



ENG GEO[®]
geotechnical engineering

Relatório Geológico-Geotécnico

Eternal Pathway - Unipessoal, Lda

Hotel Douro Valley by Boa

Quinta da Barroca - Queimada - Armamar

12 de Dezembro de 2025

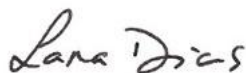
Processo n.º 250294

O presente documento e a informação que dele consta são propriedade da ENGCEO®, estando a sua utilização reservada ao Requerente ou a terceiros por ele autorizados. Os resultados dos ensaios, as peças escritas e as peças desenhadas que integram este Relatório não podem ser reproduzidos nem divulgados, por qualquer meio ou forma, sem o prévio e expresse consentimento da ENGCEO®.



João Campos de Almeida

(Engenheiro Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto,
Membro Efectivo da Ordem dos Engenheiros n.º 64690)



Lara Dias

(Engenheira Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto,
Membro Efectivo da Ordem dos Engenheiros n.º 52252)



Luísa Raquel dos Santos Barbosa

(Geóloga, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto)



Isabel Patrícia Pereira Martins

(Geóloga, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto)



Daniel João Dias Ruivo

(Geólogo, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto)

ÍNDICE

1 INTRODUÇÃO	5
2 ENQUADRAMENTO GEOLÓGICO E HIDROGRÁFICO	8
3 ENQUADRAMENTO SÍSMICO	11
4 PLANO DE PROSPECÇÃO	12
4.1 Sondagem à rotação.....	13
4.2 Nível freático	14
5 CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA	16
5.1 Caracterização geológica - Análise macroscópica dos testemunhos de sondagem	16
5.2 Caracterização geotécnica	21
5.2.1 Resultados dos ensaios <i>in situ</i>	21
5.2.2 Zonamento geotécnico	22
5.2.3 Parâmetros geotécnicos	23
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	25
6.1 Linha de água.....	25
6.2 Escavabilidade e ripabilidade, aptidão para fundação e tensões admissíveis	25
6.3 Condições de fundação	27
7 LIMITAÇÕES DO ESTUDO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO.....	28

Anexos

Anexo A – Planta de localização

Anexo B – *Logs* de sondagem e registo fotográfico

Anexo C – Perfis geológico-geotécnicos interpretativos

Anexo D – Legenda da Carta Geológica

Anexo E – Legenda da Carta Militar

Anexo F – Enquadramento sísmico

Anexo G – Ensaio SPT

Anexo H – Classificação de maciços e simbologia

Bibliografia

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Identificação do local em estudo (adaptado de Google Earth®, 2024).	5
Figura 2 – Fotografias do terreno à data de execução da campanha de prospecção: a) e b) aspecto geral da zona do actual hotel; c) e d) aspecto geral da zona das vinhas.....	7
Figura 3 – Enquadramento do local em estudo num extracto da Folha 14-B Moimenta da Beira da Carta Geológica de Portugal (escala original 1:50 000) (Ferreira <i>et al.</i> , 1987).	8
Figura 4 – Enquadramento do local em estudo na Folha 138 da Carta Militar de Portugal (escala original 1:25 000) (I.G.E.O.E., 1997).	10
Figura 5 – Locais de execução dos furos de sondagem e de instalação dos piezómetros.	12
Figura 6 – Execução dos furos de sondagem: a) S1; b) S3; c) S10 e d) S14.....	13
Figura 7 – Unidades litológicas identificadas nos furos de sondagem.....	17
Figura 8 – Representação gráfica dos resultados dos ensaios SPT: a) em função do furo de sondagem; b) em função das unidades litológicas.....	21

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro I – Aceleração máxima de referência, a_{gR} , a considerar para o local em estudo, em função do tipo de acção sísmica, de acordo com a norma NP EN 1998-1 (2010).	11
Quadro II – Coordenadas e profundidades alcançadas nos furos de sondagem.....	14
Quadro III – Posição do nível freático registada nos piezómetros.....	15
Quadro IV – Proposta de zonamento geotécnico.	23
Quadro V – Valores propostos para as propriedades físicas e características de resistência e de deformabilidade das zonas geotécnicas (domínio dos maciços terrosos).	24
Quadro VI – Valores propostos para as propriedades físicas e características de resistência e de deformabilidade das zonas geotécnicas (domínio dos maciços rochosos).	24
Quadro VII – Caracterização das zonas geotécnicas quanto à escavabilidade e ripabilidade, aptidão para fundação e tensão admissível presumida.	26

1 INTRODUÇÃO

O estudo geológico-geotécnico, de que o presente relatório é parte integrante, foi requerido pela Eternal Pathway - Unipessoal, Lda, ocorrendo no âmbito do projecto de construção do Hotel Douro Valley by Boa no terreno que encontra identificado na Figura 1, localizado na Rua da Carreirinha, em Aldeias, no Concelho de Armamar.



Figura 1 – Identificação do local em estudo (adaptado de Google Earth®, 2024).

Com efeito, o presente estudo teve como propósito reconhecer a área interessada pelo referido projecto. Para esse fim, tendo-se por base a informação recolhida – que envolveu a prospecção mecânica (furos de sondagem complementados pela execução de ensaios SPT) e a instalação de piezómetros –, procedeu-se à respectiva interpretação e consequente processamento, o que permitiu definir um modelo geológico-geotécnico do maciço e estimar as suas propriedades físicas e as características de resistência e de deformabilidade, conforme se encontra descrito nos pontos subsequentes deste documento. Na parte final, tecem-se ainda algumas considerações que visam contribuir para a definição e dimensionamento do projecto, nomeadamente, no que respeita a aspectos de índole geotécnica.

Na Figura 2, por sua vez, podem observar-se quatro fotografias do terreno à data de execução da campanha de prospecção.



a)



b)



c)



d)

Figura 2 – Fotografias do terreno à data de execução da campanha de prospecção: a) e b) aspecto geral da zona do actual hotel; c) e d) aspecto geral da zona das vinhas.

2 ENQUADRAMENTO GEOLÓGICO E HIDROGRÁFICO

O local em estudo insere-se, do ponto de vista geológico, no contacto entre a Formação de Pinhão (Pi) e o granito de Queimada ($\gamma\pi g$), conforme se encontra representado na Folha 14-B Moimenta da Beira da Carta Geológica de Portugal à escala 1:50 000, cujo extracto constitui a Figura 3.

Sobrejacentemente a estas formações podem ocorrer aterros resultantes da ocupação antrópica dos terrenos e ou solos de cobertura com matéria orgânica.

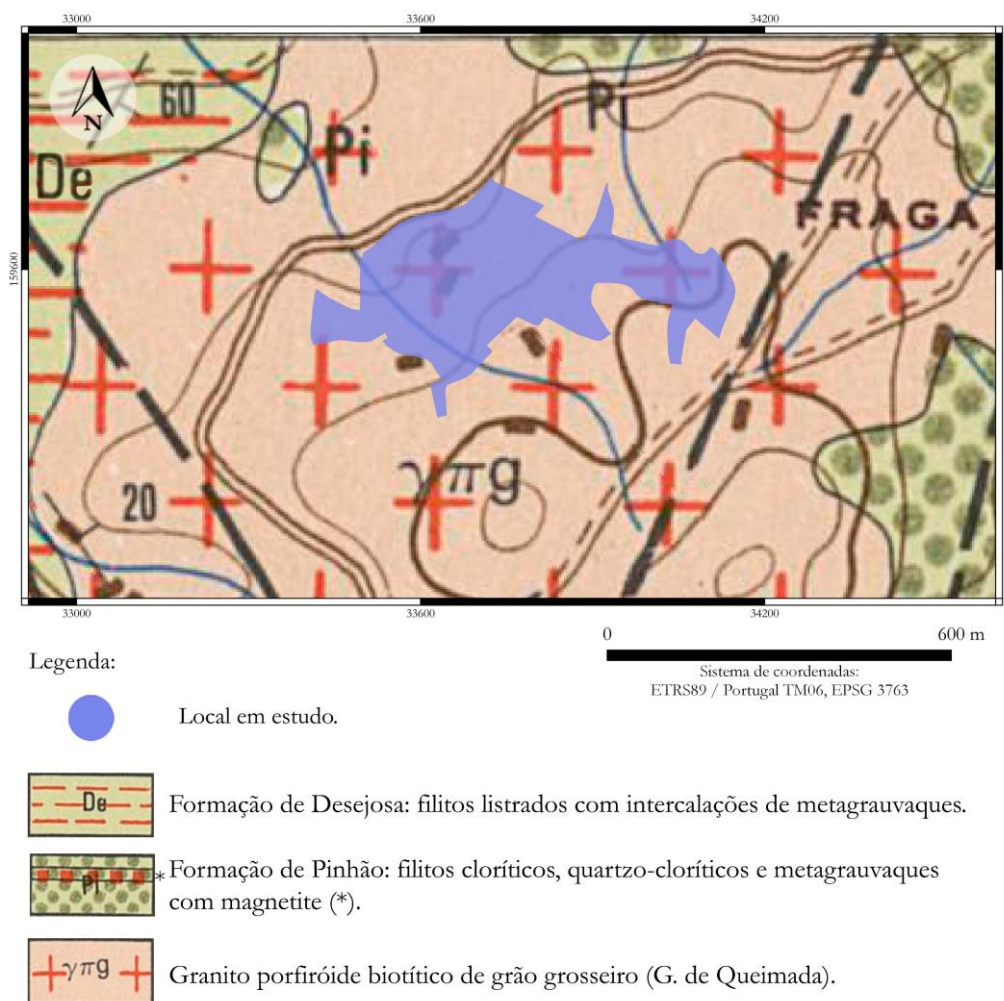


Figura 3 – Enquadramento do local em estudo num extracto da Folha 14-B Moimenta da Beira da Carta Geológica de Portugal ⁽¹⁾ (escala original 1:50 000) (Ferreira *et al.*, 1987).

⁽¹⁾ No Anexo D pode consultar-se a legenda integral da Folha 14-B Moimenta da Beira da Carta Geológica de Portugal à escala 1:50 000.

De acordo com a Notícia Explicativa da referida Carta Geológica (Ferreira *et al.*, 1994), “A Formação de Pinhão aflora numa extensa mancha na região de Armamar, no canto noroeste da carta e nas proximidades da povoação de Pereira. (...) Na região de Armamar esta unidade desenvolve-se por um largo sinclinal e está bastante transformada por acção de metamorfismo de contacto, onde são frequentes os micaxistos biotíticos, por vezes com andaluzite mascarando o aspecto finamente estratificado. As litologias metagrauváquicas adquirem aqui esporadicamente espessuras decimétricas (raramente métricas) estando com frequência transformadas em rochas calcossilicatadas e escarnitos dada a presença de matriz carbonatada. (...) No sector W da região entre o rio Távora e a povoação de Pereira, observam-se duas pequenas manchas. A mancha N desenha um sinclinal, cujo núcleo é ocupado pela Formação de Desejosa à qual passa gradualmente. À entrada da povoação de Pereira pode observar-se afloramento com impregnação de magnetite. São filitos cloríticos a quartzo-cloríticos verdes com leitos psamíticos centimétricos intercalados. (...)”

Este granito [granito de Queimada] ocorre numa pequena mancha de 2 km² no canto NW da carta, nela se localizando a povoação de Queimada. (...) É um granito porfiróide, de grão grosseiro, essencialmente biotítico. Os megacristais são de grandes dimensões, tendo por vezes contorno mal definido atingindo facilmente os 10 cm no seu eixo maior. Dispõem-se normalmente de forma aleatória, embora localmente pareçam orientar-se paralelamente aos contactos.”

Em complemento à informação constante da Carta Geológica, apresenta-se na Figura 4 uma reprodução parcial da Folha 138 da Carta Militar de Portugal, que representa, entre outros, a morfologia e a rede hidrográfica da zona em estudo.

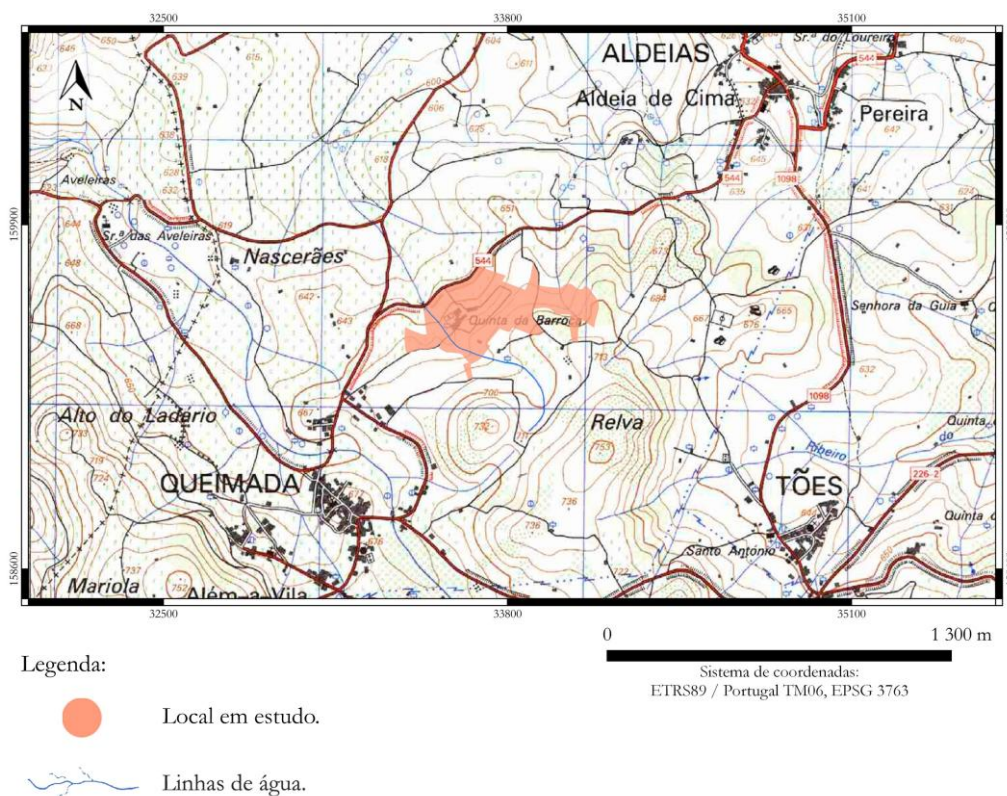


Figura 4 – Enquadramento do local em estudo na Folha 138 da Carta Militar de Portugal ⁽²⁾ (escala original 1:25 000) (I.G.E.O.E., 1997).

Da análise conjunta das Figuras 4 e 5, verifica-se que o terreno interessado pelo presente estudo é atravessado por uma linha de água.

⁽²⁾ No Anexo E pode consultar-se a legenda integral da Carta Militar de Portugal à escala 1:25 000.

3 ENQUADRAMENTO SÍSMICO

Com o objectivo de contemplar os dois cenários de geração de sismos que podem afectar Portugal, a norma portuguesa NP EN 1998-1 (Eurocódigo 8 – Projecto de estruturas para resistência aos sismos – Parte 1: Regras gerais, acções sísmicas e regras para edifícios.) prevê dois tipos de acção sísmica:

- acção sísmica tipo 1 – corresponde a um cenário designado de afastado, referente, em geral, aos sismos com epicentro na região Atlântica;
- acção sísmica tipo 2 – corresponde a um cenário designado de próximo, referente, em geral, aos sismos com epicentro no território Continental, ou no Arquipélago dos Açores.

A cada tipo de acção sísmica está associado um zonamento sísmico específico, conforme se pode constatar da análise da Figura F.1 do Anexo F. Com base nesta figura conclui-se que, para o local em estudo, à acção sísmica tipo 1 corresponde a zona sísmica 1.6, enquanto à acção sísmica tipo 2 corresponde a zona sísmica 2.5.

Atendendo agora ao Quadro F.I do mesmo anexo, que permite obter, para cada tipo de acção sísmica, a aceleração máxima de referência em função da respectiva zona sísmica, constata-se que a_{gR} assume os valores de 0,35 e 0,8 m/s², respectivamente, para acção sísmica tipo 1 – zona sísmica 1.6 – e acção sísmica tipo 2 – zona sísmica 2.5. Esta informação encontra-se resumida no Quadro I.

Quadro I – Aceleração máxima de referência, a_{gR} , a considerar para o local em estudo, em função do tipo de acção sísmica, de acordo com a norma NP EN 1998-1 (2010).

Acção sísmica Tipo 1		Acção sísmica Tipo 2	
Zona sísmica	a_{gR} (m/s ²)	Zona sísmica	a_{gR} (m/s ²)
1.6	0,35	2.5	0,8

No que respeita ao tipo de terreno a adoptar na elaboração do projecto, para se ter em consideração a influência das condições locais na acção sísmica, poder-se-ão realizar ensaios através do método MASW (*Multichannel Analysis of Surface Waves*). Através deste método, o terreno é classificado de acordo com o valor da velocidade média das ondas de corte ($v_{s,30}$). Em alternativa, e de forma aproximada, poder-se-á recorrer ao valor do ensaio SPT, conforme consta do Quadro 3.1 da norma NP EN 1998-1 (*vide* Anexo F).

4 PLANO DE PROSPECÇÃO

A campanha de prospecção geológico-geotécnica consistiu na execução dos seguintes trabalhos:

- quatorze sondagens à rotação complementadas pela realização de ensaios SPT ⁽³⁾ (*standard penetration test*);
- cinco piezómetros.

Os locais prospectados encontram-se assinalados na Figura 5 e no Anexo A, sendo de referir que os piezómetros foram instalados nos furos de sondagem S1/Pz, S2/Pz, S4/Pz, S5/Pz e S6/Pz.

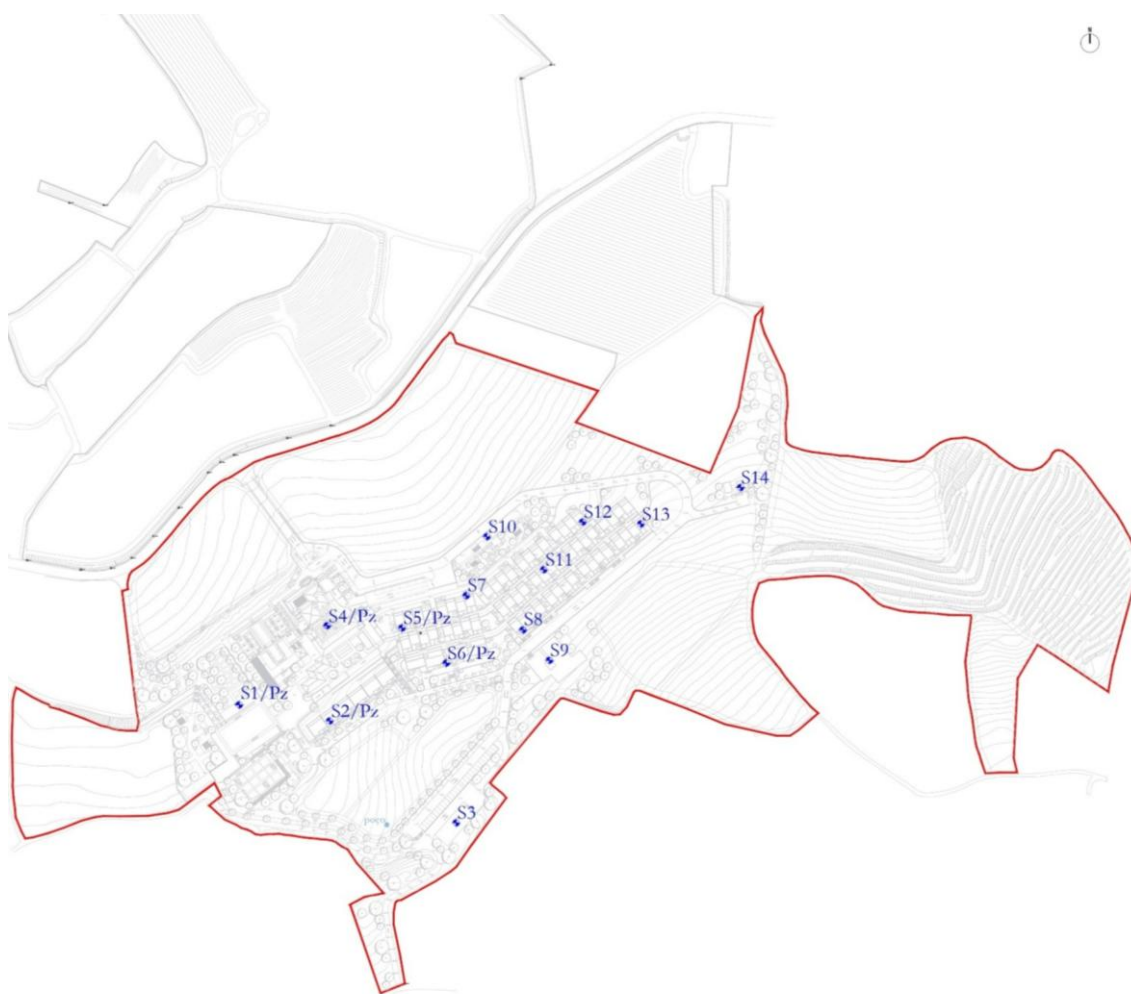


Figura 5 – Locais de execução dos furos de sondagem e de instalação dos piezómetros.

⁽³⁾ No Anexo G encontra-se uma breve descrição do ensaio SPT.

4.1 Sondagem à rotação

Os furos de sondagem foram realizados à rotação com amostrador de parede dupla, com recurso à injeção de água para assegurar o arrefecimento da ferramenta de corte e a limpeza dos próprios furos. Na Figura 6 apresentam-se fotografias da execução de quatro furos de sondagem.



Figura 6 – Execução dos furos de sondagem: a) S1; b) S3; c) S10 e d) S14.

Conforme já foi referido, a realização dos furos de sondagem foi complementada pela execução de ensaios SPT, de acordo com a norma EN ISO 22476-3 (*Geotechnical investigation and testing – Field testing – Part 3: Standard Penetration Test*).

Os testemunhos de sondagem e as amostras recolhidas com o amostrador do ensaio SPT foram devidamente acondicionados e analisados macroscopicamente. A informação que daqui resultou encontra-se compilada nos respectivos *logs*, constituindo o Anexo B ao presente documento. Por sua vez, no Quadro II encontra-se resumida alguma informação relativa aos furos de sondagem realizados.

Quadro II – Coordenadas e profundidades alcançadas nos furos de sondagem.

