MOTA-ENGIL
GEOTECNIA
ENGENHARIA

Luftansa Technik Portugal, S.A.

INSTALAÇÕES MRO PARA PEÇAS DE MOTORES E COMPONENTES DE AERONAVES

ESTUDO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO E HIDROGEOLÓGICO

MOTA-ENGIL
ENGENHARIA
GEOTECNIA

Luftansa Technik Portugal, S.A.

INSTALAÇÕES MRO PARA PEÇAS DE MOTORES E COMPONENTES DE AERONAVES

ESTUDO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO E HIDROGEOLÓGICO

(TRADUÇÃO DO RELATÓRIO ORIGINAL EM INGLÊS UTILZANDO O TRADUTOR DO WORD DO MICROSOFT OFFICE 365)

Código do Documento	17040.600ED02	
Produzido	João Branco	07/08/2025
Verificado	Jorge Cruz	07/08/2025

Registo de alterações

Edição	Data	Autor(es)	Secção/alterações afetadas
01	24/07/2025	João Branco/Nuno Pupo	Primeira Edição
02	07/08/2025	João Branco	11.1

ÍNDICE

1. Introdução 5

2. Enquadramento Geológico Geral 8

2.1. Geomorfologia e Tectónica 9

2.2. Litologia 10

3. Hidrogeologia 11

3.1. Caracterização geral 11

4. Sismicidade 12

5. Descrição geológica e geotécnica dos materiais 18

5.1. Identificação de solos 18

5.2. Maciço Rochoso 23

6. Sondagens Mecânicas e Poços de Prospeção 28

6.1. Equipamento de Trabalho 30

6.2. Amostragem 32

6.3. Resultados Obtidos 32

6.4. Resultados obtidos 35

7. Ensaios in situ (Hidrogeologia) 39

7.1. Instalação de piezómetros 39

8. Ensaios in situ (Geotécnicos) 42

8.1. Introdução 42

8.2. Ensaios de penetração dinâmica normalizado– SPT 45
8.2.1. Enquadramento do ensaio 45
8.2.2. Correção de resultados 48
8.2.3. Parâmetros geotécnicos 51
8.2.4. Resultados obtidos 54
8.3. Ensaio de Penetração Estática – CPTu 58
8.3.1. Enquadramento 58
8.3.2. Resultados Obtidos 65
8.4. Ensaios in situ (Geofísica – Resistividade Elétrica) 66
8.4.1. Introdução 66
8.4.2. Equipamentos e parâmetros de aquisição 67
8.4.3. Resultados Obtidos 68
9. Ensaios laboratoriais 70
9.1. Solos 70
9.2. Análises químicas das águas subterrâneas 72
10. Zonamento Geológico-Geotécnico Interpretativo 75
11. Considerações Técnicas 83
11.1. Fundações 83
11.2. Escavabilidade 85
11.3. Materiais de construção 86

11.4. Estabilidade das Encostas de Escavação 86

Bibliografia 88

ANEXO:

- PLANTA DE LOCALIZAÇÃO DA PROSPEÇÃO

- LOGS DAS SONDAGENS MECÂNICAS

- BOLETINS DE CORREÇÃO DOS VALORES N_{SPT}

- REGISTO FOTOGRÁFICO DA AMOSTRAGEM

- LOGS DOS POÇOS DE PROSPEÇÃO

- REGISTO FOTOGRÁFICO DOS POÇOS DE PROSPEÇÃO

- BOLETINS DOS ENSAIOS CPTu

- ENSAIOS LABORATORIAIS

- PERFIS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO INTERPRETATIVOS

1. INTRODUÇÃO

A pedido de **Luftansa Technik Portugal, S.A.,** o departamento geotécnia de **Mota-Engil, Engenharia e Construção S.A**., realizou uma investigação geotécnica para a identificação e caracterização geotécnica das formações que ocorrem no local de construção das instalações MRO para peças de motores e componentes de aeronaves, localizada no Lusopark 1 - Santa Maria da Feira, Portugal (Figura 1).

O local em estudo tem uma forma aproximadamente retangular, com dimensões aproximadas de 1500 m x 600 m, com elevações que variam entre 93 m e 109 m. Os trabalhos realizados neste levantamento decorreram ao mesmo tempo que os trabalhos de terraplenagem e escavação, realizados no local do projeto.

O objetivo desta campanha é incluir informações existentes, na confirmação das camadas geológicas, zonas geotécnicas, características e parametrização dos solos relacionados com o local da intervenção, bem como complementar a execução dos elementos projetados, na preparação de perfis geológico-geotécnicos que interceptem pontos de levantamento realizados em campanhas e estudos anteriores, nomeadamente, as "*Investigações Geotécnicas Preliminares de Fase II*", realizadas pela Ramboll Alemanha (Ramboll).

A distribuição e o tipo de prospeção realizados neste levantamento foram definidos pelo cliente e consistiram nos seguintes trabalhos:

1) 26 sondagens mecânicas à rotação convencional.

2) 257 ensaios de penetração dinâmica normalizado – SPT.

3) Instalação de 7 piezómetros, com campanha de monitorização.

4) 15 poços de prospeção, com recolha de amostras.

5) 5 ensaios de resistividade elétrica, método Wenner.

6) 5 Ensaios de Penetração Estática com piezocone (CPTu).

7) Ensaios laboratoriais para a caracterização física e mecânica dos solos, nomeadamente 10 análises por peneira, 10 limites de consistência, 10 teor natural de água, 8 densidade de partículas sólidas, 3 testes Proctor modificados e 3 testes CBR (California Bearing Ratio).

8) Análises químicas de águas subterrâneas para determinar a agressividade ambiental do betão.

Figura 1 - Localização do levantamento (Fonte: Google Earth)

Todas as tarefas foram realizadas tendo em conta o rigoroso cumprimento das regras de trabalho da H&S, para prevenção de riscos industriais e promoção da saúde dos trabalhadores, e a equipa de prospecção usava equipamento de proteção individual.

As tarefas eram executadas por pessoal especializado, conforme descrito na tabela seguinte (Tabela 1).

Tabela 1 – Equipa técnica

Nome	Qualificação	Funções	Responsabilidades
Jorge Cruz	Mestrado em Engenharia Geotécnica	Coordenação Geral	Supervisão Geral
João Branco	Mestrado em Engenharia Geológica	Direção Técnica	Zonamento geotécnico e parametrização
Nuno Pupo Oliveira	Mestrado em Engenharia Geológica	Direção de obra	Comunicação com o cliente. Supervisão de planeamento e trabalho de campo. Zonamento geológico
Francisco Ganhão	Sondador, técnico de ensaios	Chefe de equipa	Testes in situ e execução em furo

2. ENQUADRAMENTO GEOLÓGICO GERAL

A área em estudo caracteriza-se do ponto de vista geológico, na folha 13-A ESPINHO do Mapa Geológico de Portugal (escala 1:50 000), publicada pela Unidade de Geologia, Hidrogeologia e Geologia Costeira do Laboratório Nacional de Energia e Geologia - LNEG, cujo extrato é apresentado em Figura 2.

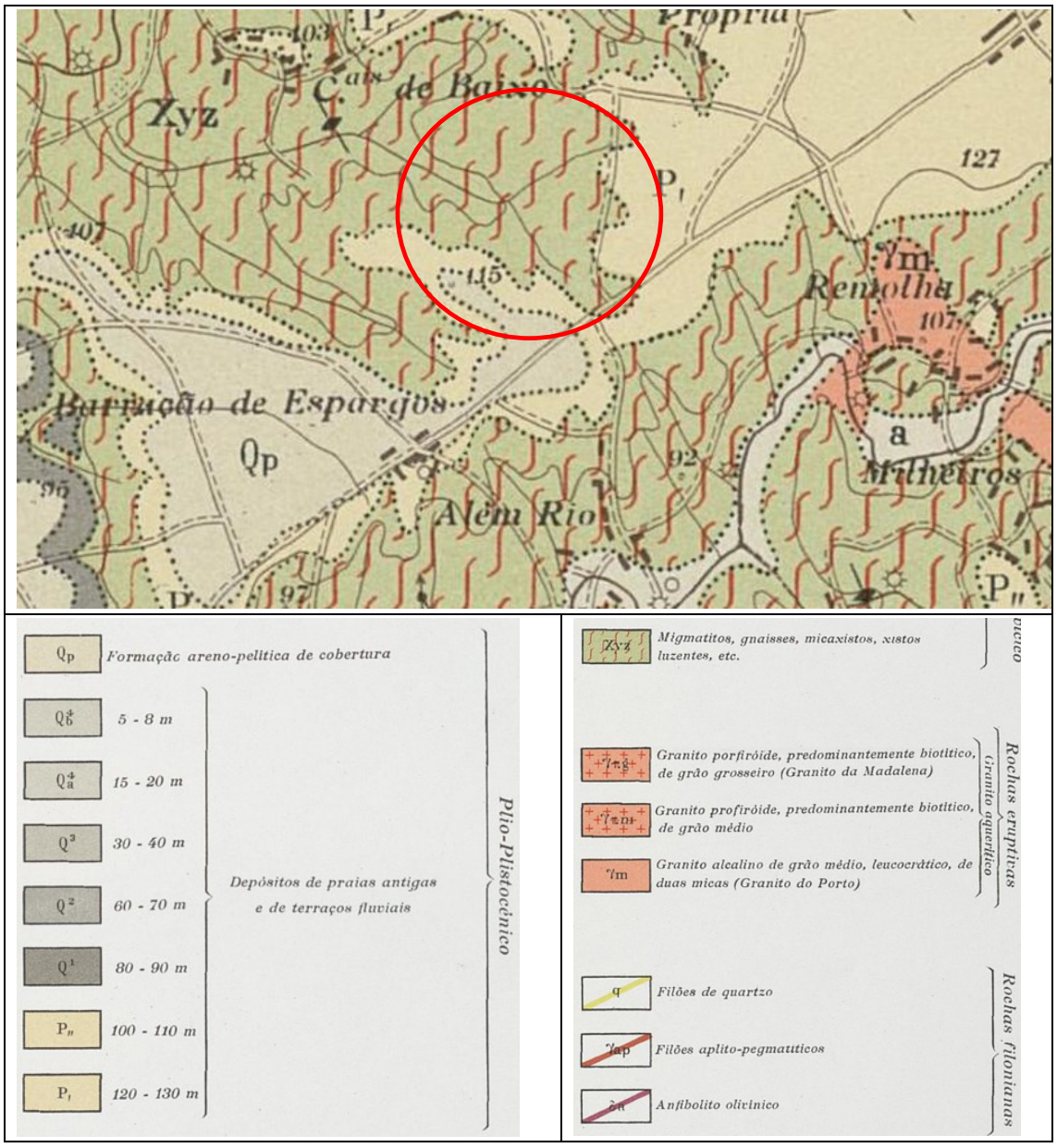


Figura 2 - Extrato da folha 13-A (ESPINHO) à escala 1:50 000 do Mapa Geológico de Portugal.

2.1. GEOMORFOLOGIA E TECTÓNICA

Do ponto de vista geomorfológico, a área em estudo caracteriza-se por extensas áreas achatadas, seguidas de baixos relevos (Figura 3).

As elevações mais importantes situam-se na zona média, formando uma pequena crista na direção NNO-SSE que separa a faixa costeira da região interior (vale do Douro).

Ao lado da costa encontra-se a extensa faixa que desce gradualmente até ao mar, surcada por linhas de água de pouca importância. Grande parte desta faixa é ocupada por depósitos de praias antigas, que se estendem muito para o interior, até ao pé da parte de trás.

Do outro lado da linha central do relevo, o elemento geomorfológico mais importante é o rio Douro.

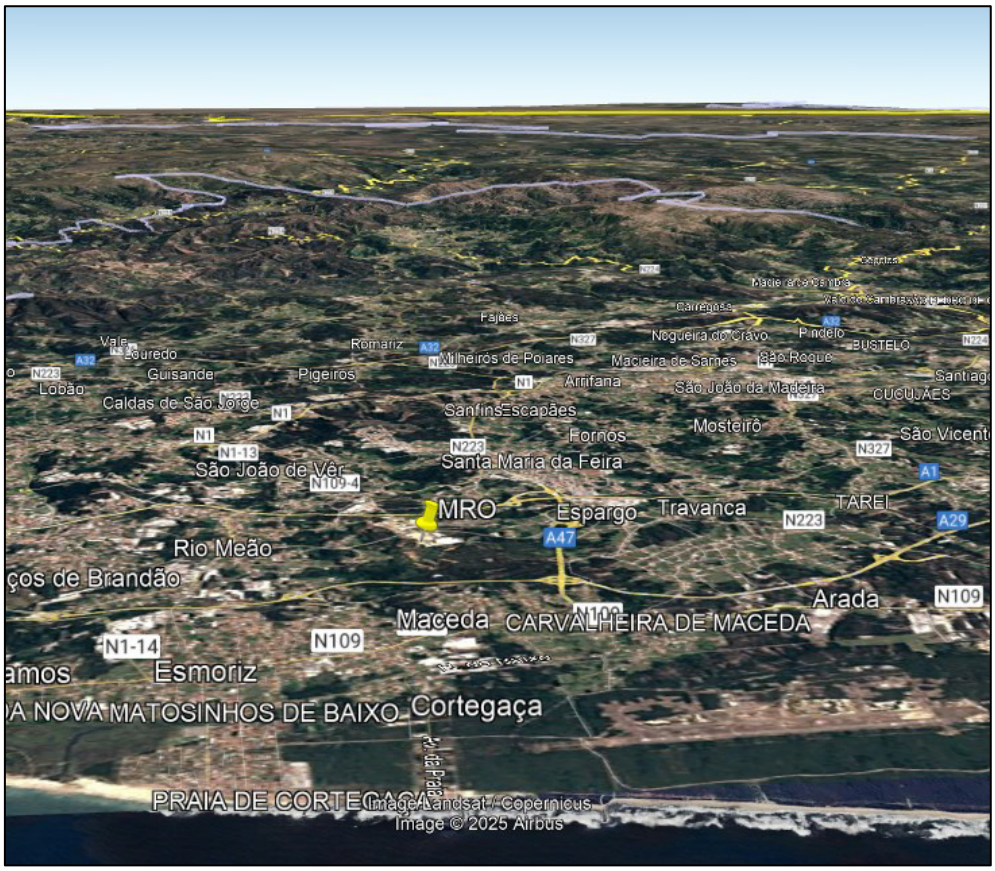


Figura 3 - Imagem ilustrativa da geomorfologia em redor do local de construção.

2.2. LITOLOGIA

À escala regional, o modelo geológico que enquadra a área da obra baseia-se num dispositivo de natureza mista, consistindo essencialmente nas seguintes formações, descritas de cima a baixo:

1. Depósitos Modernos: aluviões atuais, areias e cascalhos de praia e areias de dunas.
2. Depósitos Plio-Pliotocénicos: Formação de cobertura areno-péltica e depósitos de praias antigas e terraços fluviais.
3. Complexo xisto-grauváquico ante-Ordovícico (CXG) e séries metamórficas derivadas (migmatitos, gnaisses, micaxistos, xistos, etc.).
4. Rochas eruptivas: granito porfiroide, predominantemente biotítico, de grão grosso (granito de Madalena) e de grão médio.

Os terrenos do complexo de xisto-grauváquico ante-Ordovícico ocupam uma extensa área da região abrangida pelo mapa de Espinho. No entanto, na maior parte, os terrenos referidos estão profundamente metamorfoseados.

A ação exercida pelo metamorfismo regional e pelos fenómenos de granitização foi especialmente intensa.

A faixa de micaxistos com granada e estaurolita na região de Espinho segue uma extensa área ocupada por variadas rochas, onde aparecem formações granítico-migmatíticas, gnaisses, micaxistos, xistos luzentes, etc.

3. HIDROGEOLOGIA

3.1. CARACTERIZAÇÃO GERAL

À escala regional, podemos identificar os seguintes tipos de formações hidrogeológicas:

1. Aquíferos em formações superficiais terrosos de natureza granular.
2. Aquítardos em formações terrosas de natureza argilosa.
3. Aquicludos/Aquifúgos nas formações rochosas da base.

Por outro lado, do ponto de vista textural, as formações geológicas existentes na área de estudo configuram os seguintes cenários:

1. Permeabilidade do tipo poroso, que ocorre em formações superficiais de terrosas, no maciço granítico e de xistos de mica quando solos friáveis e residuais, cuja permeabilidade resulta da porosidade intergranular.
2. Permeabilidade mista (porosa e fissural) no maciço de gneisse, micaxisto, onde a permeabilidade resulta tanto dos vazios intergranulares como das descontinuidades existentes no maciço.

No contexto hidráulico e estrutural, é identificada a existência de um aquífero superficial livre, composto por solo residual de gnaisse/xistos de mica.

Como resultado, no presente estudo, foram instalados 7 piezómetros para caracterização detalhada à escala do trabalho.

Os respetivos resultados serão apresentados e discutidos posteriormente neste relatório.

Este complexo (CXG), uma extensão da faixa da mesma natureza de Lavadores e que se estende até à região de Ovar, é limitado no lado oriental pelo grande afloramento de granito porfiroide.

4. SISMICIDADE

Do ponto de vista da sismicidade, o Eurocódigo 8 (CE 8) define dois tipos de ações sísmicas para o território nacional:

1) Tipo de ação sísmica 1, que apresenta um cenário de geração sísmica entre placas continentais, caracterizado por baixas frequências, alta magnitude e longa duração.
2) Ação sísmica tipo 2, que apresenta um cenário de geração sísmica intracontinental caracterizada pela sua alta frequência, magnitude moderada e curta duração.

Figura 4 apresenta o zoneamento sísmico do continente português para os dois tipos de ação, enquanto a Tabela 2 mostra os valores de referência correspondentes da aceleração máxima (a_{gR}).

A área em estudo, localizada no município e distrito de Aveiro, insere-se na zona sísmica 1.6 do tipo 1 e 2.4 do tipo 2.

A Tabela 3 mostra os valores máximos de aceleração de referência segundo o Anexo NA.1 - Lista de Municípios com definição de zoneamento sísmico.

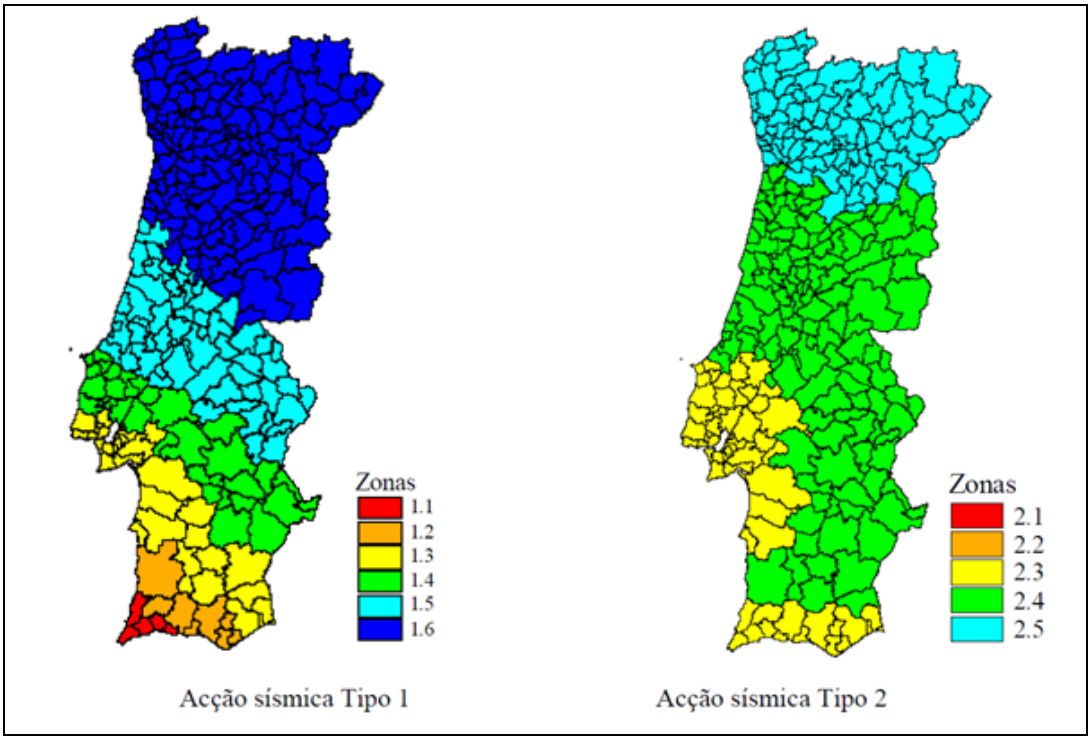


Figura 4 - Zonas sísmicas e acelerações correspondentes, Portugal Continental

Tabela 2 – Valores máximos de aceleração de referência (a_{gR}), território nacional

Ação sísmica do tipo 1		Ação sísmica tipo 2	
Zona Sísmica	agR (m/s^2)	Zona Sísmica	agR (m/s^2)
1.1	2.50	2.1	2.5
1.2	2.00	2.2	2.0
1.3	1.50	2.3	1.7
1.4	1.00	2.4	1.1
1.5	0.60	2.5	0.8
1.6	0.35	-	-

Tabela 3 – Valores de referência de aceleração máxima local (agR).

Município		Ação sísmica do tipo 1		Ação sísmica tipo 2	
Código	Designação	Zona sísmica	agR (m/s2)	Zona sísmica	agR (m/s2)
105	Aveiro	1.6	0.35	2.4	1.1

Para distinguir entre estruturas de importância diferente dos edifícios comuns (residenciais e edifícios de escritórios), a EC 8 introduz o conceito de classes de importância, que diferenciam níveis de risco aceitáveis de acordo com a importância da estrutura/função/operação, às quais são atribuídos diferentes valores de coeficientes de importância, γ_i (Tabela 4).

Tabela 4 – Coeficiente de Importância (γ_{eu}) para ser adotado para Portugal continental

Coeficiente de Importância	Edifícios de acordo com as suas funções	Ação sísmica Tipo 1	Ação sísmica Tipo 2
Eu	Edifícios de menor importância, por exemplo, edifícios usados para atividades agrícolas.	0.65	0.75
II	Construções atuais: habitação, serviços.	1.00	1.00
III	Edifícios que devem ter resistência sísmica para evitar o colapso, por exemplo, escolas, edifícios públicos, museus, teatros.	1.45	1.25
IV	Edifícios cuja integridade durante terramotos é importante para a proteção civil, por exemplo, hospitais, estações de bombeiros, unidades industriais, barragens.	1.95	1.50

Para o projeto da estrutura, a ação sísmica de projeto (ag) a considerar é obtida pelo produto da aceleração de referência e do coeficiente de importância (γ_i):

$$ag = agR \times \gamma_I$$

O local em estudo e a natureza do terreno são caracterizados e identificados, para considerar a influência das condições locais do solo na ação sísmica.

O valor de ag obtido anteriormente é multiplicado pelo coeficiente S (um fator que considera a amplificação dada pelo terreno), que depende do tipo de solo presente no local. Para a definição de espectros de resposta elástica, o valor do parâmetro S é determinado através das seguintes expressões:

para agricultura < 1 m/s2	S = Smax
para 1 m/s2 < AG < 4 m/s2	S = Smax – [(Smax – 1)/3](ag – 1)]
para agricultura ≥ 4 m/s2	S = 1.0

O parâmetro Smax é determinado de acordo com o tipo de solo descrito na Tabela 5 e os valores apresentados na Tabela 6.

A partir do produto entre as variáveis ag e S, obtemos a aceleração do solo (a_{max}), aceleração espectral para período nulo, a considerar na análise de estabilidade de taludes e suscetibilidade à liquefação.

$$amax = ag \times S$$

Outro dado fundamental na análise sísmica é a Magnitude de Referência associada a cada zona, descrita no Anexo Nacional da Parte 5 do Eurocódigo 8.

Na Tabela 7 são apresentados os valores das magnitudes de referência retiradas desse anexo correspondentes à zona em estudo, de acordo com o período de retorno e a classe de importância para essa área. No presente estudo, o valor de magnitude foi considerado para um período de retorno de 475 anos.

O tipo de terreno identificado corresponde ao tipo B.

Tabela 5 – Tipos de terreno segundo o Eurocódigo 8 (2010)

Tipos de terreno	Descrição do perfil litoestratigráfico	VS30 (m/s)	NSPT	(kPa)
Um	Rocha ou outro tipo de formação geológica composta por não mais de 5 m de material mais fraco à superfície	> 800	-	-
B	Depósitos de areia muito compacta, cascalho ou argila muito dura, com pelo menos várias dezenas de metros de espessura, caracterizados por um aumento gradual das propriedades mecânicas com a profundidade	360-800	> 50	> 250
C	Depósitos profundos de areia, cascalho ou argila compactos ou médios compactos com espessura de várias dezenas a muitas centenas de metros	180-360	15-50	70-250
D	Depósitos de solos não coesivos de baixa a média compacidade (com ou sem algumas camadas de solos moles e coesivos), ou solos predominantemente coesivos de consistência mole a dura	< 180	< 15	< 70
E	Perfil do solo com estrato aluvial superficial com valores V do tipo C ou D e espessura entre cerca de 5 m e 20 m, situado sobre um estrato mais rígido com s >800 m/s	-	-	-
S1	Depósitos constituídos por ou contendo um estrato com pelo menos 10 m de espessura de argilas moles ou siltes, com elevado índice de plasticidade (IP > 40) e elevado teor de água	< 180 (indicativo)	-	10-20
S2	Depósitos de solo propensos à liquefação, argilas sensíveis ou qualquer outro perfil de solo não incluído no Tipo A - E ou S1	-	-	-

Tabela 6 – Valores do parâmetro Smax, EC8 (2010)

Tipo de terreno	Ação sísmica Tipo 1 e Tipo 2
Um	1.00
B	1.35
C	1.60
D	2.00
E	1.80

Tabela 7 – Magnitudes de referência (Eurocode 8-P.5 AN I, 2010)

Período de retorno / classe de importância	243 anos/ Eu (Edifícios e pontes)		475 anos/ II (Edifícios e pontes)		821 anos/ III (Edifícios)		1044 anos/ III (Pontes)		1303 anos/ IV (Edifícios)	
Código do Município/ Nome	Magnitude		Magnitude		Magnitude		Magnitude		Magnitude	
	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2
105/Aveiro	7.0	4.3	7.2	4.4	7.3	4.4	7.4	4.4	7.4	4.4

Finalmente, a Tabela 8 apresenta um resumo dos valores paramétricos necessários para a avaliação do potencial de liquefação e a análise da estabilidade das encostas.

Tabela 8 – Caracterização sísmica do local de estudo (EC-8)

Parâmetro	Ação sísmica Tipo 1	Ação sísmica Tipo 2
Zona sísmica	1.6	2.4
Período de declaração de referência, TNCR (anos)	475	475
Magnitude de referência, Mw	7.2	4.4
Aceleração sísmica de referência, agR (m/s2)	0.35	1.1
Fator de importância, γ_i	1.00	1.00
Aceleração sísmica calculada, ag (m/s2)	0.35	1.1
Tipo de terreno	B	B
Fator de amplificação, S	1.35	1.34
Aceleração máxima de superfície, amáx (g)	0.4725	1.474

5. DESCRIÇÃO GEOLÓGICA E GEOTÉCNICA DOS MATERIAIS

Para uma descrição geológico-geotécnica dos materiais cruzados nesta campanha, no âmbito deste relatório, seguem-se as principais referências internacionais, nomeadamente;

1) ISO 14688-1 (2017): Investigação e ensaio geotécnico — Identificação e classificação do solo.

2) ISO 14689 (2017): Investigação e ensaio geotécnico — Identificação, descrição e classificação de rochas.

3) Sociedade Internacional de Mecânica de Rochas (ISRM).

Para a conveniência do leitor na análise da informação recolhida, apresentamos as principais designações e critérios dos documentos mencionados acima.

5.1. IDENTIFICAÇÃO DE SOLOS

Ao descrever materiais terrestres, as principais características a introduzir na descrição estão relacionadas com o tipo de solo, a sua cor, tamanho e forma das partículas constituintes, presença de matéria orgânica e nível de plasticidade.

A classificação da consistência dos solos finos e da compacidade dos solos granulares baseia-se na resposta dos testes geotécnicos realizados. Da Tabela 9 à Tabela 16 apresentam as classificações destes parâmetros e os respetivos critérios do enquadramento.

Tabela 9 – Descrição dos solos em termos da sua granulometria

Grupo de Solos	Frações de tamanho de partícula (Símbolo)	Gama de tamanhos de partículasmm
Solos de grão muito grosso	Grande Rocha (LBo)	>630
	Boulder (Bo)	200 - 630
	Cobble (Co)	63 - 200
Solos de grão grosso	Gravel (Gr)	2 - 63
	Cascalho Grosseiro (cGr)	20 - 63
	Cascalho Médio (mGr)	6.3 - 20
	Cascalho fino (fGr)	2 - 6.3
	Areia (Sa)	0.063 - 2.0
	Areia Grosseira (cSa)	0.63 - 2.0
	Areia Média (mSa)	0.20 - 0.63
	Areia Fina (fSa)	0.063 – 0.20
Solos de grão fino	Silt (Sa)	0.002 – 0.063
	Silte grosso (cSi)	0.02 – 0.063
	Sildo Médio (mSi)	0.0063 – 0.02
	Fine Label (fSi)	0.002 – 0.0063
	Argila (Cl)	<0,002

Tabela 10 – Características distintivas dos solos finos de granulometria

Termo	Argila	Silto
Dilatância	Nenhuma	Devagar e Rápido
Dureza	Alto	Baixa e não moldável
Plasticidade	Alto	Baixa plasticidade ou não plástico
Resistência da amostra seca	Alto a Muito Alto	De Baixo a Muito Baixo
Tocar	Suave; Pegajoso (quando molhado)	Um pouco áspero
Comportamento na água	Desintegra-se lentamente	Desintegração fácil na água
Comportamento no ar	Seca lentamente com o encolhimento	Seca rapidamente; Remoção fácil da escova
Coesão	Deforma-se sem rotura; mantém a forma e a humidade durante o manuseamento	A coesão entre partículas é baixa; Drena facilmente

Tabela 11 – Descrição dos solos vulcânicos relativamente à sua granulometria

Partícula vulcânica Frações de tamanho	Tamanho da Partícula (mm)	Descrição
Bombas	>63	Fragmentos piroclásticos que têm uma forma (geralmente arredondada) ou textura (por exemplo, superfície de "crosta de pão") que indica que estiveram totalmente ou parcialmente fundidos durante a sua formação e subsequente transporte.
Bloqueio		Fragmentos piroclásticos que têm uma forma angular ou subangular, indicando que foram sólidos durante o transporte.
Lapilli	2.0 - 63	Grãos piroclásticos esferoides ou em forma de gota, de lava fundida ou semi-derretida ejetados de uma erupção vulcânica que caem na Terra ainda pelo menos parcialmente derretidos.
Ash	<2.0	Consiste em fragmentos de rocha pulverizada, minerais e vidro vulcânico, criados durante erupções vulcânicas.

Tabela 12 – Descrição dos solos orgânicos

Termo	Tipo	Descrição
Torfa	Fibroso	Estrutura fibrosa; plantas; apresentar alguma resistência
	Pseudo-fibroso	Mistura de plantas e fibras
	Amorfo	Sem vestígios de planta; consistência 'pegajosa'
Solo superficial: Húmus		Restos de plantas, organismos vivos e seus excrementos misturados com constituintes inorgânicos
Sedimentos orgânicos		Sedimentos formados em água rica em nutrientes, compostos por restos vegetais e animais
Coloides		Pequenas partículas, de menos de um micrâmetro, encontradas em água totalmente natural. composta por material inorgânico, orgânico ou microbiano, pode atuar como transportadora de diversos contaminantes na água.

Tabela 13 – Descrição da cor (solos e rochas)

Leveza Descritor terciário	Tonalidade Descritor secundário	Cor Descritor primário
Limpo Dark	Avermelhado Rosado Laranja Amarelado Castanho Esverdeado Azulado Acinzentado	Vermelho Rosa Amarelo Creme Brown Verde Azul Branco Cinzento Preto

Tabela 14 – Descrição dos solos orgânicos em termos de cor

Termo	Exemplos de cor típica
Ligeiramente Orgânico	Cinzento
Biológico	Cinzento Escuro
Altamente Orgânico	Preto

Tabela 15 – Angularidade e redondeza

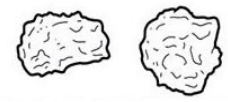
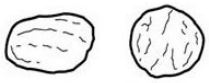
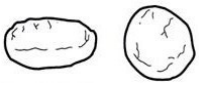
Parâmetro	Forma das partículas	Esquema
Angularidade / Redondeza	Muito Angular	
	Angular	
	Subangular	
	Subarredondado	
	Arredondado	
	Muito arredondado	
Forma	Cúbico	
	Lamelar	
	Alongado	
Textura da superfície	Rough	
	Suave	

Tabela 16 – Classificação dos solos quanto à plasticidade

Descrição	Critérios
Não Plástico	Não se pode moldar um rolo de 3mm
Baixa plasticidade	Difícil moldar um rolo de 3mm
Plasticidade média	Fácil de moldar num rolo e não demora muito tempo a atingir o limite do plástico; não é possível rolar depois de atingir o limite de plástico; A amostra desintegra-se quando tem um teor de humidade inferior ao limite do plástico
Alta plasticidade	Demora muito tempo a amassar e enrolar até atingir o limite do plástico; É possível remodelar várias vezes após atingir o limite do plástico sem rachar.

5.2. MACIÇO ROCHOSO

No contexto da descrição da massa rochosa, as principais características a serem introduzidas na descrição estão relacionadas com a rigidez e o grau de intemperismo da massa rochosa/matriz rochosa, com a fraturação à escala da massa rochosa (espaçamento, RQD e continuidade), e com as características das descontinuidades na escala de fratura (abertura, rugosidade e preenchimento). As designações de classificação destes parâmetros e os seus critérios de enquadramento são apresentadas da Tabela 17 à Tabela 26.

Tabela 17 – Descrição da rocha relativamente à sua textura

Descrição	Tamanho do grão (mm)	Textura
Com a presença de fenocristais	(fenocristal) >2	Porfiróide
Grão grosso	> 2	Faneritic
Grão médio	0.06 - 2	Microfanerítica
Grão fino	<0,06	Afanítico
Grão muito fino	<0,002	Vítreo

Tabela 18 – Matriz rochosa/ Grau de intemperização das massas rochosas

Símbolos		Designações	Descrição
W1	W1-2	Sem Envelhecimento / Fresco	Sem sinais visíveis de meteorização das rochas.
W2		Ligeiramente Desgastado	Uma ligeira intemperização do material rochoso desenvolveu-se apenas em superfícies abertas de descontinuidade.
W3		Moderadamente Climatizada	Intemperismo visível em todas as massas de rocha. A rocha não é friável.
W4	W4-5	Altamente Desgastado	Intemperismo visível em todas as massas rochosas, e a rocha é parcialmente friável.
W5		Completamente Desgastado / Decomposto	A rocha é completamente friável, preservando apenas fragmentos da textura e estrutura da rocha. A aparência exterior é a de um solo.

Tabela 19 – Resistência à compressão ilimitada

Termo	Identificação por teste manual	Livre compressiva Força (MPa)
Extremamente fraco	Riscados pela unha do polegar, os pedaços do tamanho de cascalho podem ser esmagados entre o dedo e o polegar	0.6 – 1.0
Muito fraco	Riscados com a unha do polegar, os nódulos podem ser partidos com forte pressão da mão, podem ser facilmente descascados com um canivete, desfazem-se sob golpes firmes com a ponta do martelo geológico	1.0 – 5.0
Fraco	Lajes finas, cantos ou bordas podem ser partidos com pressão manual, podem ser facilmente descascados com um canivete, facilmente riscados por canivete, e marcas superficiais feitas com um golpe firme com a ponta do martelo geológico	5.0 – 12.5
Moderadamente fraco	Lajes finas, cantos ou bordas podem ser partidos com forte pressão manual, podem ser riscados com dificuldade com canivete, e a amostra manual pode ser partida com um único golpe firme de martelo geológico	12.5 – 25.0
Média forte	Não pode ser raspado ou descascado com um canivete, o espécime numa superfície sólida pode ser fraturado com um único golpe firme de martelo geológico	25 – 50
Forte	O espécime requer mais do que um golpe de martelo geológico para ser fraturado	50 - 100
Muito forte	O espécime requer muitos golpes de martelo geológico para ser fraturado	100 – 250
Extremamente forte	O espécime só pode ser picado com martelo geológico	>250

Tabela 20 – Espaçamento das fraturas

Símbolos		Espaçamento	Designações	
F1	F1-2	> 200 cm	Muito largo	Muito largo Wide
F2		60 – 200 cm	Wide	
F3		20 – 60 cm	Moderado	
F4	F4-5	6 – 20 cm	Fechar	Espaçamento Reduzido
F5		<6 cm	Muito perto	

Tabela 21 – Classificação por continuidade/persistência

Designações	Espaçamento (m)
Muito baixo	< 1
Baixo	1 - 3
Média	3 - 10
Alto	10 - 20
Muito alto	>20

Tabela 22 – Designações para a descrição da abertura de descontinuidade

Termo do tamanho da abertura	Abertura (mm)
Muito apertado	< 0,10
Apertado	0.10-0.25
Parcialmente aberto	0.25-0.50
Aberto	0.50-2.50
Moderadamente larga	2.50-10.0
Wide	>10.0
Muito largo	>100.0
Extremamente larga	>1000.0

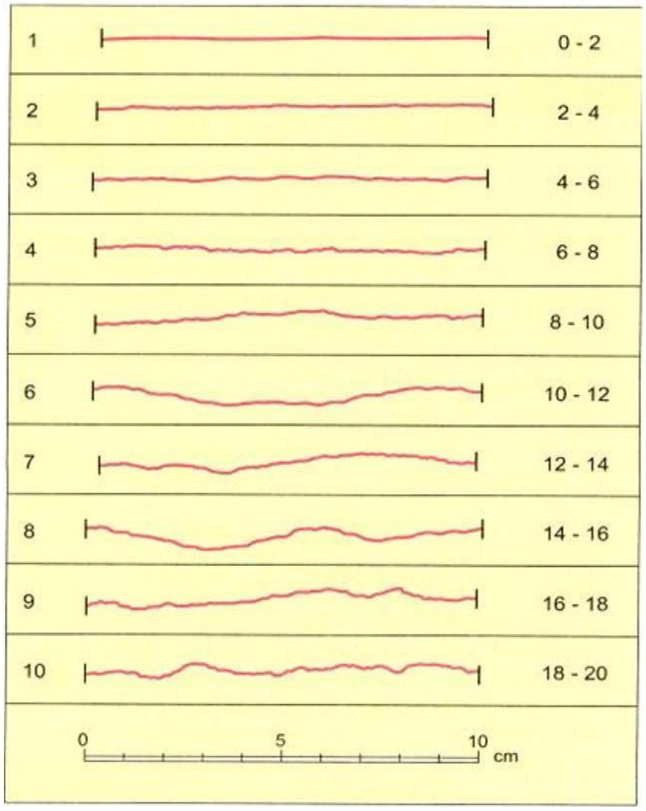
Tabela 23 – Designações para a descrição da inclinação da descontinuidade

Ângulo de descontinuidade	Intervalo (º)
Horizontal	<10
Sub-horizontal	10-20
Inclinado	20-70
Subvertical	70-80
Vertical	>80

Tabela 24 – Classificação dos estágios de meteorização das descontinuidades

Graus de meteorização das descontinuidades	Observações
Sem sinais de desgaste	Superfície fresca (típica do W1)
Sinais pontuais de meteorização	Superfície fresca com alguns cristais a mostrar alterações (Típico do W2)
Envelhecida / Um pouco friável	Sinais de alteração significativa, mas com cristais pouco destacáveis (típico do W3)
Muito desgastado / Friável	Sinais de alterações que abrangem toda a superfície com friabilidade das partículas de superfície (típico do W4)
Muito desgastado / Muito friável	Sinais de alteração que cobrem toda a superfície com uma friabilidade generalizada da superfície (típica do W5)

Tabela 25 – Coeficiente de Rugosidade da Junta (JRC)

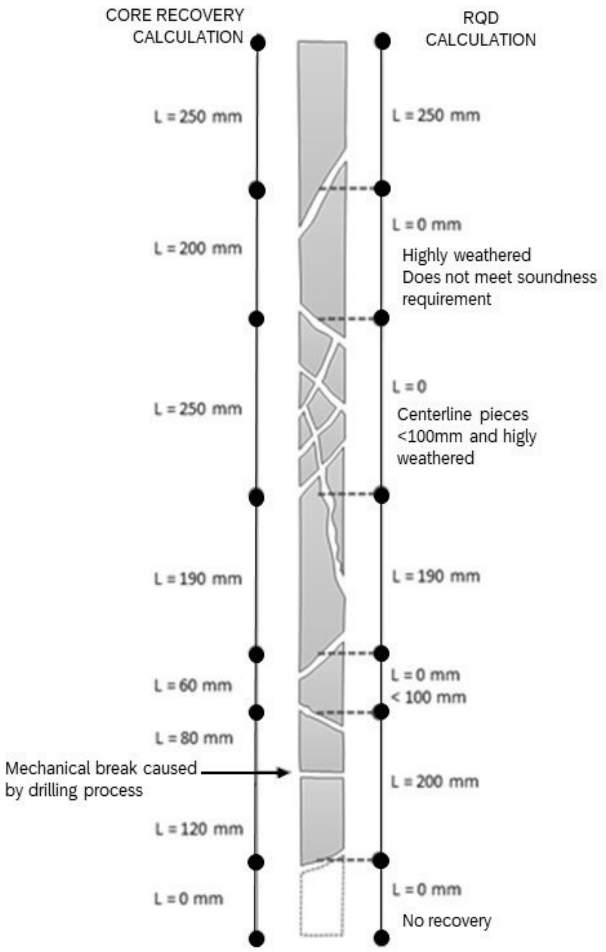


Definição: Perfis de rugosidade de superfícies de descontinuidade chamados **JRC** (Coeficiente de Rugosidade da Junta).

Avaliação: Comparação de modelos à escala (à esquerda) com superfícies

Campo de avaliação: Afloramentos e núcleos de perfuração

Tabela 26 – Designação de Qualidade da Rocha (RQD)

<table>
<tr>
<td> 
</td>
<td>Definição de percentagem de recuperação (R): razão entre o comprimento da amostra recuperada e o comprimento da secção perfurada, expressa em percentagem.

Designação de Qualidade da Rocha (RQD) Definição: razão entre a soma do comprimento da amostra de rocha recuperada superior a 10 cm e o comprimento da secção perfurada, expressa em percentuais.

Avaliação: Medições de comprimento realizadas no eixo central do espetade, considerando apenas os fragmentos da matriz rochosa não friável.

Campo de avaliação: Afloramentos e núcleos de perfuração</td>
</tr>
</table>

RQD (%)	Qualidade da Massa Rochosa
0 - 25	Muito pobre
25 - 50	Pobre
50 - 75	Justo
75 - 90	Bom
90 - 100	Excelente

6. SONDAGENS MECÂNICAS E POÇOS DE PROSPEÇÃO

As sondagens mecânicas e os poços de prospeção foram implantados por métodos topográficos, de acordo com as coordenadas e elevações de cada poço/poço de ensaio, utilizando para isso o levantamento e o referencial fornecidos pelo cliente. A profundidade a que os furos foram concluídos foi conforme especificada pelo requerente, nomeadamente as profundidades mínimas a atingir em cada furo e os resultados dos ensaios SPT.

A Tabela 27 e a Tabela 28 mostram as coordenadas topográficas dos poços e das sondagens mecânicas realizadas, bem como as profundidades atingidas em cada sondagem/poço de prospeção.

Tabela 27 – Coordenadas topográficas do Poços de prospeção (Datum: ETRS89)

Poço	M (m)	P (m)	Zterreno (m)	Zfinal (m)	Profundidade (m)
Pç1	-38235.935	141235.510	107.176	104.176	3.0
Pç2	-38440.583	141216.390	96.412	93.612	2.8
Pç3	-38356.975	141254.687	100.931	98.931	2.0
Pç4	-38231.000	141347.322	107.888	104.888	3.0
Pç5	-38109.853	141374.234	104.146	101.146	3.0
Pç6	-38440.971	141288.533	101.079	98.079	3.0
Pç7	-38326.880	141365.705	106.803	103.803	3.0
Pç8	-38227.080	141432.857	105.247	102.447	2.8
Pç9	-38191.046	141496.640	105.304	102.304	3.0
Pç10	-38361.903	141428.498	108.153	105.153	3.0
Pç11	-38173.396	141535.210	103.847	100.847	3.0
Pç12	-38043.239	141606.334	98.308	96.808	1.5
Pç13	-38512.627	141373.855	103.666	100.666	3.0
Pç14	-38267.417	141528.008	104.186	101.186	3.0
Pç15	-38443.695	141506.574	102.551	99.551	3.0

Tabela 28 – Coordenadas topográficas das sondagens (Datum: ETRS89)

Sondagem	M (m)	P (m)	Zinitial (m)	Zfinal (m)	Profundidade (m)
S1	-38300.076	141170.956	103.621	88.62	15.0
S2	-38229.233	141223.596	106.997	98.00	9.0
S3	-38149.260	141274.832	109.621	94.62	15.0
S4	-38387.783	141189.065	97.786	76.79	21.0
S5(Pz)	-38338.524	141223.567	100.436	86.84	13.6
S6	-38260.750	141274.967	107.671	95.67	12.0
S7(Pz)	-38154.020	141346.332	104.549	83.55	21.0
S8(Pz)	-38374.205	141284.981	104.302	95.30	9.0
S9	-38299.256	141336.025	107.58	98.58	9.0
S10	-38203.082	141401.276	105.198	82.70	22.5
S11	-38140.570	141443.844	105.249	81.25	24.0
S12(Pz)	-38495.625	141267.960	96.913	78.91	18.0
S13	-38413.037	141336.638	106.151	92.65	13.5
S14	-38337.770	141392.940	107.201	92.20	15.0
S15(Pz)	-38249.491	141467.189	104.036	80.04	24.0
S16	-38133.748	141540.798	103.910	82.91	21.0
S17	-38072.126	141584.591	98.381	86.38	12.0
S18	-38024.832	141649.315	103.762	91.76	12.0
S19(Pz)	-38442.068	141381.473	106.408	94.41	12.0
S20	-38322.802	141489.457	103.916	94.92	9.0
S21	-38404.659	141474.925	104.572	95.57	9.0
S22(Pz)	-38513.069	141463.998	104.72	92.72	12.0
S23	-38370.278	141566.862	104.827	80.83	24.0
S24	-38575.307	141416.407	102.108	90.11	12.0
S25	-38581.017	141453.441	104.478	93.98	10.5
S26	-38026.846	141708.251	104.910	89.91	15.0

6.1. EQUIPAMENTO DE TRABALHO

O seguinte equipamento de perfuração foi utilizado na execução das sondagens mecânicas (Figura 5):

1) **MUSTANG 4-F1**, da **ATLAS COPCO**, equipado com um motor **Deutz BF4L 914** que desenvolve uma potência de 72,4 kW às 2300 rpm. A unidade de rotação deste equipamento tem um binário máximo de 490 Nm e uma velocidade máxima de rotação de 570 rpm.

Figura 5 - Equipamento de perfuração utilizado (Mustang 4-F1)

A circulação de água, para limpeza e arrefecimento de ferramentas de corte, foi realizada com o auxílio de um **grupo motor-bomba DITER-FMC L09**, apoiado por outro grupo **HONDA GK 200**.

A execução dos poços de prospeção foi realizada utilizando uma retroescavadora **JCB 3CX**, apareceu Figura 6.

Figura 6 - Retroescavdora usada na execução dos poços de prospeção

6.2. AMOSTRAGEM

A amostragem realizada durante o levantamento pode ser dividida nos seguintes métodos:

1) *Amostragem remexida*, realizada com um trado-oco com diâmetro externo de 200 mm e diâmetro interno de 83 mm. Durante a perfuração, as pás helicoidais trazem a amostra perturbada para a superfície para classificação macroscópica, que é depois colocada nas caixas apropriadas, separadas por marcadores de madeira onde, na secção superior, de forma legível e indelével, é especificada a profundidade atingida pela sonda de perfuração em cada manobra. Cada caixa é fotografada com a respetiva identificação.

2) *Amostragem remexida* nos poços de prospeção, destinada a testes de identificação e compactação. As amostras foram recolhidas em sacos plásticos de 50 kg, devidamente referenciados com a designação do poço e profundidade de recolha, enviados e armazenados no laboratório selecionado para realização dos testes.

6.3. RESULTADOS OBTIDOS

Nesta campanha foram realizadas 15 poços de prospeção, cujos boletins individuais estão apresentados no anexo. A informação recolhida nestes elementos de prospeção revelou o seguinte dispositivo geológico, descrito de cima a baixo:

1. Depósitos de preenchimento heterogéneos (aterros), compostos globalmente por areias siltosas, e por vezes com areias argilosas, seixos, seixos e blocos, e esporadicamente com cerâmica e plástico. Esta unidade foi identificada em todas os poços. Foram realizadas poços (Pç2, Pç9, Pç11 e Pç15) em locais onde ocorreu compactação em aterros controlados.

2. Aluvião e solo superficial orgânico consistindo em areias finas, por vezes com siltes a argilas, e por vezes com seixos e raízes dispersos. Esta unidade foi identificada em Pç1, Pç2 e Pç6.
3. Depósito plio-pleistocénico, composto por areias finas a grossas, por vezes siltosas, com seixos finos a grosseiros. Foi identificado em Pç7 e Pç10.
4. Unidade de gnaíssica. A rocha-mãe é um gnaisse migmatítico que se decompõe em solos residuais e apresenta gnaisse muito alterado e decomposto (W_5) à superfície, resultando em ambos os casos num solo micáceo arenoso e silmoso. Foi identificado em Pç3, Pç4, Pç5, Pç6, Pç12, Pç13 e Pç14. Esta unidade tende a ser menos alterada e mais resistente em profundidade, pelo que alguns poços terminam antes de atingirem os 3 m de profundidade.
5. Unidade de granito. A rocha-mãe é um granito ou granito pegmatítico que se decompõe em solo residual de areia argilosa. Só foi observado em Pç1.
6. O nível da água só foi intercetado durante a execução do poço de teste Pç5, a 2,0 m de profundidade.

Na Tabela 29, são apresentadas as principais características associadas a cada formação encontrada durante a execução poços, enquanto as Figuras 7 e 8 representam gráficos que ilustram a distribuição geológica encontrada nos diferentes poços.

Tabela 29 – Resumo do levantamento nos poços de prospeção

Formação	Gama de profundidade (m)	Descrição litológica
Aterro heterogéneo	0.00-3.00	Areias lodosas, por vezes areias argilosas, com seixos, seixos e por vezes blocos.
Alluvião e solo superficial orgânico	0.0-2.60	Sedimentos, sedimentos arenosos com raízes.
Depósitos plio-pleistocénicos	0.00-3.00	Areias finas a grosseiras, por vezes limosas, com seixos
Unidade de gnaisse	0.00-3.00	Solos residuais micáceos de areias lodosas
Unidade de granito	2.60-3.00	Solos residuais das areias de argilosas

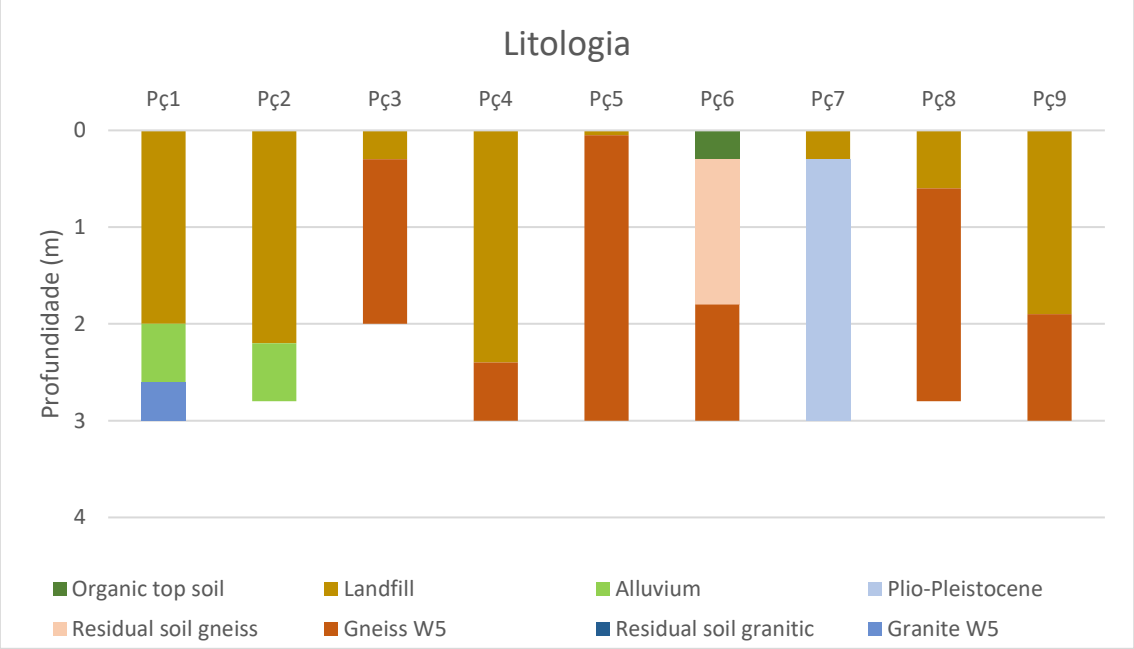


Figura 7 - Distribuição geológica das formações nos poços (Pç1 a Pç09)

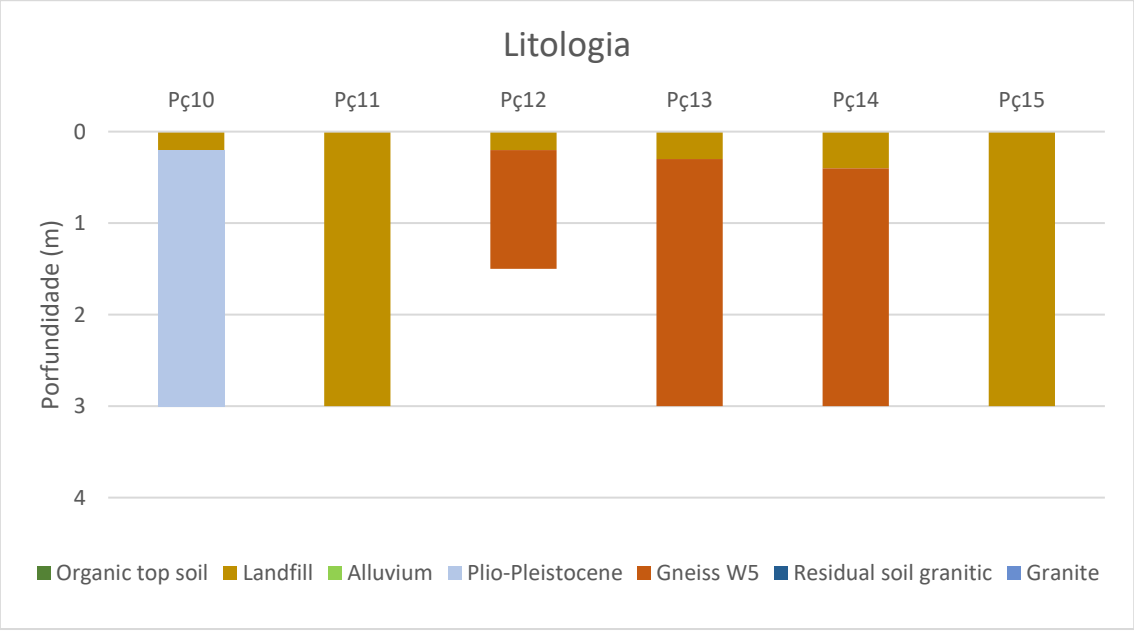


Figura 8 - Distribuição geológica das formações nas fossas de teste (Pç10 a Pç115)

6.4. RESULTADOS OBTIDOS

Após a campanha de campo, foram realizados 26 sondagens mecânicos, cujos boletins individuais são apresentados no anexo. A informação recolhida nestes elementos de prospeção revelou o seguinte dispositivo geológico, descrito de cima a baixo:

1. Depósitos de preenchimento heterogéneos (aterros), compostos globalmente por areias siltosas, e por vezes com areias argilosas, seixos, seixos e blocos, e esporadicamente com cerâmica e plástico. Esta unidade ocorreu nos furos S1, S2, S3, S4, S5, S6, S10, S11, S12, S15, S16, S17 e S18.
2. Aluvião e solo orgânico consistindo em areias finas, por vezes siltosas a argilosos, siltes, e por vezes com seixos e raízes dispersos. Foi identificado nas sondagens S4 e S5.
3. Depósito plio-pleistocénico, composto por areias finas a grossas, por vezes siltosas com pequenos a grossos seixos. Foi identificado nos furos S8, S9, S13, S14, S19, S21, S22, S23, S24 e S25.
4. Solo residual de gnaisse. A rocha-mãe é um gnaisse migmatítico que se decompõe em solos residuais à superfície, resultando num solo micáceo arenoso e siltoso. Foi identificado em todos os furos. Esta unidade tende a ser mais resistente em profundidade.
5. O gnaisse, muito alterado e decomposto a medianamente alterado, é interceptado geralmente abaixo dos solos residuais do gnaisse. A maioria dos furos foi finalizada nesta unidade, exceto os S4, S16 e S26.
6. Solo residual de granito. A rocha-mãe é um granito e/ou granito pegmatítico que se decompõe em solo residual de areia argilosa. Foi observado apenas no furo S16.
7. Granito muito intemperizado e decomposto a modianamente alterado. Foi identificado nos furos S4, S5 e S16.
8. O nível da água foi interceptado durante a execução dos furos entre 1,2 m e 7,7 m de profundidade.

Na Tabela 30, são apresentadas as principais características associadas a cada formação perfurada durante este levantamento, enquanto as Figuras 9 a 11 representam gráficos que ilustram a distribuição geológica encontrada nos diferentes furos.

Tabela 30 – Resumo do levantamento em furo

Formação	Gama de profundidade (m)	Descrição litológica	W	F	RQD (%)	Nível da água (m)
Aterro sanitário	0.0-7.5	Areias lodimas, por vezes areias argilosas, com seixos, seixos e, por vezes, blocos de pedra	--	--	--	3.0
Alluvião e solo superficial orgânico	3.0-7.4	Sedimentos, sedimentos arenosos com raízes.	--	--	--	1.9
Depósitos plio-pleistocénicos	0.0-7.0	Areias finas a grosseiras, por vezes limosas, com seixos	--	--	--	--
Solo residual de gnaisse	0.0-21.0	Areias silmentosas micáceas				1.2-7.7
Gnaisse	2.8-24.0	Gnaisse muito temperado e decomposto a moderadamente meteorológico	W5-W3	F5-F3	0-72	1.2-7.7
Solo residual de granito	10.5-18.0	Areias de Cleyey		--	--	1.2-7.7
Granito	11.7-21.0	Granito muito desgastado e decomposto a moderadamente intemperás.	W4-W3	F5-F3	0-86	1.2-7.7

W – Desgaste; F – Fratura; RQD – Designação de Qualidade de Rocha;

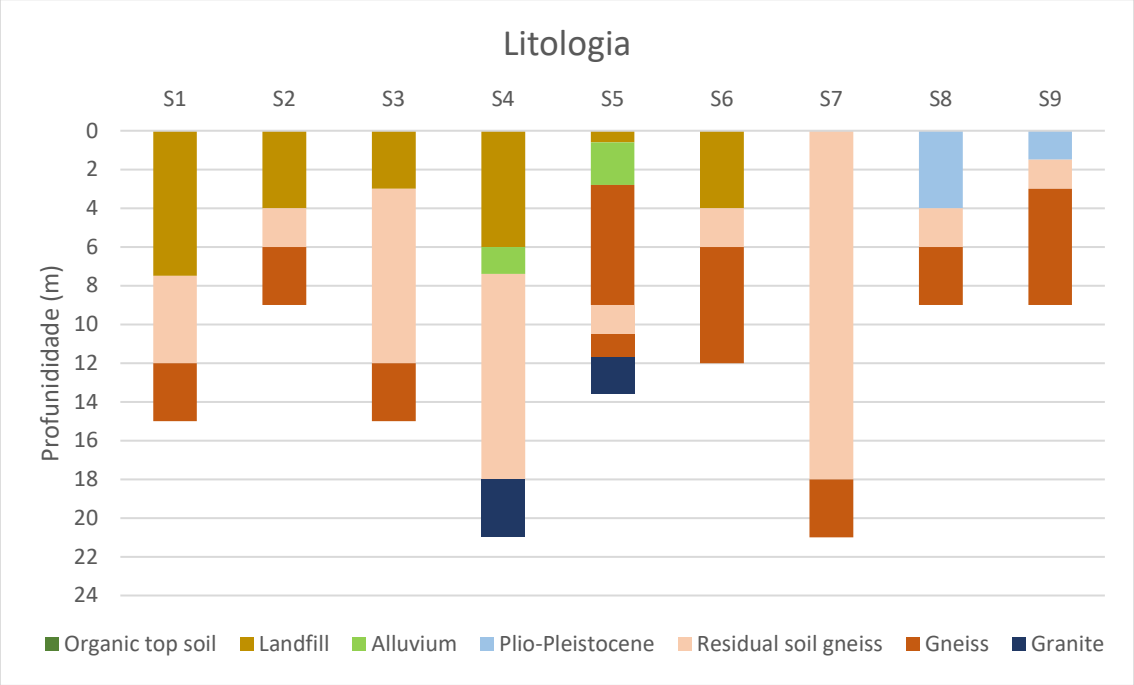


Figura 9 - Distribuição geológica das formações nos furos realizados (S1 a S9)

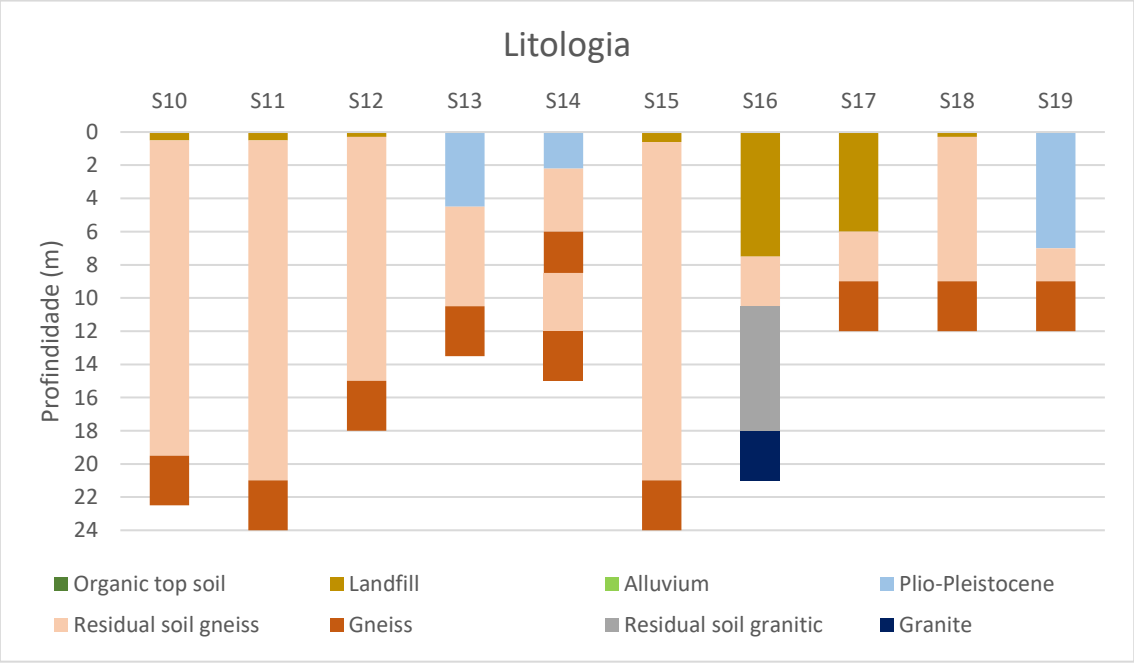


Figura 10 - Distribuição geológica das formações nos furos realizados (S10 a S19)

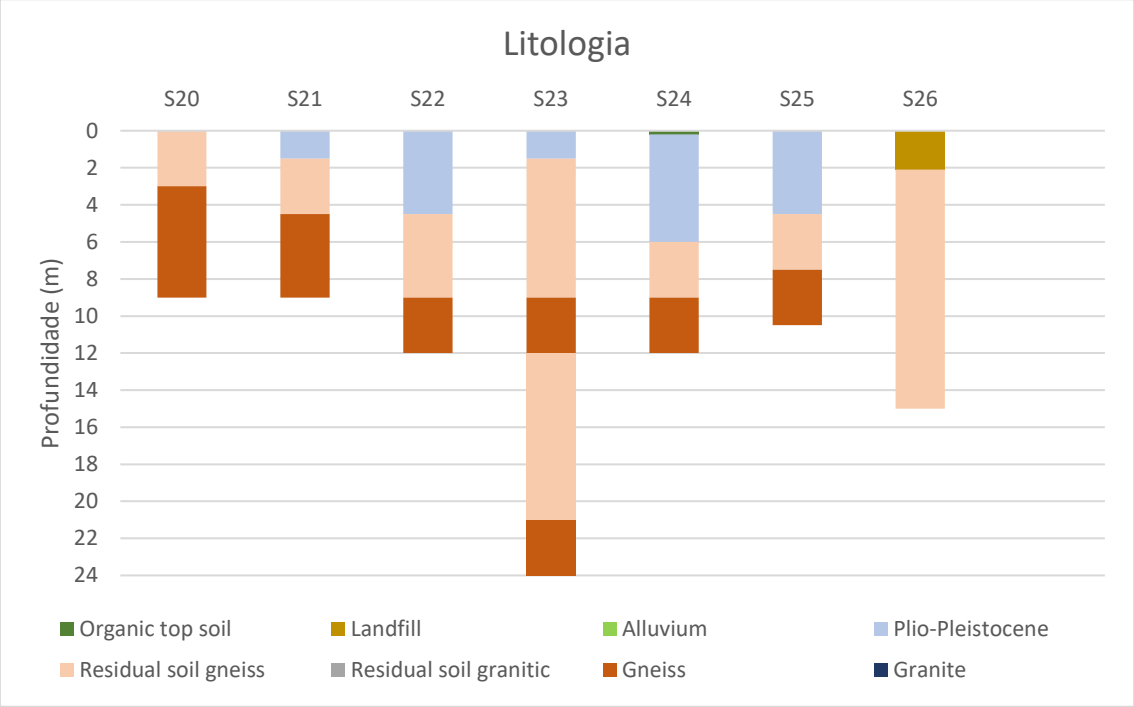


Figura 11 - Distribuição geológica das formações nos furos realizados (S20 a S26)

7. ENSAIOS IN SITU (HIDROGEOLOGIA)

7.1. INSTALAÇÃO DE PIEZÓMETROS

Para monitorização e amostragem do nível das águas subterrâneas, foram instalados 7 piezómetros em de PVC com 2" de diâmetro dentro de alguns furos (S5, S7, S8, S12, S15, S19 e S22), montados em séries telescópicas de 2-3 m de comprimento.

Nos levantamentos onde este equipamento foi instalado, o código de identificação inclui a designação PZ.

Antes da instalação, os tubos do piezómetro foram crepinados ao longo de um comprimento de 6,0 m posicionados no fundo do furo. Uma tampa adequada foi colocada na base do tubo piezómetro.

Após a instalação do tubo dentro do furo, o espaço anular foi preenchido até 0,5 m da superfície com um pré-filtro de drenagem composto por cascalho calibrado (Figura 12).

No final, os piezómetros eram purgados usando uma bomba manual inercia para limpar e estimular a entrada das águas subterrâneas no seu interior.

A posição dos tubos piezométricos e os respetivos níveis hidrostáticos podem ser consultados nos registos.

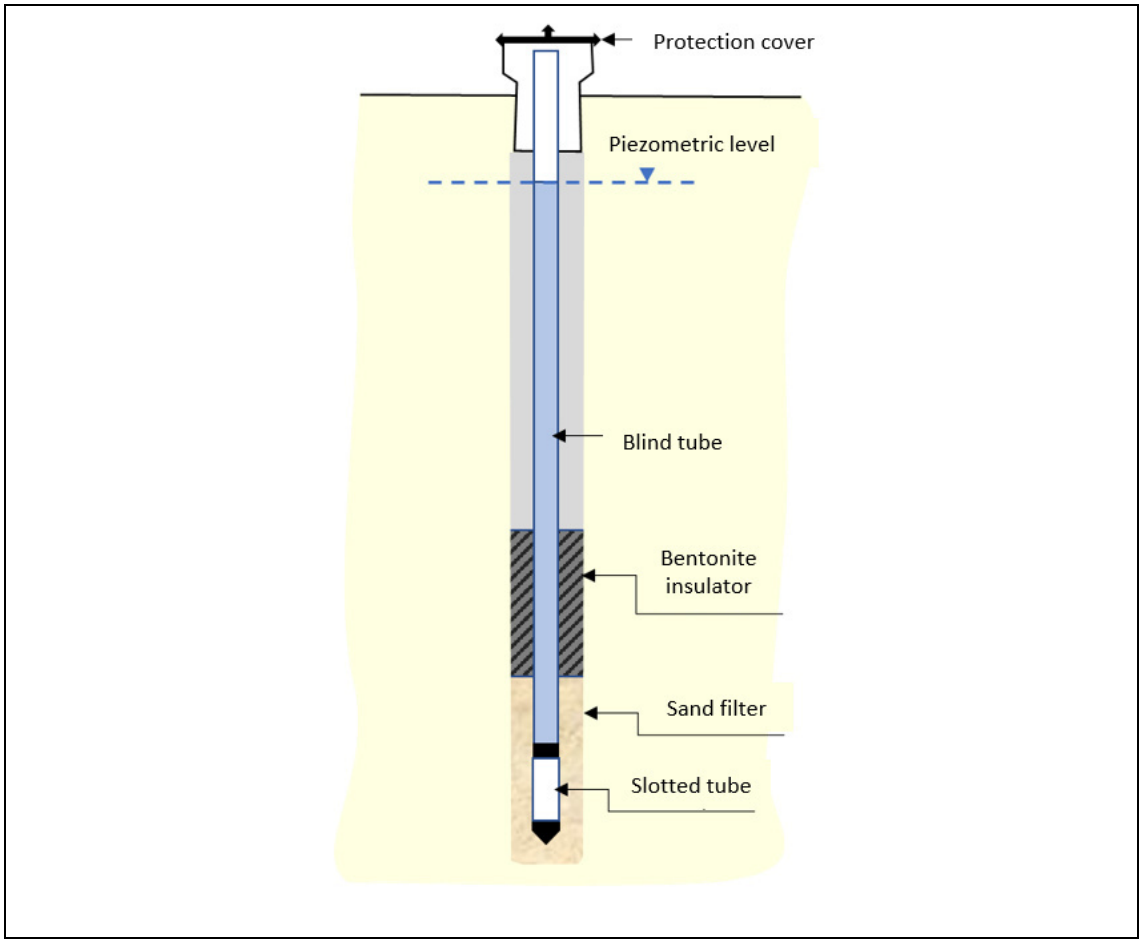


Figura 12 - Diagrama representativo dos piezómetros instalados

O nível da água dentro dos piezómetros foi medido com o auxílio de uma sonda piezómetro SERTCO, após a purga e estabilização do nível da água, durante e após a conclusão de todo o trabalho de campo.

A Tabela 31 mostra a profundidade do lençol freático medida nos piezómetros durante os meses de junho e julho enquanto eram realizados, duas vezes por semana.

Tabela 31 – Níveis de água dentro dos piezómetros (m)

Piezómetro / Data	S5-Pz	S7-Pz	S8-Pz	S12-Pz	S15-Pz	S19-Pz	S22-Pz
05/06/2025	--	--	--	--	3,24	--	--
9/06/2025	--	--	--	--	3,42	--	--
13/06/2025	--	--	--	--	6,65	7,68	--
16/06/2025	--	--	--	--	3,74	7,69	--
19/06/2025	--	--	--		3,80	7,69	--
23/06/2025	--	--	--	4,20	3,83	7,70	--
27/06/2025	--	--	--	4,94	4,20	7,70	10,81
30/06/2025	--	--	--	5,39	4,27	7,70	11,40
04/07/2025	--	--	5,41	5,74	4,31	7,70	seco
7/07/2025	1,15	0,95	5,54	6,30	4,45	7,70	seco
11/072025	1,35	1,00	5,67	6,50	4,50	7,70	seco
14/07/2025	1,90	1,05	5,70	6,50	4,50	7,70	seco
18/07/2025	2,10	1,10	5,72	6,50	4,50	7,70	seco
22/07/2025	2,10	1,10	5,72	6,50	4,50	7,70	seco

8. ENSAIOS IN SITU (GEOTÉCNICOS)

8.1. INTRODUÇÃO

A avaliação do comportamento dos maciços naturais, do ponto de vista físico e mecânico, implica a execução de testes de caracterização que permitem a recolha de valores numéricos representativos desses comportamentos. A simulação de diferentes respostas através das ações introduzidas pelas construções depende profundamente da existência desses valores e da respetiva qualidade de aquisição. Os testes destinados a estas avaliações podem ser realizados em laboratório e/ou *in situ*, sendo este último mais amplamente utilizado nas campanhas atuais de prospeção. Deve notar-se, no entanto, que uma campanha eficaz geralmente explora a complementaridade entre *os testes in situ* e os de laboratório.

Em resumo, existem diferentes conjuntos de avaliações do comportamento mecânico dos maciços naturais, como mostrado na Tabela 32. No caso das avaliações de maciços de terreno, existem vários *testes in situ* disponíveis no mercado, com qualidades muito diferentes dependendo da informação a obter. Como orientação, as Tabelas 33 e 34 mostram a variação na qualidade dos parâmetros obtidos dependendo do tipo de ensaio realizado, em massas sedimentares e residuais, respetivamente.

No caso dos maciços rochosos, a caracterização foca-se na matriz rochosa e na fraturação dos maciços, sendo a primeira essencialmente avaliada em laboratório (principalmente tensão de compressão não confinada e resistência à tração) e a segunda com base em informações recolhidas de furos, afloramentos rochosos e testes laboratoriais (resistência direta ao cisalhamento de superfícies de descontinuidade). As avaliações do estado de tensão instalado, permeabilidade e deformabilidade da fundação baseiam-se principalmente em *testes in situ*.

Nesta campanha foram realizados 257 testes SPT e 5 testes CPTu, bem como testes laboratoriais cujos resultados serão apresentados e discutidos nos capítulos seguintes.

Tabela 32 – Parâmetros geotécnicos

Comportamento	Maciço de Solo	Maciço Rochoso
Identificação e índices físicos	Granulómetros Limites de consistência Peso unitário, γ Teor de humidade, w	Peso unitário, γ Porosidade, n Absorção de água
Escoamento	Coeficiente de permeabilidade, k Coeficiente de consolidação, c_h/cv	Coeficiente de permeabilidade, k
In situ Estado de tensão	Coef. da pressão terrestre em repouso, K0	Coef. da pressão terrestre em repouso, K0
Histórico de tensões	Rácio de sobreconsolidação, OCR Stress pré-consolidação, σ'_p	-----
Resistência global	Coesão não drenada: a) pico, copo b) residual, cur Coesão (total, efetiva), c' Ângulo de atrito: a) pico, ϕ_p b) residual, ϕ_r	Resistência à compressão uniaxial, σ_c Resistência à tração, σ_t Coesão (total, efetiva), c' Ângulo de atrito: a) pico, ϕ_p b) residual, ϕ_r
Resistência ao cisalhamento da junta	------	Coesão (efetiva), c' Ângulo de atrito: a) base, ϕ_b b) pico, ϕ_p c) residual, ϕ_r
Deformabilidade	Módulo de deformabilidade, E Módulo de deformabilidade restrito, M Módulo de cisalhamento de deformação pequeno, G0	Módulo de deformabilidade E

Tabela 33 – Qualidade dos parâmetros em solos sedimentares (adaptado de Lunne et al., 1997)

	Tipo de solo	u	γ		ϕ	ID	M	G0	K0	OCR	CV	k
SPT	Furo	--	3	3	3	3	4	4	--	--	--	--
DPs	--	--	--	3	3	3	4	4	--	--	--	--
FVT	Furo	--	--	1	--	--	--	--	--	3	--	--
PLT	--	--	--	2	3	--	1	1	--	--	--	--
PMT	Furo	--	--	2	3	3	2	2	3/4	3	--	--
CPTu	1/1	1	2	2	2	2	3	3	--	3	1/2	2
SCPTu	1/1	1	2	1/2	2	1/2	1/2	1	--	3	1/2	2
DMT	1/1	3	1	1/2	2	1/2	1/2	2/3	2/3	1/2	--	--
SDMT	1/1	3	1	1/2	2	1/2	1	1	2/3	1/2	--	--
CH	Furo	--	--	--	--	--	--	1	--	--	--	--
1 – Excelente; 2 – Bom; 3 – Razoável; 4 – Pobre												

Tabela 34 – Qualidade dos parâmetros nos solos residuais (Cruz, 2010)

	Estratigrafia	u	γ		ϕ	ID	M	G0	K0	OCR	CV	k
SPT	Furo	--	3	Resistência global		3	4	4	--	--	--	--
DPs	--	--	--	Resistência global		3	4	4	--	--	--	--
PLT	--	--	--	--	3	--	1	1	--	--	--	--
PMT	Furo	--	--	2/3	2/3	3	2	2	3/4	3	--	--
CPTu	1/1	1	2	2/3	2	2	3	3	--	3	1/2	2
SCPTu	1/1	1	2	2/3	2	1/2	1/2	1	--	2	1/2	2
DMT	1/1	3	1	2/3	2	1/2	1/2	2/3	2/3	2	--	--
SDMT	1/1	3	1	2/3	2	1/2	1	1	2	2	--	--
DMT+CPTu	1	1	1	2/3	2	1/2	1	2	2	2	1/2	2
CH	Furo	--	--	--	--	--	--	1	--	--	--	--
1 – Excelente; 2 – Bom; 3 – Razoável; 4 - Pobre												

8.2. ENSAIOS DE PENETRAÇÃO DINÂMICA NORMALIZADO– SPT

8.2.1. ENQUADRAMENTO DO ENSAIO

O Ensaio de Penetração Dinâmica Normalizado (SPT) é o ensaio geotécnico mais amplamente difundido e utilizado em *'in situ'* caracterização geotécnica a nível mundial, que se traduz numa enorme experiência acumulada ao longo do tempo, gerando uma bibliografia abundante sobre a sua aplicabilidade num conjunto muito diversificado de ambientes e geomateriais. Em suma, este teste apresenta-se como uma ferramenta que permite medir a resistência do solo e das rochas macias, ao longo do número de golpes necessários para penetrar o amostrador padronizado dentro do furo, pela ação de um amostrador de 63,5 kg a cair de uma altura de 76 cm. Como regra, o espaçamento entre testes deve ser de 1,5 m, embora também possam ser admitidos outros intervalos. Em Figura 13 são apresentadas as principais características deste equipamento de teste.

O resultado do teste (NSPT) corresponde ao número de golpes necessários para penetrar o amostrador de 300 mm, após uma penetração inicial de 150 mm. Em resumo, a penetração normalizada do amostrador consiste em 2 passos: o primeiro consiste em penetrar 15 cm, para ultrapassar o terreno perturbado causado pelas ferramentas de perfuração, enquanto o segundo consiste na penetração de 15 cm + 15 cm.

O valor NSPT corresponde ao número de golpes necessários para penetrar os 30 cm do segundo passo. No caso de atingir o valor de 60 golpes ("teste negativo"), na primeira ou segunda etapa, o teste é considerado concluído e a penetração é escrita.

Os testes realizados no âmbito deste estudo seguiram os procedimentos normativos da norma europeia ISO 22476-3:2005 Investigação e ensaio geotécnico — Ensaio de campo — Parte 3: Teste de Penetração Padrão.

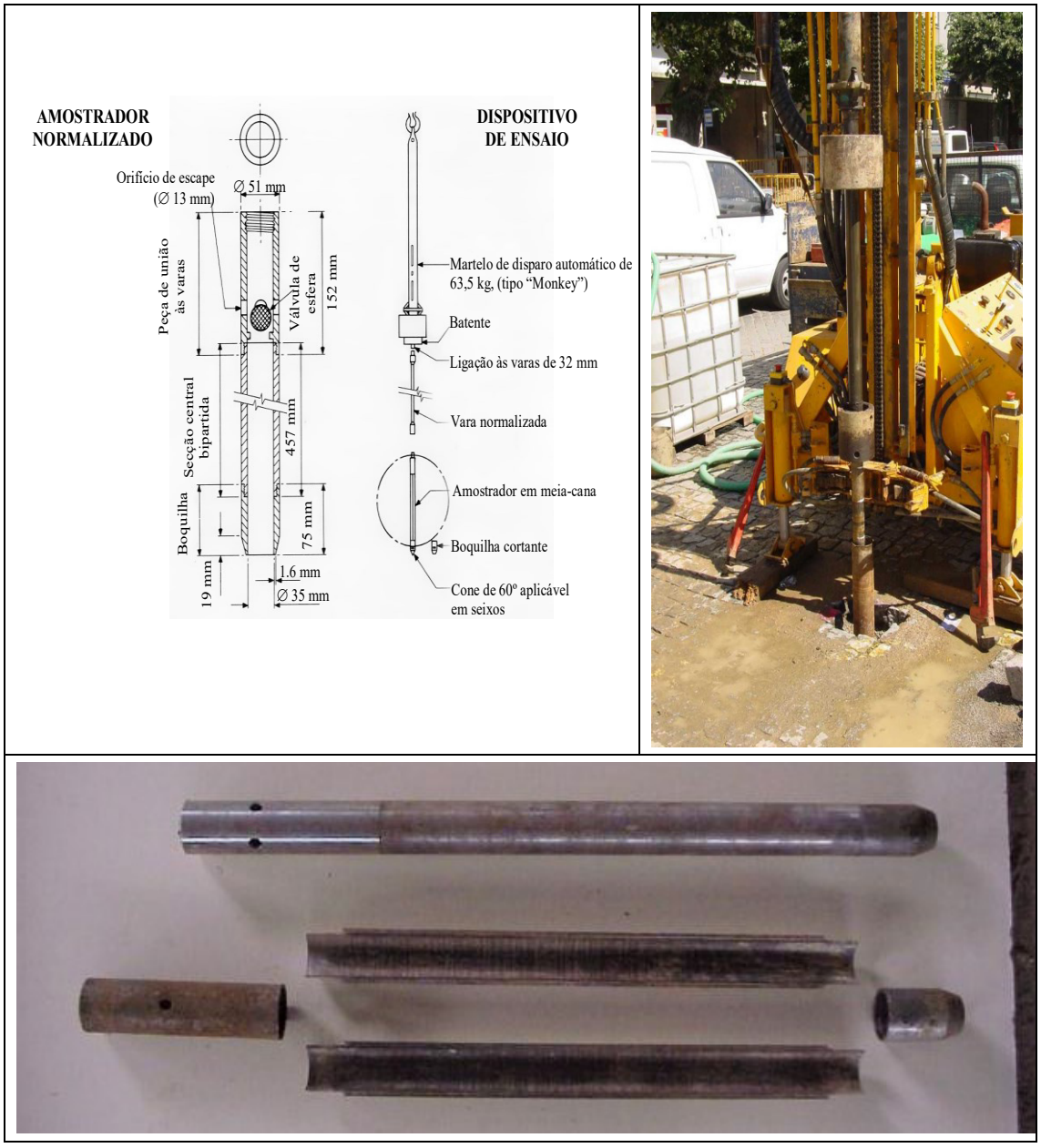


Figura 13 - Características do equipamento de teste SPT (Adaptado de Rodrigues, 2003)

A execução do teste é um processo relativamente simples, sem equipamento especial de medição (a única medição realizada é a contagem das quedas do pounder), sendo viável em quase todos os tipos de solo/rocha mole e permitindo a recolha do elemento do solo sujeito ao teste. Como resultado, a sua introdução numa campanha de prospeção é geralmente feita sem grandes dificuldades.

No entanto, a informação recolhida é descontínua e um único valor NSPT representa simultaneamente a resistência à penetração da ponta e ao atrito lateral (mobilizado dentro e fora do tubo amostrador), tornando a qualidade global dos resultados algo limitada. Além disso, a diversidade de dispositivos, sistemas operativos e a elevada dependência da qualidade da operação criam naturalmente uma maior incerteza e dispersão.

Considerando as condições de teste padronizadas, espera-se que, de alguma forma, os resultados possam representar a resistência dos solos. Os parâmetros de resistência possíveis de recolher a partir dos resultados do ensaio (ângulo de resistência ao cisalhamento em solos granulares e coesão não drenada em solos coesivos) mostram um carácter grosseiro com dispersão significativa, devido à medição realizada ser apenas um simples número de quedas de um pilón, com todas as limitações anteriormente indicadas.

Por outro lado, a dedução dos parâmetros de deformabilidade dos maciços é bastante questionável, uma vez que o ensaio não permite qualquer tipo de avaliação de deslocamento/deformação em função da tensão aplicada. Embora existam correlações empíricas que permitem a dedução dos módulos de deformabilidade, a sua aplicação na avaliação é muito questionável e com resultados pouco fiáveis.

A introdução de testes desenvolvidos mais recentemente (facilmente disponíveis no mercado, como CPTu, DMT, PMT, geofísica) traz vantagens inevitáveis no tempo de execução, nas possibilidades de parametrização, na qualidade dos resultados obtidos e no custo global da prospeção. Portanto, a sua integração como elementos de calibração em campanhas mistas deve ser considerada nas situações em que é necessária alguma precisão nos parâmetros geotécnicos.

8.2.2. CORREÇÃO DE RESULTADOS

Os resultados obtidos diretamente no campo (NSPT) são afetados por vários efeitos, tanto em termos de terreno como de equipamento, razão pela qual a normalização atual recomenda a sua correção para obter uma resistência normalizada (**N60**), segundo a seguinte expressão (Skempton, 1986):

$$N60 = CE \times CR \times CB \times C\,s \times N_{SPT}$$

Onde CE representa a correção devido à energia real transmitida às hastes, CR a correção para o efeito do comprimento do trem de bielas, CB a correção para o efeito do diâmetro do furo e Cs a correção quando é usado um liner (revestimento).

De seguida, é apresentado um resumo destes efeitos e das metodologias de correção utilizadas no âmbito deste trabalho.

a) Energia transmitida para as barras (C_E)

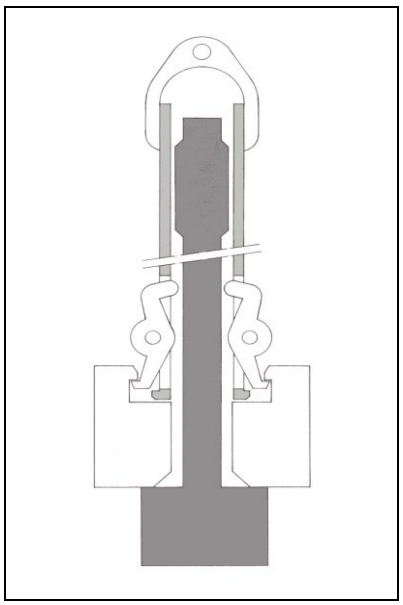
Para padronizar o teste, a comunidade geotécnica (ISSMFE, 1989) estabeleceu uma eficiência de 60 % para o sistema de acionamento, o que significa que considera que apenas 60 % da energia potencial (E60) está relacionada com a queda livre de um martelo com massa igual a 63,5 kg a partir de uma altura de 760 mm, quando atinge a extremidade inferior do equipamento.

Os equipamentos com dispositivo automático de disparo do martelo têm uma eficiência próxima dos 60%, enquanto nos equipamentos mais antigos é necessário levantar e libertar o martelo usando um sistema de corda e polia, causando perdas de energia muito maiores e a sua eficiência pode ser reduzida para valores muito mais baixos. O fator corretivo a aplicar no contexto da eficiência energética deve ser calculado usando as seguintes expressões:

$$CE = ER_r /60$$

$$ERr = (E_R/EP) \times 100$$

Onde ER_r representa a razão da energia transferida para as hastes, ER representa a energia efetivamente transmitida para as barras e EP representa a energia potencial do pounder (63,5 Kgf x 0,76 m = 48,26 Kgm).



Na execução do teste foi utilizado o martelo do tipo "PILCON" (Figura 14) cujo "rácio" energético ERr, segundo o fabricante, é 60 %, ou seja, ERr /60 é igual à unidade.

Figura 14 - **Esquema do martelo PILCON**

b) Correção do comprimento da haste (C_R)

É também reconhecido pela comunidade geotécnica que a eficiência da energia transmitida para a cabeça do amostrador SPT diminui à medida que o comprimento do conjunto de bielas diminui, pelo que uma nova correção deve ser introduzida, conforme mostrado na Tabela 35 (Skempton, 1986).

Tabela 35 – Correção do comprimento da vara (Skempton, 1986)

Comprimento da cana	CR
>10 m	1.00
6 - 10 m	0.95
4 - 6 m	0.85

0 - 4 m	0.75

c) Efeito do diâmetro do furo (C_B)

Pode também ser obtido um grande efeito de flutuação com a dimensão do diâmetro do furo, reduzindo o número de impactos necessários para a penetração com o aumento do diâmetro, tornando necessário introduzir outro fator corretivo (como proposto por Skempton (1986)) na Tabela 36.

Tabela 36 – Correção do efeito do diâmetro do furo (Skempton, 1986)

Diâmetro do furo	CB
60 - 120 mm	1.00
150 mm	1.05
200 mm	1.15

d) Correção dos samplers de liner (C_S)

Finalmente, o uso de revestimentos dentro dos amostradores provoca a redução do diâmetro interno disponível de 13/8 polegadas do amostrador padronizado para 11/2 polegadas, o que implica a necessidade de fornecer em média 20% mais sopros, quando comparado com o amostrador padronizado sem revestimento. Tendo em conta esta evidência, Skempton (1986) propôs a introdução da correção apresentada na Tabela 37. Como é prática atual em Portugal, não foram usados samplers de liner na campanha atual, pelo que este fator corretor é igual a 1.

Tabela 37 – Correção dos samplers de liner (Skempton, 1986)

Condição	CS
Sem revestimento de amostra	1.00
Com revestimento de amostras: Areias densas e argilas Areias soltas	 0.80 0.90

e) Estado do efeito do stress em solos granulares (C_N)

Para além das correções que compõem a avaliação N60, no caso de solos granulares, ainda é necessário corrigir o valor da resistência de penetração normalizada ao nível de tensões *efetivas 'in situ*', dado que o ensaio conduz à falha do solo e a resistência dos materiais granulares depende fortemente do nível de tensões de confinamento, aumentando linearmente com a profundidade. Assim, no caso de solos granulares, o parâmetro de referência normalizado - $(N1)_{60}$ – representa a resistência que seria obtida para uma tensão efetiva vertical de referência igual a 1 atmosfera (aproximadamente 1 bar ou 100 kPa) e pode ser obtida através das seguintes expressões:

$$(N1)_{60} = CN \times N60$$

$$CN = (p_a / \sigma'_{v0})^{0,5}$$

onde pa representa a pressão atmosférica e σ'_{v0} a tensão efetiva à profundidade em que o N60 foi obtido.

8.2.3. PARÂMETROS GEOTÉCNICOS

Dada a vasta disseminação e utilização do teste em todo o mundo, a disponibilidade de expressões para obter parâmetros geotécnicos dos testes SPT é bastante extensa. No contexto deste trabalho, a parametrização foi realizada de acordo com os seguintes critérios:

1) Classificação da compacidade dos solos arenosos e da consistência argilosa em função de $(N_1)_{60}$ e N60, respetivamente (Tabela 38).

2) Resistência de solos arenosos e argilosos (Figuras 19 e Figura 20).

3) Deformabilidade de solos arenosos e argilosos.

Tabela 38 – Classificação de solos argilosos, arenosos e rochas macias

Materiais	Índice de resistência à penetração	Classificação
Areias $(N1)_{60}$ (Skempton, 1986)	0 - 3	Muito solto
	3 - 8	Loose
	8 - 25	Compacto médio
	25 - 42	Compacto
	42 - 60	Muito compacto
Clays N60 (Clayton et al. 1995)	0 - 4	Muito macio
	4 - 8	Suave
	8 - 15	Empresa
	15 - 30	Stiff
	30 - 60	Muito rígido
	> 60	Difícil
Soft Rock N60 (Clayton et al. 1995)	0 - 90	Muito macio
	90 - 180	Suave
	> 180	Médio suave

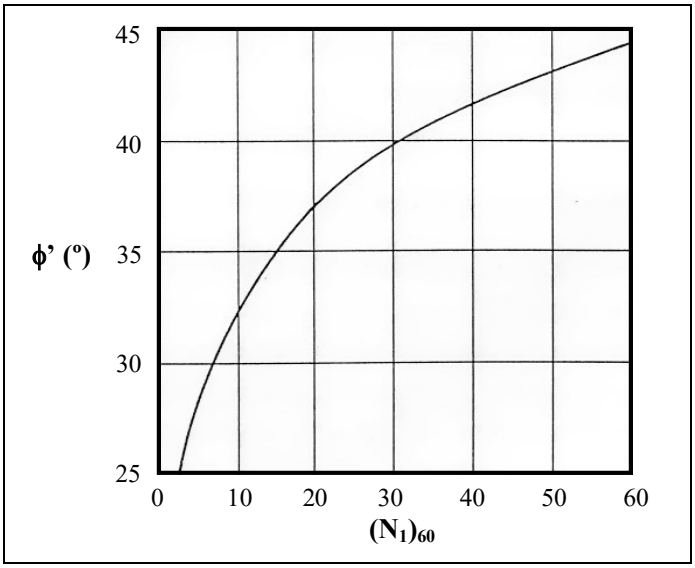


Figura 15 - Ângulo de resistência ao corte em função de (N1)60 (Decourt, 1989)

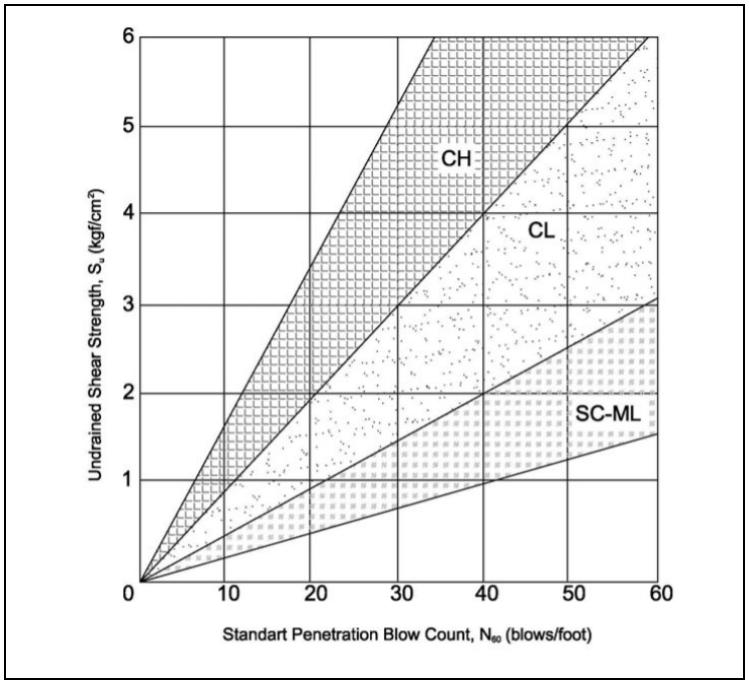


Figura 16 - Resistência ao cisalhamento não drenada em função de N60 (Sowers, 1979)

Para o módulo de deformabilidade, dada a natureza do teste, os intervalos inferidos são extremamente grosseiros e com alta dispersão, pelo que os valores apresentados são apenas indicativos e devem ser usados com parcimónia.

Para este efeito, em solos granulares, os intervalos foram deduzidos usando a seguinte expressão (Decourt, 1992):

$$E = 3{,}6 \times (N1)_{60}$$

Por outro lado, em solos coesivos é muito mais difícil encontrar expressões com alguma validade na sua apresentação, sendo os intervalos deduzidos segundo a Tabela 39 (Manual de Investigação Geotécnica, Look, B., 2007), válidos apenas para valores de N60 iguais ou superiores a 5. Para valores inferiores a 5, a determinação deve ser feita usando testes de maior capacidade (por exemplo, testes triaxiais, DMT, CPT, etc).

Tabela 39 – Relação E/N60 para solos argilosos

Argila	E(MPa)/N60
Baixa plasticidade, IP<12%	2.5
Plasticidade média, 12%<IP<22%	1.5
Alta plasticidade, 22%<PI<32%	1.0
Plasticidade muito elevada, PI>32%	0.5
NOTA: Não aplicável a valores N60 abaixo de 5	

8.2.4. RESULTADOS OBTIDOS

Os resultados obtidos dos testes realizados nos vários furos que compõem este estudo são apresentados em Figura 17 Para Figura 18, sob a forma de perfis de NSPT (todos os solos, N60 (solos argilosos) e $(N1)_{60}$ (solos arenosos).

Os resultados de campo, as correções aplicadas e os respetivos parâmetros normalizados são apresentados na íntegra em anexo, pois é trabalhoso apresentá-los no corpo deste relatório.

As amostras, recolhidas com o amostrador Terzaghi, foram embaladas em sacos cilíndricos de plástico, devidamente referenciados.

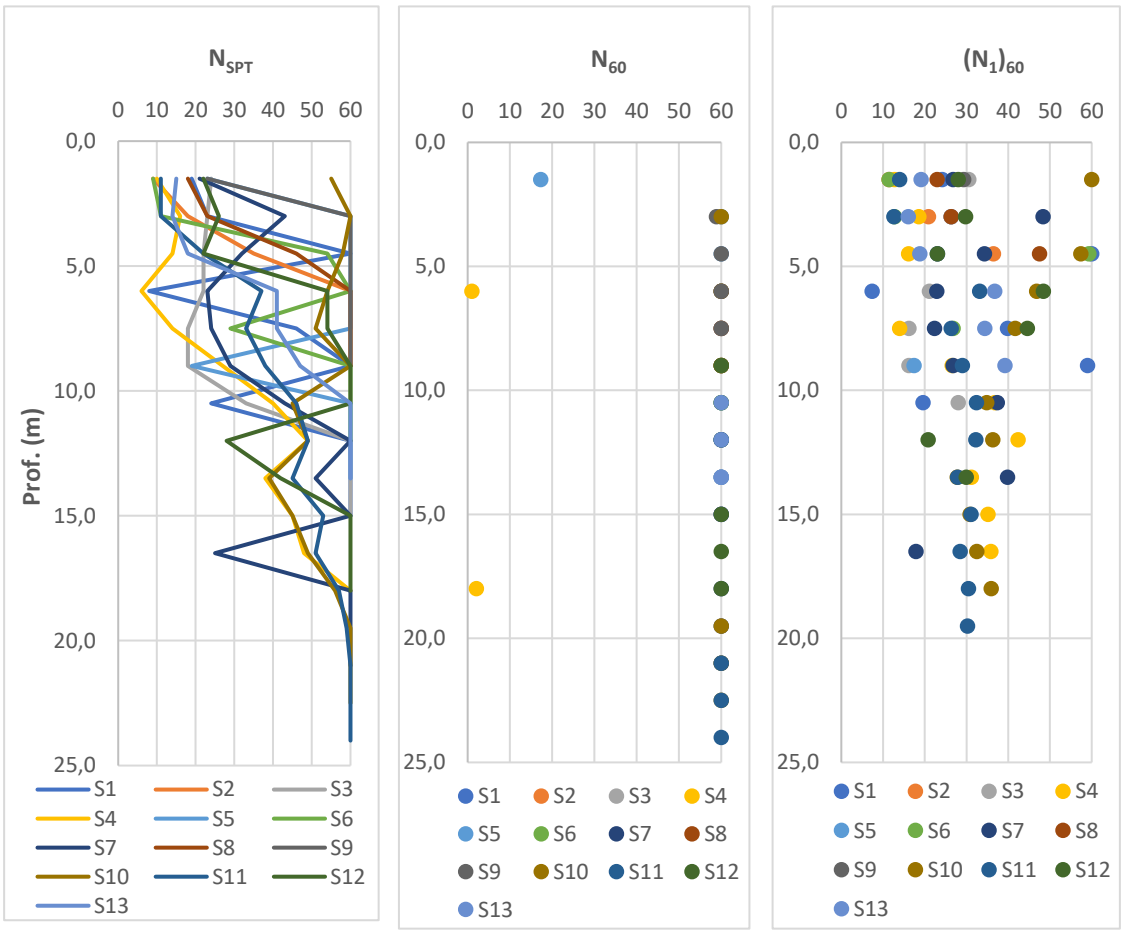


Figura 17 - Resultados dos testes SPT com profundidade (S1 a S13)

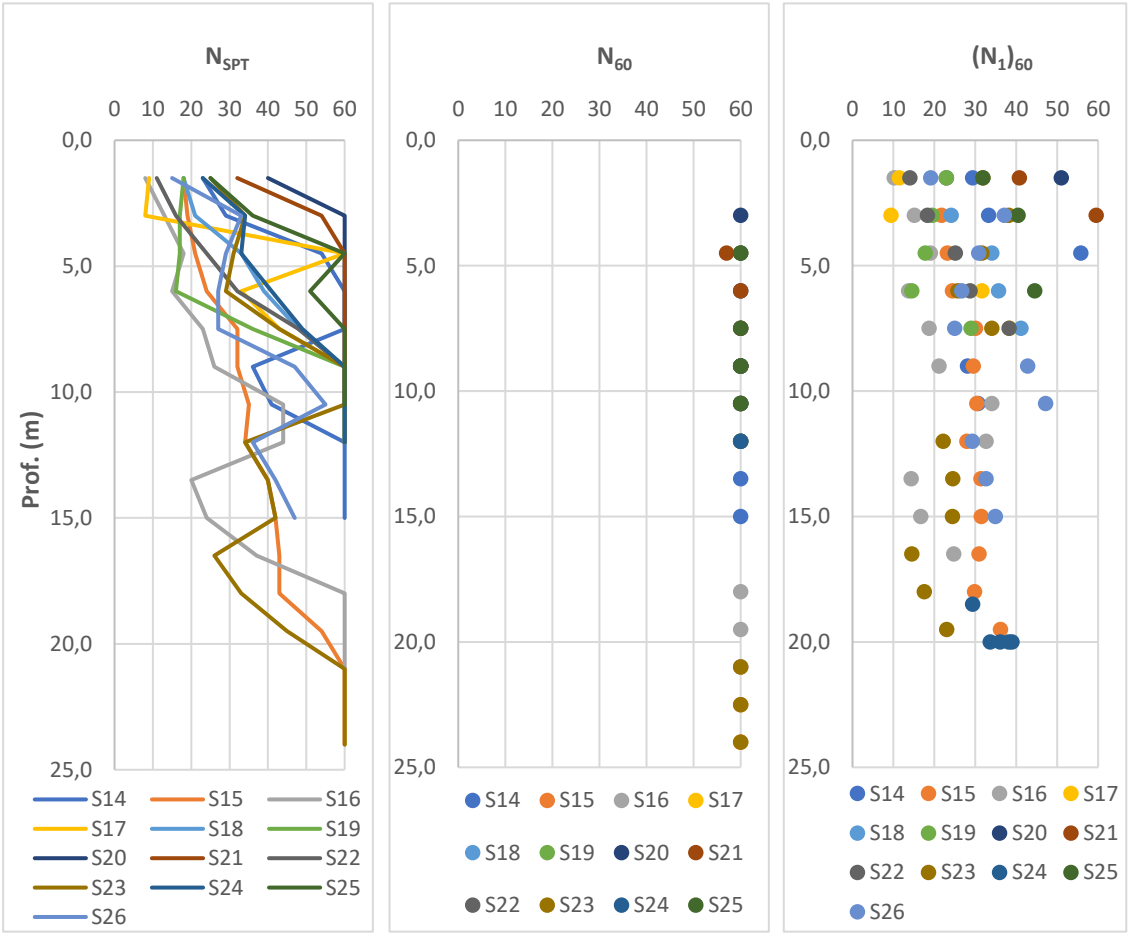


Figura 18 - Resultados dos testes SPT com profundidade (S14 a S26)

Os resultados obtidos nos testes SPT mostram uma unidade superficial de solo/aterro (madeground). Esta unidade apresenta uma compacidade enquadrada no intervalo médio compacto ($8<(N_1)_{60}<25$). É representado pela unidade "solo superficial" do relatório geotécnico Ramboll.

Segue-se um solo de aluvião, composto por argila siltosa, com consistências de intervalos macio (4<N60<8) a rígido (15<N60<30).

Temos então depósitos plio-plistoceno, compostos por areias finas a grosseiras, com compacidade no intervalo de compacto médio ($8<(N_1)_{60<25)}$ a compacto ($25<(N1)_{60<42}$).

A unidade de solos residuais, composta principalmente por areias siltosas, situa-se nos intervalos de médio compacto ($8<(N1)_{60}<25$), compacto ($25<(N1)_{60}<42$) e muito compacto ($42<(N1)_{60}<60$). É representado pela unidade "solo eluvial quaternário" do relatório geotécnico Ramboll.

No fundo temos a massa rochosa, composta por gnaisse/granito altamente alterado e decomposto, com valores típicos de N60>60. Está representada pela unidade "solo eluvial quaternário / rocha meteorizada" do relatório geotécnico Ramboll.

No final dos furos, podemos também encontrar uma camada de gnaisse/granito/granítico pegmatítico altamente a medianamente alterado, com valores típicos de N60>60. É representado pela unidade "Complexo metamórfico Pré-Ordovícico" do relatório geotécnico Ramboll.

8.3. ENSAIO DE PENETRAÇÃO ESTÁTICA – CPTU

8.3.1. ENQUADRAMENTO

O ensaio com piezocones (CPTu) é um dos ensaios mais versáteis para caracterizar solos de resistência fraca a média, tanto sedimentares como de natureza residual. Revela-se uma ferramenta importante devido à sua vasta gama de aplicações, incluindo identificação do solo, avaliação das características mecânicas e de fluxo.

O teste CPTu consiste na penetração estática, a uma velocidade constante de 20,5 cm/s, de um cone de aço no solo. Este elemento apresenta uma ponta cónica (com ângulo de vértice de 60º) e uma manga de 134 mm de comprimento com uma área circunferencial de 150 cm² (Figura 35), acionada por um sistema hidráulico.

O teste foi realizado de acordo com a norma europeia ISO 22476-1:2012 Investigação e ensaio geotécnico — Ensaio de campo — Parte 1: Ensaio de penetração de cones elétricos e piezocones.

Neste estudo, os testes foram realizados utilizando um cone Pagani (modelo Mks550), com capacidade de resistência da ponta de 50 MPa, fricção da manga de 1,5 MPa e pressão nos poros de 2,5 MPa. O sensor de pressão nos poros está localizado imediatamente atrás da ponta do cone, na posição comumente designada por u2. O fator de razão de área (a) é 0,78.

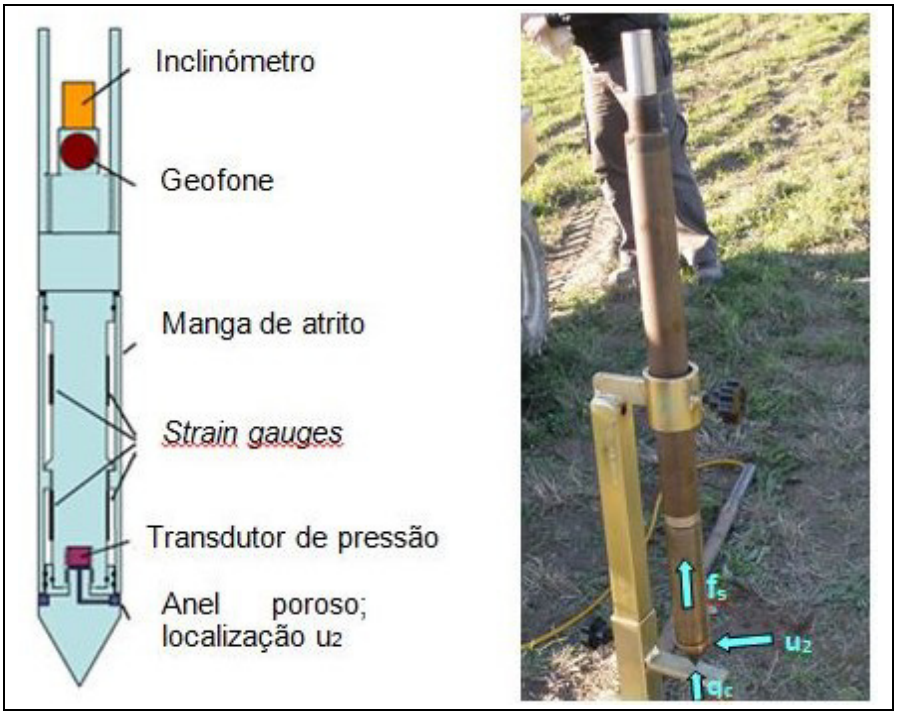


Figura 19 - **Diagrama e aparência do cone CPTu utilizado**

O cone está equipado com um conjunto de sensores que medem os seguintes parâmetros:

1) Força axial necessária para a penetração do cone (secção nominal de 10 cm²), Fc.

2) Força axial gerada pela adesão ou fricção atuando sobre a manga de fricção (área circunferencial de 150 cm²), Fs.

3) Pressão nos poros correspondente ao nível hidrostático mais pressão excessiva gerada durante a penetração, u2.

4) Profundidade de penetração.

5) Desvio da ponta do cone em profundidade em relação ao ponto inicial de penetração (inclinação).

Com base nestas medições, parâmetros básicos, corrigidos e normalizados podem ser calculados usando as fórmulas da Tabela 40.

Tabela 40 – Parâmetros de Teste CPTu

Nome do parâmetro	Fórmula de cálculo
Resistência da ponta medida, QC	qc = Fc / Ac (Ac = 10 cm², área da secção do cone)
Medi o atrito da manga, fs	fs = Fs / As (As = 150 cm², área da manga)
Pressão nos poros durante a penetração, u2	Sem cálculo
Resistência da ponta corrigida, qt	QT = QC + U2(1 – A)
Resistência normalizada da ponta, Qt1	Qt1 = qc / σ'v0
Atualização da resistência normalizada da ponta, Qtn	Qtn = (qt – σv0) / pa × pa / σ'v0^{n}, onde n = 0,381 × Ic + 0,05 × σ'v0 / pa – 0,15
Razão de atrito normalizada, FR	FR = fs / (qc – σv0) × 100 (%)
Coeficiente de pressão nos poros, Bq	Bq = (u2 – u0) / (qt – σv0) = Δu / (qt – σv0)
σv0 e σ'v0 = tensão vertical in situ total e efetiva, respetivamente U0 = Pressão de poros de equilíbrio in situ Δu = excesso de pressão nos poros por penetração = (u2 – u0)	

A saturação do dispositivo de medição de pressão de poros no piezocone é de importância crítica para a qualidade dos resultados, especialmente no que diz respeito à avaliação da pressão de poros induzida (u2) e dos parâmetros de fluxo.

Para garantir a saturação durante todo o teste, foi utilizado um gel de silicone para saturar a câmara piezométrica (Figura 20). A eficácia deste método está bem documentada na literatura especializada.

Figura 20 - Saturação de piezocones

A partir dos parâmetros de teste, pode ser derivada uma vasta gama de parâmetros de identificação e geotécnica, incluindo estratigrafia, pesos unitários, histórico de tensões, resistência (drenada em solos granulares e não drenada em solos coesivos), deformabilidade e fluxo de água.

Para solos sedimentares (transportados), as expressões de cálculo usadas neste relatório são aquelas definidas no software Geologismiki (CPeT-IT v.2.3.1.9), utilizado para interpretar os resultados (Tabela 41).

Para solos residuais/cimentados, caracterizados por estruturas de cimentação que geram coesão efetiva positiva ou condições insaturadas (fenómenos de sucção), as fórmulas sedimentares do solo frequentemente divergem da realidade. O componente coeso proveniente da cimentação e/ou sucção é incorporado como ângulo de resistência ao cisalhamento, resultando em parâmetro coeso zero e numa sobrestimação do parâmetro de fricção, divergindo das condições in situ.

Por isso, é importante avaliar a presença de estruturas de cimentação para verificar a aplicabilidade das fórmulas. Isto pode ser feito graficando os dados de teste no diagrama em Figura 21.

Se existirem estruturas de cimentação, os resultados aparecerão à direita da linha sólida, e as fórmulas do solo sedimentar tornam-se inválidas.

Tabela 41 – Expressões de cálculo utilizadas para obter parâmetros geotécnicos de solos sedimentares no teste CPTu

:: Unit Weight, g (kN/m³) ::

$$g - g_w \cdot \left(0.27 \cdot \log(R_f) + 0.36 \cdot \log\left(\frac{q_t}{p_a}\right) + 1.236\right)$$

where g_w – water unit weight

:: Permeability, k (m/s) ::

$I_c < 3.27$ and $I_c > 1.00$ then $k = 10^{0.952-3.04 \cdot I_c}$

$I_c \leq 4.00$ and $I_c > 3.27$ then $k = 10^{-4.52-1.37 \cdot I_c}$

:: N_{SPT} (blows per 30 cm) ::

$$N_{60} - \left(\frac{q_c}{P_a}\right) \cdot \frac{1}{10^{1.1268-0.2817 \cdot I_c}}$$

$$N_{1(60)} = Q_{tn} \cdot \frac{1}{10^{1.1268-0.2817 \cdot I_c}}$$

:: Young's Modulus, Es (MPa) ::

$(q_t - \sigma_v) \cdot 0.015 \cdot 10^{0.55 I_c + 1.68}$

(applicable only to $I_c < I_{c_cutoff}$)

:: Relative Density, Dr (%) ::

$100 \cdot \sqrt{\frac{Q_{tn}}{k_{DR}}}$ (applicable only to SBT_n: 5, 6, 7 and 8 or $I_c < I_{c_cutoff}$)

:: State Parameter, ψ ::

$\psi = 0.56 - 0.33 \cdot \log(Q_{tn,cs})$

:: Peak drained friction angle, φ (°) ::

$\varphi - 17.60 + 11 \cdot \log(Q_{tn})$

(applicable only to SBT_n: 5, 6, 7 and 8)

:: 1-D constrained modulus, M (MPa) ::

If $I_c > 2.20$

$\alpha = 14$ for $Q_{tn} > 14$

$\alpha = Q_{tn}$ for $Q_{tn} \leq 14$

$M_{CPT} = \alpha \cdot (q_t - \sigma_v)$

If $I_c \leq 2.20$

$M_{CPT} = (q_t - \sigma_v) \cdot 0.0188 \cdot 10^{0.55 I_c + 1.68}$

:: Small strain shear Modulus, Go (MPa) ::

$G_0 = (q_t - \sigma_v) \cdot 0.0188 \cdot 10^{0.55 I_c + 1.68}$

:: Shear Wave Velocity, Vs (m/s) ::

$$V_s = \left(\frac{G_0}{\rho}\right)^{0.50}$$

:: Undrained peak shear strength, Su (kPa) ::

$N_{kt} = 10.50 + 7 \cdot \log(F_r)$ or user defined

$$S_u = \frac{(q_t - \sigma_v)}{N_{kt}}$$

(applicable only to SBT_n: 1, 2, 3, 4 and 9 or $I_c > I_{c_cutoff}$)

:: Remolded undrained shear strength, Su(rem) (kPa) ::

$S_{u(rem)} = f_s$ (applicable only to SBT_n: 1, 2, 3, 4 and 9 or $I_c > I_{c_cutoff}$)

:: Overconsolidation Ratio, OCR ::

$$k_{OCR} = \left[\frac{Q_{tn}^{0.20}}{0.25 \cdot (10.50 + 7 \cdot \log(F_r))}\right]^{1.25}$$ or user defined

$OCR = k_{OCR} \cdot Q_{tn}$

(applicable only to SBT_n: 1, 2, 3, 4 and 9 or $I_c > I_{c_cutoff}$)

:: In situ Stress Ratio, Ko ::

$K_O = (1 - \sin\varphi') \cdot OCR^{\sin\varphi'}$

(applicable only to SBT_n: 1, 2, 3, 4 and 9 or $I_c > I_{c_cutoff}$)

:: Soil Sensitivity, S_t ::

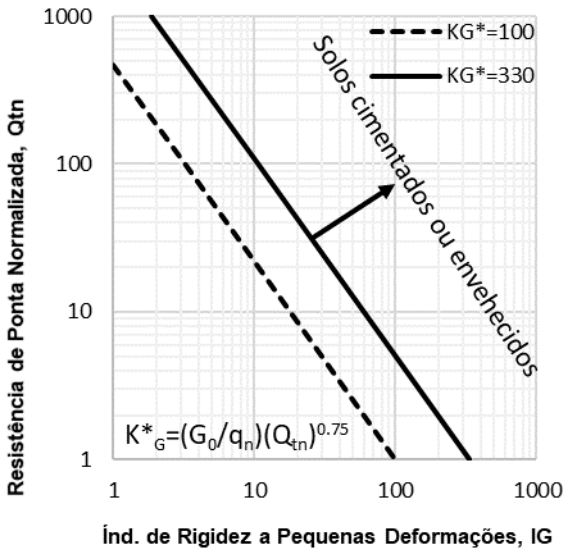
$$S_t - \frac{N_S}{F_r}$$

(applicable only to SBT_n: 1, 2, 3, 4 and 9 or $I_c > I_{c_cutoff}$)

:: Effective Stress Friction Angle, φ<sun>'

$\varphi' - 29.5° \cdot B_q^{0.121} \cdot (0.256 + 0.336 \cdot B_q + \log Q_t)$

(applicable for $0.10 < B_q < 1.00$)



$$K^*_G = \frac{G_0}{q_n}(Q_{Tn})^{0,75}$$

K^*_G é o índice de pequena deformação modificado;

G0 é o módulo de distorção, MPa;

qn é a resistência bruta da ponta do teste CPTu, MPa;

QTn é a intensidade normalizada da ponta.

Figura 21 - Diagrama para avaliação de estruturas de cimentação

Para avaliar os parâmetros de resistência dos solos de granito residual português, Cruz et al. (2018) propõem as seguintes correlações, ou alternativamente, os diagramas QTn–FR de Robertson (2009 e 2016) apresentados em Figura 22:

$c'_g = 12,8 \ln(Q_{Tn}) + 1,6 \ln(F_R) – 32,2$

$\emptyset_{corr} = \emptyset_{sed} – 5,27 \ln(Q_{T1}) – 0,99 \ln(F_R) + 19,71$

Onde:

c'_g = componente coeso proveniente da cimentação e sucção (se presente)

$\emptyset_{corr}$ = ângulo de resistência ao cisalhamento corrigido

$\emptyset_{sed}$ = ângulo de resistência ao cisalhamento a partir das fórmulas do solo sedimentar

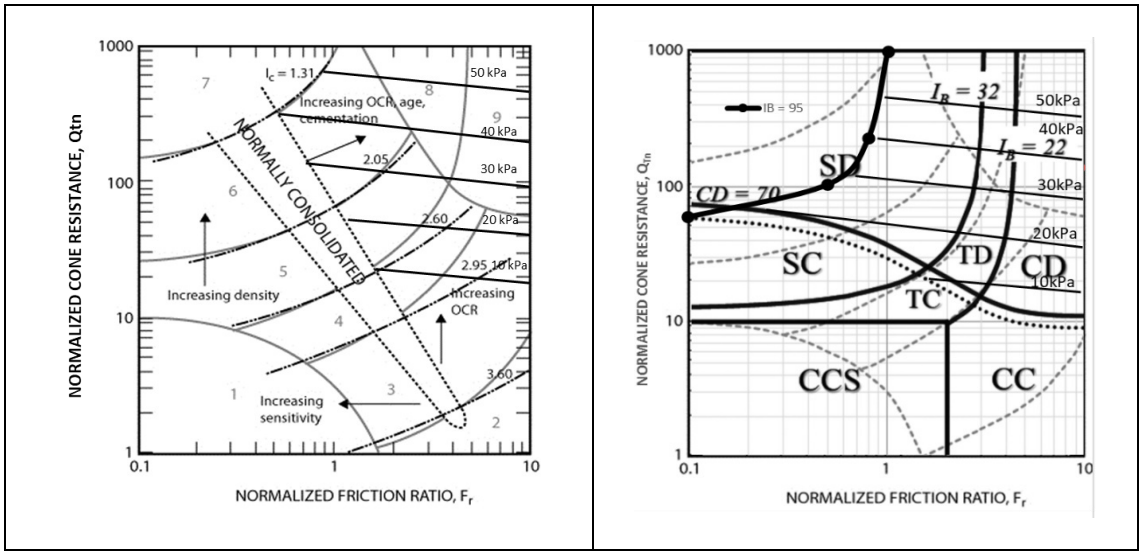


Figura 22 - **Representação de solos residuais de granito nos diagramas de comportamento do solo de Robertson (2009 e 2016).**

8.3.2. RESULTADOS OBTIDOS

Nesta campanha, foram realizados 5 testes CPTu. Os resultados de campo, parâmetros normalizados e parâmetros geotécnicos interpretados são amplamente apresentados nos relatórios de teste individuais (anexados).

