimento Clarissas**

SONDAGEM	Processo	Página
SC-33	**31524**	**1** de **1**

Data de Início	Equipamento	Prof. Final (m)
14/11/2024	**Geo-052 Comacchio 205**	**8**

Data de Fim	Nivel Freático	Inclinação	Sistema	Coordenadas		Cota	Sondador	Técnico
15/11/2024		**90°**	**PT-TM06 (ETRS89)**	M= **-84492.718**	P= **-96392.497**	Z= **5.639**	**António Rodrigues**	**Paulo Correia**



Observações :

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.com

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na integra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S33 CX1

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S33 CX2

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

Entidade : THOMAS & PIRON

Obra : **Empreendimento Clarissas**

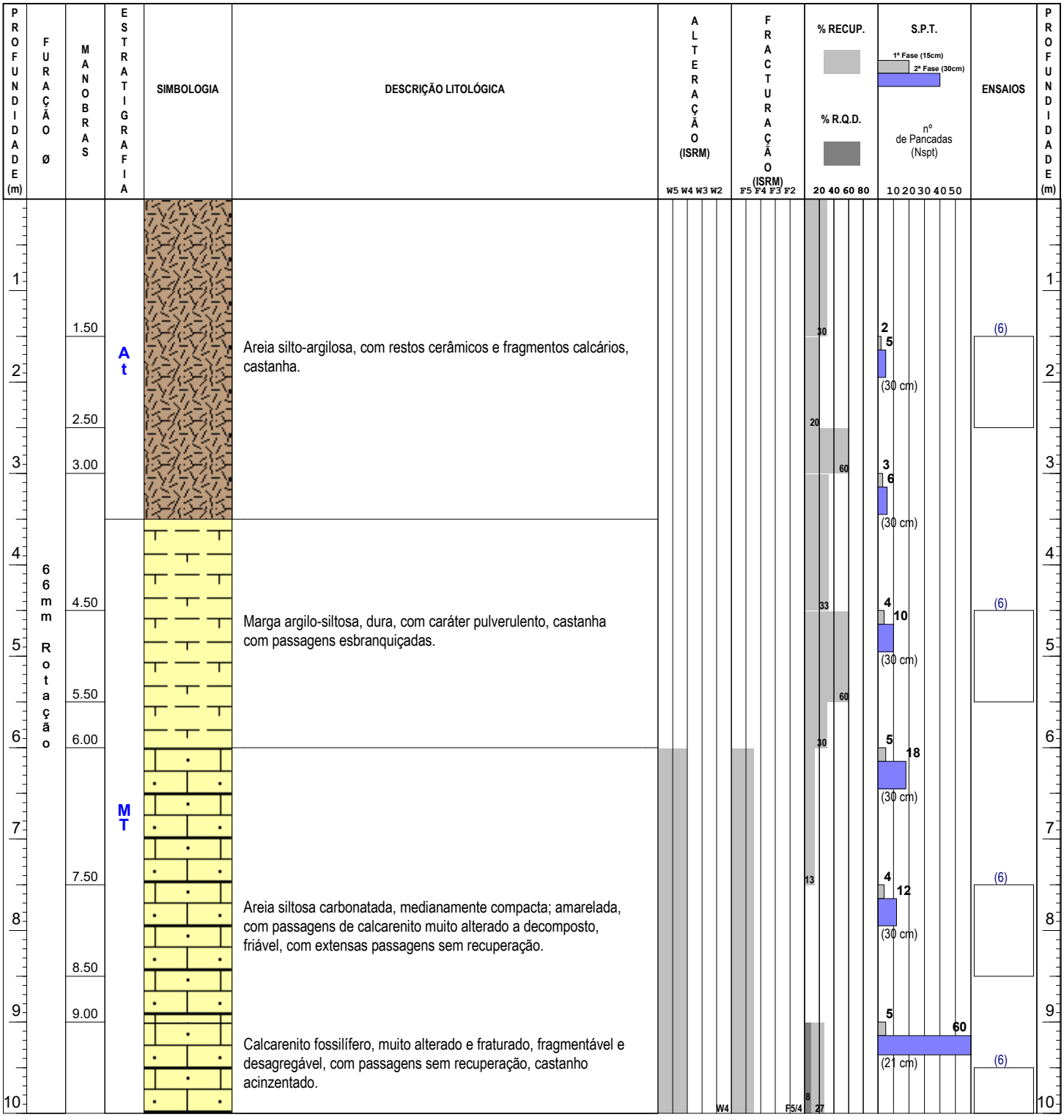
SONDAGEM **SC-34**

Processo **31524**

Página **1** de **3**

Data de Início	Equipamento	Prof. Final (m)
12/12/2024	Geo-017 Casagrande M3D	26.5

Data de Fim	Nivel Freático	Inclinação	Sistema	Coordenadas		Cota	Sondador	Técnico
16/12/2024		90°	PT-TM06 (ETRS89)	M= -84693.707	P= -96471.000	Z= 28.704	Alexandre Santos	Paulo Correia



Observações :

Legenda : **(6) - Ensaio Pressiométrico de "MENARD"**

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.com

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na integra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

Entidade : THOMAS & PIRON

Obra : **Empreendimento Clarissas**

SONDAGEM	Processo	Página
SC-34	**31524**	**2** de **3**

Data de Início	Equipamento	Prof. Final (m)
12/12/2024	**Geo-017 Casagrande M3D**	**26.5**

Data de Fim	Nivel Freático	Inclinação	Sistema	Coordenadas		Cota	Sondador	Técnico
16/12/2024		**90°**	**PT-TM06 (ETRS89)**	M= **-84693.707**	P= **-96471.000**	Z= **28.704**	**Alexandre Santos**	**Paulo Correia**

PROFUNDIDADE (m)	FURAÇÃO Ø	MANOBRAS	ESTRATIGRAFIA	SIMBOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA	ALTERAÇÃO (ISRM) W5 W4 W3 W2	FRACTURAÇÃO (ISRM) F5 F4 F3 F2	% RECUP. / % R.Q.D. 20 40 60 80	S.P.T. 1ª Fase (15cm) 2ª Fase (30cm) nº de Pancadas (Nspt) 10 20 30 40 50	ENSAIOS (6)	PROFUNDIDADE (m)
10	86mm Rotação	10.50	MT		Idem.	W4	F5/4	8 27	4 60		10
11					Marga argilosa, cinzenta com laivos alaranjados. Calcarenito fossilífero, muito alterado e fraturado, fragmentável e desagregável, com passagens sem recuperação, castanho acinzentado.	W4	F5/4		(26 cm)		11
12		12.00			Calcário gresoso fossilífero, muito alterado e fraturado, fragmentável e desagregável, esbranquiçado. Diaclases sub-horizontais de faces onduladas e rugosas.	W4	F4	7 63			12
13		13.50			Calcarenito compacto, medianamente a muito alterado e muito fraturado, fragmentável e desagregável, amarelado. Diaclases sub-horizontais de faces onduladas e sub-rugosas, friáveis.	W4	F5	19 100			13
14						W4/3	F4				14
15		15.00			Arenito carbonatado, muito alterado e muito a medianamente fraturado, fragmentável e desagregável, amarelado.	W4	F5/4	7 87			15
16		16.50			Calcarenito fossilífero, muito alterado e muito a muitíssimo fraturado, fragmentável e desagregável, com passagens sem recuperação, esbranquiçado. Diaclases sub-horizontais de faces onduladas e rugosas, friáveis e fortemente arenizadas.			23 85			16
17											17
18		18.00						57	60 (11 cm)		18
19		19.50			Calcarenito compacto, muito alterado e fraturado, esbranquiçado. Diaclases sub-horizontais de faces rugosas, friáveis.	W4	F5/4				19
20					Arenito carbonatado, muito alterado e muito a muitíssimo fraturado, fragmentável e desagregável, amarelado. Diaclases sub-horizontais e sub-verticais de faces onduladas e rugosas, friáveis e fortemente arenizadas.	W4	F4 F5/4	15 40 83	60 (6 cm)		20

Observações :

Legenda : **(6) - Ensaio Pressiométrico de "MENARD"**

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.com

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na integra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

Entidade : THOMAS & PIRON

Obra : **Empreendimento Clarissas**

SONDAGEM	Processo	Página
SC-34	**31524**	**3** de **3**

Data de Início	Equipamento	Prof. Final (m)	Data de Fim	Nivel Freático	Inclinação	Sistema	Coordenadas		Cota	Sondador	Técnico
12/12/2024	**Geo-017 Casagrande M3D**	**26.5**	**16/12/2024**		**90°**	**PT-TM06 (ETRS89)**	M= **-84693.707**	P= **-96471.000**	Z= **28.704**	**Alexandre Santos**	**Paulo Correia**

PROFUNDIDADE (m)	FURAÇÃO Ø	MANOBRAS	ESTRATIGRAFIA	SIMBOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA	ALTERAÇÃO (ISRM) W5 W4 W3 W2	FRACTURAÇÃO (ISRM) F5 F4 F3 F2	% RECUP. / % R.Q.D. 20 40 60 80	S.P.T. (1ª Fase 15cm, 2ª Fase 30cm; nº de Pancadas (Nspt))	ENSAIOS	PROFUNDIDADE (m)
21	86mm Rotação	21.00	MT		Arenito carbonatado, muito alterado e muito a muitíssimo fraturado, fragmentável e desagregável, amarelado. Diaclases sub-horizontais e sub-verticais de faces onduladas e rugosas, friáveis e fortemente arenizadas.			83			21
22		22.50						7 51			22
23					Calcarenito grosseiro, fossilífero, muito alterado e fraturado, amarelado. Diaclases sub-horizontais de faces sub-rugosas, friáveis e fortemente arenizadas.	W4	F5/4				23
24		24.00			Arenito carbonatado, muito consolidado, medianamente a muito alterado e muito fraturado, amarelado. Diaclases sub-horizontais de faces sub-rugosas, friáveis e arenizadas.	W4 W4/3	F4 F3	21 68			24
25						W4	F4				25
26		25.50			Calcarenito fossilífero, medianamente a muito alterado e medianamente a muito fraturado, esbranquiçado. Diaclases sub-horizontais de faces onduladas e sub-rugosas, friáveis e arenizadas.		F4/3	38 73			26
		26.50				W4/3	F4	30 60			
27					26.5m- Fim de Sondagem						27
28											28
29											29
30											30

Observações :

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.com

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na integra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S34 CX1

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S34 CX2

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S34 CX3

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S34 CX4

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S34 CX5

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S34 CX6

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

Entidade : THOMAS & PIRON

Obra : **Empreendimento Clarissas**

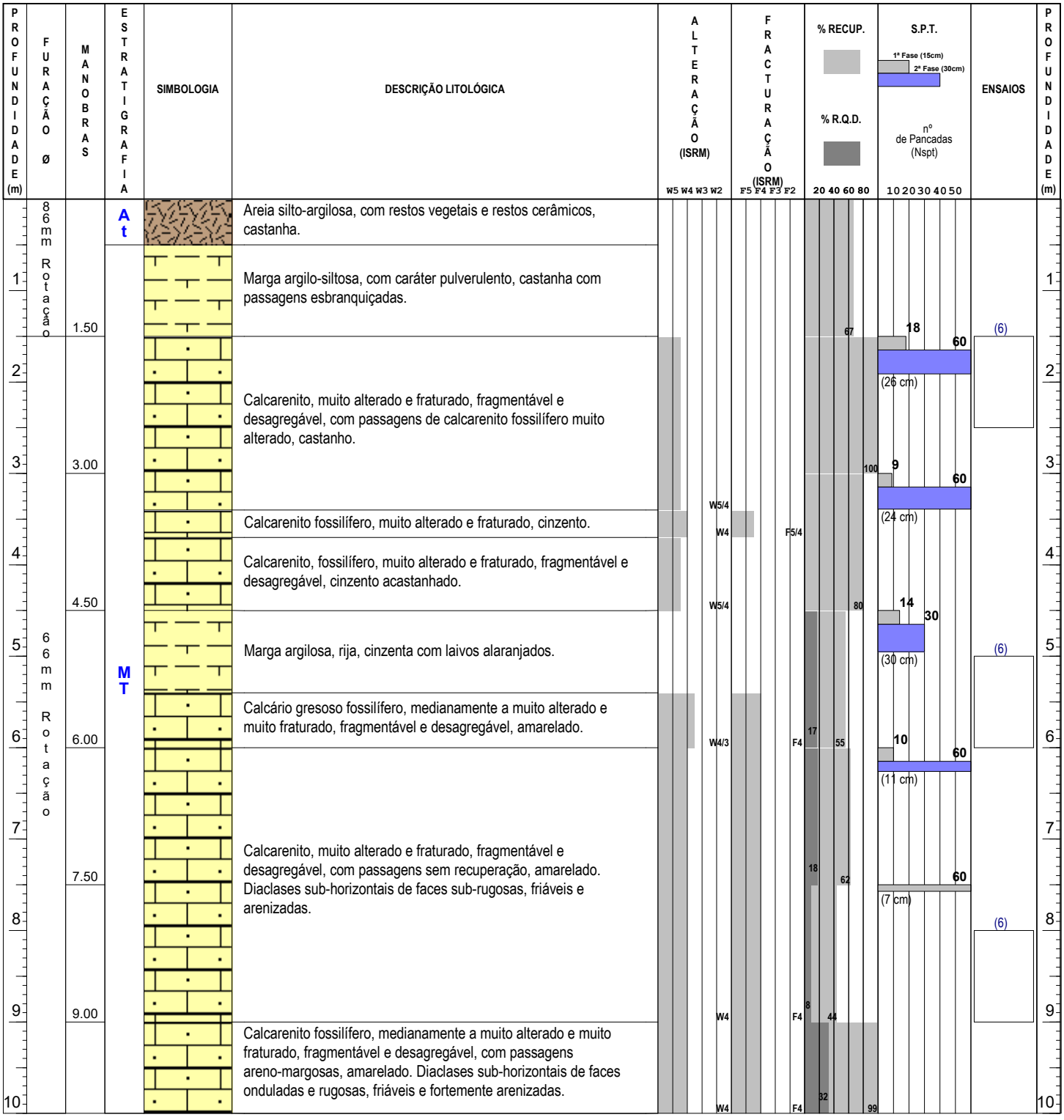
SONDAGEM **SC-35**

Processo **31524**

Página **1** de **4**

Data de Início	Equipamento	Prof. Final (m)
12/12/2024	Geo-047 Comacchio Geo 305	37.5

Data de Fim	Nivel Freático	Inclinação	Sistema	Coordenadas		Cota	Sondador	Técnico
12/12/2024		90°	PT-TM06 (ETRS89)	M= -84832.415	P= -96367.516	Z= 37.855	Vasco	Paulo Correia



Observações : **Nível de água no final da furação: 10.35m. Foi instalado piezómetro hidraúlico de circuito aberto.**

Legenda : **(6) - Ensaio Pressiométrico de "MENARD"**

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.com

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na integra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

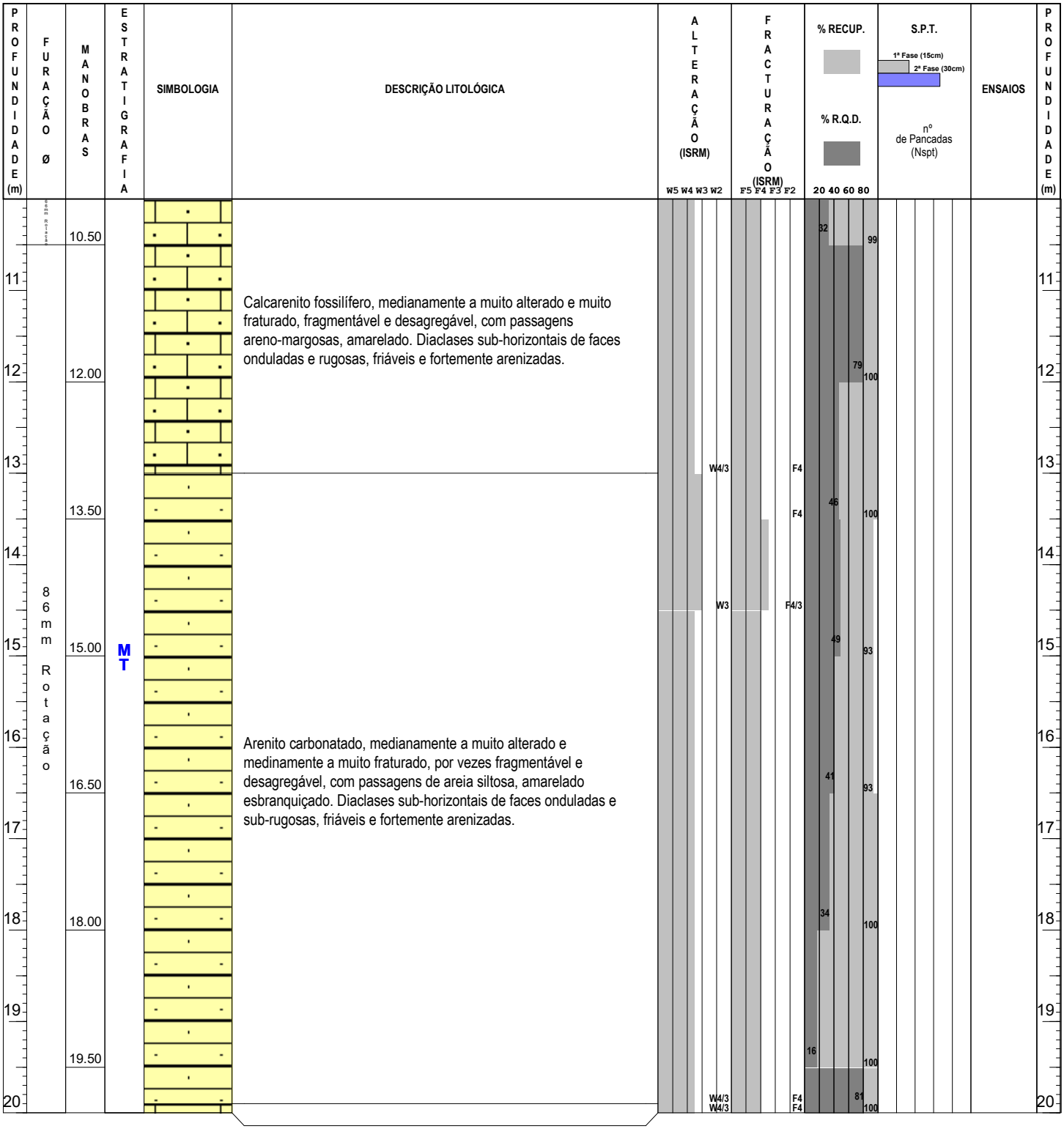
Entidade : THOMAS & PIRON

Obra : **Empreendimento Clarissas**

SONDAGEM	Processo	Página
SC-35	**31524**	**2** de **4**

Data de Início	Equipamento	Prof. Final (m)
12/12/2024	**Geo-047 Comacchio Geo 305**	**37.5**

Data de Fim	Nivel Freático	Inclinação	Sistema	Coordenadas		Cota	Sondador	Técnico
12/12/2024		**90°**	**PT-TM06 (ETRS89)**	M= **-84832.415**	P= **-96367.516**	Z= **37.855**	**Vasco**	**Paulo Correia**



Observações : **Nível de água no final da furação: 10.35m. Foi instalado piezómetro hidraúlico de circuito aberto.**

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.com

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na integra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

Entidade : THOMAS & PIRON

Obra : **Empreendimento Clarissas**

SONDAGEM	Processo	Página
SC-35	**31524**	**3** de **4**

Data de Início	Equipamento	Prof. Final (m)	Data de Fim	Nivel Freático	Inclinação	Sistema	Coordenadas		Cota	Sondador	Técnico
12/12/2024	Geo-047 Comacchio Geo 305	37.5	12/12/2024		90°	PT-TM06 (ETRS89)	M= -84832.415	P= -96367.516	Z= 37.855	Vasco	Paulo Correia

PROFUNDIDADE (m)	FURAÇÃO Ø	MANOBRAS	ESTRATIGRAFIA	SIMBOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA	ALTERAÇÃO (ISRM) W5 W4 W3 W2	FRACTURAÇÃO (ISRM) F5 F4 F3 F2	% RECUP. / % R.Q.D. 20 40 60 80	S.P.T. (1ª Fase 15cm, 2ª Fase 30cm; nº de Pancadas (Nspt))	ENSAIOS
21	86mm Rotação	21.00	MT		Calcarenito fossilífero, medianamente a muito alterado e muito fraturado, por vezes fragmentável e desagregável, amarelado. Diaclases sub-horizontais e sub-verticais de faces onduladas e rugosas, friáveis e arenizadas.			81 / 100		
22		22.50			Arenito carbonatado, compacto, medianamente a muito alterado e muito fraturado, com passagens fragmentáveis e desagregáveis, amarelado. Diaclases sub-horizontais de faces sub-rugosas, friáveis e arenizadas.	W4/3	F4	53 / 100		
23						W4/3	F4			
24		24.00			Calcário gresoso compacto, medianamente a muito alterado e fraturado, amarelado esbranquiçado. Diaclases sub-horizontais e sub-verticais de faces onduladas e rugosas, friáveis e fortemente arenizadas.			60 / 100		
25		25.50			Calcarenito fossilífero, medianamente alterado e fraturado, esbranquiçado. Diaclases sub-horizontais de faces onduladas, friáveis.	W4/3	F4/3	89 / 100		
26					Margas argilosas, cinzento escuras, com laivos alaranjados.	W3	F4/3			
27		27.00						11 / 100		
28					Calcário gresoso fossilífero, medianamente a muito alterado e fraturado, esbranquiçado.	W3	F3			
29		28.50			Arenito carbonatado, muito alterado e medianamente a muito fraturado, fragmentável e desagregável, com passagens de areia siltosa, amarelado. Diaclases sub-horizontais e sub-verticais de faces onduladas e rugosas, friáveis e fortemente arenizadas.			51 / 100		
30		30.00				W4	F4/3	56 / 100		

Observações : **Nível de água no final da furação: 10.35m. Foi instalado piezómetro hidraúlico de circuito aberto.**

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.com

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na integra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

Entidade : THOMAS & PIRON

Obra : **Empreendimento Clarissas**

SONDAGEM	Processo	Página
SC-35	**31524**	**4** de **4**

Data de Início	Equipamento	Prof. Final (m)
12/12/2024	Geo-047 Comacchio Geo 305	37.5

Data de Fim	Nivel Freático	Inclinação	Sistema	Coordenadas		Cota	Sondador	Técnico
12/12/2024		90°	PT-TM06 (ETRS89)	M= -84832.415	P= -96367.516	Z= 37.855	Vasco	Paulo Correia

PROFUNDIDADE (m)	FURAÇÃO Ø	MANOBRAS	ESTRATIGRAFIA	SIMBOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA	ALTERAÇÃO (ISRM) W5 W4 W3 W2	FRACTURAÇÃO (ISRM) F5 F4 F3 F2	% RECUP. / % R.Q.D. 20 40 60 80	S.P.T. (1ª Fase 15cm, 2ª Fase 30cm; nº de Pancadas (Nspt))	ENSAIOS	PROFUNDIDADE (m)
31	86mm Rotação	31.50	MT		Arenito carbonatado, muito alterado e medianamente a muito fraturado, fragmentável e desagregável, com passagens de areia siltosa, amarelado. Diaclases sub-horizontais e sub-verticais de faces onduladas e rugosas, friáveis e fortemente arenizadas.		F4/3 F5/4 F3 F5/4	37 100 29 100			31
32											32
33		33.00									33
34					Calcário gresoso fossilífero, medianamente alterado e fraturado, amarelado. Diaclases sub-horizontais de faces rugosas, friáveis.	W4 W3	F5/4 F4/3	29 100			34
35		34.50			Calcário gresoso fossilífero, medianamente a muito alterado e medianamente a muito fraturado, com passagens fortemente margosas e margo-arenosas, esbranquiçado amarelado. Diaclases sub-horizontais e sub-verticais de faces onduladas e rugosas, friáveis.						35
36		36.00						53 100			36
37		37.50			Margas argilosas, cinzento escuras.	W4/3	F4/3	28 100			37
38					37.5m- Fim de Sondagem						38
39											39
40											40

Observações : **Nível de água no final da furação: 10.35m. Foi instalado piezómetro hidraúlico de circuito aberto.**

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.com

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na integra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S35 CX1

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S35 CX2

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S35 CX3

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S35 CX4

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S35 CX5

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S35 CX6

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S35 CX7

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S35 CX8

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S35 CX9

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S35 CX10

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S35 CX11

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S35 CX12

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S35 CX13

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

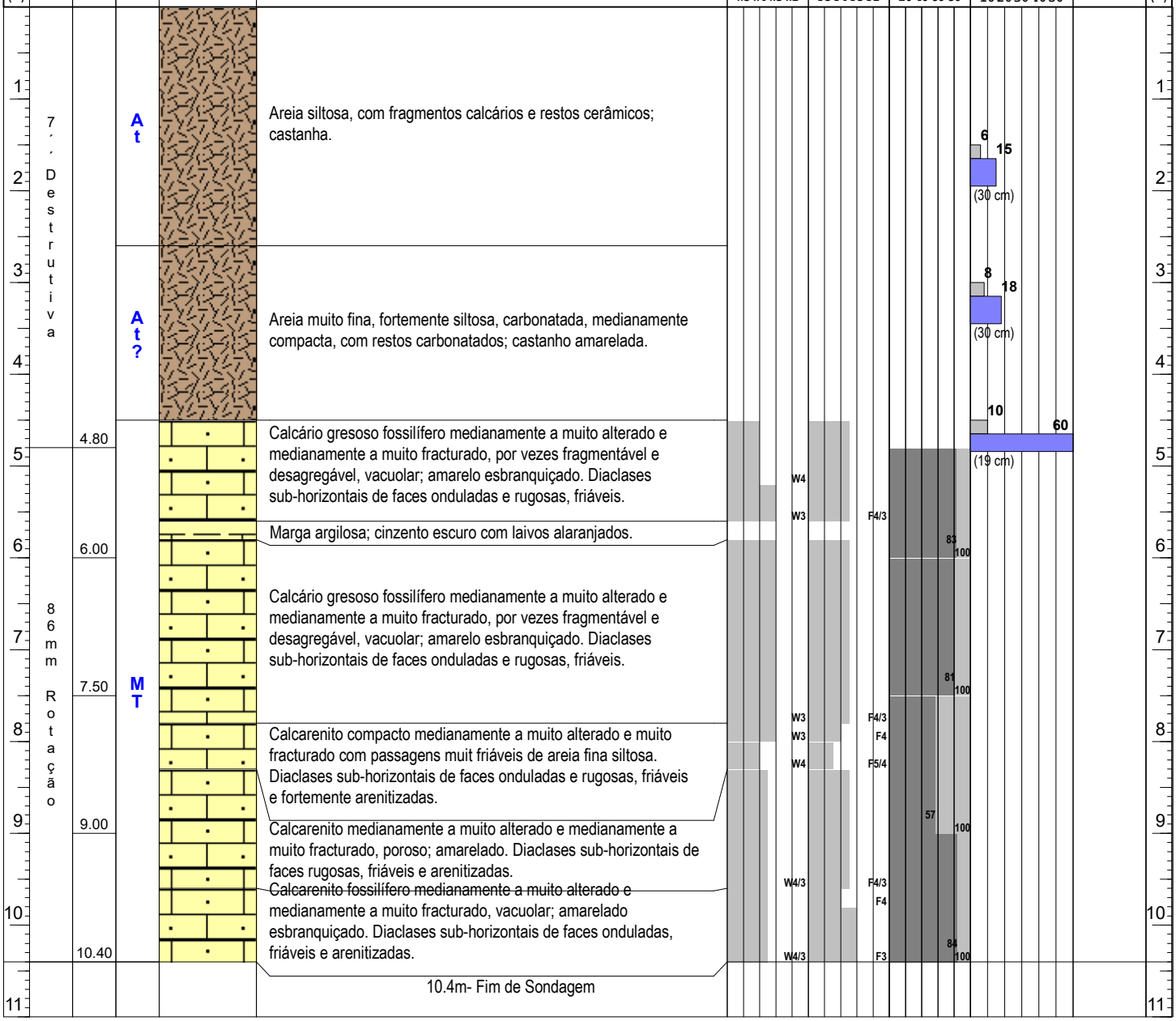
Entidade : THOMAS & PIRON

Obra : **Empreendimento Clarissas**

SONDAGEM	Processo	Página
SV-1	**31524**	**1** de **1**

Data de Início	Equipamento	Prof. Final (m)
14/11/2024	**Geo-052 Comacchio 205**	**10.4**

Data de Fim	Nivel Freático	Inclinação	Sistema	Coordenadas		Cota	Sondador	Técnico
14/11/2024		**90°**	**PT-TM06 (ETRS89)**	M= **-84624.548**	P= **-96377.569**	Z= **20.057**	**António Rodrigues**	**Paulo Correia**



Observações : **Nível de água no final da furação: 4.80m.**

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.com

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na integra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.

TESTEMUNHO DA SONDAGEM SV-1 CX1

TESTEMUNHO DA SONDAGEM SV-1 CX2

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

Entidade : THOMAS & PIRON

Obra : **Empreendimento Clarissas**

SONDAGEM **SV-2**

Processo **31524**

Página **1** de **2**

Data de Início	Equipamento	Prof. Final (m)
13/11/2024	Geo-052 Comacchio 205	12

Data de Fim	Nivel Freático	Inclinação	Sistema	Coordenadas		Cota	Sondador	Técnico
13/11/2024		90°	PT-TM06 (ETRS89)	M= -84615.885	P= -96344.797	Z= 21.799	António Rodrigues	Paulo Correia

PROFUNDIDADE (m)	FURAÇÃO Ø	MANOBRAS	ESTRATIGRAFIA	SIMBOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA	ALTERAÇÃO (ISRM) W5 W4 W3 W2	FRACTURAÇÃO (ISRM) F5 F4 F3 F2	% RECUP. / % R.Q.D. 20 40 60 80	S.P.T. 1ª Fase (15cm) 2ª Fase (30cm) nº de Pancadas (Nspt) 10 20 30 40 50	ENSAIOS	PROFUNDIDADE (m)
0					Areia siltosa com restos vegetais; castanha.						0
1	7´´ Destrutiva		At		Areia fina siltosa, com restos carbonatados; castanha.				6 14 (30 cm)		1
2											2
3									8 19 (30 cm)		3
4											4
5									6 11 (30 cm)		5
6		6.70			Argila silto-arenosa, com fragmentos de cerâmica; castanho.				6 14 (30 cm)		6
7	86mm Rotação	7.50	MT		Calcário gresoso fossilífero, medianamente a muito alterado e muito a medianamente fracturado, com passagens fortemente fragmentáveis e desagregáveis, vacuolar; amarelado. Diaclases sub-horizontais e sub-verticais de faces rugosas, friáveis, com sintomas de carsificação.	W4/3 W3	F4 F5 F4/3 F5 F3	36 61 46			7
8											8
9		9.00			Calcarenito medianamente alterado e fracturado; esbranquiçado. Diaclases sub-horizontais e sub-verticais de faces onduladas, friáveis.			100 100 93			9
10											10

Observações : **Nível de água no final da furação: 9.80m.**

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.com

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na integra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

Entidade : THOMAS & PIRON

Obra : **Empreendimento Clarissas**

SONDAGEM
SV-2
Processo
31524
Página
2 de **2**

Data de Início	Equipamento	Prof. Final (m)
13/11/2024	**Geo-052 Comacchio 205**	**12**

Data de Fim	Nivel Freático	Inclinação	Sistema	Coordenadas		Cota	Sondador	Técnico
13/11/2024		**90°**	**PT-TM06 (ETRS89)**	M= **-84615.885**	P= **-96344.797**	Z= **21.799**	**António Rodrigues**	**Paulo Correia**

PROFUNDIDADE (m)	FURAÇÃO Ø	MANOBRAS	ESTRATIGRAFIA	SIMBOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA	ALTERAÇÃO (ISRM) W5 W4 W3 W2	FRACTURAÇÃO (ISRM) F5 F4 F3 F2	% RECUP. / % R.Q.D. 20 40 60 80	S.P.T. (1ª Fase 15cm, 2ª Fase 30cm; nº de Pancadas (Nspt))	ENSAIOS	PROFUNDIDADE (m)
11	86mm Rotação	10.50	MT		Calcarenito muito degradado e fracturado, fragmentável e desagregável; esbranquiçado. Calcarenito fossilífero, medianamente a muito alterado e muito fracturado, por vezes fragmentável e desagregável; amarelado. Diaclases sub-horizontais de faces sub-rugosas, friáveis e arenitizadas.	W4 W3	F5/4 F5 F4	46 93			11
12		12.00			Calcarenito fossilífero, muito alterado e fracturado, vacuolar; esbranquiçado. Diaclases sub-horizontais de faces rugosas, friáveis e arenitizadas.	W4	F4	76 100			12
					12m- Fim de Sondagem						
13											13
14											14
15											15
16											16
17											17
18											18
19											19
20											20

Observações : **Nível de água no final da furação: 9.80m.**

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.com

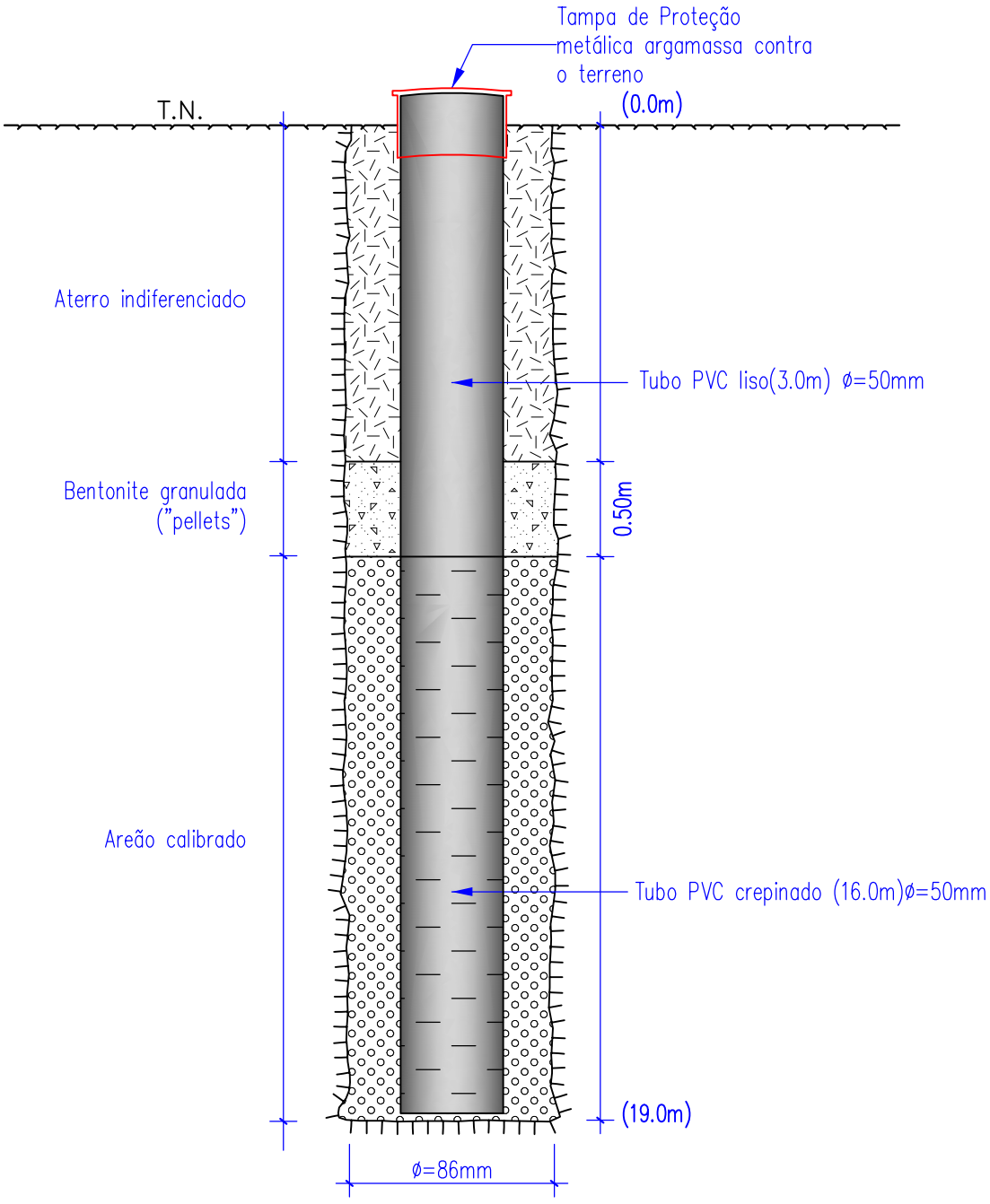
Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na integra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.

TESTEMUNHO DA SONDAGEM SV2 CX1

TESTEMUNHO DA SONDAGEM SV2 CX2

geocontrole Soluções em Geotecnia e Geologia		**PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA**				PIEZÓMETRO **PZ-SC1**
		Entidade: THOMAS & PIRON				PROCESSO 31524
		Obra: **Empreendimento Clarissas**				Página 1 de 1
Data Inicial 04-11-2024	Equipamento	Prof. Final (m) 19.0	Inclinação	Coordenadas		Cota
Data Final 05-11-2024	GEO-017 Casagrande	Desenhador Nuno Neto	90º	M= - 84780.026	P= - 96136.922	Z= 37.687
						Técnico Paulo Correia

Medição	Horas	Prof. (m)
29-11-2024		Seco
19-12-2024		Seco
22-01-2025		Seco



Observações:

Rua D. Nuno Álvares Pereira, N.º 4 Bloco 4 – Parque Oriente – 2699-501 Bobadela LRS PORTUGAL Telefone: (+351) 219 958 000 – Telefax: (+351) 219 958 001 E-mail: mail@geocontrole.pt / Internet: www.geocontrole.pt

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

Entidade: THOMAS & PIRON

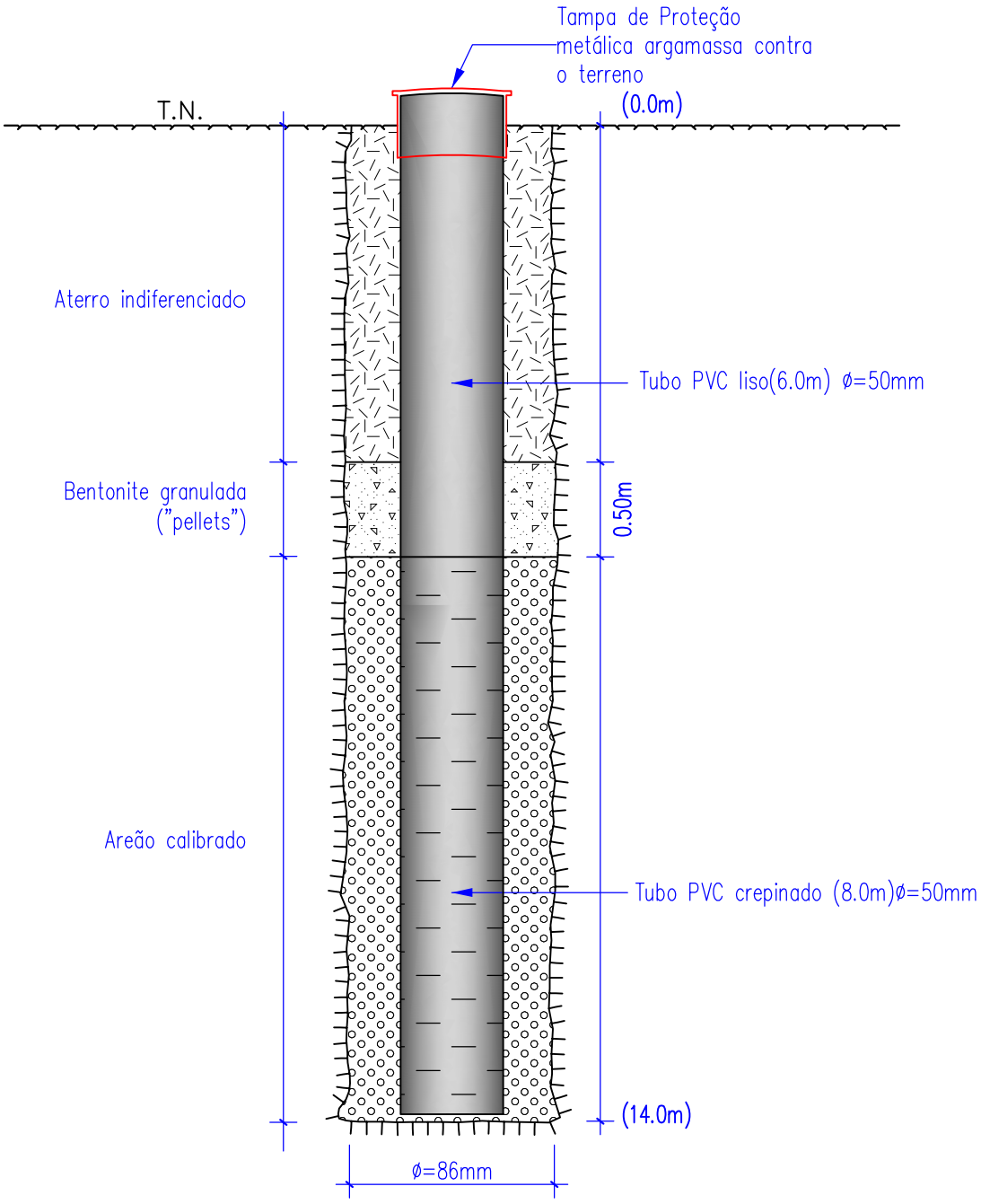
Obra: **Empreendimento Clarissas**

PIEZÓMETRO	PROCESSO	Página
PZ-SC4	31524	1 de 1

Data Inicial	Equipamento	Prof. Final (m)
08-11-2024		14.0
Data Final	GEO-052 Comacchio	**Desenhador**
11-11-2024		Nuno Neto

Inclinação	Coordenadas		Cota	Técnico
90º	M= - 84788.301	P= - 96225.302	Z= 33.242	Paulo Correia

Medição	Horas	Prof. (m)
29-11-2024		Seco
19-12-2024		Seco
22-01-2025		Seco

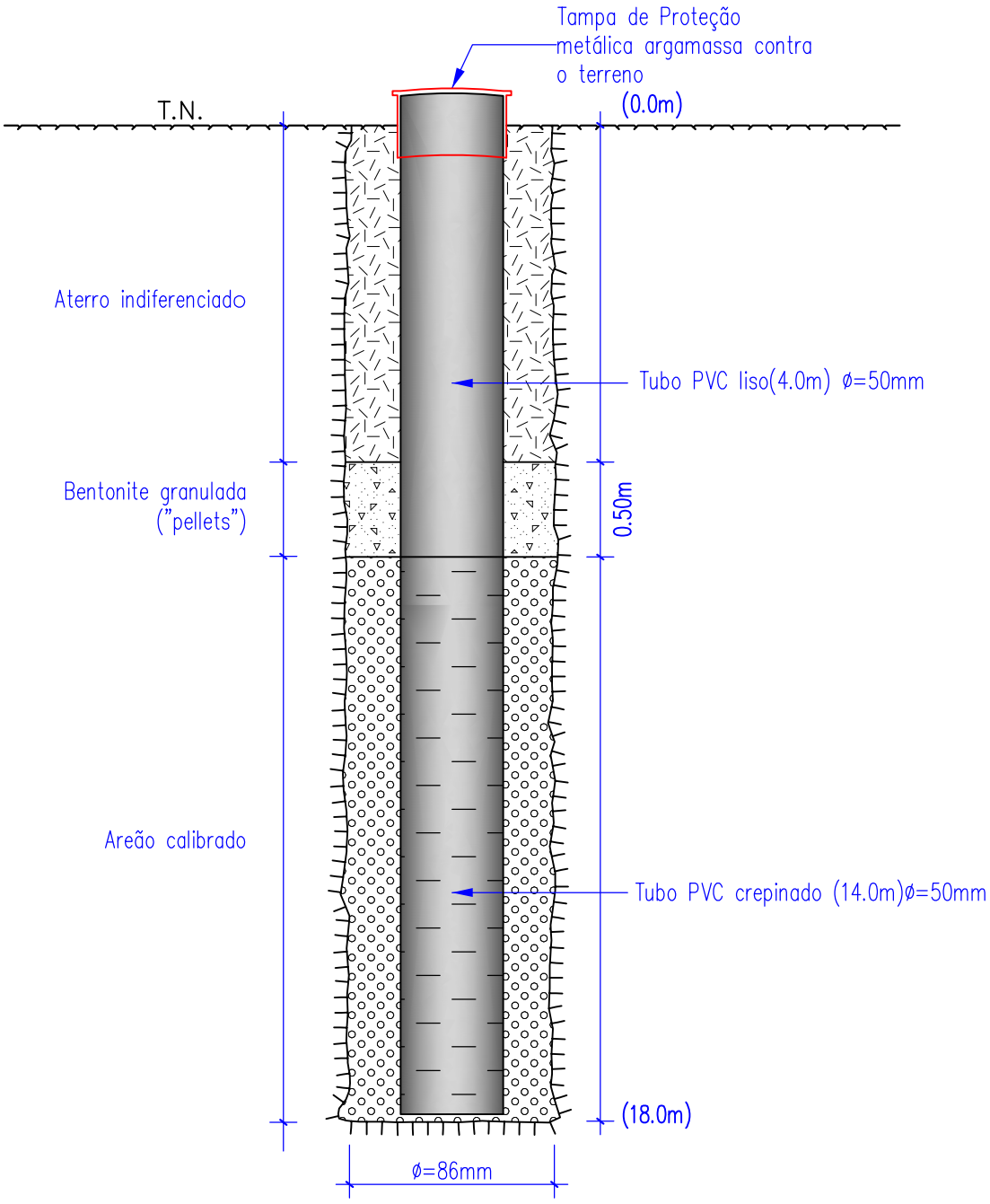


Observações:

Rua D. Nuno Álvares Pereira, N.º 4 Bloco 4 – Parque Oriente – 2699-501 Bobadela LRS PORTUGAL Telefone: (+351) 219 958 000 – Telefax: (+351) 219 958 001 E-mail: mail@geocontrole.pt / Internet: www.geocontrole.pt

geocontrole Soluções em Geotecnia e Geologia	PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA Entidade: THOMAS & PIRON Obra: **Empreendimento Clarissas**					PIEZÓMETRO **PZ-SC9** PROCESSO 31524
Data Inicial 31-10-2024	Equipamento GEO-017 Casagrande	Prof. Final (m) 18.0				Página 1 de 1
Data Final 31-10-2024		Desenhador Nuno Neto	Inclinação 90º	Coordenadas M= - 84857.541 P= - 96294.843	Cota Z= 38.622	Técnico Paulo Correia

Medição	Horas	Prof. (m)
29-11-2024		15.72
19-12-2024		15.50
22-01-2025		15.68

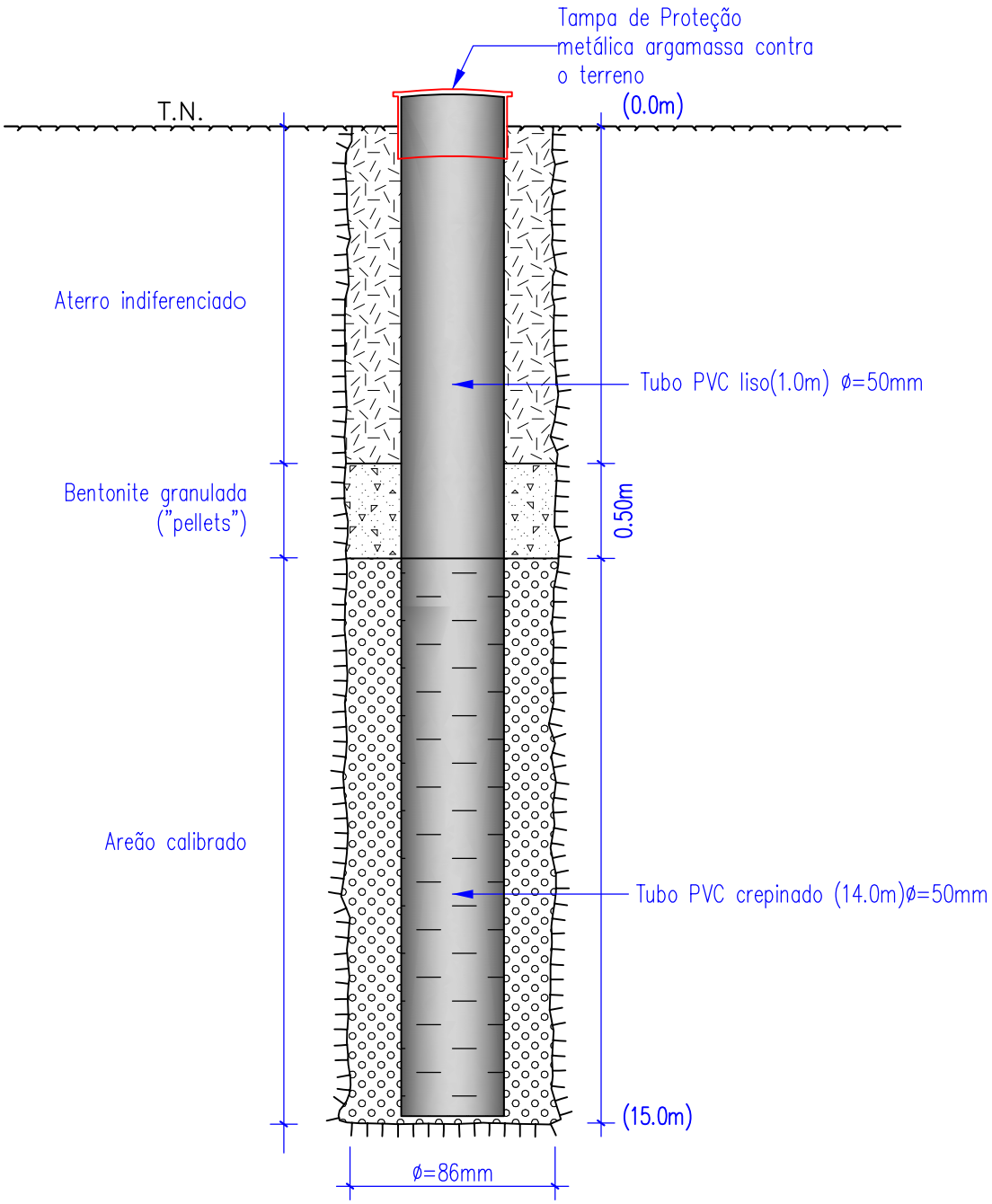


Observações:

Rua D. Nuno Álvares Pereira, N.º 4 Bloco 4 – Parque Oriente – 2699-501 Bobadela LRS PORTUGAL Telefone: (+351) 219 958 000 – Telefax: (+351) 219 958 001 E-mail: mail@geocontrole.pt / Internet: www.geocontrole.pt

geocontrole – Soluções em Geotecnia e Geologia	PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA					PIEZÓMETRO
	Entidade: THOMAS & PIRON					**PZ-SC14**
						PROCESSO
	Obra: **Empreendimento Clarissas**					31524
Data Inicial	Equipamento	Prof. Final (m)				Página
30-10-2024		15.0				1 de 1
Data Final	GEO-017 Casagrande	Desenhador	Inclinação	Coordenadas		Cota / Técnico
30-10-2024		Nuno Neto	90°	M= - 84762.979	P= - 96389.916	Z= 35.113 / Paulo Correia

Medição	Horas	Prof. (m)
29-11-2024		Seco
19-12-2024		Seco
22-01-2025		Seco

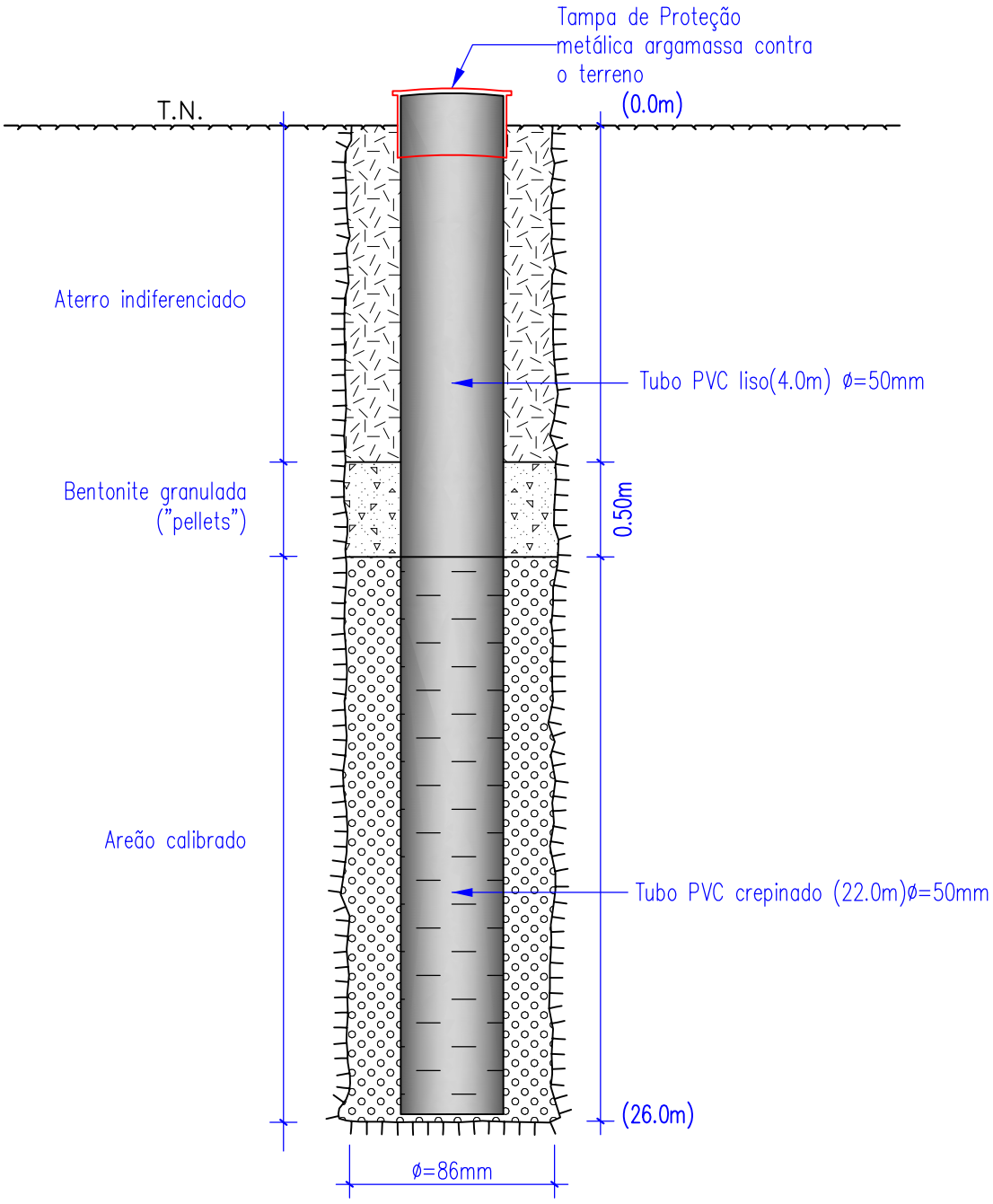


Observações:

Rua D. Nuno Álvares Pereira, N.º 4 Bloco 4 – Parque Oriente – 2699-501 Bobadela LRS PORTUGAL Telefone: (+351) 219 958 000 – Telefax: (+351) 219 958 001 E-mail: mail@geocontrole.pt / Internet: www.geocontrole.pt

geocontrole Soluções em Geotecnia e Geologia	PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA Entidade: THOMAS & PIRON Obra: **Empreendimento Clarissas**					PIEZÓMETRO **PZ-SC19** PROCESSO 31524
Data Inicial 17-12-2024	Equipamento GEO-017 Casagrande	Prof. Final (m) 26.0				Página 1 de 1
Data Final 19-12-2024		Desenhador Nuno Neto	Inclinação 90º	Coordenadas M= - 84667.006 / P= - 96460.650	Cota Z=28.554	Técnico Paulo Correia

Medição	Horas	Prof. (m)
19-12-2024		14.23
22-01-2025		14.86



Observações:

Rua D. Nuno Álvares Pereira, N.º 4 Bloco 4 – Parque Oriente – 2699-501 Bobadela LRS PORTUGAL Telefone: (+351) 219 958 000 – Telefax: (+351) 219 958 001 E-mail: mail@geocontrole.pt / Internet: www.geocontrole.pt

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

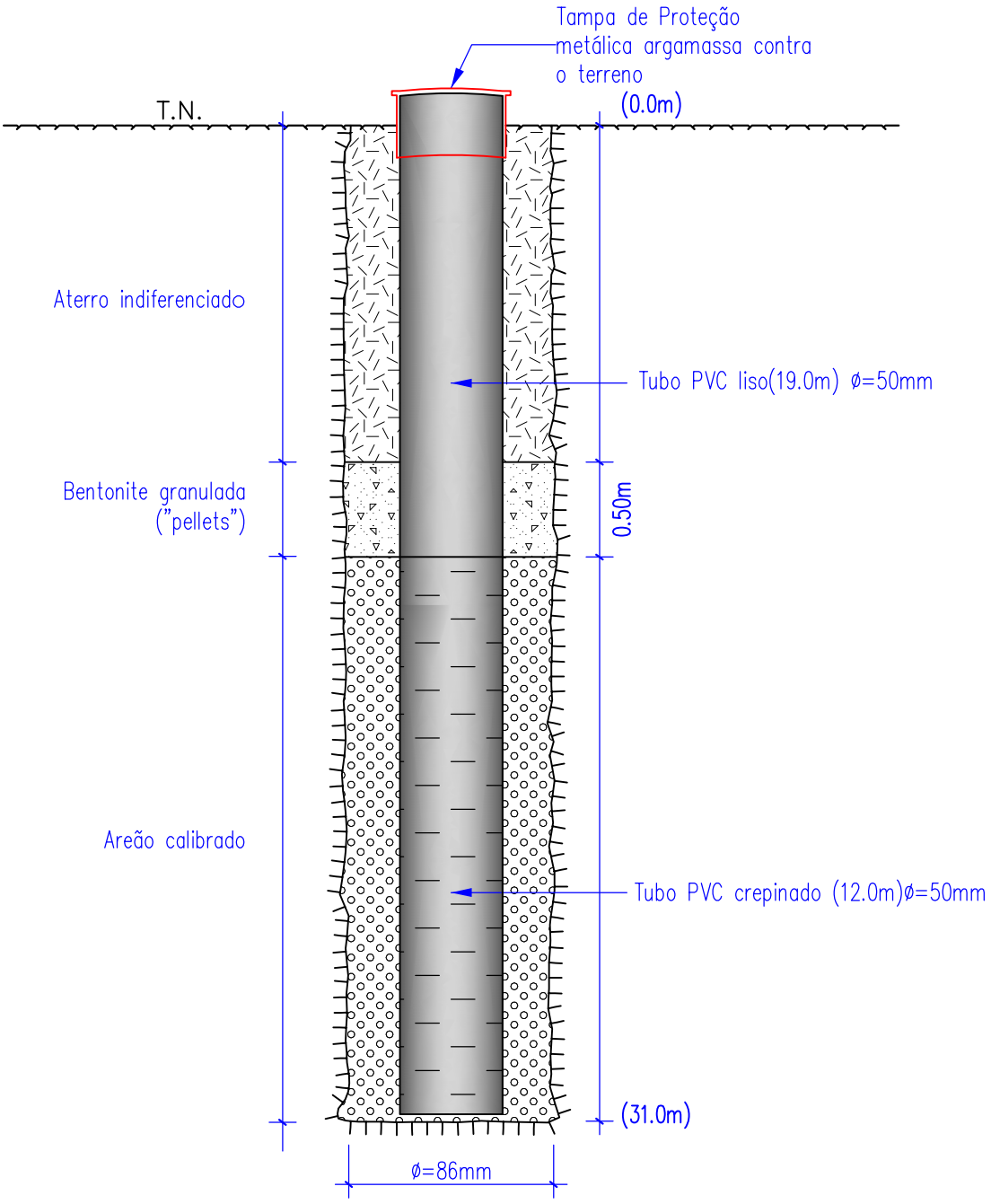
Entidade: THOMAS & PIRON

Obra: **Empreendimento Clarissas**

PIEZÓMETRO	PROCESSO	Página
PZ-SC20	31524	1 de 1

Data Inicial	Equipamento	Prof. Final (m)	Inclinação	Coordenadas		Cota	Técnico
04-11-2024		31.0					
Data Final	GEO-052 Comacchio	Desenhador	90º	M= - 84745.393	P= - 96429.812	Z= 32.643	Paulo Correia
07-11-2024		Nuno Neto					