Designação do furo de sondagem	Coordenadas ⁽⁴⁾			Profundidade de reconhecimento (m)
	M	P	Z	
S1/Pz	33560,856	159501,803	653,050	4,53
S2/Pz	33620,118	159491,277	662,379	6,04
S3	33703,075	159424,509	675,382	6,03
S4/Pz	33618,429	159553,810	658,439	4,53
S5/Pz	33667,544	159552,247	661,640	4,54
S6/Pz	33696,546	159529,252	666,612	7,75
S7	33709,711	159573,505	660,758	7,55
S8	33746,813	159551,020	670,580	6,03
S9	33764,210	159531,025	676,225	6,03
S10	33723,135	159612,202	655,998	6,06
S11	33760,484	159590,476	664,830	7,58
S12	33785,975	159621,854	664,438	6,05
S13	33824,098	159620,554	670,840	7,75
S14	33889,510	159644,441	673,861	9,00

4.2 Nível freático

Com o objectivo de determinar a posição do nível freático, uma vez concluídos os furos de sondagem S1/Pz, S2/Pz, S4/Pz, S5/Pz e S6/Pz, foi instalado no interior de cada um destes furos, ao longo de todo o comprimento, um tubo piezométrico de PVC com um diâmetro interno de 45 mm, crepinado e envolto em geotêxtil.

Com efeito, no Quadro III apresenta-se a posição do nível freático registada na campanha de leitura realizada no dia 11 de Novembro de 2025.

⁽⁴⁾ As coordenadas dos locais de execução dos furos de sondagem foram obtidas através de levantamento topográfico (sistema ETRS89 / Portugal TM06, EPSG 3763). O valor da cota (Z) corresponde à superfície do terreno.

Quadro III – Posição do nível freático registada nos piezómetros.

Designação do piezómetro	Cota da superfície do terreno (m)	Posição do nível freático medida a 11/11/2025 às 14h30m.	
		Profundidade ⁽⁵⁾ (m)	Cota (m)
S1/Pz	653,050	seco ⁽⁶⁾	-
S2/Pz	662,379	seco ⁽⁶⁾	-
S4/Pz	658,439	seco ⁽⁶⁾	-
S5/Pz	661,640	seco ⁽⁶⁾	-
S6/Pz	666,612	6,32 (registo possivelmente influenciado pela água injectada durante a execução da sondagem, pelo que se recomenda a realização de leituras adicionais).	-

Em complemento à informação constante do Quadro III, importa referir que, pelo facto de o período de monitorização ter sido muito curto, recomenda-se que sejam realizadas leituras adicionais da posição do nível freático para avaliar se o nível de água medido no piezómetro S6/Pz, no dia 11 de Novembro de 2025, ainda se encontra influenciado pela água injectada durante a execução da respectiva sondagem.

⁽⁵⁾ Profundidade medida a partir da superfície do terreno.

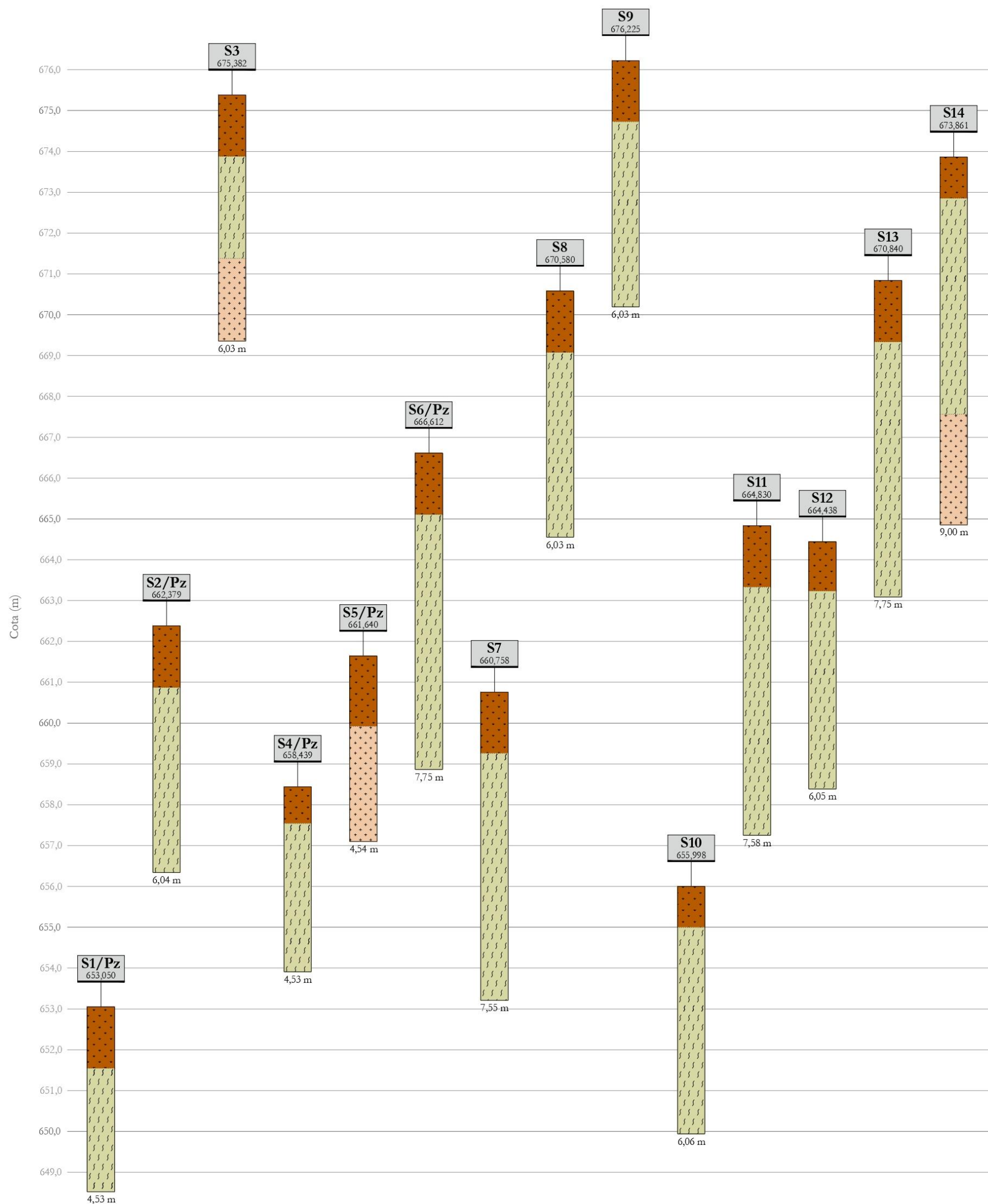
⁽⁶⁾ No período compreendido entre a conclusão da campanha de prospecção e a emissão do presente relatório geológico-geotécnico não foi detectada a presença de água no interior dos piezómetros S1/Pz, S2/Pz, S4/Pz e S5/Pz.

5 CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA

5.1 Caracterização geológica - Análise macroscópica dos testemunhos de sondagem

As amostras recolhidas nos furos de sondagem foram analisadas macroscopicamente quanto à estratigrafia, presença de matéria orgânica (cor e odor), granulometria, cor, percentagem de recuperação, estado de alteração, intersecção de fracturas e índice RQD. A descrição decorrente desta observação consta dos respectivos *logs* que constituem o Anexo B.

Na Figura 7, por sua vez, representam-se as unidades litológicas identificadas nos quatorze furos de sondagem.



Simbologia

- (sc) Aterros e solos com matéria orgânica.
- (Pi) Filitos e metagrauvasques, decompostos (W₃) a pouco alterados (W₂).
- (γπg) Granito porfiróide, biotítico, de grão grosseiro, muito alterado (W₄) a pouco alterado (W₂).

Figura 7 – Unidades litológicas identificadas nos furos de sondagem.

Em complemento à Figura 7, e de acordo com os testemunhos recolhidos nos furos de sondagem, de seguida efectua-se uma descrição das respectivas litologias:

o **(sc) Aterros e solos com matéria orgânica.**

Esta camada foi detectada em todos os furos de sondagem, desenvolvendo-se desde a superfície do terreno até uma profundidade máxima variável entre 0,9 e 1,7 m. De acordo com a amostragem disponível, é constituída por solos com matéria orgânica de aparência areno-siltosa a areno-argilo-siltosa ⁽⁷⁾, de cor castanha, castanho-alaranjada e castanho-escura, com pequenas raízes de plantas, vários resíduos (cerâmicos, plástico e betão) e blocos rochosos dispersos (dimensão máxima observada nos testemunhos de sondagem de 15 cm).

o **(Pi) Filitos e metagrauvaques, de cor cinzenta, com os seguintes estados de alteração: ⁽⁸⁾**

▪ **Decompostos (W₅)**

Este estado de alteração foi identificado em todos os furos de sondagem, excepto nas sondagens S1/Pz, S4/Pz e S5/Pz, ocorrendo subjacentemente à camada de aterros e solos com matéria orgânica descrita no ponto anterior. O material rochoso encontra-se completamente alterado ao ponto de se desintegrar num solo de aparência argilosa a areno-argilo-siltosa, por vezes, com cascalho (pequenos fragmentos resistentes de rocha). A alteração confere ao material rochoso uma cor castanha, castanho-alaranjada e castanho-ferruginosa. Os resultados dos ensaios SPT variaram entre 16 e 60 pancadas, aos quais correspondem materiais medianamente compactos a muito compactos. ⁽⁹⁾ O índice RQD assume o valor de 0%, podendo, contudo, apresentar valores superiores associados à possível presença de blocos resistentes de rocha. ⁽¹⁰⁾

▪ **Muito alterados (W₄)**

O material rochoso é maioritariamente friável. A rocha sã ou com coloração é, pontualmente, observada numa estrutura descontínua (blocos resistentes de rocha). A alteração confere ao material rochoso uma cor castanha, castanho-amarelada e castanho-ferruginosa. Os testemunhos de sondagem correspondentes a este estado de alteração do maciço rochoso foram recolhidos a diferentes profundidades em todos os furos de sondagem, com excepção das sondagens S4/Pz, S5/Pz, S8 e S9. Obtiveram-se resultados de 60 pancadas do

⁽⁷⁾ Classificação macroscópica baseada na observação visual e tátil das amostras recolhidas nos furos de sondagem e na escala granulométrica presente na Figura H.1 do Anexo H.

⁽⁸⁾ Estado de alteração de maciços rochosos definido de acordo com a classificação presente no Quadro H.II do Anexo H.

⁽⁹⁾ Compacidade de um solo definida de acordo com a classificação do Quadro H.I do Anexo H.

⁽¹⁰⁾ Índice de qualidade de rochas definido de acordo com a classificação apresentada no Quadro H.IV do Anexo H.

ensaio SPT (materiais muito compactos). A intersecção de fracturas varia, maioritariamente, de muito próxima a próxima ($F_{5,4}$) e, pontualmente, medianamente afastada (F_3). O índice RQD assume valores compreendidos entre 0% e 27%.

▪ **Medianamente alterados a muito alterados (W_3 - W_4) e medianamente alterados (W_3)**

O material rochoso encontra-se bastante enfraquecido pela alteração, sendo parcialmente friável. A alteração confere ao material rochoso uma cor castanha, castanho-amarelada e castanho-ferruginosa. Os testemunhos de sondagem correspondentes a estes estados de alteração do maciço rochoso foram recolhidos a diferentes profundidades nas sondagens S1/Pz, S2/Pz, S4/Pz, S6/Pz, S8, S12 e S13. A intersecção de fracturas varia, maioritariamente, de medianamente afastada (F_3) e, pontualmente, de muito próxima a próxima ($F_{5,4}$). O índice RQD assume valores compreendidos entre 53% e 80%.

▪ **Medianamente alterados a pouco alterados (W_3 - W_2) e pouco alterados a medianamente alterados (W_2 - W_3)**

Toda a rocha apresenta coloração devido à alteração (cor castanha e castanho-ferruginosa) e encontra-se mais enfraquecida do que no seu estado são. Os testemunhos de rocha correspondentes a estes estados de alteração foram recolhidos nos furos de sondagem S1/Pz e S10, a diferentes profundidades. As superfícies das descontinuidades apresentam-se oxidadas e encontram-se preenchidas. Regista-se a presença de fracturas sub-horizontais, subverticais e inclinadas (30° e 50°). A intersecção de fracturas varia, maioritariamente, de medianamente afastada a afastada ($F_{3,2}$) e, pontualmente, de muito próxima a próxima ($F_{5,4}$). O índice RQD assume valores compreendidos entre 70% e 90%.

▪ **Pouco alterados (W_2)**

Toda a rocha apresenta coloração devido à alteração (cor castanha e castanho-ferruginosa) e encontra-se ligeiramente mais enfraquecida do que no seu estado são. Este estado de alteração foi identificado nas sondagens S4/Pz, S7, S8, S9, S10 e S13, a diferentes profundidades. As superfícies das descontinuidades apresentam-se oxidadas e encontram-se preenchidas. Regista-se a presença de fracturas sub-horizontais, subverticais e inclinadas (45° , 50° e 60°). A intersecção de fracturas varia, maioritariamente, de medianamente afastada a afastada ($F_{3,2}$). O índice RQD assume valores compreendidos entre 70% e 91%.

o (γπg) **Granito porfíroide, biotítico, de grão grosseiro, de cor cinzenta, com os seguintes estados de alteração:**

▪ **Muito alterado (W₄)**

O material rochoso é maioritariamente friável. A rocha sã ou com coloração é, pontualmente, observada numa estrutura descontínua (blocos resistentes de rocha). A alteração confere ao material rochoso uma cor castanha, castanho-amarelada, castanho-alaranjada e castanho-ferruginosa. Os testemunhos de sondagem correspondentes a este estado de alteração do maciço rochoso foram recolhidos a diferentes profundidades nos furos de sondagem S5/Pz e S14. Obtiveram-se resultados de 60 pancadas do ensaio SPT (materiais muito compactos). A intersecção de fracturas varia, maioritariamente, de muito próxima a próxima (F_{5,4}). O índice RQD assume valores compreendidos entre 0% e 10%, podendo, contudo, apresentar valores superiores associados à possível presença de blocos resistentes de rocha.

Medianamente alterado (W₃)

O material rochoso encontra-se bastante enfraquecido pela alteração, sendo parcialmente friável. A alteração confere ao material rochoso uma cor castanha e castanho-ferruginosa. Os testemunhos de sondagem correspondentes a estes estados de alteração do maciço rochoso foram recolhidos a diferentes profundidades nas sondagens S5/Pz e S14. As fracturas encontram-se, maioritariamente, medianamente afastadas (F₃). O índice RQD assume um valor de 80%.

▪ **Pouco alterado a medianamente alterado (W₂-W₃)**

Toda a rocha apresenta coloração devido à alteração (cor castanha e castanho-ferruginosa) e encontra-se mais enfraquecida do que no seu estado sã. Os testemunhos de rocha correspondentes a estes estados de alteração foram recolhidos no final do furo de sondagem S3. As superfícies das descontinuidades apresentam-se oxidadas e encontram-se preenchidas. Regista-se a presença de fracturas sub-horizontais e subverticais. A intersecção de fracturas varia, maioritariamente, de medianamente afastada a afastada (F_{3,2}) e, pontualmente, de muito próxima a próxima (F_{5,4}). O índice RQD assume um valor de 90%.

▪ **Pouco alterado (W₂)**

Toda a rocha apresenta coloração devido à alteração (cor castanho-ferruginosa) e encontra-se ligeiramente mais enfraquecida do que no seu estado sã. Este estado de alteração foi identificado no final da sondagem S14. As fracturas encontram-se afastadas (F₂).

5.2.2 Zonamento geotécnico

A definição do modelo geotécnico do maciço prospectado e a atribuição de valores aos parâmetros geotécnicos teve por base a interpretação da informação que a campanha de prospecção permitiu obter, conjugada com a consulta de bibliografia da especialidade.

O critério adoptado na definição das várias unidades que constituem o modelo geotécnico baseou-se na análise de diferentes aspectos, de entre os quais se destacam:

- unidades litoestratigráficas;
- características dos solos e rochas, nomeadamente, presença de matéria orgânica, granulometria, intersecção de fracturas, estado de alteração e índice RQD;
- resultados dos ensaios SPT;
- escavabilidade e ripabilidade dos materiais aferida a partir das propostas de Pettifer e Fookes (1994) e Santos Fonseca (2011), apresentadas na Figura H.2 e no Quadro H.VI do Anexo H.

Com base nestes critérios foram definidas sete zonas geotécnicas que se encontram discriminadas no Quadro IV. Em complemento, foram elaborados nove perfis geológico-geotécnicos interpretativos com o objectivo de representar o desenvolvimento expectável das diferentes zonas geotécnicas entre os locais de sondagem. Os referidos perfis constam do Anexo C, sendo de mencionar que estes consistem numa interpretação possível e simplificada do comportamento do maciço baseada na informação que a campanha de prospecção permitiu obter.

Quadro IV – Proposta de zonamento geotécnico.

Zona geotécnica	Descrição litológica
 ZG7	Aterros e solos com matéria orgânica.
 ZG6	Filitos e metagrauvaques decompostos (W ₅), com resultados do ensaio SPT compreendidos entre 16 e 30 pancadas. O índice RQD assume valores compreendidos entre 0% e 15%.
 ZG5	Filitos e metagrauvaques decompostos (W ₅), com resultados do ensaio SPT compreendidos entre 31 e 59 pancadas. O índice RQD assume valores compreendidos entre 0% e 15%.
 ZG4	Granito, filitos e metagrauvaques decompostos (W ₅) e muito alterados (W ₄), com resultados do ensaio SPT iguais ou superiores a 60 pancadas. A intersecção de fracturas varia, maioritariamente, de muito próxima a próxima (F _{5,4}) e, pontualmente, medianamente afastada (F ₃). O índice RQD assume valores compreendidos entre 0% e 27%.
 ZG3	Granito, filitos e metagrauvaques medianamente alterados a muito alterados (W ₃ -W ₄) e medianamente alterados (W ₃). A intersecção de fracturas varia de muito próxima a próxima (F _{5,4}) a medianamente afastada (F ₃). O índice RQD assume valores compreendidos entre 26% e 53%.
 ZG2	Granito, filitos e metagrauvaques medianamente alterados (W ₃), medianamente alterados a pouco alterados (W ₃ -W ₂) e pouco alterados a medianamente alterados (W ₂ -W ₃). A intersecção de fracturas varia, maioritariamente, de medianamente afastada a afastada (F _{3,2}) e, pontualmente, de muito próxima a próxima (F _{5,4}). O índice RQD assume valores compreendidos entre 76% e 100%.
 ZG1	Granito, filitos e metagrauvaques pouco alterados (W ₂). A intersecção de fracturas varia, maioritariamente, de medianamente afastada (F ₃) a afastada (F ₂) e, pontualmente, de muito próxima a próxima (F _{5,4}). O índice RQD assume valores compreendidos entre 90% e 100%.

5.2.3 Parâmetros geotécnicos

Tendo em consideração o modelo geotécnico apresentado no ponto anterior, propõem-se, nos Quadros V e VI, valores para os respectivos parâmetros geotécnicos.

Quadro V – Valores propostos para as propriedades físicas e características de resistência e de deformabilidade das zonas geotécnicas (domínio dos maciços terrosos).

Zona geotécnica	Parâmetros geotécnicos ⁽¹¹⁾			
	γ (kN/m ³)	c' (kPa)	ϕ' (°)	E' (MPa)
 ZG7	17 a 18	< 5	< 26	< 5
 ZG6	19 a 20	8 a 20	27 a 29	10 a 25
 ZG5	20 a 21	20 a 35	29 a 31	25 a 40

Quadro VI – Valores propostos para as propriedades físicas e características de resistência e de deformabilidade das zonas geotécnicas (domínio dos maciços rochosos).

Zona geotécnica	Parâmetros geotécnicos ⁽¹²⁾						
	RMR (modificado de Bieniawski, 1989)	GSI (Geological Strength Index)	σ_{ci} ⁽¹³⁾ (MPa)	γ_{mr} (kN/m ³)	c_{mr} (MPa)	ϕ_{mr} (°)	E_{mr} (GPa)
 ZG4	9 a 12	35 a 40	1 a 5	22 a 24	0,03 a 0,19	23 a 25	0,07 a 0,17
 ZG3	18 a 24	35 a 40	5 a 25	24 a 25	0,17 a 1,03	23 a 26	0,34 a 1,58
 ZG2	31 a 42	45 a 55	25 a 50	25 a 26	1,03 a 2,44	26 a 29	2,98 a 6,31
 ZG1	54 a 75	50 a 70	50 a 130	25 a 26	2,24 a 8,71	28 a 33	7,07 a 12,59

Na elaboração do projecto recomenda-se que seja adoptada a combinação mais desfavorável da gama de valores propostos nos quadros anteriores para os diversos parâmetros. Os valores de cálculo poderão ser determinados através da aplicação dos coeficientes parciais de segurança, em conformidade com o que se preconiza na norma NP EN 1997-1 (Eurocódigo 7 – *Projecto geotécnico. Parte 1: Regras gerais*).

⁽¹¹⁾ Valores deduzidos com base em correlações a partir dos resultados do ensaio SPT.

⁽¹²⁾ Valores obtidos com o programa Roclab[®] 1.033 a partir da classificação RMR (*Rock Mass Rating*). Relativamente à simbologia adoptada nos Quadros V e VI, sugere-se a consulta do ponto 2 do Anexo H.

⁽¹³⁾ Os intervalos propostos para a resistência à compressão uniaxial da rocha intacta baseiam-se na estimativa proposta por ISRM (1981) (Quadro H.V do Anexo H).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

6.1 Linha de água

A linha de água que se encontra representada na Carta Militar de Portugal (*vide* Figura 4), atravessa o terreno em estudo.

Neste contexto, admitindo-se a continuidade de processos hidrológicos activos ao longo do traçado da referida linha de água, designadamente de infiltração e escoamento subterrâneo, recomenda-se, entre outras medidas, que sejam cumpridas as exigências legais no que respeita à utilização dos recursos hídricos e que se proceda à monitorização do nível freático ao longo do ano hidrológico.

6.2 Escavabilidade e ripabilidade, aptidão para fundação e tensões admissíveis

Da análise conjunta dos resultados obtidos no presente estudo, apresenta-se, no Quadro VII, a caracterização das zonas geotécnicas no que respeita à escavabilidade e ripabilidade, aptidão para fundação e tensão admissível presumida.

Quadro VII – Caracterização das zonas geotécnicas quanto à escavabilidade e ripabilidade, aptidão para fundação e tensão admissível presumida.