Os resultados foram calculados usando o software Geologismiki (CPeT-IT v.2.3.1.9). Devido à variedade de gráficos e tabelas associados a cada relatório de teste, a apresentação detalhada dos resultados neste documento é considerada excessiva e de utilidade limitada.

8.4. ENSAIOS IN SITU (GEOFÍSICA – RESISTIVIDADE ELÉTRICA)

No presente estudo, foram realizadas 10 sondagens elétricas verticais (VES) pela *Geoaviz, Lda*., de acordo com as especificações do cliente. Foram realizados testes de resistividade do solo no local, utilizando o Método de Wenner (4 pontos), considerando cada unidade como um conjunto de leituras perpendiculares entre si, para perfis entre 3 m e um máximo de 45 m.

A localização final dos perfis pode ser encontrada no plano de localização de trabalho de campo anexo.

8.4.1. INTRODUÇÃO

Os métodos elétricos estudam a resposta da terra quando correntes elétricas contínuas são propagadas através dela. E a sua utilização baseia-se na utilização de um medidor de resistividade e 4 elétrodos, 2 de corrente e 2 de potencial. O parâmetro físico a determinar é a resistividade elétrica, que depende da litologia, da estrutura interna e da quantidade de água no ambiente.

Para calcular a resistividade subterrânea, a corrente contínua é injetada no solo através de 2 eletrodos externos (de corrente) ligados a uma fonte de energia, e é medida a diferença de potencial gerada pela corrente que passa entre outros 2 eletrodos (de potencial).

Sabendo a intensidade da corrente, a diferença de potencial e as distâncias entre os eletrodos de corrente e potencial, é possível calcular a resistividade do meio. Ao alterar a configuração dos eletrodos, obtemos várias possibilidades de estudo.

A tomografia elétrica 2D clássica consiste em medir a resistividade ao longo de um perfil (ou linha) em que as medições são feitas de acordo com configurações específicas, como Wenner, Schlumberger e dipolo-dípolo, entre outras configurações menos comuns:

- O dispositivo Wenner utiliza uma configuração com espaçamento igual entre 4 eletrodos dispostos em linha reta na superfície. A corrente alternada passa entre os 2 eletrodos exteriores, enquanto a diferença de potencial é medida entre os eletrodos internos.
- No dispositivo Schlumberger, o modo de funcionamento é idêntico ao do dispositivo de Wenner, mas a diferença está na distância entre os eletrodos, onde a separação entre os 2 eletrodos interiores deve ser inferior a 1/5 da distância entre os eletrodos exteriores.
- No método Dipolo-Dipolo, a distância entre os eletrodos potenciais é igual à distância entre os eletrodos de indução, sendo apenas as distâncias entre os dois conjuntos de eletrodos ao longo da linha de aquisição a variarem.

8.4.2. EQUIPAMENTOS E PARÂMETROS DE AQUISIÇÃO

Os seguintes equipamentos e programas informáticos foram alocados para realizar este trabalho:

- Medidor de resistividade: luz de 4 pontos 10W da SchwarTech.
- Processamento de dados de resistividade elétrica.
- Com4Point; Microsoft Excel; IPI2Win.
- Geolocalização: GPS diferencial EMLID Reach RS2.
- Informação geográfica: QGIS 3.28.1.

Em cada local, foram realizados dois perfis perpendiculares, utilizando uma metodologia de Wenner (4 pontos), com espaçamento progressivo entre elétrodos de 1 m, 2 m, 3 m, 6 m e 15 m.

A Tabela 42 mostra a localização dos elétrodos de corrente (A e B) e de potencial (M e N) em relação ao centro de cada perfil.

Tabela 42 – Localização dos eletrodos de corrente (A e B) e de potencial (M e N) em relação ao centro de cada perfil

Número de medição	Profundidade estimada (m)	AB (m)	MN (m)
1	1	1,5	0,5
2	2	3,0	1,0
3	3	4,5	1,5
4	6	9,0	3,0
5	15	22,5	7,5

A geolocalização da intervenção foi realizada utilizando um RTK Differential GPS EMLID Reach RS2, que permitiu a localização precisa de todos os testes realizados e a realização de correções topográficas durante o processamento dos dados.

8.4.3. RESULTADOS OBTIDOS

A Tabela 43 mostra os resultados de resistividade aparente (ohm.m) obtidos em cada perfil de resistividade à profundidade estimada.

Tabela 43 – Resultados de resistividade aparente (ohm.m) obtidos em cada perfil de resistividade à profundidade estimada

Perfil	Profundidade estimada				
	1m	2m	3m	6m	15m
PRÉ-1	522,78	549,59	690,58	667,38	351,12
PRE1'	498,25	592,39	644,7	604,04	354,79
PRÉ-2	1160,05	1077,32	1206,9	726,78	317,85
PRE2'	1364,23	1271,28	1180,08	1055,79	443,74
PRÉ-3'	1710,49	2296,77	2220,41	2310,64	1050,126
PRÉ-3'	2235,26	1970,55	1979,48	2089,84	1049,23
PRÉ-4	856,68	553,2	536,1	455,4	267,24
PRE4'	829,35	733,83	551,43	556,83	472,48
PRÉ-5	714,68	514,33	547,22	622,32	219,87
PRÉ5'	920,22	964,04	806,33	761,71	377,31

A campanha de prospeção geofísica realizada na Zona Industrial de Santa Maria da Feira teve como principal objetivo a caracterização elétrica do subsolo por meio de sondagens elétricas verticais (SEV), utilizando a configuração de Wenner com espaçamentos progressivos até 15 m (correspondendo a perfis com extensão de 45 m).

Apesar de restrições específicas, como a necessidade de desviar do perfil PRE-1 devido à interferência com o tráfego rodoviário, as condições gerais do campo foram favoráveis, com terreno mecanicamente inclinado e ausência de obstáculos significativos.

Os valores medidos de resistividade aparente revelaram contrastes marcantes entre os diferentes perfis, refletindo a heterogeneidade do ambiente geológico. Por exemplo, nos perfis PRE-3 e PRE-3', foram registados valores elevados (>2000 ohm.m), indicativos de materiais secos, pouco desgastados ou de baixa condutividade, enquanto outros, como o PRE-5, apresentaram valores significativamente mais baixos (<400 ohm.m às maiores distâncias), sugerindo a presença de materiais mais condutores, possivelmente argilosos ou saturados.

A inversão de dados (realizada com o IPI2Win) resultou em modelos 1D que permitem visualizar a estratificação elétrica do subsolo, revelando, na maioria dos casos, a presença de três a quatro camadas distintas. A primeira camada, tipicamente superficial, apresenta resistividade moderada a alta e é interpretada como solo ou uma cobertura recente e frouxamente compactada. Camadas mais profundas apresentam resistividades variáveis que podem indicar rochas metapelíticas com graus variados de alteração e possível saturação de água.

9. ENSAIOS LABORATORIAIS

Durante os trabalhos de campo, foram recolhidas 12 amostras remexidas nos poços de prospeção. Nestas amostras, foram realizadas análises granulométricas por peneiramento e sedimentação, limites de consistência (LL - limite de liquidez; LP - limite de plasticidade; IP - índice de plasticidade), teor natural de água, densidade de partículas sólidas, teste Proctor modificado e teste CBR (classificação de rolamentos da Califórnia).

Os testes laboratoriais foram realizados no Laboratório Central da Mota-Engil Engenharia e Construção S.A, de acordo com as normas portuguesas aplicáveis, e EUROCODIGO 7 - Parte 2 "Projeto geotécnico assistido por ensaios: Ensaios laboratoriais."

9.1. SOLOS

Um resumo dos resultados obtidos nos testes laboratoriais realizados no material do solo é apresentado na Tabela 44.

Os resultados obtidos mostram solos arenosos, essencialmente compostos por areias limosas, com percentagens de finos entre 17 e 37% geralmente não plásticos ou de baixa plasticidade. Existe uma amostra de lodo, não plástico, com uma percentagem de finos de 83%. E outra amostra de areia argilosa com plasticidade média (IP=14).

De acordo com a Classificação Unificada, o material testado corresponde, em geral, a areias siltosas (SM), uma amostra é uma areia siltosa para silte (SM-ML), e a outra amostra é um silte (ML).

De acordo com a classificação AASHTO, temos A-4, A-7-5, A-1-b e A-2-4.

Finalmente, a densidade de partículas varia entre 2,66 e 2,71.

Tabela 44 – Resumo dos resultados dos testes laboratoriais para identificação

Referência	Litologia	Análises por peneira				Limites de Atterberg			Classificações	
		P#nº4	P#nº10	P#nº40	P#nº200	L.L.	L.P.	I.P.	AASHTO	USCS unificada
		(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)		
P1 (2.0-2.6)m	lodo	92,85	91,60	89,03	83,58	NP	NP	NP	A-4	ML
P1 (2.6-3.0)m	Areia argilosa	97,11	89,09	53,39	37,22	49	35	14	A-7-5	SM
P2 (0.0-2.0)m	areia siltosa	89,10	83,10	56,30	27,70	NP	NP	NP	A-2-4	SM
P4 (2.4-3.0)m	areia siltosa	97,28	94,16	63,96	28,67	NP	NP	NP	A-2-4	SM
P5 (0,05-3,0)m	Areia siltosa com cascalho	98,00	88,10	40,00	17,10	NP	NP	NP	A-1-b	SM
P7 (1.4-3.0)m	areia siltosa	97,80	93,88	67,50	23,65	NP	NP	NP	A-2-4	SM
P9 (0.0-1.9)m	areia siltosa	92,81	85,11	56,15	32,86	NP	NP	NP	A-2-4	SM
P10 (0.2-3.0)m	areia siltosa	95,82	87,95	58,52	34,54	NP	NP	NP	A-2-4	SM
P11 (0.3-3.0)m	areia siltosa	91,71	82,90	57,52	35,07	41	32	9	A-2-5	SM-ML
P13 (0,3-3,0)m	areia siltosa	98,21	93,59	66,88	36,91	NP	NP	NP	A-4	SM

Um resumo dos resultados obtidos nos testes de compactação e CBR é apresentado na Tabela 45.

Tabela 45 – Resumo dos resultados dos testes de compactação e do teste CBR

Referência	Unidade geológica	Litologia	Conteúdo de água	Análises de densidade de partículas	Teste modificado do Proctor		Teste CBR		
			w	d	ɣ	w	Inchaço (RC 95%)	CBR (2,5mmm)	CBR (5.0mmm)
			(%)	-	(g/cm3)	(%)	%	%	%
P10 (0.2-3.0)m	Depósito plio-pleistocénico	areia siltosa	12,5	2,64	1,957	10,7	0,0	21,0	22,0
P11 (0.3-3.0)m	Aterro sanitário	areia siltosa	19,7	2,72	1,862	12,0	1,0	15,0	18,0
P13 (0,3-3,0)m	Gneiss W_5	areia siltosa	16,3	2,71	1,802	12,8	2,0	15,0	19,0

9.2. ANÁLISES QUÍMICAS DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Para caracterizar a agressividade das águas subterrâneas em contacto com o betão, foram recolhidas 4 amostras de água dos piezómetros instalados nos furos S7-Pz, S5-Pz, S15-Pz e S19-Pz.

As amostras de água eram recolhidas dentro do piezómetro através de amostras bailer equipadas com uma válvula esférica, descartáveis e esterilizadas em fábrica. As amostras após a recolha (14/06/2025) foram imediatamente entregues ao laboratório.

Conforme especificado nas especificações do contrato, a caracterização analítica realizada visou avaliar a agressividade da água em relação ao betão, conforme descrito na NP EN 206-1:2013+A2:2021.

Os testes foram realizados no Laboratório de Química Ambiental - LQA AMBIENTE - Prestação de Serviços, Gestão e Controlo Ambiental, Lda., de acordo com a Documentação Normativa pretendida.

Os elementos agressivos identificados nas amostras de água são apresentados na Tabela 46 e anexados estão os boletins de todos os testes realizados.

Tabela 46 – Elementos agressivos identificados nas amostras de água

Elementos agressivos	Resultados				Aulas de Exposição		
	S5-Pz	S7-Pz	S15-Pz	S19-Pz	XA1	XA2	XA3
SO42- (mg/l)	<10	<10	<10	<10	[200; 600]	]600; 3000]	]3000; 6000]
pH (esc. Sorënsen)	5.6	5.8	6.3	6.1	[5.5; 6.5]	[4.5; 5.5[	[4.0; 4.5[
CO2 agressivo (CaCO3 mg/l)	161	53	57	65	[15; 40]	]40; 100]	> 100
NH4+ (mg/l)	≤0,05	0.11	0.08	0.06	[15; 30]	]30; 60]	]60; 100]
Mg2+ (mg/l)	<10	<10	<10	<10	[300; 1000]	]1000; 3000]	>3000
Adiciona iões agressivos (SO4-2, NH4+, Mg2+)	<20	<20	<10	<10	-	-	-

De acordo com a Tabela 2 da Norma Portuguesa NP EN 206:2013 +A2:2021, "Valores limites das classes de exposição para ataque químico a partir de solos e águas naturais nela contidos", os resultados obtidos e expressos na Tabela 46 permitem-nos afirmar que:

1. As águas nos pontos S7, S15 e S19 exibem um comportamento químico agressivo correspondente à classe de exposição XA2.
2. A água no ponto S5 apresenta um comportamento químico agressivo correspondente à classe de exposição XA3.

O comportamento químico destas amostras foi também avaliado pelo seu índice de Langelier (IL), calculado com base nos valores iniciais de pH (medidos à chegada, na abertura das garrafas) e nos valores de pH após o balanço hidrogénio-cálcio-carbono (pHs) (Tabela 47).

Este índice indica que todas as águas analisadas apresentam comportamento corrosivo.

Tabela 47 – Índice de Langelier (IL)

Referência de Exemplo	pH (esc. Sorënsen)	Phs (esc. Sorënsen)	IL	Comportamento
S5-Pz	5.6	7.2	-1.6	Corrosivo
S7-Pz	5.8	7.8	-2.0	Corrosivo
S15-Pz	6.3	7.9	-1.6	Corrosivo
S19-Pz	6.1	7.9	-1.8	Corrosivo

As análises realizadas e as avaliações elaboradas acima, com base nos indicadores de avaliação utilizados, permitem-nos afirmar que, de acordo com o NP EN 206:2013+A2:2021:

1. As águas nos pontos S5, S15 e S19 exibem comportamentos químicos agressivos correspondentes à classe de exposição XA2.
2. A água nos pontos S5 apresenta um comportamento químico agressivo correspondente à classe de exposição XA3.

De acordo com o índice de Langelier (baseado unicamente nas variações de pH antes e depois do contacto com o carbonato de cálcio), todas as águas são consideradas corrosivas, indicando uma tendência para dissolver compostos de carbonato de cálcio com os quais entram em contacto.

10. ZONAMENTO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO INTERPRETATIVO

Os resultados obtidos nas sondagens mecânicas realizadas nesta campanha de prospeção permitiram individualizar **10 zonas geotécnicas**, com base nos seguintes critérios:

1. Solos granulares - classificação de compacidade de Skempton (1986) baseada em $(N_1)_{60}$.
2. Solos argilosos - classificação de compacidade de Clayton et al. (1995) baseada em N60.
3. Maciços de transição (decompostos a altamente meteorizados) - Classificação de compacidade de Clayton et al. (1995) baseada em N60.
4. Maciços rochosos - Com base nos resultados do Índice de Resistência Geológica (GSI), conforme definido abaixo.

A parametrização de cada horizonte baseou-se em critérios diferentes de acordo com a natureza de cada formação, rocha ou solo, conforme descrito do seguinte:

1. Depósitos granulares – baseados em conceitos clássicos da mecânica do solo, assumindo um comportamento de drenagem durante a execução de testes in situ.
2. Depósitos de argila - baseados em conceitos clássicos da mecânica dos solos, assumindo um comportamento não drenado durante a execução de testes in situ.
3. Formações rochosas – Critérios modificados de Hoek & Brown (1994), foi aplicado com base nos resultados GSI, obtidos a partir do índice RMR (Classificação de Massa Rochosa).

Os critérios modificados *de Hoek & Brown* (1994) podem ser descritos pela seguinte expressão:

$$\sigma_1 = \sigma_3 + \sigma_{ci}\left(m\frac{\sigma_3}{\sigma_{ci}} + s\right)^{\alpha}$$

onde *m*, *s* e α, que representam os parâmetros básicos dos critérios, dependem das propriedades e características da massa rochosa, σ_1 e σ_3 expressam as tensões máximas e mínimas, σ_{ci} representa a resistência à compressão uniaxial, mi um parâmetro padronizado da rocha e GSI o Índice de Resistência Geológica. Os *valores de mb*, *s* e *a* são obtidos pelas seguintes expressões de Hoek & Brown:

$$m_b = m_i * e^{\frac{GSI-100}{28-14D}}$$

$$s = e^{\frac{GSI-100}{9-3D}}$$

$$a = \frac{1}{2} + \frac{1}{6} * \left(e^{\frac{-GSI}{15}} - e^{\frac{-20}{3}}\right)$$

Onde D é definido de acordo com a Tabela 48.

Com base nestes parâmetros matemáticos do modelo, é possível determinar a resistência à resistência ao cisalhamento (σ_c), a tração (σ_t) e a global ($\sigma'cm$), a partir do maciço rochoso, bem como o respetivo módulo de deformação (Erm).

Tabela 48 – Estimativa do valor do parâmetro D, associado ao modo de escavação

Aparência do maciço	Descrição do maciço	Valor D
	A escavação por TBM ou explosão de fogo de excelente qualidade resulta numa perturbação mínima da massa rochosa em redor do túnel	D=0
	A escavação mecânica em maciços de má qualidade resulta numa perturbação mínima da massa rochosa em redor do túnel Quando há problemas de contração com o levantamento do sill	D=0 D=0,5
	Um programa de fogo de má qualidade em maciços de rocha dura resulta numa grande perturbação que se estende de 2 a 3 m para dentro da massa que rodeia o túnel	D=0,8
	A explosão de fogo em pequenas encostas tem uma perturbação modesta, mas o alívio do stress provoca uma alteração nas propriedades	D=0,7 (plano de fogo controlado) D=1.0 (plano de fogo mal controlado)
	Grandes minas a céu aberto sofrem perturbações significativas devido à intensidade do uso de explosivos e também ao alívio de tensão ao remover a massa rochosa sobrejacente Quando a escavação é mecânica, a perturbação do maciço é menor	D=1.0 (incêndio a desmantelar) D=0,7 (escavação mecânica)

Finalmente, o critério de Hoek & Brown é um critério não linear, que pode ser transformado nos parâmetros associados ao critério de falha de Mohr-Coulomb, considerando a reta tangente associada ao ponto de interesse (normalmente associada à tensão confinada in situ existente), como ilustrado por Figura 23. Esta análise pode ser realizada com um software automático *RocLab 1.0* De *RocScience.*

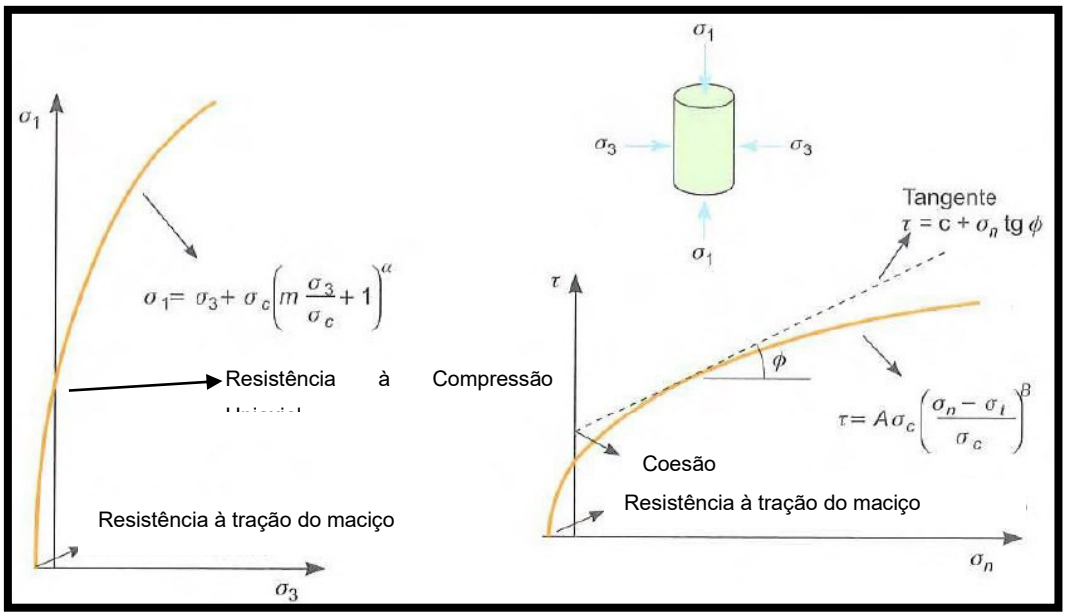


Figura 23 - Superposição do critério de Mohr-Coulomb ao critério de Hoek & Brown

Com base no acima, as zonas geotécnicas foram individualizadas, e os diferentes testes considerados para estabelecer a respetiva parametrização estão apresentados na Tabela 49. Na Tabela 50, as zonas geotécnicas individualizadas e cada um dos respetivos parâmetros de referência, nomeadamente o **Peso unitário** γ, **Coesão não drenada** , **Coesão eficaz *c'***, o **Ângulo de fricção interna** ϕ, o **Módulo de deformação**

do maciço ***E***, e o ***Capacidade de suporte permitida*** são exibidos. Figura 24 projeta também os horizontes geotécnicos no mapa de escavabilidade, com o objetivo de selecionar o tipo de equipamento a utilizar na abertura das escavações.

Tabela 49 – Testes envolvidos na parametrização

Zonas Geotécnicas	Formação	Testes considerados
G1	Terra superficial/meio de aterro compactado	SPT
G2A	Argila siltosa macia (aluvião)	SPT
G2B	Argila siltosa e dura (aluvião)	SPT
G3A	Areias compactadas médias (Plio-Plist.)	SPT
G3B	Areias compactadas (Plio-Plist.)	SPT
G4A	Solos residuais de compactação média	SPT
G4B	Solos residuais compactados	SPT
G4C	Solos residuais muito compactados	SPT
G5A	Decomposição em gnaisse/granito altamente alterado (W5-4)	SPT
G5B	Gnaisse/granito altamente a moderadamente alterado (W4-3)	SPT; GSI

Tabela 50 – Zonas geotécnicas e a sua parametrização

Zonas Geo	Formação	Intervalos N60 / $(N1)_{60}$; GSI	γ (kN/m3)	(kPa)	c' (kPa)	ϕ' (º)	E (MPa)	Capacidade de suporte permitida (kPa)
G1	Terra superficial/meio de aterro compactado	$8<(N1)_{60}<25$	18-19	--	--	--	--	--
G2A	Argila siltosa macia (aluvião)	4<N60<8	16-17	25-50	--	--	2.5-5.0	50-100
G2B	Argila siltosa e dura (aluvião)	15<N60<30	18-19	75-100	--	--	20-40	200-300
G3A	Areias compactadas médias (Plio-Plist.)	$8<(N1)_{60}<25$	18-19	--	--	32-35	40-80	100-300
G3B	Areias compactadas (Plio-Plist.)	$25<(N1)_{60}<42$	19-20	--	--	35-40	80-200	300-500
G4A	Solos residuais de compactação média	$8<(N1)_{60}<25$	18-19	--	--	32-35	40-80	100-300
G4B	Solos residuais compactados	$25<(N1)_{60}<42$	19-20	--	--	35-40	80-200	300-500
G4C	Solos residuais muito compactados	$42<(N1)_{60}<60$	20-21	--	--	40-42	200-300	500-600
G5A	Decomposição em gnaisse/granito altamente alterado (W5-4)	N60>60	22-23	--	10-30	40-45	400-500	800-900
G5B	Gnaisse/granito altamente a moderadamente alterado (W4-3)	N60>60 40<GSI<50	22-24	--	150-450	50-60	2500-8000	>900

Zonas Geo – Zonas Geotécnicas

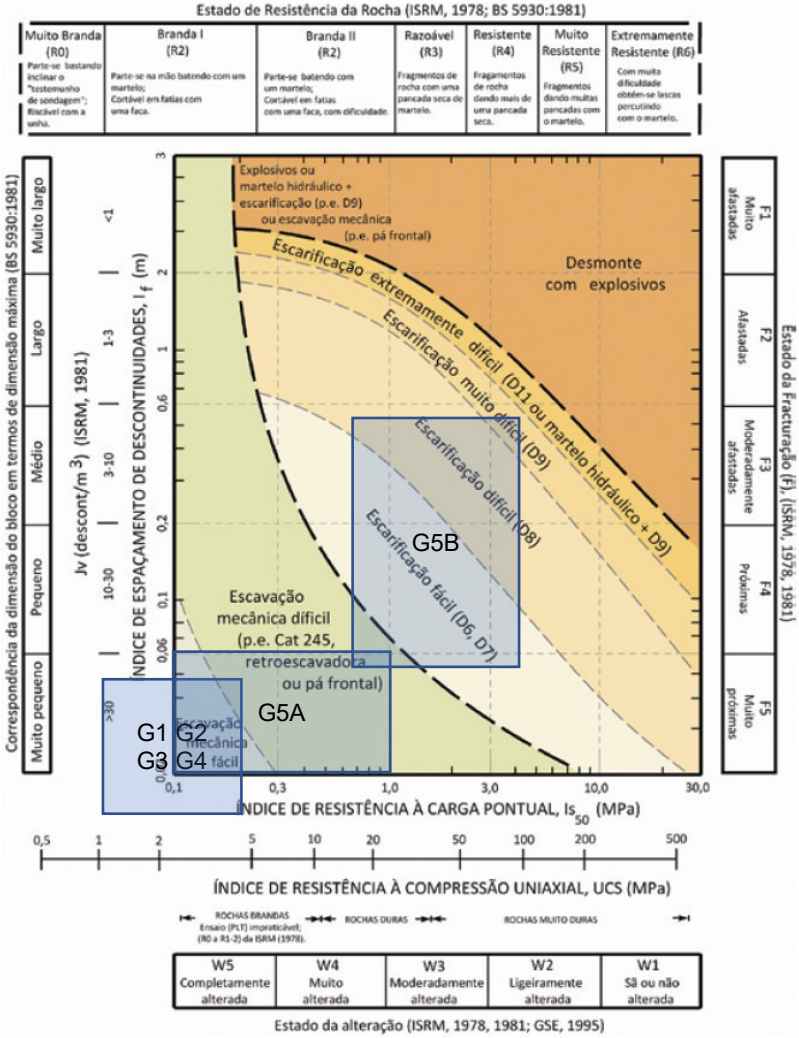


Figura 24 - **Projeção dos horizontes geotécnicos no gráfico de escavabilidade**

Para além dos parâmetros geotécnicos obtidos através dos ensaios, também são indicados intervalos de referência para a capacidade de suporte permitida.

No caso da capacidade de suporte permitida, é importante notar que as referências apresentadas são estimativas aproximadas baseadas apenas nos resultados do ensaio, sem qualquer consideração das características e magnitude das ações a instalar e da geometria e profundidade dos elementos da fundação.

Por isso, não dispensam um desenho concreto para a situação real, de acordo com a normalização em vigor em Portugal, nomeadamente os Eurocódigos EC7 e EC8.

11. CONSIDERAÇÕES TÉCNICAS

O estudo realizado e aqui apresentado permite-nos fazer o seguinte conjunto de considerações técnicas relativamente ao trabalho a realizar, que será apresentado, organizado de acordo com as situações específicas da obra, nomeadamente fundações estruturais, escavabilidade dos materiais, utilização de materiais de construção e estabilidade em taludes.

Deve notar-se que estas considerações são apenas indicações de soluções de tipo que podem ser implementadas, o que não dispensa um projeto em que se considerem as características específicas das estruturas (tamanho e profundidade dos elementos de fundação, esforços em cada elemento de fundação, tipo de contenção e respetivas esforços, comprimento das ancoragem, entre outros), desconhecido à data da redação deste documento.

Para tal, os parâmetros geotécnicos necessários para a dimensionação das fundações, estabilidade do talude, contenção temporária e lâmpadas de vedação de ancoragem estão disponíveis na tabela de zoneamento apresentada na secção anterior.

11.1. FUNDAÇÕES

Do ponto de vista das fundações estruturais, a unidade de solo/aterro (made ground) (G_1), além de mostrar algumas áreas de capacidade e heterogeneidade limitadas, é uma unidade da qual não existe conhecimento da sua metodologia de construção e controlo, o que não permite avaliar a sua capacidade de carga e a deformação associada. Esta unidade deve ser totalmente removida.

Todas as restantes zonas, exceto a zona G2A, apresentam valores de capacidade suportante permitidos acima de 100 kPa, conforme indicado na tabela de zoneamento (considerando um fator global de segurança de 3), configurando a possibilidade de fundações rasas.

Este cálculo foi realizado considerando um pé quadrado de 2,0 m x 2,0 m, instalado à superfície (sem embedding) de cada unidade geotécnica (considerando apenas o

desenvolvimento em profundidade do horizonte geotécnico avaliado) e com um lençol freático presente a uma profundidade de 1,2 m. Esta análise considerou as formulações de Terzaghi e Vesic.

Estes valores são apenas uma referência e podem ser otimizados através de uma dimensionação específica da capacidade de carga e dos respetivos assentamentos, considerando o tipo, características e magnitude das ações instaladas sob cada coluna, o tamanho das fundações e a profundidade do revestimento.

Como resultado, o cliente solicitou uma simulação de uma fundação rasa com dimensões de 6,90 x 6,90 x 1,60 m, uma carga axial (SLS, incluindo o peso da fundação) de N=7000 kN, um assentamento máximo permitido de 0,02 m, nível da água a 1,2 m (nível mais alto registado no levantamento) e consideração de uma elevação do fundo de 102,50 m (sem qualquer embedding). O cálculo foi realizado assumindo as condições geológicas-geotécnicas nos furos BH15 e BH19 e no Método Schmertmann.

Para as condições mencionadas, considerando o modelo multicamada do furo BH15, a carga aplicada é de 147 kPa, resultando num assentamento de 0,00515 m.

Os parâmetros utilizados, considerando os resultados dos testes SPT no furo BH15 (a presença da massa G5A no meio da zona G4C foi ignorada), estão apresentados na Tabela 51.

Tabela 51 – Zonas geotécnicas e a sua parametrização para furo BH15

Zonas Geo	Formação	γ (kN/m3)	ϕ' (º)	E (MPa)
G4A	Solos residuais de compactação média	18	33	50
G4B	Solos residuais compactados	20	38	140
G4C	Solos residuais muito compactados	21	42	280

Para as condições mencionadas, considerando o modelo multicamada do furo BH19, a carga aplicada é também de 147 kPa, resultando num assentamento de 0,01199 m.

Os parâmetros utilizados, considerando os resultados dos testes SPT no furo BH19 (devido à elevada espessura do G4A, esta foi a única zona geotécnica considerada), estão apresentados na Tabela 52.

Tabela 52 – Zonas geotécnicas e a sua parametrização para o furo BH19

Zonas Geo	Formação	γ (kN/m3)	ϕ' (º)	E (MPa)
G4A	Solos residuais de compactação média	18.5	33	60

11.2. ESCAVABILIDADE

A escavabilidade dos materiais só pode ser avaliada com algum rigor através da execução de perfis de refração sísmica, uma vez que a definição da capacidade do equipamento em geral é definida como função da velocidade de propagação das ondas sísmicas (primárias).

No entanto, a natureza dos materiais e os graus de compacidade/consistência avaliados nos testes SPT, bem como os resultados obtidos nos testes de furo transversal, sugerem que a escavação pode ser realizada com meios mecânicos pequenos a grandes até ao horizonte G4.

Nos horizontes da rocha (G5), pode haver uma eventual necessidade de ripper ou martelo pneumático para desagregar blocos menos alterados que podem ser disseminados na massa mais alterada.

Não estão previstos métodos especiais de detonação, como o uso de explosivos.

11.3. MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO

A escavação a realizar poderá gerar um volume de materiais que poderão eventualmente ser usados nos aterros do local. É possível prever a possibilidade de reutilizar os materiais resultantes da escavação em algumas partes dos aterros, nomeadamente o corpo do aterro.

A utilização destes materiais para a parte inferior e superior do aterro pode ser limitada, devido ao conteúdo das finas.

Recomenda-se que a sua utilização, caso seja considerada, seja analisada de acordo com a sua aplicação final pela equipa de design. Os resultados dos testes laboratoriais são anexados para uma melhor revisão.

11.4. ESTABILIDADE DAS ENCOSTAS DE ESCAVAÇÃO

No que diz respeito à estabilidade das encostas que serão escavadas durante a fase de construção, tanto de forma temporária como definitiva, devem assumir-se geometrias de 1:2,5 (v:h) para os horizontes G_1 e G2, 1:2,0 (v:h) para o horizonte G_{3A} e 1:1,5 (v:h) para os horizontes G_{3B} e G4.

No horizonte rochoso (G5), a estabilidade do talude é determinada principalmente pelas características da fraturação, com ênfase particular na orientação das descontinuidades em relação aos planos de corte que serão implementadas durante a construção.

Por isso, recomenda-se realizar uma análise cinematográfica detalhada, correlacionando-a com as orientações planeadas das encostas a implementar durante a fase de construção. Esta análise permitirá a identificação precoce de potenciais mecanismos de falha e riscos de instabilidade de taludes, possibilitando a implementação de medidas preventivas e de contenção adequadas.

No entanto, como o maciço é predominantemente decomposto ou altamente meteorizado, podem assumir-se geometrias de 1:1,5, ou 1:1 se temporárias.

No que diz respeito aos taludes que poderão eventualmente ser construídos, a sua geometria depende das características dos materiais e, acima de tudo, do grau de compactação alcançado. Regra geral, para compactação relativa acima de 95%, neste tipo de material, geometrias de 1:1,5 são geralmente estáveis.

BIBLIOGRAFIA

ASTM D 2487 (1998). Classificação do solo para fins de engenharia. Sociedade Americana de Materiais de Teste.

ASTM D1586 / D1586M - 18 Método de Ensaio Padrão para Ensaio de Penetração Padrão (SPT) e Amostragem em Barril Dividido de Solos

ISO 14688-1 (2017): Investigação e ensaio geotécnico — Identificação e classificação do solo

ISO 14689-2 (2017): Investigação e ensaio geotécnico — Identificação, descrição e classificação de rochas

ISO 22476-2:2005 Investigação e ensaio geotécnicos — Ensaios de campo — Parte 2: Sondagem dinâmica

ISO 22476-3:2005 Investigação e testes geotécnicos — Ensaio de campo — Parte 3: Ensaio SPT

Procedimentos de Teste Recomendados, Comité Técnico da ISSMFE sobre Ensaios de Penetração de Solos – TC 16, 1989

Eurocodigo 7 (2010). "Projecto Geotécnico". Comité Europeu de Normalização, Bruxelas.

Eurocódigo 8 (2010). "Projeto de Estruturas para Resistência a Sismos". Comité Europeu de Normalização, Bruxelas.

Barton, N. R., Choubey, V. (1977). "A força cortante das juntas rochosas na teoria e na prática". Mecânica das Rochas, 19, 1, pp 1-54.

Bieniawaski, Z. T. (1984). "Design de mecânica de rochas na mineração e escavação de túneis". Ed. Balkema

Cavalcante, E. H.; Danzinger, F.A.B.; Danzinger, B.R.; Bezerra, R.L. (2002)." Medição de Energia SPT: instrumentação para registar força e velocidade nas hastes". XII COBRAMSEG – ICLBG – III SBMR, Vol.1, pp.97 – 106.

Clayton, C.; Matthews, M.; Simons, N. (1995). "Investigação do local". 2.ª Edição. Blackwell Science, Oxford.

Coduto, D. (1999). "Design da Fundação: princípios e práticas". 2.ª Edição. Aprendício Hall.

Cruz, N. (2010). Modelação da geomecânica de solos residuais por testes DMT. Tese de doutoramento, Universidade do Porto (www.nbdfcruz.wordpress.com).

Décourt, L. (1989). "O relatório padrão do teste de penetração de última geração". Realização da 12.ª Conferência Internacional de Mecânica dos Solos e Engenharia de Fundações, Rio de Janeiro, Brasil. Vol. 4, A.A. Balkema Roterdão.

Deere, D.U., Deere, D.W. (1988). "A prática do índice RQD". Proc. Simp. Classificação Rochosa. Eng. Purp., ASTM, Publicação Técnica Especial 984, pp. 91-101, Filadélfia.

Goodmann, R.E. (1989). "Introdução à mecânica das rochas". J. Wiley & Sons, Nova Iorque.

Hoek, E. (1994). "Resistência das rochas e das massas rochosas". ISRM New Journal 2(2), pp. 4-16.

Lopes, M. (2009). "Avaliação da eficiência energética no teste SPT". Tese de mestrado apresentada ao Departamento de Geociências da Universidade de Aveiro.

Matos Fernandes, M. (2006). "Mecânica do solo. Conceitos e princípios fundamentais". 2.ª edição.

Peck, R., Hanson, W.E., Thornburn, T.H., (1974). "Engenharia de fundações". 2.ª Edição, John Wiley & Sons, Inc, Nova Iorque.

Rocha, M. (1981). "Mecânica das rochas". LNEC, Portugal.

Schnaid, F. (2000). "Ensaios de campo e as suas aplicações à Engenharia de Fundações". Oficina de Textos, São Paulo, Brasil.

Skempton, A.W., (1986). "Procedimentos padrão de ensaio de penetração e efeitos em areias de pressão de sobrecarga, densidade relativa, tamanho das partículas, envelhecimento e sobreconsolidação". Geotécnica 36, Nº3, pp. 425-447.

Simons, N.; Menzies, B.; Matthews, M. (2002) "Investigação geotécnica de sítios". Thomas Telford.

Terzaghi, K., Peck, R.B (1967). "Mecânica dos solos na prática de engenharia". 2.ª Edição, John Wiley & Sons, Nova Iorque.

Vallejo, L.; Ferrer, M.; Ortuño, L.; Oteo, C. (2002). "Engenharia Geológica", Pearson Education, Madrid.

ASTM. 2007. Métodos de teste padrão para ensaios sísmicos cruzados. Norma ASTM D4428/D4428M-07. ASTM.

Caterpillar TC (2001) Manual de desempenho da lagarta. Caterpillar Inc, Preoria, Illinios p. 32

Dey A. & Morrison H.F. (1979a), Modelação de resistividade para estruturas bidimensionais de formas arbitrárias. Prospeção Geofísica 27, 1020-1036.

Dey A. & Morrison H.F., (1979b), Modelação de resistividade para estruturas tridimensionais de forma arbitrária. Geofísica 44, 753-780.

Zbyszewski, G. & Antunes, M. (1976). Notícias explicativas do mapa geológico de Portugal, 1: 50000, folha 39-A, Águas de Moura. Serviço Geológico de Portugal.

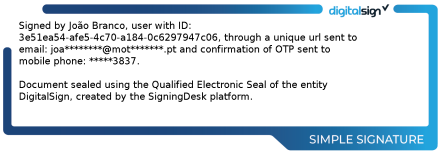
Ivanov, J., Miller, R. D., & Tsoflias, G. (abril de 2008). Alguns aspetos práticos da análise e processamento MASW. No 21.º Simpósio EEGS sobre a Aplicação da Geofísica a Problemas de Engenharia e Ambientais (pp. cp-177). Associação Europeia de Geocientistas e Engenheiros.

Park, C. B., Miller, R. D., Xia, J., & Ivanov, J. (2007). Análise multicanal de ondas superficiais (MASW) - métodos ativos e passivos. The Leading Edge, 26(1), 60-64.

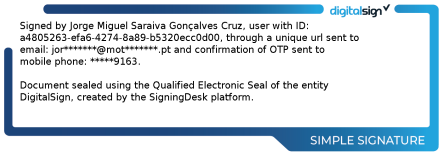
Silvester, P. P., & Ferrari, R. L. (1990). Elementos finitos para engenharia.

Zhang, J., & Toksöz, M. N. (1998). Tomografia por tempo de viagem por refração não linear. Geofísica, 63(5), 1726-1737.

Núcleo de Geotecnia, 7 de agosto de 2025



João Branco
(Mestrado em Engenharia Geológica)



Jorge Cruz
(Mestrado em Engenharia Geotécnica)

Artigos publicados pela MOTA-ENGIL no âmbito da caracterização geotécnica

Rodrigues, C., Cruz, N., Amoroso, S., Cruz, M. (2020). "Decaimento da rigidez em solos estruturados por dilatómetro sísmico". Geotechnical Testing Journal, ASTM International, Vol. 43, nº4, 2020, pp. 1003-1021, http://dx.doi.org/10.1520/GTJ20180352

Cruz, N.; Cruz, J.; Cruz, M.; Rodrigues, C.; Amoroso, S. (2018). "Comportamento dos solos residuais graníticos avaliados pelo SCPTu e outros testes in situ". 4.º Simpósio Internacional sobre Testes de Penetração de Cones, CPTu'18. Delft, Países Baixos.

Rodrigues, C.; Cruz, N.; Cruz, J.; Cruz, M.; Monteiro, P. (2018). "Caracterização da Resistência dos Solos Resíduos Graníticos através de Testes SCPTu". XVI Congresso Nacional de Geotecnia. S. Miguel, Açores, Portugal.

Cruz, N.; Cruz, J.; Rodrigues, C.; Cruz, M.; Martins, F. (2016). "Testes de Piezocones em Solos Residuais. Uma Experiência Portuguesa em Solos Graníticos". 5.ª Conferência Internacional sobre Caracterização de Locais, Vol. 2, Brisbane, Austrália.

Rodrigues, C.; Amoroso, S.; Cruz, N.; Cruz, J. (2016). "Curvas de decaimento G-gama em solos residuais graníticos por dilatómetro sísmico". 5.ª Conferência Internacional sobre Caracterização de Locais, Vol. 2, Brisbane, Austrália.

Rodrigues, C.; Amoroso, S.; Cruz, N.; Viana da Fonseca, A. (2016). "Avaliação da liquefação em Monte Gordo-Algarve a partir dos testes CPTu". 5.ª Conferência Internacional sobre Caracterização de Locais, Vol. 1, Brisbane, Austrália.

Fortunato, E.; Fontul, S.; Paixão, A.; Cruz, N.; Cruz, J.; Asseiceiro, F. (2016). "Aspetos geotécnicos da via da reabilitação de uma linha ferroviária de mercadorias em África". III Conferência Internacional sobre Tecnologia Ferroviária: Investigação, Desenvolvimento e Manutenção. Cagliari, Sardenha.

Amoroso, S.; Viana da Fonseca, A.; Rodrigues, C.; Cruz, N. (2015). "Avaliação de liquefação das areias de Aveiro a partir dos testes SCPTU e SDMT". 3.ª Conferência Internacional sobre Dilatómetro Plano, DMT' 15. Roma, Itália.

Cruz, M. Santos, J. M., e Cruz, N. (2015). "Utilização de redes neuronais e vetor de regressão de suporte para relacionar parâmetros de teste do dilatómetro de Marchetti com o módulo máximo de cisalhamento". The International Journal of Artificial Intelligence, Applied Intelligence: Volume 42, Edição 1 (2015), Páginas 135-146. Springer.

Cruz, N.; Gomes, C.; Rodrigues, C.; Viana da Fonseca, A. (2015) "Uma abordagem para melhorar a Classificação de Engenharia Wesley. O caso dos Portogranites". XVI Conferência Europeia de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica. Edimburgo, Reino Unido.

Cruz, N.; Fortunato, E.; Asseiceiro, F.; Cruz, J.; Mateus, C. (2015) "Metodologias para caracterização geotécnica em ferrovias em operação. Uma Experiência.". XVI Conferência Europeia de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica. Edimburgo, Reino Unido.

Cruz, N.; Rodrigues, N.; Viana da Fonseca, A. (2014). "Uma abordagem para derivar parâmetros de resistência de solos residuais a partir de resultados de DMT". Solos & Rochas, Vol. 37, nº3, pp.195-209.

Rodrigues, C.; Saraiva Cruz, J.; Cruz, N. (2014). "Avaliação das Condições de Estruturação de Solos Residuais Graníticos Usando Testes SDMT". XIV Congresso Nacional de Geotecnia. Covilhã.

Cruz, M. Santos, J. M., e Cruz, N. (2013). "Estimativa do Módulo de Cisalhamento Máximo com Redes Neurais". Tendências Recentes em Inteligência Artificial Aplicada. Springer, pp. 684-693. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-38577-3

Cruz, N.; Viana da Fonseca, A. (2013) "abordagens c'- phi ao DMT em Solos Residuais". Workshop TC 102 – Caracterização das Propriedades do Solo a partir de Testes In Situ. Dilatómetros e pressímetros para caracterização do solo. 18.ª Conferência Internacional de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica (ICSMGE). Paris, França

Fortunato, E.; Fontul, S.; Paixão, A.; Cruz, N.; Cruz, J.; Asseceiro, F. (2013). "Um Estudo de Caso sobre a Reabilitação de uma Antiga Linha de Carga Pesada Africana". Conferência Mundial sobre Investigação Ferroviária. Sidney, Austrália

Cruz, N.; Mateus, C.; Marques, D. (2013). "Caracterização de Aterros Problemáticos com Base no Ensaio DMT". 7.º Congresso Português das Estradas. LNEC, Lisboa.

Cruz, N.; Rodrigues, C.; Viana da Fonseca, A. (2012). "Parâmetros de Projeto dos Solos Residuais Graníticos Portugueses obtidos em Testes DMT". International Journal of Geotechnical Engineering (2012) 6: pp. 239-244. J. Ross Publishing, 2012. https://doi.org/10.3328/IJGE.2012.06.02.239-244

Cruz, N. (2012). "Usos Especiais dos Testes In Situ". Relatório de Sessão do TS11-T4, "Usos Especiais dos Testes In Situ". 4.ª Conferência Internacional sobre Caracterização de Locais. Porto Galinhas, Recife, Brasil.

Cruz, N.; Rodrigues, C.; Viana da Fonseca, A. (2012). "Deteção da presença de estruturas de cimentação em solos, com base em gráficos interpretados por DMT". 4.ª Conferência Internacional sobre Caracterização de Locais. Porto Galinhas, Recife, Brasil.

Almeida, F.; Cruz, N.; Rodrigues, C.; Café, L. (2012). "Medições laboratoriais de ondas S com geófones enterrados numa grande caixa de calibração". 4.ª Conferência Internacional sobre Caracterização de Locais. Porto Galinhas, Recife, Brasil.

Mateus, C.; Machado, L.; Cruz, N.; Cruz, M. (2012). "Determinação da propagação de erro de testes "In Situ" resultantes da sua precisão de medição". 4.ª Conferência Internacional sobre Caracterização de Locais. Porto Galinhas, Recife, Brasil.

Cruz, N.; Viana da Fonseca, A.; Rodrigues, C. (2012). "Um protocolo específico para caracterizar geomateriais intermédios (IGM). O caso dos granitos do Porto". 4.ª Conferência Internacional sobre Caracterização de Locais. Porto Galinhas, Recife, Brasil. ISBN 9780415621366

Cruz, N.; Rodrigues, C.; Viana da Fonseca, A. (2011). "A influência da cimentação no comportamento do estado crítico dos solos artificialmente ligados". Simpósio Internacional sobre Características de Deformação do Solo em Geomateriais. Seul, Coreia.

Cruz, N.; Rodrigues, C.; Viana da Fonseca, A. (2011). "A influência dos microtecidos no comportamento dos solos aderidos, baseada na comparação laboratorial de espécimes artificialmente e naturalmente cimentados". XV Conferência Europeia de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica. Atenas, Grécia

Rocha, R.; Cruz, N.; Rodrigues, C.; Almeida, F. (2011). "Caracterização geofísica de um maciço vulcânico com métodos sísmicos combinados de superfície e furo de sondagem". XV Conferência Europeia de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica. Atenas, Grécia.

Cruz, N.; Rodrigues, C.; Viana da Fonseca, A. (2011). "Caracterização de Solos Residuais por Meio de Testes de DMT". Conferência Internacional sobre Geotecnia Avançada. Perth, Austrália.

Rodrigues, C.; Saraiva Cruz, J.; Cruz, N.; Paiva, F.; Rocha, R.; Vieira Simões, E. (2010). "Metodologia Alternativa para a Execução de Testes SCPTU, com Seleção de Fonte Sísmica e Condições de Teste". XII Congresso Nacional de Geotecnia. Guimarães.

Rocha, R.; Rodrigues, C.; Cruz, N.; Saraiva Cruz, J. (2010). "Comparação entre furo transversal, poço descendente e poço ascendente resulta em maciços vulcânicos". XII Congresso Nacional de Geotecnia. Guimarães.

Cruz, N.; Mateus, C.; Cruz, M. (2009). "Determinação de erros de medição associados a testes "in situ". O caso do julgamento do DMT". Congreso de Métodos Numéricos en Engenheria 2009. Barcelona, Espanha.

Cruz, N.; Tareco, H; Gonçalves, F.; Vieira Simões, E.; Hipólito, A. (2008). "Caracterização de maciços cársicos baseada na prospecção com Georadar. Um caso prático". XI Congresso Nacional de Geotecnia. Coimbra.

Cruz, N.; Caspurro, I.; Guimarães, S.; Cunha Gomes, C.; Viana da Fonseca, A. (2008). "Caracterização de campo de aterros problemáticos por DMT. Um histórico de casos." 3.ª Conferência Internacional sobre Caracterização do Local. Taipé, Taiwan.

Viana da Fonseca, A.; Rios, S.; Cruz, N. (2008). "In situ" e testes laboratoriais em solo saprolítico de granito para uma escavação no Metro do Porto" da 3.ª Conferência Internacional sobre Caracterização de Sítios. Taipé, Taiwan, pp 587 – 593.

Cruz, N.; Pinto, P.L.; Viana da Fonseca, A.; Andrade, R. (2008) "Capacidade de suporte de estacas da nova ponte sobre o rio Zambeze (Moçambique): Previsões e desempenho dos resultados dos testes de carga estática." 11.ª Conferência Geotécnica do Mar Báltico. Gdansk, Polónia.

Cruz, N.; Tareco, H; Rocha, R.; Andrade, R.; Cruz, J. (2008). "Caracterização mecânica de massas rochosas baseada na combinação de prospeção mecânica e geofísica". IV Congresso Luso-Brasileiro de Geotecnia. Coimbra.

Devincenzi, M.; Powell, J.J.M.; Cruz, N.; Toledo, M. (2007). "Atualidade no uso de testes geotécnicos in situ". Engenharia Civil, 145/2007, pp. 27-40

Cruz, N.; Viana da Fonseca, A. (2006) "Caracterização de Solos Residuais Rígidos por DMT Dinamicamente Push-in". Publicação Especial Geotécnica da ASCE nº 149, pp. 261 – 268.

Cruz, N.; Viana da Fonseca, A. (2006) "Experiência Portuguesa na Caracterização do Solo Residual por DMT". 2.ª Conferência Internacional sobre Dilatómetro Plano, Washington, abril de 2006. Vol. 1, pp 359 – 364.

Cruz, N.; Marcelo DeVincenzi; Viana da Fonseca, A. (2006) "Experiência com DMT em Solos Transportados Ibéricos". 2.ª Conferência Internacional sobre Dilatómetro Plano, Washington, abril de 2006. Vol 1, pp 198 – 204.

Cruz, N.; Viana da Fonseca, A. (2006) "Controlo de compactação e avaliação da rigidez em aterros de obras rodoviárias, utilizando o ensaio DMT". Congresso Luso-Brasileiro de Geotecnia. Curitiba, Brasil. Vol. Único, pp 65 – 71.

Devincenzi, M.; Powell, J.J.M.; Cruz, N. (2004). Relatório de Sessão do Tema 1, "Métodos de ensaio mecânico in situ". 2.ª Conferência Internacional sobre Caracterização de Locais, ISC'2. Porto, Portugal. Vol. 1.

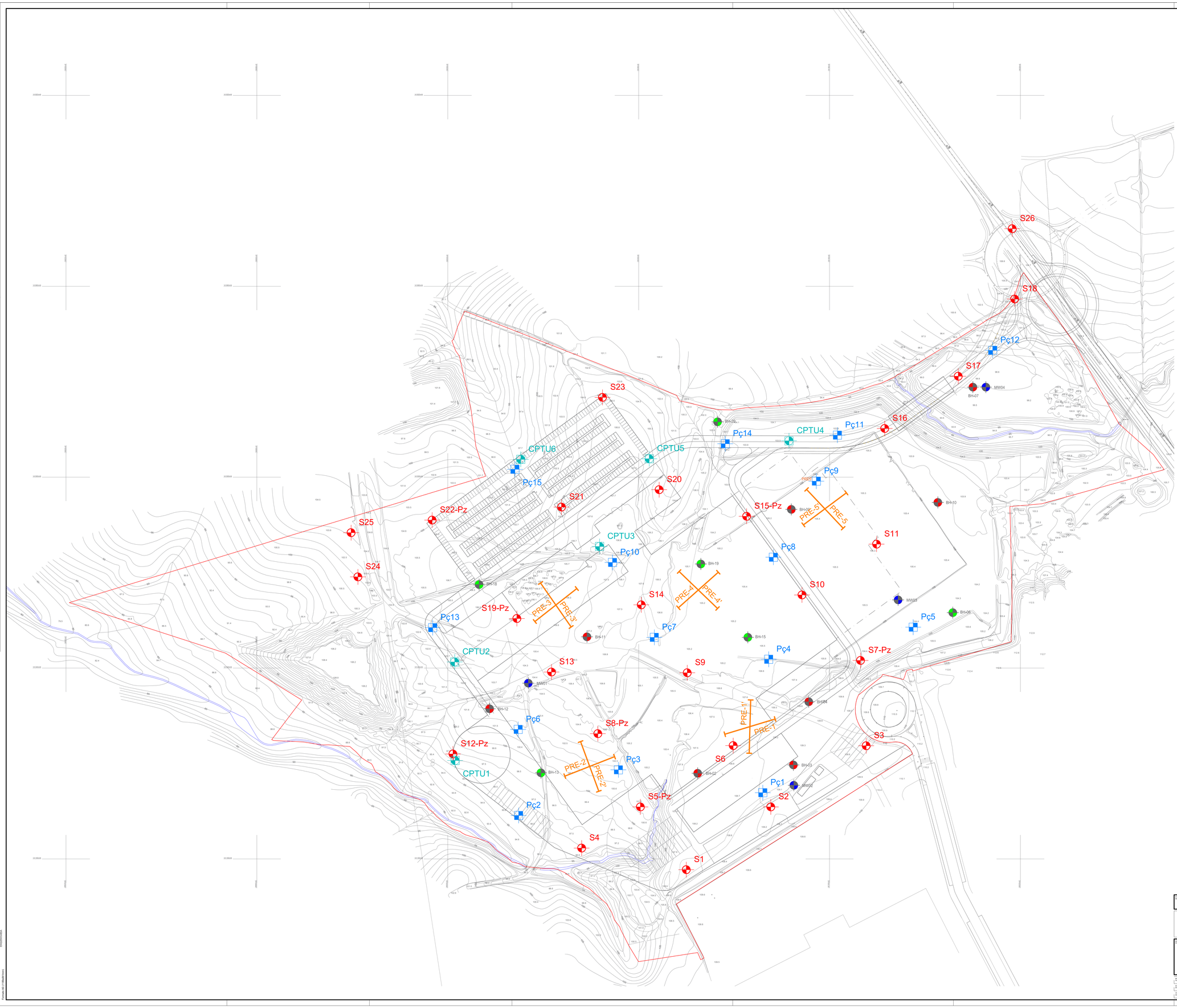
Cruz, N.; Viana da Fonseca, A.; Neves, E. (2004). "Avaliação do Intercepto Coesivo em Solos Residuais por DMT e CPT". 2.ª Conferência Internacional sobre Caracterização de Locais, ISC'2. Porto, Portugal. Vol. 2, pp. 1275 – 1284.

Cruz, N.; Figueiredo, S.; Viana da Fonseca, A.. (2004). "Derivação de parâmetros geotécnicos de solos residuais de granito através da interpretação de testes DMT + CPTU". 2.ª Conferência Internacional sobre Caracterização de Locais, ISC'2. Porto, Portugal. Vol. 2, pp. 1799 – 1804.

ANEXOS:

- PLANTA DE LOCALIZAÇÃO DA PROSPEÇÃO
- LOGS DAS SONDAGENS MECÂNICAS
- BOLETINS DE CORREÇÃO DOS VALORES N_{SPT}
- REGISTO FOTOGRÁFICO DA AMOSTRAGEM
- LOGS DOS POÇOS DE PROSPEÇÃO
- REGISTO FOTOGRAFICO DOS POÇOS DE PROSPEÇÃO
- BOLETINS DOS ENSAIOS CPTu
- ENSAIOS LABORATORIAIS
- PERFIS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO INTERPRETATIVOS

PLANTA DE LOCALIZAÇÃO DA PROSPEÇÃO



TOPOGRAPHIC SURVEY
(Coordinate System PT-TM06 / ETRS 89)

ID	M	P	Z
S_1	-38300.076	141170.956	103.621
S_2	-38229.233	141223.596	106.997
S_3	-38149.260	141274.832	109.621
S_4	-38387.783	141189.065	97.786
$S_{5\text{-}Pz}$	-38338.524	141223.567	100.436
S_6	-38260.750	141274.967	107.671
$S_{7\text{-}Pz}$	-38154.020	141346.332	104.549
$S_{8\text{-}Pz}$	-38374.205	141284.981	104.302
S_9	-38299.256	141336.025	107.580
S_{10}	-38203.082	141401.276	105.198
S_{11}	-38140.570	141443.844	105.249
$S_{12\text{-}Pz}$	-38495.625	141267.960	96.913
S_{13}	-38413.037	141336.638	106.151
S_{14}	-38337.770	141392.940	107.201
$S_{15\text{-}Pz}$	-38249.491	141467.189	104.036
S_{16}	-38133.748	141540.798	103.910
S_{17}	-38072.126	141584.591	98.381
S_{18}	-38024.832	141649.315	103.762
$S_{19\text{-}Pz}$	-38442.068	141381.473	106.498
S_{20}	-38322.802	141489.457	103.916
S_{21}	-38404.659	141474.925	104.572
$S_{22\text{-}Pz}$	-38513.069	141463.998	104.720
S_{23}	-38370.278	141566.862	104.827
S_{24}	-38575.307	141416.407	102.108
S_{25}	-38581.017	141453.441	104.478
S_{26}	-38026.846	141708.251	104.910
$Pç_1$	-38235.935	141235.510	107.176
$Pç_2$	-38440.583	141216.390	96.412
$Pç_3$	-38356.975	141254.687	100.931
$Pç_4$	-38231.000	141347.322	107.888
$Pç_5$	-38109.853	141374.234	104.146
$Pç_6$	-38440.971	141288.533	101.079
$Pç_7$	-38326.880	141365.705	106.803
$Pç_8$	-38227.080	141432.857	105.247
$Pç_9$	-38191.046	141496.640	105.304
$Pç_{10}$	-38361.903	141428.498	108.153
$Pç_{11}$	-38173.396	141535.210	103.847
$Pç_{12}$	-38043.239	141606.334	98.308
$Pç_{13}$	-38512.627	141373.855	103.666
$Pç_{14}$	-38267.417	141528.008	104.186
$Pç_{15}$	-38443.695	141506.574	102.551
$CPTU_1$	-38493.842	141262.535	98.049
$CPTU_2$	-38494.181	141345.068	104.722
$CPTU_3$	-38372.704	141441.870	107.248
$CPTU_4$	-38213.980	141530.442	103.783
$CPTU_5$	-38331.121	141515.420	105.335
$CPTU_6$	-38438.825	141514.885	102.965
(*)PRE-1	-38246.701	141290.899	108.279
(*)PRE-2	-38381.016	141257.522	100.898
(*)PRE-3	-38409.398	141392.817	106.093
(*)PRE-4	-38289.966	141405.392	105.034
(*)PRE-5	-38183.903	141473.444	105.041

(*) - Central shot

LEGENDA:

- S — Mechanic Borehole
- S-Pz — Mechanic Borehole with Piezometer
- Pç — Trial Pit
- CPTU — Cone Penetration Test with Piezocone
- PRE — Electrical Resistivity Profile
- BH-i (25,00) - * from "Phase II Preliminary Geotechnical Investigations", Ramboll, 2024
- BH-i (15,00)
- MW - Monitoring Wells

FOLHA / SHEET	REVISÃO / REVISION	DESCRIÇÃO / DESCRIPTION	DATA / DATE	RUBRICA / SIGNATURE
1/1	R		/ /	
	R		/ /	

MOTA-ENGIL GEOTECNIA
ENGENHARIA

DONO DA OBRA / OWNER
Luftansa Technik Portugal, S.A.

MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFTS COMPONENTS
GEOLOGICAL-GEOTECHNICAL AND HYDROGEOLOGICAL SURVEY

PROJECTISTA / TRAÇADO
DESENHADO / DRAWN
VERIFICADO / APROVADO

DESIGNAÇÃO / DESIGNATION
LOCATION MAP OF SITE INVESTIGATION WORKS

ESTUDO / STUDY 17040.600
DATA / DATE 16/07/2025
ESCALAS / SCALES HOR. 1/1000 VER.

17040.600-PLP-EST-R00-01.DWG

Formato A0 (1189x841mm)

LOGS DAS SONDAGENS MECÂNICAS

MOTA-ENGIL
GEOTECNIA
ENGENHARIA

BOREHOLE Nº	S1
STUDY	17040.600

CLIENT: AFACONSULT

PROJECT: LUFTHANSA TECHNIK MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFT COMPONENTS, SANTA MARIA DA FEIRA

LOCATION: (See location map)

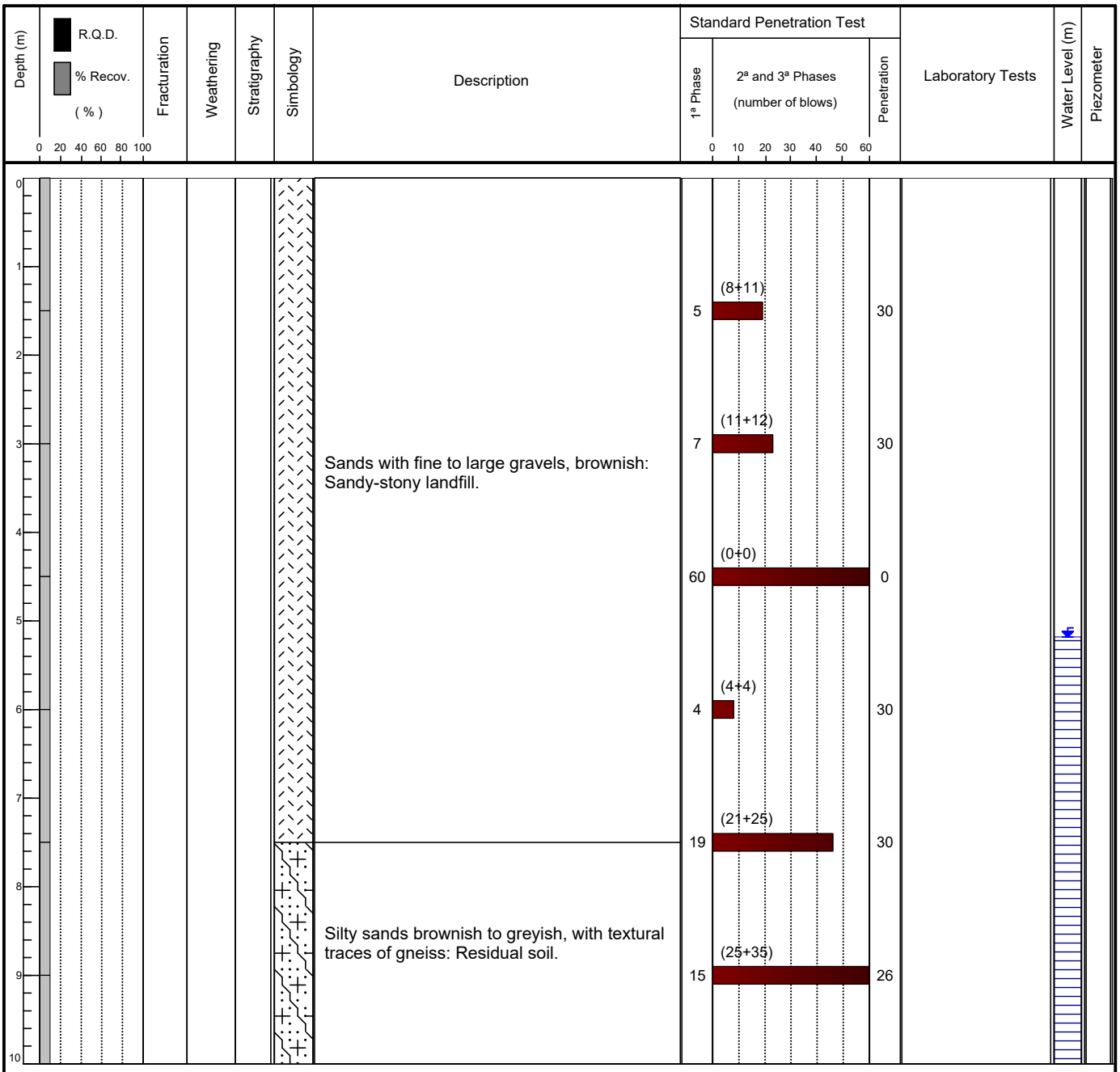
ELEVATION (Z,m): 103.62m
LENGHT: 15.00 m
INCLINATION: 90
COORDINATES: M= -38300.076 P= 141170.956

DIAMETER: 0.0-3.0m: 101mm
3.0-15.0m: 86mm

CASING: 0.0-13.5m: 98mm

EQUIPMENT: Mustang 4F1
TYPE: Rotação

START: 09/07/2025
FINISH: 09/07/2025



Direção de Geotecnia
Zona Industrial de Canelas
Rua da Urtigueira
4410 - 304 Canelas VNG
Telef.: 22 716 93 00
Fax: 22 716 93 02
e-mail: geotecnia@mota-engil.pt

Observations:

EXECUTED BY:	*Liliana Freitas*
VERIFIED BY:	*Nuno Oliveira*

MOTA-ENGIL
GEOTECNIA
ENGENHARIA

BOREHOLE Nº	S1
STUDY	17040.600

CLIENT: AFACONSULT

PROJECT: LUFTHANSA TECHNIK MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFT COMPONENTS, SANTA MARIA DA FEIRA

LOCATION: (See location map)

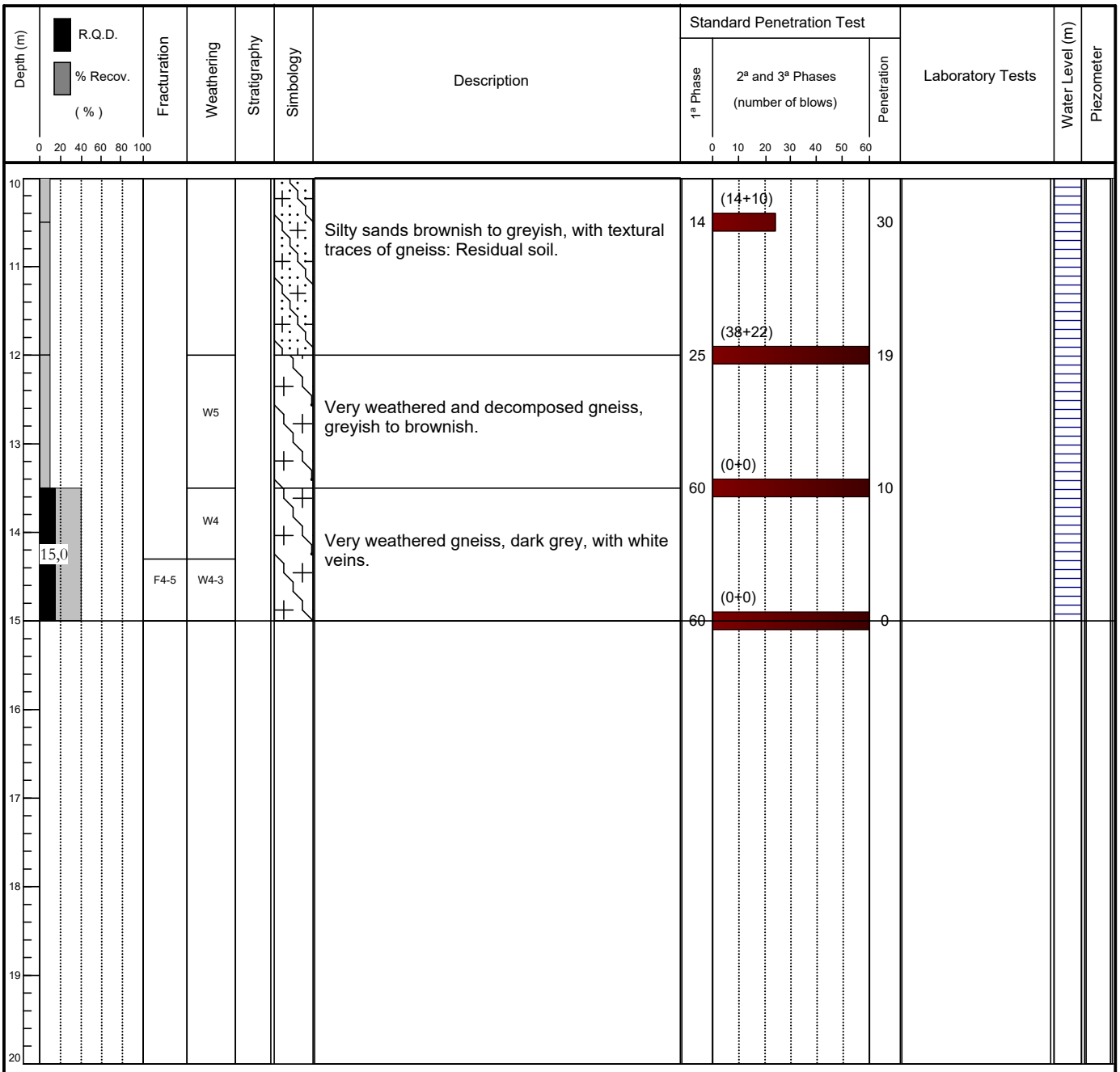
ELEVATION (Z,m): 103.62m
LENGHT: 15.00 m
INCLINATION: 90
COORDINATES: M= -38300.076 P= 141170.956

DIAMETER: 0.0-3.0m: 101mm
3.0-15.0m: 86mm

CASING: 0.0-13.5m: 98mm

EQUIPMENT: Mustang 4F1
TYPE: Rotação

START: 09/07/2025
FINISH: 09/07/2025



Direção de Geotecnia
Zona Industrial de Canelas
Rua da Urtigueira
4410 - 304 Canelas VNG
Telef.: 22 716 93 00
Fax: 22 716 93 02
e-mail: geotecnia@mota-engil.pt

Observations:

EXECUTED BY:	*Liliana Freitas*
VERIFIED BY:	*Nuno Oliveira*

MOTA-ENGIL
GEOTECNIA
ENGENHARIA

BOREHOLE Nº	S2
STUDY	17040.600

Pag. 1 de 1

CLIENT: AFACONSULT

PROJECT: LUFTHANSA TECHNIK MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFT COMPONENTS, SANTA MARIA DA FEIRA

LOCATION: (See location map)

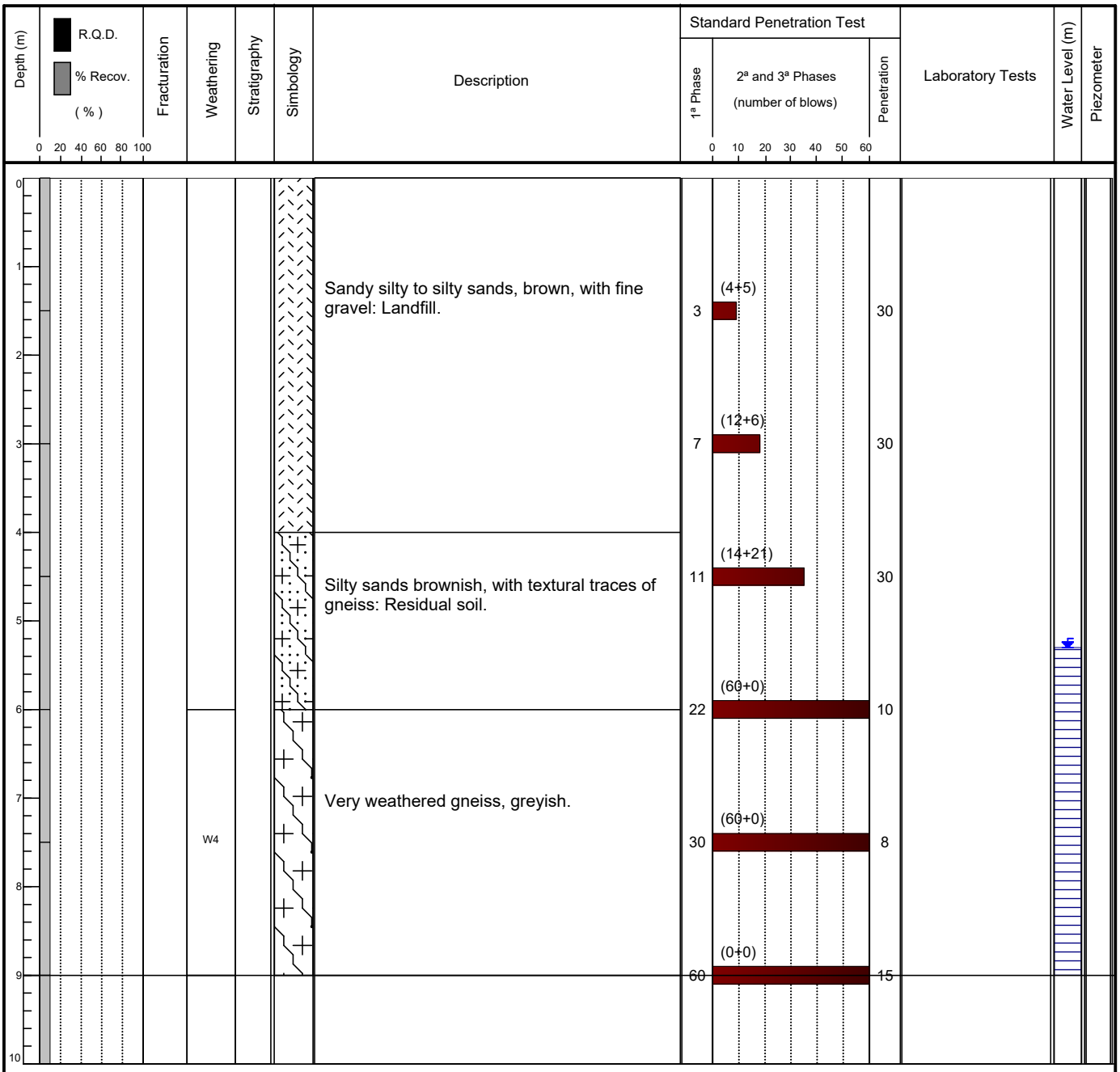
ELEVATION (Z,m): 106.99m
LENGHT: 9.00 m
INCLINATION: 90º
COORDINATES: M= -38229.233 P= 141223.596

DIAMETER: 0.0-3.0m: 101mm
3.0-9.0m: 86mm

CASING: 0.0-9.0m: 98mm

EQUIPMENT: Mustang 4F1
TYPE: Rotação

START: 30/06/2025
FINISH: 30/06/2025



Direção de Geotecnia
Zona Industrial de Canelas
Rua da Urtigueira
4410 - 304 Canelas VNG
Telef.: 22 716 93 00
Fax: 22 716 93 02
e-mail: geotecnia@mota-engil.pt

Observations:

EXECUTED BY:	*Liliana Freitas*
VERIFIED BY:	*Nuno Oliveira*

MOTA-ENGIL
GEOTECNIA
ENGENHARIA

BOREHOLE Nº	S3
STUDY	17040.600

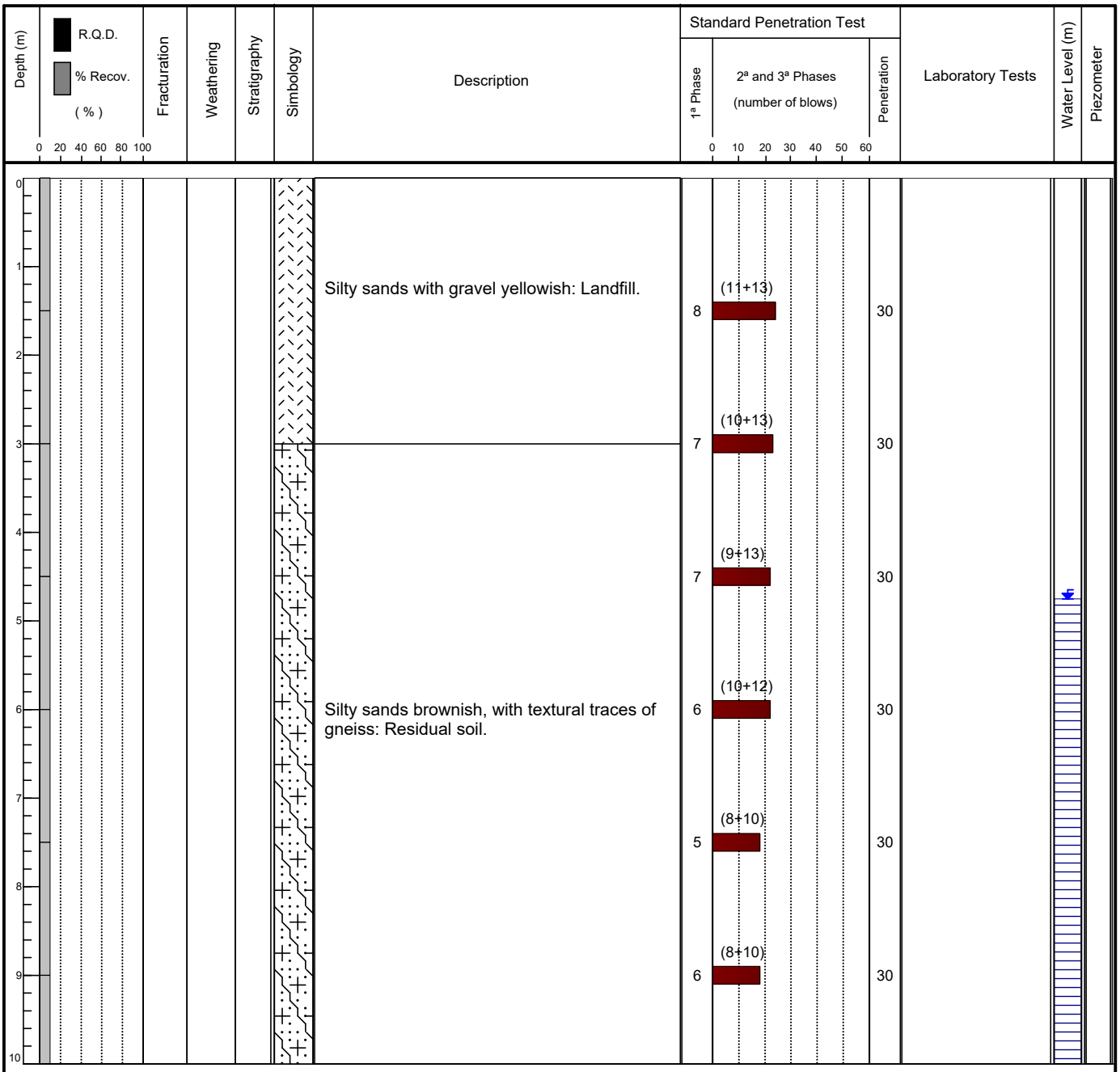
CLIENT: AFACONSULT

PROJECT: LUFTHANSA TECHNIK MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFT COMPONENTS, SANTA MARIA DA FEIRA

LOCATION: (See location map)

ELEVATION (Z,m): 109.62m
LENGHT: 15.00 m
INCLINATION: 90º
COORDINATES: **M=** -38149.260 **P=** 141274.832

DIAMETER: 0.0-15.0m: 86mm **CASING:** 0.0-15.0m: 98mm **EQUIPMENT:** Mustang 4F1 **START:** 08/07/2025
TYPE: Rotação **FINISH:** 08/07/2025



Direção de Geotecnia
Zona Industrial de Canelas
Rua da Urtigueira
4410 - 304 Canelas VNG
Telef.: 22 716 93 00
Fax: 22 716 93 02
e-mail: geotecnia@mota-engil.pt

Observations:

EXECUTED BY:	*Liliana Freitas*
VERIFIED BY:	*Nuno Oliveira*

MOTA-ENGIL
GEOTECNIA
ENGENHARIA

BOREHOLE Nº	S3
STUDY	17040.600

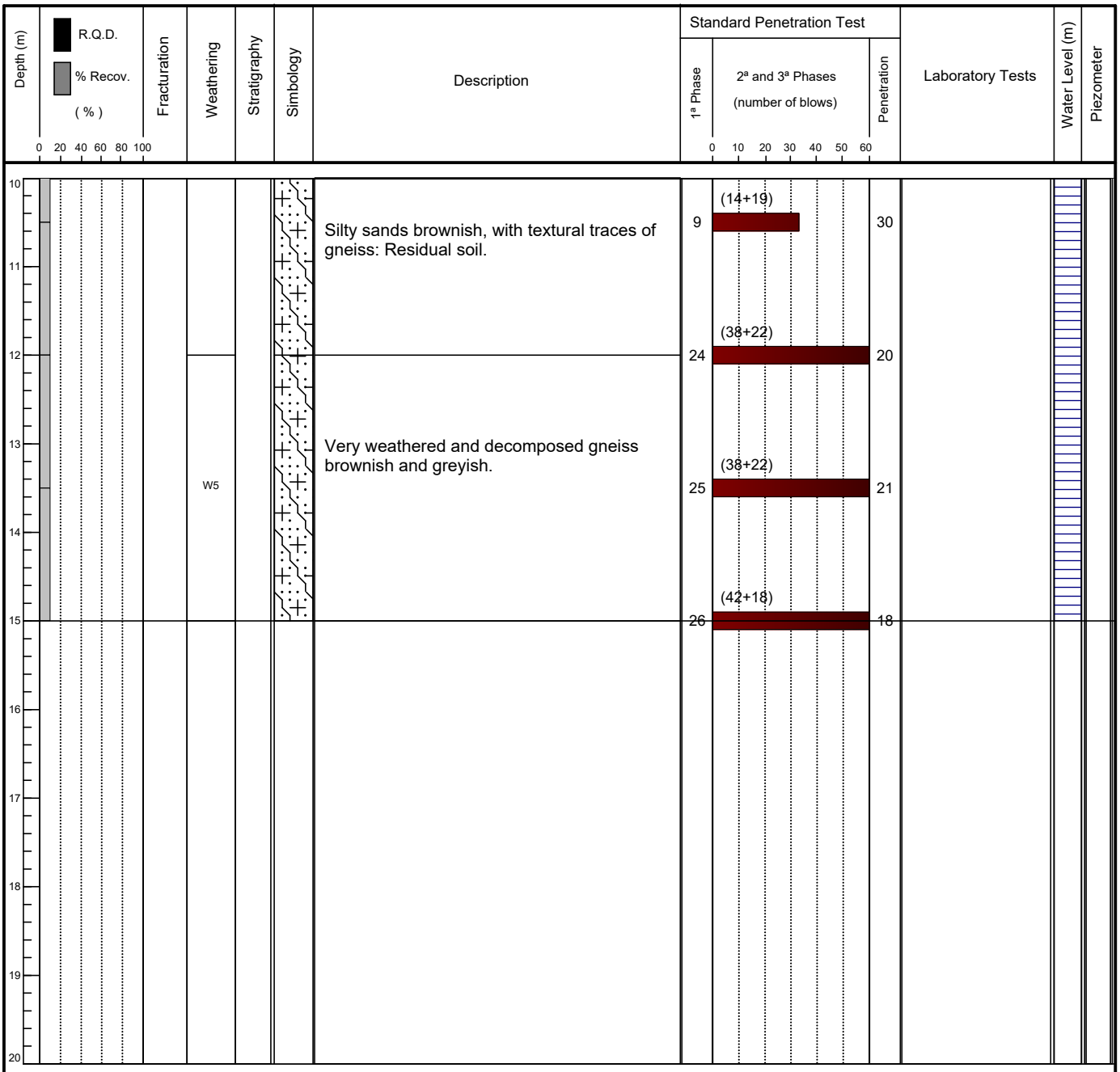
CLIENT: AFACONSULT

PROJECT: LUFTHANSA TECHNIK MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFT COMPONENTS, SANTA MARIA DA FEIRA

LOCATION: (See location map)

ELEVATION (Z,m): 109.62m
LENGHT: 15.00 m
INCLINATION: 90º
COORDINATES: M= -38149.260 P= 141274.832

DIAMETER: 0.0-15.0m: 86mm
CASING: 0.0-15.0m: 98mm
EQUIPMENT: Mustang 4F1
TYPE: Rotação
START: 08/07/2025
FINISH: 08/07/2025



Direção de Geotecnia
Zona Industrial de Canelas
Rua da Urtigueira
4410 - 304 Canelas VNG
Telef.: 22 716 93 00
Fax: 22 716 93 02
e-mail: geotecnia@mota-engil.pt

Observations:

EXECUTED BY:	*Liliana Freitas*
VERIFIED BY:	*Nuno Oliveira*

MOTA-ENGIL GEOTECNIA ENGENHARIA

BOREHOLE Nº	S4
STUDY	17040.600

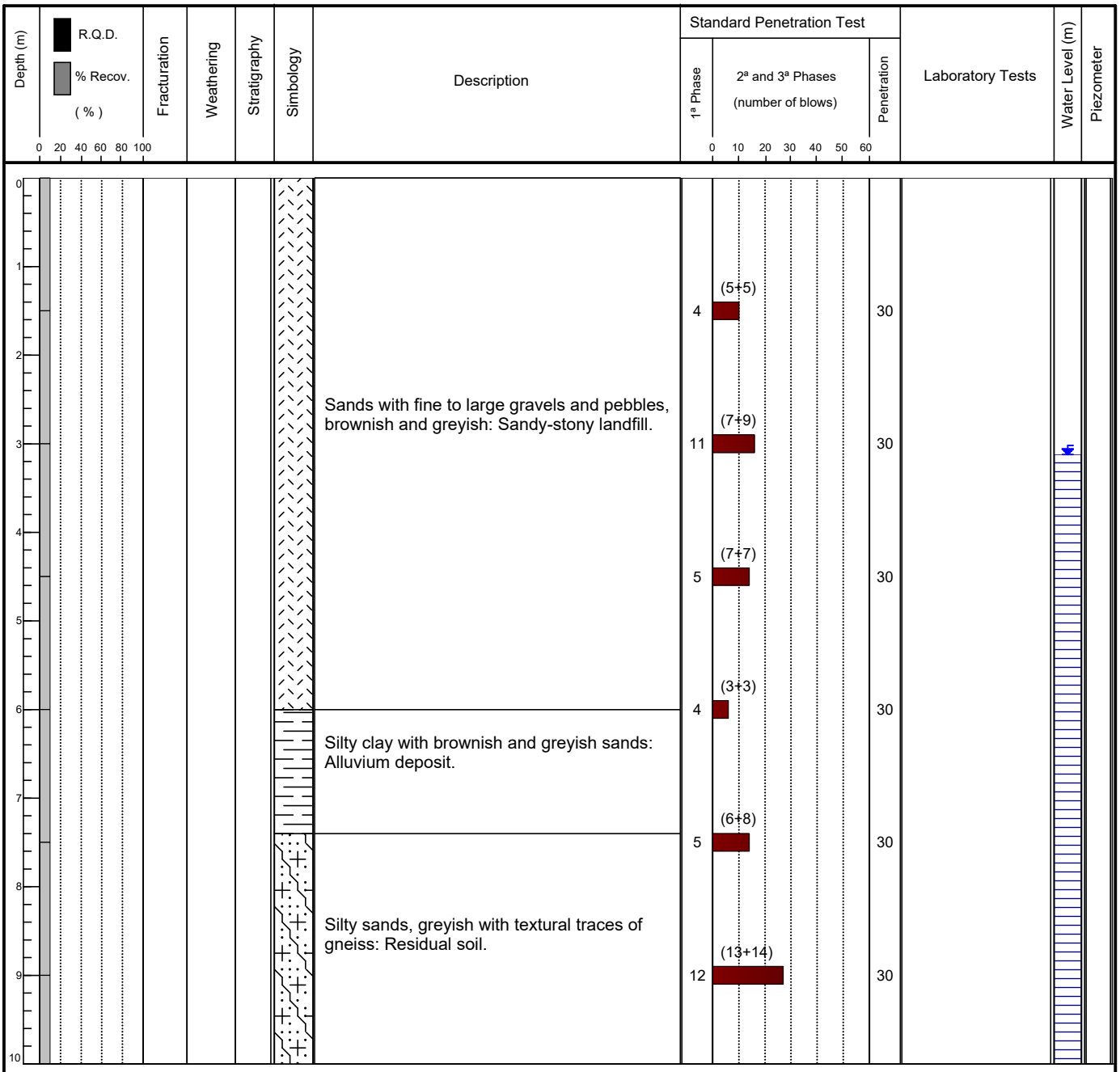
CLIENT: AFACONSULT

PROJECT: LUFTHANSA TECHNIK MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFT COMPONENTS, SANTA MARIA DA FEIRA

LOCATION: (See location map)

ELEVATION (Z,m): 97.79m
LENGHT: 21.00 m
INCLINATION: 90º
COORDINATES: M= -38387.783 P= 141189.065

DIAMETER: 0.0-6.0m: 101mm; 6.0-15.0m: 86mm
CASING: 0.0-15.0m: 113mm
EQUIPMENT: Mustang 4F1
TYPE: Rotação
START: 25/06/2025
FINISH: 26/06/2025



Direção de Geotecnia
Zona Industrial de Canelas
Rua da Urtigueira
4410 - 304 Canelas VNG
Telef.: 22 716 93 00
Fax: 22 716 93 02
e-mail: geotecnia@mota-engil.pt

Observations:

EXECUTED BY:	*Liliana Freitas*
VERIFIED BY:	*Nuno Oliveira*

MOTA-ENGIL
GEOTECNIA
ENGENHARIA

BOREHOLE Nº	S4
STUDY	17040.600

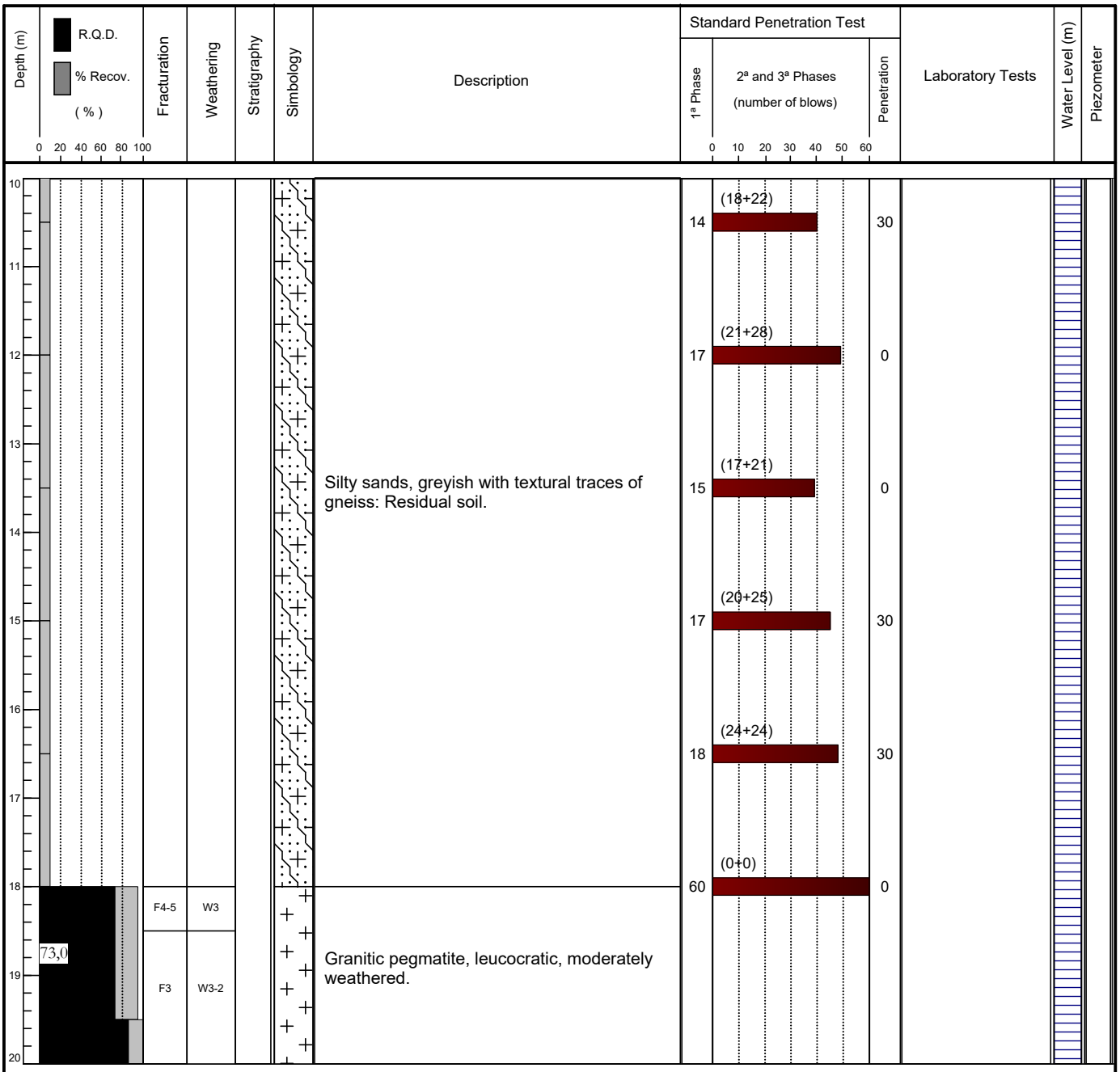
CLIENT: AFACONSULT

PROJECT: LUFTHANSA TECHNIK MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFT COMPONENTS, SANTA MARIA DA FEIRA

LOCATION: (See location map)

ELEVATION (Z,m): 97.79m
LENGHT: 21.00 m
INCLINATION: 90º
COORDINATES: M= -38387.783 P= 141189.065

DIAMETER: 0.0-6.0m: 101mm; 6.0-15.0m: 86mm
CASING: 0.0-15.0m: 113mm
EQUIPMENT: Mustang 4F1
TYPE: Rotação
START: 25/06/2025
FINISH: 26/06/2025



Direção de Geotecnia
Zona Industrial de Canelas
Rua da Urtigueira
4410 - 304 Canelas VNG
Telef.: 22 716 93 00
Fax: 22 716 93 02
e-mail: geotecnia@mota-engil.pt

Observations:

EXECUTED BY:	*Liliana Freitas*
VERIFIED BY:	*Nuno Oliveira*

MOTA-ENGIL
GEOTECNIA
ENGENHARIA

BOREHOLE Nº	S4
STUDY	17040.600

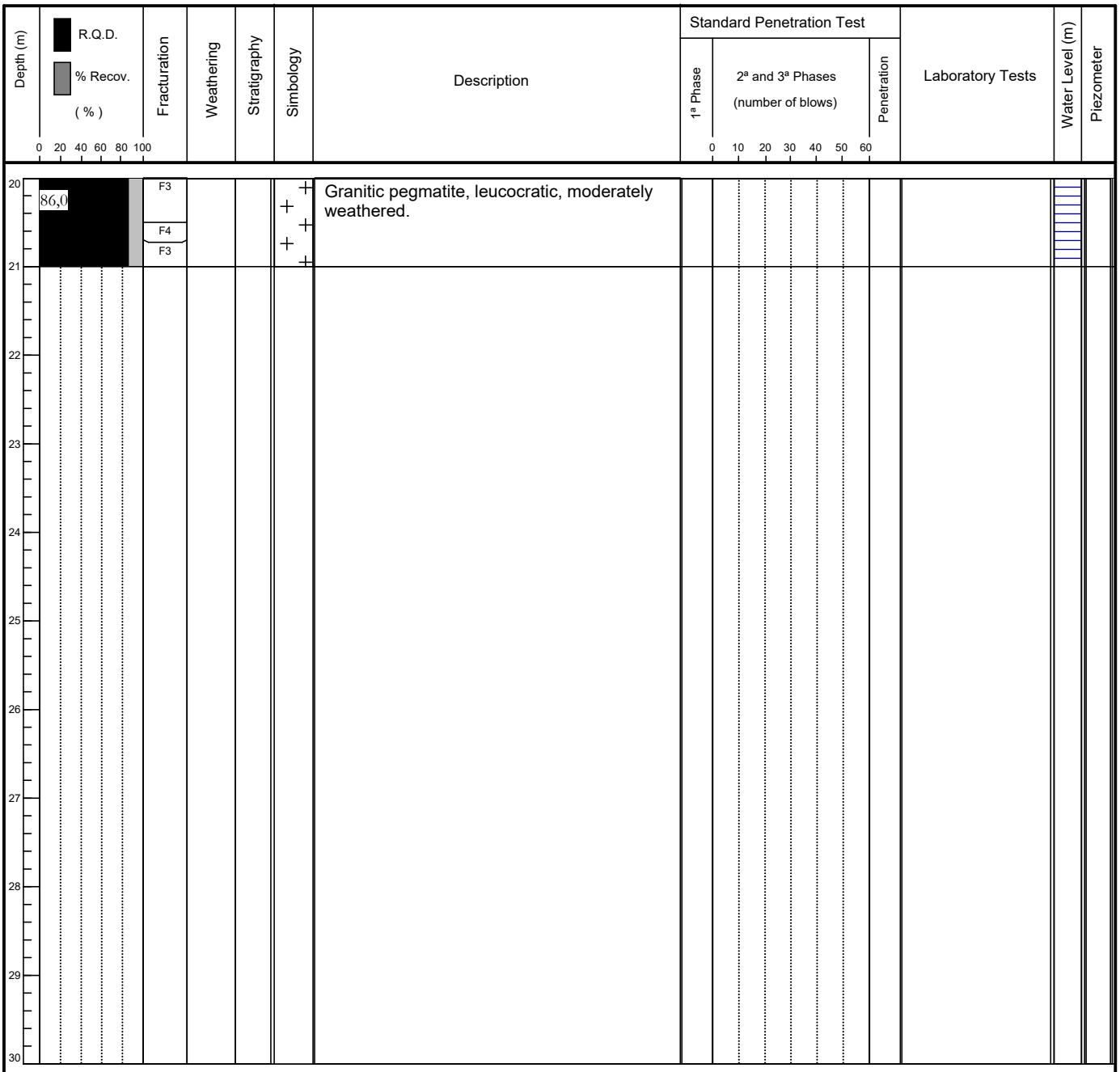
CLIENT: AFACONSULT

PROJECT: LUFTHANSA TECHNIK MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFT COMPONENTS, SANTA MARIA DA FEIRA

LOCATION: (See location map)

ELEVATION (Z,m): 97.79m
LENGHT: 21.00 m
INCLINATION: 90º
COORDINATES: **M=** -38387.783 **P=** 141189.065

DIAMETER: 0.0-6.0m: 101mm
6.0-15.0m: 86mm
CASING: 0.0-15.0m: 113mm
EQUIPMENT: Mustang 4F1
TYPE: Rotação
START: 25/06/2025
FINISH: 26/06/2025



Direção de Geotecnia
Zona Industrial de Canelas
Rua da Urtigueira
4410 - 304 Canelas VNG
Telef.: 22 716 93 00
Fax: 22 716 93 02
e-mail: geotecnia@mota-engil.pt

Observations:

EXECUTED BY:	*Liliana Freitas*
VERIFIED BY:	*Nuno Oliveira*

MOTA-ENGIL
GEOTECNIA
ENGENHARIA

BOREHOLE Nº	S5 Pz
STUDY	17040.600

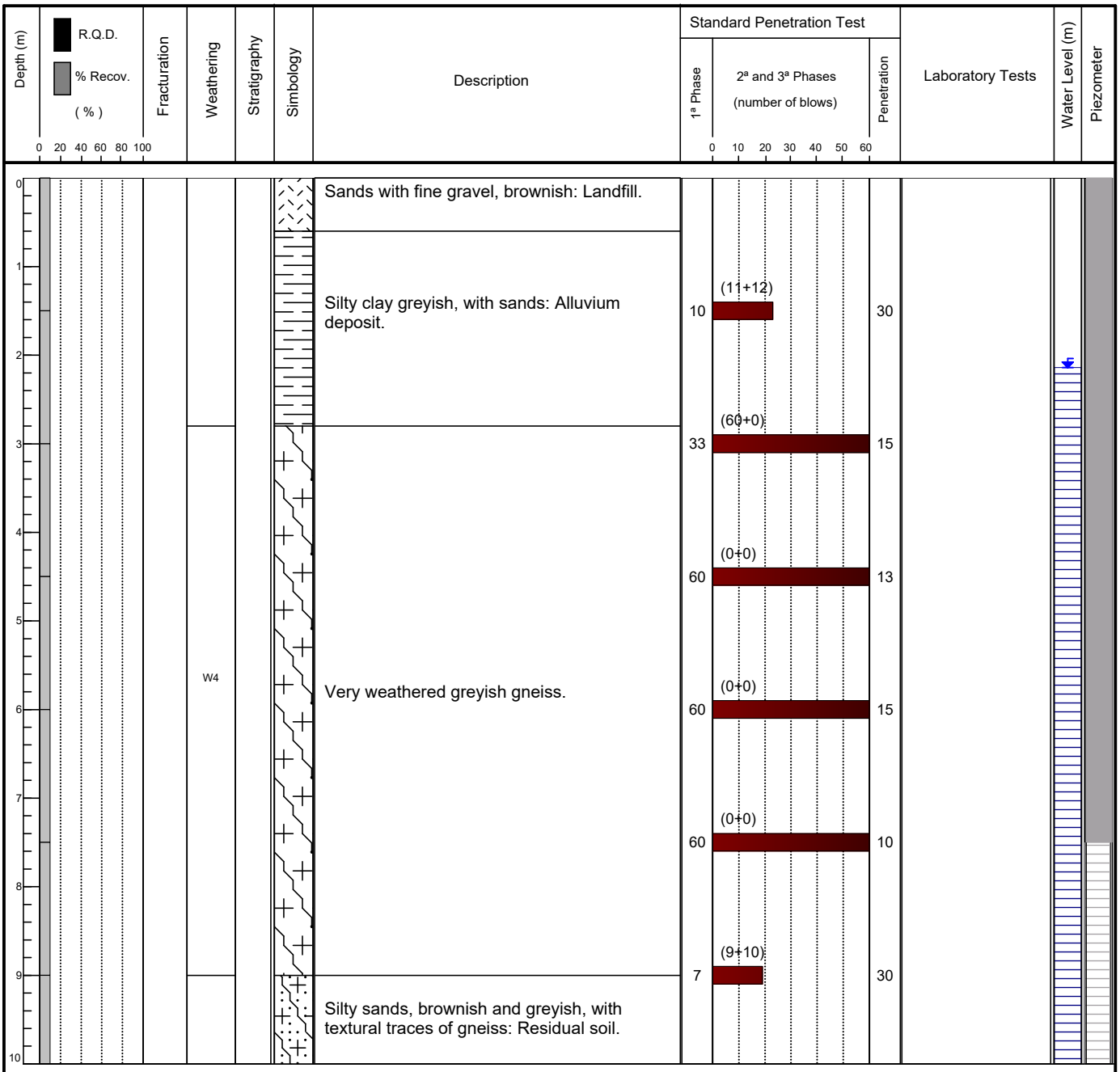
CLIENT: AFACONSULT

PROJECT: LUFTHANSA TECHNIK MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFT COMPONENTS, SANTA MARIA DA FEIRA

LOCATION: (See location map)

ELEVATION (Z,m): 100.44m
LENGHT: 13.60m
INCLINATION: 90º
COORDINATES: M= -38338.524 P= 141223.567

DIAMETER: 0.0-13.6m: 86mm
CASING: 0.0-11.70m: 98mm
EQUIPMENT: Mustang 4F1
TYPE: Rotação
START: 03/07/2025
FINISH: 04/07/2025



Direção de Geotecnia

Zona Industrial de Canelas
Rua da Urtigueira
4410 - 304 Canelas VNG
Telef.: 22 716 93 00
Fax: 22 716 93 02
e-mail: geotecnia@mota-engil.pt

Observations:

EXECUTED BY:	*Liliana Freitas*
VERIFIED BY:	*Nuno Oliveira*

MOTA-ENGIL
GEOTECNIA
ENGENHARIA

BOREHOLE Nº	S5 Pz
STUDY	17040.600

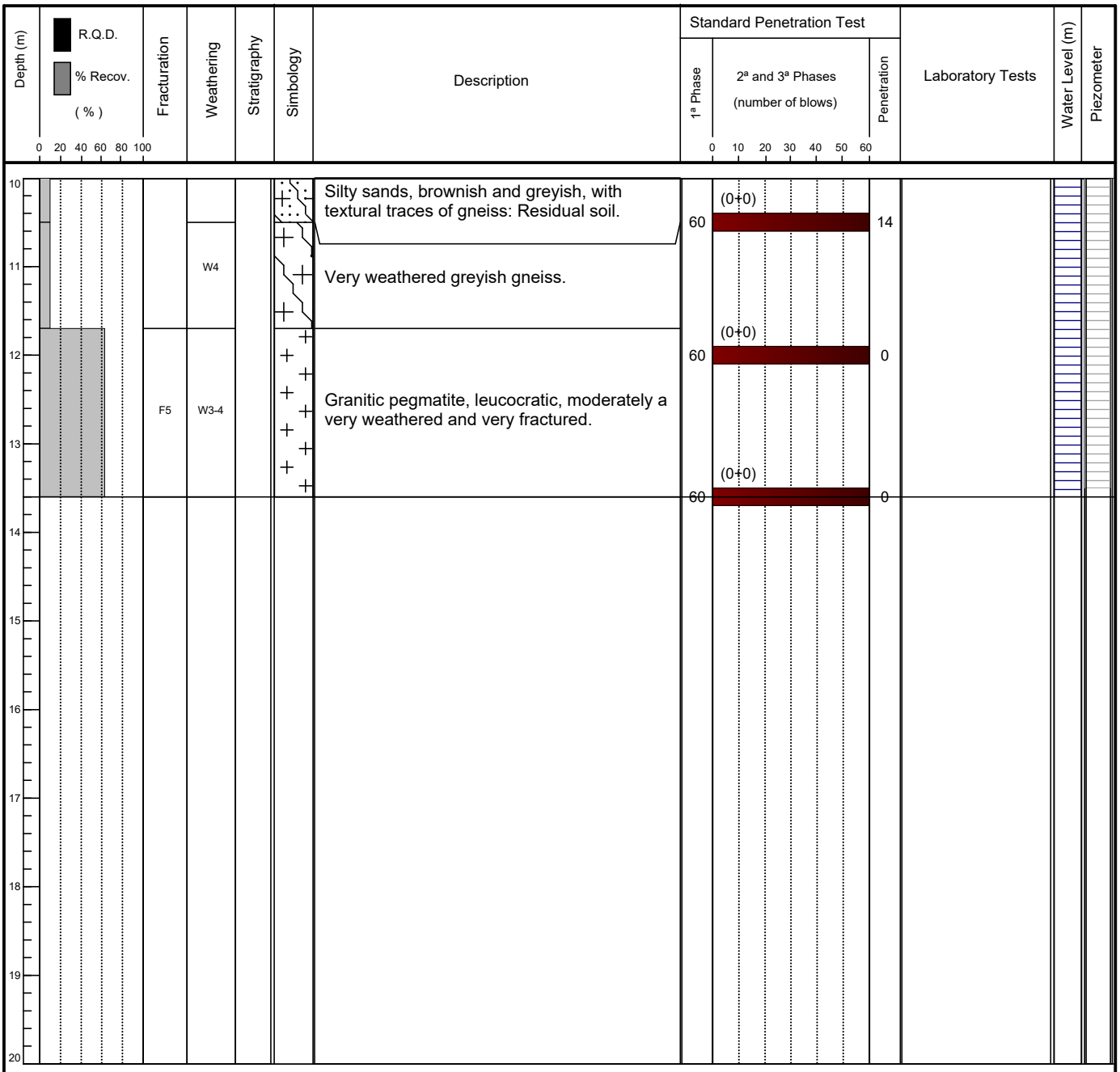
CLIENT: AFACONSULT

PROJECT: LUFTHANSA TECHNIK MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFT COMPONENTS, SANTA MARIA DA FEIRA

LOCATION: (See location map)

ELEVATION (Z,m): 100.44m
LENGHT: 13.60m
INCLINATION: 90º
COORDINATES: M= -38338.524 P= 141223.567

DIAMETER: 0.0-13.6m: 86mm **CASING:** 0.0-11.70m: 98mm **EQUIPMENT:** Mustang 4F1 **START:** 03/07/2025
TYPE: Rotação **FINISH:** 04/07/2025



Direção de Geotecnia
Zona Industrial de Canelas
Rua da Urtigueira
4410 - 304 Canelas VNG
Telef.: 22 716 93 00
Fax: 22 716 93 02
e-mail: geotecnia@mota-engil.pt

Observations:

EXECUTED BY:	*Liliana Freitas*
VERIFIED BY:	*Nuno Oliveira*

MOTA-ENGIL GEOTECNIA ENGENHARIA

BOREHOLE Nº	S6
STUDY	17040.600

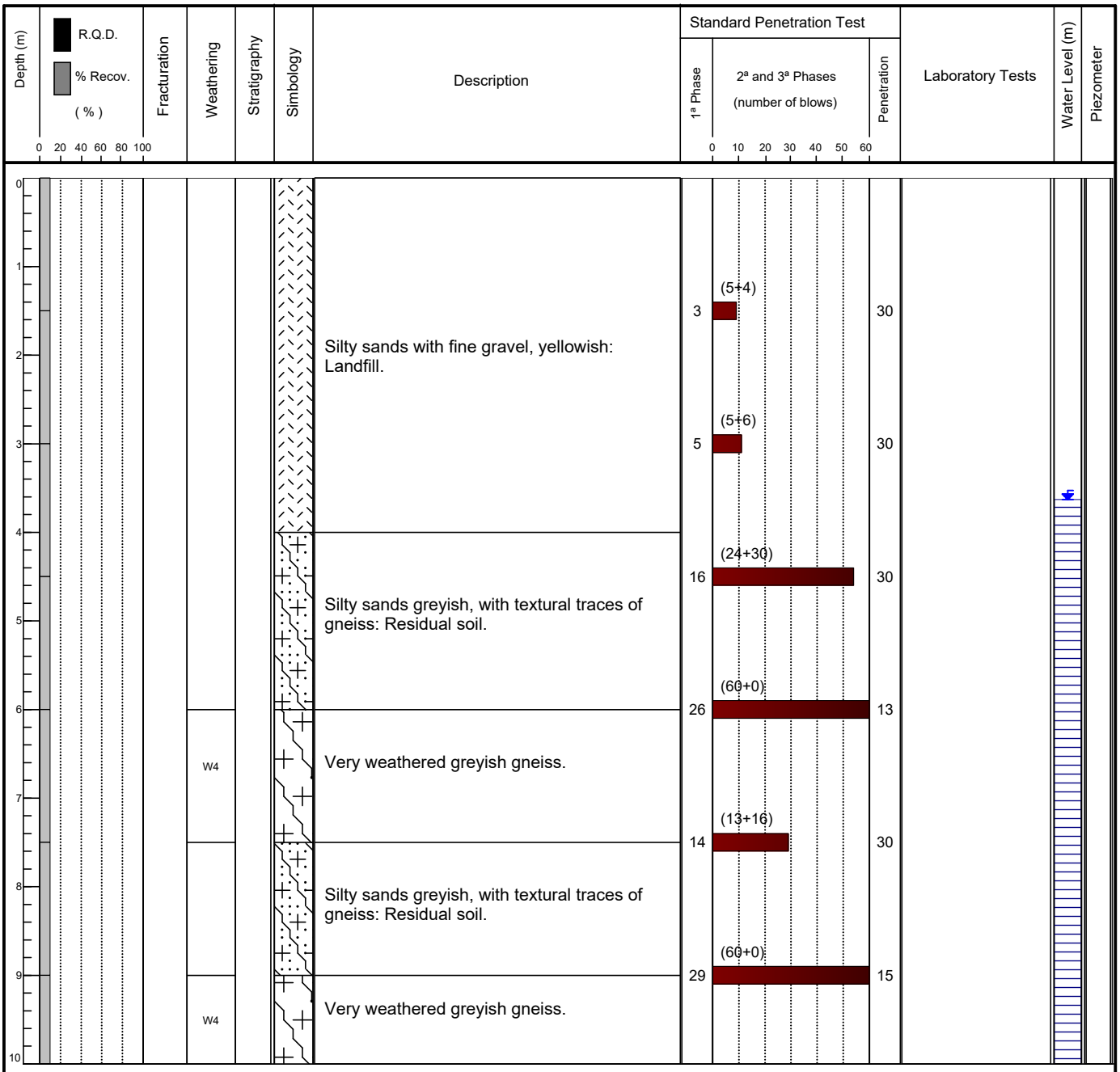
CLIENT: AFACONSULT

PROJECT: LUFTHANSA TECHNIK MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFT COMPONENTS, SANTA MARIA DA FEIRA

LOCATION: (See location map)

ELEVATION (Z,m): 107.67m
LENGHT: 12.00m
INCLINATION: 90º
COORDINATES: M= -38260.750 P= 141274.967

DIAMETER: 0.0-12.0m: 86mm **CASING:** 0.0-12.0m: 98mm **EQUIPMENT:** Mustang 4F1 **START:** 26/06/2025
TYPE: Rotação **FINISH:** 27/06/2025



Direção de Geotecnia
Zona Industrial de Canelas
Rua da Urtigueira
4410 - 304 Canelas VNG
Telef.: 22 716 93 00
Fax: 22 716 93 02
e-mail: geotecnia@mota-engil.pt

Observations:

EXECUTED BY:	*Liliana Freitas*
VERIFIED BY:	*Nuno Oliveira*

MOTA-ENGIL
GEOTECNIA
ENGENHARIA

BOREHOLE Nº	S6
STUDY	17040.600

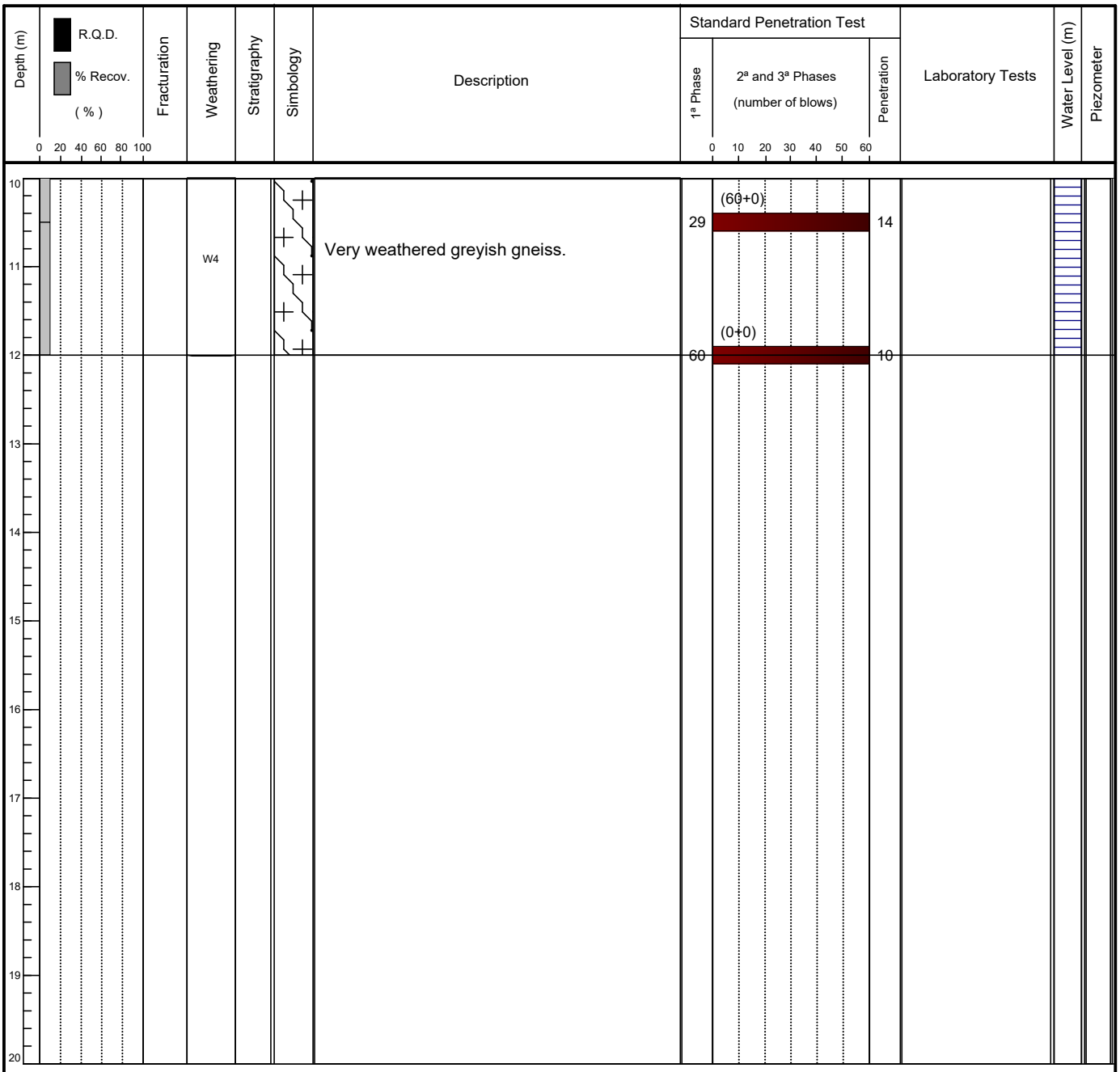
CLIENT: AFACONSULT

PROJECT: LUFTHANSA TECHNIK MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFT COMPONENTS, SANTA MARIA DA FEIRA

LOCATION: (See location map)