Medição	Horas	Prof. (m)
29-11-2024		23.50
19-12-2024		22.27
22-01-2025		23.07



Observações:

Rua D. Nuno Álvares Pereira, N.º 4 Bloco 4 – Parque Oriente – 2699-501 Bobadela LRS PORTUGAL Telefone: (+351) 219 958 000 – Telefax: (+351) 219 958 001 E-mail: mail@geocontrole.pt / Internet: www.geocontrole.pt

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

Entidade: THOMAS & PIRON

Obra: **Empreendimento Clarissas**

PIEZÓMETRO
PZ-SC25

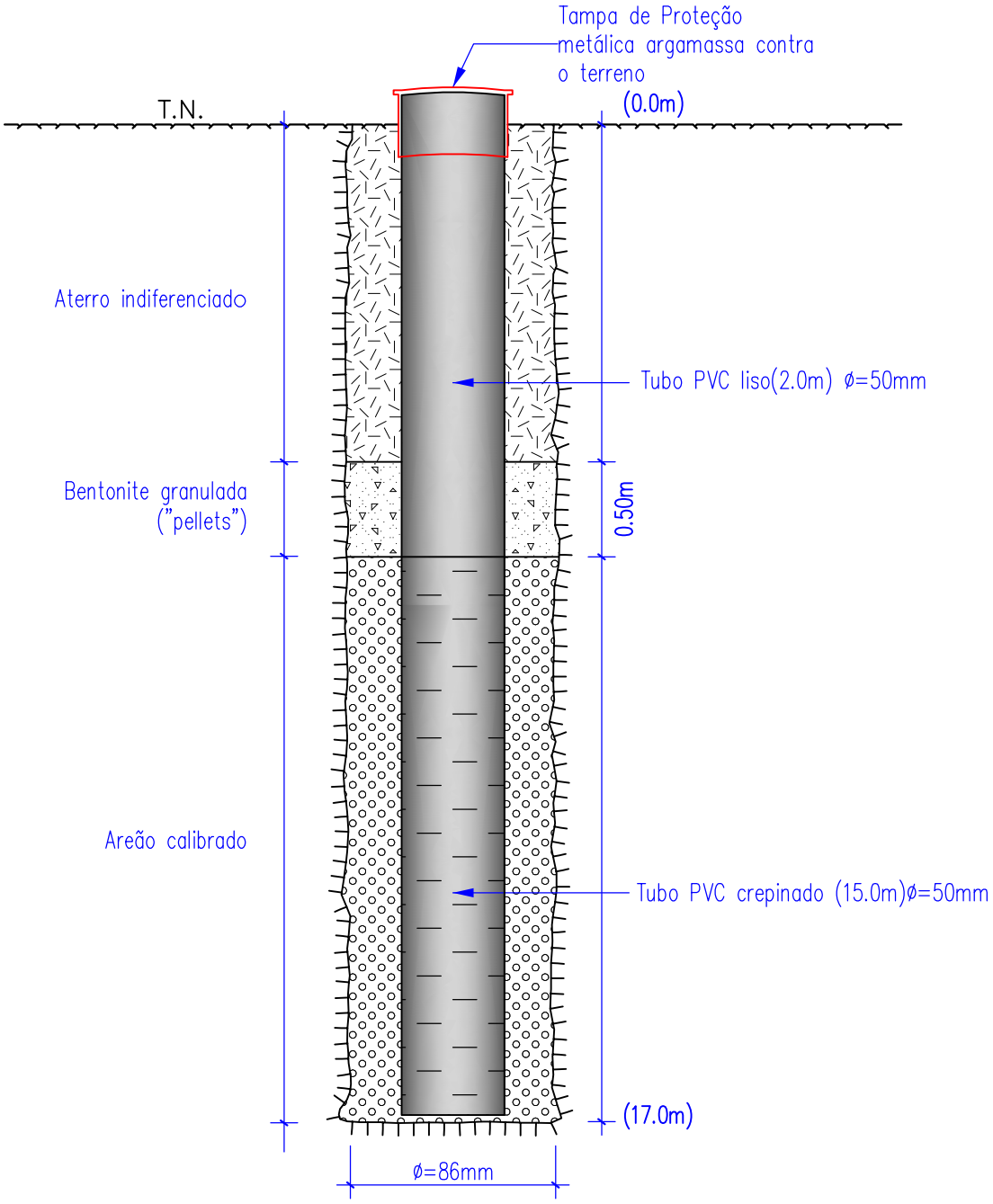
PROCESSO
31524

Página
1 de 1

Data Inicial	Equipamento	Prof. Final (m)
30-10-2024	GEO-052 Comacchio	17.0
Data Final		**Desenhador**
31-10-2024		Nuno Neto

Inclinação	Coordenadas		Cota	Técnico
90º	M= - 84728.152	P= - 96296.252	Z= 33.812	Paulo Correia

Medição	Horas	Prof. (m)
29-11-2024		Seco
19-12-2024		Seco
22-01-2025		Seco

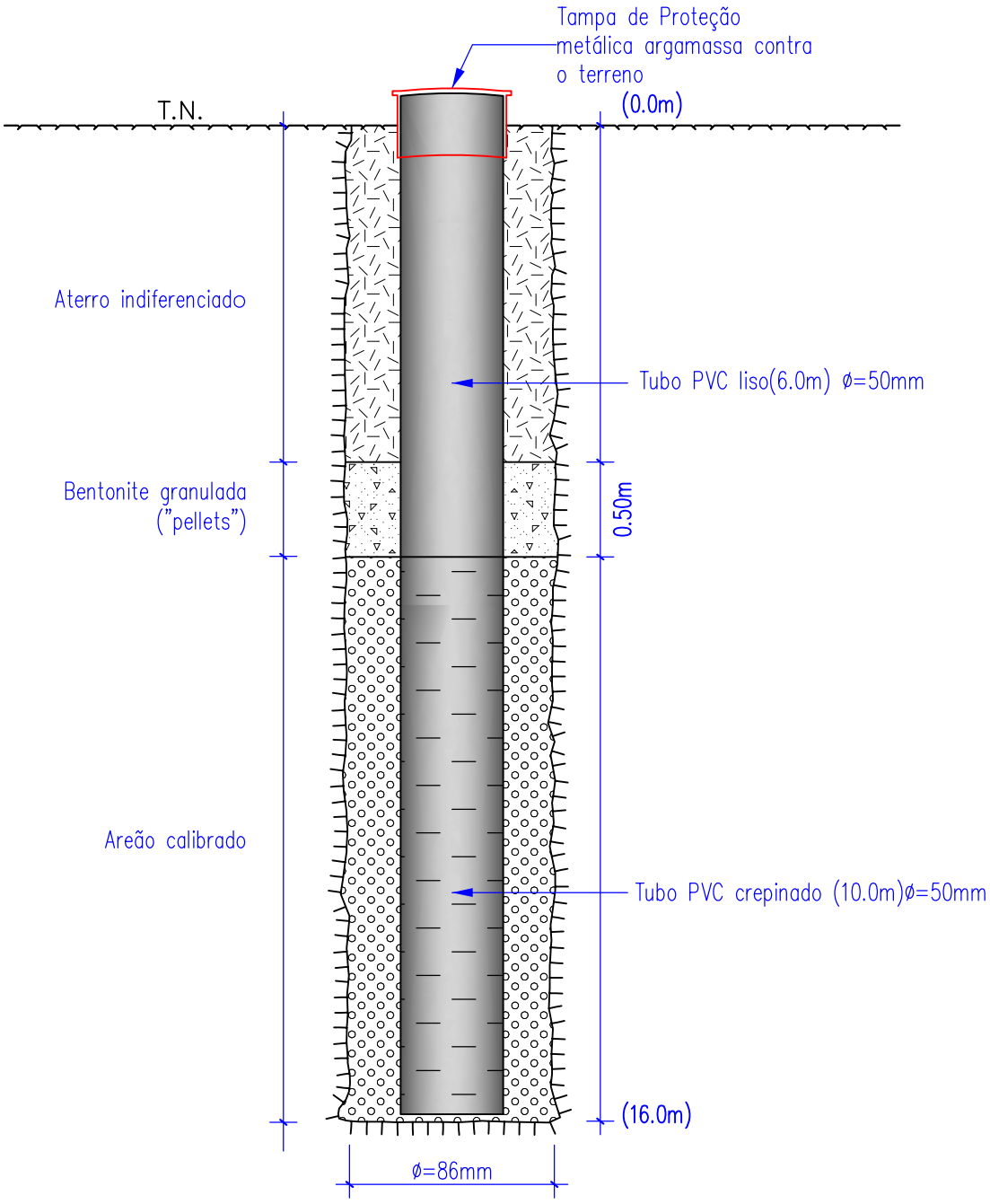


Observações:

Rua D. Nuno Álvares Pereira, N.º 4 Bloco 4 – Parque Oriente – 2699-501 Bobadela LRS PORTUGAL Telefone: (+351) 219 958 000 – Telefax: (+351) 219 958 001 E-mail: mail@geocontrole.pt / Internet: www.geocontrole.pt

geocontrole Soluções em Geotecnia e Geologia	PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA Entidade: THOMAS & PIRON Obra: **Empreendimento Clarissas**					PIEZÓMETRO **PZ-SC26** PROCESSO 31524
Data Inicial 12-11-2024	Equipamento	Prof. Final (m) 16.0				Página 1 de 1
Data Final 13-11-2024	GEO-017 Casagrande	Desenhador Nuno Neto	Inclinação 90º	Coordenadas M= - 84679.761 / P= - 96189.564	Cota Z= 28.932	Técnico Paulo Correia

Medição	Horas	Prof. (m)
29-11-2024		Seco
19-12-2024		Seco
22-01-2025		Seco



Observações:

Rua D. Nuno Álvares Pereira, N.º 4 Bloco 4 – Parque Oriente – 2699-501 Bobadela LRS PORTUGAL Telefone: (+351) 219 958 000 – Telefax: (+351) 219 958 001 E-mail: mail@geocontrole.pt / Internet: www.geocontrole.pt

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

Entidade: THOMAS & PIRON

Obra: **Empreendimento Clarissas**

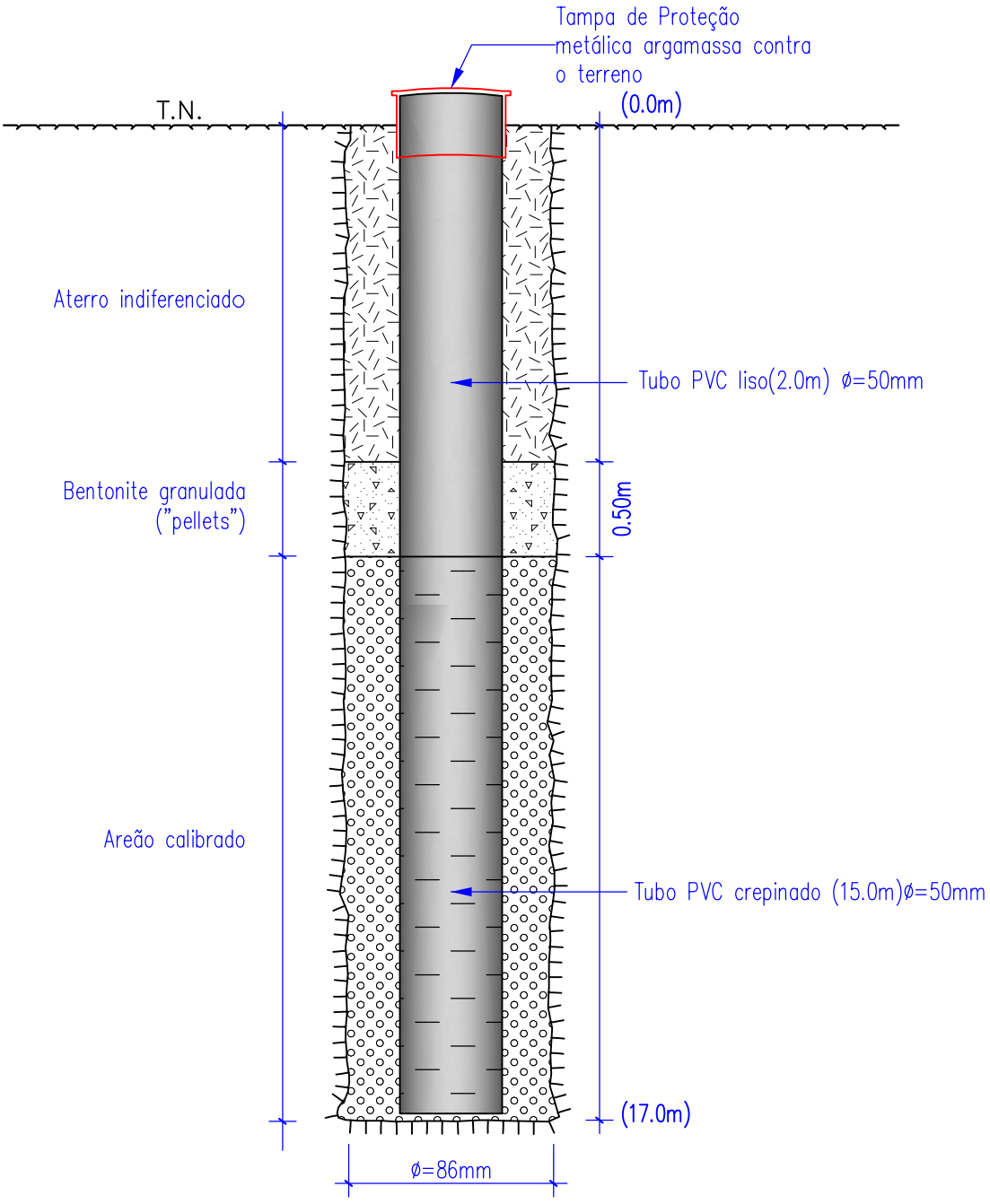
PIEZÓMETRO
PZ-SC28

PROCESSO
31524

Página
1 de 1

Data Inicial	Equipamento	Prof. Final (m)	Inclinação	Coordenadas		Cota	Técnico
07-11-2024	GEO-017 Casagrande	17.0	90º	M= - 84638.157	P= - 96264.913	Z= 25.718	Paulo Correia
Data Final		Desenhador					
08-11-2024		Nuno Neto					

Medição	Horas	Prof. (m)
29-11-2024		Seco
19-12-2024		Seco
22-01-2025		12.84

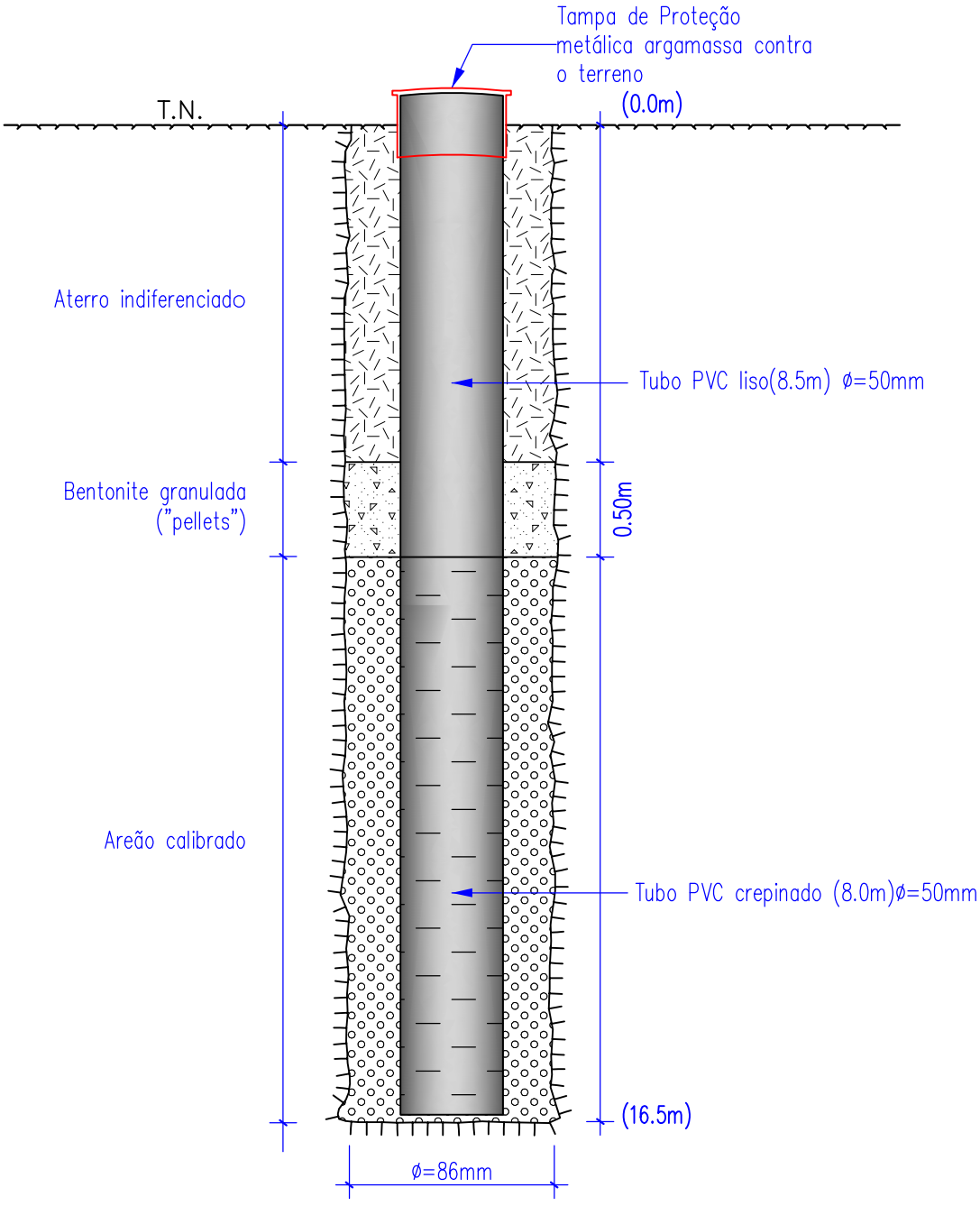


Observações:

Rua D. Nuno Álvares Pereira, N.º 4 Bloco 4 – Parque Oriente – 2699-501 Bobadela LRS PORTUGAL Telefone: (+351) 219 958 000 – Telefax: (+351) 219 958 001 E-mail: mail@geocontrole.pt / Internet: www.geocontrole.pt

geocontrole Soluções em Geotecnia e Geologia		PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA				PIEZÓMETRO **PZ-SC32**
		Entidade: THOMAS & PIRON				PROCESSO 31524
Data Inicial 14-11-2024	Equipamento	Prof. Final (m) 16.5	Obra: **Empreendimento Clarissas**			Página 1 de 1
Data Final 15-11-2024	GEO-017 Casagrande	Desenhador Nuno Neto	Inclinação 90º	Coordenadas M= - 84523.847 / P= - 96353.060	Cota Z=10.534	Técnico Paulo Correia

Medição	Horas	Prof. (m)
29-11-2024		8.40
19-12-2024		7.87
22-01-2025		8.10



Observações:

Rua D. Nuno Álvares Pereira, N.º 4 Bloco 4 – Parque Oriente – 2699-501 Bobadela LRS PORTUGAL Telefone: (+351) 219 958 000 – Telefax: (+351) 219 958 001 E-mail: mail@geocontrole.pt / Internet: www.geocontrole.pt

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

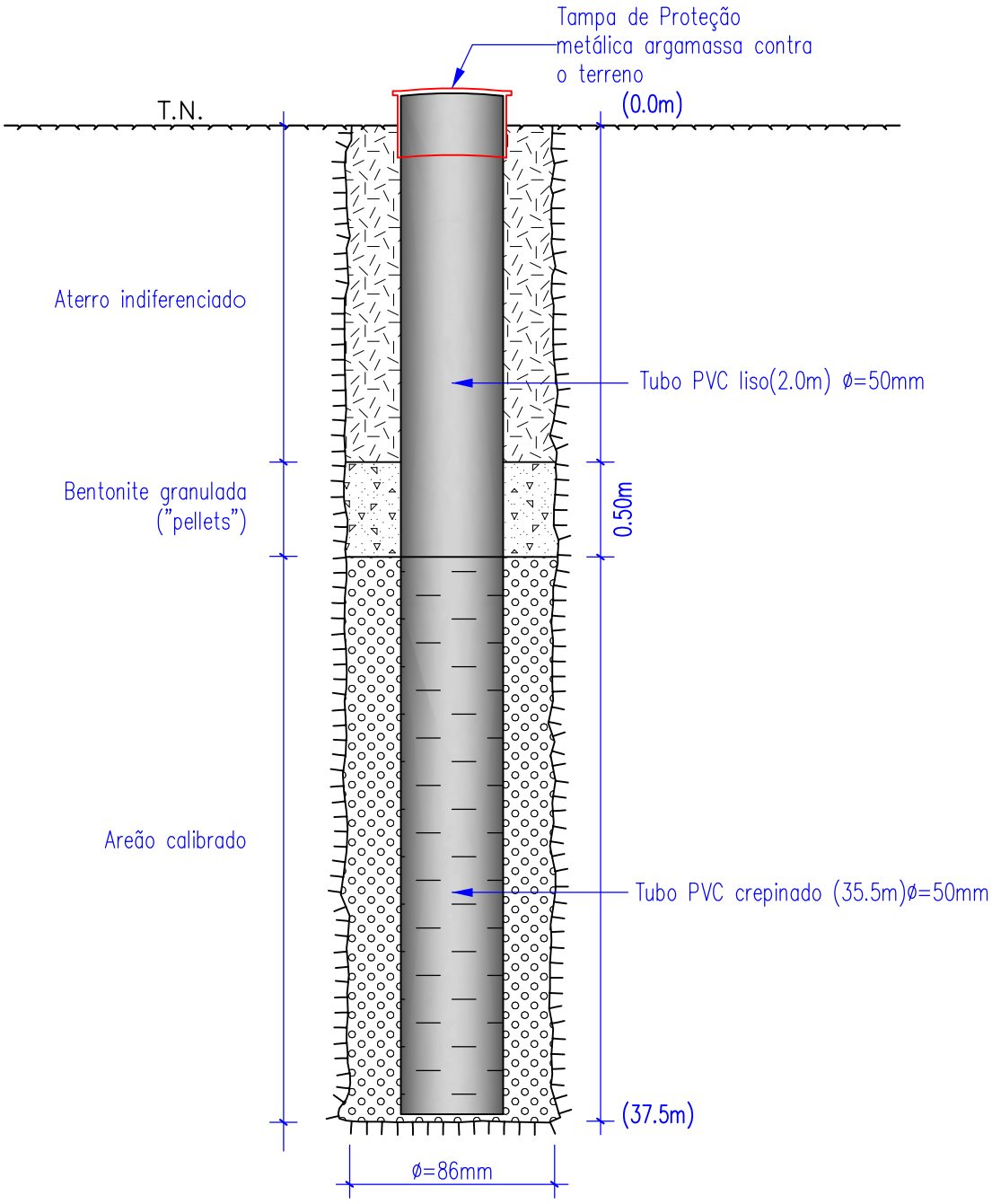
Entidade: THOMAS & PIRON

Obra: **Empreendimento Clarissas**

PIEZÓMETRO	PROCESSO	Página
PZ-SC35	31524	1 de 1

Data Inicial	Equipamento	Prof. Final (m)	Inclinação	Coordenadas		Cota	Técnico
18-12-2024	GEO-047 Comacchio	37.5	90°	M= - 84832.415	P= - 96367.516	Z= 37.855	Paulo Correia
Data Final		Desenhador					
18-12-2024		Nuno Neto					

Medição	Horas	Prof. (m)
19-12-2024		14.72
22-01-2025		15.50

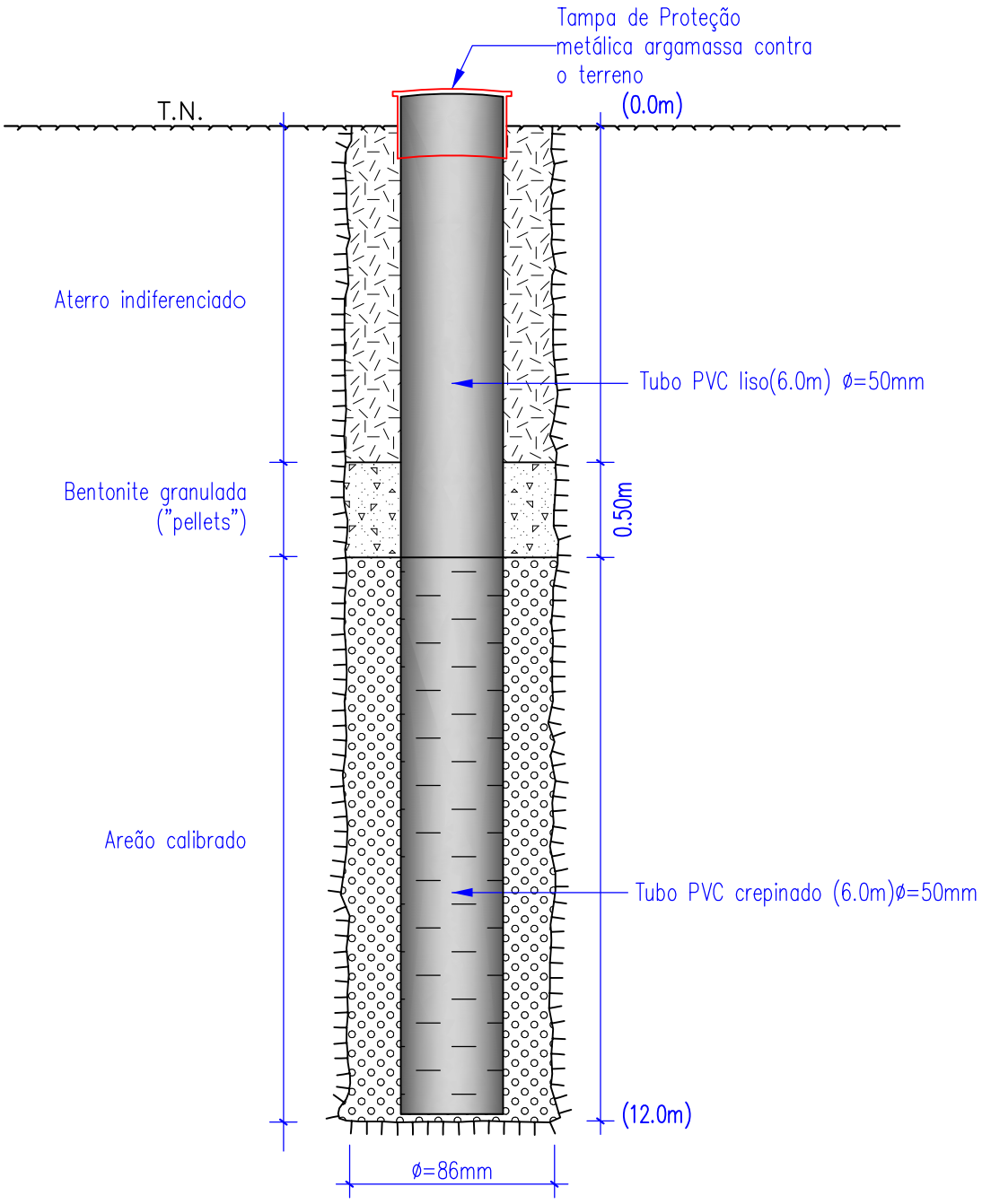


Observações:

Rua D. Nuno Álvares Pereira, N.º 4 Bloco 4 – Parque Oriente – 2699-501 Bobadela LRS PORTUGAL Telefone: (+351) 219 958 000 – Telefax: (+351) 219 958 001 E-mail: mail@geocontrole.pt / Internet: www.geocontrole.pt

geocontrole Soluções em Geotecnia e Geologia		PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA				PIEZÓMETRO **PZ-SV2**
		Entidade: THOMAS & PIRON				PROCESSO 31524
Data Inicial 13-11-2024	Equipamento	Prof. Final (m) 12.0	Obra: **Empreendimento Clarissas**			Página 1 de 1
Data Final 13-11-2024	GEO-052 Comacchio	Desenhador Nuno Neto	Inclinação 90º	Coordenadas M= - 84615.885 / P= - 96344.797	Cota Z= 21.799	Técnico Paulo Correia

Medição	Horas	Prof. (m)
29-11-2024		Seco
19-12-2024		Seco
22-01-2025		Seco



Observações:

Rua D. Nuno Álvares Pereira, N.º 4 Bloco 4 – Parque Oriente – 2699-501 Bobadela LRS PORTUGAL Telefone: (+351) 219 958 000 – Telefax: (+351) 219 958 001 E-mail: mail@geocontrole.pt / Internet: www.geocontrole.pt

APAGEO

MENARD PRESSUREMETER TEST DATA

Borehole expansion test conforming to EN ISO 22476-4 procedure B

- DATA -

SITE	
File	31524
Country	
Job site identification	Sacavem
Location plan ref.	
Borehole number	sc19

PROBE

PROBE PARAMETERS			
Code	60-gc3		
Length		Cover	
210 mm	X	Rubber	X
370 mm		Reinforced mesh	
Type		Metallic mesh	
E		Metallic strips	
G	X	Slotted tube	

TUBING AND FLUID					
Type	Coaxial		Liquid	Nature	
	Twin	X		Unit weight gl/gw	
Total length (m)			Gas	Nature	
0.50				Compressibility lg (m-1)	

MEMBRANE PARAMETERS	
Supplier type and cote	
Pressure loss pm (MPa)	0.050

PRESSURE LOSS PARAMETERS	
Correction sheet reference	ET241206.001
Ultimate pressure loss pel (MPa)	0.455

VOLUME LOSS PARAMETERS	
Correction sheet reference	CA220426.001
Calibration cylinder diameter di (mm)	60.0
Calibration coefficient a (cm3/MPa)	4.132
Probe volume Vs (cm3)	434.7

TEST

Test number (or depth)	ES241217.001
Test date and time	17/12/2024 9:54
Control unit number	756
Data logger number	452
Operator's name	Luis
Differential pressure (MPa)	-0.080
Observations (weather, etc.)	

ORIGINAL DATA									DATA CORRECTED from P&V losses				
Palier	PRESSURE pr (MPa)				VOLUME V(t) (cm³)				PRESSURE	VOLUME	SLOPE	CREEP	MODULE
	1 s	15 s	30 s	60 s	1 s	15 s	30 s	60 s	p (MPa)	V60 (cm³)	Δp60/60/Δz (cm³/MPa)	Δp60/30 (cm³)	EM (MPa)
0													
1	0.054	0.162	0.167	0.181	-6.6	42.0	77.6	136.6	0.063	135.2		59.0	1.028
2	0.239	0.296	0.307	0.316	153.5	189.8	226.9	290.2	0.094	287.9	4953	63.3	3.248
3	0.355	0.413	0.432	0.436	303.3	325.1	336.5	344.8	0.182	341.7	614	8.3	
4	0.480	0.524	0.538	0.548	347.6	355.4	360.4	365.7	0.279	361.8	207	5.3	10.109
5	0.587	0.625	0.644	0.654	367.7	373.1	376.9	381.1	0.375	376.6	155	4.2	11.651
6	0.684	0.751	0.770	0.780	382.7	388.8	393.0	397.5	0.491	392.3	134	4.5	13.036
7	0.866	1.011	1.040	1.050	399.9	416.8	430.7	445.1	0.732	438.3	191	14.5	12.480
8	1.108	1.204	1.234	1.247	448.7	467.4	491.0	528.4	0.882	520.5	545	37.4	9.022
9	1.282	1.340	1.369	1.390	536.1	556.9	583.1	633.5	0.968	624.9	1215	50.4	6.781
10	1.407	1.447	1.468	1.494	644.9	668.7	694.8	733.2	1.026	724.1	1706	38.5	5.685
11	1.504	1.533	1.543	1.562	733.2	733.2	733.2	733.2	1.104	723.7	-4	0.0	6.210
12													
13													
14													
15													
16													
17													
18													
19													
20													
21													
22													
23													
24													

LEVELS

NGF	Levels	Relative levels
ZC		+ 1.00
ZN		0 (borehole top)
ZW		-
ZS		- 2.00

BOREHOLE

Localization system		X =
		Y =
Drilling rig		
Drilling method (table C abbreviations)		
Drilling tool	type	
	diameter (mm)	
Casing foot at (m depth)		
Drilling fluid		
Drilling length before testing	from level (m)	1.5
	to level (m)	2.5
	time completed	

UNITS

Elevations	metre	m
Time	second	s
Volumes	cubic centimetre	cm3
Pressures	Megapascal	MPa

APAGEO

MENARD PRESSUREMETER REPORT AND INTERPRETATION

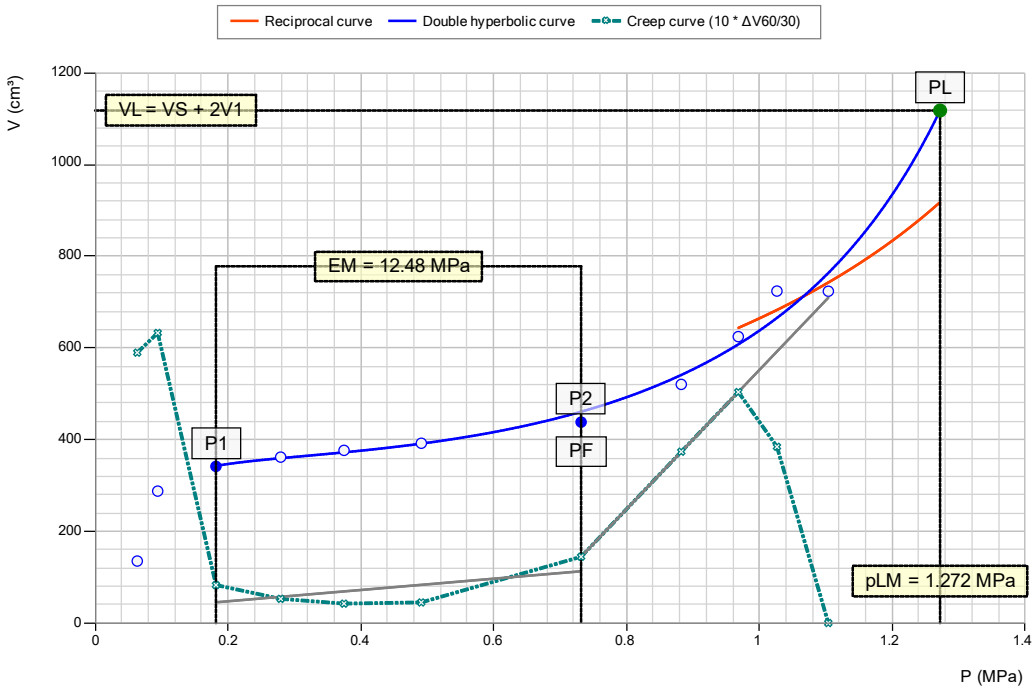
Borehole expansion test conforming to EN ISO 22476-4 procedure B

- RESULTS -

File	31524
Test reference	ES241217.001
Job site identification	Sacavem
Borehole	sc19
Test depth	2.00

Borehole expansion test conforming to EN ISO 22476-4 procedure B (Apageo - GeoVision 5)

31524_sc19_2m



CALCULATED NORMATIVE RESULTS		
σh0	(MPa)	0.018
p1	(MPa)	0.18
p2	(MPa)	0.73
pf	(MPa)	0.73
plm	(MPa)	1.27
p*lm	(MPa)	1.25
EM	(MPa)	12.5
EM / plm		9.8
EM / p*lm		10.0

EXTRAPOLATION METHODS PARAMETERS		
inverse volumes	A	-1.53E-03
	B	3.03E-03
	Average error(cm3)	2.64E+01
double hyperbolic	A1	5.06E+00
	A2	-2.56E+02
	A3	4.46E+00
	A4	6.39E+02
	A5	4.48E-02
	A6	1.71E+00
	Average error(cm3)	1.55E+01

COMMENTS

PLMR = 1.4 MPa
PLMDH = 1.272 MPa

APAGEO
Apageo - GeoVision® 5.5.0.0

APAGEO

MENARD PRESSUREMETER TEST DATA

Borehole expansion test conforming to EN ISO 22476-4 procedure B

- DATA -

SITE		
	File	31524
	Country	
	Job site identification	Sacavem
	Location plan ref.	
	Borehole number	sc19

PROBE

PROBE PARAMETERS				
Code	60-gc3			
Length		Cover		
210 mm	X	Rubber	X	
370 mm		Reinforced mesh		
Type		Metallic mesh		
E		Metallic strips		
G	X	Slotted tube		

TUBING AND FLUID					
Type	Coaxial		Liquid	Nature	
	Twin	X		Unit weight gl/gw	
Total length (m)	0.50		Gas	Nature	
				Compressibility lg (m-1)	
MEMBRANE PARAMETERS					
Supplier type and cote					
Pressure loss pm (MPa)	0.050				

PRESSURE LOSS PARAMETERS	
Correction sheet reference	ET241206.001
Ultimate pressure loss pel (MPa)	0.455
VOLUME LOSS PARAMETERS	
Correction sheet reference	CA220426.001
Calibration cylinder diameter di (mm)	60.0
Calibration coefficient a (cm3/MPa)	4.132
Probe volume Vs (cm3)	434.7

TEST

Test number (or depth)	ES241217.002
Test date and time	17/12/2024 11:39
Control unit number	756
Data logger number	452
Operator's name	Luis
Differential pressure (MPa)	-0.053
Observations (weather, etc.)	

ORIGINAL DATA									DATA CORRECTED from P&V losses				
Palier	PRESSURE pr (MPa)				VOLUME V(t) (cm³)				PRESSURE	VOLUME	SLOPE	CREEP	MODULE
	1 s	15 s	30 s	60 s	1 s	15 s	30 s	60 s	p (MPa)	V60 (cm³)	Δg60/60/Δπ (cm³/MPa)	Δg60/30 (cm³)	EM (MPa)
0													
1	0.043	0.152	0.162	0.171	-13.5	62.4	112.2	193.2	0.049	191.9		81.0	2.520
2	0.268	0.307	0.316	0.316	217.8	261.1	299.8	333.6	0.110	331.3	2263	33.8	9.582
3	0.432	0.500	0.510	0.519	341.0	359.5	366.9	372.6	0.283	368.9	218	5.7	
4	0.602	0.660	0.664	0.673	377.2	389.9	395.3	400.2	0.424	395.6	189	4.9	11.492
5	0.801	0.867	0.876	0.883	406.4	422.7	429.4	434.8	0.615	429.0	175	5.5	12.243
6	0.972	1.040	1.051	1.060	438.5	453.1	461.8	469.9	0.771	463.0	218	8.1	11.729
7	1.159	1.272	1.282	1.286	473.3	498.7	518.6	540.4	0.964	532.3	358	21.8	9.822
8	1.368	1.473	1.492	1.504	546.5	574.0	604.8	655.6	1.117	646.4	746	50.7	7.538
9	1.587	1.658	1.684	1.706	668.6	704.3	733.2	733.2	1.275	723.0	488	0.0	7.304
10													
11													
12													
13													
14													
15													
16													
17													
18													
19													
20													
21													
22													
23													
24													

LEVELS

NGF	Levels	Relative levels
ZC		+ 1.00
ZN		0 (borehole top)
ZW		-
ZS		- 5.50

BOREHOLE

Localization system		X =
		Y =
Drilling rig		
Drilling method (table C abbreviations)		
Drilling tool	type	
	diameter (mm)	
Casing foot at (m depth)		
Drilling fluid		
Drilling length before testing	from level (m)	5
	to level (m)	6
	time completed	

UNITS

Elevations	metre	m
Time	second	s
Volumes	cubic centimetre	cm3
Pressures	Megapascal	MPa

APAGEO

MENARD PRESSUREMETER REPORT AND INTERPRETATION

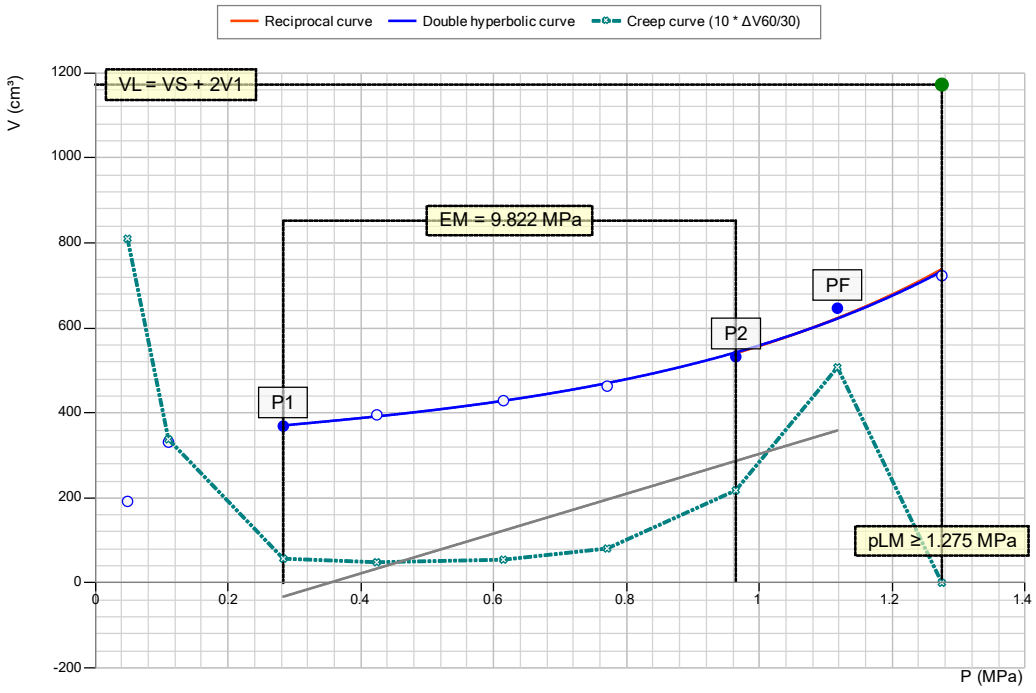
Borehole expansion test conforming to EN ISO 22476-4 procedure B

- RESULTS -

File	31524
Test reference	ES241217.002
Job site identification	Sacavem
Borehole	sc19
Test depth	5.50

Borehole expansion test conforming to EN ISO 22476-4 procedure B (Apageo - GeoVision 5)

31524_sc19_5.5m



CALCULATED NORMATIVE RESULTS		
σh0	(MPa)	0.049
p1	(MPa)	0.28
p2	(MPa)	0.96
pf	(MPa)	1.12
plm	(MPa)	≥ 1.275
p*lm	(MPa)	≥ 1.225
EM	(MPa)	9.8
EM / plm		≤ 7.705
EM / p*lm		≤ 8.017

EXTRAPOLATION METHODS PARAMETERS		
inverse volumes	A	-1.60E-03
	B	3.39E-03
	Average error(cm3)	1.57E+01
double hyperbolic	A1	-2.50E+02
	A2	-2.18E+02
	A3	3.26E+00
	A4	1.53E+03
	A5	3.01E-02
	A6	2.49E+00
	Average error(cm3)	6.59E+00

COMMENTS

PLMR = 1.589 MPa
PLMDH = 1.626 MPa

APAGEO

MENARD PRESSUREMETER TEST DATA

Borehole expansion test conforming to EN ISO 22476-4 procedure B

- DATA -

SITE	
File	31524
Country	
Job site identification	Sacavem
Location plan ref.	
Borehole number	sc19

PROBE

PROBE PARAMETERS			
Code	60-gc3		
Length		Cover	
210 mm	X	Rubber	X
370 mm		Reinforced mesh	
Type		Metallic mesh	
E		Metallic strips	
G	X	Slotted tube	

TUBING AND FLUID					
Type	Coaxial		Liquid	Nature	
	Twin	X		Unit weight gl/gw	
Total length (m)			Gas	Nature	
0.50				Compressibility lg (m-1)	
MEMBRANE PARAMETERS					
Supplier type and cote					
Pressure loss pm (MPa)		0.050			

PRESSURE LOSS PARAMETERS	
Correction sheet reference	ET241206.001
Ultimate pressure loss pel (MPa)	0.455
VOLUME LOSS PARAMETERS	
Correction sheet reference	CA220426.001
Calibration cylinder diameter di (mm)	60.0
Calibration coefficient a (cm3/MPa)	4.132
Probe volume Vs (cm3)	434.7

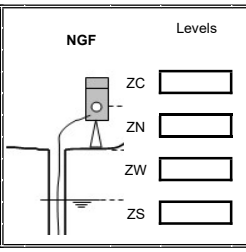
TEST

Test number (or depth)	ES241217.003
Test date and time	17/12/2024 15:07
Control unit number	756
Data logger number	452
Operator's name	Luis
Differential pressure (MPa)	-0.012
Observations (weather, etc.)	

ORIGINAL DATA

Palier	PRESSURE pr (MPa)				VOLUME V(t) (cm³)				DATA CORRECTED from P&V losses				
	1 s	15 s	30 s	60 s	1 s	15 s	30 s	60 s	PRESSURE p (MPa)	VOLUME V60 (cm³)	SLOPE Δg60/60/Δτ (cm³/MPa)	CREEP Δg60/30 (cm³)	MODULE EM (MPa)
0													
1	0.007	0.075	0.075	0.076	-16.9	5.4	26.6	61.6	0.096	61.1		35.1	1.821
2	0.142	0.160	0.153	0.171	76.3	110.7	135.8	151.0	0.109	149.8	7109	15.2	9.960
3	0.239	0.289	0.298	0.308	156.6	166.9	170.0	171.4	0.231	169.1	159	1.3	
4	0.355	0.395	0.414	0.432	173.1	177.1	178.1	179.1	0.339	176.0	64	1.0	25.426
5	0.451	0.490	0.509	0.519	179.8	182.1	182.9	183.9	0.429	180.3	47	1.0	28.858
6	0.594	0.673	0.683	0.693	185.3	188.7	189.4	189.7	0.603	185.0	27	0.3	38.179
7	0.780	0.867	0.886	0.894	191.4	193.6	194.5	194.8	0.798	188.9	20	0.3	46.772
8	0.933	0.992	1.011	1.021	195.4	196.5	196.9	197.4	0.922	190.8	15	0.5	52.207
9	1.130	1.243	1.279	1.282	198.8	200.8	201.5	202.3	1.178	194.2	13	0.8	62.006
10	1.291	1.320	1.340	1.352	202.3	202.7	202.7	203.2	1.247	194.8	9	0.5	64.966
11	1.436	1.552	1.591	1.612	204.0	205.1	206.1	206.8	1.490	197.0	9	0.6	74.180
12	1.697	1.808	1.842	1.852	207.4	208.8	209.5	210.5	1.738	199.6	10	1.0	81.452
13	1.905	1.987	2.006	2.006	210.9	211.9	212.4	213.4	1.903	201.8	13	0.9	84.465
14	2.102	2.209	2.219	2.222	213.9	215.8	216.8	218.2	2.117	205.7	18	1.4	85.376
15	2.269	2.361	2.370	2.368	218.6	219.8	220.7	222.1	2.264	209.0	22	1.4	84.698
16	2.507	2.634	2.643	2.643	223.3	226.7	228.9	231.3	2.532	217.1	30	2.3	80.141
17	2.768	2.866	2.891	2.904	232.6	236.4	239.7	243.6	2.769	228.4	48	3.9	72.211
18	3.001	3.088	3.107	3.117	245.0	248.9	252.5	257.1	2.977	241.1	61	4.6	64.945
19													
20													
21													
22													
23													
24													

LEVELS



BOREHOLE

Localization system		X =
		Y =
Drilling rig		
Drilling method (table C abbreviations)		
Drilling tool	type	
	diameter (mm)	
Casing foot at (m depth)		
Drilling fluid		
Drilling length before testing	from level (m)	8
	to level (m)	9
	time completed	

UNITS

Elevations	metre	m
Time	second	s
Volumes	cubic centimetre	cm3
Pressures	Megapascal	MPa

MENARD PRESSUREMETER REPORT AND INTERPRETATION

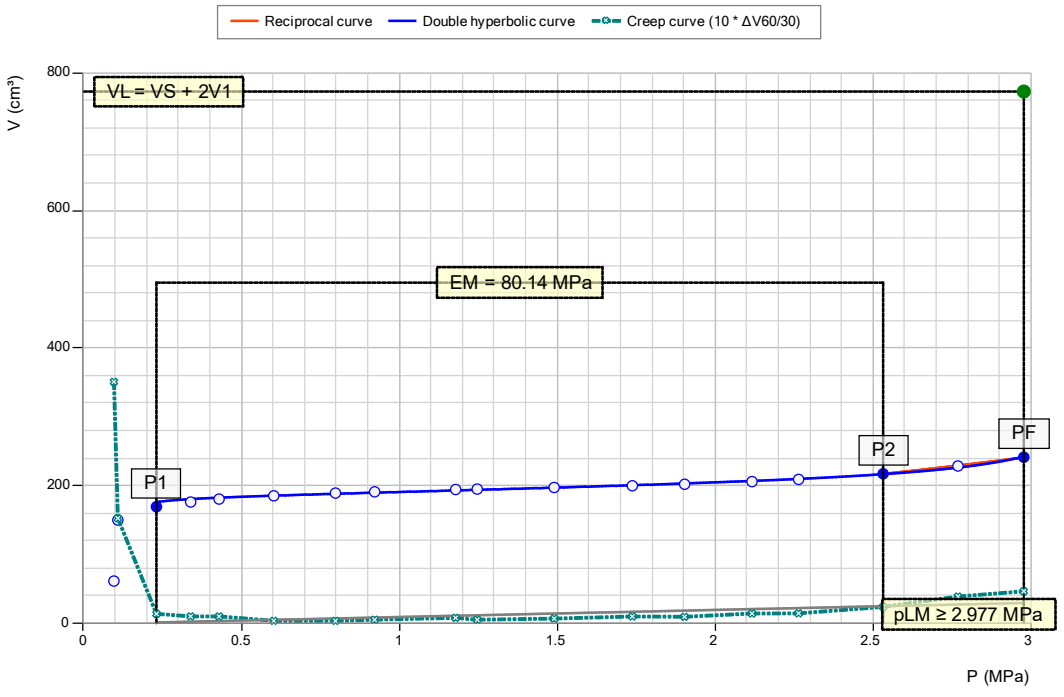
Borehole expansion test conforming to EN ISO 22476-4 procedure B

- RESULTS -

File	31524
Test reference	ES241217.003
Job site identification	Sacavem
Borehole	sc19
Test depth	8.50

Borehole expansion test conforming to EN ISO 22476-4 procedure B (Apageo - GeoVision 5)

31524_sc19_8.5m



CALCULATED NORMATIVE RESULTS		
σh0	(MPa)	0.076
p1	(MPa)	0.23
p2	(MPa)	2.53
pf	(MPa)	2.98
plm	(MPa)	≥ 2.977
p*lm	(MPa)	≥ 2.901
EM	(MPa)	80.1
EM / plm		≤ 26.92
EM / p*lm		≤ 27.63

EXTRAPOLATION METHODS PARAMETERS		
inverse volumes	A	-1.03E-03
	B	7.22E-03
	Average error(cm3)	3.92E-01
double hyperbolic	A1	1.77E+02
	A2	8.69E+00
	A3	1.07E+00
	A4	1.50E+01
	A5	8.71E-02
	A6	3.35E+00
	Average error(cm3)	2.73E+00

COMMENTS

PLMR = 5.757 MPa
PLMDH = 3.326 MPa

APAGEO

MENARD PRESSUREMETER TEST DATA

Borehole expansion test conforming to EN ISO 22476-4 procedure B

- DATA -

SITE	
File	31524
Country	
Job site identification	Sacavem
Location plan ref.	
Borehole number	sc20

PROBE

PROBE PARAMETERS			
Code	60-gc3		
Length		Cover	
210 mm	X	Rubber	X
370 mm		Reinforced mesh	
Type		Metallic mesh	
E		Metallic strips	
G	X	Slotted tube	

TUBING AND FLUID					
Type	Coaxial		Liquid	Nature	
	Twin	X		Unit weight gl/gw	
Total length (m)			Gas	Nature	
0.50				Compressibility lg (m-1)	

MEMBRANE PARAMETERS	
Supplier type and cote	
Pressure loss pm (MPa)	0.050

PRESSURE LOSS PARAMETERS	
Correction sheet reference	ET241206.001
Ultimate pressure loss pel (MPa)	0.455

VOLUME LOSS PARAMETERS	
Correction sheet reference	CA220426.001
Calibration cylinder diameter di (mm)	60.0
Calibration coefficient a (cm3/MPa)	4.132
Probe volume Vs (cm3)	434.7

TEST

Test number (or depth)	ES241211.001
Test date and time	11/12/2024 10:31
Control unit number	756
Data logger number	452
Operator's name	Luis
Differential pressure (MPa)	-0.025
Observations (weather, etc.)	

ORIGINAL DATA									DATA CORRECTED from P&V losses				
Palier	PRESSURE pr (MPa)				VOLUME V(t) (cm³)				PRESSURE	VOLUME	SLOPE	CREEP	MODULE
	1 s	15 s	30 s	60 s	1 s	15 s	30 s	60 s	p (MPa)	V60 (cm³)	Δp60/60/Δz (cm³/MPa)	Δp60/30 (cm³)	EM (MPa)
0													
1	0.000	0.065	0.068	0.075	-30.9	-18.3	1.7	33.1	0.043	32.5		31.4	1.944
2	0.099	0.113	0.117	0.123	40.7	56.5	71.1	95.9	0.036	95.0	-9221	24.8	3.479
3	0.223	0.258	0.278	0.297	107.7	133.7	147.8	162.0	0.143	159.9	610	14.2	5.689
4	0.355	0.402	0.417	0.424	167.7	180.9	188.7	195.5	0.257	192.4	286	6.8	
5	0.519	0.587	0.599	0.607	200.9	214.8	220.9	225.4	0.419	221.2	177	4.6	9.641
6	0.731	0.794	0.818	0.828	231.3	246.0	252.2	256.7	0.614	251.2	154	4.6	10.620
7	0.886	0.958	0.982	0.992	259.4	272.0	280.8	288.3	0.758	281.8	213	7.5	10.015
8	1.050	1.118	1.147	1.166	291.1	303.9	314.9	327.1	0.899	319.6	267	12.1	9.283
9	1.171	1.198	1.214	1.243	329.0	334.8	340.5	350.3	0.960	342.4	375	9.7	8.759
10	1.349	1.436	1.465	1.485	356.8	383.8	407.0	432.6	1.158	423.4	410	25.6	7.704
11	1.610	1.697	1.710	1.736	440.7	480.3	517.0	568.7	1.340	558.4	742	51.7	6.376
12	1.810	1.861	1.881	1.903	581.2	617.0	653.7	716.5	1.438	705.4	1491	62.8	5.413
13													
14													
15													
16													
17													
18													
19													
20													
21													
22													
23													
24													

LEVELS

NGF	Levels	Relative levels
ZC		+ 1.00
ZN		0 (borehole top)
ZW		-
ZS		- 1.20

BOREHOLE

Localization system		X =
		Y =
Drilling rig		
Drilling method (table C abbreviations)		
Drilling tool	type	
	diameter (mm)	
Casing foot at (m depth)		
Drilling fluid		
Drilling length before testing	from level (m)	0.5
	to level (m)	1.5
	time completed	

UNITS

Elevations	metre	m
Time	second	s
Volumes	cubic centimetre	cm3
Pressures	Megapascal	MPa

APAGEO

MENARD PRESSUREMETER REPORT AND INTERPRETATION

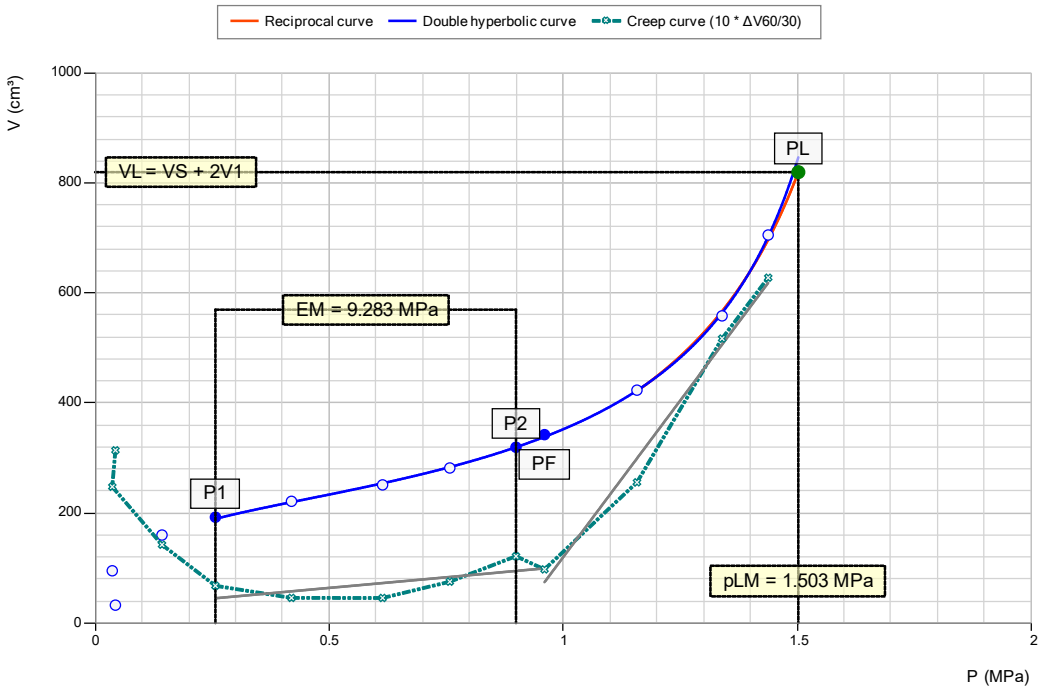
Borehole expansion test conforming to EN ISO 22476-4 procedure B

- RESULTS -

File	31524
Test reference	ES241211.001
Job site identification	Sacavem
Borehole	sc20
Test depth	1.20

Borehole expansion test conforming to EN ISO 22476-4 procedure B (Apageo - GeoVision 5)

31524_sc20_1.2m



CALCULATED NORMATIVE RESULTS		
σh0	(MPa)	0.011
p1	(MPa)	0.26
p2	(MPa)	0.90
pf	(MPa)	0.96
plm	(MPa)	1.50
p*lm	(MPa)	1.49
EM	(MPa)	9.3
EM / plm		6.2
EM / p*lm		6.2

EXTRAPOLATION METHODS PARAMETERS		
inverse volumes	A	-3.34E-03
	B	6.23E-03
	Average error(cm3)	6.23E+00
double hyperbolic	A1	8.55E+01
	A2	1.41E+01
	A3	9.64E+00
	A4	2.03E+02
	A5	-3.10E-02
	A6	1.77E+00
	Average error(cm3)	8.48E+00

COMMENTS

PLMR = 1.503 MPa
PLMDH = 1.492 MPa

APAGEO

MENARD PRESSUREMETER TEST DATA

Borehole expansion test conforming to EN ISO 22476-4 procedure B

- DATA -

SITE		
	File	31524
	Country	
	Job site identification	Sacavem
	Location plan ref.	
	Borehole number	sc20

PROBE

PROBE PARAMETERS			
Code		60-gc3	
Length		Cover	
210 mm	X	Rubber	X
370 mm		Reinforced mesh	
Type		Metallic mesh	
E		Metallic strips	
G	X	Slotted tube	

TUBING AND FLUID					
Type	Coaxial		Liquid	Nature	
	Twin	X		Unit weight gl/gw	
Total length (m)			Gas	Nature	
0.50				Compressibility lg (m-1)	

MEMBRANE PARAMETERS	
Supplier type and cote	
Pressure loss pm (MPa)	0.050

PRESSURE LOSS PARAMETERS	
Correction sheet reference	ET241206.001
Ultimate pressure loss pel (MPa)	0.455

VOLUME LOSS PARAMETERS	
Correction sheet reference	CA220426.001
Calibration cylinder diameter di (mm)	60.0
Calibration coefficient a (cm3/MPa)	4.132
Probe volume Vs (cm3)	434.7

TEST

Test number (or depth)	ES241211.002
Test date and time	11/12/2024 11:07
Control unit number	756
Data logger number	452
Operator's name	Luis
Differential pressure (MPa)	-0.024
Observations (weather, etc.)	