Zona geotécnica	Escavabilidade e ripabilidade ⁽¹⁴⁾	Aptidão para fundação ⁽¹⁵⁾	Tensão admissível presumida (kPa)
 ZG7	Variável, em função dos materiais constituintes do aterro. ⁽¹⁶⁾	Inapta.	-
 ZG6	Escavação mecânica fácil (Caterpillar 245). ⁽¹⁶⁾	Fraca (capacidade de carga reduzida; moderada susceptibilidade a assentamentos) Nota: elementos de fundação instalados nesta zona geotécnica deverão ficar interligados por vigas de fundação ou deverá ser executado um ensoleiramento geral.	150 a 200 ⁽¹⁶⁾
 ZG5	Escavação mecânica fácil (Caterpillar 245). ⁽¹⁶⁾	Razoável (capacidade de carga intermédia).	300 a 400 ⁽¹⁶⁾
 ZG4	Escavação mecânica difícil a muito difícil (Caterpillar 245) a escarificação fácil (Caterpillar D8 ripper). ⁽¹⁶⁾	Boa.	400 a 500 ⁽¹⁷⁾
 ZG3	Escarificação fácil a difícil (Caterpillar D8 ripper conjugado com martelo hidráulico).	Boa.	500 a 1000 ⁽¹⁷⁾
 ZG2	Escarificação difícil (Caterpillar D9 ripper conjugado com martelo hidráulico) a desmonte com explosivos, fio diamantado, caldas expansivas, etc. ⁽¹⁸⁾	Boa a muito boa.	1000 a 2500 ⁽¹⁷⁾
 ZG1	Escarificação extremamente difícil (martelo hidráulico conjugado com Caterpillar D9 ripper) a desmonte com explosivos, fio diamantado, caldas expansivas, etc. ⁽¹⁸⁾	Muito boa a excelente.	2500 a 5000 ⁽¹⁷⁾

Notas: o zonamento geotécnico proposto resulta da interpretação da informação obtida na presente campanha de prospecção. Importa, por isso, salientar que, devido à heterogeneidade intrínseca das formações rochosas, poderão ocorrer heterogeneidades que não se encontram reflectidas na proposta de zonamento geotécnico apresentada no Quadro IV e, por conseguinte, nos Quadros V, VI e VII e nos perfis geológico-geotécnicos interpretativos constantes do Anexo C.

⁽¹⁴⁾ Escavabilidade e ripabilidade de maciços aferida a partir das propostas de Pettifer e Fookes (1994) e Santos Fonseca (2011), apresentadas na Figura H.2 e no Quadro H.VI do Anexo H.

⁽¹⁵⁾ Aptidão para fundação definida em função da natureza e do estado de compacidade actual dos materiais (*in situ*), desde que seja garantida uma distância à linha de água que não comprometa a estabilidade do terreno de fundação.

⁽¹⁶⁾ Tensão admissível presumida de fundações superficiais em solos, considerando um assentamento de 25 mm e uma largura da fundação superior a 1,0 m. Os valores propostos por este método empírico poderão ser adoptados para pré-dimensionamento das fundações, carecendo de validação a partir de outros métodos, como por exemplo o sugerido no Anexo D da norma NP EN 1997-1. Neste último caso, a tensão admissível poderá ser obtida através da aplicação de um factor de segurança de 3 ao valor da capacidade resistente do terreno ao carregamento.

⁽¹⁷⁾ Tensão admissível presumida de fundações superficiais quadradas em rocha, baseada na proposta do Eurocódigo 7 (EN 1997-1, Anexo H), admitindo que a estrutura pode tolerar assentamentos até 0,5% da largura da fundação. Os valores da capacidade resistente presumida para outros assentamentos poderão ser obtidos através de uma proporção directa, sendo limitada pela resistência à compressão do betão da sapata.

⁽¹⁸⁾ Dado o enquadramento urbano da área em estudo, não se recomenda o recurso a técnicas correntes de desmonte com explosivos.

6.3 Condições de fundação

Os resultados dos ensaios realizados no âmbito do presente estudo indicam que, às cotas actuais do terreno, nos locais de execução das sondagens S1/Pz, S2/Pz, S3, S4/Pz, S5/Pz, S6/Pz, S7, S8, S9, S10, S11, S12, S13 e S14, ocorre uma camada de aterros e solos com matéria orgânica que se desenvolve até profundidades variáveis entre, aproximadamente, 0,9 e 1,7 m (zona geotécnica ZG7 identificada no Quadro IV). Esta camada encima o substrato rochoso localmente constituído por granitos, filitos e metagrauvaques decompostos (W₃) a pouco alterados (W₂).

Os materiais representados pela zona geotécnica ZG7 (aterros e solos com matéria orgânica), quer pela sua natureza, quer pelas características geomecânicas que apresentam, estão, à partida, excluídos de poderem ser considerados para acomodar os elementos de fundação e os pavimentos das estruturas a construir, bem como de eventuais aterros.

Qualquer uma das restantes zonas geotécnicas poderá ser eleita para a instalação dos elementos de fundação das futuras estruturas, desde que seja garantida uma distância adequada à linha de água que não comprometa a estabilidade do terreno de fundação, e que sejam cumpridas as verificações relativas aos Estados Limites Últimos e Estados Limites de Utilização. Neste âmbito, tendo em vista a minimização e uniformização dos assentamentos, poder-se-á recorrer a uma solução de fundação do tipo directo materializada através de sapatas isoladas interligadas com vigas de fundação. Para efeito de dimensionamento, poder-se-á adoptar um valor conservativo de 150 kPa para a tensão admissível do terreno de fundação.

Sem prejuízo de outros aspectos que deverão ser considerados aquando da elaboração do projecto, dever-se-á atender:

- à presença de uma linha de água (*vide* capítulo 2. Enquadramento geológico e hidrográfico) e à necessidade de monitorização do nível freático ao longo do ano hidrológico;
- à instabilidade dos solos na zona de influência da linha de água, decorrente do escoamento subterrâneo;
- à presença de rocha de elevada resistência (zonas geotécnicas ZG3, ZG2 e ZG1);
- à eventual agressividade química do solo e da água subterrânea em relação ao betão, recomendando-se, para o efeito, a realização de ensaios laboratoriais de acordo com a norma NP 206-1: 2013+A2:2021 *Betão - Parte 1: Especificação, desempenho, produção e conformidade*.

7 LIMITAÇÕES DO ESTUDO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO

O presente relatório foi elaborado com base nos resultados obtidos nos furos de sondagem S1/Pz, S2/Pz, S3, S4/Pz, S5/Pz, S6/Pz, S7, S8, S9, S10, S11, S12, S13 e S14 e nos piezómetros S1/Pz, S2/Pz, S4/Pz, S5/Pz e S6/Pz.

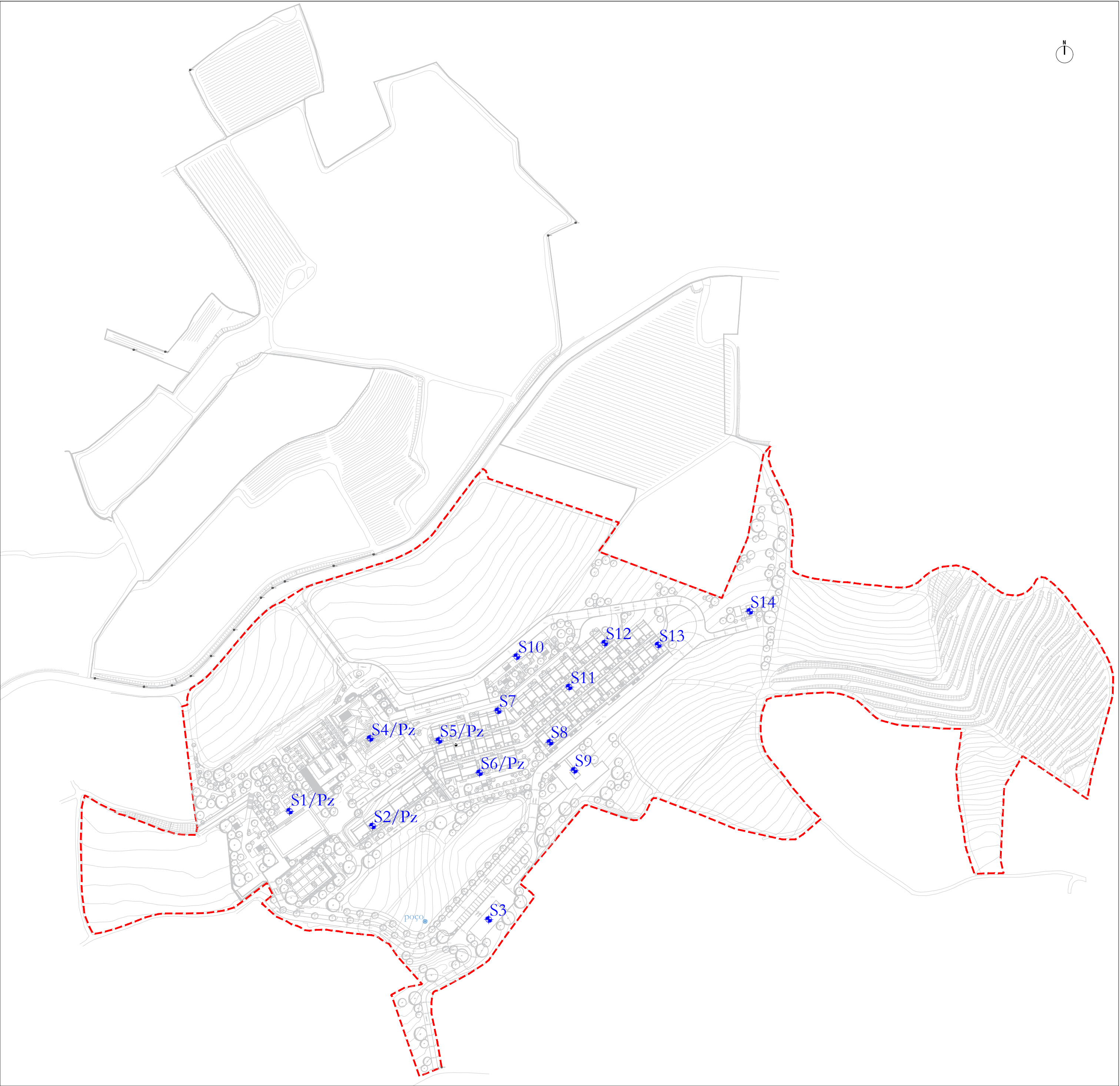
Tratando-se de uma campanha de prospecção baseada em ensaios e amostragens pontuais, é provável que se registem heterogeneidades entre os furos de sondagem que não se encontram reflectidas nos perfis geológico-geotécnicos interpretativos, simplificados, constantes do Anexo C. Com efeito, importa destacar que qualquer interpolação ou extrapolação de resultados acarreta, necessariamente, incertezas que só poderão ser minimizadas com a execução de sondagens adicionais e ou aplicação de métodos de prospecção complementares.

Caso o projecto preveja a execução de movimentos de terras em escavação junto a edifícios existentes, recomenda-se que seja realizado um estudo complementar considerando, entre outras, a informação resultante da execução de poços de reconhecimento das fundações daqueles edifícios, tendo em vista a obtenção da informação necessária à elaboração e optimização do projecto.

Importa igualmente referir que, apesar de não ter sido detectada qualquer anomalia durante os trabalhos de perfuração – como, por exemplo, condutas ou cavidades compatíveis com minas de água subterrâneas –, não se poderá descartar a sua eventual presença. Com efeito, caso existam registos da presença deste tipo de infraestruturas nas imediações do terreno em estudo, recomenda-se a realização de um estudo complementar.

ANEXO A

Plantas de localização



Legenda

- Limite do terreno em estudo.
- Sondagem à rotação com realização de ensaios SPT (Pz - sondagem com instalação de piezómetro).
- Perfil geológico-geotécnico interpretativo.
- Poço de captação de água.



Requerente: Eternal Pathway - Unipessoal, Lda

Designação do processo: Hotel Douro Valley by Boa

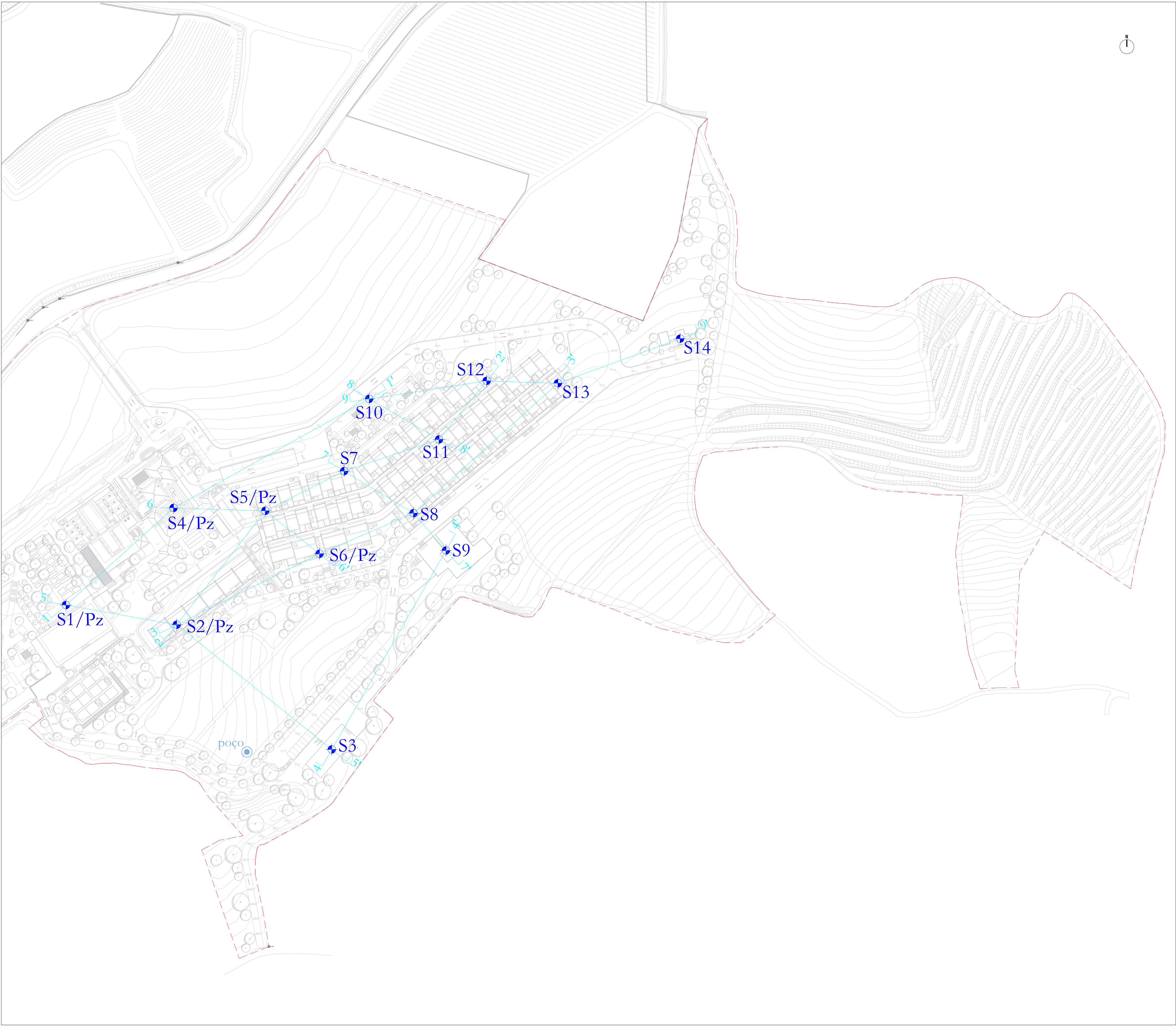
Local de intervenção: Quinta da Barroca - Queimada - Armamar

Peça desenhada: Planta de localização

Desenho n.º A.1
Processo n.º 250294

Versão	Descrição	Formato	Escala	Elaborado	Verificado
00	Emissão do documento.	A2	1:500	Daniel Barros	Lara Dias

O presente documento e a informação que nele consta são propriedade da ENGCEO®, não podendo ser reproduzidos, copiados e/ou divulgados, por qualquer meio ou forma, sem o prévio e expresso consentimento do seu autor.



- Legenda
- Limite do terreno em estudo.
 - Sondagem à rotação com realização de ensaios SPT (Pz - sondagem com instalação de piezómetro).
 - Perfil geológico-geotécnico interpretativo.
 - Poço de captação de água.

Requerente:	Eternal Pathway - Unipessoal, Lda				
Designação do processo:	Hotel Douro Valley by Boa				
Local de intervenção:	Quinta da Barroca - Queimada - Armamar				
Peça desenhada:	Planta de localização				
					Desenho n.º A.2 Processo n.º 250294

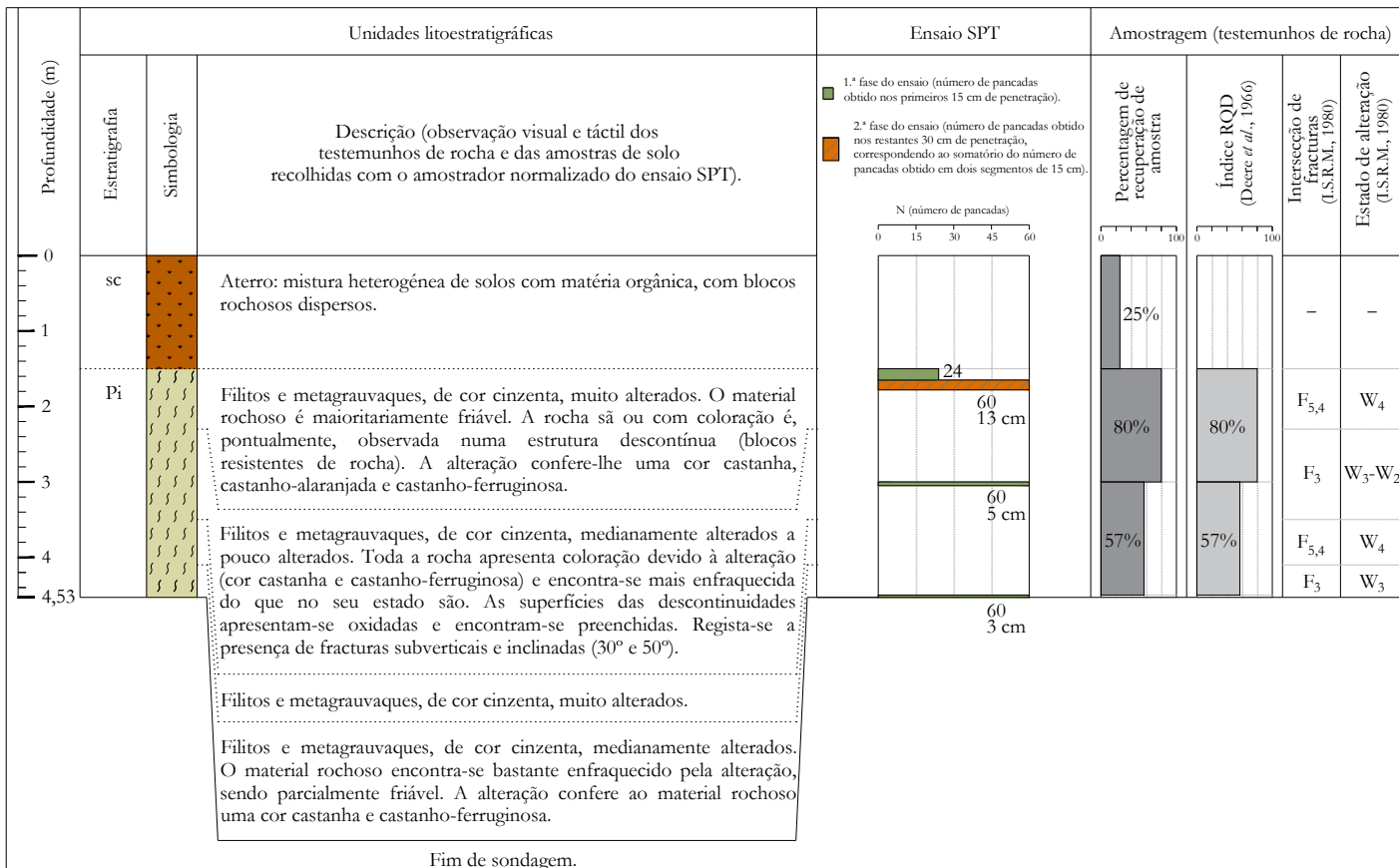
Versão	Descrição	Escala	Formato	Elaborado	Verificado
00	Emissão do documento.	1:1000	A1	Daniel Barros	Lara Dias

ANEXO B

Logs de sondagem e registo fotográfico

Log de sondagem S1/Pz

Data de execução da sondagem: 04/11/2025
 Metodologia de perfuração: amostradores de parede dupla, com injeção de água
 Coordenadas (ETRS89/PT-TM06): M=33560,856; P=159501,803; Z=653,050
 Inclinação do furo: 90 °



Nota:

No período de execução do estudo geológico-geotécnico não foi detectada a presença de água no interior do piezómetro S1/Pz.

Testemunhos da sondagem S1/Pz

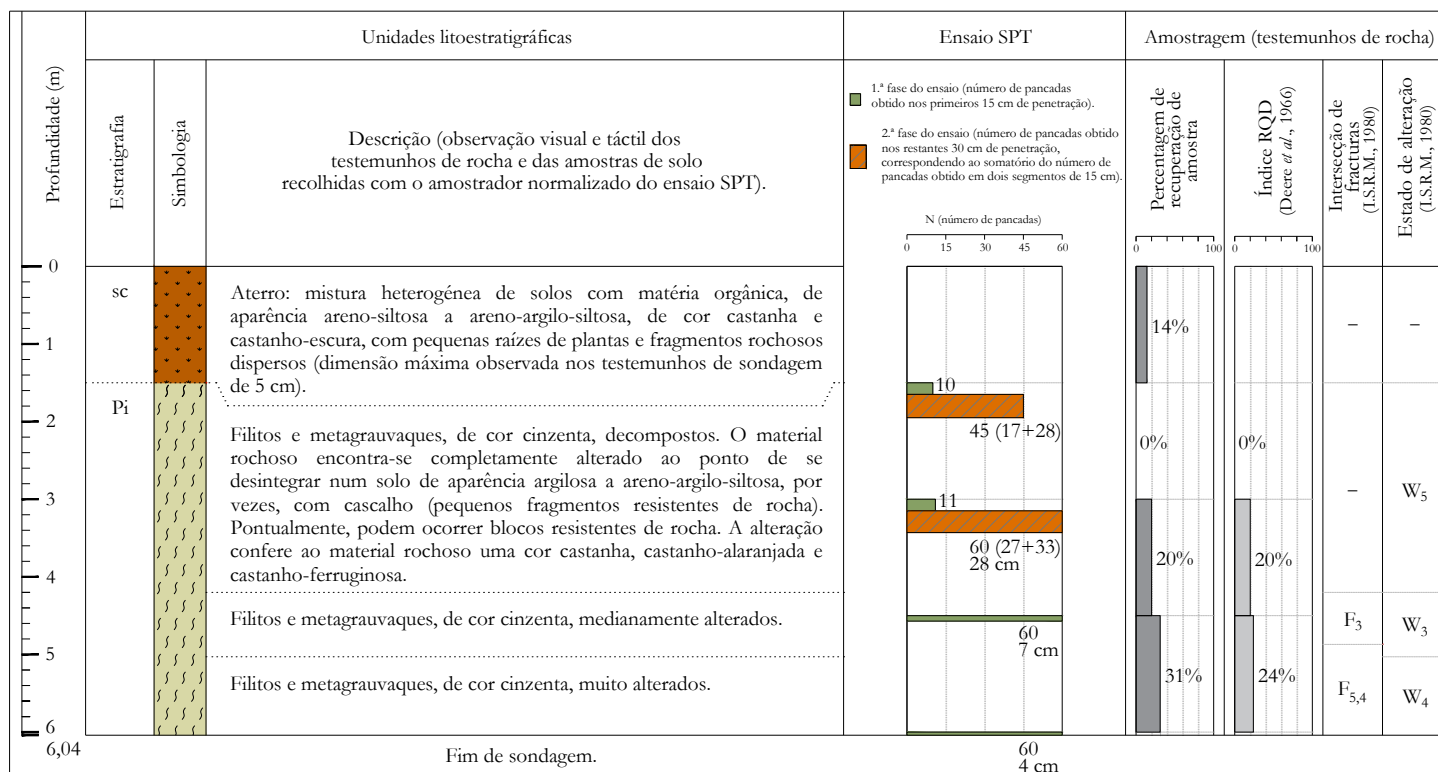
Data de execução da sondagem: 04/11/2025
Metodologia de perfuração: amostradores de parede dupla, com injeção de água
Coordenadas (ETRS89/PT-TM06): M=33560,856; P=159501,803; Z=653,050
Inclinação do furo: 90 °



Figura B.1.1 - Fotografia dos testemunhos da sondagem S1/Pz.