ELEVATION (Z,m): 107.67m
LENGHT: 12.00m
INCLINATION: 90º
COORDINATES: M= -38260.750 P= 141274.967

DIAMETER: 0.0-12.0m: 86mm
CASING: 0.0-12.0m: 98mm
EQUIPMENT: Mustang 4F1
TYPE: Rotação
START: 26/06/2025
FINISH: 27/06/2025



Direção de Geotecnia

Zona Industrial de Canelas
Rua da Urtigueira
4410 - 304 Canelas VNG
Telef.: 22 716 93 00
Fax: 22 716 93 02
e-mail: geotecnia@mota-engil.pt

Observations:

EXECUTED BY:	*Liliana Freitas*
VERIFIED BY:	*Nuno Oliveira*

MOTA-ENGIL
GEOTECNIA
ENGENHARIA

BOREHOLE Nº	S7 Pz
STUDY	17040.600

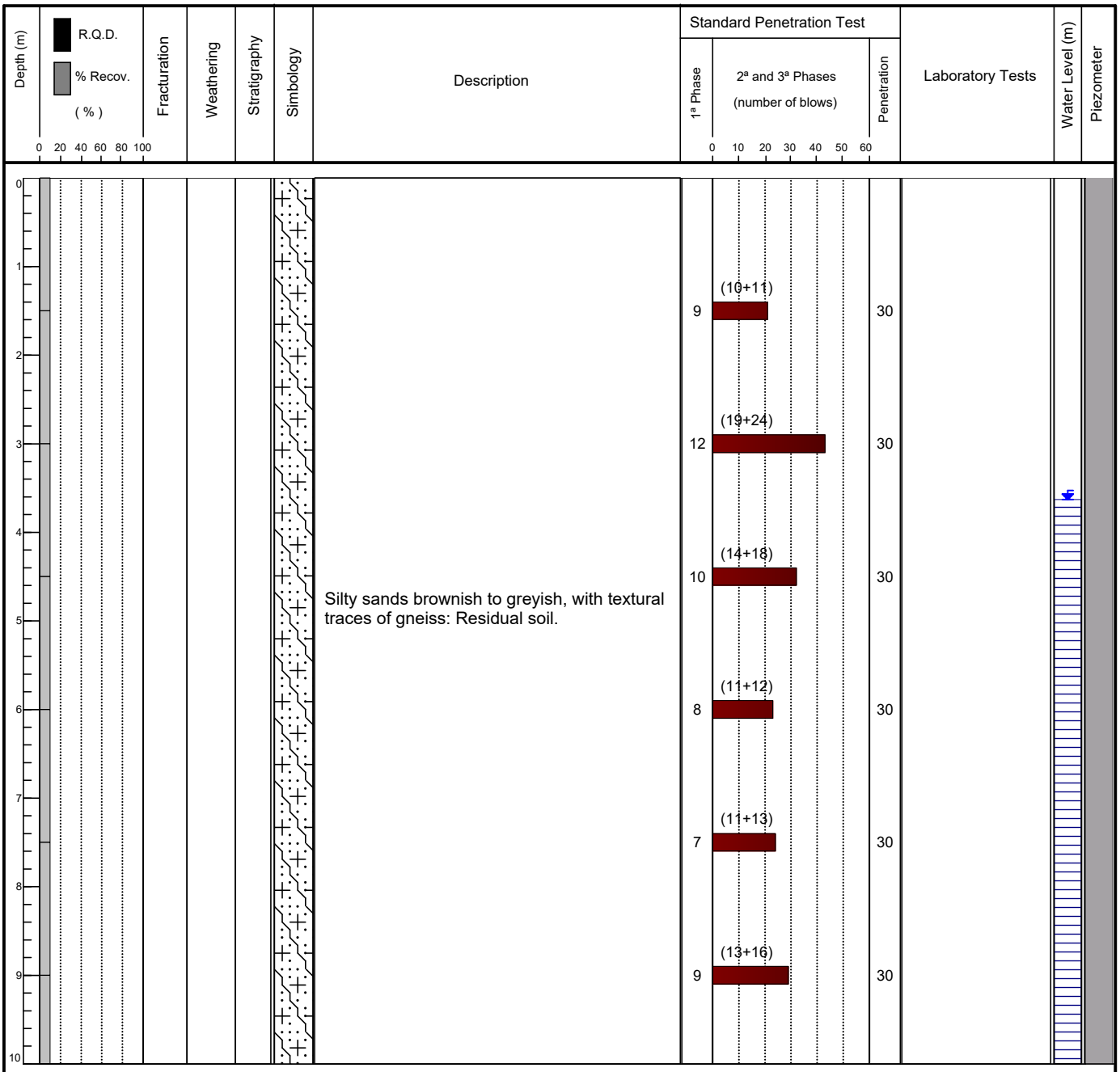
CLIENT: AFACONSULT

PROJECT: LUFTHANSA TECHNIK MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFT COMPONENTS, SANTA MARIA DA FEIRA

LOCATION: (See location map)

ELEVATION (Z,m): 104.55m
LENGHT: 21.00m
INCLINATION: 90º
COORDINATES: **M=** -38154.020 **P=** 141346.332

DIAMETER: 0.0-21.0m: 86mm
CASING: 0.0-12.0m: 113mm; 0.0-21.0m: 98mm
EQUIPMENT: Mustang 4F1
TYPE: Rotação
START: 07/07/2025
FINISH: 08/07/2025



Direção de Geotecnia
Zona Industrial de Canelas
Rua da Urtigueira
4410 - 304 Canelas VNG
Telef.: 22 716 93 00
Fax: 22 716 93 02
e-mail: geotecnia@mota-engil.pt

Observations:

EXECUTED BY:	*Liliana Freitas*
VERIFIED BY:	*Nuno Oliveira*

MOTA-ENGIL
GEOTECNIA
ENGENHARIA

BOREHOLE Nº	S7 Pz
STUDY	17040.600

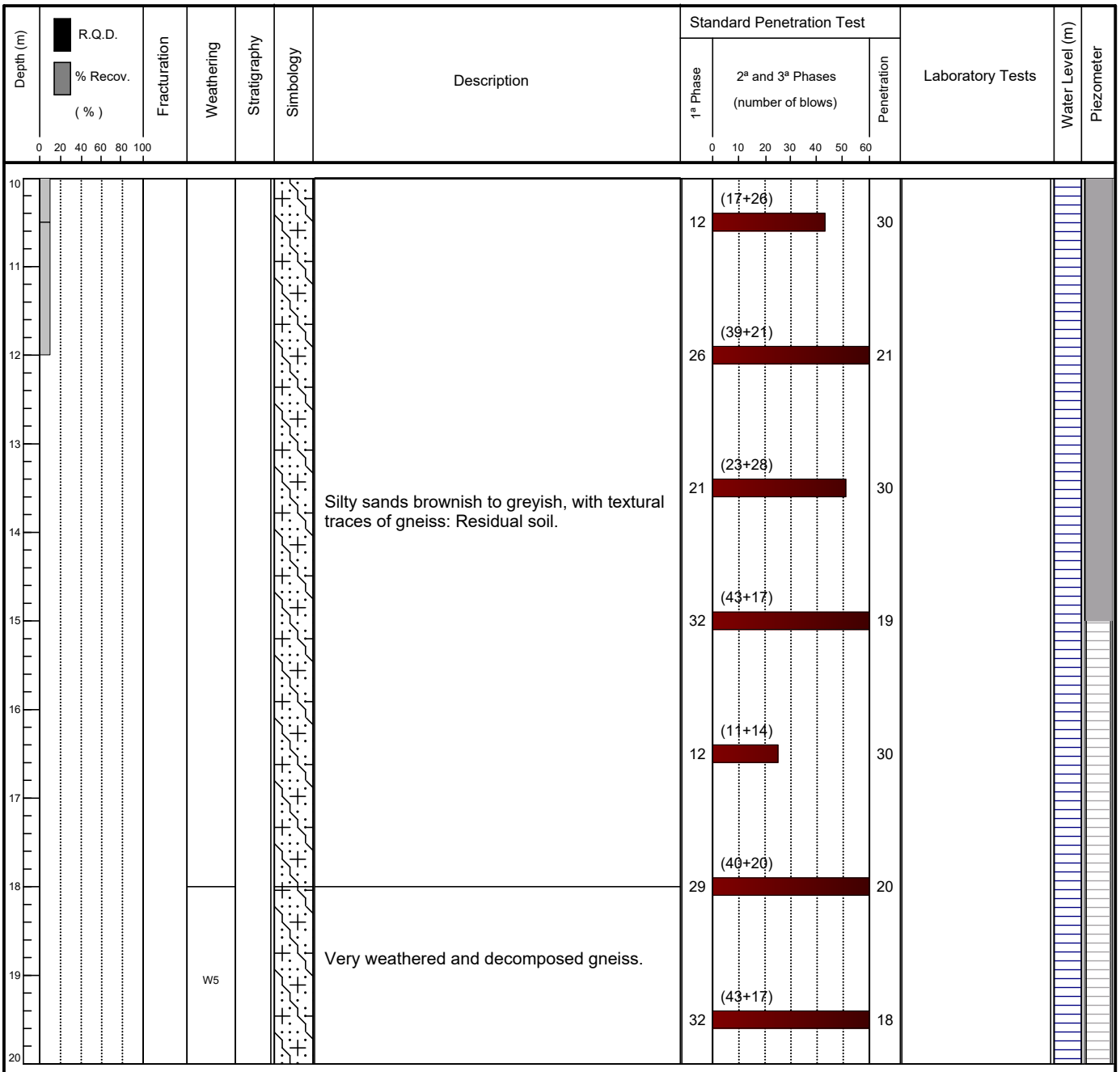
CLIENT: AFACONSULT

PROJECT: LUFTHANSA TECHNIK MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFT COMPONENTS, SANTA MARIA DA FEIRA

LOCATION: (See location map)

ELEVATION (Z,m): 104.55m
LENGHT: 21.00m
INCLINATION: 90º
COORDINATES: M= -38154.020 P= 141346.332

DIAMETER: 0.0-21.0m: 86mm
CASING: 0.0-12.0m: 113mm; 0.0-21.0m: 98mm
EQUIPMENT: Mustang 4F1
TYPE: Rotação
START: 07/07/2025
FINISH: 08/07/2025



Direção de Geotecnia
Zona Industrial de Canelas
Rua da Urtigueira
4410 - 304 Canelas VNG
Telef.: 22 716 93 00
Fax: 22 716 93 02
e-mail: geotecnia@mota-engil.pt

Observations:

EXECUTED BY:	*Liliana Freitas*
VERIFIED BY:	*Nuno Oliveira*

MOTA-ENGIL
GEOTECNIA
ENGENHARIA

BOREHOLE Nº	S7 Pz
STUDY	17040.600

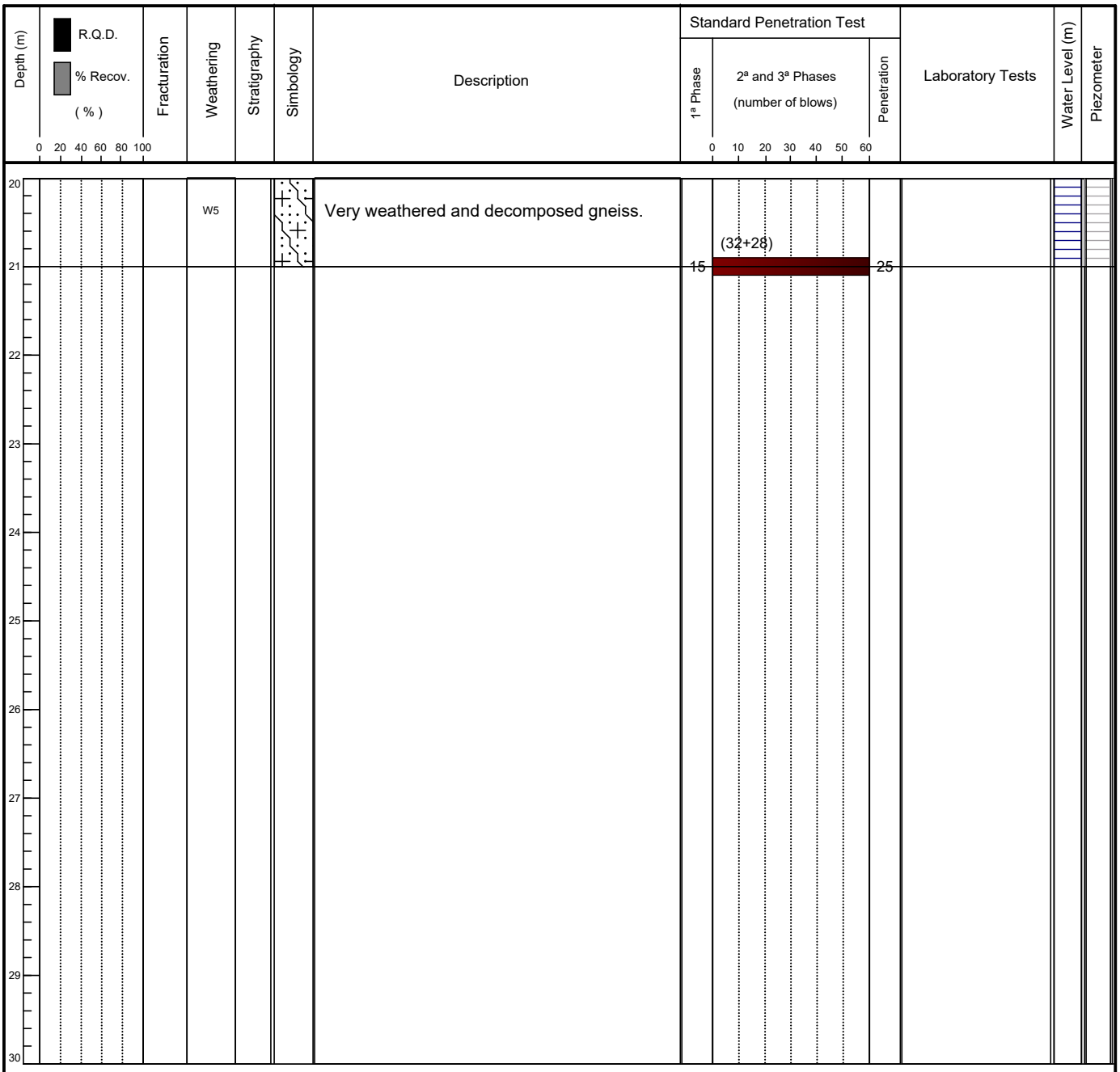
CLIENT: AFACONSULT

PROJECT: LUFTHANSA TECHNIK MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFT COMPONENTS, SANTA MARIA DA FEIRA

LOCATION: (See location map)

ELEVATION (Z,m): 104.55m
LENGHT: 21.00m
INCLINATION: 90º
COORDINATES: **M=** -38154.020 **P=** 141346.332

DIAMETER: 0.0-21.0m: 86mm
CASING: 0.0-12.0m: 113mm; 0.0-21.0m: 98mm
EQUIPMENT: Mustang 4F1
TYPE: Rotação
START: 07/07/2025
FINISH: 08/07/2025



Direção de Geotecnia
Zona Industrial de Canelas
Rua da Urtigueira
4410 - 304 Canelas VNG
Telef.: 22 716 93 00
Fax: 22 716 93 02
e-mail: geotecnia@mota-engil.pt

Observations:

EXECUTED BY:	*Liliana Freitas*
VERIFIED BY:	*Nuno Oliveira*

MOTA-ENGIL
GEOTECNIA
ENGENHARIA

BOREHOLE Nº	S8 Pz
STUDY	17040.600

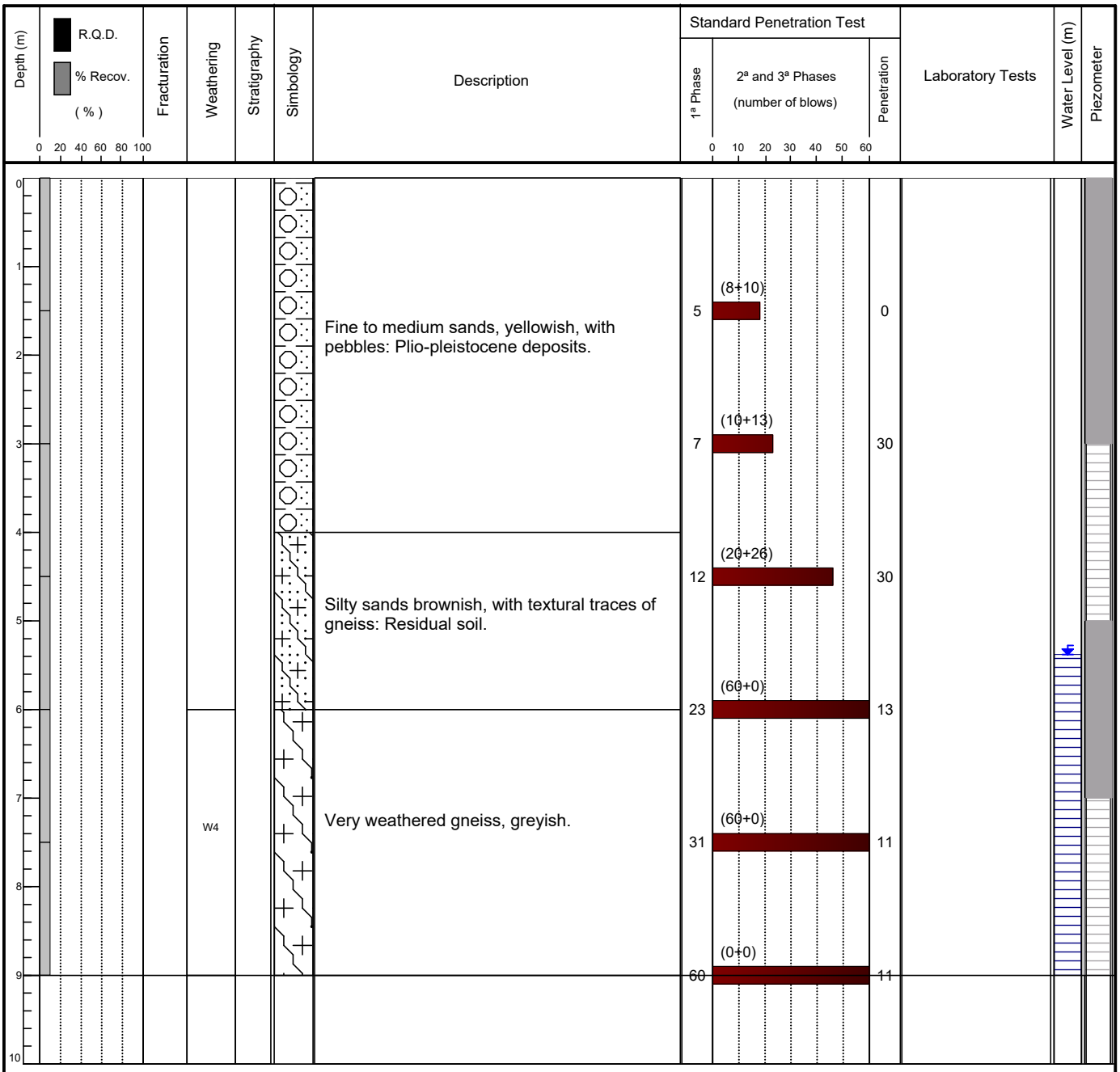
CLIENT: AFACONSULT

PROJECT: LUFTHANSA TECHNIK MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFT COMPONENTS, SANTA MARIA DA FEIRA

LOCATION: (See location map)

ELEVATION (Z,m): 104.30m
LENGHT: 9.00 m
INCLINATION: 90º
COORDINATES: M= -38374.205 P= 141284.981

DIAMETER: 0.0-9.0m: 86mm **CASING:** 0.0-9.0m: 98mm **EQUIPMENT:** Mustang 4F1 **START:** 30/06/2025
TYPE: Rotação **FINISH:** 30/06/2025



Direção de Geotecnia
Zona Industrial de Canelas
Rua da Urtigueira
4410 - 304 Canelas VNG
Telef.: 22 716 93 00
Fax: 22 716 93 02
e-mail: geotecnia@mota-engil.pt

Observations:

EXECUTED BY:	*Liliana Freitas*
VERIFIED BY:	*Nuno Oliveira*

MOTA-ENGIL
GEOTECNIA
ENGENHARIA

BOREHOLE Nº	S9
STUDY	17040.600

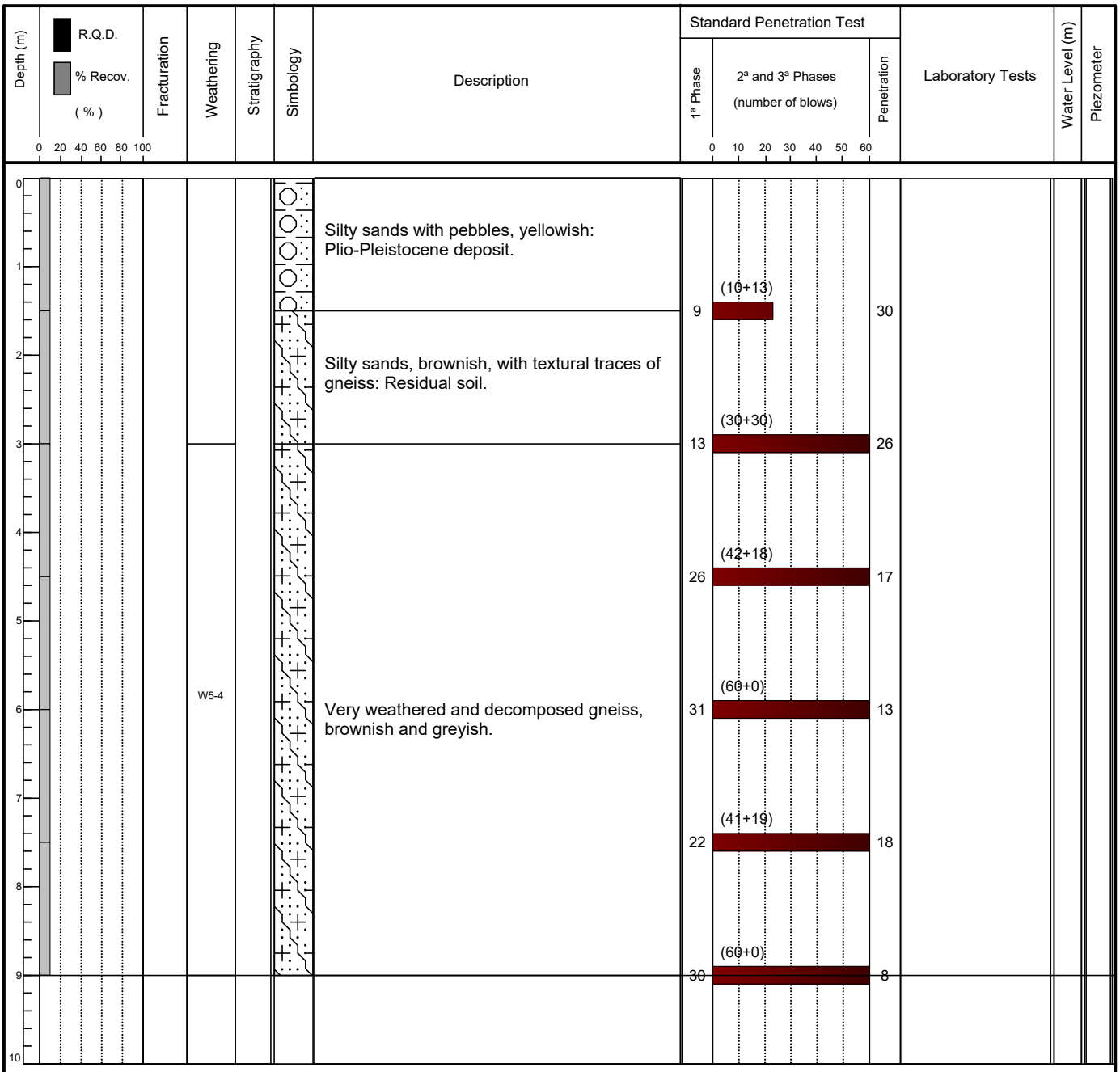
CLIENT: AFACONSULT

PROJECT: LUFTHANSA TECHNIK MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFT COMPONENTS, SANTA MARIA DA FEIRA

LOCATION: (See location map)

ELEVATION (Z,m): 107.58m
LENGHT: 9.00 m
INCLINATION: 90º
COORDINATES: M= -38299.256 P= 141336.025

DIAMETER: 0.0-9.0m: 86mm **CASING:** 0.0-9.0m: 98mm **EQUIPMENT:** Mustang 4F1 **START:** 17/06/2025
TYPE: Rotação **FINISH:** 18/06/2025



Direção de Geotecnia
Zona Industrial de Canelas
Rua da Urtigueira
4410 - 304 Canelas VNG
Telef.: 22 716 93 00
Fax: 22 716 93 02
e-mail: geotecnia@mota-engil.pt

Observations:

EXECUTED BY:	*Liliana Freitas*
VERIFIED BY:	*Nuno Oliveira*

MOTA-ENGIL GEOTECNIA ENGENHARIA

BOREHOLE Nº	S10
STUDY	17040.600

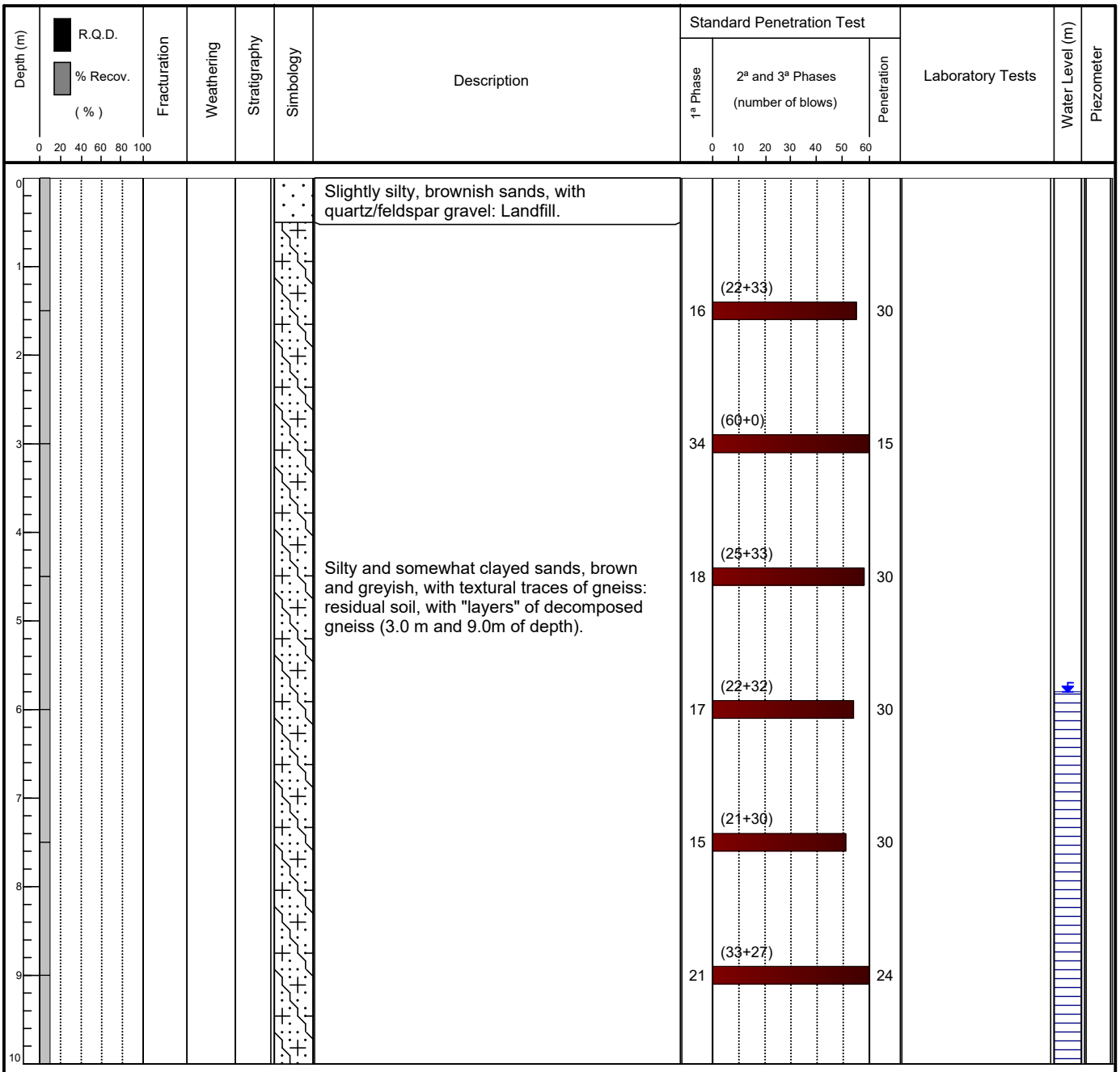
CLIENT: AFACONSULT

PROJECT: LUFTHANSA TECHNIK MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFT COMPONENTS, SANTA MARIA DA FEIRA

LOCATION: (See location map)

ELEVATION (Z,m): 105.198 m
LENGHT: 22.50 m
INCLINATION: 90º
COORDINATES: M= -38203.082 P= 141401.276

DIAMETER: 0.0-22.5m: 84mm **CASING:** 0.0-21.0m: 98mm **EQUIPMENT:** Mustang 4F1 **START:** 29/05/2025
TYPE: Rotação **FINISH:** 30/05/2025



Direção de Geotecnia
Zona Industrial de Canelas
Rua da Urtigueira
4410 - 304 Canelas VNG
Telef.: 22 716 93 00
Fax: 22 716 93 02
e-mail: geotecnia@mota-engil.pt

Observations:

EXECUTED BY:	*Liliana Freitas*
VERIFIED BY:	*Nuno Oliveira*

MOTA-ENGIL
GEOTECNIA
ENGENHARIA

BOREHOLE Nº	S10
STUDY	17040.600

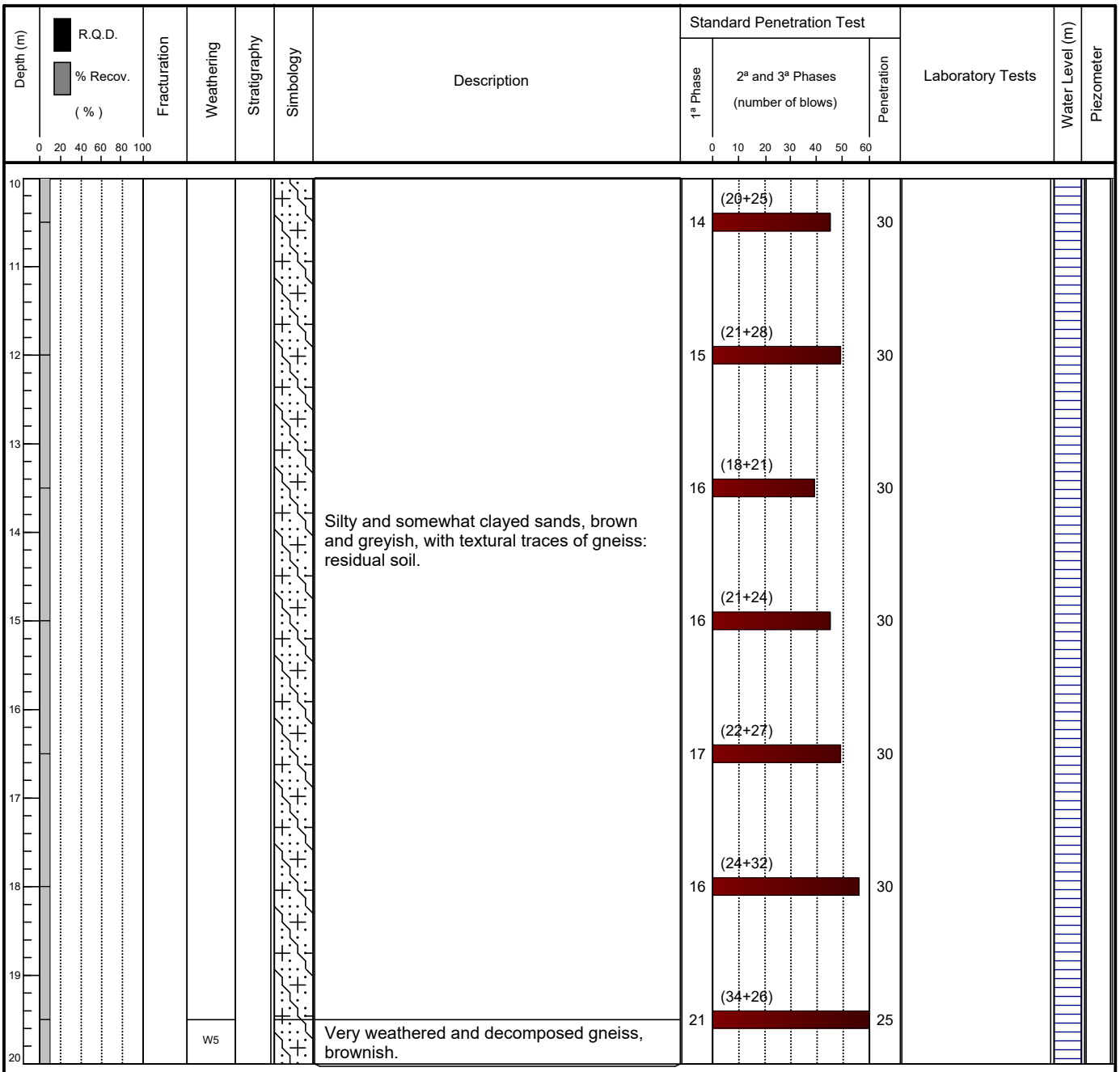
CLIENT: AFACONSULT

PROJECT: LUFTHANSA TECHNIK MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFT COMPONENTS, SANTA MARIA DA FEIRA

LOCATION: (See location map)

ELEVATION (Z,m): 105.198 m
LENGHT: 22.50 m
INCLINATION: 90º
COORDINATES: **M=** -38203.082 **P=** 141401.276

DIAMETER: 0.0-22.5m: 84mm **CASING:** 0.0-21.0m: 98mm **EQUIPMENT:** Mustang 4F1 **START:** 29/05/2025
TYPE: Rotação **FINISH:** 30/05/2025



Direção de Geotecnia
Zona Industrial de Canelas
Rua da Urtigueira
4410 - 304 Canelas VNG
Telef.: 22 716 93 00
Fax: 22 716 93 02
e-mail: geotecnia@mota-engil.pt

Observations:

EXECUTED BY:	*Liliana Freitas*
VERIFIED BY:	*Nuno Oliveira*

MOTA-ENGIL
GEOTECNIA
ENGENHARIA

BOREHOLE Nº	S10
STUDY	17040.600

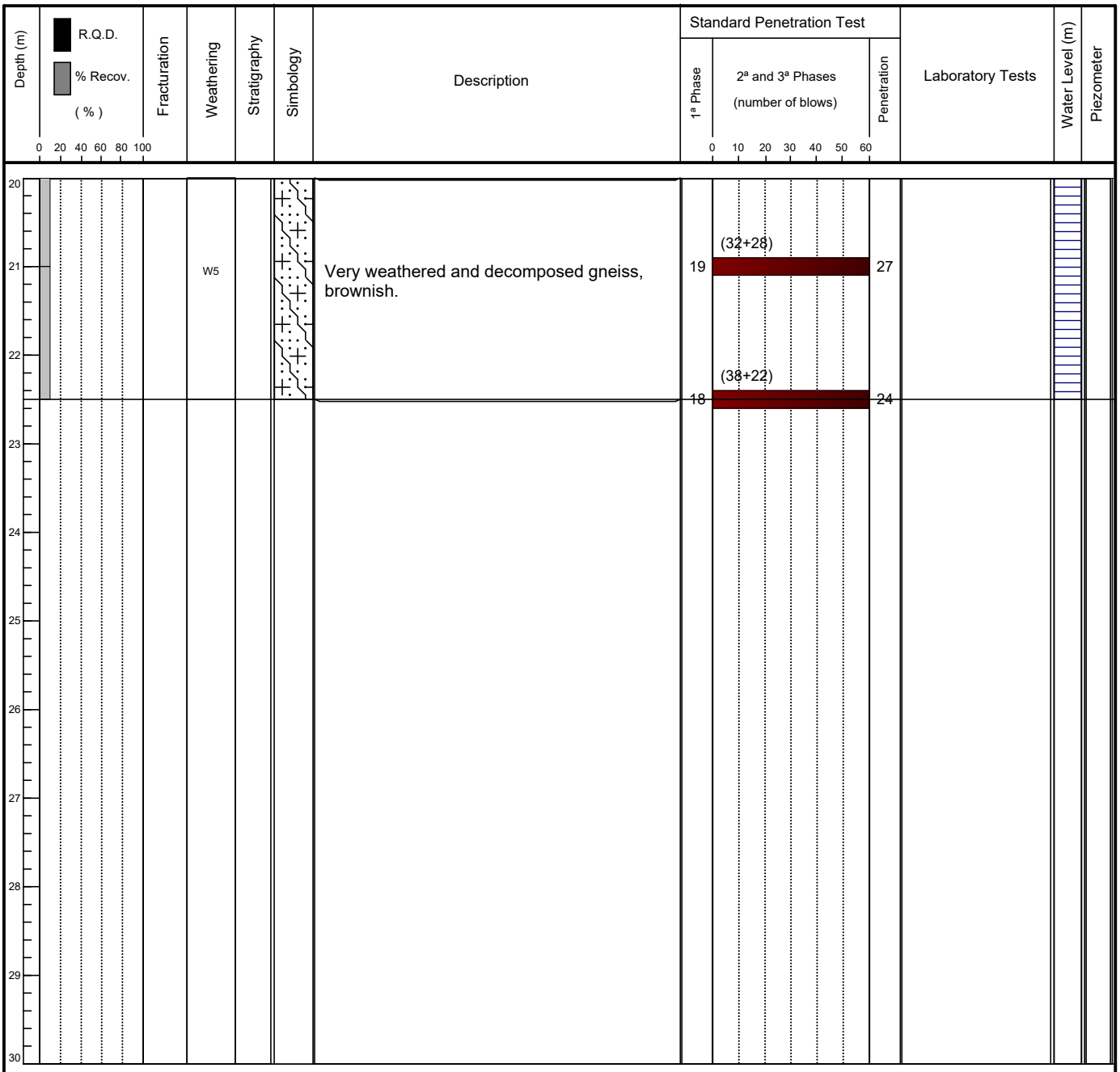
CLIENT: AFACONSULT

PROJECT: LUFTHANSA TECHNIK MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFT COMPONENTS, SANTA MARIA DA FEIRA

LOCATION: (See location map)

ELEVATION (Z,m): 105.198 m
LENGHT: 22.50 m
INCLINATION: 90º
COORDINATES: **M=** -38203.082 **P=** 141401.276

DIAMETER: 0.0-22.5m: 84mm **CASING:** 0.0-21.0m: 98mm **EQUIPMENT:** Mustang 4F1 **START:** 29/05/2025
TYPE: Rotação **FINISH:** 30/05/2025



Direção de Geotecnia

Zona Industrial de Canelas
Rua da Urtigueira
4410 - 304 Canelas VNG
Telef.: 22 716 93 00
Fax: 22 716 93 02
e-mail: geotecnia@mota-engil.pt

Observations:

EXECUTED BY:	*Liliana Freitas*
VERIFIED BY:	*Nuno Oliveira*

MOTA-ENGIL
GEOTECNIA
ENGENHARIA

BOREHOLE Nº	S11
STUDY	17040.600

CLIENT: AFACONSULT

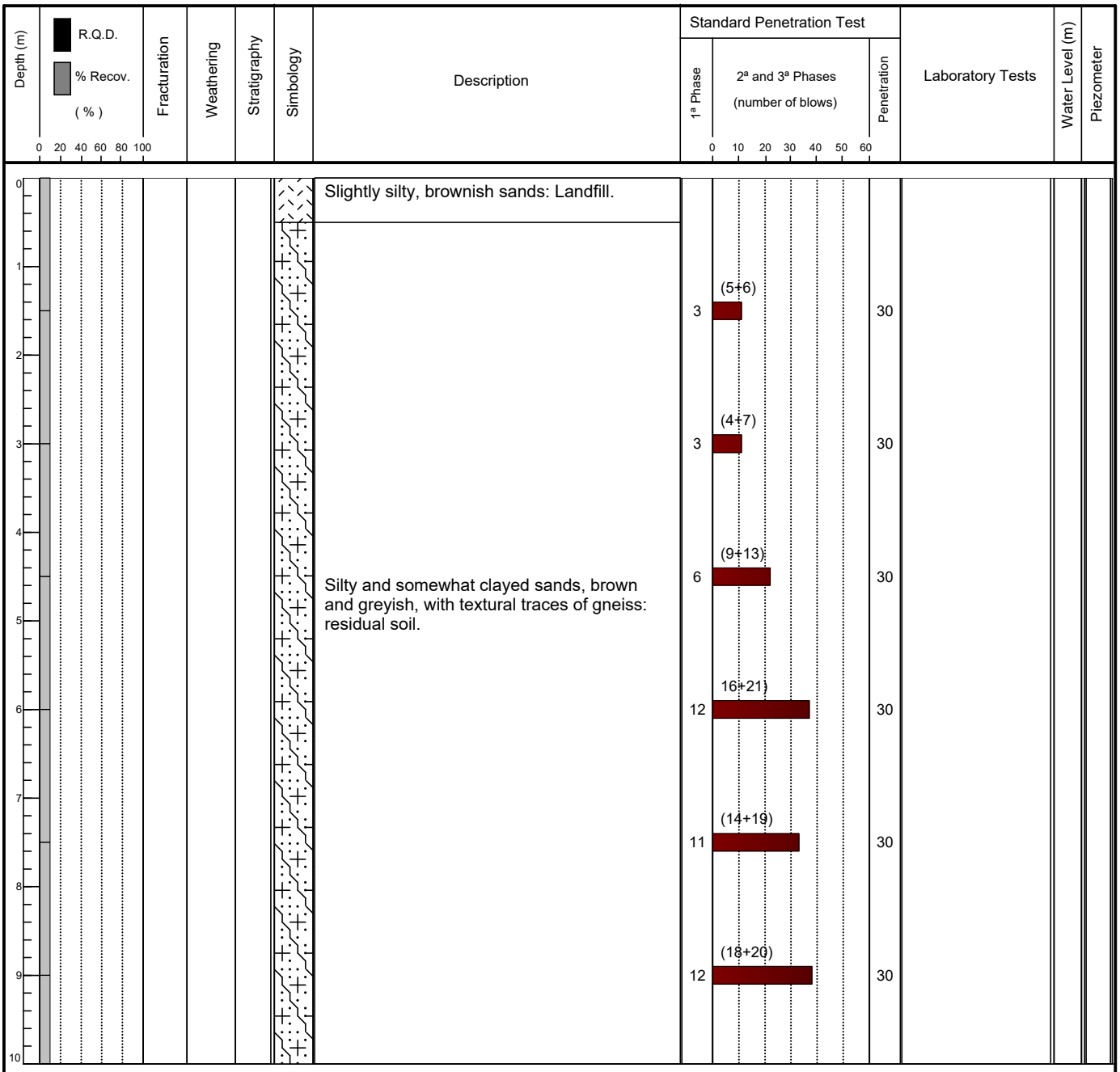
PROJECT: LUFTHANSA TECHNIK MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFT COMPONENTS, SANTA MARIA DA FEIRA

LOCATION: (See location map)

ELEVATION (Z,m): 105.25 m
LENGHT: 24.00 m
INCLINATION: 90º
COORDINATES: M= -38140.570 P= 141443.844

DIAMETER: 0.0-24.0m: 84mm **CASING:** 0.0-21.0m: 98mm **EQUIPMENT:** Mustang 4F1 **START:** 27/05/2025

TYPE: Rotação **FINISH:** 28/05/2025



Direção de Geotecnia
Zona Industrial de Canelas
Rua da Urtigueira
4410 - 304 Canelas VNG
Telef.: 22 716 93 00
Fax: 22 716 93 02
e-mail: geotecnia@mota-engil.pt

Observations:

EXECUTED BY:	*Liliana Freitas*
VERIFIED BY:	*Nuno Oliveira*

MOTA-ENGIL
GEOTECNIA
ENGENHARIA

BOREHOLE Nº	S11
STUDY	17040.600

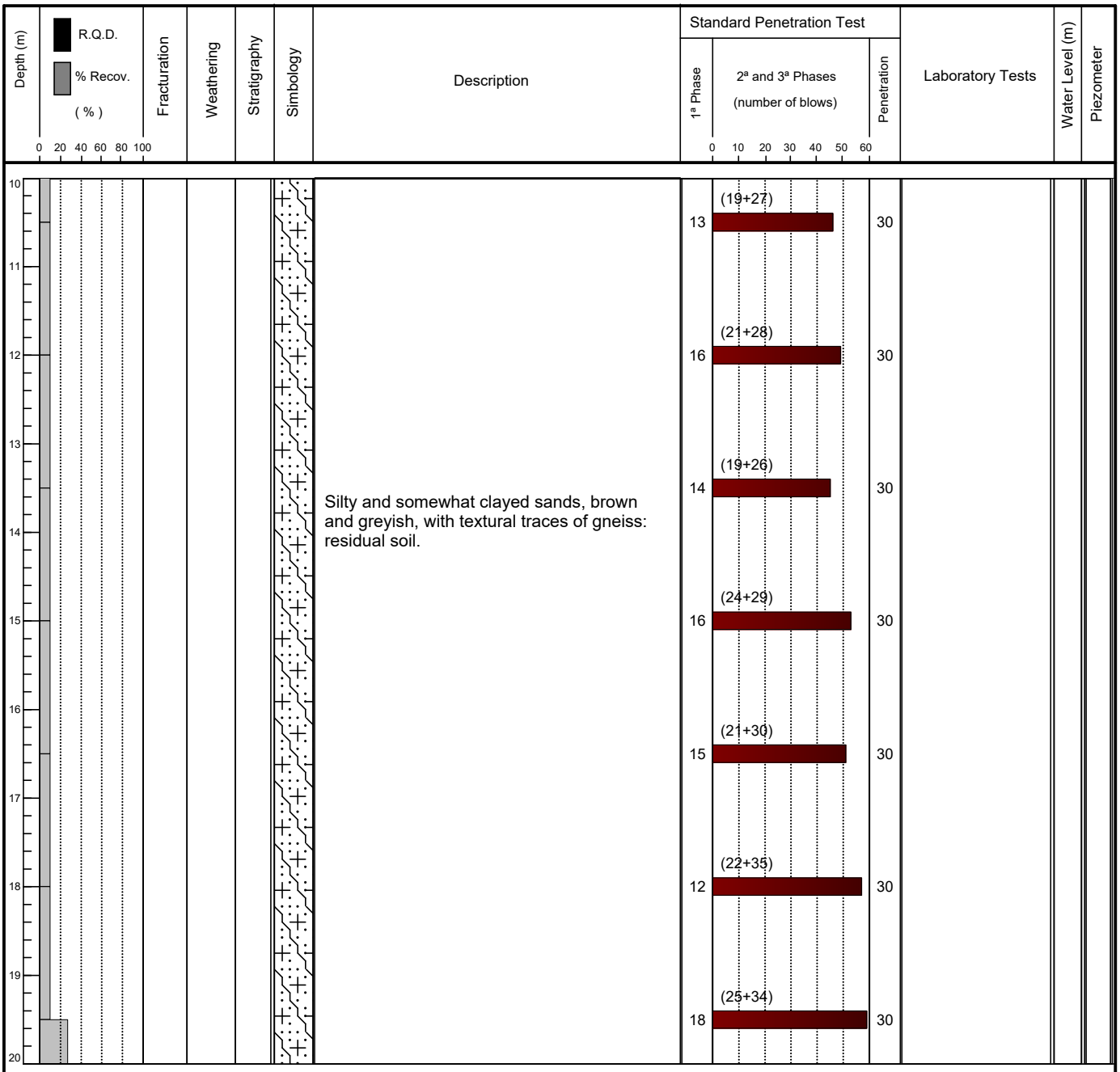
CLIENT: AFACONSULT

PROJECT: LUFTHANSA TECHNIK MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFT COMPONENTS, SANTA MARIA DA FEIRA

LOCATION: (See location map)

ELEVATION (Z,m): 105.25 m
LENGHT: 24.00 m
INCLINATION: 90º
COORDINATES: M= -38140.570 P= 141443.844

DIAMETER: 0.0-24.0m: 84mm **CASING:** 0.0-21.0m: 98mm **EQUIPMENT:** Mustang 4F1 **START:** 27/05/2025
TYPE: Rotação **FINISH:** 28/05/2025



Direção de Geotecnia
Zona Industrial de Canelas
Rua da Urtigueira
4410 - 304 Canelas VNG
Telef.: 22 716 93 00
Fax: 22 716 93 02
e-mail: geotecnia@mota-engil.pt

Observations:

EXECUTED BY:	*Liliana Freitas*
VERIFIED BY:	*Nuno Oliveira*

MOTA-ENGIL
GEOTECNIA
ENGENHARIA

BOREHOLE Nº	S11
STUDY	17040.600

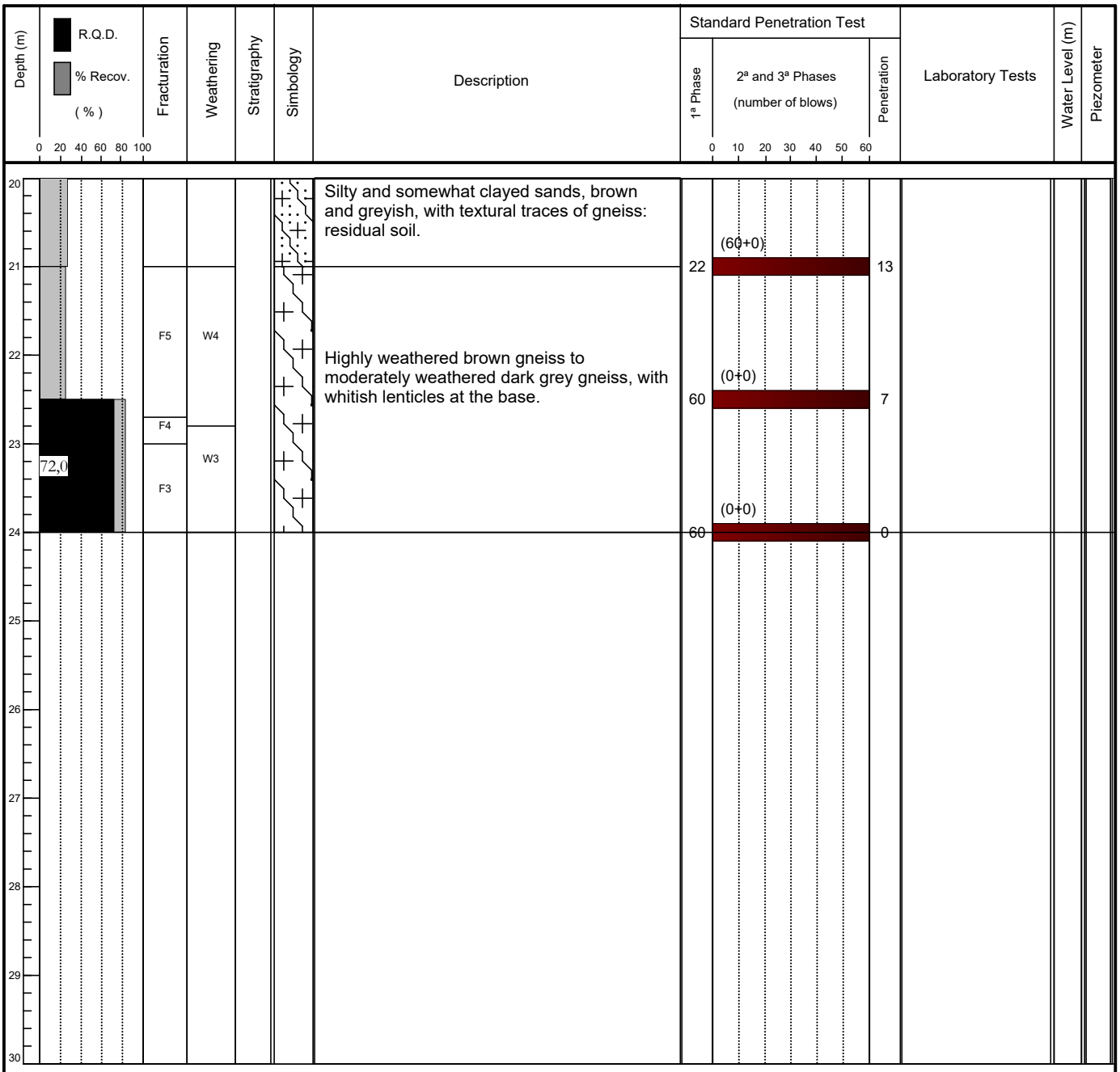
CLIENT: AFACONSULT

PROJECT: LUFTHANSA TECHNIK MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFT COMPONENTS, SANTA MARIA DA FEIRA

LOCATION: (See location map)

ELEVATION (Z,m): 105.25 m
LENGHT: 24.00 m
INCLINATION: 90º
COORDINATES: M= -38140.570 P= 141443.844

DIAMETER: 0.0-24.0m: 84mm **CASING:** 0.0-21.0m: 98mm **EQUIPMENT:** Mustang 4F1 **START:** 27/05/2025
TYPE: Rotação **FINISH:** 28/05/2025



Direção de Geotecnia
Zona Industrial de Canelas
Rua da Urtigueira
4410 - 304 Canelas VNG
Telef.: 22 716 93 00
Fax: 22 716 93 02
e-mail: geotecnia@mota-engil.pt

Observations:

EXECUTED BY:	*Liliana Freitas*
VERIFIED BY:	*Nuno Oliveira*

MOTA-ENGIL
GEOTECNIA
ENGENHARIA

BOREHOLE Nº	S12 Pz
STUDY	17040.600

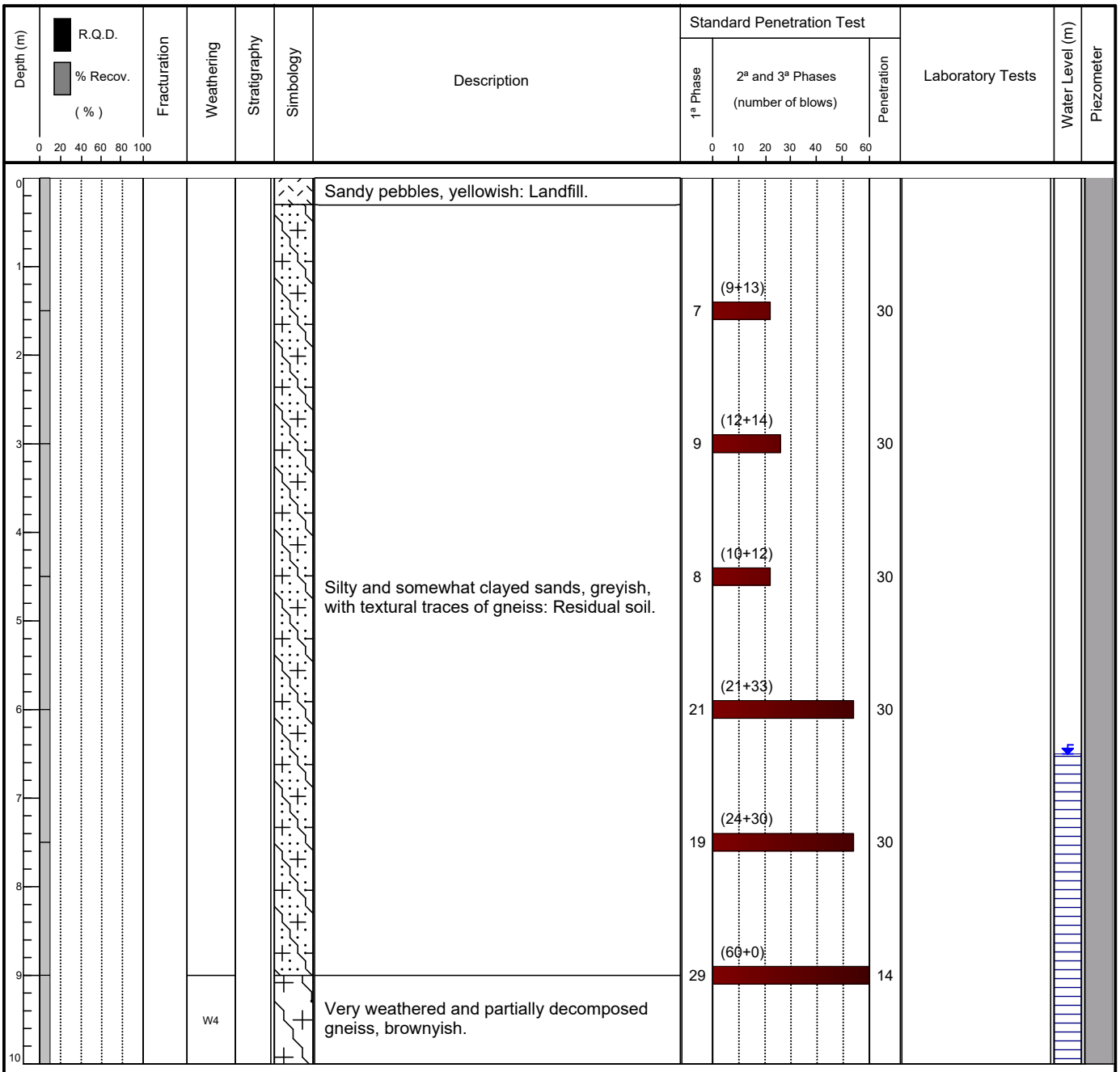
CLIENT: AFACONSULT

PROJECT: LUFTHANSA TECHNIK MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFT COMPONENTS, SANTA MARIA DA FEIRA

LOCATION: (See location map)

ELEVATION (Z,m): 96.91m
LENGHT: 18.00 m
INCLINATION: 90º
COORDINATES: **M=** -38495.625 **P=** 141267.960

DIAMETER: 0.0-18.0m: 86mm **CASING:** 0.0-18.0m: 98mm **EQUIPMENT:** Mustang 4F1 **START:** 16/06/2025
TYPE: Rotação **FINISH:** 17/06/2025



Direção de Geotecnia
Zona Industrial de Canelas
Rua da Urtigueira
4410 - 304 Canelas VNG
Telef.: 22 716 93 00
Fax: 22 716 93 02
e-mail: geotecnia@mota-engil.pt

Observations:

EXECUTED BY:	*Liliana Freitas*
VERIFIED BY:	*Nuno Oliveira*

MOTA-ENGIL GEOTECNIA ENGENHARIA

BOREHOLE Nº	S12 Pz
STUDY	17040.600

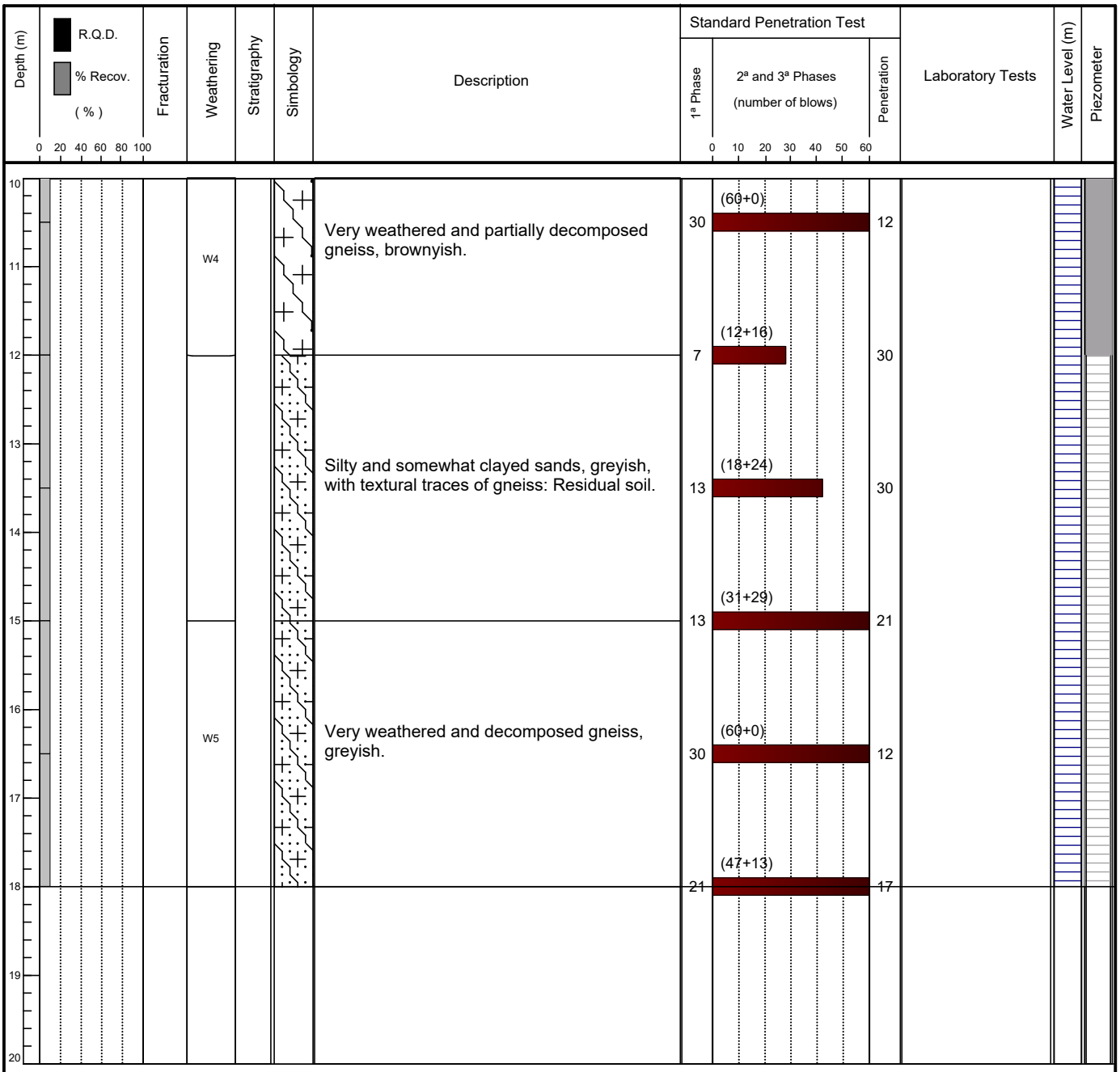
CLIENT: AFACONSULT

PROJECT: LUFTHANSA TECHNIK MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFT COMPONENTS, SANTA MARIA DA FEIRA

LOCATION: (See location map)

ELEVATION (Z,m): 96.91m
LENGHT: 18.00 m
INCLINATION: 90º
COORDINATES: M= -38495.625 P= 141267.960

DIAMETER: 0.0-18.0m: 86mm **CASING:** 0.0-18.0m: 98mm **EQUIPMENT:** Mustang 4F1 **START:** 16/06/2025
TYPE: Rotação **FINISH:** 17/06/2025



Direção de Geotecnia
Zona Industrial de Canelas
Rua da Urtigueira
4410 - 304 Canelas VNG
Telef.: 22 716 93 00
Fax: 22 716 93 02
e-mail: geotecnia@mota-engil.pt

Observations:

EXECUTED BY:	*Liliana Freitas*
VERIFIED BY:	*Nuno Oliveira*

MOTA-ENGIL GEOTECNIA ENGENHARIA

BOREHOLE Nº	S13
STUDY	17040.600

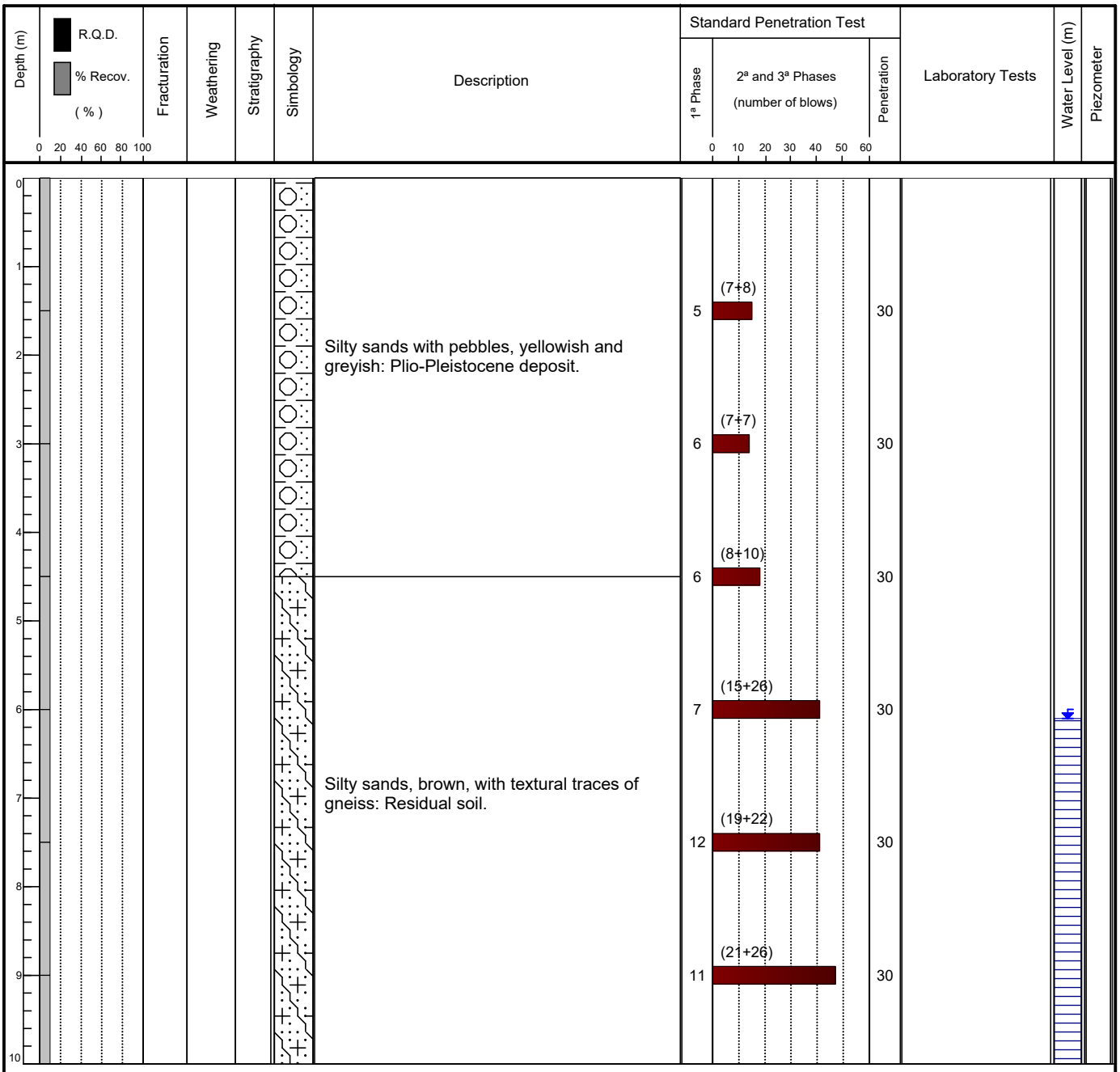
CLIENT: AFACONSULT

PROJECT: LUFTHANSA TECHNIK MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFT COMPONENTS, SANTA MARIA DA FEIRA

LOCATION: (See location map)

ELEVATION (Z,m): 106.15m
LENGHT: 13.50 m
INCLINATION: 90º
COORDINATES: M= -38413.037 P= 141336.638

DIAMETER: 0.0-13.5m: 86mm **CASING:** 0.0-12.0m: 98mm **EQUIPMENT:** Mustang 4F1 **START:** 12/06/2025
TYPE: Rotação **FINISH:** 13/06/2025



Direção de Geotecnia
Zona Industrial de Canelas
Rua da Urtigueira
4410 - 304 Canelas VNG
Telef.: 22 716 93 00
Fax: 22 716 93 02
e-mail: geotecnia@mota-engil.pt

Observations:

EXECUTED BY:	*Liliana Freitas*
VERIFIED BY:	*Nuno Oliveira*

MOTA-ENGIL
GEOTECNIA
ENGENHARIA

BOREHOLE Nº	S13
STUDY	17040.600

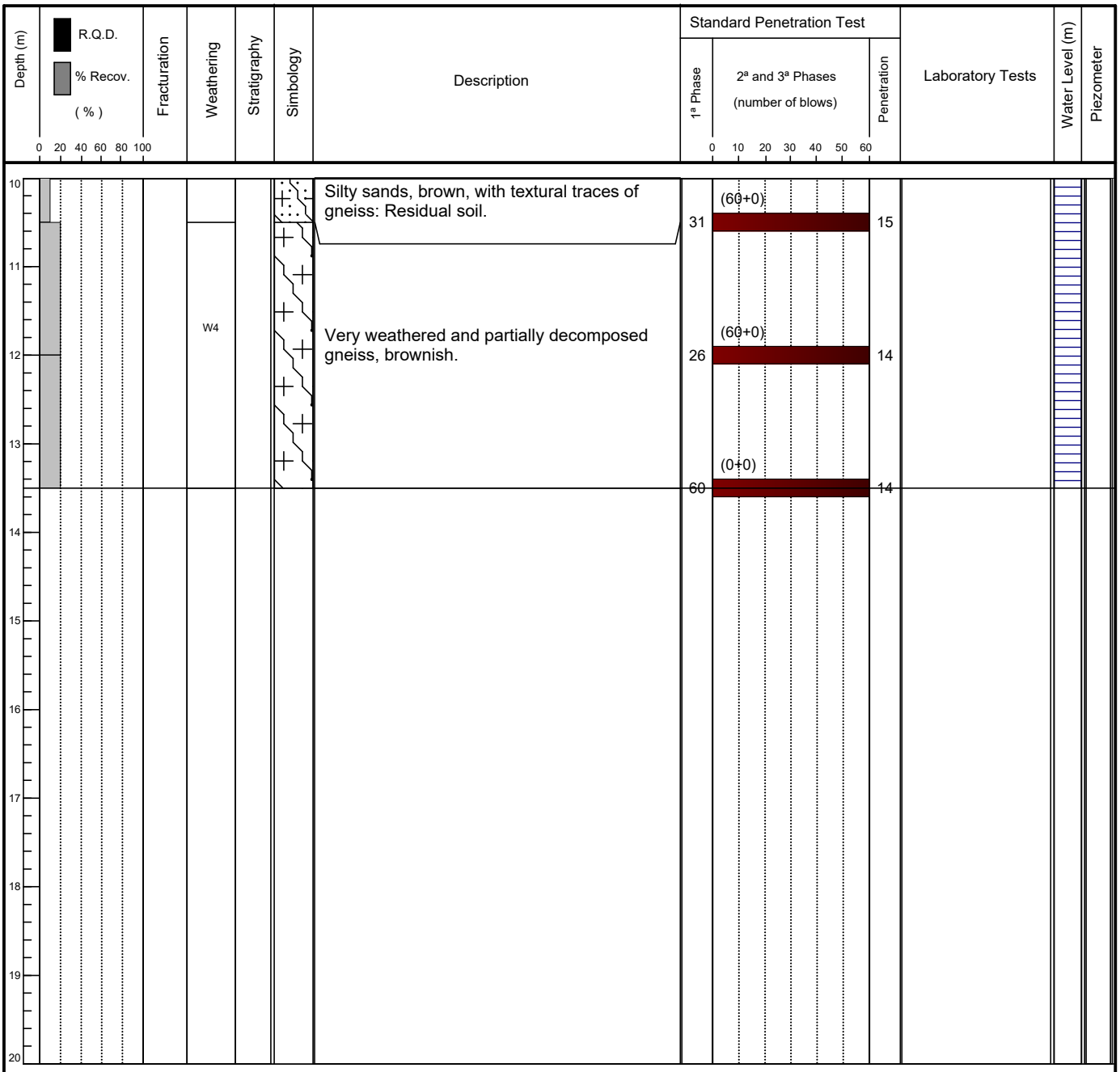
CLIENT: AFACONSULT

PROJECT: LUFTHANSA TECHNIK MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFT COMPONENTS, SANTA MARIA DA FEIRA

LOCATION: (See location map)

ELEVATION (Z,m): 106.15m
LENGHT: 13.50 m
INCLINATION: 90º
COORDINATES: M= -38413.037 P= 141336.638

DIAMETER: 0.0-13.5m: 86mm **CASING:** 0.0-12.0m: 98mm **EQUIPMENT:** Mustang 4F1 **START:** 12/06/2025
TYPE: Rotação **FINISH:** 13/06/2025



Direção de Geotecnia

Zona Industrial de Canelas
Rua da Urtigueira
4410 - 304 Canelas VNG
Telef.: 22 716 93 00
Fax: 22 716 93 02
e-mail: geotecnia@mota-engil.pt

Observations:

EXECUTED BY:	*Liliana Freitas*
VERIFIED BY:	*Nuno Oliveira*

MOTA-ENGIL
GEOTECNIA
ENGENHARIA

BOREHOLE Nº	S14
STUDY	17040.600

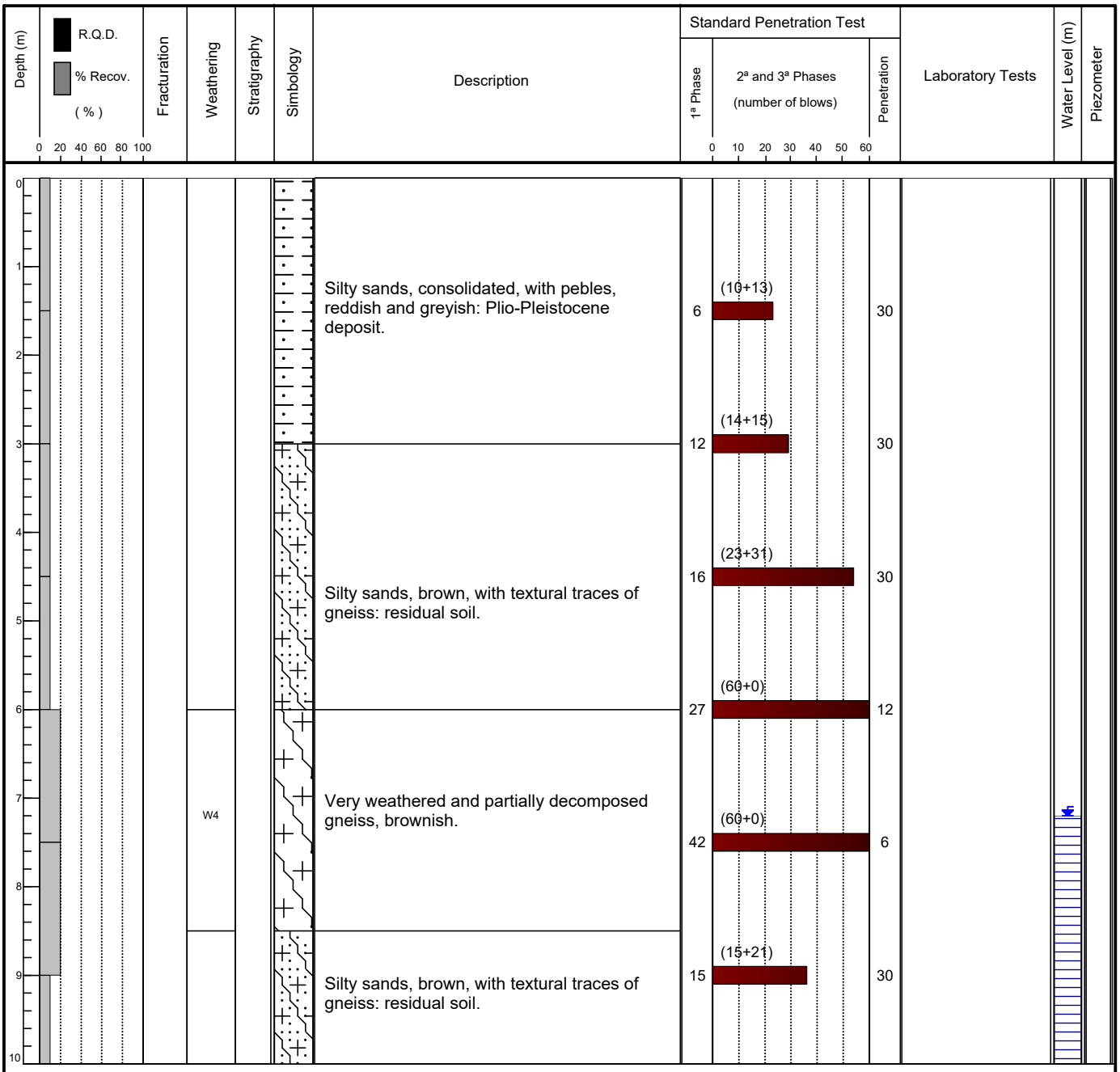
CLIENT: AFACONSULT

PROJECT: LUFTHANSA TECHNIK MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFT COMPONENTS, SANTA MARIA DA FEIRA

LOCATION: (See location map)

ELEVATION (Z,m): 107.20m
LENGHT: 15.00 m
INCLINATION: 90º
COORDINATES: M= -38337.770 P= 141392.940

DIAMETER: 0.0-15.0m: 86mm **CASING:** 0.0-13.5m: 98mm **EQUIPMENT:** Mustang 4F1 **START:** 04/06/2025
TYPE: Rotação **FINISH:** 05/06/2025



Direção de Geotecnia
Zona Industrial de Canelas
Rua da Urtigueira
4410 - 304 Canelas VNG
Telef.: 22 716 93 00
Fax: 22 716 93 02
e-mail: geotecnia@mota-engil.pt

Observations:

EXECUTED BY:	*Liliana Freitas*
VERIFIED BY:	*Nuno Oliveira*

MOTA-ENGIL GEOTECNIA ENGENHARIA

BOREHOLE Nº	S14
STUDY	17040.600

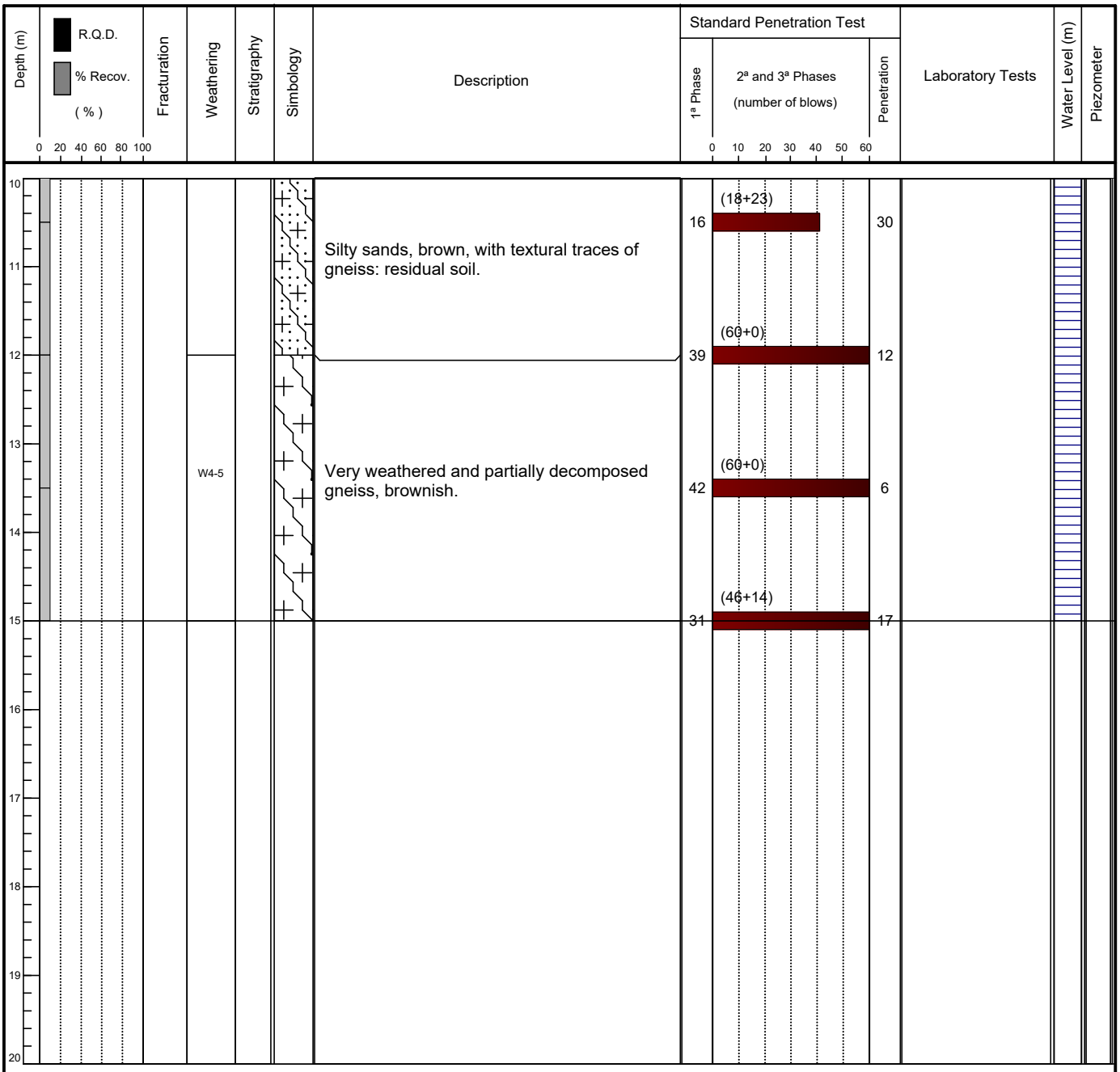
CLIENT: AFACONSULT

PROJECT: LUFTHANSA TECHNIK MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFT COMPONENTS, SANTA MARIA DA FEIRA

LOCATION: (See location map)

ELEVATION (Z,m): 107.20m
LENGHT: 15.00 m
INCLINATION: 90º
COORDINATES: M= -38337.770 P= 141392.940

DIAMETER: 0.0-15.0m: 86mm **CASING:** 0.0-13.5m: 98mm **EQUIPMENT:** Mustang 4F1 **START:** 04/06/2025
TYPE: Rotação **FINISH:** 05/06/2025



Direção de Geotecnia
Zona Industrial de Canelas
Rua da Urtigueira
4410 - 304 Canelas VNG
Telef.: 22 716 93 00
Fax: 22 716 93 02
e-mail: geotecnia@mota-engil.pt

Observations:

EXECUTED BY:	*Liliana Freitas*
VERIFIED BY:	*Nuno Oliveira*

MOTA-ENGIL GEOTECNIA ENGENHARIA

BOREHOLE Nº	S15 Pz
STUDY	17040.600

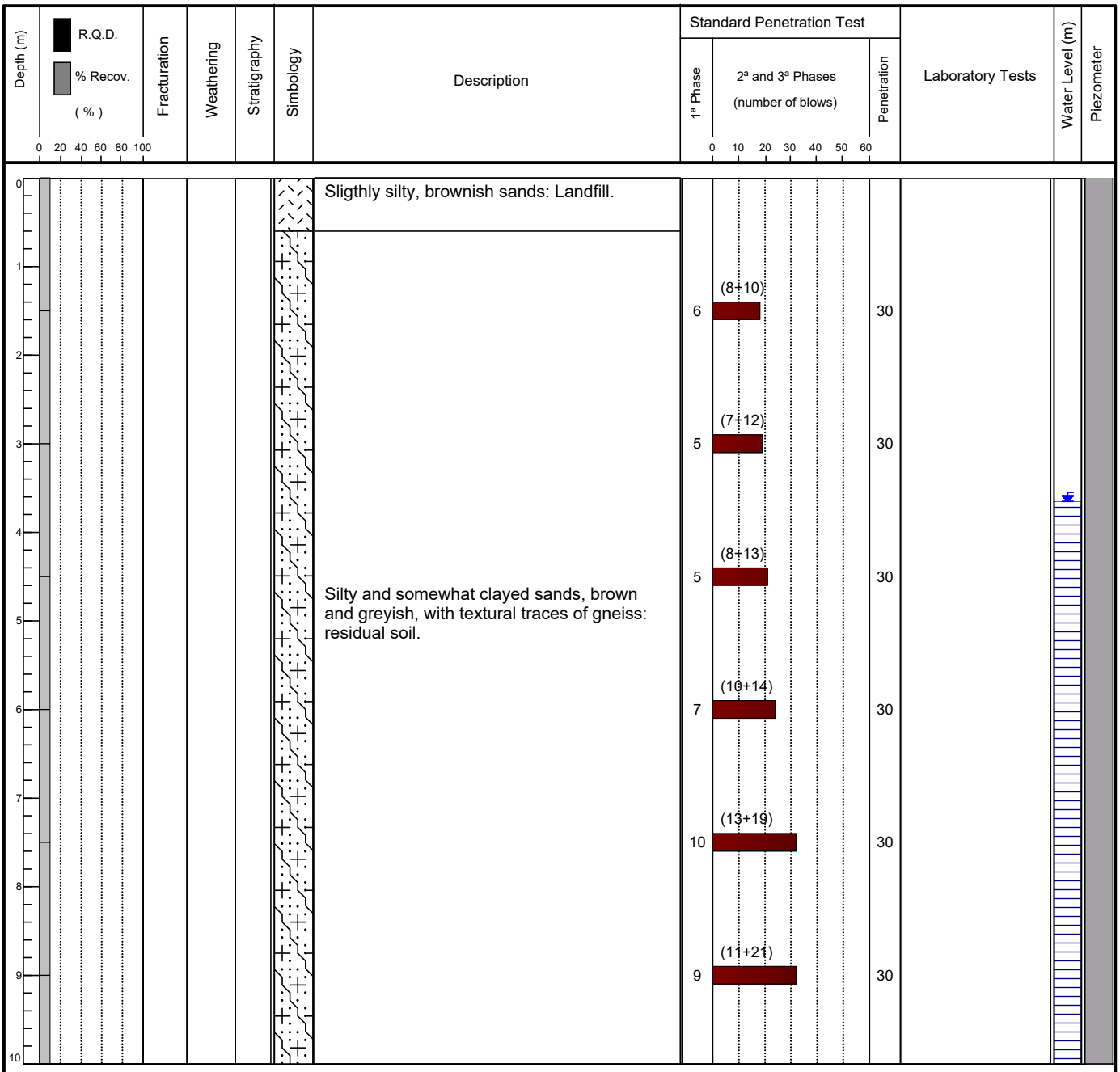
CLIENT: AFACONSULT

PROJECT: LUFTHANSA TECHNIK MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFT COMPONENTS, SANTA MARIA DA FEIRA

LOCATION: (See location map)

ELEVATION (Z,m): 104.04 m
LENGHT: 24.00 m
INCLINATION: 90º
COORDINATES: M= -38249.491 P= 141467.189

DIAMETER: 0.0-24.0m: 86mm **CASING:** 0.0-22.5m: 98mm **EQUIPMENT:** Mustang 4F1 **START:** 03/06/2025
TYPE: Rotação **FINISH:** 04/06/2025



Direção de Geotecnia
Zona Industrial de Canelas
Rua da Urtigueira
4410 - 304 Canelas VNG
Telef.: 22 716 93 00
Fax: 22 716 93 02
e-mail: geotecnia@mota-engil.pt

Observations:

EXECUTED BY:	*Liliana Freitas*
VERIFIED BY:	*Nuno Oliveira*

MOTA-ENGIL
GEOTECNIA
ENGENHARIA

BOREHOLE Nº	S15 Pz
STUDY	17040.600

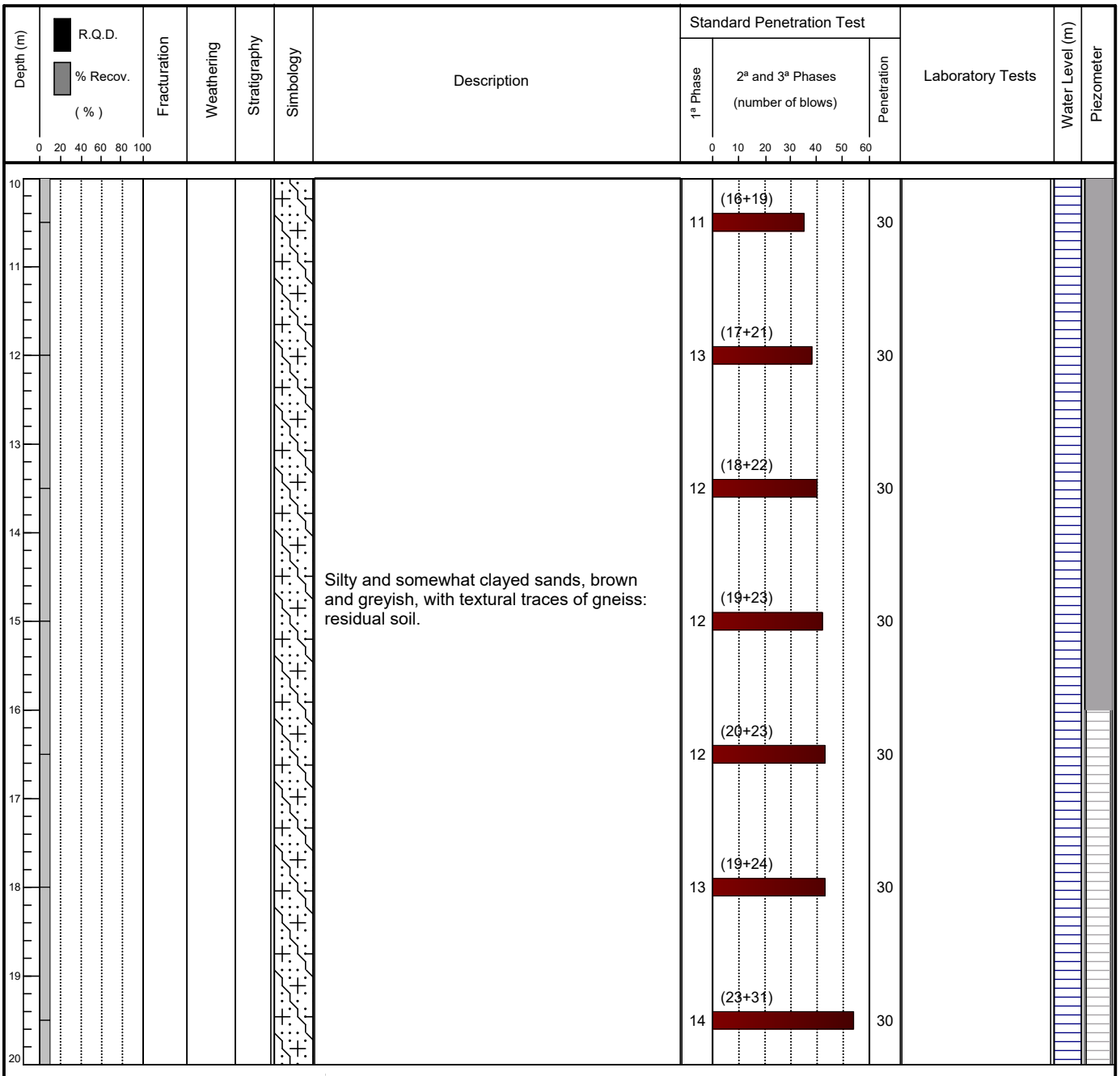
CLIENT: AFACONSULT

PROJECT: LUFTHANSA TECHNIK MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFT COMPONENTS, SANTA MARIA DA FEIRA

LOCATION: (See location map)

ELEVATION (Z,m): 104.04 m
LENGHT: 24.00 m
INCLINATION: 90º
COORDINATES: M= -38249.491 P= 141467.189

DIAMETER: 0.0-24.0m: 86mm **CASING:** 0.0-22.5m: 98mm **EQUIPMENT:** Mustang 4F1 **START:** 03/06/2025
TYPE: Rotação **FINISH:** 04/06/2025



Direção de Geotecnia
Zona Industrial de Canelas
Rua da Urtigueira
4410 - 304 Canelas VNG
Telef.: 22 716 93 00
Fax: 22 716 93 02
e-mail: geotecnia@mota-engil.pt

Observations:

EXECUTED BY:	*Liliana Freitas*
VERIFIED BY:	*Nuno Oliveira*

MOTA-ENGIL
GEOTECNIA
ENGENHARIA

BOREHOLE Nº	S15 Pz
STUDY	17040.600

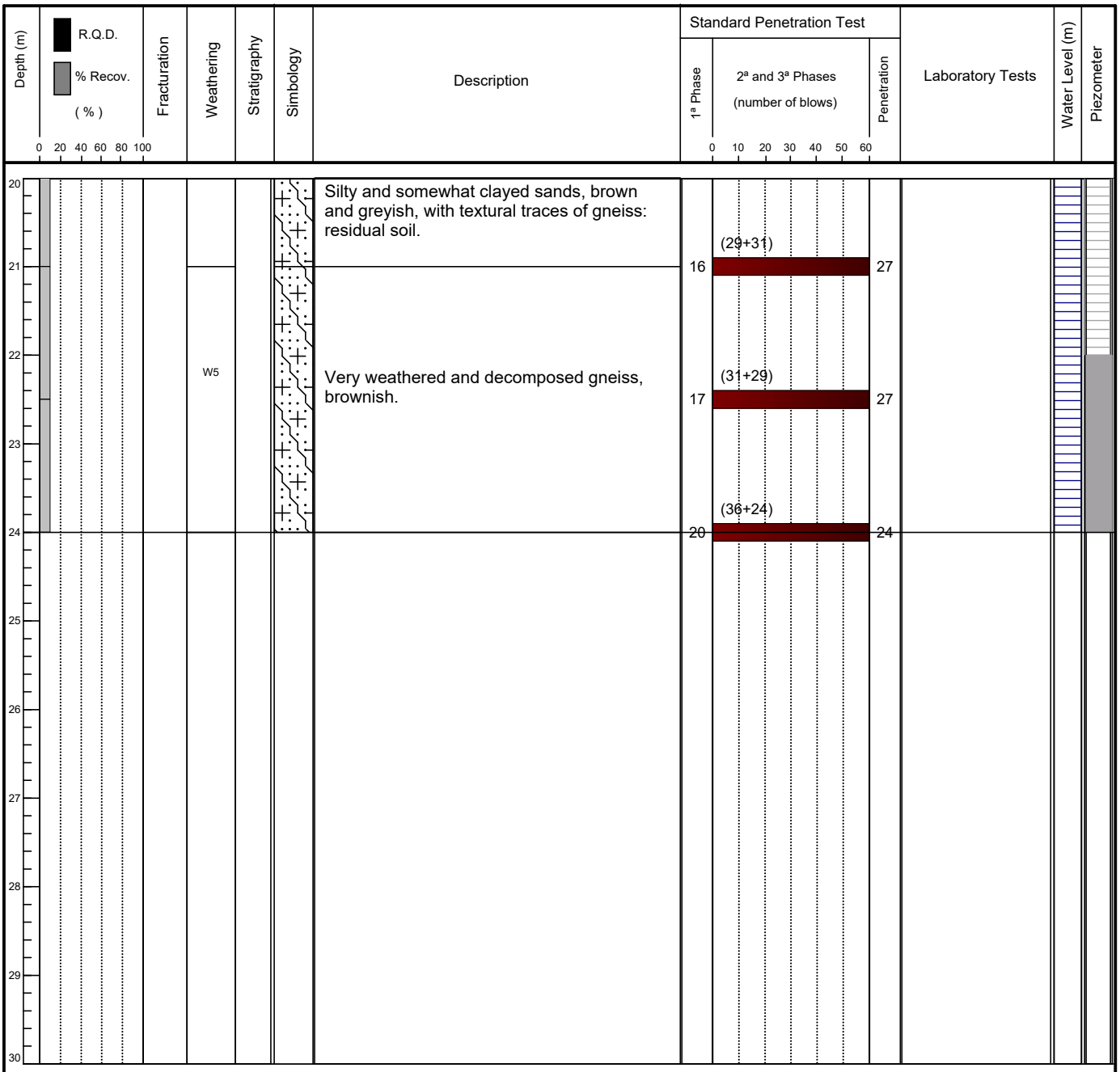
CLIENT: AFACONSULT

PROJECT: LUFTHANSA TECHNIK MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFT COMPONENTS, SANTA MARIA DA FEIRA

LOCATION: (See location map)

ELEVATION (Z,m): 104.04 m
LENGHT: 24.00 m
INCLINATION: 90º
COORDINATES: M= -38249.491 P= 141467.189

DIAMETER: 0.0-24.0m: 86mm
CASING: 0.0-22.5m: 98mm
EQUIPMENT: Mustang 4F1
TYPE: Rotação
START: 03/06/2025
FINISH: 04/06/2025



Direção de Geotecnia
Zona Industrial de Canelas
Rua da Urtigueira
4410 - 304 Canelas VNG
Telef.: 22 716 93 00
Fax: 22 716 93 02
e-mail: geotecnia@mota-engil.pt

Observations:

EXECUTED BY:	*Liliana Freitas*
VERIFIED BY:	*Nuno Oliveira*

MOTA-ENGIL
GEOTECNIA
ENGENHARIA

BOREHOLE Nº	S16
STUDY	17040.600

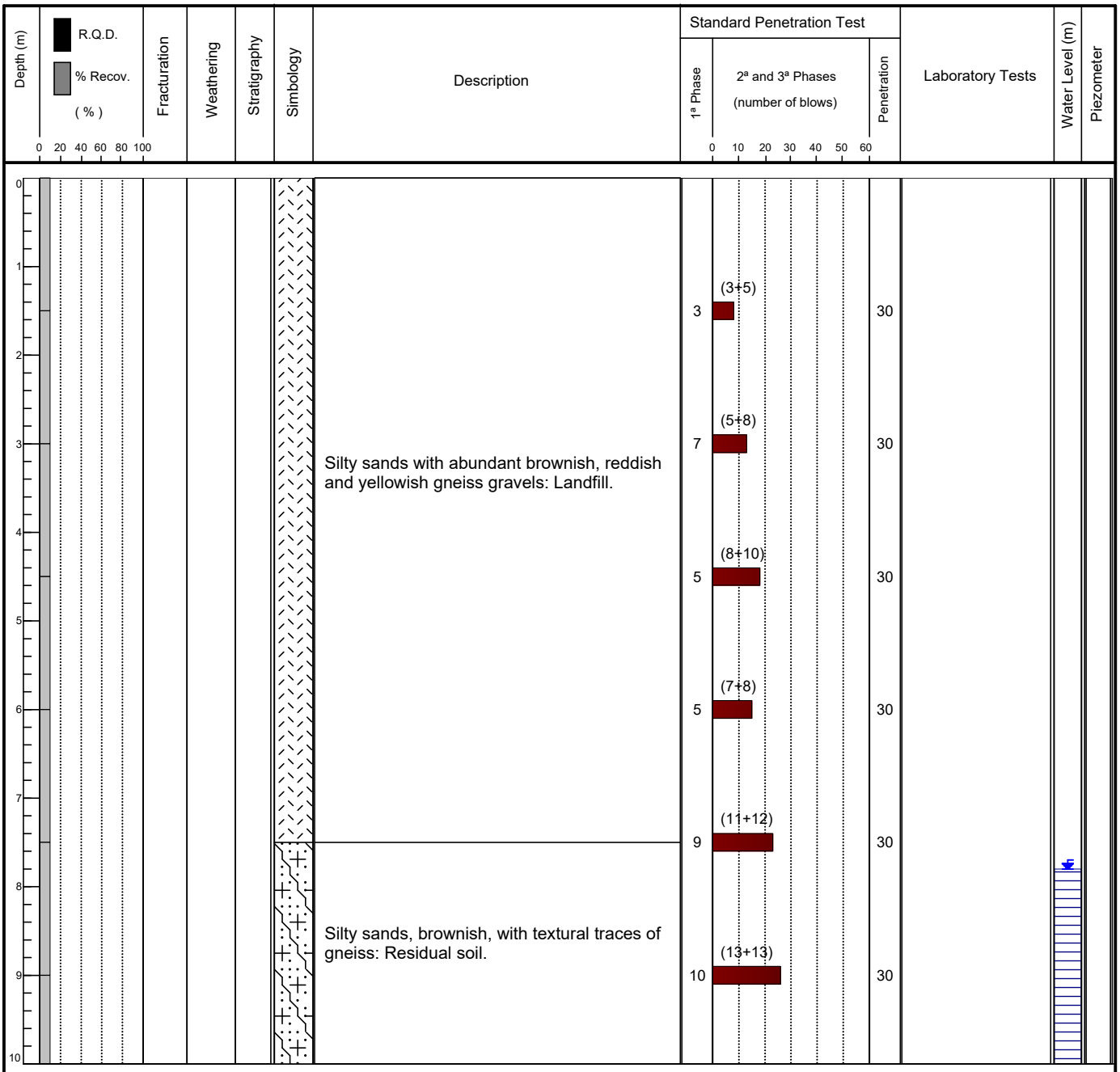
CLIENT: AFACONSULT

PROJECT: LUFTHANSA TECHNIK MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFT COMPONENTS, SANTA MARIA DA FEIRA

LOCATION: (See location map)

ELEVATION (Z,m): 103.91m
LENGHT: 21.00 m
INCLINATION: 90º
COORDINATES: **M=** -38133.748 **P=** 141540.798

DIAMETER: 0.0-21.0m: 86mm **CASING:** 0.0-19.5m: 98mm **EQUIPMENT:** Mustang 4F1 **START:** 18/06/2025
TYPE: Rotação **FINISH:** 19/06/2025



Direção de Geotecnia
Zona Industrial de Canelas
Rua da Urtigueira
4410 - 304 Canelas VNG
Telef.: 22 716 93 00
Fax: 22 716 93 02
e-mail: geotecnia@mota-engil.pt

Observations:

EXECUTED BY:	*Liliana Freitas*
VERIFIED BY:	*Nuno Oliveira*

MOTA-ENGIL
GEOTECNIA
ENGENHARIA

BOREHOLE Nº	S16
STUDY	17040.600

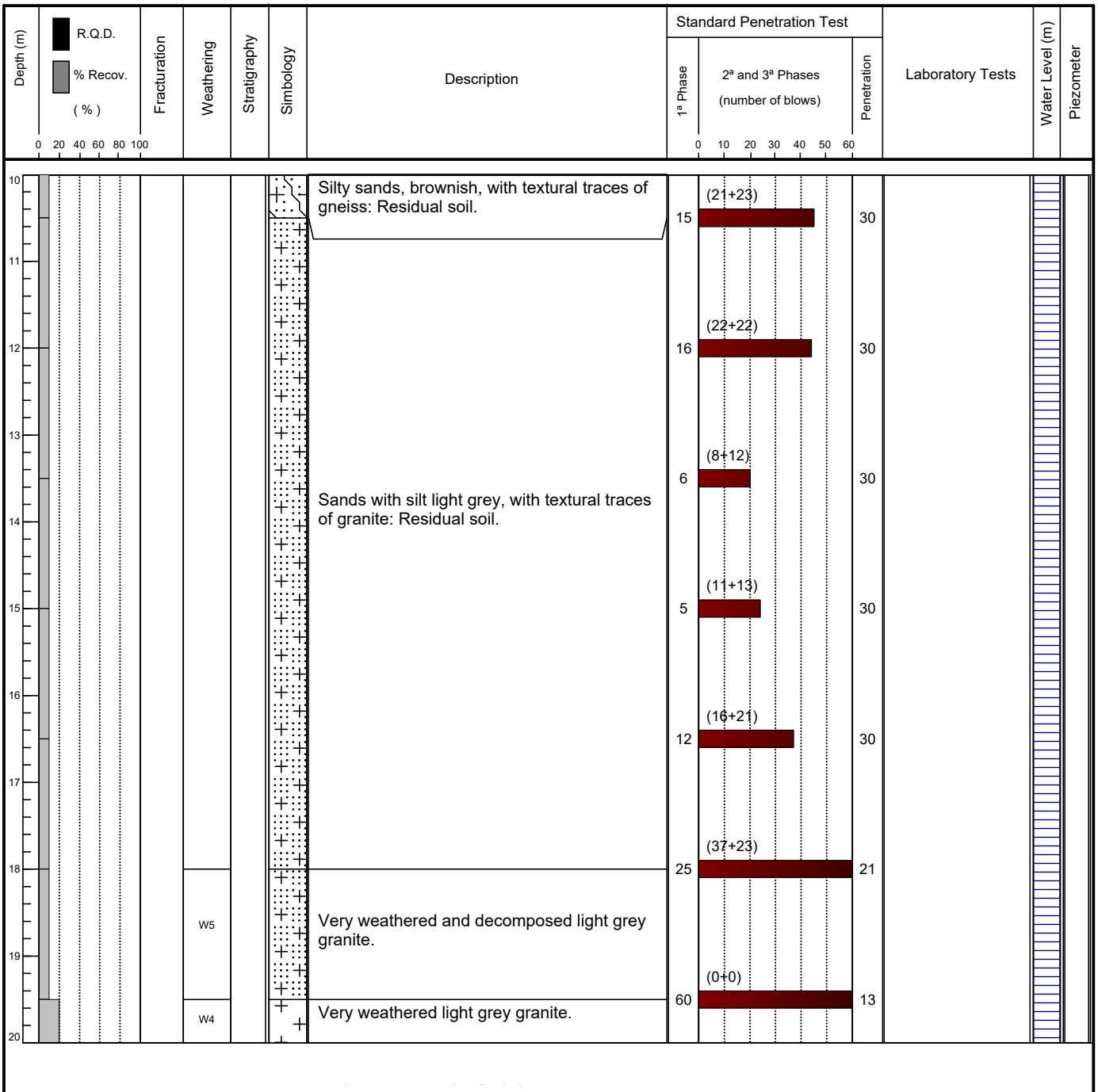
CLIENT: AFACONSULT

PROJECT: LUFTHANSA TECHNIK MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFT COMPONENTS, SANTA MARIA DA FEIRA

LOCATION: (See location map)

ELEVATION (Z,m): 103.91m
LENGHT: 21.00 m
INCLINATION: 90º
COORDINATES: M= -38133.748 P= 141540.798

DIAMETER: 0.0-21.0m: 86mm **CASING:** 0.0-19.5m: 98mm **EQUIPMENT:** Mustang 4F1 **START:** 18/06/2025
TYPE: Rotação **FINISH:** 19/06/2025



Direção de Geotecnia
Zona Industrial de Canelas
Rua da Urtigueira
4410 - 304 Canelas VNG
Telef.: 22 716 93 00
Fax: 22 716 93 02
e-mail: geotecnia@mota-engil.pt

Observations:

EXECUTED BY:	*Liliana Freitas*
VERIFIED BY:	*Nuno Oliveira*

MOTA-ENGIL
GEOTECNIA
ENGENHARIA

BOREHOLE Nº	S16
STUDY	17040.600

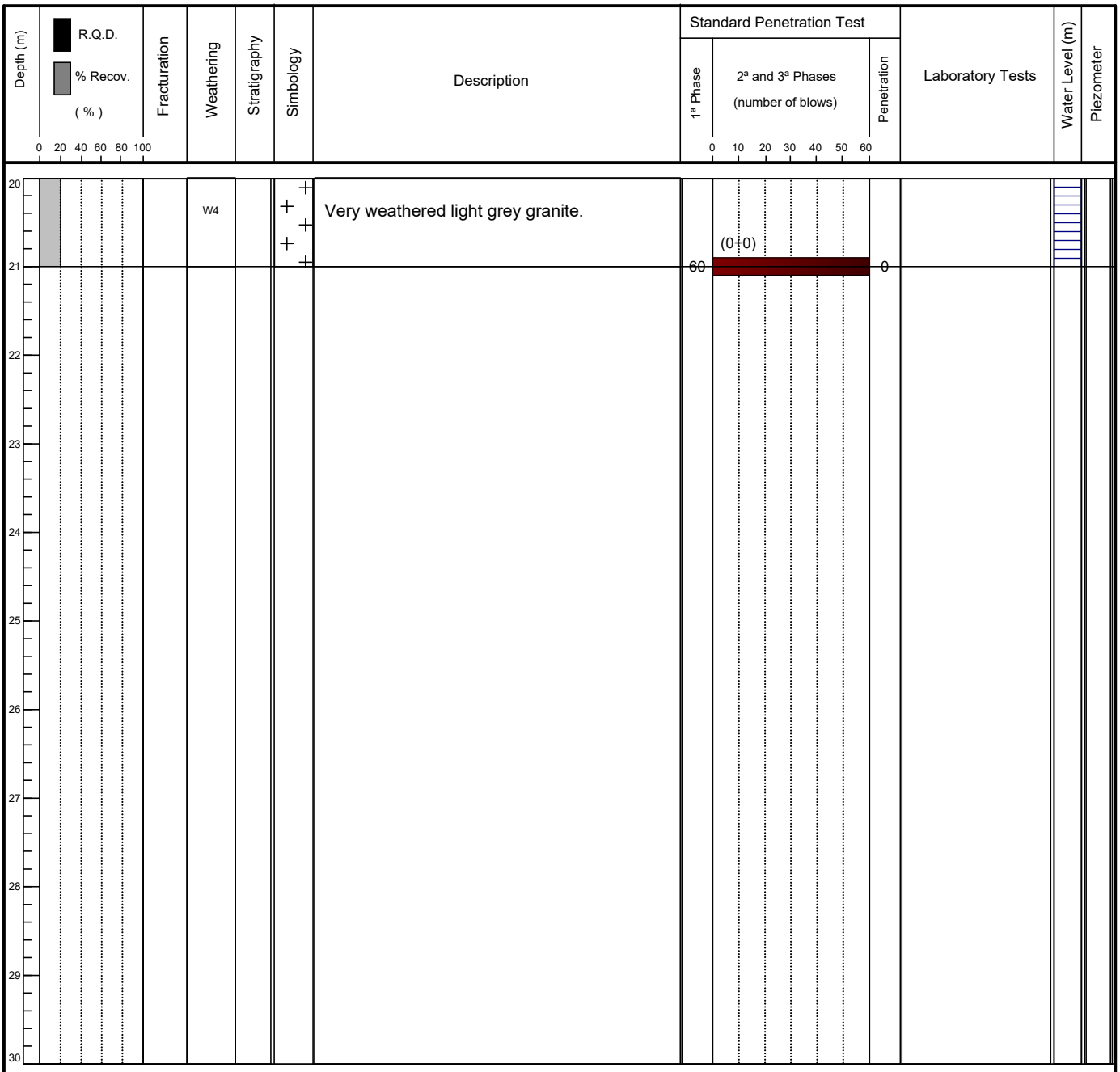
CLIENT: AFACONSULT

PROJECT: LUFTHANSA TECHNIK MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFT COMPONENTS, SANTA MARIA DA FEIRA

LOCATION: (See location map)

ELEVATION (Z,m): 103.91m
LENGHT: 21.00 m
INCLINATION: 90º
COORDINATES: **M=** -38133.748 **P=** 141540.798

DIAMETER: 0.0-21.0m: 86mm **CASING:** 0.0-19.5m: 98mm **EQUIPMENT:** Mustang 4F1 **START:** 18/06/2025
TYPE: Rotação **FINISH:** 19/06/2025



Direção de Geotecnia
Zona Industrial de Canelas
Rua da Urtigueira
4410 - 304 Canelas VNG
Telef.: 22 716 93 00
Fax: 22 716 93 02
e-mail: geotecnia@mota-engil.pt

Observations:

EXECUTED BY:	*Liliana Freitas*
VERIFIED BY:	*Nuno Oliveira*

MOTA-ENGIL
GEOTECNIA
ENGENHARIA

BOREHOLE Nº	S17
STUDY	17040.600

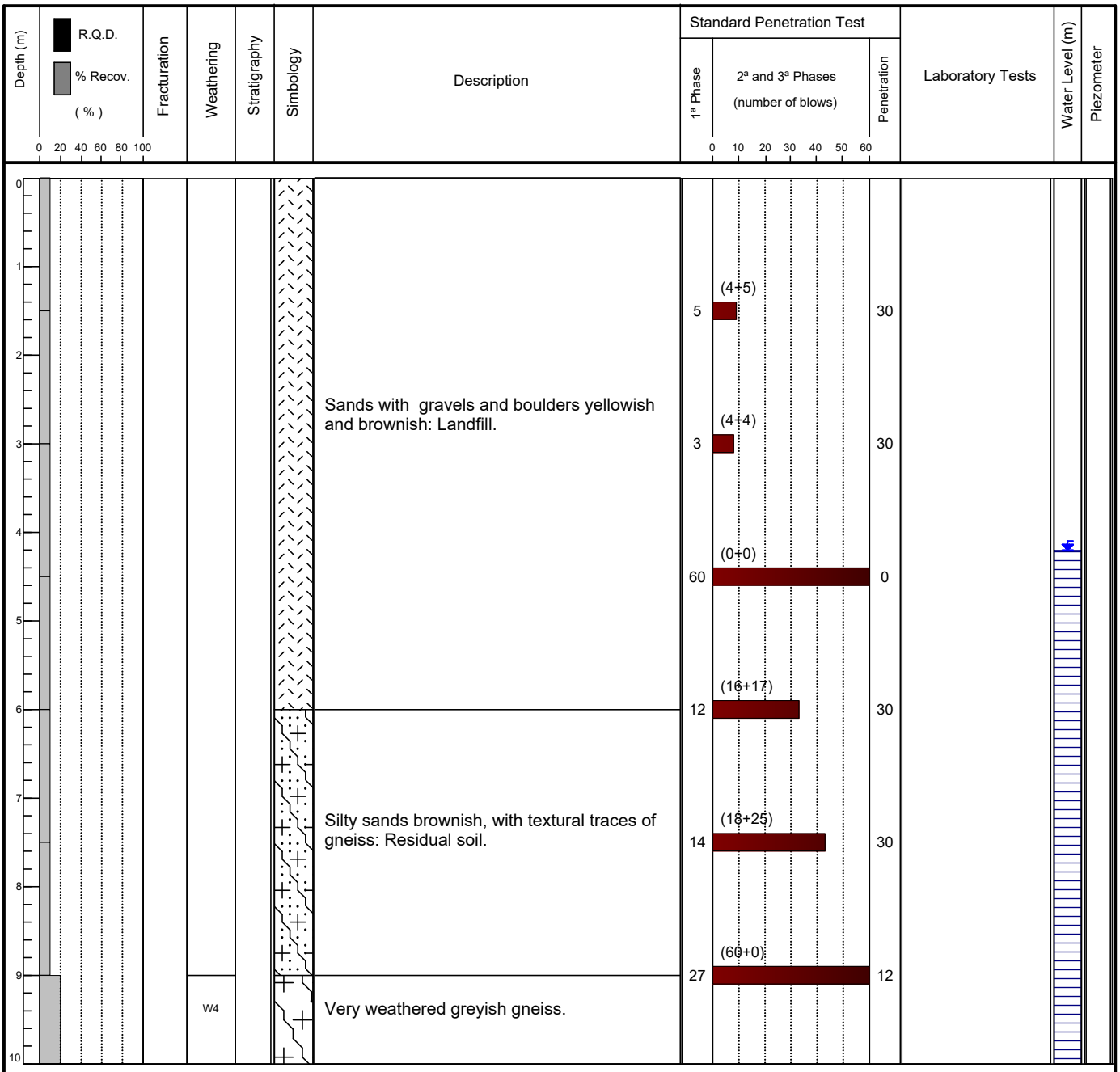
CLIENT: AFACONSULT

PROJECT: LUFTHANSA TECHNIK MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFT COMPONENTS, SANTA MARIA DA FEIRA

LOCATION: (See location map)

ELEVATION (Z,m): 98.38m
LENGHT: 12.00 m
INCLINATION: 90º
COORDINATES: M= -38072.126 P= 141584.591

DIAMETER: 0.0-12.0m: 86mm **CASING:** 0.0-12.0m: 98mm **EQUIPMENT:** Mustang 4F1 **START:** 19/06/2025
TYPE: Rotação **FINISH:** 20/06/2025



Direção de Geotecnia
Zona Industrial de Canelas
Rua da Urtigueira
4410 - 304 Canelas VNG
Telef.: 22 716 93 00
Fax: 22 716 93 02
e-mail: geotecnia@mota-engil.pt

Observations:

EXECUTED BY:	*Liliana Freitas*
VERIFIED BY:	*Nuno Oliveira*

MOTA-ENGIL
GEOTECNIA
ENGENHARIA

BOREHOLE Nº	S17
STUDY	17040.600

CLIENT: AFACONSULT

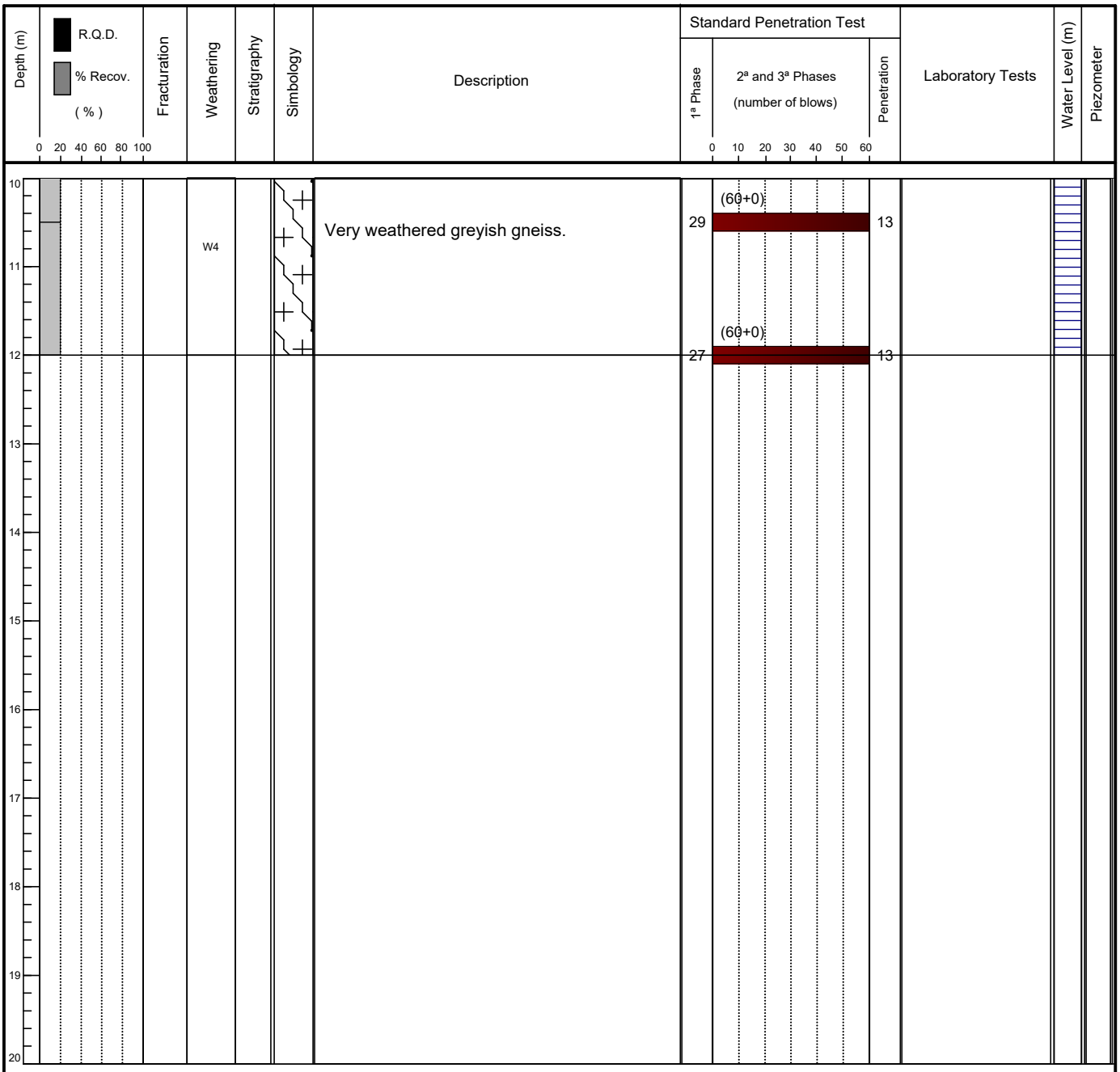
PROJECT: LUFTHANSA TECHNIK MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFT COMPONENTS, SANTA MARIA DA FEIRA