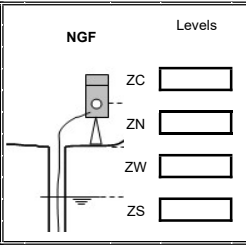
ORIGINAL DATA

Palier	PRESSURE pr (MPa) 1 s	15 s	30 s	60 s	VOLUME V(t) (cm³) 1 s	15 s	30 s	60 s
0								
1	0.000	0.075	0.094	0.104	-28.0	-4.1	19.9	54.8
2	0.239	0.306	0.316	0.317	70.5	92.4	107.8	130.4
3	0.462	0.519	0.529	0.529	141.4	156.6	167.2	177.1
4	0.656	0.722	0.731	0.731	183.3	195.3	202.5	209.1
5	0.847	0.910	0.925	0.934	214.1	227.9	239.2	254.2
6	0.978	1.038	1.060	1.075	258.4	271.4	284.0	305.7
7	1.204	1.274	1.298	1.320	313.9	340.4	361.4	393.9
8	1.382	1.433	1.456	1.475	402.5	431.1	461.1	515.6
9	1.523	1.552	1.566	1.591	528.6	562.4	597.3	663.5
10	1.649	1.678	1.697	1.726	680.3	720.4	733.2	733.2
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								

DATA CORRECTED from P&V losses

PRESSURE p (MPa)	VOLUME V60 (cm³)	SLOPE Δp60/60/Δz (cm³/MPa)	CREEP Δp60/30 (cm³)	MODULE EM (MPa)
0.057	54.1		35.0	4.131
0.217	128.2	462	22.6	6.116
0.395	173.4	255	9.9	
0.575	204.2	171	6.7	9.719
0.739	248.0	268	15.0	7.912
0.840	298.7	500	21.6	6.340
1.027	385.6	464	32.5	5.665
1.120	506.5	1306	54.5	4.487
1.163	653.9	3401	66.2	3.610
1.262	723.0	701	0.0	3.706

LEVELS



BOREHOLE

Localization system		X =
		Y =
Drilling rig		
Drilling method (table C abbreviations)		
Drilling tool	type	
	diameter (mm)	
Casing foot at (m depth)		
Drilling fluid		
Drilling length before testing	from level (m)	2
	to level (m)	3
	time completed	

UNITS

Elevations	metre	m
Time	second	s
Volumes	cubic centimetre	cm3
Pressures	Megapascal	MPa

APAGEO

MENARD PRESSUREMETER REPORT AND INTERPRETATION

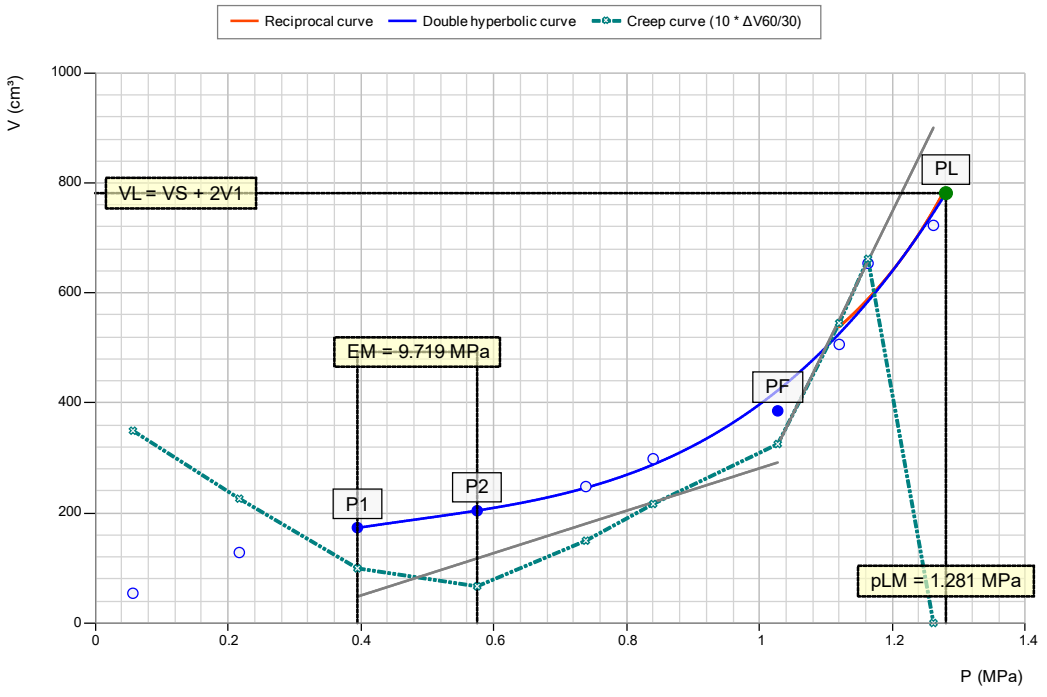
Borehole expansion test conforming to EN ISO 22476-4 procedure B

- RESULTS -

File	31524
Test reference	ES241211.002
Job site identification	Sacavem
Borehole	sc20
Test depth	2.50

Borehole expansion test conforming to EN ISO 22476-4 procedure B (Apageo - GeoVision 5)

31524_sc20_2.5m



CALCULATED NORMATIVE RESULTS		
σh0	(MPa)	0.022
p1	(MPa)	0.39
p2	(MPa)	0.57
pf	(MPa)	1.03
plm	(MPa)	1.28
p*lm	(MPa)	1.26
EM	(MPa)	9.7
EM / plm		7.6
EM / p*lm		7.7

EXTRAPOLATION METHODS PARAMETERS		
inverse volumes	A	-3.71E-03
	B	6.01E-03
	Average error(cm3)	4.14E+01
double hyperbolic	A1	1.05E+08
	A2	-1.02E+06
	A3	1.20E+10
	A4	9.95E+06
	A5	-1.13E+02
	A6	1.12E+01
	Average error(cm3)	1.63E+01

COMMENTS

PLMR = 1.276 MPa
PLMDH = 1.281 MPa

APAGEO
Apageo - GeoVision® 5.5.0.0

APAGEO

MENARD PRESSUREMETER TEST DATA

Borehole expansion test conforming to EN ISO 22476-4 procedure B

- DATA -

SITE	
File	31524
Country	
Job site identification	Sacavem
Location plan ref.	
Borehole number	sc20

PROBE

PROBE PARAMETERS			
Code	60-gc3		
Length		Cover	
210 mm	X	Rubber	X
370 mm		Reinforced mesh	
Type		Metallic mesh	
E		Metallic strips	
G	X	Slotted tube	

TUBING AND FLUID					
Type	Coaxial		Liquid	Nature	
	Twin	X		Unit weight gl/gw	
Total length (m)			Gas	Nature	
0.50				Compressibility lg (m-1)	
MEMBRANE PARAMETERS					
Supplier type and cote					
Pressure loss pm (MPa)		0.050			

PRESSURE LOSS PARAMETERS	
Correction sheet reference	ET241206.001
Ultimate pressure loss pel (MPa)	0.455
VOLUME LOSS PARAMETERS	
Correction sheet reference	CA220426.001
Calibration cylinder diameter di (mm)	60.0
Calibration coefficient a (cm3/MPa)	4.132
Probe volume Vs (cm3)	434.7

TEST

Test number (or depth)	ES241211.003
Test date and time	11/12/2024 11:42
Control unit number	756
Data logger number	452
Operator's name	Luis
Differential pressure (MPa)	-0.014
Observations (weather, etc.)	

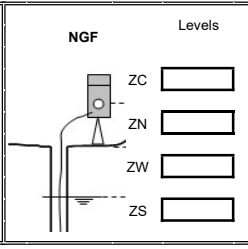
ORIGINAL DATA

Palier	PRESSURE pr (MPa)				VOLUME V(t) (cm³)			
	1 s	15 s	30 s	60 s	1 s	15 s	30 s	60 s
0								
1	0.000	0.113	0.133	0.136	-29.0	4.9	30.7	60.9
2	0.200	0.247	0.251	0.253	70.3	84.1	87.4	87.5
3	0.308	0.355	0.364	0.374	90.8	95.8	96.5	96.5
4	0.499	0.548	0.548	0.557	101.4	105.5	105.7	105.7
5	0.751	0.828	0.838	0.838	110.7	114.3	114.4	114.9
6	0.963	1.033	1.038	1.040	117.0	118.7	119.2	119.3
7	1.224	1.340	1.343	1.340	121.7	124.1	124.5	124.6
8	1.503	1.629	1.630	1.629	126.3	128.3	128.4	128.9
9	1.803	1.900	1.900	1.899	130.4	131.7	131.8	132.2
10	2.063	2.161	2.164	2.161	133.5	134.4	134.7	135.2
11	2.383	2.470	2.470	2.467	137.0	137.6	138.1	138.5
12	2.721	2.788	2.788	2.788	140.4	140.9	141.3	141.4
13	2.894	2.962	2.972	2.972	142.3	142.9	142.9	143.4
14	3.222	3.315	3.329	3.319	144.9	145.6	145.8	146.3
15	3.541	3.619	3.628	3.619	148.0	148.7	149.1	149.2
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								

DATA CORRECTED from P&V losses

PRESSURE p (MPa)	VOLUME V60 (cm³)	SLOPE Δp60/60/Δz (cm³/MPa)	CREEP Δp60/30 (cm³)	MODULE EM (MPa)
0.103	59.9		30.2	8.268
0.204	85.7	256	0.1	17.954
0.310	93.9	78	0.0	
0.489	101.8	44	0.0	31.911
0.766	109.3	27	0.5	42.191
0.965	112.5	16	0.0	50.323
1.265	116.3	13	0.1	61.252
1.551	119.1	10	0.5	70.869
1.818	121.2	8	0.5	79.698
2.078	122.9	7	0.5	87.856
2.382	125.0	7	0.5	96.246
2.699	126.7	5	0.2	105.591
2.878	127.9	7	0.5	109.447
3.229	129.6	5	0.5	118.818
3.528	131.5	6	0.0	124.597

LEVELS



Relative levels	
+	1.00
0	(borehole top)
-	
-	4.00

BOREHOLE

Localization system		X =
		Y =
Drilling rig		
Drilling method (table C abbreviations)		
Drilling tool	type	
	diameter (mm)	
Casing foot at (m depth)		
Drilling fluid		
Drilling length before testing	from level (m)	3.5
	to level (m)	4.5
	time completed	

UNITS

Elevations	metre	m
Time	second	s
Volumes	cubic centimetre	cm3
Pressures	Megapascal	MPa

APAGEO

MENARD PRESSUREMETER REPORT AND INTERPRETATION

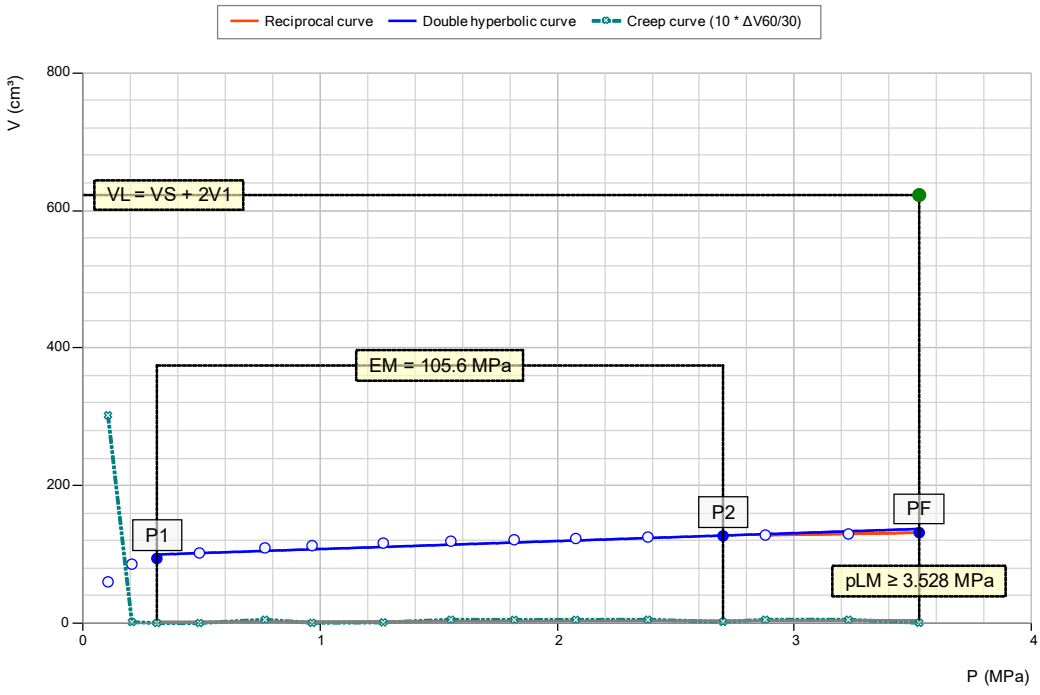
Borehole expansion test conforming to EN ISO 22476-4 procedure B

- RESULTS -

File	31524
Test reference	ES241211.003
Job site identification	Sacavem
Borehole	sc20
Test depth	4.00

Borehole expansion test conforming to EN ISO 22476-4 procedure B (Apageo - GeoVision 5)

31524_sc20_4m



CALCULATED NORMATIVE RESULTS		
σh0	(MPa)	0.036
p1	(MPa)	0.31
p2	(MPa)	2.70
pf	(MPa)	3.53
plm	(MPa)	≥ 3.528
p*lm	(MPa)	≥ 3.492
EM	(MPa)	105.6
EM / plm		≤ 29.93
EM / p*lm		≤ 30.24

EXTRAPOLATION METHODS PARAMETERS		
inverse volumes	A	-3.24E-04
	B	8.75E-03
	Average error(cm3)	1.06E-01
double hyperbolic	A1	9.60E+01
	A2	1.16E+01
	A3	3.85E-03
	A4	0.00E+00
	A5	1.03E-01
	A6	1.00E+02
	Average error(cm3)	3.92E+00

COMMENTS

PLMR = 22.07 MPa
PLMDH = - MPa

MENARD PRESSUREMETER TEST DATA

Borehole expansion test conforming to EN ISO 22476-4 procedure B

- DATA -

SITE	
File	31524
Country	
Job site identification	Sacavem
Location plan ref.	
Borehole number	sc20

PROBE

PROBE PARAMETERS			
Code	60-gc3		
Length	Cover		
210 mm	X	Rubber	X
370 mm		Reinforced mesh	
Type		Metallic mesh	
E		Metallic strips	
G	X	Slotted tube	

TUBING AND FLUID					
Type	Coaxial		Liquid	Nature	
	Twin	X		Unit weight gl/gw	
Total length (m)			Gas	Nature	
0.50				Compressibility lg (m-1)	

MEMBRANE PARAMETERS	
Supplier type and cote	
Pressure loss pm (MPa)	0.050

PRESSURE LOSS PARAMETERS	
Correction sheet reference	ET241206.001
Ultimate pressure loss pel (MPa)	0.455

VOLUME LOSS PARAMETERS	
Correction sheet reference	CA220426.001
Calibration cylinder diameter di (mm)	60.0
Calibration coefficient a (cm3/MPa)	4.132
Probe volume Vs (cm3)	434.7

TEST

Test number (or depth)	ES241211.004
Test date and time	11/12/2024 13:24
Control unit number	756
Data logger number	452
Operator's name	Luis
Differential pressure (MPa)	-0.034
Observations (weather, etc.)	

ORIGINAL DATA									DATA CORRECTED from P&V losses				
Palier	PRESSURE pr (MPa)				VOLUME V(t) (cm³)				PRESSURE	VOLUME	SLOPE	CREEP	MODULE
	1 s	15 s	30 s	60 s	1 s	15 s	30 s	60 s	p (MPa)	V60 (cm³)	Δp60/60/ΔV (cm³/MPa)	Δp60/30 (cm³)	EM (MPa)
0													
1	0.063	0.134	0.142	0.152	30.4	63.2	86.0	92.2	0.107	91.1		6.3	22.581
2	0.152	0.193	0.239	0.250	92.3	95.6	104.1	105.7	0.179	103.9	178	1.6	30.660
3	0.383	0.432	0.442	0.439	111.6	118.6	119.2	119.5	0.380	116.4	62	0.3	38.752
4	0.538	0.579	0.587	0.587	122.1	125.6	126.0	127.1	0.521	123.0	47	1.1	49.734
5	0.686	0.748	0.742	0.746	129.5	132.1	132.7	132.8	0.678	127.7	30	0.1	
6	0.886	0.957	0.959	0.954	134.7	137.6	138.1	138.5	0.885	132.3	22	0.5	69.049
7	1.040	1.127	1.130	1.127	139.4	141.3	141.8	142.2	1.054	134.9	16	0.3	78.932
8	1.195	1.301	1.311	1.311	142.8	144.3	145.3	145.8	1.230	137.6	15	0.5	84.932
9	1.378	1.485	1.504	1.504	146.3	147.7	148.2	148.7	1.417	139.5	10	0.5	95.309
10	1.619	1.728	1.729	1.726	149.6	151.1	151.6	152.1	1.646	141.8	10	0.5	104.515
11	1.853	1.948	1.950	1.948	153.0	154.2	154.7	155.2	1.865	143.9	10	0.4	111.533
12	2.054	2.152	2.161	2.163	155.9	156.9	157.3	157.8	2.072	145.6	8	0.5	118.608
13	2.276	2.383	2.390	2.383	158.3	159.3	159.8	160.3	2.297	147.1	7	0.5	127.395
14	2.528	2.595	2.614	2.605	160.8	161.7	161.8	162.2	2.516	148.1	5	0.4	137.291
15	2.740	2.837	2.846	2.846	163.0	163.6	164.1	164.6	2.751	149.6	6	0.5	144.560
16	2.966	3.041	3.059	3.058	165.1	165.6	166.0	166.1	2.960	150.3	3	0.1	154.246
17	3.185	3.271	3.281	3.281	166.9	167.5	167.5	168.0	3.183	151.4	5	0.5	161.629
18	3.435	3.522	3.529	3.531	168.8	169.4	169.4	169.9	3.432	152.5	4	0.5	170.120
19													
20													
21													
22													
23													
24													

LEVELS

NGF	Levels	Relative levels
ZC		+ 1.00
ZN		0 (borehole top)
ZW		-
ZS		- 5.50

BOREHOLE

Localization system		X =
		Y =
Drilling rig		
Drilling method (table C abbreviations)		
Drilling tool	type	
	diameter (mm)	
Casing foot at (m depth)		
Drilling fluid		
Drilling length before testing	from level (m)	5
	to level (m)	6
	time completed	

UNITS

Elevations	metre	m
Time	second	s
Volumes	cubic centimetre	cm3
Pressures	Megapascal	MPa

MENARD PRESSUREMETER REPORT AND INTERPRETATION

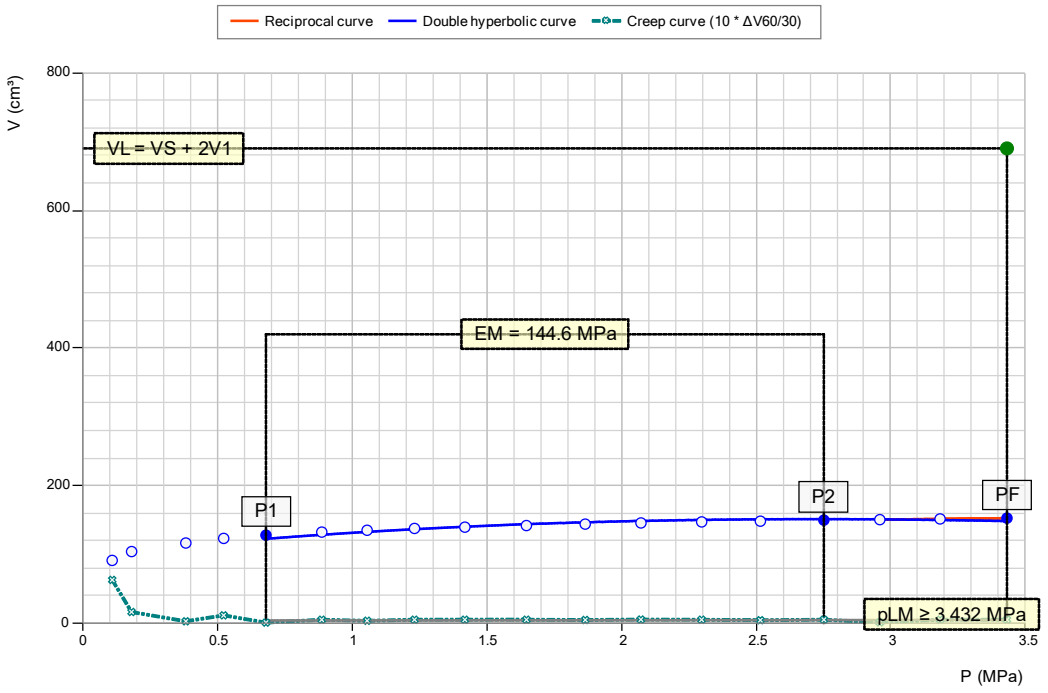
Borehole expansion test conforming to EN ISO 22476-4 procedure B

- RESULTS -

File	31524
Test reference	ES241211.004
Job site identification	Sacavem
Borehole	sc20
Test depth	5.50

Borehole expansion test conforming to EN ISO 22476-4 procedure B (Apageo - GeoVision 5)

31524_sc20_5.5m



CALCULATED NORMATIVE RESULTS		
σ_{h0}	(MPa)	0.049
p1	(MPa)	0.68
p2	(MPa)	2.75
pf	(MPa)	3.43
plm	(MPa)	≥ 3.432
p*lm	(MPa)	≥ 3.383
EM	(MPa)	144.6
EM / plm		≤ 42.12
EM / p*lm		≤ 42.74

EXTRAPOLATION METHODS PARAMETERS		
inverse volumes	A	-2.01E-04
	B	7.25E-03
	Average error(cm3)	3.58E-02
double hyperbolic	A1	1.88E+03
	A2	-9.36E+01
	A3	2.31E+04
	A4	0.00E+00
	A5	-1.30E+01
	A6	1.00E+02
	Average error(cm3)	3.08E+00

COMMENTS

PLMR = 28.85 MPa
PLMDH = - MPa

APAGEO

MENARD PRESSUREMETER TEST DATA

Borehole expansion test conforming to EN ISO 22476-4 procedure B

- DATA -

SITE	
File	31524
Country	
Job site identification	Sacavem
Location plan ref.	
Borehole number	sc20

PROBE

PROBE PARAMETERS			
Code	60-gc3		
Length		Cover	
210 mm	X	Rubber	X
370 mm		Reinforced mesh	
Type		Metallic mesh	
E		Metallic strips	
G	X	Slotted tube	

TUBING AND FLUID					
Type	Coaxial		Liquid	Nature	
	Twin	X		Unit weight gl/gw	
Total length (m)			Gas	Nature	
0.50				Compressibility lg (m-1)	
MEMBRANE PARAMETERS					
Supplier type and cote					
Pressure loss pm (MPa)		0.050			

PRESSURE LOSS PARAMETERS	
Correction sheet reference	ET241206.001
Ultimate pressure loss pel (MPa)	0.455
VOLUME LOSS PARAMETERS	
Correction sheet reference	CA220426.001
Calibration cylinder diameter di (mm)	60.0
Calibration coefficient a (cm3/MPa)	4.132
Probe volume Vs (cm3)	434.7

TEST

Test number (or depth)	ES241211.005
Test date and time	11/12/2024 14:11
Control unit number	756
Data logger number	452
Operator's name	Luis
Differential pressure (MPa)	-0.024
Observations (weather, etc.)	

ORIGINAL DATA									DATA CORRECTED from P&V losses				
Palier	PRESSURE pr (MPa)				VOLUME V(t) (cm³)				PRESSURE	VOLUME	SLOPE	CREEP	MODULE
	1 s	15 s	30 s	60 s	1 s	15 s	30 s	60 s	p (MPa)	V60 (cm³)	Δp60/60/Δz (cm³/MPa)	Δp60/30 (cm³)	EM (MPa)
0													
1	0.054	0.184	0.209	0.220	-38.9	14.3	55.6	84.0	0.186	82.3		28.4	32.827
2	0.239	0.254	0.261	0.278	85.7	88.1	88.8	90.7	0.241	88.7	117	1.9	37.139
3	0.374	0.452	0.471	0.471	95.2	103.2	104.3	104.7	0.430	101.4	67	0.5	48.081
4	0.605	0.693	0.693	0.693	108.5	114.4	114.9	115.4	0.651	110.6	42	0.5	60.692
5	0.789	0.905	0.905	0.905	116.8	121.3	122.1	122.2	0.858	116.2	27	0.1	69.323
6	0.963	1.108	1.131	1.127	122.9	126.4	127.7	128.0	1.070	120.7	21	0.3	
7	1.233	1.436	1.436	1.431	129.5	133.7	134.2	134.7	1.378	125.9	17	0.5	88.612
8	1.456	1.484	1.494	1.523	135.2	135.6	136.1	136.6	1.440	127.3	23	0.5	83.645
9	1.707	1.871	1.865	1.861	138.3	141.8	142.4	142.9	1.803	132.0	13	0.5	97.174
10	1.881	1.910	1.938	1.967	143.4	143.8	144.0	144.4	1.871	133.0	15	0.4	97.486
11	2.073	2.170	2.180	2.183	145.6	146.7	147.2	147.8	2.110	135.5	10	0.6	105.775
12	2.305	2.403	2.412	2.412	149.1	150.1	150.6	152.0	2.338	138.8	14	1.4	105.635
13	2.479	2.576	2.585	2.585	152.8	153.5	153.8	154.3	2.510	140.4	9	0.6	110.334
14	2.692	2.781	2.791	2.789	155.1	155.9	156.4	156.9	2.713	142.1	9	0.5	115.762
15	2.943	3.049	3.062	3.068	158.0	158.8	159.8	160.3	2.983	144.5	9	0.5	121.689
16	3.203	3.319	3.327	3.329	161.4	162.2	162.7	163.5	3.246	146.7	9	0.8	126.620
17	3.406	3.484	3.491	3.497	164.2	164.6	165.1	165.5	3.410	148.2	9	0.4	129.117
18	3.618	3.715	3.725	3.725	166.4	167.0	167.3	167.6	3.640	149.5	6	0.3	135.265
19	3.793	3.918	3.937	3.940	168.3	168.9	169.4	169.9	3.847	151.2	8	0.6	138.534
20	3.986	4.092	4.121	4.131	170.3	171.3	171.4	171.8	4.028	152.5	7	0.5	141.502
21	4.245	4.410	4.440	4.440	172.8	173.8	174.3	175.2	4.342	155.0	8	1.0	145.616
22	4.488	4.546	4.565	4.550	175.7	176.2	176.4	176.7	4.466	156.1	9	0.4	146.338
23													
24													

LEVELS

NGF	Levels	Relative levels
ZC		+ 1.00
ZN		0 (borehole top)
ZW		-
ZS		- 6.70

BOREHOLE

Localization system		X =
		Y =
Drilling rig		
Drilling method (table C abbreviations)		
Drilling tool	type	
	diameter (mm)	
Casing foot at (m depth)		
Drilling fluid		
Drilling length before testing	from level (m)	6
	to level (m)	7.5
	time completed	

UNITS

Elevations	metre	m
Time	second	s
Volumes	cubic centimetre	cm3
Pressures	Megapascal	MPa

APAGEO

MENARD PRESSUREMETER REPORT AND INTERPRETATION

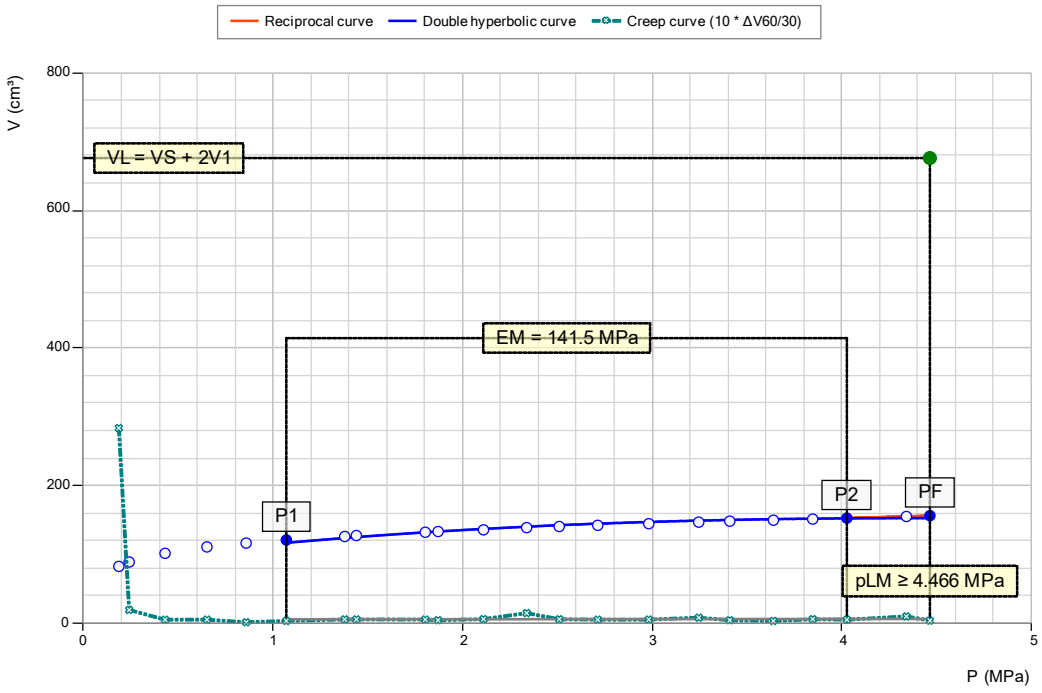
Borehole expansion test conforming to EN ISO 22476-4 procedure B

- RESULTS -

File	31524
Test reference	ES241211.005
Job site identification	Sacavem
Borehole	sc20
Test depth	6.70

Borehole expansion test conforming to EN ISO 22476-4 procedure B (Apageo - GeoVision 5)

31524_sc20_6.7m



CALCULATED NORMATIVE RESULTS		
σ_{h0}	(MPa)	0.060
p1	(MPa)	1.07
p2	(MPa)	4.03
pf	(MPa)	4.47
plm	(MPa)	≥ 4.466
p*lm	(MPa)	≥ 4.406
EM	(MPa)	141.5
EM / plm		≤ 31.68
EM / p*lm		≤ 32.12

EXTRAPOLATION METHODS PARAMETERS		
inverse volumes	A	-3.43E-04
	B	7.94E-03
	Average error(cm3)	4.95E-02
double hyperbolic	A1	1.15E+03
	A2	-4.63E+01
	A3	1.38E+04
	A4	0.00E+00
	A5	-1.29E+01
	A6	1.00E+02
	Average error(cm3)	2.55E+00

COMMENTS

PLMR = 18.83 MPa
PLMDH = - MPa

APAGEO
Apageo - GeoVision® 5.5.0.0

APAGEO

MENARD PRESSUREMETER TEST DATA

Borehole expansion test conforming to EN ISO 22476-4 procedure B

- DATA -

SITE	
File	31524
Country	
Job site identification	Sacavem
Location plan ref.	
Borehole number	SC21

PROBE

PROBE PARAMETERS			
Code	60-gc3		
Length		Cover	
210 mm	X	Rubber	X
370 mm		Reinforced mesh	
Type		Metallic mesh	
E		Metallic strips	
G	X	Slotted tube	

TUBING AND FLUID					
Type	Coaxial		Liquid	Nature	
	Twin	X		Unit weight gl/gw	
Total length (m)	0.50		Gas	Nature	
				Compressibility lg (m-1)	

MEMBRANE PARAMETERS	
Supplier type and cote	
Pressure loss pm (MPa)	0.050

PRESSURE LOSS PARAMETERS	
Correction sheet reference	ET241206.001
Ultimate pressure loss pel (MPa)	0.455

VOLUME LOSS PARAMETERS	
Correction sheet reference	CA241206.001
Calibration cylinder diameter di (mm)	60.0
Calibration coefficient a (cm3/MPa)	4.132
Probe volume Vs (cm3)	434.7

TEST

Test number (or depth)	ES241209.001
Test date and time	09/12/2024 11:38
Control unit number	756
Data logger number	452
Operator's name	Luis
Differential pressure (MPa)	-0.080
Observations (weather, etc.)	

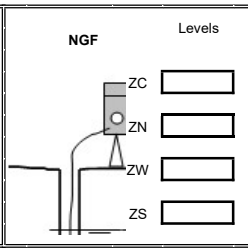
ORIGINAL DATA

Palier	PRESSURE pr (MPa) 1 s	15 s	30 s	60 s	VOLUME V(t) (cm³) 1 s	15 s	30 s	60 s
0								
1	0.028	0.084	0.067	0.065	5.3	35.6	62.3	92.6
2	0.181	0.186	0.196	0.193	110.5	146.4	169.2	177.6
3	0.287	0.316	0.326	0.329	183.1	192.0	194.7	197.4
4	0.432	0.465	0.471	0.472	202.4	211.7	214.8	217.7
5	0.577	0.606	0.615	0.616	222.2	231.3	234.7	238.4
6	0.734	0.780	0.789	0.799	244.2	256.8	262.6	268.7
7	0.915	0.963	0.973	0.982	275.1	292.5	304.6	319.2
8	1.126	1.177	1.195	1.205	328.8	357.3	381.0	417.6
9	1.378	1.427	1.440	1.457	434.9	473.5	507.5	563.4
10	1.591	1.649	1.687	1.723	581.3	625.1	667.7	733.2
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								

DATA CORRECTED from P&V losses

PRESSURE p (MPa)	VOLUME V60 (cm³)	SLOPE Δp60/60/Δz (cm³/MPa)	CREEP Δp60/30 (cm³)	MODULE EM (MPa)
-0.003	92.1		30.3	0.948
0.050	176.2	1597	8.5	
0.167	195.0	160	2.7	10.317
0.299	214.4	146	2.9	10.969
0.428	234.1	154	3.7	11.121
0.585	263.3	186	6.1	10.694
0.737	312.7	325	14.6	9.096
0.899	410.0	600	36.6	7.035
1.072	554.4	836	55.9	5.752
1.236	722.9	1030	65.5	5.102

LEVELS



Relative levels	
+	1.00
0	(borehole top)
-	
-	1.40

BOREHOLE

Localization system		X =
		Y =
Drilling rig		
Drilling method (table C abbreviations)		
Drilling tool	type	
	diameter (mm)	
Casing foot at (m depth)		
Drilling fluid		
Drilling length before testing	from level (m)	1.1
	to level (m)	1.7
	time completed	

UNITS

Elevations	metre	m
Time	second	s
Volumes	cubic centimetre	cm3
Pressures	Megapascal	MPa

APAGEO

MENARD PRESSUREMETER REPORT AND INTERPRETATION

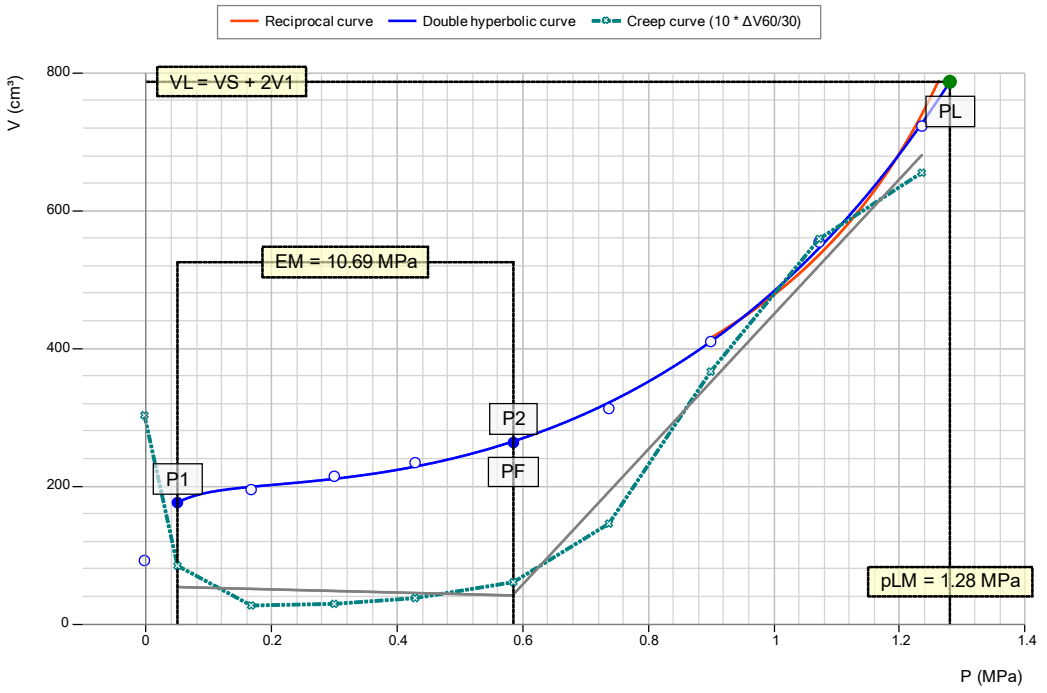
Borehole expansion test conforming to EN ISO 22476-4 procedure B

- RESULTS -

File	31524
Test reference	ES241209.001
Job site identification	Sacavem
Borehole	SC21
Test depth	1.40

Borehole expansion test conforming to EN ISO 22476-4 procedure B (Apageo - GeoVision 5)

31524_SC21_1.4m



CALCULATED NORMATIVE RESULTS		
σv0	(MPa)	0.013
p1	(MPa)	0.05
p2	(MPa)	0.58
pf	(MPa)	0.58
plm	(MPa)	1.28
p*lm	(MPa)	1.27
EM	(MPa)	10.7
EM / plm		8.4
EM / p*lm		8.4

EXTRAPOLATION METHODS PARAMETERS		
inverse volumes	A	-3.14E-03
	B	5.24E-03
	Average error(cm3)	1.36E+01
double hyperbolic	A1	-1.59E+03
	A2	-7.33E+02
	A3	3.75E+00
	A4	5.14E+03
	A5	-3.07E-02
	A6	2.83E+00
	Average error(cm3)	3.68E+00

COMMENTS

PLMR = 1.261 MPa
PLMDH = 1.28 MPa

APAGEO

MENARD PRESSUREMETER TEST DATA

Borehole expansion test conforming to EN ISO 22476-4 procedure B

- DATA -

SITE		
	File	31524
	Country	
	Job site identification	Sacavem
	Location plan ref.	
	Borehole number	sc21

PROBE				
PROBE PARAMETERS				
Code	60-gc3			
Length		Cover		
210 mm	X	Rubber	X	
370 mm		Reinforced mesh		
Type		Metallic mesh		
E		Metallic strips		
G	X	Slotted tube		

TUBING AND FLUID				
Type	Coaxial		Liquid	Nature
	Twin	X		Unit weight gl/gw
Total length (m)	0.50		Gas	Nature
				Compressibility lg (m-1)
MEMBRANE PARAMETERS				
Supplier type and cote				
Pressure loss pm (MPa)	0.050			

PRESSURE LOSS PARAMETERS	
Correction sheet reference	ET241206.001
Ultimate pressure loss pel (MPa)	0.455
VOLUME LOSS PARAMETERS	
Correction sheet reference	CA241206.001
Calibration cylinder diameter di (mm)	60.0
Calibration coefficient a (cm3/MPa)	4.132
Probe volume Vs (cm3)	434.7

TEST	
Test number (or depth)	ES241209.002
Test date and time	09/12/2024 13:53
Control unit number	756
Data logger number	452
Operator's name	Luis
Differential pressure (MPa)	-0.081
Observations (weather, etc.)	

ORIGINAL DATA

Palier	PRESSURE pr (MPa) 1 s	15 s	30 s	60 s	VOLUME V(t) (cm³) 1 s	15 s	30 s	60 s
0								
1	0.200	0.220	0.229	0.231	28.3	78.2	118.2	181.2
2	0.316	0.355	0.362	0.365	199.4	230.6	240.8	244.3
3	0.488	0.529	0.538	0.548	248.6	250.9	251.5	252.0
4	0.654	0.702	0.712	0.722	254.4	255.4	255.8	255.8
5	0.780	0.818	0.818	0.828	257.2	257.8	257.8	257.8
6	0.943	1.002	1.011	1.013	259.6	260.2	260.2	260.2
7	1.100	1.151	1.166	1.166	261.5	262.1	262.1	262.1
8	1.233	1.291	1.307	1.314	262.8	263.6	263.6	263.6
9	1.388	1.445	1.456	1.475	264.5	265.0	265.0	265.0
10	1.572	1.649	1.658	1.661	266.2	266.9	266.9	266.9
11	1.765	1.823	1.825	1.832	267.9	268.4	268.4	268.4
12	2.016	2.164	2.190	2.199	269.9	271.3	271.7	271.8
13	2.312	2.354	2.373	2.382	272.7	273.2	273.2	273.2
14	2.547	2.636	2.654	2.672	274.6	275.5	275.6	276.0
15	2.778	2.846	2.866	2.875	276.8	277.1	277.6	277.6
16	2.933	2.981	3.002	3.020	278.0	278.5	278.5	279.0
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								

DATA CORRECTED from P&V losses

PRESSURE p (MPa)	VOLUME V60 (cm³)	SLOPE Δg60/60/Δσ (cm³/MPa)	CREEP Δg60/30 (cm³)	MODULE EM (MPa)
0.093	179.5		63.0	2.512
0.184	241.7	683	3.5	
0.356	248.1	38	0.5	47.890
0.527	250.9	16	0.0	67.050
0.635	252.3	12	0.0	77.082
0.821	253.6	7	0.0	97.191
0.972	254.6	7	0.0	110.236
1.114	255.3	5	0.0	123.746
1.267	255.9	4	0.0	137.835
1.464	257.0	5	0.0	152.248
1.634	257.6	4	0.0	165.355
1.988	259.4	5	0.0	185.758
2.173	260.0	4	0.0	197.283
2.455	261.6	6	0.3	207.531
2.663	262.5	4	0.0	217.719
2.800	263.4	7	0.5	220.242

LEVELS			
NGF	Levels	Relative levels	
ZC		+	1.00
ZN		0	(borehole top)
ZW		-	
ZS		-	2.50

BOREHOLE		
Localization system	X =	
	Y =	
Drilling rig		
Drilling method (table C abbreviations)		
Drilling tool	type	
	diameter (mm)	
Casing foot at (m depth)		
Drilling fluid		
Drilling length before testing	from level (m)	2
	to level (m)	3
	time completed	

UNITS			
	Elevations	metre	m
	Time	second	s
	Volumes	cubic centimetre	cm3
	Pressures	Megapascal	MPa

APAGEO

MENARD PRESSUREMETER REPORT AND INTERPRETATION

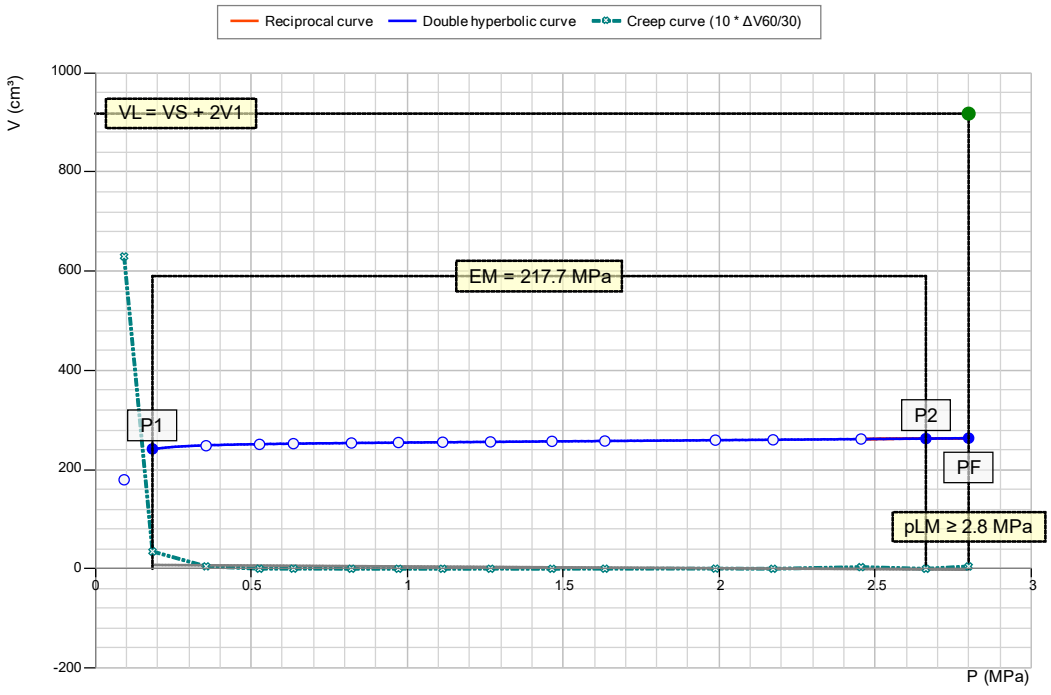
Borehole expansion test conforming to EN ISO 22476-4 procedure B

- RESULTS -

File	31524
Test reference	ES241209.002
Job site identification	Sacavem
Borehole	sc21
Test depth	2.50

Borehole expansion test conforming to EN ISO 22476-4 procedure B (Apageo - GeoVision 5)

31524_sc21_2.5m



CALCULATED NORMATIVE RESULTS		
σh0	(MPa)	0.022
p1	(MPa)	0.18
p2	(MPa)	2.66
pf	(MPa)	2.80
plm	(MPa)	≥ 2.8
p*lm	(MPa)	≥ 2.777
EM	(MPa)	217.7
EM / plm		≤ 77.76
EM / p*lm		≤ 78.39

EXTRAPOLATION METHODS PARAMETERS		
inverse volumes	A	-7.17E-05
	B	4.00E-03
	Average error(cm3)	9.69E-02
double hyperbolic	A1	-2.02E+03
	A2	-2.34E+01
	A3	1.37E+00
	A4	1.94E+05
	A5	7.41E-02
	A6	8.56E+01
	Average error(cm3)	2.04E-01

COMMENTS

PLMR = 40.59 MPa
PLMDH = 33.32 MPa

APAGEO

MENARD PRESSUREMETER TEST DATA

Borehole expansion test conforming to EN ISO 22476-4 procedure B

- DATA -

SITE	
File	31524
Country	
Job site identification	Sacavem
Location plan ref.	
Borehole number	sc21

PROBE

PROBE PARAMETERS			
Code	60-gc3		
Length		Cover	
210 mm	X	Rubber	X
370 mm		Reinforced mesh	
Type		Metallic mesh	
E		Metallic strips	
G	X	Slotted tube	

TUBING AND FLUID					
Type	Coaxial		Liquid	Nature	
	Twin	X		Unit weight gl/gw	
Total length (m)	0.50		Gas	Nature	
				Compressibility lg (m-1)	
MEMBRANE PARAMETERS					
Supplier type and cote					
Pressure loss pm (MPa)	0.050				

PRESSURE LOSS PARAMETERS	
Correction sheet reference	ET241206.001
Ultimate pressure loss pel (MPa)	0.455
VOLUME LOSS PARAMETERS	
Correction sheet reference	CA241206.001
Calibration cylinder diameter di (mm)	60.0
Calibration coefficient a (cm3/MPa)	4.132
Probe volume Vs (cm3)	434.7

TEST

Test number (or depth)	ES241209.003
Test date and time	09/12/2024 14:42
Control unit number	756
Data logger number	452
Operator's name	Luis
Differential pressure (MPa)	-0.083
Observations (weather, etc.)	

ORIGINAL DATA									DATA CORRECTED from P&V losses				
Palier	PRESSURE pr (MPa)				VOLUME V(t) (cm³)				PRESSURE	VOLUME	SLOPE	CREEP	MODULE
	1 s	15 s	30 s	60 s	1 s	15 s	30 s	60 s	p (MPa)	V60 (cm³)	Δp60/60/Δz (cm³/MPa)	Δp60/30 (cm³)	EM (MPa)
0													
1	0.081	0.278	0.297	0.287	29.5	100.9	152.5	225.1	0.168	223.1		72.7	
2	0.305	0.490	0.499	0.500	235.1	254.1	254.9	255.3	0.357	251.8	152	0.4	11.755
3	0.576	0.640	0.664	0.664	257.2	258.8	259.2	259.2	0.514	254.7	18	0.0	19.562
4	0.782	0.876	0.877	0.876	261.3	262.6	262.6	262.6	0.733	256.8	10	0.0	30.067
5	0.983	1.083	1.098	1.100	264.0	265.0	265.0	265.0	0.948	257.9	5	0.0	40.176
6	1.186	1.330	1.359	1.378	265.9	267.0	267.4	267.4	1.207	258.8	3	0.0	52.184
7	1.506	1.639	1.639	1.610	268.4	269.4	269.4	269.4	1.484	259.6	3	0.0	64.697
8	1.899	2.035	2.026	2.025	269.8	270.6	270.6	270.6	1.881	258.9	-2	0.0	85.783
9	2.180	2.267	2.268	2.264	271.2	271.3	271.3	271.3	2.118	258.6	-1	0.0	98.522
10	2.576	2.694	2.701	2.701	273.1	273.2	273.2	273.2	2.548	258.8	0	0.0	119.725
11	2.866	2.914	2.923	2.922	274.1	274.2	274.2	274.2	2.769	258.9	1	0.0	130.353
12	3.088	3.145	3.148	3.154	274.7	274.8	274.8	274.8	2.998	258.7	-1	0.0	142.765
13	3.257	3.387	3.403	3.406	275.3	275.6	275.6	275.6	3.246	258.6	0	0.0	155.446
14	3.580	3.669	3.680	3.686	276.6	276.6	276.6	276.6	3.525	258.7	0	0.0	169.403
15	3.908	4.011	4.024	4.018	277.5	277.6	277.6	277.6	3.865	258.6	0	0.0	186.815
16													
17													
18													
19													
20													
21													
22													
23													
24													

LEVELS

NGF	Levels	Relative levels
ZC		+ 4.00
ZN		0 (borehole top)
ZW		-
ZS		- 4.00

BOREHOLE

Localization system		X =
		Y =
Drilling rig		
Drilling method (table C abbreviations)		
Drilling tool	type	
	diameter (mm)	
Casing foot at (m depth)		
Drilling fluid		
Drilling length before testing	from level (m)	3.5
	to level (m)	4.5
	time completed	

UNITS

Elevations	metre	m
Time	second	s
Volumes	cubic centimetre	cm3
Pressures	Megapascal	MPa

APAGEO

MENARD PRESSUREMETER REPORT AND INTERPRETATION

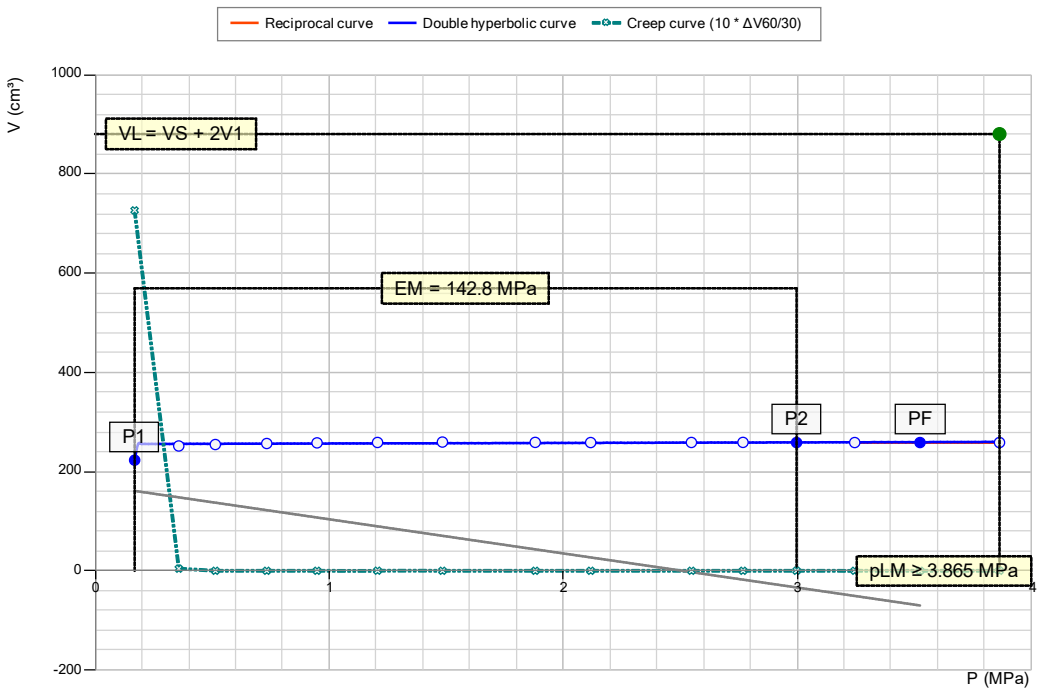
Borehole expansion test conforming to EN ISO 22476-4 procedure B

- RESULTS -

File	31524
Test reference	ES241209.003
Job site identification	Sacavem
Borehole	sc21
Test depth	4.00

Borehole expansion test conforming to EN ISO 22476-4 procedure B (Apageo - GeoVision 5)

31524_sc21_4m



CALCULATED NORMATIVE RESULTS		
σr0	(MPa)	0.036
p1	(MPa)	0.17
p2	(MPa)	3.00
pf	(MPa)	3.53
plm	(MPa)	≥ 3.865
p*lm	(MPa)	≥ 3.829
EM	(MPa)	142.8
EM / plm		≤ 36.94
EM / p*lm		≤ 37.29

EXTRAPOLATION METHODS PARAMETERS		
inverse volumes	A	6.65E-07
	B	3.86E-03
	Average error(cm3)	1.72E-02
double hyperbolic	A1	2.56E+02
	A2	1.12E+00
	A3	5.51E-03
	A4	0.00E+00
	A5	1.68E-01
	A6	1.00E+02
	Average error(cm3)	1.14E+00

COMMENTS

PLMR = -4 104 MPa
PLMDH = - MPa

APAGEO
Apageo - GeoVision® 5.5.0.0

APAGEO

MENARD PRESSUREMETER TEST DATA

Borehole expansion test conforming to EN ISO 22476-4 procedure B

- DATA -

SITE	
File	31524
Country	
Job site identification	Sacavem
Location plan ref.	
Borehole number	sc21

PROBE

PROBE PARAMETERS			
Code	60-gc3		
Length		Cover	
210 mm	X	Rubber	X
370 mm		Reinforced mesh	
Type		Metallic mesh	
E		Metallic strips	
G	X	Slotted tube	

TUBING AND FLUID					
Type	Coaxial		Liquid	Nature	
	Twin	X		Unit weight gl/gw	
Total length (m)	0.50		Gas	Nature	
				Compressibility lg (m-1)	
MEMBRANE PARAMETERS					
Supplier type and cote					
Pressure loss pm (MPa)	0.050				

PRESSURE LOSS PARAMETERS	
Correction sheet reference	ET241206.001
Ultimate pressure loss pel (MPa)	0.455
VOLUME LOSS PARAMETERS	
Correction sheet reference	CA241206.001
Calibration cylinder diameter di (mm)	60.0
Calibration coefficient a (cm3/MPa)	4.132
Probe volume Vs (cm3)	434.7

TEST

Test number (or depth)	ES241209.004
Test date and time	09/12/2024 15:33
Control unit number	756
Data logger number	452
Operator's name	Luis
Differential pressure (MPa)	-0.034
Observations (weather, etc.)	