Log de sondagem S2/Pz

Data de execução da sondagem: 31/10/2025
 Metodologia de perfuração: amostradores de parede dupla, com injeção de água
 Coordenadas (ETRS89/PT-TM06): M=33620,118; P=159491,277; Z=662,379
 Inclinação do furo: 90 °



Nota:

No período de execução do estudo geológico-geotécnico não foi detectada a presença de água no interior do piezómetro S2/Pz.

Testemunhos da sondagem S2/Pz

Data de execução da sondagem: 31/10/2025
Metodologia de perfuração: amostradores de parede dupla, com injeção de água
Coordenadas (ETRS89/PT-TM06): M=33620,118; P=159491,277; Z=662,379
Inclinação do furo: 90 °

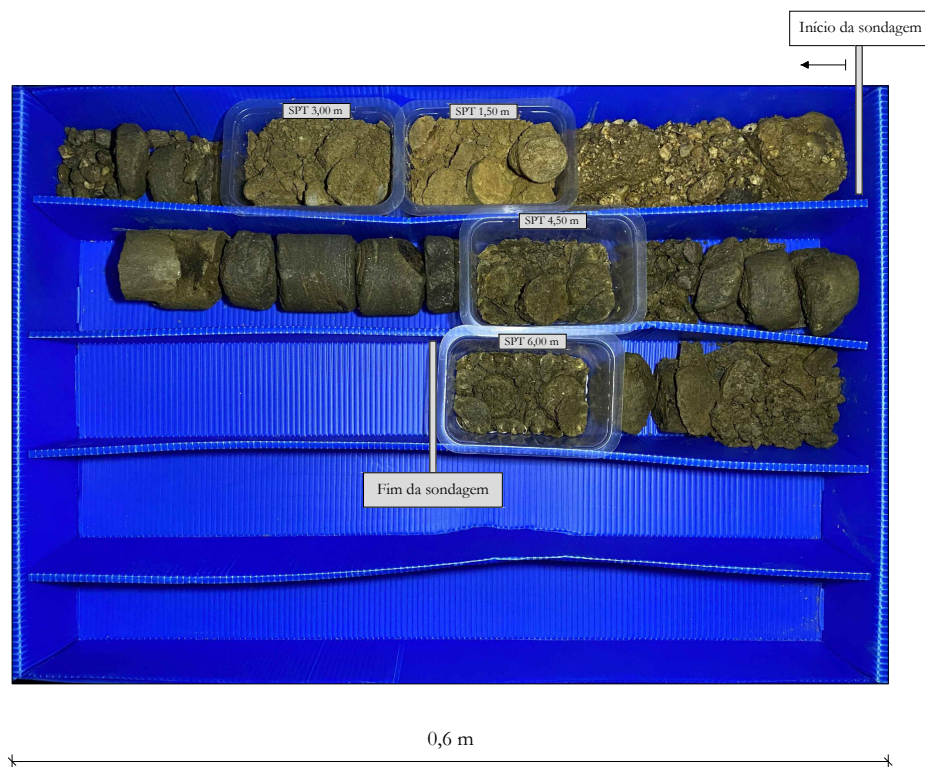
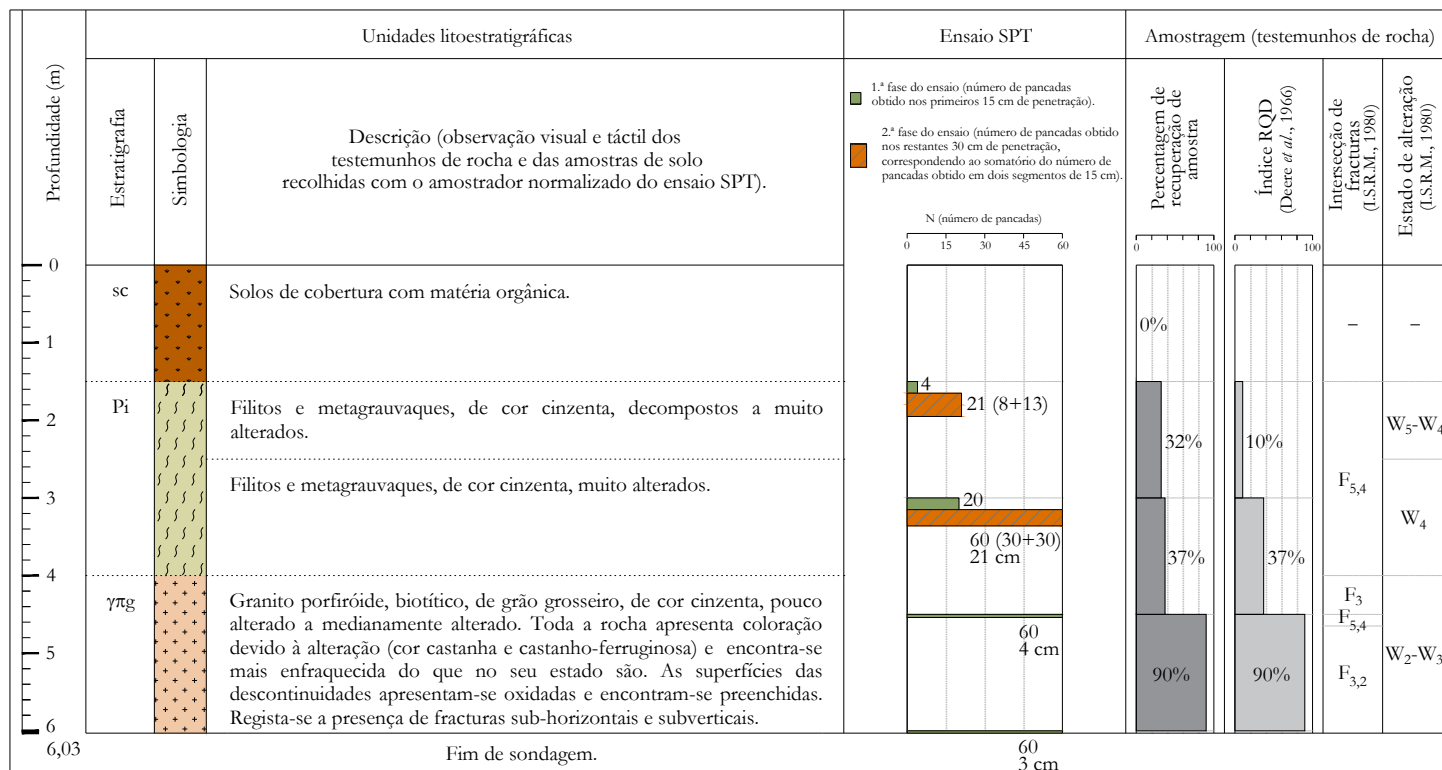


Figura B.2.1 - Fotografia dos testemunhos da sondagem S2/Pz.

Log de sondagem S3

Data de execução da sondagem: 31/10/2025
 Metodologia de perfuração: amostradores de parede dupla, com injeção de água
 Coordenadas (ETRS89/PT-TM06): M=33703,075; P=159424,509; Z=675,382
 Inclinação do furo: 90 °



Testemunhos da sondagem S3

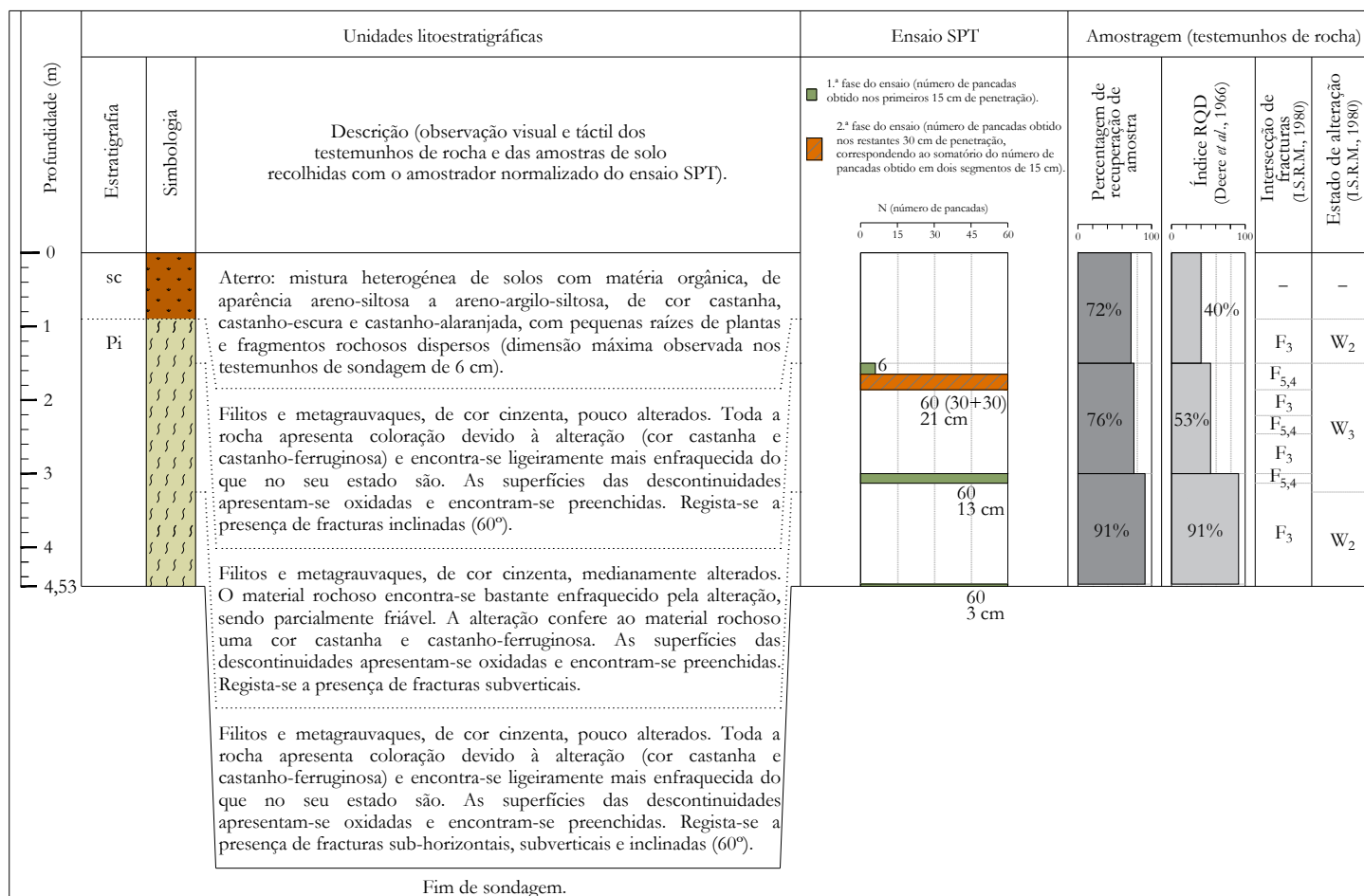
Data de execução da sondagem: 31/10/2025
Metodologia de perfuração: amostradores de parede dupla, com injeção de água
Coordenadas (ETRS89/PT-TM06): M=33703,075; P=159424,509; Z=675,382
Inclinação do furo: 90 °



Figura B.3.1 - Fotografia dos testemunhos da sondagem S3.

Log de sondagem S4/Pz

Data de execução da sondagem: 28/10/2025
 Metodologia de perfuração: amostradores de parede dupla, com injeção de água
 Coordenadas (ETRS89/PT-TM06): M=33618,429; P=159553,810; Z=658,439
 Inclinação do furo: 90 °



Nota:

No período de execução do estudo geológico-geotécnico não foi detectada a presença de água no interior do piezómetro S4/Pz.

Testemunhos da sondagem S4

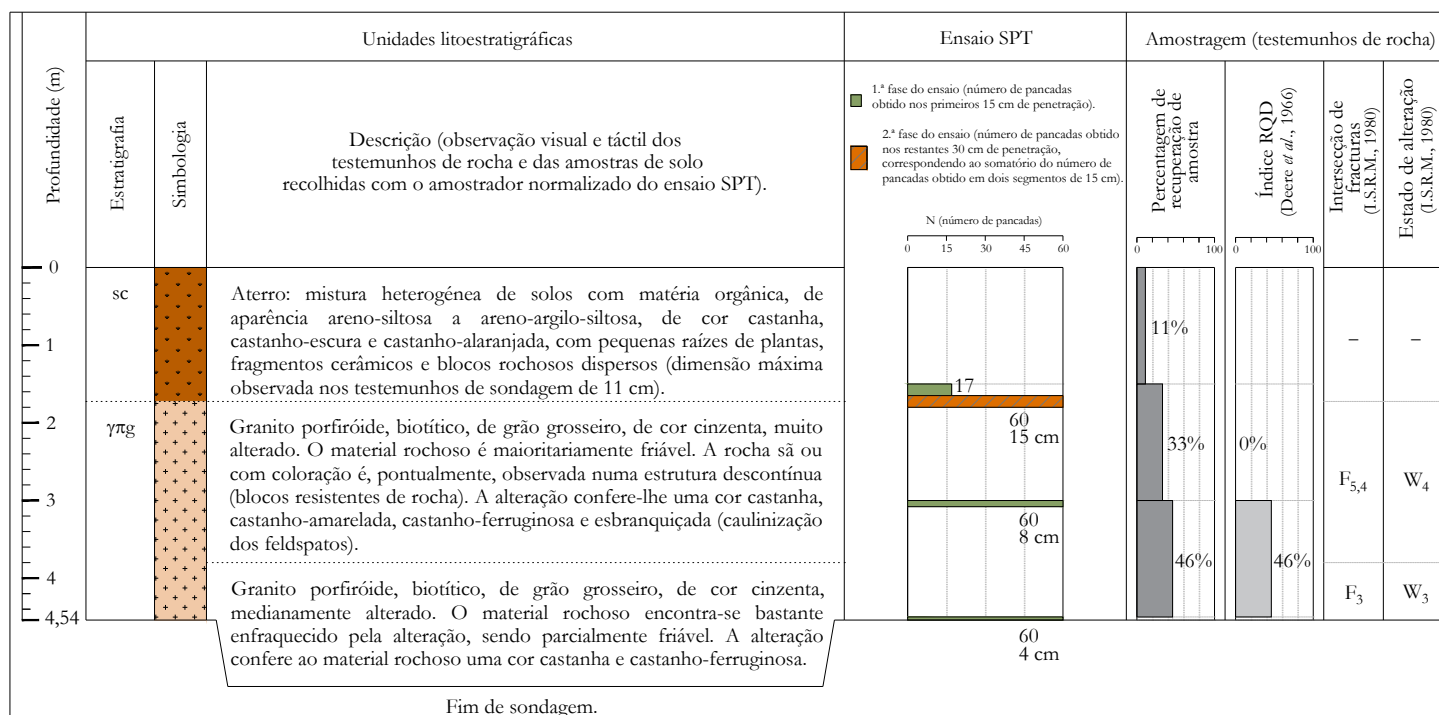
Data de execução da sondagem: 28/10/2025
Metodologia de perfuração: amostradores de parede dupla, com injeção de água
Coordenadas (ETRS89/PT-TM06): M=33618,429; P=159553,810; Z=658,439
Inclinação do furo: 90 °



Figura B.4.1 - Fotografias dos testemunhos da sondagem S4.

Log de sondagem S5/Pz

Data de execução da sondagem: 04/11/2025
 Metodologia de perfuração: amostradores de parede dupla, com injeção de água
 Coordenadas (ETRS89/PT-TM06): M=33667,544; P=159552,247; Z=661,640
 Inclinação do furo: 90 °



Nota:

No período de execução do estudo geológico-geotécnico não foi detectada a presença de água no interior do piezómetro S5/Pz.

Testemunhos da sondagem S5/Pz

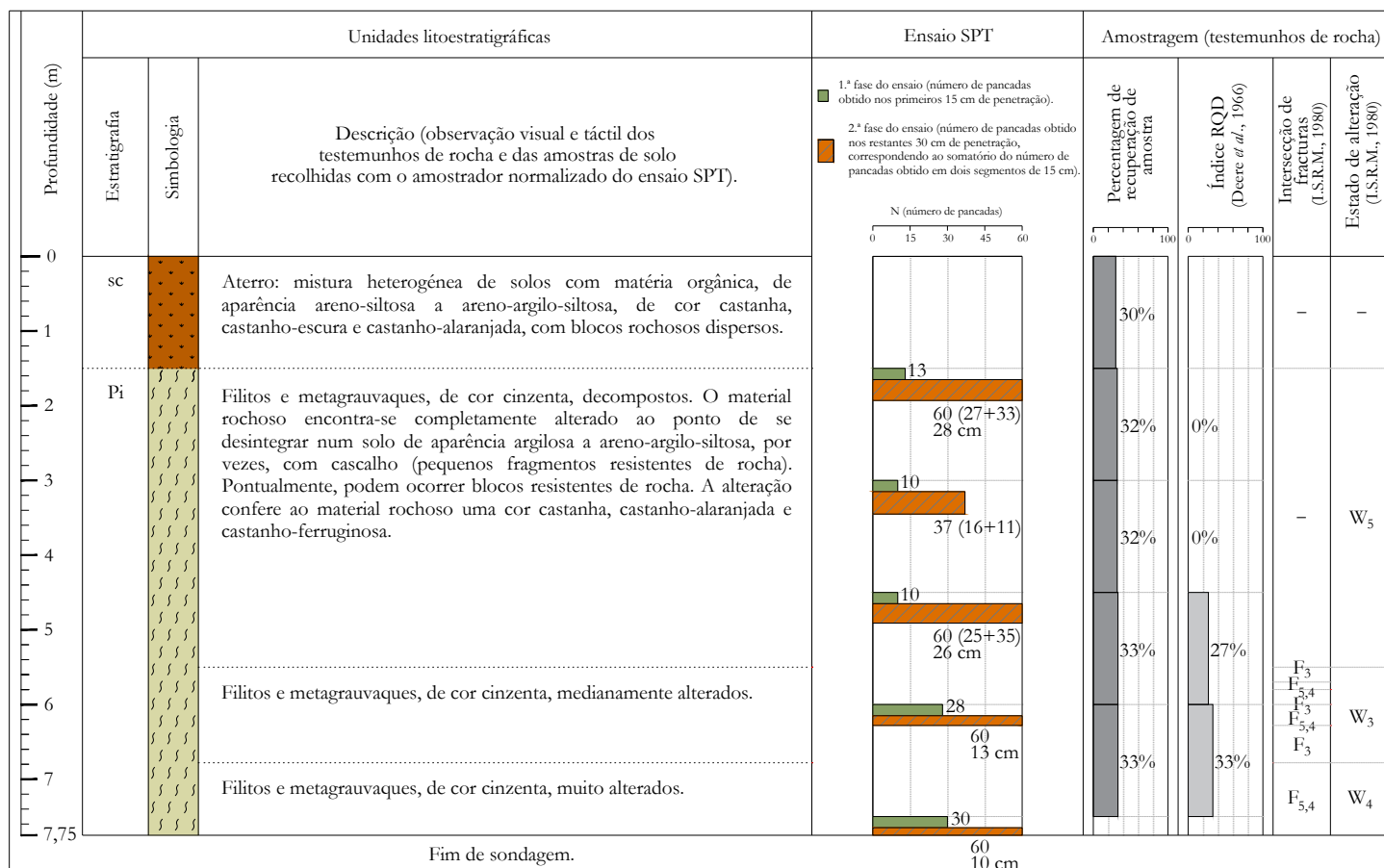
Data de execução da sondagem: 04/11/2025
Metodologia de perfuração: amostradores de parede dupla, com injeção de água
Coordenadas (ETRS89/PT-TM06): M=33667,544; P=159552,247; Z=661,640
Inclinação do furo: 90 °



Figura B.5.1 - Fotografia dos testemunhos da sondagem S5/Pz.

Log de sondagem S6/Pz

Data de execução da sondagem: 03/11/2025
 Metodologia de perfuração: amostradores de parede dupla, com injeção de água
 Coordenadas (ETRS89/PT-TM06): M=33696,546; P=159529,252; Z=666,612
 Inclinação do furo: 90 °



Nota:

O piezómetro S6/Pz encontra-se em monitorização com o objectivo de avaliar se o nível de água detectado no dia 11 de Novembro de 2025 às 14h30m a, aproximadamente, 6,32 m de profundidade, ainda se encontra influenciado pela água injectada durante a execução da sondagem.