LOCATION: (See location map)

ELEVATION (Z,m): 98.38m
LENGHT: 12.00 m
INCLINATION: 90º
COORDINATES: **M=** -38072.126 **P=** 141584.591

DIAMETER: 0.0-12.0m: 86mm **CASING:** 0.0-12.0m: 98mm **EQUIPMENT:** Mustang 4F1 **START:** 19/06/2025

TYPE: Rotação **FINISH:** 20/06/2025



Direção de Geotecnia
Zona Industrial de Canelas
Rua da Urtigueira
4410 - 304 Canelas VNG
Telef.: 22 716 93 00
Fax: 22 716 93 02
e-mail: geotecnia@mota-engil.pt

Observations:

EXECUTED BY:	*Liliana Freitas*
VERIFIED BY:	*Nuno Oliveira*

MOTA-ENGIL
GEOTECNIA
ENGENHARIA

BOREHOLE Nº	S18
STUDY	17040.600

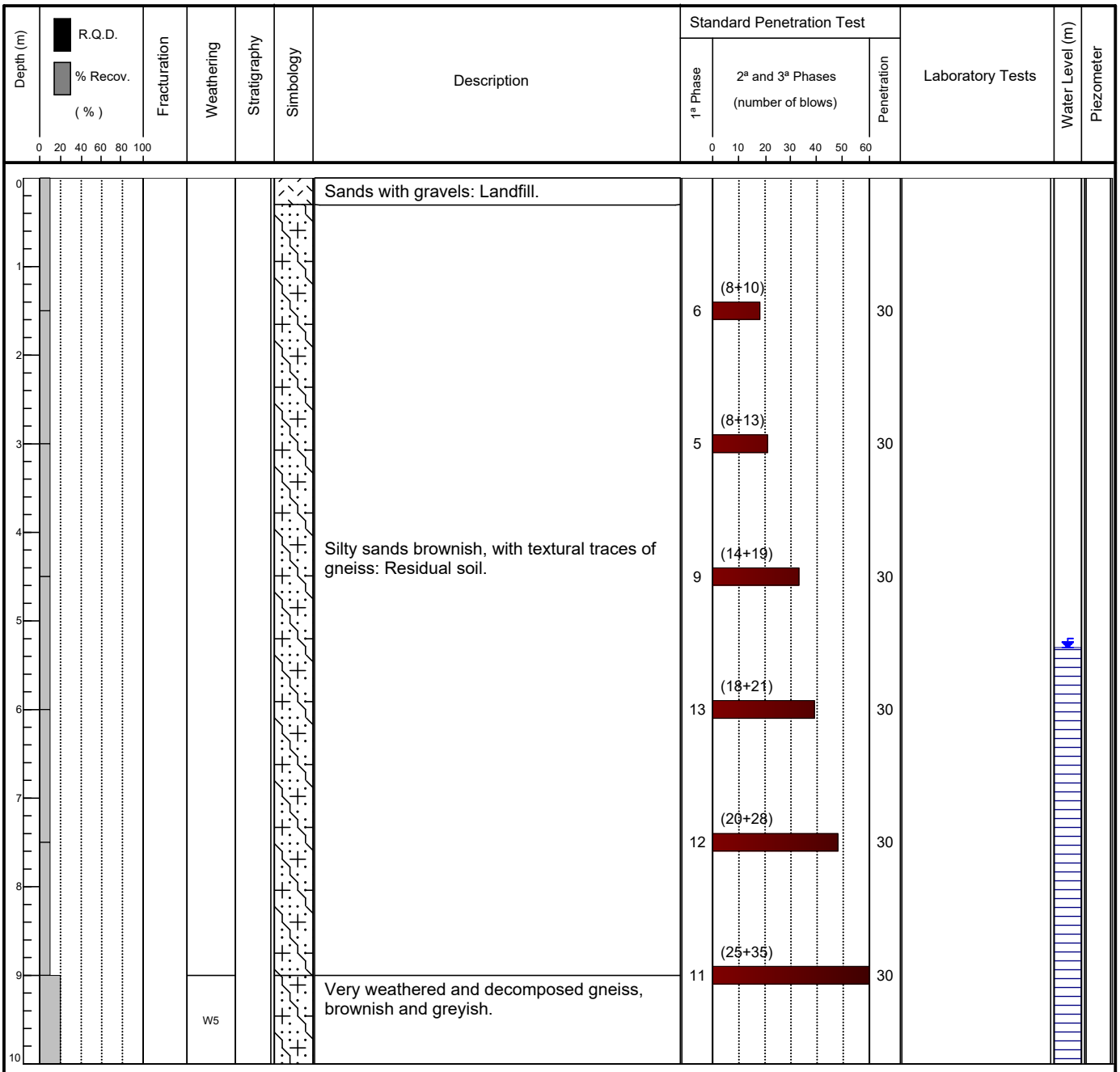
CLIENT: AFACONSULT

PROJECT: LUFTHANSA TECHNIK MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFT COMPONENTS, SANTA MARIA DA FEIRA

LOCATION: (See location map)

ELEVATION (Z,m): 103,76m
LENGHT: 12.00 m
INCLINATION: 90º
COORDINATES: M= -38024.832 P= 141649.315

DIAMETER: 0.0-12.0m: 86mm **CASING:** 0.0-12.0m: 98mm **EQUIPMENT:** Mustang 4F1 **START:** 23/06/2025
TYPE: Rotação **FINISH:** 23/06/2025



Direção de Geotecnia
Zona Industrial de Canelas
Rua da Urtigueira
4410 - 304 Canelas VNG
Telef.: 22 716 93 00
Fax: 22 716 93 02
e-mail: geotecnia@mota-engil.pt

Observations:

EXECUTED BY:	*Liliana Freitas*
VERIFIED BY:	*Nuno Oliveira*

MOTA-ENGIL
GEOTECNIA
ENGENHARIA

BOREHOLE Nº	S18
STUDY	17040.600

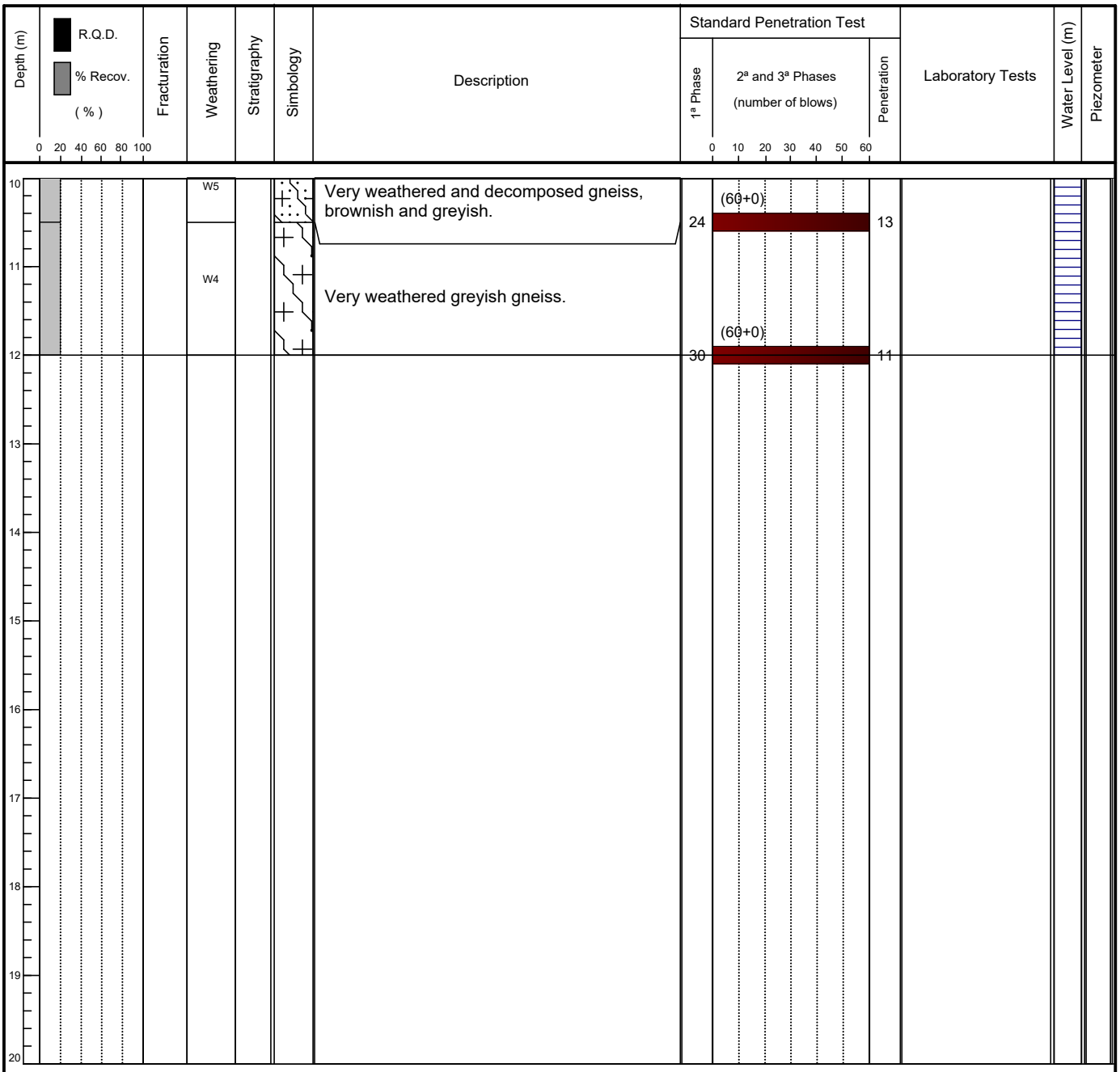
CLIENT: AFACONSULT

PROJECT: LUFTHANSA TECHNIK MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFT COMPONENTS, SANTA MARIA DA FEIRA

LOCATION: (See location map)

ELEVATION (Z,m): 103,76m
LENGHT: 12.00 m
INCLINATION: 90º
COORDINATES: **M=** -38024.832 **P=** 141649.315

DIAMETER: 0.0-12.0m: 86mm **CASING:** 0.0-12.0m: 98mm **EQUIPMENT:** Mustang 4F1 **START:** 23/06/2025
TYPE: Rotação **FINISH:** 23/06/2025



Direção de Geotecnia		Observations:	EXECUTED BY:	Liliana Freitas
Zona Industrial de Canelas	Telef.: 22 716 93 00		VERIFIED BY:	Nuno Oliveira
Rua da Urtigueira	Fax: 22 716 93 02			
4410 - 304 Canelas VNG	e-mail: geotecnia@mota-engil.pt			

NGEO.001.01

MOTA-ENGIL GEOTECNIA ENGENHARIA

BOREHOLE Nº	S19 Pz
STUDY	17040.600

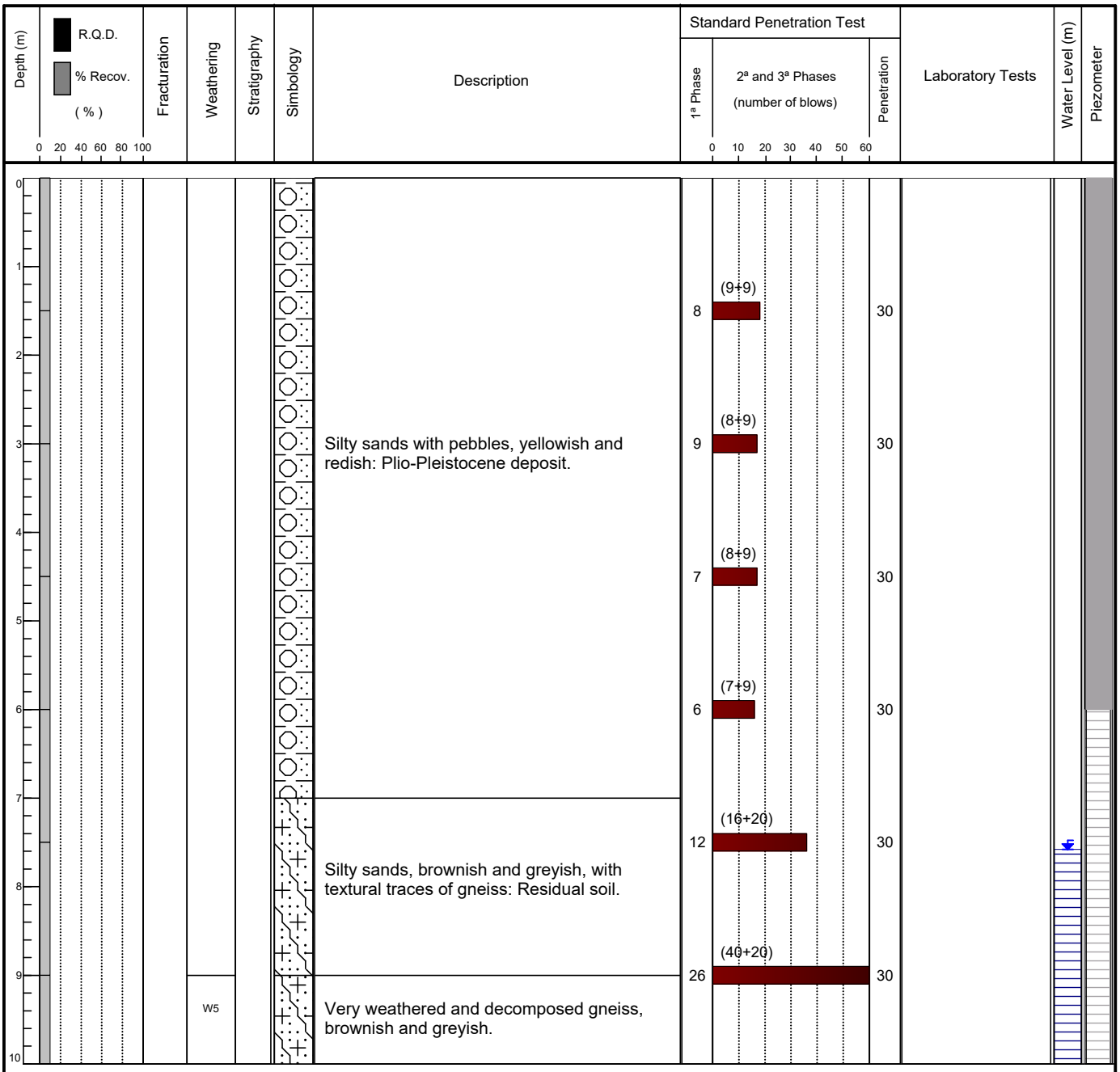
CLIENT: AFACONSULT

PROJECT: LUFTHANSA TECHNIK MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFT COMPONENTS, SANTA MARIA DA FEIRA

LOCATION: (See location map)

ELEVATION (Z,m): 106.41m
LENGHT: 12.00 m
INCLINATION: 90º
COORDINATES: M= -38442.068 P= 141381.473

DIAMETER: 0.0-12.0m: 86mm **CASING:** 0.0-12.0m: 98mm **EQUIPMENT:** Mustang 4F1 **START:** 18/06/2025
TYPE: Rotação **FINISH:** 18/06/2025



Direção de Geotecnia
Zona Industrial de Canelas
Rua da Urtigueira
4410 - 304 Canelas VNG
Telef.: 22 716 93 00
Fax: 22 716 93 02
e-mail: geotecnia@mota-engil.pt

Observations:

EXECUTED BY:	*Liliana Freitas*
VERIFIED BY:	*Nuno Oliveira*

MOTA-ENGIL
GEOTECNIA
ENGENHARIA

BOREHOLE Nº	S19 Pz
STUDY	17040.600

CLIENT: AFACONSULT

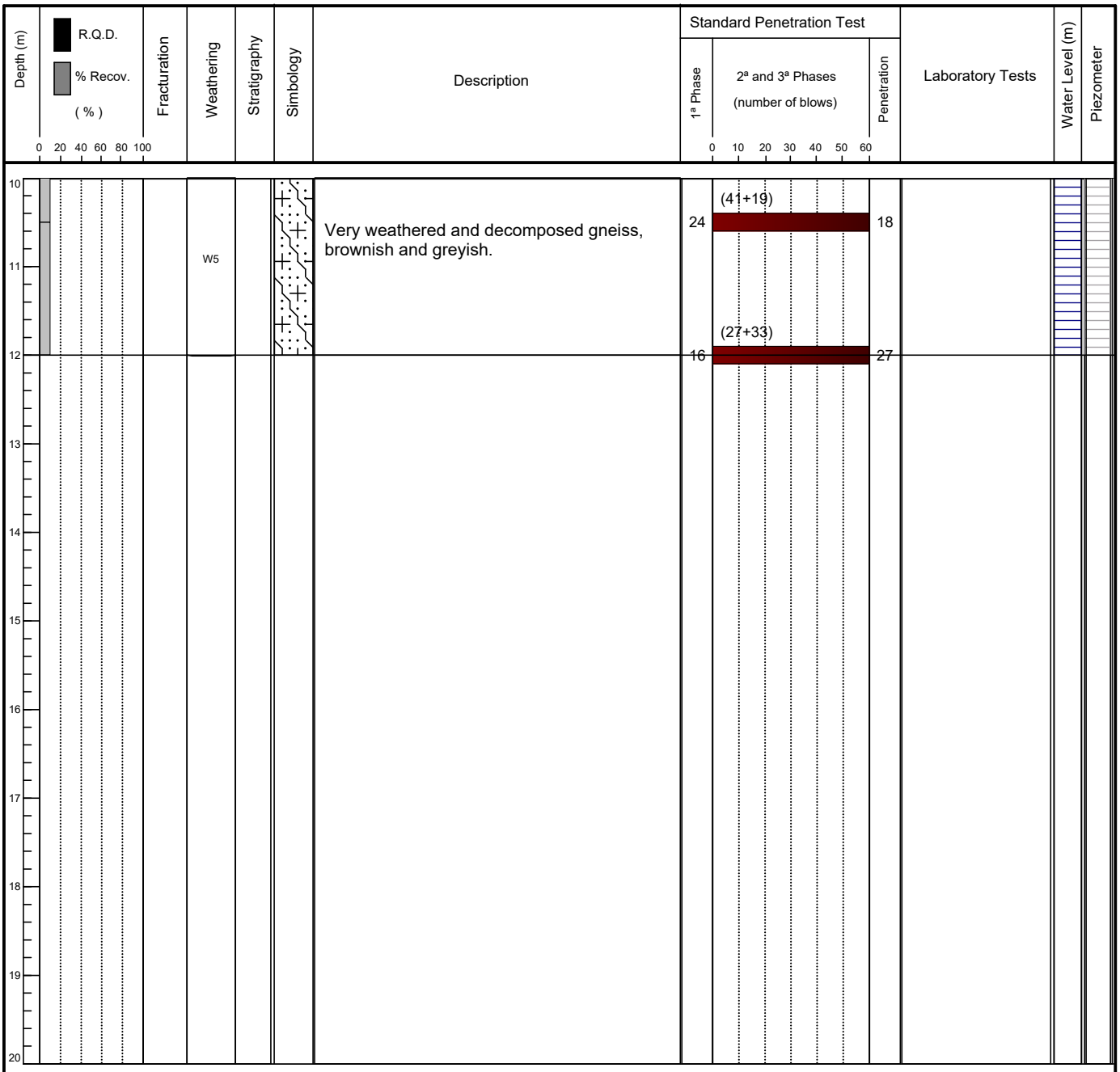
PROJECT: LUFTHANSA TECHNIK MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFT COMPONENTS, SANTA MARIA DA FEIRA

LOCATION: (See location map)

ELEVATION (Z,m): 106.41m
LENGHT: 12.00 m
INCLINATION: 90º
COORDINATES: **M=** -38442.068 **P=** 141381.473

DIAMETER: 0.0-12.0m: 86mm **CASING:** 0.0-12.0m: 98mm **EQUIPMENT:** Mustang 4F1 **START:** 18/06/2025

TYPE: Rotação **FINISH:** 18/06/2025



Direção de Geotecnia
Zona Industrial de Canelas
Rua da Urtigueira
4410 - 304 Canelas VNG
Telef.: 22 716 93 00
Fax: 22 716 93 02
e-mail: geotecnia@mota-engil.pt

Observations:

EXECUTED BY:	*Liliana Freitas*
VERIFIED BY:	*Nuno Oliveira*

MOTA-ENGIL
GEOTECNIA
ENGENHARIA

BOREHOLE Nº	S20
STUDY	17040.600

Pag. 1 de 1

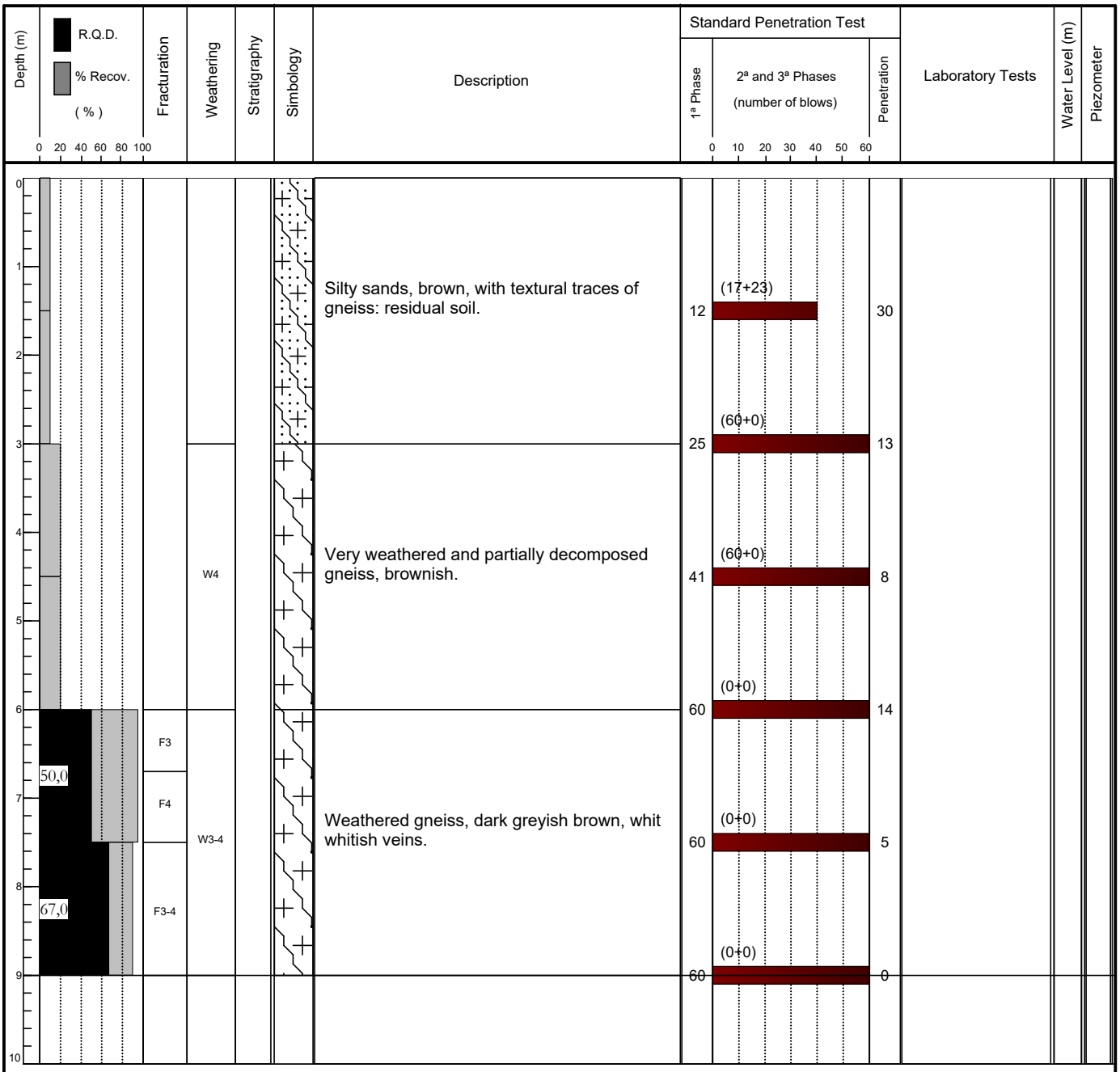
CLIENT: AFACONSULT

PROJECT: LUFTHANSA TECHNIK MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFT COMPONENTS, SANTA MARIA DA FEIRA

LOCATION: (See location map)

ELEVATION (Z,m): 103.92m
LENGHT: 9.00 m
INCLINATION: 90º
COORDINATES: **M=** -38322.802 **P=** 141489.457

DIAMETER: 0.0-9.0m: 86mm **CASING:** 0.0-6.0m: 98mm **EQUIPMENT:** Mustang 4F1 **START:** 05/06/2025
TYPE: Rotação **FINISH:** 05/06/2025



Direção de Geotecnia
Zona Industrial de Canelas
Rua da Urtigueira
4410 - 304 Canelas VNG
Telef.: 22 716 93 00
Fax: 22 716 93 02
e-mail: geotecnia@mota-engil.pt

Observations:

EXECUTED BY:	*Liliana Freitas*
VERIFIED BY:	*Nuno Oliveira*

MOTA-ENGIL
GEOTECNIA
ENGENHARIA

BOREHOLE Nº	S21
STUDY	17040.600

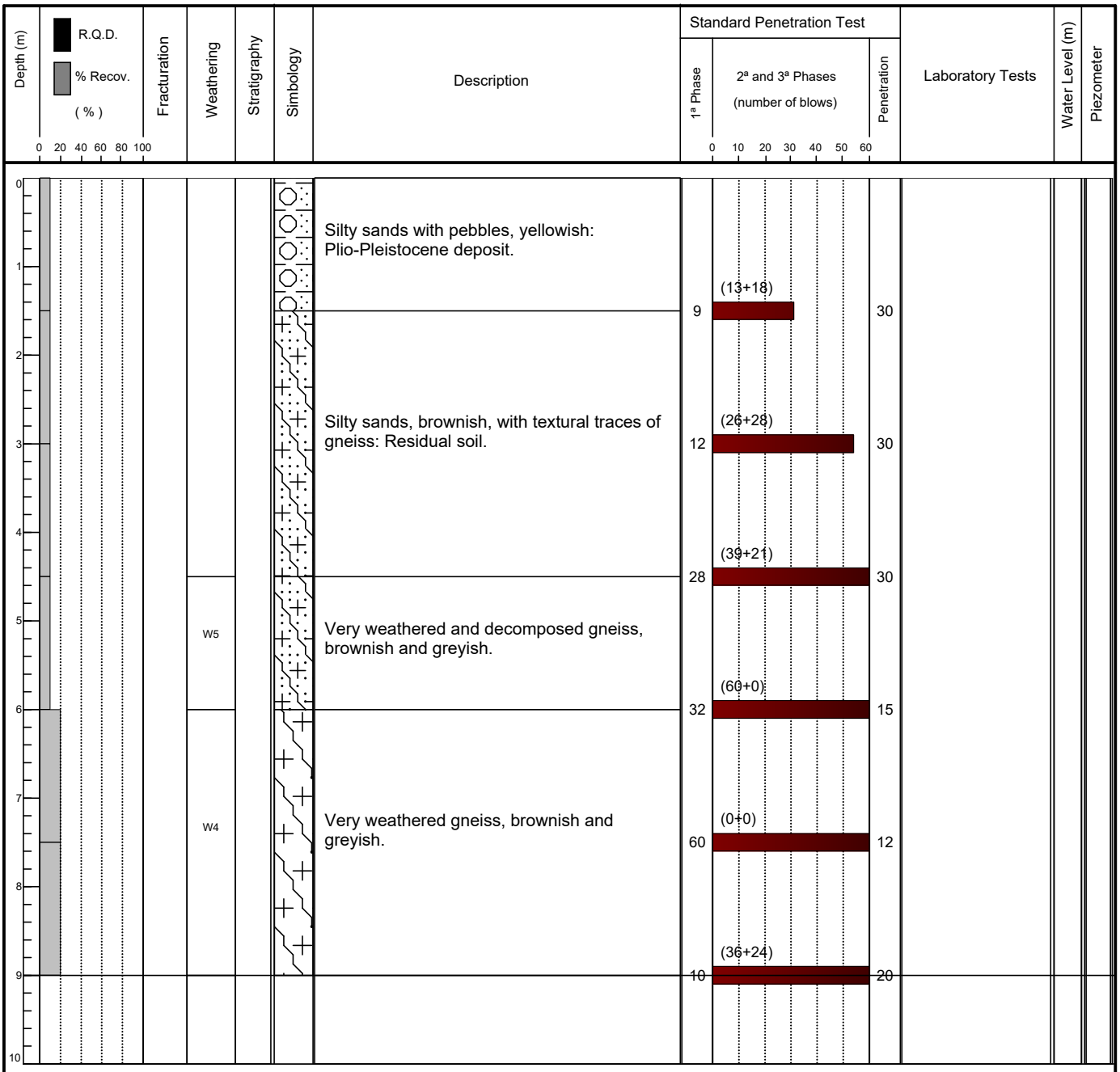
CLIENT: AFACONSULT

PROJECT: LUFTHANSA TECHNIK MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFT COMPONENTS, SANTA MARIA DA FEIRA

LOCATION: (See location map)

ELEVATION (Z,m): 104.57m
LENGHT: 9.00 m
INCLINATION: 90º
COORDINATES: M= -38404.659 P= 141474.925

DIAMETER: 0.0-9.0m: 86mm **CASING:** 0.0-9.0m: 98mm **EQUIPMENT:** Mustang 4F1 **START:** 18/06/2025
TYPE: Rotação **FINISH:** 18/06/2025



Direção de Geotecnia
Zona Industrial de Canelas
Rua da Urtigueira
4410 - 304 Canelas VNG
Telef.: 22 716 93 00
Fax: 22 716 93 02
e-mail: geotecnia@mota-engil.pt

Observations:

EXECUTED BY:	*Liliana Freitas*
VERIFIED BY:	*Nuno Oliveira*

MOTA-ENGIL
GEOTECNIA
ENGENHARIA

BOREHOLE Nº	S22 Pz
STUDY	17040.600

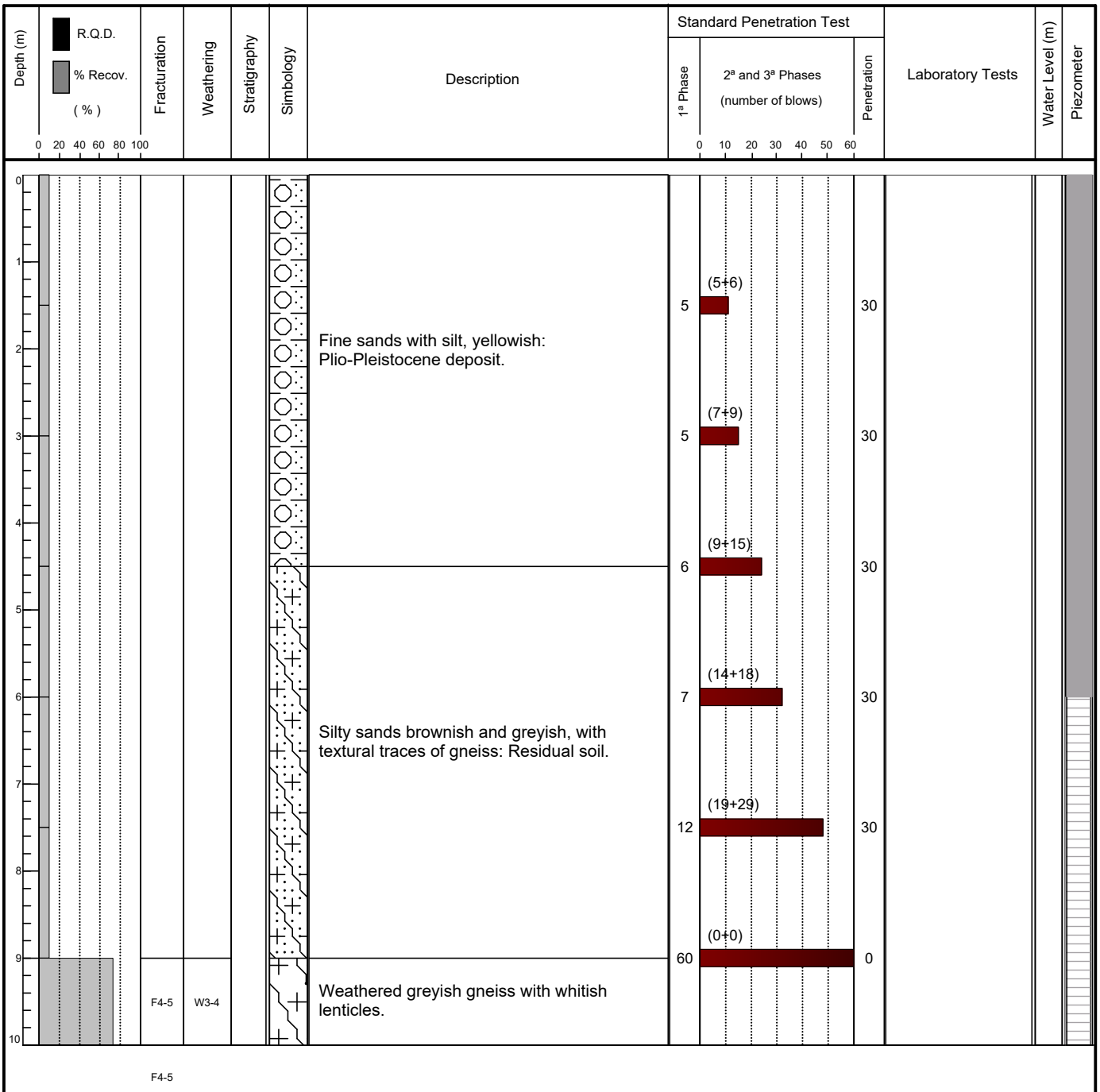
CLIENT: AFACONSULT

PROJECT: LUFTHANSA TECHNIK MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFT COMPONENTS, SANTA MARIA DA FEIRA

LOCATION: (See location map)

ELEVATION (Z,m): 104.72m
LENGHT: 12.00 m
INCLINATION: 90º
COORDINATES: **M=** -38513.069 **P=** 141463.998

DIAMETER: 0.0-12.0m: 86mm **CASING:** 0.0-12.0m: 98mm **EQUIPMENT:** Mustang 4F1 **START:** 24/06/2025
TYPE: Rotação **FINISH:** 24/06/2025



F4-5

Direção de Geotecnia
Zona Industrial de Canelas
Rua da Urtigueira
4410 - 304 Canelas VNG
Telef.: 22 716 93 00
Fax: 22 716 93 02
e-mail: geotecnia@mota-engil.pt

Observations:

EXECUTED BY:	*Liliana Freitas*
VERIFIED BY:	*Nuno Oliveira*

MOTA-ENGIL GEOTECNIA ENGENHARIA

BOREHOLE Nº	S22 Pz
STUDY	17040.600

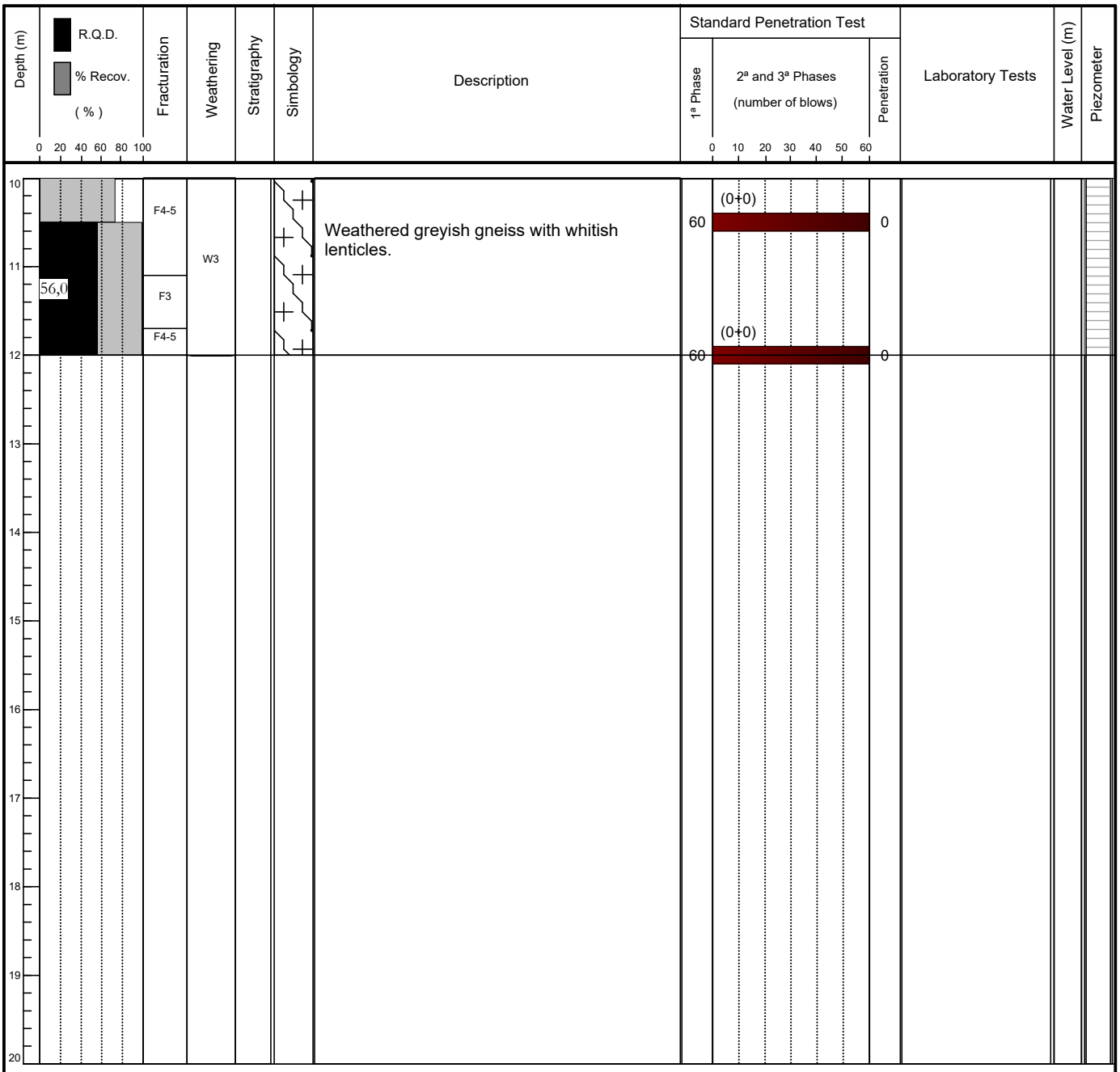
CLIENT: AFACONSULT

PROJECT: LUFTHANSA TECHNIK MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFT COMPONENTS, SANTA MARIA DA FEIRA

LOCATION: (See location map)

ELEVATION (Z,m): 104.72m
LENGHT: 12.00 m
INCLINATION: 90º
COORDINATES: M= -38513.069 P= 141463.998

DIAMETER: 0.0-12.0m: 86mm
CASING: 0.0-12.0m: 98mm
EQUIPMENT: Mustang 4F1
TYPE: Rotação
START: 24/06/2025
FINISH: 24/06/2025



Direção de Geotecnia
Zona Industrial de Canelas
Rua da Urtigueira
4410 - 304 Canelas VNG
Telef.: 22 716 93 00
Fax: 22 716 93 02
e-mail: geotecnia@mota-engil.pt

Observations:

EXECUTED BY:	*Liliana Freitas*
VERIFIED BY:	*Nuno Oliveira*

MOTA-ENGIL
GEOTECNIA
ENGENHARIA

BOREHOLE Nº	S23
STUDY	17040.600

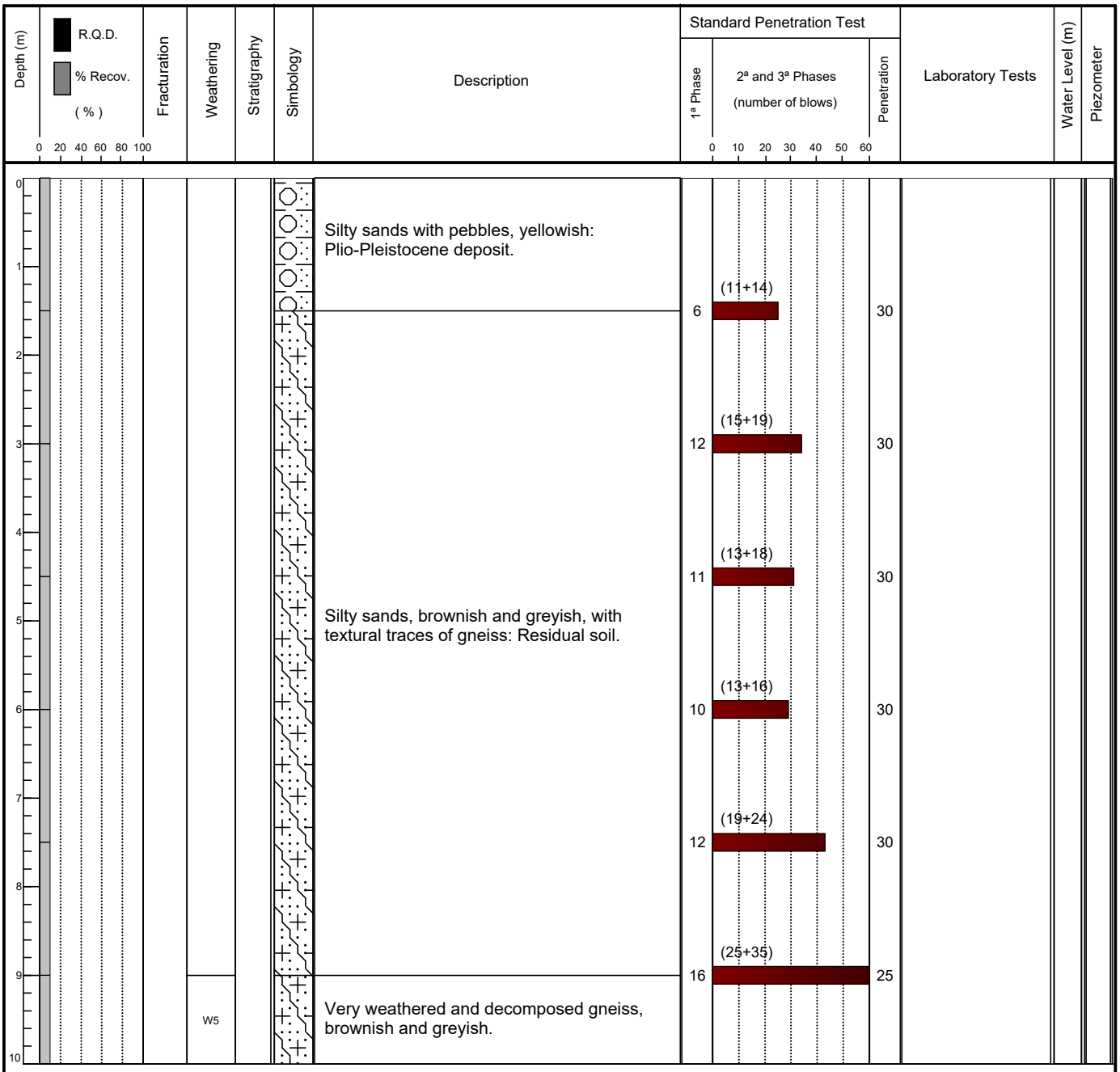
CLIENT: AFACONSULT

PROJECT: LUFTHANSA TECHNIK MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFT COMPONENTS, SANTA MARIA DA FEIRA

LOCATION: (See location map)

ELEVATION (Z,m): 104.827 m
LENGHT: 24.00 m
INCLINATION: 90º
COORDINATES: **M=** -38370.278 **P=** 141566.862

DIAMETER: 0.0-24.0m: 86mm
CASING: 0.0-12.0m: 113mm; 15.0-22.5m: 98mm
EQUIPMENT: Mustang 4F1
TYPE: Rotação
START: 06/06/2025
FINISH: 06/06/2025



Direção de Geotecnia
Zona Industrial de Canelas
Rua da Urtigueira
4410 - 304 Canelas VNG
Telef.: 22 716 93 00
Fax: 22 716 93 02
e-mail: geotecnia@mota-engil.pt

Observations:

EXECUTED BY:	*Liliana Freitas*
VERIFIED BY:	*Nuno Oliveira*

MOTA-ENGIL GEOTECNIA ENGENHARIA

BOREHOLE Nº	S23
STUDY	17040.600

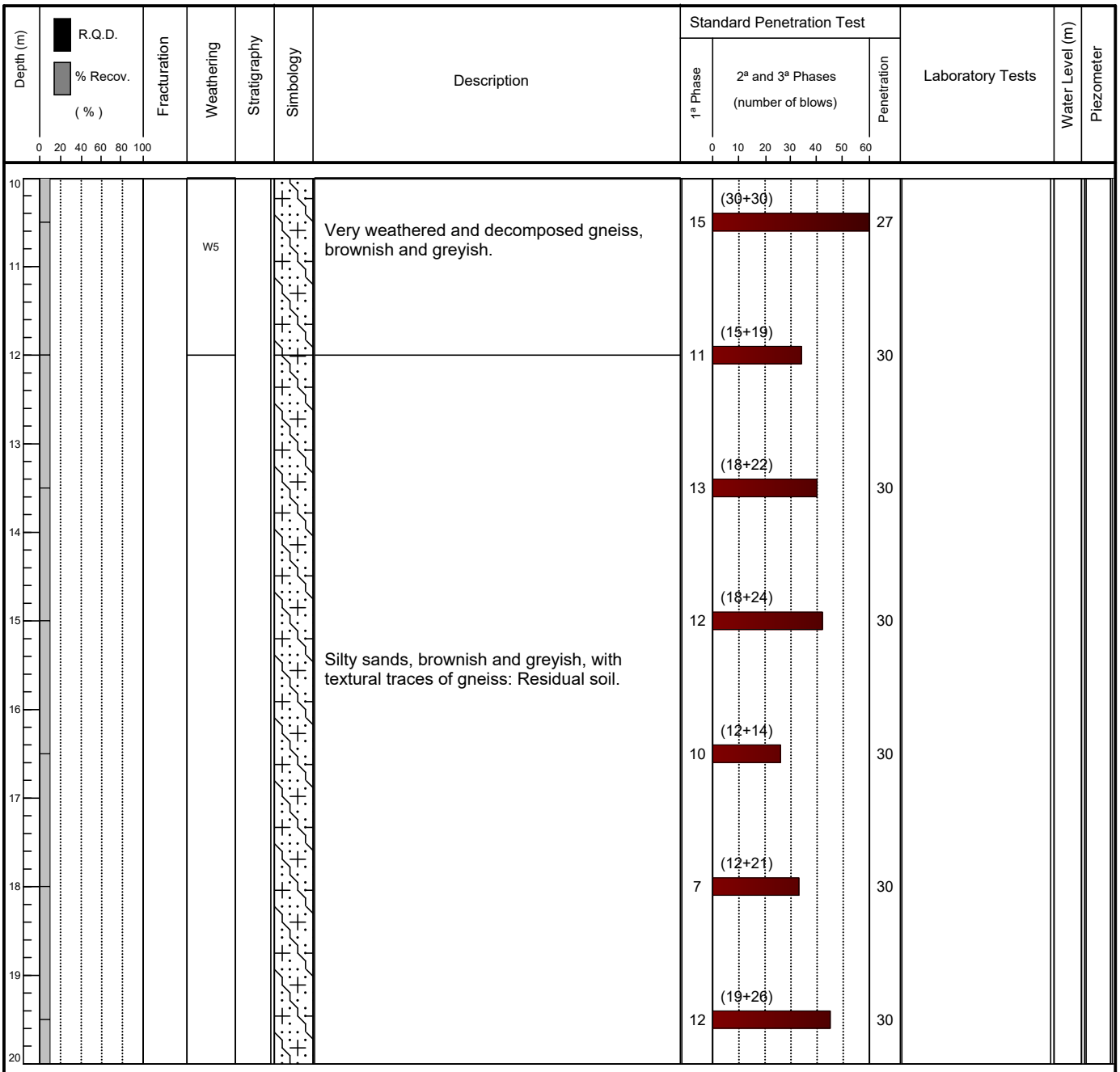
CLIENT: AFACONSULT

PROJECT: LUFTHANSA TECHNIK MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFT COMPONENTS, SANTA MARIA DA FEIRA

LOCATION: (See location map)

ELEVATION (Z,m): 104.827 m
LENGHT: 24.00 m
INCLINATION: 90º
COORDINATES: M= -38370.278 P= 141566.862

DIAMETER: 0.0-24.0m: 86mm
CASING: 0.0-12.0m: 113mm; 15.0-22.5m: 98mm
EQUIPMENT: Mustang 4F1
TYPE: Rotação
START: 06/06/2025
FINISH: 06/06/2025



Direção de Geotecnia
Zona Industrial de Canelas
Rua da Urtigueira
4410 - 304 Canelas VNG
Telef.: 22 716 93 00
Fax: 22 716 93 02
e-mail: geotecnia@mota-engil.pt

Observations:

EXECUTED BY:	*Liliana Freitas*
VERIFIED BY:	*Nuno Oliveira*

MOTA-ENGIL
GEOTECNIA
ENGENHARIA

BOREHOLE Nº	S23
STUDY	17040.600

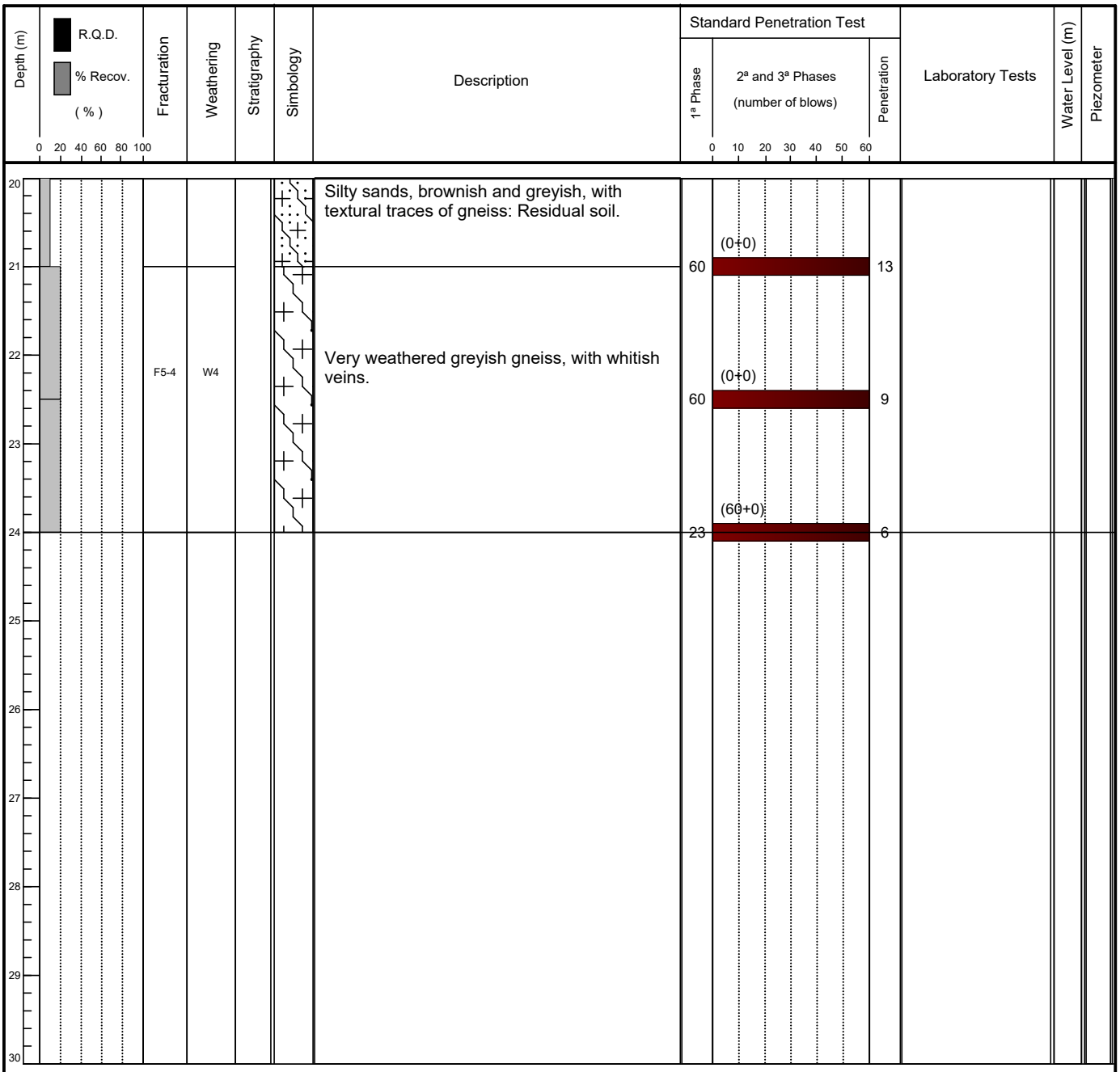
CLIENT: AFACONSULT

PROJECT: LUFTHANSA TECHNIK MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFT COMPONENTS, SANTA MARIA DA FEIRA

LOCATION: (See location map)

ELEVATION (Z,m): 104.827 m
LENGHT: 24.00 m
INCLINATION: 90º
COORDINATES: M= -38370.278 P= 141566.862

DIAMETER: 0.0-24.0m: 86mm
CASING: 0.0-12.0m: 113mm; 15.0-22.5m: 98mm
EQUIPMENT: Mustang 4F1
TYPE: Rotação
START: 06/06/2025
FINISH: 06/06/2025



Direção de Geotecnia
Zona Industrial de Canelas
Rua da Urtigueira
4410 - 304 Canelas VNG
Telef.: 22 716 93 00
Fax: 22 716 93 02
e-mail: geotecnia@mota-engil.pt

Observations:

EXECUTED BY:	*Liliana Freitas*
VERIFIED BY:	*Nuno Oliveira*

MOTA-ENGIL
GEOTECNIA
ENGENHARIA

BOREHOLE Nº	S24
STUDY	17040.600

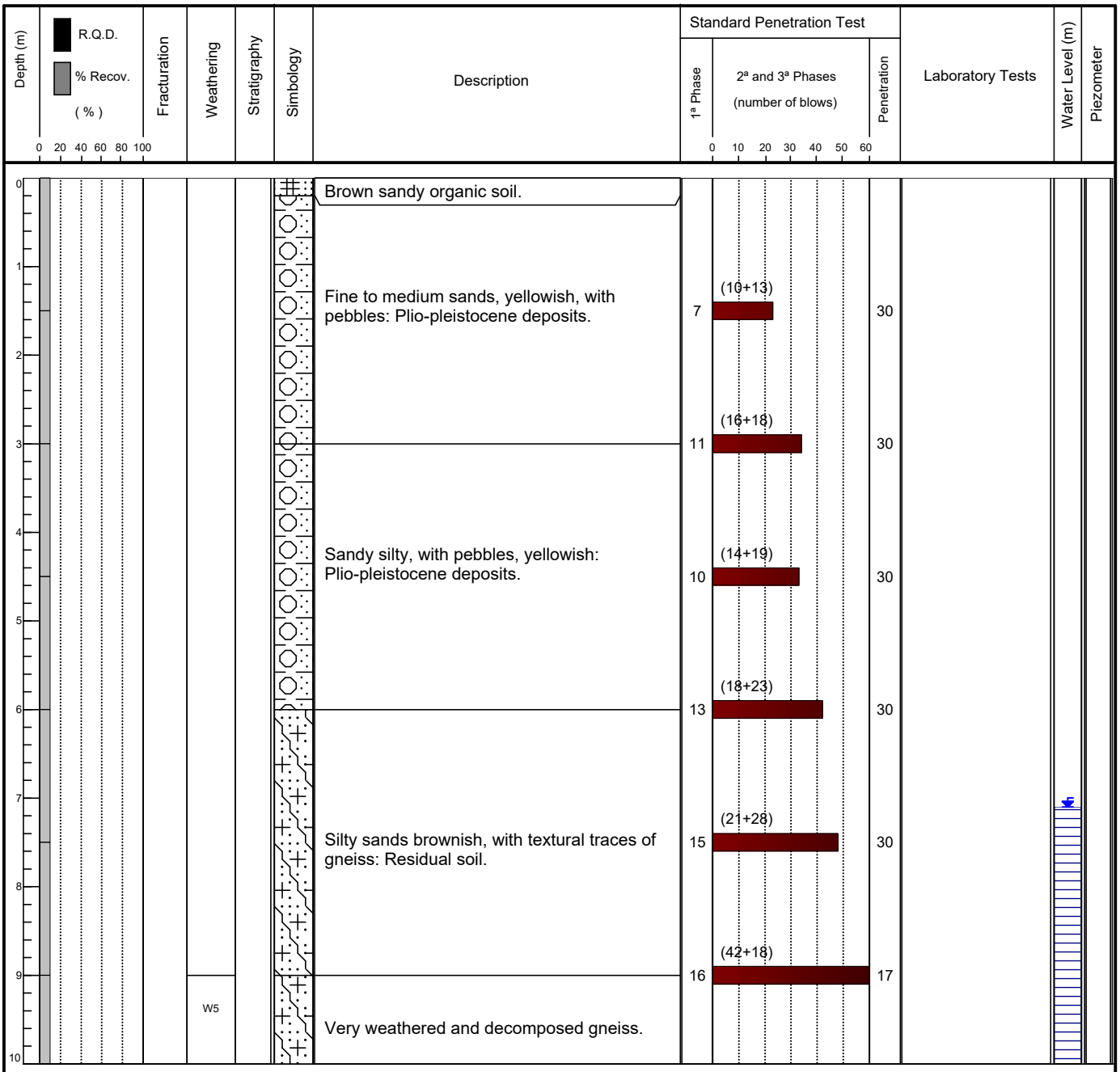
CLIENT: AFACONSULT

PROJECT: LUFTHANSA TECHNIK MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFT COMPONENTS, SANTA MARIA DA FEIRA

LOCATION: (See location map)

ELEVATION (Z,m): 102.11m
LENGHT: 12.00m
INCLINATION: 90º
COORDINATES: M= -38575.307 P= 141416.407

DIAMETER: 0.0-3.0m: 101mm; 3.0-12.0m: 86mm
CASING: 0.0-12.0m: 89mm
EQUIPMENT: Mustang 4F1
TYPE: Rotação
START: 03/07/2025
FINISH: 03/07/2025



Direção de Geotecnia
Zona Industrial de Canelas
Rua da Urtigueira
4410 - 304 Canelas VNG
Telef.: 22 716 93 00
Fax: 22 716 93 02
e-mail: geotecnia@mota-engil.pt

Observations:

EXECUTED BY:	*Liliana Freitas*
VERIFIED BY:	*Nuno Oliveira*

MOTA-ENGIL
GEOTECNIA
ENGENHARIA

BOREHOLE Nº	S24
STUDY	17040.600

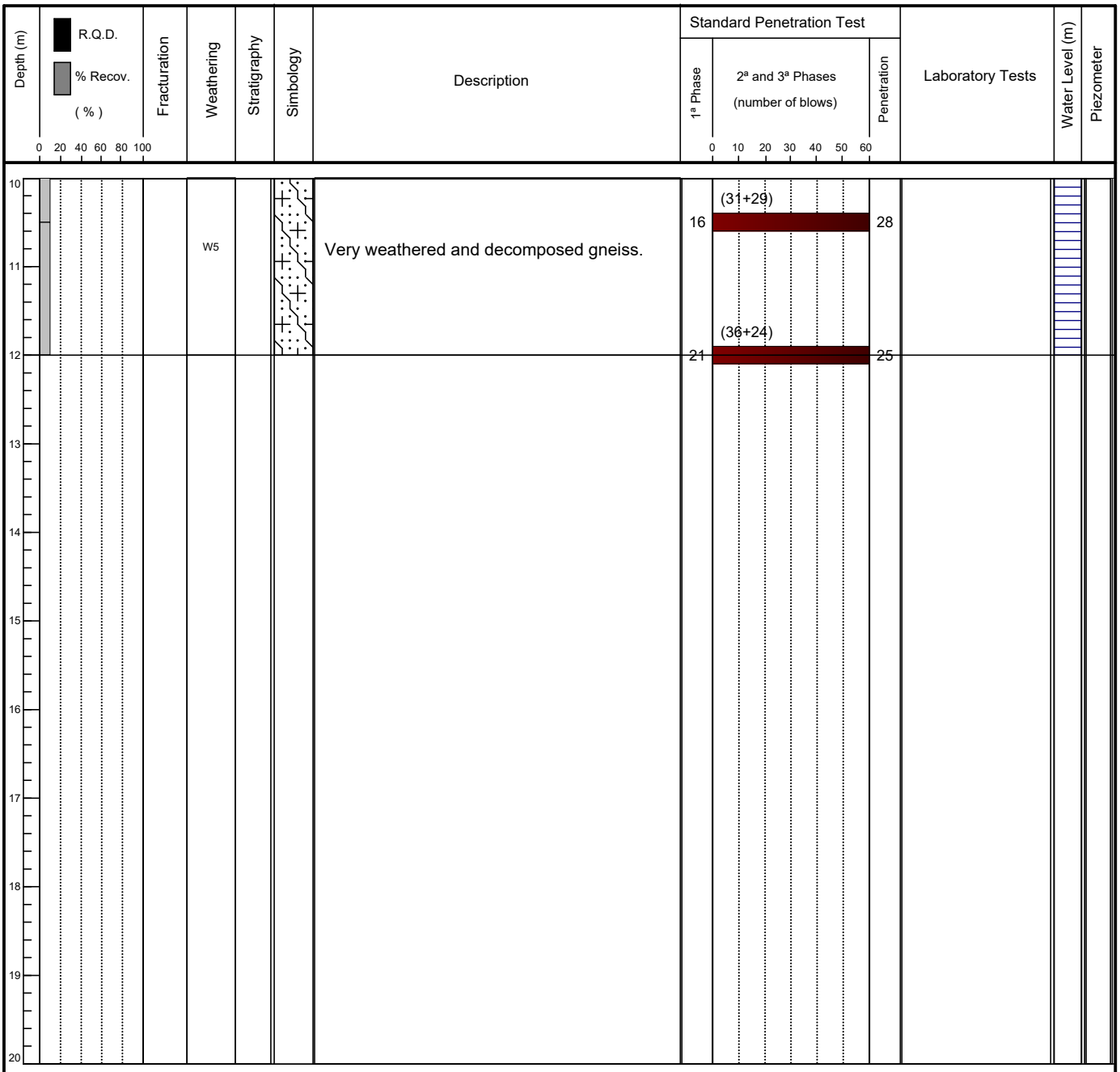
CLIENT: AFACONSULT

PROJECT: LUFTHANSA TECHNIK MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFT COMPONENTS, SANTA MARIA DA FEIRA

LOCATION: (See location map)

ELEVATION (Z,m): 102.11m
LENGHT: 12.00m
INCLINATION: 90º
COORDINATES: **M=** -38575.307 **P=** 141416.407

DIAMETER: 0.0-3.0m: 101mm
3.0-12.0m: 86mm
CASING: 0.0-12.0m: 89mm
EQUIPMENT: Mustang 4F1
TYPE: Rotação
START: 03/07/2025
FINISH: 03/07/2025



Direção de Geotecnia
Zona Industrial de Canelas
Rua da Urtigueira
4410 - 304 Canelas VNG
Telef.: 22 716 93 00
Fax: 22 716 93 02
e-mail: geotecnia@mota-engil.pt

Observations:

EXECUTED BY:	*Liliana Freitas*
VERIFIED BY:	*Nuno Oliveira*

MOTA-ENGIL
GEOTECNIA
ENGENHARIA

BOREHOLE Nº	S25
STUDY	17040.600

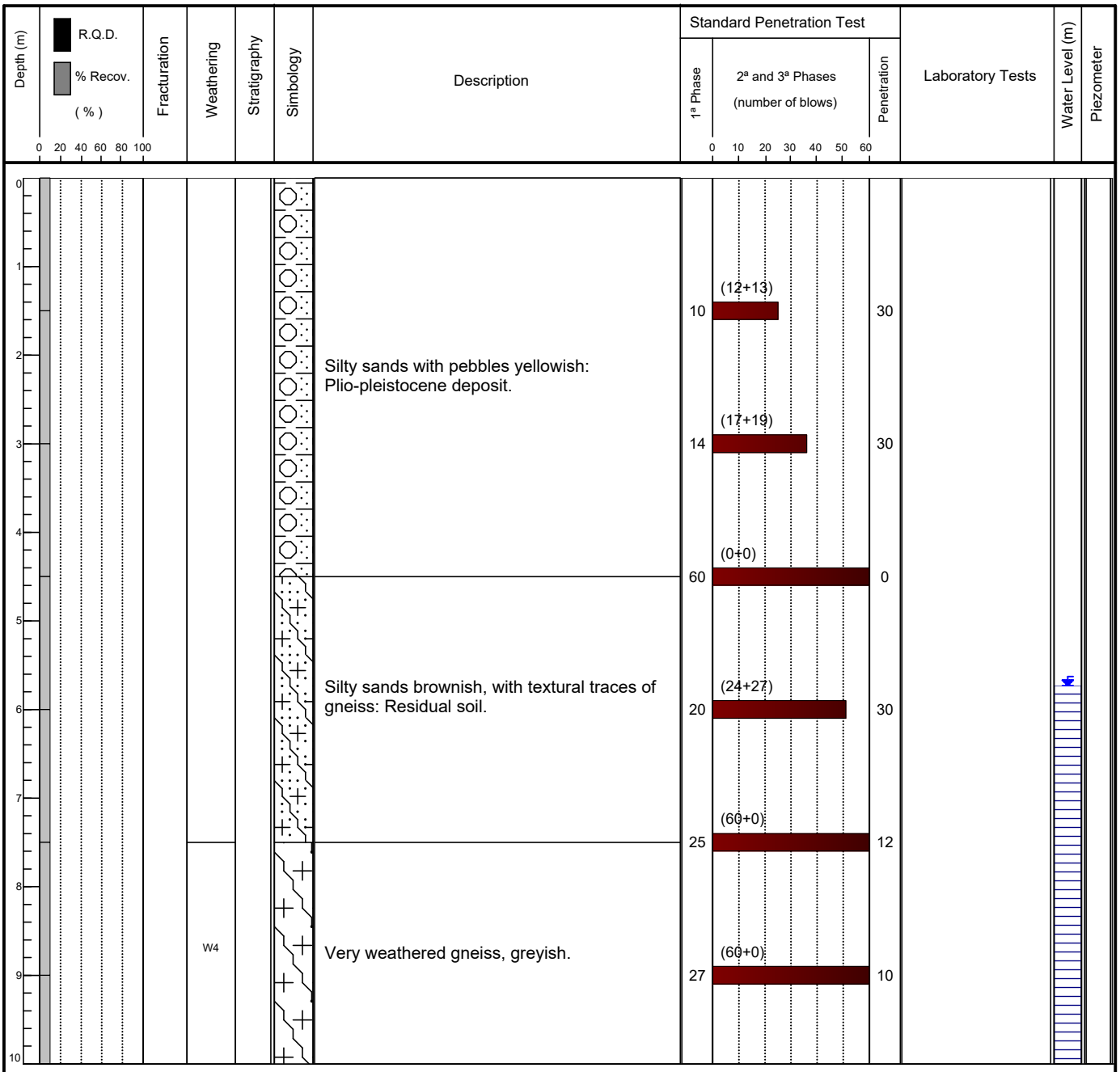
CLIENT: AFACONSULT

PROJECT: LUFTHANSA TECHNIK MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFT COMPONENTS, SANTA MARIA DA FEIRA

LOCATION: (See location map)

ELEVATION (Z,m): 104.48m
LENGHT: 10.50 m
INCLINATION: 90º
COORDINATES: M= -38581.017 P= 141453.441

DIAMETER: 0.0-4.50m: 101mm; 4.50-10.50m: 86mm
CASING: 0.0-4.50m: 113mm; 4.50-10.50m: 98mm
EQUIPMENT: Mustang 4F1
TYPE: Rotação
START: 01/07/2025
FINISH: 02/07/2025



Direção de Geotecnia
Zona Industrial de Canelas
Rua da Urtigueira
4410 - 304 Canelas VNG
Telef.: 22 716 93 00
Fax: 22 716 93 02
e-mail: geotecnia@mota-engil.pt

Observations:

EXECUTED BY:	*Liliana Freitas*
VERIFIED BY:	*Nuno Oliveira*

MOTA-ENGIL
GEOTECNIA
ENGENHARIA

BOREHOLE Nº	S25
STUDY	17040.600

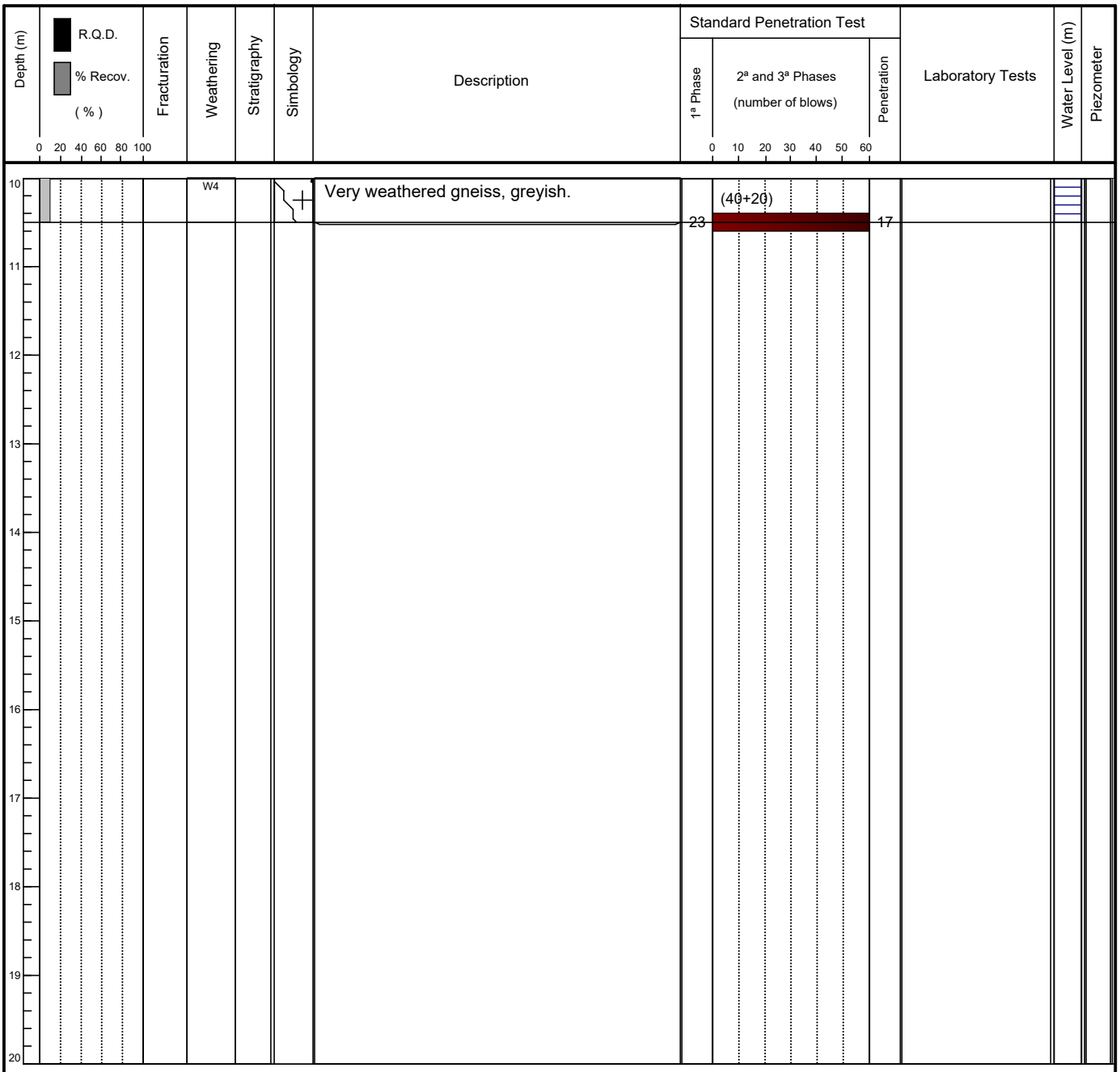
CLIENT: AFACONSULT

PROJECT: LUFTHANSA TECHNIK MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFT COMPONENTS, SANTA MARIA DA FEIRA

LOCATION: (See location map)

ELEVATION (Z,m): 104.48m
LENGHT: 10.50 m
INCLINATION: 90º
COORDINATES: **M=** -38581.017 **P=** 141453.441

DIAMETER: 0.0-4.50m: 101mm; 4.50-10.50m: 86mm
CASING: 0.0-4.50m: 113mm; 4.50-10.50m: 98mm
EQUIPMENT: Mustang 4F1
TYPE: Rotação
START: 01/07/2025
FINISH: 02/07/2025



Direção de Geotecnia
Zona Industrial de Canelas
Rua da Urtigueira
4410 - 304 Canelas VNG
Telef.: 22 716 93 00
Fax: 22 716 93 02
e-mail: geotecnia@mota-engil.pt

Observations:

EXECUTED BY:	*Liliana Freitas*
VERIFIED BY:	*Nuno Oliveira*

MOTA-ENGIL
GEOTECNIA
ENGENHARIA

BOREHOLE Nº	S26
STUDY	17040.600

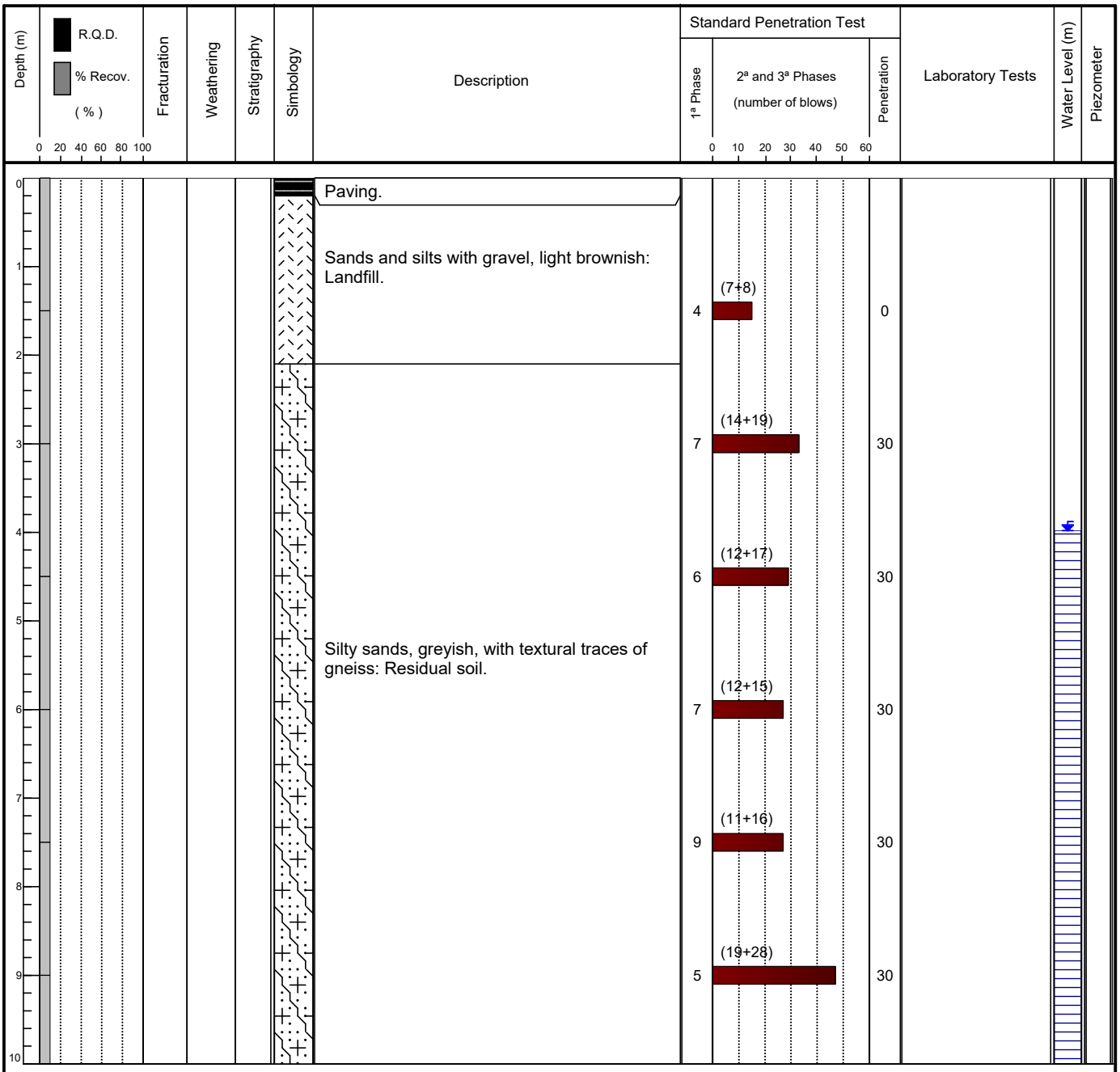
CLIENT: AFACONSULT

PROJECT: LUFTHANSA TECHNIK MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFT COMPONENTS, SANTA MARIA DA FEIRA

LOCATION: (See location map)

ELEVATION (Z,m): 104.91m
LENGHT: 15.00m
INCLINATION: 90º
COORDINATES: M= -38026.846 P= 141708.251

DIAMETER: 0.0-15.0m: 86mm
CASING: 0.0-15.0m: 98mm
EQUIPMENT: Mustang 4F1
TYPE: Rotação
START: 10/07/2025
FINISH: 10/07/2025



Direção de Geotecnia
Zona Industrial de Canelas
Rua da Urtigueira
4410 - 304 Canelas VNG
Telef.: 22 716 93 00
Fax: 22 716 93 02
e-mail: geotecnia@mota-engil.pt

The borehole is finished at 15m depth, as instructed by the designer.

EXECUTED BY:	*Liliana Freitas*
VERIFIED BY:	*Nuno Oliveira*

MOTA-ENGIL GEOTECNIA ENGENHARIA

BOREHOLE Nº	S26
STUDY	17040.600

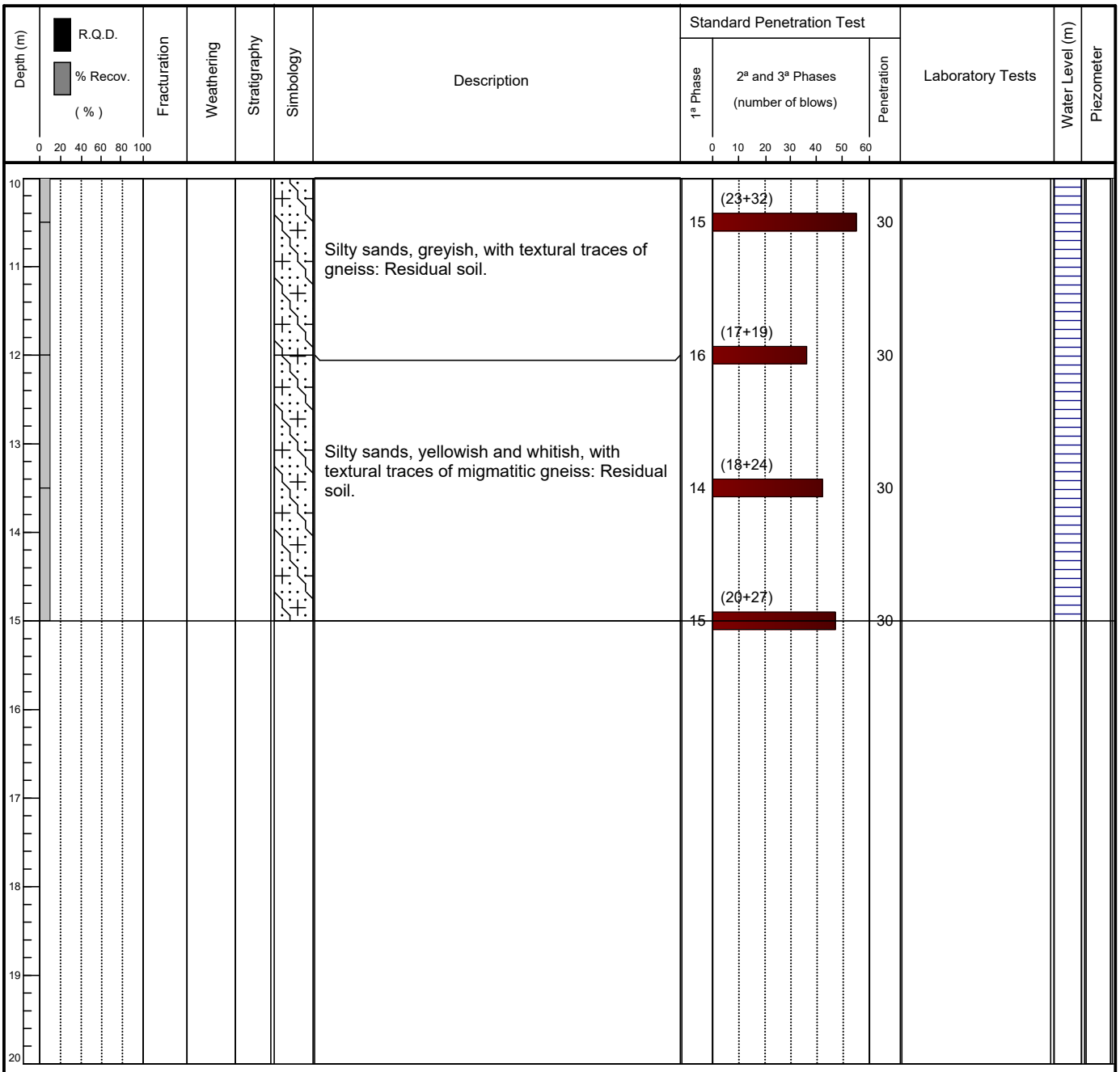
CLIENT: AFACONSULT

PROJECT: LUFTHANSA TECHNIK MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFT COMPONENTS, SANTA MARIA DA FEIRA

LOCATION: (See location map)

ELEVATION (Z,m): 104.91m
LENGHT: 15.00m
INCLINATION: 90º
COORDINATES: M= -38026.846 P= 141708.251

DIAMETER: 0.0-15.0m: 86mm **CASING:** 0.0-15.0m: 98mm **EQUIPMENT:** Mustang 4F1 **START:** 10/07/2025
TYPE: Rotação **FINISH:** 10/07/2025



Direção de Geotecnia
Zona Industrial de Canelas
Rua da Urtigueira
4410 - 304 Canelas VNG
Telef.: 22 716 93 00
Fax: 22 716 93 02
e-mail: geotecnia@mota-engil.pt

The borehole is finished at 15m depth, as instructed by the designer.

EXECUTED BY:	*Liliana Freitas*
VERIFIED BY:	*Nuno Oliveira*

BOLETINS DE CORREÇÃO DOS VALORES N_{SPT}

MOTA-ENGIL
ENGENHARIA
GEOTECNIA

ENSAIO SPT

(Correcção N_{SPT})

Entidade: Afaconsult	**Estudo**	17040.600
Projecto: Lufthansa Technikal Mro Facility for Engine Parts and Aircrafts Components	**Sondagem**	S1
Localização: (Ver planta de localização)	**Data**	09/07/2025

Profundidade de nível de água (m)	5,2
Liners (Y/N):	N

NOTA: Varas de 1,5m; comprimento total igual à profundidade mais uma vara (acima da superficie do terreno)

Ensaio nº	Prof. (m)	Diametro de furação (mm)	N_{SPT}	Penetração (cm)	Tipo de solo	Razão de Energia, ER (%)	IP	C_E	C_B	C_R	C_S	σ'_{v0} (kPa)	C_N	N_{60}	$(N_1)_{60}$
1	1,50	101	19	30	Areia	60		1,00	1,00	0,75	1,00	27,75	1,70		24
2	3,00	101	23	30	Areia	60		1,00	1,00	0,85	1,00	55,50	1,35		26
3	4,50	86	60	0	Areia	60		1,00	1,00	0,95	1,00	87,75	1,07		60
4	6,00	86	8	30	Areia	60		1,00	1,00	0,95	1,00	105,96	0,98		7
5	7,50	86	46	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	0,95	1,00	121,24	0,91		40
6	9,00	86	60	26	Areia siltosa	60		1,00	1,00	1,00	1,00	138,78	0,85		59
7	10,50	86	24	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	1,00	1,00	151,81	0,82		20
8	12,00	86	60	19	Rocha branda	60		1,00	1,00	1,00	1,00	170,10	0,77	60	
9	13,50	86	60	10	Rocha branda	60		1,00	1,00	1,00	1,00	188,38	0,73	60	
10	15,00	86	60	0	Rocha franca	60		1,00	1,00	1,00	1,00	208,17	0,70	60	
11															
12															
13															
14															
15															
16															
17															
18															
19															
20															

Observações:

Realizado: João Branco

MOTA-ENGIL
ENGENHARIA
GEOTECNIA

ENSAIO SPT

(Correcção N_{SPT})

Entidade: Afaconsult	**Estudo**	17040.600
Projecto: Lufthansa Technikal Mro Facility for Engine Parts and Aircrafts Components	**Sondagem**	S2
Localização: (Ver planta de localização)	**Data**	30/06/2025

Profundidade de nível de água (m)	5,3
Liners (Y/N):	N

NOTA: Varas de 1,5m; comprimento total igual à profundidade mais uma vara (acima da superficie do terreno)

Ensaio nº	Prof. (m)	Diametro de furação (mm)	N_{SPT}	Penetração (cm)	Tipo de solo	Razão de Energia, ER (%)	IP	C_E	C_B	C_R	C_S	σ'_{v0} (kPa)	C_N	N_{60}	$(N_1)_{60}$
1	1,50	101	9	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	0,75	1,00	26,25	1,70		11
2	3,00	101	18	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	0,85	1,00	54,00	1,37		21
3	4,50	86	35	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	0,95	1,00	84,00	1,10		36
4	6,00	86	60	10	Rocha branda	60		1,00	1,00	0,95	1,00	110,13	0,96	60	
5	7,50	86	60	8	Rocha branda	60		1,00	1,00	0,95	1,00	129,92	0,88	60	
6	9,00	86	60	15	Rocha branda	60		1,00	1,00	1,00	1,00	148,20	0,83	60	
7															
8															
9															
10															
11															
12															
13															
14															
15															
16															
17															
18															
19															
20															

Observações:

Realizado: João Branco

MOTA-ENGIL
ENGENHARIA
GEOTECNIA

ENSAIO SPT

(Correcção N_{SPT})

Entidade: Afaconsult	**Estudo**	17040.600
Projecto: Lufthansa Technikal Mro Facility for Engine Parts and Aircrafts Components	**Sondagem**	S3
Localização: (Ver planta de localização)	**Data**	08/07/2025

Profundidade de nível de água (m)	4,8
Liners (Y/N):	N

NOTA: Varas de 1,5m; comprimento total igual à profundidade mais uma vara (acima da superficie do terreno)

Ensaio nº	Prof. (m)	Diametro de furação (mm)	N_{SPT}	Penetração (cm)	Tipo de solo	Razão de Energia, ER (%)	IP	C_E	C_B	C_R	C_S	σ'_{v0} (kPa)	C_N	N_{60}	$(N_1)_{60}$
1	1,50	86	24	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	0,75	1,00	27,75	1,70		31
2	3,00	86	23	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	0,85	1,00	55,50	1,35		26
3	4,50	86	22	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	0,95	1,00	83,25	1,10		23
4	6,00	86	22	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	0,95	1,00	98,74	1,01		21
5	7,50	86	18	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	0,95	1,00	111,77	0,95		16
6	9,00	86	18	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	1,00	1,00	124,81	0,90		16
7	10,50	86	33	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	1,00	1,00	140,09	0,85		28
8	12,00	86	60	20	Rocha branda	60		1,00	1,00	1,00	1,00	156,88	0,80	60	
9	13,50	86	60	21	Rocha branda	60		1,00	1,00	1,00	1,00	173,66	0,76	60	
10	15,00	86	60	18	Rocha branda	60		1,00	1,00	1,00	1,00	191,95	0,73	60	
11															
12															
13															
14															
15															
16															
17															
18															
19															
20															

Observações:

Realizado: João Branco

MOTA-ENGIL
ENGENHARIA
GEOTECNIA

ENSAIO SPT

(Correcção N_{SPT})

Entidade: Afaconsult	**Estudo**	17040.600
Projecto: Lufthansa Technikal Mro Facility for Engine Parts and Aircrafts Components	**Sondagem**	S4
Localização: (Ver planta de localização)	**Data**	25/06/2025

Profundidade de nível de água (m)	3,1
Liners (Y/N):	N

NOTA: Varas de 1,5m; comprimento total igual à profundidade mais uma vara (acima da superficie do terreno)

Ensaio nº	Prof. (m)	Diametro de furação (mm)	N_{SPT}	Penetração (cm)	Tipo de solo	Razão de Energia, ER (%)	IP	C_E	C_B	C_R	C_S	σ'_{v0} (kPa)	C_N	N_{60}	$(N_1)_{60}$
1	1,50	101	10	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	0,75	1,00	26,25	1,70		13
2	3,00	101	16	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	0,85	1,00	54,00	1,37		19
3	4,50	101	14	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	0,95	1,00	68,21	1,22		16
4	6,00	101	6	30	Argila siltosa	60	Médio	1,00	1,00	0,95	1,00	78,25	1,14	6	
5	7,50	86	14	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	0,95	1,00	91,28	1,05		14
6	9,00	86	27	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	1,00	1,00	104,32	0,98		27
7	10,50	86	40	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	1,00	1,00	119,60	0,92		37
8	12,00	86	49	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	1,00	1,00	134,89	0,87		42
9	13,50	86	38	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	1,00	1,00	150,17	0,82		31
10	15,00	86	45	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	1,00	1,00	165,46	0,78		35
11	16,50	86	48	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	1,00	1,00	180,74	0,75		36
12	18,00	86	60	0	Rocha franca	60		1,00	1,00	1,00	1,00	200,53	0,71	60	
13															
14															
15															
16															
17															
18															
19															
20															

Observações:

Realizado: João Branco

MOTA-ENGIL
ENGENHARIA
GEOTECNIA

ENSAIO SPT

(Correcção N_{SPT})

Entidade: Afaconsult	**Estudo**	17040.600
Projecto: Lufthansa Technikal Mro Facility for Engine Parts and Aircrafts Components	**Sondagem**	S5
Localização: (Ver planta de localização)	**Data**	03/07/2025

Profundidade de nível de água (m)	2,1
Liners (Y/N):	N

NOTA: Varas de 1,5m; comprimento total igual à profundidade mais uma vara (acima da superficie do terreno)

Ensaio nº	Prof. (m)	Diametro de furação (mm)	N_{SPT}	Penetração (cm)	Tipo de solo	Razão de Energia, ER (%)	IP	C_E	C_B	C_R	C_S	σ'_{v0} (kPa)	C_N	N_{60}	$(N_1)_{60}$
1	1,50	86	23	30	Argila siltosa	60	Médio	1,00	1,00	0,75	1,00	27,75	1,70	17	
2	3,00	86	60	15	Rocha branda	60		1,00	1,00	0,85	1,00	52,31	1,39	60	
3	4,50	86	60	13	Rocha branda	60		1,00	1,00	0,95	1,00	70,60	1,20	60	
4	6,00	86	60	15	Rocha branda	60	Médio	1,00	1,00	0,95	1,00	88,88	1,07	60	
5	7,50	86	60	10	Rocha branda	60		1,00	1,00	0,95	1,00	107,17	0,97	60	
6	9,00	86	19	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	1,00	1,00	120,20	0,92		17
7	10,50	86	60	14	Rocha branda	60		1,00	1,00	1,00	1,00	138,49	0,85	60	
8	12,00	86	60	0	Rocha franca	60		1,00	1,00	1,00	1,00	158,27	0,80	60	
9	13,50	86	60	0	Rocha franca	60		1,00	1,00	1,00	1,00	178,06	0,75	60	
10															
11															
12															
13															
14															
15															
16															
17															
18															
19															
20															

Observações:

Realizado: João Branco

MOTA-ENGIL
ENGENHARIA
GEOTECNIA

ENSAIO SPT

(Correcção N_{SPT})

Entidade: Afaconsult	**Estudo**	17040.600
Projecto: Lufthansa Technikal Mro Facility for Engine Parts and Aircrafts Components	**Sondagem**	S6
Localização: (Ver planta de localização)	**Data**	26/06/2025

Profundidade de nível de água (m)	3,6
Liners (Y/N):	N

NOTA: Varas de 1,5m; comprimento total igual à profundidade mais uma vara (acima da superficie do terreno)

Ensaio nº	Prof. (m)	Diametro de furação (mm)	N_{SPT}	Penetração (cm)	Tipo de solo	Razão de Energia, ER (%)	IP	C_E	C_B	C_R	C_S	σ'_{v0} (kPa)	C_N	N_{60}	$(N_1)_{60}$
1	1,50	86	9	30	Areia siltosa	60	Médio	1,00	1,00	0,75	1,00	26,25	1,70		11
2	3,00	86	11	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	0,85	1,00	54,00	1,37		13
3	4,50	86	54	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	0,95	1,00	75,47	1,16		59
4	6,00	86	60	13	Rocha branda	60	Médio	1,00	1,00	0,95	1,00	93,75	1,04	60	
5	7,50	86	29	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	0,95	1,00	106,79	0,97		27
6	9,00	86	60	15	Rocha branda	60		1,00	1,00	1,00	1,00	125,07	0,90	60	
7	10,50	86	60	14	Rocha branda	60		1,00	1,00	1,00	1,00	143,36	0,84	60	
8	12,00	86	60	10	Rocha branda	60		1,00	1,00	1,00	1,00	161,64	0,79	60	
9															
10															
11															
12															
13															
14															
15															
16															
17															
18															
19															
20															

Observações:

Realizado: João Branco

MOTA-ENGIL
ENGENHARIA
GEOTECNIA

ENSAIO SPT

(Correcção N_{SPT})

Entidade: Afaconsult	**Estudo**	17040.600
Projecto: Lufthansa Technikal Mro Facility for Engine Parts and Aircrafts Components	**Sondagem**	S7
Localização: (Ver planta de localização)	**Data**	07/07/2025

Profundidade de nível de água (m)	3,6
Liners (Y/N):	N

NOTA: Varas de 1,5m; comprimento total igual à profundidade mais uma vara (acima da superficie do terreno)

Ensaio nº	Prof. (m)	Diametro de furação (mm)	N_{SPT}	Penetração (cm)	Tipo de solo	Razão de Energia, ER (%)	IP	C_E	C_B	C_R	C_S	σ'_{v0} (kPa)	C_N	N_{60}	$(N_1)_{60}$
1	1,50	86	21	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	0,75	1,00	27,75	1,70		27
2	3,00	86	43	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	0,85	1,00	57,75	1,32		48
3	4,50	86	32	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	0,95	1,00	79,22	1,13		34
4	6,00	86	23	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	0,95	1,00	92,25	1,05		23
5	7,50	86	24	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	0,95	1,00	105,29	0,98		22
6	9,00	86	29	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	1,00	1,00	118,32	0,92		27
7	10,50	86	43	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	1,00	1,00	133,61	0,87		37
8	12,00	86	60	21	Rocha branda	60		1,00	1,00	1,00	1,00	150,39	0,82	60	
9	13,50	86	51	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	1,00	1,00	165,68	0,78		40
10	15,00	86	60	19	Rocha branda	60		1,00	1,00	1,00	1,00	183,96	0,74	60	
11	16,50	86	25	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	1,00	1,00	197,00	0,72		18
12	18,00	86	60	20	Rocha branda	60		1,00	1,00	1,00	1,00	213,78	0,69	60	
13	19,50	86	60	18	Rocha branda	60		1,00	1,00	1,00	1,00	232,07	0,66	60	
14	21,00	86	60	25	Rocha branda	60		1,00	1,00	1,00	1,00	248,85	0,64	60	
15															
16															
17															
18															
19															
20															

Observações:

Realizado: João Branco

MOTA-ENGIL
ENGENHARIA
GEOTECNIA

ENSAIO SPT

(Correcção N_{SPT})

Entidade: Afaconsult	**Estudo**	17040.600
Projecto: Lufthansa Technikal Mro Facility for Engine Parts and Aircrafts Components	**Sondagem**	S8
Localização: (Ver planta de localização)	**Data**	30/06/2025

Profundidade de nível de água (m)	5,4
Liners (Y/N):	N

NOTA: Varas de 1,5m; comprimento total igual à profundidade mais uma vara (acima da superficie do terreno)

Ensaio nº	Prof. (m)	Diametro de furação (mm)	N_{SPT}	Penetração (cm)	Tipo de solo	Razão de Energia, ER (%)	IP	C_E	C_B	C_R	C_S	σ'_{v0} (kPa)	C_N	N_{60}	$(N_1)_{60}$
1	1,50	86	18	30	Areia	60		1,00	1,00	0,75	1,00	27,75	1,70		23
2	3,00	86	23	30	Areia	60		1,00	1,00	0,85	1,00	55,50	1,35		26
3	4,50	86	46	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	0,95	1,00	85,50	1,09		47
4	6,00	86	60	13	Rocha branda	60		1,00	1,00	0,95	1,00	112,42	0,95	60	
5	7,50	86	60	11	Rocha branda	60		1,00	1,00	0,95	1,00	130,70	0,88	60	
6	9,00	86	60	11	Rocha branda	60		1,00	1,00	1,00	1,00	148,99	0,82	60	
7															
8															
9															
10															
11															
12															
13															
14															
15															
16															
17															
18															
19															
20															

Observações:

Realizado: João Branco

MOTA-ENGIL
ENGENHARIA
GEOTECNIA

ENSAIO SPT

(Correcção N_{SPT})

Entidade: Afaconsult	**Estudo**	17040.600
Projecto: Lufthansa Technikal Mro Facility for Engine Parts and Aircrafts Components	**Sondagem**	S9
Localização: (Ver planta de localização)	**Data**	17/06/2025

Profundidade de nível de água (m)	--
Liners (Y/N):	N

NOTA: Varas de 1,5m; comprimento total igual à profundidade mais uma vara (acima da superficie do terreno)

Ensaio nº	Prof. (m)	Diametro de furação (mm)	N_{SPT}	Penetração (cm)	Tipo de solo	Razão de Energia, ER (%)	IP	C_E	C_B	C_R	C_S	σ'_{v0} (kPa)	C_N	N_{60}	$(N_1)_{60}$
1	1,50	86	23	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	0,75	1,00	27,75	1,70		29
2	3,00	86	60	26	Rocha branda	60		1,00	1,00	0,85	1,00	59,25	1,31	59	
3	4,50	86	60	17	Rocha branda	60		1,00	1,00	0,95	1,00	92,25	1,05	60	
4	6,00	86	60	13	Rocha branda	60		1,00	1,00	0,95	1,00	125,25	0,90	60	
5	7,50	86	60	18	Rocha branda	60		1,00	1,00	0,95	1,00	158,25	0,80	60	
6	9,00	86	60	8	Rocha branda	60		1,00	1,00	1,00	1,00	192,75	0,72	60	
7															
8															
9															
10															
11															
12															
13															
14															
15															
16															
17															
18															
19															
20															

Observações:

Realizado: João Branco

MOTA-ENGIL
ENGENHARIA
GEOTECNIA

ENSAIO SPT

(Correcção N_{SPT})

Entidade: Afaconsult	**Estudo**	17040.600
Projecto: Lufthansa Technikal Mro Facility for Engine Parts and Aircrafts Components	**Sondagem**	S10
Localização: (Ver planta de localização)	**Data**	29/05/2025

Profundidade de nível de água (m)	5,8
Liners (Y/N):	N

NOTA: Varas de 1,5m; comprimento total igual à profundidade mais uma vara (acima da superficie do terreno)

Ensaio nº	Prof. (m)	Diametro de furação (mm)	N_{SPT}	Penetração (cm)	Tipo de solo	Razão de Energia, ER (%)	IP	C_E	C_B	C_R	C_S	σ'_{v0} (kPa)	C_N	N_{60}	$(N_1)_{60}$
1	1,50	86	55	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	0,75	1,00	30,00	1,70		60
2	3,00	86	60	15	Rocha branda	60		1,00	1,00	0,85	1,00	63,00	1,27	60	
3	4,50	86	58	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	0,95	1,00	93,00	1,04		57
4	6,00	86	54	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	0,95	1,00	121,04	0,91		47
5	7,50	86	51	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	0,95	1,00	136,32	0,86		42
6	9,00	86	60	24	Rocha branda	60		1,00	1,00	1,00	1,00	153,11	0,81	60	
7	10,50	86	45	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	1,00	1,00	168,39	0,77		35
8	12,00	86	49	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	1,00	1,00	183,68	0,74		36
9	13,50	86	39	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	1,00	1,00	198,96	0,71		28
10	15,00	86	45	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	1,00	1,00	214,25	0,69		31
11	16,50	86	49	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	1,00	1,00	229,53	0,66		33
12	18,00	86	56	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	1,00	1,00	244,82	0,64		36
13	19,50	86	60	25	Rocha branda	60		1,00	1,00	1,00	1,00	261,60	0,62	60	
14	21,00	86	60	27	Rocha branda	60		1,00	1,00	1,00	1,00	278,39	0,60	60	
15	22,50	86	60	24	Rocha branda	60		1,00	1,00	1,00	1,00	295,17	0,58	60	
16															
17															
18															
19															
20															

Observações:

Realizado: João Branco

MOTA-ENGIL
ENGENHARIA
GEOTECNIA

ENSAIO SPT

(Correcção N_{SPT})

Entidade: Afaconsult	**Estudo**	17040.600
Projecto: Lufthansa Technikal Mro Facility for Engine Parts and Aircrafts Components	**Sondagem**	S11
Localização: (Ver planta de localização)	**Data**	27/05/2025

Profundidade de nível de água (m)	--
Liners (Y/N):	N

NOTA: Varas de 1,5m; comprimento total igual à profundidade mais uma vara (acima da superficie do terreno)

Ensaio nº	Prof. (m)	Diametro de furação (mm)	N_{SPT}	Penetração (cm)	Tipo de solo	Razão de Energia, ER (%)	IP	C_E	C_B	C_R	C_S	σ'_{v0} (kPa)	C_N	N_{60}	$(N_1)_{60}$
1	1,50	86	11	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	0,75	1,00	27,75	1,70		14
2	3,00	86	11	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	0,85	1,00	55,50	1,35		13
3	4,50	86	22	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	0,95	1,00	83,25	1,10		23
4	6,00	86	37	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	0,95	1,00	113,25	0,94		33
5	7,50	86	33	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	0,95	1,00	143,25	0,84		26
6	9,00	86	38	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	1,00	1,00	173,25	0,76		29
7	10,50	86	46	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	1,00	1,00	203,25	0,70		32
8	12,00	86	49	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	1,00	1,00	233,25	0,66		32
9	13,50	86	45	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	1,00	1,00	263,25	0,62		28
10	15,00	86	53	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	1,00	1,00	293,25	0,59		31
11	16,50	86	51	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	1,00	1,00	323,25	0,56		29
12	18,00	86	57	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	1,00	1,00	353,25	0,53		30
13	19,50	86	59	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	1,00	1,00	383,25	0,51		30
14	21,00	86	60	13	Rocha branda	60		1,00	1,00	1,00	1,00	416,25	0,49	60	
15	22,50	86	60	7	Rocha franca	60		1,00	1,00	1,00	1,00	450,75	0,47	60	
16	24,00	86	60	0	Rocha franca	60		1,00	1,00	1,00	1,00	485,25	0,46	60	
17															
18															
19															
20															

Observações:

Realizado: João Branco

MOTA-ENGIL
ENGENHARIA
GEOTECNIA

ENSAIO SPT

(Correcção N_{SPT})

Entidade: Afaconsult	**Estudo**	17040.600
Projecto: Lufthansa Technikal Mro Facility for Engine Parts and Aircrafts Components	**Sondagem**	S12
Localização: (Ver planta de localização)	**Data**	16/06/2025

Profundidade de nível de água (m)	6,5
Liners (Y/N):	N

NOTA: Varas de 1,5m; comprimento total igual à profundidade mais uma vara (acima da superficie do terreno)

Ensaio nº	Prof. (m)	Diametro de furação (mm)	N_{SPT}	Penetração (cm)	Tipo de solo	Razão de Energia, ER (%)	IP	C_E	C_B	C_R	C_S	σ'_{v0} (kPa)	C_N	N_{60}	$(N_1)_{60}$
1	1,50	86	22	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	0,75	1,00	27,75	1,70		28
2	3,00	86	26	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	0,85	1,00	55,50	1,35		30
3	4,50	86	22	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	0,95	1,00	83,25	1,10		23
4	6,00	86	54	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	0,95	1,00	113,25	0,94		48
5	7,50	86	54	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	0,95	1,00	133,44	0,87		45
6	9,00	86	60	14	Rocha branda	60		1,00	1,00	1,00	1,00	151,73	0,82	60	
7	10,50	86	60	12	Rocha branda	60		1,00	1,00	1,00	1,00	170,01	0,77	60	
8	12,00	86	28	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	1,00	1,00	183,05	0,74		21
9	13,50	86	42	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	1,00	1,00	198,33	0,71		30
10	15,00	86	60	21	Rocha branda	60		1,00	1,00	1,00	1,00	215,12	0,69	60	
11	16,50	86	60	12	Rocha branda	60		1,00	1,00	1,00	1,00	233,40	0,66	60	
12	18,00	86	60	17	Rocha branda	60		1,00	1,00	1,00	1,00	251,69	0,63	60	
13															
14															
15															
16															
17															
18															
19															
20															

Observações:

Realizado: João Branco

MOTA-ENGIL
ENGENHARIA
GEOTECNIA

ENSAIO SPT

(Correcção N_{SPT})

Entidade: Afaconsult	**Estudo**	17040.600
Projecto: Lufthansa Technikal Mro Facility for Engine Parts and Aircrafts Components	**Sondagem**	S13
Localização: (Ver planta de localização)	**Data**	12/06/2025

Profundidade de nível de água (m)	6,1
Liners (Y/N):	N

NOTA: Varas de 1,5m; comprimento total igual à profundidade mais uma vara (acima da superficie do terreno)

Ensaio nº	Prof. (m)	Diametro de furação (mm)	N_{SPT}	Penetração (cm)	Tipo de solo	Razão de Energia, ER (%)	IP	C_E	C_B	C_R	C_S	σ'_{v0} (kPa)	C_N	N_{60}	$(N_1)_{60}$
1	1,50	86	15	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	0,75	1,00	27,75	1,70		19
2	3,00	86	14	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	0,85	1,00	55,50	1,35		16
3	4,50	86	18	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	0,95	1,00	83,25	1,10		19
4	6,00	86	41	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	0,95	1,00	113,25	0,94		37
5	7,50	86	41	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	0,95	1,00	129,52	0,88		34
6	9,00	86	47	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	1,00	1,00	144,80	0,84		39
7	10,50	86	60	15	Rocha branda	60		1,00	1,00	1,00	1,00	163,09	0,79	60	
8	12,00	86	60	14	Rocha branda	60		1,00	1,00	1,00	1,00	181,37	0,75	60	
9	13,50	86	60	14	Rocha branda	60		1,00	1,00	1,00	1,00	199,66	0,71	60	
10															
11															
12															
13															
14															
15															
16															
17															
18															
19															
20															

Observações:

Realizado: João Branco

MOTA-ENGIL
ENGENHARIA
GEOTECNIA

ENSAIO SPT

(Correcção N_{SPT})

Entidade: Afaconsult	**Estudo**	17040.600
Projecto: Lufthansa Technikal Mro Facility for Engine Parts and Aircrafts Components	**Sondagem**	S14
Localização: (Ver planta de localização)	**Data**	04/06/2025

Profundidade de nível de água (m)	7,2
Liners (Y/N):	N

NOTA: Varas de 1,5m; comprimento total igual à profundidade mais uma vara (acima da superficie do terreno)

Ensaio nº	Prof. (m)	Diametro de furação (mm)	N_{SPT}	Penetração (cm)	Tipo de solo	Razão de Energia, ER (%)	IP	C_E	C_B	C_R	C_S	σ'_{v0} (kPa)	C_N	N_{60}	$(N_1)_{60}$
1	1,50	86	23	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	0,75	1,00	27,75	1,70		29
2	3,00	86	29	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	0,85	1,00	55,50	1,35		33
3	4,50	86	54	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	0,95	1,00	85,50	1,09		56
4	6,00	86	60	12	Rocha branda	60		1,00	1,00	0,95	1,00	118,50	0,92	60	
5	7,50	86	60	6	Rocha branda	60		1,00	1,00	0,95	1,00	150,06	0,82	60	
6	9,00	86	36	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	1,00	1,00	165,34	0,78		28
7	10,50	86	41	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	1,00	1,00	180,63	0,75		31
8	12,00	86	60	12	Rocha branda	60		1,00	1,00	1,00	1,00	198,91	0,71	60	
9	13,50	86	60	6	Rocha branda	60		1,00	1,00	1,00	1,00	218,70	0,68	60	
10	15,00	86	60	17	Rocha branda	60		1,00	1,00	1,00	1,00	236,98	0,65	60	
11															
12															
13															
14															
15															
16															
17															
18															
19															
20															

Observações:

Realizado: João Branco

MOTA-ENGIL
ENGENHARIA
GEOTECNIA

ENSAIO SPT

(Correcção N_{SPT})

Entidade: Afaconsult	**Estudo**	17040.600
Projecto: Lufthansa Technikal Mro Facility for Engine Parts and Aircrafts Components	**Sondagem**	S15
Localização: (Ver planta de localização)	**Data**	03/06/2025

Profundidade de nível de água (m)	3,7
Liners (Y/N):	N

NOTA: Varas de 1,5m; comprimento total igual à profundidade mais uma vara (acima da superficie do terreno)

Ensaio nº	Prof. (m)	Diametro de furação (mm)	N_{SPT}	Penetração (cm)	Tipo de solo	Razão de Energia, ER (%)	IP	C_E	C_B	C_R	C_S	σ'_{v0} (kPa)	C_N	N_{60}	$(N_1)_{60}$
1	1,50	86	18	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	0,75	1,00	27,75	1,70		23
2	3,00	86	19	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	0,85	1,00	55,50	1,35		22
3	4,50	86	21	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	0,95	1,00	74,91	1,16		23
4	6,00	86	24	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	0,95	1,00	87,95	1,07		24
5	7,50	86	32	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	0,95	1,00	103,23	0,99		30
6	9,00	86	32	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	1,00	1,00	118,52	0,92		30
7	10,50	86	35	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	1,00	1,00	133,80	0,87		30
8	12,00	86	34	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	1,00	1,00	149,09	0,82		28
9	13,50	86	40	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	1,00	1,00	164,37	0,78		31
10	15,00	86	42	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	1,00	1,00	179,66	0,75		31
11	16,50	86	43	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	1,00	1,00	194,94	0,72		31
12	18,00	86	43	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	1,00	1,00	210,23	0,69		30
13	19,50	86	54	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	1,00	1,00	225,51	0,67		36
14	21,00	86	60	27	Rocha branda	60		1,00	1,00	1,00	1,00	242,30	0,65	60	
15	22,50	86	60	27	Rocha branda	60		1,00	1,00	1,00	1,00	259,08	0,62	60	
16	24,00	86	60	24	Rocha branda	60		1,00	1,00	1,00	1,00	275,87	0,61	60	
17															
18															
19															
20															

Observações:

Realizado: João Branco

MOTA-ENGIL
ENGENHARIA
GEOTECNIA

ENSAIO SPT

(Correcção N_{SPT})

Entidade: Afaconsult	**Estudo**	17040.600
Projecto: Lufthansa Technikal Mro Facility for Engine Parts and Aircrafts Components	**Sondagem**	S16
Localização: (Ver planta de localização)	**Data**	18/06/2025

Profundidade de nível de água (m)	7,8
Liners (Y/N):	N

NOTA: Varas de 1,5m; comprimento total igual à profundidade mais uma vara (acima da superficie do terreno)

Ensaio nº	Prof. (m)	Diametro de furação (mm)	N_{SPT}	Penetração (cm)	Tipo de solo	Razão de Energia, ER (%)	IP	C_E	C_B	C_R	C_S	σ'_{v0} (kPa)	C_N	N_{60}	$(N_1)_{60}$
1	1,50	86	8	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	0,75	1,00	26,25	1,70		10
2	3,00	86	13	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	0,85	1,00	54,00	1,37		15
3	4,50	86	18	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	0,95	1,00	81,75	1,11		19
4	6,00	86	15	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	0,95	1,00	109,50	0,96		14
5	7,50	86	23	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	0,95	1,00	137,25	0,86		19
6	9,00	86	26	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	1,00	1,00	153,23	0,81		21
7	10,50	86	44	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	1,00	1,00	168,51	0,77		34
8	12,00	86	44	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	1,00	1,00	183,80	0,74		33
9	13,50	86	20	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	1,00	1,00	196,83	0,72		14
10	15,00	86	24	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	1,00	1,00	209,87	0,69		17
11	16,50	86	37	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	1,00	1,00	225,15	0,67		25
12	18,00	86	60	21	Rocha branda	60		1,00	1,00	1,00	1,00	241,94	0,65	60	
13	19,50	86	60	13	Rocha branda	60		1,00	1,00	1,00	1,00	260,22	0,62	60	
14	21,00	86	60	0	Rocha franca	60		1,00	1,00	1,00	1,00	280,01	0,60	60	
15															
16															
17															
18															
19															
20															

Observações:

Realizado: João Branco

MOTA-ENGIL
ENGENHARIA
GEOTECNIA

ENSAIO SPT

(Correcção N_{SPT})

Entidade: Afaconsult	**Estudo**	17040.600
Projecto: Lufthansa Technikal Mro Facility for Engine Parts and Aircrafts Components	**Sondagem**	S17
Localização: (Ver planta de localização)	**Data**	19/06/2025

Profundidade de nível de água (m)	4,2
Liners (Y/N):	N

NOTA: Varas de 1,5m; comprimento total igual à profundidade mais uma vara (acima da superficie do terreno)

Ensaio nº	Prof. (m)	Diametro de furação (mm)	N_{SPT}	Penetração (cm)	Tipo de solo	Razão de Energia, ER (%)	IP	C_E	C_B	C_R	C_S	σ'_{v0} (kPa)	C_N	N_{60}	$(N_1)_{60}$
1	1,50	86	9	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	0,75	1,00	26,25	1,70		11
2	3,00	86	8	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	0,85	1,00	52,50	1,39		9
3	4,50	86	60	0	Rocha franca	60		1,00	1,00	0,95	1,00	84,06	1,10	60	
4	6,00	86	33	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	0,95	1,00	99,34	1,01		32
5	7,50	86	43	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	0,95	1,00	114,63	0,94		38
6	9,00	86	60	12	Rocha branda	60		1,00	1,00	1,00	1,00	132,91	0,87	60	
7	10,50	86	60	13	Rocha branda	60		1,00	1,00	1,00	1,00	151,20	0,82	60	
8	12,00	86	60	13	Rocha branda	60		1,00	1,00	1,00	1,00	169,48	0,77	60	
9															
10															
11															
12															
13															
14															
15															
16															
17															
18															
19															
20															

Observações:

Realizado: João Branco

MOTA-ENGIL
ENGENHARIA
GEOTECNIA

ENSAIO SPT

(Correcção N_{SPT})

Entidade: Afaconsult	**Estudo**	17040.600
Projecto: Lufthansa Technikal Mro Facility for Engine Parts and Aircrafts Components	**Sondagem**	S18
Localização: (Ver planta de localização)	**Data**	23/06/2025

Profundidade de nível de água (m)	5,3
Liners (Y/N):	N

NOTA: Varas de 1,5m; comprimento total igual à profundidade mais uma vara (acima da superficie do terreno)

Ensaio nº	Prof. (m)	Diametro de furação (mm)	N_{SPT}	Penetração (cm)	Tipo de solo	Razão de Energia, ER (%)	IP	C_E	C_B	C_R	C_S	σ'_{v0} (kPa)	C_N	N_{60}	$(N_1)_{60}$
1	1,50	86	18	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	0,75	1,00	27,75	1,70		23
2	3,00	86	21	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	0,85	1,00	55,50	1,35		24
3	4,50	86	33	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	0,95	1,00	85,50	1,09		34
4	6,00	86	39	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	0,95	1,00	108,63	0,96		36
5	7,50	86	48	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	0,95	1,00	123,92	0,90		41
6	9,00	86	60	30	Rocha branda	60		1,00	1,00	1,00	1,00	140,70	0,85	60	
7	10,50	86	60	13	Rocha branda	60		1,00	1,00	1,00	1,00	158,99	0,80	60	
8	12,00	86	60	11	Rocha branda	60		1,00	1,00	1,00	1,00	177,27	0,75	60	
9															
10															
11															
12															
13															
14															
15															
16															
17															
18															
19															
20															

Observações:

Realizado: João Branco

MOTA-ENGIL
ENGENHARIA
GEOTECNIA

ENSAIO SPT

(Correcção N_{SPT})

Entidade: Afaconsult	**Estudo**	17040.600
Projecto: Lufthansa Technikal Mro Facility for Engine Parts and Aircrafts Components	**Sondagem**	S19
Localização: (Ver planta de localização)	**Data**	18/06/2025

Profundidade de nível de água (m)	7,6
Liners (Y/N):	N

NOTA: Varas de 1,5m; comprimento total igual à profundidade mais uma vara (acima da superficie do terreno)

Ensaio nº	Prof. (m)	Diametro de furação (mm)	N_{SPT}	Penetração (cm)	Tipo de solo	Razão de Energia, ER (%)	IP	C_E	C_B	C_R	C_S	σ'_{v0} (kPa)	C_N	N_{60}	$(N_1)_{60}$
1	1,50	86	18	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	0,75	1,00	27,75	1,70		23
2	3,00	86	17	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	0,85	1,00	55,50	1,35		19
3	4,50	86	17	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	0,95	1,00	83,25	1,10		18
4	6,00	86	16	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	0,95	1,00	111,00	0,95		14
5	7,50	86	36	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	0,95	1,00	141,00	0,85		29
6	9,00	86	60	30	Rocha branda	60		1,00	1,00	1,00	1,00	158,67	0,80	60	
7	10,50	86	60	18	Rocha branda	60		1,00	1,00	1,00	1,00	176,95	0,76	60	
8	12,00	86	60	27	Rocha branda	60		1,00	1,00	1,00	1,00	193,74	0,72	60	
9															
10															
11															
12															
13															
14															
15															
16															
17															
18															
19															
20															

Observações:

Realizado: João Branco

MOTA-ENGIL
ENGENHARIA
GEOTECNIA

ENSAIO SPT

(Correcção N_{SPT})

Entidade: Afaconsult	**Estudo**	17040.600
Projecto: Lufthansa Technikal Mro Facility for Engine Parts and Aircrafts Components	**Sondagem**	S20
Localização: (Ver planta de localização)	**Data**	05/06/2025

Profundidade de nível de água (m)	--
Liners (Y/N):	N

NOTA: Varas de 1,5m; comprimento total igual à profundidade mais uma vara (acima da superficie do terreno)

Ensaio nº	Prof. (m)	Diametro de furação (mm)	N_{SPT}	Penetração (cm)	Tipo de solo	Razão de Energia, ER (%)	IP	C_E	C_B	C_R	C_S	σ'_{v0} (kPa)	C_N	N_{60}	$(N_1)_{60}$
1	1,50	86	40	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	0,75	1,00	30,00	1,70		51
2	3,00	86	60	13	Rocha branda	60		1,00	1,00	0,85	1,00	63,00	1,27	60	
3	4,50	86	60	8	Rocha branda	60		1,00	1,00	0,95	1,00	97,50	1,02	60	
4	6,00	86	60	14	Rocha branda	60		1,00	1,00	0,95	1,00	130,50	0,88	60	
5	7,50	86	60	5	Rocha franca	60		1,00	1,00	0,95	1,00	165,00	0,78	60	
6	9,00	86	60	0	Rocha franca	60		1,00	1,00	1,00	1,00	199,50	0,71	60	
7															
8															
9															
10															
11															
12															
13															
14															
15															
16															
17															
18															
19															
20															