ORIGINAL DATA									DATA CORRECTED from P&V losses				
Palier	PRESSURE pr (MPa)				VOLUME V(t) (cm³)				PRESSURE	VOLUME	SLOPE	CREEP	MODULE
	1 s	15 s	30 s	60 s	1 s	15 s	30 s	60 s	p (MPa)	V60 (cm³)	Δg60/60/Δz (cm³/MPa)	Δg60/30 (cm³)	EM (MPa)
0													
1	0.123	0.152	0.152	0.152	41.1	83.1	120.4	174.8	0.083	173.6		54.4	2.247
2	0.239	0.306	0.316	0.319	190.2	229.8	250.0	256.7	0.189	254.4	768	6.7	
3	0.393	0.480	0.480	0.480	258.7	264.3	264.7	265.0	0.350	261.6	45	0.3	41.406
4	0.587	0.686	0.693	0.693	267.1	270.3	270.3	270.3	0.557	265.6	19	0.0	61.037
5	0.818	0.903	0.905	0.905	272.3	274.2	274.2	274.2	0.769	268.2	12	0.0	78.065
6	0.955	1.002	1.041	1.069	274.9	275.7	276.6	276.6	0.896	269.7	12	0.0	86.042
7	1.137	1.272	1.297	1.307	277.3	279.2	279.5	279.5	1.151	271.3	6	0.0	105.893
8	1.384	1.610	1.611	1.620	280.4	283.0	283.3	283.3	1.471	273.6	7	0.0	124.501
9	1.701	1.834	1.843	1.843	284.2	285.8	285.8	286.2	1.696	275.4	8	0.4	133.973
10	1.948	2.112	2.112	2.112	287.2	288.8	289.1	289.2	1.967	277.2	7	0.1	145.551
11	2.255	2.385	2.398	2.392	290.8	292.4	292.6	293.0	2.244	279.8	9	0.5	151.173
12	2.518	2.615	2.624	2.619	294.5	295.9	296.2	296.9	2.470	282.8	13	0.6	150.642
13	2.846	2.952	2.963	2.962	298.6	301.2	302.0	303.1	2.805	287.7	15	1.1	147.522
14	3.097	3.213	3.223	3.232	304.7	307.0	308.0	308.5	3.064	292.1	17	0.5	143.903
15	3.445	3.573	3.590	3.592	310.4	314.0	315.9	318.1	3.421	300.5	24	2.2	132.934
16	3.783	3.887	3.899	3.899	320.3	324.0	326.4	329.4	3.724	310.8	34	3.0	119.729
17	4.092	4.269	4.278	4.285	331.7	338.1	342.2	346.9	4.096	327.1	44	4.8	103.709
18	4.392	4.533	4.547	4.546	348.8	353.6	357.5	362.5	4.352	342.0	58	5.0	92.721
19	4.641	4.787	4.816	4.826	364.5	369.2	373.9	380.7	4.608	359.3	68	6.7	83.143
20													
21													
22													
23													
24													

LEVELS

NGF	Levels	Relative levels
ZC		+ 4.00
ZN		0 (borehole top)
ZW		-
ZS		- 5.50

BOREHOLE

Localization system		X =
		Y =
Drilling rig		
Drilling method (table C abbreviations)		
Drilling tool	type	
	diameter (mm)	
Casing foot at (m depth)		
Drilling fluid		
Drilling length before testing	from level (m)	5
	to level (m)	6
	time completed	

UNITS

Elevations	metre	m
Time	second	s
Volumes	cubic centimetre	cm3
Pressures	Megapascal	MPa

APAGEO

MENARD PRESSUREMETER REPORT AND INTERPRETATION

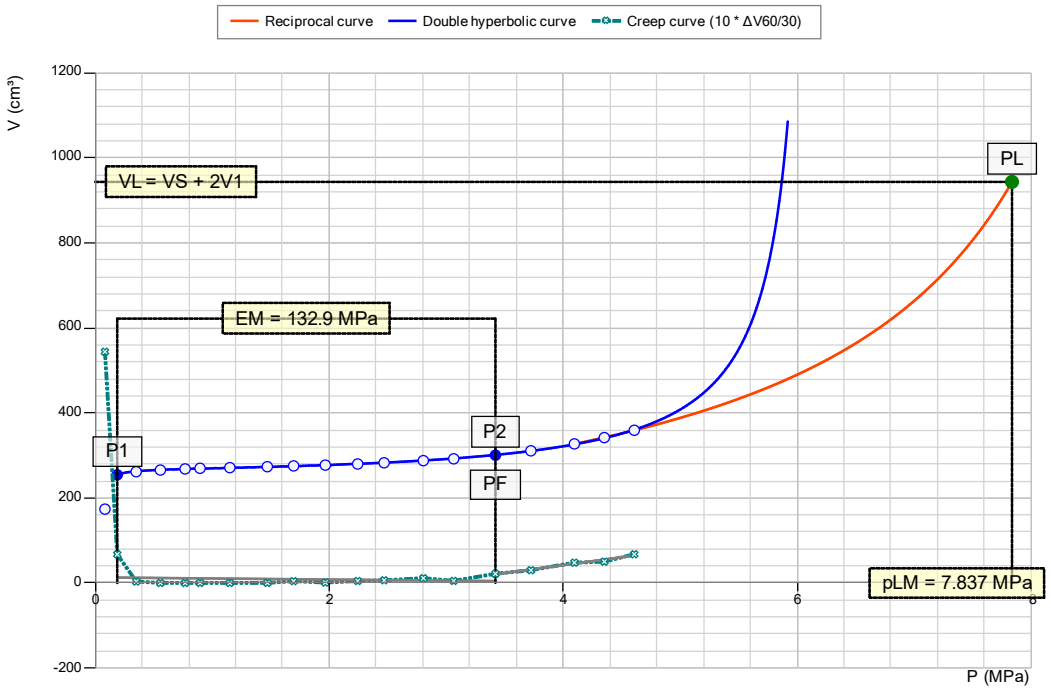
Borehole expansion test conforming to EN ISO 22476-4 procedure B

- RESULTS -

File	31524
Test reference	ES241209.004
Job site identification	Sacavem
Borehole	sc21
Test depth	5.50

Borehole expansion test conforming to EN ISO 22476-4 procedure B (Apageo - GeoVision 5)

31524_sc21_5.5m



CALCULATED NORMATIVE RESULTS		
σh0	(MPa)	0.049
p1	(MPa)	0.19
p2	(MPa)	3.42
pf	(MPa)	3.42
plm	(MPa)	7.84
p*lm	(MPa)	7.79
EM	(MPa)	132.9
EM / plm		17.0
EM / p*lm		17.1

EXTRAPOLATION METHODS PARAMETERS		
inverse volumes	A	-5.34E-04
	B	5.25E-03
	Average error(cm3)	2.19E-01
double hyperbolic	A1	2.30E+02
	A2	-3.78E+00
	A3	1.76E+00
	A4	2.33E+02
	A5	6.48E-02
	A6	6.19E+00
	Average error(cm3)	5.79E-01

COMMENTS

PLMR = 7.837 MPa
PLMDH = 5.868 MPa

APAGEO
Apageo - GeoVision® 5.5.0.0

APAGEO

MENARD PRESSUREMETER TEST DATA

Borehole expansion test conforming to EN ISO 22476-4 procedure B

- DATA -

SITE	
File	31524
Country	
Job site identification	Sacavem
Location plan ref.	
Borehole number	sc21

PROBE

PROBE PARAMETERS			
Code	60-gc3		
Length		Cover	
210 mm	X	Rubber	X
370 mm		Reinforced mesh	
Type		Metallic mesh	
E		Metallic strips	
G	X	Slotted tube	

TUBING AND FLUID					
Type	Coaxial		Liquid	Nature	
	Twin	X		Unit weight gl/gw	
Total length (m)			Gas	Nature	
0.50				Compressibility lg (m-1)	
MEMBRANE PARAMETERS					
Supplier type and cote					
Pressure loss pm (MPa)		0.050			

PRESSURE LOSS PARAMETERS	
Correction sheet reference	ET241206.001
Ultimate pressure loss pel (MPa)	0.455
VOLUME LOSS PARAMETERS	
Correction sheet reference	CA241206.001
Calibration cylinder diameter di (mm)	60.0
Calibration coefficient a (cm3/MPa)	4.132
Probe volume Vs (cm3)	434.7

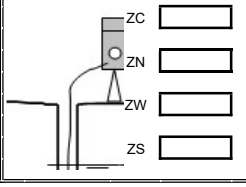
TEST

Test number (or depth)	ES241209.005
Test date and time	09/12/2024 16:22
Control unit number	756
Data logger number	452
Operator's name	Luis
Differential pressure (MPa)	-0.016
Observations (weather, etc.)	

ORIGINAL DATA

Palier	PRESSURE pr (MPa)				VOLUME V(t) (cm³)				DATA CORRECTED from P&V losses				
	1 s	15 s	30 s	60 s	1 s	15 s	30 s	60 s	PRESSURE p (MPa)	VOLUME V60 (cm³)	SLOPE Δg60/60/Δπ (cm³/MPa)	CREEP Δg60/30 (cm³)	MODULE EM (MPa)
0													
1	0.007	0.152	0.162	0.162	51.6	82.6	118.3	176.8	0.073	175.6		58.5	4.770
2	0.249	0.316	0.326	0.329	194.1	224.1	242.9	257.8	0.183	255.4	728	14.8	16.731
3	0.384	0.471	0.500	0.500	261.1	269.1	272.9	276.0	0.337	272.5	111	3.1	
4	0.617	0.742	0.746	0.742	279.5	286.3	288.2	290.5	0.582	285.5	53	2.3	36.003
5	0.867	0.992	0.993	0.992	293.1	299.0	300.7	303.1	0.824	296.6	46	2.4	38.630
6	1.050	1.166	1.204	1.205	304.4	307.7	310.3	312.3	1.015	304.7	42	2.0	40.590
7	1.292	1.475	1.475	1.475	314.0	319.5	321.9	324.2	1.293	315.1	38	2.2	43.519
8	1.523	1.610	1.683	1.707	325.1	327.7	330.6	334.2	1.474	324.0	49	3.6	43.040
9	1.794	1.958	1.977	1.977	335.9	342.0	346.1	349.9	1.773	338.5	48	3.9	42.846
10	2.109	2.277	2.296	2.305	352.3	361.1	366.7	372.1	2.081	359.3	67	5.5	40.144
11	2.450	2.672	2.711	2.711	375.0	388.1	397.0	406.8	2.467	392.3	86	9.8	36.288
12	2.856	2.952	2.972	2.981	411.0	420.7	427.5	436.6	2.721	421.1	114	9.1	33.349
13	3.184	3.319	3.363	3.397	442.8	458.8	469.8	483.1	3.085	466.1	124	13.3	30.356
14	3.464	3.561	3.599	3.638	486.8	497.5	506.1	517.6	3.306	499.8	152	11.5	28.524
15	3.684	3.754	3.773	3.793	520.4	529.3	536.0	544.4	3.469	526.1	162	8.4	27.400
16													
17													
18													
19													
20													
21													
22													
23													
24													

LEVELS



Levels	Relative levels
ZC	+ 1.00
ZN	0 (borehole top)
ZW	-
ZS	- 7.00

BOREHOLE

Localization system		X =
		Y =
Drilling rig		
Drilling method (table C abbreviations)		
Drilling tool	type	
	diameter (mm)	
Casing foot at (m depth)		
Drilling fluid		
Drilling length before testing	from level (m)	6.5
	to level (m)	7.5
	time completed	

UNITS

Elevations	metre	m
Time	second	s
Volumes	cubic centimetre	cm3
Pressures	Megapascal	MPa

APAGEO

MENARD PRESSUREMETER REPORT AND INTERPRETATION

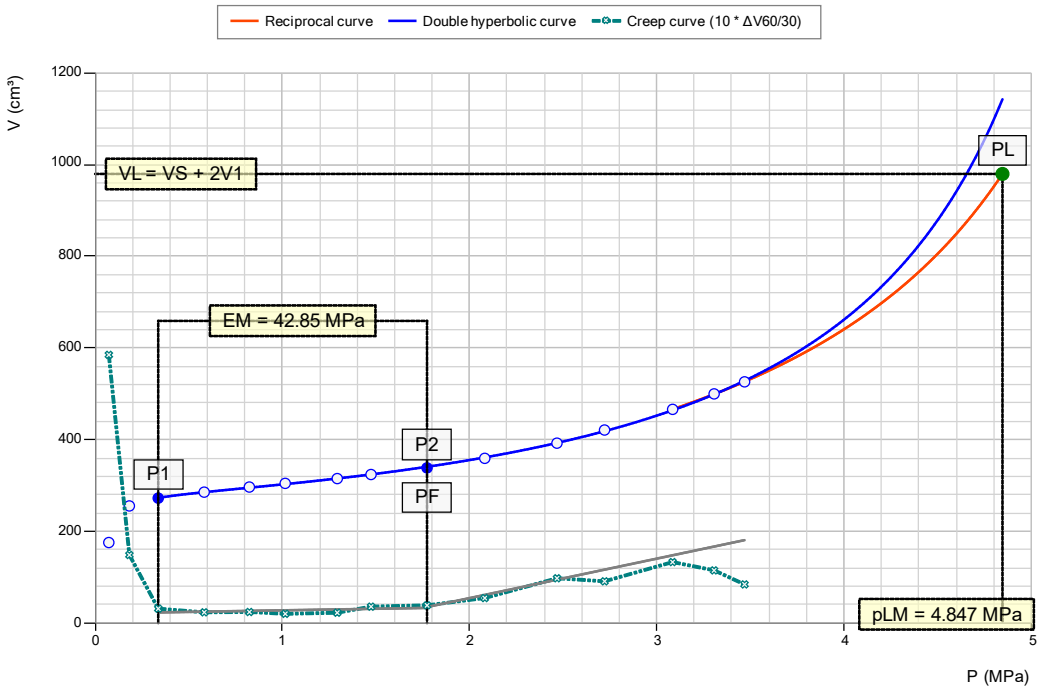
Borehole expansion test conforming to EN ISO 22476-4 procedure B

- RESULTS -

File	31524
Test reference	ES241209.005
Job site identification	Sacavem
Borehole	sc21
Test depth	7.00

Borehole expansion test conforming to EN ISO 22476-4 procedure B (Apageo - GeoVision 5)

31524_sc21_7m



CALCULATED NORMATIVE RESULTS		
σh0	(MPa)	0.063
p1	(MPa)	0.34
p2	(MPa)	1.77
pf	(MPa)	1.77
plm	(MPa)	4.85
p*lm	(MPa)	4.78
EM	(MPa)	42.8
EM / plm		8.8
EM / p*lm		9.0

EXTRAPOLATION METHODS PARAMETERS		
inverse volumes	A	-6.38E-04
	B	4.11E-03
	Average error(cm3)	4.02E-01
double hyperbolic	A1	5.05E+01
	A2	-1.70E+01
	A3	3.87E+00
	A4	1.37E+03
	A5	3.58E-02
	A6	6.01E+00
	Average error(cm3)	1.14E+00

COMMENTS

PLMR = 4.847 MPa
PLMDH = 4.655 MPa

APAGEO
Apageo - GeoVision® 5.5.0.0

APAGEO

MENARD PRESSUREMETER TEST DATA

Borehole expansion test conforming to EN ISO 22476-4 procedure B

- DATA -

SITE		
	File	31524
	Country	
	Job site identification	Sacavem
	Location plan ref.	
	Borehole number	sc34

PROBE

PROBE PARAMETERS			
Code	60-gc3		
Length		Cover	
210 mm	X	Rubber	X
370 mm		Reinforced mesh	
Type		Metallic mesh	
E		Metallic strips	
G	X	Slotted tube	

TUBING AND FLUID					
Type	Coaxial		Liquid	Nature	
	Twin	X		Unit weight gl/gw	
Total length (m)			Gas	Nature	
0.50				Compressibility lg (m-1)	

MEMBRANE PARAMETERS	
Supplier type and cote	
Pressure loss pm (MPa)	0.050

PRESSURE LOSS PARAMETERS	
Correction sheet reference	ET241206.001
Ultimate pressure loss pel (MPa)	0.455

VOLUME LOSS PARAMETERS	
Correction sheet reference	CA220426.001
Calibration cylinder diameter di (mm)	60.0
Calibration coefficient a (cm3/MPa)	4.132
Probe volume Vs (cm3)	434.7

TEST

Test number (or depth)	ES241212.001
Test date and time	12/12/2024 9:31
Control unit number	756
Data logger number	452
Operator's name	Luis
Differential pressure (MPa)	-0.042
Observations (weather, etc.)	

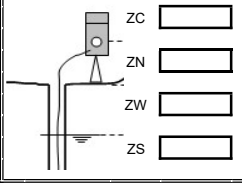
ORIGINAL DATA

Palier	PRESSURE pr (MPa) 1 s	15 s	30 s	60 s	VOLUME V(t) (cm³) 1 s	15 s	30 s	60 s
0								
1	0.028	0.132	0.142	0.152	19.8	44.0	67.5	104.0
2	0.181	0.183	0.200	0.200	114.0	135.9	157.9	197.5
3	0.271	0.299	0.306	0.335	211.3	243.2	274.8	325.8
4	0.374	0.393	0.413	0.433	337.5	364.1	390.0	434.4
5	0.490	0.519	0.539	0.567	446.1	474.9	502.6	548.0
6	0.616	0.654	0.664	0.696	559.7	589.5	618.2	661.3
7	0.751	0.789	0.811	0.799	672.2	700.5	726.2	733.2
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								

DATA CORRECTED from P&V losses

PRESSURE p (MPa)	VOLUME V60 (cm³)	SLOPE Δp60/60/ΔV (cm³/MPa)	CREEP Δp60/30 (cm³)	MODULE EM (MPa)
0.061	102.8		36.5	0.779
0.044	196.0	-5406	39.7	1.075
0.078	323.4	3752	51.0	1.346
0.116	431.4	2845	44.4	1.668
0.185	544.1	1633	45.4	1.843
0.260	656.6	1494	43.2	
0.360	727.9	719	7.1	4.168

LEVELS



Relative levels	
+	1.00
0	(borehole top)
-	
-	2.00

BOREHOLE

Localization system		X =
		Y =
Drilling rig		
Drilling method (table C abbreviations)		
Drilling tool	type	
	diameter (mm)	
Casing foot at (m depth)		
Drilling fluid		
Drilling length before testing	from level (m)	1.5
	to level (m)	2.5
	time completed	

UNITS

Elevations	metre	m
Time	second	s
Volumes	cubic centimetre	cm3
Pressures	Megapascal	MPa

APAGEO

MENARD PRESSUREMETER REPORT AND INTERPRETATION

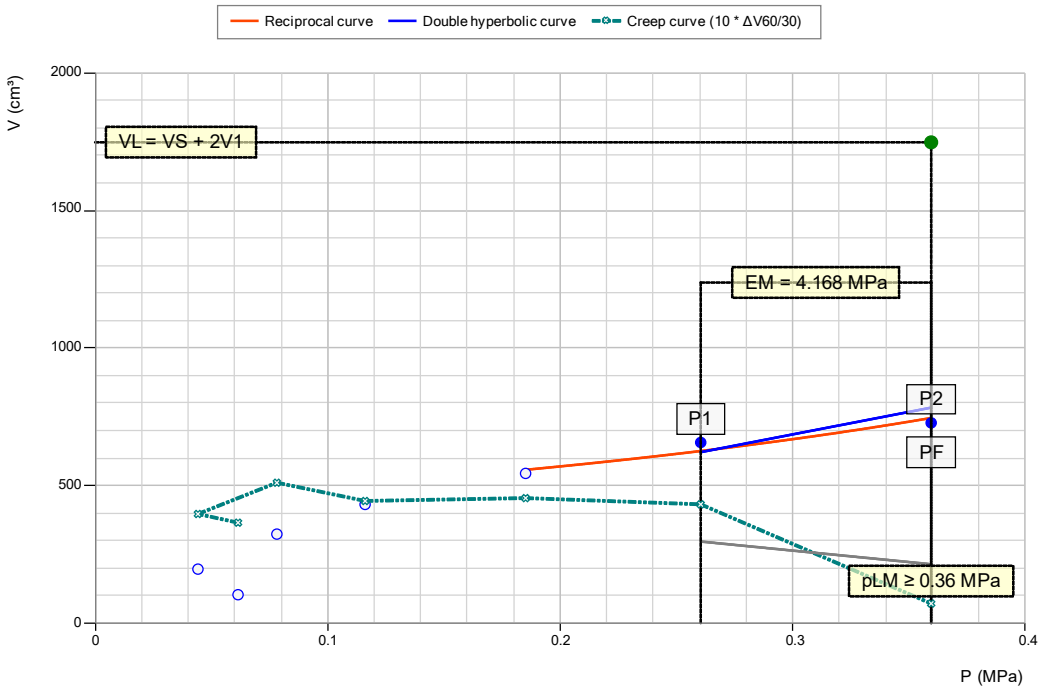
Borehole expansion test conforming to EN ISO 22476-4 procedure B

- RESULTS -

File	31524
Test reference	ES241212.001
Job site identification	Sacavem
Borehole	sc34
Test depth	2.00

Borehole expansion test conforming to EN ISO 22476-4 procedure B (Apageo - GeoVision 5)

31524_sc34_2m



CALCULATED NORMATIVE RESULTS		
σh0	(MPa)	0.018
p1	(MPa)	0.26
p2	(MPa)	0.36
pf	(MPa)	0.36
plm	(MPa)	≥ 0.36
p*lm	(MPa)	≥ 0.342
EM	(MPa)	4.2
EM / plm		≤ 11.59
EM / p*lm		≤ 12.2

EXTRAPOLATION METHODS PARAMETERS		
inverse volumes	A	-2.60E-03
	B	2.28E-03
	Average error(cm3)	2.07E+01
double hyperbolic	A1	1.96E+02
	A2	1.63E+03
	A3	1.19E-02
	A4	0.00E+00
	A5	6.14E-02
	A6	1.00E+02
	Average error(cm3)	3.66E+01

COMMENTS

PLMR = 0.655 MPa
PLMDH = - MPa

APAGEO

MENARD PRESSUREMETER TEST DATA

Borehole expansion test conforming to EN ISO 22476-4 procedure B

- DATA -

SITE	
File	31524
Country	
Job site identification	Sacavem
Location plan ref.	
Borehole number	sc34

PROBE

PROBE PARAMETERS			
Code	60-gc3		
Length		Cover	
210 mm	X	Rubber	X
370 mm		Reinforced mesh	
Type		Metallic mesh	
E		Metallic strips	
G	X	Slotted tube	

TUBING AND FLUID					
Type	Coaxial		Liquid	Nature	
	Twin	X		Unit weight gl/gw	
Total length (m)	0.50		Gas	Nature	
				Compressibility lg (m-1)	
MEMBRANE PARAMETERS					
Supplier type and cote					
Pressure loss pm (MPa)	0.050				

PRESSURE LOSS PARAMETERS	
Correction sheet reference	ET241206.001
Ultimate pressure loss pel (MPa)	0.455
VOLUME LOSS PARAMETERS	
Correction sheet reference	CA220426.001
Calibration cylinder diameter di (mm)	60.0
Calibration coefficient a (cm3/MPa)	4.132
Probe volume Vs (cm3)	434.7

TEST

Test number (or depth)	ES241212.002
Test date and time	12/12/2024 11:16
Control unit number	756
Data logger number	452
Operator's name	Luis
Differential pressure (MPa)	-0.051
Observations (weather, etc.)	

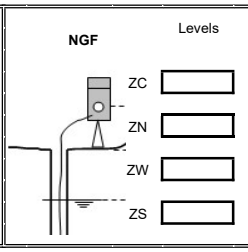
ORIGINAL DATA

Palier	PRESSURE pr (MPa) 1 s	15 s	30 s	60 s	VOLUME V(t) (cm³) 1 s	15 s	30 s	60 s
0								
1	0.007	0.114	0.133	0.143	19.2	71.0	112.1	135.6
2	0.205	0.229	0.242	0.268	145.3	170.7	180.5	188.7
3	0.306	0.339	0.365	0.393	194.1	204.7	210.4	215.6
4	0.431	0.461	0.480	0.502	218.1	223.1	225.9	228.4
5	0.558	0.625	0.664	0.684	232.0	238.0	240.6	242.3
6	0.712	0.764	0.800	0.828	243.5	246.1	248.1	249.5
7	0.857	0.888	0.925	0.955	250.0	251.5	252.8	253.9
8	0.973	1.011	1.051	1.098	254.4	255.8	256.8	258.1
9	1.110	1.136	1.156	1.188	258.2	258.7	259.2	260.2
10	1.206	1.253	1.282	1.320	260.6	261.2	262.1	263.1
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								

DATA CORRECTED from P&V losses

PRESSURE p (MPa)	VOLUME V60 (cm³)	SLOPE Δg60/60/Δπ (cm³/MPa)	CREEP Δg60/30 (cm³)	MODULE EM (MPa)
0.054	134.6		23.5	2.309
0.130	186.7	686	8.1	
0.230	212.8	260	5.2	6.484
0.338	224.9	112	2.5	9.273
0.504	237.6	77	1.7	12.648
0.638	243.9	47	1.4	15.368
0.761	247.6	30	1.1	17.959
0.888	251.1	27	1.4	20.478
0.995	252.6	14	1.0	22.855
1.117	254.8	18	1.0	25.281

LEVELS



Relative levels	
+	1.00
0	(borehole top)
-	
-	5.00

BOREHOLE

Localization system		X =
		Y =
Drilling rig		
Drilling method (table C abbreviations)		
Drilling tool	type	
	diameter (mm)	
Casing foot at (m depth)		
Drilling fluid		
Drilling length before testing	from level (m)	4.5
	to level (m)	5.5
	time completed	

UNITS

Elevations	metre	m
Time	second	s
Volumes	cubic centimetre	cm3
Pressures	Megapascal	MPa

APAGEO

MENARD PRESSUREMETER REPORT AND INTERPRETATION

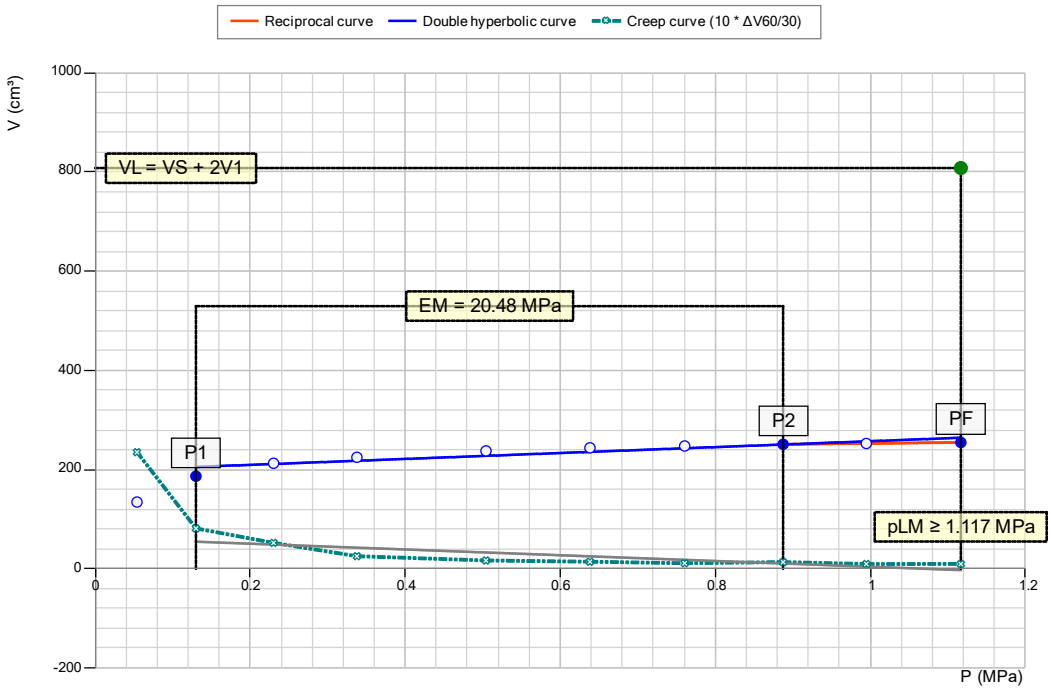
Borehole expansion test conforming to EN ISO 22476-4 procedure B

- RESULTS -

File	31524
Test reference	ES241212.002
Job site identification	Sacavem
Borehole	sc34
Test depth	5.00

Borehole expansion test conforming to EN ISO 22476-4 procedure B (Apageo - GeoVision 5)

31524_sc34_5m



CALCULATED NORMATIVE RESULTS		
σh0	(MPa)	0.045
p1	(MPa)	0.13
p2	(MPa)	0.89
pf	(MPa)	1.12
plm	(MPa)	≥ 1.117
p*lm	(MPa)	≥ 1.072
EM	(MPa)	20.5
EM / plm		≤ 18.33
EM / p*lm		≤ 19.1

EXTRAPOLATION METHODS PARAMETERS		
inverse volumes	A	-2.56E-04
	B	4.21E-03
	Average error(cm3)	8.44E-02
double hyperbolic	A1	1.98E+02
	A2	5.96E+01
	A3	3.57E-03
	A4	0.00E+00
	A5	5.39E-02
	A6	1.00E+02
	Average error(cm3)	6.45E+00

COMMENTS

PLMR = 11.62 MPa
PLMDH = - MPa

APAGEO

MENARD PRESSUREMETER TEST DATA

Borehole expansion test conforming to EN ISO 22476-4 procedure B

- DATA -

SITE	
File	31524
Country	
Job site identification	Sacavem
Location plan ref.	
Borehole number	sc34

PROBE

PROBE PARAMETERS			
Code	60-gc3		
Length	Cover		
210 mm	X	Rubber	X
370 mm		Reinforced mesh	
Type		Metallic mesh	
E		Metallic strips	
G	X	Slotted tube	

TUBING AND FLUID					
Type	Coaxial		Liquid	Nature	
	Twin	X		Unit weight gl/gw	
Total length (m)			Gas	Nature	
0.50				Compressibility lg (m-1)	

MEMBRANE PARAMETERS	
Supplier type and cote	
Pressure loss pm (MPa)	0.050

PRESSURE LOSS PARAMETERS	
Correction sheet reference	ET241206.001
Ultimate pressure loss pel (MPa)	0.455

VOLUME LOSS PARAMETERS	
Correction sheet reference	CA220426.001
Calibration cylinder diameter di (mm)	60.0
Calibration coefficient a (cm3/MPa)	4.132
Probe volume Vs (cm3)	434.7

TEST

Test number (or depth)	ES241212.003
Test date and time	12/12/2024 14:42
Control unit number	756
Data logger number	452
Operator's name	Luis
Differential pressure (MPa)	-0.030
Observations (weather, etc.)	

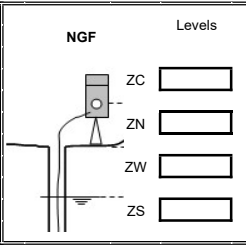
ORIGINAL DATA

Palier	PRESSURE pr (MPa) 1 s	15 s	30 s	60 s	VOLUME V(t) (cm³) 1 s	15 s	30 s	60 s
0								
1	0.000	0.094	0.111	0.113	12.1	68.1	100.2	110.0
2	0.191	0.220	0.231	0.239	126.3	165.2	178.9	180.0
3	0.277	0.297	0.316	0.345	184.1	198.2	199.4	206.1
4	0.413	0.451	0.478	0.490	213.5	223.9	226.9	227.4
5	0.541	0.582	0.606	0.616	231.5	235.7	237.0	238.0
6	0.683	0.731	0.752	0.763	241.8	245.2	245.7	246.6
7	0.828	0.876	0.897	0.908	248.9	251.3	252.0	252.9
8	0.976	1.050	1.079	1.097	254.6	257.1	257.8	258.2
9	1.127	1.176	1.205	1.234	259.1	260.2	261.1	261.6
10	1.291	1.381	1.417	1.439	262.3	264.1	265.0	265.2
11	1.465	1.533	1.572	1.600	265.5	266.5	267.0	267.5
12	1.649	1.736	1.784	1.803	268.0	269.3	269.8	270.3
13	1.842	1.922	1.958	1.988	270.3	271.3	271.8	272.2
14	2.093	2.209	2.245	2.267	272.9	274.2	274.6	274.7
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								

DATA CORRECTED from P&V losses

PRESSURE p (MPa)	VOLUME V60 (cm³)	SLOPE Δp60/60/Δz (cm³/MPa)	CREEP Δp60/30 (cm³)	MODULE EM (MPa)
0.081	109.2		9.9	3.902
0.151	178.3	982	1.2	7.768
0.220	203.6	366	6.7	11.926
0.361	223.9	145	0.5	
0.482	233.7	81	1.0	21.816
0.624	241.5	54	0.9	26.659
0.765	246.9	39	1.0	31.311
0.942	251.2	24	0.5	38.138
1.068	253.8	21	0.5	42.393
1.274	256.3	12	0.2	50.655
1.428	257.8	10	0.5	56.528
1.633	259.7	9	0.5	63.994
1.812	260.8	6	0.5	70.919
2.096	262.0	4	0.0	82.163

LEVELS



Relative levels	
+	1.00
0	(borehole top)
-	
-	8.00

BOREHOLE

Localization system		X =
		Y =
Drilling rig		
Drilling method (table C abbreviations)		
Drilling tool	type	
	diameter (mm)	
Casing foot at (m depth)		
Drilling fluid		
Drilling length before testing	from level (m)	7.5
	to level (m)	8.5
	time completed	

UNITS

Elevations	metre	m
Time	second	s
Volumes	cubic centimetre	cm3
Pressures	Megapascal	MPa

APAGEO

MENARD PRESSUREMETER REPORT AND INTERPRETATION

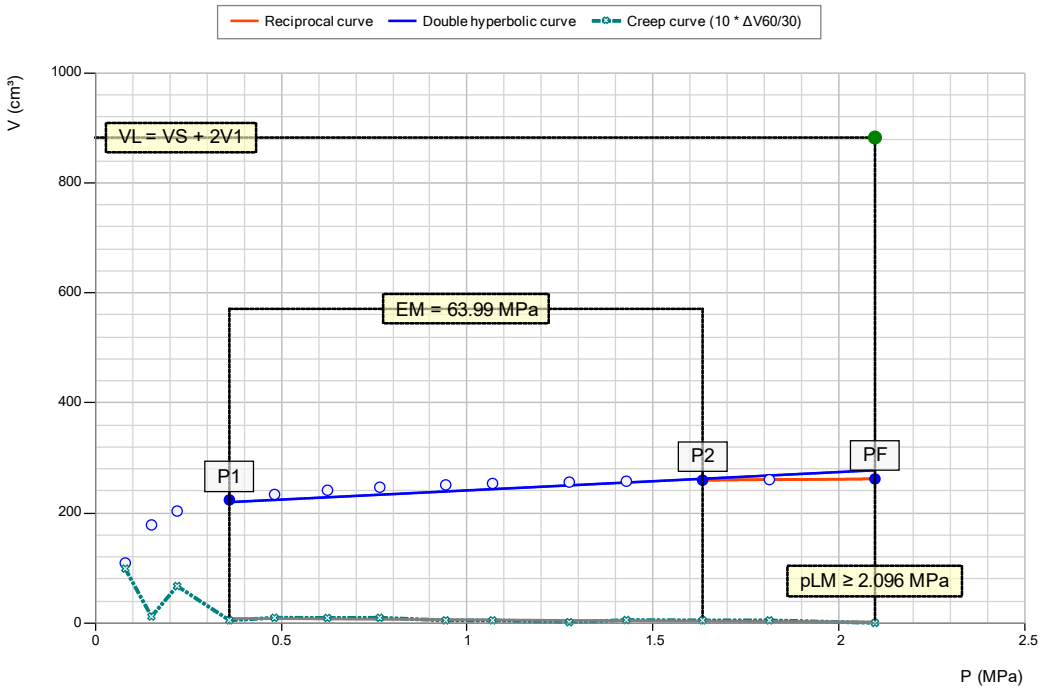
Borehole expansion test conforming to EN ISO 22476-4 procedure B

- RESULTS -

File	31524
Test reference	ES241212.003
Job site identification	Sacavem
Borehole	sc34
Test depth	8.00

Borehole expansion test conforming to EN ISO 22476-4 procedure B (Apageo - GeoVision 5)

31524_sc34_8m



CALCULATED NORMATIVE RESULTS		
σh0	(MPa)	0.072
p1	(MPa)	0.36
p2	(MPa)	1.63
pf	(MPa)	2.10
plm	(MPa)	≥ 2.096
p*lm	(MPa)	≥ 2.024
EM	(MPa)	64.0
EM / plm		≤ 30.53
EM / p*lm		≤ 31.62

EXTRAPOLATION METHODS PARAMETERS		
inverse volumes	A	-7.21E-05
	B	3.97E-03
	Average error(cm3)	9.04E-02
double hyperbolic	A1	2.08E+02
	A2	3.34E+01
	A3	8.19E-03
	A4	0.00E+00
	A5	8.08E-02
	A6	1.00E+02
	Average error(cm3)	1.02E+01

COMMENTS

PLMR = 39.33 MPa
PLMDH = - MPa

APAGEO
Apageo - GeoVision® 5.5.0.0

APAGEO

MENARD PRESSUREMETER TEST DATA

Borehole expansion test conforming to EN ISO 22476-4 procedure B

- DATA -

SITE		
	File	31524
	Country	
	Job site identification	Sacavem
	Location plan ref.	
	Borehole number	sc34

PROBE

PROBE PARAMETERS			
Code		60-gc3	
Length		Cover	
210 mm	X	Rubber	X
370 mm		Reinforced mesh	
Type		Metallic mesh	
E		Metallic strips	
G	X	Slotted tube	

TUBING AND FLUID					
Type	Coaxial		Liquid	Nature	
	Twin	X		Unit weight gl/gw	
Total length (m)			Gas	Nature	
0.50				Compressibility lg (m-1)	

MEMBRANE PARAMETERS	
Supplier type and cote	
Pressure loss pm (MPa)	0.050

PRESSURE LOSS PARAMETERS	
Correction sheet reference	ET241206.001
Ultimate pressure loss pel (MPa)	0.455

VOLUME LOSS PARAMETERS	
Correction sheet reference	CA220426.001
Calibration cylinder diameter di (mm)	60.0
Calibration coefficient a (cm3/MPa)	4.132
Probe volume Vs (cm3)	434.7

TEST

Test number (or depth)	ES241212.005
Test date and time	12/12/2024 16:19
Control unit number	756
Data logger number	452
Operator's name	Luis
Differential pressure (MPa)	-0.008
Observations (weather, etc.)	

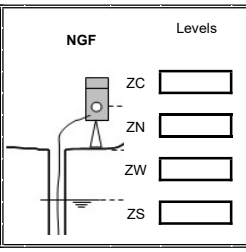
ORIGINAL DATA

Palier	PRESSURE pr (MPa) 1 s	15 s	30 s	60 s	VOLUME V(t) (cm³) 1 s	15 s	30 s	60 s
0								
1	0.074	0.162	0.181	0.181	12.1	48.3	84.3	130.3
2	0.334	0.410	0.422	0.415	143.3	169.6	181.9	194.9
3	0.538	0.606	0.616	0.605	201.4	216.2	225.1	236.0
4	0.733	0.906	0.925	0.925	240.4	261.4	271.9	285.1
5	1.079	1.146	1.153	1.147	291.3	304.0	312.0	323.2
6	1.253	1.327	1.332	1.340	327.0	337.9	344.6	354.4
7	1.436	1.543	1.562	1.562	357.5	369.8	377.7	388.0
8	1.707	1.832	1.847	1.852	392.0	408.0	418.8	432.3
9	2.026	2.155	2.170	2.171	437.4	458.3	473.4	491.0
10	2.250	2.363	2.383	2.393	494.6	510.5	524.5	542.6
11	2.479	2.548	2.569	2.576	547.1	561.2	574.2	592.9
12	2.653	2.730	2.742	2.750	596.9	611.2	624.9	645.2
13	2.907	2.992	3.020	3.020	651.3	669.4	688.2	714.7
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								

DATA CORRECTED from P&V losses

PRESSURE p (MPa)	VOLUME V60 (cm³)	SLOPE Δg60/60/Δπ (cm³/MPa)	CREEP Δg60/30 (cm³)	MODULE EM (MPa)
0.153	128.9		45.9	5.724
0.348	191.9	324	13.0	7.126
0.513	231.8	241	10.9	
0.790	279.0	171	13.2	10.764
0.998	315.8	177	11.2	10.874
1.162	346.0	184	9.7	10.941
1.366	378.5	160	10.3	11.437
1.629	421.4	163	13.5	11.916
1.920	478.7	197	17.6	11.972
2.107	529.4	271	18.1	11.616
2.267	579.0	309	18.7	11.291
2.419	630.6	340	20.3	11.008
2.657	699.0	287	26.4	10.988

LEVELS



Relative levels	
+	1.00
0	(borehole top)
-	
-	10.00

BOREHOLE

Localization system		X =
		Y =
Drilling rig		
Drilling method (table C abbreviations)		
Drilling tool	type	
	diameter (mm)	
Casing foot at (m depth)		
Drilling fluid		
Drilling length before testing	from level (m)	9.5
	to level (m)	10.5
	time completed	

UNITS

Elevations	metre	m
Time	second	s
Volumes	cubic centimetre	cm3
Pressures	Megapascal	MPa

APAGEO

MENARD PRESSUREMETER REPORT AND INTERPRETATION

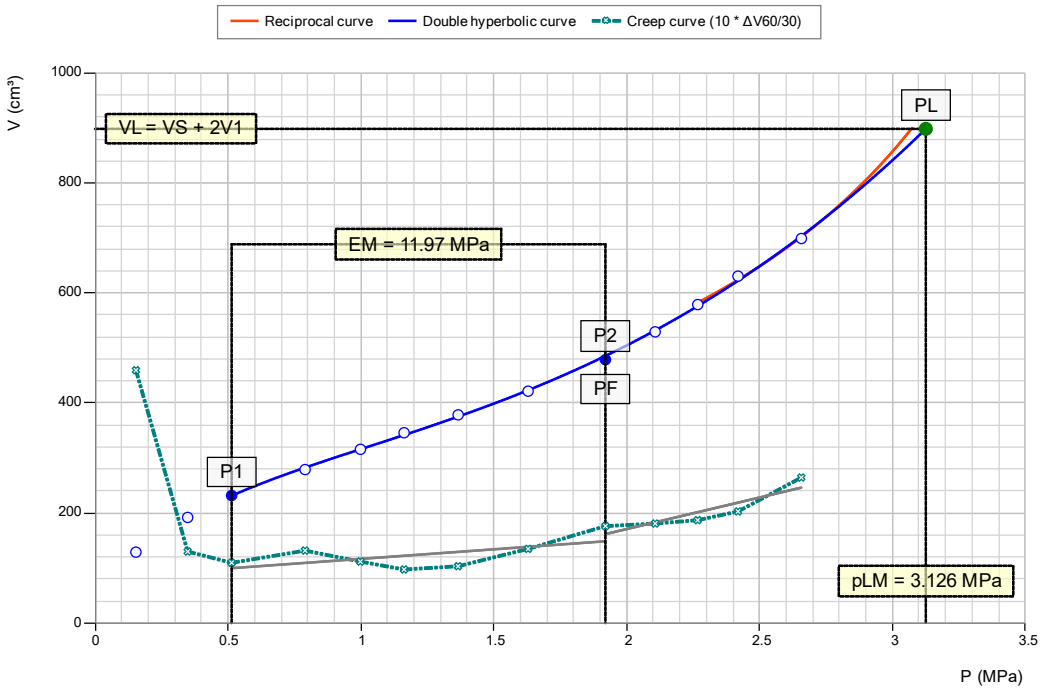
Borehole expansion test conforming to EN ISO 22476-4 procedure B

- RESULTS -

File	31524
Test reference	ES241212.005
Job site identification	Sacavem
Borehole	sc34
Test depth	10.00

Borehole expansion test conforming to EN ISO 22476-4 procedure B (Apageo - GeoVision 5)

31524_sc34_10m



CALCULATED NORMATIVE RESULTS		
σh0	(MPa)	0.090
p1	(MPa)	0.51
p2	(MPa)	1.92
pf	(MPa)	1.92
plm	(MPa)	3.13
p*lm	(MPa)	3.04
EM	(MPa)	12.0
EM / plm		3.8
EM / p*lm		3.9

EXTRAPOLATION METHODS PARAMETERS		
inverse volumes	A	-7.51E-04
	B	3.42E-03
	Average error(cm3)	4.50E+00
double hyperbolic	A1	-1.74E+04
	A2	-1.28E+03
	A3	6.26E+02
	A4	2.94E+05
	A5	-9.32E-01
	A6	1.63E+01
	Average error(cm3)	2.96E+00

COMMENTS

PLMR = 3.071 MPa
PLMDH = 3.126 MPa

APAGEO
Apageo - GeoVision® 5.5.0.0

APAGEO

MENARD PRESSUREMETER TEST DATA

Borehole expansion test conforming to EN ISO 22476-4 procedure B

- DATA -

SITE	
File	31524
Country	
Job site identification	Sacavem
Location plan ref.	
Borehole number	sc35

PROBE

PROBE PARAMETERS			
Code	60-gc3		
Length		Cover	
210 mm	X	Rubber	X
370 mm		Reinforced mesh	
Type		Metallic mesh	
E		Metallic strips	
G	X	Slotted tube	

TUBING AND FLUID					
Type	Coaxial		Liquid	Nature	
	Twin	X		Unit weight gl/gw	
Total length (m)			Gas	Nature	
0.50				Compressibility lg (m-1)	
MEMBRANE PARAMETERS					
Supplier type and cote					
Pressure loss pm (MPa)		0.050			

PRESSURE LOSS PARAMETERS	
Correction sheet reference	ET241206.001
Ultimate pressure loss pel (MPa)	0.455
VOLUME LOSS PARAMETERS	
Correction sheet reference	CA220426.001
Calibration cylinder diameter di (mm)	60.0
Calibration coefficient a (cm3/MPa)	4.132
Probe volume Vs (cm3)	434.7

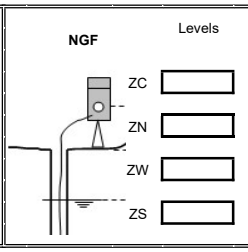
TEST

Test number (or depth)	ES241213.001
Test date and time	13/12/2024 9:55
Control unit number	756
Data logger number	452
Operator's name	Luis
Differential pressure (MPa)	-0.065
Observations (weather, etc.)	

ORIGINAL DATA

Palier	PRESSURE pr (MPa)				VOLUME V(t) (cm³)				DATA CORRECTED from P&V losses				
	1 s	15 s	30 s	60 s	1 s	15 s	30 s	60 s	PRESSURE p (MPa)	VOLUME V60 (cm³)	SLOPE Δg60/60/Δπ (cm³/MPa)	CREEP Δg60/30 (cm³)	MODULE EM (MPa)
0													
1	0.037	0.156	0.142	0.128	2.9	46.0	78.9	123.4	0.049	122.5		44.6	2.758
2	0.278	0.287	0.306	0.326	145.8	196.5	232.8	277.7	0.101	275.3	2936	44.8	7.626
3	0.444	0.509	0.520	0.529	291.2	313.8	330.1	346.0	0.273	342.3	389	15.9	21.127
4	0.596	0.655	0.664	0.664	350.3	358.5	359.6	360.1	0.408	355.6	99	0.5	
5	0.741	0.789	0.803	0.809	362.8	366.9	367.3	368.3	0.542	362.9	55	1.0	38.626
6	0.925	1.021	1.032	1.031	370.5	375.1	375.4	376.0	0.765	369.3	29	0.6	55.150
7	1.127	1.220	1.231	1.234	377.4	380.8	380.9	380.9	0.963	373.0	19	0.0	67.506
8	1.378	1.494	1.504	1.504	382.5	385.7	385.7	385.7	1.233	376.5	13	0.0	83.992
9	1.591	1.731	1.736	1.736	386.5	389.5	389.6	390.0	1.464	379.7	14	0.5	93.357
10	1.880	1.988	1.996	1.991	391.4	392.9	392.9	392.9	1.720	381.4	7	0.0	108.313
11	2.083	2.229	2.239	2.245	393.1	395.8	395.8	395.8	1.963	383.2	7	0.0	120.252
12	2.392	2.479	2.499	2.499	397.3	398.3	398.3	398.3	2.217	384.6	6	0.0	133.241
13	2.614	2.721	2.740	2.741	399.2	400.6	400.6	400.6	2.457	386.1	6	0.0	143.944
14													
15													
16													
17													
18													
19													
20													
21													
22													
23													
24													

LEVELS



Relative levels	
+	1.00
0	(borehole top)
-	
-	2.00

BOREHOLE

Localization system		X =
		Y =
Drilling rig		
Drilling method (table C abbreviations)		
Drilling tool	type	
	diameter (mm)	
Casing foot at (m depth)		
Drilling fluid		
Drilling length before testing	from level (m)	1.5
	to level (m)	2.5
	time completed	

UNITS

Elevations	metre	m
Time	second	s
Volumes	cubic centimetre	cm3
Pressures	Megapascal	MPa

APAGEO

MENARD PRESSUREMETER REPORT AND INTERPRETATION

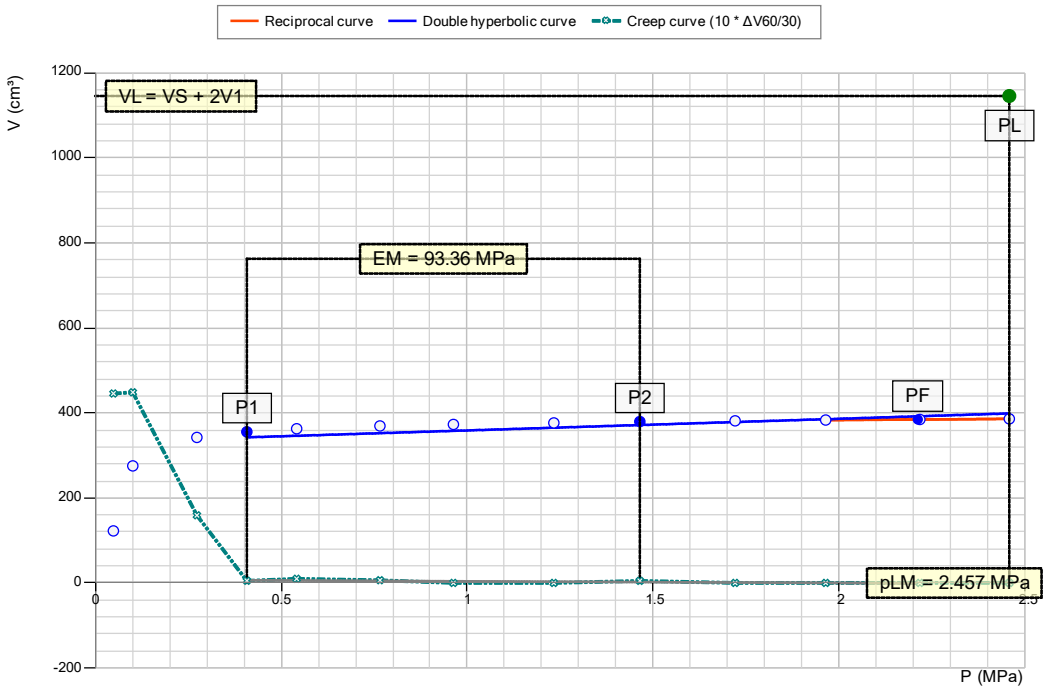
Borehole expansion test conforming to EN ISO 22476-4 procedure B

- RESULTS -

File	31524
Test reference	ES241213.001
Job site identification	Sacavem
Borehole	sc35
Test depth	2.00

Borehole expansion test conforming to EN ISO 22476-4 procedure B (Apageo - GeoVision 5)

31524_sc35_2m



CALCULATED NORMATIVE RESULTS		
σ_{h0}	(MPa)	0.018
p1	(MPa)	0.41
p2	(MPa)	1.46
pf	(MPa)	2.21
plm	(MPa)	2.46
p*lm	(MPa)	2.44
EM	(MPa)	93.4
EM / plm		38.0
EM / p*lm		38.3

EXTRAPOLATION METHODS PARAMETERS		
inverse volumes	A	-4.03E-05
	B	2.69E-03
	Average error(cm3)	9.05E-04
double hyperbolic	A1	3.31E+02
	A2	2.75E+01
	A3	1.03E-02
	A4	0.00E+00
	A5	4.90E-02
	A6	1.00E+02
	Average error(cm3)	1.26E+01

COMMENTS

PLMR = 45.04 MPa
PLMDH = - MPa

APAGEO

MENARD PRESSUREMETER TEST DATA

Borehole expansion test conforming to EN ISO 22476-4 procedure B

- DATA -

SITE	
File	31524
Country	
Job site identification	Sacavem
Location plan ref.	
Borehole number	sc35

PROBE

PROBE PARAMETERS			
Code	60-gc3		
Length		Cover	
210 mm	X	Rubber	X
370 mm		Reinforced mesh	
Type		Metallic mesh	
E		Metallic strips	
G	X	Slotted tube	

TUBING AND FLUID					
Type	Coaxial		Liquid	Nature	
	Twin	X		Unit weight gl/gw	
Total length (m)			Gas	Nature	
0.50				Compressibility lg (m-1)	
MEMBRANE PARAMETERS					
Supplier type and cote					
Pressure loss pm (MPa)		0.050			

PRESSURE LOSS PARAMETERS	
Correction sheet reference	ET241206.001
Ultimate pressure loss pel (MPa)	0.455
VOLUME LOSS PARAMETERS	
Correction sheet reference	CA220426.001
Calibration cylinder diameter di (mm)	60.0
Calibration coefficient a (cm3/MPa)	4.132
Probe volume Vs (cm3)	434.7

TEST

Test number (or depth)	ES241213.002
Test date and time	13/12/2024 11:11
Control unit number	756
Data logger number	452
Operator's name	Luis
Differential pressure (MPa)	-0.043
Observations (weather, etc.)	

ORIGINAL DATA

Palier	PRESSURE pr (MPa) 1 s	15 s	30 s	60 s	VOLUME V(t) (cm³) 1 s	15 s	30 s	60 s
0								
1	0.032	0.152	0.162	0.167	4.8	42.6	74.1	129.4
2	0.239	0.281	0.306	0.306	145.2	179.0	208.9	255.5
3	0.384	0.432	0.442	0.451	268.4	293.5	313.5	329.3
4	0.558	0.625	0.631	0.637	334.5	346.8	349.8	351.5
5	0.714	0.780	0.789	0.789	354.6	362.2	364.5	366.2
6	0.867	0.915	0.925	0.925	368.9	374.1	376.0	377.5
7	0.973	1.011	1.021	1.031	378.9	383.2	385.1	386.8
8	1.115	1.205	1.214	1.209	388.9	397.5	399.7	401.3
9	1.281	1.360	1.378	1.370	403.5	410.2	412.8	414.6
10	1.398	1.433	1.456	1.485	415.6	418.4	420.8	423.8
11	1.541	1.629	1.651	1.649	425.4	432.3	435.7	438.2
12	1.707	1.803	1.823	1.823	439.8	446.9	450.3	452.8
13	1.938	2.064	2.083	2.076	455.7	467.1	472.4	476.3
14	2.180	2.276	2.286	2.286	478.2	486.3	489.9	492.8
15	2.354	2.444	2.460	2.469	494.5	500.4	503.6	506.9
16	2.595	2.716	2.745	2.750	510.0	520.9	527.1	532.9
17	2.837	2.928	2.962	2.965	535.2	542.8	548.1	554.2
18	3.074	3.184	3.222	3.232	557.3	567.5	575.8	585.9
19	3.263	3.310	3.329	3.339	588.5	594.8	600.1	608.6
20								
21								
22								
23								
24								

DATA CORRECTED from P&V losses

PRESSURE p (MPa)	VOLUME V60 (cm³)	SLOPE Δp60/60/Δz (cm³/MPa)	CREEP Δp60/30 (cm³)	MODULE EM (MPa)
0.095	128.1		55.3	2.634
0.143	253.3	2599	46.7	5.717
0.241	326.1	744	15.8	17.210
0.417	347.1	119	1.7	
0.564	360.9	93	1.7	22.457
0.693	371.4	82	1.5	24.025
0.787	380.1	93	1.7	23.807
0.968	393.6	75	1.5	25.363
1.121	406.1	82	1.8	25.724
1.201	414.7	107	3.0	25.141
1.380	428.3	75	2.5	25.957
1.546	442.0	83	2.5	26.228
1.792	464.4	91	3.9	26.209
1.992	480.1	78	3.0	26.725
2.159	493.4	80	3.3	27.070
2.425	518.3	94	5.8	27.052
2.628	538.8	101	6.2	26.925
2.873	569.6	125	10.2	26.230
2.976	591.9	217	8.6	25.147

LEVELS

	Levels	Relative levels
NGF		
ZC		+ 1.00
ZN		0 (borehole top)
ZW		-
ZS		- 5.50

BOREHOLE

Localization system		X =
		Y =
Drilling rig		
Drilling method (table C abbreviations)		
Drilling tool	type	
	diameter (mm)	
Casing foot at (m depth)		
Drilling fluid		
Drilling length before testing	from level (m)	5
	to level (m)	6
	time completed	

UNITS

Elevations	metre	m
Time	second	s
Volumes	cubic centimetre	cm3
Pressures	Megapascal	MPa

APAGEO

MENARD PRESSUREMETER REPORT AND INTERPRETATION

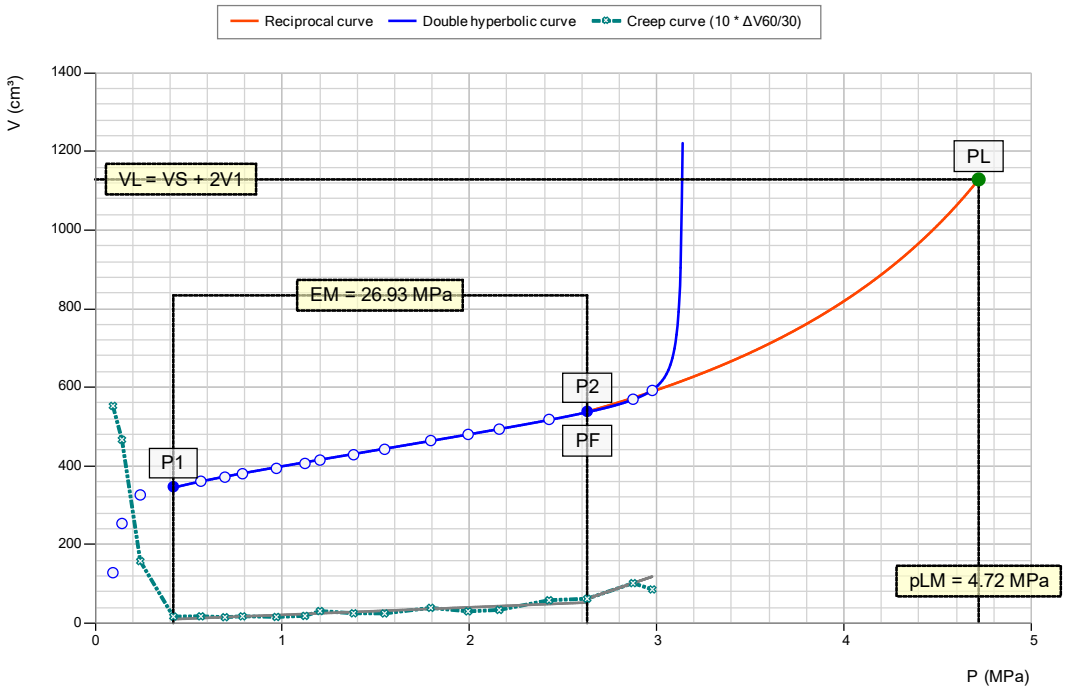
Borehole expansion test conforming to EN ISO 22476-4 procedure B

- RESULTS -

File	31524
Test reference	ES241213.002
Job site identification	Sacavem
Borehole	sc35
Test depth	5.50

Borehole expansion test conforming to EN ISO 22476-4 procedure B (Apageo - GeoVision 5)

31524_sc35_5.5m



CALCULATED NORMATIVE RESULTS		
σh0	(MPa)	0.049
p1	(MPa)	0.42
p2	(MPa)	2.63
pf	(MPa)	2.63
plm	(MPa)	4.72
p*lm	(MPa)	4.67
EM	(MPa)	26.9
EM / plm		5.7
EM / p*lm		5.8

EXTRAPOLATION METHODS PARAMETERS		
inverse volumes	A	-4.65E-04
	B	3.08E-03
	Average error(cm3)	2.36E+00
double hyperbolic	A1	3.27E+02
	A2	7.49E+01
	A3	5.86E+00
	A4	7.92E+00
	A5	6.69E-02
	A6	3.15E+00
	Average error(cm3)	2.46E+00

COMMENTS

PLMR = 4.72 MPa
PLMDH = 3.137 MPa

APAGEO
Apageo - GeoVision® 5.5.0.0

APAGEO

MENARD PRESSUREMETER TEST DATA

Borehole expansion test conforming to EN ISO 22476-4 procedure B

- DATA -

SITE	
File	31524
Country	
Job site identification	Sacavem
Location plan ref.	
Borehole number	sc35

PROBE

PROBE PARAMETERS			
Code	60-gc3		
Length		Cover	
210 mm	X	Rubber	X
370 mm		Reinforced mesh	
Type		Metallic mesh	
E		Metallic strips	
G	X	Slotted tube	

TUBING AND FLUID					
Type	Coaxial		Liquid	Nature	
	Twin	X		Unit weight gl/gw	
Total length (m)	0.50		Gas	Nature	
				Compressibility lg (m-1)	
MEMBRANE PARAMETERS					
Supplier type and cote					
Pressure loss pm (MPa)	0.050				

PRESSURE LOSS PARAMETERS	
Correction sheet reference	ET241206.001
Ultimate pressure loss pel (MPa)	0.455
VOLUME LOSS PARAMETERS	
Correction sheet reference	CA220426.001
Calibration cylinder diameter di (mm)	60.0
Calibration coefficient a (cm3/MPa)	4.132
Probe volume Vs (cm3)	434.7

TEST

Test number (or depth)	ES241213.003
Test date and time	13/12/2024 14:18
Control unit number	756
Data logger number	452
Operator's name	Luis
Differential pressure (MPa)	-0.024
Observations (weather, etc.)	