Testemunhos da sondagem S6/Pz

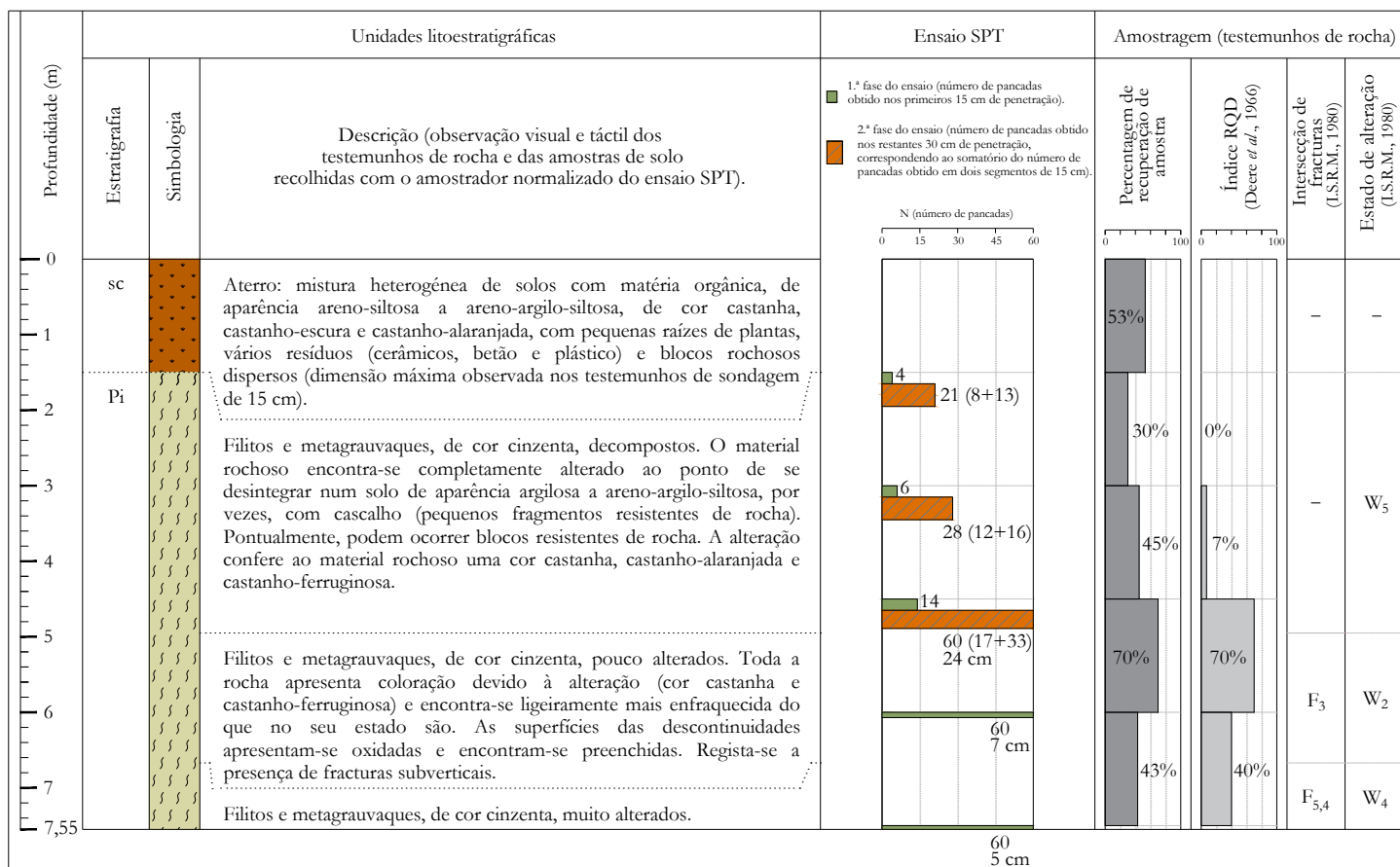
Data de execução da sondagem: 03/11/2025
Metodologia de perfuração: amostradores de parede dupla, com injeção de água
Coordenadas (ETRS89/PT-TM06): M=33696,546; P=159529,252; Z=666,612
Inclinação do furo: 90 °



Figura B.6.1 - Fotografia dos testemunhos da sondagem S6/Pz.

Log de sondagem S7

Data de execução da sondagem: 03/11/2025
 Metodologia de perfuração: amostradores de parede dupla, com injeção de água
 Coordenadas (ETRS89/PT-TM06): M=33709,711; P=159573,505; Z=660,758
 Inclinação do furo: 90 °



Testemunhos da sondagem S7

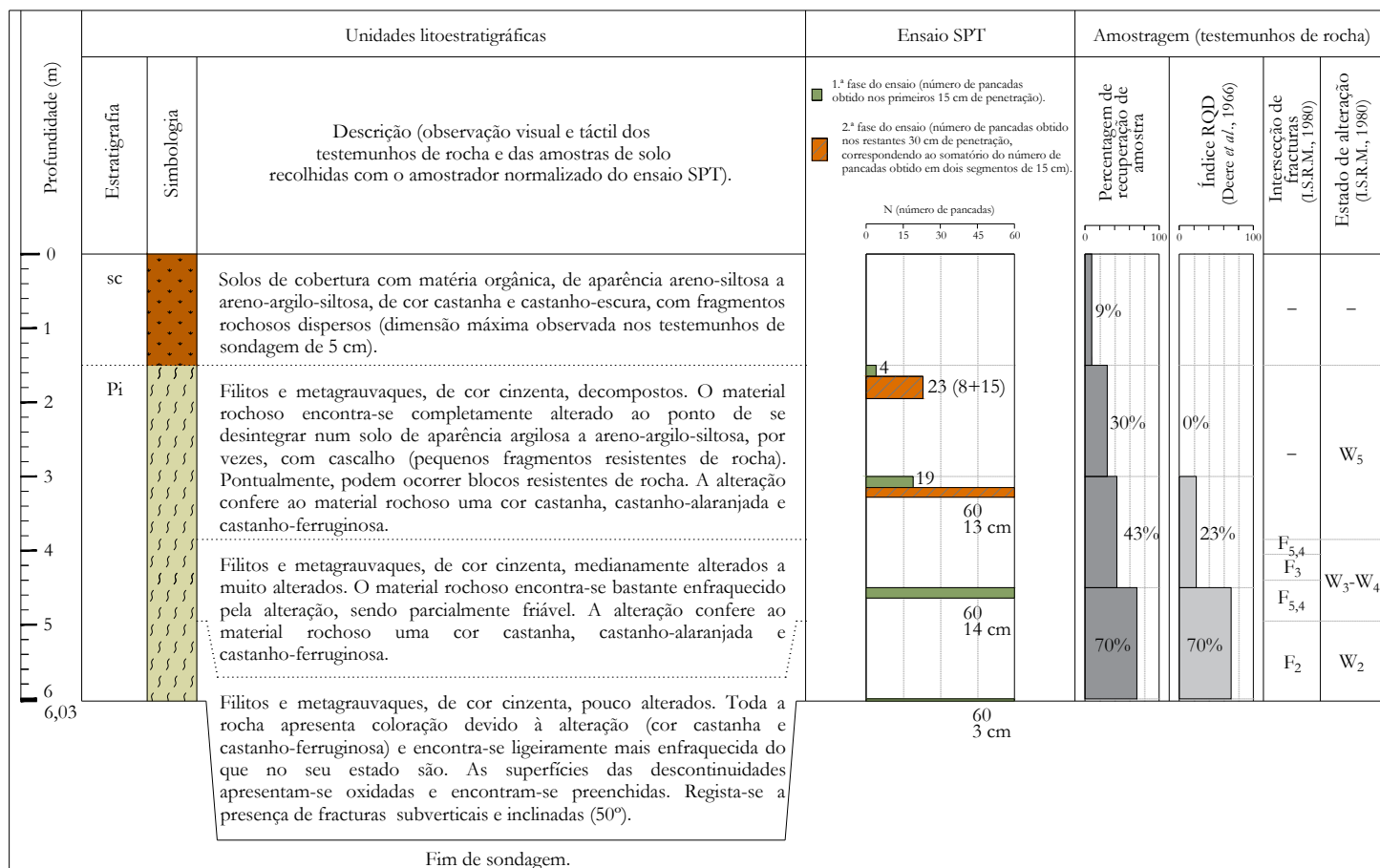
Data de execução da sondagem: 03/11/2025
Metodologia de perfuração: amostradores de parede dupla, com injeção de água
Coordenadas (ETRS89/PT-TM06): M=33709,711; P=159573,505; Z=660,758
Inclinação do furo: 90 °



Figura B.7.1 - Fotografias dos testemunhos da sondagem S7.

Log de sondagem S8

Datas de execução da sondagem: 30 a 31/10/2025
 Metodologia de perfuração: amostradores de parede dupla, com injeção de água
 Coordenadas (ETRS89/PT-TM06): M=33746,813; P=159551,020; Z=670,580
 Inclinação do furo: 90 °



Testemunhos da sondagem S8

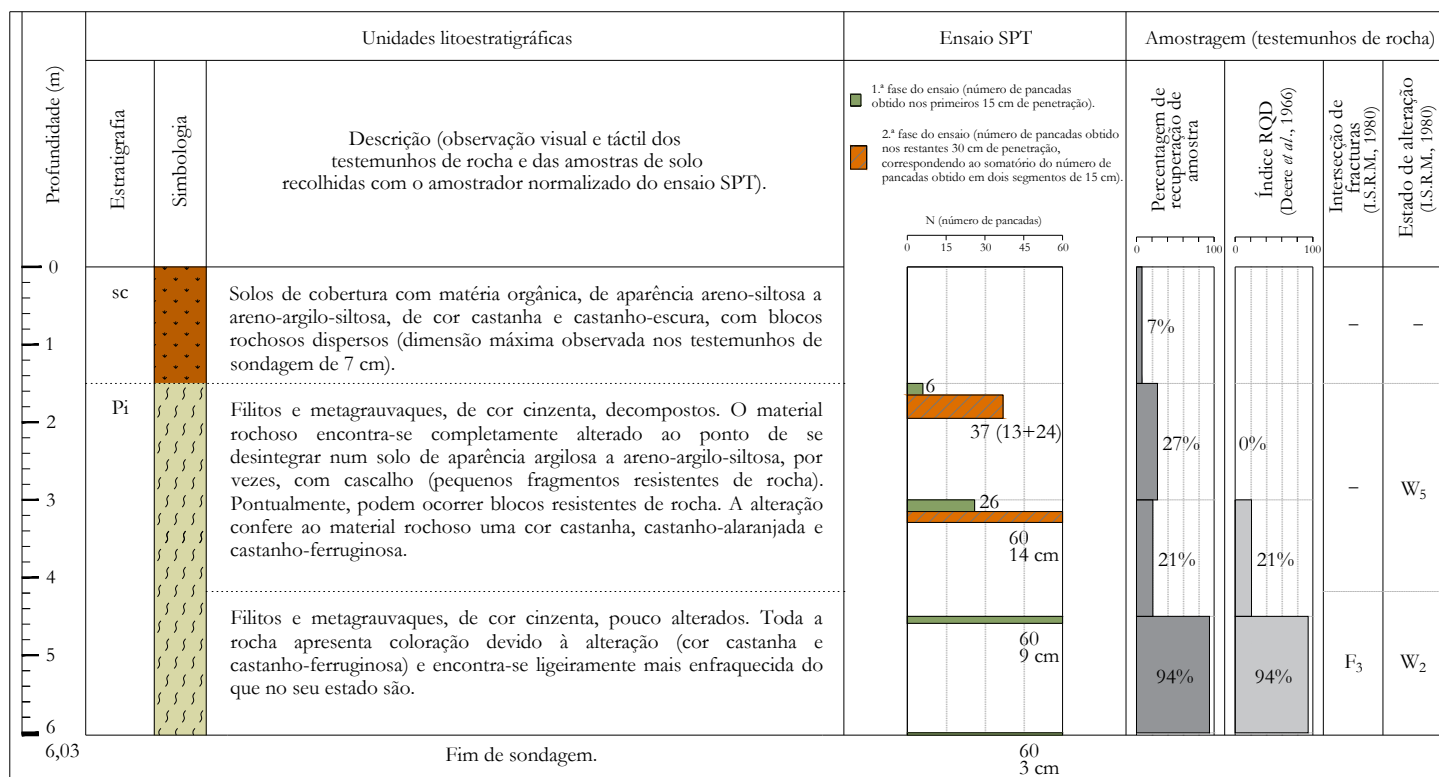
Datas de execução da sondagem: 30 a 31/10/2025
Metodologia de perfuração: amostradores de parede dupla, com injeção de água
Coordenadas (ETRS89/PT-TM06): M=33746,813; P=159551,020; Z=670,580
Inclinação do furo: 90 °



Figura B.8.1 - Fotografia dos testemunhos da sondagem S8.

Log de sondagem S9

Data de execução da sondagem: 30/10/2025
 Metodologia de perfuração: amostradores de parede dupla, com injeção de água
 Coordenadas (ETRS89/PT-TM06): M=33764,210; P=159531,025; Z=676,225
 Inclinação do furo: 90 °



Testemunhos da sondagem S9

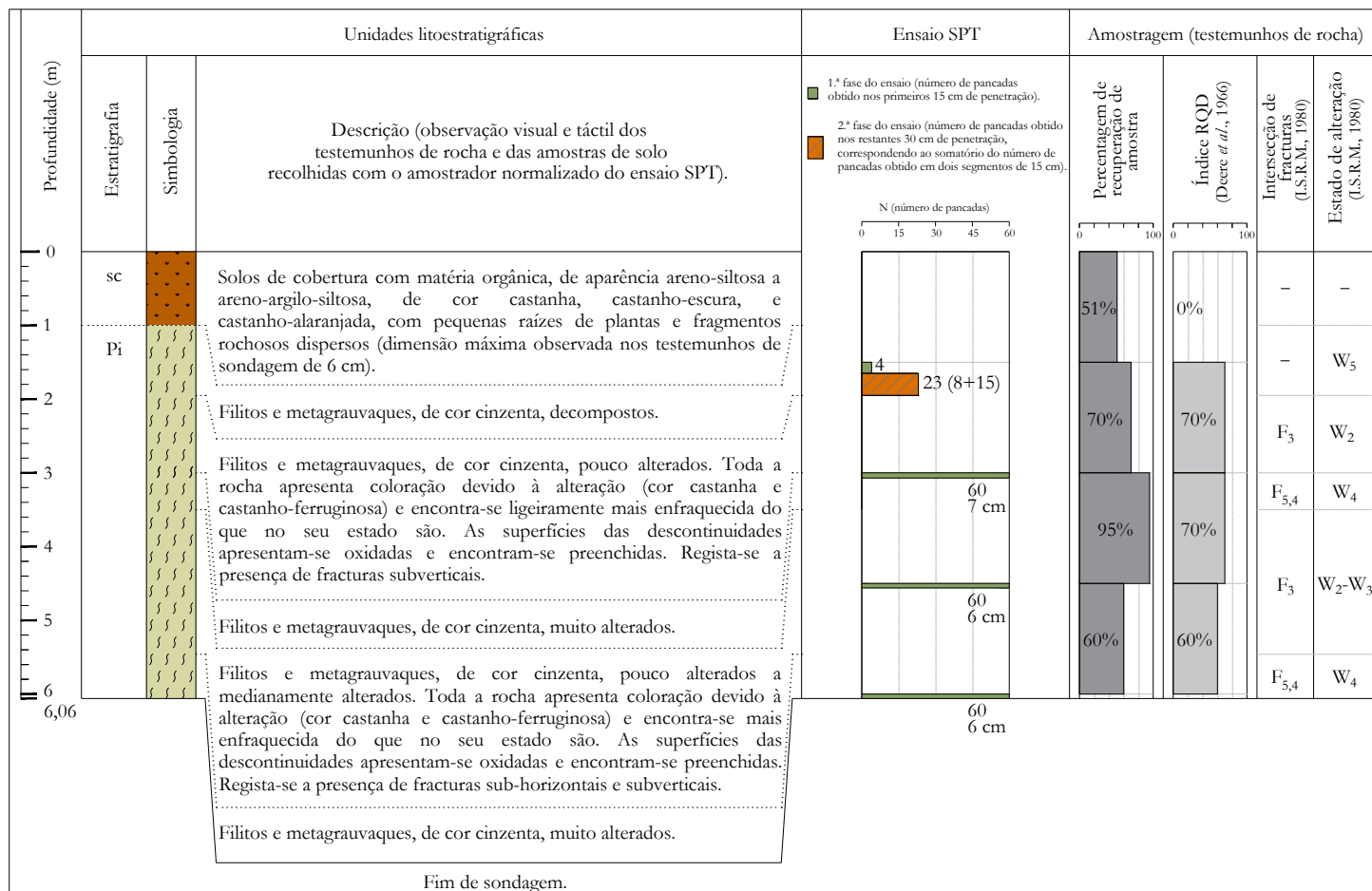
Data de execução da sondagem: 30/10/2025
Metodologia de perfuração: amostradores de parede dupla, com injeção de água
Coordenadas (ETRS89/PT-TM06): M=33764,210; P=159531,025; Z=676,225
Inclinação do furo: 90 °



Figura B.9.1 - Fotografia dos testemunhos da sondagem S9.

Log de sondagem S10

Data de execução da sondagem: 28/10/2025
 Metodologia de perfuração: amostradores de parede dupla, com injeção de água
 Coordenadas (ETRS89/PT-TM06): M=33723,135; P=159612,202; Z=655,998
 Inclinação do furo: 90 °



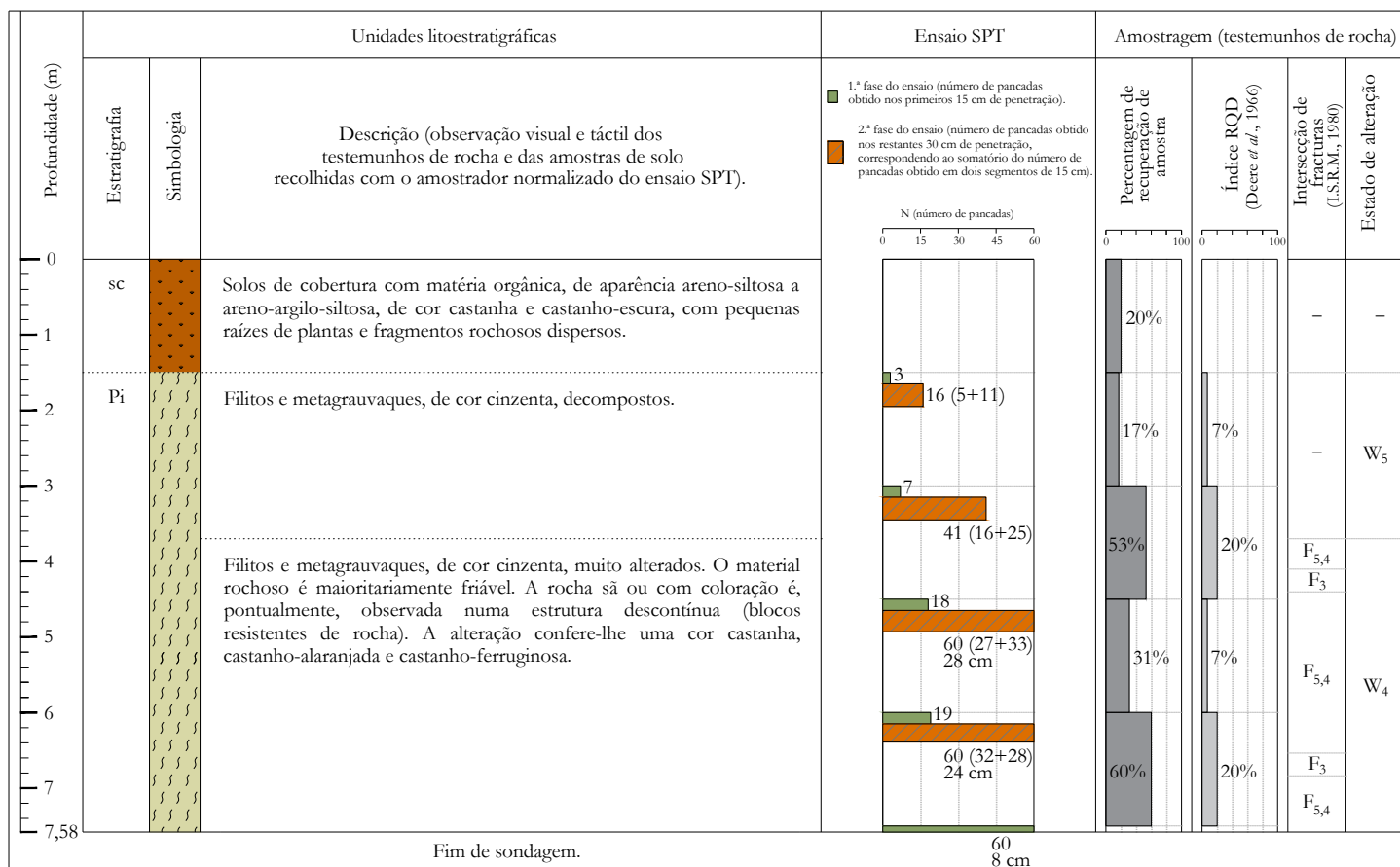
Testemunhos da sondagem S10

Data de execução da sondagem: 28/10/2025
Metodologia de perfuração: amostradores de parede dupla, com injeção de água
Coordenadas (ETRS89/PT-TM06): M=33723,135; P=159612,202; Z=655,998
Inclinação do furo: 90 °



Figura B.10.1 - Fotografias dos testemunhos da sondagem S10.

Log de sondagem S11

 Data de execução da sondagem: 29/10/2025
 Metodologia de perfuração: amostradores de parede dupla, com injeção de água
 Coordenadas (ETRS89/PT-TM06): M=33760,484; P=159590,476; Z=664,830
 Inclinação do furo: 90 °


Testemunhos da sondagem S11

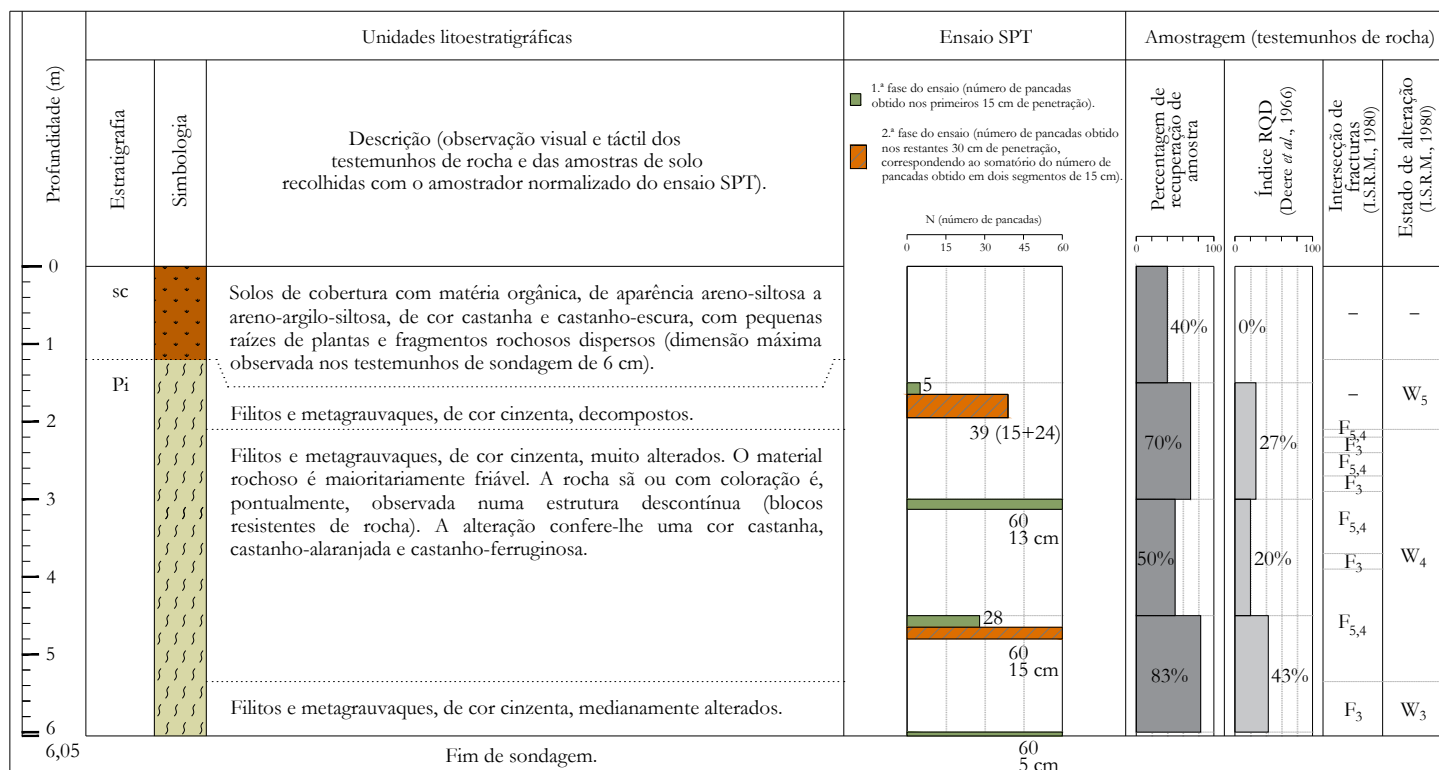
Data de execução da sondagem: 29/10/2025
Metodologia de perfuração: amostradores de parede dupla, com injeção de água
Coordenadas (ETRS89/PT-TM06): M=33760,484; P=159590,476; Z=664,830
Inclinação do furo: 90 °



Figura B.11.1 - Fotografias dos testemunhos da sondagem S11.