Observações:

Realizado: João Branco

MOTA-ENGIL
ENGENHARIA
GEOTECNIA

ENSAIO SPT

(Correcção N_{SPT})

Entidade: Afaconsult	**Estudo**	17040.600
Projecto: Lufthansa Technikal Mro Facility for Engine Parts and Aircrafts Components	**Sondagem**	S21
Localização: (Ver planta de localização)	**Data**	18/06/2025

Profundidade de nível de água (m)	--
Liners (Y/N):	N

NOTA: Varas de 1,5m; comprimento total igual à profundidade mais uma vara (acima da superficie do terreno)

Ensaio nº	Prof. (m)	Diametro de furação (mm)	N_{SPT}	Penetração (cm)	Tipo de solo	Razão de Energia, ER (%)	IP	C_E	C_B	C_R	C_S	σ'_{v0} (kPa)	C_N	N_{60}	$(N_1)_{60}$
1	1,50	86	32	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	0,75	1,00	30,00	1,70		41
2	3,00	86	54	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	0,85	1,00	60,00	1,30		60
3	4,50	86	60	30	Rocha branda	60		1,00	1,00	0,95	1,00	91,50	1,05	57	
4	6,00	86	60	15	Rocha branda	60		1,00	1,00	0,95	1,00	124,50	0,90	60	
5	7,50	86	60	12	Rocha branda	60		1,00	1,00	0,95	1,00	157,50	0,80	60	
6	9,00	86	60	20	Rocha branda	60		1,00	1,00	1,00	1,00	189,00	0,73	60	
7															
8															
9															
10															
11															
12															
13															
14															
15															
16															
17															
18															
19															
20															

Observações:

Realizado: João Branco

MOTA-ENGIL
ENGENHARIA
GEOTECNIA

ENSAIO SPT

(Correcção N_{SPT})

Entidade: Afaconsult	**Estudo**	17040.600
Projecto: Lufthansa Technikal Mro Facility for Engine Parts and Aircrafts Components	**Sondagem**	S22
Localização: (Ver planta de localização)	**Data**	24/06/2025

Profundidade de nível de água (m)	--
Liners (Y/N):	N

NOTA: Varas de 1,5m; comprimento total igual à profundidade mais uma vara (acima da superficie do terreno)

Ensaio nº	Prof. (m)	Diametro de furação (mm)	N_{SPT}	Penetração (cm)	Tipo de solo	Razão de Energia, ER (%)	IP	C_E	C_B	C_R	C_S	σ'_{v0} (kPa)	C_N	N_{60}	$(N_1)_{60}$
1	1,50	86	11	30	Areia	60		1,00	1,00	0,75	1,00	27,75	1,70		14
2	3,00	86	16	30	Areia	60		1,00	1,00	0,85	1,00	55,50	1,35		18
3	4,50	86	24	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	0,95	1,00	83,25	1,10		25
4	6,00	86	32	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	0,95	1,00	113,25	0,94		29
5	7,50	86	48	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	0,95	1,00	143,25	0,84		38
6	9,00	86	60	0	Rocha franca	60		1,00	1,00	1,00	1,00	177,75	0,75	60	
7	10,50	86	60	0	Rocha franca	60		1,00	1,00	1,00	1,00	212,25	0,69	60	
8	12,00	86	60	0	Rocha franca	60		1,00	1,00	1,00	1,00	246,75	0,64	60	
9															
10															
11															
12															
13															
14															
15															
16															
17															
18															
19															
20															

Observações:

Realizado: João Branco

MOTA-ENGIL
ENGENHARIA
GEOTECNIA

ENSAIO SPT

(Correcção N_{SPT})

Entidade: Afaconsult	**Estudo**	17040.600
Projecto: Lufthansa Technikal Mro Facility for Engine Parts and Aircrafts Components	**Sondagem**	S23
Localização: (Ver planta de localização)	**Data**	06/06/2025

Profundidade de nível de água (m)	--
Liners (Y/N):	N

NOTA: Varas de 1,5m; comprimento total igual à profundidade mais uma vara (acima da superficie do terreno)

Ensaio nº	Prof. (m)	Diametro de furação (mm)	N_{SPT}	Penetração (cm)	Tipo de solo	Razão de Energia, ER (%)	IP	C_E	C_B	C_R	C_S	σ'_{v0} (kPa)	C_N	N_{60}	$(N_1)_{60}$
1	1,50	86	25	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	0,75	1,00	27,75	1,70		32
2	3,00	86	34	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	0,85	1,00	57,75	1,32		38
3	4,50	86	31	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	0,95	1,00	87,75	1,07		32
4	6,00	86	29	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	0,95	1,00	115,50	0,94		26
5	7,50	86	43	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	0,95	1,00	145,50	0,83		34
6	9,00	86	60	25	Rocha branda	60		1,00	1,00	1,00	1,00	177,00	0,76	60	
7	10,50	86	60	27	Rocha branda	60		1,00	1,00	1,00	1,00	208,50	0,70	60	
8	12,00	86	34	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	1,00	1,00	238,50	0,65		22
9	13,50	86	40	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	1,00	1,00	268,50	0,61		25
10	15,00	86	42	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	1,00	1,00	298,50	0,58		24
11	16,50	86	26	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	1,00	1,00	326,25	0,56		14
12	18,00	86	33	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	1,00	1,00	356,25	0,53		18
13	19,50	86	45	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	1,00	1,00	386,25	0,51		23
14	21,00	86	60	13	Rocha branda	60		1,00	1,00	1,00	1,00	419,25	0,49	60	
15	22,50	86	60	9	Rocha branda	60		1,00	1,00	1,00	1,00	453,75	0,47	60	
16	24,00	86	60	6	Rocha branda	60		1,00	1,00	1,00	1,00	488,25	0,45	60	
17															
18															
19															
20															

Observações:

Realizado: João Branco

MOTA-ENGIL
ENGENHARIA
GEOTECNIA

ENSAIO SPT

(Correcção N_{SPT})

Entidade: Afaconsult	**Estudo**	17040.600
Projecto: Lufthansa Technikal Mro Facility for Engine Parts and Aircrafts Components	**Sondagem**	S24
Localização: (Ver planta de localização)	**Data**	03/07/2025

Profundidade de nível de água (m)	7,1
Liners (Y/N):	N

NOTA: Varas de 1,5m; comprimento total igual à profundidade mais uma vara (acima da superficie do terreno)

Ensaio nº	Prof. (m)	Diametro de furação (mm)	N_{SPT}	Penetração (cm)	Tipo de solo	Razão de Energia, ER (%)	IP	C_E	C_B	C_R	C_S	σ'_{v0} (kPa)	C_N	N_{60}	$(N_1)_{60}$
1	1,50	101	23	30	Areia	60		1,00	1,00	0,75	1,00	27,75	1,70		29
2	3,00	101	34	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	0,85	1,00	57,75	1,32		38
3	4,50	86	33	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	0,95	1,00	87,75	1,07		34
4	6,00	86	41	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	0,95	1,00	117,75	0,93		36
5	7,50	86	49	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	0,95	1,00	143,83	0,84		39
6	9,00	86	60	17	Rocha branda	60		1,00	1,00	1,00	1,00	162,11	0,79	60	
7	10,50	86	60	28	Rocha branda	60		1,00	1,00	1,00	1,00	178,90	0,75	60	
8	12,00	86	60	25	Rocha branda	60		1,00	1,00	1,00	1,00	195,68	0,72	60	
9															
10															
11															
12															
13															
14															
15															
16															
17															
18															
19															
20															

Observações:

Realizado: João Branco

MOTA-ENGIL
ENGENHARIA
GEOTECNIA

ENSAIO SPT

(Correcção N_{SPT})

Entidade: Afaconsult	**Estudo**	17040.600
Projecto: Lufthansa Technikal Mro Facility for Engine Parts and Aircrafts Components	**Sondagem**	S25
Localização: (Ver planta de localização)	**Data**	01/07/2025

Profundidade de nível de água (m)	5,7
Liners (Y/N):	N

NOTA: Varas de 1,5m; comprimento total igual à profundidade mais uma vara (acima da superficie do terreno)

Ensaio nº	Prof. (m)	Diametro de furação (mm)	N_{SPT}	Penetração (cm)	Tipo de solo	Razão de Energia, ER (%)	IP	C_E	C_B	C_R	C_S	σ'_{v0} (kPa)	C_N	N_{60}	$(N_1)_{60}$
1	1,50	101	25	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	0,75	1,00	27,75	1,70		32
2	3,00	101	36	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	0,85	1,00	57,75	1,32		40
3	4,50	101	60	0	Rocha franca	60		1,00	1,00	0,95	1,00	92,25	1,05	60	
4	6,00	86	51	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	0,95	1,00	119,60	0,92		45
5	7,50	86	60	12	Rocha branda	60		1,00	1,00	0,95	1,00	137,89	0,86	60	
6	9,00	86	60	10	Rocha branda	60		1,00	1,00	1,00	1,00	156,17	0,80	60	
7	10,50	86	60	17	Rocha branda	60		1,00	1,00	1,00	1,00	174,46	0,76	60	
8															
9															
10															
11															
12															
13															
14															
15															
16															
17															
18															
19															
20															

Observações:

Realizado: João Branco

MOTA-ENGIL
ENGENHARIA
GEOTECNIA

ENSAIO SPT

(Correcção N_{SPT})

Entidade: Afaconsult	**Estudo**	17040.600
Projecto: Lufthansa Technikal Mro Facility for Engine Parts and Aircrafts Components	**Sondagem**	S26
Localização: (Ver planta de localização)	**Data**	10/07/2025

Profundidade de nível de água (m)	4,0
Liners (Y/N):	N

NOTA: Varas de 1,5m; comprimento total igual à profundidade mais uma vara (acima da superficie do terreno)

Ensaio nº	Prof. (m)	Diametro de furação (mm)	N_{SPT}	Penetração (cm)	Tipo de solo	Razão de Energia, ER (%)	IP	C_E	C_B	C_R	C_S	σ'_{v0} (kPa)	C_N	N_{60}	$(N_1)_{60}$
1	1,50	86	15	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	0,75	1,00	27,75	1,70		19
2	3,00	86	33	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	0,85	1,00	57,75	1,32		37
3	4,50	86	29	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	0,95	1,00	80,40	1,12		31
4	6,00	86	27	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	0,95	1,00	93,43	1,04		27
5	7,50	86	27	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	0,95	1,00	106,47	0,97		25
6	9,00	86	47	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	1,00	1,00	121,75	0,91		43
7	10,50	86	55	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	1,00	1,00	137,04	0,86		47
8	12,00	86	36	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	1,00	1,00	152,32	0,81		29
9	13,50	86	42	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	1,00	1,00	167,61	0,78		33
10	15,00	86	47	30	Areia siltosa	60		1,00	1,00	1,00	1,00	182,89	0,74		35
11															
12															
13															
14															
15															
16															
17															
18															
19															
20															

Observações:

Realizado: João Branco

REGISTO FOTOGRÁFICO DA AMOSTRAGEM

AFACONSULT

LUFTHANSA TECHNIK MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFT COMPONENTS, SANTA MARIA DA FEIRA

GEOLOGICAL-GEOTECHNICAL AND HYDROGEOLOGICAL SURVEY

S1

0,00 m – 13,50 m

13,50 m – 15,00 m

AFACONSULT

LUFTHANSA TECHNIK MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFT COMPONENTS, SANTA MARIA DA FEIRA

GEOLOGICAL-GEOTECHNICAL AND HYDROGEOLOGICAL SURVEY

S2

0,00 m – 9,00 m

AFACONSULT

LUFTHANSA TECHNIK MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFT COMPONENTS, SANTA MARIA DA FEIRA

GEOLOGICAL-GEOTECHNICAL AND HYDROGEOLOGICAL SURVEY

S3

0,00 m – 13,50 m

13,50 m – 15,00 m

AFACONSULT

LUFTHANSA TECHNIK MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFT COMPONENTS, SANTA MARIA DA FEIRA

GEOLOGICAL-GEOTECHNICAL AND HYDROGEOLOGICAL SURVEY

S4

0,00 m – 12,00 m

12,00 m – 19,50 m

19,50 m – 21,00 m

AFACONSULT

LUFTHANSA TECHNIK MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFT COMPONENTS, SANTA MARIA DA FEIRA

GEOLOGICAL-GEOTECHNICAL AND HYDROGEOLOGICAL SURVEY

S5 Pz

0,00 m – 6,00 m

6,00 m – 13,60 m

AFACONSULT

LUFTHANSA TECHNIK MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFT COMPONENTS, SANTA MARIA DA FEIRA

GEOLOGICAL-GEOTECHNICAL AND HYDROGEOLOGICAL SURVEY

S6

0,00 m – 12,00 m

AFACONSULT

LUFTHANSA TECHNIK MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFT COMPONENTS, SANTA MARIA DA FEIRA

GEOLOGICAL-GEOTECHNICAL AND HYDROGEOLOGICAL SURVEY

S7 Pz

0,00 m – 15,00 m

15,00 m – 21,00 m

AFACONSULT

LUFTHANSA TECHNIK MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFT COMPONENTS, SANTA MARIA DA FEIRA

GEOLOGICAL-GEOTECHNICAL AND HYDROGEOLOGICAL SURVEY

S8 Pz

0,00 m – 9,00 m

AFACONSULT

LUFTHANSA TECHNIK MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFT COMPONENTS, SANTA MARIA DA FEIRA

GEOLOGICAL-GEOTECHNICAL AND HYDROGEOLOGICAL SURVEY

S9

0,00 m – 9,00 m

AFACONSULT

LUFTHANSA TECHNIK MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFT COMPONENTS, SANTA MARIA DA FEIRA

GEOLOGICAL-GEOTECHNICAL AND HYDROGEOLOGICAL SURVEY

S10

0,00 m – 10,50 m

10,50 m – 19,50 m

19,50 m – 22,50 m

AFACONSULT

LUFTHANSA TECHNIK MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFT COMPONENTS, SANTA MARIA DA FEIRA

GEOLOGICAL-GEOTECHNICAL AND HYDROGEOLOGICAL SURVEY

S11

0,00 m – 10,35 m

10,35 m – 18,95 m

18,95 m – 24,00 m

AFACONSULT

LUFTHANSA TECHNIK MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFT COMPONENTS, SANTA MARIA DA FEIRA

GEOLOGICAL-GEOTECHNICAL AND HYDROGEOLOGICAL SURVEY

S12 Pz

0,00 m – 18,00 m

AFACONSULT

LUFTHANSA TECHNIK MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFT COMPONENTS, SANTA MARIA DA FEIRA

GEOLOGICAL-GEOTECHNICAL AND HYDROGEOLOGICAL SURVEY

S13

0,00 m – 13,50 m

AFACONSULT

LUFTHANSA TECHNIK MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFT COMPONENTS, SANTA MARIA DA FEIRA

GEOLOGICAL-GEOTECHNICAL AND HYDROGEOLOGICAL SURVEY

S14

0,00 m – 15,00 m

AFACONSULT

LUFTHANSA TECHNIK MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFT COMPONENTS, SANTA MARIA DA FEIRA

GEOLOGICAL-GEOTECHNICAL AND HYDROGEOLOGICAL SURVEY

S15 Pz

0,00 m – 12,00 m

12,00 m – 24,00 m

AFACONSULT

LUFTHANSA TECHNIK MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFT COMPONENTS, SANTA MARIA DA FEIRA

GEOLOGICAL-GEOTECHNICAL AND HYDROGEOLOGICAL SURVEY

S16

0,00 m – 15,00 m

15,00 m – 21,00 m

AFACONSULT

LUFTHANSA TECHNIK MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFT COMPONENTS, SANTA MARIA DA FEIRA

GEOLOGICAL-GEOTECHNICAL AND HYDROGEOLOGICAL SURVEY

S17

0,00 m – 12,00 m

AFACONSULT

LUFTHANSA TECHNIK MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFT COMPONENTS, SANTA MARIA DA FEIRA

GEOLOGICAL-GEOTECHNICAL AND HYDROGEOLOGICAL SURVEY

S18

0,00 m – 12,00 m

AFACONSULT

LUFTHANSA TECHNIK MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFT COMPONENTS, SANTA MARIA DA FEIRA

GEOLOGICAL-GEOTECHNICAL AND HYDROGEOLOGICAL SURVEY

S19 Pz

0,00 m – 12,00 m

AFACONSULT

LUFTHANSA TECHNIK MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFT COMPONENTS, SANTA MARIA DA FEIRA

GEOLOGICAL-GEOTECHNICAL AND HYDROGEOLOGICAL SURVEY

S20

0,00 m – 7,50 m

7,50 m – 9,00 m

AFACONSULT

LUFTHANSA TECHNIK MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFT COMPONENTS, SANTA MARIA DA FEIRA

GEOLOGICAL-GEOTECHNICAL AND HYDROGEOLOGICAL SURVEY

S21

0,00 m – 9,00 m

AFACONSULT

LUFTHANSA TECHNIK MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFT COMPONENTS, SANTA MARIA DA FEIRA

GEOLOGICAL-GEOTECHNICAL AND HYDROGEOLOGICAL SURVEY

S22

0,00 m – 10,50 m

10,50 m – 12,00 m

AFACONSULT

LUFTHANSA TECHNIK MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFT COMPONENTS, SANTA MARIA DA FEIRA

GEOLOGICAL-GEOTECHNICAL AND HYDROGEOLOGICAL SURVEY

S23

0,00 m – 13,50 m

13,50 m – 24,00 m

AFACONSULT

LUFTHANSA TECHNIK MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFT COMPONENTS, SANTA MARIA DA FEIRA

GEOLOGICAL-GEOTECHNICAL AND HYDROGEOLOGICAL SURVEY

S24

0,00 m – 12,00 m

AFACONSULT

LUFTHANSA TECHNIK MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFT COMPONENTS, SANTA MARIA DA FEIRA

GEOLOGICAL-GEOTECHNICAL AND HYDROGEOLOGICAL SURVEY

S25

0,00 m – 10,50 m

AFACONSULT

LUFTHANSA TECHNIK MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFT COMPONENTS, SANTA MARIA DA FEIRA

GEOLOGICAL-GEOTECHNICAL AND HYDROGEOLOGICAL SURVEY

S26

0,00 m – 15,00 m

LOGS DOS POÇOS DE PROSPEÇÃO

MOTA-ENGIL
GEOTECNIA
ENGENHARIA

TRIAL PIT	Pç1
STUDY	17040.600
Page 1 de 1	

CLIENT: AFACONSULT

PROJECT: LUFTHANSA TECHNIK MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFT COMPONENTS, SANTA MARIA DA FEIRA

LOCATION: (see location plan)

ELEVATION (Z,m): 107.176 m

LENGTH: 3.00 m

COORDINATES: M= -38235.935 P= 141235.510

EXCAVATION METHOD: Backhoe **ENTIVATION:** -- **DATE:** 03/06/2025

Depth (m)	Water level (m)	Simbology	Description	Thickness (m)	Stratigraphy	Sampling		Laboratory Tests						
						Type	Sample Ref.	% P. # 200	L.L.	L.P.	I.P.	Classification Unif. ASTM D2487	Classification AASHO	W (%)
0			Silty sands, with gravels and blocks (dm max. 0.5m) brownish: sandy-stony landfill.											
1														
2			Clayey, brownish-grey, micaceous silt: Alluvium deposit.			D	Sample							
			Aplite-pegmatite, very weathered and decomposed, transformed into a sandy-silty, micaceous, orange and whitish soil.				Sample							
3														
4														
5														

D - Distrubed U - Undisturbed NP - Non Plastic

Direção de Geotecnia
Zona Industrial de Canelas
Rua da Urtigueira
4410 - 304 Canelas VNG
Telef.: 22 716 93 00
Fax: 22 716 93 02
e-mail: geotecnia@mota-engil.pt

Observations:
--

EXECUTED BY:	Liliana Freitas
VERIFIED BY:	Nuno Oliveira

MOTA-ENGIL GEOTECNIA ENGENHARIA

TRIAL PIT	Pç2
STUDY	17040.600

CLIENT: AFACONSULT

PROJECT: LUFTHANSA TECHNIK MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFT COMPONENTS, SANTA MARIA DA FEIRA

LOCATION: (see location plan)

ELEVATION (Z,m): 96.412 m

LENGTH: 2.80 m

COORDINATES: **M=** -38440.583 **P=** 141216.390

EXCAVATION METHOD: Backhoe **ENTIVATION:** -- **DATE:** 03/06/2025

Depth (m)	Water level (m)	Simbology	Description	Thickness (m)	Stratigraphy	Sampling: Type	Sampling: Sample Ref.	Laboratory Tests: % P. # 200	L.L.	L.P.	I.P.	Classification: Unif. ASTM D2487	Classification: AASHO	W (%)
1			Silty sands, with gravels and blocks (dm max. 1.0m) brownish: sandy-stony landfill.			D	Sample							
2			Clayey silt, with fine sand, with roots, grey micaceous: Alluvium deposit.				Sample							
3														
4														
5														

D - Distrubed U - Undisturbed NP - Non Plastic

Direção de Geotecnia
Zona Industrial de Canelas
Rua da Urtigueira
4410 - 304 Canelas VNG
Telef.: 22 716 93 00
Fax: 22 716 93 02
e-mail: geotecnia@mota-engil.pt

Observations:
--

EXECUTED BY: Liliana Freitas

VERIFIED BY: Nuno Oliveira

MOTA-ENGIL GEOTECNIA ENGENHARIA

TRIAL PIT	Pç3
STUDY	17040.600

CLIENT: AFACONSULT

PROJECT: LUFTHANSA TECHNIK MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFT COMPONENTS, SANTA MARIA DA FEIRA

LOCATION: (see location plan)

ELEVATION (Z,m): 100.931 m

LENGTH: 2.00 m

COORDINATES: M= -38356.975 P= 141254.687

EXCAVATION METHOD: Backhoe **ENTIVATION:** -- **DATE:** 03/06/2025

Depth (m)	Water level (m)	Simbology	Description	Thickness (m)	Stratigraphy	Sampling: Type	Sampling: Sample Ref.	Laboratory Tests: % P. # 200	L.L.	L.P.	I.P.	Classification: Unif. ASTM D2487	Classification: AASHO	W (%)
0			Fine silty sand with fine gravel and roots, grey: Heterogeneous landfill.											
1			Very weathered and decomposed gneiss transformed into residual sandy-silt, micaceous, greyish and yellowish soil.			D	Sample							
2														
3														
4														
5														

D - Distrubed U - Undisturbed NP - Non Plastic

Direção de Geotecnia
Zona Industrial de Canelas
Rua da Urtigueira
4410 - 304 Canelas VNG
Telef.: 22 716 93 00
Fax: 22 716 93 02
e-mail: geotecnia@mota-engil.pt

Observations:
The pit is finished due to the inability to excavate.

EXECUTED BY:	Liliana Freitas
VERIFIED BY:	Nuno Oliveira

MOTA-ENGIL GEOTECNIA ENGENHARIA

TRIAL PIT	Pç4
STUDY	17040.600

Page 1 de 1

CLIENT: AFACONSULT

PROJECT: LUFTHANSA TECHNIK MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFT COMPONENTS, SANTA MARIA DA FEIRA

LOCATION: (see location plan)

ELEVATION (Z,m): 107.888 m

LENGTH: 3.00 m

COORDINATES: **M=** -38231.000 **P=** 141347.322

EXCAVATION METHOD: Backhoe **ENTIVATION:** -- **DATE:** 03/06/2025

Depth (m)	Water level (m)	Simbology	Description	Thickness (m)	Stratigraphy	Sampling: Type	Sampling: Sample Ref.	Laboratory Tests: % P. # 200	L.L.	L.P.	I.P.	Classification: Unif. ASTM D2487	Classification: AASHO	W (%)
0			Silty sand, sometimes silty-clayey, with gravel, blocks (dm max. 0.4m) with some rubble (wood + bricks) of different colours (brownish, greyish, yellowish and black): Heterogeneous landfill.											
2			Very weathered and decomposed gneiss / micaschist (W5), reddish.			D	Sample							
5														

D - Distrubed U - Undisturbed NP - Non Plastic

Direção de Geotecnia
Zona Industrial de Canelas
Rua da Urtigueira
4410 - 304 Canelas VNG
Telef.: 22 716 93 00
Fax: 22 716 93 02
e-mail: geotecnia@mota-engil.pt

Observations:
--

EXECUTED BY: Liliana Freitas

VERIFIED BY: Nuno Oliveira

MOTA-ENGIL GEOTECNIA ENGENHARIA

TRIAL PIT	Pç5
STUDY	17040.600

Page 1 de 1

CLIENT: AFACONSULT

PROJECT: LUFTHANSA TECHNIK MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFT COMPONENTS, SANTA MARIA DA FEIRA

LOCATION: (see location plan)

ELEVATION (Z,m): 104.146 m

LENGTH: 3.00 m

COORDINATES: M= -38109.853 P= 141374.234

EXCAVATION METHOD: Backhoe **ENTIVATION:** -- **DATE:** 03/06/2025

Depth (m)	Water level (m)	Simbology	Description	Thickness (m)	Stratigraphy	Sampling: Type	Sampling: Sample Ref.	Laboratory Tests: % P. # 200	L.L.	L.P.	I.P.	Classification: Unif. ASTM D2487	Classification: AASHO	W (%)
0			Brown clayey silt: Landfill.											
1			Gneiss, highly weathered and decomposed, grey with whitish veining, quartz, feldspar, transformed into residual sandy-silt soil.			D	Sample							
2														
3														
4														
5														

D - Distrubed U - Undisturbed NP - Non Plastic

Direção de Geotecnia
Zona Industrial de Canelas
Rua da Urtigueira
4410 - 304 Canelas VNG
Telef.: 22 716 93 00
Fax: 22 716 93 02
e-mail: geotecnia@mota-engil.pt

Observations:
--

EXECUTED BY: Liliana Freitas

VERIFIED BY: Nuno Oliveira

MOTA-ENGIL GEOTECNIA ENGENHARIA

TRIAL PIT	Pç6
STUDY	17040.600

CLIENT: AFACONSULT

PROJECT: LUFTHANSA TECHNIK MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFT COMPONENTS, SANTA MARIA DA FEIRA

LOCATION: (see location plan)

ELEVATION (Z,m): 101.079 m

LENGTH: 3.00 m

COORDINATES: M= -38440.971 P= 141288.533

EXCAVATION METHOD: Backhoe **ENTIVATION:** -- **DATE:** 03/06/2025

Depth (m)	Water level (m)	Simbology	Description	Thickness (m)	Stratigraphy	Sampling: Type	Sampling: Sample Ref.	Laboratory Tests: % P. # 200	L.L.	L.P.	I.P.	Classification: Unif. ASTM D2487	Classification: AASHO	W (%)
0			Silty sands, with gravel and roots, brownish: Cover/ backfill.											
1			Silty sands, yellowish, with muscovite phenocrystals: Very weathered and decomposed aplite-pegmatitic vein.											
2			Very weathered and decomposed gneiss / micaschist, transformed into a sandy-silt, grey-brown micaceous residual soil.			D	Sample							
3														
4														
5														

D - Distrubed U - Undisturbed NP - Non Plastic

Direção de Geotecnia
Zona Industrial de Canelas
Rua da Urtigueira
4410 - 304 Canelas VNG
Telef.: 22 716 93 00
Fax: 22 716 93 02
e-mail: geotecnia@mota-engil.pt

Observations:
--

EXECUTED BY: Liliana Freitas

VERIFIED BY: Nuno Oliveira

MOTA-ENGIL GEOTECNIA ENGENHARIA

TRIAL PIT	Pç7
STUDY	17040.600

CLIENT: AFACONSULT

PROJECT: LUFTHANSA TECHNIK MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFT COMPONENTS, SANTA MARIA DA FEIRA

LOCATION: (see location plan)

ELEVATION (Z,m): 106.803 m

LENGTH: 3.00 m

COORDINATES: M= -38326.880 P= 141365.705

EXCAVATION METHOD: Backhoe **ENTIVATION:** -- **DATE:** 03/06/2025

Depth (m)	Water level (m)	Simbology	Description	Thickness (m)	Stratigraphy	Sampling: Type	Sampling: Sample Ref.	Laboratory Tests: % P. # 200	L.L.	L.P.	I.P.	Classification: Unif. ASTM D2487	Classification: AASHO	W (%)
0			Silty sands, with gravel and roots, brownish: Heterogeneous landfill.											
1			Silty sands, micaceous, reddish and greyish, with small to large pebbles (dm max. 0.4m): Plio-Pleistocene deposit.											
2			Silty sands, orange with greyish nuances: Plio-Pleistocene deposit.			D	Sample							
3														
4														
5														

D - Distrubed U - Undisturbed NP - Non Plastic

Direção de Geotecnia
Zona Industrial de Canelas
Rua da Urtigueira
4410 - 304 Canelas VNG
Telef.: 22 716 93 00
Fax: 22 716 93 02
e-mail: geotecnia@mota-engil.pt

Observations:
--

EXECUTED BY: Liliana Freitas

VERIFIED BY: Nuno Oliveira

MOTA-ENGIL GEOTECNIA ENGENHARIA

TRIAL PIT	Pç8
STUDY	17040.600

CLIENT: AFACONSULT

PROJECT: LUFTHANSA TECHNIK MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFT COMPONENTS, SANTA MARIA DA FEIRA

LOCATION: (see location plan)

ELEVATION (Z,m): 105.247 m

LENGTH: 2.80 m

COORDINATES: **M=** -38227.080 **P=** 141432.857

EXCAVATION METHOD: Backhoe **ENTIVATION:** -- **DATE:** 03/06/2025

Depth (m)	Water level (m)	Simbology	Description	Thickness (m)	Stratigraphy	Sampling: Type	Sampling: Sample Ref.	Laboratory Tests: % P. # 200	L.L.	L.P.	I.P.	Classification: Unif. ASTM D2487	Classification: AASHO	W (%)
0			Silty sands, micaceous, brownish: Landfill.											
1			Very weathered and decomposed gneiss / micaschist, transformed into a sandy-silt, micaceous, reddish-brown soil.			D	Sample							
2														
3														
4														
5														

D - Distrubed U - Undisturbed NP - Non Plastic

Direção de Geotecnia
Zona Industrial de Canelas
Rua da Urtigueira
4410 - 304 Canelas VNG
Telef.: 22 716 93 00
Fax: 22 716 93 02
e-mail: geotecnia@mota-engil.pt

Observations:
--

EXECUTED BY:	Liliana Freitas
VERIFIED BY:	Nuno Oliveira

MOTA-ENGIL
GEOTECNIA
ENGENHARIA

TRIAL PIT	Pç9
STUDY	17040.600

CLIENT: AFACONSULT

PROJECT: LUFTHANSA TECHNIK MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFT COMPONENTS, SANTA MARIA DA FEIRA

LOCATION: (see location plan)

ELEVATION (Z,m): 105.304 m

LENGTH: 3.00 m

COORDINATES: **M=** -38191.046 **P=** 141496.640

EXCAVATION METHOD: Backhoe **ENTIVATION:** -- **DATE:** 03/06/2025

Depth (m)	Water level (m)	Simbology	Description	Thickness (m)	Stratigraphy	Sampling		Laboratory Tests						
						Type	Sample Ref.	% P. # 200	L.L.	L.P.	I.P.	Classification Unif. ASTM D2487	Classification AASHO	W (%)
1			Silty sands, micaceous, reddish-brown and yellowish: Landfill.			D	Sample							
2			Very weathered and decomposed micaschist / gneiss, brownish grey, transformed into sandy-silt soil.											
3														
4														
5														

D - Distrubed U - Undisturbed NP - Non Plastic

Direção de Geotecnia
Zona Industrial de Canelas
Rua da Urtigueira
4410 - 304 Canelas VNG
Telef.: 22 716 93 00
Fax: 22 716 93 02
e-mail: geotecnia@mota-engil.pt

Observations:
--

EXECUTED BY:	Liliana Freitas
VERIFIED BY:	Nuno Oliveira

MOTA-ENGIL GEOTECNIA ENGENHARIA

TRIAL PIT	Pç10
STUDY	17040.600

CLIENT: AFACONSULT

PROJECT: LUFTHANSA TECHNIK MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFT COMPONENTS, SANTA MARIA DA FEIRA

LOCATION: (see location plan)

ELEVATION (Z,m): 108.153 m

LENGTH: 3.00 m

COORDINATES: M= -38361.903 P= 141428.498

EXCAVATION METHOD: Backhoe **ENTIVATION:** -- **DATE:** 03/06/2025

Depth (m)	Water level (m)	Simbology	Description	Thickness (m)	Stratigraphy	Sampling: Type	Sampling: Sample Ref.	Laboratory Tests: % P. # 200	L.L.	L.P.	I.P.	Classification: Unif. ASTM D2487	Classification: AASHO	W (%)
0			Silty sands with gravel and roots, greyish: Heterogeneous landfill.											
1			Silty sand, coarse to fine grain, with small to medium pebbles, reddish and greyish: Plio-Pleistocene deposit.			D	Sample							
2														
3														
4														
5														

D - Distrubed U - Undisturbed NP - Non Plastic

Direção de Geotecnia
Zona Industrial de Canelas
Rua da Urtigueira
4410 - 304 Canelas VNG
Telef.: 22 716 93 00
Fax: 22 716 93 02
e-mail: geotecnia@mota-engil.pt

Observations:
--

EXECUTED BY: Liliana Freitas

VERIFIED BY: Nuno Oliveira

MOTA-ENGIL GEOTECNIA ENGENHARIA

TRIAL PIT	Pç11
STUDY	17040.600

CLIENT: AFACONSULT

PROJECT: LUFTHANSA TECHNIK MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFT COMPONENTS, SANTA MARIA DA FEIRA

LOCATION: (see location plan)

ELEVATION (Z,m): 103.847

LENGTH: 3.00 m

COORDINATES: **M=** -38173.396 **P=** 141535.210

EXCAVATION METHOD: Backhoe **ENTIVATION:** -- **DATE:** 03/06/2025

Depth (m)	Water level (m)	Simbology	Description	Thickness (m)	Stratigraphy	Sampling		Laboratory Tests						
						Type	Sample Ref.	% P. # 200	L.L.	L.P.	I.P.	Classification Unif. ASTM D2487	Classification AASHO	W (%)
1			Silty sands, with abundant brownish, reddish and yellowish gneiss gravels: Landfill.			D	Sample							
2														
3														
4														
5														

D - Distrubed U - Undisturbed NP - Non Plastic

Direção de Geotecnia
Zona Industrial de Canelas
Rua da Urtigueira
4410 - 304 Canelas VNG
Telef.: 22 716 93 00
Fax: 22 716 93 02
e-mail: geotecnia@mota-engil.pt

Observations:
--

EXECUTED BY: Liliana Freitas

VERIFIED BY: Nuno Oliveira

MOTA-ENGIL GEOTECNIA ENGENHARIA

TRIAL PIT	Pç12
STUDY	17040.600

CLIENT: AFACONSULT

PROJECT: LUFTHANSA TECHNIK MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFT COMPONENTS, SANTA MARIA DA FEIRA

LOCATION: (see location plan)

ELEVATION (Z,m): 98.308 m

LENGTH: 1.50 m

COORDINATES: **M=** -38043.239 **P=** 141606.334

EXCAVATION METHOD: Backhoe **ENTIVATION:** -- **DATE:** 03/06/2025

Depth (m)	Water level (m)	Simbology	Description	Thickness (m)	Stratigraphy	Sampling: Type	Sampling: Sample Ref.	Laboratory Tests: % P. # 200	L.L.	L.P.	I.P.	Classification: Unif. ASTM D2487	Classification: AASHO	W (%)
0			Silty sand with pebbles and brownish roots: Heterogeneous landfill.											
1			Gneiss / micaschist, very weathered and decomposed (W5), brownish-grey.											
2														
3														
4														
5														

D - Distrubed U - Undisturbed NP - Non Plastic

Direção de Geotecnia
Zona Industrial de Canelas
Rua da Urtigueira
4410 - 304 Canelas VNG
Telef.: 22 716 93 00
Fax: 22 716 93 02
e-mail: geotecnia@mota-engil.pt

Observations:
--

EXECUTED BY: Liliana Freitas

VERIFIED BY: Nuno Oliveira

MOTA-ENGIL GEOTECNIA ENGENHARIA

TRIAL PIT	Pç13
STUDY	17040.600

CLIENT: AFACONSULT

PROJECT: LUFTHANSA TECHNIK MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFT COMPONENTS, SANTA MARIA DA FEIRA

LOCATION: (see location plan)

ELEVATION (Z,m): 103.666 m

LENGTH: 3.00 m

COORDINATES: M= -38512.627 P= 141373.855

EXCAVATION METHOD: Backhoe **ENTIVATION:** -- **DATE:** 03/06/2025

Depth (m)	Water level (m)	Simbology	Description	Thickness (m)	Stratigraphy	Sampling: Type	Sampling: Sample Ref.	Laboratory Tests: % P. # 200	L.L.	L.P.	I.P.	Classification: Unif. ASTM D2487	Classification: AASHO	W (%)
0			Gravelly sand, pebbles and greyish roots: Heterogeneous landfill.											
1			Gneiss / micaschist, very weathered and decomposed, transformed into a residual sandy-silt, micaceous, reddish and yellowish soil.			D	Sample							
2														
3														
4														
5														

D - Distrubed U - Undisturbed NP - Non Plastic

Direção de Geotecnia
Zona Industrial de Canelas
Rua da Urtigueira
4410 - 304 Canelas VNG
Telef.: 22 716 93 00
Fax: 22 716 93 02
e-mail: geotecnia@mota-engil.pt

Observations:
--

EXECUTED BY: Liliana Freitas

VERIFIED BY: Nuno Oliveira

MOTA-ENGIL GEOTECNIA ENGENHARIA

TRIAL PIT	Pç14
STUDY	17040.600

CLIENT: AFACONSULT

PROJECT: LUFTHANSA TECHNIK MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFT COMPONENTS, SANTA MARIA DA FEIRA

LOCATION: (see location plan)

ELEVATION (Z,m): 104.186 m

LENGTH: 3.00 m

COORDINATES: M= -38267.417 P= 141528.008

EXCAVATION METHOD: Backhoe **ENTIVATION:** -- **DATE:** 03/06/2025

Depth (m)	Water level (m)	Simbology	Description	Thickness (m)	Stratigraphy	Sampling		Laboratory Tests						
						Type	Sample Ref.	% P. # 200	L.L.	L.P.	I.P.	Classification Unif. ASTM D2487	Classification AASHO	W (%)
0			Silty sands, with gravels, brownish: Landfill.											
1			Gneiss / micaschist, very weathered and decomposed, transformed into a residual sandy-silt soil, reddish and yellowish micaceous.			D	Sample							
2														
3														
4														
5														

D - Distrubed U - Undisturbed NP - Non Plastic

Direção de Geotecnia
Zona Industrial de Canelas
Rua da Urtigueira
4410 - 304 Canelas VNG
Telef.: 22 716 93 00
Fax: 22 716 93 02
e-mail: geotecnia@mota-engil.pt

Observations:
--

EXECUTED BY: Liliana Freitas

VERIFIED BY: Nuno Oliveira

MOTA-ENGIL GEOTECNIA ENGENHARIA

TRIAL PIT	Pç15
STUDY	17040.600

CLIENT: AFACONSULT

PROJECT: LUFTHANSA TECHNIK MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFT COMPONENTS, SANTA MARIA DA FEIRA

LOCATION: (see location plan)

ELEVATION (Z,m): 102.551 m

LENGTH: 3.00 m

COORDINATES: **M=** -38443.695 **P=** 141506.574

EXCAVATION METHOD: Backhoe **ENTIVATION:** -- **DATE:** 03/06/2025

Depth (m)	Water level (m)	Simbology	Description	Thickness (m)	Stratigraphy	Sampling		Laboratory Tests						
						Type	Sample Ref.	% P. # 200	L.L.	L.P.	I.P.	Classification Unif. ASTM D2487	Classification AASHO	W (%)
1			Silty sands, with abundant brownish, reddish and yellowish gneiss gravels: Landfill.			D	Sample							
2														
3														
4														
5														

D - Distrubed U - Undisturbed NP - Non Plastic

Direção de Geotecnia
Zona Industrial de Canelas
Rua da Urtigueira
4410 - 304 Canelas VNG
Telef.: 22 716 93 00
Fax: 22 716 93 02
e-mail: geotecnia@mota-engil.pt

Observations:
--

EXECUTED BY: Liliana Freitas

VERIFIED BY: Nuno Oliveira

REGISTO FOTOGRÁFICO DOS POÇOS DE PROSPEÇÃO

ENTITY:	MOTA-ENGIL - Engenharia e Construção, S.A.	STUDY:	17040.600
PROJECT:	LUFTHANSA TECHNIK MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND	DATE:	03/06/2025

Pç1

Pç2

Pç3

ENTITY:	MOTA-ENGIL - Engenharia e Construção, S.A.	STUDY:	17040.600
PROJECT:	LUFTHANSA TECHNIK MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND	DATE:	03/06/2025

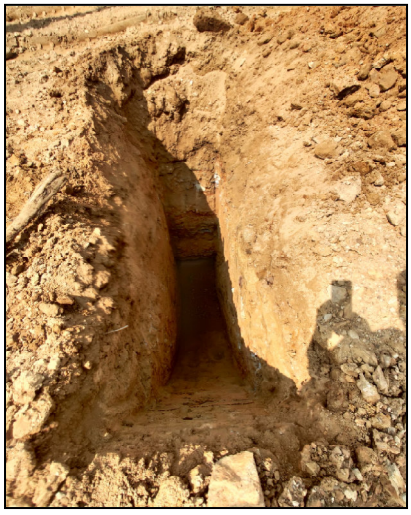
Pç4

Pç5

Pç6

ENTITY:	MOTA-ENGIL - Engenharia e Construção, S.A.	STUDY:	17040.600
PROJECT:	LUFTHANSA TECHNIK MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND	DATE:	03/06/2025

Pç7



Pç8

Pç9

ENTITY:	MOTA-ENGIL - Engenharia e Construção, S.A.	STUDY:	17040.600
PROJECT:	LUFTHANSA TECHNIK MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND	DATE:	03/06/2025

Pç10

Pç11

Pç12

ENTITY:	MOTA-ENGIL - Engenharia e Construção, S.A.	STUDY:	17040.600
PROJECT:	LUFTHANSA TECHNIK MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND	DATE:	03/06/2025

Pç13

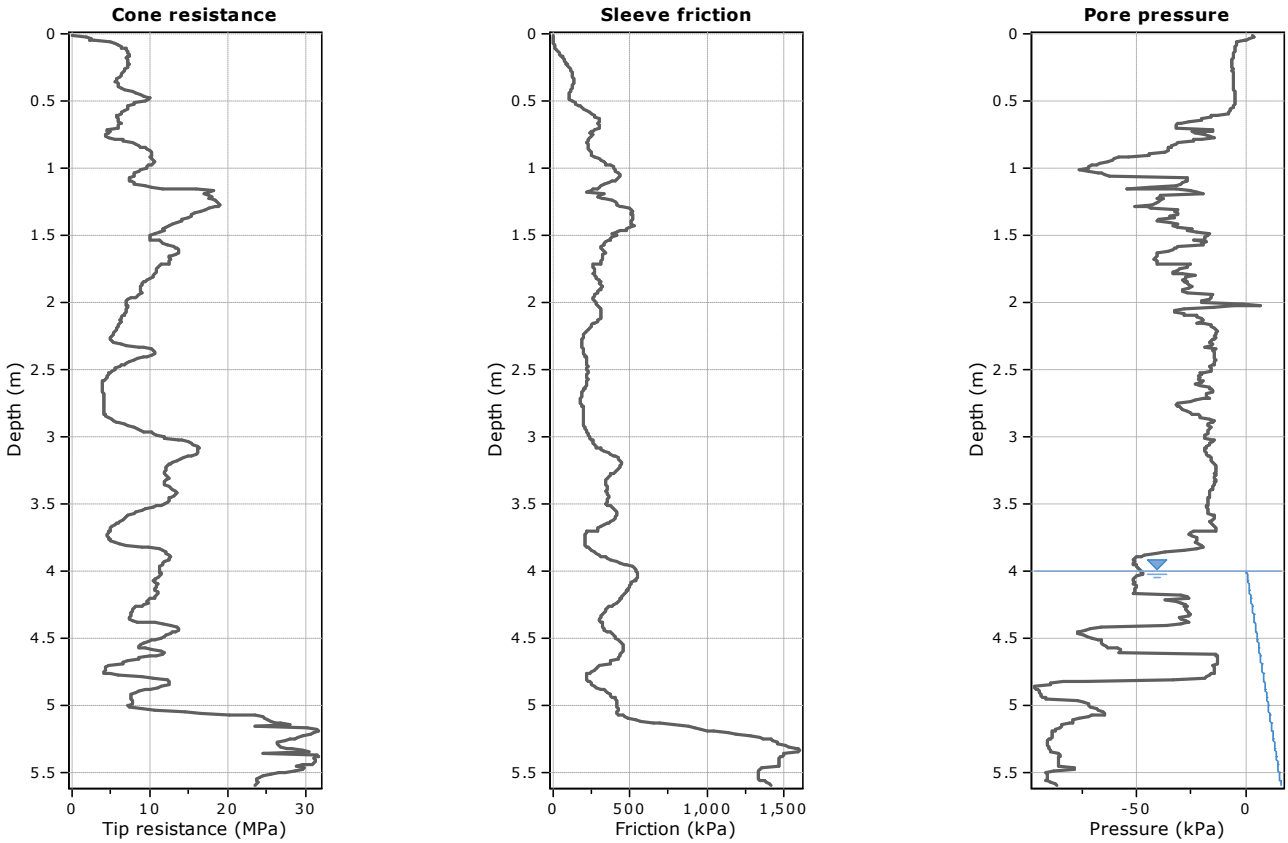
Pç14

Pç15

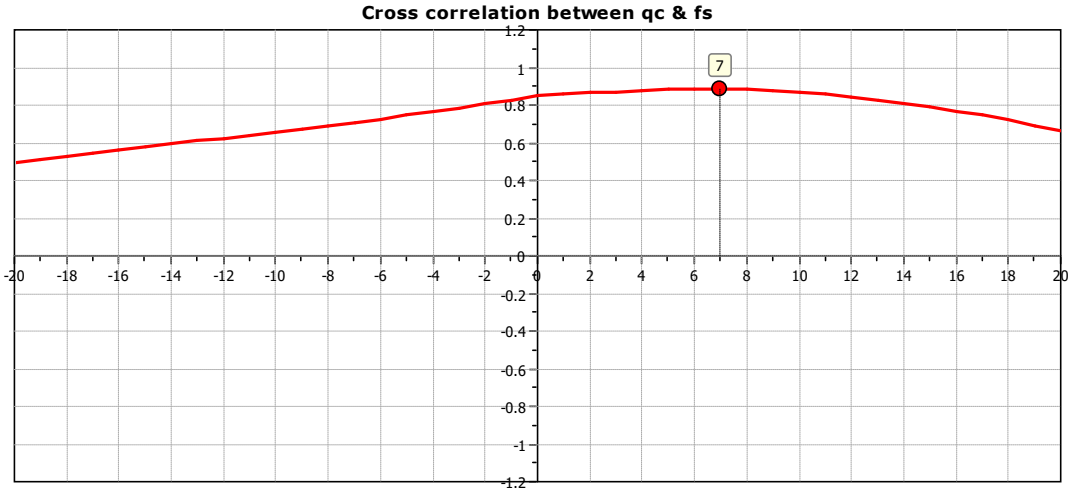
BOLETINS DOS ENSAIOS CPTu

CPT: ME_SMF_CPTu1
Total depth: 5.60 m, Date: 02/07/2025
Surface Elevation: 98.05 m
Coords: X:-38493.84, Y:141262.54
Cone Type: Mks550
Cone Operator: Carlos Aquino

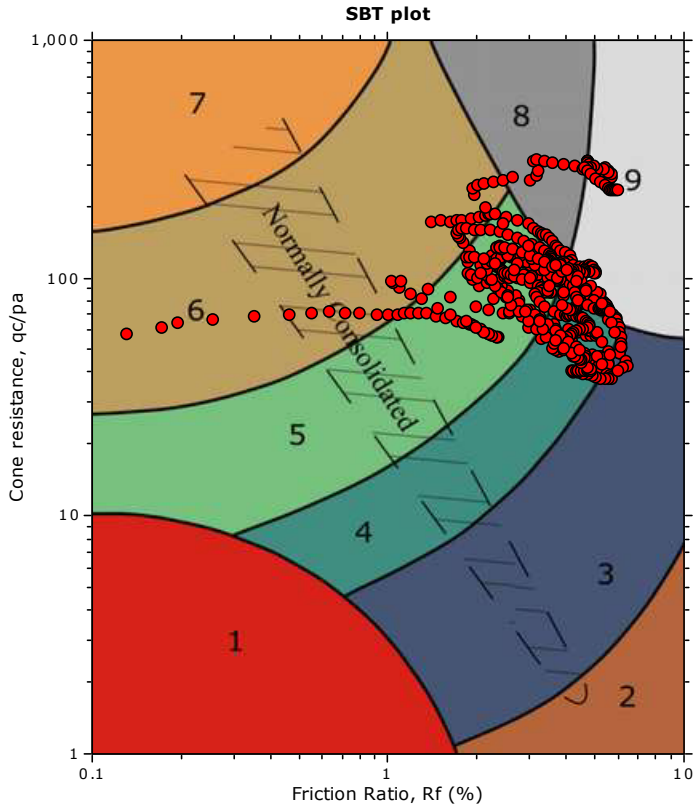
Project: **17040.600 - LUFTHANSA T. MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFTS COMPONENTS**
Location: **Santa Maria da Feira**

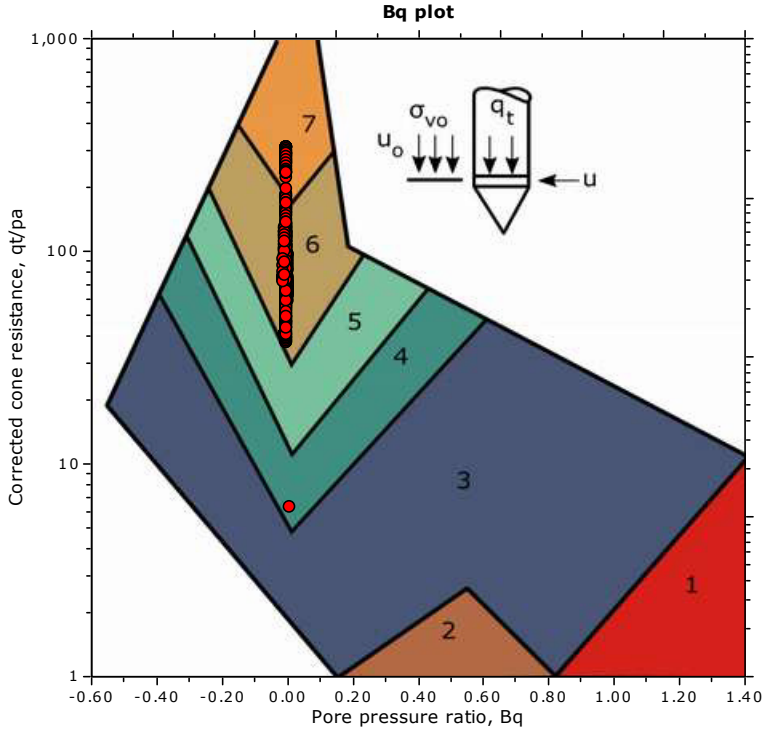


The plot below presents the cross correlation coeficient between the raw qc and fs values (as measured on the field). X axes presents the lag distance (one lag is the distance between two sucessive CPT measurements).



SBT - Bq plots

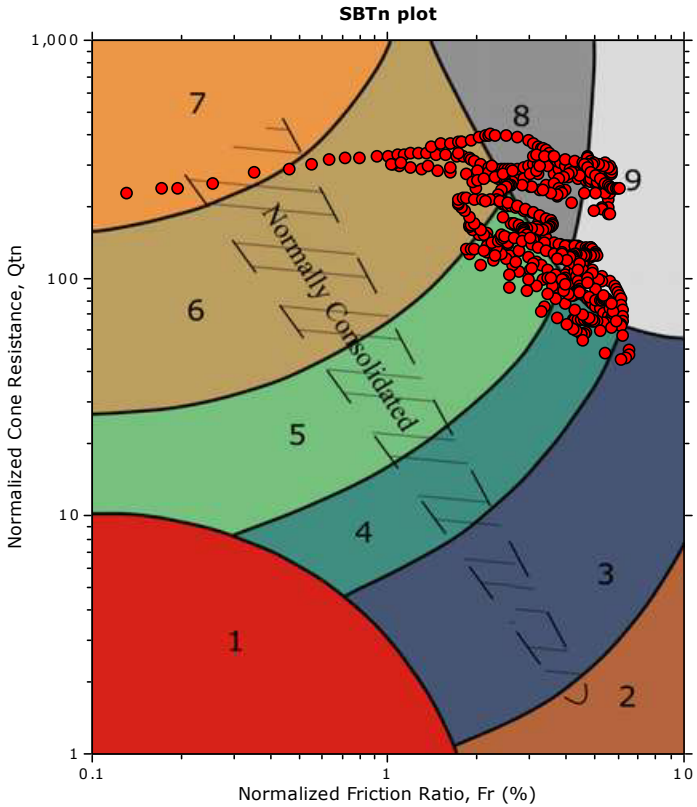


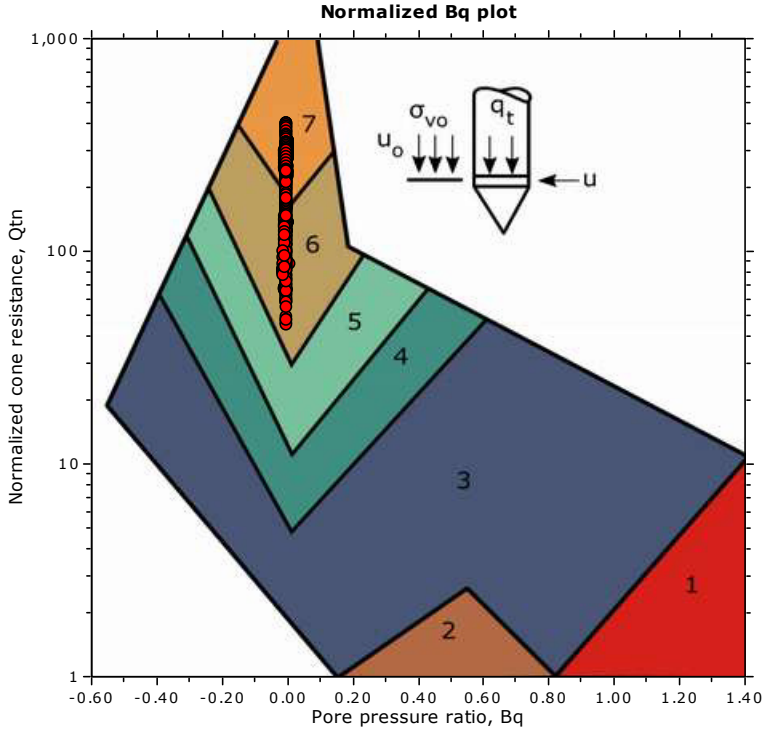


SBT legend

1. Sensitive fine grained	4. Clayey silt to silty clay	7. Gravelly sand to sand
2. Organic material	5. Silty sand to sandy silt	8. Very stiff sand to clayey sand
3. Clay to silty clay	6. Clean sand to silty sand	9. Very stiff fine grained

SBT - Bq plots (normalized)

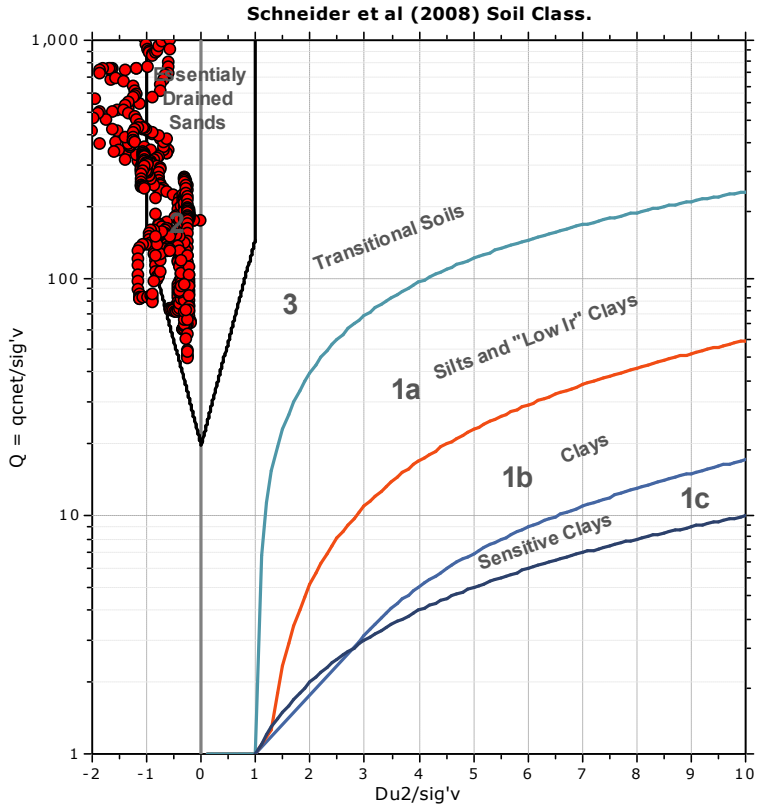


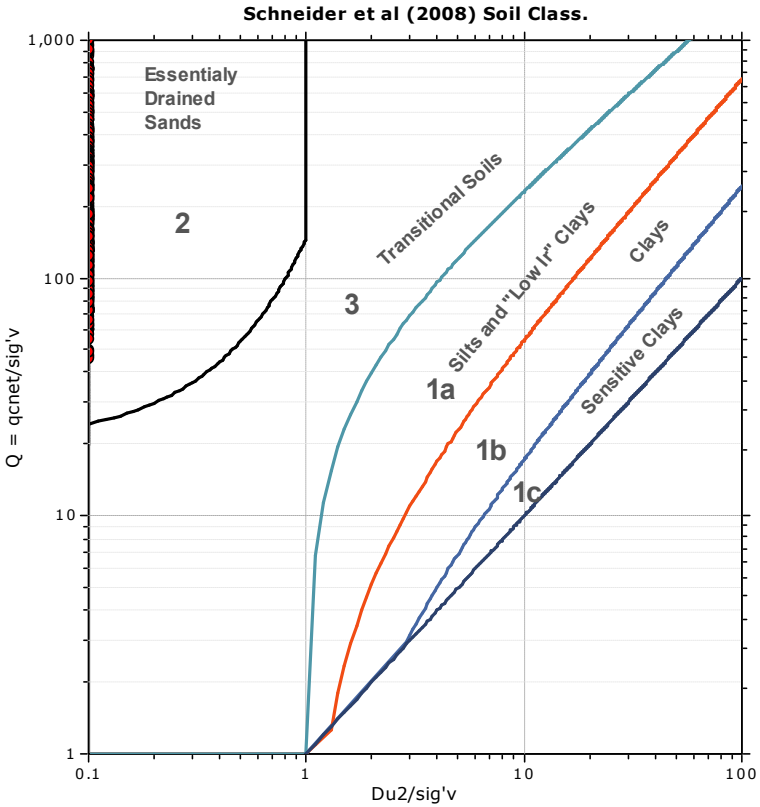


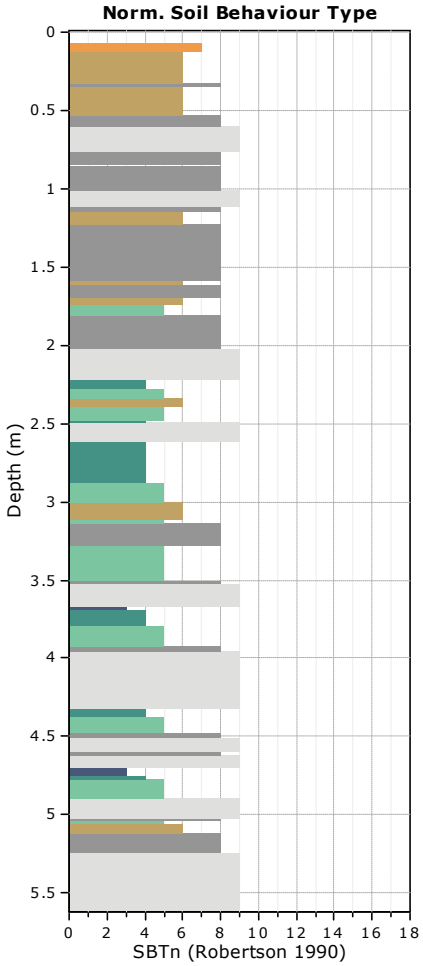
SBTn legend

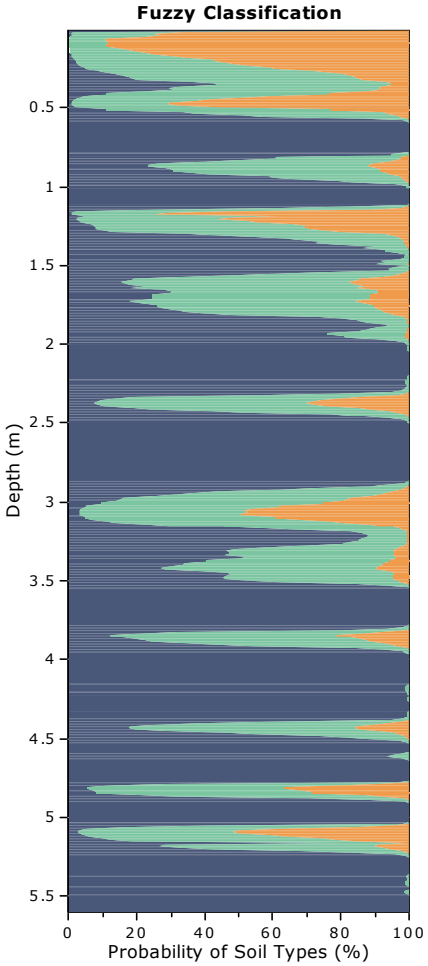
1. Sensitive fine grained	4. Clayey silt to silty clay	7. Gravelly sand to sand
2. Organic material	5. Silty sand to sandy silt	8. Very stiff sand to clayey sand
3. Clay to silty clay	6. Clean sand to silty sand	9. Very stiff fine grained

Bq plots (Schneider)



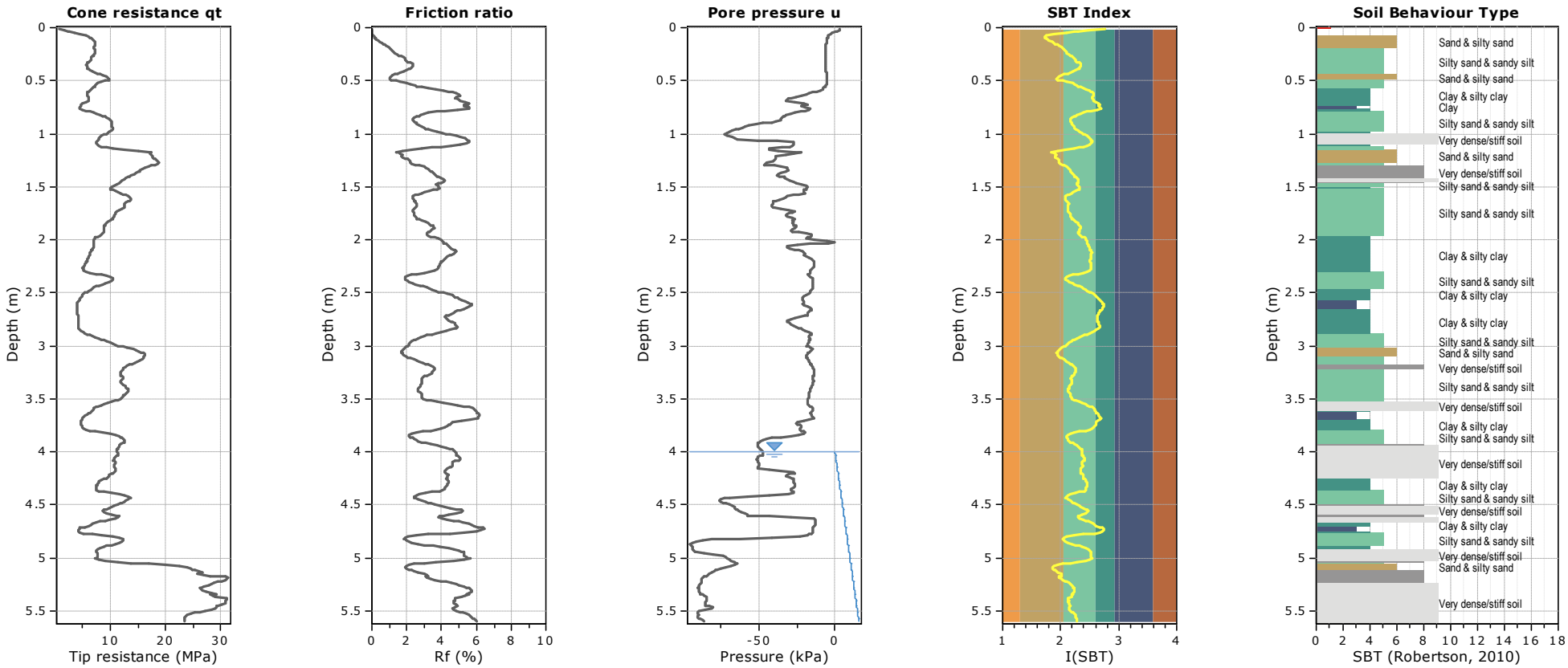



Norm. Soil Behaviour Type
Depth (m)
SBTn (Robertson 1990)
0
0.5
1
1.5
2
2.5
3
3.5
4
4.5
5
5.5
0 2 4 6 8 10 12 14 16 18


Fuzzy Classification
Depth (m)
Probability of Soil Types (%)
0.5
1
1.5
2
2.5
3
3.5
4
4.5
5
5.5
0 20 40 60 80 100

CPT: ME_SMF_CPTu1
Total depth: 5.60 m, Date: 02/07/2025
Surface Elevation: 98.05 m
Coords: X:-38493.84, Y:141262.54
Cone Type: Mks550
Cone Operator: Carlos Aquino

Project: **17040.600 - LUFTHANSA T. MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFTS COMPONENTS**
Location: **Santa Maria da Feira**

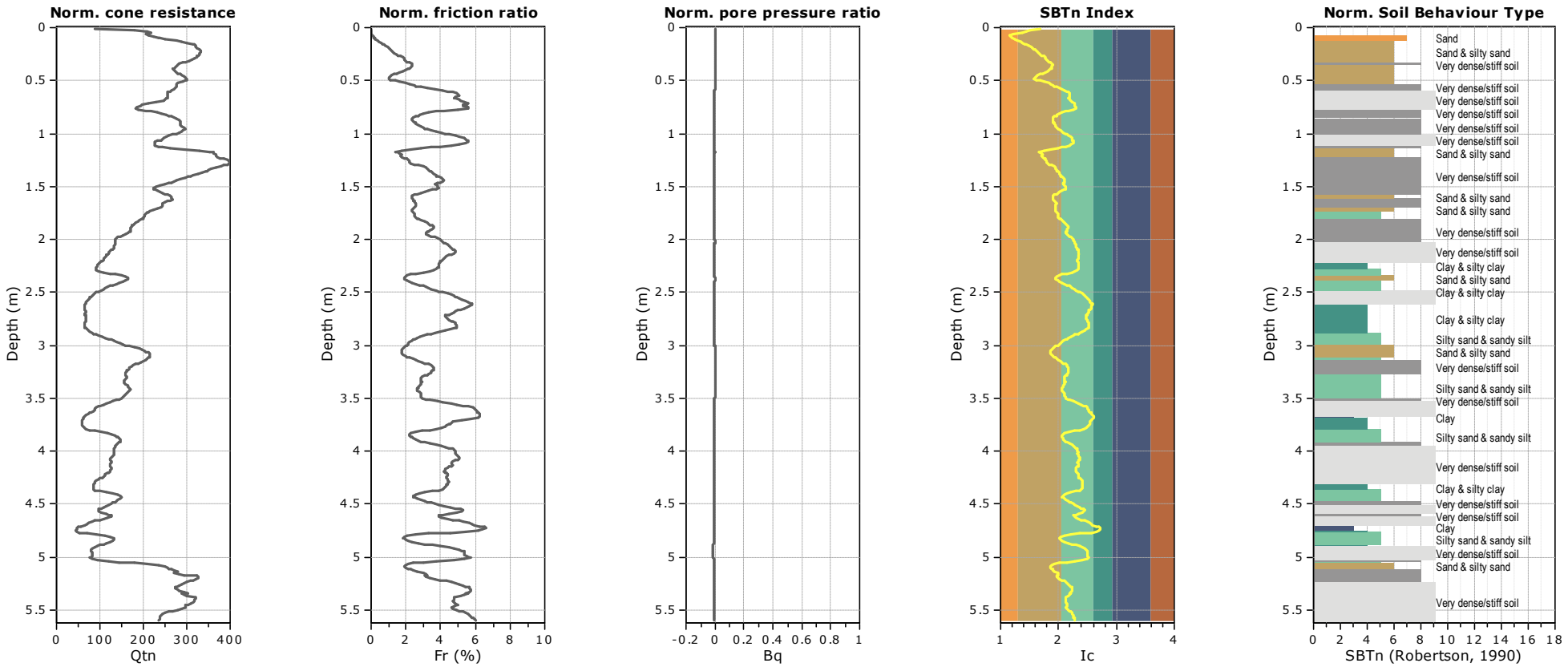


SBT legend

1. Sensitive fine grained	4. Clayey silt to silty clay	7. Gravely sand to sand
2. Organic material	5. Silty sand to sandy silt	8. Very stiff sand to clayey sand
3. Clay to silty clay	6. Clean sand to silty sand	9. Very stiff fine grained

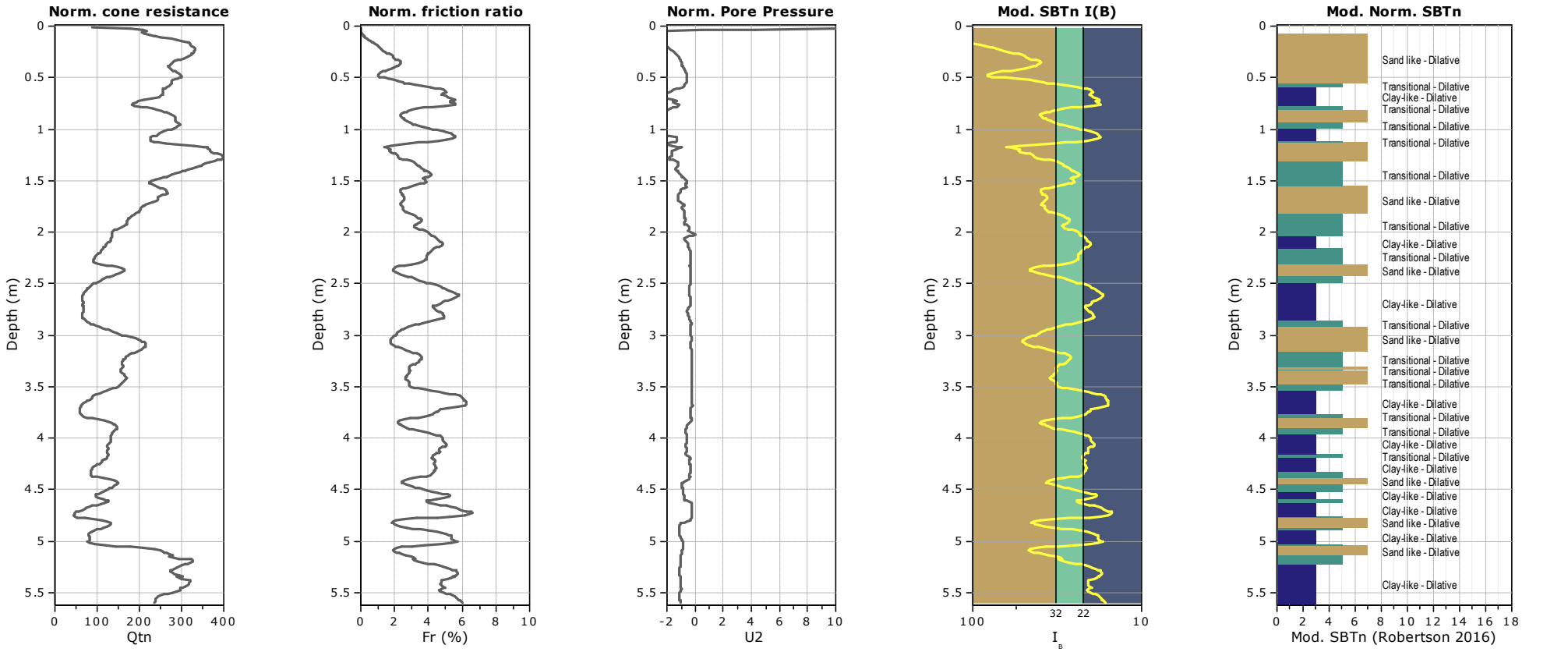
CPT: ME_SMF_CPTu1
Total depth: 5.60 m, Date: 02/07/2025
Surface Elevation: 98.05 m
Coords: X:-38493.84, Y:141262.54
Cone Type: Mks550
Cone Operator: Carlos Aquino

Project: **17040.600 - LUFTHANSA T. MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFTS COMPONENTS**
Location: **Santa Maria da Feira**



SBTn legend

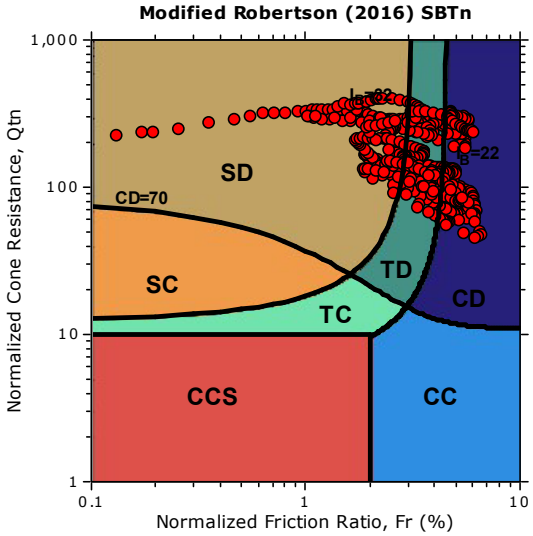
1. Sensitive fine grained	4. Clayey silt to silty clay	7. Gravely sand to sand
2. Organic material	5. Silty sand to sandy silt	8. Very stiff sand to clayey sand
3. Clay to silty clay	6. Clean sand to silty sand	9. Very stiff fine grained

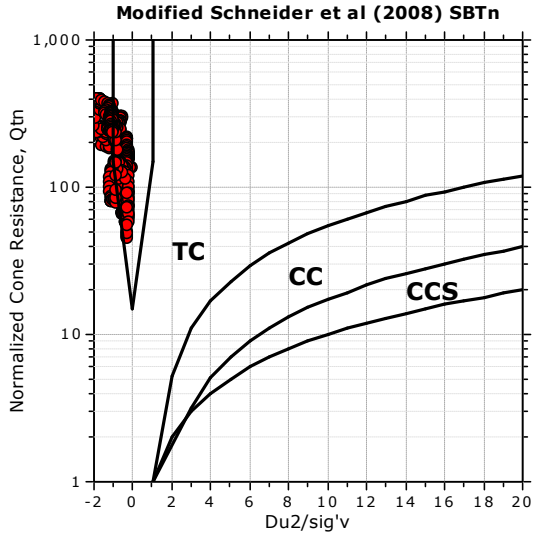


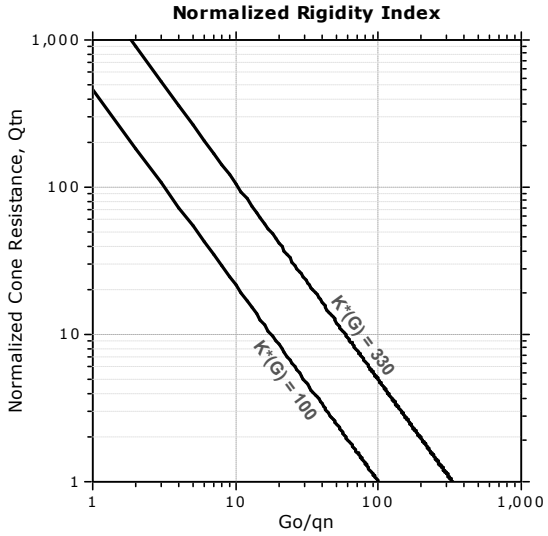
Mod. SBTn legend

- 1. CCS: ClayLike - Contractive, Sensitive
- 2. CC: Clay-like - Contractive
- 3. CD: Clay-Like: Dilative
- 4. TC: Transitional - Contractive
- 5. TD: Transitional - Dilative
- 6. SC: Sand-like - Contractive
- 7. SD: Sand-like - Dilative

Updated SBTn plots





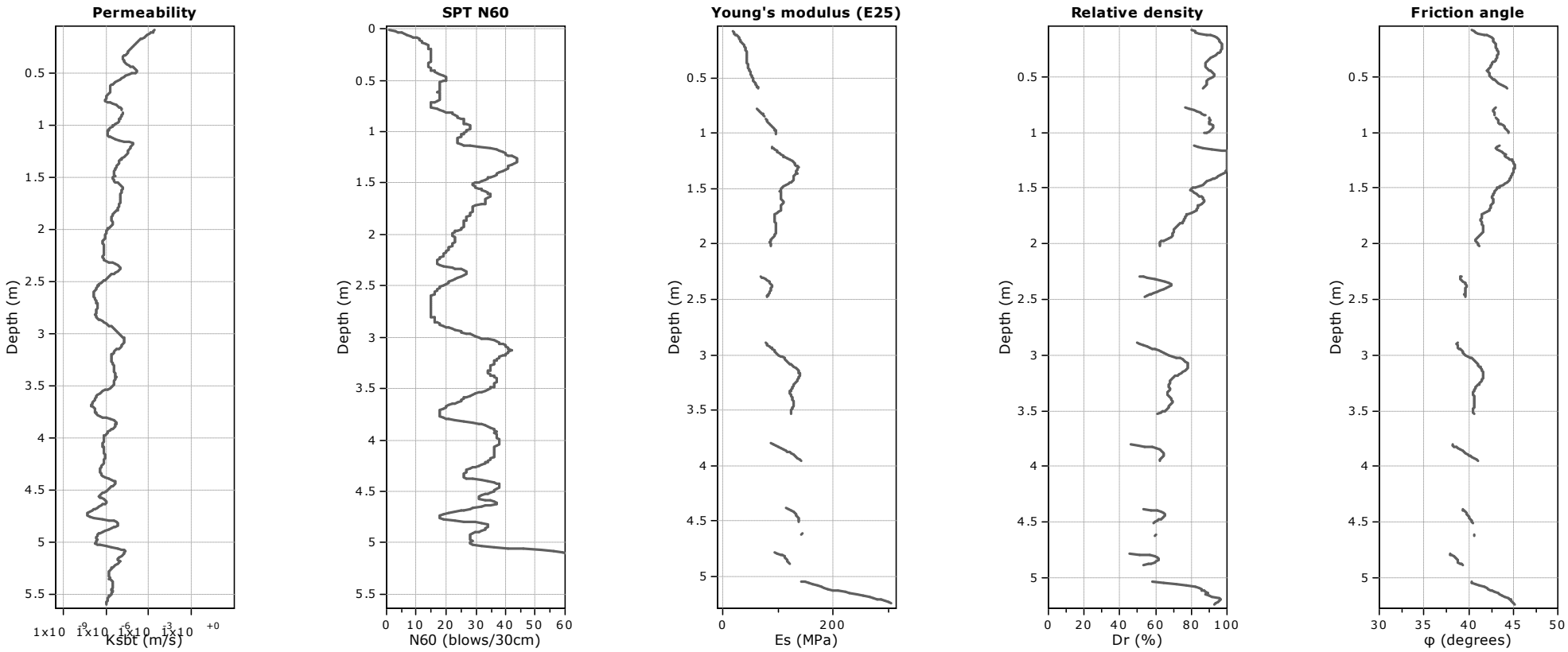


CCS: Clay-like - Contractive - Sensitive
CC: Clay-like - Contractive
CD: Clay-like - Dilative
TC: Transitional - Contractive
TD: Transitional - Dilative
SC: Sand-like - Contractive
SD: Sand-like - Dilative

K(G) > 330: Soils with significant microstructure (e.g. age/cementation)

CPT: ME_SMF_CPTu1
Total depth: 5.60 m, Date: 02/07/2025
Surface Elevation: 98.05 m
Coords: X:-38493.84, Y:141262.54
Cone Type: Mks550
Cone Operator: Carlos Aquino

Project: **17040.600 - LUFTHANSA T. MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFTS COMPONENTS**
Location: **Santa Maria da Feira**

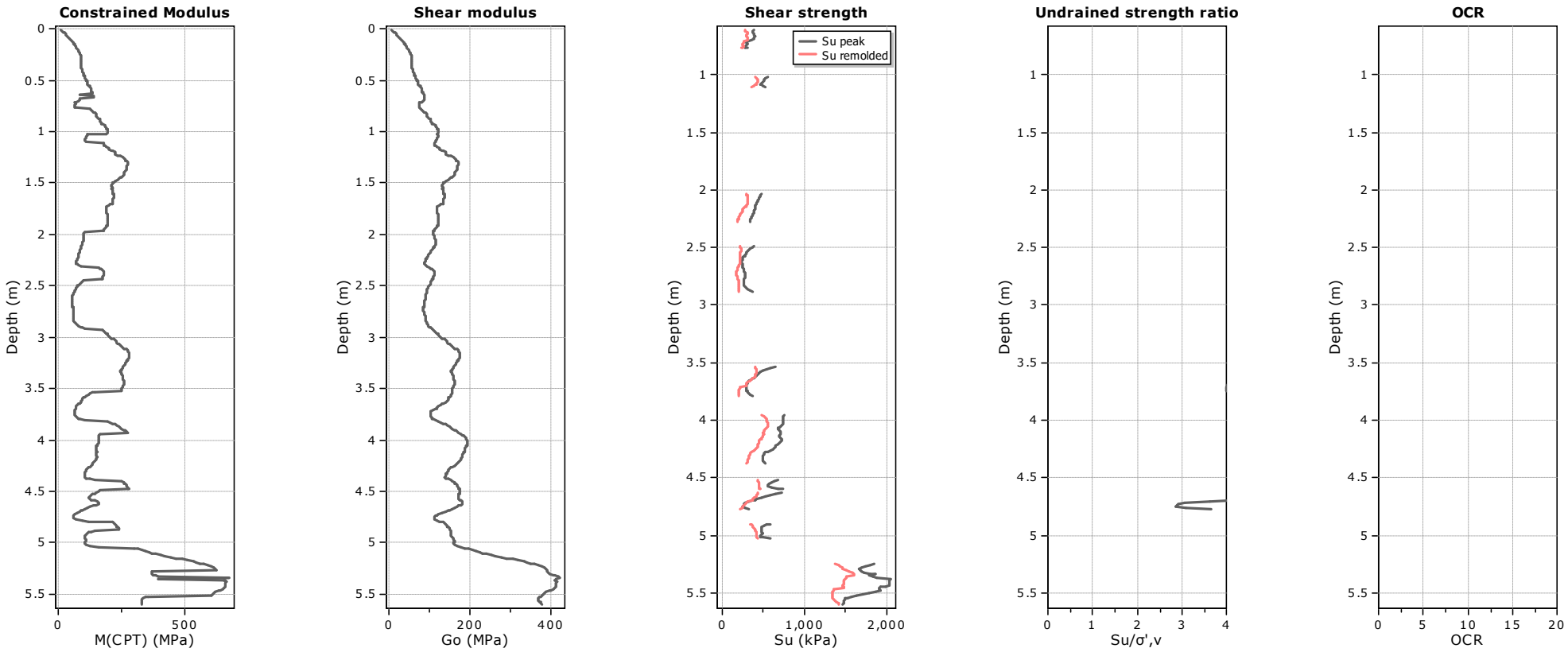


Calculation parameters

Permeability: Based on SBT_n
SPT N_{60}: Based on I_c and q_t
Young's modulus: Based on variable alpha using I_c (Robertson, 2009)
Relative density constant, C_{Dr}: 350.0
Phi: Based on Kulhawy & Mayne (1990)
User defined estimation data

CPT: ME_SMF_CPTu1
Total depth: 5.60 m, Date: 02/07/2025
Surface Elevation: 98.05 m
Coords: X:-38493.84, Y:141262.54
Cone Type: Mks550
Cone Operator: Carlos Aquino

Project: **17040.600 - LUFTHANSA T. MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFTS COMPONENTS**
Location: **Santa Maria da Feira**

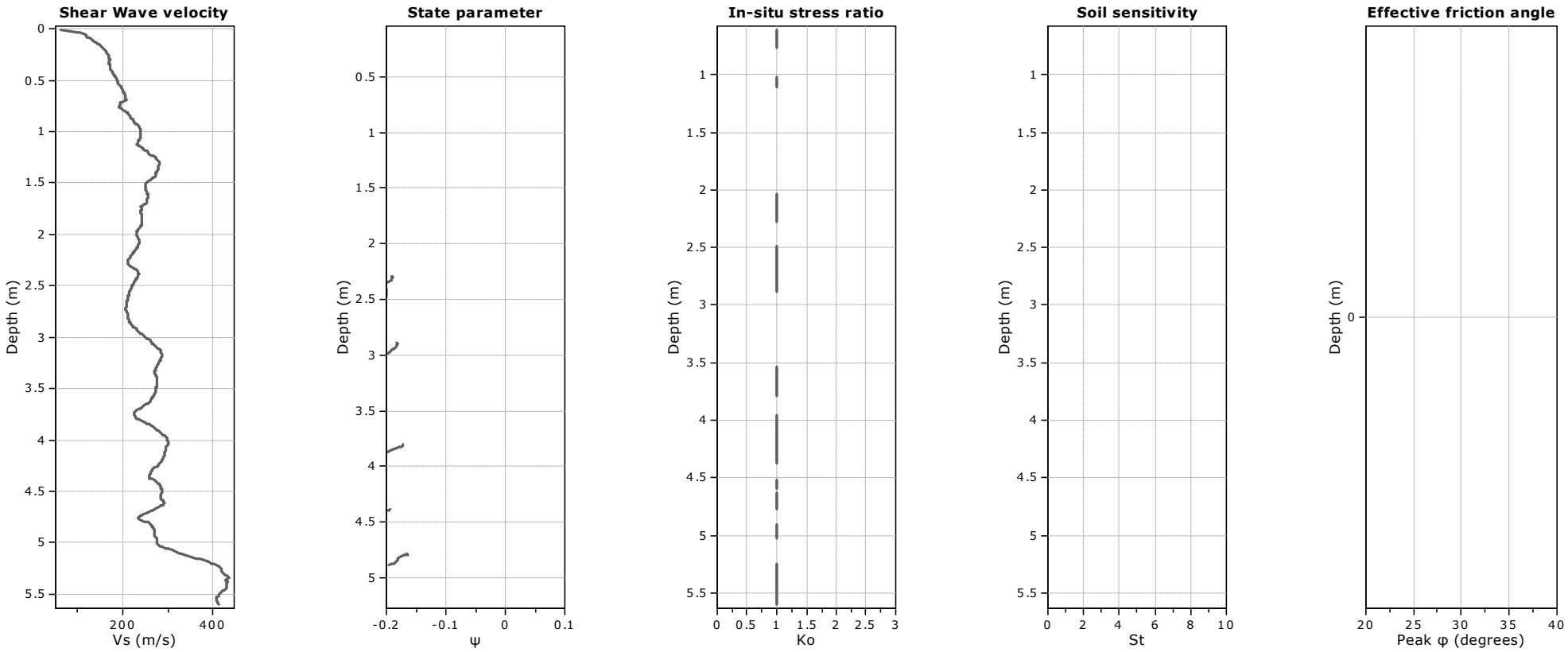


Calculation parameters

Constrained modulus: Based on variable *alpha* using I_c and Q_{tn} (Robertson, 2009)
Go: Based on variable *alpha* using I_c (Robertson, 2009)
Undrained shear strength cone factor for clays, N_{kt}: Auto
OCR factor for clays, N_{kt}: Auto
User defined estimation data
Flat Dilatometer Test data

CPT: ME_SMF_CPTu1
Total depth: 5.60 m, Date: 02/07/2025
Surface Elevation: 98.05 m
Coords: X:-38493.84, Y:141262.54
Cone Type: Mks550
Cone Operator: Carlos Aquino

Project: **17040.600 - LUFTHANSA T. MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFTS COMPONENTS**
Location: **Santa Maria da Feira**



Calculation parameters

Soil Sensitivity factor, N_S: 350.00

User defined estimation data

Presented below is a list of formulas used for the estimation of various soil properties. The formulas are presented in SI unit system and assume that all components are expressed in the same units.

:: Unit Weight, g (kN/m³) ::

$$g = g_w \cdot \left(0.27 \cdot \log(R_f) + 0.36 \cdot \log(\frac{q_t}{p_a}) + 1.236 \right)$$

where g_w = water unit weight

:: Permeability, k (m/s) ::

$I_c < 3.27$ and $I_c > 1.00$ then $k = 10^{0.952-3.04 \cdot I_c}$

$I_c \leq 4.00$ and $I_c > 3.27$ then $k = 10^{-4.52-1.37 \cdot I_c}$

:: N_{SPT} (blows per 30 cm) ::

$$N_{60} = \left(\frac{q_c}{P_a} \right) \cdot \frac{1}{10^{1.1268-0.2817 \cdot I_c}}$$

$$N_{1(60)} = Q_{tn} \cdot \frac{1}{10^{1.1268-0.2817 \cdot I_c}}$$

:: Young's Modulus, Es (MPa) ::

$$(q_t - \sigma_v) \cdot 0.015 \cdot 10^{0.55 \cdot I_c + 1.68}$$

(applicable only to $I_c < I_{c_cutoff}$)

:: Relative Density, Dr (%) ::

$$100 \cdot \sqrt{\frac{Q_{tn}}{k_{DR}}}$$ (applicable only to SBT_n: 5, 6, 7 and 8 or $I_c < I_{c_cutoff}$)

:: State Parameter, ψ ::

$$\psi = 0.56 - 0.33 \cdot \log(Q_{tn,cs})$$

:: Drained Friction Angle, φ (°) ::

$$\varphi = \varphi'_{cv} + 15.94 \cdot \log(Q_{tn,cs}) - 26.88$$

(applicable only to SBT_n: 5, 6, 7 and 8 or $I_c < I_{c_cutoff}$)

:: 1-D constrained modulus, M (MPa) ::

If $I_c > 2.20$
$\alpha = 14$ for $Q_{tn} > 14$
$\alpha = Q_{tn}$ for $Q_{tn} \leq 14$
$M_{CPT} = \alpha \cdot (q_t - \sigma_v)$

If $I_c \geq 2.20$

$$M_{CPT} = 0.03 \cdot (q_t - \sigma_v) \cdot 10^{0.55 \cdot I_c + 1.68}$$

:: Small strain shear Modulus, Go (MPa) ::

$$G_0 = (q_t - \sigma_v) \cdot 0.0188 \cdot 10^{0.55 \cdot I_c + 1.68}$$

:: Shear Wave Velocity, Vs (m/s) ::

$$V_s = \left(\frac{G_0}{\rho} \right)^{0.50}$$

:: Undrained peak shear strength, Su (kPa) ::

$N_{kt} = 10.50 + 7 \cdot \log(F_r)$ or user defined

$$S_u = \frac{(q_t - \sigma_v)}{N_{kt}}$$

(applicable only to SBT_n: 1, 2, 3, 4 and 9 or $I_c > I_{c_cutoff}$)

:: Remolded undrained shear strength, Su(rem) (kPa) ::

$S_{u(rem)} = f_s$ (applicable only to SBT_n: 1, 2, 3, 4 and 9 or $I_c > I_{c_cutoff}$)

:: Overconsolidation Ratio, OCR ::

$$k_{OCR} = \left[\frac{Q_{tn}^{0.20}}{0.25 \cdot (10.50 \cdot + 7 \cdot \log(F_r))} \right]^{1.25}$$ or user defined

$OCR = k_{OCR} \cdot Q_{tn}$

(applicable only to SBT_n: 1, 2, 3, 4 and 9 or $I_c > I_{c_cutoff}$)

:: In situ Stress Ratio, Ko ::

$$K_O = (1 - \sin\varphi') \cdot OCR^{\sin\varphi'}$$

(applicable only to SBT_n: 1, 2, 3, 4 and 9 or $I_c > I_{c_cutoff}$)

:: Soil Sensitivity, S_t ::

$$S_t = \frac{N_S}{F_r}$$

(applicable only to SBT_n: 1, 2, 3, 4 and 9 or $I_c > I_{c_cutoff}$)

:: Peak Friction Angle, φ' (°) ::

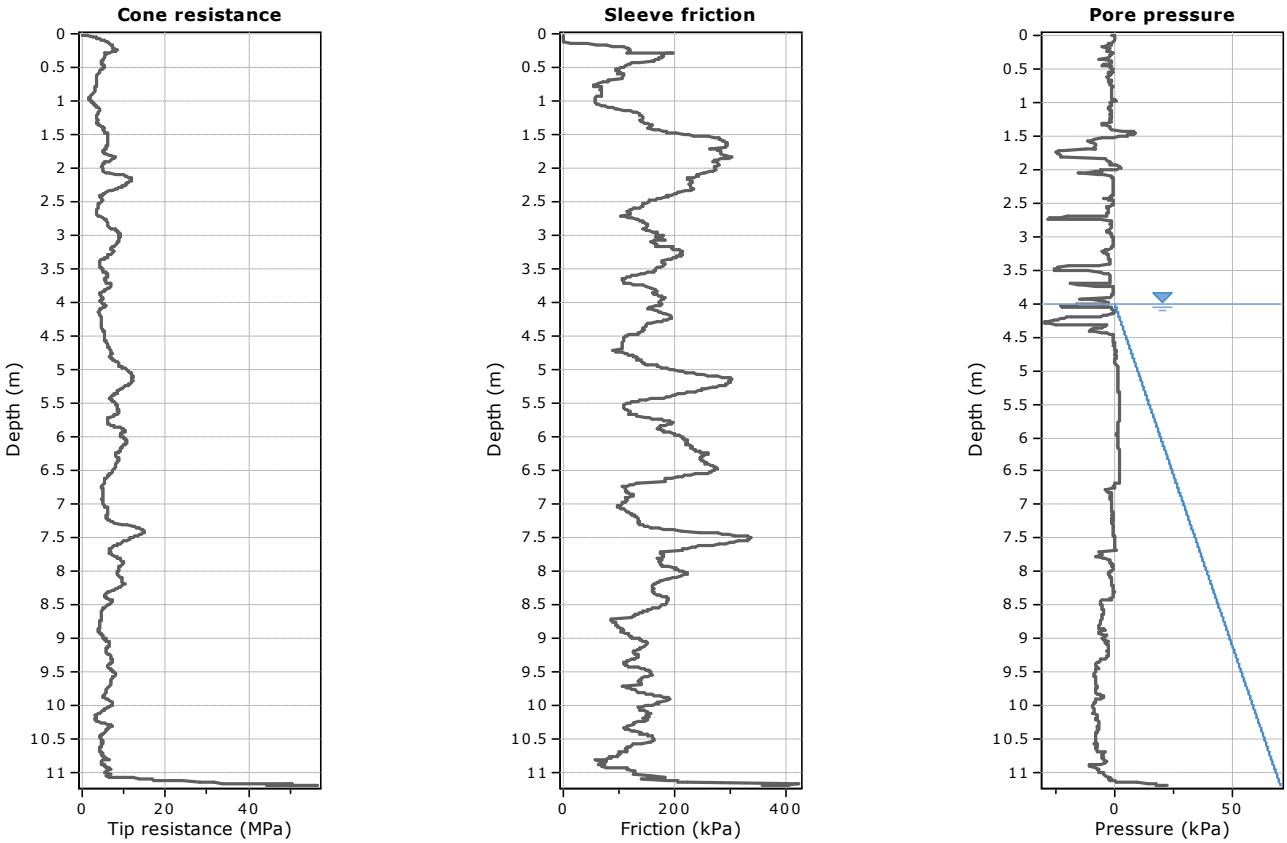
$$\varphi' = 29.5° \cdot B_q^{0.121} \cdot (0.256 + 0.336 \cdot B_q + \log Q_t)$$

(applicable for $0.10 < B_q < 1.00$)

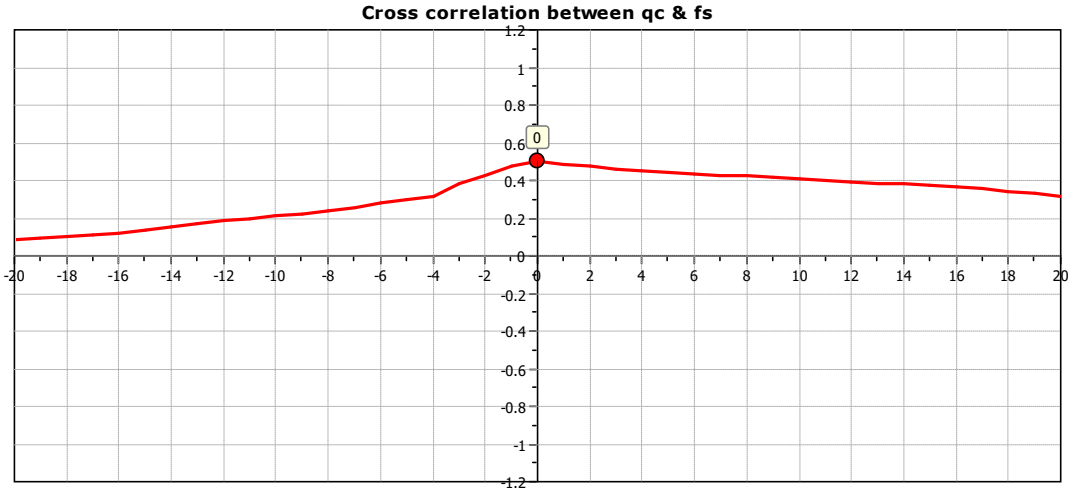
References

• Robertson, P.K., Cabal K.L., Guide to Cone Penetration Testing for Geotechnical Engineering, Gregg Drilling & Testing, Inc., 5th Edition, November 2012

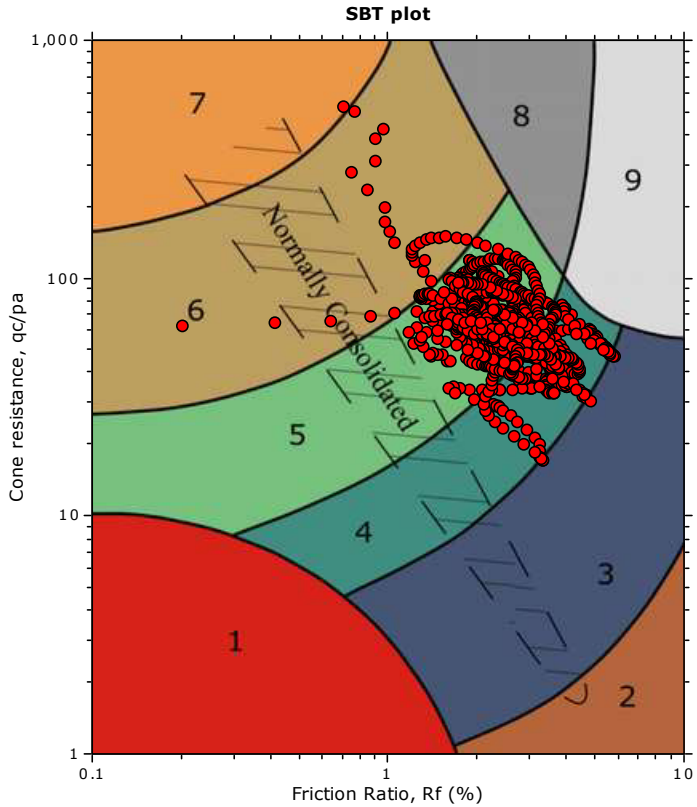
• Robertson, P.K., Interpretation of Cone Penetration Tests - a unified approach., Can. Geotech. J. 46(11): 1337–1355 (2009)

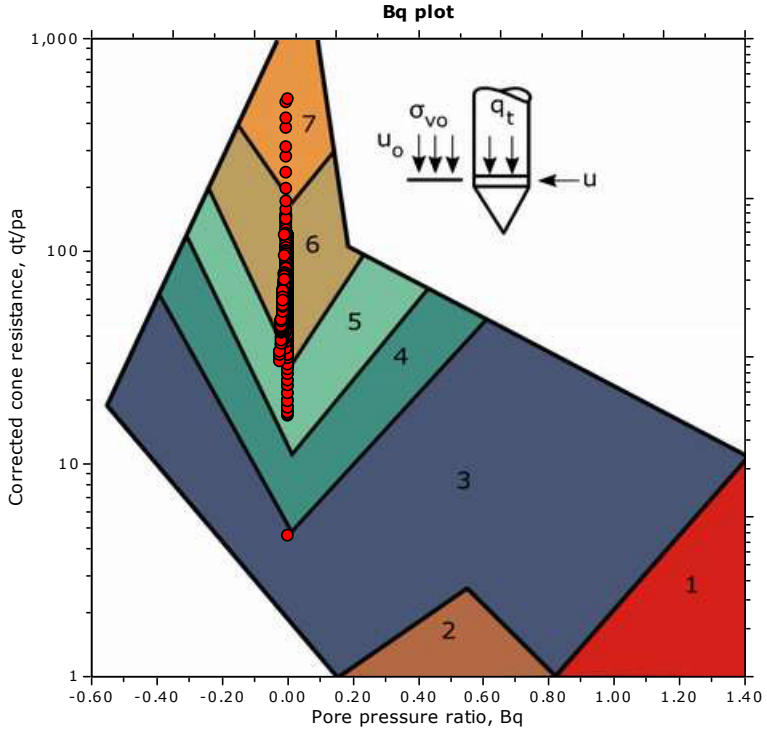


The plot below presents the cross correlation coeficient between the raw qc and fs values (as measured on the field). X axes presents the lag distance (one lag is the distance between two sucessive CPT measurements).