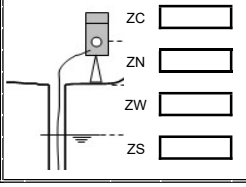
ORIGINAL DATA

Palier	PRESSURE pr (MPa) 1 s	15 s	30 s	60 s	VOLUME V(t) (cm³) 1 s	15 s	30 s	60 s
0								
1	0.007	0.104	0.104	0.116	0.5	32.8	60.0	92.3
2	0.212	0.268	0.287	0.297	107.6	136.1	153.9	185.2
3	0.374	0.444	0.461	0.466	195.5	218.3	240.5	290.2
4	0.529	0.606	0.621	0.625	303.2	329.6	350.2	360.6
5	0.760	0.876	0.896	0.896	364.3	370.3	371.2	372.2
6	0.989	1.098	1.111	1.113	373.6	377.0	377.5	378.0
7	1.176	1.282	1.320	1.323	378.7	380.9	381.8	382.3
8	1.378	1.499	1.552	1.564	382.7	384.7	385.7	386.2
9	1.583	1.641	1.687	1.707	386.2	387.0	387.6	388.1
10	1.802	1.929	1.965	1.967	388.8	390.5	391.0	391.0
11	2.035	2.170	2.205	2.213	391.6	392.9	393.4	393.9
12	2.247	2.306	2.337	2.354	394.2	394.8	395.3	395.3
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								

DATA CORRECTED from P&V losses

PRESSURE p (MPa)	VOLUME V60 (cm³)	SLOPE Δp60/60/ΔV (cm³/MPa)	CREEP Δp60/30 (cm³)	MODULE EM (MPa)
0.102	91.5		32.3	2.157
0.206	183.1	879	31.3	2.399
0.310	286.9	1002	49.6	3.426
0.428	356.3	587	10.4	
0.693	366.2	37	1.0	56.758
0.908	370.8	21	0.5	70.468
1.106	374.0	16	0.5	81.537
1.332	376.7	12	0.5	94.709
1.471	377.9	9	0.5	103.047
1.747	379.6	6	0.0	120.825
1.987	381.4	8	0.5	132.677
2.122	382.3	6	0.0	139.454

LEVELS



Levels	Relative levels
	+ 1.00
	0 (borehole top)
	-
	- 8.50

BOREHOLE

Localization system	X =	
	Y =	
Drilling rig		
Drilling method (table C abbreviations)		
Drilling tool	type	
	diameter (mm)	
Casing foot at (m depth)		
Drilling fluid		
Drilling length before testing	from level (m)	8
	to level (m)	9
	time completed	

UNITS

Elevations	metre	m
Time	second	s
Volumes	cubic centimetre	cm3
Pressures	Megapascal	MPa

APAGEO

MENARD PRESSUREMETER REPORT AND INTERPRETATION

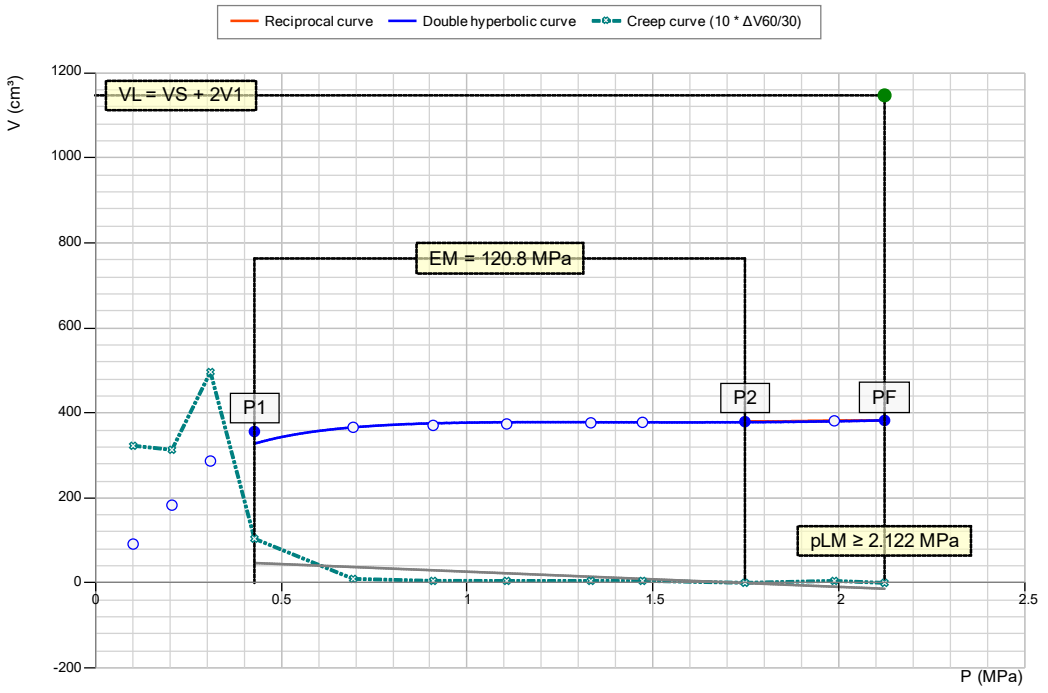
Borehole expansion test conforming to EN ISO 22476-4 procedure B

- RESULTS -

File	31524
Test reference	ES241213.003
Job site identification	Sacavem
Borehole	sc35
Test depth	8.50

Borehole expansion test conforming to EN ISO 22476-4 procedure B (Apageo - GeoVision 5)

31524_sc35_8.5m



CALCULATED NORMATIVE RESULTS		
σh0	(MPa)	0.076
p1	(MPa)	0.43
p2	(MPa)	1.75
pf	(MPa)	2.12
plm	(MPa)	≥ 2.122
p*lm	(MPa)	≥ 2.045
EM	(MPa)	120.8
EM / plm		≤ 56.95
EM / p*lm		≤ 59.08

EXTRAPOLATION METHODS PARAMETERS		
inverse volumes	A	-4.95E-05
	B	2.72E-03
	Average error(cm3)	4.49E-02
double hyperbolic	A1	-3.16E+05
	A2	-3.31E+03
	A3	1.15E+02
	A4	3.17E+07
	A5	-1.30E-01
	A6	1.00E+02
	Average error(cm3)	7.65E+00

COMMENTS

PLMR = 37.37 MPa
PLMDH = 6.706 MPa

SC - Sondagens geotécnicas

P - Poços de reconhecimento

REVISÃO	DATA	DESCRIÇÃO	TÉCNICO

geocontrole

Rua D.Nuno Álvares Pereira, N.74, Bloco A, Parque Oriente, 2699-501 Bobadela, LRS PORTUGAL Telefone: (+351) 219 958 550 — Telefax: (+351) 219 958 557 E-mail: mail@geocontrole.pt / Internet: www.geocontrole.pt

CLIENTE:

THOMAS & PIRON

ESTUDO:

EMPREENDIMENTO CLARISSAS
SACAVÉM - LOURES
ESTUDO GEOTÉCNICO

DESCRIÇÃO: PLANTA DE LOCALIZAÇÃO

DEPARTAMENTO: CONSULTORIA E PROSPECÇÃO GEOTECNICA

	NOME	RUBRICA
CAD	Luís Pereira	
TÉCNICO	Paulo Correia	

ESCALAS: 1:500

FICHEIRO: Edição e MENTOR Consult\Sacavém\DGN_PLA_01001_Clarissas.dgn

Nº DE ORDEM: 1/5

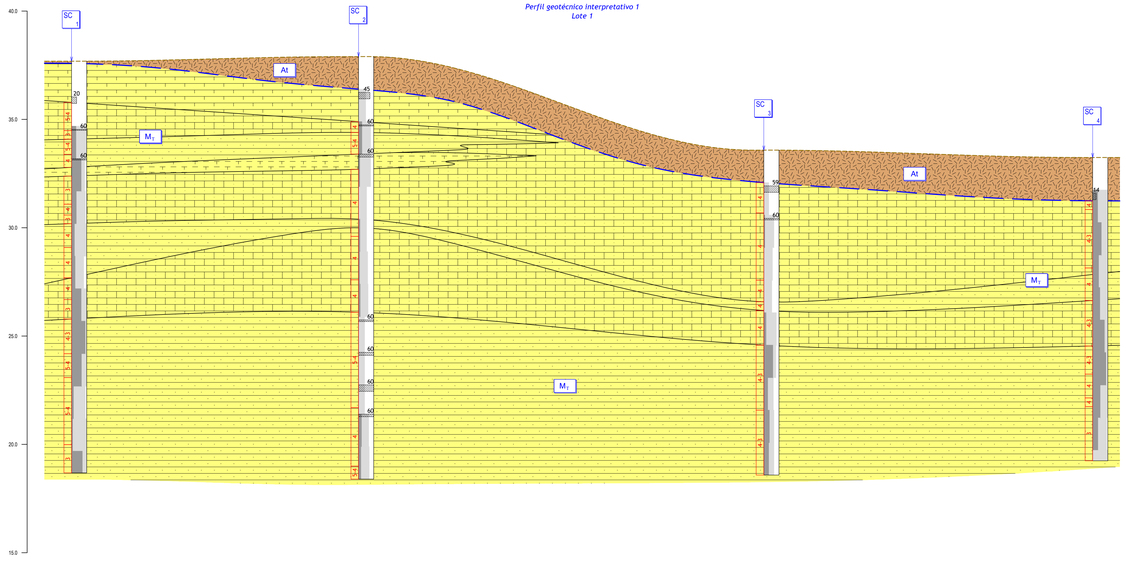
PROCESSO: 31524

DESENHO Nº: C|P|G-0|0|1

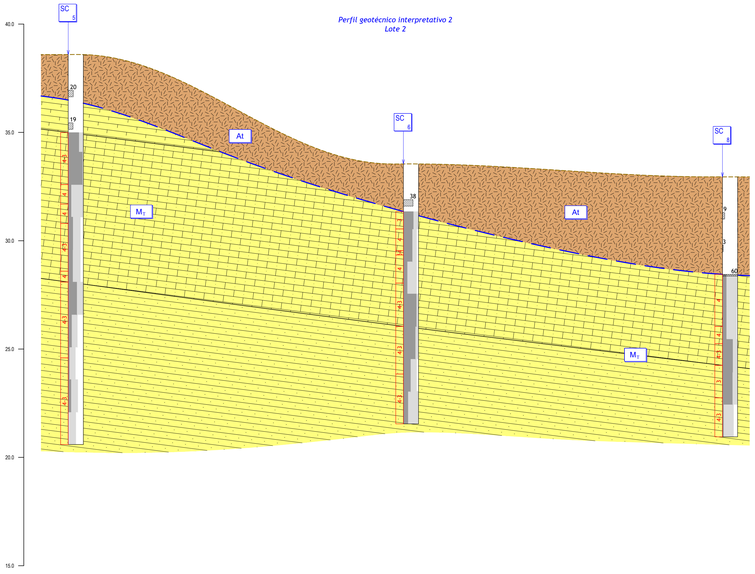
DATA: 31 janeiro 2025

SEM TER PARA O FIM A QUE SE DESTINA ESTE DESENHO, SO PODE SER REPRODUZIDO NA INTEGRA OU PARCIALMENTE COM AUTORIZAÇÃO EXPRESSA DA GEOCONTROLE MicroPT 13.0.1

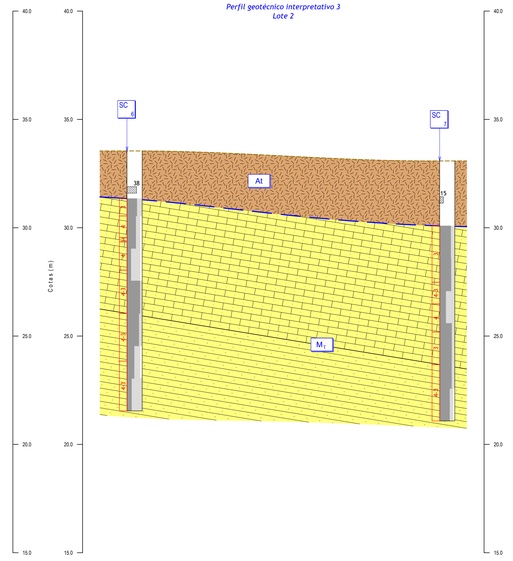
Perfil geotécnico interpretativo 1
Lote 1



Perfil geotécnico interpretativo 2
Lote 2



Perfil geotécnico interpretativo 3
Lote 2



Perfil geotécnico interpretativo 4
Lote 2

Perfil geotécnico interpretativo 5
Lote 3

Perfil geotécnico interpretativo 6
Lote 4

Perfil geotécnico interpretativo 7
Lote 4

Perfil geotécnico interpretativo 8
Lote 4

Perfil geotécnico interpretativo 9
Lote 4

LEGENDA GEOTÉCNICA

LITOESTRATIGRAFIA

HOLOCÉNICO

At — *Aterros*

Areias siltosas, com fragmentos calcários e restos cerâmicos carbonatados e argilas silto-arenosas, com fragmentos cerâmicos

MIOCÉNICO SUPERIOR

M 2 — *Sequência deposicional T, Areolas de Cabo Ruivo, Areolas de Braço de Prata, Calcários de Marvila*

Margas argilosas

Margas calcárias

Calcarenitos e calcários grosseiros, fossilíferos, por vezes fragmentáveis e desagregáveis

Arenitos carbonatados, por vezes friáveis

SINAIS CONVENCIONAIS

Limite geológico

Limite litológico

ESTADO DE ALTERAÇÃO (I.S.R.M.)

(VI)-Rocha sã

(VI2)-Rocha pouco alterada

(VI3)-Rocha medianamente alterada

(VI4)-Rocha muito alterada

(VI5)-Rocha decomposta

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

Sondagem geotécnica

T-Natural

Valor de Nspt

% de Recuperação

% de R.Q.D.

REVISÃO	DATA	DESCRIÇÃO	TÉCNICO

Rua D.Nuno Álvares Pereira, N.º4, Bloco A Fracção Direita 2994-061 Belas(sede) Lis. PORTUGAL - Telefone: (+351) 210 958 000 - Telefax: (+351) 210 958 007 - E-mail: mail@geocontrole.pt - Internet: www.geocontrole.pt

CLIENTE:

THOMAS & PIRON

ESTUDO:

EMPREENDIMENTO CLARISSAS
SACAVÉM - LOURES
ESTUDO GEOTÉCNICO

DESCRIÇÃO:	PERFIS GEOTÉCNICOS INTERPRETATIVOS		
DEPARTAMENTO:	CONSULTORIA E PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA	ESCALAS:	H:1:200 V:1:100
CAD	NOME: Luís Pereira EMAIL: geocontrole@geocontrole.pt	PROCESSO:	31524
TÉCNICO	NOME: Paulo Correia EMAIL: geocontrole@geocontrole.pt	DATA:	3º janeiro 2025

FICHEIRO: [redacted]\Estudos e Relatórios\Consultoria\31524_PLR_CP0201_ClarissasLog

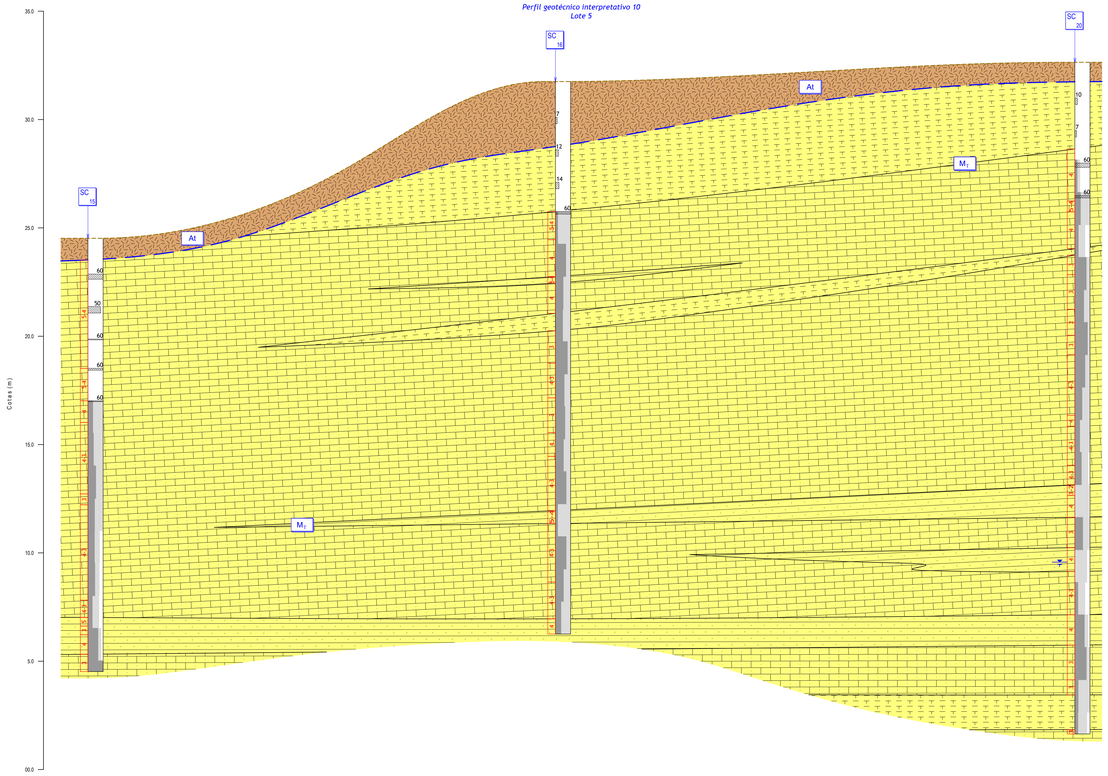
Nº DE ORDEM: 28

DESENHO Nº: C|P|G-0|0|2

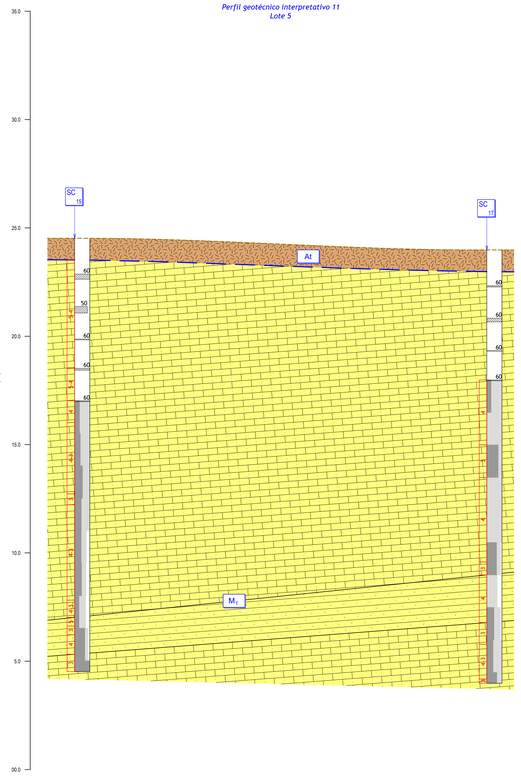
SEM SER PARA O FIM A QUE SE DESTINA ESTE DESENHO SÓ PODE SER REPRODUZIDO NA INTEGRA OU PARCIALMENTE COM AUTORIZAÇÃO EXPRESSA DA GEOCONTROLE

Mod.PF.13.0.1

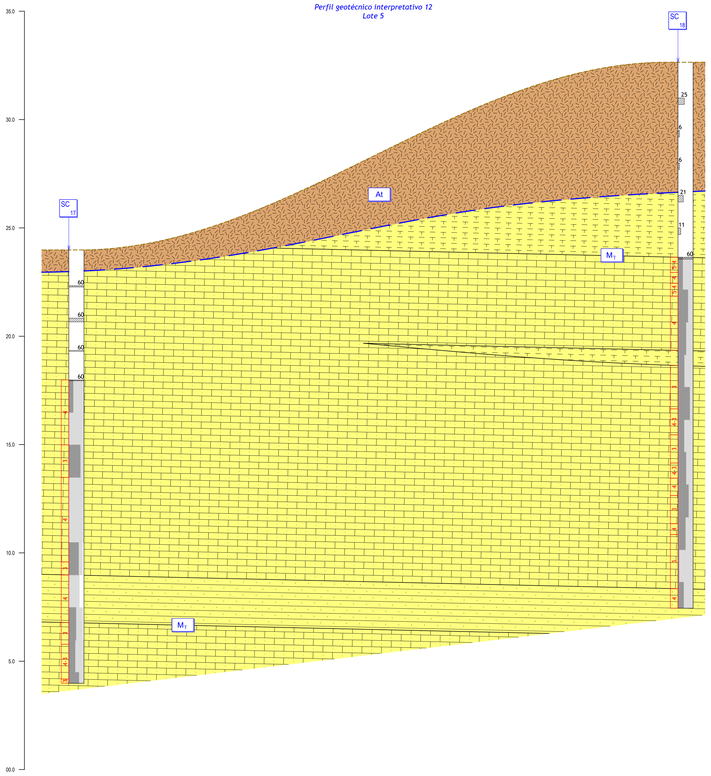
Perfil geotécnico interpretativo 10
Lote 5



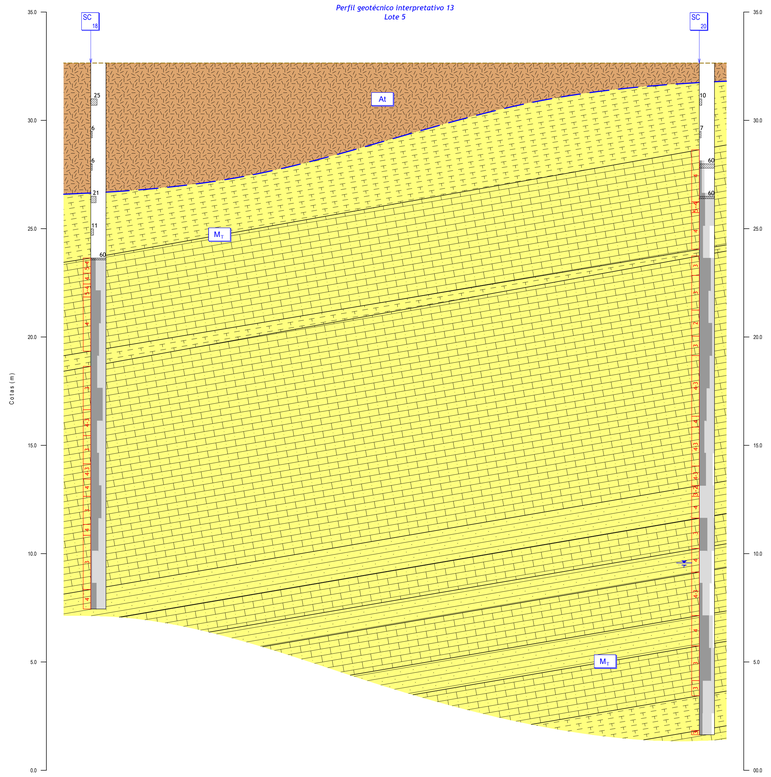
Perfil geotécnico interpretativo 11
Lote 5



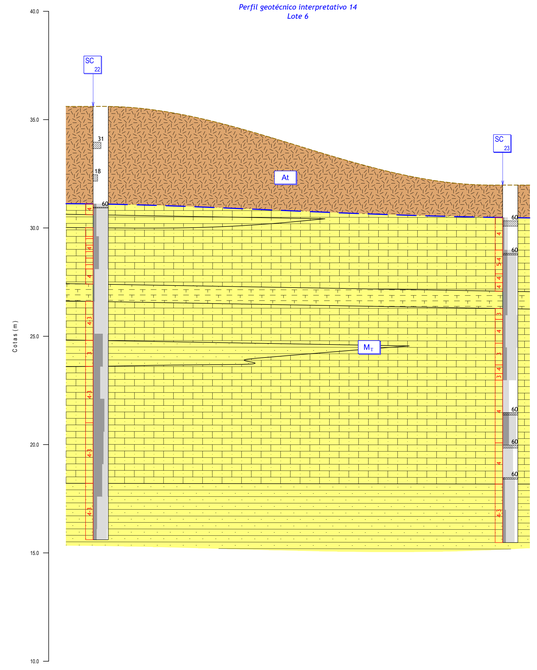
Perfil geotécnico interpretativo 12
Lote 5



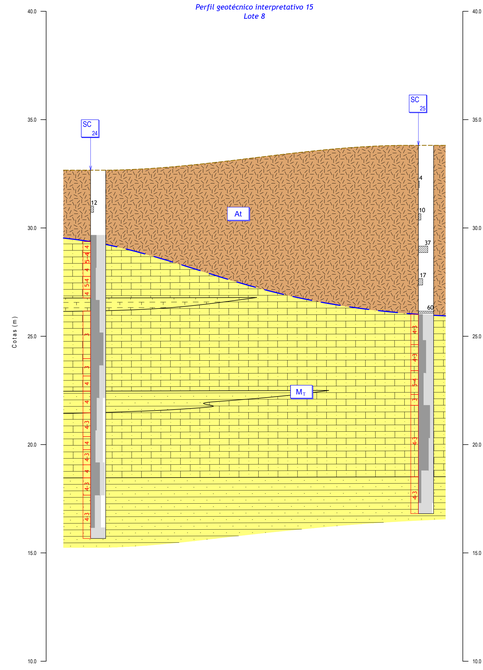
Perfil geotécnico interpretativo 13
Lote 5



Perfil geotécnico interpretativo 14
Lote 6



Perfil geotécnico interpretativo 15
Lote 8



LEGENDA GEOTÉCNICA

LITOESTRATIGRAFIA

HOLOCÉNICO

At — *Aterros*

Areias siltosas, com fragmentos calcários e restos cerâmicos carbonatados e argilas silto-arenosas, com fragmentos cerâmicos

MIOCÉNICO SUPERIOR

M_2 — *Sequência deposicional T, Areolas de Cabo Ruivo, Areolas de Braço de Prata, Calcários de Marvila*

Margas argilosas

Margas calcárias

Calcarenitos e calcários grosseiros, fossilíferos, por vezes fragmentáveis e desagregáveis

Areníticos carbonatados, por vezes friáveis

SINAIS CONVENCIONAIS

Limite geológico

Limite litológico

ESTADO DE ALTERAÇÃO (I.S.R.M.)

(VI)-Rocha sã

(VI)-Rocha pouco alterada

(V)-Rocha medianamente alterada

(IV)-Rocha muito alterada

(III)-Rocha decomposta

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

Sondagem geotécnica

T.Natural

Valor de N_{SPT}

% de Recuperação

% de R.Q.D.

REVISÃO	DATA	DESCRIÇÃO	TÉCNICO

Rua D.Nuno Álvares Pereira Nº6, Bloco A Parque Oriente 2699-001 Bobadela Lrs PORTUGAL Telefone (+351) 219 908 000 — Telefax (+351) 219 908 001 E-mail: mail@geocontrole.pt / Internet: www.geocontrole.pt

CLIENTE:

THOMAS & PIRON

ESTUDO:

EMPREENDIMENTO CLARISSAS

SACAVÉM - LOURES

ESTUDO GEOTÉCNICO

DESCRIÇÃO: PERFIS GEOTÉCNICOS INTERPRETATIVOS

DEPARTAMENTO: CONSULTORIA E PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

ESCALAS: H:1:200 V:1:100

FICHEIRO: Edição e revisão Canvas\Desenho\GSE_PLA_OP009_Clarissas.dwg

NOME / RUBRICA

Nº DE ORDEM: 05

CAD: Luís Pereira

TÉCNICO: Paulo Correia

PROCESSO: **31924**

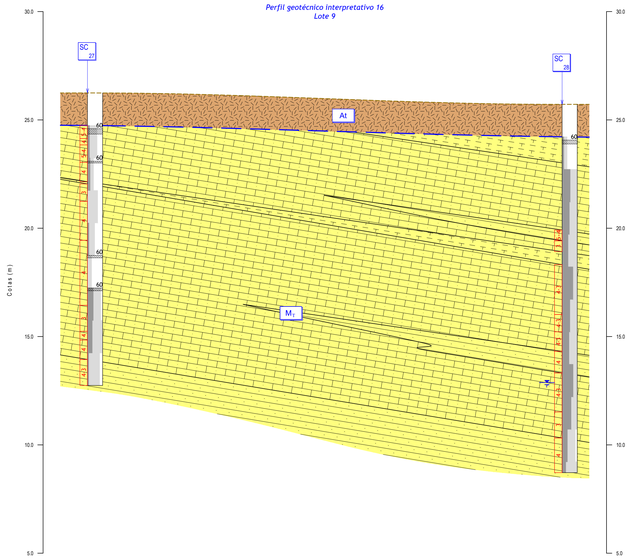
DATA: 31 janeiro 2020

DESENHO Nº: C P G - 0 0 3

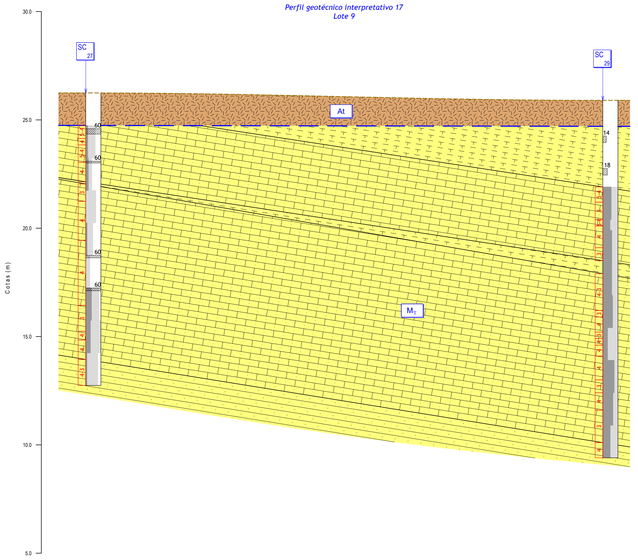
SEM SER PARA O FIM A QUE SE DESTINA ESTE DESENHO NÃO PODE SER REPRODUZIDO NA INTEGRA OU PARCIALMENTE COM AUTORIZAÇÃO EXPRESSA DA GEOCONTROLE

MicroPP 13.5.1

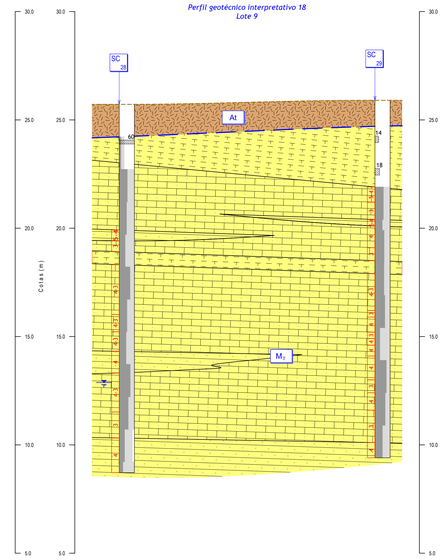
Perfil geotécnico interpretativo 16
Lote 9



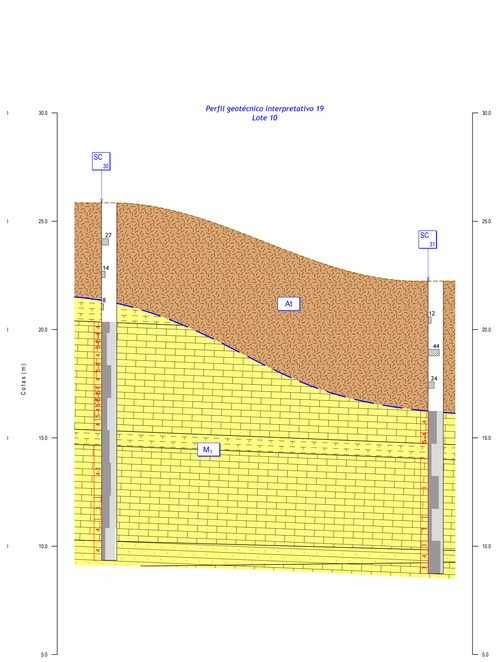
Perfil geotécnico interpretativo 17
Lote 9



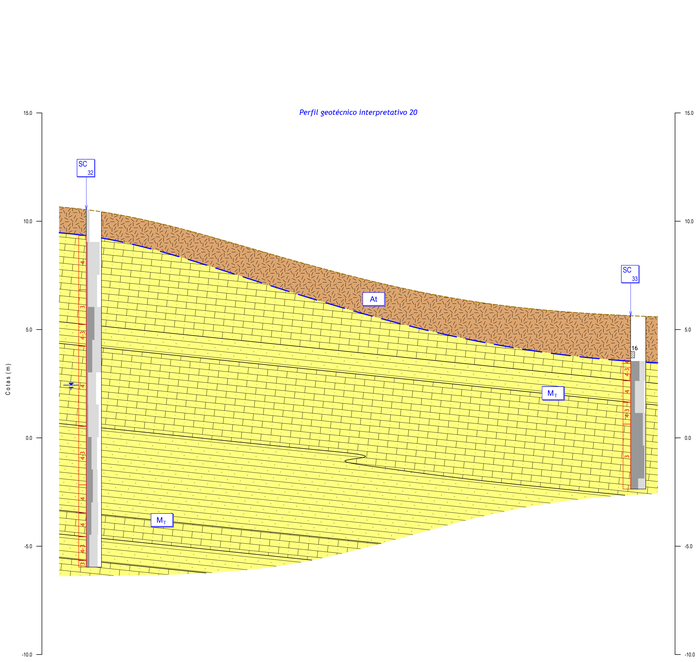
Perfil geotécnico interpretativo 18
Lote 9



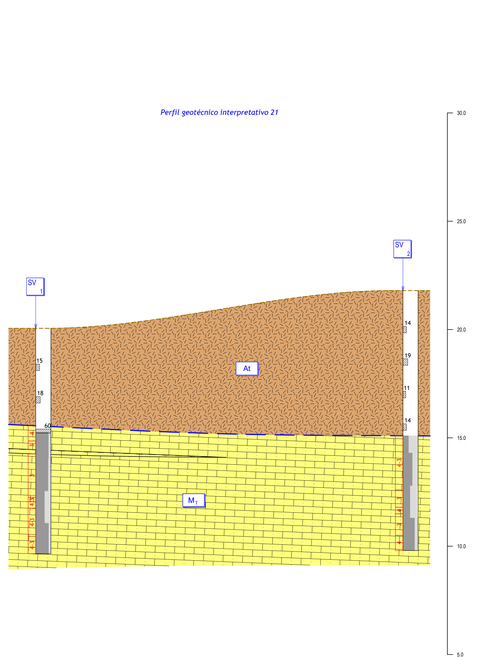
Perfil geotécnico interpretativo 19
Lote 10



Perfil geotécnico interpretativo 20



Perfil geotécnico interpretativo 21



LEGENDA GEOTÉCNICA

LITOESTRATIGRAFIA

HOLOCÉNICO

At — *Aterros*

Areias siltosas, com fragmentos calcários e restos cerâmicos carbonatados e argilas silto-arenosas, com fragmentos cerâmicos

MIOCÉNICO SUPERIOR

M 2 — *Sequência deposicional T, Areolas de Cabo Ruivo, Areolas de Braço de Prata, Calcários de Marvila*

Margas argilosas

Margas calcárias

Calcarenitos e calcários grosseiros, fossilíferos, por vezes fragmentáveis e desagregáveis

Arenitos carbonatados, por vezes friáveis

SINAIS CONVENCIONAIS

Limite geológico

Limite litológico

ESTADO DE ALTERAÇÃO (I.S.R.M.)

(W1)-Rocha sã

(W2)-Rocha pouco alterada

(W3)-Rocha medianamente alterada

(W4)-Rocha muito alterada

(W5)-Rocha decomposta

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

Sondagem geotécnica

T.Natural
Valor de Nr=
S de Recuperação
S de R.Q.D.

REVISÃO	DATA	DESCRIÇÃO	TÉCNICO

Rua D.Nuno Alvares Pereira N.76, Bloco A Parque Silveira 2600-021 Almoçageme LIS. PORTUGAL Telefone (+351) 219 658 000 — Telefax (+351) 219 658 001 E-mail: mail@geocontrole.pt // internet: www.geocontrole.pt

CLIENTE:

THOMAS & PIRON

ESTUDO:

EMPREENDIMENTO CLARISSAS

SACAVÉM - LOURES

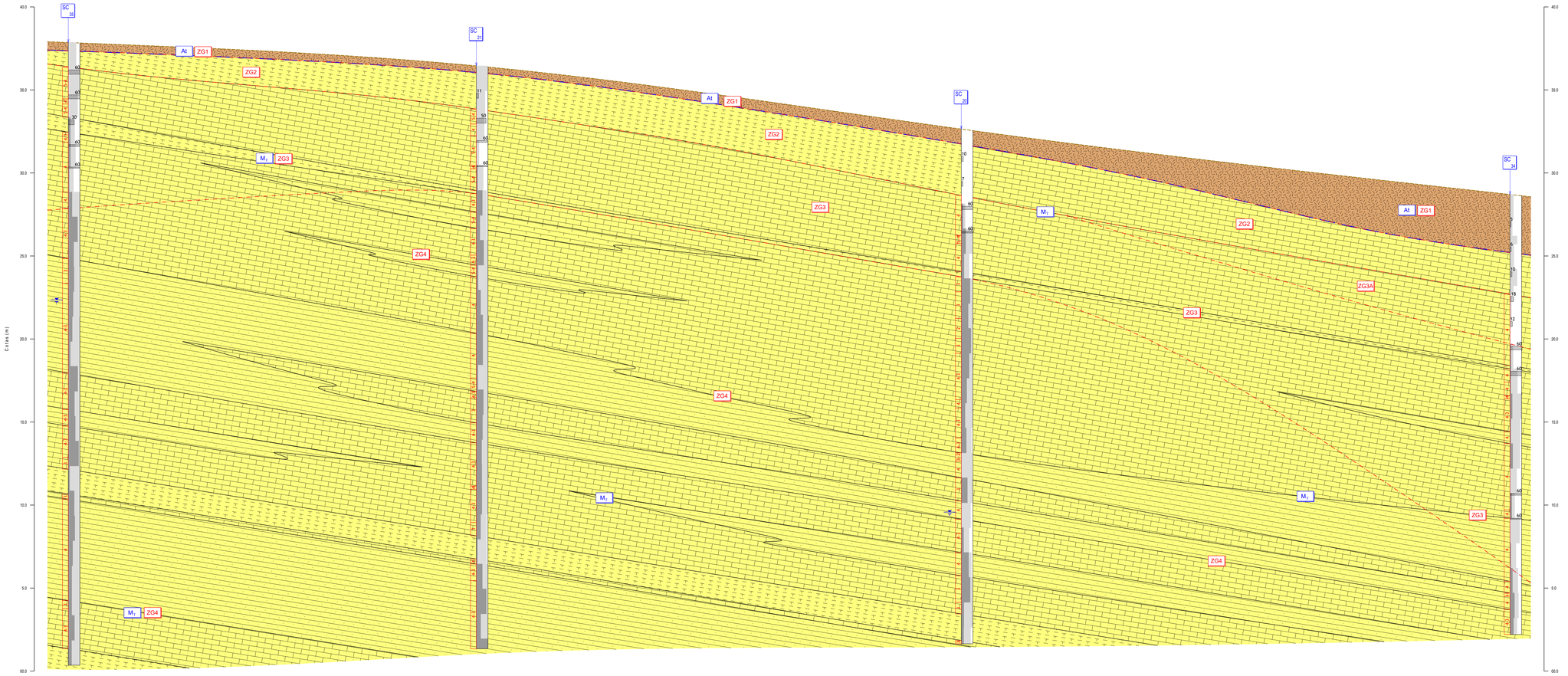
ESTUDO GEOTÉCNICO

DESCRIÇÃO: PERFIS GEOTÉCNICOS INTERPRETATIVOS

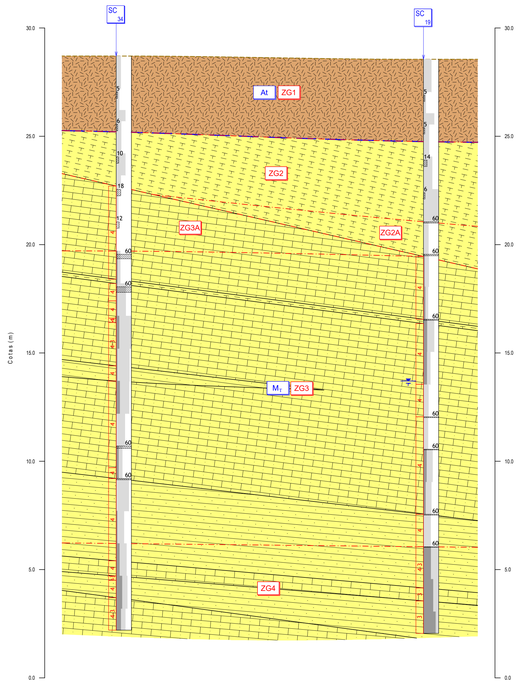
DEPARTAMENTO:	CONSULTORIA E PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA	ESCALAS: H:1:200 V:1:100	FICHEIRO: E:\0001\01 Dados\Desenho\01A_PLA_PERF_Clarissas.dwg
NOME	RUBRICA		Nº DE ORDEM: 4/5
CAD:	Luís Pereira	PROCESSO: 31524	DESENHO Nº
TÉCNICO:	Paulo Correia	DATA: 31 janeiro 2025	C P G - 0 0 4

ESTE SER PARA O FIM A QUE SE DESTINA ESTE DESENHO SO PODE SER REPRODUZIDO NA INTEIRA OU PARCIALMENTE COM AUTORIZAÇÃO EXPRESSA DA GEOCONTROLE

Perfil geotécnico interpretativo 22



Perfil geotécnico interpretativo 23



Tipo de terreno	Nspt	R RQD (%)	Peso volúmico γ (kN/m³)	Ângulo de atrito interno φ' (°)	Coesão C' (kN/m²)	Módulo pressiom. Eм (MPa)	Pressão limite Pl (MPa)
Aterros (At) **Zona Geotécnica ZG1**	5 - 6	--	18	25	nula	5	0,4
Miocénico - M2 Margas argilo-siltio-arenosas **Zona Geotécnica ZG2**	6 - 14	--	18	24 - 26	2 - 5	8	0,5
Miocénico - M2 Margas argilo-siltio-arenosas **Zona Geotécnica ZG2a**	60	--	20	32	20	30	2
Miocénico - M2 Rochas greso-calcárias W4/W5; F5-4 **Zona Geotécnica ZG3**	60	13 - 59 Dominantemente 0 - 25	22	34	15	48	4
Miocénico - M2 Solos areno-siltosos **Zona Geotécnica ZG3a**	12 - 18	--	19	30	nula	**Módulo deform. E'** 9 - 13	--
Miocénico - M2 Rochas greso-calcárias com curtos níveis de margas W4/W5; F4/F3; F5-4 **Zona Geotécnica ZG4**	--	80 - 100 20 - 60	22	34 - 36	30	**Módulo deform. E'** >>100	--

LEGENDA GEOTÉCNICA

LITOESTRATIGRAFIA

HOLOCÉNICO

At — *Aterros*

Areias siltosas, com fragmentos calcários e restos cerâmicos carbonatados e argilas siltio-arenosas, com fragmentos cerâmicos

MIOCÉNICO SUPERIOR

M 2 — *Sequência deposicional T, Areolas de Cabo Ruivo, Areolas de Braço de Prata, Calcários de Marvila*

Margas argilosas

Margas calcárias

Calcarenitos e calcários grosseiros, fossilíferos, por vezes fragmentados e desagregáveis

Arenitos carbonatados, por vezes friáveis

SINAIS CONVENCIONAIS

Limite geológico

Limite litológico

ESTADO DE ALTERAÇÃO (I.S.R.M.)

(VI) Rocha sã

(VI2) Rocha pouco alterada

(VI3) Rocha medianamente alterada

(VI4) Rocha muito alterada

(VI5) Rocha decomposta

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

S — Sondagem geotécnica

T. Natural
Valor de Nspt
% de Recuperação
% de R.Q.D.

REVISÃO	DATA	DESCRIÇÃO	TÉCNICO

geocontrole

Rua D.Nuno Álvares Pereira, Nº4, Bloco A, Parque Oriente, 2699-501 Bobadela Lrs, PORTUGAL Telefone: (+351) 219 958 000 — Telefax: (+351) 219 958 001 E-mail: mail@geocontrole.pt / Internet: www.geocontrole.pt

CLIENTE:

THOMAS & PIRON

ESTUDO:

EMPREENDIMENTO CLARISSAS

SACAVÉM - LOURES

ESTUDO GEOTÉCNICO

DESCRIÇÃO: PERFIS GEOTÉCNICOS INTERPRETATIVOS

DEPARTAMENTO: CONSULTORIA E PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

ESCALAS: H:1/200 V:1/100

FICHEIRO: C:\Users\Luis\Desktop\Clarissas\PERFIS_PLS_FINAL.Dwg

Nº DE ORDEM: 55

	NOME	RUBRICA
CAD	Luís Pereira	
DIRETOR TÉCNICO		
TÉCNICO	Paulo Correia	

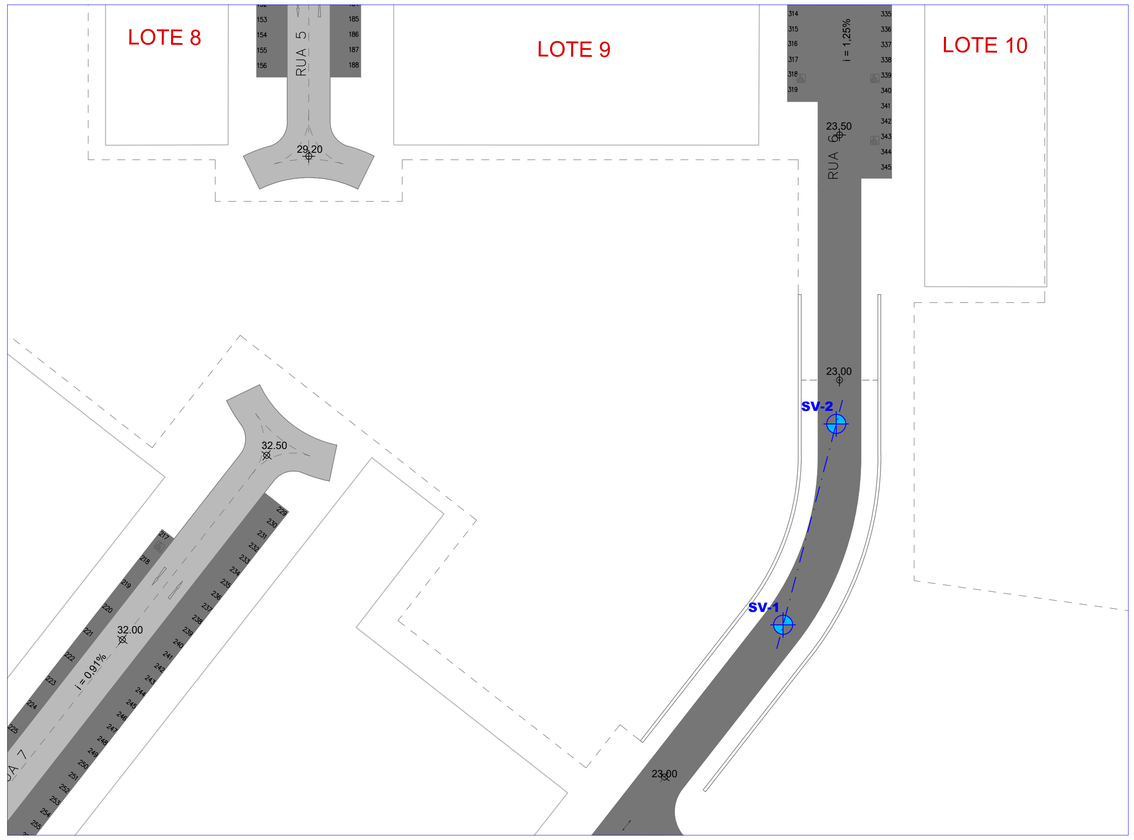
PROCESSO: **31524**

DESENHO Nº: C|P|G-0|0|5

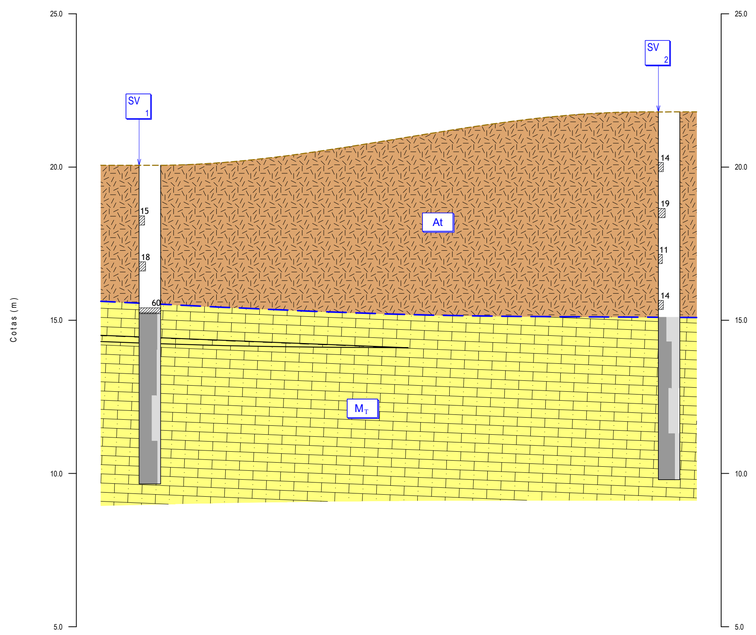
DATA: 31 janeiro 2025

SEM SER PARA O FIM A QUE SE DESTINA ESTE DESENHO SÓ PODE SER REPRODUZIDO NA INTEGRA OU PARCIALMENTE, COM AUTORIZAÇÃO EXPRESSA DA GEOCONTROLE

Planta de localização da prospeção geotécnica à escala 1:500



Perfil geotécnico interpretativo



LEGENDA GEOTÉCNICA

LITOESTRATIGRAFIA

HOLOCÉNICO

At — *Aterros heterogéneos*

Areia siltosa, com fragmentos calcários e restos cerâmicos e carbonatados e argila silto-arenosa, com fragmentos cerâmicos. Areia muito fina fortemente siltosa, carbonatada.

MIOCÉNICO SUPERIOR

M_T — *Sequência deposicional T, Areolas de Cabo Ruivo, Areolas de Braço de Prata, Calcários de Marvila*

Calcários gresosos fossilíferos, por vezes fragmentáveis e desagregáveis, vacuolares, sucedendo a calcarenitos fossilíferos compactos ou friáveis.

Leitos de margas argilosas na parte superior.

SINAIS CONVENCIONAIS

Limite geológico

Limite litológico

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

S — Sondagem geotécnica

T.Natural

60 — Valor de N_{SPT}

% de Recuperação

% de R.Q.D.