Log de sondagem S12

Datas de execução da sondagem: 28 e 29/10/2025
 Metodologia de perfuração: amostradores de parede dupla, com injeção de água
 Coordenadas (ETRS89/PT-TM06): M=33785,975; P=159621,854; Z=664,438
 Inclinação do furo: 90 °



Testemunhos da sondagem S12

Datas de execução da sondagem: 28 e 29/10/2025
Metodologia de perfuração: amostradores de parede dupla, com injeção de água
Coordenadas (ETRS89/PT-TM06): M=33785,975; P=159621,854; Z=664,438
Inclinação do furo: 90 °

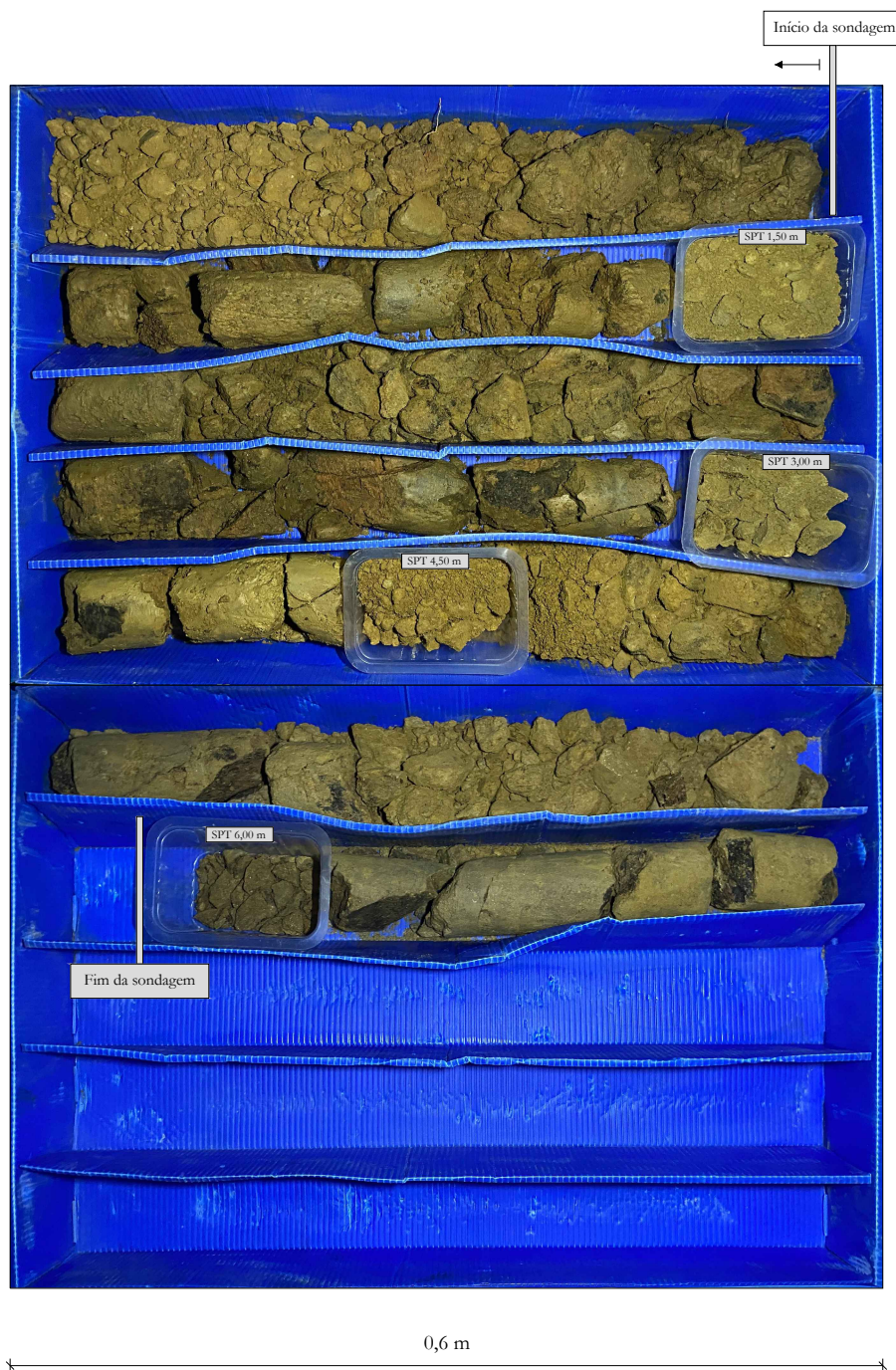
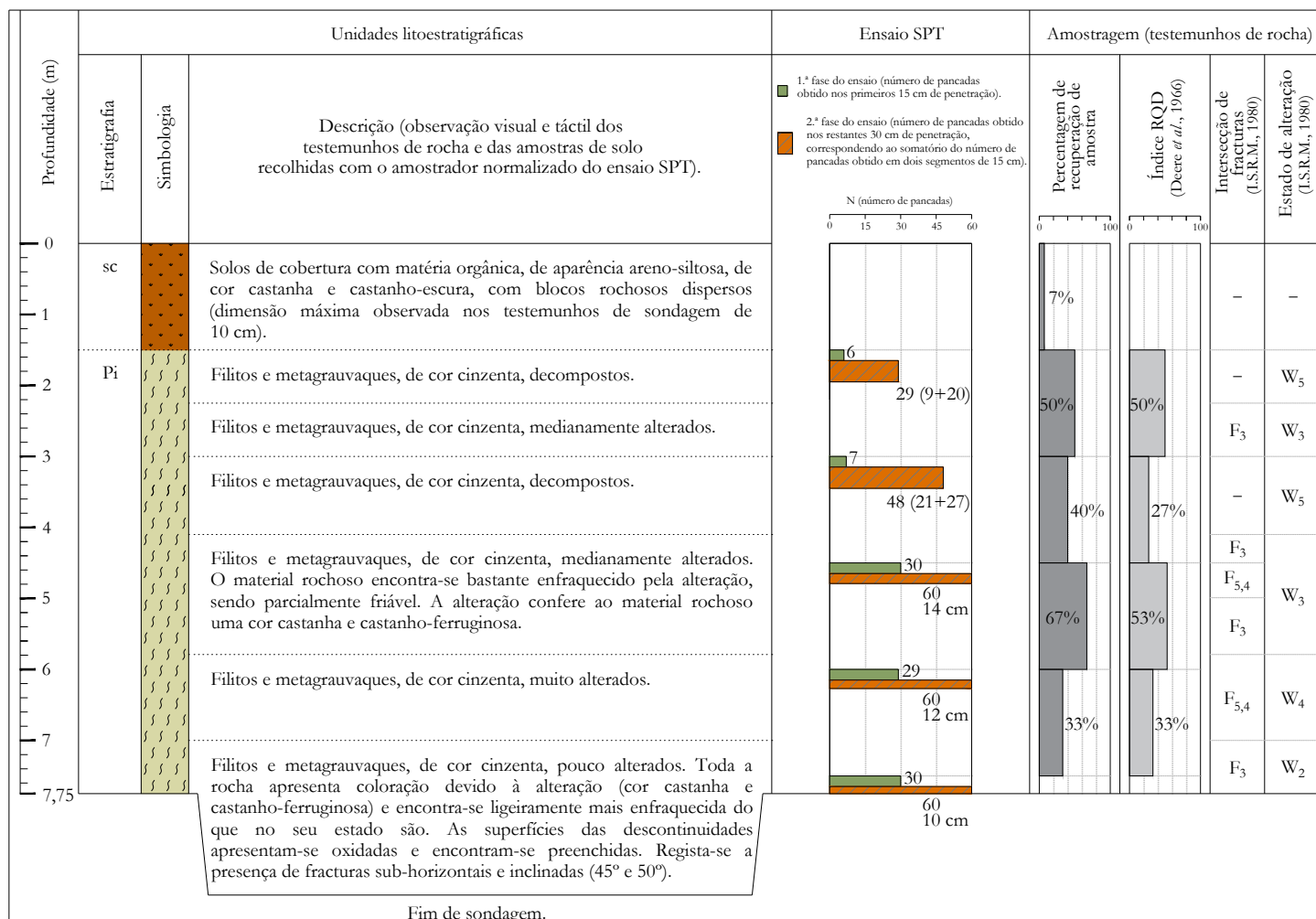


Figura B.12.1 - Fotografias dos testemunhos da sondagem S12.

Log de sondagem S13

Data de execução da sondagem: 29/10/2025
 Metodologia de perfuração: amostradores de parede dupla, com injeção de água
 Coordenadas (ETRS89/PT-TM06): M=33824,098; P=159620,554; Z=670,840
 Inclinação do furo: 90 °



Testemunhos da sondagem S13

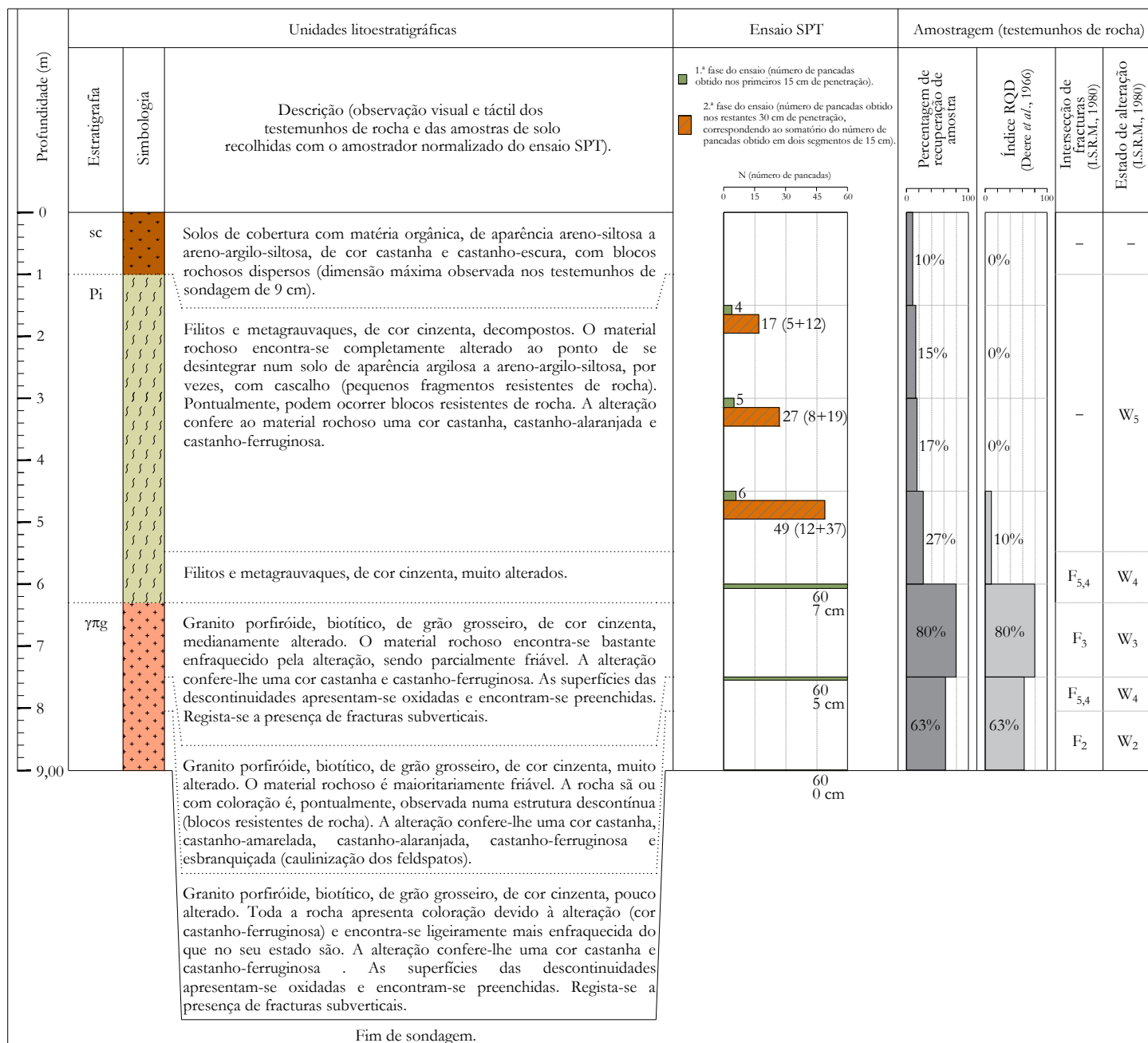
Data de execução da sondagem: 29/10/2025
Metodologia de perfuração: amostradores de parede dupla, com injeção de água
Coordenadas (ETRS89/PT-TM06): M=33824,098; P=159620,554; Z=670,840
Inclinação do furo: 90 °



Figura B.13.1 - Fotografias dos testemunhos da sondagem S13.

Log de sondagem S14

Data de execução da sondagem: 30/10/2025
 Metodologia de perfuração: amostradores de parede dupla, com injeção de água
 Coordenadas (ETRS89/PT-TM06): M=33889,510; P=159644,441; Z=673,861
 Inclinação do furo: 90 °



Testemunhos da sondagem S14

Data de execução da sondagem: 30/10/2025
Metodologia de perfuração: amostradores de parede dupla, com injeção de água
Coordenadas (ETRS89/PT-TM06): M=33889,510; P=159644,441; Z=673,861
Inclinação do furo: 90 °

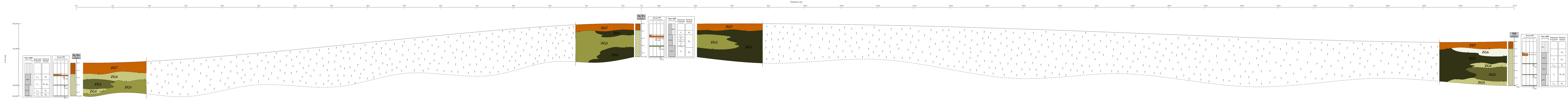


Figura B.14.1 - Fotografias dos testemunhos da sondagem S14.

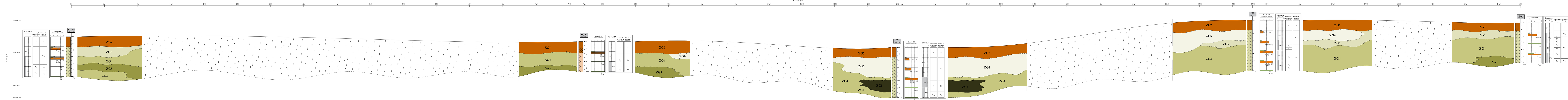
ANEXO C

Perfis geológico-geotécnicos interpretativos

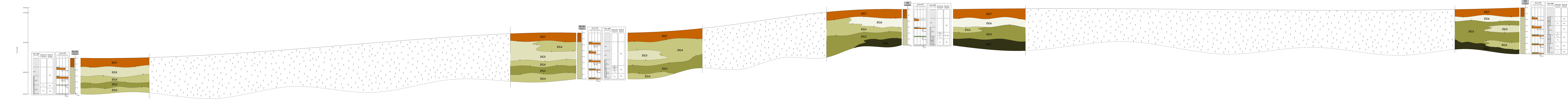
PERFIL GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO INTERPRETATIVO 1-F



PERFIL GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO INTERPRETATIVO 2-F



PERFIL GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO INTERPRETATIVO 3-F



Legenda

- Sondagem à rotação com realização de ensaio SPT (Pr = sondagem com instalação de piezômetro).
- Resultados do ensaio SPT (n corresponde ao número de pancada obtido na 1.ª fase do ensaio (primeiros 15 cm de penetração), n corresponde ao resultado da 2.ª fase (restantes 30 cm de penetração), sendo n = x+y).
- Posição limite geotécnico (interpolação, tendo por base a amostragem disponível).
- Zona geotécnica proposta.

Simbologia

- (sc) Atumos e solos com matéria orgânica.
- (F) Filitos e metagravilhas, decompostos (W₂) a pouco alterados (W₃).
- (Fg) Granito perfurado, botânico, de grão grosseiro, muito alterado (W₄) a pouco alterado (W₂).

Zonas geotécnicas

- ZG7 - Atumos e solos com matéria orgânica.
- ZG6 - Filitos e metagravilhas decompostos (W₂), com resultados do ensaio SPT compreendidos entre 16 e 30 pancadas. O índice RQD assume valores compreendidos entre 0% e 15%.
- ZG5 - Filitos e metagravilhas decompostos (W₃), com resultados do ensaio SPT compreendidos entre 31 e 59 pancadas. O índice RQD assume valores compreendidos entre 0% e 15%.
- ZG4 - Granito, filitos e metagravilhas decompostos (W₃) e muito alterados (W₄), com resultados do ensaio SPT quasi ou superiores a 60 pancadas. A interseção de fraturas varia, maioritariamente, de muito próxima a próxima (F_{1,2}) e, pontualmente, medianamente afastada (F₃). O índice RQD assume valores compreendidos entre 0% e 27%.
- ZG3 - Granito, filito e metagravilhas medianamente alterados a muito alterados (W₃-W₄) e medianamente alterados (W₃). A interseção de fraturas varia de muito próxima a próxima (F_{1,2}) a medianamente afastada (F₃). O índice RQD assume valores compreendidos entre 28% e 53%.
- ZG2 - Granito, filito e metagravilhas medianamente alterados (W₃), medianamente alterados a pouco alterados (W₃-W₄) e pouco alterados a medianamente alterados (W₃-W₄). A interseção de fraturas varia, maioritariamente, de medianamente afastada a afastada (F₃) e, pontualmente, de muito próxima a próxima (F_{1,2}). O índice RQD assume valores compreendidos entre 54% e 100%.
- ZG1 - Granito, filitos e metagravilhas pouco alterados (W₃). A interseção de fraturas varia, maioritariamente, de medianamente afastada (F₃) a afastada (F₃) e, pontualmente, de muito próxima a próxima (F_{1,2}). O índice RQD assume valores compreendidos entre 90% e 100%.

Nota

Este desenho é parte integrante do Relatório Geológico-Geotécnico e deve ser analisado conjuntamente com a informação que dele resulta.

ENGGEOP

geotécnica engenharia

www.enggeop.pt

Requerente:

External Pathway - Unipessoal, Lda

Designação do processo:

Hotel Douro Valley by Boa

Local de intervenção:

Quinta da Barroca - Quimada - Armamar

Projeto descrito:

Perfis geológico-geotécnicos interpretativos 1, 2 e 3

Desenho nº

C.1

Processo nº

2020/04

Y

2020

2021

2022

2023

2024

2025

2026

2027

2028

2029

2030

2031

2032

2033

2034

2035

2036

2037

2038

2039

2040

2041

2042

2043

2044

2045

2046

2047

2048

2049

2050

2051

2052

2053

2054

2055

2056

2057

2058

2059

2060

2061

2062

2063

2064

2065

2066

2067

2068

2069

2070

2071

2072

2073

2074

2075

2076

2077

2078

2079

2080

2081

2082

2083

2084

2085

2086

2087

2088

2089

2090

2091

2092

2093

2094

2095

2096

2097

2098

2099

2100

2101

2102

2103

2104

2105

2106

2107

2108

2109

2110

2111

2112

2113

2114

2115

2116

2117

2118

2119

2120

2121

2122

2123

2124

2125

2126

2127

2128

2129

2130

2131

2132

2133

2134

2135

2136

2137

2138

2139

2140

2141

2142

2143

2144

2145

2146

2147

2148

2149

2150

2151

2152

2153

2154

2155

2156

2157

2158

2159

2160

2161

2162

2163

2164

2165

2166

2167

2168

2169

2170

2171

2172

2173

2174

2175

2176

2177

2178

2179

2180

2181

2182

2183

2184

2185

2186

2187

2188

2189

2190

2191

2192

2193

2194

2195

2196

2197

2198

2199

2200

2201

2202

2203

2204

2205

2206

2207

2208

2209

2210

2211

2212

2213

2214

2215

2216

2217

2218

2219

2220

2221

2222

2223

2224

2225

2226

2227

2228

2229

2230

2231

2232

2233

2234

2235

2236

2237

2238

2239

2240

2241

2242

2243

2244

2245

2246

2247

2248

2249

2250

2251

2252

2253

2254

2255

2256

2257

2258

2259

2260

2261

2262

2263

2264

2265

2266

2267

2268

2269

2270

2271

2272

2273

2274

2275

2276

2277

2278

2279

2280

2281

2282

2283

2284

2285

2286

2287

2288

2289

2290

2291

2292

2293

2294

2295

2296

2297

2298

2299

2300

2301

2302

2303

2304

2305

2306

2307

2308

2309

2310

2311

2312

2313

2314

2315

2316

2317

2318

2319

2320

2321

2322

2323

2324

2325

2326

2327

2328

2329

2330

2331

2332

2333

2334

2335

2336

2337

2338

2339

2340

2341

2342

2343

2344

2345

2346

2347

2348

2349

2350

2351

2352

2353

2354

2355

2356

2357

2358

2359

2360

2361

2362

2363

2364

2365

2366

2367

2368

2369

2370

2371

2372

2373

2374

2375

2376

2377

2378

2379

2380

2381

2382

2383

2384

2385

2386

2387

2388

2389

2390

2391

2392

2393

2394

2395

2396

2397

2398

2399

2400

2401

2402

2403

2404

2405

2406

2407

2408

2409

2410

2411

2412

2413

2414

2415

2416

2417

2418

2419

2420

2421

2422

2423

2424

2425

2426

2427

2428

2429

2430

2431

2432

2433

2434

2435

2436

2437

2438

2439

2440

2441

2442

2443

2444

2445

2446

2447

2448

2449

2450

2451

2452

2453

2454

2455

2456

2457

2458

2459

2460

2461

2462

2463

2464

2465

2466

2467

2468

2469

2470

2471

2472

2473

2474

2475

2476

2477

2478

2479

2480

2481

2482

2483

2484

2485

2486

2487

2488

2489

2490

2491

2492

2493

2494

2495

2496

2497

2498

2499

2500

2501

2502

2503

2504

2505

2506

2507

2508

2509

2510

2511

2512

2513

2514

2515

2516

2517

2518

2519

2520

2521

2522

2523

2524

2525

2526

2527

2528

2529

2530

2531

2532

2533

2534

2535

2536

2537

2538

2539

2540

2541

2542

2543

2544

2545

2546

2547

2548

2549

2550

2551

2552

2553

2554

2555

2556

2557

2558

2559

2560

2561

2562

2563

2564

2565

2566

2567

2568

2569

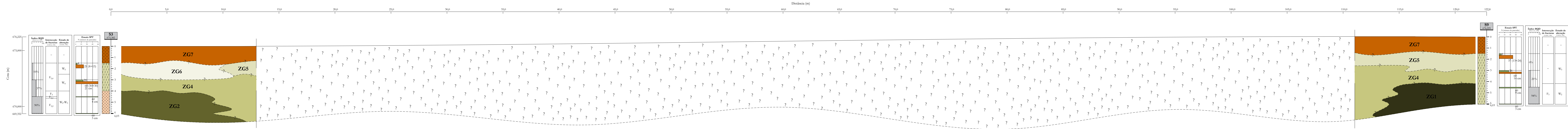
2570

2571

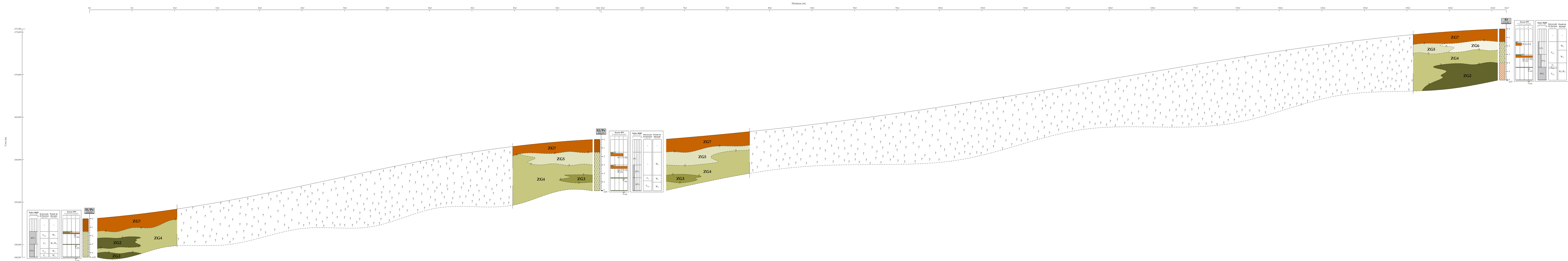
2572

2

PERFIL GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO INTERPRETATIVO 4-4'



PERFIL GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO INTERPRETATIVO 5-5'



Legenda

- SI** Sondagem à rotação com realização de ensaios SPT (Pe - sondagem com instalação de piezômetro).
- n(y+w)** Resultados do ensaio SPT (n corresponde ao número de pancadas obtido na 1ª fase do ensaio (primeiros 15 cm de penetração); n corresponde ao resultado da 2ª fase (restantes 30 cm de penetração), sendo n = y+w).
- Possível limite geotécnico (interpretação, tendo por base a amostragem disponível).
- ZGi** Zona geotécnica proposta.