SBT - Bq plots

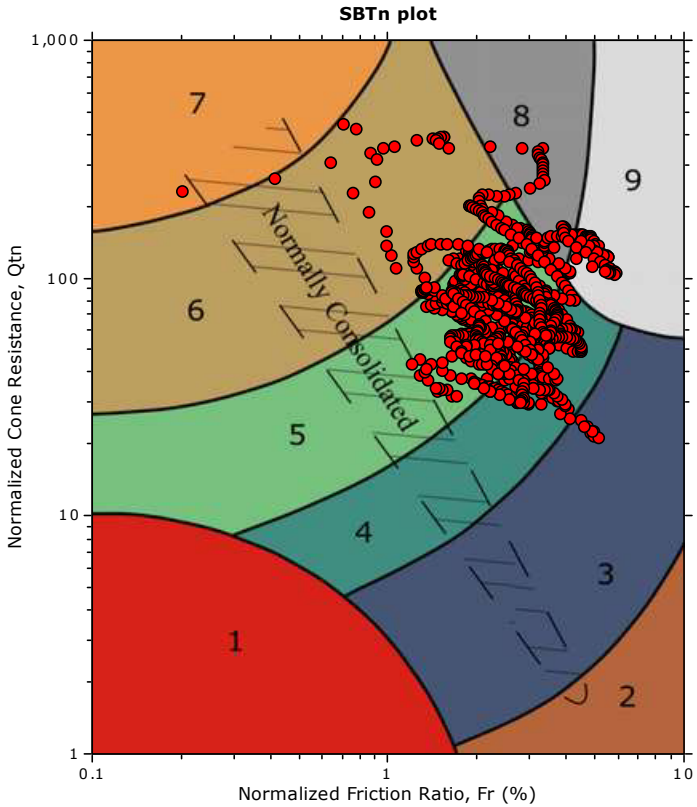


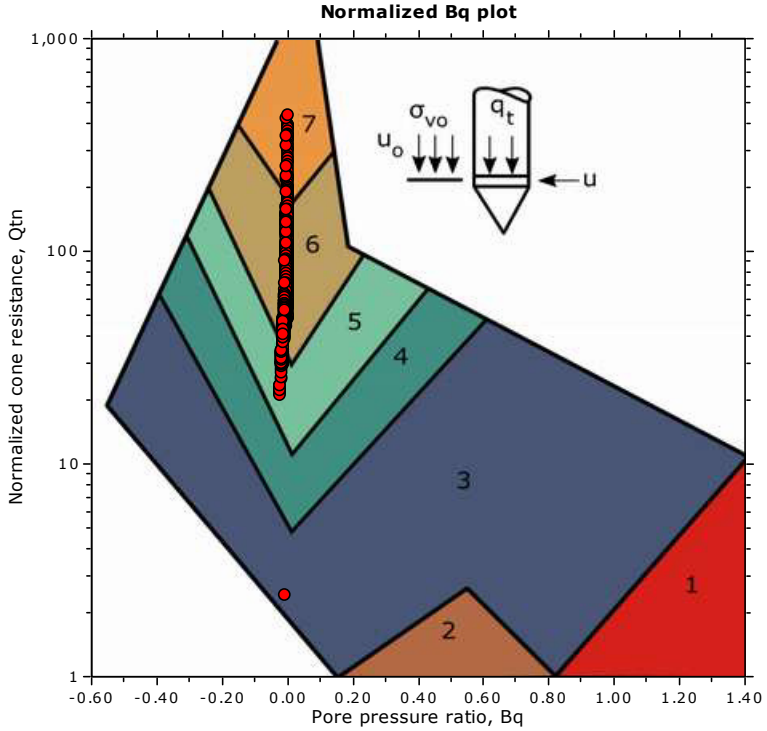


SBT legend

1. Sensitive fine grained	4. Clayey silt to silty clay	7. Gravelly sand to sand
2. Organic material	5. Silty sand to sandy silt	8. Very stiff sand to clayey sand
3. Clay to silty clay	6. Clean sand to silty sand	9. Very stiff fine grained

SBT - Bq plots (normalized)

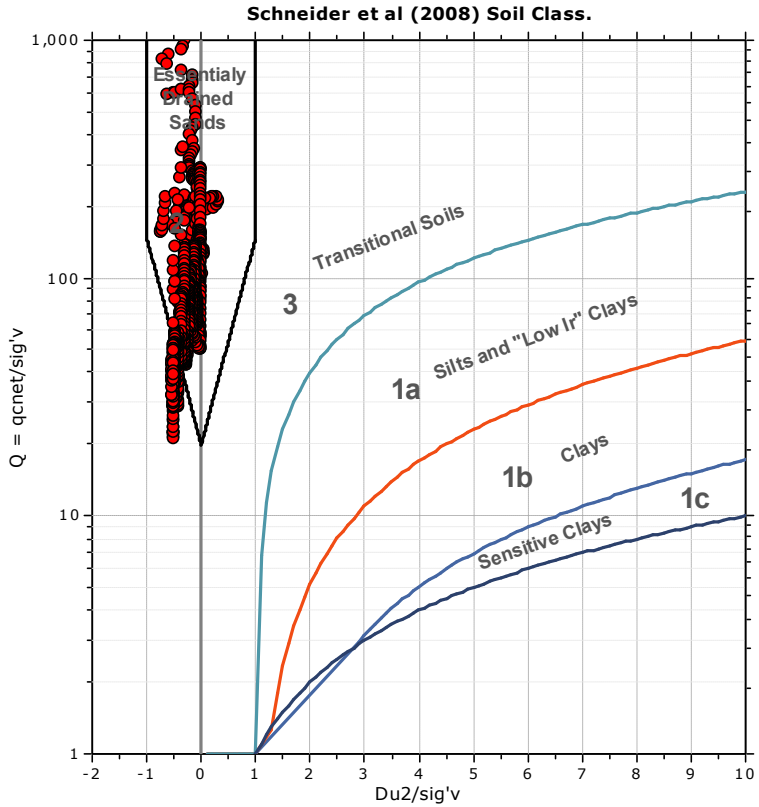


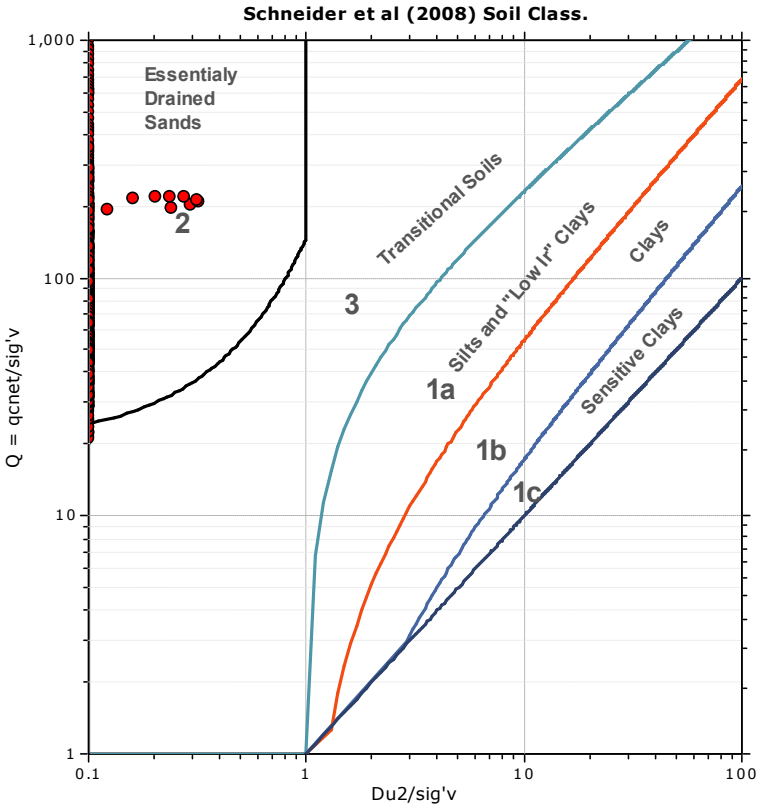


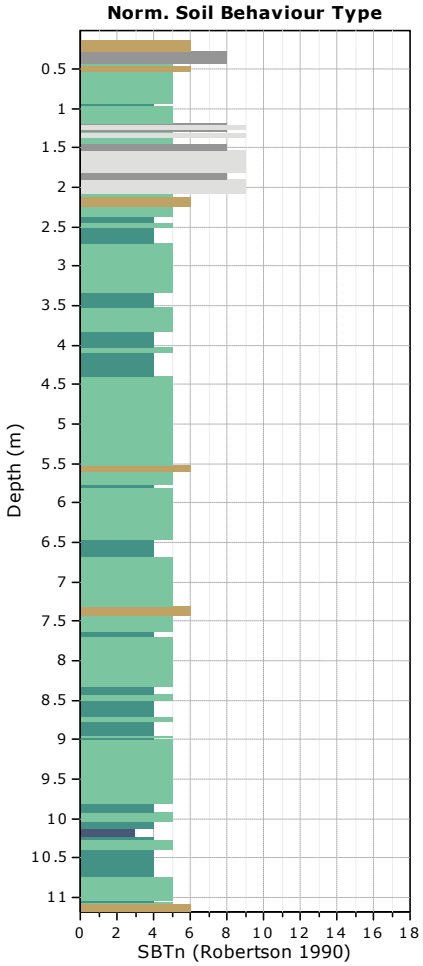
SBTn legend

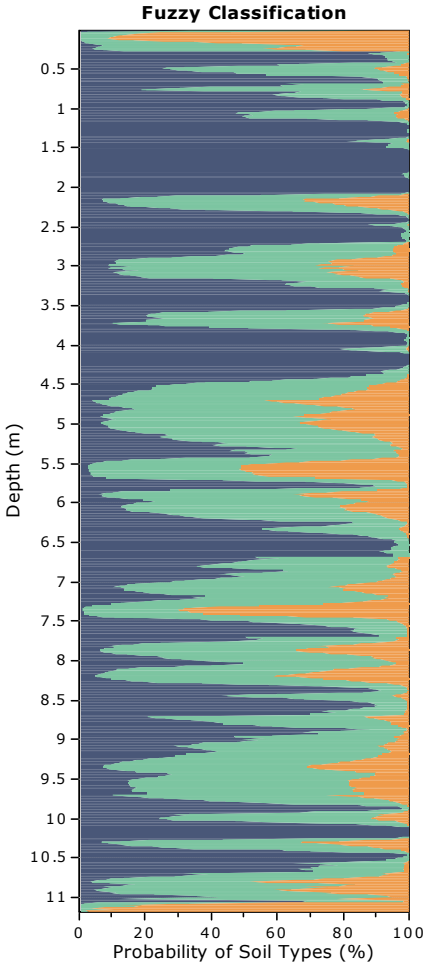
1. Sensitive fine grained	4. Clayey silt to silty clay	7. Gravelly sand to sand
2. Organic material	5. Silty sand to sandy silt	8. Very stiff sand to clayey sand
3. Clay to silty clay	6. Clean sand to silty sand	9. Very stiff fine grained

Bq plots (Schneider)



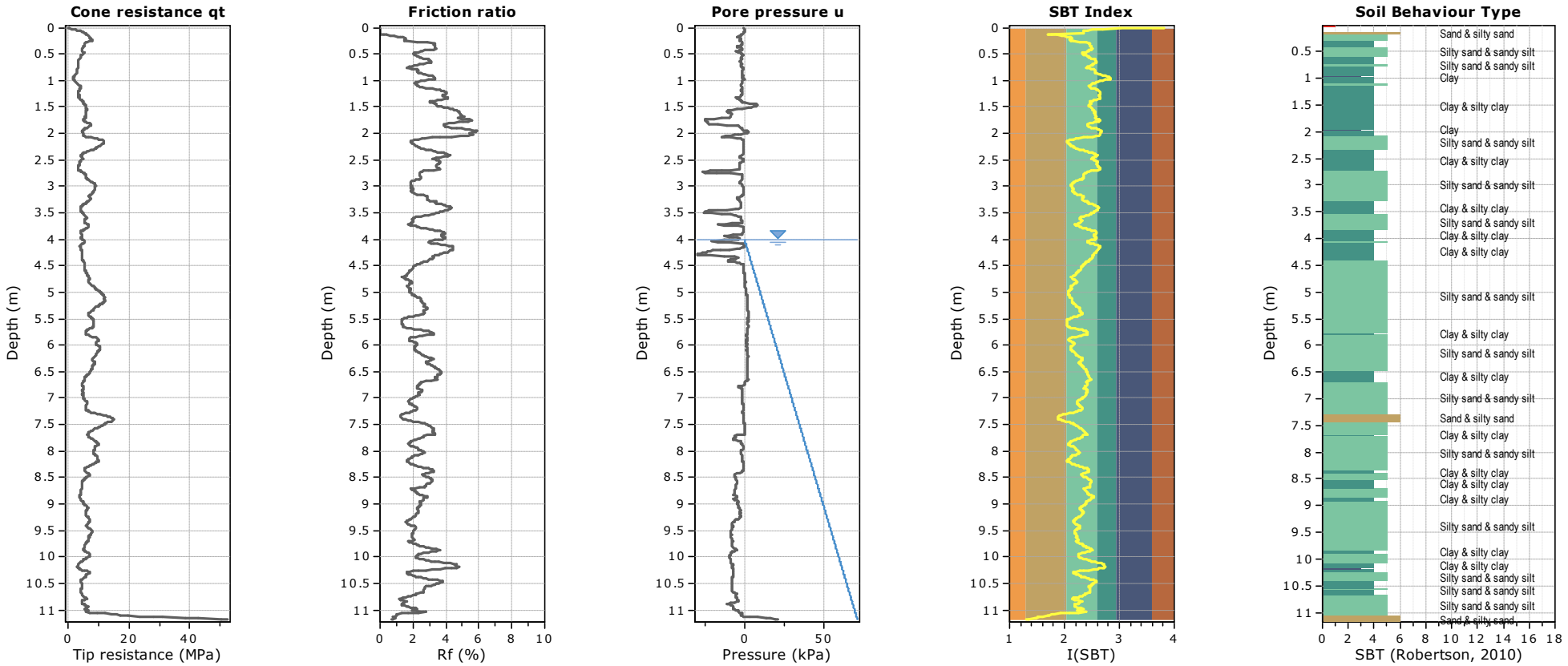



Norm. Soil Behaviour Type
Depth (m)
SBTn (Robertson 1990)


Fuzzy Classification
Depth (m)
Probability of Soil Types (%)

CPT: ME_SMF_CPTu2
Total depth: 11.18 m, Date: 02/07/2025
Surface Elevation: 104.72 m
Coords: X:-38494.18, Y:141345.07
Cone Type: Mks550
Cone Operator: Carlos Aquino

Project: **17040.600 - LUFTHANSA T. MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFTS COMPONENTS**
Location: **Santa Maria da Feira**

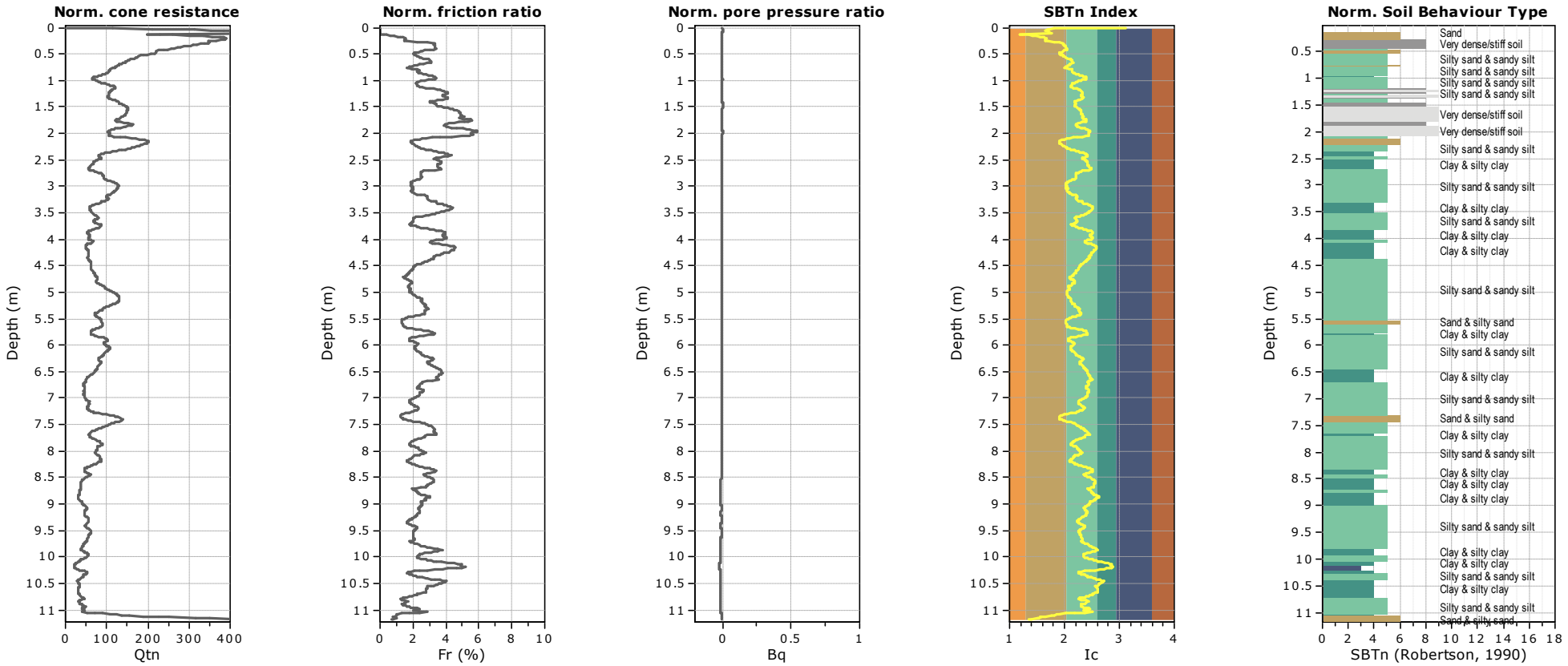


SBT legend

1. Sensitive fine grained	4. Clayey silt to silty clay	7. Gravely sand to sand
2. Organic material	5. Silty sand to sandy silt	8. Very stiff sand to clayey sand
3. Clay to silty clay	6. Clean sand to silty sand	9. Very stiff fine grained

CPT: ME_SMF_CPTu2
Total depth: 11.18 m, Date: 02/07/2025
Surface Elevation: 104.72 m
Coords: X:-38494.18, Y:141345.07
Cone Type: Mks550
Cone Operator: Carlos Aquino

Project: **17040.600 - LUFTHANSA T. MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFTS COMPONENTS**
Location: **Santa Maria da Feira**

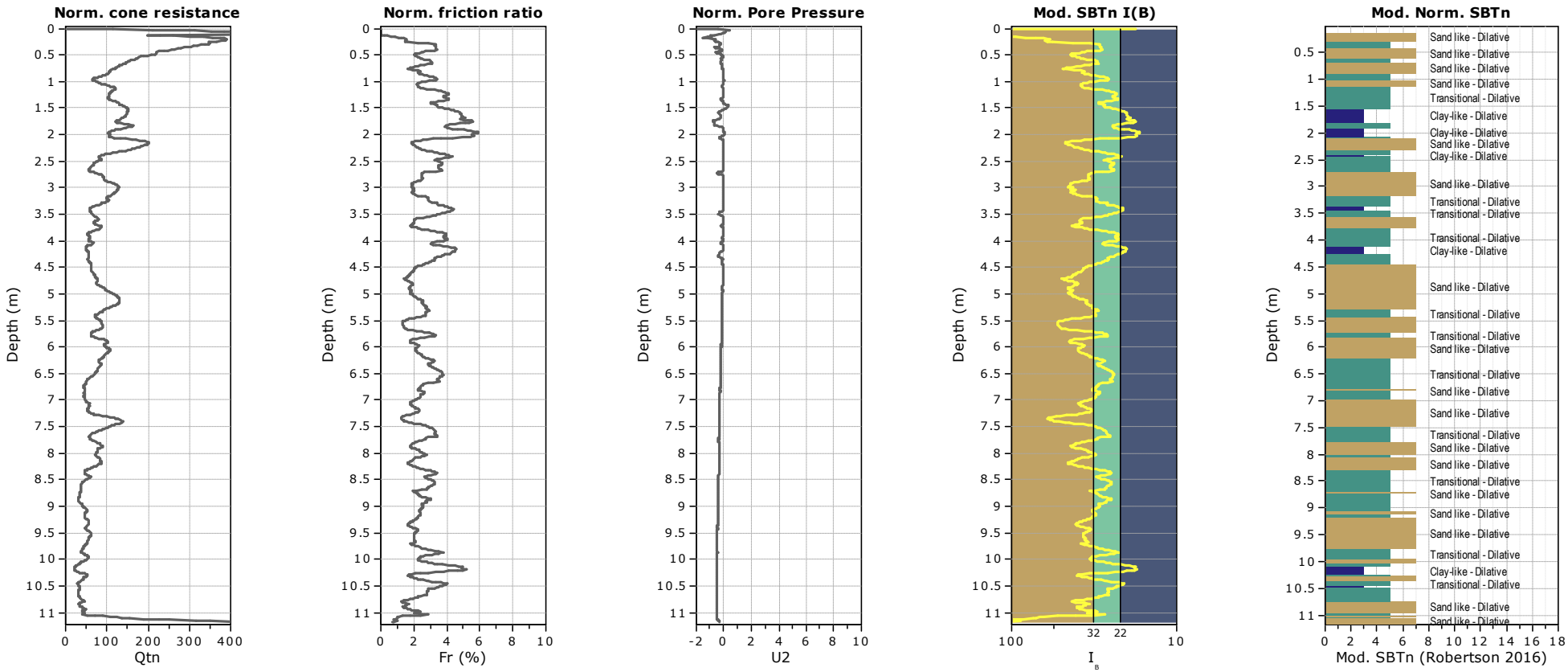


SBTn legend

- 1. Sensitive fine grained
- 2. Organic material
- 3. Clay to silty clay
- 4. Clayey silt to silty clay
- 5. Silty sand to sandy silt
- 6. Clean sand to silty sand
- 7. Gravely sand to sand
- 8. Very stiff sand to clayey sand
- 9. Very stiff fine grained

CPT: ME_SMF_CPTu2
Total depth: 11.18 m, Date: 02/07/2025
Surface Elevation: 104.72 m
Coords: X:-38494.18, Y:141345.07
Cone Type: Mks550
Cone Operator: Carlos Aquino

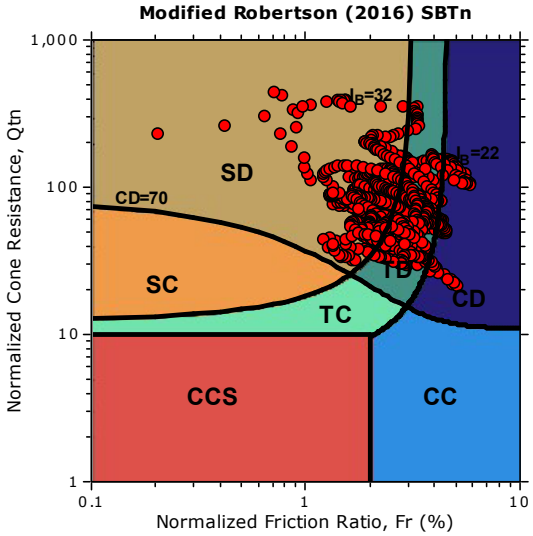
Project: **17040.600 - LUFTHANSA T. MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFTS COMPONENTS**
Location: **Santa Maria da Feira**

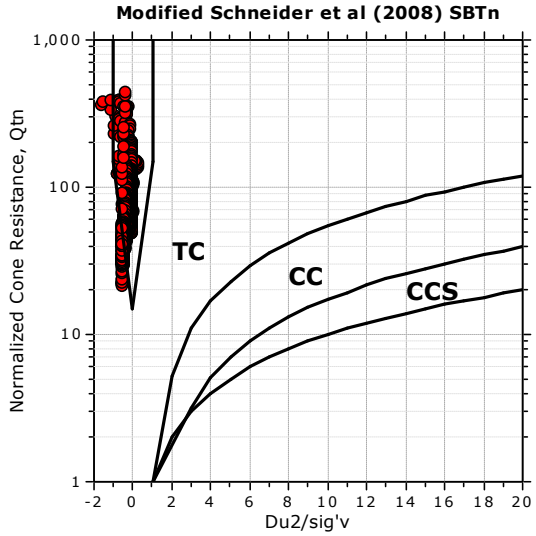


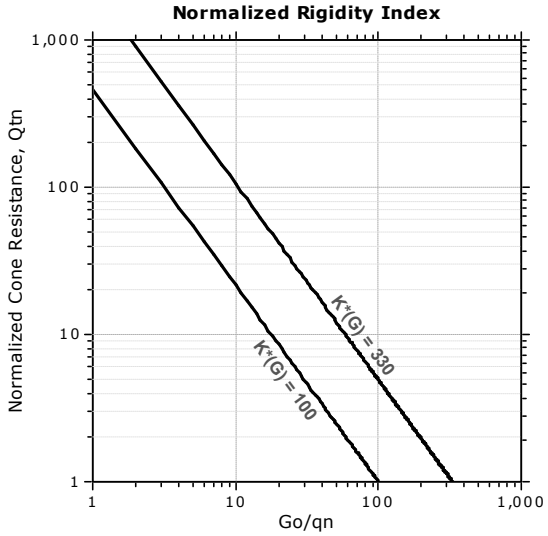
Mod. SBTn legend

- 1. CCS: ClayLike - Contractive, Sensitive
- 2. CC: Clay-like - Contractive
- 3. CD: Clay-Like: Dilative
- 4. TC: Transitional - Contractive
- 5. TD: Transitional - Dilative
- 6. SC: Sand-like - Contractive
- 7. SD: Sand-like - Dilative

Updated SBTn plots





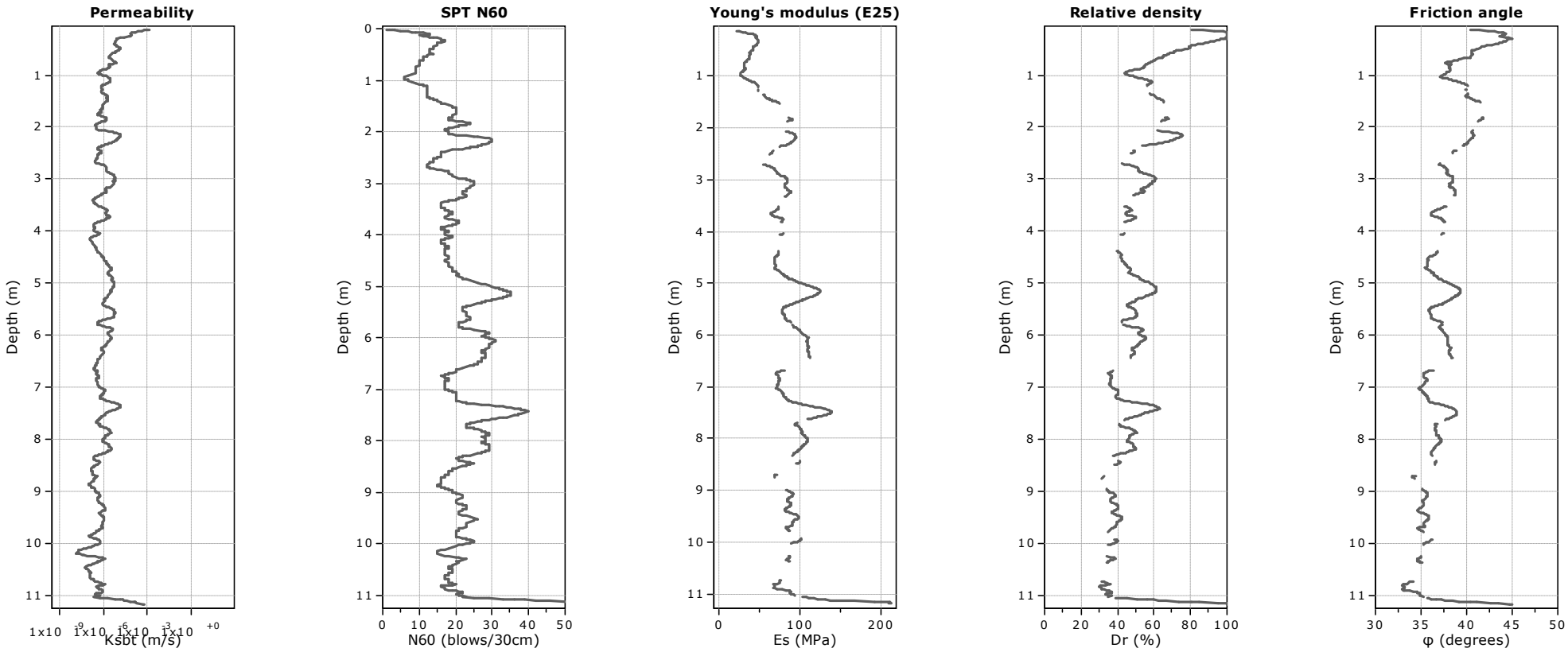


CCS: Clay-like - Contractive - Sensitive
CC: Clay-like - Contractive
CD: Clay-like - Dilative
TC: Transitional - Contractive
TD: Transitional - Dilative
SC: Sand-like - Contractive
SD: Sand-like - Dilative

K(G) > 330: Soils with significant microstructure (e.g. age/cementation)

CPT: ME_SMF_CPTu2
Total depth: 11.18 m, Date: 02/07/2025
Surface Elevation: 104.72 m
Coords: X:-38494.18, Y:141345.07
Cone Type: Mks550
Cone Operator: Carlos Aquino

Project: **17040.600 - LUFTHANSA T. MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFTS COMPONENTS**
Location: **Santa Maria da Feira**

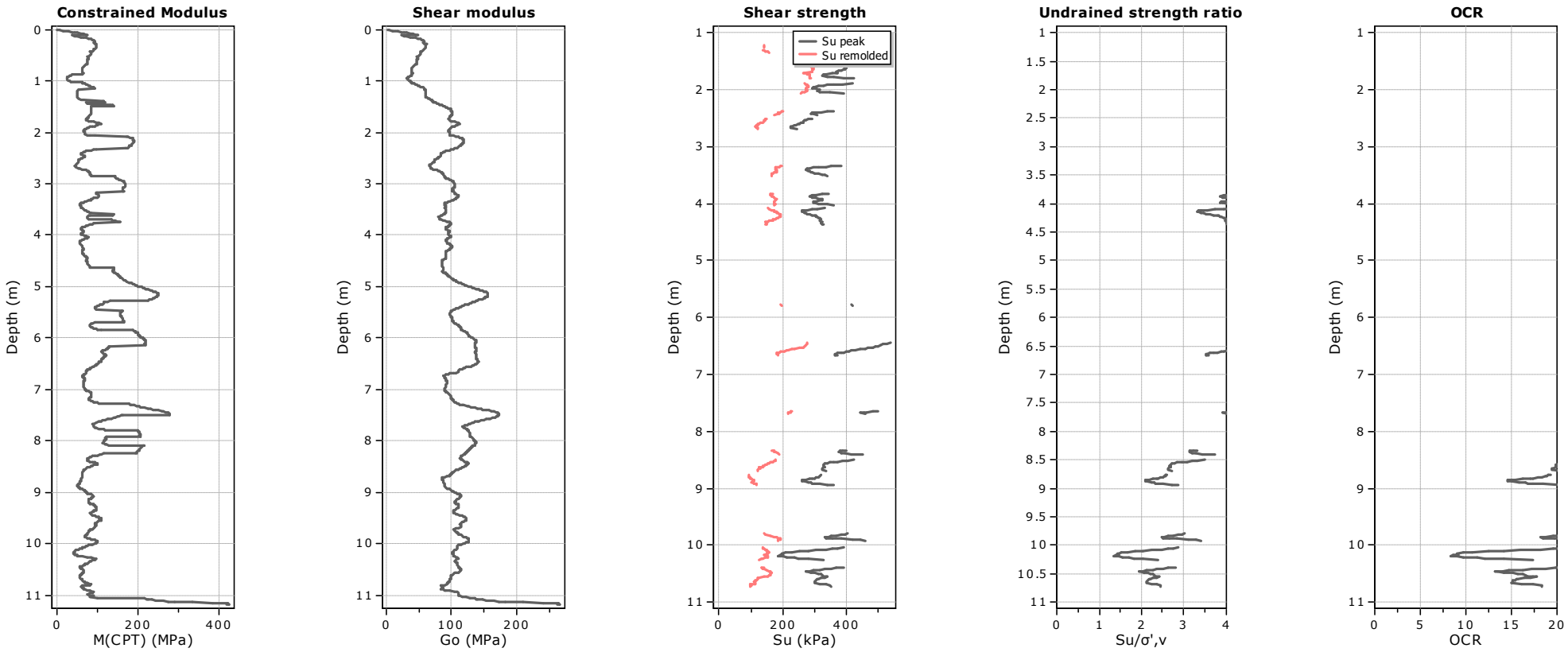


Calculation parameters

Permeability: Based on SBT_n
SPT N_{60}: Based on I_c and q_t
Young's modulus: Based on variable alpha using I_c (Robertson, 2009)
Relative density constant, C_{Dr}: 350.0
Phi: Based on Kulhawy & Mayne (1990)
User defined estimation data

CPT: ME_SMF_CPTu2
Total depth: 11.18 m, Date: 02/07/2025
Surface Elevation: 104.72 m
Coords: X:-38494.18, Y:141345.07
Cone Type: Mks550
Cone Operator: Carlos Aquino

Project: **17040.600 - LUFTHANSA T. MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFTS COMPONENTS**
Location: **Santa Maria da Feira**

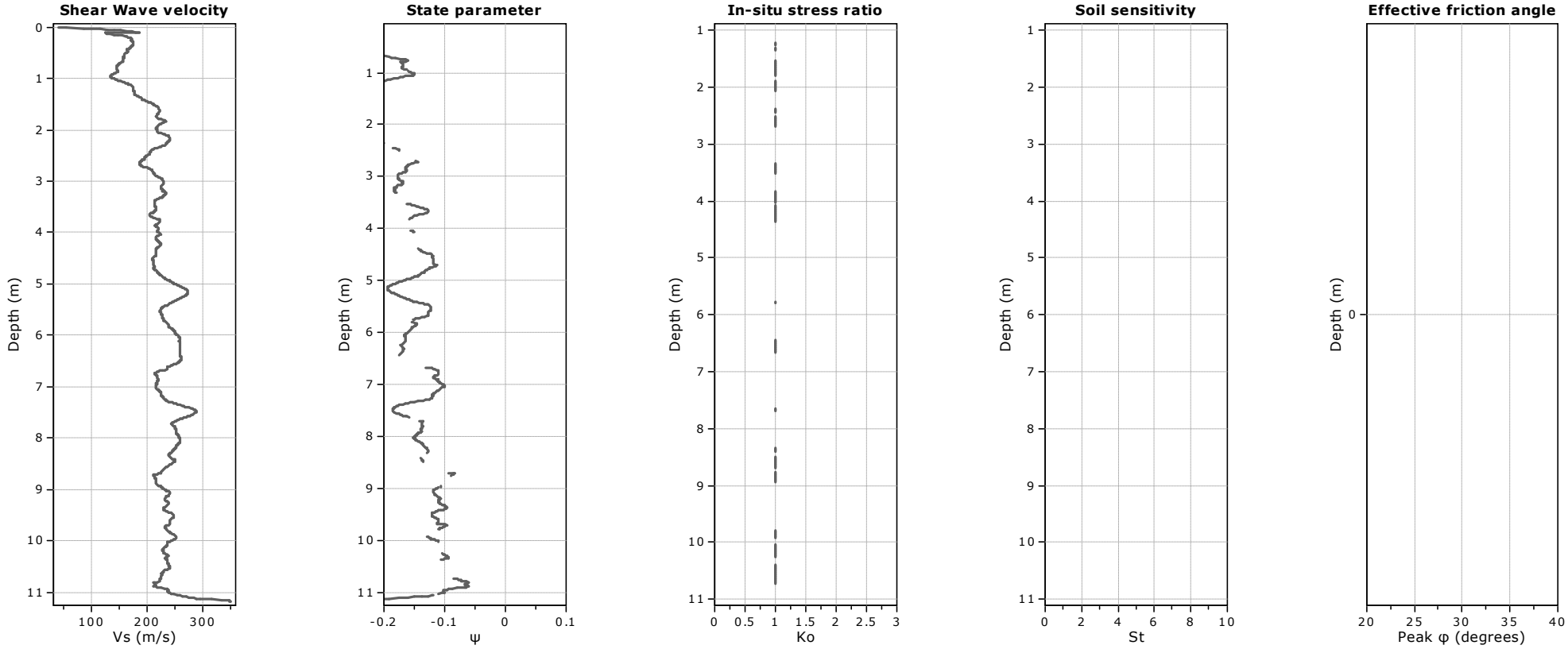


Calculation parameters

Constrained modulus: Based on variable *alpha* using I_c and Q_{tn} (Robertson, 2009)
Go: Based on variable *alpha* using I_c (Robertson, 2009)
Undrained shear strength cone factor for clays, N_{kt}: Auto
OCR factor for clays, N_{kt}: Auto
User defined estimation data
Flat Dilatometer Test data

CPT: ME_SMF_CPTu2
Total depth: 11.18 m, Date: 02/07/2025
Surface Elevation: 104.72 m
Coords: X:-38494.18, Y:141345.07
Cone Type: Mks550
Cone Operator: Carlos Aquino

Project: **17040.600 - LUFTHANSA T. MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFTS COMPONENTS**
Location: **Santa Maria da Feira**



Calculation parameters

Soil Sensitivity factor, N_S: 350.00

User defined estimation data

Presented below is a list of formulas used for the estimation of various soil properties. The formulas are presented in SI unit system and assume that all components are expressed in the same units.

:: Unit Weight, g (kN/m³) ::

$$g = g_w \cdot \left(0.27 \cdot \log(R_f) + 0.36 \cdot \log(\frac{q_t}{p_a}) + 1.236 \right)$$

where g_w = water unit weight

:: Permeability, k (m/s) ::

$I_c < 3.27$ and $I_c > 1.00$ then $k = 10^{0.952-3.04 \cdot I_c}$

$I_c \leq 4.00$ and $I_c > 3.27$ then $k = 10^{-4.52-1.37 \cdot I_c}$

:: N_{SPT} (blows per 30 cm) ::

$$N_{60} = \left(\frac{q_c}{P_a} \right) \cdot \frac{1}{10^{1.1268-0.2817 \cdot I_c}}$$

$$N_{1(60)} = Q_{tn} \cdot \frac{1}{10^{1.1268-0.2817 \cdot I_c}}$$

:: Young's Modulus, Es (MPa) ::

$$(q_t - \sigma_v) \cdot 0.015 \cdot 10^{0.55 \cdot I_c + 1.68}$$

(applicable only to $I_c < I_{c_cutoff}$)

:: Relative Density, Dr (%) ::

$$100 \cdot \sqrt{\frac{Q_{tn}}{k_{DR}}}$$ (applicable only to SBT_n: 5, 6, 7 and 8 or $I_c < I_{c_cutoff}$)

:: State Parameter, ψ ::

$$\psi = 0.56 - 0.33 \cdot \log(Q_{tn,cs})$$

:: Drained Friction Angle, φ (°) ::

$$\varphi = \varphi'_{cv} + 15.94 \cdot \log(Q_{tn,cs}) - 26.88$$

(applicable only to SBT_n: 5, 6, 7 and 8 or $I_c < I_{c_cutoff}$)

:: 1-D constrained modulus, M (MPa) ::

If $I_c > 2.20$
$\alpha = 14$ for $Q_{tn} > 14$
$\alpha = Q_{tn}$ for $Q_{tn} \leq 14$
$M_{CPT} = \alpha \cdot (q_t - \sigma_v)$

If $I_c \geq 2.20$

$$M_{CPT} = 0.03 \cdot (q_t - \sigma_v) \cdot 10^{0.55 \cdot I_c + 1.68}$$

:: Small strain shear Modulus, Go (MPa) ::

$$G_0 = (q_t - \sigma_v) \cdot 0.0188 \cdot 10^{0.55 \cdot I_c + 1.68}$$

:: Shear Wave Velocity, Vs (m/s) ::

$$V_s = \left(\frac{G_0}{\rho} \right)^{0.50}$$

:: Undrained peak shear strength, Su (kPa) ::

$N_{kt} = 10.50 + 7 \cdot \log(F_r)$ or user defined

$$S_u = \frac{(q_t - \sigma_v)}{N_{kt}}$$

(applicable only to SBT_n: 1, 2, 3, 4 and 9 or $I_c > I_{c_cutoff}$)

:: Remolded undrained shear strength, Su(rem) (kPa) ::

$S_{u(rem)} = f_s$ (applicable only to SBT_n: 1, 2, 3, 4 and 9 or $I_c > I_{c_cutoff}$)

:: Overconsolidation Ratio, OCR ::

$$k_{OCR} = \left[\frac{Q_{tn}^{0.20}}{0.25 \cdot (10.50 \cdot + 7 \cdot \log(F_r))} \right]^{1.25}$$ or user defined

$OCR = k_{OCR} \cdot Q_{tn}$

(applicable only to SBT_n: 1, 2, 3, 4 and 9 or $I_c > I_{c_cutoff}$)

:: In situ Stress Ratio, Ko ::

$$K_O = (1 - \sin\varphi') \cdot OCR^{\sin\varphi'}$$

(applicable only to SBT_n: 1, 2, 3, 4 and 9 or $I_c > I_{c_cutoff}$)

:: Soil Sensitivity, S_t ::

$$S_t = \frac{N_S}{F_r}$$

(applicable only to SBT_n: 1, 2, 3, 4 and 9 or $I_c > I_{c_cutoff}$)

:: Peak Friction Angle, φ' (°) ::

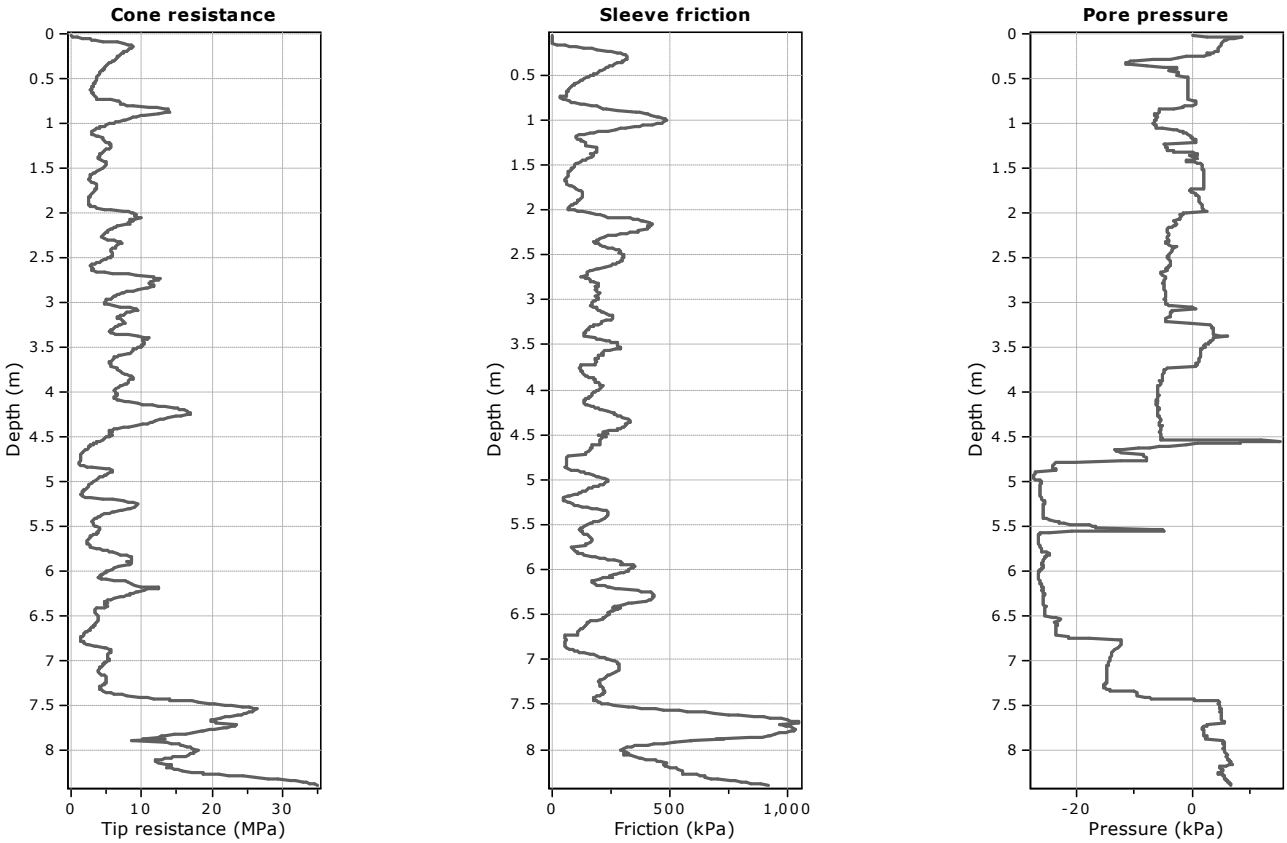
$$\varphi' = 29.5° \cdot B_q^{0.121} \cdot (0.256 + 0.336 \cdot B_q + \log Q_t)$$

(applicable for $0.10 < B_q < 1.00$)

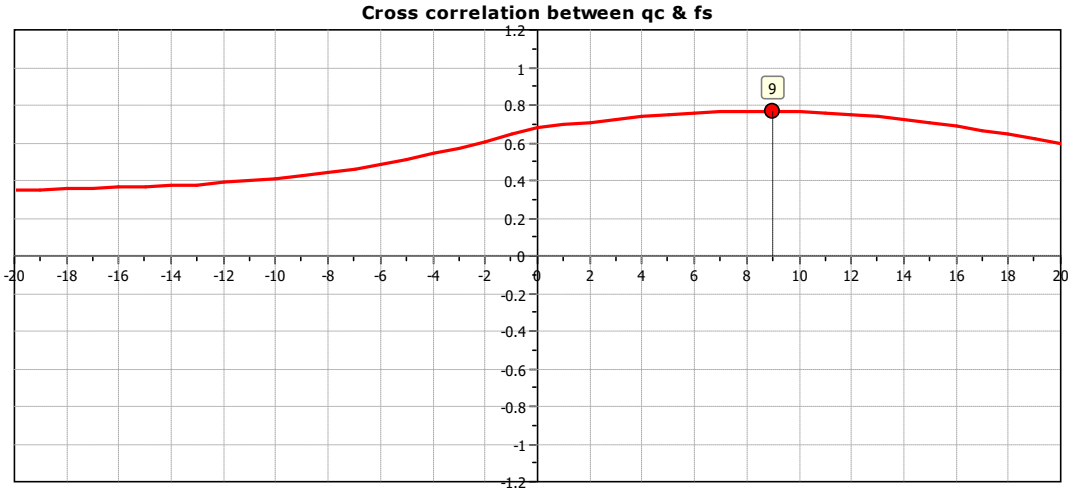
References

• Robertson, P.K., Cabal K.L., Guide to Cone Penetration Testing for Geotechnical Engineering, Gregg Drilling & Testing, Inc., 5th Edition, November 2012

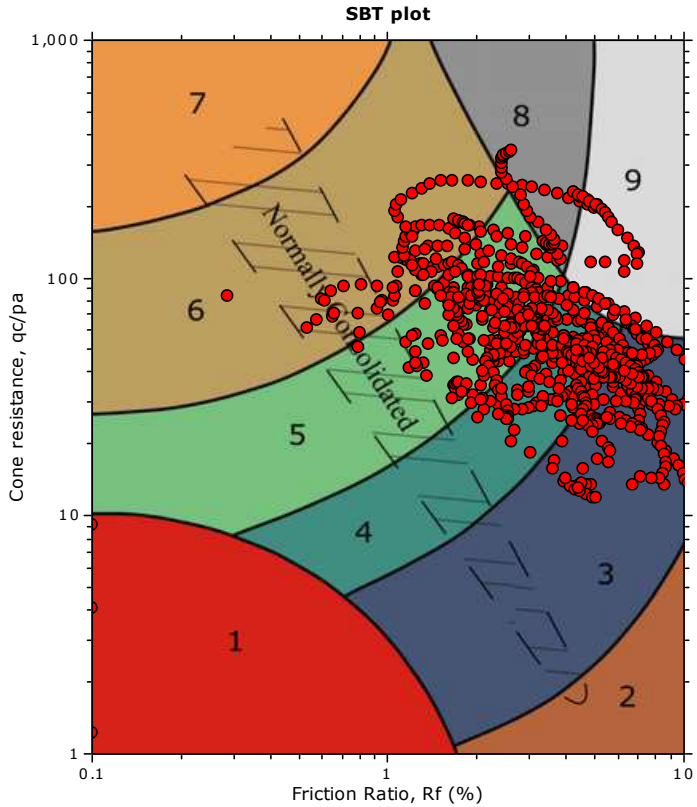
• Robertson, P.K., Interpretation of Cone Penetration Tests - a unified approach., Can. Geotech. J. 46(11): 1337–1355 (2009)

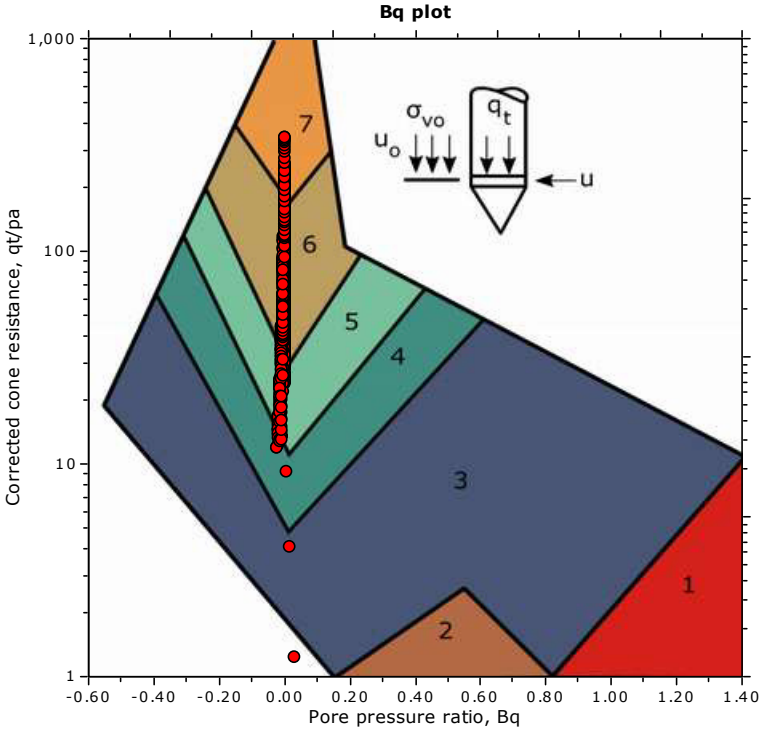


The plot below presents the cross correlation coeficient between the raw qc and fs values (as measured on the field). X axes presents the lag distance (one lag is the distance between two sucessive CPT measurements).



SBT - Bq plots

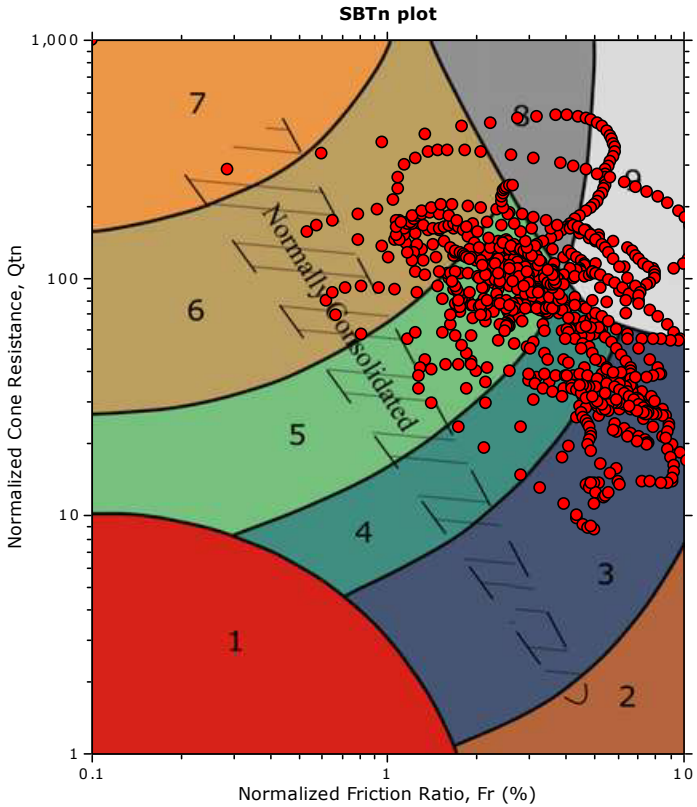


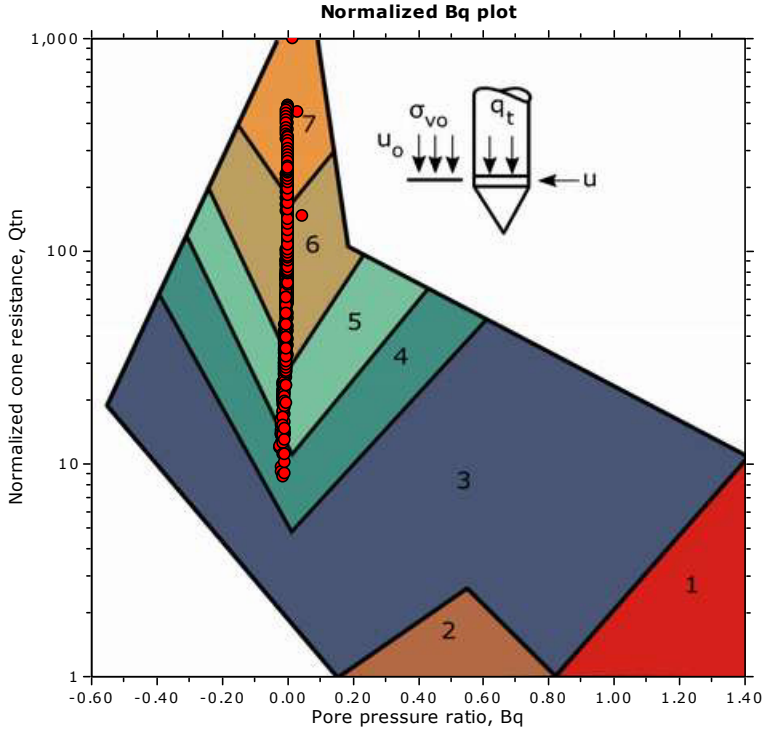


SBT legend

1. Sensitive fine grained	4. Clayey silt to silty clay	7. Gravelly sand to sand
2. Organic material	5. Silty sand to sandy silt	8. Very stiff sand to clayey sand
3. Clay to silty clay	6. Clean sand to silty sand	9. Very stiff fine grained

SBT - Bq plots (normalized)

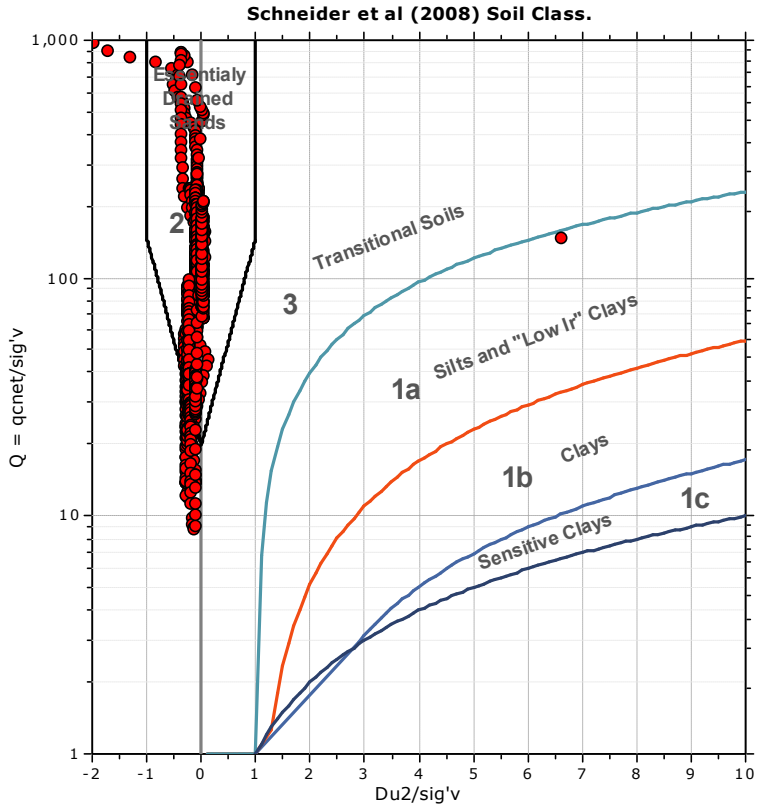


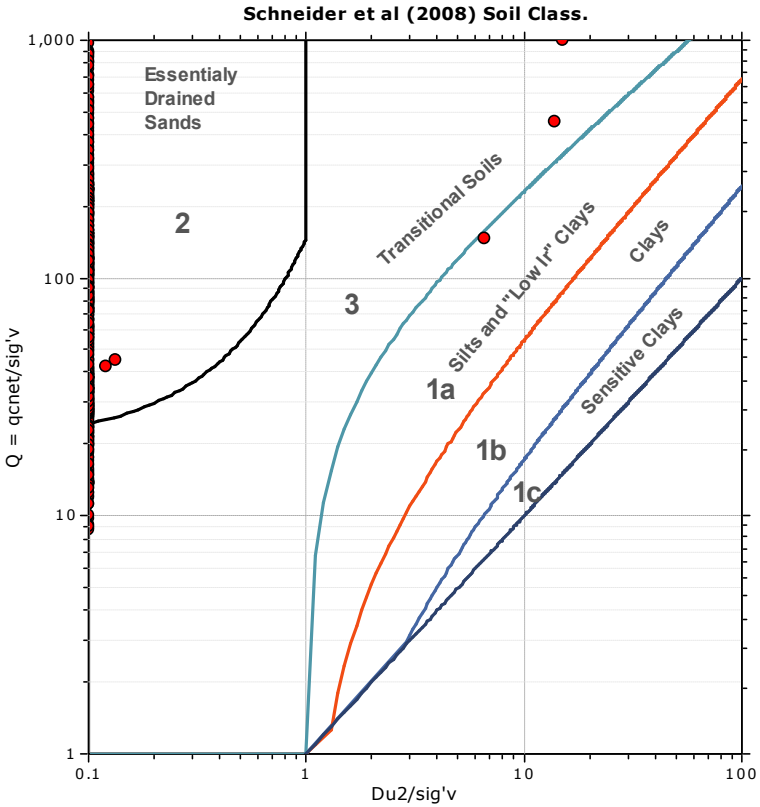


SBTn legend

1. Sensitive fine grained	4. Clayey silt to silty clay	7. Gravelly sand to sand
2. Organic material	5. Silty sand to sandy silt	8. Very stiff sand to clayey sand
3. Clay to silty clay	6. Clean sand to silty sand	9. Very stiff fine grained

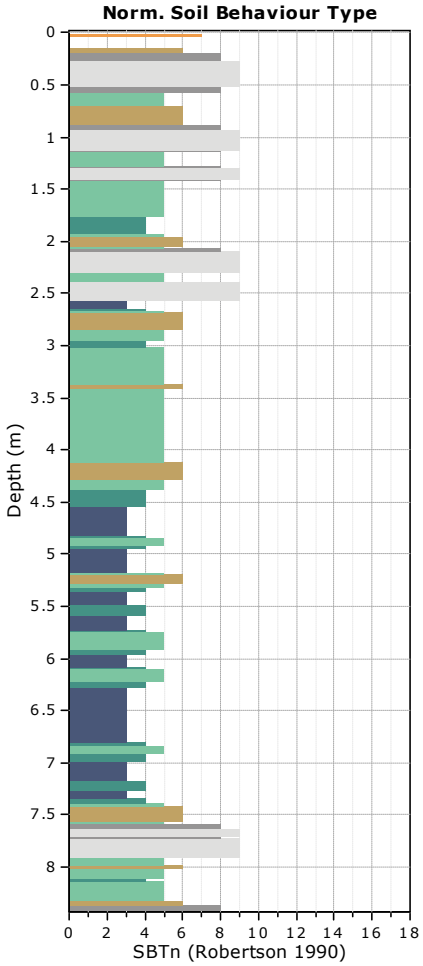
Bq plots (Schneider)

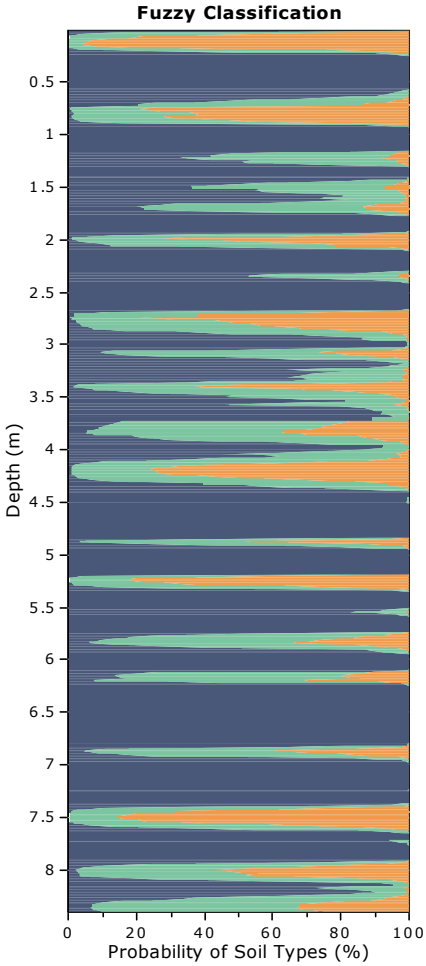




-

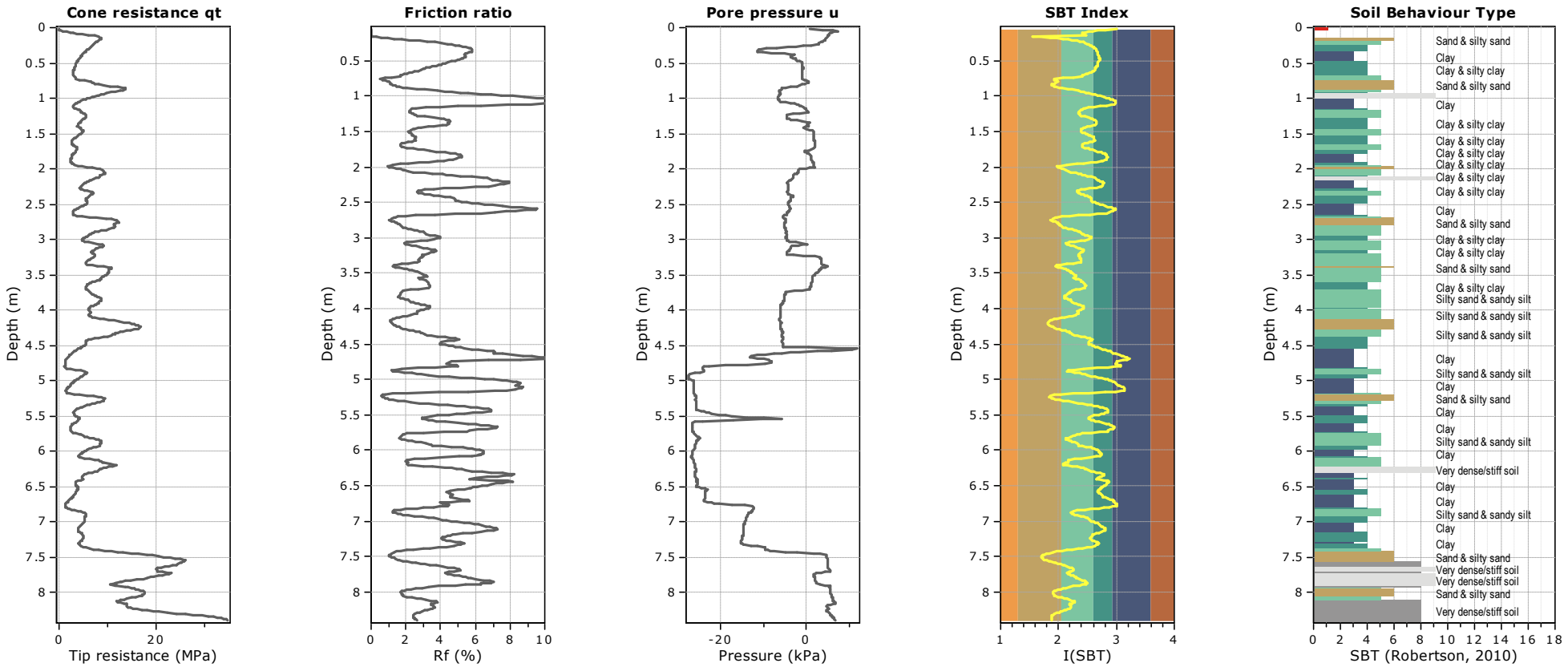
-


Norm. Soil Behaviour Type
Depth (m)
SBTn (Robertson 1990)


Fuzzy Classification
Depth (m)
Probability of Soil Types (%)

CPT: ME_SMF_CPTu4
Total depth: 8.40 m, Date: 02/07/2025
Surface Elevation: 103.78 m
Coords: X:-38213.98, Y:141530.44
Cone Type: Mks550
Cone Operator: Carlos Aquino

Project: **17040.600 - LUFTHANSA T. MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFTS COMPONENTS**
Location: **Santa Maria da Feira**

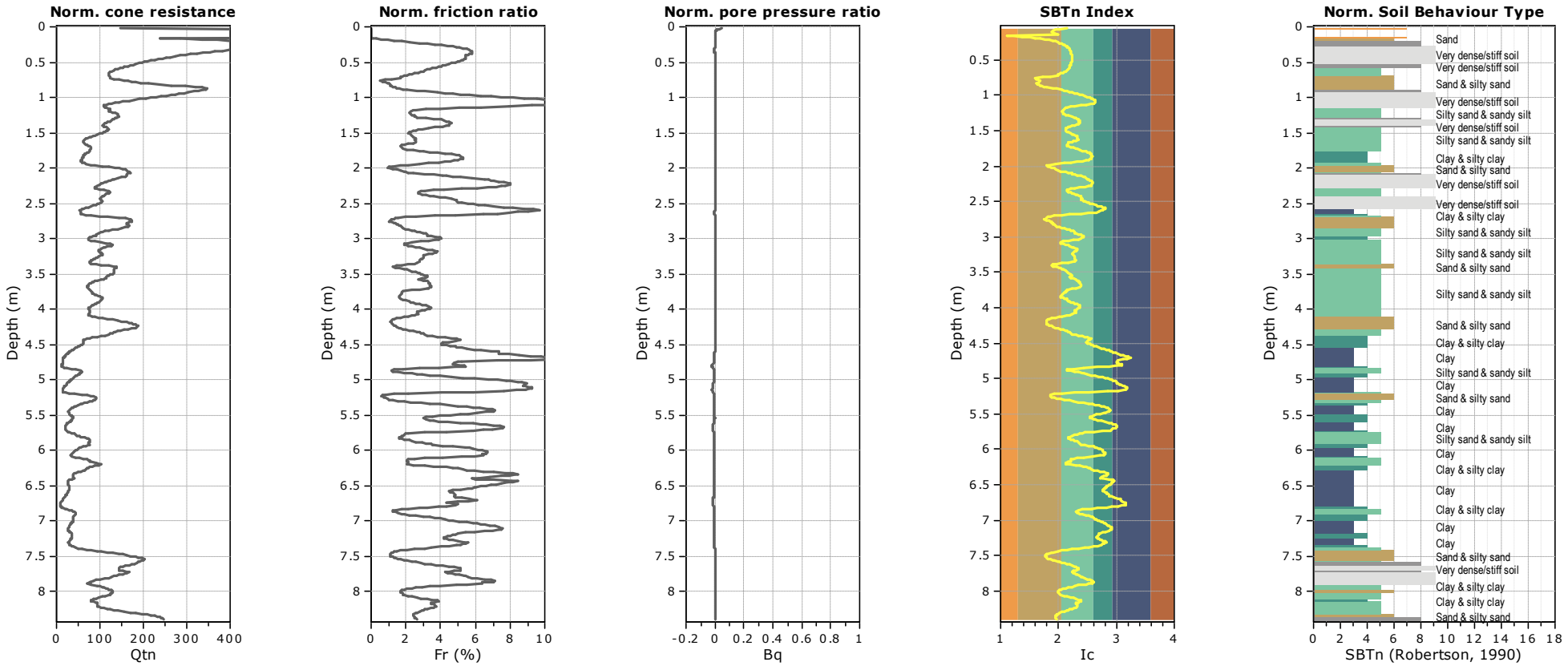


SBT legend

- 1. Sensitive fine grained
- 2. Organic material
- 3. Clay to silty clay
- 4. Clayey silt to silty clay
- 5. Silty sand to sandy silt
- 6. Clean sand to silty sand
- 7. Gravely sand to sand
- 8. Very stiff sand to clayey sand
- 9. Very stiff fine grained

CPT: ME_SMF_CPTu4
Total depth: 8.40 m, Date: 02/07/2025
Surface Elevation: 103.78 m
Coords: X:-38213.98, Y:141530.44
Cone Type: Mks550
Cone Operator: Carlos Aquino

Project: **17040.600 - LUFTHANSA T. MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFTS COMPONENTS**
Location: **Santa Maria da Feira**

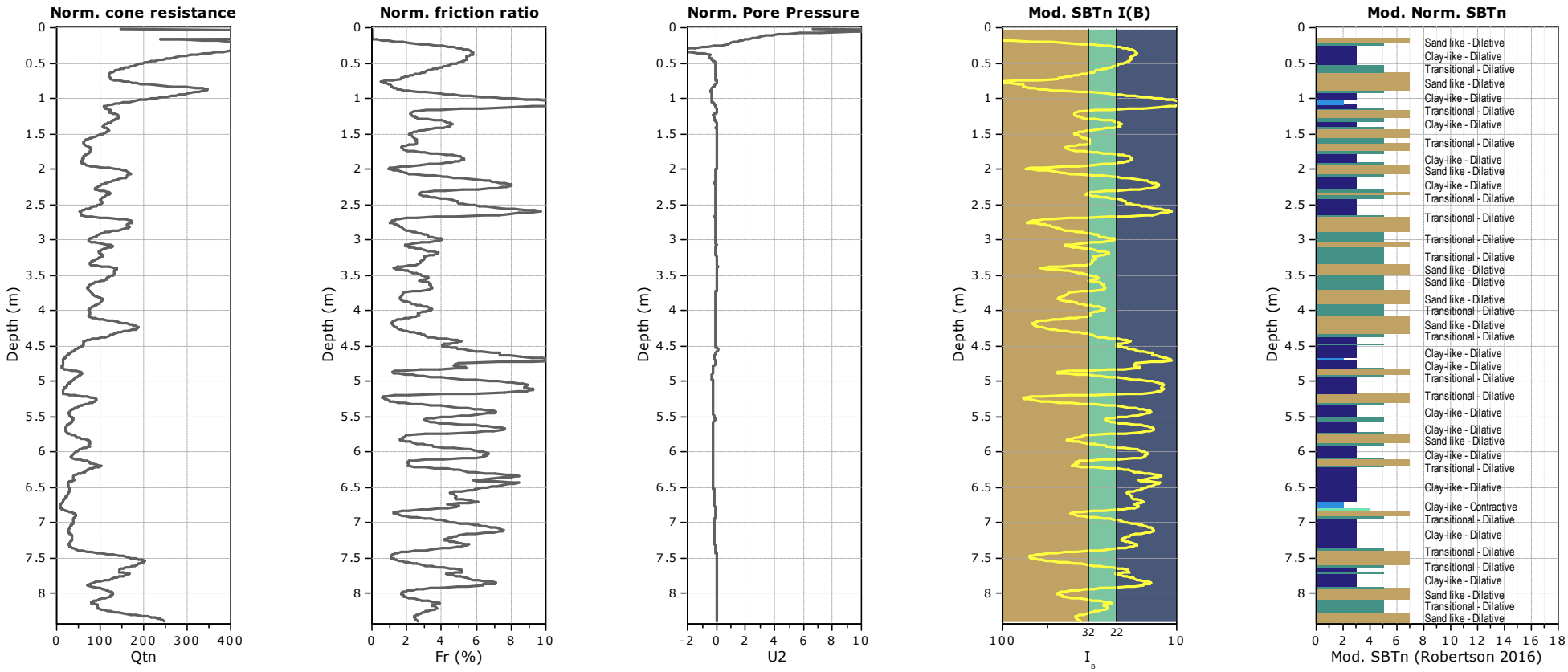


SBTn legend

1. Sensitive fine grained	4. Clayey silt to silty clay	7. Gravely sand to sand
2. Organic material	5. Silty sand to sandy silt	8. Very stiff sand to clayey sand
3. Clay to silty clay	6. Clean sand to silty sand	9. Very stiff fine grained

CPT: ME_SMF_CPTu4
Total depth: 8.40 m, Date: 02/07/2025
Surface Elevation: 103.78 m
Coords: X:-38213.98, Y:141530.44
Cone Type: Mks550
Cone Operator: Carlos Aquino

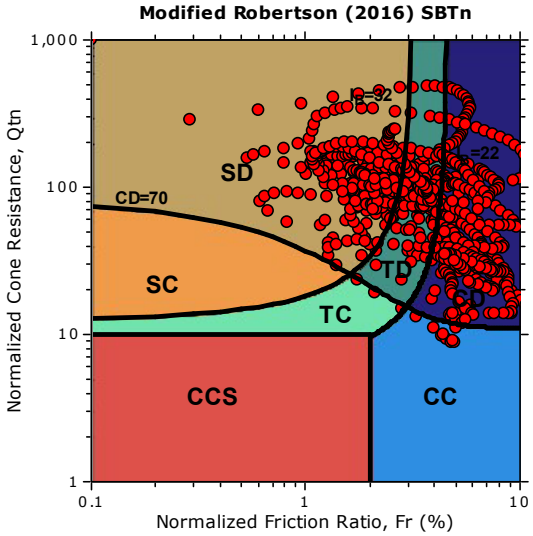
Project: **17040.600 - LUFTHANSA T. MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFTS COMPONENTS**
Location: **Santa Maria da Feira**

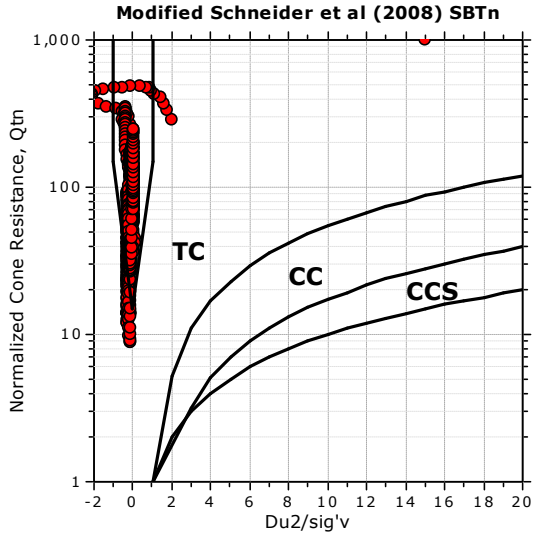


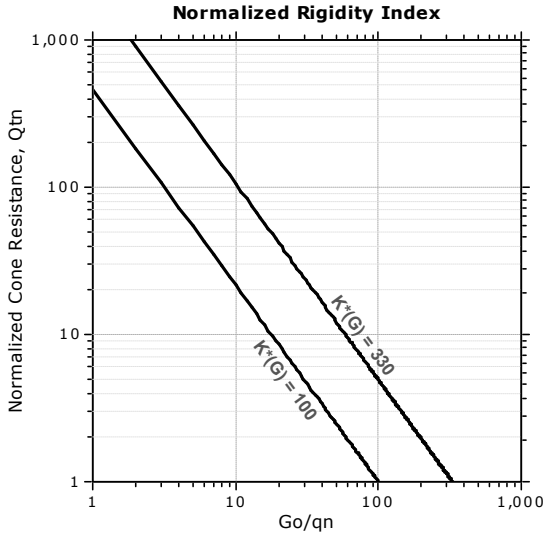
Mod. SBTn legend

- 1. CCS: ClayLike - Contractive, Sensitive
- 2. CC: Clay-like - Contractive
- 3. CD: Clay-Like: Dilative
- 4. TC: Transitional - Contractive
- 5. TD: Transitional - Dilative
- 6. SC: Sand-like - Contractive
- 7. SD: Sand-like - Dilative

Updated SBTn plots

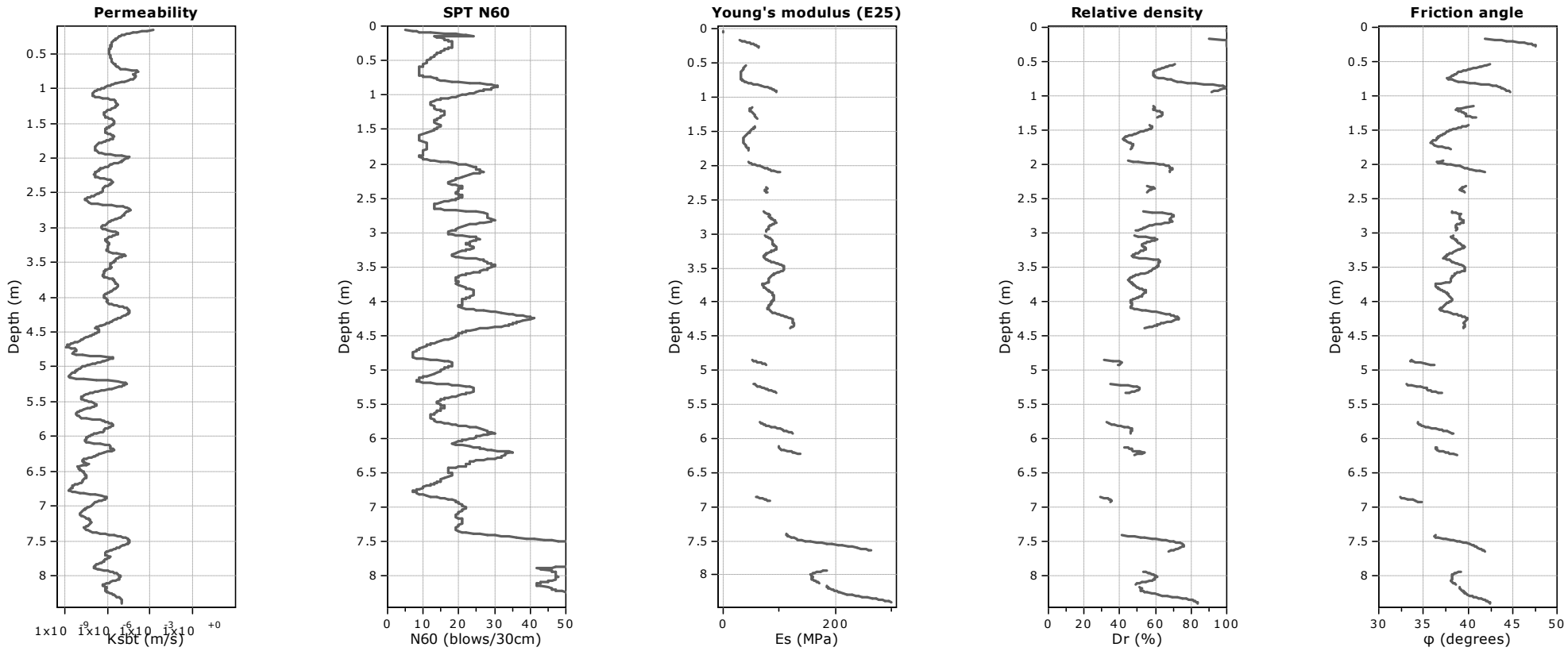






CCS: Clay-like - Contractive - Sensitive
CC: Clay-like - Contractive
CD: Clay-like - Dilative
TC: Transitional - Contractive
TD: Transitional - Dilative
SC: Sand-like - Contractive
SD: Sand-like - Dilative

K(G) > 330: Soils with significant microstructure (e.g. age/cementation)

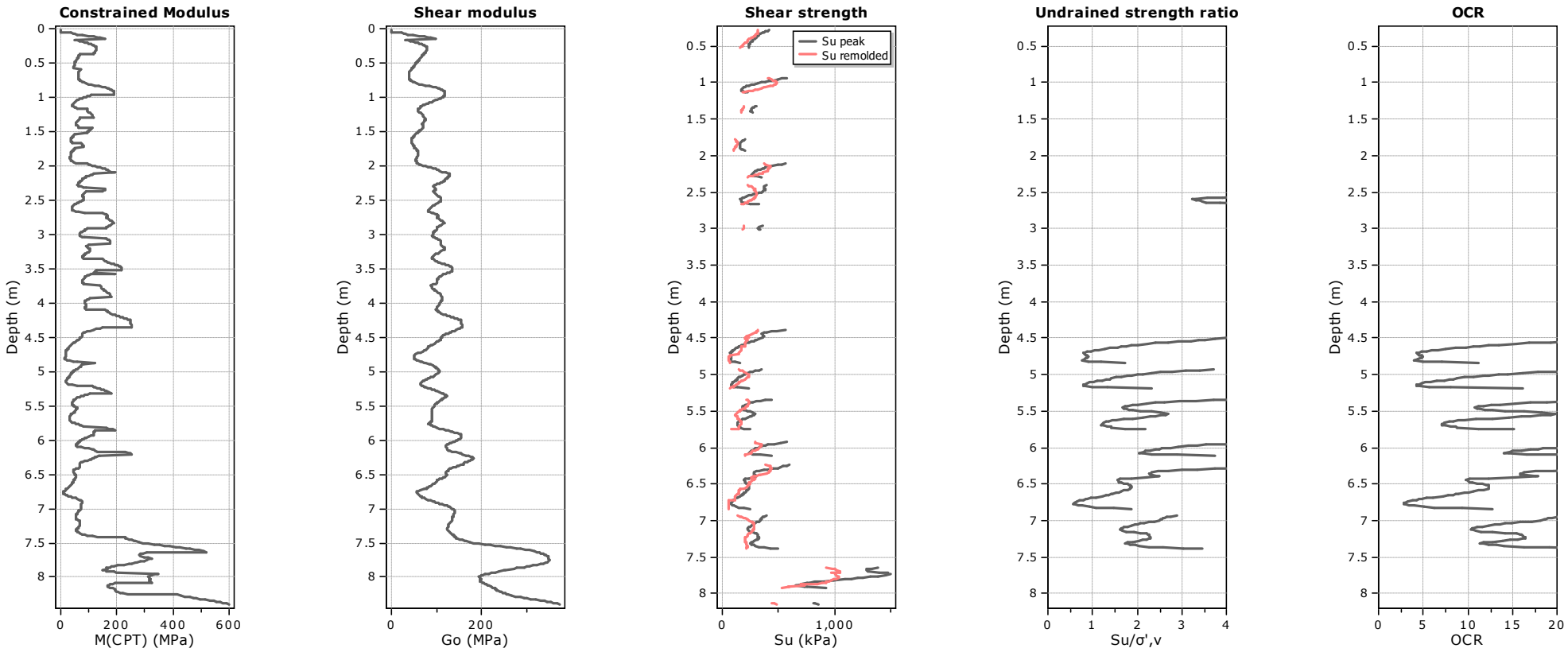


Calculation parameters

Permeability: Based on SBT_n
SPT N_{60}: Based on I_c and q_t
Young's modulus: Based on variable alpha using I_c (Robertson, 2009)
Relative density constant, C_{Dr}: 350.0
Phi: Based on Kulhawy & Mayne (1990)
User defined estimation data

CPT: ME_SMF_CPTu4
Total depth: 8.40 m, Date: 02/07/2025
Surface Elevation: 103.78 m
Coords: X:-38213.98, Y:141530.44
Cone Type: Mks550
Cone Operator: Carlos Aquino

Project: **17040.600 - LUFTHANSA T. MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFTS COMPONENTS**
Location: **Santa Maria da Feira**

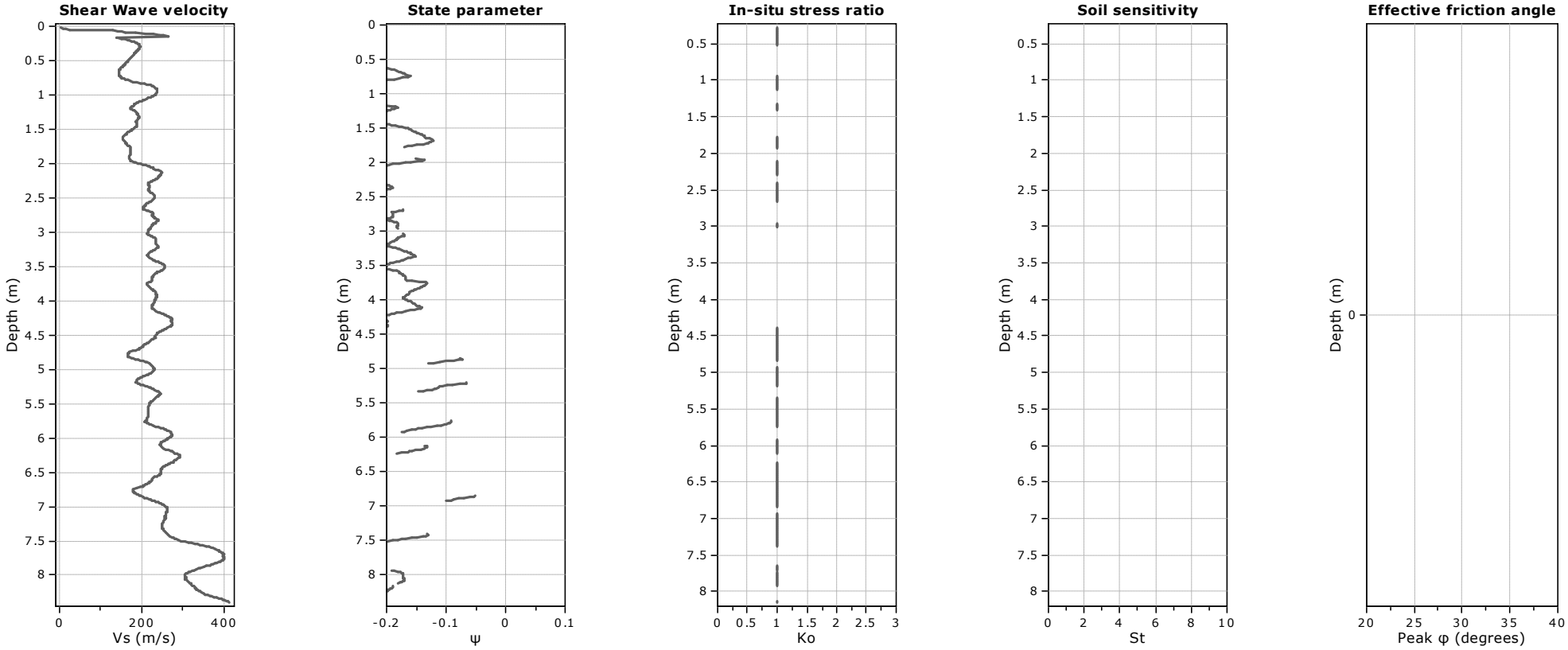


Calculation parameters

Constrained modulus: Based on variable *alpha* using I_c and Q_{tn} (Robertson, 2009)
Go: Based on variable *alpha* using I_c (Robertson, 2009)
Undrained shear strength cone factor for clays, N_{kt}: Auto
OCR factor for clays, N_{kt}: Auto
User defined estimation data
Flat Dilatometer Test data

CPT: ME_SMF_CPTu4
Total depth: 8.40 m, Date: 02/07/2025
Surface Elevation: 103.78 m
Coords: X:-38213.98, Y:141530.44
Cone Type: Mks550
Cone Operator: Carlos Aquino

Project: **17040.600 - LUFTHANSA T. MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFTS COMPONENTS**
Location: **Santa Maria da Feira**



Calculation parameters

Soil Sensitivity factor, N_S: 350.00

User defined estimation data

Presented below is a list of formulas used for the estimation of various soil properties. The formulas are presented in SI unit system and assume that all components are expressed in the same units.

:: Unit Weight, g (kN/m³) ::

$$g = g_w \cdot \left(0.27 \cdot \log(R_f) + 0.36 \cdot \log(\frac{q_t}{p_a}) + 1.236 \right)$$

where g_w = water unit weight

:: Permeability, k (m/s) ::

$I_c < 3.27$ and $I_c > 1.00$ then $k = 10^{0.952-3.04 \cdot I_c}$

$I_c \leq 4.00$ and $I_c > 3.27$ then $k = 10^{-4.52-1.37 \cdot I_c}$

:: N_{SPT} (blows per 30 cm) ::

$$N_{60} = \left(\frac{q_c}{P_a} \right) \cdot \frac{1}{10^{1.1268-0.2817 \cdot I_c}}$$

$$N_{1(60)} = Q_{tn} \cdot \frac{1}{10^{1.1268-0.2817 \cdot I_c}}$$

:: Young's Modulus, Es (MPa) ::

$$(q_t - \sigma_v) \cdot 0.015 \cdot 10^{0.55 \cdot I_c + 1.68}$$

(applicable only to $I_c < I_{c_cutoff}$)

:: Relative Density, Dr (%) ::

$$100 \cdot \sqrt{\frac{Q_{tn}}{k_{DR}}}$$ (applicable only to SBT_n: 5, 6, 7 and 8 or $I_c < I_{c_cutoff}$)

:: State Parameter, ψ ::

$$\psi = 0.56 - 0.33 \cdot \log(Q_{tn,cs})$$

:: Drained Friction Angle, φ (°) ::

$$\varphi = \varphi'_{cv} + 15.94 \cdot \log(Q_{tn,cs}) - 26.88$$

(applicable only to SBT_n: 5, 6, 7 and 8 or $I_c < I_{c_cutoff}$)

:: 1-D constrained modulus, M (MPa) ::

If $I_c > 2.20$
$\alpha = 14$ for $Q_{tn} > 14$
$\alpha = Q_{tn}$ for $Q_{tn} \leq 14$
$M_{CPT} = \alpha \cdot (q_t - \sigma_v)$

If $I_c \geq 2.20$

$$M_{CPT} = 0.03 \cdot (q_t - \sigma_v) \cdot 10^{0.55 \cdot I_c + 1.68}$$

:: Small strain shear Modulus, Go (MPa) ::

$$G_0 = (q_t - \sigma_v) \cdot 0.0188 \cdot 10^{0.55 \cdot I_c + 1.68}$$

:: Shear Wave Velocity, Vs (m/s) ::

$$V_s = \left(\frac{G_0}{\rho} \right)^{0.50}$$

:: Undrained peak shear strength, Su (kPa) ::

$N_{kt} = 10.50 + 7 \cdot \log(F_r)$ or user defined

$$S_u = \frac{(q_t - \sigma_v)}{N_{kt}}$$

(applicable only to SBT_n: 1, 2, 3, 4 and 9 or $I_c > I_{c_cutoff}$)

:: Remolded undrained shear strength, Su(rem) (kPa) ::

$S_{u(rem)} = f_s$ (applicable only to SBT_n: 1, 2, 3, 4 and 9 or $I_c > I_{c_cutoff}$)

:: Overconsolidation Ratio, OCR ::

$$k_{OCR} = \left[\frac{Q_{tn}^{0.20}}{0.25 \cdot (10.50 \cdot + 7 \cdot \log(F_r))} \right]^{1.25}$$ or user defined

$OCR = k_{OCR} \cdot Q_{tn}$

(applicable only to SBT_n: 1, 2, 3, 4 and 9 or $I_c > I_{c_cutoff}$)

:: In situ Stress Ratio, Ko ::

$$K_O = (1 - \sin\varphi') \cdot OCR^{\sin\varphi'}$$

(applicable only to SBT_n: 1, 2, 3, 4 and 9 or $I_c > I_{c_cutoff}$)

:: Soil Sensitivity, S_t ::

$$S_t = \frac{N_S}{F_r}$$

(applicable only to SBT_n: 1, 2, 3, 4 and 9 or $I_c > I_{c_cutoff}$)

:: Peak Friction Angle, φ' (°) ::

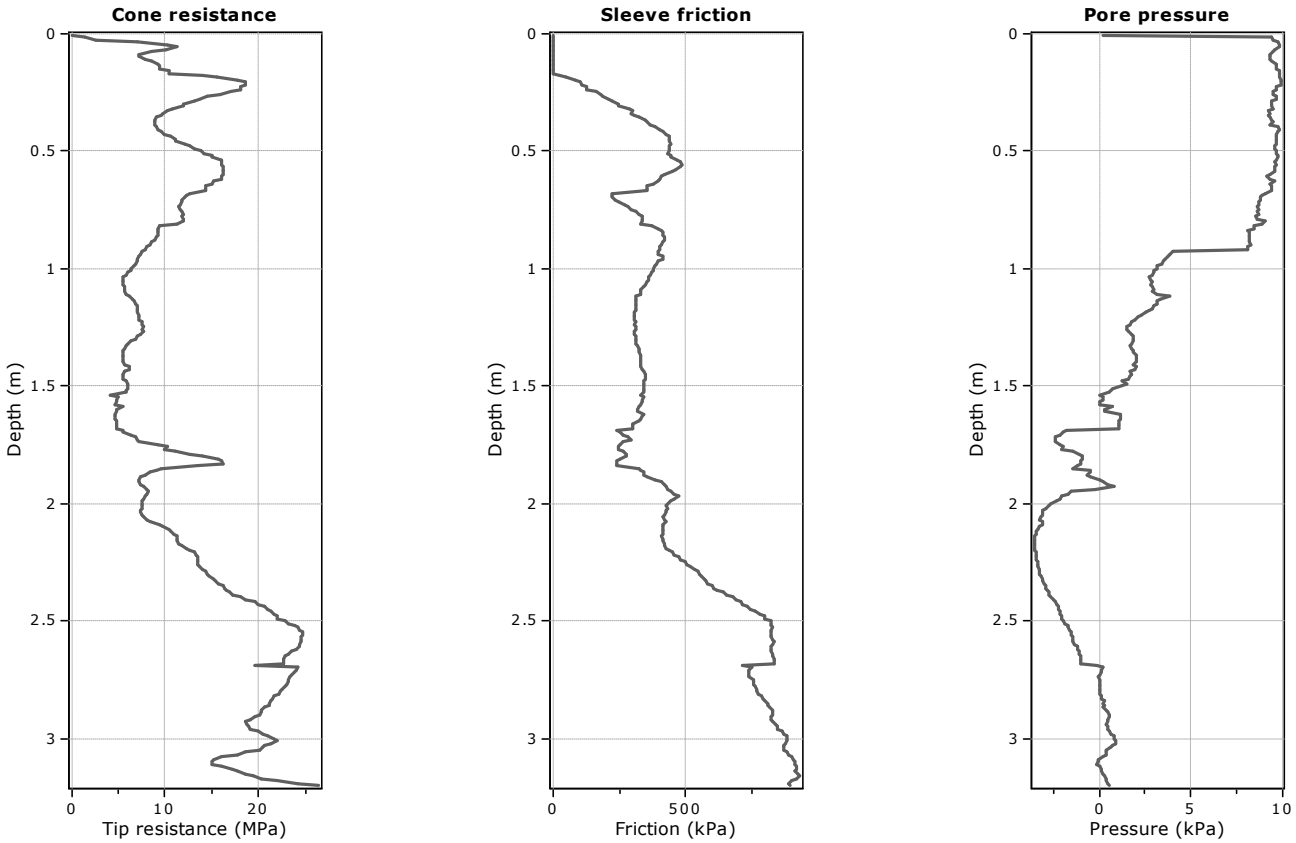
$$\varphi' = 29.5° \cdot B_q^{0.121} \cdot (0.256 + 0.336 \cdot B_q + \log Q_t)$$

(applicable for $0.10 < B_q < 1.00$)

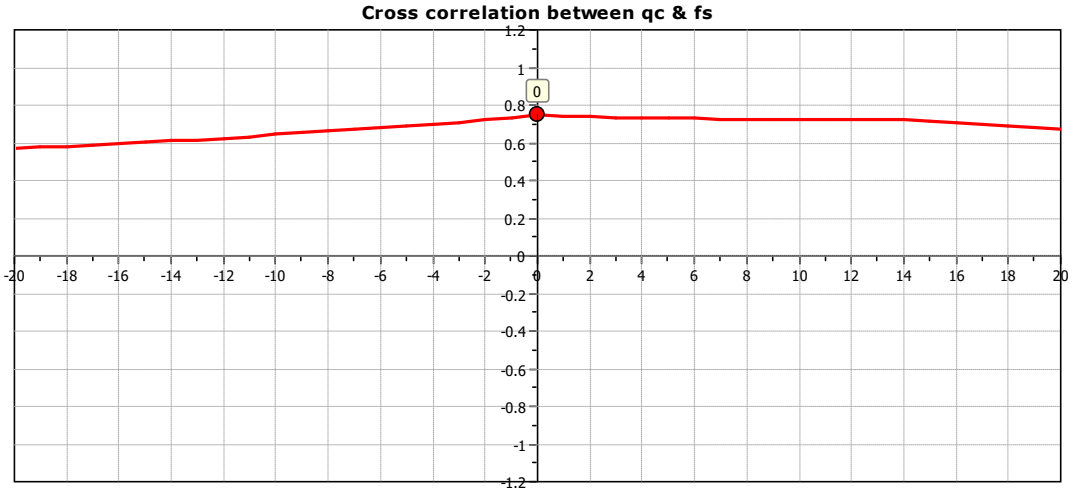
References

• Robertson, P.K., Cabal K.L., Guide to Cone Penetration Testing for Geotechnical Engineering, Gregg Drilling & Testing, Inc., 5th Edition, November 2012

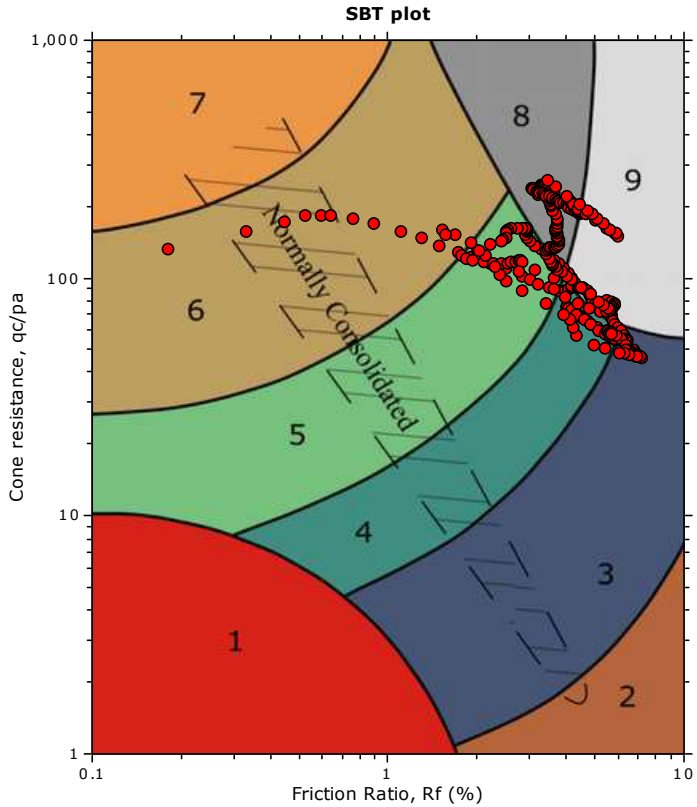
• Robertson, P.K., Interpretation of Cone Penetration Tests - a unified approach., Can. Geotech. J. 46(11): 1337–1355 (2009)

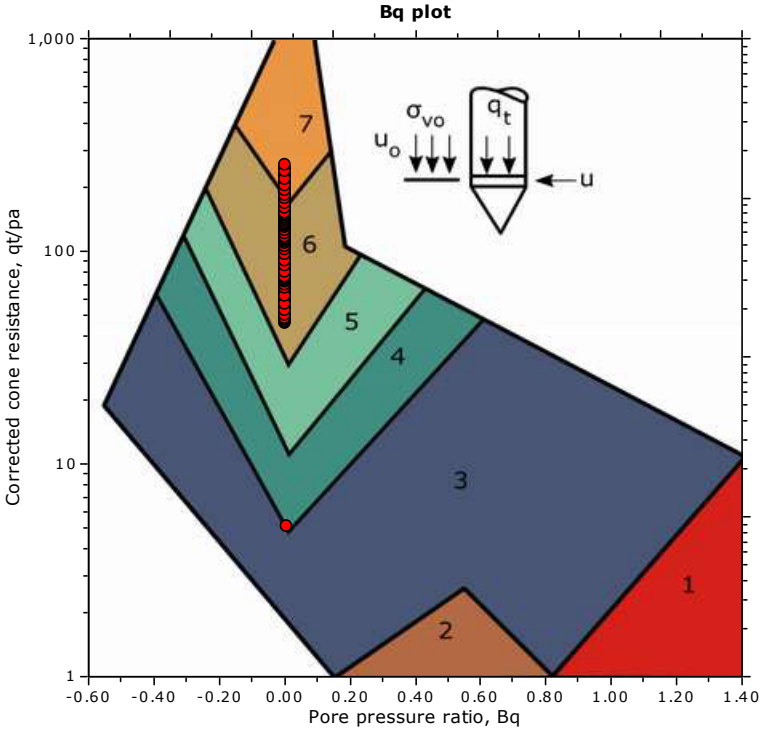


The plot below presents the cross correlation coeficient between the raw qc and fs values (as measured on the field). X axes presents the lag distance (one lag is the distance between two sucessive CPT measurements).



SBT - Bq plots

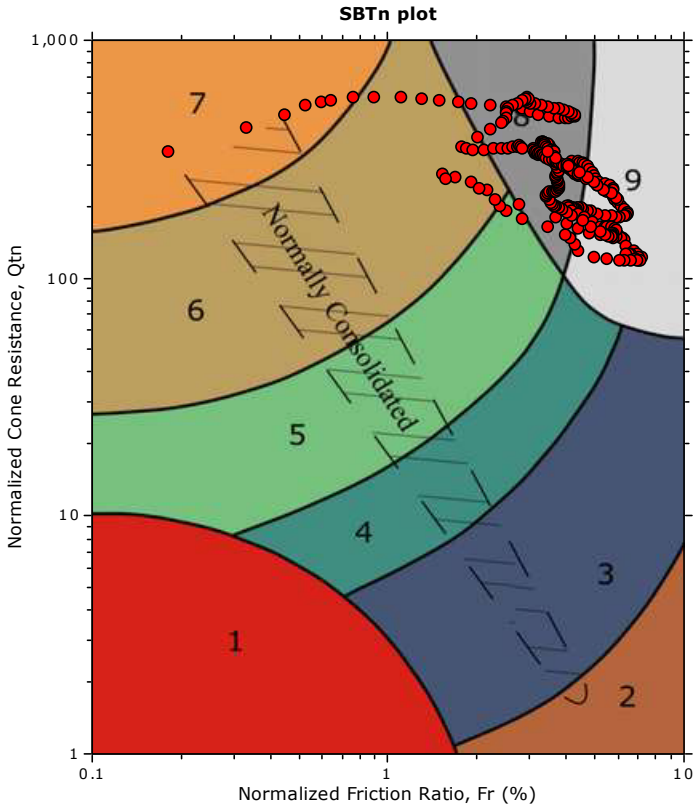


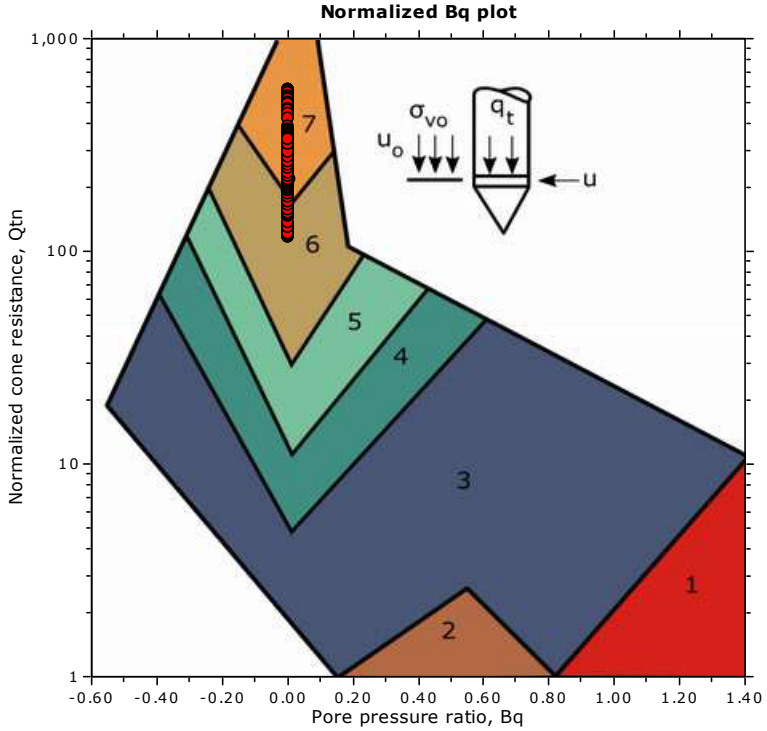


SBT legend

1. Sensitive fine grained	4. Clayey silt to silty clay	7. Gravelly sand to sand
2. Organic material	5. Silty sand to sandy silt	8. Very stiff sand to clayey sand
3. Clay to silty clay	6. Clean sand to silty sand	9. Very stiff fine grained

SBT - Bq plots (normalized)

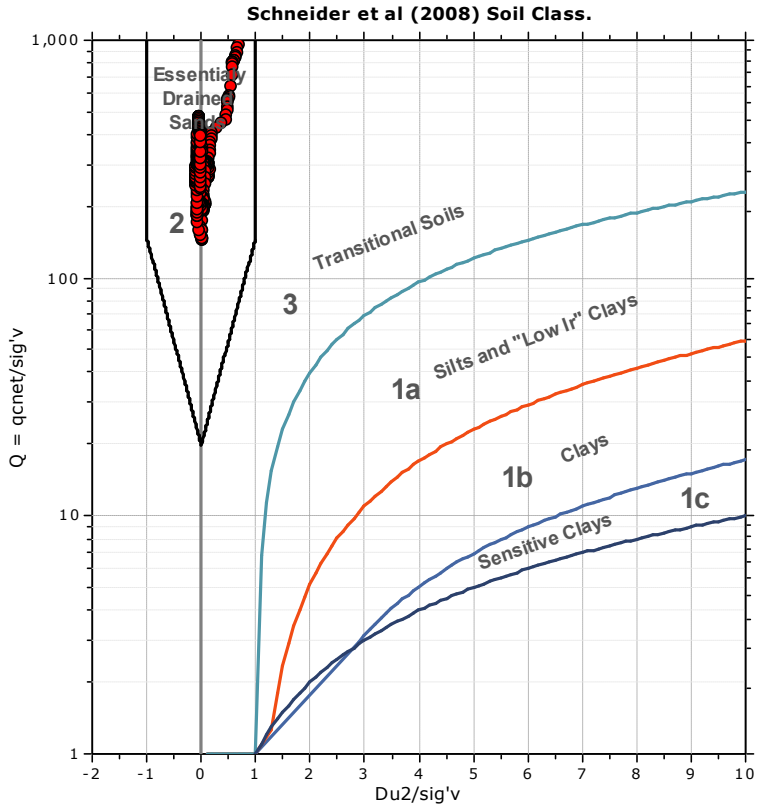


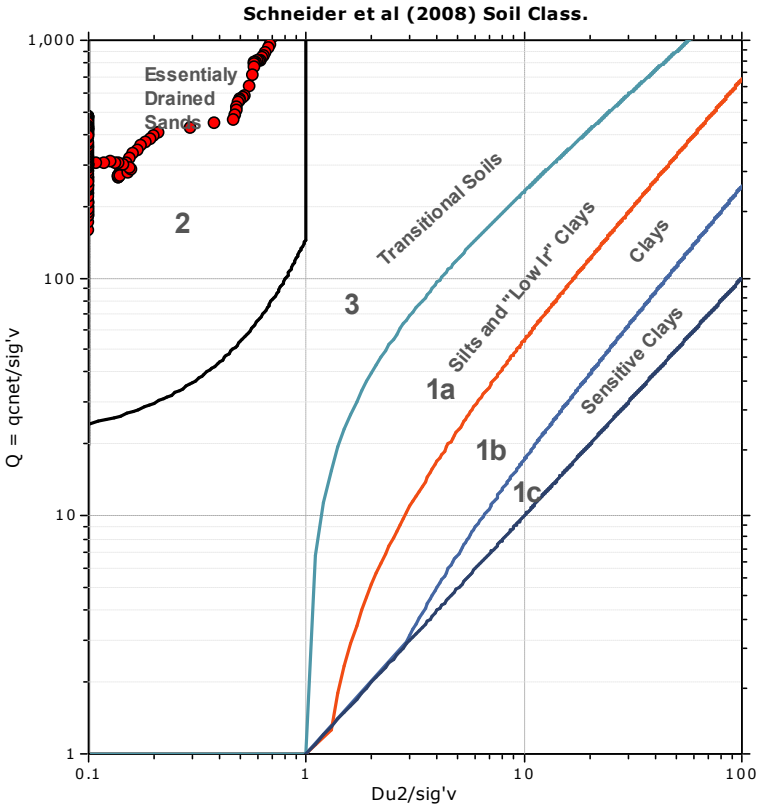


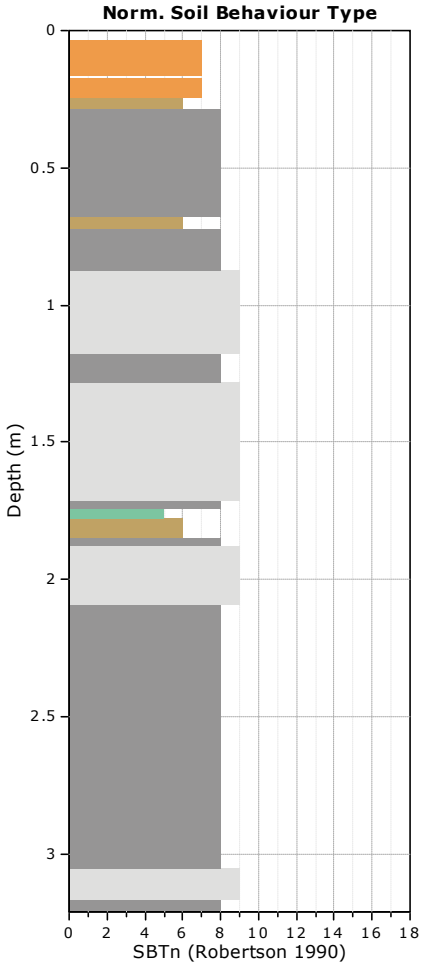
SBTn legend

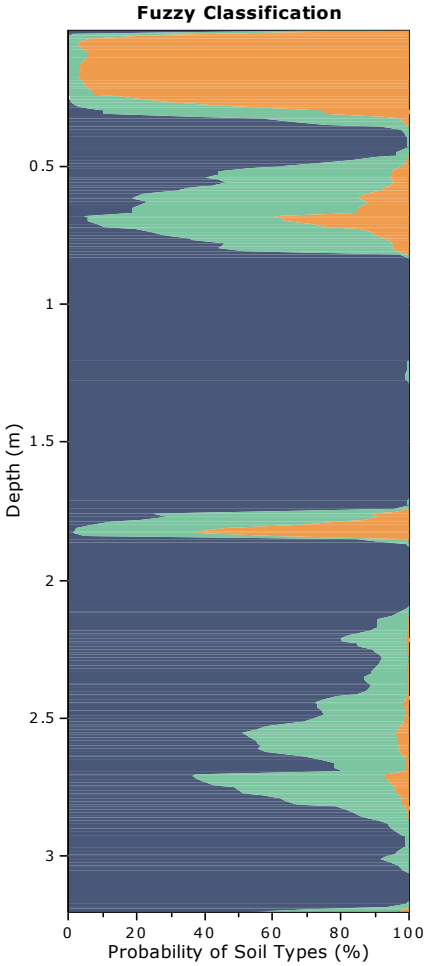
1. Sensitive fine grained	4. Clayey silt to silty clay	7. Gravelly sand to sand
2. Organic material	5. Silty sand to sandy silt	8. Very stiff sand to clayey sand
3. Clay to silty clay	6. Clean sand to silty sand	9. Very stiff fine grained

Bq plots (Schneider)



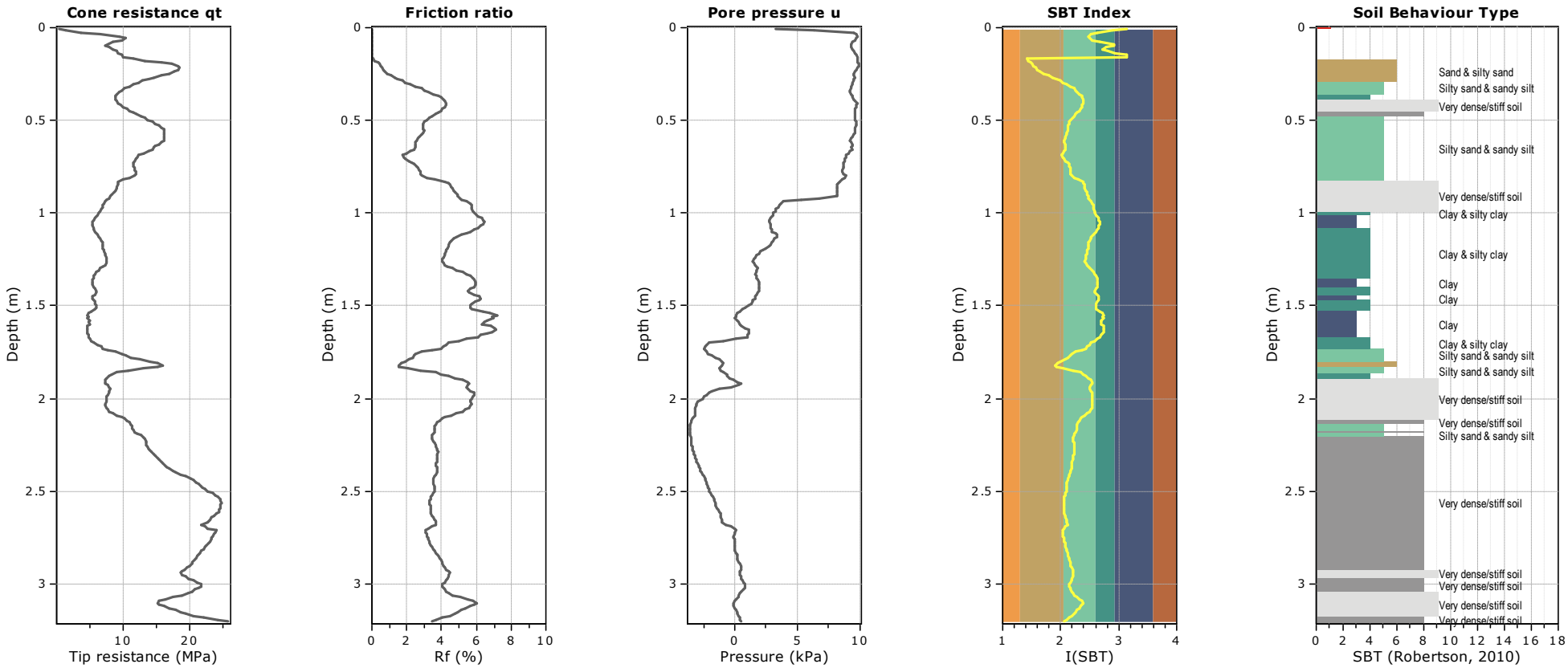



Norm. Soil Behaviour Type
Depth (m)
0
0.5
1
1.5
2
2.5
3
0 2 4 6 8 10 12 14 16 18
SBTn (Robertson 1990)


Fuzzy Classification
Depth (m)
0.5
1
1.5
2
2.5
3
0 20 40 60 80 100
Probability of Soil Types (%)

CPT: ME_SMF_CPTu5
Total depth: 3.20 m, Date: 02/07/2025
Surface Elevation: 105.34 m
Coords: X:-38331.12, Y:141515.42
Cone Type: Mks550
Cone Operator: Carlos Aquino

Project: **17040.600 - LUFTHANSA T. MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFTS COMPONENTS**
Location: **Santa Maria da Feira**

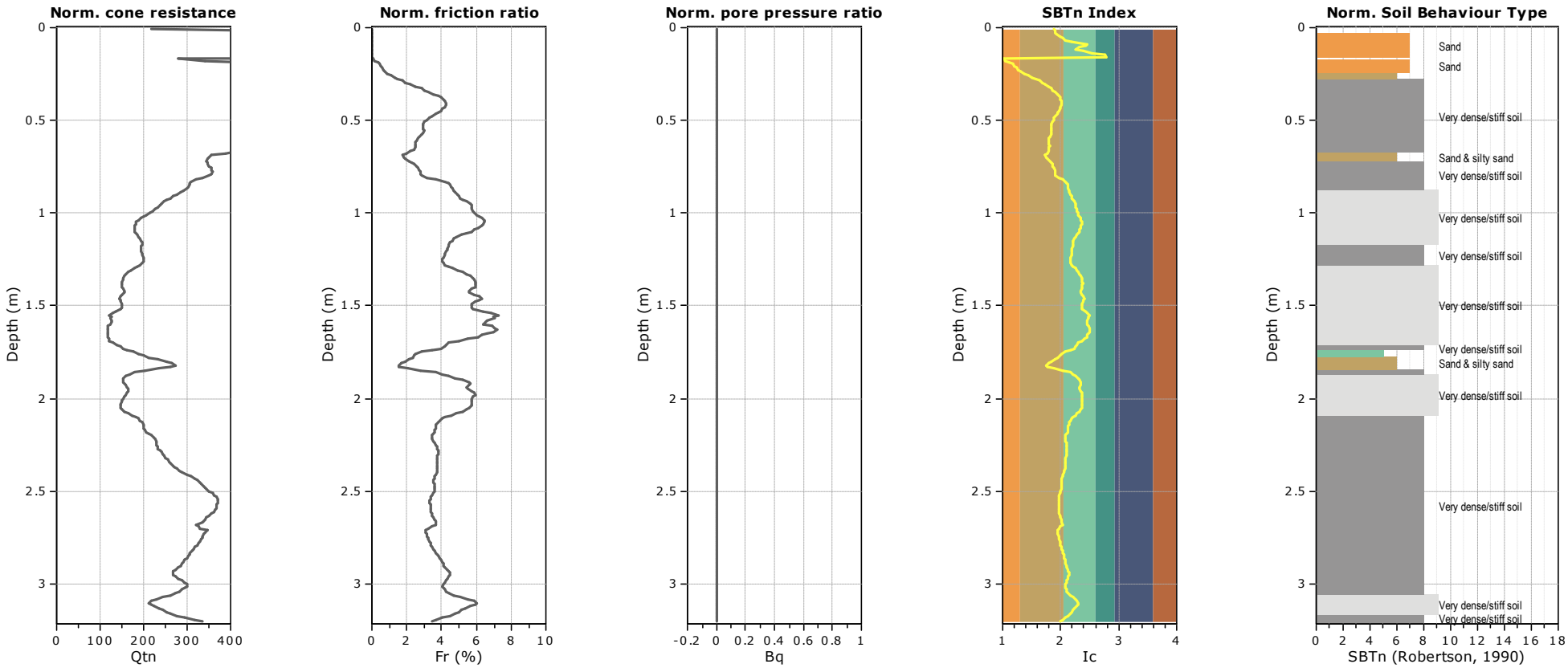


SBT legend

1. Sensitive fine grained
2. Organic material
3. Clay to silty clay
4. Clayey silt to silty clay
5. Silty sand to sandy silt
6. Clean sand to silty sand
7. Gravely sand to sand
8. Very stiff sand to clayey sand
9. Very stiff fine grained

CPT: ME_SMF_CPTu5
Total depth: 3.20 m, Date: 02/07/2025
Surface Elevation: 105.34 m
Coords: X:-38331.12, Y:141515.42
Cone Type: Mks550
Cone Operator: Carlos Aquino

Project: **17040.600 - LUFTHANSA T. MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFTS COMPONENTS**
Location: **Santa Maria da Feira**

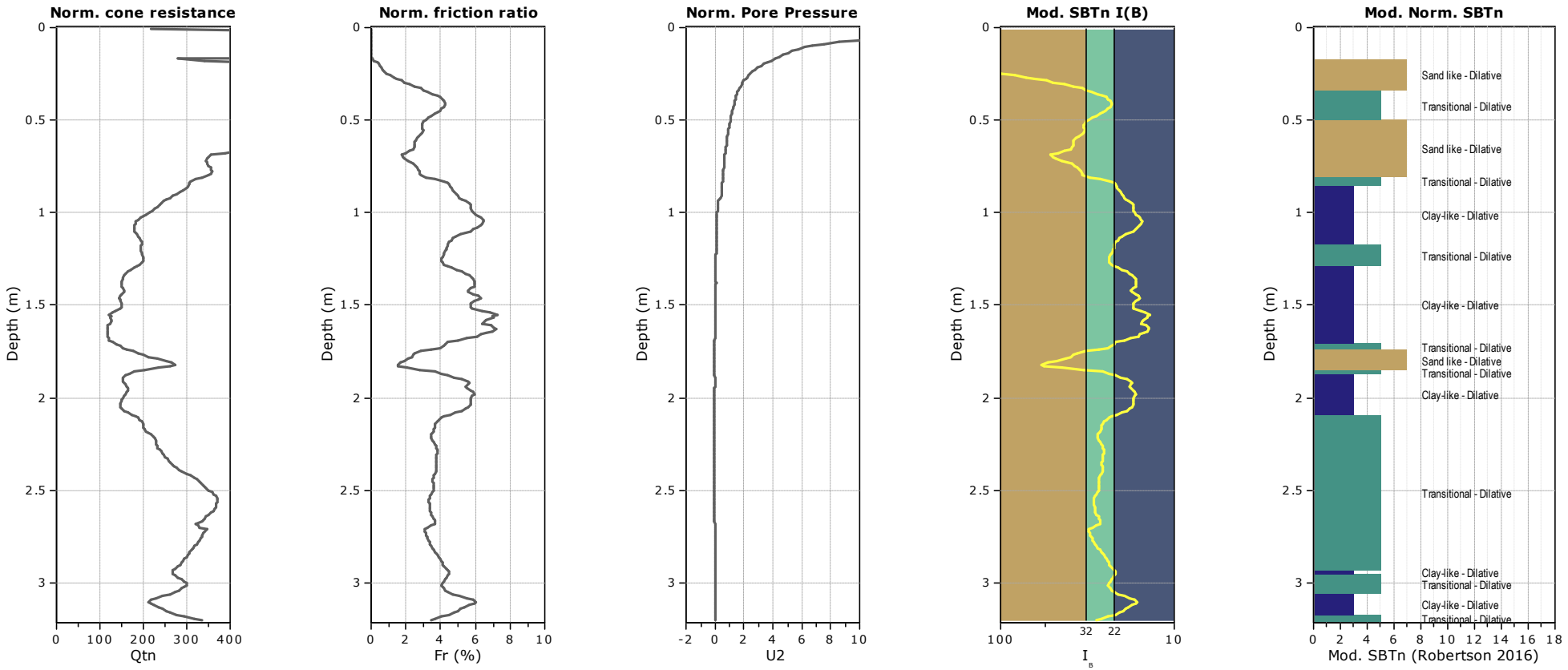


SBTn legend

1. Sensitive fine grained
2. Organic material
3. Clay to silty clay
4. Clayey silt to silty clay
5. Silty sand to sandy silt
6. Clean sand to silty sand
7. Gravely sand to sand
8. Very stiff sand to clayey sand
9. Very stiff fine grained

CPT: ME_SMF_CPTu5
Total depth: 3.20 m, Date: 02/07/2025
Surface Elevation: 105.34 m
Coords: X:-38331.12, Y:141515.42
Cone Type: Mks550
Cone Operator: Carlos Aquino

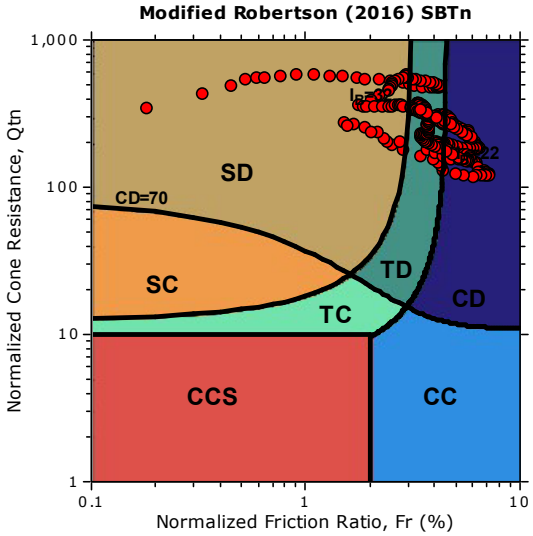
Project: **17040.600 - LUFTHANSA T. MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFTS COMPONENTS**
Location: **Santa Maria da Feira**

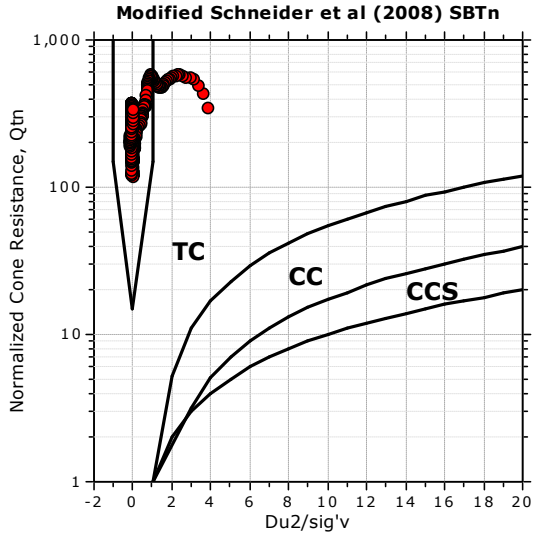


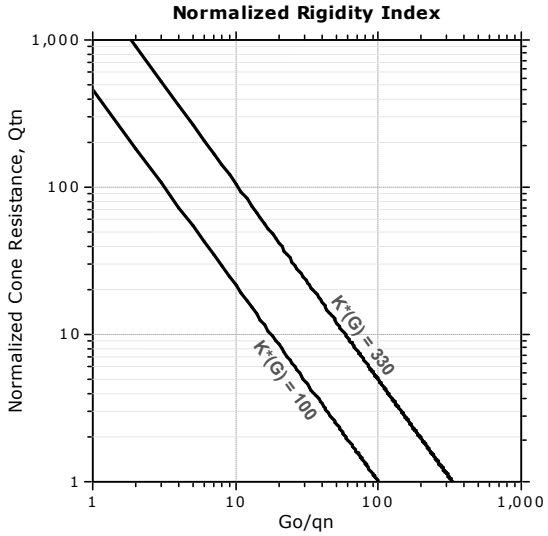
Mod. SBTn legend

- 1. CCS: ClayLike - Contractive, Sensitive
- 2. CC: Clay-like - Contractive
- 3. CD: Clay-Like: Dilative
- 4. TC: Transitional - Contractive
- 5. TD: Transitional - Dilative
- 6. SC: Sand-like - Contractive
- 7. SD: Sand-like - Dilative

Updated SBTn plots





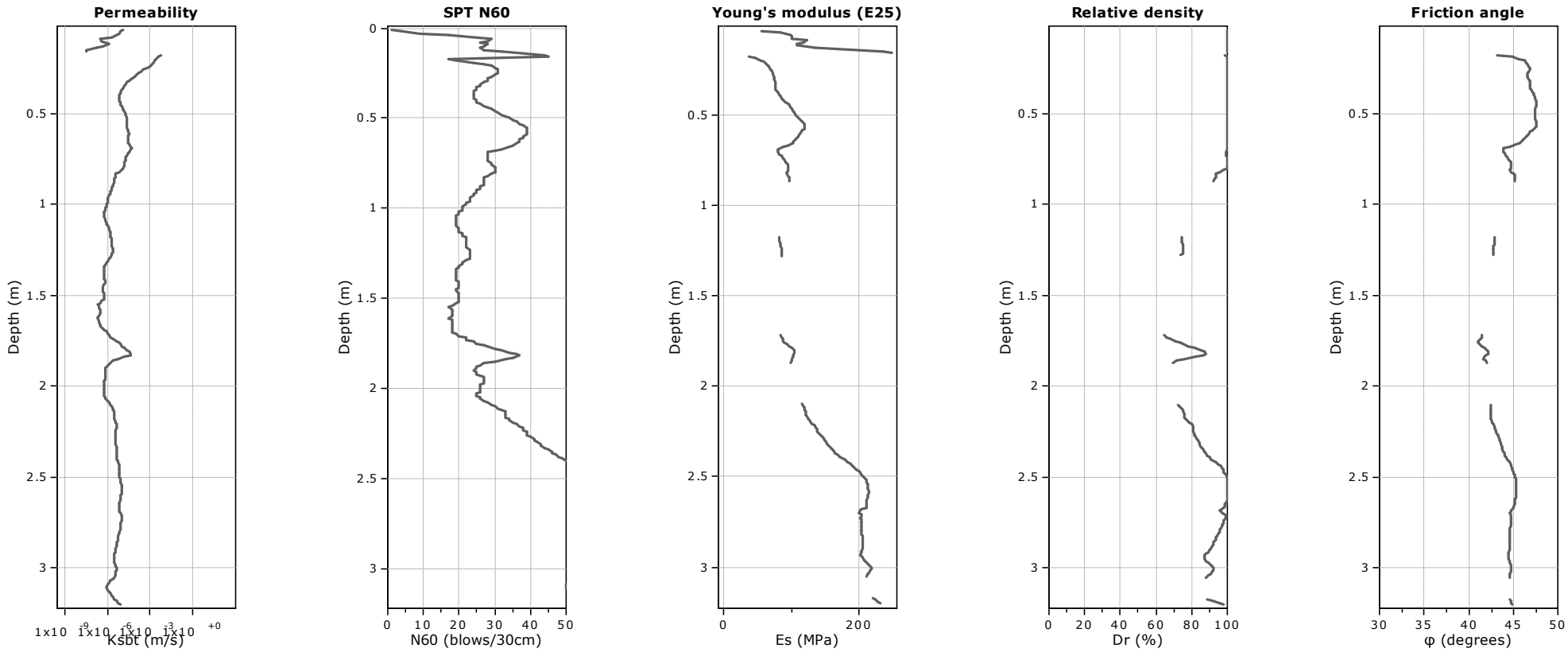


CCS: Clay-like - Contractive - Sensitive
CC: Clay-like - Contractive
CD: Clay-like - Dilative
TC: Transitional - Contractive
TD: Transitional - Dilative
SC: Sand-like - Contractive
SD: Sand-like - Dilative

K(G) > 330: Soils with significant microstructure (e.g. age/cementation)

CPT: ME_SMF_CPTu5
Total depth: 3.20 m, Date: 02/07/2025
Surface Elevation: 105.34 m
Coords: X:-38331.12, Y:141515.42
Cone Type: Mks550
Cone Operator: Carlos Aquino

Project: **17040.600 - LUFTHANSA T. MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFTS COMPONENTS**
Location: **Santa Maria da Feira**

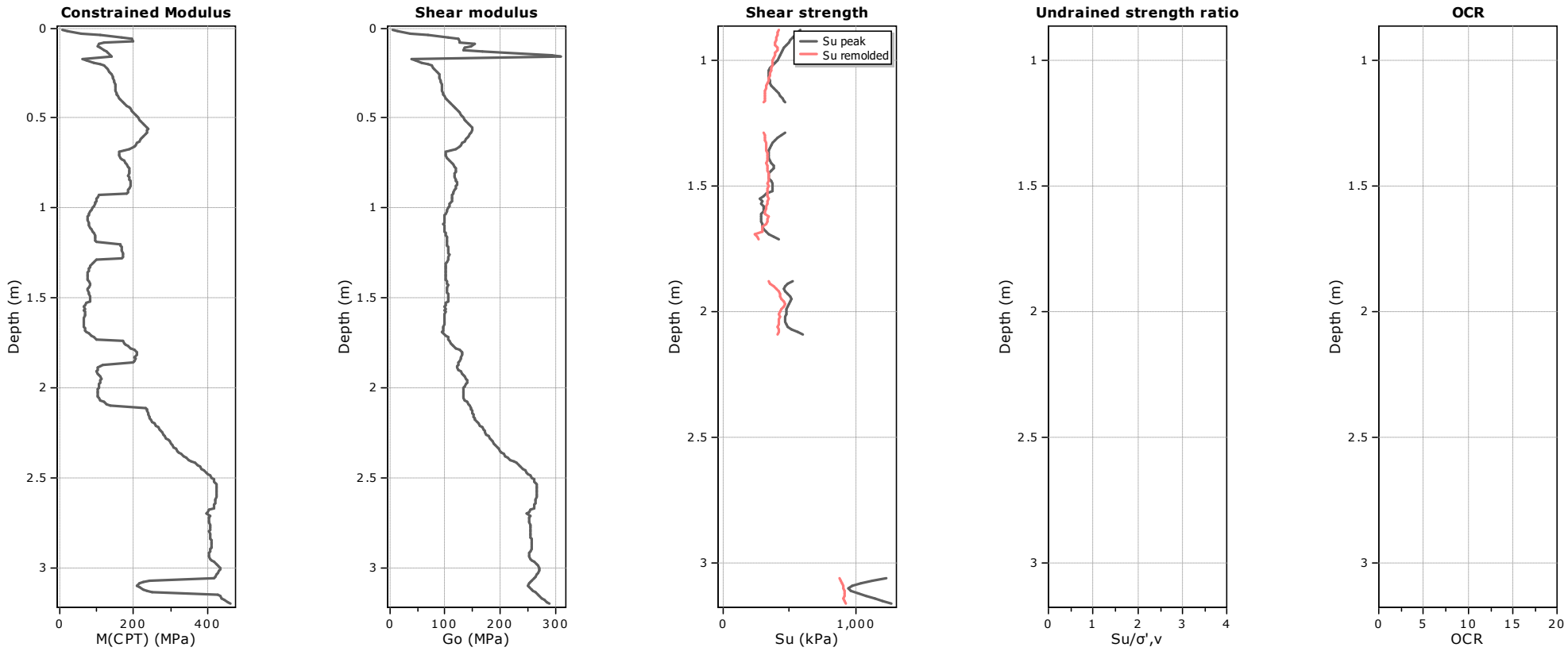


Calculation parameters

Permeability: Based on SBT_n
SPT N_{60}: Based on I_c and q_t
Young's modulus: Based on variable alpha using I_c (Robertson, 2009)
Relative density constant, C_{Dr}: 350.0
Phi: Based on Kulhawy & Mayne (1990)
User defined estimation data

CPT: ME_SMF_CPTu5
Total depth: 3.20 m, Date: 02/07/2025
Surface Elevation: 105.34 m
Coords: X:-38331.12, Y:141515.42
Cone Type: Mks550
Cone Operator: Carlos Aquino

Project: **17040.600 - LUFTHANSA T. MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFTS COMPONENTS**
Location: **Santa Maria da Feira**

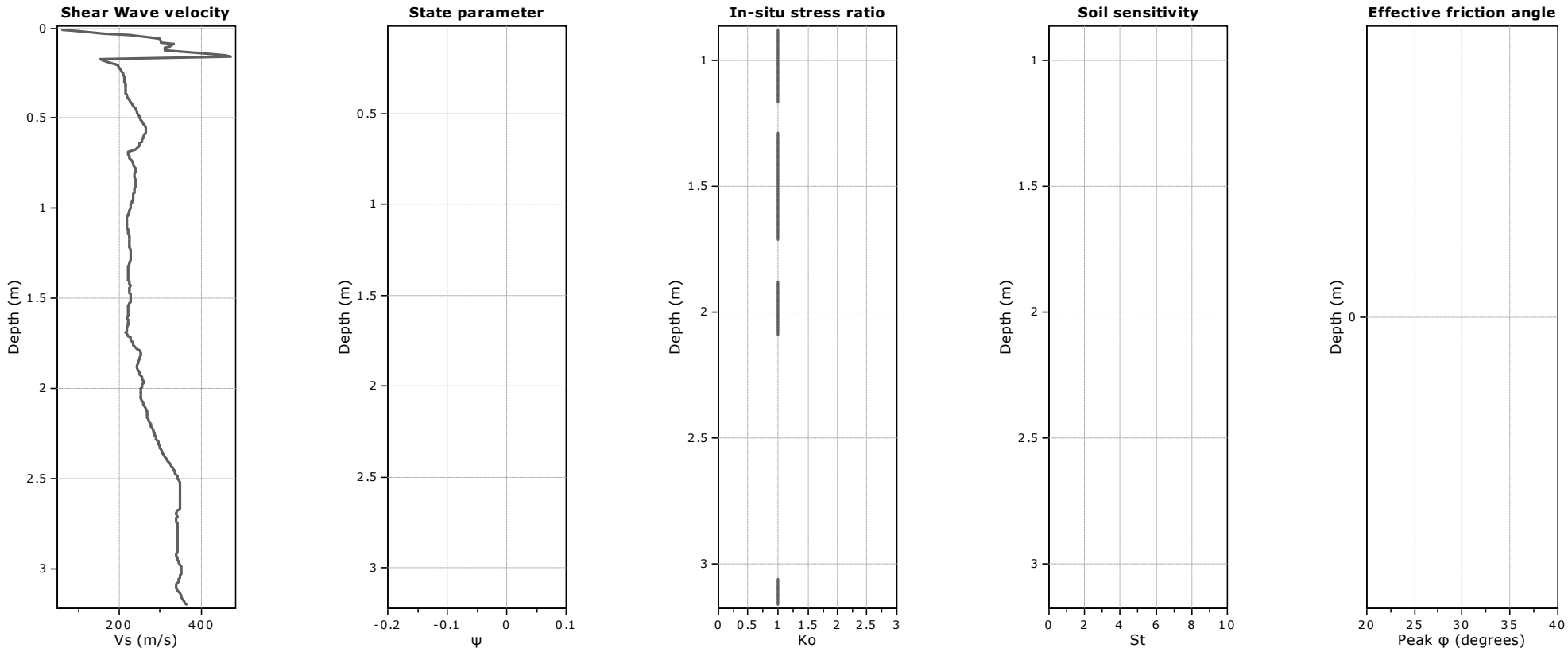


Calculation parameters

Constrained modulus: Based on variable *alpha* using I_c and Q_{tn} (Robertson, 2009)
Go: Based on variable *alpha* using I_c (Robertson, 2009)
Undrained shear strength cone factor for clays, N_{kt}: Auto
OCR factor for clays, N_{kt}: Auto
User defined estimation data
Flat Dilatometer Test data

CPT: ME_SMF_CPTu5
Total depth: 3.20 m, Date: 02/07/2025
Surface Elevation: 105.34 m
Coords: X:-38331.12, Y:141515.42
Cone Type: Mks550
Cone Operator: Carlos Aquino

Project: **17040.600 - LUFTHANSA T. MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFTS COMPONENTS**
Location: **Santa Maria da Feira**



Calculation parameters

Soil Sensitivity factor, N_S: 350.00

User defined estimation data

Presented below is a list of formulas used for the estimation of various soil properties. The formulas are presented in SI unit system and assume that all components are expressed in the same units.