REVISÃO	DATA	DESCRIÇÃO	TÉCNICO

Rua D.Nuno Álvares Pereira N.º4, Bloco 4 Parque Oriente 2699-501 Bobadela Lrs PORTUGAL Telefones: (+351) 219 958 000 -- Telefax: (+351) 219 958 001 E-mail: mail@geocontrole.pt // Internet: www.geocontrole.pt

CLIENTE:

THOMAS & PIRON

ESTUDO:

EMPREENDIMENTO CLARISSAS - VIADUTO

SACAVÉM - LOURES

ESTUDO GEOTÉCNICO

DESCRIÇÃO: PLANTA DE LOCALIZAÇÃO E PERFIL GEOTÉCNICO INTERPRETATIVO

DEPARTAMENTO:	CONSULTORIA E PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA		ESCALAS: H 1:200 V 1:100	FICHEIRO: 2024\2024 x 3\31524\DOC Clarissas\Desenho\31524_PLR_CPG001_Habitado.dwg
	NOME	RUBRICA		N.º DE ORDEM: 1/1
CAD: AutoCAD V2014	Luís Pereira		PROCESSO: 31524	DESENHO Nº
TÉCNICO:	Paulo Correia		DATA: 23 janeiro 2025	C P G - 0 0 1

SEM SER PARA O FIM A QUE SE DESTINA ESTE DESENHO SÓ PODE SER REPRODUZIDO NA INTEGRA OU PARCIALMENTE COM AUTORIZAÇÃO EXPRESSA DA GEOCONTROLE Mod.PP.1.5.1

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

Entidade :

Obra :

SONDAGEM **S1**

Processo **32524**

Página **1** de **3**

Data de Início	Equipamento	Prof. Final (m)
9/1/2025	Geo-035 AVS-DRILL 650	21.43

Data de Fim	Nivel Freático	Inclinação	Sistema	Coordenadas		Cota	Sondador	Técnico
15/1/2025	3.25m	90°	PT-TM06 (ETRS89)	M= -96503.965	P= -110421.528	Z= 4.528	José Carlos	Paulo Correia

PROFUNDIDADE (m)	FURAÇÃO Ø	MANOBRAS	ESTRATIGRAFIA	SIMBOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA	ALTERAÇÃO (ISRM) W5 W4 W3 W2	FRACTURAÇÃO (ISRM) F5 F4 F3 F2	% RECUP. / % R.Q.D. 20 40 60 80	S.P.T. 1ª Fase (15cm) 2ª Fase (30cm) nº de Pancadas (Nspt) 10 20 30 40 50	ENSAIOS	PROFUNDIDADE (m)
1	86mm Rotação		At		Aterro areno-siltoso.				14 16 (30 cm)		1
2			ap		Areia grosseira a média, muito solta a medianamente compacta, com seixo médio silicioso sub-rolado a rolado disperso; amarelado.				6 9 (30 cm)		2
3									3 9 (30 cm)		3
4									9 28 (30 cm)		4
5									10 34 (30 cm)		5
6					Areia média, por vezes levemente siltosa, compacta, com seixo miúdo a médio, silicioso sub-rolado a rolado disperso; amarelado.				12 43 (30 cm)		6
7											7
8									9 39 (30 cm)	(1) 71959	8
9											9
10									14 48 (30 cm)		10

Observações : **Foi instalado piezómetro hidraúlico de circuito aberto.**

Legenda : **(1) - Amostra Intacta**

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.com

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na integra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

Entidade :

Obra :

SONDAGEM
S1
Processo
32524
Página
2 de 3

Data de Início	Equipamento	Prof. Final (m)
9/1/2025	Geo-035 AVS-DRILL 650	21.43

Data de Fim	Nivel Freático	Inclinação	Sistema	Coordenadas		Cota	Sondador	Técnico
15/1/2025	3.25m	90°	PT-TM06 (ETRS89)	M= -96503.965	P= -110421.528	Z= 4.528	José Carlos	Paulo Correia

PROFUNDIDADE (m)	FURAÇÃO Ø	MANOBRAS	ESTRATIGRAFIA	SIMBOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA	ALTERAÇÃO (ISRM) W5 W4 W3 W2	FRACTURAÇÃO (ISRM) F5 F4 F3 F2	% RECUP. / % R.Q.D. 20 40 60 80	S.P.T. 1ª Fase (15cm) 2ª Fase (30cm) nº de Pancadas (Nspt) 10 20 30 40 50	ENSAIOS	PROFUNDIDADE (m)
11	86mm Rotação		ap		Areia média, muito compacta, com seixo miúdo silicioso rolado disperso; castanho alaranjado.				18 / 60 (29 cm)		11
12									26 / 60 (20 cm)		12
13		13.50									13
14			MFT		Silte argiloso, finamente arenoso, carbonatado, rijo, muito consolidado, micáceo; cinzento escuro anegrado.			50	27 / 48 (30 cm)		14
15		15.00							16 / 57 (30 cm)		15
16		16.50						87	18 / 60 (26 cm)		16
17					Argila siltosa, carbonatada, rija, muito consolidada, micácea; cinzento escuro anegrado.			90			17
18		18.00							20 / 60 (25 cm)		18
19		19.50						60 87	22 / 60 (27 cm)		19
20											20

Observações : **Foi instalado piezómetro hidraúlico de circuito aberto.**

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.com

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na integra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

Entidade :

Obra :

SONDAGEM **S1**

Processo **32524**

Página **3** de **3**

Data de Início	Equipamento	Prof. Final (m)
9/1/2025	Geo-035 AVS-DRILL 650	21.43

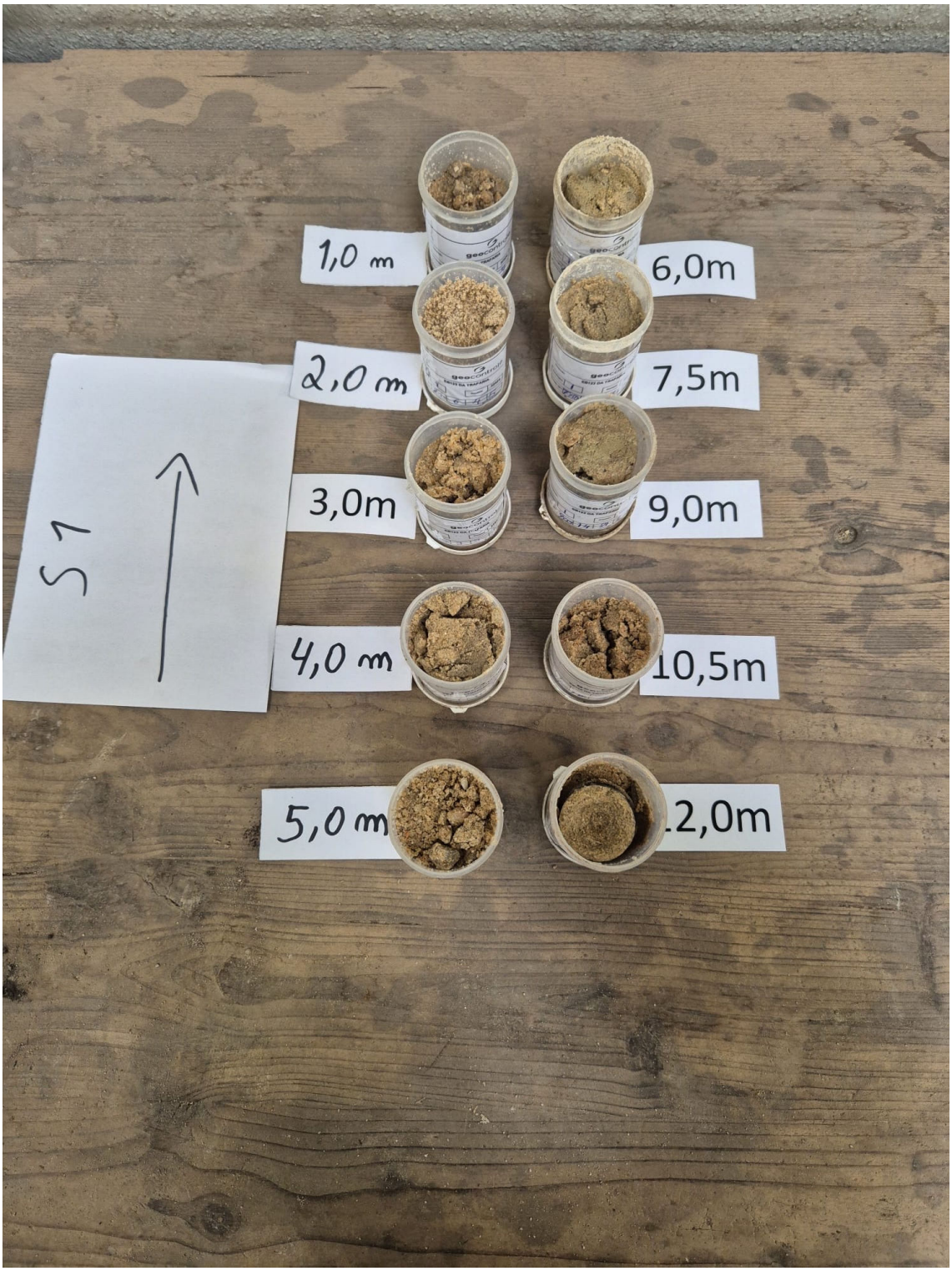
Data de Fim	Nivel Freático	Inclinação	Sistema	Coordenadas		Cota	Sondador	Técnico
15/1/2025	3.25m	90°	PT-TM06 (ETRS89)	M= -96503.965	P= -110421.528	Z= 4.528	José Carlos	Paulo Correia

PROFUNDIDADE (m)	FURAÇÃO Ø	MANOBRAS	ESTRATIGRAFIA	SIMBOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA	ALTERAÇÃO (ISRM) W5 W4 W3 W2	FRACTURAÇÃO (ISRM) F5 F4 F3 F2	% RECUP. / % R.Q.D. 20 40 60 80	S.P.T. 1ª Fase (15cm) 2ª Fase (30cm) nº de Pancadas (Nspt) 10 20 30 40 50	ENSAIOS	PROFUNDIDADE (m)
21	86mm Rotação	21.00	MFT		Argila siltosa, carbonatada, rija, muito consolidada, micácea; cinzento escuro anegrado.			87	21 / 60 (28 cm)		21
					21.43m- Fim de Sondagem						
22											22
23											23
24											24
25											25
26											26
27											27
28											28
29											29
30											30

Observações : **Foi instalado piezómetro hidraúlico de circuito aberto.**

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.com

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na integra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.



TESTEMUNHO DA SONDAGEM S1

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S1 CX1

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S1 CX2

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S1 CX3

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

Entidade :

Obra :

SONDAGEM **S2**

Processo **32524**

Página **1** de **2**

Data de Início	Equipamento	Prof. Final (m)
23/1/2025	Geo-035 AVS-DRILL 650	12.07

Data de Fim	Nivel Freático	Inclinação	Sistema	Coordenadas		Cota	Sondador	Técnico
27/1/2025		90°	PT-TM06 (ETRS89)	M= -96512.036	P= -110530.080	Z= 6.561	José Carlos	Paulo Correia

PROFUNDIDADE (m)	FURAÇÃO Ø	MANOBRAS	ESTRATIGRAFIA	SIMBOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA	ALTERAÇÃO (ISRM) W5 W4 W3 W2	FRACTURAÇÃO (ISRM) F5 F4 F3 F2	% RECUP. / % R.Q.D. 20 40 60 80	S.P.T. 1ª Fase (15cm) 2ª Fase (30cm) nº de Pancadas (Nspt) 10 20 30 40 50	ENSAIOS	PROFUNDIDADE (m)
1	86mm Rotação		At		Aterro areno-siltoso.				4 11 (30 cm)		1
2			ap		Areia média, medianamente compacta; castanho amarelada.				5 19 (30 cm)		2
3									5 19 (30 cm)		3
4									4 18 (30 cm)		4
5					Areia média a grosseira, compacta, com fragmentos de conchas dispersos e seixos miúdos siliciosos, rolados dispersos; amarelado.				12 32 (30 cm)		5
6									14 37 (30 cm)		6
7											7
8					Areia média, muito compacta, com seixo miúdo silicioso rolado disperso; amarelado.				15 51 (30 cm)	(1) 71967	8
9									20 52 (30 cm)		9
10											10

Observações :

Legenda : **(1) - Amostra Intacta**

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.com

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na integra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

Entidade :

Obra :

SONDAGEM **S2**

Processo **32524**

Página **2** de **2**

Data de Início	Equipamento	Prof. Final (m)
23/1/2025	Geo-035 AVS-DRILL 650	12.07

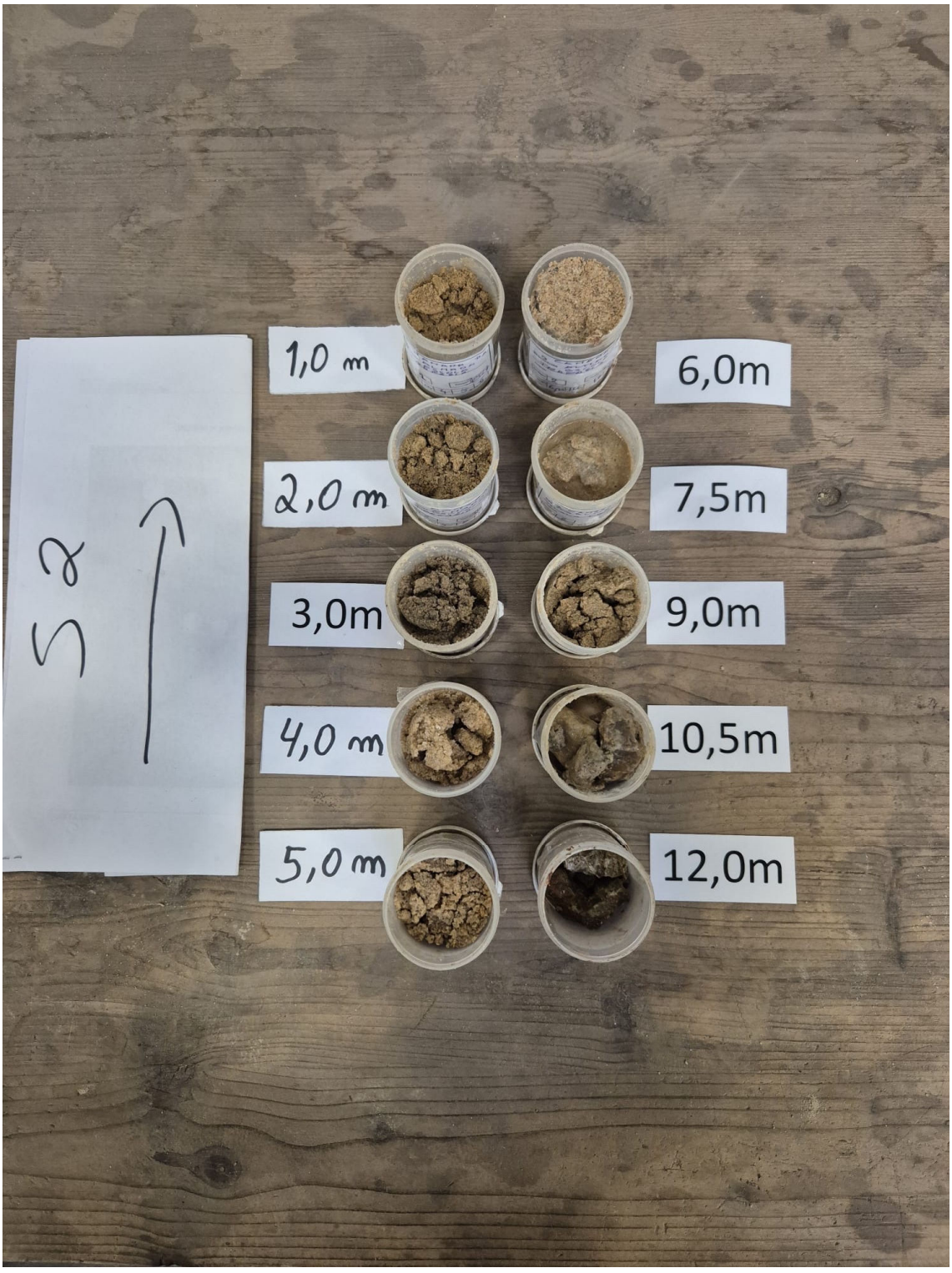
Data de Fim	Nivel Freático	Inclinação	Sistema	Coordenadas		Cota	Sondador	Técnico
27/1/2025		90°	PT-TM06 (ETRS89)	M= -96512.036	P= -110530.080	Z= 6.561	José Carlos	Paulo Correia

PROFUNDIDADE (m)	FURAÇÃO Ø	MANOBRAS	ESTRATIGRAFIA	SIMBOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA	ALTERAÇÃO (ISRM) W5 W4 W3 W2	FRACTURAÇÃO (ISRM) F5 F4 F3 F2	% RECUP. / % R.Q.D. 20 40 60 80	S.P.T. 1ª Fase (15cm) 2ª Fase (30cm) nº de Pancadas (Nspt) 10 20 30 40 50	ENSAIOS	PROFUNDIDADE (m)
11	86mm Rotação		ap		Areia heterométrica, com seixos e calhaus siliciosos; amarelado.				18 / 57 (30 cm)		11
12			MFT?		Calcarenito fossilífero muito alterado e fracturado, fragmentável e desagregável, com passagens sem recuperação; castanho.	W4	F5/4		60 (7 cm)		12
					12.07m- Fim de Sondagem						
13											13
14											14
15											15
16											16
17											17
18											18
19											19
20											20

Observações :

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.com

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na integra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.



TESTEMUNHO DA SONDAGEM S2

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S2 CX1

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

Entidade :

Obra :

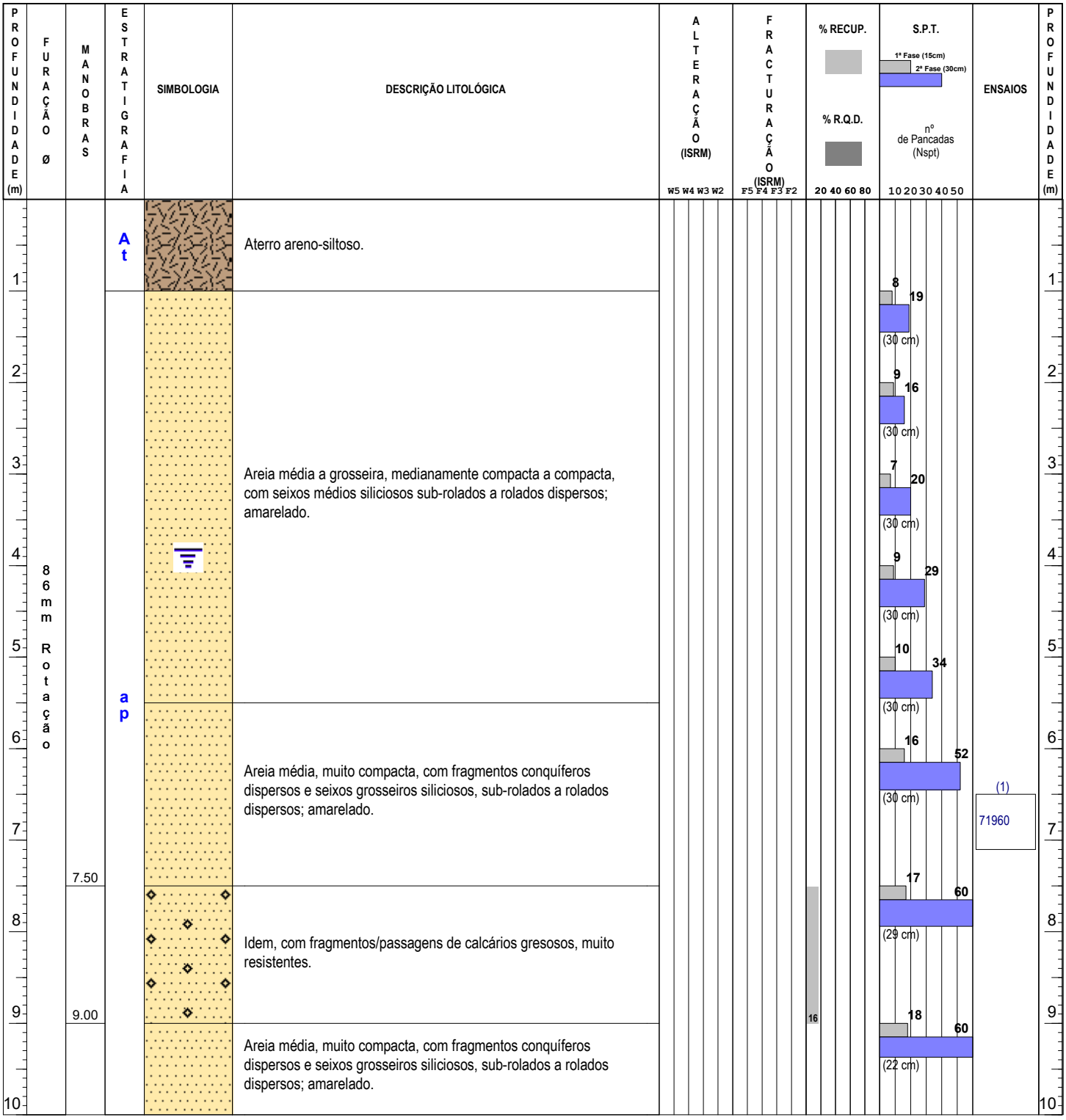
SONDAGEM **S4**

Processo **32524**

Página **1** de **2**

Data de Início	Equipamento	Prof. Final (m)
15/1/2025	Geo-035 AVS-DRILL 650	18.39

Data de Fim	Nivel Freático	Inclinação	Sistema	Coordenadas		Cota	Sondador	Técnico
17/1/2025	3.75m	90°	PT-TM06 (ETRS89)	M= -96569.201	P= -110470.411	Z= 3.601	José Carlos	Paulo Correia



Observações : **Foi instalado piezómetro hidraúlico de circuito aberto.**

Legenda : **(1) - Amostra Intacta**

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.com

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na integra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

Entidade :

Obra :

SONDAGEM	Processo	Página
S4	32524	2 de 2

Data de Início	Equipamento	Prof. Final (m)
15/1/2025	Geo-035 AVS-DRILL 650	18.39

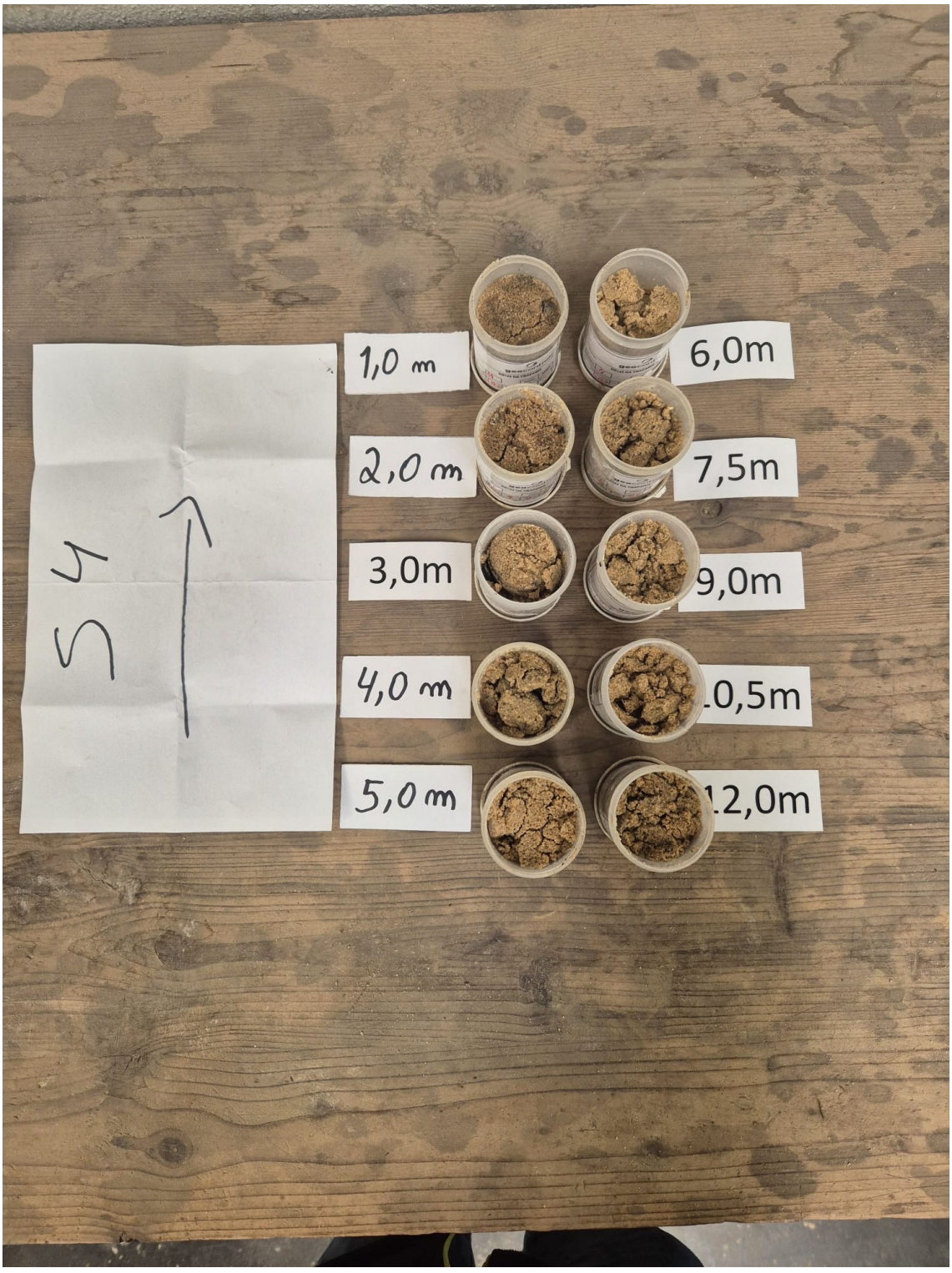
Data de Fim	Nivel Freático	Inclinação	Sistema	Coordenadas		Cota	Sondador	Técnico
17/1/2025	3.75m	90°	PT-TM06 (ETRS89)	M= -96569.201	P= -110470.411	Z= 3.601	José Carlos	Paulo Correia

PROFUNDIDADE (m)	FURAÇÃO Ø	MANOBRAS	ESTRATIGRAFIA	SIMBOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA	ALTERAÇÃO (ISRM) W5 W4 W3 W2	FRACTURAÇÃO (ISRM) F5 F4 F3 F2	% RECUP. / % R.Q.D. 20 40 60 80	S.P.T. 1ª Fase (15cm) 2ª Fase (30cm) nº de Pancadas (Nspt) 10 20 30 40 50	ENSAIOS	PROFUNDIDADE (m)
11	86mm Rotação	10.50	ap		Areia média, muito compacta, com fragmentos conquíferos dispersos e seixos grosseiros siliciosos, sub-rolados a rolados dispersos; amarelado.				20 / 57 (30 cm)		11
12		12.00							18 / 60 (22 cm)		12
13		13.50							60 (14 cm)		13
14											14
15		15.00	MFT		Calcarenito fossilífero muito alterado e fracturado, fragmentável e desagregável, com passagens sem recuperação; amarelado.	W4	F5/4	33	60 (12 cm)		15
16											16
17		16.50			Siltes argilosos, finamente arenosos, rijos, levemente micáceos, com restos fossilíferos; cinzento escuro anegrado.			67	21 / 60 (12 cm)		17
18		18.00						67	21 / 60		18
19					18.39m- Fim de Sondagem				(24 cm)		19
20											20

Observações : **Foi instalado piezómetro hidraúlico de circuito aberto.**

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.com

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na integra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.



TESTEMUNHO DA SONDAGEM S4

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S4 CX1

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S4 CX2

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

Entidade :

Obra :

SONDAGEM **S5**

Processo **32524**

Página **1** de **3**

Data de Início	Equipamento	Prof. Final (m)
21/1/2025	Geo-035 AVS-DRILL 650	21.39

Data de Fim	Nivel Freático	Inclinação	Sistema	Coordenadas		Cota	Sondador	Técnico
23/1/2025	4.46m	90°	PT-TM06 (ETRS89)	M= -96529.587	P= -110494.532	Z= 5.446	José Carlos	Paulo Correia

PROFUNDIDADE (m)	FURAÇÃO Ø	MANOBRAS	ESTRATIGRAFIA	SIMBOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA	ALTERAÇÃO (ISRM) W5 W4 W3 W2	FRACTURAÇÃO (ISRM) F5 F4 F3 F2	% RECUP. / % R.Q.D. 20 40 60 80	S.P.T. 1ª Fase (15cm) 2ª Fase (30cm) nº de Pancadas (Nspt) 10 20 30 40 50	ENSAIOS	PROFUNDIDADE (m)
1	86mm Rotação		At		Aterro areno-siltoso.				13 30 (30 cm)		1
2			ap		Areia média, medianamente compacta a compacta, com seixos siliciosos miúdos a médios sub-rolados a rolados dispersos; amarelado.				8 20 (30 cm)		2
3									6 22 (30 cm)		3
4									8 22 (30 cm)		4
5									7 17 (30 cm)		5
6									9 29 (30 cm)	(1) 71968	6
7									7 34 (30 cm)		7
8											8
9					Areia média, muito compacta, com seixos siliciosos médios sub-rolados dispersos; amarelado.				15 52 (30 cm)		9
10											10

Observações : **Foi instalado piezómetro hidraúlico de circuito aberto.**

Legenda : **(1) - Amostra Intacta**

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.com

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na integra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

Entidade :

Obra :

SONDAGEM	Processo	Página
S5	32524	2 de 3

Data de Início	Equipamento	Prof. Final (m)
21/1/2025	Geo-035 AVS-DRILL 650	21.39

Data de Fim	Nivel Freático	Inclinação	Sistema	Coordenadas		Cota	Sondador	Técnico
23/1/2025	4.46m	90°	PT-TM06 (ETRS89)	M= -96529.587	P= -110494.532	Z= 5.446	José Carlos	Paulo Correia

PROFUNDIDADE (m)	FURAÇÃO Ø	MANOBRAS	ESTRATIGRAFIA	SIMBOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA	ALTERAÇÃO (ISRM) W5 W4 W3 W2	FRACTURAÇÃO (ISRM) F5 F4 F3 F2	% RECUP. / % R.Q.D. 20 40 60 80	S.P.T. 1ª Fase (15cm) 2ª Fase (30cm) nº de Pancadas (Nspt) 10 20 30 40 50	ENSAIOS	PROFUNDIDADE (m)
11	86mm Rotação		ap		Areia média, muito compacta, com seixos siliciosos médios sub-rolados dispersos; amarelado.				35 60 (21 cm)		11
12									16 46 (30 cm)		12
13		13.50									13
14			MFT		Argila siltosa, carbonatada, rija, micácea, com restos fossilíferos; cinzento escuro anegrado.				14 45 (30 cm)		14
15		15.00						93	11 36 (30 cm)		15
16		16.50						83	14 60 (29 cm)		16
17											17
18		18.00			Siltes argilosos e finamente arenosos, carbonatados, rijos, micáceos, com restos fossilíferos; cinzento escuro anegrado.			87	29 60 (10 cm)		18
19											19
20		19.50						53 87	18 60 (25 cm)		20

Observações : **Foi instalado piezómetro hidraúlico de circuito aberto.**

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.com

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na integra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

Entidade :

Obra :

SONDAGEM
S5
Processo
32524
Página
3 de 3

Data de Início	Equipamento	Prof. Final (m)
21/1/2025	Geo-035 AVS-DRILL 650	21.39

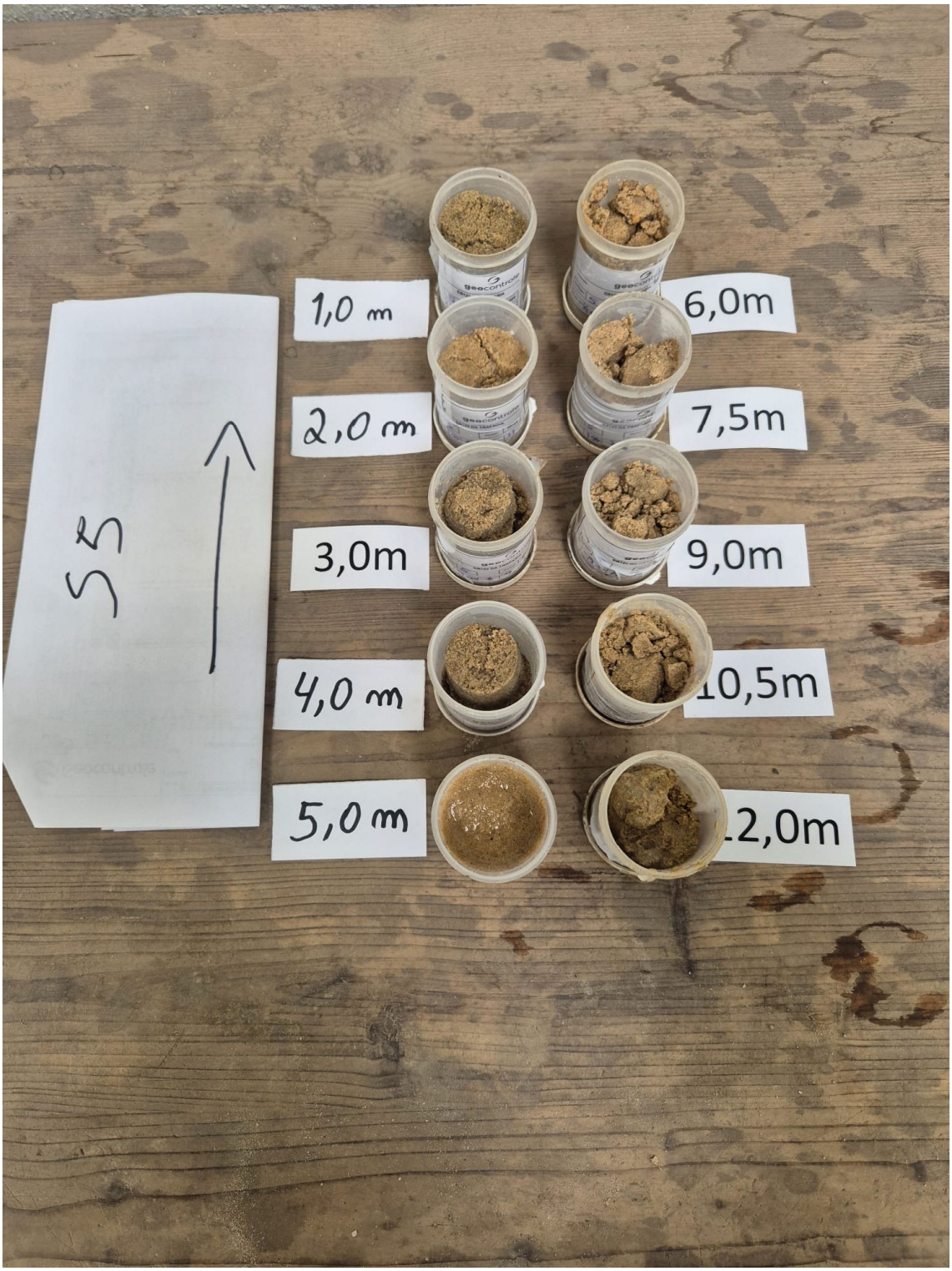
Data de Fim	Nivel Freático	Inclinação	Sistema	Coordenadas		Cota	Sondador	Técnico
23/1/2025	4.46m	90°	PT-TM06 (ETRS89)	M= -96529.587	P= -110494.532	Z= 5.446	José Carlos	Paulo Correia

PROFUNDIDADE (m)	FURAÇÃO Ø	MANOBRAS	ESTRATIGRAFIA	SIMBOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA	ALTERAÇÃO (ISRM) W5 W4 W3 W2	FRACTURAÇÃO (ISRM) F5 F4 F3 F2	% RECUP. / % R.Q.D. 20 40 60 80	S.P.T. 1ª Fase (15cm) 2ª Fase (30cm) nº de Pancadas (Nspt) 10 20 30 40 50	ENSAIOS	PROFUNDIDADE (m)
21	86mm Rotação	21.00	MFT		Siltes argilosos e finamente arenosos, carbonatados, rijos, micáceos, com restos fossilíferos; cinzento escuro anegrado.			87	17 / 60 (23 cm)		21
					21.39m- Fim de Sondagem						
22											22
23											23
24											24
25											25
26											26
27											27
28											28
29											29
30											30

Observações : **Foi instalado piezómetro hidraúlico de circuito aberto.**

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.com

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na integra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.



TESTEMUNHO DA SONDAGEM S5

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S5 CX1

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S5 CX2

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S5 CX3

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

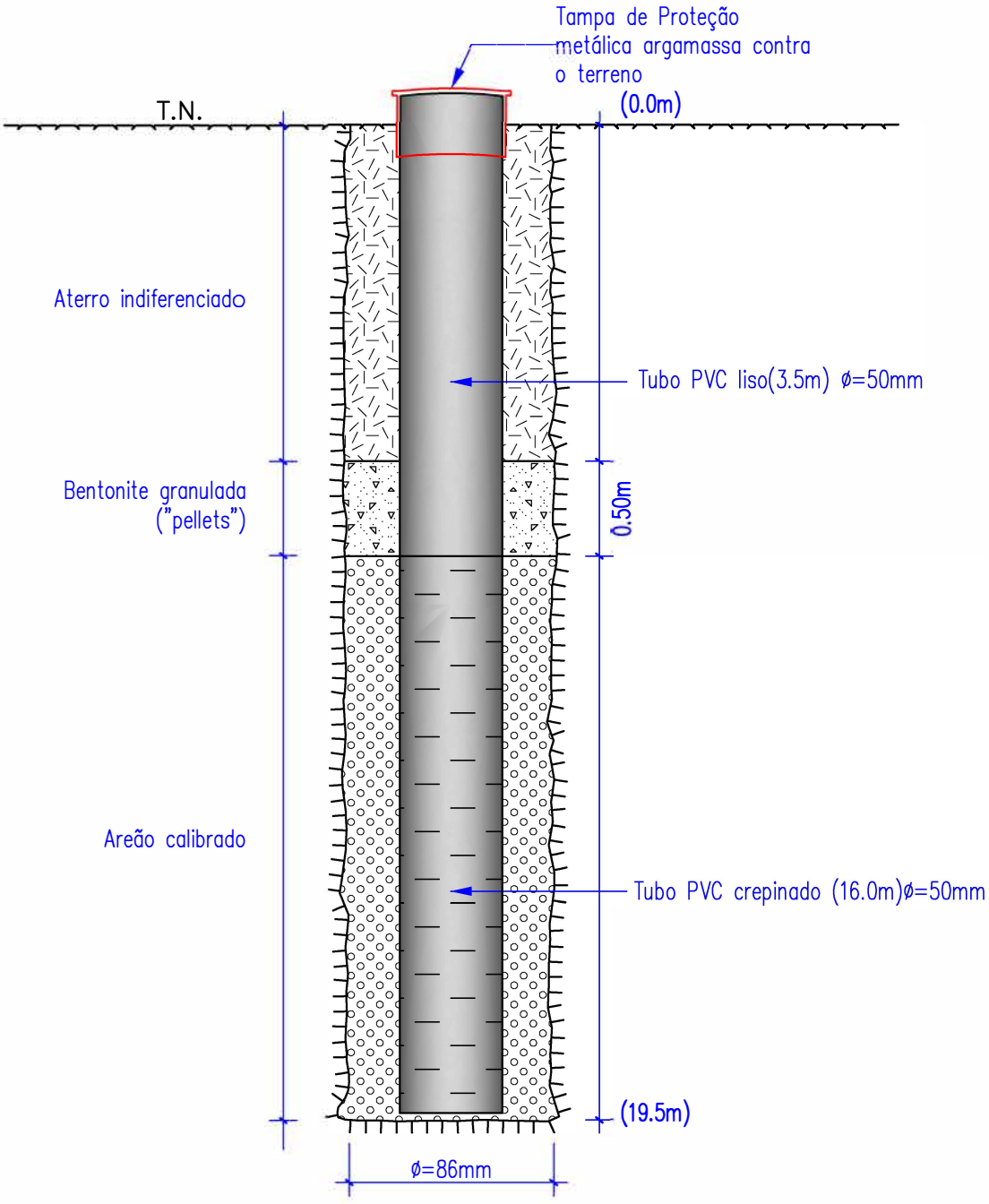
Entidade:

Obra:

PIEZÓMETRO
PZ-S1
PROCESSO
32524
Página
1 de 1

Data Inicial	Equipamento	Prof. Final (m)	Inclinação	Coordenadas		Cota	Técnico
15-01-2025	GEO-035 AVS DRILL	19.50	90º	M= - 96503.965	P= - 110421.528	Z= 4.528	Paulo Correia
Data Final		Desenhador					
15-01-2025		Nuno Neto					

Medição	Horas	Prof. (m)
23-01-2025	-	3.25



Observações:

Rua D. Nuno Álvares Pereira, N.º 4 Bloco 4 – Parque Oriente – 2699-501 Bobadela LRS PORTUGAL Telefone: (+351) 219 958 000 – Telefax: (+351) 219 958 001 E-mail: mail@geocontrole.pt / Internet: www.geocontrole.pt

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

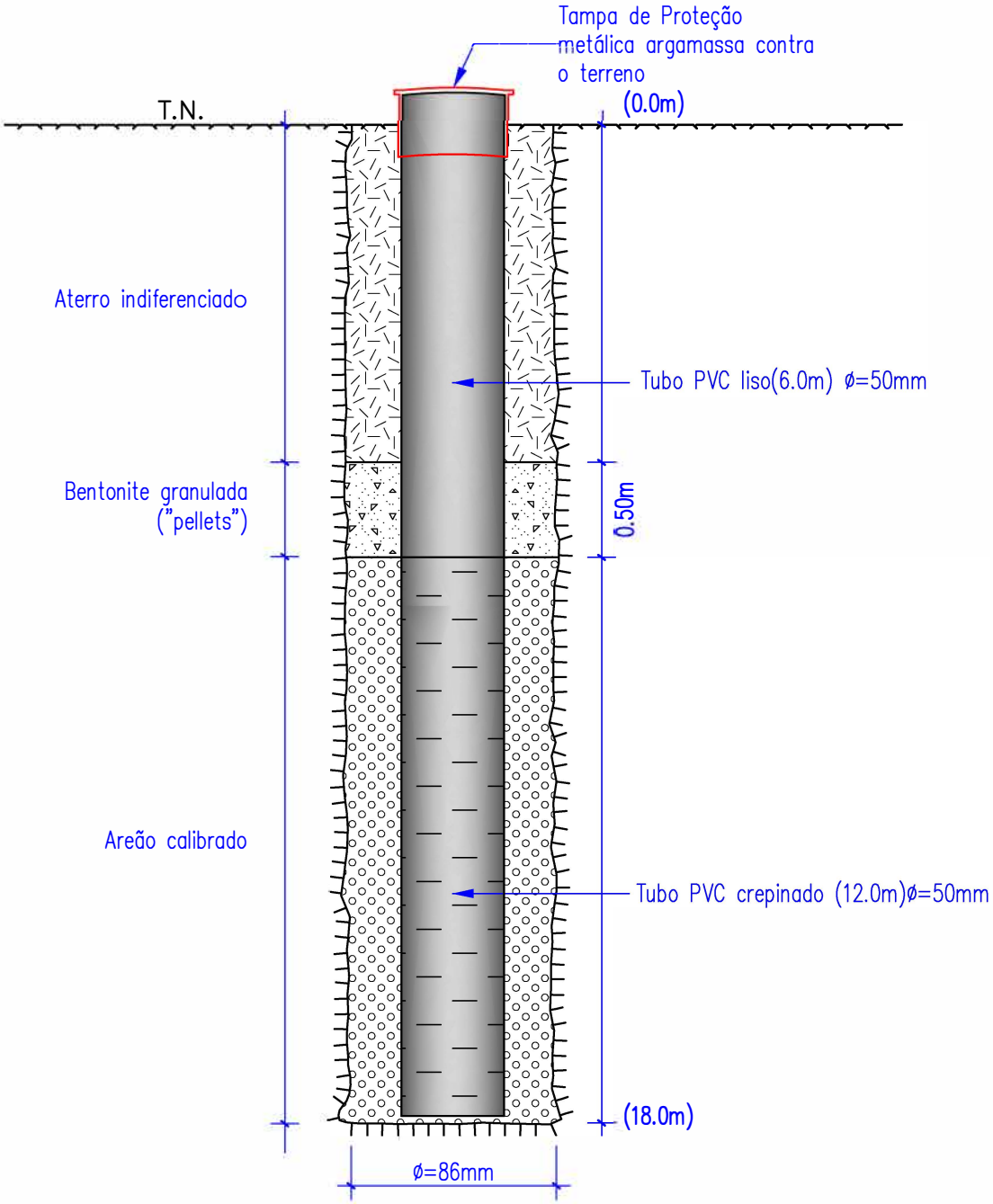
Entidade:

Obra:

PIEZÓMETRO	PROCESSO	Página
PZ-S4	32524	1 de 1

Data Inicial	Equipamento	Prof. Final (m)	Desenhador	Inclinação	Coordenadas		Cota	Técnico
17-01-2025	GEO-035 AVS DRILL	18.0	Nuno Neto	90º	M= - 96569.201	P= - 110470.411	Z= 3.601	Paulo Correia
Data Final 17-01-2025								

Medição	Horas	Prof. (m)
23-01-2025	-	3.75



Observações:

Rua D. Nuno Álvares Pereira, N.º 4 Bloco 4 – Parque Oriente – 2699-501 Bobadela LRS PORTUGAL Telefone: (+351) 219 958 000 – Telefax: (+351) 219 958 001 E-mail: mail@geocontrole.pt / Internet: www.geocontrole.pt

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

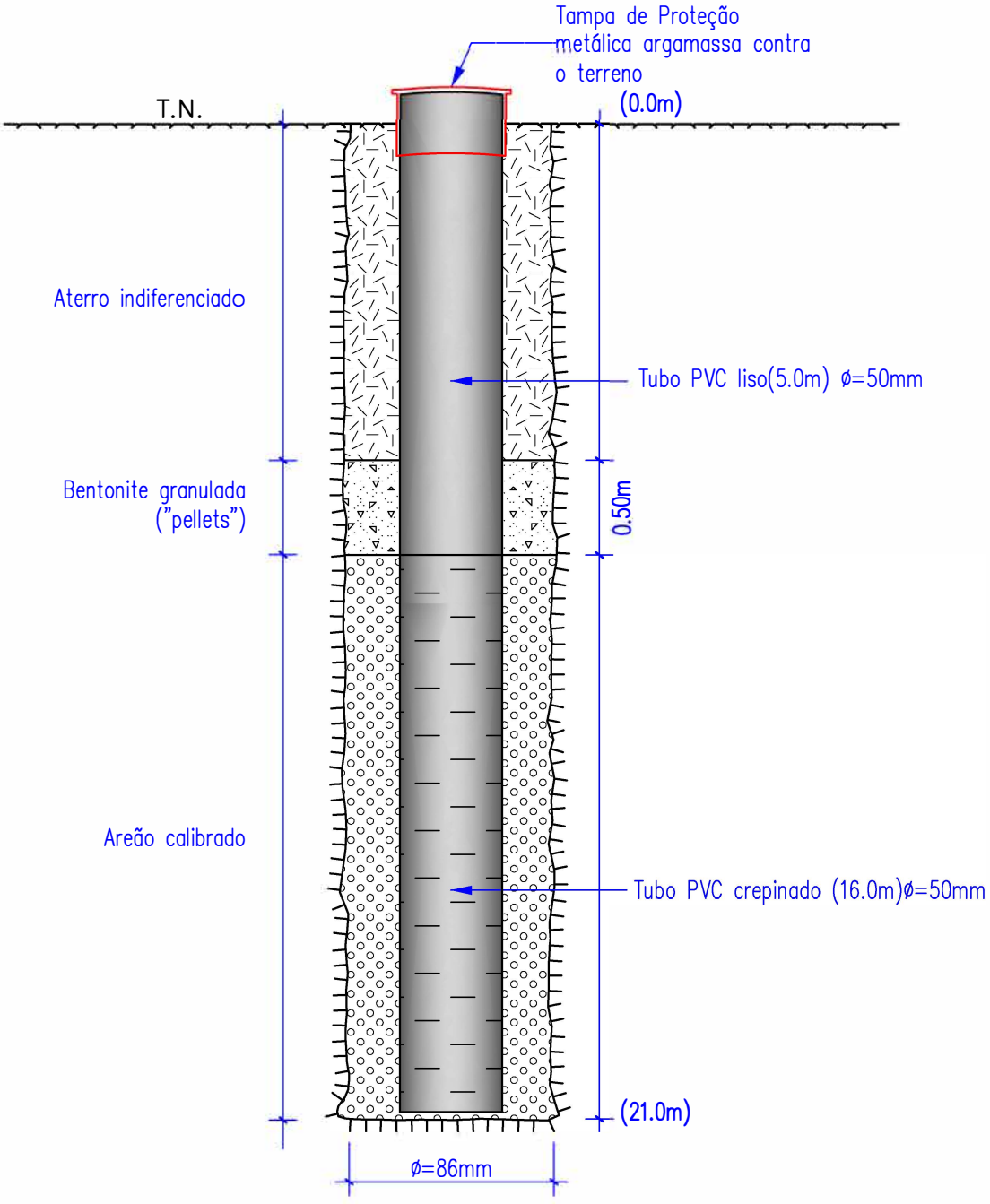
Entidade:

Obra:

PIEZÓMETRO
PZ-S5
PROCESSO
32524
Página
1 de 1

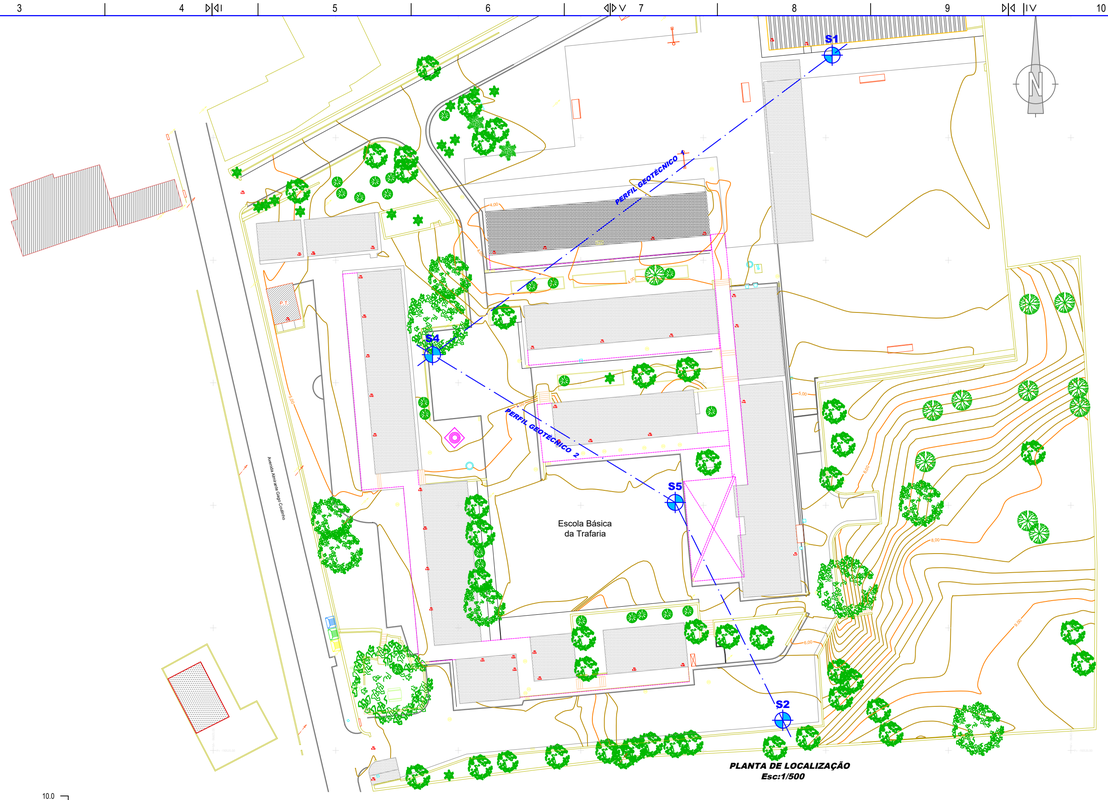
Data Inicial	Equipamento	Prof. Final (m)	Inclinação	Coordenadas		Cota	Técnico
23-01-2025		21.0					
Data Final	GEO-035 AVS DRILL	Desenhador	90º	M= - 96529.587	P= - 110494.532	Z= 5.446	Paulo Correia
23-01-2025		Nuno Neto					

Medição	Horas	Prof. (m)
23-01-2025	-	4.46

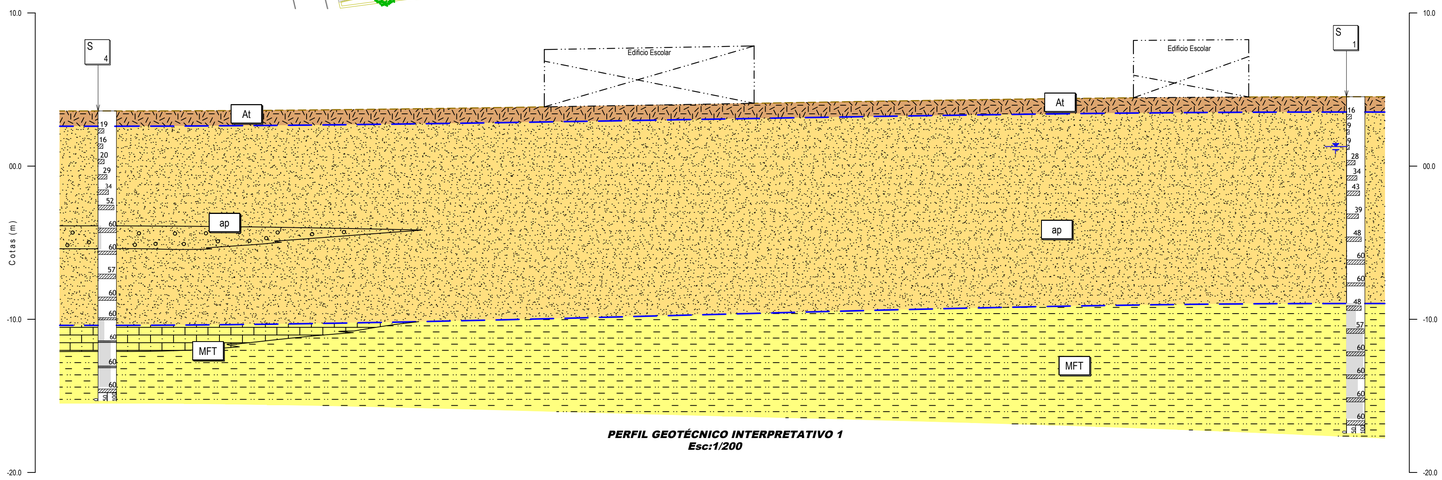


Observações:

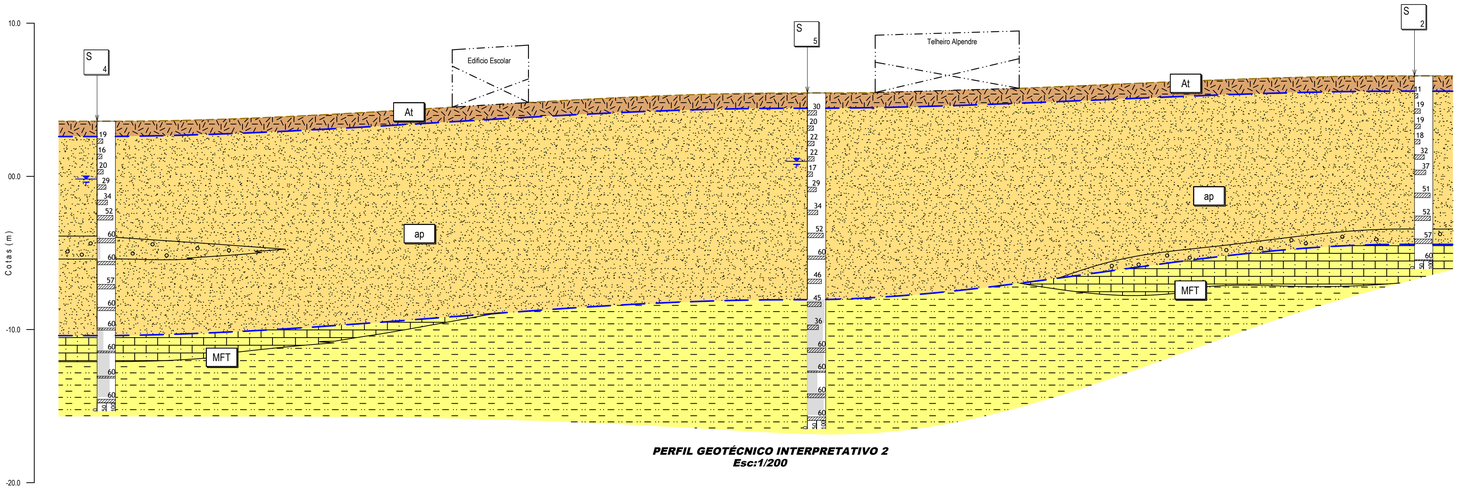
Rua D. Nuno Álvares Pereira, N.º 4 Bloco 4 – Parque Oriente – 2699-501 Bobadela LRS PORTUGAL Telefone: (+351) 219 958 000 – Telefax: (+351) 219 958 001 E-mail: mail@geocontrole.pt / Internet: www.geocontrole.pt



PLANTA DE LOCALIZAÇÃO
Esc:1/500



PERFIL GEOTÉCNICO INTERPRETATIVO 1
Esc:1/200



PERFIL GEOTÉCNICO INTERPRETATIVO 2
Esc:1/200

LEGENDA GEOTÉCNICA

LITOESTRATIGRAFIA

RECENTE

At — *"Aterros"*

Areias siltosas.

HOLOCÉNICO

ap — *"Areias de praia"*

Areia com seixo silicioso miúdo a grosseiro sub-rolado e rolado, por vezes com fragmentos conquíferos dispersos (ocasionalmente com fragmentos de calcários grosseiros).

MIOCÉNICO

MFT — *"Argilas de Forno do Tijolo"*

Argilas siltosas e siltes argilosos e finamente arenosos, carbonatados, micáceos, com seixo de calibre variável sub-rolado a rolado e fragmentos conquíferos dispersos.

Calcarenito fossilífero muito alterado e fracturado, fragmentável e desagregável, com passagens sem recuperação.

SINAIS CONVENCIONAIS

Limite geológico provável

Limite litológico provável

Nível de água

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

S — Sondagem geotécnica

T.Natural

Valor de N_{SPT}

% de Recuperação

REVISÃO	DATA	DESCRIÇÃO	TÉCNICO

geocontrole

Rua D. Nuno Álvares Pereira, N.º 4 Bloco 4 – Parque Oriente – 2699-501 Bobadela LRS PORTUGAL Telefone: (+351) 219 958 000 – Telefax: (+351) 219 958 001 E-mail: mail@geocontrole.pt / Internet: www.geocontrole.pt

CLIENTE:

ESTUDO:

DESCRIÇÃO: PLANTA DE LOCALIZAÇÃO E PERFIS GEOTÉCNICOS INTERPRETATIVOS

DEPARTAMENTO: CONSULTORIA E PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

	NOME	RUBRICA
CAD	Nuno Neto	
TÉCNICO	Paulo Correia	

ESCALAS: As indicadas nas figuras

FICHEIRO: 32524_GEO.PLR.COG001.dwg

N.º DE ORDEM: 1/1

PROCESSO: 32524

DESENHO Nº: C|P|G-0|0|1

DATA: 6 fevereiro 2025

SEM SER PARA O FIM A QUE SE DESTINA ESTE DESENHO SÓ PODE SER REPRODUZIDO NA INTEGRA OU PARCIALMENTE COM AUTORIZAÇÃO EXPRESSA DA GEOCONTROLE

Mod.PP.13.3.1

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

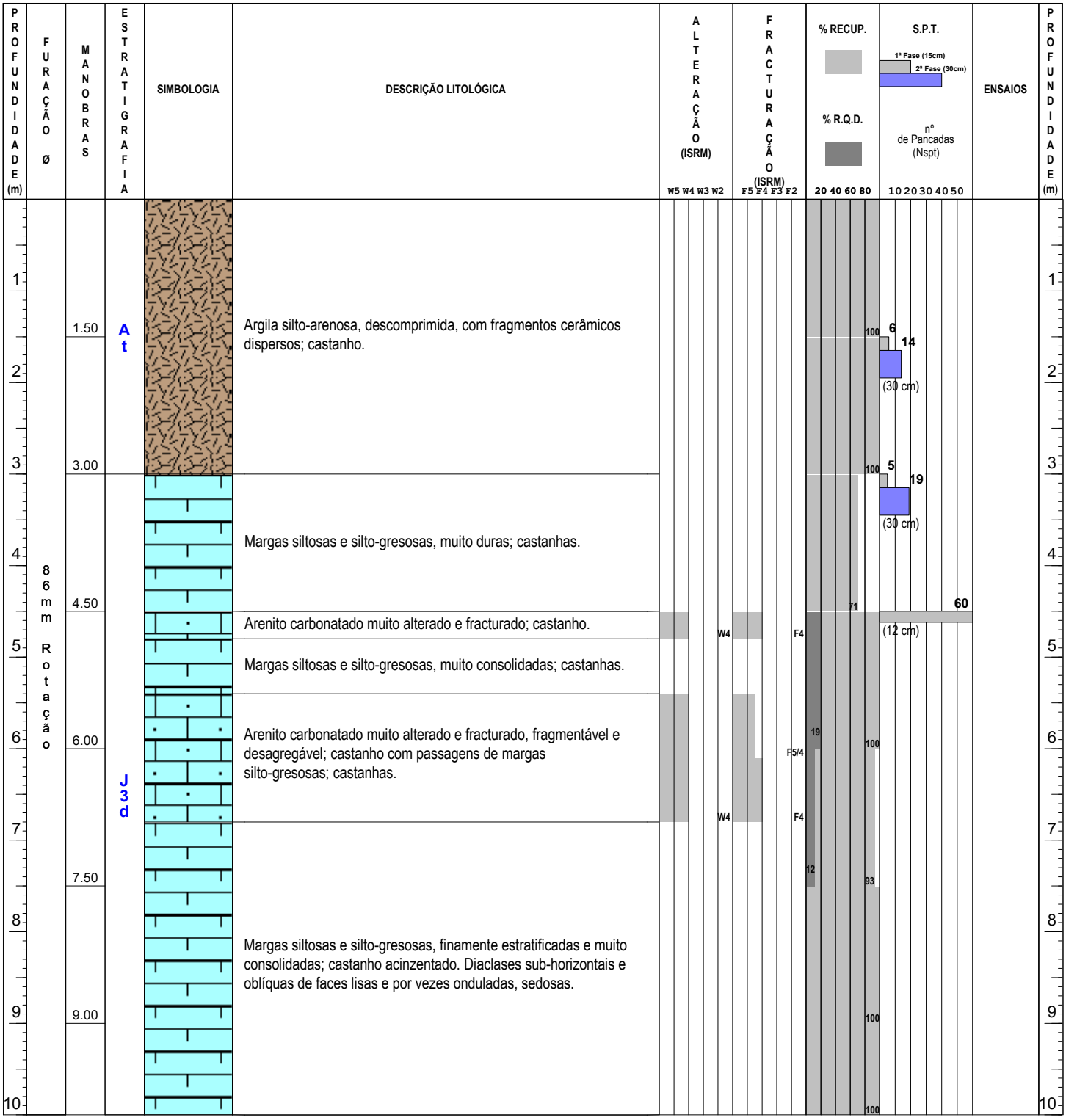
PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

Entidade : **Câmara Municipal de Torres Vedras**

Obra : **Reconhecimento Geológico Geotécnico na Encosta do Castelo**

SONDAGEM	Processo	Página
S1	28224	1 de 2

Data de Início	Equipamento	Prof. Final (m)	Data de Fim	Nivel Freático	Inclinação	Sistema	Coordenadas		Cota	Sondador	Técnico
6/2/2025	Geo-024 Domine Futuro III	15	11/2/2025		90°	PT-TM06 (ETRS89)	M= -97557.851	P= -63151.368	Z= 48.141	Tiago Comba	Paulo Correia



Observações :

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.com

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na integra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

Entidade : **Câmara Municipal de Torres Vedras**

Obra : **Reconhecimento Geológico Geotécnico na Encosta do Castelo**

SONDAGEM	Processo	Página
S1	28224	2 de 2

Data de Início	Equipamento	Prof. Final (m)
6/2/2025	Geo-024 Domine Futuro III	15

Data de Fim	Nivel Freático	Inclinação	Sistema	Coordenadas		Cota	Sondador	Técnico
11/2/2025		90°	PT-TM06 (ETRS89)	M= -97557.851	P= -63151.368	Z= 48.141	Tiago Comba	Paulo Correia

PROFUNDIDADE (m)	FURAÇÃO Ø	MANOBRAS	ESTRATIGRAFIA	SIMBOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA	ALTERAÇÃO (ISRM) W5 W4 W3 W2	FRACTURAÇÃO (ISRM) F5 F4 F3 F2	% RECUP. / % R.Q.D. 20 40 60 80	S.P.T. (1ª Fase 15cm, 2ª Fase 30cm; nº de Pancadas (Nspt))	ENSAIOS	PROFUNDIDADE (m)
11	86mm Rotação	10.50	J3d		Margas siltosas e silto-gresosas, finamente estratificadas e muito consolidadas; castanho acinzentado. Diaclases sub-horizontais e oblíquas de faces lisas e por vezes onduladas, sedosas.						11
12		12.00			Arenito carbonatado muito alterado e fracturado; castanho acinzentado. Diaclases oblíquas e sub-verticais de faces lisas, oxidadas.	W4	F4	100			12
13		13.50			Margas calcárias e calcários margosos finamente estratificadas e muito consolidadas, com passagens de arenito carbonatado; cinzento escuro anegrado. Diaclases sub-horizontais e sub-verticais de faces lisas, por vezes onduladas, sedosas e oxidadas.			13 100			13
14											14
15		15.00						10 100			15
					15m- Fim de Sondagem						
16											16
17											17
18											18
19											19
20											20

Observações :

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.com

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na integra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.