Simbologia

- (sc)** Aterros e solos com matéria orgânica.
- (P)** Filitos e metagrauvaques, decompostos (W₃) a pouco alterados (W₂).
- (mg)** Granito porfírido, biotítico, de grão grosso, muito alterado (W₄) a pouco alterado (W₂).

Zonas geotécnicas

- ZG7** - Aterros e solos com matéria orgânica.
- ZG6** - Filitos e metagrauvaques decompostos (W₃), com resultados do ensaio SPT compreendidos entre 16 e 30 pancadas. O índice RQD assume valores compreendidos entre 0% e 15%.
- ZG5** - Filitos e metagrauvaques decompostos (W₃), com resultados do ensaio SPT compreendidos entre 31 e 59 pancadas. O índice RQD assume valores compreendidos entre 0% e 15%.
- ZG4** - Granito, filitos e metagrauvaques decompostos (W₃) e muito alterados (W₄), com resultados do ensaio SPT iguais ou superiores a 60 pancadas. A intersecção de fraturas varia, maioritariamente, de muito próxima a próxima (F_{1,2}) e, pontualmente, medianamente afastada (F₃). O índice RQD assume valores compreendidos entre 0% e 27%.
- ZG3** - Granito, filitos e metagrauvaques medianamente alterados a muito alterados (W₃-W₄) e medianamente alterados (W₃). A intersecção de fraturas varia de muito próxima a próxima (F_{1,2}) a medianamente afastada (F₃). O índice RQD assume valores compreendidos entre 0% e 53%.
- ZG2** - Granito, filitos e metagrauvaques medianamente alterados (W₃), medianamente alterados a pouco alterados (W₃-W₂) e pouco alterados a medianamente alterados (W₂-W₃). A intersecção de fraturas varia, maioritariamente, de medianamente afastada a afastada (F_{3,4}) e, pontualmente, de muito próxima a próxima (F_{1,2}). O índice RQD assume valores compreendidos entre 76% e 100%.
- ZG1** - Granito, filitos e metagrauvaques pouco alterados (W₂). A intersecção de fraturas varia, maioritariamente, de medianamente afastada (F₃) a afastada (F₂) e, pontualmente, de muito próxima a próxima (F_{1,2}). O índice RQD assume valores compreendidos entre 90% e 100%.

Nota

Este desenho é parte integrante do Relatório Geológico-Geotécnico e deve ser analisado conjuntamente com a informação que dele consta.



Requerente: Eternal Pathway - Unipessoul, Lda

Designação do processo: Hotel Douro Valley by Boa

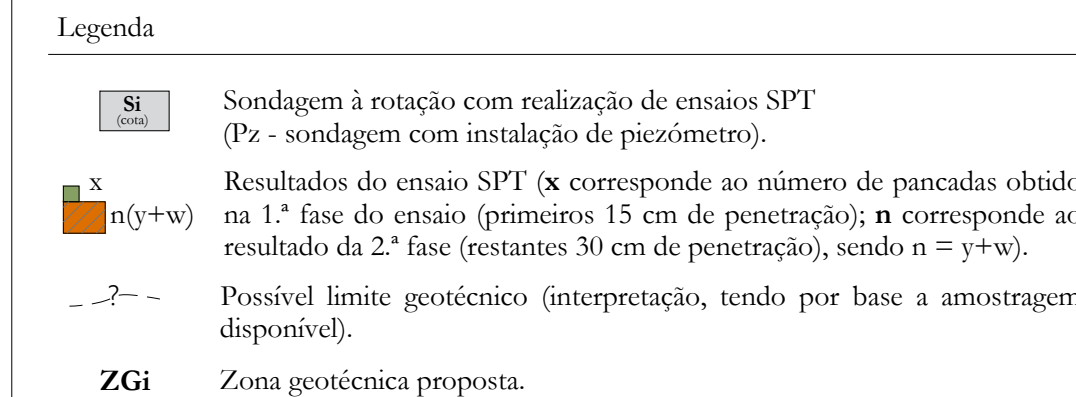
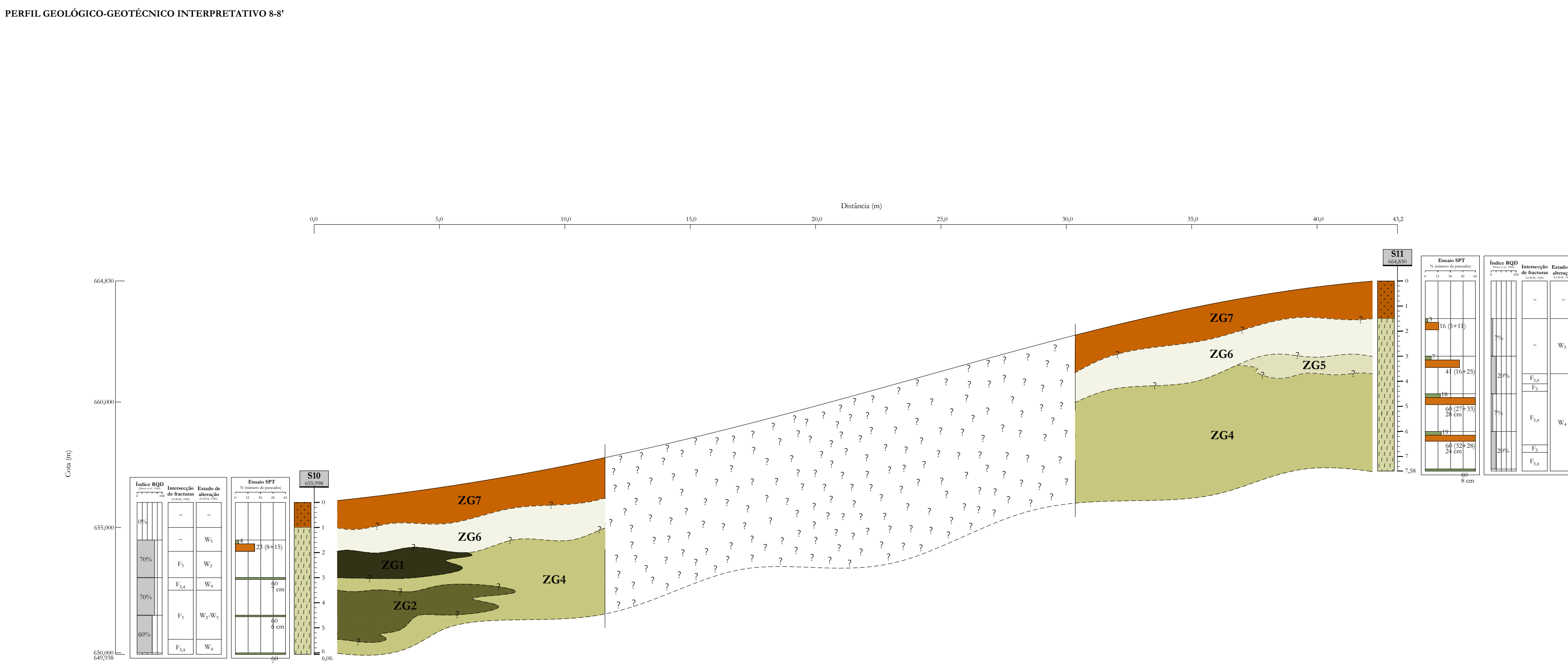
Local de intervenção: Quinta da Barroca - Queimada - Ammanar

Peça desenhada: Perfis geológico-geotécnicos interpretativos 4 e 5

Desenho n.º C.2
Processo n.º 250294

Unidade	Descrição	Elaborado	Verificado
10	Elaboração do documento	David Barros	Luís Dias

O presente documento e a informação que nele consta são propriedade da ENGGEO, não podendo ser reproduzidos, copiados ou divulgados, por qualquer meio ou forma, sem o prévio e expresso consentimento da sua autor.



Simbologia

(sc) Aterros e solos com matéria orgânica.

(P) Filitos e metagrauwauques, decompostos (W_3) a pouco alterados (W_2).

(grg) Granito porfírido, biotítico, de grão grosseiro, muito alterado (W_4) pouco alterado (W_2).

Zonas geotécnicas

 ZG7 - Aterros e solos com matéria orgânica.

 ZG6-Filto e metagreguários compactados (W_0) com resultados de cesso (SI) compreendidos entre 16 e 30 pontos. O índice RQD assume valores entre 20% e 30%.

 ZG6-Filto e metagreguários compactados (W_0) com resultados de cesso (SI) compreendidos entre 31 e 39 pontos. O índice RQD assume valores entre 30% e 40%.

 ZG4-Grânito, filito e metagreguários compactados (W_0) e metálicos alterados (W_1) com resultados do cesso (SI) iguais ou superiores a 40 pontos. A intersecção de fraturas variando de moderadamente próxima a próxima (F_{0-1}), e, pontualmente, moderadamente afastada (F_2). O índice RQD assume valores compreendidos entre 40% e 50%.

 ZG3-Grânito, filito e metagreguários medianamente alterados (W_1) e metálicos alterados (W_2). A intersecção de fraturas variando de moderadamente próxima a próxima (F_{0-1}). O índice RQD assume valores compreendidos entre 20% e 35%.

 ZG2-Grânito, filito e metagreguários medianamente alterados (W_1) e metálicos alterados (W_2). A intersecção de fraturas variando de moderadamente próxima a próxima (F_{0-1}). O índice RQD assume valores compreendidos entre 20% e 35%.

 ZG1-Grânito, filito e metagreguários pouco alterados (W_1). A intersecção de fraturas variando de moderadamente afastada (F_2) a afastada (F_3), e, pontualmente, de moderadamente próxima a próxima (F_{0-1}). O índice RQD assume valores compreendidos entre 10% e 14%.

Nota

Este desenho é parte integrante do Relatório Geológico-Geotécnico e deve ser analisado

ANEXO D

Legenda da Carta Geológica

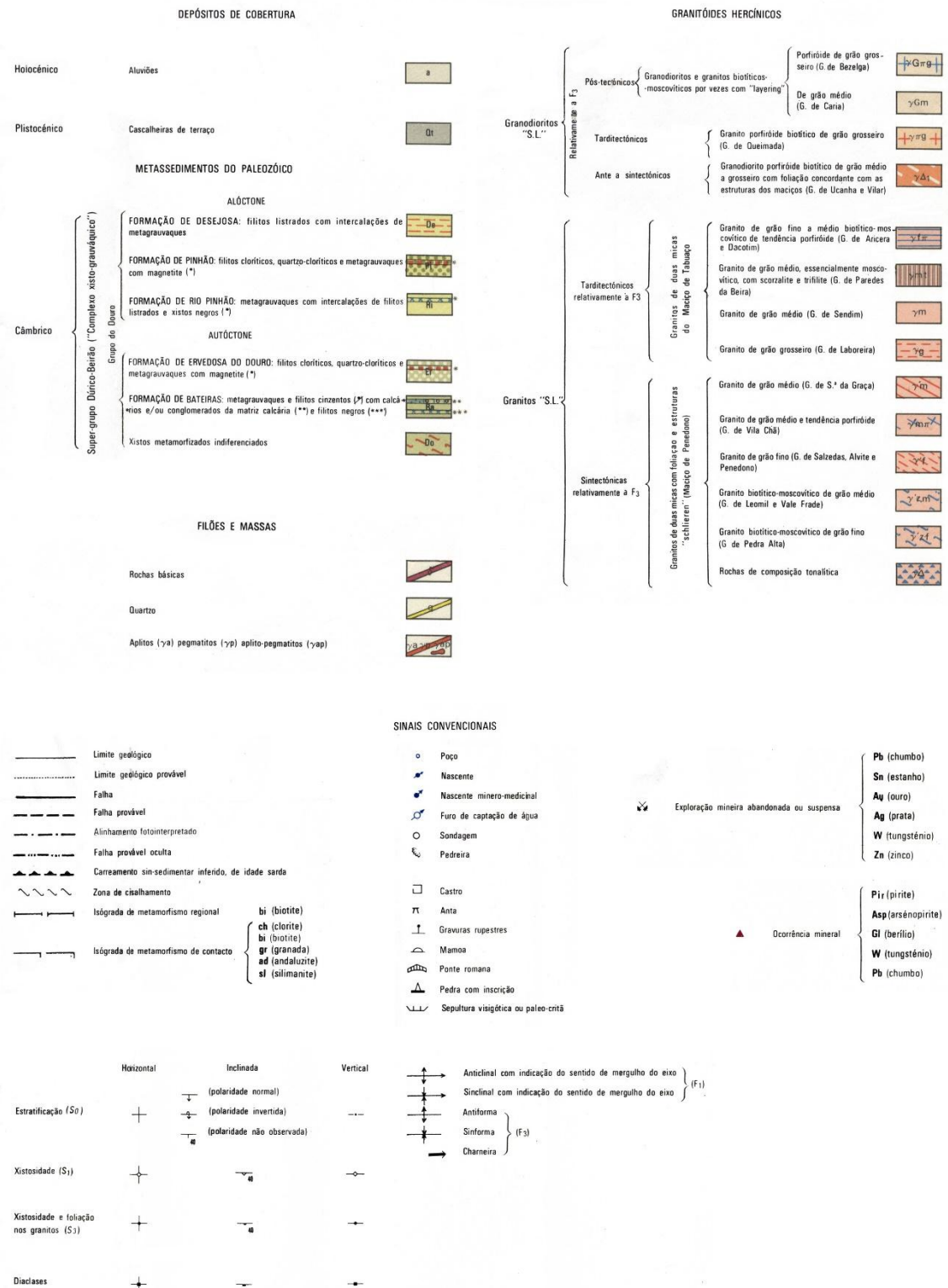


Figura D.3 – Legenda integral da Folha 14-B Moimenta da Beira da Carta Geológica de Portugal à escala 1:50 000 (Ferreira *et al.*, 1987).

ANEXO E

Legenda da Carta Militar

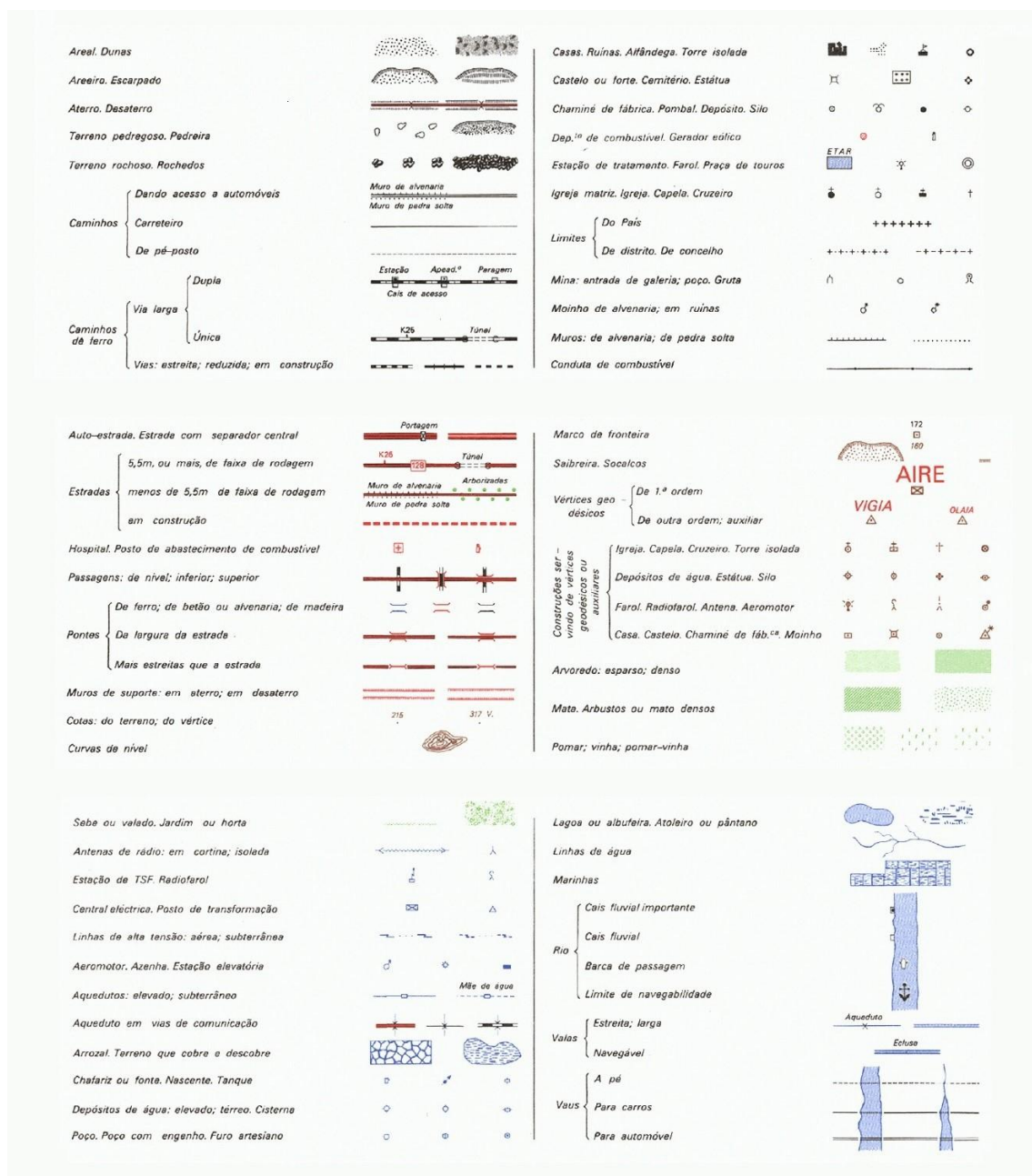


Figura E.1 – Legenda integral da Carta Militar de Portugal (escala original 1/25 000) (IGEOE, 1997).

ANEXO F

Enquadramento sísmico

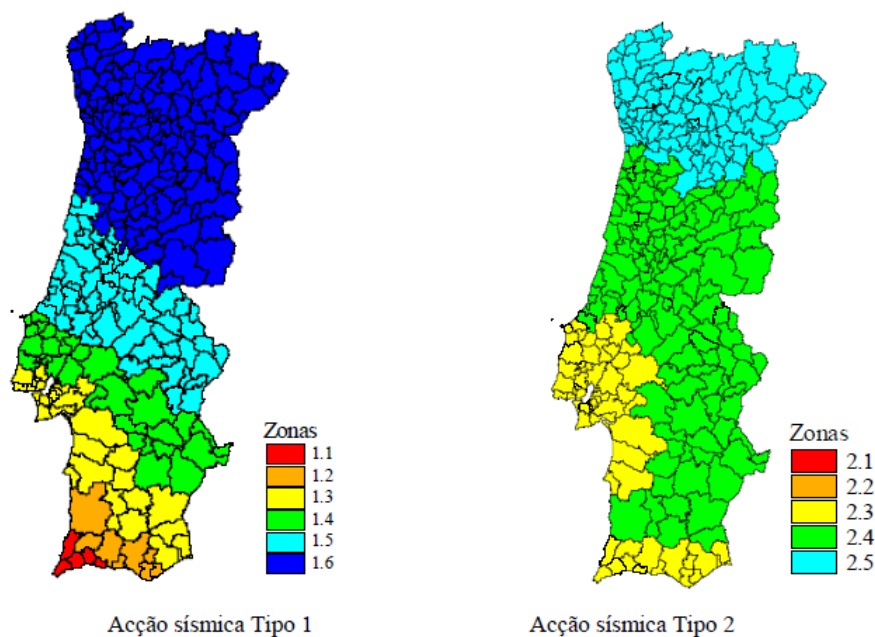


Figura F.1 – Zonamento sísmico em Portugal Continental (NP EN 1998-1, 2010).

Quadro F.I – Aceleração máxima de referência a_{gR} (m/s²) em função do tipo de acção sísmica e da zona sísmica (NP EN 1998-1, 2010).