:: Unit Weight, g (kN/m³) ::

$$g = g_w \cdot \left(0.27 \cdot \log(R_f) + 0.36 \cdot \log(\frac{q_t}{p_a}) + 1.236 \right)$$

where g_w = water unit weight

:: Permeability, k (m/s) ::

$I_c < 3.27$ and $I_c > 1.00$ then $k = 10^{0.952-3.04 \cdot I_c}$

$I_c \leq 4.00$ and $I_c > 3.27$ then $k = 10^{-4.52-1.37 \cdot I_c}$

:: N_{SPT} (blows per 30 cm) ::

$$N_{60} = \left(\frac{q_c}{P_a} \right) \cdot \frac{1}{10^{1.1268-0.2817 \cdot I_c}}$$

$$N_{1(60)} = Q_{tn} \cdot \frac{1}{10^{1.1268-0.2817 \cdot I_c}}$$

:: Young's Modulus, Es (MPa) ::

$$(q_t - \sigma_v) \cdot 0.015 \cdot 10^{0.55 \cdot I_c + 1.68}$$

(applicable only to $I_c < I_{c_cutoff}$)

:: Relative Density, Dr (%) ::

$$100 \cdot \sqrt{\frac{Q_{tn}}{k_{DR}}}$$ (applicable only to SBT_n: 5, 6, 7 and 8 or $I_c < I_{c_cutoff}$)

:: State Parameter, ψ ::

$$\psi = 0.56 - 0.33 \cdot \log(Q_{tn,cs})$$

:: Drained Friction Angle, φ (°) ::

$$\varphi = \varphi'_{cv} + 15.94 \cdot \log(Q_{tn,cs}) - 26.88$$

(applicable only to SBT_n: 5, 6, 7 and 8 or $I_c < I_{c_cutoff}$)

:: 1-D constrained modulus, M (MPa) ::

If $I_c > 2.20$
$\alpha = 14$ for $Q_{tn} > 14$
$\alpha = Q_{tn}$ for $Q_{tn} \leq 14$
$M_{CPT} = \alpha \cdot (q_t - \sigma_v)$

If $I_c \geq 2.20$

$$M_{CPT} = 0.03 \cdot (q_t - \sigma_v) \cdot 10^{0.55 \cdot I_c + 1.68}$$

:: Small strain shear Modulus, Go (MPa) ::

$$G_0 = (q_t - \sigma_v) \cdot 0.0188 \cdot 10^{0.55 \cdot I_c + 1.68}$$

:: Shear Wave Velocity, Vs (m/s) ::

$$V_s = \left(\frac{G_0}{\rho} \right)^{0.50}$$

:: Undrained peak shear strength, Su (kPa) ::

$N_{kt} = 10.50 + 7 \cdot \log(F_r)$ or user defined

$$S_u = \frac{(q_t - \sigma_v)}{N_{kt}}$$

(applicable only to SBT_n: 1, 2, 3, 4 and 9 or $I_c > I_{c_cutoff}$)

:: Remolded undrained shear strength, Su(rem) (kPa) ::

$S_{u(rem)} = f_s$ (applicable only to SBT_n: 1, 2, 3, 4 and 9 or $I_c > I_{c_cutoff}$)

:: Overconsolidation Ratio, OCR ::

$$k_{OCR} = \left[\frac{Q_{tn}^{0.20}}{0.25 \cdot (10.50 \cdot + 7 \cdot \log(F_r))} \right]^{1.25}$$ or user defined

$OCR = k_{OCR} \cdot Q_{tn}$

(applicable only to SBT_n: 1, 2, 3, 4 and 9 or $I_c > I_{c_cutoff}$)

:: In situ Stress Ratio, Ko ::

$$K_O = (1 - \sin\varphi') \cdot OCR^{\sin\varphi'}$$

(applicable only to SBT_n: 1, 2, 3, 4 and 9 or $I_c > I_{c_cutoff}$)

:: Soil Sensitivity, S_t ::

$$S_t = \frac{N_S}{F_r}$$

(applicable only to SBT_n: 1, 2, 3, 4 and 9 or $I_c > I_{c_cutoff}$)

:: Peak Friction Angle, φ' (°) ::

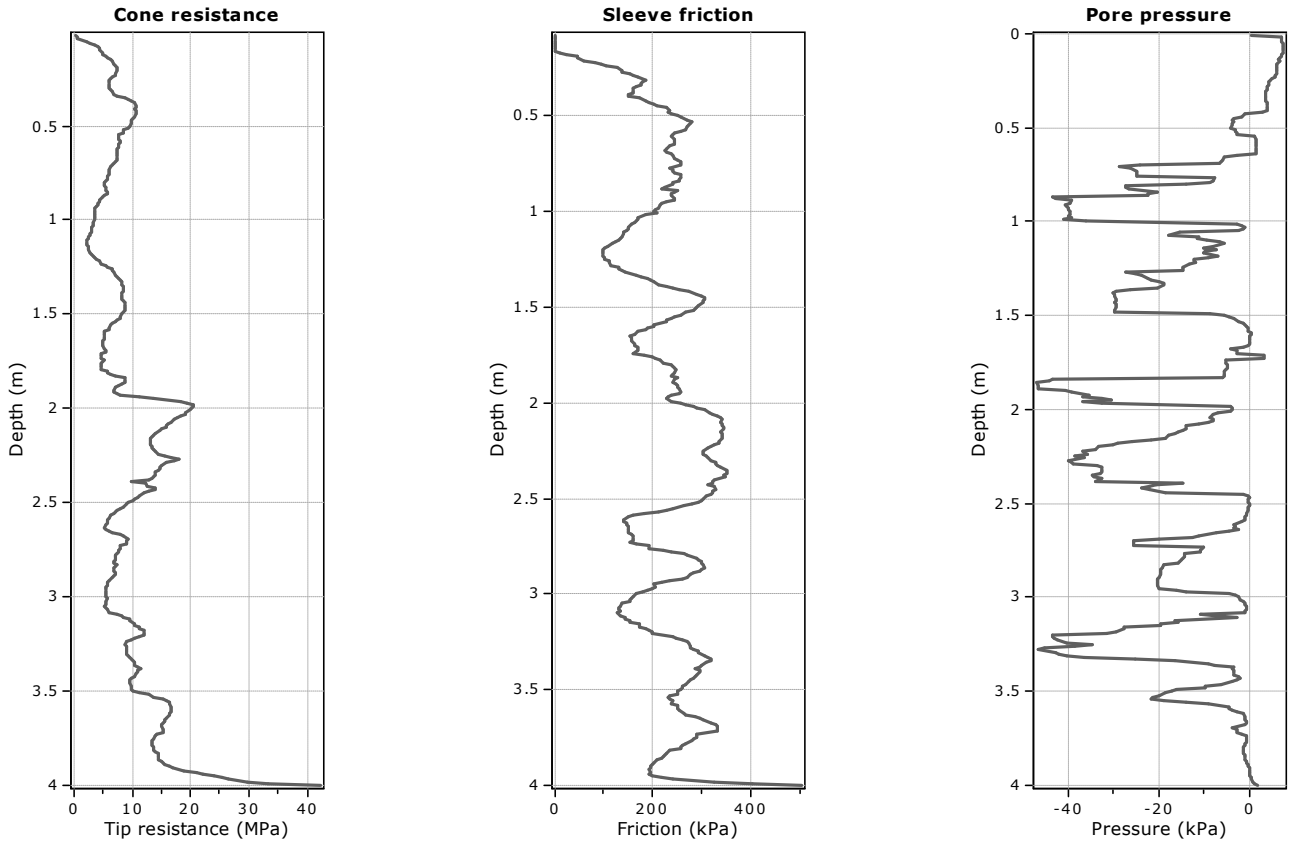
$$\varphi' = 29.5° \cdot B_q^{0.121} \cdot (0.256 + 0.336 \cdot B_q + \log Q_t)$$

(applicable for $0.10 < B_q < 1.00$)

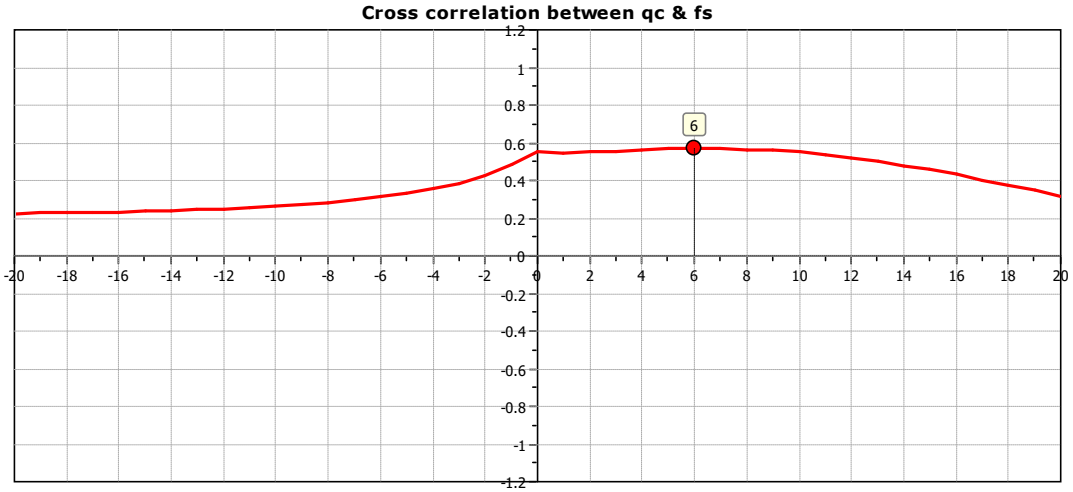
References

• Robertson, P.K., Cabal K.L., Guide to Cone Penetration Testing for Geotechnical Engineering, Gregg Drilling & Testing, Inc., 5th Edition, November 2012

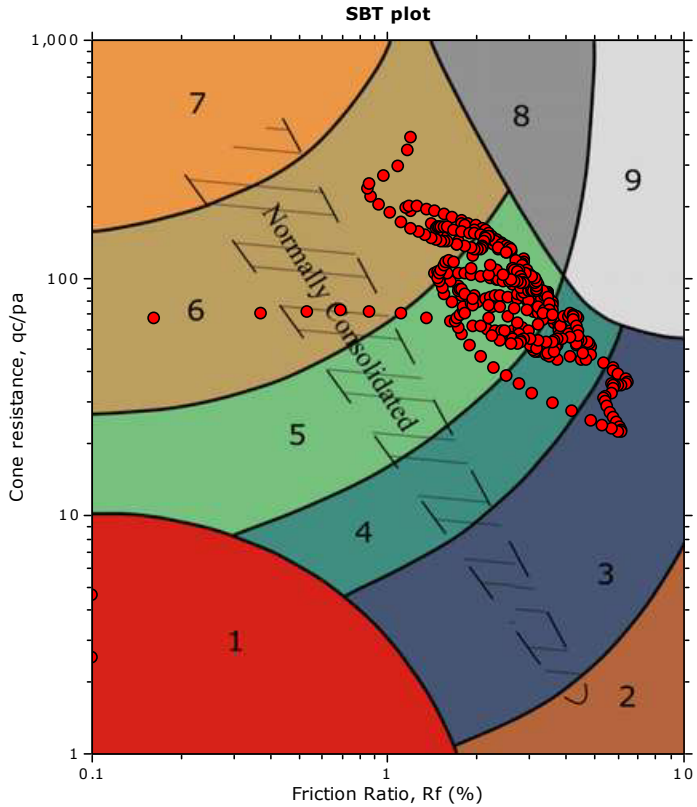
• Robertson, P.K., Interpretation of Cone Penetration Tests - a unified approach., Can. Geotech. J. 46(11): 1337–1355 (2009)

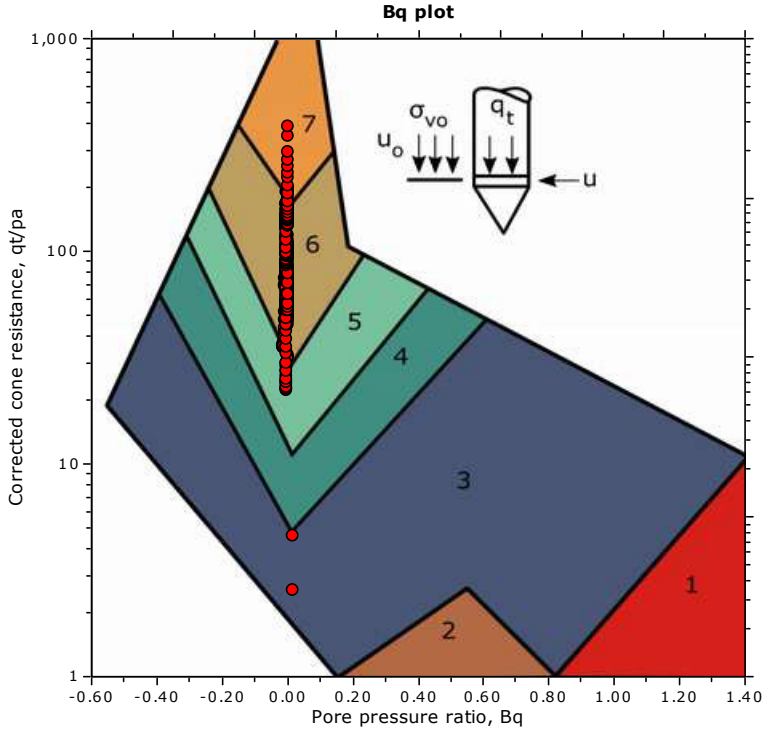


The plot below presents the cross correlation coeficient between the raw qc and fs values (as measured on the field). X axes presents the lag distance (one lag is the distance between two sucessive CPT measurements).



SBT - Bq plots

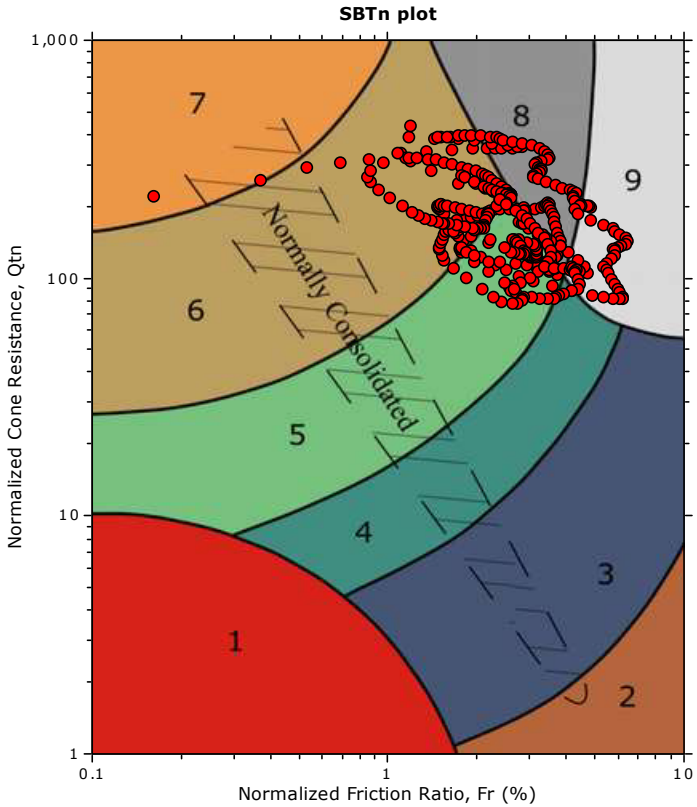


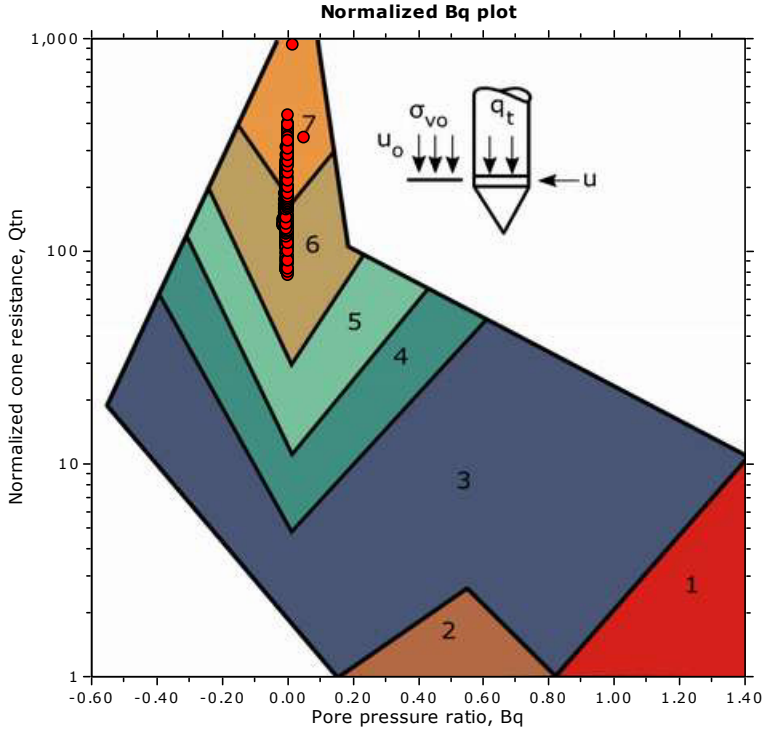


SBT legend

1. Sensitive fine grained	4. Clayey silt to silty clay	7. Gravelly sand to sand
2. Organic material	5. Silty sand to sandy silt	8. Very stiff sand to clayey sand
3. Clay to silty clay	6. Clean sand to silty sand	9. Very stiff fine grained

SBT - Bq plots (normalized)

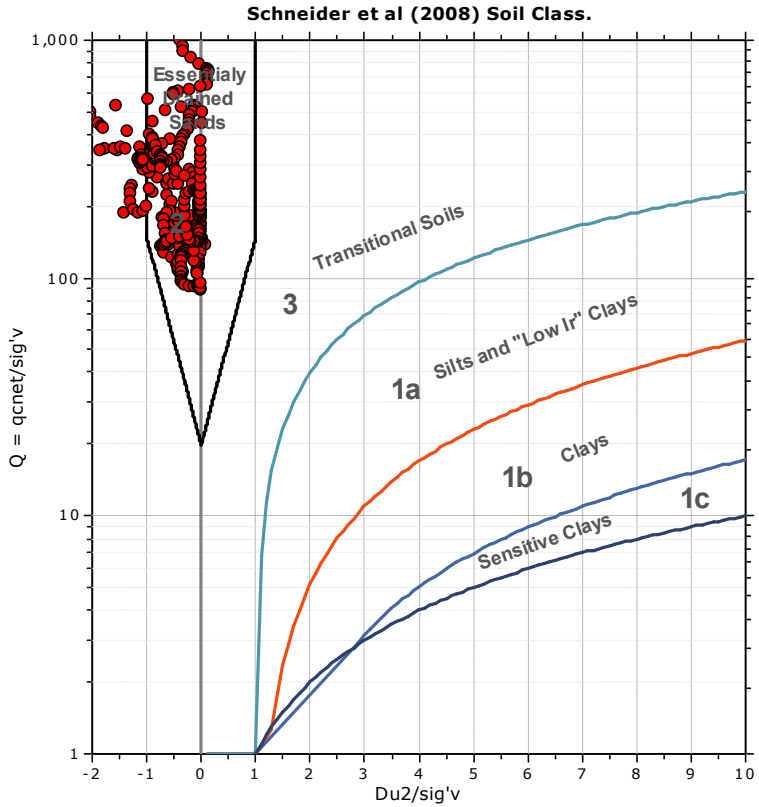


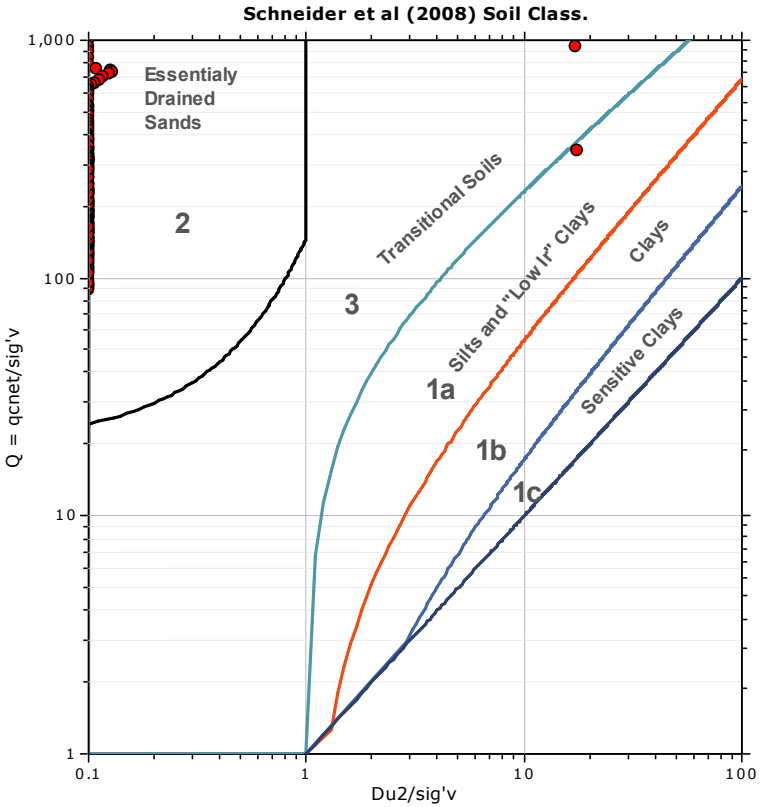


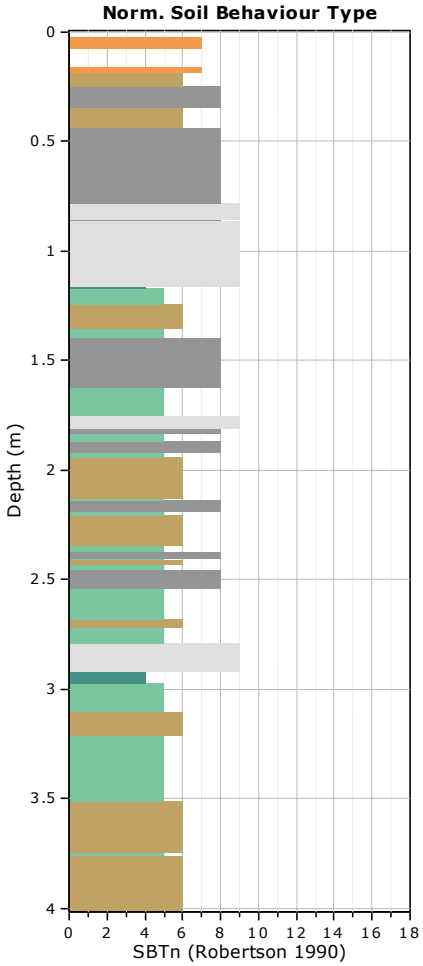
SBTn legend

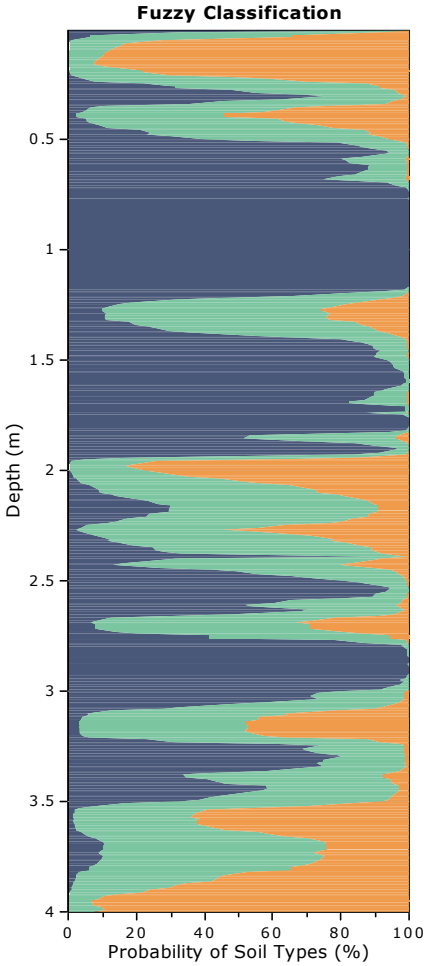
1. Sensitive fine grained	4. Clayey silt to silty clay	7. Gravelly sand to sand
2. Organic material	5. Silty sand to sandy silt	8. Very stiff sand to clayey sand
3. Clay to silty clay	6. Clean sand to silty sand	9. Very stiff fine grained

Bq plots (Schneider)



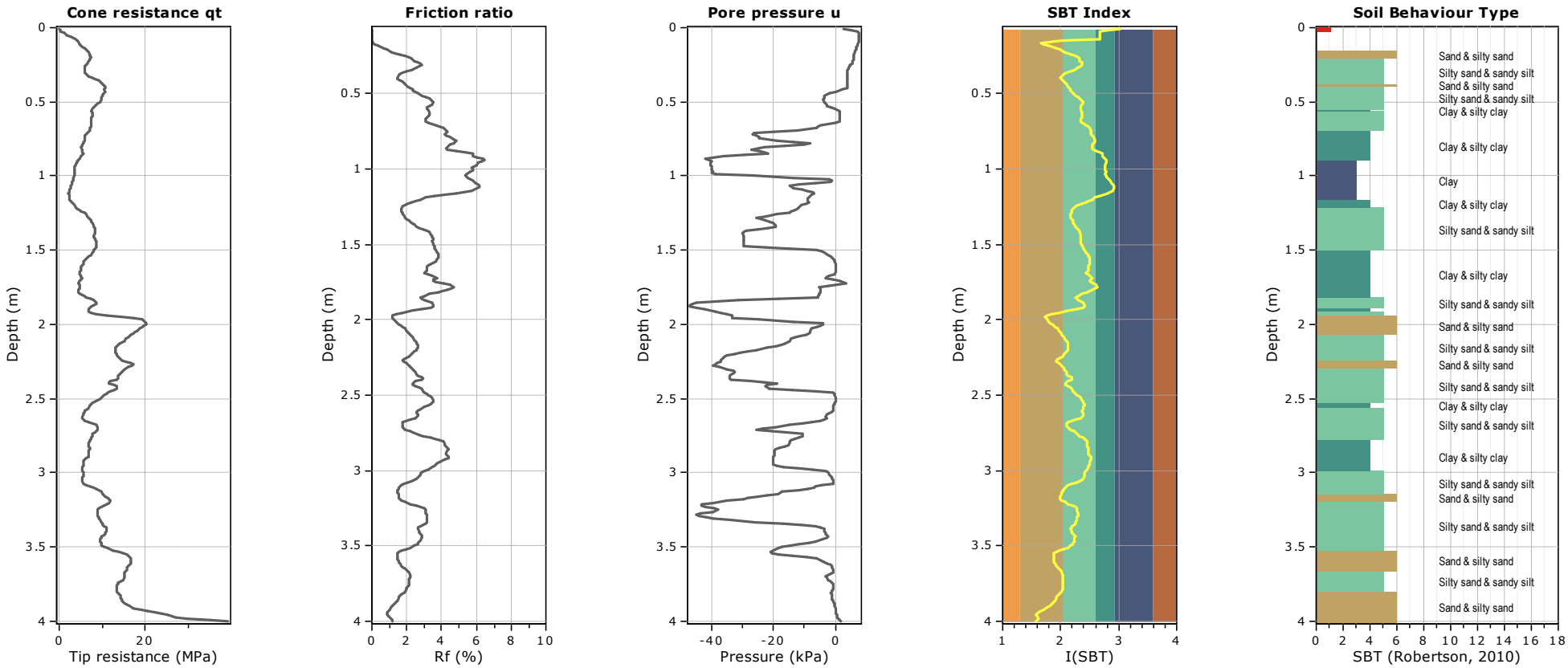



Norm. Soil Behaviour Type
Depth (m)
SBTn (Robertson 1990)
0
0.5
1
1.5
2
2.5
3
3.5
4
0 2 4 6 8 10 12 14 16 18


Fuzzy Classification
Depth (m)
Probability of Soil Types (%)
0.5
1
1.5
2
2.5
3
3.5
4
0 20 40 60 80 100

CPT: ME_SMF_CPTu6
Total depth: 4.00 m, Date: 02/07/2025
Surface Elevation: 102.97 m
Coords: X:-38438.83, Y:141514.89
Cone Type: Mks550
Cone Operator: Carlos Aquino

Project: **17040.600 - LUFTHANSA T. MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFTS COMPONENTS**
Location: **Santa Maria da Feira**

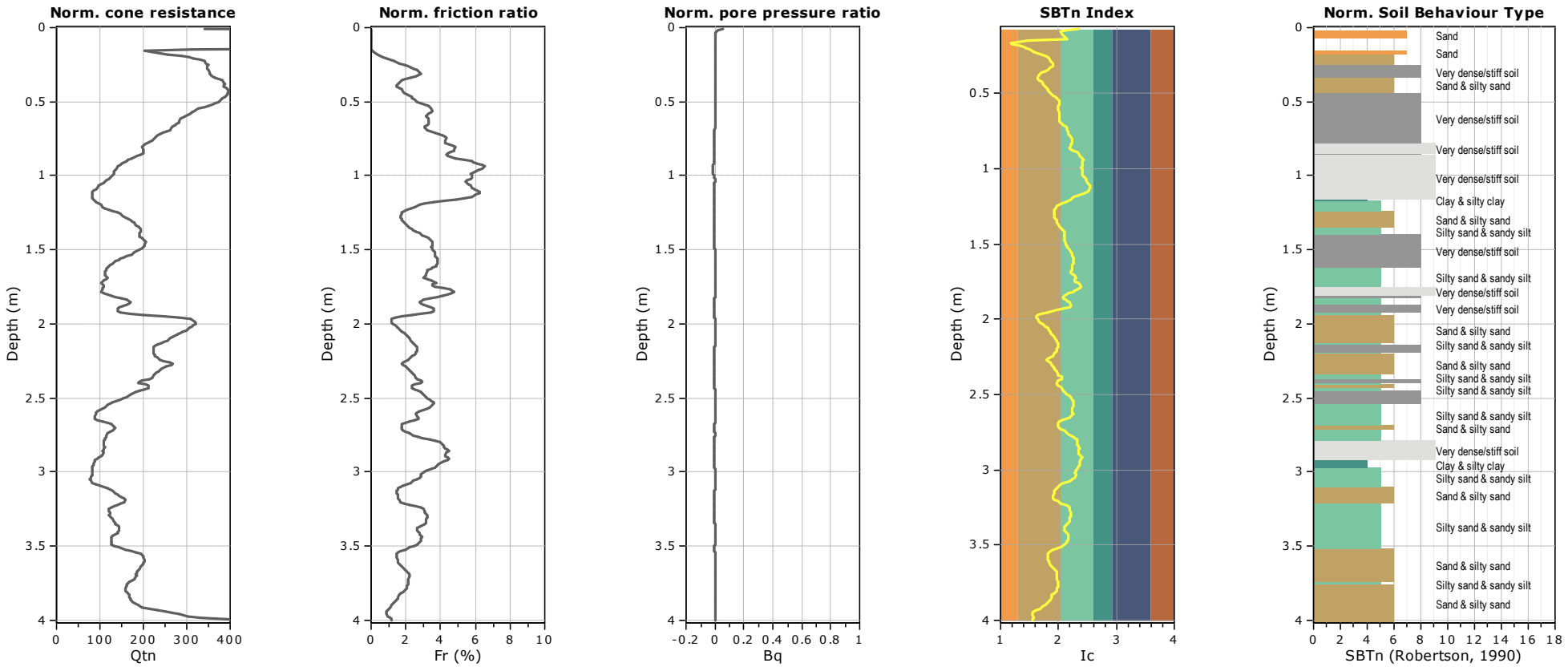


SBT legend

1. Sensitive fine grained
2. Organic material
3. Clay to silty clay
4. Clayey silt to silty clay
5. Silty sand to sandy silt
6. Clean sand to silty sand
7. Gravely sand to sand
8. Very stiff sand to clayey sand
9. Very stiff fine grained

CPT: ME_SMF_CPTu6
Total depth: 4.00 m, Date: 02/07/2025
Surface Elevation: 102.97 m
Coords: X:-38438.83, Y:141514.89
Cone Type: Mks550
Cone Operator: Carlos Aquino

Project: **17040.600 - LUFTHANSA T. MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFTS COMPONENTS**
Location: **Santa Maria da Feira**

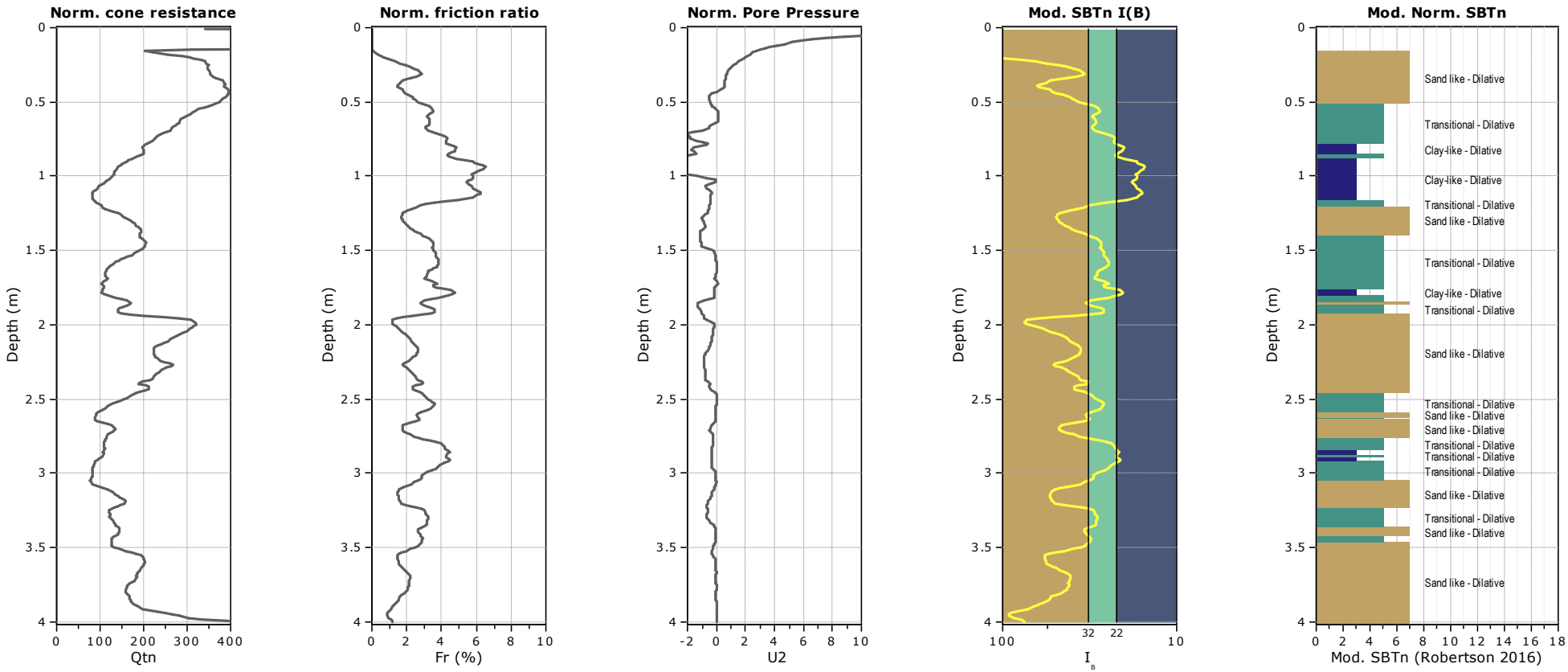


SBTn legend

- 1. Sensitive fine grained
- 2. Organic material
- 3. Clay to silty clay
- 4. Clayey silt to silty clay
- 5. Silty sand to sandy silt
- 6. Clean sand to silty sand
- 7. Gravely sand to sand
- 8. Very stiff sand to clayey sand
- 9. Very stiff fine grained

CPT: ME_SMF_CPTu6
Total depth: 4.00 m, Date: 02/07/2025
Surface Elevation: 102.97 m
Coords: X:-38438.83, Y:141514.89
Cone Type: Mks550
Cone Operator: Carlos Aquino

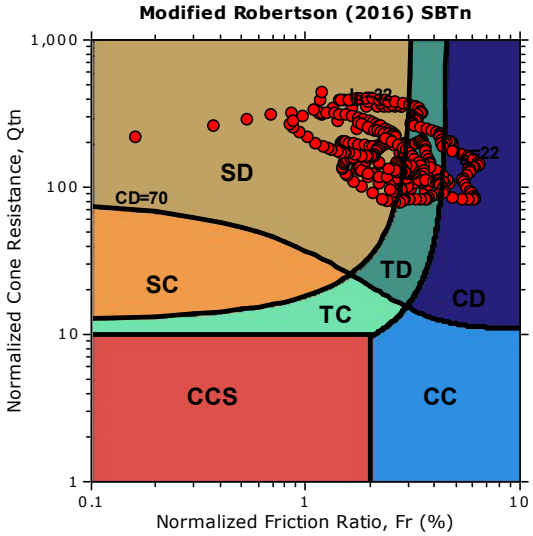
Project: **17040.600 - LUFTHANSA T. MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFTS COMPONENTS**
Location: **Santa Maria da Feira**

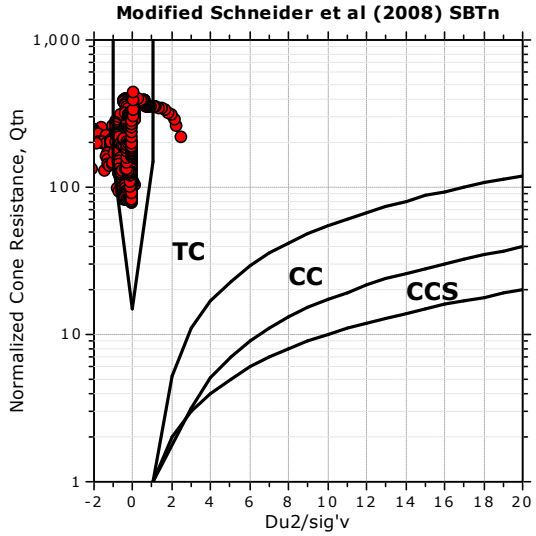


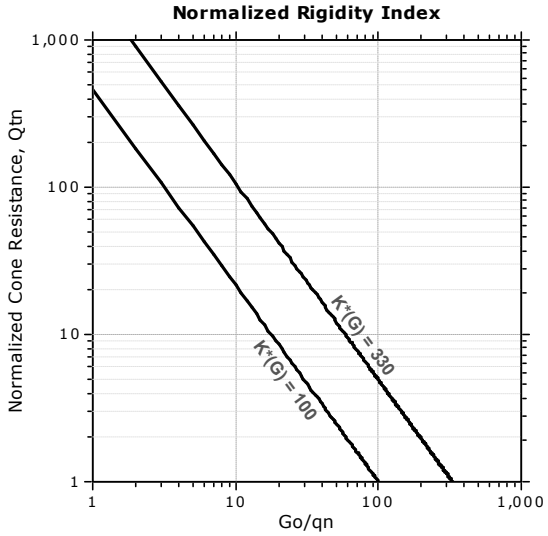
Mod. SBTn legend

- 1. CCS: ClayLike - Contractive, Sensitive
- 2. CC: Clay-like - Contractive
- 3. CD: Clay-Like: Dilative
- 4. TC: Transitional - Contractive
- 5. TD: Transitional - Dilative
- 6. SC: Sand-like - Contractive
- 7. SD: Sand-like - Dilative

Updated SBTn plots





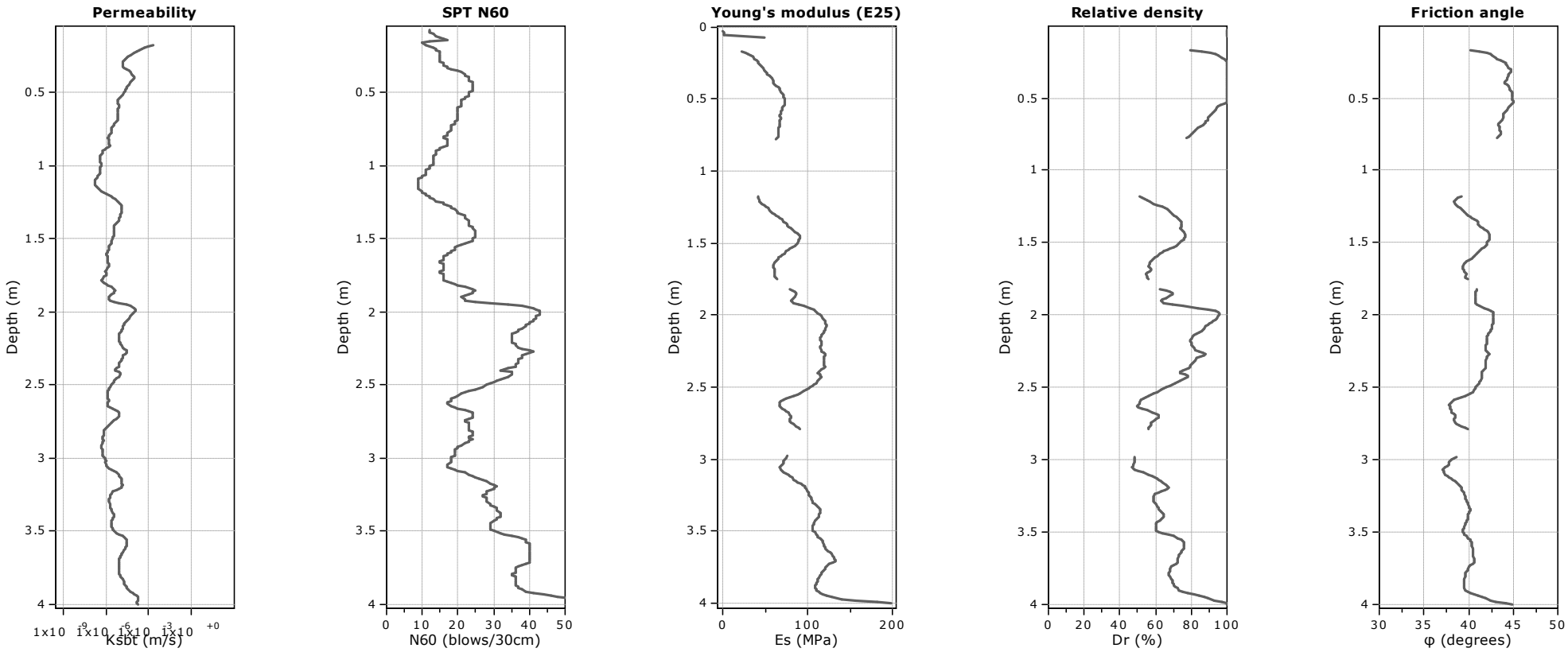


CCS: Clay-like - Contractive - Sensitive
CC: Clay-like - Contractive
CD: Clay-like - Dilative
TC: Transitional - Contractive
TD: Transitional - Dilative
SC: Sand-like - Contractive
SD: Sand-like - Dilative

K(G) > 330: Soils with significant microstructure (e.g. age/cementation)

CPT: ME_SMF_CPTu6
Total depth: 4.00 m, Date: 02/07/2025
Surface Elevation: 102.97 m
Coords: X:-38438.83, Y:141514.89
Cone Type: Mks550
Cone Operator: Carlos Aquino

Project: **17040.600 - LUFTHANSA T. MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFTS COMPONENTS**
Location: **Santa Maria da Feira**

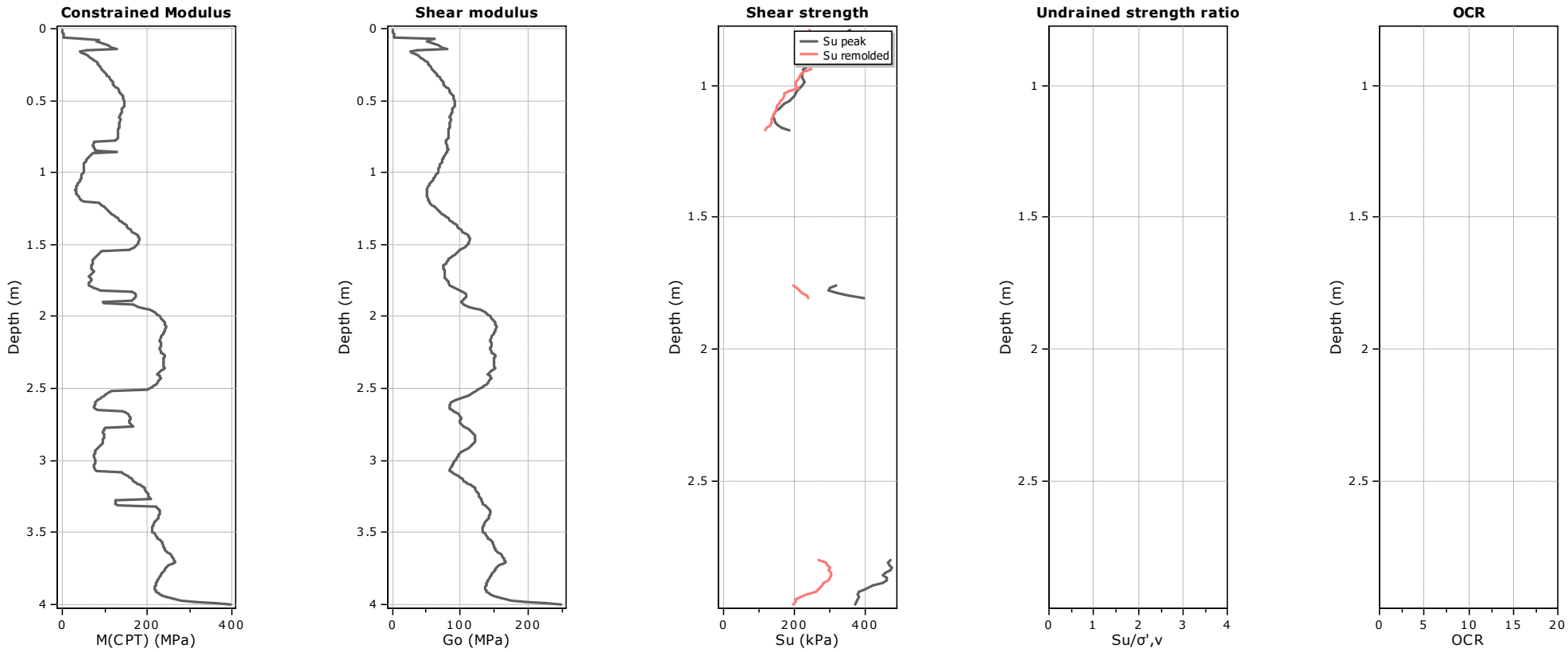


Calculation parameters

Permeability: Based on SBT_n
SPT N_{60}: Based on I_c and q_t
Young's modulus: Based on variable alpha using I_c (Robertson, 2009)
Relative density constant, C_{Dr}: 350.0
Phi: Based on Kulhawy & Mayne (1990)
User defined estimation data

CPT: ME_SMF_CPTu6
Total depth: 4.00 m, Date: 02/07/2025
Surface Elevation: 102.97 m
Coords: X:-38438.83, Y:141514.89
Cone Type: Mks550
Cone Operator: Carlos Aquino

Project: **17040.600 - LUFTHANSA T. MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFTS COMPONENTS**
Location: **Santa Maria da Feira**

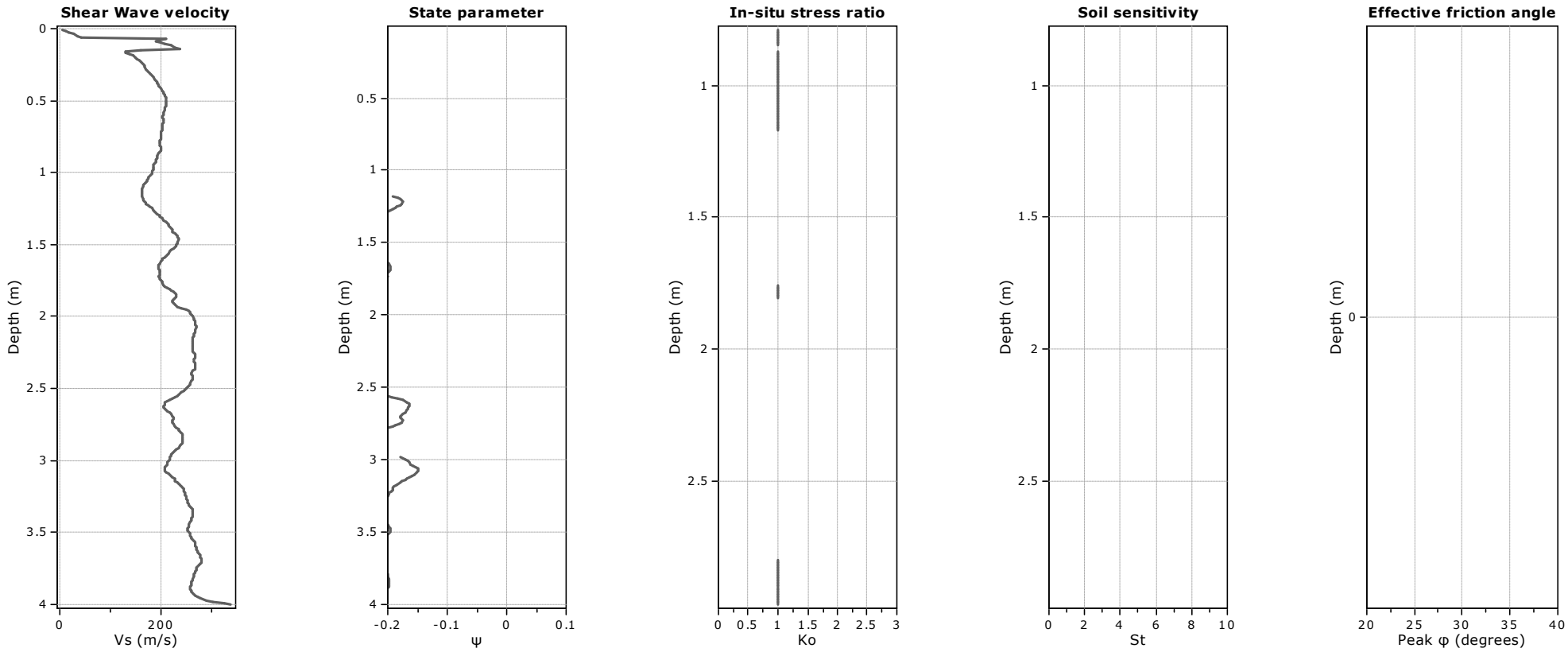


Calculation parameters

Constrained modulus: Based on variable *alpha* using I_c and Q_{tn} (Robertson, 2009)
Go: Based on variable *alpha* using I_c (Robertson, 2009)
Undrained shear strength cone factor for clays, N_{kt}: Auto
OCR factor for clays, N_{kt}: Auto
User defined estimation data
Flat Dilatometer Test data

CPT: ME_SMF_CPTu6
Total depth: 4.00 m, Date: 02/07/2025
Surface Elevation: 102.97 m
Coords: X:-38438.83, Y:141514.89
Cone Type: Mks550
Cone Operator: Carlos Aquino

Project: **17040.600 - LUFTHANSA T. MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFTS COMPONENTS**
Location: **Santa Maria da Feira**



Calculation parameters

Soil Sensitivity factor, N_S: 350.00

User defined estimation data

Presented below is a list of formulas used for the estimation of various soil properties. The formulas are presented in SI unit system and assume that all components are expressed in the same units.

:: Unit Weight, g (kN/m³) ::

$$g = g_w \cdot \left(0.27 \cdot \log(R_f) + 0.36 \cdot \log(\frac{q_t}{p_a}) + 1.236 \right)$$

where g_w = water unit weight

:: Permeability, k (m/s) ::

$I_c < 3.27$ and $I_c > 1.00$ then $k = 10^{0.952-3.04 \cdot I_c}$

$I_c \leq 4.00$ and $I_c > 3.27$ then $k = 10^{-4.52-1.37 \cdot I_c}$

:: N_{SPT} (blows per 30 cm) ::

$$N_{60} = \left(\frac{q_c}{P_a} \right) \cdot \frac{1}{10^{1.1268-0.2817 \cdot I_c}}$$

$$N_{1(60)} = Q_{tn} \cdot \frac{1}{10^{1.1268-0.2817 \cdot I_c}}$$

:: Young's Modulus, Es (MPa) ::

$$(q_t - \sigma_v) \cdot 0.015 \cdot 10^{0.55 \cdot I_c + 1.68}$$

(applicable only to $I_c < I_{c_cutoff}$)

:: Relative Density, Dr (%) ::

$$100 \cdot \sqrt{\frac{Q_{tn}}{k_{DR}}}$$ (applicable only to SBT_n: 5, 6, 7 and 8 or $I_c < I_{c_cutoff}$)

:: State Parameter, ψ ::

$$\psi = 0.56 - 0.33 \cdot \log(Q_{tn,cs})$$

:: Drained Friction Angle, φ (°) ::

$$\varphi = \varphi'_{cv} + 15.94 \cdot \log(Q_{tn,cs}) - 26.88$$

(applicable only to SBT_n: 5, 6, 7 and 8 or $I_c < I_{c_cutoff}$)

:: 1-D constrained modulus, M (MPa) ::

If $I_c > 2.20$
$\alpha = 14$ for $Q_{tn} > 14$
$\alpha = Q_{tn}$ for $Q_{tn} \leq 14$
$M_{CPT} = \alpha \cdot (q_t - \sigma_v)$

If $I_c \geq 2.20$

$$M_{CPT} = 0.03 \cdot (q_t - \sigma_v) \cdot 10^{0.55 \cdot I_c + 1.68}$$

:: Small strain shear Modulus, Go (MPa) ::

$$G_0 = (q_t - \sigma_v) \cdot 0.0188 \cdot 10^{0.55 \cdot I_c + 1.68}$$

:: Shear Wave Velocity, Vs (m/s) ::

$$V_s = \left(\frac{G_0}{\rho} \right)^{0.50}$$

:: Undrained peak shear strength, Su (kPa) ::

$N_{kt} = 10.50 + 7 \cdot \log(F_r)$ or user defined

$$S_u = \frac{(q_t - \sigma_v)}{N_{kt}}$$

(applicable only to SBT_n: 1, 2, 3, 4 and 9 or $I_c > I_{c_cutoff}$)

:: Remolded undrained shear strength, Su(rem) (kPa) ::

$S_{u(rem)} = f_s$ (applicable only to SBT_n: 1, 2, 3, 4 and 9 or $I_c > I_{c_cutoff}$)

:: Overconsolidation Ratio, OCR ::

$$k_{OCR} = \left[\frac{Q_{tn}^{0.20}}{0.25 \cdot (10.50 \cdot + 7 \cdot \log(F_r))} \right]^{1.25}$$ or user defined

$OCR = k_{OCR} \cdot Q_{tn}$

(applicable only to SBT_n: 1, 2, 3, 4 and 9 or $I_c > I_{c_cutoff}$)

:: In situ Stress Ratio, Ko ::

$$K_O = (1 - \sin\varphi') \cdot OCR^{\sin\varphi'}$$

(applicable only to SBT_n: 1, 2, 3, 4 and 9 or $I_c > I_{c_cutoff}$)

:: Soil Sensitivity, S_t ::

$$S_t = \frac{N_S}{F_r}$$

(applicable only to SBT_n: 1, 2, 3, 4 and 9 or $I_c > I_{c_cutoff}$)

:: Peak Friction Angle, φ' (°) ::

$$\varphi' = 29.5° \cdot B_q^{0.121} \cdot (0.256 + 0.336 \cdot B_q + \log Q_t)$$

(applicable for $0.10 < B_q < 1.00$)

References

• Robertson, P.K., Cabal K.L., Guide to Cone Penetration Testing for Geotechnical Engineering, Gregg Drilling & Testing, Inc., 5th Edition, November 2012

• Robertson, P.K., Interpretation of Cone Penetration Tests - a unified approach., Can. Geotech. J. 46(11): 1337–1355 (2009)

ENSAIOS LABORATORIAIS

- **ENSAIOS EM SOLOS**
- **ANÁLISES QUÍMICAS DA ÁGUA**

ENSAIOS EM SOLOS

- **QUADRO RESUMO DE RESULTADOS**
- **BOLETINS DE ENSAIO**

QUADRO RESUMO DE RESULTADOS

MOTA-ENGIL
GEOTECNIA
ENGENHARIA

SUMMARY TABLE OF RESULTS

Soil Sample Laboratory Tests

Client: Luftansa Technik Portugal, S. A.

Project: 17040.600 - MRO Facility for Engine Parts and Aircrafts Components, Geological-Geotechnical and Hydrogeological Survey

Sample	Reference	Geologic unit	Litology	Water content	Particle density analyses	Proctor modified test		CBR test			Sieve analyses											Atterberg limits			Classifications	
				w	d	ɣ	w	Expansão (95% CR)	CBR (2.5mmm)	CBR (5.0mmm)	P#1 1/2"	P#1"	P#3/4"	P#3/8"	P#nº4	P#nº10	P#nº20	P#nº40	P#nº60	P#nº140	P#nº200	L.L.	L.P.	I.P.	AASHTO	Unified USCS
				(%)	-	(g/cm^3)	(%)	%	%	%	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)		
A1297.25	Pç1 (2.0-2.6)m	Alluvium	silt	24,3	2,68	-	-	-	-	-	100,00	98,20	96,68	94,07	92,85	91,60	90,32	89,03	87,43	85,12	83,58	NP	NP	NP	A-4	ML
A1298.25	Pç1 (2.6-3.0)m	Granitic residual soil	clayey sand	18,9	2,69	-	-	-	-	-	100,00	99,16	98,84	98,54	97,11	89,09	67,51	53,39	44,48	38,57	37,22	49	35	14	A-7-5	SM
A1299.25	Pç2 (0.0-2.0)m	Landfill	silty sand	14,5	-	-	-	-	-	-	98,50	97,50	96,30	92,90	89,10	83,10	69,20	56,30	45,90	31,70	27,70	NP	NP	NP	A-2-4	SM
A1300.25	Pç4 (2.4-3.0)m	Gnaiss W5	silty sand	19,3	2,76	-	-	-	-	-	100,00	100,00	99,53	98,13	97,28	94,16	79,17	63,96	49,20	33,09	28,67	NP	NP	NP	A-2-4	SM
A1301.25	Pç5 (0.05-3.0)m	Gnaiss W5	silty sand with gravel	19,0	-	-	-	-	-	-	100,00	100,00	100,00	99,90	98,00	88,10	57,90	40,00	30,30	20,00	17,10	NP	NP	NP	A-1-b	SM
A1302.25	Pç7 (1.4-3.0)m	Plio-Pleistocenic deposit	silty sand	15,2	2,65	-	-	-	-	-	100,00	100,00	99,31	98,92	97,80	93,88	83,55	67,50	44,26	25,58	23,65	NP	NP	NP	A-2-4	SM
A1303.25	Pç9 (0.0-1.9)m	Landfill	silty sand	17,8	2,70	-	-	-	-	-	100,00	100,00	97,90	96,65	92,81	85,11	68,27	56,15	47,24	36,11	32,86	NP	NP	NP	A-2-4	SM
A1304.25	Pç10 (0.2-3.0)m	Plio-Pleistocenic deposit	silty sand	12,5	2,64	1,957	10,7	0,0	21,0	22,0	100,00	100,00	99,78	98,05	95,82	87,95	73,22	58,52	45,03	35,72	34,54	NP	NP	NP	A-2-4	SM
A1305.25	Pç11 (0.3-3.0)m	Landfill	silty sand	19,7	2,72	1,862	12,0	1,0	15,0	18,0	100,00	100,00	97,96	95,47	91,71	82,90	69,07	57,52	48,05	37,55	35,07	41	32	9	A-2-5	SM-ML
A1306.25	Pç13 (0.3-3.0)m	Gneiss W5	silty sand	16,3	2,71	1,802	12,8	2,0	15,0	19,0	100,00	100,00	100,00	99,57	98,21	93,59	81,27	66,88	54,14	40,30	36,91	NP	NP	NP	A-4	SM

BOLETINS DE ENSAIO

LABORATÓRIO CENTRAL
Zona Industrial de São Caetano
Travessa das Lajes, 174
4405-194 Canelas VNG - Portugal
Telefone: 351 227 169 310
Fax: 351 227 169 312
E-mail: CarlaFerreira@mota-engil.pt
http://engenharia.mota-engil.pt/areas-especializadas/laboratorio-central

FOLHA DE ROSTO DO RELATÓRIO DE ENSAIO

RE7219.2025

Código do Laboratório:	**0-LABC**
Localização do Laboratório:	**Zona Industrial de S. Caetano - Travessa das Lages, 174 - 4405-194 Vila Nova de Gaia**
Data do Relatório de Ensaio:	**2025-06-27**
Cliente:	**Luftansa Technik Portugal, S. A. Edifício Oceanus, Avenida da Boavista n.º 3265, 4.2 3100-137 Porto**
Código da Amostra:	**A1297.25**
Descrição da Amostra:	**Solo**
Referência do Cliente:	**P1 (2.0-2.6)m**
Proveniência da Amostra:	**CC17040.600-Geotecnia-MRO Facility for Engine Parts and Aircrafts Components, Geological-Geotechnical and Hydrogeological Survey**
Data de Colheita da Amostra:	**Não fornecida pelo Cliente**
Data de Receção da Amostra:	**2025-06-04**
Data de Adjudicação do Ensaio:	**2025-06-04**
Código do Processo:	**L.092.2025**
Descrição do Processo:	**Identificação de Solos**
Responsabilidade da Amostragem:	**Da responsabilidade da Geotecnia**
Requisitos e Especificações do Cliente:	---
Conclusões/observações:	A amostra entregue não satisfazia a massa mínima retida no #10 indicada na especificação LNEC E 195-1966.

Este relatório é composto pela folha de rosto e pela(s) folha(s) de resultado(s) de ensaio e não pode ser reproduzido parcialmente. Os resultados apresentados referem-se apenas à amostra ensaiada e os resultados aplicam-se à amostra conforme rececionada. Este ensaio realizou-se nas instalações permanentes do Laboratório Central. Esta folha só tem validade quando parte integrante de um relatório de ensaio emitido pelo Laboratório Central da Mota-Engil, Engenharia e Construção, S. A.

Em anexo encontra(m)-se a(s) folha(s) de resultado(s) de ensaio.

As informações referentes à Descrição da Amostra, à Referência do Cliente, à Proveniência da Amostra, à Data da Colheita da Amostra e aos Requisitos e Especificações do Cliente, quando existem, são fornecidas pelo cliente. A incerteza expandida apresentada está expressa pela incerteza-padrão, multiplicada pelo fator de expansão k, o qual para uma distribuição "t-student" corresponde a uma probabilidade de expansão de 95%, aproximadamente.

digitalsign
Signed by Carla Ferreira, user registered on the SigningDesk platform with ID: 118488c2-892b-407b-a878-2db877512b02 and email: Car**********@mot*******.pt.
Document sealed using the Qualified Electronic Seal of the entity DigitalSign, created by the SigningDesk platform.
SIMPLE SIGNATURE

Responsável Técnica do Laboratório Central

Carla Sousa

MOTA-ENGIL
ENGENHARIA

RESULTADOS DE ENSAIO

Amostra	Relatório	Página	Data
A1297.25	RE7219.2025	1/2	12/jun/25

01.09 - Análise Granulométrica por Sedimentação
LNEC E 196:1966

PENEIRAÇÃO

Material retido no peneiro nº10

Massa total da amostra seca ao ar	m'_t	0,01 g	9555,20
Massa total da fracção retida no P#nº10	m_{10}	0,01 g	802,36
Teor de humidade da amostra seca ao ar	w_a	0,1 %	0,00
Massa total da amostra seca	$m_t = m_{10} + (m'_t - m_{10}) \cdot \frac{100}{100+\omega_a}$	0,01 g	9555,20
Percentagem de material retido no P#nº10	$N_{10} = \frac{m_{10}}{m_t} \cdot 100$	0,01 %	8,40

Peneiros		Massa de material retido	% material retido	% acumulada de material retido	% acumulada do material que passa
		m_x	$N_x = \frac{m_x}{m_t} \cdot 100$	N'_x	$N''_x = 100 - N'_x$
#	mm	0,01g	0,01%	0,01%	0,01%
3"	76,20	0,00	0,00	0,00	100,00
2"	50,80	0,00	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	38,10	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25,40	171,92	1,80	1,80	98,20
3/4"	19,10	145,51	1,52	3,32	96,68
3/8"	9,52	249,40	2,61	5,93	94,07
4,00	4,76	116,82	1,22	7,15	92,85
10,00	2,00	118,71	1,24	8,40	91,60

Material passado no peneiro nº10

Massa solo seca ao ar utilizado	m_a	0,01 g	71,40
Teor de humidade do solo seco ao ar	w_a	%	0,00
Massa solo seco utilizado	$m_s = m_a \cdot \frac{100}{100+\omega_a}$	0,01 g	71,40

Peneiros		Massa de material retido	Percentagem de material retido	% acumulada de material retido	% acumulada do material que passa
		m_x	$n'_x = \frac{m_x}{m_b} \cdot 100$	n'_x	$N''_x = (100 - N'_x) \cdot \frac{100 - N_{10}}{100}$
#	mm	0,01g	0,01%	0,01%	0,01%
20	0,840	1,00	1,40	1,40	90,32
40	0,420	1,00	1,40	2,81	89,03
60	0,250	1,25	1,75	4,56	87,43
140	0,106	1,80	2,52	7,08	85,12
200	0,075	1,20	1,68	8,76	83,58

Estes resultados de ensaio só têm validade quando parte integrante de um relatório de ensaio emitido pelo Núcleo Laboratório Central da Mota-Engil, Engenharia e Construção, S.A.

Observações:
A amostra entregue não satisfazia a massa mínima retida no #10 indicada na especificação LNEC E 195-1966.

Ensaiou	Aprovado
Pedro Martins	Nuno Pinto

MOTA-ENGIL
ENGENHARIA

RESULTADOS DE ENSAIO

Amostra	Relatório	Página	Data
A1297.25	RE7219.2025	2/2	12/jun/25

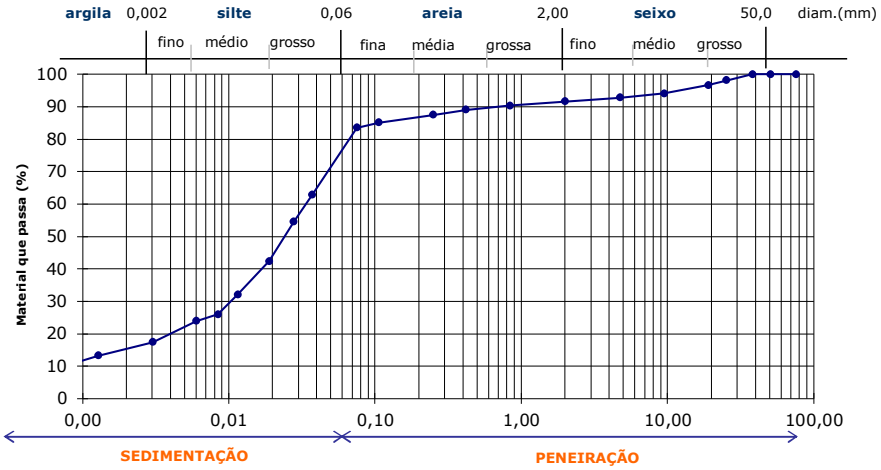
01.09 - Análise Granulométrica por Sedimentação
LNEC E 196:1966

SEDIMENTAÇÃO

Material passado no peneiro nº 200

Correcção do menisco	C_m	-	0,0005
Temperatura de correcção do antifloculante	T	ºC	21
Correcção da temperatura	C_t	-	0,0002
Densidade das partículas	G	0,01 g/cm^3	2,68
Leitura do densímetro em água com anti-floculante	L_a	-	1,0010
Massa solo seco utilizado	m_s	0,01 g	71,40
Correcção do antifloculante	$C_a = L_a - 1.000 + C_t$	-	0,0012

Tempos	1 min	2 min	5 min	15 min	30 min	60 min	250 min	1440 min (24 h)	2880 min (48 h)
Leituras directas do densímetro, Ls	1,031	1,027	1,021	1,016	1,013	1,012	1,009	1,007	1,006
Temperatura , T	22	22	22	22	22	22	21	21	21
Correcções da temperatura, Ct	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0002	0,0002	0,0002
Leituras corrigidas, $L_c=L_s+C_m-C_a+C_t$	1,0307	1,0267	1,0207	1,0157	1,0127	1,0117	1,0085	1,0065	1,0055
% Partículas com diâmetro < D na massa seca utilizada , $n_D = \frac{100000}{m_s} \cdot \frac{G}{G-1} \cdot (L_C - 1)$	68,59076964	59,65386154	46,2484994	35,07736428	28,37468321	26,14045618	18,99092971	14,52247566	12,28824863
Constante de Stokes, K	0,013226142	0,013226142	0,013226142	0,013226142	0,013226142	0,013226142	0,013226142	0,013226142	0,013226142
Profundidades correspondentes às leituras Ls, Z (cm)	7,9749057	8,9112657	10,3158057	11,4862557	12,1885257	12,4226157	13,1248857	13,5930657	13,8271557
Diâmetros partículas correspondentes a N_D, $D = K \cdot \sqrt{\frac{Z}{t}}$	0,03735046	0,02791823	0,018997644	0,011573822	0,008430399	0,006018165	0,003030477	0,001285022	0,000916439
% Partículas com diâmetro < D na massa total amostra , $N_D = n_D \cdot \frac{100 - N_{10}}{100}$	62,83113189	54,6446652	42,36496515	32,13188178	25,99203176	23,94541509	17,39624173	13,30300838	11,25639171



Estes resultados de ensaio só têm validade quando parte integrante de um relatório de ensaio emitido pelo Núcleo Laboratório Central da Mota-Engil, Engenharia e Construção, S.A.

Observações:
A amostra entregue não satisfazia a massa mínima retida no #10 indicada na especificação LNEC E 195-1966.

Ensaiou	Aprovado
Pedro Martins	Nuno Pinto

LABORATÓRIO CENTRAL
Zona Industrial de São Caetano
Travessa das Lajes, 174
4405-194 Canelas VNG - Portugal
Telefone: 351 227 169 310
Fax: 351 227 169 312
E-mail: CarlaFerreira@mota-engil.pt
http://engenharia.mota-engil.pt/areas-especializadas/laboratorio-central

IPAC acreditação
L0315
ISO/IEC 17025
Ensaios

Este relatório é composto pela folha de rosto e pela(s) folha(s) de resultado(s) de ensaio e não pode ser reproduzido parcialmente. Os resultados apresentados referem-se apenas à amostra ensaiada e os resultados aplicam-se à amostra conforme rececionada. Este ensaio realizou-se nas instalações permanentes do Laboratório Central. Esta folha só tem validade quando parte integrante de um relatório de ensaio emitido pelo Laboratório Central da Mota-Engil, Engenharia e Construção, S. A.

FOLHA DE ROSTO DO RELATÓRIO DE ENSAIO

RE6596.2025

Código do Laboratório:	**0-LABC**
Localização do Laboratório:	**Zona Industrial de S. Caetano - Travessa das Lages, 174 - 4405-194 Vila Nova de Gaia**
Data do Relatório de Ensaio:	**2025-06-27**
Cliente:	**Luftansa Technik Portugal, S. A. Edifício Oceanus, Avenida da Boavista n.º 3265, 4.2 3100-137 Porto**
Código da Amostra:	**A1297.25**
Descrição da Amostra:	**Solo**
Referência do Cliente:	**P1 (2.0-2.6)m**
Proveniência da Amostra:	**CC17040.600-Geotecnia-MRO Facility for Engine Parts and Aircrafts Components, Geological-Geotechnical and Hydrogeological Survey**
Data de Colheita da Amostra:	**Não fornecida pelo Cliente**
Data de Receção da Amostra:	**2025-06-04**
Data de Adjudicação do Ensaio:	**2025-06-04**
Código do Processo:	**L.092.2025**
Descrição do Processo:	**Identificação de Solos**
Responsabilidade da Amostragem:	**Da responsabilidade da Geotecnia**
Requisitos e Especificações do Cliente:	---
Conclusões/observações:	O cálculo do Índice de Plasticidade (IP) não está incluído no âmbito da acreditação.

Em anexo encontra(m)-se a(s) folha(s) de resultado(s) de ensaio.

As informações referentes à Descrição da Amostra, à Referência do Cliente, à Proveniência da Amostra, à Data da Colheita da Amostra e aos Requisitos e Especificações do Cliente, quando existem, são fornecidas pelo cliente. A incerteza expandida apresentada está expressa pela incerteza-padrão, multiplicada pelo fator de expansão k, o qual para uma distribuição "t-student" corresponde a uma probabilidade de expansão de 95%, aproximadamente.

Responsável Técnica do
Laboratório Central

Carla Sousa

MOTA-ENGIL
ENGENHARIA

FOLHA DE RESULTADOS DE ENSAIO

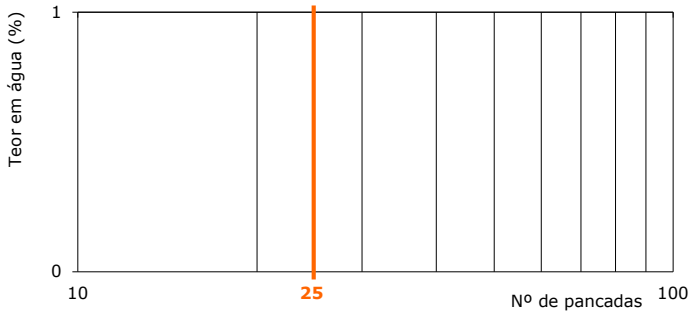
Amostra	Relatório	Página	Data de Início	Data de fim
A1297.25	RE6596.2025	1/1	12/jun/25	13/jun/25

01.03 - Determinação dos limites de consistência
NP 143:1969

Preparação da amostra: Amostra seca na estufa a 105 - 110 ºC [x] Amostra seca ao ar [ ]

Limite de Liquidez

	Sigla	Unidade de medida	Resultado				
Número da cápsula	-	-					
Massa da cápsula	m_1	(0,01g)					
Massa da cápsula contendo solo húmido	m_2	(0,01g)					
Massa da cápsula contendo solo seco	m_3	(0,01g)					
Massa do solo seco	$w_s=m_3-m_1$	(0,01g)					
Massa da água	$w_w=m_2-m_3$	(0,01g)					
Teor em água	$w=\frac{w_w}{w_s}\times 100$	(0,1%)					Incerteza expandida (95% confiança)
Número de pancadas	-	-					
Limite de Liquidez	**LL**	**(%)**	**NP**				± %



Limite de Plasticidade

	Sigla	Unidade de medida	Resultado				
Número da cápsula	-	-					
Massa da cápsula	m_1	(0,01g)					
Massa da cápsula contendo solo húmido	m_2	(0,01g)					
Massa da cápsula contendo solo seco	m_3	(0,01g)					
Massa do solo seco	$w_s=m_3-m_1$	(0,01g)					
Massa da água	$w_w=m_2-m_3$	(0,01g)					Incerteza expandida (95% confiança)
Teor em água	$w=\frac{w_w}{w_s}\times 100$	(0,1%)					
Limite de Plasticidade	**LP**	**(%)**	**NP**				± %
Índice de Plasticidade	**IP**	**(%)**	**NP**				

Estes resultados de ensaio só têm validade quando parte integrante de um relatório de ensaio emitido pelo Núcleo Laboratório Central da Mota-Engil, Engenharia e Construção, S.A.

Observações:
O cálculo do Índice de Plasticidade (IP) não está incluído no âmbito da acreditação.

Ensaiou	Aprovado
José Pinto	Nuno Pinto

LABORATÓRIO CENTRAL
Zona Industrial de São Caetano
Travessa das Lajes, 174
4405-194 Canelas VNG - Portugal
Telefone: 351 227 169 310
Fax: 351 227 169 312
E-mail: CarlaFerreira@mota-engil.pt
http://engenharia.mota-engil.pt/areas-especializadas/laboratorio-central

IPAC acreditação
L0315
ISO/IEC 17025
Ensaios

Este relatório é composto pela folha de rosto e pela(s) folha(s) de resultado(s) de ensaio e não pode ser reproduzido parcialmente. Os resultados apresentados referem-se apenas à amostra ensaiada e os resultados aplicam-se à amostra conforme rececionada. Este ensaio realizou-se nas instalações permanentes do Laboratório Central. Esta folha só tem validade quando parte integrante de um relatório de ensaio emitido pelo Laboratório Central da Mota-Engil, Engenharia e Construção, S. A.

FOLHA DE ROSTO DO RELATÓRIO DE ENSAIO

RE6597.2025

Código do Laboratório:	**0-LABC**
Localização do Laboratório:	**Zona Industrial de S. Caetano - Travessa das Lages, 174 - 4405-194 Vila Nova de Gaia**
Data do Relatório de Ensaio:	**2025-06-27**
Cliente:	**Luftansa Technik Portugal, S. A. Edifício Oceanus, Avenida da Boavista n.º 3265, 4.2 3100-137 Porto**
Código da Amostra:	**A1297.25**
Descrição da Amostra:	**Solo**
Referência do Cliente:	**P1 (2.0-2.6)m**
Proveniência da Amostra:	**CC17040.600-Geotecnia-MRO Facility for Engine Parts and Aircrafts Components, Geological-Geotechnical and Hydrogeological Survey**
Data de Colheita da Amostra:	**Não fornecida pelo Cliente**
Data de Receção da Amostra:	**2025-06-04**
Data de Adjudicação do Ensaio:	**2025-06-04**
Código do Processo:	**L.092.2025**
Descrição do Processo:	**Identificação de Solos**
Responsabilidade da Amostragem:	**Da responsabilidade da Geotecnia**
Requisitos e Especificações do Cliente:	---
Conclusões/observações:	---

Em anexo encontra(m)-se a(s) folha(s) de resultado(s) de ensaio.

As informações referentes à Descrição da Amostra, à Referência do Cliente, à Proveniência da Amostra, à Data da Colheita da Amostra e aos Requisitos e Especificações do Cliente, quando existem, são fornecidas pelo cliente. A incerteza expandida apresentada está expressa pela incerteza-padrão, multiplicada pelo fator de expansão k, o qual para uma distribuição "t-student" corresponde a uma probabilidade de expansão de 95%, aproximadamente.

Responsável Técnica do
Laboratório Central

Carla Sousa

MOTA-ENGIL
ENGENHARIA

FOLHA DE RESULTADOS DE ENSAIO

Amostra	Relatório	Página	Data de Início	Data de fim
A1297.25	RE6597.2025	1/1	2/jun/25	3/jun/25

01.05 - Teor em Água
NP 84:1965

	Sigla	Unidade de medida	Resultado		
Número do recipiente	-	-	43	107	
Massa do recipiente	M_1	g	111	106	
Massa do recipiente + solo húmido	M_2	g	339	443	
Massa do recipiente + solo seco	M_3	g	294	379	
Massa da água	$A=M_2-M_3$	0,1g	45,5	64,3	
Massa do solo seco	$B=M_3-M_1$	0,1g	182,1	273,0	
Teor em água	$W=\frac{A}{B}\times 100$	0,1%	25,0	23,6	Incerteza expandida (95% confiança)
Teor em água	**-**	**0,1%**	**24,3**		± 0,0 %

Estes resultados de ensaio só têm validade quando parte integrante de um relatório de ensaio emitido pelo Núcleo Laboratório Central da Mota-Engil, Engenharia e Construção, S.A.

Observações:

Ensaiou	Aprovado
José Pinto	Nuno Pinto

LABORATÓRIO CENTRAL
Zona Industrial de São Caetano
Travessa das Lajes, 174
4405-194 Canelas VNG - Portugal
Telefone: 351 227 169 310
Fax: 351 227 169 312
E-mail: CarlaFerreira@mota-engil.pt
http://engenharia.mota-engil.pt/areas-especializadas/laboratorio-central

IPAC acreditação
L0315
ISO/IEC 17025
Ensaios

Este relatório é composto pela folha de rosto e pela(s) folha(s) de resultado(s) de ensaio e não pode ser reproduzido parcialmente. Os resultados apresentados referem-se apenas à amostra ensaiada e os resultados aplicam-se à amostra conforme rececionada. Este ensaio realizou-se nas instalações permanentes do Laboratório Central. Esta folha só tem validade quando parte integrante de um relatório de ensaio emitido pelo Laboratório Central da Mota-Engil, Engenharia e Construção, S. A.

FOLHA DE ROSTO DO RELATÓRIO DE ENSAIO

RE7220.2025

Código do Laboratório:	**0-LABC**
Localização do Laboratório:	**Zona Industrial de S. Caetano - Travessa das Lages, 174 - 4405-194 Vila Nova de Gaia**
Data do Relatório de Ensaio:	**2025-06-27**
Cliente:	**Luftansa Technik Portugal, S. A. Edifício Oceanus, Avenida da Boavista n.º 3265, 4.2 3100-137 Porto**
Código da Amostra:	**A1297.25**
Descrição da Amostra:	**Solo**
Referência do Cliente:	**P1 (2.0-2.6)m**
Proveniência da Amostra:	**CC17040.600-Geotecnia-MRO Facility for Engine Parts and Aircrafts Components, Geological-Geotechnical and Hydrogeological Survey**
Data de Colheita da Amostra:	**Não fornecida pelo Cliente**
Data de Receção da Amostra:	**2025-06-04**
Data de Adjudicação do Ensaio:	**2025-06-04**
Código do Processo:	**L.092.2025**
Descrição do Processo:	**Identificação de Solos**
Responsabilidade da Amostragem:	**Da responsabilidade da Geotecnia**
Requisitos e Especificações do Cliente:	---
Conclusões/observações:	---

Em anexo encontra(m)-se a(s) folha(s) de resultado(s) de ensaio.

As informações referentes à Descrição da Amostra, à Referência do Cliente, à Proveniência da Amostra, à Data da Colheita da Amostra e aos Requisitos e Especificações do Cliente, quando existem, são fornecidas pelo cliente. A incerteza expandida apresentada está expressa pela incerteza-padrão, multiplicada pelo fator de expansão k, o qual para uma distribuição "t-student" corresponde a uma probabilidade de expansão de 95%, aproximadamente.

Responsável Técnica do
Laboratório Central

Carla Sousa

MOTA-ENGIL
ENGENHARIA

FOLHA DE RESULTADOS DE ENSAIO

Amostra	Relatório	Página	Data de Início	Data de fim
A1297.25	RE7220.2025	1/1	24/jun/25	25/jun/25

01.04 - Determinação da densidade das partículas
NP 83:1965

Sem secagem prévia do provete ☐ Com secagem prévia do provete ☑

Fração granulométrica a que o resultado se reporta: 0 / 4,75 **mm**
(no caso de ter sido necessário separá-la por peneiração)

CALIBRAÇÃO DO PICNÓMETRO

	Sigla	Unidade de medida	Resultado	
Temperatura de calibração do picnómetro	t_1	(0,5ºC)	21,0	21,0
Massa do picnómetro	m_1	(0,01g)	59,44	66,64
Massa do picnómetro + água	m_2	(0,01g)	154,87	160,42

DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE DAS PARTÍCULAS

	Sigla	Unidade de medida	Resultado		
Numero do picnómetro	-	-	5	6	
Massa do picnómetro + água	m_3	(0,01g)	154,72	160,27	
Massa do picnómetro + provete + água	m_5	(0,01g)	170,58	176,02	
Numero da cápsula / goblé	-	-	5	6	
Massa da cápsula / goblé	A	(0,01g)	59,43	66,63	
Masas do provete seco + cápsula / goblé	B	(0,01g)	84,74	91,75	
Massa do provete seco	m_4=B-A	(0,01g)	25,31	25,12	
Temperatura da água no picnómetro durante o ensaio	t_X	(0,5ºC)	25,0	25,0	
Quociente da densidade da água à temperatura t_X pela densidade da água a 20ºC	K	-	0,999	0,999	
Peso específico das partículas a 20ºC	γ_s	(0,01g/cm^3)	2,68	2,68	
Densidade das partículas a 20ºC	d	-	2,68	2,68	Incerteza expandida (95% confiança)
Densidade média das partículas a 20ºC	d	-	**2,68**		± 0,04

Estes resultados de ensaio só têm validade quando parte integrante de um relatório de ensaio emitido pelo Núcleo Laboratório Central da Mota-Engil, Engenharia e Construção, S.A.

Observações:

Ensaiou	Aprovado
José Pinto	Nuno Pinto

LABORATÓRIO CENTRAL
Zona Industrial de São Caetano
Travessa das Lajes, 174
4405-194 Canelas VNG - Portugal
Telefone: 351 227 169 310
Fax: 351 227 169 312
E-mail: CarlaFerreira@mota-engil.pt
http://engenharia.mota-engil.pt/areas-especializadas/laboratorio-central

FOLHA DE ROSTO DO RELATÓRIO DE ENSAIO

RE7191.2025

Código do Laboratório:	**0-LABC**
Localização do Laboratório:	**Zona Industrial de S. Caetano - Travessa das Lages, 174 - 4405-194 Vila Nova de Gaia**
Data do Relatório de Ensaio:	**2025-06-27**
Cliente:	**Luftansa Technik Portugal, S. A. Edifício Oceanus, Avenida da Boavista n.º 3265, 4.2 3100-137 Porto**
Código da Amostra:	**A1298.25**
Descrição da Amostra:	**Solo**
Referência do Cliente:	**P1 (2.6-3.0)m**
Proveniência da Amostra:	**CC17040.600-Geotecnia-MRO Facility for Engine Parts and Aircrafts Components, Geological-Geotechnical and Hydrogeological Survey**
Data de Colheita da Amostra:	**Não fornecida pelo Cliente**
Data de Receção da Amostra:	**2025-06-04**
Data de Adjudicação do Ensaio:	**2025-06-04**
Código do Processo:	**L.092.2025**
Descrição do Processo:	**Identificação de Solos**
Responsabilidade da Amostragem:	**Da responsabilidade da Geotecnia**
Requisitos e Especificações do Cliente:	---
Conclusões/observações:	A amostra entregue não satisfazia a massa mínima retida no #10 indicada na especificação LNEC E 195-1966.

Em anexo encontra(m)-se a(s) folha(s) de resultado(s) de ensaio.

As informações referentes à Descrição da Amostra, à Referência do Cliente, à Proveniência da Amostra, à Data da Colheita da Amostra e aos Requisitos e Especificações do Cliente, quando existem, são fornecidas pelo cliente. A incerteza expandida apresentada está expressa pela incerteza-padrão, multiplicada pelo fator de expansão k, o qual para uma distribuição "t-student" corresponde a uma probabilidade de expansão de 95%, aproximadamente.

Responsável Técnica do
Laboratório Central

Carla Sousa

Este relatório é composto pela folha de rosto e pela(s) folha(s) de resultado(s) de ensaio e não pode ser reproduzido parcialmente. Os resultados apresentados referem-se apenas à amostra ensaiada e os resultados aplicam-se à amostra conforme rececionada. Este ensaio realizou-se nas instalações permanentes do Laboratório Central. Esta folha só tem validade quando parte integrante de um relatório de ensaio emitido pelo Laboratório Central da Mota-Engil, Engenharia e Construção, S. A.

MOTA-ENGIL
ENGENHARIA

RESULTADOS DE ENSAIO

Amostra	Relatório	Página	Data
A1298.25	RE7191.2025	1/2	11/jun/25

01.09 - Análise Granulométrica por Sedimentação
LNEC E 196:1966

PENEIRAÇÃO

Material retido no peneiro nº10

Massa total da amostra seca ao ar	m'_t	0,01 g	8876,57
Massa total da fracção retida no P#nº10	m_{10}	0,01 g	968,60
Teor de humidade da amostra seca ao ar	w_a	0,1 %	0,00
Massa total da amostra seca	$m_t = m_{10} + (m'_t - m_{10}) \cdot \frac{100}{100+\omega_a}$	0,01 g	8876,57
Percentagem de material retido no P#nº10	$N_{10} = \frac{m_{10}}{m_t} \cdot 100$	0,01 %	10,91

Peneiros		Massa de material retido	% material retido	% acumulada de material retido	% acumulada do material que passa
		m_x	$N_x = \frac{m_x}{m_t} \cdot 100$	N'_x	$N''_x = 100 - N'_x$
#	mm	0,01g	0,01%	0,01%	0,01%
3"	76,20	0,00	0,00	0,00	100,00
2"	50,80	0,00	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	38,10	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25,40	75,00	0,84	0,84	99,16
3/4"	19,10	28,10	0,32	1,16	98,84
3/8"	9,52	26,10	0,29	1,46	98,54
4,00	4,76	127,70	1,44	2,89	97,11
10,00	2,00	711,70	8,02	10,91	89,09

Material passado no peneiro nº10

Massa solo seca ao ar utilizado	m_a	0,01 g	79,90
Teor de humidade do solo seco ao ar	w_a	%	0,00
Massa solo seco utilizado	$m_s = m_a \cdot \frac{100}{100+\omega_a}$	0,01 g	79,90

Peneiros		Massa de material retido	Percentagem de material retido	% acumulada de material retido	% acumulada do material que passa
		m_x	$n'_x = \frac{m_x}{m_b} \cdot 100$	n'_x	$N''_x = (100 - N'_x) \cdot \frac{100 - N_{10}}{100}$
#	mm	0,01g	0,01%	0,01%	0,01%
20	0,840	19,35	24,22	24,22	67,51
40	0,420	12,67	15,86	40,08	53,39
60	0,250	7,99	10,00	50,08	44,48
140	0,106	5,30	6,63	56,71	38,57
200	0,075	1,21	1,51	58,22	37,22

Estes resultados de ensaio só têm validade quando parte integrante de um relatório de ensaio emitido pelo Núcleo Laboratório Central da Mota-Engil, Engenharia e Construção, S.A.

Observações:
A amostra entregue não satisfazia a massa mínima retida no #10 indicada na especificação LNEC E 195-1966.

Ensaiou	Aprovado
Pedro Martins	Nuno Pinto

MOTA-ENGIL
ENGENHARIA

RESULTADOS DE ENSAIO

Amostra	Relatório	Página	Data
A1298.25	RE7191.2025	2/2	11/jun/25

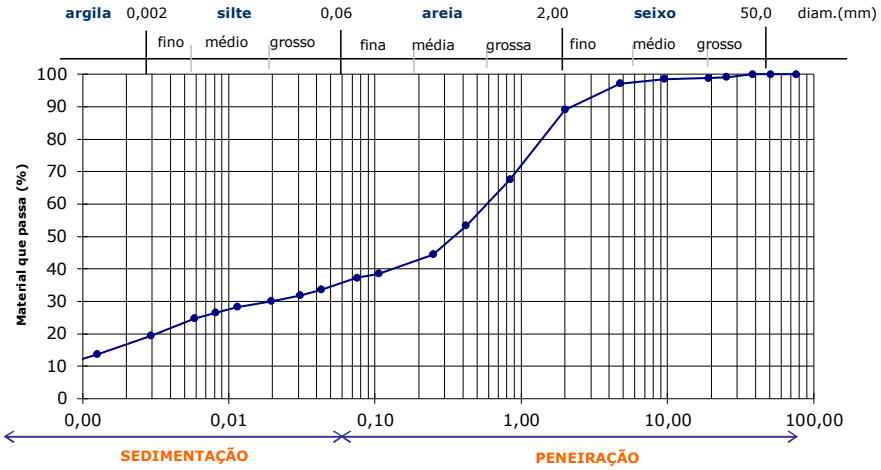
01.09 - Análise Granulométrica por Sedimentação
LNEC E 196:1966

SEDIMENTAÇÃO

Material passado no peneiro nº 200

Correcção do menisco	C_m	-	0,0005
Temperatura de correcção do antifloculante	T	ºC	21
Correcção da temperatura	C_t	-	0,0002
Densidade das partículas	G	0,01 g/cm^3	2,69
Leitura do densímetro em água com anti-floculante	L_a	-	1,0010
Massa solo seco utilizado	m_s	0,01 g	79,90
Correcção do antifloculante	$C_a = L_a - 1.000 + C_t$	-	0,0012

Tempos	1 min	2 min	5 min	15 min	30 min	60 min	250 min	1440 min (24 h)	2880 min (48 h)
Leituras directas do densímetro, Ls	1,019	1,018	1,017	1,016	1,015	1,014	1,011	1,008	1,007
Temperatura , T	23	23	23	23	23	23	23	22	21
Correcções da temperatura, Ct	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0004	0,0002
Leituras corrigidas, $L_c=L_s+C_m-C_a+C_t$	1,0189	1,0179	1,0169	1,0159	1,0149	1,0139	1,0109	1,0077	1,0065
% Partículas com diâmetro < D na massa seca utilizada , $n_D = \frac{100000}{m_s} \cdot \frac{G}{G-1} \cdot (L_C - 1)$	37,65135413	35,65921899	33,66708385	31,67494872	29,68281358	27,69067844	21,71427302	15,33944057	12,94887841
Constante de Stokes, K	0,013028193	0,013028193	0,013028193	0,013028193	0,013028193	0,013028193	0,013028193	0,013028193	0,013028193
Profundidades correspondentes às leituras Ls, Z (cm)	10,7839857	11,0180757	11,2521657	11,4862557	11,7203457	11,9544357	12,6567057	13,3589757	13,5930657
Diâmetros partículas correspondentes a N_D, $D = K \cdot \sqrt{\frac{Z}{t}}$	0,042783257	0,030578915	0,019544171	0,011400602	0,008143175	0,005815313	0,002931396	0,001254843	0,000895049
% Partículas com diâmetro < D na massa total amostra , $N_D = n_D \cdot \frac{100 - N_{10}}{100}$	33,54288549	31,76812964	29,9933738	28,21861795	26,4438621	24,66910626	19,34483872	13,66562001	11,535913



Estes resultados de ensaio só têm validade quando parte integrante de um relatório de ensaio emitido pelo Núcleo Laboratório Central da Mota-Engil, Engenharia e Construção, S.A.

LABC.006.4

Observações:
A amostra entregue não satisfazia a massa mínima retida no #10 indicada na especificação LNEC E 195-1966.

Ensaiou	Aprovado
Pedro Martins	Nuno Pinto

LABORATÓRIO CENTRAL
Zona Industrial de São Caetano
Travessa das Lajes, 174
4405-194 Canelas VNG - Portugal
Telefone: 351 227 169 310
Fax: 351 227 169 312
E-mail: CarlaFerreira@mota-engil.pt
http://engenharia.mota-engil.pt/areas-especializadas/laboratorio-central

IPAC acreditação
L0315
ISO/IEC 17025
Ensaios

Este relatório é composto pela folha de rosto e pela(s) folha(s) de resultado(s) de ensaio e não pode ser reproduzido parcialmente. Os resultados apresentados referem-se apenas à amostra ensaiada e os resultados aplicam-se à amostra conforme rececionada. Este ensaio realizou-se nas instalações permanentes do Laboratório Central. Esta folha só tem validade quando parte integrante de um relatório de ensaio emitido pelo Laboratório Central da Mota-Engil, Engenharia e Construção, S. A.

FOLHA DE ROSTO DO RELATÓRIO DE ENSAIO

RE6599.2025

Código do Laboratório:	**0-LABC**
Localização do Laboratório:	**Zona Industrial de S. Caetano - Travessa das Lages, 174 - 4405-194 Vila Nova de Gaia**
Data do Relatório de Ensaio:	**2025-06-27**
Cliente:	**Luftansa Technik Portugal, S. A. Edifício Oceanus, Avenida da Boavista n.º 3265, 4.2 3100-137 Porto**
Código da Amostra:	**A1298.25**
Descrição da Amostra:	**Solo**
Referência do Cliente:	**P1 (2.6-3.0)m**
Proveniência da Amostra:	**CC17040.600-Geotecnia-MRO Facility for Engine Parts and Aircrafts Components, Geological-Geotechnical and Hydrogeological Survey**
Data de Colheita da Amostra:	**Não fornecida pelo Cliente**
Data de Receção da Amostra:	**2025-06-04**
Data de Adjudicação do Ensaio:	**2025-06-04**
Código do Processo:	**L.092.2025**
Descrição do Processo:	**Identificação de Solos**
Responsabilidade da Amostragem:	**Da responsabilidade da Geotecnia**
Requisitos e Especificações do Cliente:	---
Conclusões/observações:	O cálculo do Índice de Plasticidade (IP) não está incluído no âmbito da acreditação.

Em anexo encontra(m)-se a(s) folha(s) de resultado(s) de ensaio.

As informações referentes à Descrição da Amostra, à Referência do Cliente, à Proveniência da Amostra, à Data da Colheita da Amostra e aos Requisitos e Especificações do Cliente, quando existem, são fornecidas pelo cliente. A incerteza expandida apresentada está expressa pela incerteza-padrão, multiplicada pelo fator de expansão k, o qual para uma distribuição "t-student" corresponde a uma probabilidade de expansão de 95%, aproximadamente.

Responsável Técnica do
Laboratório Central

Carla Sousa

MOTA-ENGIL
ENGENHARIA

FOLHA DE RESULTADOS DE ENSAIO

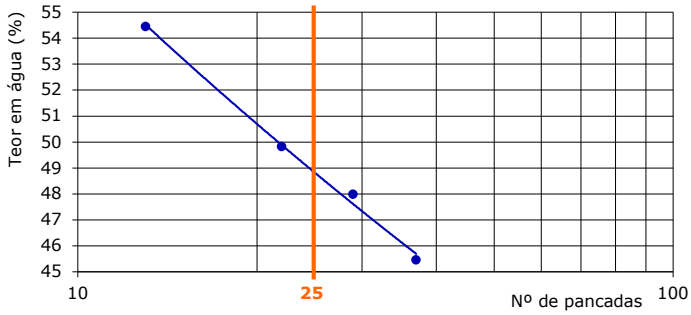
Amostra	Relatório	Página	Data de Início	Data de fim
A1298.25	RE6599.2025	1/1	16/jun/25	18/jun/25

01.03 - Determinação dos limites de consistência
NP 143:1969

Preparação da amostra: Amostra seca na estufa a 105 - 110 ºC [x] Amostra seca ao ar [ ]

Limite de Liquidez

	Sigla	Unidade de medida	Resultado				
Número da cápsula	-	-	9	251	201	260	
Massa da cápsula	m_1	(0,01g)	8,71	7,62	7,64	7,81	
Massa da cápsula contendo solo húmido	m_2	(0,01g)	16,07	16,04	15,97	17,71	
Massa da cápsula contendo solo seco	m_3	(0,01g)	13,77	13,31	13,20	14,22	
Massa do solo seco	$w_s=m_3-m_1$	(0,01g)	5,06	5,69	5,56	6,41	
Massa da água	$w_w=m_2-m_3$	(0,01g)	2,30	2,73	2,77	3,49	
Teor em água	$w=\frac{w_w}{w_s}\times 100$	(0,1%)	45,5	48,0	49,8	54,4	Incerteza expandida (95% confiança)
Número de pancadas	-	-	37	29	22	13	
Limite de Liquidez	**LL**	**(%)**	**49**				± 0 %



Limite de Plasticidade

	Sigla	Unidade de medida	Resultado				
Número da cápsula	-	-	268	5	240	199	
Massa da cápsula	m_1	(0,01g)	8,60	7,69	7,92	7,96	
Massa da cápsula contendo solo húmido	m_2	(0,01g)	12,17	10,33	10,83	10,53	
Massa da cápsula contendo solo seco	m_3	(0,01g)	11,25	9,65	10,09	9,87	
Massa do solo seco	$w_s=m_3-m_1$	(0,01g)	2,65	1,96	2,17	1,91	
Massa da água	$w_w=m_2-m_3$	(0,01g)	0,92	0,68	0,74	0,66	Incerteza expandida (95% confiança)
Teor em água	$w=\frac{w_w}{w_s}\times 100$	(0,1%)	34,7	34,7	34,1	34,6	
Limite de Plasticidade	**LP**	**(%)**	**35**				± 1 %
Índice de Plasticidade	**IP**	**(%)**	**14**				

Estes resultados de ensaio só têm validade quando parte integrante de um relatório de ensaio emitido pelo Núcleo Laboratório Central da Mota-Engil, Engenharia e Construção, S.A.

Observações:
O cálculo do Índice de Plasticidade (IP) não está incluído no âmbito da acreditação.

Ensaiou	Aprovado
José Pinto	Nuno Pinto

LABORATÓRIO CENTRAL
Zona Industrial de São Caetano
Travessa das Lajes, 174
4405-194 Canelas VNG - Portugal
Telefone: 351 227 169 310
Fax: 351 227 169 312
E-mail: CarlaFerreira@mota-engil.pt
http://engenharia.mota-engil.pt/areas-especializadas/laboratorio-central

IPAC acreditação
L0315
ISO/IEC 17025
Ensaios

Este relatório é composto pela folha de rosto e pela(s) folha(s) de resultado(s) de ensaio e não pode ser reproduzido parcialmente. Os resultados apresentados referem-se apenas à amostra ensaiada e os resultados aplicam-se à amostra conforme rececionada. Este ensaio realizou-se nas instalações permanentes do Laboratório Central. Esta folha só tem validade quando parte integrante de um relatório de ensaio emitido pelo Laboratório Central da Mota-Engil, Engenharia e Construção, S. A.

FOLHA DE ROSTO DO RELATÓRIO DE ENSAIO

RE6600.2025

Código do Laboratório:	**0-LABC**
Localização do Laboratório:	**Zona Industrial de S. Caetano - Travessa das Lages, 174 - 4405-194 Vila Nova de Gaia**
Data do Relatório de Ensaio:	**2025-06-27**
Cliente:	**Luftansa Technik Portugal, S. A. Edifício Oceanus, Avenida da Boavista n.º 3265, 4.2 3100-137 Porto**
Código da Amostra:	**A1298.25**
Descrição da Amostra:	**Solo**
Referência do Cliente:	**P1 (2.6-3.0)m**
Proveniência da Amostra:	**CC17040.600-Geotecnia-MRO Facility for Engine Parts and Aircrafts Components, Geological-Geotechnical and Hydrogeological Survey**
Data de Colheita da Amostra:	**Não fornecida pelo Cliente**
Data de Receção da Amostra:	**2025-06-04**
Data de Adjudicação do Ensaio:	**2025-06-04**
Código do Processo:	**L.092.2025**
Descrição do Processo:	**Identificação de Solos**
Responsabilidade da Amostragem:	**Da responsabilidade da Geotecnia**
Requisitos e Especificações do Cliente:	---
Conclusões/observações:	---

Em anexo encontra(m)-se a(s) folha(s) de resultado(s) de ensaio.

As informações referentes à Descrição da Amostra, à Referência do Cliente, à Proveniência da Amostra, à Data da Colheita da Amostra e aos Requisitos e Especificações do Cliente, quando existem, são fornecidas pelo cliente. A incerteza expandida apresentada está expressa pela incerteza-padrão, multiplicada pelo fator de expansão k, o qual para uma distribuição "t-student" corresponde a uma probabilidade de expansão de 95%, aproximadamente.

Responsável Técnica do
Laboratório Central

Carla Sousa

MOTA-ENGIL
ENGENHARIA

FOLHA DE RESULTADOS DE ENSAIO

Amostra	Relatório	Página	Data de Início	Data de fim
A1298.25	RE6600.2025	1/1	2/jun/25	3/jun/25

01.05 - Teor em Água
NP 84:1965

	Sigla	Unidade de medida	Resultado		
Número do recipiente	-	-	26	90	
Massa do recipiente	M_1	g	102	105	
Massa do recipiente + solo húmido	M_2	g	414	448	
Massa do recipiente + solo seco	M_3	g	363	395	
Massa da água	$A=M_2-M_3$	0,1g	51,0	53,3	
Massa do solo seco	$B=M_3-M_1$	0,1g	261,8	289,7	
Teor em água	$W=\frac{A}{B}\times 100$	0,1%	19,5	18,4	Incerteza expandida (95% confiança)
Teor em água	**-**	**0,1%**	**18,9**		± 0,0 %

Estes resultados de ensaio só têm validade quando parte integrante de um relatório de ensaio emitido pelo Núcleo Laboratório Central da Mota-Engil, Engenharia e Construção, S.A.

LABC.004.8

Observações:

Ensaiou José Pinto

Aprovado Nuno Pinto

LABORATÓRIO CENTRAL
Zona Industrial de São Caetano
Travessa das Lajes, 174
4405-194 Canelas VNG - Portugal
Telefone: 351 227 169 310
Fax: 351 227 169 312
E-mail: CarlaFerreira@mota-engil.pt
http://engenharia.mota-engil.pt/areas-especializadas/laboratorio-central

IPAC acreditação
L0315
ISO/IEC 17025
Ensaios

Este relatório é composto pela folha de rosto e pela(s) folha(s) de resultado(s) de ensaio e não pode ser reproduzido parcialmente. Os resultados apresentados referem-se apenas à amostra ensaiada e os resultados aplicam-se à amostra conforme rececionada. Este ensaio realizou-se nas instalações permanentes do Laboratório Central. Esta folha só tem validade quando parte integrante de um relatório de ensaio emitido pelo Laboratório Central da Mota-Engil, Engenharia e Construção, S. A.

FOLHA DE ROSTO DO RELATÓRIO DE ENSAIO

RE7192.2025

Código do Laboratório:	**0-LABC**
Localização do Laboratório:	**Zona Industrial de S. Caetano - Travessa das Lages, 174 - 4405-194 Vila Nova de Gaia**
Data do Relatório de Ensaio:	**2025-06-27**
Cliente:	**Luftansa Technik Portugal, S. A. Edifício Oceanus, Avenida da Boavista n.º 3265, 4.2 3100-137 Porto**
Código da Amostra:	**A1298.25**
Descrição da Amostra:	**Solo**
Referência do Cliente:	**P1 (2.6-3.0)m**
Proveniência da Amostra:	**CC17040.600-Geotecnia-MRO Facility for Engine Parts and Aircrafts Components, Geological-Geotechnical and Hydrogeological Survey**
Data de Colheita da Amostra:	**Não fornecida pelo Cliente**
Data de Receção da Amostra:	**2025-06-04**
Data de Adjudicação do Ensaio:	**2025-06-04**
Código do Processo:	**L.092.2025**
Descrição do Processo:	**Identificação de Solos**
Responsabilidade da Amostragem:	**Da responsabilidade da Geotecnia**
Requisitos e Especificações do Cliente:	---
Conclusões/observações:	---

Em anexo encontra(m)-se a(s) folha(s) de resultado(s) de ensaio.

As informações referentes à Descrição da Amostra, à Referência do Cliente, à Proveniência da Amostra, à Data da Colheita da Amostra e aos Requisitos e Especificações do Cliente, quando existem, são fornecidas pelo cliente. A incerteza expandida apresentada está expressa pela incerteza-padrão, multiplicada pelo fator de expansão k, o qual para uma distribuição "t-student" corresponde a uma probabilidade de expansão de 95%, aproximadamente.

Responsável Técnica do
Laboratório Central

Carla Sousa

MOTA-ENGIL
ENGENHARIA

FOLHA DE RESULTADOS DE ENSAIO

Amostra	Relatório	Página	Data de Início	Data de fim
A1298.25	RE7192.2025	1/1	24/jun/25	25/jun/25

01.04 - Determinação da densidade das partículas
NP 83:1965

Sem secagem prévia do provete ☐ Com secagem prévia do provete ☑

Fração granulométrica a que o resultado se reporta: 0 / 4,75 **mm**
(no caso de ter sido necessário separá-la por peneiração)

CALIBRAÇÃO DO PICNÓMETRO

	Sigla	Unidade de medida	Resultado	
Temperatura de calibração do picnómetro	t_1	(0,5ºC)	21,0	22,0
Massa do picnómetro	m_1	(0,01g)	58,42	62,01
Massa do picnómetro + água	m_2	(0,01g)	160,91	160,62

DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE DAS PARTÍCULAS

	Sigla	Unidade de medida	Resultado		
Numero do picnómetro	-	-	7	65	
Massa do picnómetro + água	m_3	(0,01g)	160,76	160,50	
Massa do picnómetro + provete + água	m_5	(0,01g)	176,66	176,50	
Numero da cápsula / goblé	-	-	7	65	
Massa da cápsula / goblé	A	(0,01g)	58,41	62,01	
Masas do provete seco + cápsula / goblé	B	(0,01g)	83,77	87,45	
Massa do provete seco	m_4=B-A	(0,01g)	25,36	25,44	
Temperatura da água no picnómetro durante o ensaio	t_X	(0,5ºC)	25,0	25,0	
Quociente da densidade da água à temperatura t_X pela densidade da água a 20ºC	K	-	0,999	0,999	
Peso específico das partículas a 20ºC	γ_s	(0,01g/cm^3)	2,68	2,69	
Densidade das partículas a 20ºC	d	-	2,68	2,69	Incerteza expandida (95% confiança)
Densidade média das partículas a 20ºC	d	-	**2,69**		± 0,04

Estes resultados de ensaio só têm validade quando parte integrante de um relatório de ensaio emitido pelo Núcleo Laboratório Central da Mota-Engil, Engenharia e Construção, S.A.

Observações:

Ensaiou	Aprovado
José Pinto	Nuno Pinto

LABORATÓRIO CENTRAL
Zona Industrial de São Caetano
Travessa das Lajes, 174
4405-194 Canelas VNG - Portugal
Telefone: 351 227 169 310
Fax: 351 227 169 312
E-mail: CarlaFerreira@mota-engil.pt
http://engenharia.mota-engil.pt/areas-especializadas/laboratorio-central

IPAC acreditação
L0315
ISO/IEC 17025
Ensaios

Este relatório é composto pela folha de rosto e pela(s) folha(s) de resultado(s) de ensaio e não pode ser reproduzido parcialmente. Os resultados apresentados referem-se apenas à amostra ensaiada e os resultados aplicam-se à amostra conforme rececionada. Este ensaio realizou-se nas instalações permanentes do Laboratório Central. Esta folha só tem validade quando parte integrante de um relatório de ensaio emitido pelo Laboratório Central da Mota-Engil, Engenharia e Construção, S. A.

FOLHA DE ROSTO DO RELATÓRIO DE ENSAIO

RE6601.2025

Código do Laboratório:	**0-LABC**
Localização do Laboratório:	**Zona Industrial de S. Caetano - Travessa das Lages, 174 - 4405-194 Vila Nova de Gaia**
Data do Relatório de Ensaio:	**2025-06-27**
Cliente:	**Luftansa Technik Portugal, S. A. Edifício Oceanus, Avenida da Boavista n.º 3265, 4.2 3100-137 Porto**
Código da Amostra:	**A1299.25**
Descrição da Amostra:	**Solo**
Referência do Cliente:	**P2 (0.0-2.0)m**
Proveniência da Amostra:	**CC17040.600-Geotecnia-MRO Facility for Engine Parts and Aircrafts Components, Geological-Geotechnical and Hydrogeological Survey**
Data de Colheita da Amostra:	**Não fornecida pelo Cliente**
Data de Receção da Amostra:	**2025-06-04**
Data de Adjudicação do Ensaio:	**2025-06-04**
Código do Processo:	**L.092.2025**
Descrição do Processo:	**Identificação de Solos**
Responsabilidade da Amostragem:	**Da responsabilidade da Geotecnia**
Requisitos e Especificações do Cliente:	---
Conclusões/observações:	---

Em anexo encontra(m)-se a(s) folha(s) de resultado(s) de ensaio.

As informações referentes à Descrição da Amostra, à Referência do Cliente, à Proveniência da Amostra, à Data da Colheita da Amostra e aos Requisitos e Especificações do Cliente, quando existem, são fornecidas pelo cliente. A incerteza expandida apresentada está expressa pela incerteza-padrão, multiplicada pelo fator de expansão k, o qual para uma distribuição "t-student" corresponde a uma probabilidade de expansão de 95%, aproximadamente.

Responsável Técnica do
Laboratório Central

Carla Sousa

MOTA-ENGIL
ENGENHARIA

FOLHA DE RESULTADOS DE ENSAIO

Amostra	Relatório	Página	Data de Início	Data de fim
A1299.25	RE6601.2025	1/1	12/jun/25	16/jun/25

01.01 - Análise granulométrica por peneiração húmida
LNEC E 239:1970

Massa total da amostra, m_t (0,1 g) = **17913,9**
Massa retida no peneiro nº10, m_{10} (0,1 g) = **3035,5**
Massa passada no peneiro nº10, m_{10}' (0,1 g) = **14878,4**

[ ] Amostra seca ao ar
[x] Amostra seca na estufa a 105 - 110 ºC

Fracção retida no peneiro n.º10

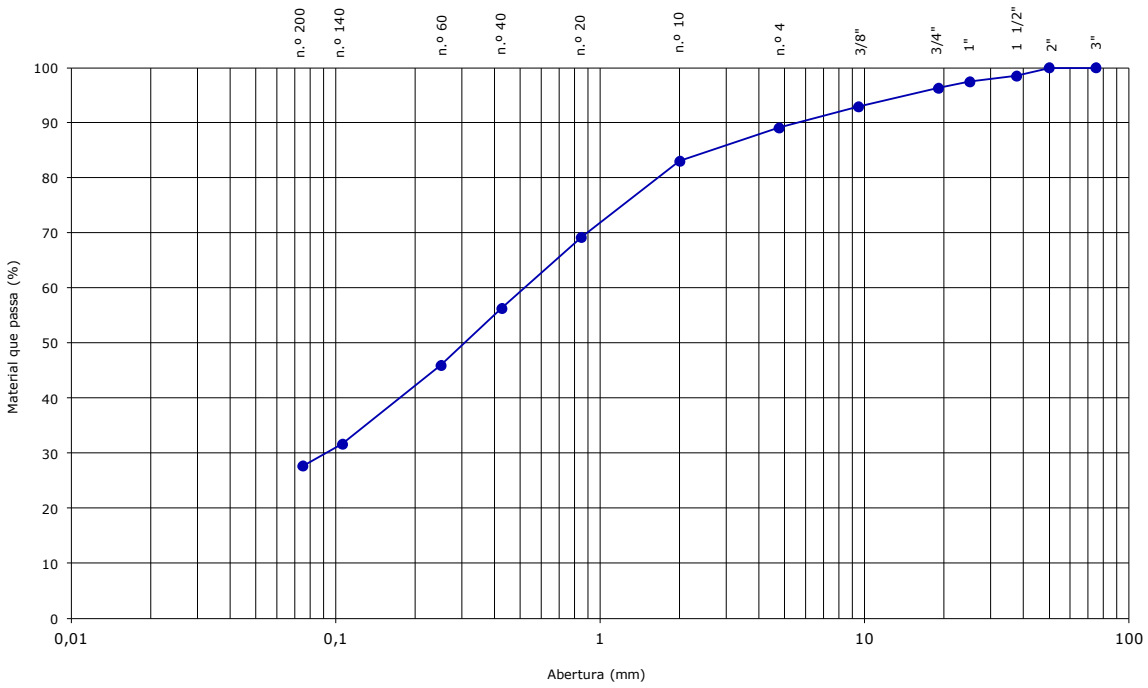
Percentagem de material grosso, N_{10}' (0,1 %) = **16,9**

Peneiro		Retidos		Retidos acumul.	Passados acumul.		
		Sigla					
abert.	malha	m_x	n_x	n_x'	n_x''		
		Unidades de medida					
	(mm)	(0,1 g)	(0,1 %)	(0,1 %)	(%)	Incerteza expandida (95% confiança)	
		Resultado					
3"	75	0,0	0,0	0,0	**100,0**	±	--- %
2"	50	0,0	0,0	0,0	**100,0**	±	--- %
1 1/2"	37,5	270,0	1,5	1,5	**98,5**	±	0,5 %
1"	25	177,1	1,0	2,5	**97,5**	±	0,1 %
3/4"	19	214,2	1,2	3,7	**96,3**	±	0,1 %
3/8"	9,5	604,5	3,4	7,1	**92,9**	±	0,1 %
n.º4	4,75	683,7	3,8	10,9	**89,1**	±	0,1 %
n.º10	2	1086,0	6,1	16,9	**83,1**	±	0,1 %

Fracção passada no peneiro n.º10

Percentagem de material fino, N_{10}'' (0,1 %) = **83,1**
Massa a ensaiar, m_a (0,01 g) = **126,15**

Peneiro		Retidos		Retidos acumul.	Passados acumul.		
		Sigla					
abert.	malha	m_x	n_x	n_x'	n_x''		
		Unidades de medida					
	(mm)	(0,01 g)	(0,1 %)	(0,1 %)	(%)	Incerteza expandida (95% confiança)	
		Resultado					
n.º20	0,85	21,07	13,9	30,8	**69,2**	±	0,09 %
n.º40	0,425	19,52	12,9	43,7	**56,3**	±	0,09 %
n.º60	0,250	15,77	10,4	54,1	**45,9**	±	0,09 %
n.º140	0,106	21,68	14,3	68,3	**31,7**	±	0,09 %
n.º200	0,075	6,07	4,0	72,3	**27,7**	±	0,09 %



Estes resultados de ensaio só têm validade quando parte integrante de um relatório de ensaio emitido pelo Núcleo Laboratório Central da Mota-Engil, Engenharia e Construção, S.A.