TESTEMUNHO DO LOCAL DA SONDA S1

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S1 CX 1

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S1 CX 2

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S1 CX 3

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S1 CX 4

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S1 CX 5

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S1 CX 6

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

Entidade : Torres Vedras Câmara Municipal

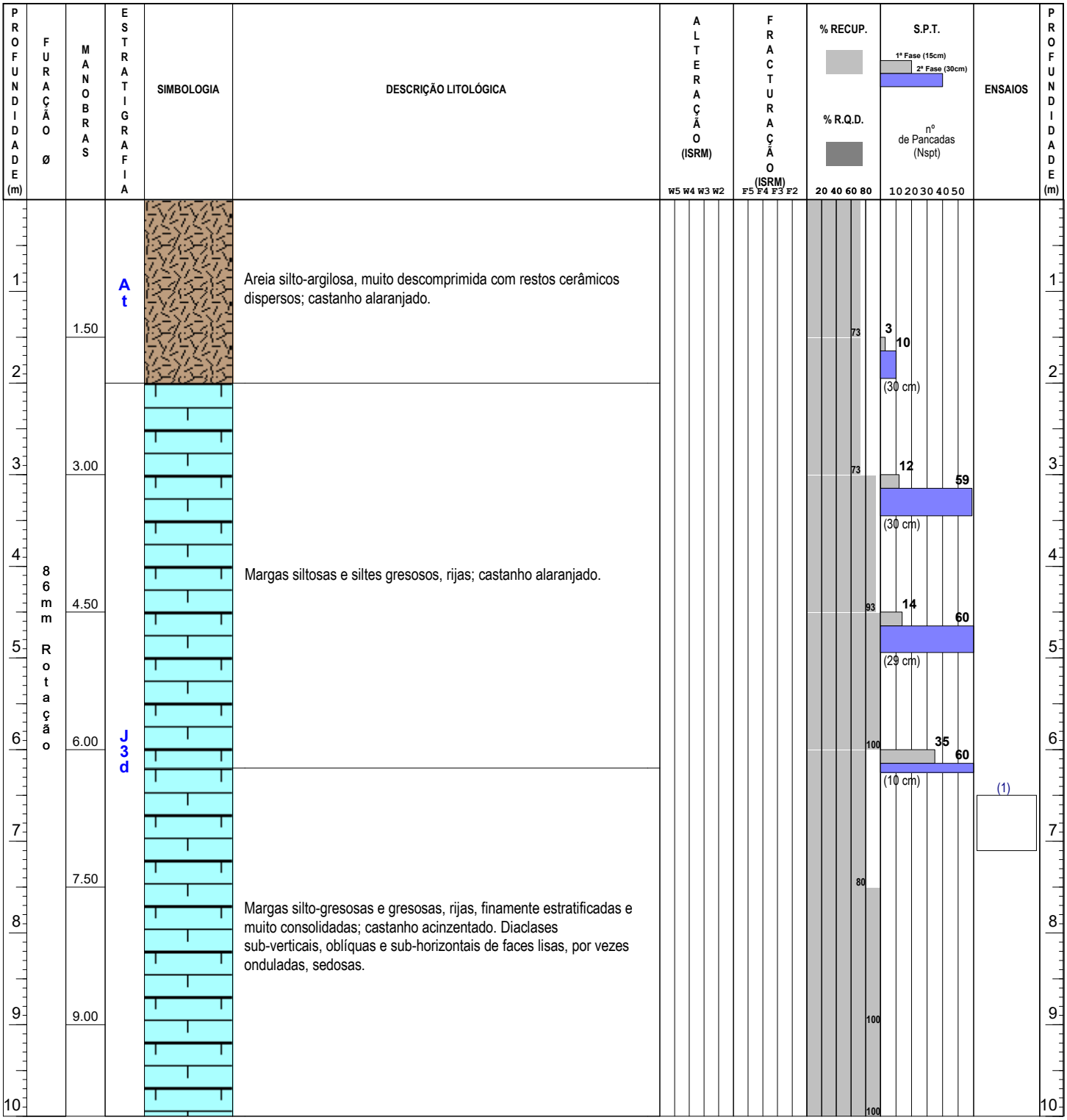
Obra : **Reconhecimento Geológico Geotécnico na Encosta do Castelo**

SONDAGEM **S2**

Processo **28224**

Página **1** de **2**

Data de Início	Equipamento	Prof. Final (m)	Data de Fim	Nivel Freático	Inclinação	Sistema	Coordenadas		Cota	Sondador	Técnico
6/1/2025	Geo-052 Comacchio 205	12	7/1/2025		90°	PT-TM06 (ETRS89)	M= -97555.865	P= -63181.666	Z= 41.199	António Rodrigues	Paulo Correia



Observações :

Legenda : **(1) - Amostra Intacta**

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.com

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na integra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

Entidade : Torres Vedras Câmara Municipal

Obra : **Reconhecimento Geológico Geotécnico na Encosta do Castelo**

SONDAGEM	Processo	Página
S2	28224	2 de 2

Data de Início	Equipamento	Prof. Final (m)	Data de Fim	Nivel Freático	Inclinação	Sistema	Coordenadas		Cota	Sondador	Técnico
6/1/2025	Geo-052 Comacchio 205	12	7/1/2025		90°	PT-TM06 (ETRS89)	M= -97555.865	P= -63181.666	Z= 41.199	António Rodrigues	Paulo Correia

PROFUNDIDADE (m)	FURAÇÃO Ø	MANOBRAS	ESTRATIGRAFIA	SIMBOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA	ALTERAÇÃO (ISRM) W5 W4 W3 W2	FRACTURAÇÃO (ISRM) F5 F4 F3 F2	% RECUP. / % R.Q.D. 20 40 60 80	S.P.T. (1ª Fase 15cm, 2ª Fase 30cm; nº de Pancadas (Nspt))	ENSAIOS	PROFUNDIDADE (m)
11	86mm Rotação	10.50	J3d		Margas silto-gresosas e gresosas, rijas, finamente estratificadas e muito consolidadas; castanho acinzentado. Diaclases sub-verticais, oblíquas e sub-horizontais de faces lisas, por vezes onduladas, sedosas.			100			11
12		12.00			Margas calcárias e calcários margosos, finamente estratificados e muito consolidados; cinzento escuro anegrado. Diaclases sub-horizontais de faces onduladas, sedosas.			100			12
					12m- Fim de Sondagem						
13											13
14											14
15											15
16											16
17											17
18											18
19											19
20											20

Observações :

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.com

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na integra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.

TESTEMUNHO DO LOCAL DA SONDA S2

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S2 CX 1

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S2 CX 2

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S2 CX 3

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S2 CX 4

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

Entidade : Torres Vedras Câmara Municipal

Obra : **Reconhecimento Geológico Geotécnico na Encosta do Castelo**

SONDAGEM	Processo	Página
S3	**28224**	**1** de **2**

Data de Início	Equipamento	Prof. Final (m)	Data de Fim	Nivel Freático	Inclinação	Sistema	Coordenadas	Cota	Sondador	Técnico
17/12/2024	Geo-052 Comacchio 205	12	18/12/2024		90°	PT-TM06 (ETRS89)	M= -97613.748 P= -63181.754	Z= 46.041	António Rodrigues	Paulo Correia

PROFUNDIDADE (m)	FURAÇÃO Ø	MANOBRAS	ESTRATIGRAFIA	SIMBOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA	ALTERAÇÃO (ISRM) W5 W4 W3 W2	FRACTURAÇÃO (ISRM) F5 F4 F3 F2	% RECUP. / % R.Q.D. 20 40 60 80	S.P.T. 1ª Fase (15cm) 2ª Fase (30cm) nº de Pancadas (Nspt) 10 20 30 40 50	ENSAIOS	PROFUNDIDADE (m)
1	86mm Rotação	1.50	At		Argila silto-arenosa, descomprimida com fragmentos cerâmicos dispersos.			67	3 20 (30 cm)		1
2											2
3		3.00			Margas siltosas e silto-gresosas, rijas, micáceas; castanho amareladas.			93	6 60 (27 cm)		3
4		3.90						78		(1)	4
5		4.50	J3d		Margas siltosas e silto-gresosas, finamente estratificadas, rijas, micáceas; cinzento acastanhadas. Diaclases sub-verticais e oblíquas de faces lisas, por vezes onduladas, sedosas e oxidadas.			100	19 60 (12 cm)		5
6		6.00						100			6
7		7.50			Margas calcárias e calcários margosos finamente estratificados e muito consolidados; cinzento escuro anegrado. Diaclases sub-verticais, oblíquas e sub-horizontais de faces lisas, sedosas e oxidadas.			100			7
8											8
9		9.00						100			9
10								100			10

Observações : **Profundidade do nível de água no final da furação: 2.30m.**

Legenda : **(1) - Amostra Intacta**

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.com

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na integra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

Entidade : Torres Vedras Câmara Municipal

Obra : **Reconhecimento Geológico Geotécnico na Encosta do Castelo**

SONDAGEM	Processo	Página
S3	28224	2 de 2

Data de Início	Equipamento	Prof. Final (m)	Data de Fim	Nivel Freático	Inclinação	Sistema	Coordenadas	Cota	Sondador	Técnico
17/12/2024	Geo-052 Comacchio 205	12	18/12/2024		90°	PT-TM06 (ETRS89)	M= -97613.748 P= -63181.754	Z= 46.041	António Rodrigues	Paulo Correia

PROFUNDIDADE (m)	FURAÇÃO Ø	MANOBRAS	ESTRATIGRAFIA	SIMBOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA	ALTERAÇÃO (ISRM) W5 W4 W3 W2	FRACTURAÇÃO (ISRM) F5 F4 F3 F2	% RECUP. / % R.Q.D. 20 40 60 80	S.P.T. (1ª Fase 15cm, 2ª Fase 30cm; nº de Pancadas (Nspt))	ENSAIOS	PROFUNDIDADE (m)
11	86mm Rotação	10.50	J3d		Margas calcárias e calcários margosos finamente estratificados e muito consolidados; cinzento escuro anegrado. Diaclases sub-verticais, oblíquas e sub-horizontais de faces lisas, sedosas e oxidadas.			100			11
12		12.00						100			12
					12m- Fim de Sondagem						
13											13
14											14
15											15
16											16
17											17
18											18
19											19
20											20

Observações : **Profundidade do nível de água no final da furação: 2.30m.**

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.com

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na integra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S3 CX 1

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S3 CX 2

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S3 CX 3

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S3 CX 4

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

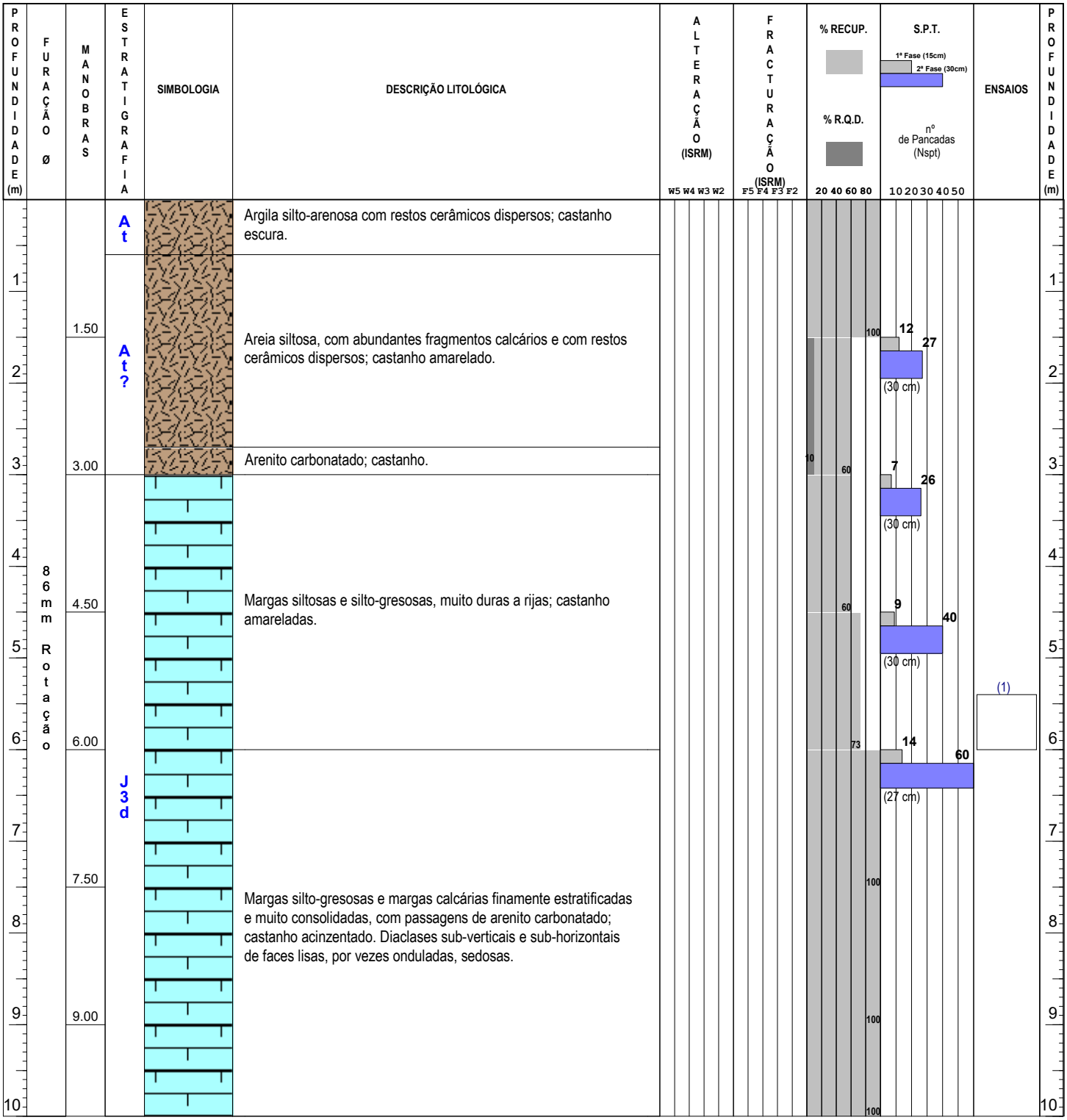
Entidade : **Câmara Municipal de Torres Vedras**

Obra : **Reconhecimento Geológico Geotécnico na Encosta do Castelo**

SONDAGEM	Processo	Página
S4	28224	1 de 2

Data de Início	Equipamento	Prof. Final (m)
18/12/2024	Geo-052 Comacchio 205	20

Data de Fim	Nivel Freático	Inclinação	Sistema	Coordenadas		Cota	Sondador	Técnico
19/12/2024		90°	PT-TM06 (ETRS89)	M= -97638.594	P= -63151.650	Z= 50.177	António Rodrigues	Paulo Correia



Observações :

Legenda : **(1) - Amostra Intacta**

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.com

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na integra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

Entidade : **Câmara Municipal de Torres Vedras**

Obra : **Reconhecimento Geológico Geotécnico na Encosta do Castelo**

SONDAGEM	Processo	Página
S4	28224	2 de 2

Data de Início	Equipamento	Prof. Final (m)	Data de Fim	Nivel Freático	Inclinação	Sistema	Coordenadas		Cota	Sondador	Técnico
18/12/2024	Geo-052 Comacchio 205	20	19/12/2024		90°	PT-TM06 (ETRS89)	M= -97638.594	P= -63151.650	Z= 50.177	António Rodrigues	Paulo Correia

PROFUNDIDADE (m)	FURAÇÃO Ø	MANOBRAS	ESTRATIGRAFIA	SIMBOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA	ALTERAÇÃO (ISRM) W5 W4 W3 W2	FRACTURAÇÃO (ISRM) F5 F4 F3 F2	% RECUP. / % R.Q.D. 20 40 60 80	S.P.T. (1ª Fase 15cm, 2ª Fase 30cm) nº de Pancadas (Nspt)	ENSAIOS	PROFUNDIDADE (m)
11	86mm Rotação	10.50			Margas silto-gresosas e margas calcárias finamente estratificadas e muito consolidadas, com passagens de arenito carbonatado; castanho acinzentado. Diaclases sub-verticais e sub-horizontais de faces lisas, por vezes onduladas, sedosas.			100			11
12		12.00						100			12
13		13.50						100			13
14											14
15		15.00	J3d		Margas calcárias e calcários margosos, finamente estratificados e muito consolidados; cinzento escuro anegrado. Diaclases oblíquas e sub-horizontais de faces lisas, sedosas e lustrosas.			100			15
16		16.50						100			16
17											17
18		18.00						100			18
19		19.50						100			19
20		20.00						100			20

20m- Fim de Sondagem

Observações :

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.com

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na integra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.

TESTEMUNHO DO LOCAL DA SONDA S4

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S4 CX 1

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S4 CX 2

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S4 CX 3

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S4 CX 4

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S4 CX 5

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S4 CX 6

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S4 CX 7

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

Entidade : Torres Vedras Câmara Municipal

Obra : **Reconhecimento Geológico Geotécnico na Encosta do Castelo**

SONDAGEM	Processo	Página
S5	28224	1 de 2

Data de Início	Equipamento	Prof. Final (m)	Data de Fim	Nivel Freático	Inclinação	Sistema	Coordenadas	Cota	Sondador	Técnico
8/1/2024	Geo-052 Comacchio 205	12	9/1/2025		90°	PT-TM06 (ETRS89)	M= -97685.284 P= -63124.720	Z= 40.288	António Rodrigues	Paulo Correia

PROFUNDIDADE (m)	FURAÇÃO Ø	MANOBRAS	ESTRATIGRAFIA	SIMBOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA	ALTERAÇÃO (ISRM) W5 W4 W3 W2	FRACTURAÇÃO (ISRM) F5 F4 F3 F2	% RECUP. / % R.Q.D. 20 40 60 80	S.P.T. 1ª Fase (15cm) 2ª Fase (30cm) nº de Pancadas (Nspt) 10 20 30 40 50	ENSAIOS	PROFUNDIDADE (m)
1	86mm Rotação	1.50	At		Argila silto-arenosa, descomprimida, com restos cerâmicos dispersos; castanho.			73	2 7 (30 cm)		1
2											2
3		3.00	J3d		Margas siltosas e siltes-gresosos, muito duras a rijas; castanho amarelado.			93	9 28 (30 cm)		3
4											4
5		4.50						100	16 60 (27 cm)	(1)	5
6		6.00						90	9 29 (30 cm)		6
7											7
8		7.50						100	13 60 (30 cm)		8
9		9.00			Margas silto-gresosas, rijas, finamente estratificadas e muito consolidadas; castanho acinzentado. Diaclases sub-horizontais, oblíquas e sub-verticais, de faces lisas, sedosas e oxidadas.			100	15 60 (28 cm)		9
10								100			10

Observações :

Legenda : **(1) - Amostra Intacta**

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.com

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na integra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

Entidade : Torres Vedras Câmara Municipal

Obra : **Reconhecimento Geológico Geotécnico na Encosta do Castelo**

SONDAGEM	Processo	Página
S5	28224	2 de 2

Data de Início	Equipamento	Prof. Final (m)	Data de Fim	Nivel Freático	Inclinação	Sistema	Coordenadas	Cota	Sondador	Técnico
8/1/2024	Geo-052 Comacchio 205	12	9/1/2025		90°	PT-TM06 (ETRS89)	M= -97685.284 P= -63124.720	Z= 40.288	António Rodrigues	Paulo Correia

PROFUNDIDADE (m)	FURAÇÃO Ø	MANOBRAS	ESTRATIGRAFIA	SIMBOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA	ALTERAÇÃO (ISRM) W5 W4 W3 W2	FRACTURAÇÃO (ISRM) F5 F4 F3 F2	% RECUP. / % R.Q.D. 20 40 60 80	S.P.T. 1ª Fase (15cm) 2ª Fase (30cm) nº de Pancadas (Nspt) 10 20 30 40 50	ENSAIOS	PROFUNDIDADE (m)
11	86mm Rotação	10.50	J3d		Margas silto-gresosas, rijas, finamente estratificadas e muito consolidadas; castanho acinzentado. Diaclases sub-horizontais, oblíquas e sub-verticais, de faces lisas, sedosas e oxidadas.			100 / 100	10 / 60 (18 cm)		11
12		12.00			12m- Fim de Sondagem						12
13											13
14											14
15											15
16											16
17											17
18											18
19											19
20											20

Observações :

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.com

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na integra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.

TESTEMUNHO DO LOCAL DA SONDA S5

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S5 CX 1

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S5 CX 2

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S5 CX 3

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S5 CX 4

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

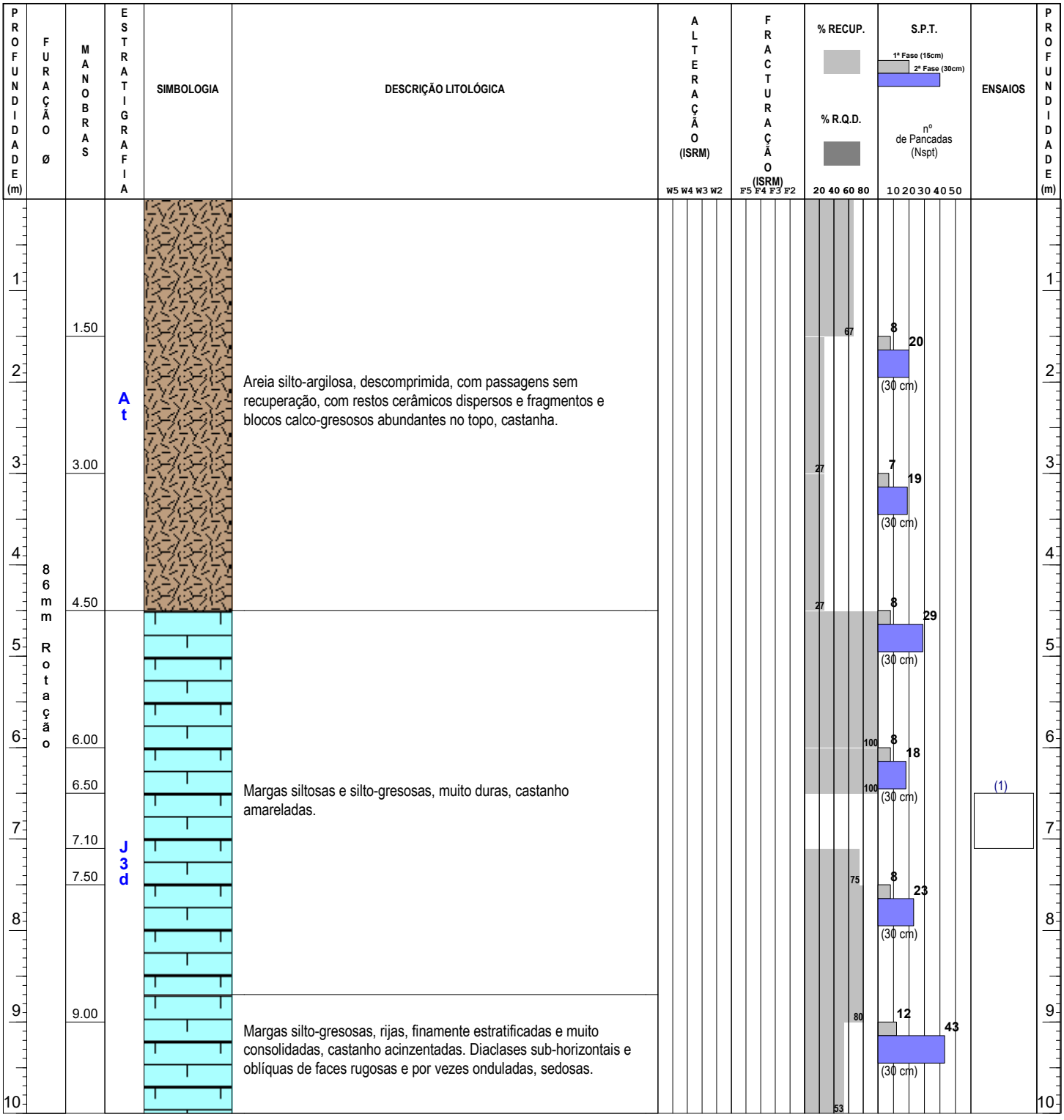
Entidade : **Câmara Municipal de Torres Vedras**

Obra : **Reconhecimento Geológico Geotécnico na Encosta do Castelo**

SONDAGEM	Processo	Página
S6	28224	1 de 3

Data de Início	Equipamento	Prof. Final (m)
13/1/2025	Geo-052 Comacchio 205	21

Data de Fim	Nivel Freático	Inclinação	Sistema	Coordenadas		Cota	Sondador	Técnico
15/1/2025		90°	PT-TM06 (ETRS89)	M= -97655.056	P= -63075.399	Z= 54.608	António Rodrigues	Paulo Correia



Observações :

Legenda : **(1) - Amostra Intacta**

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.com

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na integra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

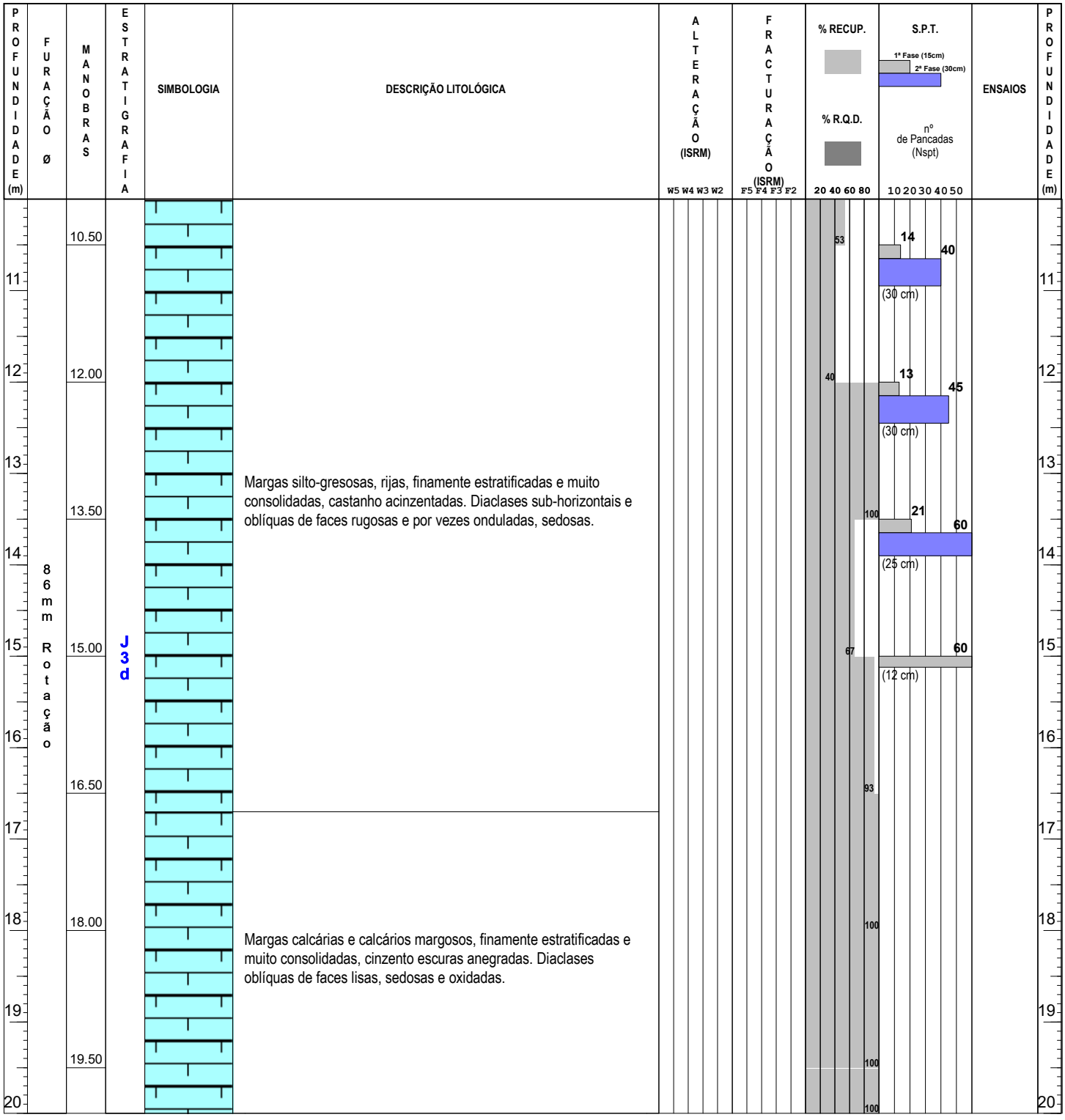
Entidade : **Câmara Municipal de Torres Vedras**

Obra : **Reconhecimento Geológico Geotécnico na Encosta do Castelo**

SONDAGEM	Processo	Página
S6	28224	2 de 3

Data de Início	Equipamento	Prof. Final (m)
13/1/2025	Geo-052 Comacchio 205	21

Data de Fim	Nivel Freático	Inclinação	Sistema	Coordenadas		Cota	Sondador	Técnico
15/1/2025		90°	PT-TM06 (ETRS89)	M= -97655.056	P= -63075.399	Z= 54.608	António Rodrigues	Paulo Correia



Observações :

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.com

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na integra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

Entidade : **Câmara Municipal de Torres Vedras**

Obra : **Reconhecimento Geológico Geotécnico na Encosta do Castelo**

SONDAGEM	Processo	Página
S6	28224	3 de 3

Data de Início	Equipamento	Prof. Final (m)	Data de Fim	Nivel Freático	Inclinação	Sistema	Coordenadas	Cota	Sondador	Técnico
13/1/2025	Geo-052 Comacchio 205	21	15/1/2025		90°	PT-TM06 (ETRS89)	M= -97655.056 P= -63075.399	Z= 54.608	António Rodrigues	Paulo Correia

PROFUNDIDADE (m)	FURAÇÃO Ø	MANOBRAS	ESTRATIGRAFIA	SIMBOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA	ALTERAÇÃO (ISRM) W5 W4 W3 W2	FRACTURAÇÃO (ISRM) F5 F4 F3 F2	% RECUP. / % R.Q.D. 20 40 60 80	S.P.T. (1ª Fase (15cm), 2ª Fase (30cm), nº de Pancadas (Nspt))	ENSAIOS	PROFUNDIDADE (m)
21	86mm Rotação	21.00	J3d		Margas calcárias e calcários margosos, finamente estratificadas e muito consolidadas, cinzento escuras anegradas. Diaclases oblíquas de faces lisas, sedosas e oxidadas.			100			21
					21m- Fim de Sondagem						
22											22
23											23
24											24
25											25
26											26
27											27
28											28
29											29
30											30

Observações :

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.com

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na integra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.

TESTEMUNHO DO LOCAL DA SONDA S6

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S6 CX 1

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S6 CX 2

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S6 CX 3

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S6 CX 4

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S6 CX 5

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S6 CX 6

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

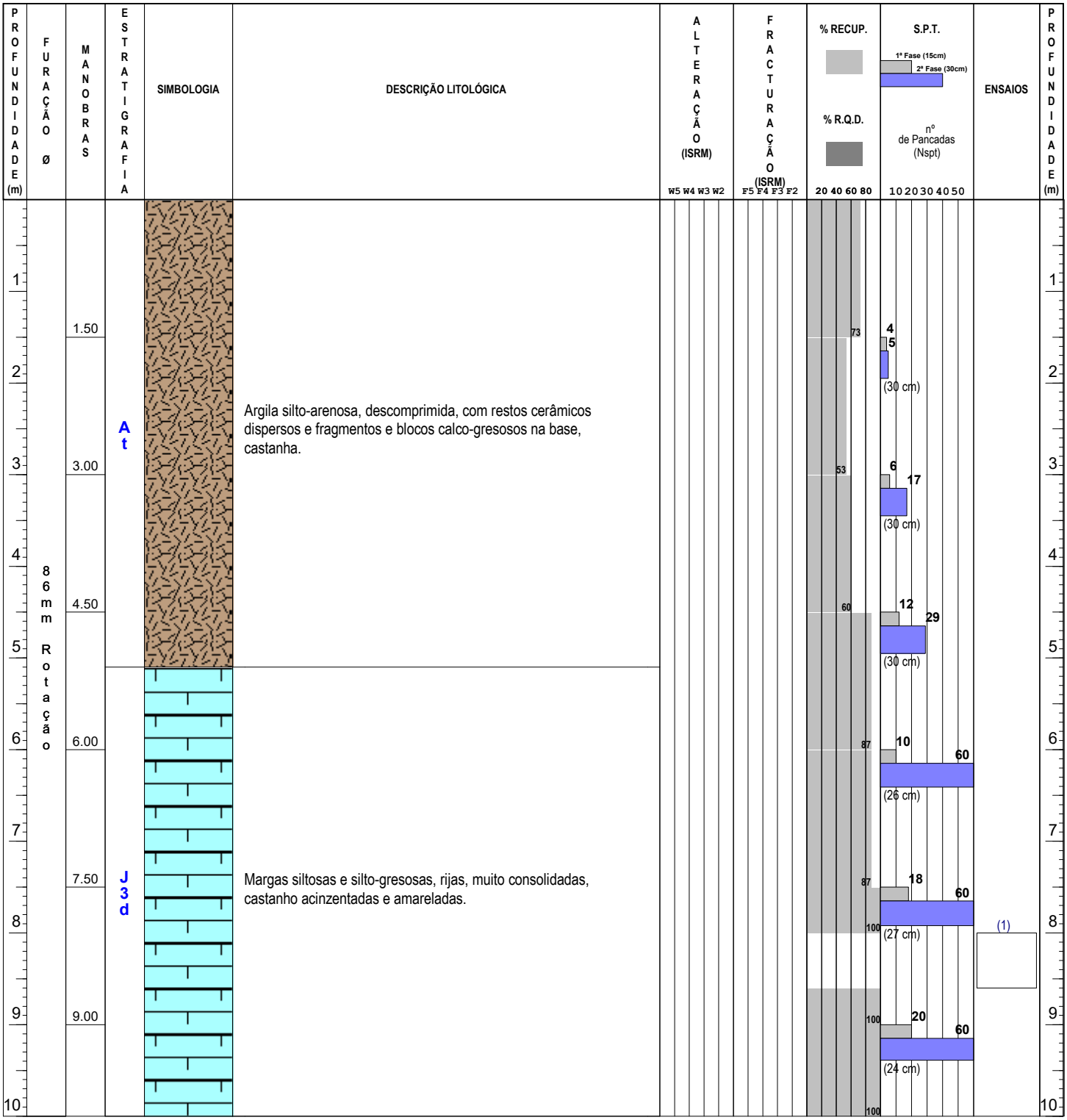
Entidade : **Câmara Municipal de Torres Vedras**

Obra : **Reconhecimento Geológico Geotécnico na Encosta do Castelo**

SONDAGEM	Processo	Página
S7	28224	1 de 3

Data de Início	Equipamento	Prof. Final (m)
16/1/2025	Geo-052 Comacchio 205	20.7

Data de Fim	Nivel Freático	Inclinação	Sistema	Coordenadas		Cota	Sondador	Técnico
20/1/2025		90°	PT-TM06 (ETRS89)	M= -97605.666	P= -62988.408	Z= 52.276	António Rodrigues	Paulo Correia



Observações :

Legenda : **(1) - Amostra Intacta**

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.com

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na integra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

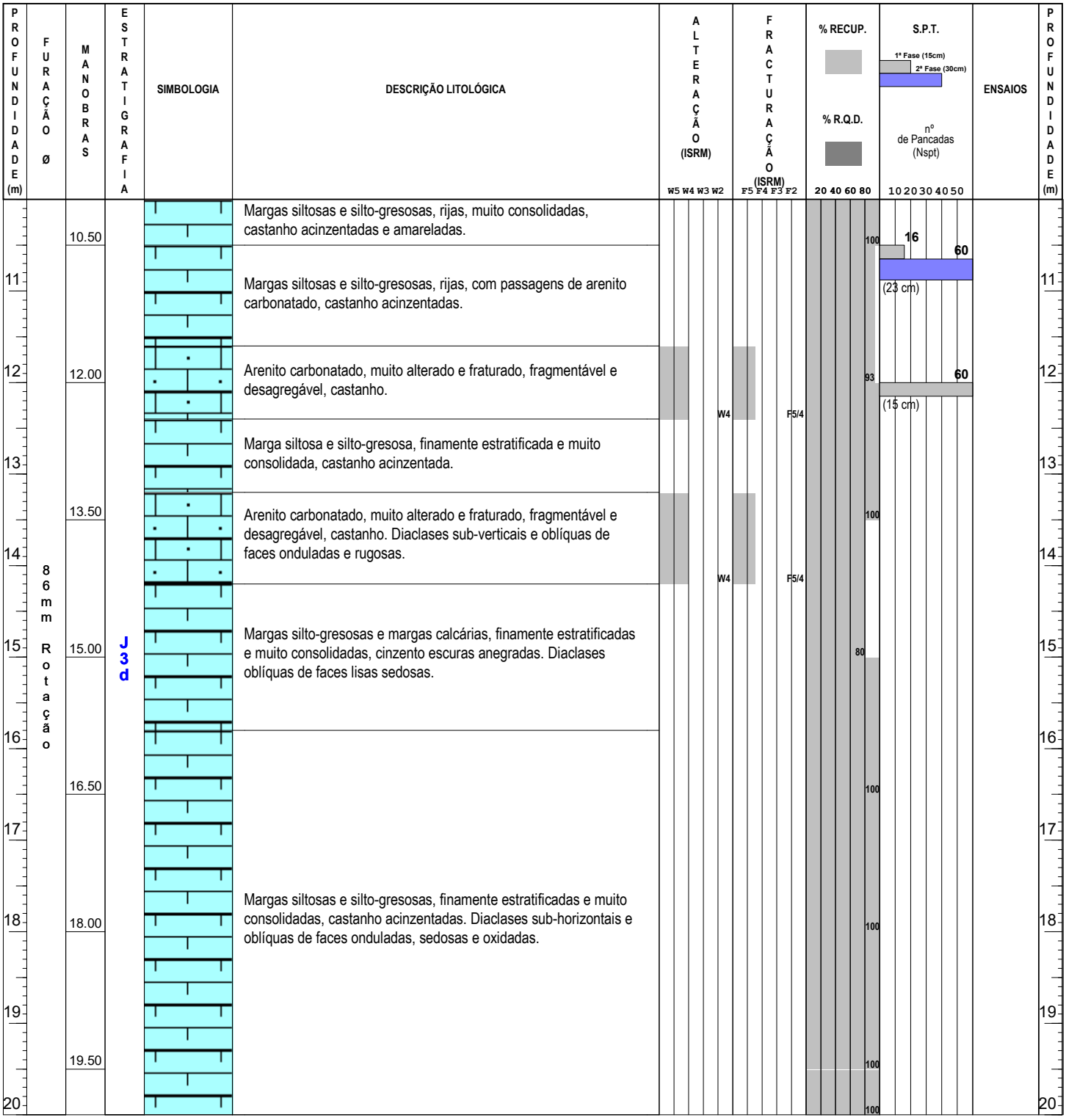
Entidade : **Câmara Municipal de Torres Vedras**

Obra : **Reconhecimento Geológico Geotécnico na Encosta do Castelo**

SONDAGEM	Processo	Página
S7	28224	2 de 3

Data de Início	Equipamento	Prof. Final (m)
16/1/2025	Geo-052 Comacchio 205	20.7

Data de Fim	Nivel Freático	Inclinação	Sistema	Coordenadas		Cota	Sondador	Técnico
20/1/2025		90°	PT-TM06 (ETRS89)	M= -97605.666	P= -62988.408	Z= 52.276	António Rodrigues	Paulo Correia



Observações :

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.com

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na integra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

Entidade : **Câmara Municipal de Torres Vedras**

Obra : **Reconhecimento Geológico Geotécnico na Encosta do Castelo**

SONDAGEM	Processo	Página
S7	28224	3 de 3

Data de Início	Equipamento	Prof. Final (m)
16/1/2025	Geo-052 Comacchio 205	20.7

Data de Fim	Nivel Freático	Inclinação	Sistema	Coordenadas		Cota	Sondador	Técnico
20/1/2025		90°	PT-TM06 (ETRS89)	M= -97605.666	P= -62988.408	Z= 52.276	António Rodrigues	Paulo Correia

PROFUNDIDADE (m)	FURAÇÃO Ø	MANOBRAS	ESTRATIGRAFIA	SIMBOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA	ALTERAÇÃO (ISRM) W5 W4 W3 W2	FRACTURAÇÃO (ISRM) F5 F4 F3 F2	% RECUP. / % R.Q.D. 20 40 60 80	S.P.T. (1ª Fase 15cm, 2ª Fase 30cm; nº de Pancadas (Nspt))	ENSAIOS	PROFUNDIDADE (m)
	86mm Rotação		J3d		Idem.						
		20.70	J3d		Arenito carbonatado, medianamente alterado e fraturado, micáceo, cinzento.	W3	F3	100			
21					20.7m- Fim de Sondagem						21
22											22
23											23
24											24
25											25
26											26
27											27
28											28
29											29
30											30

Observações :

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.com

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na integra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.

TESTEMUNHO DO LOCAL DA SONDA S7

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S7 CX 1

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S7 CX 2

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S7 CX 3

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S7 CX 4

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S7 CX 5

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S7 CX 6

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S7 CX 7

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

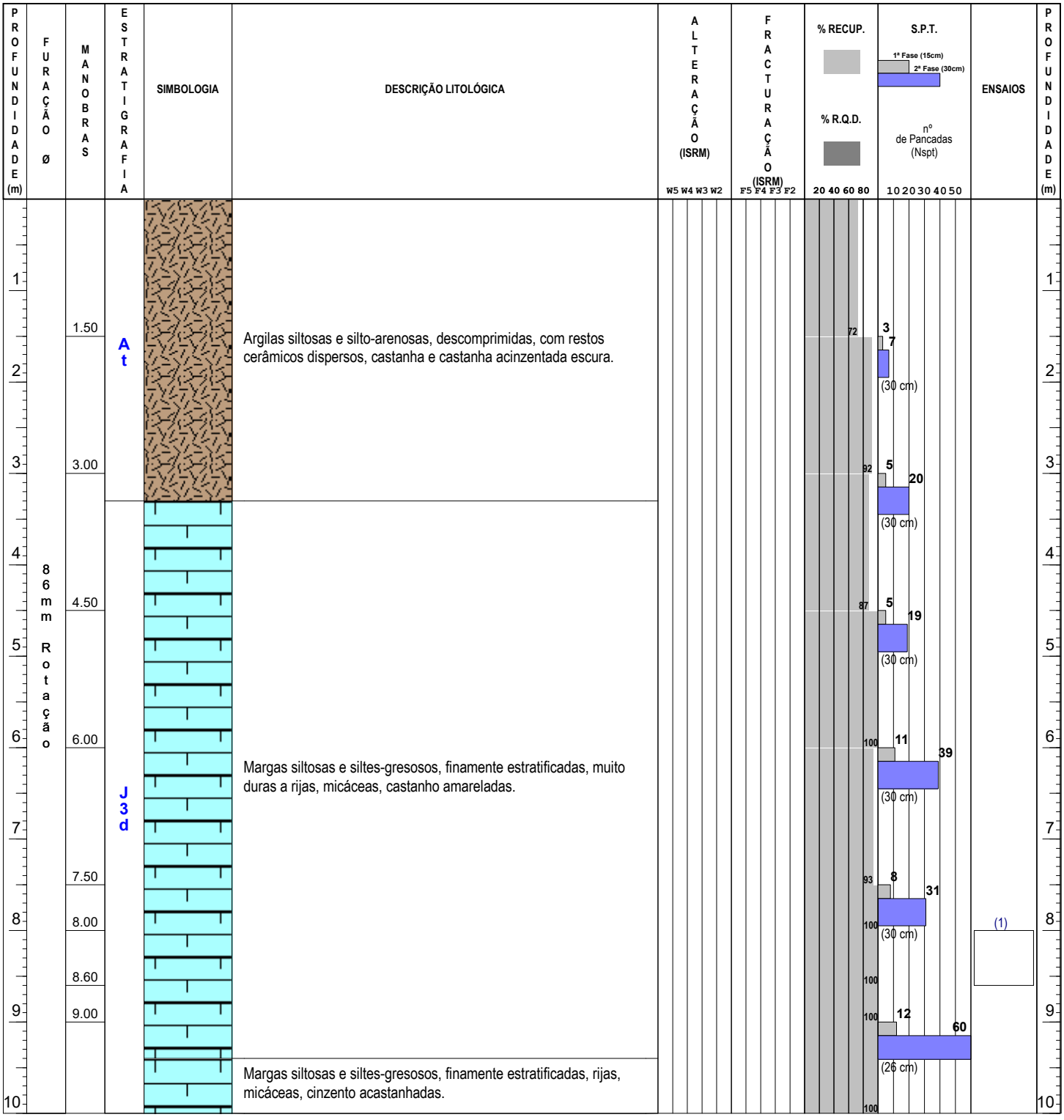
PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

Entidade : Torres Vedras Câmara Municipal

Obra : **Reconhecimento Geológico Geotécnico na Encosta do Castelo**

SONDAGEM	Processo	Página
S8	**28224**	**1** de **3**

Data de Início	Equipamento	Prof. Final (m)	Data de Fim	Nivel Freático	Inclinação	Sistema	Coordenadas		Cota	Sondador	Técnico
12/12/2024	Geo-052 Comacchio 205	25	16/12/2024		90°	PT-TM06 (ETRS89)	M= -97655.728	P= -63111.986	Z= 54.129	António Rodrigues	Paulo Correia



Observações : **Profundidade do nível de água no final da furação: 4.40m.**

Legenda : **(1) - Amostra Intacta**

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.com

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na integra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

Entidade : Torres Vedras Câmara Municipal

Obra : **Reconhecimento Geológico Geotécnico na Encosta do Castelo**

SONDAGEM	Processo	Página
S8	28224	2 de 3

Data de Início	Equipamento	Prof. Final (m)	Data de Fim	Nivel Freático	Inclinação	Sistema	Coordenadas	Cota	Sondador	Técnico
12/12/2024	Geo-052 Comacchio 205	25	16/12/2024		90°	PT-TM06 (ETRS89)	M= -97655.728 P= -63111.986	Z= 54.129	António Rodrigues	Paulo Correia

PROFUNDIDADE (m)	FURAÇÃO Ø	MANOBRAS	ESTRATIGRAFIA	SIMBOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA	ALTERAÇÃO (ISRM) W5 W4 W3 W2	FRACTURAÇÃO (ISRM) F5 F4 F3 F2	% RECUP. / % R.Q.D. 20 40 60 80	S.P.T. 1ª Fase (15cm) 2ª Fase (30cm) nº de Pancadas (Nspt) 10 20 30 40 50	ENSAIOS	PROFUNDIDADE (m)
11	86mm Rotação	10.50	J3d		Margas siltosas e siltes-gresosos, finamente estratificadas, rijas, micáceas, cinzento acastanhadas.			100	19 60 (23 cm)		11
12		12.00						100	40 60 (7 cm)		12
13		13.50			Margas calcárias e calcários margosos, finamente estratificadas e muito consolidadas, cinzento escuras anegradas. Diaclases sub-horizontais e oblíquas de faces lisas, sedosas e lustrosas.			100			13
14								100			14
15		15.00						100			15
16		16.50						100			16
17								100			17
18		18.00						100			18
19								100			19
20		19.50						100			20

Observações : **Profundidade do nível de água no final da furação: 4.40m.**

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.com

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na integra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

Entidade : Torres Vedras Câmara Municipal

Obra : **Reconhecimento Geológico Geotécnico na Encosta do Castelo**

SONDAGEM **S8**

Processo **28224**

Página **3** de **3**

Data de Início	Equipamento	Prof. Final (m)	Data de Fim	Nivel Freático	Inclinação	Sistema	Coordenadas		Cota	Sondador	Técnico
12/12/2024	Geo-052 Comacchio 205	25	16/12/2024		90°	PT-TM06 (ETRS89)	M= -97655.728	P= -63111.986	Z= 54.129	António Rodrigues	Paulo Correia

PROFUNDIDADE (m)	FURAÇÃO Ø	MANOBRAS	ESTRATIGRAFIA	SIMBOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA	ALTERAÇÃO (ISRM) W5 W4 W3 W2	FRACTURAÇÃO (ISRM) F5 F4 F3 F2	% RECUP. / % R.Q.D. 20 40 60 80	S.P.T. 1ª Fase (15cm) 2ª Fase (30cm) nº de Pancadas (Nspt)	ENSAIOS	PROFUNDIDADE (m)
21	86mm Rotação	21.00	J3d		Margas calcárias e calcários margosos, finamente estratificadas e muito consolidadas, cinzento escuras anegradas. Diaclases sub-horizontais e oblíquas de faces lisas, sedosas e lustrosas.			100			21
22		22.50						100			22
23											23
24		24.00						100			24
25		25.00			25m- Fim de Sondagem			100			25
26											26
27											27
28											28
29											29
30											30

Observações : **Profundidade do nível de água no final da furação: 4.40m.**

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.com

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na integra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.

TESTEMUNHO DO LOCAL DA SONDA S8

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S8 CX 1

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S8 CX 2

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S8 CX 3

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S8 CX 4

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S8 CX 5

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S8 CX 6

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S8 CX 7

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S8 CX 8

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S8 CX 9

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

Entidade : Torres Vedras Câmara Municipal

Obra : **Reconhecimento Geológico Geotécnico na Encosta do Castelo**

SONDAGEM	Processo	Página
S9	**28224**	**1** de **3**

Data de Início	Equipamento	Prof. Final (m)	Data de Fim	Nivel Freático	Inclinação	Sistema	Coordenadas		Cota	Sondador	Técnico
27/11/2024	Geo-052 Comacchio 205	25.5	29/11/2024		90°	PT-TM06 (ETRS89)	M= -97624.853	P= -63009.665	Z= 57.822	António Rodrigues	Paulo Correia

PROFUNDIDADE (m)	FURAÇÃO Ø	MANOBRAS	ESTRATIGRAFIA	SIMBOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA	ALTERAÇÃO (ISRM) W5 W4 W3 W2	FRACTURAÇÃO (ISRM) F5 F4 F3 F2	% RECUP. / % R.Q.D. 20 40 60 80	S.P.T. 1ª Fase (15cm) 2ª Fase (30cm) nº de Pancadas (Nspt) 10 20 30 40 50	ENSAIOS	PROFUNDIDADE (m)
0											0
1											1
2		1.50						33	3 4 (30 cm)		2
3	86mm Rotação	3.00	At		Argilas siltosas e silto-arenosas, descomprimidas, com fragmentos calco-gresosos dispersos e restos cerâmicos; castanho e castanho acinzentado escuro.			33	8 20 (30 cm)		3
4											4
5		4.50						33	10 16 (30 cm)		5
6		6.00	J3d		Margas silto-argilosas e silto-gresosas finamente estratificadas, muito duras a rijas, muito consolidadas, micáceas; castanho acinzentado com passagens castanho muito escuro.			67	4 17 (30 cm)		6
7		7.50						100	7 29 (30 cm)	(1)	7
8											8
9		9.00						100	22 60 (20 cm)		9
10								100			10

Observações : **Profundidade do nível de água no final da furação: 16.70m.**

Legenda : **(1) - Amostra Intacta**

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.com

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na integra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

Entidade : Torres Vedras Câmara Municipal

Obra : **Reconhecimento Geológico Geotécnico na Encosta do Castelo**

SONDAGEM **S9**

Processo **28224**

Página **2** de **3**

Data de Início	Equipamento	Prof. Final (m)
27/11/2024	Geo-052 Comacchio 205	25.5

Data de Fim	Nivel Freático	Inclinação	Sistema	Coordenadas		Cota	Sondador	Técnico
29/11/2024		90°	PT-TM06 (ETRS89)	M= -97624.853	P= -63009.665	Z= 57.822	António Rodrigues	Paulo Correia

PROFUNDIDADE (m)	FURAÇÃO Ø	MANOBRAS	ESTRATIGRAFIA	SIMBOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA	ALTERAÇÃO (ISRM) W5 W4 W3 W2	FRACTURAÇÃO (ISRM) F5 F4 F3 F2	% RECUP. 20 40 60 80	% R.Q.D.	S.P.T. 1ª Fase (15cm) 2ª Fase (30cm) nº de Pancadas (Nspt) 10 20 30 40 50	ENSAIOS	PROFUNDIDADE (m)
11	86mm Rotação	10.50	J3d		Margas silto-argilosas e silto-gresosas finamente estratificadas, muito duras a rijas, muito consolidadas, micáceas; castanho acinzentado com passagens castanho muito escuro.				100	15 / 60 (24 cm)		11
12		12.00			Margas silto-gresosas e gresosas, rijas, micáceas, finamente estratificadas e muito consolidadas, com passagens de arenito carbonatado; castanho acinzentado e amarelado. Diaclases oblíquas e sub-verticais de faces lisas e onduladas, oxidadas.				93	24 / 60 (12 cm)		12
13		13.50							87	43 / 60 (18 cm)		13
14												14
15		15.00							100			15
16		16.50			Margas calcárias e calcários margosos, finamente estratificados e muito consolidados com passagens de arenito carbonatado micáceo; cinzento escuro anegrado. Diaclases oblíquas e sub-horizontais de faces lisas e onduladas, sedosas, por vezes com preenchimento calcítico e oxidadas.				100			16
17												17
18		18.00							100			18
19		19.50							100			19
20									100			20

Observações : **Profundidade do nível de água no final da furação: 16.70m.**

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.com

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na integra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

Entidade : Torres Vedras Câmara Municipal

Obra : **Reconhecimento Geológico Geotécnico na Encosta do Castelo**

SONDAGEM **S9**

Processo **28224**

Página **3** de **3**

Data de Início	Equipamento	Prof. Final (m)	Data de Fim	Nivel Freático	Inclinação	Sistema	Coordenadas		Cota	Sondador	Técnico
27/11/2024	Geo-052 Comacchio 205	25.5	29/11/2024		90°	PT-TM06 (ETRS89)	M= -97624.853	P= -63009.665	Z= 57.822	António Rodrigues	Paulo Correia

PROFUNDIDADE (m)	FURAÇÃO Ø	MANOBRAS	ESTRATIGRAFIA	SIMBOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA	ALTERAÇÃO (ISRM) W5 W4 W3 W2	FRACTURAÇÃO (ISRM) F5 F4 F3 F2	% RECUP. / % R.Q.D. 20 40 60 80	S.P.T. (1ª Fase 15cm, 2ª Fase 30cm; nº de Pancadas (Nspt))	ENSAIOS	PROFUNDIDADE (m)
21	86mm Rotação	21.00	J3d		Margas calcárias e calcários margosos, finamente estratificados e muito consolidados com passagens de arenito carbonatado micáceo; cinzento escuro anegrado. Diaclases oblíquas e sub-horizontais de faces lisas e onduladas, sedosas, por vezes com preenchimento calcítico e oxidadas.			100			21
22		22.50						100			22
23											23
24		24.00						100			24
25		25.50						100			25
26					25.5m- Fim de Sondagem						26
27											27
28											28
29											29
30											30

Observações : **Profundidade do nível de água no final da furação: 16.70m.**

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.com

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na integra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.