Acção sísmica tipo 1		Acção sísmica tipo 2	
Zona sísmica	a_{gR} (m/s ²)	Zona sísmica	a_{gR} (m/s ²)
1.1	2,5	2.1	2,5
1.2	2,0	2.2	2,0
1.3	1,5	2.3	1,7
1.4	1,0	2.4	1,1
1.5	0,6	2.5	0,8
1.6	0,35	-	-

Quadro F.II – Tipos de terreno (NP EN 1998-1, 2010).

Tipo de terreno	Descrição do perfil estratigráfico	Parâmetros		
		$v_{s,30}$ (m/s)	N_{SPT} (pancadas/30 cm)	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 compactidade baixa a média (com ou sem alguns estratos de solos coesivos moles), ou 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 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 ($PI > 40$) e um elevado teor de água.	< 100 (indicativo)	-	10 - 20
S_2	Depósitos de solos com potencial de liquefação, de argilas sensíveis ou qualquer outro perfil de terreno não incluído nos tipos A - E o S_1 .			

ANEXO G

Ensaio SPT

Com exceção daqueles que são realizados à superfície do terreno, a execução de ensaios SPT implica que se proceda, complementarmente, à realização de furos de sondagem. Com efeito, durante a execução de um furo de sondagem, o processo de perfuração é interrompido sempre que se pretende dar lugar à execução de um ensaio SPT. Usualmente estes ensaios, aplicáveis a solos e a maciços rochosos completamente alterados, são realizados em intervalos sucessivos de 1,5 m e sempre que se regista uma mudança de litologia.

Segundo Matos Fernandes (2011), “basicamente o ensaio consiste em cravar no fundo de um furo de sondagem um amostrador normalizado (...) por meio de golpes ou de pancadas de um martelo de 63,5 kgf (140 libras) de peso que cai de uma altura de 76 cm (30 polegadas). O amostrador é um tubo de aço bipartido (com diâmetros exterior e interior de, respectivamente, 51 mm e 35 mm) com comprimento de cerca de 80 cm e peso aproximado de 6,8 kgf. À extremidade inferior do corpo do amostrador anexa-se um anel cortante [vulgarmente designado por ponteira] que é biselado na boquilha para facilitar a penetração no terreno. Na extremidade oposta é roscada uma peça, dotada de uma válvula de esfera antirretorno e de orifícios laterais para purga do ar e da água durante a cravação, que faz a ligação ao trem de varas.”

Na Figura G.1 mostram-se fotografias de um amostrador normalizado em diferentes momentos da execução do ensaio SPT.

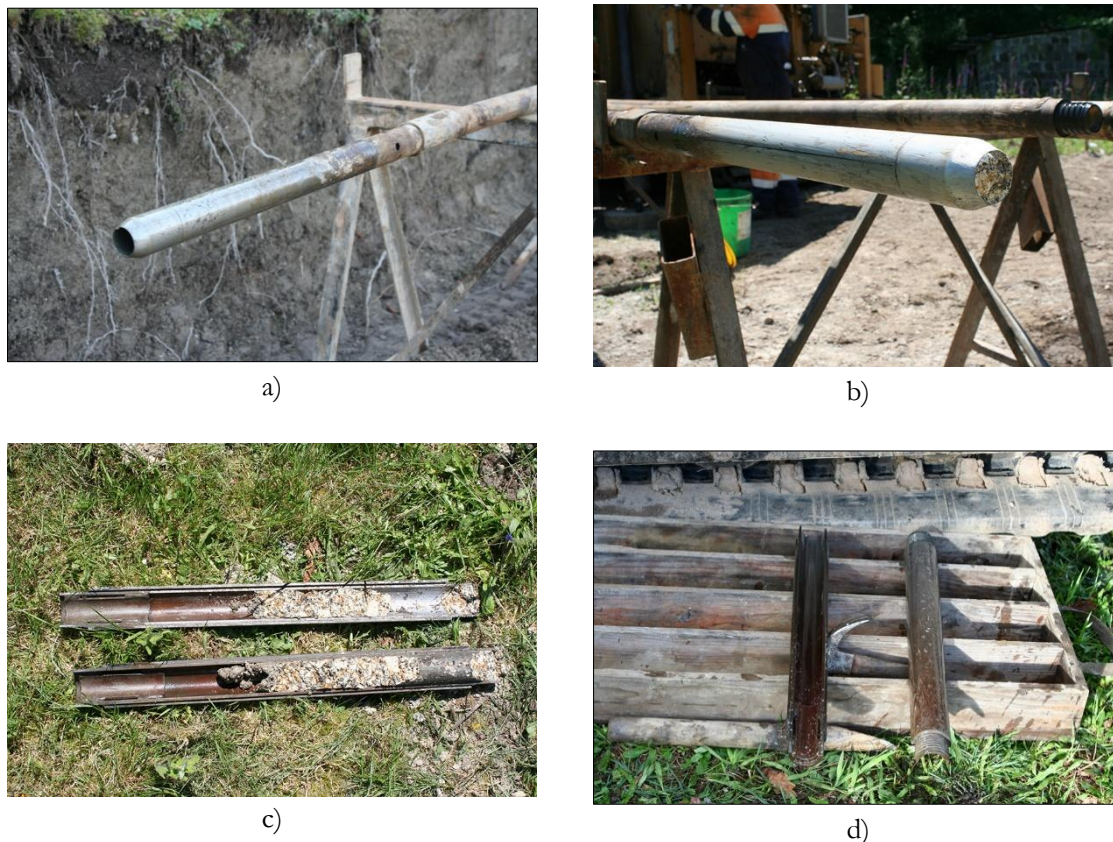


Figura G.1 – Amostrador normalizado: a) amostrador acoplado ao trem de varas antes do início do ensaio; b) pormenor da ponteira do amostrador após a execução do ensaio, sendo visível parte da amostra recolhida; c) amostrador aberto após a execução do ensaio com amostra recolhida; d) amostrador aberto após remoção da amostra.

A execução do ensaio SPT compreende a penetração contínua do amostrador em três intervalos sucessivos de 15 cm, registando-se, para cada um, o número de pancadas observado. Ao primeiro intervalo corresponde a primeira fase do ensaio. A segunda fase, por sua vez, corresponde à consideração conjunta do segundo e terceiro intervalos, isto é, à cravação dos últimos 30 cm, sendo o número de pancadas registado nesta fase o resultado do ensaio SPT, N .

De acordo com o mesmo autor, o valor de pancadas registado na primeira fase “... é tomado como meramente informativo, já que com a mesma se pretende, essencialmente, atravessar o terreno mais perturbado imediatamente abaixo do fundo do furo.”

Após a aplicação de 60 pancadas ^(F.1), caso a penetração apresente um valor inferior a 15 cm na primeira fase ou a 30 cm na segunda fase – que vulgarmente se designa, consoante o caso, por nega

^(F.1) Apesar de em Portugal ser prática corrente associar a nega do ensaio SPT à obtenção de um resultado de 60 pancadas, a norma EN ISO 22476-3:2005 estipula o valor de 50 pancadas.

de primeira ou de segunda fase –, dá-se o ensaio por concluído, registando-se, para além do número de pancadas observado, o valor da penetração correspondente.

O procedimento associado à execução do ensaio SPT encontra-se ilustrado de forma esquemática na Figura G.2.

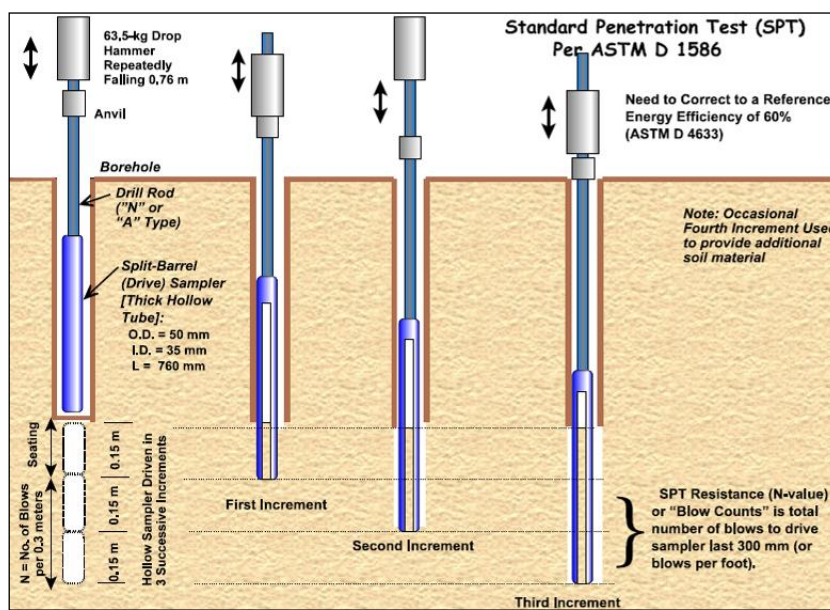


Figura G.2 – Esquema ilustrativo da execução do ensaio SPT. (Mayne *et al.*, 2001).

No Quadro G.I apresentam-se os factores correctivos a aplicar ao resultado do ensaio SPT para ter em consideração o efeito de profundidade de execução do ensaio (comprimento das varas), a dissipação da energia ao longo das varas e o tipo de amostrador utilizado, de acordo com a expressão apresentada de seguida.

$$N_{60} = N_{SPT} \times C_B \times C_R \times C_S \times C_N$$

Em que:

C_B - factor de correcção que tem em conta o comprimento das varas;

C_R - factor de correcção que tem em conta o efeito do diâmetro do furo;

C_S - factor de correcção que tem em conta o tipo de amostrador;

C_N - factor de correcção aplicável em solos arenosos para ter em conta o efeito do nível de tensões efectivas à profundidade do ensaio.

Quadro G.I – Factores correctivos do ensaio SPT (Skempton, 1986 *apud* Bessa, 2009).

Comprimento das varas	C_B
> 10 m	1,00
6 a 10 m	0,95
4 a 6 m	0,85
3 a 4 m	0,75
Diâmetro do furo	C_R
65 a 115 mm	1,00
150 mm	1,05
200 mm	1,15
Amostrador	C_S
Bipartido	1,00
Inteiro	1,20
Tensão efectiva	C_N
Solos arenosos	$\left[\frac{(\sigma'_{v0})_1}{\sigma_{v0}} \right]^{0,5}$

ANEXO H

Classificação de maciços e simbologia

1. CLASSIFICAÇÃO DE MACIÇOS

1.1 Solos

10 (3/4")							
Silt or Clay	Sand			Gravel		Cobbles	Boulders
	fine	medium	co.	fine	coarse		
	.074	.42	2 mm	4.8	19	76	300 mm

Figura H.1 – Escala granulométrica adoptada pela norma ASTM D 2487-11: Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System).

Quadro H.I – Estado de compactidade de solos arenosos (Terzaghi and Peck (1948) *apud* Sanglerat (1982)).

Description of compactness	Relative density	S.P.T. (N)
Very loose	< 0,2	< 4
Loose	0,2 – 0,4	4 – 10
Medium loose	0,4 – 0,6	10 – 30
Dense	0,6 – 0,8	30 – 50
Very dense	0,8 – 1,0	> 50

1.2 Rochas

Quadro H.II – Classificação do estado de alteração de maciços rochosos (ISRM, 1980).

Term	Description	Symbols
Fresh	No visible sign of rock material weathering; perhaps slight discolouration on major discontinuity surfaces.	W1
Slightly weathered	Discolouration indicates weathering of rock material and discontinuity surfaces. All the rock material may be discoloured by weathering and may be somewhat weaker than in its fresh condition.	W2
Moderately weathered	Less than half of the rock material is decomposed and/or disintegrated to a soil. Fresh or discoloured rock is present either as a discontinuous framework or as corestones.	W3
Highly weathered	More than half of the rock material is decomposed and/or disintegrated to a soil. Fresh or discoloured rock is present either as a discontinuous framework or as corestones.	W4
Completely weathered	All rock material is decomposed and/or disintegrated to a soil. The original mass structure is still largely intact.	W5

Quadro H.III – Classificação de maciços rochosos no que respeita à intersecção de fracturas (I.S.R.M., 1980).

Intervals (cm)	Symbols		Descriptive terms	
> 200	F ₁	F _{1,2}	Very wide	Wide
60 – 200	F ₂		Wide	
20 – 60	F ₃	F ₃	Moderate	Moderate
6 – 20	F ₄	F _{4,5}	Close	Close
< 6	F ₅		Very close	

Quadro H.IV – Classificação do índice RQD, proposta por Deere *et al.* (1966) *apud* A.S.T.M. (1988).

RQD (Rock Quality Designation)	Description of Rock Quality
0 – 25 %	Very Poor
25 – 50 %	Poor
50 – 75 %	Fair
75 – 90 %	Good
90 – 100 %	Excellent

Quadro H.V – Estimativa da resistência à compressão uniaxial de rochas a partir de índices de campo
I.S.R.M. (1981) *apud* ISRM (1995).

Grade	Term	Uniaxial Comp. Strength (MPa)	Point Load Index (MPa)	Field estimate of strength	Examples**
R6	Extremely strong	> 250	> 10	Rock material only chipped under repeated hammer blows, rings when struck.	Fresh basalt, chert, diabase, gneiss, granite, quartzite.
R5	Very strong	100 - 250	4 - 10	Requires many blows of a geological hammer to break intact rock specimens.	Amphibolite, sandstone, basalt, gabbro, gneiss, granodiorite, limestone, marble, rhyolite, tuff.
R4	Strong	50 - 100	2 - 4	Hand held specimens broken by a single blow of geological hammer.	Limestone, marble, phyllite, sandstone, schist, shale.
R3	Medium strong	25 – 50	1 - 2	Firm blow with geological pick indents rock to 5 mm, knife just scrapes surface.	Claystone, coal, concrete, schist, shale, siltstone.
R2	Weak	5 – 25	***	Knife cuts material but too hard to shape into triaxial specimens.	Claystone, rocksalt, potash.
R1	Very weak	1 - 5	***	Material crumbles under firm blows of geological pick, can be shaped with knife.	Highly weathered or altered rock.
R0	Extremely weak	0,25 - 1,0	***	Indented by thumbnail.	Clay gouge.

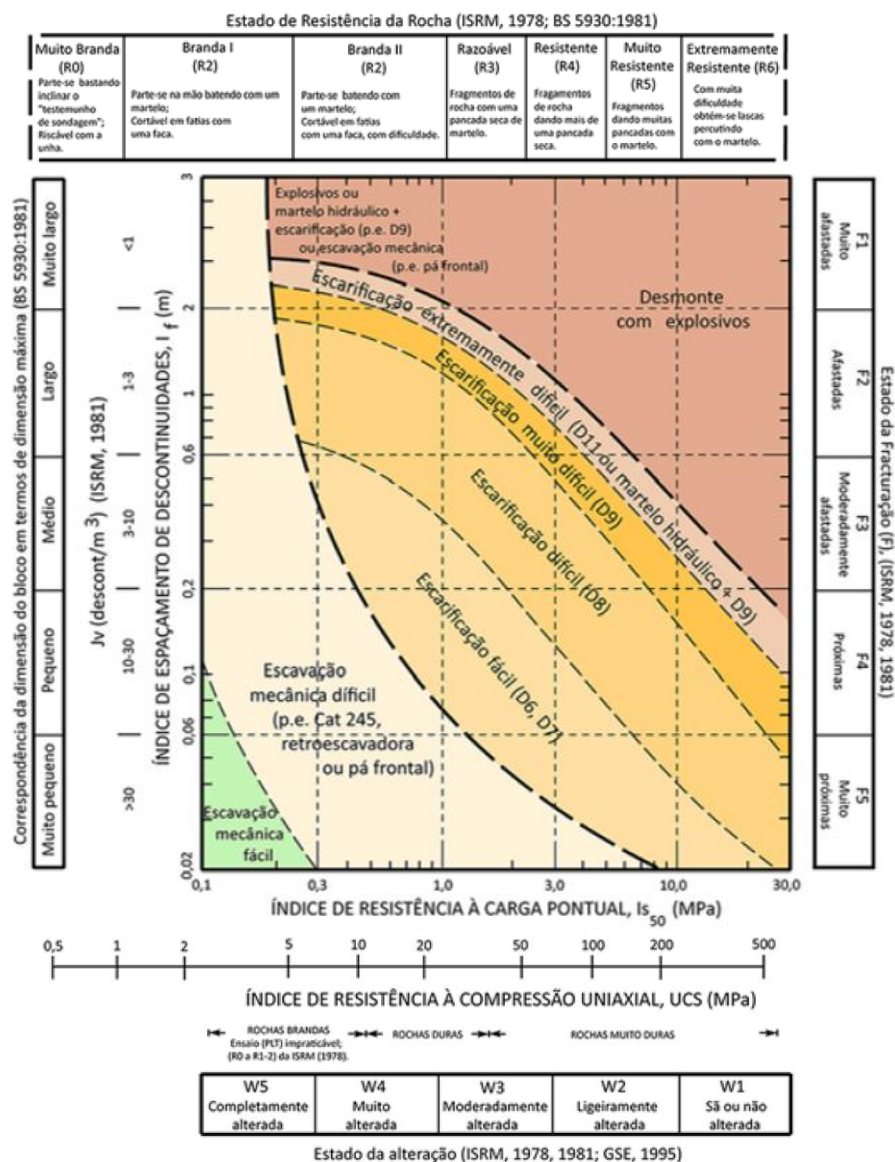


Figura H.2 – Parâmetros geológicos, geotécnicos e geomecânicos envolvidos na caracterização dos maciços para efeitos de desmorte (adaptado de Pettifer e Fookes, 1994 *apud* DGEG, 2011).

Quadro H.VI – Classes de terreno (Santos Fonseca, 2011).

Classe de terreno	Características	Materiais
Classe A	Terrenos cujo desmonte só é possível por meio de guilho, martelo pneumático ou explosivos.	Rochas duras e sãs, rochas pouco duras ou medianamente alteradas e, eventualmente, solos coerentes rijos.
Classe B	Terrenos cuja escavação pode ser executada com picareta ou com meios mecânicos.	Rochas brandas ou muito alteradas, solos coerentes rijos, solos coerentes muito duros e, eventualmente, solos coerentes duros e misturas areia-seixo bem graduadas e compactas.
Classe C	Terrenos que podem ser escavados à picareta, à enxada ou por meios mecânicos.	Solos coerentes duros, solos coerentes de consistência média, areias e misturas areia-seixo bem graduadas e compactas e, eventualmente, areias uniformes compactas, turfas e depósitos turfosos, aterros e entulhos.
Classe D	Terrenos facilmente escavados à pá, à enxada ou por meios mecânicos.	Areias e misturas areia-seixo bem graduadas mas soltas, areias uniformes compactas, areia uniformes soltas, solos coerentes moles, solos coerentes muito moles, lodos, turfas e depósitos turfosos, aterros e entulhos.

2. SIMBOLOGIA

c' coesão efectiva

c_{mr} coesão da massa rochosa

E módulo de Young ou módulo de deformabilidade

E_{mr} módulo de deformabilidade da massa rochosa

γ peso volúmico

γ_{mr} peso volúmico da massa rochosa

ϕ' ângulo de atrito efectivo

ϕ_{mr} ângulo de atrito da massa rochosa

σ_i resistência à compressão uniaxial da rocha intacta (UCS)

BIBLIOGRAFIA

- A.S.T.M. (1988). *Rock Classification Systems for Engineering Purposes*. American Society for Testing and Materials.
- A.S.T.M. D2487 (2011). *Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)*. American Society for Testing and Materials.
- BESSA, C. (2009). *Caracterização mecânica dos maciços através de ensaios “in situ”*. Universidade da Beira Interior. Faculdade de Engenharia. Covilhã.
- DGEG (2011) *Boletim de Minas*. Vol. 46. N.º2. Lisboa.
- EN ISO 22476-3 (2005). *Geotechnical investigation and testing – Field testing – Part 3: Standard Penetration Test*. CEN, Brussels.
- FERREIRA, N., SOUSA M. B. (1994). *Notícia Explicativa da Folha 14-B Moimenta da Beira. Carta Geológica de Portugal na escala 1/ 50 000*. Instituto Geológico e Mineiro. Lisboa.
- FERREIRA, N., SOUSA, B., ROMÃO, J. C., FRANCISCO, A. S., SANTOS, A. J. (1987). *Carta Geológica de Portugal na escala 1/ 50 000. Folha 14-B Moimenta da Beira*. Serviços Geológicos de Portugal. Lisboa.
- HOEK, E. (2007). *Practical Rock Engineering*. Evert Hoek Consulting Engineer Inc.
- I.G.E.O.E. (1997). *Folha 138 da Carta Militar de Portugal na escala 1:25 000*. Instituto Geográfico do Exército.
- I.S.R.M. (1980). *Basic Geotechnical Description of Rock Masses*. Comission on Classification of Rocks and Rock Masses. International Society for Rock Mechanics.
- I.S.R.M. (1995). *News Journal. Volume 2. Number 2*. International Society for Rock Mechanics.
- KELLER G., and SHERAR J. (2003) *Low-Volume Roads Engineering-Best Management Practices Field Guide*. Conservation Management Institute, Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, Va., in cooperation with USDA Forest Service, Office of International Programs, and U.S. Agency for International Development, Washington, D.C.
- LOOK, B. (2014). *Handbook of geotechnical investigation and design tables*, 2.ed. Boca Raton, Fla.: CRC Press/Balkema.
- MACEDO, J. (2018). Review. *O estado de Arte do Índice de Langelier. Água estabilizada de Piscina. Não conformidades*. Março de 2018.

NP EN 1997-1 (2010). *Eurocódigo 7 – Projecto geotécnico. Parte 1: Regras gerais*. Instituto Português da Qualidade.

NP EN 1998-1 (2010). *Eurocódigo 8 – Projecto de estruturas para resistência aos sismos – Parte 1: Regras gerais, acções sísmicas e regras para edifícios*. Instituto Português da Qualidade.

MAYNE, P. W.; CHRISTOPHER, B. R.; DEJONG, J. (2001). *Manual on Subsurface Investigations. Geotechnical Characterization*. Publication n.º FHWA NHI-01-031, Federal Highway Administration, Washington, D.C.

NP EN 1997-1 (2010). *Eurocódigo 7 – Projecto geotécnico. Parte 1: Regras gerais*. Instituto Português da Qualidade.

NP EN 1998-1 (2010). *Eurocódigo 8 – Projecto de estruturas para resistência aos sismos – Parte 1: Regras gerais, acções sísmicas e regras para edifícios*. Instituto Português da Qualidade.

SANTOS FONSECA, M. (2011). *Curso sobre regras de medição na construção*. LNEC, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa.

SANGLERAT, G. (1982). *The Penetrometer and Soil Exploration*. 1st Edition. American Elsevier Publishing.

TERZAGHI, K. ; PECK, R. B. (1967). *Soil mechanics in engineering practice*, 2nd ed. Wiley, New York.



Alameda dos Descobrimentos, n.º 320, 1.º Esquerdo
4480-872 - Vila do Conde

+351 252 611 017 | geral@enggeo.pt | www.enggeo.pt

© 2025 CGHS - Civil and Geotechnical Engineering Services, Lda