TESTEMUNHO DO LOCAL DA SONDA S9

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S9 CX 1

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S9 CX 2

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S9 CX 3

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S9 CX 4

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S9 CX 5

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S9 CX 6

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S9 CX 7

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S9 CX 8

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

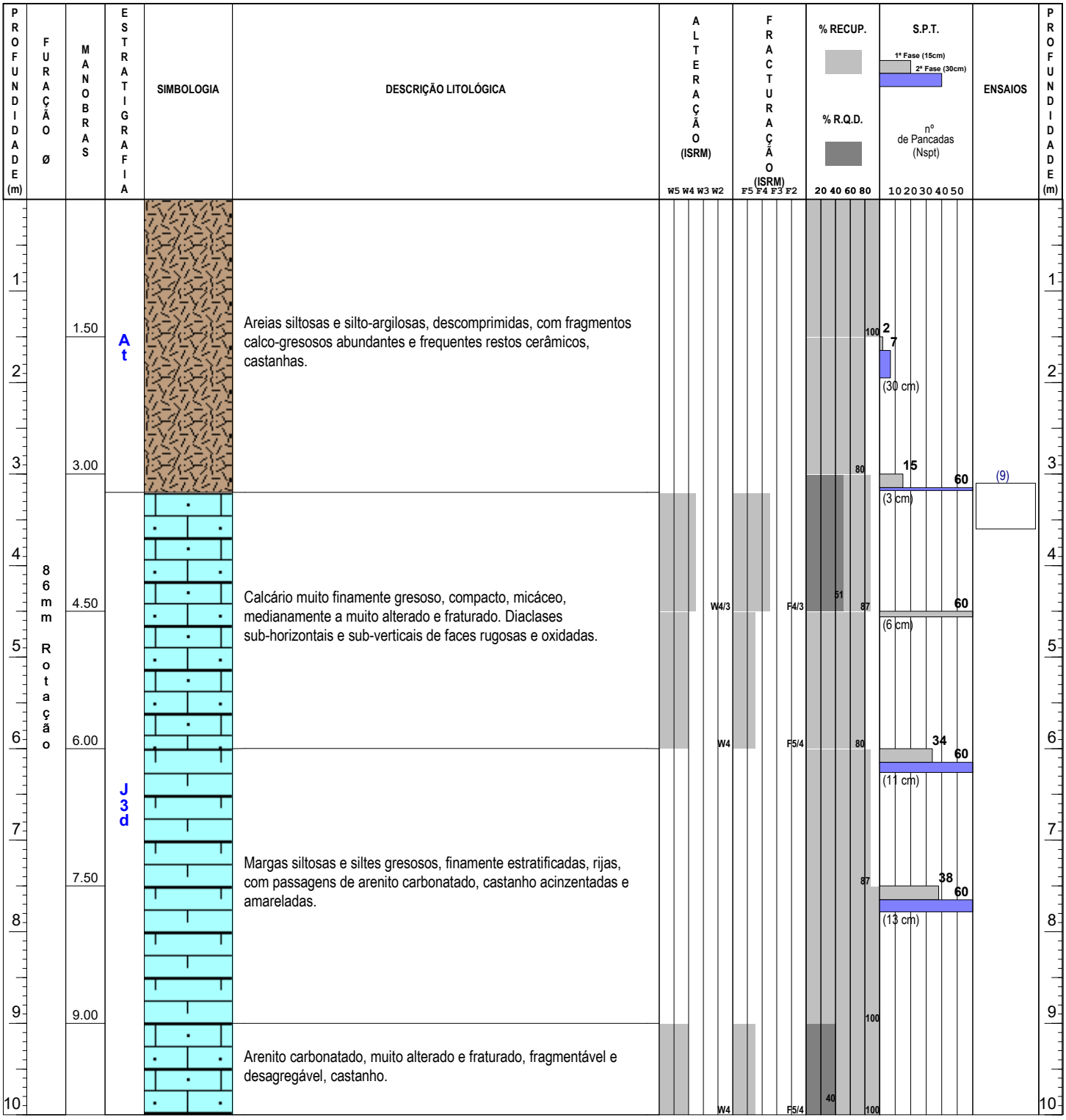
PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

Entidade : Torres Vedras Câmara Municipal

Obra : **Reconhecimento Geológico Geotécnico na Encosta do Castelo**

SONDAGEM	Processo	Página
S10	28224	1 de 3

Data de Início	Equipamento	Prof. Final (m)	Data de Fim	Nivel Freático	Inclinação	Sistema	Coordenadas		Cota	Sondador	Técnico
29/11/2024	Geo-052 Comacchio 205	25.5	4/12/2024		90°	PT-TM06 (ETRS89)	M= -97573.707	P= -63029.389	Z= 60.304	António Rodrigues	Paulo Correia



Observações : **Profundidade do nível de água no final da furação: 24.80m.**

Legenda : **(9) - Amostra de Rocha**

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.com

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na integra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

Entidade : Torres Vedras Câmara Municipal

Obra : **Reconhecimento Geológico Geotécnico na Encosta do Castelo**

SONDAGEM **S10**

Processo **28224**

Página **2** de **3**

Data de Início	Equipamento	Prof. Final (m)
29/11/2024	Geo-052 Comacchio 205	25.5

Data de Fim	Nivel Freático	Inclinação	Sistema	Coordenadas		Cota	Sondador	Técnico
4/12/2024		90°	PT-TM06 (ETRS89)	M= -97573.707	P= -63029.389	Z= 60.304	António Rodrigues	Paulo Correia

PROFUNDIDADE (m)	FURAÇÃO Ø	MANOBRAS	ESTRATIGRAFIA	SIMBOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA	ALTERAÇÃO (ISRM) W5 W4 W3 W2	FRACTURAÇÃO (ISRM) F5 F4 F3 F2	% RECUP. / % R.Q.D. 20 40 60 80	S.P.T. 1ª Fase (15cm) 2ª Fase (30cm) nº de Pancadas (Nspt) 10 20 30 40 50	ENSAIOS	PROFUNDIDADE (m)
10											10
10.50		10.50			Arenito carbonatado, muito alterado e fraturado, fragmentável e desagregável, castanho.	W4	F5/4	40	50 60 (3 cm)		
11		11.00						93		(1)	11
		11.60			Margas siltosas, finamente estratificadas, rijas, muito consolidadas, cinzento escuras/anegradas.			100			
12		12.00						100			12
13		13.50			Margas gresosas, finamente estratificadas, muito consolidadas, castanho acinzentadas. Diaclases sub-horizontais de faces rugosas friáveis.			100			13
14	86mm Rotação				Margas siltosas, finamente estratificadas, muito consolidadas, cinzento escuras. Diaclases oblíquas e sub-verticais de faces lisas, sedosas.			100			14
15		15.00	J3d		Margas gresosas, finamente estratificadas, muito consolidadas, castanho acinzentadas. Diaclases sub-horizontais de fraces rugosas, friáveis.			100			15
16		16.50			Calcário margoso, medianamente a muito alterado e fraturado, fossilífero, cinzento. Diaclases oblíquas e sub-horizontais de faces rugosas e oxidadas.	W4/3	F4/3	69		(9)	16
17								100			17
18		18.00			Margas silto-arenosas e margas calcárias, finamente estratificadas e muito consolidadas, com passagens de calcário compacto muito alterado, cinzento acastanhadas. Diaclases oblíquas e sub-verticais de faces sub-rugosas, oxidadas.			56			18
19		19.50						100			19
20					Margas calcárias e calcários margosos, finamente estratificadas e muito consolidadas, brandas, cinzento escuras anegradas. Diaclases oblíquas, sub-horizontais e sub-verticais, de faces lisas, oxidadas.			100			20

Observações : **Profundidade do nível de água no final da furação: 24.80m.**

Legenda : **(1) - Amostra Intacta (9) - Amostra de Rocha**

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.com

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na integra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

Entidade : Torres Vedras Câmara Municipal

Obra : **Reconhecimento Geológico Geotécnico na Encosta do Castelo**

SONDAGEM	Processo	Página
S10	**28224**	**3** de **3**

Data de Início	Equipamento	Prof. Final (m)	Data de Fim	Nivel Freático	Inclinação	Sistema	Coordenadas		Cota	Sondador	Técnico
29/11/2024	**Geo-052 Comacchio 205**	**25.5**	**4/12/2024**		**90°**	**PT-TM06 (ETRS89)**	M= **-97573.707**	P= **-63029.389**	Z= **60.304**	**António Rodrigues**	**Paulo Correia**

PROFUNDIDADE (m)	FURAÇÃO Ø	MANOBRAS	ESTRATIGRAFIA	SIMBOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA	ALTERAÇÃO (ISRM) W5 W4 W3 W2	FRACTURAÇÃO (ISRM) F5 F4 F3 F2	% RECUP. / % R.Q.D. 20 40 60 80	S.P.T. (1ª Fase 15cm, 2ª Fase 30cm; nº de Pancadas (Nspt))	ENSAIOS	PROFUNDIDADE (m)
21	86mm Rotação	21.00									21
22		22.50	J3d		Margas calcárias e calcários margosos, finamente estratificadas e muito consolidadas, brandas, cinzento escuras anegradas. Diaclases oblíquas, sub-horizontais e sub-verticais, de faces lisas, oxidadas.			100		(9)	22
23								100			23
24		24.00						100			24
25		25.50			25.5m- Fim de Sondagem			100			25
26											26
27											27
28											28
29											29
30											30

Observações : **Profundidade do nível de água no final da furação: 24.80m.**

Legenda : **(9) - Amostra de Rocha**

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.com

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na integra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.

TESTEMUNHO DO LOCAL DA SONDA S10

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S10 CX 1

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S10 CX 2

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S10 CX 3

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S10 CX 4

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S10 CX 5

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S10 CX 6

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S10 CX 7

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S10 CX 8

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S10 CX 9

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

Entidade : Torres Vedras Câmara Municipal

Obra : **Reconhecimento Geológico Geotécnico na Encosta do Castelo**

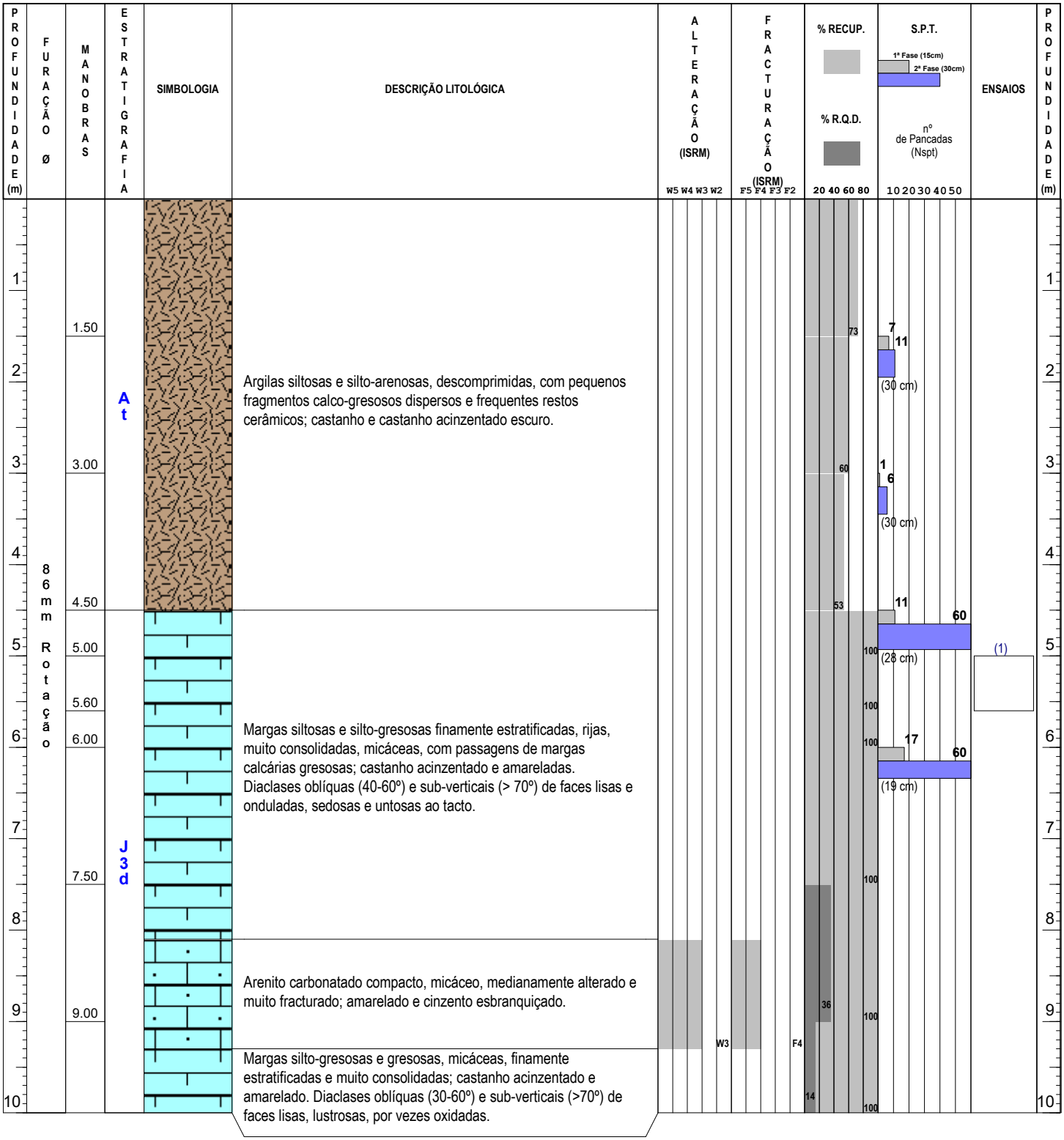
SONDAGEM **S11**

Processo **28224**

Página **1** de **3**

Data de Início	Equipamento	Prof. Final (m)
9/12/2024	Geo-052 Comacchio 205	25.5

Data de Fim	Nivel Freático	Inclinação	Sistema	Coordenadas		Cota	Sondador	Técnico
12/12/2024		90°	PT-TM06 (ETRS89)	M= -97572.102	P= -63098.031	Z= 64.878	António Rodrigues	Paulo Correia



Observações : **Foi instalado Inclinómetro.**

Legenda : **(1) - Amostra Intacta**

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.com

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na integra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

Entidade : Torres Vedras Câmara Municipal

Obra : **Reconhecimento Geológico Geotécnico na Encosta do Castelo**

SONDAGEM	Processo	Página
S11	**28224**	**2** de **3**

Data de Início	Equipamento	Prof. Final (m)
9/12/2024	Geo-052 Comacchio 205	25.5

Data de Fim	Nivel Freático	Inclinação	Sistema	Coordenadas		Cota	Sondador	Técnico
12/12/2024		90°	PT-TM06 (ETRS89)	M= -97572.102	P= -63098.031	Z= 64.878	António Rodrigues	Paulo Correia

PROFUNDIDADE (m)	FURAÇÃO Ø	MANOBRAS	ESTRATIGRAFIA	SIMBOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA	ALTERAÇÃO (ISRM) W5 W4 W3 W2	FRACTURAÇÃO (ISRM) F5 F4 F3 F2	% RECUP. / % R.Q.D. 20 40 60 80	S.P.T. 1ª Fase (15cm) 2ª Fase (30cm) nº de Pancadas (Nspt)	ENSAIOS	PROFUNDIDADE (m)
10		10.50									10
11					Margas silto-gresosas e gresosas, micáceas, finamente estratificadas e muito consolidadas; castanho acinzentado e amarelado. Diaclases oblíquas (30-60º) e sub-verticais (>70º) de faces lisas, lustrosas, por vezes oxidadas.			14 / 100			11
12		12.00						100			12
13					Margas silto-gresosas e gresosas, micáceas, finamente estratificadas e muito consolidadas, com raras passagens (decimétricas) de calcário gresoso com intercrescimentos calcíticos; cinzento acastanhado escuro e castanho acinzentado com laivos avermelhados. Diaclases oblíquas (30-60º) e sub-horizontais (<30º) de faces lisas, sedosas e untosas ao tacto.			100			13
14	86mm Rotação	13.50						100			14
15		15.00	J3d					100			15
16					Margas silto-gresosas e margas calcárias finamente estratificadas e muito consolidadas, com passagens de arenito carbonatado micáceo na base; cinzento escuro anegrado. Diaclases sub-horizontais (<30º), oblíquas (30-60º) e sub-verticais (>70º) de faces lisas, por vezes onduladas, sedosas.			100			16
17		16.50						100			17
18		18.00						100			18
19		19.50						100			19
20					Arenito carbonatado compacto, micáceo, pouco alterado e muito a medianamente fracturado, com passagem de marga calcária na base; cinzento. Diaclases oblíquas (40-60º) e sub-verticais (>70º), de faces sub-rugosas arenitizadas, por vezes oxidadas.	W2	F4/3	49 / 100			20

Observações : **Foi instalado Inclinómetro.**

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.com

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na integra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

Entidade : Torres Vedras Câmara Municipal

Obra : **Reconhecimento Geológico Geotécnico na Encosta do Castelo**

SONDAGEM	Processo	Página
S11	**28224**	**3** de **3**

Data de Início	Equipamento	Prof. Final (m)	Data de Fim	Nivel Freático	Inclinação	Sistema	Coordenadas		Cota	Sondador	Técnico
9/12/2024	Geo-052 Comacchio 205	25.5	12/12/2024		90°	PT-TM06 (ETRS89)	M= -97572.102	P= -63098.031	Z= 64.878	António Rodrigues	Paulo Correia

PROFUNDIDADE (m)	FURAÇÃO Ø	MANOBRAS	ESTRATIGRAFIA	SIMBOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA	ALTERAÇÃO (ISRM) W5 W4 W3 W2	FRACTURAÇÃO (ISRM) F5 F4 F3 F2	% RECUP. / % R.Q.D. 20 40 60 80	S.P.T. (1ª Fase 15cm, 2ª Fase 30cm; nº de Pancadas (Nspt))	ENSAIOS	PROFUNDIDADE (m)
21	86mm Rotação	21.00	J3d		Arenito carbonatado compacto, micáceo, pouco alterado e muito a medianamente fracturado, com passagem de marga calcária na base; cinzento. Diaclases oblíquas (40-60º) e sub-verticais (>70º), de faces sub-rugosas arenitizadas, por vezes oxidadas.	W2	F4/3	49 / 100			21
22		22.50			Margas calcárias finamente estratificadas e muito consolidadas com passagens de calcários fortemente margosos, brandos; cinzento escuro anegrado. Diaclases oblíquas (40-60º) e sub-horizontais (<30º) de faces lisas, sedosas e untosas ao tacto.			100			22
23								100			23
24		24.00						100			24
25		25.50			25.5m- Fim de Sondagem			100			25
26											26
27											27
28											28
29											29
30											30

Observações : **Foi instalado Inclinómetro.**

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.com

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na integra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.

TESTEMUNHO DO LOCAL DA SONDA S11

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S11 CX 1

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S11 CX 2

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S11 CX 3

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S11 CX 4

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S11 CX 5

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S11 CX 6

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S11 CX 7

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S11 CX 8

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

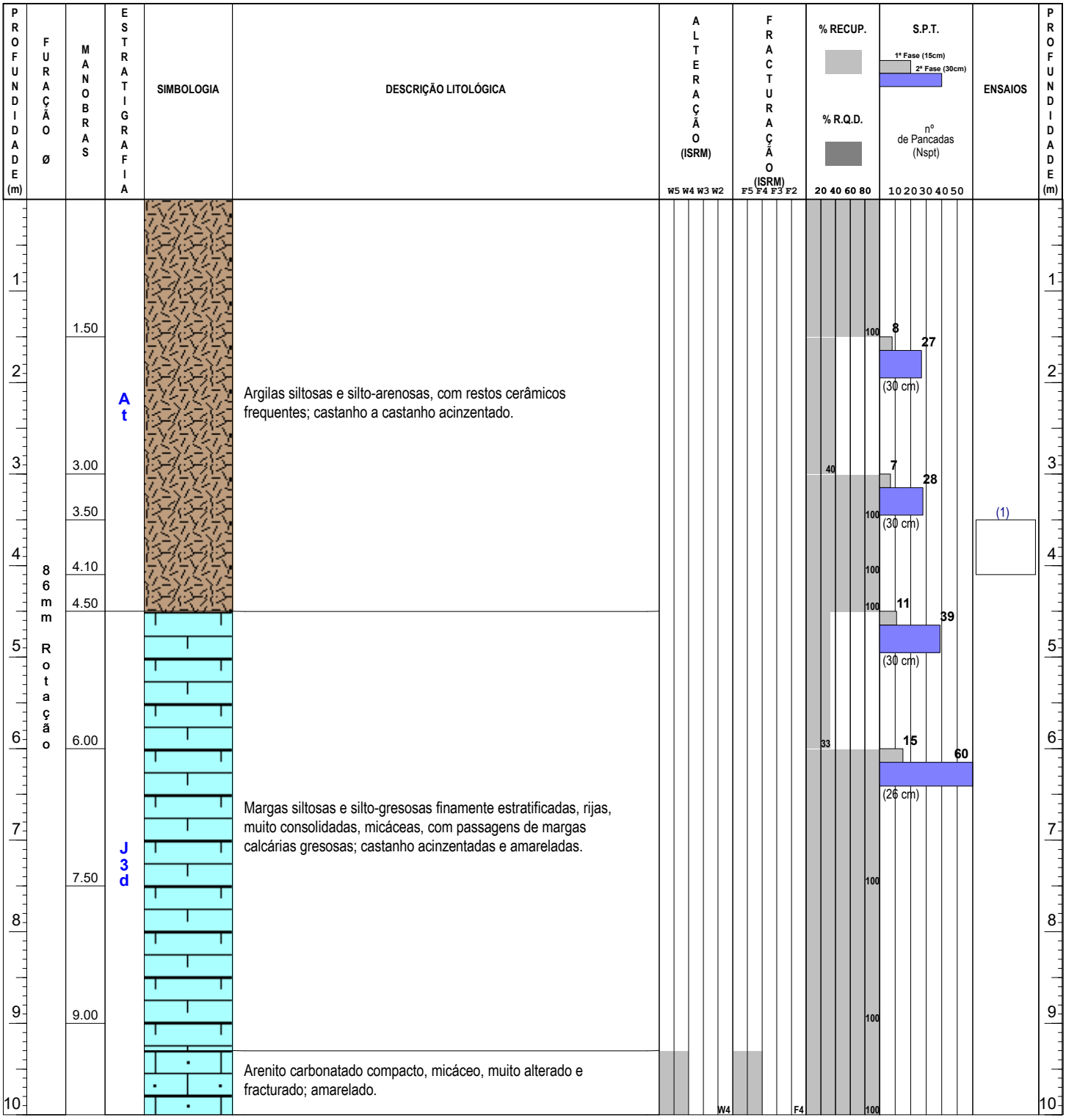
PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

Entidade : **Câmara Municipal de Torres Vedras**

Obra : **Reconhecimento Geológico Geotécnico na Encosta do Castelo**

SONDAGEM	Processo	Página
S12	28224	1 de 3

Data de Início	Equipamento	Prof. Final (m)	Data de Fim	Nivel Freático	Inclinação	Sistema	Coordenadas		Cota	Sondador	Técnico
4/12/2024	Geo-052 Comacchio 205	25	6/12/2024		90°	PT-TM06 (ETRS89)	M= -97578.425	P= -63160.576	Z= 55.770	António Rodrigues	Paulo Correia



Observações : **Profundidade do nível de água no final da furação: 13.40m.**

Legenda : **(1) - Amostra Intacta**

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.com

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na integra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

Entidade : **Câmara Municipal de Torres Vedras**

Obra : **Reconhecimento Geológico Geotécnico na Encosta do Castelo**

SONDAGEM	Processo	Página
S12	28224	2 de 3

Data de Início	Equipamento	Prof. Final (m)
4/12/2024	Geo-052 Comacchio 205	25

Data de Fim	Nivel Freático	Inclinação	Sistema	Coordenadas		Cota	Sondador	Técnico
6/12/2024		90°	PT-TM06 (ETRS89)	M= -97578.425	P= -63160.576	Z= 55.770	António Rodrigues	Paulo Correia

PROFUNDIDADE (m)	FURAÇÃO Ø	MANOBRAS	ESTRATIGRAFIA	SIMBOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA	ALTERAÇÃO (ISRM) W5 W4 W3 W2	FRACTURAÇÃO (ISRM) F5 F4 F3 F2	% RECUP. / % R.Q.D. 20 40 60 80	S.P.T. (1ª Fase (15cm), 2ª Fase (30cm), nº de Pancadas (Nspt))	ENSAIOS	PROFUNDIDADE (m)
11	86mm Rotação	10.50	J3d		Margas siltosas e silto-gresosas, micáceas, finamente estratificadas e muito consolidadas, com passagens de arenito consolidado; castanho acinzentado. Diaclases oblíquas e sub-horizontais de faces lisas, sedosas.			19			11
12		12.00									12
13		13.50			Arenito carbonatado compacto, micáceo, muito alterado e fracturado; amarelado.						13
14					Margas siltosas e silto-gresosas, micáceas, finamente estratificadas e muito consolidadas, com passagens de arenito consolidado; cinzento escuro. Diaclases oblíquas e sub-horizontais de faces lisas, sedosas.	W4	F4				14
15		15.00									15
16		16.50									16
17					Margas silto-gresosas e margas calcárias finamente estratificadas e muito consolidadas, com passagens de arenito carbonatado micáceo e de calcário margoso; cinzento escuro anegrado. Diaclases sub-horizontais oblíquas e sub-verticais de faces lisas, por vezes onduladas, sedosas.			9			17
18		18.00									18
19		19.50									19
20								100			20

Observações : **Profundidade do nível de água no final da furação: 13.40m.**

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.com

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na integra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.

geocontrole
Soluções em Geotecnia e Geologia

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

Entidade : **Câmara Municipal de Torres Vedras**

Obra : **Reconhecimento Geológico Geotécnico na Encosta do Castelo**

SONDAGEM	Processo	Página
S12	**28224**	**3** de **3**

Data de Início	Equipamento	Prof. Final (m)
4/12/2024	**Geo-052 Comacchio 205**	**25**

Data de Fim	Nivel Freático	Inclinação	Sistema	Coordenadas		Cota	Sondador	Técnico
6/12/2024		**90°**	**PT-TM06 (ETRS89)**	M= **-97578.425**	P= **-63160.576**	Z= **55.770**	**António Rodrigues**	**Paulo Correia**

PROFUNDIDADE (m)	FURAÇÃO Ø	MANOBRAS	ESTRATIGRAFIA	SIMBOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA	ALTERAÇÃO (ISRM) W5 W4 W3 W2	FRACTURAÇÃO (ISRM) F5 F4 F3 F2	% RECUP. / % R.Q.D. 20 40 60 80	S.P.T. 1ª Fase (15cm) 2ª Fase (30cm) nº de Pancadas (Nspt)	ENSAIOS	PROFUNDIDADE (m)
21	86mm Rotação	21.00									21
22		22.50	J3d		Margas silto-gresosas e margas calcárias finamente estratificadas e muito consolidadas, com passagens de arenito carbonatado micáceo e de calcário margoso; cinzento escuro anegrado. Diaclases sub-horizontais oblíquas e sub-verticais de faces lisas, por vezes onduladas, sedosas.			100 100 100 100			22
23											23
24		24.00									24
25		25.00			25m- Fim de Sondagem						25
26											26
27											27
28											28
29											29
30											30

Observações : **Profundidade do nível de água no final da furação: 13.40m.**

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.com

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na integra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.

TESTEMUNHO DO LOCAL DA SONDA S12

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S12 CX 1

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S12 CX 2

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S12 CX 3

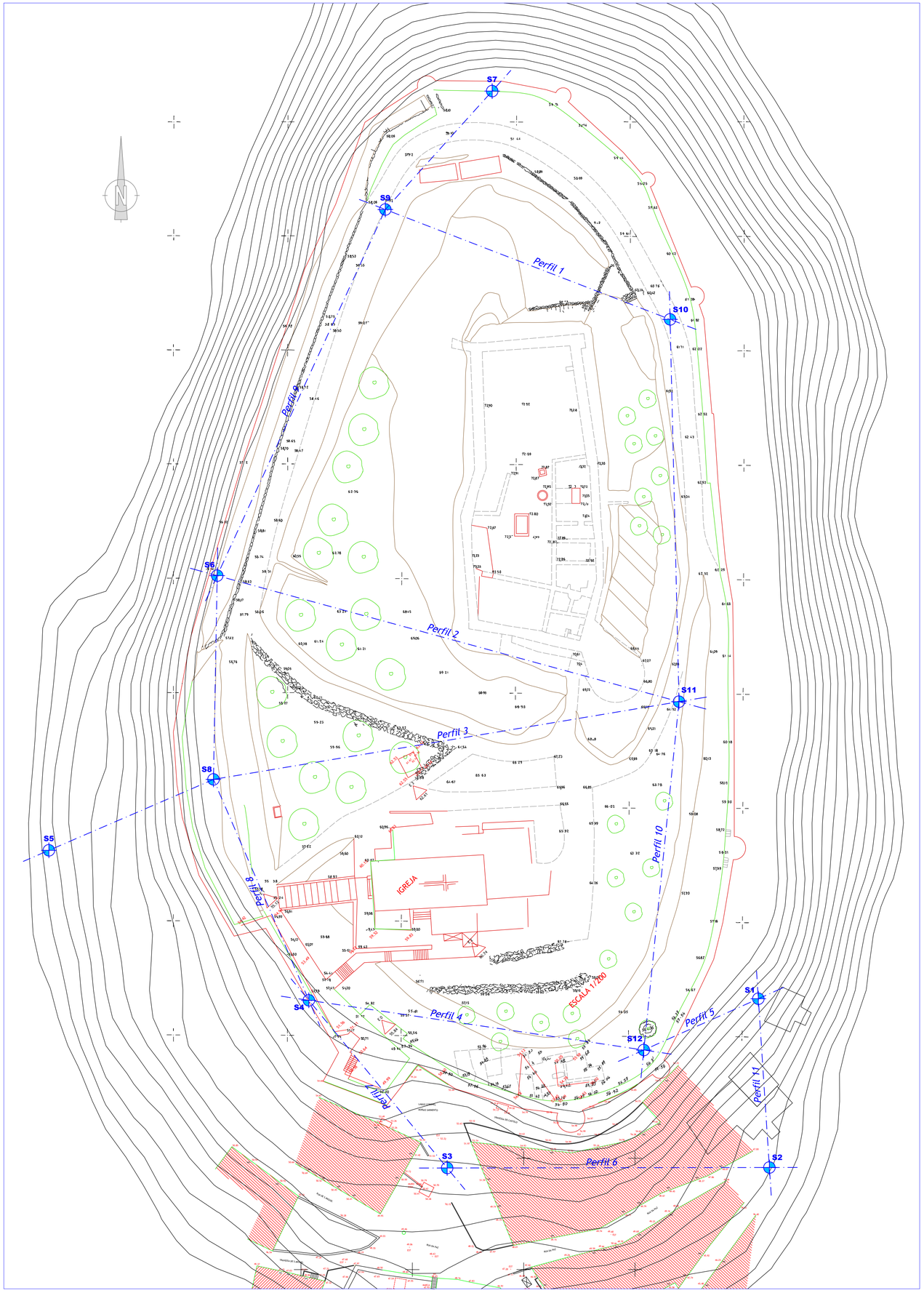
TESTEMUNHO DA SONDAGEM S12 CX 4

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S12 CX 5

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S12 CX 6

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S12 CX 7

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S12 CX 8



S · Localização das sondagens geotécnicas

REVISÃO	DATA	DESCRIÇÃO	TÉCNICO

geocontrole

Rua D.Nuno Alvares Pereira N.º4, Bloco 4 Parque Oriente 2699-501 Bobadela Lrs PORTUGAL Telefone: (+351) 219 958 000 — Telefax: (+351) 219 958 001 E-mail: mail@geocontrole.pt / Internet: www.geocontrole.pt

CLIENTE: Torres Vedras Câmara Municipal

ESTUDO:
ENCOSTA DO CASTELO
TORRES VEDRAS
ESTUDO GEOTÉCNICO

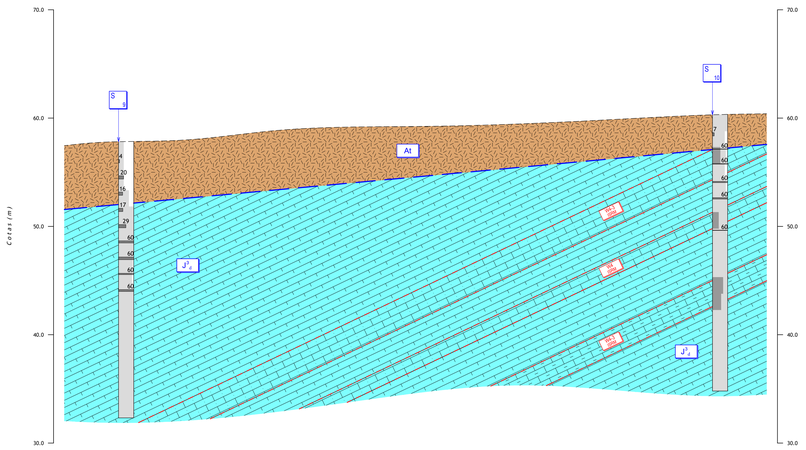
DESCRIÇÃO: PLANTA DE LOCALIZAÇÃO

DEPARTAMENTO:	NOME	RUBRICA	
CONSULTORIA E PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA			ESCALAS: 1:400
CAD AutoCAD V2014 DWG 344.233.0248	Luís Pereira luispereira@geocontrole.pt		PROCESSO: 28224
TÉCNICO	técnico tecnico@geocontrole.pt		DATA: 3 março 2025

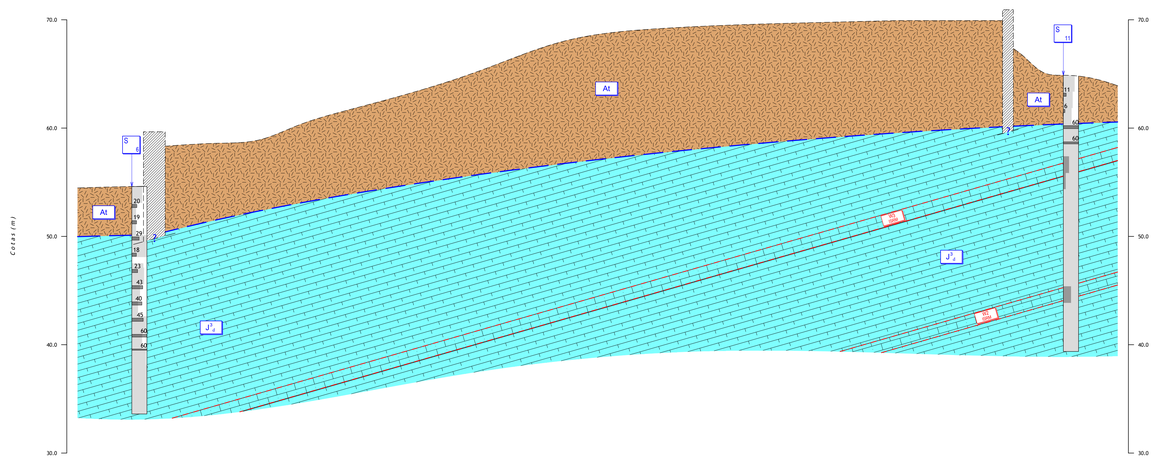
FICHEIRO: X:\2026\2026 e 2025\2025 Castelo Torres Vedras\Desenho\2025_PLA_CP0001.dwg
N.º DE ORDEM: 1/4
DESENHO Nº: C|P|G-0|0|1

SEM SER PARA O FIM A QUE SE DESTINA ESTE DESENHO SÓ PODE SER REPRODUZIDO NA INTEGRA OU PARCIALMENTE COM AUTORIZAÇÃO EXPRESSA DA GEOCONTROLE
Mod.PP.13.3.1

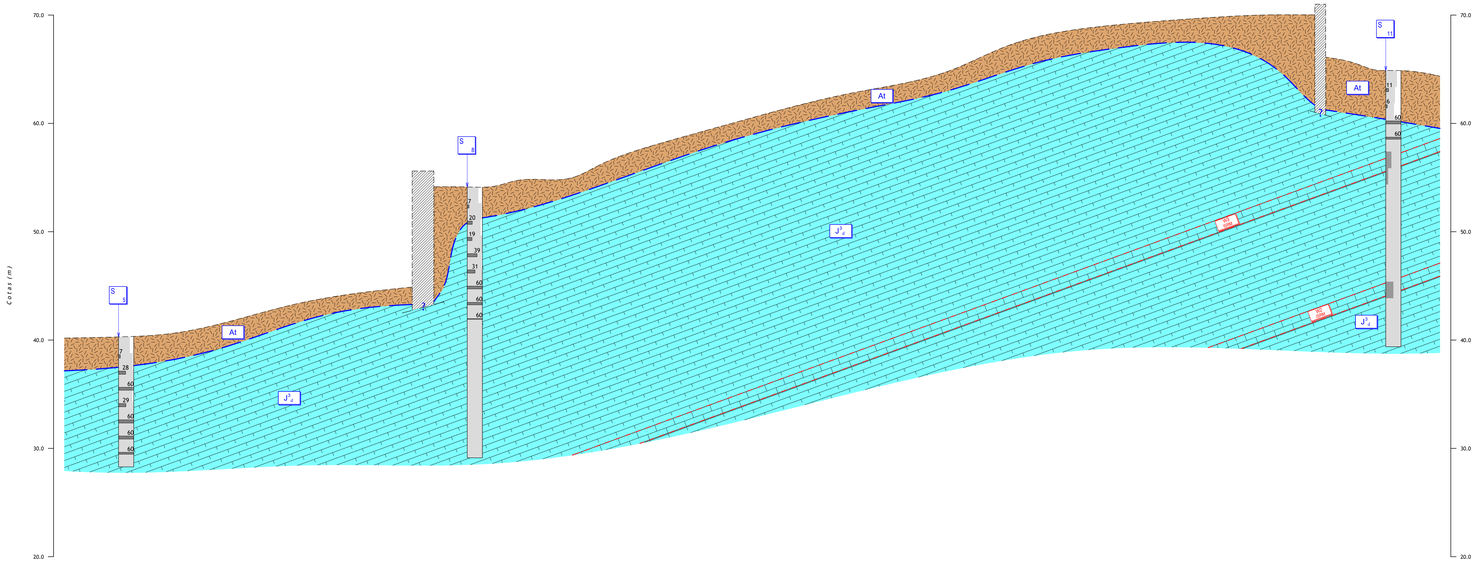
Perfil geotécnico interpretativo 1



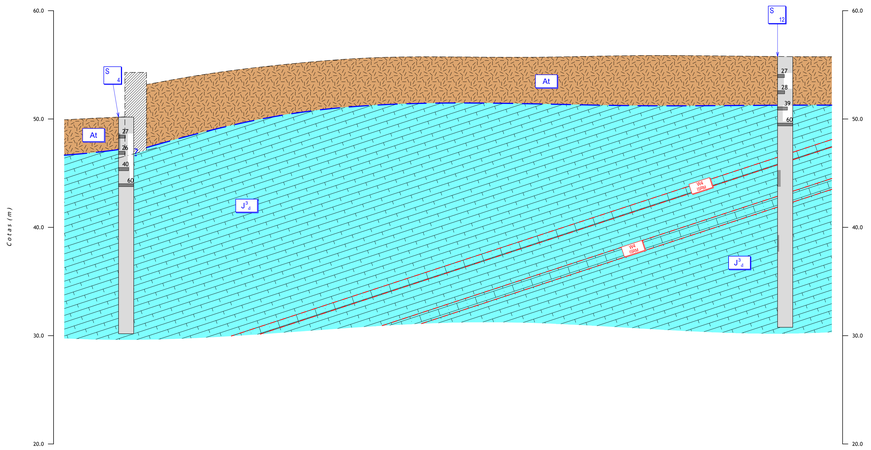
Perfil geotécnico interpretativo 2



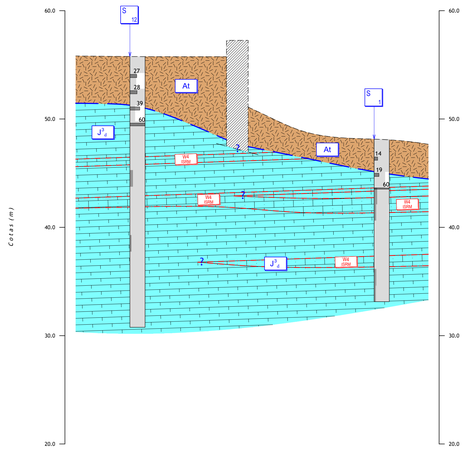
Perfil geotécnico interpretativo 3



Perfil geotécnico interpretativo 4



Perfil geotécnico interpretativo 5



LEGENDA GEOTÉCNICA

LITOESTRATIGRAFIA

MODERNO

At — *Aterros e depósitos de vertente*

Argilas silto-arenosas e areias silto-argilosas, com fragmentos calco-grosseiros e restos cerâmicos

JURÁSSICO

J^3_a — *Calcários corálicos de Amaral*

Margas siltosas e silto-gresosas muito consolidadas, com intercalações de arenitos carbonatados

Calcários grosseiros e arenitos carbonatados

Calcários margosos

SINAIS CONVENCIONAIS

Limite geológico

Limite litológico

Limite de alteração

S — Sondagem geotécnica

T.Natural

Valor de Nspt

% de Recuperação

% de R.Q.D.

ESTADO DE ALTERAÇÃO (I.S.R.M.)

(W1)-Rocha sã

(W2) Rocha pouco alterada

(W3) Rocha medianamente alterada

(W4)-Rocha muito alterada

(W5)-Rocha decomposta

REVISÃO	DATA	DESCRIÇÃO	TECNICO

geocontrole

Rua D.Nuno Álvares Pereira N.º4, Bloco 4 Parque Oliveira 2000-301 Benedita c/s PORTUGAL Telefone: (+351) 219 868 000 Telefax: (+351) 219 868 007 E-mail: mail@geocontrole.pt / Internet: www.geocontrole.pt

CLIENTE:

Câmara Municipal Torres Vedras

ESTUDO:

ENCOSTA DO CASTELO

TORRES VEDRAS

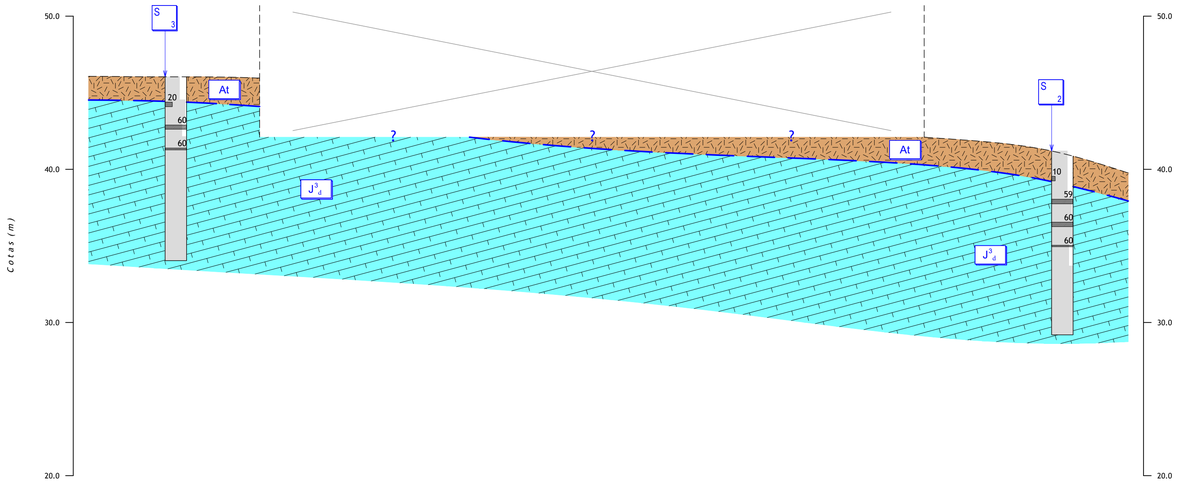
ESTUDO GEOTÉCNICO

DESCRIÇÃO: PERFIS GEOTÉCNICOS INTERPRETATIVOS

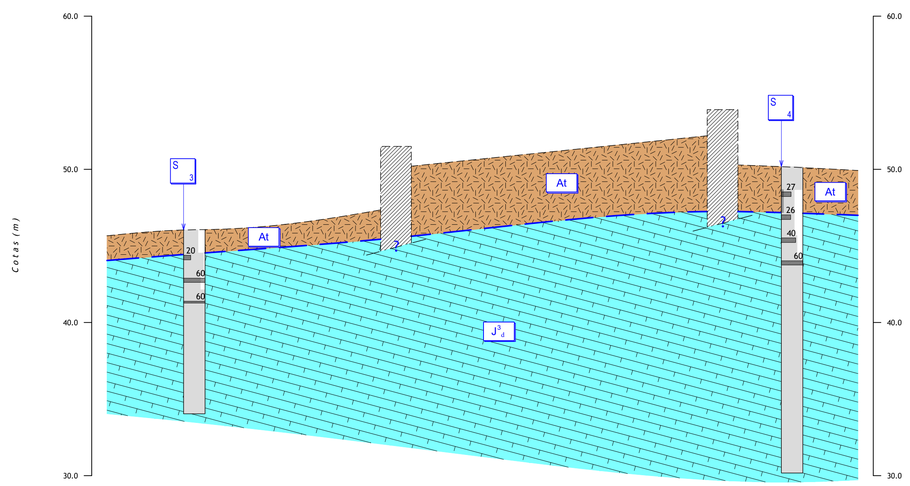
DEPARTAMENTO:	CONSULTORIA E PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA	ESCALAS:	FICHEIRO: C:\Utilizadores\MARIANA\Desktop\Torres Vedras\Encosta\28224_PIP_27000.dwg
	NOME / RUBRICA	1:200	Nº DE ORDEM: 2/4
CAD: Eng.º TOPÓGRAFO: Eng.º TÉCNICO:	Luís Pereira	PROCESSO: 28224	DESENHO Nº: C P G - 0 0 2
	técnico	DATA: 3 março 2025	

SEM SER PARA O FIM A QUE SE DESTINA ESTE DESENHO SÓ PODE SER REPRODUZIDO NA INTEGRA OU PARCIALMENTE COM AUTORIZAÇÃO EXPRESSA DA GEOCONTROLE

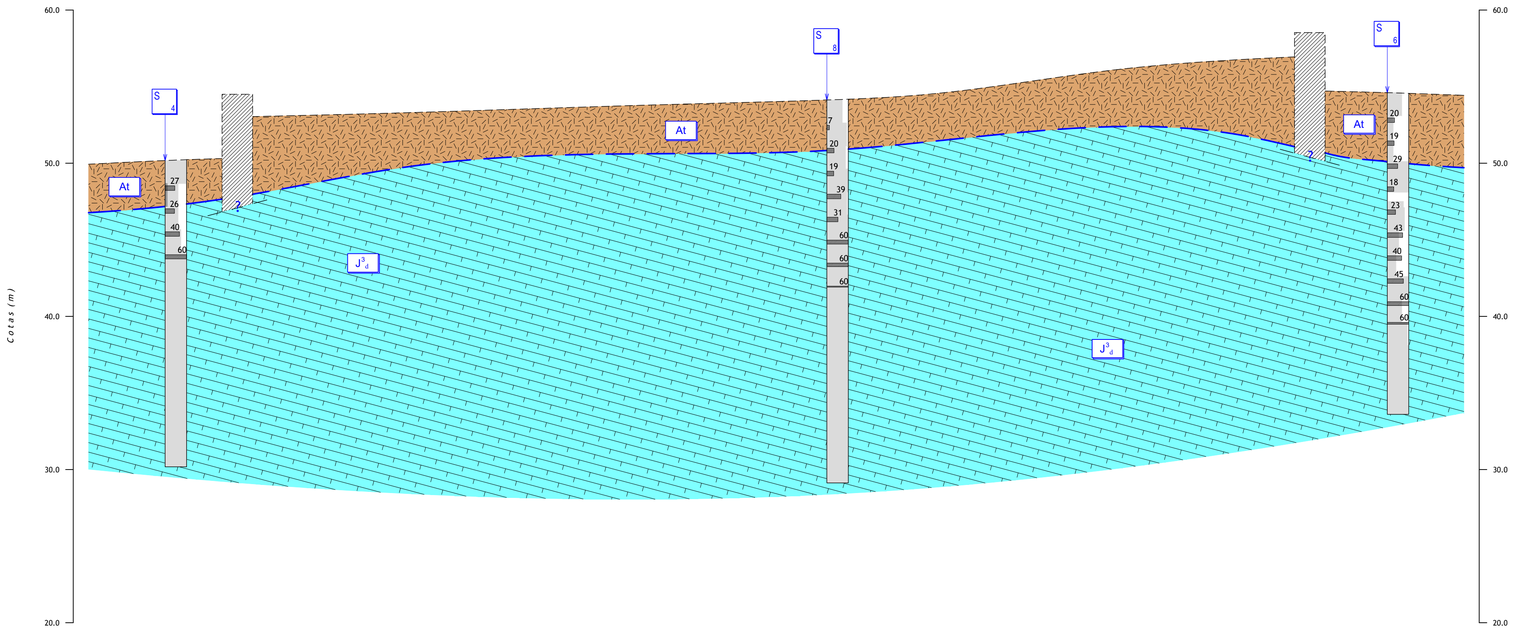
Perfil geotécnico interpretativo 6



Perfil geotécnico interpretativo 7



Perfil geotécnico interpretativo 8



LEGENDA GEOTÉCNICA

LITOESTRATIGRAFIA

MODERNO

At — *Aterros e depósitos de vertente*

Argilas silto-arenosas e areias silto-argilosas, com fragmentos calco-gressosos e restos cerâmicos

JURÁSSICO

J^3_3 — *Calcários corálicos de Amaral*

Margas siltosas e silto-gressosas muito consolidadas, com intercalações de areníticos carbonatados

Calcários gressosos e areníticos carbonatados

Calcários margosos

SINAIS CONVENCIONAIS

Limite geológico

Limite litológico

Limite de alteração

S — Sondagem geotécnica

T.Natural

60 — Valor de N_{SPT}

% de Recuperação

% de R.Q.D.

ESTADO DE ALTERAÇÃO (I.S.R.M.)

[W1]-Rocha sã

[W2]-Rocha pouco alterada

[W3]-Rocha medianamente alterada

[W4]-Rocha muito alterada

[W5]-Rocha decomposta

REVISÃO	DATA	DESCRIÇÃO	TÉCNICO

geocontrole

Rua D.Nuno Álvares Pereira N.º4, Bloco 4 Parque Oriente 2699-501 Bobadela Lrs PORTUGAL Telefones: (+351) 219 958 000 – Telefax: (+351) 219 958 001 E-mail: mail@geocontrole.pt / Internet: www.geocontrole.pt

CLIENTE:

Torres Vedras — Câmara Municipal

ESTUDO:

ENCOSTA DO CASTELO

TORRES VEDRAS

ESTUDO GEOTÉCNICO

DESCRIÇÃO: PERFIS GEOTÉCNICOS INTERPRETATIVOS

DEPARTAMENTO: CONSULTORIA E PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

	NOME	RUBRICA
CAD AutoCAD V2014	Luís Pereira	
TÉCNICO	técnico	

ESCALAS: 1:200

FICHEIRO: C:\2024\2024 a 2024\2024 Cadeia Torres Vedras\Desenho\2024_PLR_CPG001.dwg

Nº DE ORDEM: 3/4

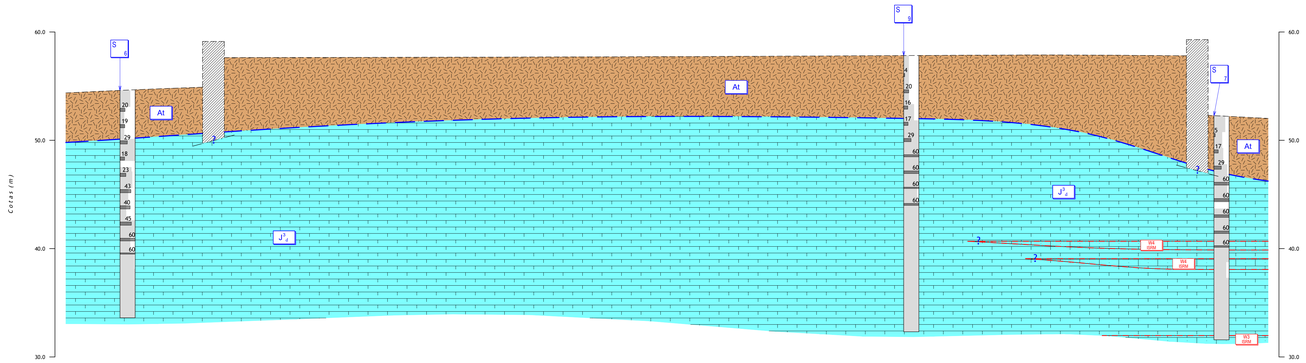
PROCESSO: 28224

DESENHO Nº: CPG-003

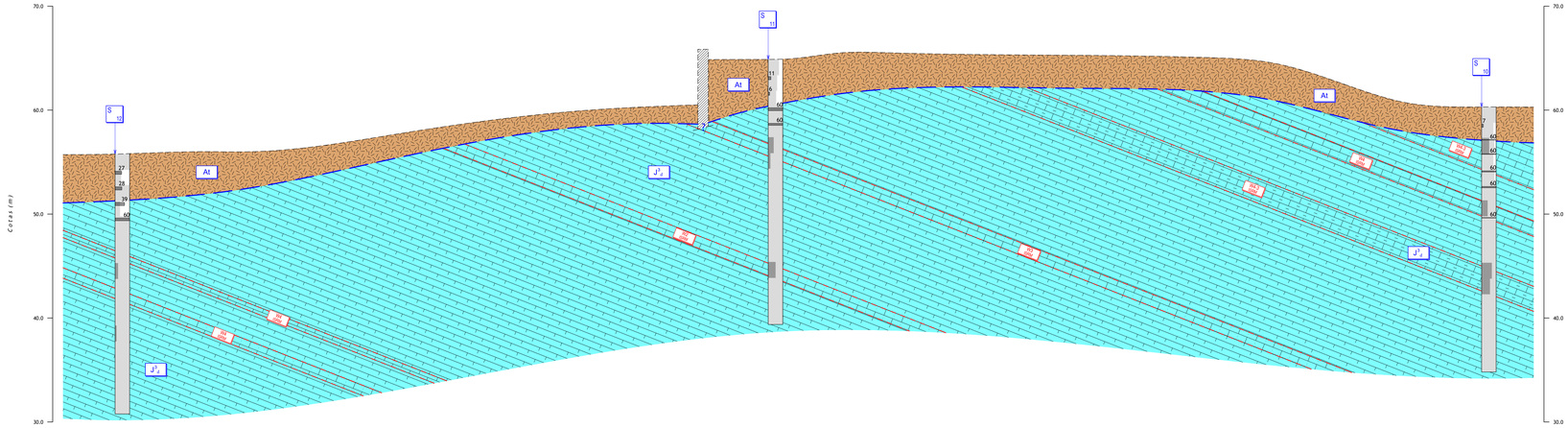
DATA: 3 março 2025

SEM SER PARA O FIM A QUE SE DESTINA ESTE DESENHO SÓ PODE SER REPRODUZIDO NA INTEGRA OU PARCIALMENTE COM AUTORIZAÇÃO EXPRESSA DA GEOCONTROLE Mod.PP.13.3.1

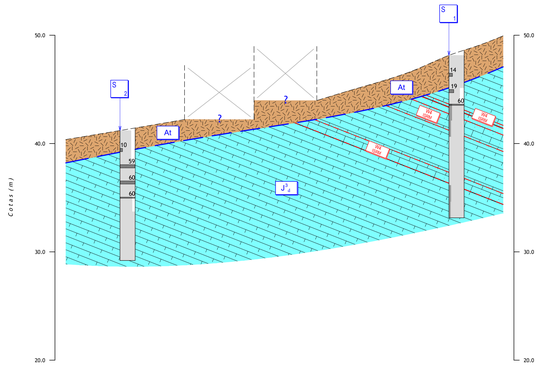
Perfil geotécnico interpretativo 9



Perfil geotécnico interpretativo 10



Perfil geotécnico interpretativo 11



LEGENDA GEOTÉCNICA

LITOESTRATIGRAFIA

MODERNO

At — *Aterros e depósitos de vertente*

Argilas silto-arenosas e areias silto-argilosas, com fragmentos calco-grenosos e restos cerâmicos

JURÁSSICO

J^3_d — *Calcários cordíticos de Amaral*

Margas siltosas e silto-grenosas muito consolidadas, com intercalações de arenitos carbonatados

Calcários grenosos e arenitos carbonatados

Calcários margenos

SINAIS CONVENCIONAIS

Limite geológico

Limite litológico

Limite de alteração

Sondagem geotécnica

T.Natural

Valor de N_{SPT}

% de Recuperação

% de R.Q.D.

ESTADO DE ALTERAÇÃO (I.S.R.M.)

[W1]-Rocha s/a

[W2]-Rocha pouco alterada

[W3]-Rocha medianamente alterada

[W4]-Rocha muito alterada

[W5]-Rocha decomposta

REVISÃO	DATA	DESCRIÇÃO	TÉCNICO

geocontrole

Rua Eduno Alcaide Pereira, N.º4, Bloco A Parque Oriente 2699-501 Bobadela LRS, PORTUGAL - Telefone: (+351) 219 958 000 - Telefax: (+351) 219 958 007 - E-mail: mail@geocontrole.pt - Internet: www.geocontrole.pt

CLIENTE:

Torres Vedras
Câmara Municipal

ESTUDO:

ENCOSTA DO CASTELO
TORRES VEDRAS
ESTUDO GEOTÉCNICO

DESCRIÇÃO:	PERFIS GEOTÉCNICOS INTERPRETATIVOS	ESCALAS:	FICHEIRO: J:\Obras\obra a decorrer\Casa Torres Vedras\Desenho\DES_PGI_CP001.dwg
DEPARTAMENTO:	CONSULTORIA E PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA	1:200	Nº DE ORDEM: 64
CAD	Luís Pereira	PROCESSO: **28224**	DESENHO Nº
TÉCNICO:	Mónica	DATA: 3 março 2025	C P G - 0 0 4

SEM SER PARA O FIM A QUE SE DESTINA ESTE DESENHO SÓ PODE SER REPRODUZIDO NA INTEGRA OU PARCIALMENTE COM AUTORIZAÇÃO EXPRESSA DA GEOCONTROLE
Intel.PF.13.0.1