Observações:

Ensaiou	Aprovado
José Pinto	Nuno Pinto

LABORATÓRIO CENTRAL
Zona Industrial de São Caetano
Travessa das Lajes, 174
4405-194 Canelas VNG - Portugal
Telefone: 351 227 169 310
Fax: 351 227 169 312
E-mail: CarlaFerreira@mota-engil.pt
http://engenharia.mota-engil.pt/areas-especializadas/laboratorio-central

IPAC acreditação
L0315
ISO/IEC 17025
Ensaios

Este relatório é composto pela folha de rosto e pela(s) folha(s) de resultado(s) de ensaio e não pode ser reproduzido parcialmente. Os resultados apresentados referem-se apenas à amostra ensaiada e os resultados aplicam-se à amostra conforme rececionada. Este ensaio realizou-se nas instalações permanentes do Laboratório Central. Esta folha só tem validade quando parte integrante de um relatório de ensaio emitido pelo Laboratório Central da Mota-Engil, Engenharia e Construção, S. A.

FOLHA DE ROSTO DO RELATÓRIO DE ENSAIO

RE6602.2025

Código do Laboratório:	**0-LABC**
Localização do Laboratório:	**Zona Industrial de S. Caetano - Travessa das Lages, 174 - 4405-194 Vila Nova de Gaia**
Data do Relatório de Ensaio:	**2025-06-27**
Cliente:	**Luftansa Technik Portugal, S. A. Edifício Oceanus, Avenida da Boavista n.º 3265, 4.2 3100-137 Porto**
Código da Amostra:	**A1299.25**
Descrição da Amostra:	**Solo**
Referência do Cliente:	**P2 (0.0-2.0)m**
Proveniência da Amostra:	**CC17040.600-Geotecnia-MRO Facility for Engine Parts and Aircrafts Components, Geological-Geotechnical and Hydrogeological Survey**
Data de Colheita da Amostra:	**Não fornecida pelo Cliente**
Data de Receção da Amostra:	**2025-06-04**
Data de Adjudicação do Ensaio:	**2025-06-04**
Código do Processo:	**L.092.2025**
Descrição do Processo:	**Identificação de Solos**
Responsabilidade da Amostragem:	**Da responsabilidade da Geotecnia**
Requisitos e Especificações do Cliente:	---
Conclusões/observações:	O cálculo do Índice de Plasticidade (IP) não está incluído no âmbito da acreditação.

Em anexo encontra(m)-se a(s) folha(s) de resultado(s) de ensaio.

As informações referentes à Descrição da Amostra, à Referência do Cliente, à Proveniência da Amostra, à Data da Colheita da Amostra e aos Requisitos e Especificações do Cliente, quando existem, são fornecidas pelo cliente. A incerteza expandida apresentada está expressa pela incerteza-padrão, multiplicada pelo fator de expansão k, o qual para uma distribuição "t-student" corresponde a uma probabilidade de expansão de 95%, aproximadamente.

Responsável Técnica do
Laboratório Central

Carla Sousa

MOTA-ENGIL
ENGENHARIA

FOLHA DE RESULTADOS DE ENSAIO

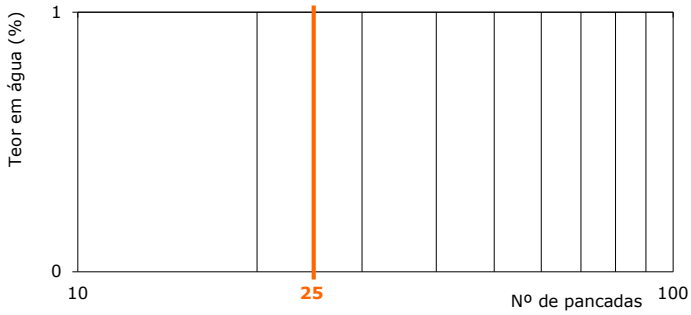
Amostra	Relatório	Página	Data de Início	Data de fim
A1299.25	RE6602.2025	1/1	16/jun/25	17/jun/25

01.03 - Determinação dos limites de consistência
NP 143:1969

Preparação da amostra: Amostra seca na estufa a 105 - 110 ºC [x] Amostra seca ao ar [ ]

Limite de Liquidez

	Sigla	Unidade de medida	Resultado				
Número da cápsula	-	-					
Massa da cápsula	m_1	(0,01g)					
Massa da cápsula contendo solo húmido	m_2	(0,01g)					
Massa da cápsula contendo solo seco	m_3	(0,01g)					
Massa do solo seco	$w_s=m_3-m_1$	(0,01g)					
Massa da água	$w_w=m_2-m_3$	(0,01g)					
Teor em água	$w=\frac{w_w}{w_s}\times 100$	(0,1%)					Incerteza expandida (95% confiança)
Número de pancadas	-	-					
Limite de Liquidez	**LL**	**(%)**	**NP**				± %



Limite de Plasticidade

	Sigla	Unidade de medida	Resultado				
Número da cápsula	-	-					
Massa da cápsula	m_1	(0,01g)					
Massa da cápsula contendo solo húmido	m_2	(0,01g)					
Massa da cápsula contendo solo seco	m_3	(0,01g)					
Massa do solo seco	$w_s=m_3-m_1$	(0,01g)					
Massa da água	$w_w=m_2-m_3$	(0,01g)					Incerteza expandida (95% confiança)
Teor em água	$w=\frac{w_w}{w_s}\times 100$	(0,1%)					
Limite de Plasticidade	**LP**	**(%)**	**NP**				± %
Índice de Plasticidade	**IP**	**(%)**	**NP**				

Estes resultados de ensaio só têm validade quando parte integrante de um relatório de ensaio emitido pelo Núcleo Laboratório Central da Mota-Engil, Engenharia e Construção, S.A.

Observações:
O cálculo do Índice de Plasticidade (IP) não está incluído no âmbito da acreditação.

Ensaiou	Aprovado
José Pinto	Nuno Pinto

LABORATÓRIO CENTRAL
Zona Industrial de São Caetano
Travessa das Lajes, 174
4405-194 Canelas VNG - Portugal
Telefone: 351 227 169 310
Fax: 351 227 169 312
E-mail: CarlaFerreira@mota-engil.pt
http://engenharia.mota-engil.pt/areas-especializadas/laboratorio-central

IPAC acreditação
L0315
ISO/IEC 17025
Ensaios

Este relatório é composto pela folha de rosto e pela(s) folha(s) de resultado(s) de ensaio e não pode ser reproduzido parcialmente. Os resultados apresentados referem-se apenas à amostra ensaiada e os resultados aplicam-se à amostra conforme rececionada. Este ensaio realizou-se nas instalações permanentes do Laboratório Central. Esta folha só tem validade quando parte integrante de um relatório de ensaio emitido pelo Laboratório Central da Mota-Engil, Engenharia e Construção, S. A.

FOLHA DE ROSTO DO RELATÓRIO DE ENSAIO

RE6603.2025

Código do Laboratório:	**0-LABC**
Localização do Laboratório:	**Zona Industrial de S. Caetano - Travessa das Lages, 174 - 4405-194 Vila Nova de Gaia**
Data do Relatório de Ensaio:	**2025-06-27**
Cliente:	**Luftansa Technik Portugal, S. A. Edifício Oceanus, Avenida da Boavista n.º 3265, 4.2 3100-137 Porto**
Código da Amostra:	**A1299.25**
Descrição da Amostra:	**Solo**
Referência do Cliente:	**P2 (0.0-2.0)m**
Proveniência da Amostra:	**CC17040.600-Geotecnia-MRO Facility for Engine Parts and Aircrafts Components, Geological-Geotechnical and Hydrogeological Survey**
Data de Colheita da Amostra:	**Não fornecida pelo Cliente**
Data de Receção da Amostra:	**2025-06-04**
Data de Adjudicação do Ensaio:	**2025-06-04**
Código do Processo:	**L.092.2025**
Descrição do Processo:	**Identificação de Solos**
Responsabilidade da Amostragem:	**Da responsabilidade da Geotecnia**
Requisitos e Especificações do Cliente:	---
Conclusões/observações:	---

Em anexo encontra(m)-se a(s) folha(s) de resultado(s) de ensaio.

As informações referentes à Descrição da Amostra, à Referência do Cliente, à Proveniência da Amostra, à Data da Colheita da Amostra e aos Requisitos e Especificações do Cliente, quando existem, são fornecidas pelo cliente. A incerteza expandida apresentada está expressa pela incerteza-padrão, multiplicada pelo fator de expansão k, o qual para uma distribuição "t-student" corresponde a uma probabilidade de expansão de 95%, aproximadamente.

Responsável Técnica do
Laboratório Central

Carla Sousa

MOTA-ENGIL
ENGENHARIA

FOLHA DE RESULTADOS DE ENSAIO

Amostra	Relatório	Página	Data de Início	Data de fim
A1299.25	RE6603.2025	1/1	6/jun/25	9/jun/25

01.05 - Teor em Água
NP 84:1965

	Sigla	Unidade de medida	Resultado		
Número do recipiente	-	-	19	66	
Massa do recipiente	M_1	g	108	109	
Massa do recipiente + solo húmido	M_2	g	509	440	
Massa do recipiente + solo seco	M_3	g	458	398	
Massa da água	$A=M_2-M_3$	0,1g	50,5	42,3	
Massa do solo seco	$B=M_3-M_1$	0,1g	350,3	289,2	
Teor em água	$W=\frac{A}{B}\times 100$	0,1%	14,4	14,6	Incerteza expandida (95% confiança)
Teor em água	**-**	**0,1%**	**14,5**		± 0,0 %

Estes resultados de ensaio só têm validade quando parte integrante de um relatório de ensaio emitido pelo Núcleo Laboratório Central da Mota-Engil, Engenharia e Construção, S.A.

LABC.004.8

Observações:

Ensaiou José Pinto

Aprovado Nuno Pinto

LABORATÓRIO CENTRAL
Zona Industrial de São Caetano
Travessa das Lajes, 174
4405-194 Canelas VNG - Portugal
Telefone: 351 227 169 310
Fax: 351 227 169 312
E-mail: CarlaFerreira@mota-engil.pt
http://engenharia.mota-engil.pt/areas-especializadas/laboratorio-central

FOLHA DE ROSTO DO RELATÓRIO DE ENSAIO

RE7221.2025

Código do Laboratório:	**0-LABC**
Localização do Laboratório:	**Zona Industrial de S. Caetano - Travessa das Lages, 174 - 4405-194 Vila Nova de Gaia**
Data do Relatório de Ensaio:	**2025-06-27**
Cliente:	**Luftansa Technik Portugal, S. A. Edifício Oceanus, Avenida da Boavista n.º 3265, 4.2 3100-137 Porto**
Código da Amostra:	**A1300.25**
Descrição da Amostra:	**Solo**
Referência do Cliente:	**P4 (2.4-3.0)m**
Proveniência da Amostra:	**CC17040.600-Geotecnia-MRO Facility for Engine Parts and Aircrafts Components, Geological-Geotechnical and Hydrogeological Survey**
Data de Colheita da Amostra:	**Não fornecida pelo Cliente**
Data de Receção da Amostra:	**2025-06-04**
Data de Adjudicação do Ensaio:	**2025-06-04**
Código do Processo:	**L.092.2025**
Descrição do Processo:	**Identificação de Solos**
Responsabilidade da Amostragem:	**Da responsabilidade da Geotecnia**
Requisitos e Especificações do Cliente:	---
Conclusões/observações:	A amostra entregue não satisfazia a massa mínima retida no #10 indicada na especificação LNEC E 195-1966.

Este relatório é composto pela folha de rosto e pela(s) folha(s) de resultado(s) de ensaio e não pode ser reproduzido parcialmente. Os resultados apresentados referem-se apenas à amostra ensaiada e os resultados aplicam-se à amostra conforme rececionada. Este ensaio realizou-se nas instalações permanentes do Laboratório Central. Esta folha só tem validade quando parte integrante de um relatório de ensaio emitido pelo Laboratório Central da Mota-Engil, Engenharia e Construção, S. A.

Em anexo encontra(m)-se a(s) folha(s) de resultado(s) de ensaio.

As informações referentes à Descrição da Amostra, à Referência do Cliente, à Proveniência da Amostra, à Data da Colheita da Amostra e aos Requisitos e Especificações do Cliente, quando existem, são fornecidas pelo cliente. A incerteza expandida apresentada está expressa pela incerteza-padrão, multiplicada pelo fator de expansão k, o qual para uma distribuição "t-student" corresponde a uma probabilidade de expansão de 95%, aproximadamente.

Responsável Técnica do
Laboratório Central

Carla Sousa

MOTA-ENGIL
ENGENHARIA

RESULTADOS DE ENSAIO

Amostra	Relatório	Página	Data
A1300.25	RE7221.2025	1/2	12/jun/25

01.09 - Análise Granulométrica por Sedimentação
LNEC E 196:1966

PENEIRAÇÃO

Material retido no peneiro nº10

Massa total da amostra seca ao ar	m'_t	0,01 g	5346,00
Massa total da fracção retida no P#nº10	m_{10}	0,01 g	312,15
Teor de humidade da amostra seca ao ar	w_a	0,1 %	0,00
Massa total da amostra seca	$m_t = m_{10} + (m'_t - m_{10}) \cdot \frac{100}{100+\omega_a}$	0,01 g	5346,00
Percentagem de material retido no P#nº10	$N_{10} = \frac{m_{10}}{m_t} \cdot 100$	0,01 %	5,84

Peneiros		Massa de material retido	% material retido	% acumulada de material retido	% acumulada do material que passa
		m_x	$N_x = \frac{m_x}{m_t} \cdot 100$	N'_x	$N''_x = 100 - N'_x$
#	mm	0,01g	0,01%	0,01%	0,01%
3"	76,20	0,00	0,00	0,00	100,00
2"	50,80	0,00	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	38,10	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25,40	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,10	25,30	0,47	0,47	99,53
3/8"	9,52	74,92	1,40	1,87	98,13
4,00	4,76	45,42	0,85	2,72	97,28
10,00	2,00	166,51	3,11	5,84	94,16

Material passado no peneiro nº10

Massa solo seca ao ar utilizado	m_a	0,01 g	76,00
Teor de humidade do solo seco ao ar	w_a	%	0,00
Massa solo seco utilizado	$m_s = m_a \cdot \frac{100}{100+\omega_a}$	0,01 g	76,00

Peneiros		Massa de material retido	Percentagem de material retido	% acumulada de material retido	% acumulada do material que passa
		m_x	$n'_x = \frac{m_x}{m_b} \cdot 100$	n'_x	$N''_x = (100 - N'_x) \cdot \frac{100 - N_{10}}{100}$
#	mm	0,01g	0,01%	0,01%	0,01%
20	0,840	12,10	15,92	15,92	79,17
40	0,420	12,28	16,16	32,08	63,96
60	0,250	11,91	15,67	47,75	49,20
140	0,106	13,00	17,11	64,86	33,09
200	0,075	3,57	4,70	69,55	28,67

Estes resultados de ensaio só têm validade quando parte integrante de um relatório de ensaio emitido pelo Núcleo Laboratório Central da Mota-Engil, Engenharia e Construção, S.A.

Observações:
A amostra entregue não satisfazia a massa mínima retida no #10 indicada na especificação LNEC E 195-1966.

Ensaiou	Aprovado
Pedro Martins	Nuno Pinto

MOTA-ENGIL
ENGENHARIA

RESULTADOS DE ENSAIO

Amostra	Relatório	Página	Data
A1300.25	RE7221.2025	2/2	12/jun/25

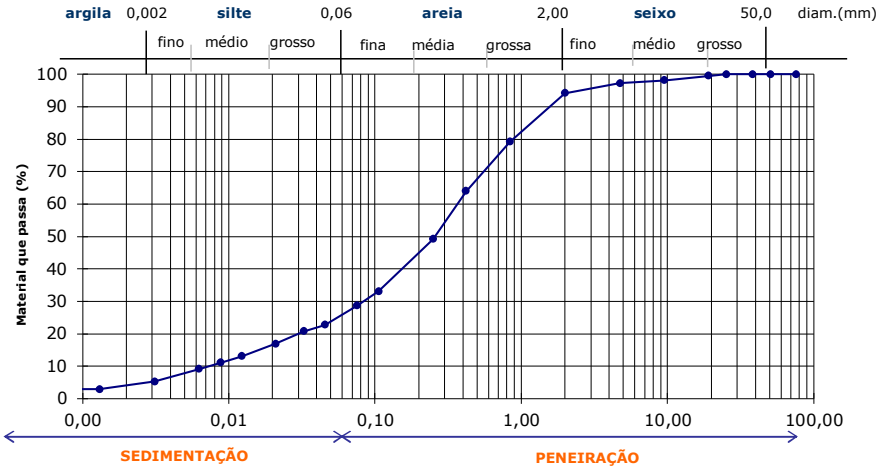
01.09 - Análise Granulométrica por Sedimentação
LNEC E 196:1966

SEDIMENTAÇÃO

Material passado no peneiro nº 200

Correcção do menisco	C_m	-	0,0005
Temperatura de correcção do antifloculante	T	ºC	21
Correcção da temperatura	C_t	-	0,0002
Densidade das partículas	G	0,01 g/cm^3	2,76
Leitura do densímetro em água com anti-floculante	L_a	-	1,0010
Massa solo seco utilizado	m_s	0,01 g	76,00
Correcção do antifloculante	$C_a = L_a - 1.000 + C_t$	-	0,0012

Tempos	1 min	2 min	5 min	15 min	30 min	60 min	250 min	1440 min (24 h)	2880 min (48 h)
Leituras directas do densímetro, Ls	1,012	1,011	1,009	1,007	1,006	1,005	1,003	1,002	1,002
Temperatura , T	22	22	22	22	22	22	22	21	21
Correcções da temperatura, Ct	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0002	0,0002
Leituras corrigidas, $L_c=L_s+C_m-C_a+C_t$	1,0117	1,0107	1,0087	1,0067	1,0057	1,0047	1,0027	1,0015	1,0015
% Partículas com diâmetro < D na massa seca utilizada , $n_D = \frac{100000}{m_s} \cdot \frac{G}{G-1} \cdot (L_C - 1)$	24,14174641	22,07834928	17,95155502	13,82476077	11,76136364	9,697966507	5,571172249	3,095095694	3,095095694
Constante de Stokes, K	0,012922052	0,012922052	0,012922052	0,012922052	0,012922052	0,012922052	0,012922052	0,012922052	0,012922052
Profundidades correspondentes às leituras Ls, Z (cm)	12,4226157	12,6567057	13,1248857	13,5930657	13,8271557	14,0612457	14,5294257	14,7635157	14,7635157
Diâmetros partículas correspondentes a N_D, $D = K \cdot \sqrt{\frac{Z}{t}}$	0,045544717	0,032506995	0,020936026	0,012301117	0,008772781	0,006255583	0,003115198	0,001308414	0,000925188
% Partículas com diâmetro < D na massa total amostra , $N_D = n_D \cdot \frac{100 - N_{10}}{100}$	22,73212212	20,7892057	16,90337286	13,01754002	11,0746236	9,131707177	5,245874336	2,914374631	2,914374631



Estes resultados de ensaio só têm validade quando parte integrante de um relatório de ensaio emitido pelo Núcleo Laboratório Central da Mota-Engil, Engenharia e Construção, S.A.

Observações:
A amostra entregue não satisfazia a massa mínima retida no #10 indicada na especificação LNEC E 195-1966.

Ensaiou	Aprovado
Pedro Martins	Nuno Pinto

LABORATÓRIO CENTRAL
Zona Industrial de São Caetano
Travessa das Lajes, 174
4405-194 Canelas VNG - Portugal
Telefone: 351 227 169 310
Fax: 351 227 169 312
E-mail: CarlaFerreira@mota-engil.pt
http://engenharia.mota-engil.pt/areas-especializadas/laboratorio-central

IPAC acreditação
L0315
ISO/IEC 17025
Ensaios

Este relatório é composto pela folha de rosto e pela(s) folha(s) de resultado(s) de ensaio e não pode ser reproduzido parcialmente. Os resultados apresentados referem-se apenas à amostra ensaiada e os resultados aplicam-se à amostra conforme rececionada. Este ensaio realizou-se nas instalações permanentes do Laboratório Central. Esta folha só tem validade quando parte integrante de um relatório de ensaio emitido pelo Laboratório Central da Mota-Engil, Engenharia e Construção, S. A.

FOLHA DE ROSTO DO RELATÓRIO DE ENSAIO

RE6605.2025

Código do Laboratório:	**0-LABC**
Localização do Laboratório:	**Zona Industrial de S. Caetano - Travessa das Lages, 174 - 4405-194 Vila Nova de Gaia**
Data do Relatório de Ensaio:	**2025-06-27**
Cliente:	**Luftansa Technik Portugal, S. A. Edifício Oceanus, Avenida da Boavista n.º 3265, 4.2 3100-137 Porto**
Código da Amostra:	**A1300.25**
Descrição da Amostra:	**Solo**
Referência do Cliente:	**P4 (2.4-3.0)m**
Proveniência da Amostra:	**CC17040.600-Geotecnia-MRO Facility for Engine Parts and Aircrafts Components, Geological-Geotechnical and Hydrogeological Survey**
Data de Colheita da Amostra:	**Não fornecida pelo Cliente**
Data de Receção da Amostra:	**2025-06-04**
Data de Adjudicação do Ensaio:	**2025-06-04**
Código do Processo:	**L.092.2025**
Descrição do Processo:	**Identificação de Solos**
Responsabilidade da Amostragem:	**Da responsabilidade da Geotecnia**
Requisitos e Especificações do Cliente:	---
Conclusões/observações:	O cálculo do Índice de Plasticidade (IP) não está incluído no âmbito da acreditação.

Em anexo encontra(m)-se a(s) folha(s) de resultado(s) de ensaio.

As informações referentes à Descrição da Amostra, à Referência do Cliente, à Proveniência da Amostra, à Data da Colheita da Amostra e aos Requisitos e Especificações do Cliente, quando existem, são fornecidas pelo cliente. A incerteza expandida apresentada está expressa pela incerteza-padrão, multiplicada pelo fator de expansão k, o qual para uma distribuição "t-student" corresponde a uma probabilidade de expansão de 95%, aproximadamente.

Responsável Técnica do
Laboratório Central

Carla Sousa

MOTA-ENGIL
ENGENHARIA

FOLHA DE RESULTADOS DE ENSAIO

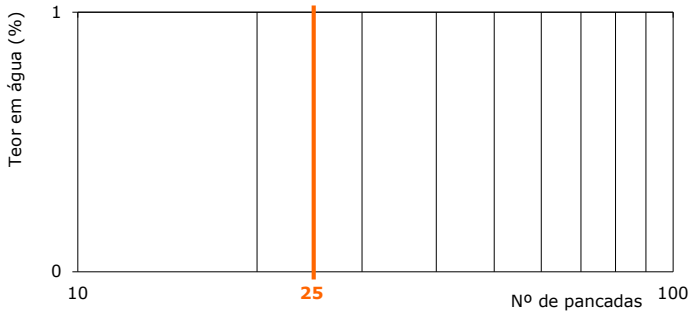
Amostra	Relatório	Página	Data de Início	Data de fim
A1300.25	RE6605.2025	1/1	16/jun/25	17/jun/25

01.03 - Determinação dos limites de consistência
NP 143:1969

Preparação da amostra: Amostra seca na estufa a 105 - 110 ºC [x] Amostra seca ao ar [ ]

Limite de Liquidez

	Sigla	Unidade de medida	Resultado				
Número da cápsula	-	-					
Massa da cápsula	m_1	(0,01g)					
Massa da cápsula contendo solo húmido	m_2	(0,01g)					
Massa da cápsula contendo solo seco	m_3	(0,01g)					
Massa do solo seco	$w_s=m_3-m_1$	(0,01g)					
Massa da água	$w_w=m_2-m_3$	(0,01g)					
Teor em água	$w=\frac{w_w}{w_s}\times 100$	(0,1%)					Incerteza expandida (95% confiança)
Número de pancadas	-	-					
Limite de Liquidez	**LL**	**(%)**	**NP**				± %



Limite de Plasticidade

	Sigla	Unidade de medida	Resultado				
Número da cápsula	-	-					
Massa da cápsula	m_1	(0,01g)					
Massa da cápsula contendo solo húmido	m_2	(0,01g)					
Massa da cápsula contendo solo seco	m_3	(0,01g)					
Massa do solo seco	$w_s=m_3-m_1$	(0,01g)					
Massa da água	$w_w=m_2-m_3$	(0,01g)					Incerteza expandida (95% confiança)
Teor em água	$w=\frac{w_w}{w_s}\times 100$	(0,1%)					
Limite de Plasticidade	**LP**	**(%)**	**NP**				± %
Índice de Plasticidade	**IP**	**(%)**	**NP**				

Estes resultados de ensaio só têm validade quando parte integrante de um relatório de ensaio emitido pelo Núcleo Laboratório Central da Mota-Engil, Engenharia e Construção, S.A.

Observações:
O cálculo do Índice de Plasticidade (IP) não está incluído no âmbito da acreditação.

Ensaiou	Aprovado
José Pinto	Nuno Pinto

LABORATÓRIO CENTRAL
Zona Industrial de São Caetano
Travessa das Lajes, 174
4405-194 Canelas VNG - Portugal
Telefone: 351 227 169 310
Fax: 351 227 169 312
E-mail: CarlaFerreira@mota-engil.pt
http://engenharia.mota-engil.pt/areas-especializadas/laboratorio-central

IPAC acreditação
L0315
ISO/IEC 17025
Ensaios

Este relatório é composto pela folha de rosto e pela(s) folha(s) de resultado(s) de ensaio e não pode ser reproduzido parcialmente. Os resultados apresentados referem-se apenas à amostra ensaiada e os resultados aplicam-se à amostra conforme rececionada. Este ensaio realizou-se nas instalações permanentes do Laboratório Central. Esta folha só tem validade quando parte integrante de um relatório de ensaio emitido pelo Laboratório Central da Mota-Engil, Engenharia e Construção, S. A.

FOLHA DE ROSTO DO RELATÓRIO DE ENSAIO

RE6606.2025

Código do Laboratório:	**0-LABC**
Localização do Laboratório:	**Zona Industrial de S. Caetano - Travessa das Lages, 174 - 4405-194 Vila Nova de Gaia**
Data do Relatório de Ensaio:	**2025-06-27**
Cliente:	**Luftansa Technik Portugal, S. A. Edifício Oceanus, Avenida da Boavista n.º 3265, 4.2 3100-137 Porto**
Código da Amostra:	**A1300.25**
Descrição da Amostra:	**Solo**
Referência do Cliente:	**P4 (2.4-3.0)m**
Proveniência da Amostra:	**CC17040.600-Geotecnia-MRO Facility for Engine Parts and Aircrafts Components, Geological-Geotechnical and Hydrogeological Survey**
Data de Colheita da Amostra:	**Não fornecida pelo Cliente**
Data de Receção da Amostra:	**2025-06-04**
Data de Adjudicação do Ensaio:	**2025-06-04**
Código do Processo:	**L.092.2025**
Descrição do Processo:	**Identificação de Solos**
Responsabilidade da Amostragem:	**Da responsabilidade da Geotecnia**
Requisitos e Especificações do Cliente:	---
Conclusões/observações:	---

Em anexo encontra(m)-se a(s) folha(s) de resultado(s) de ensaio.

As informações referentes à Descrição da Amostra, à Referência do Cliente, à Proveniência da Amostra, à Data da Colheita da Amostra e aos Requisitos e Especificações do Cliente, quando existem, são fornecidas pelo cliente. A incerteza expandida apresentada está expressa pela incerteza-padrão, multiplicada pelo fator de expansão k, o qual para uma distribuição "t-student" corresponde a uma probabilidade de expansão de 95%, aproximadamente.

Responsável Técnica do
Laboratório Central

Carla Sousa

MOTA-ENGIL
ENGENHARIA

FOLHA DE RESULTADOS DE ENSAIO

Amostra	Relatório	Página	Data de Início	Data de fim
A1300.25	RE6606.2025	1/1	3/jun/25	4/jun/25

01.05 - Teor em Água
NP 84:1965

	Sigla	Unidade de medida	Resultado		
Número do recipiente	-	-	7	88	
Massa do recipiente	M_1	g	112	103	
Massa do recipiente + solo húmido	M_2	g	478	517	
Massa do recipiente + solo seco	M_3	g	420	448	
Massa da água	$A=M_2-M_3$	0,1g	58,0	68,4	
Massa do solo seco	$B=M_3-M_1$	0,1g	308,2	344,8	
Teor em água	$W=\frac{A}{B}\times 100$	0,1%	18,8	19,8	Incerteza expandida (95% confiança)
Teor em água	**-**	**0,1%**	**19,3**		± 0,0 %

Estes resultados de ensaio só têm validade quando parte integrante de um relatório de ensaio emitido pelo Núcleo Laboratório Central da Mota-Engil, Engenharia e Construção, S.A.

Observações:

Ensaiou	Aprovado
José Pinto	Nuno Pinto

LABORATÓRIO CENTRAL
Zona Industrial de São Caetano
Travessa das Lajes, 174
4405-194 Canelas VNG - Portugal
Telefone: 351 227 169 310
Fax: 351 227 169 312
E-mail: CarlaFerreira@mota-engil.pt
http://engenharia.mota-engil.pt/areas-especializadas/laboratorio-central

IPAC acreditação
L0315
ISO/IEC 17025
Ensaios

Este relatório é composto pela folha de rosto e pela(s) folha(s) de resultado(s) de ensaio e não pode ser reproduzido parcialmente. Os resultados apresentados referem-se apenas à amostra ensaiada e os resultados aplicam-se à amostra conforme rececionada. Este ensaio realizou-se nas instalações permanentes do Laboratório Central. Esta folha só tem validade quando parte integrante de um relatório de ensaio emitido pelo Laboratório Central da Mota-Engil, Engenharia e Construção, S. A.

FOLHA DE ROSTO DO RELATÓRIO DE ENSAIO

RE7222.2025

Código do Laboratório:	**0-LABC**
Localização do Laboratório:	**Zona Industrial de S. Caetano - Travessa das Lages, 174 - 4405-194 Vila Nova de Gaia**
Data do Relatório de Ensaio:	**2025-06-27**
Cliente:	**Luftansa Technik Portugal, S. A. Edifício Oceanus, Avenida da Boavista n.º 3265, 4.2 3100-137 Porto**
Código da Amostra:	**A1300.25**
Descrição da Amostra:	**Solo**
Referência do Cliente:	**P4 (2.4-3.0)m**
Proveniência da Amostra:	**CC17040.600-Geotecnia-MRO Facility for Engine Parts and Aircrafts Components, Geological-Geotechnical and Hydrogeological Survey**
Data de Colheita da Amostra:	**Não fornecida pelo Cliente**
Data de Receção da Amostra:	**2025-06-04**
Data de Adjudicação do Ensaio:	**2025-06-04**
Código do Processo:	**L.092.2025**
Descrição do Processo:	**Identificação de Solos**
Responsabilidade da Amostragem:	**Da responsabilidade da Geotecnia**
Requisitos e Especificações do Cliente:	---
Conclusões/observações:	---

Em anexo encontra(m)-se a(s) folha(s) de resultado(s) de ensaio.

As informações referentes à Descrição da Amostra, à Referência do Cliente, à Proveniência da Amostra, à Data da Colheita da Amostra e aos Requisitos e Especificações do Cliente, quando existem, são fornecidas pelo cliente. A incerteza expandida apresentada está expressa pela incerteza-padrão, multiplicada pelo fator de expansão k, o qual para uma distribuição "t-student" corresponde a uma probabilidade de expansão de 95%, aproximadamente.

Responsável Técnica do
Laboratório Central

Carla Sousa

MOTA-ENGIL
ENGENHARIA

FOLHA DE RESULTADOS DE ENSAIO

Amostra	Relatório	Página	Data de Início	Data de fim
A1300.25	RE7222.2025	1/1	16/jun/25	18/jun/25

01.04 - Determinação da densidade das partículas
NP 83:1965

Sem secagem prévia do provete ☐ Com secagem prévia do provete ☑

Fração granulométrica a que o resultado se reporta: 0 / 4,75 **mm**
(no caso de ter sido necessário separá-la por peneiração)

CALIBRAÇÃO DO PICNÓMETRO

	Sigla	Unidade de medida	Resultado	
Temperatura de calibração do picnómetro	t_1	(0,5ºC)	24,0	22,0
Massa do picnómetro	m_1	(0,01g)	46,73	62,01
Massa do picnómetro + água	m_2	(0,01g)	148,98	160,62

DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE DAS PARTÍCULAS

	Sigla	Unidade de medida	Resultado		
Numero do picnómetro	-	-	3	65	
Massa do picnómetro + água	m_3	(0,01g)	148,82	160,42	
Massa do picnómetro + provete + água	m_5	(0,01g)	165,08	176,93	
Numero da cápsula / goblé	-	-	3	65	
Massa da cápsula / goblé	A	(0,01g)	46,72	62,02	
Masas do provete seco + cápsula / goblé	B	(0,01g)	72,25	87,81	
Massa do provete seco	m_4=B-A	(0,01g)	25,53	25,79	
Temperatura da água no picnómetro durante o ensaio	t_X	(0,5ºC)	28,0	27,0	
Quociente da densidade da água à temperatura t_X pela densidade da água a 20ºC	K	-	0,998	0,998	
Peso específico das partículas a 20ºC	γ_s	(0,01g/cm^3)	2,75	2,77	
Densidade das partículas a 20ºC	d	-	2,75	2,77	Incerteza expandida (95% confiança)
Densidade média das partículas a 20ºC	d	-	**2,76**		± 0,04

Estes resultados de ensaio só têm validade quando parte integrante de um relatório de ensaio emitido pelo Núcleo Laboratório Central da Mota-Engil, Engenharia e Construção, S.A.

Observações:

Ensaiou	Aprovado
Pedro Martins	Nuno Pinto

LABORATÓRIO CENTRAL
Zona Industrial de São Caetano
Travessa das Lajes, 174
4405-194 Canelas VNG - Portugal
Telefone: 351 227 169 310
Fax: 351 227 169 312
E-mail: CarlaFerreira@mota-engil.pt
http://engenharia.mota-engil.pt/areas-especializadas/laboratorio-central

IPAC acreditação
L0315
ISO/IEC 17025
Ensaios

Este relatório é composto pela folha de rosto e pela(s) folha(s) de resultado(s) de ensaio e não pode ser reproduzido parcialmente. Os resultados apresentados referem-se apenas à amostra ensaiada e os resultados aplicam-se à amostra conforme rececionada. Este ensaio realizou-se nas instalações permanentes do Laboratório Central. Esta folha só tem validade quando parte integrante de um relatório de ensaio emitido pelo Laboratório Central da Mota-Engil, Engenharia e Construção, S. A.

FOLHA DE ROSTO DO RELATÓRIO DE ENSAIO

RE6607.2025

Código do Laboratório:	**0-LABC**
Localização do Laboratório:	**Zona Industrial de S. Caetano - Travessa das Lages, 174 - 4405-194 Vila Nova de Gaia**
Data do Relatório de Ensaio:	**2025-06-27**
Cliente:	**Luftansa Technik Portugal, S. A. Edifício Oceanus, Avenida da Boavista n.º 3265, 4.2 3100-137 Porto**
Código da Amostra:	**A1301.25**
Descrição da Amostra:	**Solo**
Referência do Cliente:	**P5 (0.05-3.0)m**
Proveniência da Amostra:	**CC17040.600-Geotecnia-MRO Facility for Engine Parts and Aircrafts Components, Geological-Geotechnical and Hydrogeological Survey**
Data de Colheita da Amostra:	**Não fornecida pelo Cliente**
Data de Receção da Amostra:	**2025-06-04**
Data de Adjudicação do Ensaio:	**2025-06-04**
Código do Processo:	**L.092.2025**
Descrição do Processo:	**Identificação de Solos**
Responsabilidade da Amostragem:	**Da responsabilidade da Geotecnia**
Requisitos e Especificações do Cliente:	---
Conclusões/observações:	---

Em anexo encontra(m)-se a(s) folha(s) de resultado(s) de ensaio.

As informações referentes à Descrição da Amostra, à Referência do Cliente, à Proveniência da Amostra, à Data da Colheita da Amostra e aos Requisitos e Especificações do Cliente, quando existem, são fornecidas pelo cliente. A incerteza expandida apresentada está expressa pela incerteza-padrão, multiplicada pelo fator de expansão k, o qual para uma distribuição "t-student" corresponde a uma probabilidade de expansão de 95%, aproximadamente.

Responsável Técnica do
Laboratório Central

Carla Sousa

MOTA-ENGIL
ENGENHARIA

FOLHA DE RESULTADOS DE ENSAIO

Amostra	Relatório	Página	Data de Início	Data de fim
A1301.25	RE6607.2025	1/1	11/jun/25	13/jun/25

01.01 - Análise granulométrica por peneiração húmida
LNEC E 239:1970

Massa total da amostra, m_t (0,1 g) = **6046,2**
Massa retida no peneiro nº10, m_{10} (0,1 g) = **720,2**
Massa passada no peneiro nº10, m_{10}' (0,1 g) = **5326,0**

[ ] Amostra seca ao ar
[x] Amostra seca na estufa a 105 - 110 ºC

Fracção retida no peneiro n.º10

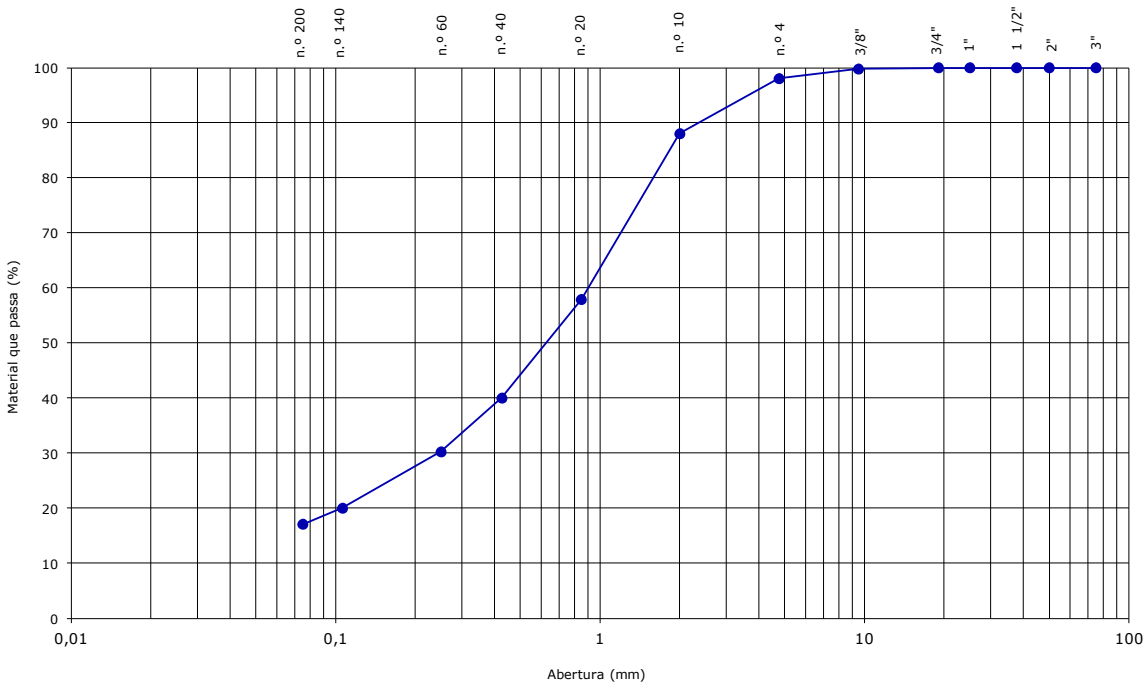
Percentagem de material grosso, N_{10}' (0,1 %) = **11,9**

Peneiro		Retidos		Retidos acumul.	Passados acumul.		
		Sigla					
abert.	malha	m_x	n_x	n_x'	n_x''		
		Unidades de medida					
	(mm)	(0,1 g)	(0,1 %)	(0,1 %)	(%)	Incerteza expandida (95% confiança)	
		Resultado					
3"	75	0,0	0,0	0,0	**100,0**	±	--- %
2"	50	0,0	0,0	0,0	**100,0**	±	--- %
1 1/2"	37,5	0,0	0,0	0,0	**100,0**	±	--- %
1"	25	0,0	0,0	0,0	**100,0**	±	--- %
3/4"	19	0,0	0,0	0,0	**100,0**	±	--- %
3/8"	9,5	8,7	0,1	0,1	**99,9**	±	0,1 %
n.º4	4,75	109,4	1,8	2,0	**98,0**	±	0,1 %
n.º10	2	602,1	10,0	11,9	**88,1**	±	0,1 %

Fracção passada no peneiro n.º10

Percentagem de material fino, N_{10}'' (0,1 %) = **88,1**
Massa a ensaiar, m_a (0,01 g) = **145,69**

Peneiro		Retidos		Retidos acumul.	Passados acumul.		
		Sigla					
abert.	malha	m_x	n_x	n_x'	n_x''		
		Unidades de medida					
	(mm)	(0,01 g)	(0,1 %)	(0,1 %)	(%)	Incerteza expandida (95% confiança)	
		Resultado					
n.º20	0,85	49,91	30,2	42,1	**57,9**	±	0,09 %
n.º40	0,425	29,55	17,9	60,0	**40,0**	±	0,09 %
n.º60	0,250	16,19	9,8	69,7	**30,3**	±	0,09 %
n.º140	0,106	16,89	10,2	80,0	**20,0**	±	0,09 %
n.º200	0,075	4,91	3,0	82,9	**17,1**	±	0,09 %



Estes resultados de ensaio só têm validade quando parte integrante de um relatório de ensaio emitido pelo Núcleo Laboratório Central da Mota-Engil, Engenharia e Construção, S.A.

Observações:

Ensaiou	Aprovado
José Pinto	Nuno Pinto

LABORATÓRIO CENTRAL
Zona Industrial de São Caetano
Travessa das Lajes, 174
4405-194 Canelas VNG - Portugal
Telefone: 351 227 169 310
Fax: 351 227 169 312
E-mail: CarlaFerreira@mota-engil.pt
http://engenharia.mota-engil.pt/areas-especializadas/laboratorio-central

IPAC acreditação
L0315
ISO/IEC 17025
Ensaios

FOLHA DE ROSTO DO RELATÓRIO DE ENSAIO

RE6608.2025

Código do Laboratório:	**0-LABC**
Localização do Laboratório:	**Zona Industrial de S. Caetano - Travessa das Lages, 174 - 4405-194 Vila Nova de Gaia**
Data do Relatório de Ensaio:	**2025-06-27**
Cliente:	**Luftansa Technik Portugal, S. A. Edifício Oceanus, Avenida da Boavista n.º 3265, 4.2 3100-137 Porto**
Código da Amostra:	**A1301.25**
Descrição da Amostra:	**Solo**
Referência do Cliente:	**P5 (0.05-3.0)m**
Proveniência da Amostra:	**CC17040.600-Geotecnia-MRO Facility for Engine Parts and Aircrafts Components, Geological-Geotechnical and Hydrogeological Survey**
Data de Colheita da Amostra:	**Não fornecida pelo Cliente**
Data de Receção da Amostra:	**2025-06-04**
Data de Adjudicação do Ensaio:	**2025-06-04**
Código do Processo:	**L.092.2025**
Descrição do Processo:	**Identificação de Solos**
Responsabilidade da Amostragem:	**Da responsabilidade da Geotecnia**
Requisitos e Especificações do Cliente:	---
Conclusões/observações:	O cálculo do Índice de Plasticidade (IP) não está incluído no âmbito da acreditação.

Este relatório é composto pela folha de rosto e pela(s) folha(s) de resultado(s) de ensaio e não pode ser reproduzido parcialmente. Os resultados apresentados referem-se apenas à amostra ensaiada e os resultados aplicam-se à amostra conforme rececionada. Este ensaio realizou-se nas instalações permanentes do Laboratório Central. Esta folha só tem validade quando parte integrante de um relatório de ensaio emitido pelo Laboratório Central da Mota-Engil, Engenharia e Construção, S. A.

Em anexo encontra(m)-se a(s) folha(s) de resultado(s) de ensaio.

As informações referentes à Descrição da Amostra, à Referência do Cliente, à Proveniência da Amostra, à Data da Colheita da Amostra e aos Requisitos e Especificações do Cliente, quando existem, são fornecidas pelo cliente. A incerteza expandida apresentada está expressa pela incerteza-padrão, multiplicada pelo fator de expansão k, o qual para uma distribuição "t-student" corresponde a uma probabilidade de expansão de 95%, aproximadamente.

Responsável Técnica do
Laboratório Central

Carla Sousa

MOTA-ENGIL
ENGENHARIA

FOLHA DE RESULTADOS DE ENSAIO

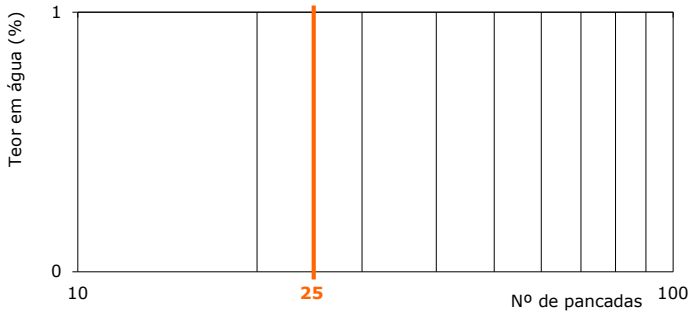
Amostra	Relatório	Página	Data de Início	Data de fim
A1301.25	RE6608.2025	1/1	16/jun/25	17/jun/25

01.03 - Determinação dos limites de consistência
NP 143:1969

Preparação da amostra: Amostra seca na estufa a 105 - 110 ºC [x] Amostra seca ao ar [ ]

Limite de Liquidez

	Sigla	Unidade de medida	Resultado				
Número da cápsula	-	-					
Massa da cápsula	m_1	(0,01g)					
Massa da cápsula contendo solo húmido	m_2	(0,01g)					
Massa da cápsula contendo solo seco	m_3	(0,01g)					
Massa do solo seco	$w_s=m_3-m_1$	(0,01g)					
Massa da água	$w_w=m_2-m_3$	(0,01g)					
Teor em água	$w=\frac{w_w}{w_s}\times 100$	(0,1%)					Incerteza expandida (95% confiança)
Número de pancadas	-	-					
Limite de Liquidez	**LL**	**(%)**	**NP**				± %



Limite de Plasticidade

	Sigla	Unidade de medida	Resultado				
Número da cápsula	-	-					
Massa da cápsula	m_1	(0,01g)					
Massa da cápsula contendo solo húmido	m_2	(0,01g)					
Massa da cápsula contendo solo seco	m_3	(0,01g)					
Massa do solo seco	$w_s=m_3-m_1$	(0,01g)					
Massa da água	$w_w=m_2-m_3$	(0,01g)					Incerteza expandida (95% confiança)
Teor em água	$w=\frac{w_w}{w_s}\times 100$	(0,1%)					
Limite de Plasticidade	**LP**	**(%)**	**NP**				± %
Índice de Plasticidade	**IP**	**(%)**	**NP**				

Estes resultados de ensaio só têm validade quando parte integrante de um relatório de ensaio emitido pelo Núcleo Laboratório Central da Mota-Engil, Engenharia e Construção, S.A.

Observações:
O cálculo do Índice de Plasticidade (IP) não está incluído no âmbito da acreditação.

Ensaiou	Aprovado
José Pinto	Nuno Pinto

LABORATÓRIO CENTRAL
Zona Industrial de São Caetano
Travessa das Lajes, 174
4405-194 Canelas VNG - Portugal
Telefone: 351 227 169 310
Fax: 351 227 169 312
E-mail: CarlaFerreira@mota-engil.pt
http://engenharia.mota-engil.pt/areas-especializadas/laboratorio-central

IPAC acreditação
L0315
ISO/IEC 17025
Ensaios

Este relatório é composto pela folha de rosto e pela(s) folha(s) de resultado(s) de ensaio e não pode ser reproduzido parcialmente. Os resultados apresentados referem-se apenas à amostra ensaiada e os resultados aplicam-se à amostra conforme rececionada. Este ensaio realizou-se nas instalações permanentes do Laboratório Central. Esta folha só tem validade quando parte integrante de um relatório de ensaio emitido pelo Laboratório Central da Mota-Engil, Engenharia e Construção, S. A.

FOLHA DE ROSTO DO RELATÓRIO DE ENSAIO

RE6609.2025

Código do Laboratório:	**0-LABC**
Localização do Laboratório:	**Zona Industrial de S. Caetano - Travessa das Lages, 174 - 4405-194 Vila Nova de Gaia**
Data do Relatório de Ensaio:	**2025-06-27**
Cliente:	**Luftansa Technik Portugal, S. A. Edifício Oceanus, Avenida da Boavista n.º 3265, 4.2 3100-137 Porto**
Código da Amostra:	**A1301.25**
Descrição da Amostra:	**Solo**
Referência do Cliente:	**P5 (0.05-3.0)m**
Proveniência da Amostra:	**CC17040.600-Geotecnia-MRO Facility for Engine Parts and Aircrafts Components, Geological-Geotechnical and Hydrogeological Survey**
Data de Colheita da Amostra:	**Não fornecida pelo Cliente**
Data de Receção da Amostra:	**2025-06-04**
Data de Adjudicação do Ensaio:	**2025-06-04**
Código do Processo:	**L.092.2025**
Descrição do Processo:	**Identificação de Solos**
Responsabilidade da Amostragem:	**Da responsabilidade da Geotecnia**
Requisitos e Especificações do Cliente:	---
Conclusões/observações:	---

Em anexo encontra(m)-se a(s) folha(s) de resultado(s) de ensaio.

As informações referentes à Descrição da Amostra, à Referência do Cliente, à Proveniência da Amostra, à Data da Colheita da Amostra e aos Requisitos e Especificações do Cliente, quando existem, são fornecidas pelo cliente. A incerteza expandida apresentada está expressa pela incerteza-padrão, multiplicada pelo fator de expansão k, o qual para uma distribuição "t-student" corresponde a uma probabilidade de expansão de 95%, aproximadamente.

Responsável Técnica do
Laboratório Central

Carla Sousa

MOTA-ENGIL
ENGENHARIA

FOLHA DE RESULTADOS DE ENSAIO

Amostra	Relatório	Página	Data de Início	Data de fim
A1301.25	RE6609.2025	1/1	6/jun/25	9/jun/25

01.05 - Teor em Água
NP 84:1965

	Sigla	Unidade de medida	Resultado		
Número do recipiente	-	-	30	74	
Massa do recipiente	M_1	g	97	115	
Massa do recipiente + solo húmido	M_2	g	380	481	
Massa do recipiente + solo seco	M_3	g	335	422	
Massa da água	$A=M_2-M_3$	0,1g	45,0	58,8	
Massa do solo seco	$B=M_3-M_1$	0,1g	237,6	307,1	
Teor em água	$W=\frac{A}{B}\times 100$	0,1%	18,9	19,1	Incerteza expandida (95% confiança)
Teor em água	**-**	**0,1%**	**19,0**		± 0,0 %

Estes resultados de ensaio só têm validade quando parte integrante de um relatório de ensaio emitido pelo Núcleo Laboratório Central da Mota-Engil, Engenharia e Construção, S.A.

Observações:

Ensaiou	Aprovado
José Pinto	Nuno Pinto

LABORATÓRIO CENTRAL
Zona Industrial de São Caetano
Travessa das Lajes, 174
4405-194 Canelas VNG - Portugal
Telefone: 351 227 169 310
Fax: 351 227 169 312
E-mail: CarlaFerreira@mota-engil.pt
http://engenharia.mota-engil.pt/areas-especializadas/laboratorio-central

FOLHA DE ROSTO DO RELATÓRIO DE ENSAIO

RE7193.2025

Código do Laboratório:	**0-LABC**
Localização do Laboratório:	**Zona Industrial de S. Caetano - Travessa das Lages, 174 - 4405-194 Vila Nova de Gaia**
Data do Relatório de Ensaio:	**2025-06-27**
Cliente:	**Luftansa Technik Portugal, S. A. Edifício Oceanus, Avenida da Boavista n.º 3265, 4.2 3100-137 Porto**
Código da Amostra:	**A1302.25**
Descrição da Amostra:	**Solo**
Referência do Cliente:	**P7 (1.8-3.0)m**
Proveniência da Amostra:	**CC17040.600-Geotecnia-MRO Facility for Engine Parts and Aircrafts Components, Geological-Geotechnical and Hydrogeological Survey**
Data de Colheita da Amostra:	**Não fornecida pelo Cliente**
Data de Receção da Amostra:	**2025-06-04**
Data de Adjudicação do Ensaio:	**2025-06-04**
Código do Processo:	**L.092.2025**
Descrição do Processo:	**Identificação de Solos**
Responsabilidade da Amostragem:	**Da responsabilidade da Geotecnia**
Requisitos e Especificações do Cliente:	---
Conclusões/observações:	A amostra entregue não satisfazia a massa mínima retida no #10 indicada na especificação LNEC E 195-1966.

Este relatório é composto pela folha de rosto e pela(s) folha(s) de resultado(s) de ensaio e não pode ser reproduzido parcialmente. Os resultados apresentados referem-se apenas à amostra ensaiada e os resultados aplicam-se à amostra conforme rececionada. Este ensaio realizou-se nas instalações permanentes do Laboratório Central. Esta folha só tem validade quando parte integrante de um relatório de ensaio emitido pelo Laboratório Central da Mota-Engil, Engenharia e Construção, S. A.

Em anexo encontra(m)-se a(s) folha(s) de resultado(s) de ensaio.

As informações referentes à Descrição da Amostra, à Referência do Cliente, à Proveniência da Amostra, à Data da Colheita da Amostra e aos Requisitos e Especificações do Cliente, quando existem, são fornecidas pelo cliente. A incerteza expandida apresentada está expressa pela incerteza-padrão, multiplicada pelo fator de expansão k, o qual para uma distribuição "t-student" corresponde a uma probabilidade de expansão de 95%, aproximadamente.

Responsável Técnica do
Laboratório Central

Carla Sousa

MOTA-ENGIL
ENGENHARIA

RESULTADOS DE ENSAIO

Amostra	Relatório	Página	Data
A1302.25	RE7193.2025	1/2	11/jun/25

01.09 - Análise Granulométrica por Sedimentação
LNEC E 196:1966

PENEIRAÇÃO

Material retido no peneiro nº10

Massa total da amostra seca ao ar	m'_t	0,01 g	5040,40
Massa total da fracção retida no P#nº10	m_{10}	0,01 g	308,30
Teor de humidade da amostra seca ao ar	w_a	0,1 %	0,00
Massa total da amostra seca	$m_t = m_{10} + (m'_t - m_{10}) \cdot \frac{100}{100+\omega_a}$	0,01 g	5040,40
Percentagem de material retido no P#nº10	$N_{10} = \frac{m_{10}}{m_t} \cdot 100$	0,01 %	6,12

Peneiros		Massa de material retido	% material retido	% acumulada de material retido	% acumulada do material que passa
		m_x	$N_x = \frac{m_x}{m_t} \cdot 100$	N'_x	$N''_x = 100 - N'_x$
#	mm	0,01g	0,01%	0,01%	0,01%
3"	76,20	0,00	0,00	0,00	100,00
2"	50,80	0,00	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	38,10	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25,40	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,10	34,70	0,69	0,69	99,31
3/8"	9,52	19,80	0,39	1,08	98,92
4,00	4,76	56,60	1,12	2,20	97,80
10,00	2,00	197,20	3,91	6,12	93,88

Material passado no peneiro nº10

Massa solo seca ao ar utilizado	m_a	0,01 g	72,60
Teor de humidade do solo seco ao ar	w_a	%	0,00
Massa solo seco utilizado	$m_s = m_a \cdot \frac{100}{100+\omega_a}$	0,01 g	72,60

Peneiros		Massa de material retido	Percentagem de material retido	% acumulada de material retido	% acumulada do material que passa
		m_x	$n'_x = \frac{m_x}{m_b} \cdot 100$	n'_x	$N''_x = (100 - N'_x) \cdot \frac{100 - N_{10}}{100}$
#	mm	0,01g	0,01%	0,01%	0,01%
20	0,840	7,99	11,01	11,01	83,55
40	0,420	12,41	17,09	28,10	67,50
60	0,250	17,97	24,75	52,85	44,26
140	0,106	14,45	19,90	72,75	25,58
200	0,075	1,49	2,05	74,81	23,65

Estes resultados de ensaio só têm validade quando parte integrante de um relatório de ensaio emitido pelo Núcleo Laboratório Central da Mota-Engil, Engenharia e Construção, S.A.

Observações:
A amostra entregue não satisfazia a massa mínima retida no #10 indicada na especificação LNEC E 195-1966.

Ensaiou	Aprovado
Pedro Martins	Nuno Pinto

MOTA-ENGIL
ENGENHARIA

RESULTADOS DE ENSAIO

Amostra	Relatório	Página	Data
A1302.25	RE7193.2025	2/2	11/jun/25

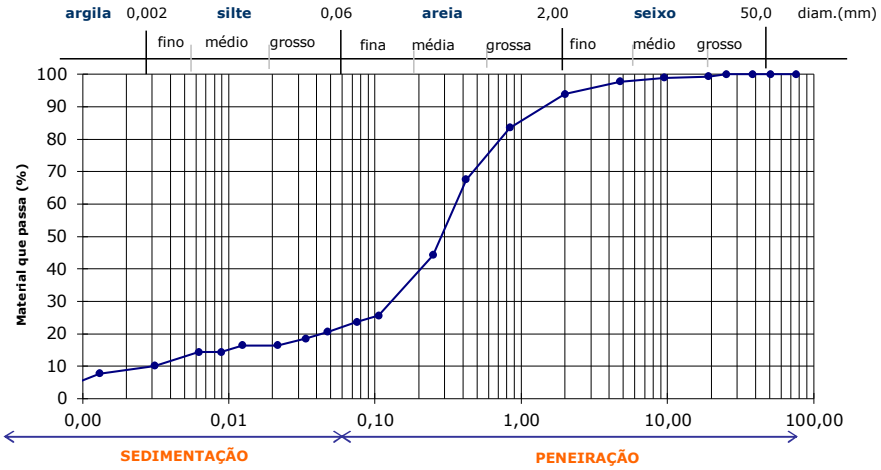
01.09 - Análise Granulométrica por Sedimentação
LNEC E 196:1966

SEDIMENTAÇÃO

Material passado no peneiro nº 200

Correcção do menisco	C_m	-	0,0005
Temperatura de correcção do antifloculante	T	ºC	21
Correcção da temperatura	C_t	-	0,0002
Densidade das partículas	G	0,01 g/cm^3	2,65
Leitura do densímetro em água com anti-floculante	L_a	-	1,0010
Massa solo seco utilizado	m_s	0,01 g	72,60
Correcção do antifloculante	$C_a = L_a - 1.000 + C_t$	-	0,0012

Tempos	1 min	2 min	5 min	15 min	30 min	60 min	250 min	1440 min (24 h)	2880 min (48 h)
Leituras directas do densímetro, Ls	1,010	1,009	1,008	1,008	1,007	1,007	1,005	1,004	1,003
Temperatura , T	23	23	23	23	23	23	23	22	21
Correcções da temperatura, Ct	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0004	0,0002
Leituras corrigidas, $L_c=L_s+C_m-C_a+C_t$	1,0099	1,0089	1,0079	1,0079	1,0069	1,0069	1,0049	1,0037	1,0025
% Partículas com diâmetro < D na massa seca utilizada , $n_D = \frac{100000}{m_s} \cdot \frac{G}{G-1} \cdot (L_C - 1)$	21,90082645	19,68862175	17,47641706	17,47641706	15,26421237	15,26421237	10,83980299	8,185157359	5,530511729
Constante de Stokes, K	0,013185165	0,013185165	0,013185165	0,013185165	0,013185165	0,013185165	0,013185165	0,013185165	0,013185165
Profundidades correspondentes às leituras Ls, Z (cm)	12,8907957	13,1248857	13,3589757	13,3589757	13,5930657	13,5930657	14,0612457	14,2953357	14,5294257
Diâmetros partículas correspondentes a N_D, $D = K \cdot \sqrt{\frac{Z}{t}}$	0,047339693	0,033776787	0,021551979	0,012443041	0,008875312	0,006275794	0,003126997	0,001313716	0,000936512
% Partículas com diâmetro < D na massa total amostra , $N_D = n_D \cdot \frac{100 - N_{10}}{100}$	20,56124487	18,48435145	16,40745803	16,40745803	14,33056461	14,33056461	10,17677776	7,684505658	5,192233553



Estes resultados de ensaio só têm validade quando parte integrante de um relatório de ensaio emitido pelo Núcleo Laboratório Central da Mota-Engil, Engenharia e Construção, S.A.

LABC.006.4

Observações:
A amostra entregue não satisfazia a massa mínima retida no #10 indicada na especificação LNEC E 195-1966.

Ensaiou	Aprovado
Pedro Martins	Nuno Pinto

LABORATÓRIO CENTRAL
Zona Industrial de São Caetano
Travessa das Lajes, 174
4405-194 Canelas VNG - Portugal
Telefone: 351 227 169 310
Fax: 351 227 169 312
E-mail: CarlaFerreira@mota-engil.pt
http://engenharia.mota-engil.pt/areas-especializadas/laboratorio-central

IPAC acreditação
L0315
ISO/IEC 17025
Ensaios

Este relatório é composto pela folha de rosto e pela(s) folha(s) de resultado(s) de ensaio e não pode ser reproduzido parcialmente. Os resultados apresentados referem-se apenas à amostra ensaiada e os resultados aplicam-se à amostra conforme rececionada. Este ensaio realizou-se nas instalações permanentes do Laboratório Central. Esta folha só tem validade quando parte integrante de um relatório de ensaio emitido pelo Laboratório Central da Mota-Engil, Engenharia e Construção, S. A.

FOLHA DE ROSTO DO RELATÓRIO DE ENSAIO

RE6611.2025

Código do Laboratório:	**0-LABC**
Localização do Laboratório:	**Zona Industrial de S. Caetano - Travessa das Lages, 174 - 4405-194 Vila Nova de Gaia**
Data do Relatório de Ensaio:	**2025-06-27**
Cliente:	**Luftansa Technik Portugal, S. A. Edifício Oceanus, Avenida da Boavista n.º 3265, 4.2 3100-137 Porto**
Código da Amostra:	**A1302.25**
Descrição da Amostra:	**Solo**
Referência do Cliente:	**P7 (1.8-3.0)m**
Proveniência da Amostra:	**CC17040.600-Geotecnia-MRO Facility for Engine Parts and Aircrafts Components, Geological-Geotechnical and Hydrogeological Survey**
Data de Colheita da Amostra:	**Não fornecida pelo Cliente**
Data de Receção da Amostra:	**2025-06-04**
Data de Adjudicação do Ensaio:	**2025-06-04**
Código do Processo:	**L.092.2025**
Descrição do Processo:	**Identificação de Solos**
Responsabilidade da Amostragem:	**Da responsabilidade da Geotecnia**
Requisitos e Especificações do Cliente:	---
Conclusões/observações:	O cálculo do Índice de Plasticidade (IP) não está incluído no âmbito da acreditação.

Em anexo encontra(m)-se a(s) folha(s) de resultado(s) de ensaio.

As informações referentes à Descrição da Amostra, à Referência do Cliente, à Proveniência da Amostra, à Data da Colheita da Amostra e aos Requisitos e Especificações do Cliente, quando existem, são fornecidas pelo cliente. A incerteza expandida apresentada está expressa pela incerteza-padrão, multiplicada pelo fator de expansão k, o qual para uma distribuição "t-student" corresponde a uma probabilidade de expansão de 95%, aproximadamente.

Responsável Técnica do
Laboratório Central

Carla Sousa

MOTA-ENGIL
ENGENHARIA

FOLHA DE RESULTADOS DE ENSAIO

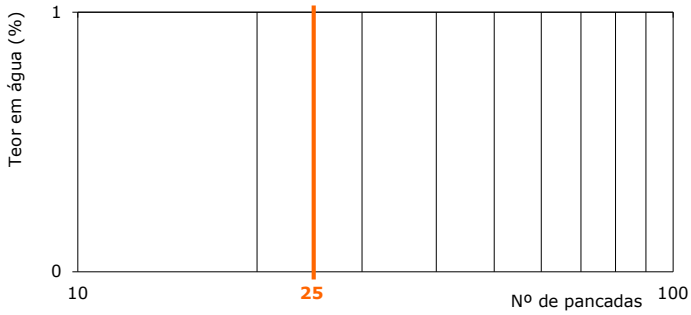
Amostra	Relatório	Página	Data de Início	Data de fim
A1302.25	RE6611.2025	1/1	16/jun/25	17/jun/25

01.03 - Determinação dos limites de consistência
NP 143:1969

Preparação da amostra: Amostra seca na estufa a 105 - 110 ºC [x] Amostra seca ao ar [ ]

Limite de Liquidez

	Sigla	Unidade de medida	Resultado				
Número da cápsula	-	-					
Massa da cápsula	m_1	(0,01g)					
Massa da cápsula contendo solo húmido	m_2	(0,01g)					
Massa da cápsula contendo solo seco	m_3	(0,01g)					
Massa do solo seco	$w_s=m_3-m_1$	(0,01g)					
Massa da água	$w_w=m_2-m_3$	(0,01g)					
Teor em água	$w=\frac{w_w}{w_s}\times 100$	(0,1%)					Incerteza expandida (95% confiança)
Número de pancadas	-	-					
Limite de Liquidez	**LL**	**(%)**	**NP**				± %



Limite de Plasticidade

	Sigla	Unidade de medida	Resultado				
Número da cápsula	-	-					
Massa da cápsula	m_1	(0,01g)					
Massa da cápsula contendo solo húmido	m_2	(0,01g)					
Massa da cápsula contendo solo seco	m_3	(0,01g)					
Massa do solo seco	$w_s=m_3-m_1$	(0,01g)					
Massa da água	$w_w=m_2-m_3$	(0,01g)					Incerteza expandida (95% confiança)
Teor em água	$w=\frac{w_w}{w_s}\times 100$	(0,1%)					
Limite de Plasticidade	**LP**	**(%)**	**NP**				± %
Índice de Plasticidade	**IP**	**(%)**	**NP**				

Estes resultados de ensaio só têm validade quando parte integrante de um relatório de ensaio emitido pelo Núcleo Laboratório Central da Mota-Engil, Engenharia e Construção, S.A.

Observações:
O cálculo do Índice de Plasticidade (IP) não está incluído no âmbito da acreditação.

Ensaiou	Aprovado
José Pinto	Nuno Pinto

LABORATÓRIO CENTRAL
Zona Industrial de São Caetano
Travessa das Lajes, 174
4405-194 Canelas VNG - Portugal
Telefone: 351 227 169 310
Fax: 351 227 169 312
E-mail: CarlaFerreira@mota-engil.pt
http://engenharia.mota-engil.pt/areas-especializadas/laboratorio-central

IPAC acreditação
L0315
ISO/IEC 17025
Ensaios

Este relatório é composto pela folha de rosto e pela(s) folha(s) de resultado(s) de ensaio e não pode ser reproduzido parcialmente. Os resultados apresentados referem-se apenas à amostra ensaiada e os resultados aplicam-se à amostra conforme rececionada. Este ensaio realizou-se nas instalações permanentes do Laboratório Central. Esta folha só tem validade quando parte integrante de um relatório de ensaio emitido pelo Laboratório Central da Mota-Engil, Engenharia e Construção, S. A.

FOLHA DE ROSTO DO RELATÓRIO DE ENSAIO

RE6612.2025

Código do Laboratório:	**0-LABC**
Localização do Laboratório:	**Zona Industrial de S. Caetano - Travessa das Lages, 174 - 4405-194 Vila Nova de Gaia**
Data do Relatório de Ensaio:	**2025-06-27**
Cliente:	**Luftansa Technik Portugal, S. A. Edifício Oceanus, Avenida da Boavista n.º 3265, 4.2 3100-137 Porto**
Código da Amostra:	**A1302.25**
Descrição da Amostra:	**Solo**
Referência do Cliente:	**P7 (1.8-3.0)m**
Proveniência da Amostra:	**CC17040.600-Geotecnia-MRO Facility for Engine Parts and Aircrafts Components, Geological-Geotechnical and Hydrogeological Survey**
Data de Colheita da Amostra:	**Não fornecida pelo Cliente**
Data de Receção da Amostra:	**2025-06-04**
Data de Adjudicação do Ensaio:	**2025-06-04**
Código do Processo:	**L.092.2025**
Descrição do Processo:	**Identificação de Solos**
Responsabilidade da Amostragem:	**Da responsabilidade da Geotecnia**
Requisitos e Especificações do Cliente:	---
Conclusões/observações:	---

Em anexo encontra(m)-se a(s) folha(s) de resultado(s) de ensaio.

As informações referentes à Descrição da Amostra, à Referência do Cliente, à Proveniência da Amostra, à Data da Colheita da Amostra e aos Requisitos e Especificações do Cliente, quando existem, são fornecidas pelo cliente. A incerteza expandida apresentada está expressa pela incerteza-padrão, multiplicada pelo fator de expansão k, o qual para uma distribuição "t-student" corresponde a uma probabilidade de expansão de 95%, aproximadamente.

Responsável Técnica do
Laboratório Central

Carla Sousa

MOTA-ENGIL
ENGENHARIA

FOLHA DE RESULTADOS DE ENSAIO

Amostra	Relatório	Página	Data de Início	Data de fim
A1302.25	RE6612.2025	1/1	5/jun/25	6/jun/25

01.05 - Teor em Água
NP 84:1965

	Sigla	Unidade de medida	Resultado		
Número do recipiente	-	-	22	78	
Massa do recipiente	M_1	g	115	101	
Massa do recipiente + solo húmido	M_2	g	563	456	
Massa do recipiente + solo seco	M_3	g	504	409	
Massa da água	$A=M_2-M_3$	0,1g	58,9	46,8	
Massa do solo seco	$B=M_3-M_1$	0,1g	388,7	308,1	
Teor em água	$W=\frac{A}{B}\times 100$	0,1%	15,2	15,2	Incerteza expandida (95% confiança)
Teor em água	**-**	**0,1%**	**15,2**		± 0,0 %

Estes resultados de ensaio só têm validade quando parte integrante de um relatório de ensaio emitido pelo Núcleo Laboratório Central da Mota-Engil, Engenharia e Construção, S.A.

LABC.004.8

Observações:

Ensaiou José Pinto

Aprovado Nuno Pinto

LABORATÓRIO CENTRAL
Zona Industrial de São Caetano
Travessa das Lajes, 174
4405-194 Canelas VNG - Portugal
Telefone: 351 227 169 310
Fax: 351 227 169 312
E-mail: CarlaFerreira@mota-engil.pt
http://engenharia.mota-engil.pt/areas-especializadas/laboratorio-central

IPAC acreditação
L0315
ISO/IEC 17025
Ensaios

Este relatório é composto pela folha de rosto e pela(s) folha(s) de resultado(s) de ensaio e não pode ser reproduzido parcialmente. Os resultados apresentados referem-se apenas à amostra ensaiada e os resultados aplicam-se à amostra conforme rececionada. Este ensaio realizou-se nas instalações permanentes do Laboratório Central. Esta folha só tem validade quando parte integrante de um relatório de ensaio emitido pelo Laboratório Central da Mota-Engil, Engenharia e Construção, S. A.

FOLHA DE ROSTO DO RELATÓRIO DE ENSAIO

RE7194.2025

Código do Laboratório:	**0-LABC**
Localização do Laboratório:	**Zona Industrial de S. Caetano - Travessa das Lages, 174 - 4405-194 Vila Nova de Gaia**
Data do Relatório de Ensaio:	**2025-06-27**
Cliente:	**Luftansa Technik Portugal, S. A. Edifício Oceanus, Avenida da Boavista n.º 3265, 4.2 3100-137 Porto**
Código da Amostra:	**A1302.25**
Descrição da Amostra:	**Solo**
Referência do Cliente:	**P7 (1.8-3.0)m**
Proveniência da Amostra:	**CC17040.600-Geotecnia-MRO Facility for Engine Parts and Aircrafts Components, Geological-Geotechnical and Hydrogeological Survey**
Data de Colheita da Amostra:	**Não fornecida pelo Cliente**
Data de Receção da Amostra:	**2025-06-04**
Data de Adjudicação do Ensaio:	**2025-06-04**
Código do Processo:	**L.092.2025**
Descrição do Processo:	**Identificação de Solos**
Responsabilidade da Amostragem:	**Da responsabilidade da Geotecnia**
Requisitos e Especificações do Cliente:	---
Conclusões/observações:	---

Em anexo encontra(m)-se a(s) folha(s) de resultado(s) de ensaio.

As informações referentes à Descrição da Amostra, à Referência do Cliente, à Proveniência da Amostra, à Data da Colheita da Amostra e aos Requisitos e Especificações do Cliente, quando existem, são fornecidas pelo cliente. A incerteza expandida apresentada está expressa pela incerteza-padrão, multiplicada pelo fator de expansão k, o qual para uma distribuição "t-student" corresponde a uma probabilidade de expansão de 95%, aproximadamente.

Responsável Técnica do
Laboratório Central

Carla Sousa

MOTA-ENGIL
ENGENHARIA

FOLHA DE RESULTADOS DE ENSAIO

Amostra	Relatório	Página	Data de Início	Data de fim
A1302.25	RE7194.2025	1/1	24/jun/25	25/jun/25

01.04 - Determinação da densidade das partículas
NP 83:1965

Sem secagem prévia do provete ☐ Com secagem prévia do provete ☑

Fração granulométrica a que o resultado se reporta: 0 / 4,75 **mm**
(no caso de ter sido necessário separá-la por peneiração)

CALIBRAÇÃO DO PICNÓMETRO

	Sigla	Unidade de medida	Resultado	
Temperatura de calibração do picnómetro	t_1	(0,5ºC)	24,0	24,0
Massa do picnómetro	m_1	(0,01g)	45,17	46,73
Massa do picnómetro + água	m_2	(0,01g)	147,94	148,25

DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE DAS PARTÍCULAS

	Sigla	Unidade de medida	Resultado		
Numero do picnómetro	-	-	1	2	
Massa do picnómetro + água	m_3	(0,01g)	147,94	148,25	
Massa do picnómetro + provete + água	m_5	(0,01g)	163,72	163,99	
Numero da cápsula / goblé	-	-	1	2	
Massa da cápsula / goblé	A	(0,01g)	45,17	46,73	
Masas do provete seco + cápsula / goblé	B	(0,01g)	70,50	72,01	
Massa do provete seco	m_4=B-A	(0,01g)	25,33	25,28	
Temperatura da água no picnómetro durante o ensaio	t_X	(0,5ºC)	24,0	24,0	
Quociente da densidade da água à temperatura t_X pela densidade da água a 20ºC	K	-	0,999	0,999	
Peso específico das partículas a 20ºC	γ_s	(0,01g/cm^3)	2,65	2,65	
Densidade das partículas a 20ºC	d	-	2,65	2,65	Incerteza expandida (95% confiança)
Densidade média das partículas a 20ºC	d	-	**2,65**		± 0,04

Estes resultados de ensaio só têm validade quando parte integrante de um relatório de ensaio emitido pelo Núcleo Laboratório Central da Mota-Engil, Engenharia e Construção, S.A.

Observações:

Ensaiou	Aprovado
José Pinto	Nuno Pinto

LABORATÓRIO CENTRAL
Zona Industrial de São Caetano
Travessa das Lajes, 174
4405-194 Canelas VNG - Portugal
Telefone: 351 227 169 310
Fax: 351 227 169 312
E-mail: CarlaFerreira@mota-engil.pt
http://engenharia.mota-engil.pt/areas-especializadas/laboratorio-central

FOLHA DE ROSTO DO RELATÓRIO DE ENSAIO

RE7223.2025

Código do Laboratório: **0-LABC**

Localização do Laboratório: **Zona Industrial de S. Caetano - Travessa das Lages, 174 - 4405-194 Vila Nova de Gaia**

Data do Relatório de Ensaio: **2025-06-27**

Cliente: **Luftansa Technik Portugal, S. A.**
Edifício Oceanus, Avenida da Boavista n.º 3265, 4.2
3100-137
Porto

Código da Amostra: **A1303.25**

Descrição da Amostra: **Solo**

Referência do Cliente: **P9 (0.0-1.9)m**

Proveniência da Amostra: **CC17040.600-Geotecnia-MRO Facility for Engine Parts and Aircrafts Components, Geological-Geotechnical and Hydrogeological Survey**

Data de Colheita da Amostra: **Não fornecida pelo Cliente**

Data de Receção da Amostra: **2025-06-04**

Data de Adjudicação do Ensaio: **2025-06-04**

Código do Processo: **L.092.2025**

Descrição do Processo: **Identificação de Solos**

Responsabilidade da Amostragem: **Da responsabilidade da Geotecnia**

Requisitos e Especificações do Cliente: ---

Conclusões/observações: ---

Em anexo encontra(m)-se a(s) folha(s) de resultado(s) de ensaio.

As informações referentes à Descrição da Amostra, à Referência do Cliente, à Proveniência da Amostra, à Data da Colheita da Amostra e aos Requisitos e Especificações do Cliente, quando existem, são fornecidas pelo cliente. A incerteza expandida apresentada está expressa pela incerteza-padrão, multiplicada pelo fator de expansão k, o qual para uma distribuição "t-student" corresponde a uma probabilidade de expansão de 95%, aproximadamente.

Responsável Técnica do
Laboratório Central

Carla Sousa

Este relatório é composto pela folha de rosto e pela(s) folha(s) de resultado(s) de ensaio e não pode ser reproduzido parcialmente. Os resultados apresentados referem-se apenas à amostra ensaiada e os resultados aplicam-se à amostra conforme rececionada. Este ensaio realizou-se nas instalações permanentes do Laboratório Central. Esta folha só tem validade quando parte integrante de um relatório de ensaio emitido pelo Laboratório Central da Mota-Engil, Engenharia e Construção, S. A.

MOTA-ENGIL
ENGENHARIA

RESULTADOS DE ENSAIO

Amostra	Relatório	Página	Data
A1303.25	RE7223.2025	1/2	12/jun/25

01.09 - Análise Granulométrica por Sedimentação
LNEC E 196:1966

PENEIRAÇÃO

Material retido no peneiro nº10

Massa total da amostra seca ao ar	m'_t	0,01 g	7072,80
Massa total da fracção retida no P#nº10	m_{10}	0,01 g	1053,36
Teor de humidade da amostra seca ao ar	w_a	0,1 %	0,00
Massa total da amostra seca	$m_t = m_{10} + (m'_t - m_{10}) \cdot \frac{100}{100+\omega_a}$	0,01 g	7072,80
Percentagem de material retido no P#nº10	$N_{10} = \frac{m_{10}}{m_t} \cdot 100$	0,01 %	14,89

Peneiros		Massa de material retido	% material retido	% acumulada de material retido	% acumulada do material que passa
		m_x	$N_x = \frac{m_x}{m_t} \cdot 100$	N'_x	$N''_x = 100 - N'_x$
#	mm	0,01g	0,01%	0,01%	0,01%
3"	76,20	0,00	0,00	0,00	100,00
2"	50,80	0,00	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	38,10	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25,40	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,10	148,85	2,10	2,10	97,90
3/8"	9,52	87,80	1,24	3,35	96,65
4,00	4,76	271,77	3,84	7,19	92,81
10,00	2,00	544,94	7,70	14,89	85,11

Material passado no peneiro nº10

Massa solo seca ao ar utilizado	m_a	0,01 g	70,50
Teor de humidade do solo seco ao ar	w_a	%	0,00
Massa solo seco utilizado	$m_s = m_a \cdot \frac{100}{100+\omega_a}$	0,01 g	70,50

Peneiros		Massa de material retido	Percentagem de material retido	% acumulada de material retido	% acumulada do material que passa
		m_x	$n'_x = \frac{m_x}{m_b} \cdot 100$	n'_x	$N''_x = (100 - N'_x) \cdot \frac{100 - N_{10}}{100}$
#	mm	0,01g	0,01%	0,01%	0,01%
20	0,840	13,95	19,79	19,79	68,27
40	0,420	10,04	14,24	34,03	56,15
60	0,250	7,38	10,47	44,50	47,24
140	0,106	9,22	13,08	57,57	36,11
200	0,075	2,69	3,82	61,39	32,86

Estes resultados de ensaio só têm validade quando parte integrante de um relatório de ensaio emitido pelo Núcleo Laboratório Central da Mota-Engil, Engenharia e Construção, S.A.

Observações:

Ensaiou	Aprovado
Pedro Martins	Nuno Pinto

MOTA-ENGIL
ENGENHARIA

RESULTADOS DE ENSAIO

Amostra	Relatório	Página	Data
A1303.25	RE7223.2025	2/2	12/jun/25

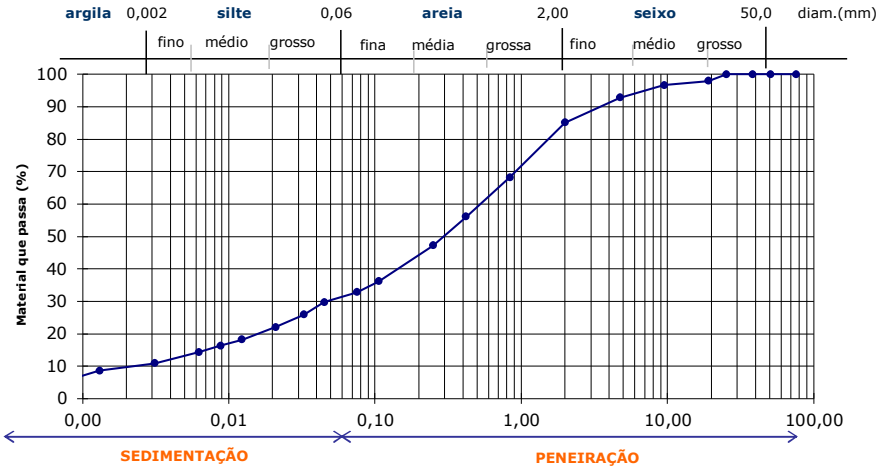
01.09 - Análise Granulométrica por Sedimentação
LNEC E 196:1966

SEDIMENTAÇÃO

Material passado no peneiro nº 200

Correcção do menisco	C_m	-	0,0005
Temperatura de correcção do antifloculante	T	ºC	21
Correcção da temperatura	C_t	-	0,0002
Densidade das partículas	G	0,01 g/cm^3	2,70
Leitura do densímetro em água com anti-floculante	L_a	-	1,0010
Massa solo seco utilizado	m_s	0,01 g	70,50
Correcção do antifloculante	$C_a = L_a - 1.000 + C_t$	-	0,0012

Tempos	1 min	2 min	5 min	15 min	30 min	60 min	250 min	1440 min (24 h)	2880 min (48 h)
Leituras directas do densímetro, Ls	1,016	1,014	1,012	1,010	1,009	1,008	1,006	1,005	1,004
Temperatura , T	21	21	21	21	21	21	22	21	21
Correcções da temperatura, Ct	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0004	0,0002	0,0002
Leituras corrigidas, $L_c=L_s+C_m-C_a+C_t$	1,0155	1,0135	1,0115	1,0095	1,0085	1,0075	1,0057	1,0045	1,0035
% Partículas com diâmetro < D na massa seca utilizada , $n_D = \frac{100000}{m_s} \cdot \frac{G}{G-1} \cdot (L_C - 1)$	34,91864831	30,41301627	25,90738423	21,40175219	19,14893617	16,89612015	12,84105131	10,13767209	7,88485607
Constante de Stokes, K	0,01330452	0,01330452	0,01330452	0,01330452	0,01330452	0,01330452	0,01330452	0,01330452	0,01330452
Profundidades correspondentes às leituras Ls, Z (cm)	11,4862557	11,9544357	12,4226157	12,8907957	13,1248857	13,3589757	13,8271557	14,0612457	14,2953357
Diâmetros partículas correspondentes a N_D, $D = K \cdot \sqrt{\frac{Z}{t}}$	0,045090853	0,032527355	0,020971077	0,012333702	0,008800075	0,006277839	0,003128928	0,00131471	0,000937346
% Partículas com diâmetro < D na massa total amostra , $N_D = n_D \cdot \frac{100 - N_{10}}{100}$	29,71817503	25,8835718	22,04896857	18,21436534	16,29706373	14,37976211	10,9286192	8,627857267	6,710555652



Estes resultados de ensaio só têm validade quando parte integrante de um relatório de ensaio emitido pelo Núcleo Laboratório Central da Mota-Engil, Engenharia e Construção, S.A.

Observações:

Ensaiou	Aprovado
Pedro Martins	Nuno Pinto

LABORATÓRIO CENTRAL
Zona Industrial de São Caetano
Travessa das Lajes, 174
4405-194 Canelas VNG - Portugal
Telefone: 351 227 169 310
Fax: 351 227 169 312
E-mail: CarlaFerreira@mota-engil.pt
http://engenharia.mota-engil.pt/areas-especializadas/laboratorio-central

IPAC acreditação
L0315
ISO/IEC 17025
Ensaios

Este relatório é composto pela folha de rosto e pela(s) folha(s) de resultado(s) de ensaio e não pode ser reproduzido parcialmente. Os resultados apresentados referem-se apenas à amostra ensaiada e os resultados aplicam-se à amostra conforme rececionada. Este ensaio realizou-se nas instalações permanentes do Laboratório Central. Esta folha só tem validade quando parte integrante de um relatório de ensaio emitido pelo Laboratório Central da Mota-Engil, Engenharia e Construção, S. A.

FOLHA DE ROSTO DO RELATÓRIO DE ENSAIO

RE6614.2025

Código do Laboratório:	**0-LABC**
Localização do Laboratório:	**Zona Industrial de S. Caetano - Travessa das Lages, 174 - 4405-194 Vila Nova de Gaia**
Data do Relatório de Ensaio:	**2025-06-27**
Cliente:	**Luftansa Technik Portugal, S. A. Edifício Oceanus, Avenida da Boavista n.º 3265, 4.2 3100-137 Porto**
Código da Amostra:	**A1303.25**
Descrição da Amostra:	**Solo**
Referência do Cliente:	**P9 (0.0-1.9)m**
Proveniência da Amostra:	**CC17040.600-Geotecnia-MRO Facility for Engine Parts and Aircrafts Components, Geological-Geotechnical and Hydrogeological Survey**
Data de Colheita da Amostra:	**Não fornecida pelo Cliente**
Data de Receção da Amostra:	**2025-06-04**
Data de Adjudicação do Ensaio:	**2025-06-04**
Código do Processo:	**L.092.2025**
Descrição do Processo:	**Identificação de Solos**
Responsabilidade da Amostragem:	**Da responsabilidade da Geotecnia**
Requisitos e Especificações do Cliente:	---
Conclusões/observações:	O cálculo do Índice de Plasticidade (IP) não está incluído no âmbito da acreditação.

Em anexo encontra(m)-se a(s) folha(s) de resultado(s) de ensaio.

As informações referentes à Descrição da Amostra, à Referência do Cliente, à Proveniência da Amostra, à Data da Colheita da Amostra e aos Requisitos e Especificações do Cliente, quando existem, são fornecidas pelo cliente. A incerteza expandida apresentada está expressa pela incerteza-padrão, multiplicada pelo fator de expansão k, o qual para uma distribuição "t-student" corresponde a uma probabilidade de expansão de 95%, aproximadamente.

Responsável Técnica do
Laboratório Central

Carla Sousa

MOTA-ENGIL
ENGENHARIA

FOLHA DE RESULTADOS DE ENSAIO

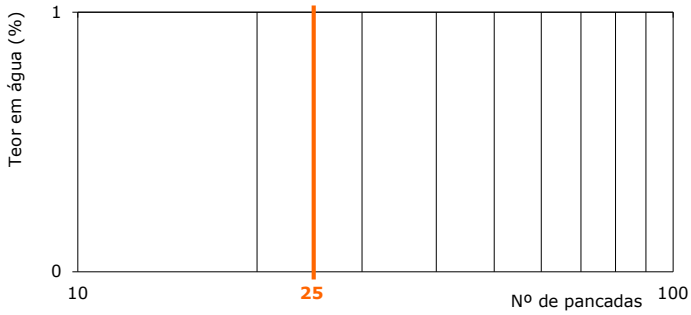
Amostra	Relatório	Página	Data de Início	Data de fim
A1303.25	RE6614.2025	1/1	16/jun/25	17/jun/25

01.03 - Determinação dos limites de consistência
NP 143:1969

Preparação da amostra: Amostra seca na estufa a 105 - 110 ºC [x] Amostra seca ao ar [ ]

Limite de Liquidez

	Sigla	Unidade de medida	Resultado				
Número da cápsula	-	-					
Massa da cápsula	m_1	(0,01g)					
Massa da cápsula contendo solo húmido	m_2	(0,01g)					
Massa da cápsula contendo solo seco	m_3	(0,01g)					
Massa do solo seco	$w_s=m_3-m_1$	(0,01g)					
Massa da água	$w_w=m_2-m_3$	(0,01g)					
Teor em água	$w=\frac{w_w}{w_s}\times 100$	(0,1%)					Incerteza expandida (95% confiança)
Número de pancadas	-	-					
Limite de Liquidez	**LL**	**(%)**	**NP**				± %



Limite de Plasticidade

	Sigla	Unidade de medida	Resultado				
Número da cápsula	-	-					
Massa da cápsula	m_1	(0,01g)					
Massa da cápsula contendo solo húmido	m_2	(0,01g)					
Massa da cápsula contendo solo seco	m_3	(0,01g)					
Massa do solo seco	$w_s=m_3-m_1$	(0,01g)					
Massa da água	$w_w=m_2-m_3$	(0,01g)					Incerteza expandida (95% confiança)
Teor em água	$w=\frac{w_w}{w_s}\times 100$	(0,1%)					
Limite de Plasticidade	**LP**	**(%)**	**NP**				± %
Índice de Plasticidade	**IP**	**(%)**	**NP**				

Estes resultados de ensaio só têm validade quando parte integrante de um relatório de ensaio emitido pelo Núcleo Laboratório Central da Mota-Engil, Engenharia e Construção, S.A.

Observações:
O cálculo do Índice de Plasticidade (IP) não está incluído no âmbito da acreditação.

Ensaiou	Aprovado
José Pinto	Nuno Pinto

LABORATÓRIO CENTRAL
Zona Industrial de São Caetano
Travessa das Lajes, 174
4405-194 Canelas VNG - Portugal
Telefone: 351 227 169 310
Fax: 351 227 169 312
E-mail: CarlaFerreira@mota-engil.pt
http://engenharia.mota-engil.pt/areas-especializadas/laboratorio-central

IPAC acreditação
L0315
ISO/IEC 17025
Ensaios

Este relatório é composto pela folha de rosto e pela(s) folha(s) de resultado(s) de ensaio e não pode ser reproduzido parcialmente. Os resultados apresentados referem-se apenas à amostra ensaiada e os resultados aplicam-se à amostra conforme rececionada. Este ensaio realizou-se nas instalações permanentes do Laboratório Central. Esta folha só tem validade quando parte integrante de um relatório de ensaio emitido pelo Laboratório Central da Mota-Engil, Engenharia e Construção, S. A.

FOLHA DE ROSTO DO RELATÓRIO DE ENSAIO

RE6615.2025

Código do Laboratório:	**0-LABC**
Localização do Laboratório:	**Zona Industrial de S. Caetano - Travessa das Lages, 174 - 4405-194 Vila Nova de Gaia**
Data do Relatório de Ensaio:	**2025-06-27**
Cliente:	**Luftansa Technik Portugal, S. A. Edifício Oceanus, Avenida da Boavista n.º 3265, 4.2 3100-137 Porto**
Código da Amostra:	**A1303.25**
Descrição da Amostra:	**Solo**
Referência do Cliente:	**P9 (0.0-1.9)m**
Proveniência da Amostra:	**CC17040.600-Geotecnia-MRO Facility for Engine Parts and Aircrafts Components, Geological-Geotechnical and Hydrogeological Survey**
Data de Colheita da Amostra:	**Não fornecida pelo Cliente**
Data de Receção da Amostra:	**2025-06-04**
Data de Adjudicação do Ensaio:	**2025-06-04**
Código do Processo:	**L.092.2025**
Descrição do Processo:	**Identificação de Solos**
Responsabilidade da Amostragem:	**Da responsabilidade da Geotecnia**
Requisitos e Especificações do Cliente:	---
Conclusões/observações:	---

Em anexo encontra(m)-se a(s) folha(s) de resultado(s) de ensaio.

As informações referentes à Descrição da Amostra, à Referência do Cliente, à Proveniência da Amostra, à Data da Colheita da Amostra e aos Requisitos e Especificações do Cliente, quando existem, são fornecidas pelo cliente. A incerteza expandida apresentada está expressa pela incerteza-padrão, multiplicada pelo fator de expansão k, o qual para uma distribuição "t-student" corresponde a uma probabilidade de expansão de 95%, aproximadamente.

Responsável Técnica do
Laboratório Central

Carla Sousa

MOTA-ENGIL
ENGENHARIA

FOLHA DE RESULTADOS DE ENSAIO

Amostra	Relatório	Página	Data de Início	Data de fim
A1303.25	RE6615.2025	1/1	5/jun/25	6/jun/25

01.05 - Teor em Água
NP 84:1965

	Sigla	Unidade de medida	Resultado		
Número do recipiente	-	-	50	116	
Massa do recipiente	M_1	g	110	107	
Massa do recipiente + solo húmido	M_2	g	465	481	
Massa do recipiente + solo seco	M_3	g	412	424	
Massa da água	$A=M_2-M_3$	0,1g	53,1	57,2	
Massa do solo seco	$B=M_3-M_1$	0,1g	301,9	316,1	
Teor em água	$W=\frac{A}{B}\times 100$	0,1%	17,6	18,1	Incerteza expandida (95% confiança)
Teor em água	**-**	**0,1%**	**17,8**		± 0,0 %

Estes resultados de ensaio só têm validade quando parte integrante de um relatório de ensaio emitido pelo Núcleo Laboratório Central da Mota-Engil, Engenharia e Construção, S.A.

Observações:

Ensaiou	Aprovado
José Pinto	Nuno Pinto

LABORATÓRIO CENTRAL
Zona Industrial de São Caetano
Travessa das Lajes, 174
4405-194 Canelas VNG - Portugal
Telefone: 351 227 169 310
Fax: 351 227 169 312
E-mail: CarlaFerreira@mota-engil.pt
http://engenharia.mota-engil.pt/areas-especializadas/laboratorio-central

IPAC acreditação
L0315
ISO/IEC 17025
Ensaios

Este relatório é composto pela folha de rosto e pela(s) folha(s) de resultado(s) de ensaio e não pode ser reproduzido parcialmente. Os resultados apresentados referem-se apenas à amostra ensaiada e os resultados aplicam-se à amostra conforme rececionada. Este ensaio realizou-se nas instalações permanentes do Laboratório Central. Esta folha só tem validade quando parte integrante de um relatório de ensaio emitido pelo Laboratório Central da Mota-Engil, Engenharia e Construção, S. A.

FOLHA DE ROSTO DO RELATÓRIO DE ENSAIO

RE7224.2025

Código do Laboratório:	**0-LABC**
Localização do Laboratório:	**Zona Industrial de S. Caetano - Travessa das Lages, 174 - 4405-194 Vila Nova de Gaia**
Data do Relatório de Ensaio:	**2025-06-27**
Cliente:	**Luftansa Technik Portugal, S. A. Edifício Oceanus, Avenida da Boavista n.º 3265, 4.2 3100-137 Porto**
Código da Amostra:	**A1303.25**
Descrição da Amostra:	**Solo**
Referência do Cliente:	**P9 (0.0-1.9)m**
Proveniência da Amostra:	**CC17040.600-Geotecnia-MRO Facility for Engine Parts and Aircrafts Components, Geological-Geotechnical and Hydrogeological Survey**
Data de Colheita da Amostra:	**Não fornecida pelo Cliente**
Data de Receção da Amostra:	**2025-06-04**
Data de Adjudicação do Ensaio:	**2025-06-04**
Código do Processo:	**L.092.2025**
Descrição do Processo:	**Identificação de Solos**
Responsabilidade da Amostragem:	**Da responsabilidade da Geotecnia**
Requisitos e Especificações do Cliente:	---
Conclusões/observações:	---

Em anexo encontra(m)-se a(s) folha(s) de resultado(s) de ensaio.

As informações referentes à Descrição da Amostra, à Referência do Cliente, à Proveniência da Amostra, à Data da Colheita da Amostra e aos Requisitos e Especificações do Cliente, quando existem, são fornecidas pelo cliente. A incerteza expandida apresentada está expressa pela incerteza-padrão, multiplicada pelo fator de expansão k, o qual para uma distribuição "t-student" corresponde a uma probabilidade de expansão de 95%, aproximadamente.

Responsável Técnica do
Laboratório Central

Carla Sousa

MOTA-ENGIL
ENGENHARIA

FOLHA DE RESULTADOS DE ENSAIO

Amostra	Relatório	Página	Data de Início	Data de fim
A1303.25	RE7224.2025	1/1	16/jun/25	18/jun/25

01.04 - Determinação da densidade das partículas
NP 83:1965

Sem secagem prévia do provete ☐ Com secagem prévia do provete ☑

Fração granulométrica a que o resultado se reporta: 0 / 4,75 **mm**
(no caso de ter sido necessário separá-la por peneiração)

CALIBRAÇÃO DO PICNÓMETRO

	Sigla	Unidade de medida	Resultado	
Temperatura de calibração do picnómetro	t_1	(0,5ºC)	21,0	24,0
Massa do picnómetro	m_1	(0,01g)	48,34	45,17
Massa do picnómetro + água	m_2	(0,01g)	150,97	147,94

DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE DAS PARTÍCULAS

	Sigla	Unidade de medida	Resultado		
Numero do picnómetro	-	-	4	1	
Massa do picnómetro + água	m_3	(0,01g)	150,79	147,86	
Massa do picnómetro + provete + água	m_5	(0,01g)	166,92	164,03	
Numero da cápsula / goblé	-	-	4	1	
Massa da cápsula / goblé	A	(0,01g)	48,30	45,16	
Masas do provete seco + cápsula / goblé	B	(0,01g)	73,91	70,79	
Massa do provete seco	m_4=B-A	(0,01g)	25,61	25,63	
Temperatura da água no picnómetro durante o ensaio	t_X	(0,5ºC)	26,0	26,0	
Quociente da densidade da água à temperatura t_X pela densidade da água a 20ºC	K	-	0,999	0,999	
Peso específico das partículas a 20ºC	γ_s	(0,01g/cm^3)	2,70	2,71	
Densidade das partículas a 20ºC	d	-	2,70	2,71	Incerteza expandida (95% confiança)
Densidade média das partículas a 20ºC	d	-	**2,70**		± 0,04

Estes resultados de ensaio só têm validade quando parte integrante de um relatório de ensaio emitido pelo Núcleo Laboratório Central da Mota-Engil, Engenharia e Construção, S.A.

Observações:

Ensaiou	Aprovado
Pedro Martins	Nuno Pinto

LABORATÓRIO CENTRAL
Zona Industrial de São Caetano
Travessa das Lajes, 174
4405-194 Canelas VNG - Portugal
Telefone: 351 227 169 310
Fax: 351 227 169 312
E-mail: CarlaFerreira@mota-engil.pt
http://engenharia.mota-engil.pt/areas-especializadas/laboratorio-central

FOLHA DE ROSTO DO RELATÓRIO DE ENSAIO

RE7195.2025

Código do Laboratório:	**0-LABC**
Localização do Laboratório:	**Zona Industrial de S. Caetano - Travessa das Lages, 174 - 4405-194 Vila Nova de Gaia**
Data do Relatório de Ensaio:	**2025-06-27**
Cliente:	**Luftansa Technik Portugal, S. A. Edifício Oceanus, Avenida da Boavista n.º 3265, 4.2 3100-137 Porto**
Código da Amostra:	**A1304.25**
Descrição da Amostra:	**Solo**
Referência do Cliente:	**P10 (0.2-3.0)m**
Proveniência da Amostra:	**CC17040.600-Geotecnia-MRO Facility for Engine Parts and Aircrafts Components, Geological-Geotechnical and Hydrogeological Survey**
Data de Colheita da Amostra:	**Não fornecida pelo Cliente**
Data de Receção da Amostra:	**2025-06-04**
Data de Adjudicação do Ensaio:	**2025-06-04**
Código do Processo:	**L.092.2025**
Descrição do Processo:	**Identificação de Solos**
Responsabilidade da Amostragem:	**Da responsabilidade da Geotecnia**
Requisitos e Especificações do Cliente:	---
Conclusões/observações:	---

Em anexo encontra(m)-se a(s) folha(s) de resultado(s) de ensaio.

As informações referentes à Descrição da Amostra, à Referência do Cliente, à Proveniência da Amostra, à Data da Colheita da Amostra e aos Requisitos e Especificações do Cliente, quando existem, são fornecidas pelo cliente. A incerteza expandida apresentada está expressa pela incerteza-padrão, multiplicada pelo fator de expansão k, o qual para uma distribuição "t-student" corresponde a uma probabilidade de expansão de 95%, aproximadamente.

Responsável Técnica do
Laboratório Central

Carla Sousa

Este relatório é composto pela folha de rosto e pela(s) folha(s) de resultado(s) de ensaio e não pode ser reproduzido parcialmente. Os resultados apresentados referem-se apenas à amostra ensaiada e os resultados aplicam-se à amostra conforme rececionada. Este ensaio realizou-se nas instalações permanentes do Laboratório Central. Esta folha só tem validade quando parte integrante de um relatório de ensaio emitido pelo Laboratório Central da Mota-Engil, Engenharia e Construção, S. A.

MOTA-ENGIL
ENGENHARIA

RESULTADOS DE ENSAIO

Amostra	Relatório	Página	Data
A1304.25	RE7195.2025	1/2	11/jun/25

01.09 - Análise Granulométrica por Sedimentação
LNEC E 196:1966

PENEIRAÇÃO

Material retido no peneiro nº10

Massa total da amostra seca ao ar	m'_t	0,01 g	9293,70
Massa total da fracção retida no P#nº10	m_{10}	0,01 g	1119,96
Teor de humidade da amostra seca ao ar	w_a	0,1 %	0,00
Massa total da amostra seca	$m_t = m_{10} + (m'_t - m_{10}) \cdot \frac{100}{100+\omega_a}$	0,01 g	9293,70
Percentagem de material retido no P#nº10	$N_{10} = \frac{m_{10}}{m_t} \cdot 100$	0,01 %	12,05

Peneiros		Massa de material retido	% material retido	% acumulada de material retido	% acumulada do material que passa
		m_x	$N_x = \frac{m_x}{m_t} \cdot 100$	N'_x	$N''_x = 100 - N'_x$
#	mm	0,01g	0,01%	0,01%	0,01%
3"	76,20	0,00	0,00	0,00	100,00
2"	50,80	0,01	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	38,10	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25,40	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,10	20,02	0,22	0,22	99,78
3/8"	9,52	161,07	1,73	1,95	98,05
4,00	4,76	207,35	2,23	4,18	95,82
10,00	2,00	731,51	7,87	12,05	87,95

Material passado no peneiro nº10

Massa solo seca ao ar utilizado	m_a	0,01 g	75,10
Teor de humidade do solo seco ao ar	w_a	%	0,00
Massa solo seco utilizado	$m_s = m_a \cdot \frac{100}{100+\omega_a}$	0,01 g	75,10

Peneiros		Massa de material retido	Percentagem de material retido	% acumulada de material retido	% acumulada do material que passa
		m_x	$n'_x = \frac{m_x}{m_b} \cdot 100$	n'_x	$N''_x = (100 - N'_x) \cdot \frac{100 - N_{10}}{100}$
#	mm	0,01g	0,01%	0,01%	0,01%
20	0,840	12,58	16,75	16,75	73,22
40	0,420	12,55	16,71	33,46	58,52
60	0,250	11,52	15,34	48,80	45,03
140	0,106	7,95	10,59	59,39	35,72
200	0,075	1,01	1,34	60,73	34,54

Estes resultados de ensaio só têm validade quando parte integrante de um relatório de ensaio emitido pelo Núcleo Laboratório Central da Mota-Engil, Engenharia e Construção, S.A.

Observações:

Ensaiou	Aprovado
Pedro Martins	Nuno Pinto

MOTA-ENGIL
ENGENHARIA

RESULTADOS DE ENSAIO

Amostra	Relatório	Página	Data
A1304.25	RE7195.2025	2/2	11/jun/25

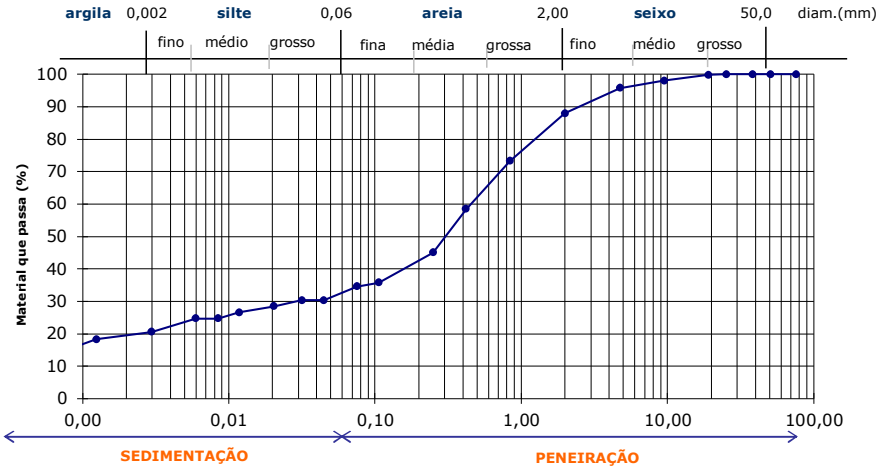
01.09 - Análise Granulométrica por Sedimentação
LNEC E 196:1966

SEDIMENTAÇÃO

Material passado no peneiro nº 200

Correcção do menisco	C_m	-	0,0005
Temperatura de correcção do antifloculante	T	ºC	21
Correcção da temperatura	C_t	-	0,0002
Densidade das partículas	G	0,01 g/cm^3	2,64
Leitura do densímetro em água com anti-floculante	L_a	-	1,0010
Massa solo seco utilizado	m_s	0,01 g	75,10
Correcção do antifloculante	$C_a = L_a - 1.000 + C_t$	-	0,0012

Tempos	1 min	2 min	5 min	15 min	30 min	60 min	250 min	1440 min (24 h)	2880 min (48 h)
Leituras directas do densímetro, Ls	1,016	1,016	1,015	1,014	1,013	1,013	1,011	1,010	1,009
Temperatura , T	24	24	24	24	24	24	23	22	21
Correcções da temperatura, Ct	0,0008	0,0008	0,0008	0,0008	0,0008	0,0008	0,0006	0,0004	0,0002
Leituras corrigidas, $L_c=L_s+C_m-C_a+C_t$	1,0161	1,0161	1,0151	1,0141	1,0131	1,0131	1,0109	1,0097	1,0085
% Partículas com diâmetro < D na massa seca utilizada , $n_D = \frac{100000}{m_s} \cdot \frac{G}{G-1} \cdot (L_C - 1)$	34,51008412	34,51008412	32,36660063	30,22311714	28,07963366	28,07963366	23,36396999	20,79178981	18,21960963
Constante de Stokes, K	0,013225303	0,013225303	0,013225303	0,013225303	0,013225303	0,013225303	0,013225303	0,013225303	0,013225303
Profundidades correspondentes às leituras Ls, Z (cm)	11,4862557	11,4862557	11,7203457	11,9544357	12,1885257	12,1885257	12,6567057	12,8907957	13,1248857
Diâmetros partículas correspondentes a N_D, $D = K \cdot \sqrt{\frac{Z}{t}}$	0,044822374	0,031694205	0,020248405	0,011806591	0,008429864	0,005960814	0,002975747	0,001251308	0,000892806
% Partículas com diâmetro < D na massa total amostra , $N_D = n_D \cdot \frac{100 - N_{10}}{100}$	30,35136184	30,35136184	28,46618408	26,58100633	24,69582857	24,69582857	20,54843752	18,28622421	16,02401091



Estes resultados de ensaio só têm validade quando parte integrante de um relatório de ensaio emitido pelo Núcleo Laboratório Central da Mota-Engil, Engenharia e Construção, S.A.

Observações:

Ensaiou	Aprovado
Pedro Martins	Nuno Pinto

LABORATÓRIO CENTRAL
Zona Industrial de São Caetano
Travessa das Lajes, 174
4405-194 Canelas VNG - Portugal
Telefone: 351 227 169 310
Fax: 351 227 169 312
E-mail: CarlaFerreira@mota-engil.pt
http://engenharia.mota-engil.pt/areas-especializadas/laboratorio-central

IPAC acreditação
L0315
ISO/IEC 17025
Ensaios

Este relatório é composto pela folha de rosto e pela(s) folha(s) de resultado(s) de ensaio e não pode ser reproduzido parcialmente. Os resultados apresentados referem-se apenas à amostra ensaiada e os resultados aplicam-se à amostra conforme rececionada. Este ensaio realizou-se nas instalações permanentes do Laboratório Central. Esta folha só tem validade quando parte integrante de um relatório de ensaio emitido pelo Laboratório Central da Mota-Engil, Engenharia e Construção, S. A.

FOLHA DE ROSTO DO RELATÓRIO DE ENSAIO

RE6617.2025

Código do Laboratório:	**0-LABC**
Localização do Laboratório:	**Zona Industrial de S. Caetano - Travessa das Lages, 174 - 4405-194 Vila Nova de Gaia**
Data do Relatório de Ensaio:	**2025-06-27**
Cliente:	**Luftansa Technik Portugal, S. A. Edifício Oceanus, Avenida da Boavista n.º 3265, 4.2 3100-137 Porto**
Código da Amostra:	**A1304.25**
Descrição da Amostra:	**Solo**
Referência do Cliente:	**P10 (0.2-3.0)m**
Proveniência da Amostra:	**CC17040.600-Geotecnia-MRO Facility for Engine Parts and Aircrafts Components, Geological-Geotechnical and Hydrogeological Survey**
Data de Colheita da Amostra:	**Não fornecida pelo Cliente**
Data de Receção da Amostra:	**2025-06-04**
Data de Adjudicação do Ensaio:	**2025-06-04**
Código do Processo:	**L.092.2025**
Descrição do Processo:	**Identificação de Solos**
Responsabilidade da Amostragem:	**Da responsabilidade da Geotecnia**
Requisitos e Especificações do Cliente:	---
Conclusões/observações:	O cálculo do Índice de Plasticidade (IP) não está incluído no âmbito da acreditação.

Em anexo encontra(m)-se a(s) folha(s) de resultado(s) de ensaio.

As informações referentes à Descrição da Amostra, à Referência do Cliente, à Proveniência da Amostra, à Data da Colheita da Amostra e aos Requisitos e Especificações do Cliente, quando existem, são fornecidas pelo cliente. A incerteza expandida apresentada está expressa pela incerteza-padrão, multiplicada pelo fator de expansão k, o qual para uma distribuição "t-student" corresponde a uma probabilidade de expansão de 95%, aproximadamente.

Responsável Técnica do
Laboratório Central

Carla Sousa

MOTA-ENGIL
ENGENHARIA

FOLHA DE RESULTADOS DE ENSAIO

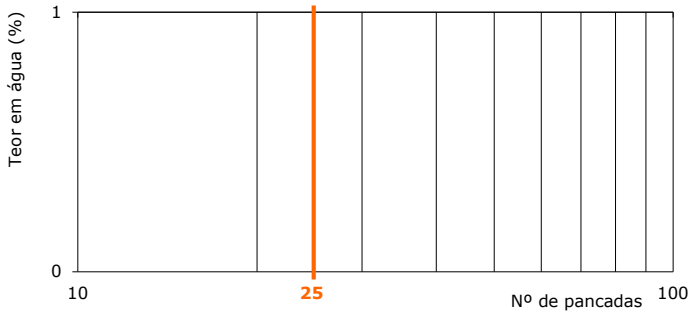
Amostra	Relatório	Página	Data de Início	Data de fim
A1304.25	RE6617.2025	1/1	16/jun/25	17/jun/25

01.03 - Determinação dos limites de consistência
NP 143:1969

Preparação da amostra: Amostra seca na estufa a 105 - 110 ºC [x] Amostra seca ao ar [ ]

Limite de Liquidez

	Sigla	Unidade de medida	Resultado				
Número da cápsula	-	-					
Massa da cápsula	m_1	(0,01g)					
Massa da cápsula contendo solo húmido	m_2	(0,01g)					
Massa da cápsula contendo solo seco	m_3	(0,01g)					
Massa do solo seco	$w_s=m_3-m_1$	(0,01g)					
Massa da água	$w_w=m_2-m_3$	(0,01g)					
Teor em água	$w=\frac{w_w}{w_s}\times 100$	(0,1%)					Incerteza expandida (95% confiança)
Número de pancadas	-	-					
Limite de Liquidez	**LL**	**(%)**	**NP**				± %



Limite de Plasticidade

	Sigla	Unidade de medida	Resultado				
Número da cápsula	-	-					
Massa da cápsula	m_1	(0,01g)					
Massa da cápsula contendo solo húmido	m_2	(0,01g)					
Massa da cápsula contendo solo seco	m_3	(0,01g)					
Massa do solo seco	$w_s=m_3-m_1$	(0,01g)					
Massa da água	$w_w=m_2-m_3$	(0,01g)					Incerteza expandida (95% confiança)
Teor em água	$w=\frac{w_w}{w_s}\times 100$	(0,1%)					
Limite de Plasticidade	**LP**	**(%)**	**NP**				± %
Índice de Plasticidade	**IP**	**(%)**	**NP**				

Estes resultados de ensaio só têm validade quando parte integrante de um relatório de ensaio emitido pelo Núcleo Laboratório Central da Mota-Engil, Engenharia e Construção, S.A.

Observações:
O cálculo do Índice de Plasticidade (IP) não está incluído no âmbito da acreditação.

Ensaiou	Aprovado
José Pinto	Nuno Pinto

LABORATÓRIO CENTRAL
Zona Industrial de São Caetano
Travessa das Lajes, 174
4405-194 Canelas VNG - Portugal
Telefone: 351 227 169 310
Fax: 351 227 169 312
E-mail: CarlaFerreira@mota-engil.pt
http://engenharia.mota-engil.pt/areas-especializadas/laboratorio-central

IPAC acreditação
L0315
ISO/IEC 17025
Ensaios

Este relatório é composto pela folha de rosto e pela(s) folha(s) de resultado(s) de ensaio e não pode ser reproduzido parcialmente. Os resultados apresentados referem-se apenas à amostra ensaiada e os resultados aplicam-se à amostra conforme rececionada. Este ensaio realizou-se nas instalações permanentes do Laboratório Central. Esta folha só tem validade quando parte integrante de um relatório de ensaio emitido pelo Laboratório Central da Mota-Engil, Engenharia e Construção, S. A.

FOLHA DE ROSTO DO RELATÓRIO DE ENSAIO

RE6618.2025

Código do Laboratório:	**0-LABC**
Localização do Laboratório:	**Zona Industrial de S. Caetano - Travessa das Lages, 174 - 4405-194 Vila Nova de Gaia**
Data do Relatório de Ensaio:	**2025-06-27**
Cliente:	**Luftansa Technik Portugal, S. A. Edifício Oceanus, Avenida da Boavista n.º 3265, 4.2 3100-137 Porto**
Código da Amostra:	**A1304.25**
Descrição da Amostra:	**Solo**
Referência do Cliente:	**P10 (0.2-3.0)m**
Proveniência da Amostra:	**CC17040.600-Geotecnia-MRO Facility for Engine Parts and Aircrafts Components, Geological-Geotechnical and Hydrogeological Survey**
Data de Colheita da Amostra:	**Não fornecida pelo Cliente**
Data de Receção da Amostra:	**2025-06-04**
Data de Adjudicação do Ensaio:	**2025-06-04**
Código do Processo:	**L.092.2025**
Descrição do Processo:	**Identificação de Solos**
Responsabilidade da Amostragem:	**Da responsabilidade da Geotecnia**
Requisitos e Especificações do Cliente:	---
Conclusões/observações:	---

Em anexo encontra(m)-se a(s) folha(s) de resultado(s) de ensaio.

As informações referentes à Descrição da Amostra, à Referência do Cliente, à Proveniência da Amostra, à Data da Colheita da Amostra e aos Requisitos e Especificações do Cliente, quando existem, são fornecidas pelo cliente. A incerteza expandida apresentada está expressa pela incerteza-padrão, multiplicada pelo fator de expansão k, o qual para uma distribuição "t-student" corresponde a uma probabilidade de expansão de 95%, aproximadamente.

Responsável Técnica do
Laboratório Central

Carla Sousa

MOTA-ENGIL
ENGENHARIA

FOLHA DE RESULTADOS DE ENSAIO

Amostra	Relatório	Página	Data de Início	Data de fim
A1304.25	RE6618.2025	1/1	9/jun/25	11/jun/25

01.05 - Teor em Água
NP 84:1965

	Sigla	Unidade de medida	Resultado		
Número do recipiente	-	-	23	36	
Massa do recipiente	M_1	g	109	108	
Massa do recipiente + solo húmido	M_2	g	360	466	
Massa do recipiente + solo seco	M_3	g	333	425	
Massa da água	$A=M_2-M_3$	0,1g	26,8	41,2	
Massa do solo seco	$B=M_3-M_1$	0,1g	224,1	316,9	
Teor em água	$W=\frac{A}{B}\times 100$	0,1%	12,0	13,0	Incerteza expandida (95% confiança)
Teor em água	**-**	**0,1%**	**12,5**		± 0,0 %

Estes resultados de ensaio só têm validade quando parte integrante de um relatório de ensaio emitido pelo Núcleo Laboratório Central da Mota-Engil, Engenharia e Construção, S.A.

LABC.004.8

Observações:

Ensaiou José Pinto

Aprovado Nuno Pinto

LABORATÓRIO CENTRAL
Zona Industrial de São Caetano
Travessa das Lajes, 174
4405-194 Canelas VNG - Portugal
Telefone: 351 227 169 310
Fax: 351 227 169 312
E-mail: CarlaFerreira@mota-engil.pt
http://engenharia.mota-engil.pt/areas-especializadas/laboratorio-central

FOLHA DE ROSTO DO RELATÓRIO DE ENSAIO

RE6619.2025

Código do Laboratório:	**0-LABC**
Localização do Laboratório:	**Zona Industrial de S. Caetano - Travessa das Lages, 174 - 4405-194 Vila Nova de Gaia**
Data do Relatório de Ensaio:	**2025-06-27**
Cliente:	**Luftansa Technik Portugal, S. A. Edifício Oceanus, Avenida da Boavista n.º 3265, 4.2 3100-137 Porto**
Código da Amostra:	**A1304.25**
Descrição da Amostra:	**Solo**
Referência do Cliente:	**P10 (0.2-3.0)m**
Proveniência da Amostra:	**CC17040.600-Geotecnia-MRO Facility for Engine Parts and Aircrafts Components, Geological-Geotechnical and Hydrogeological Survey**
Data de Colheita da Amostra:	**Não fornecida pelo Cliente**
Data de Receção da Amostra:	**2025-06-04**
Data de Adjudicação do Ensaio:	**2025-06-04**
Código do Processo:	**L.092.2025**
Descrição do Processo:	**Identificação de Solos**
Responsabilidade da Amostragem:	**Da responsabilidade da Geotecnia**
Requisitos e Especificações do Cliente:	---
Conclusões/observações:	---

Este relatório é composto pela folha de rosto e pela(s) folha(s) de resultado(s) de ensaio e não pode ser reproduzido parcialmente. Os resultados apresentados referem-se apenas à amostra ensaiada e os resultados aplicam-se à amostra conforme rececionada. Este ensaio realizou-se nas instalações permanentes do Laboratório Central. Esta folha só tem validade quando parte integrante de um relatório de ensaio emitido pelo Laboratório Central da Mota-Engil, Engenharia e Construção, S. A.

Em anexo encontra(m)-se a(s) folha(s) de resultado(s) de ensaio.

As informações referentes à Descrição da Amostra, à Referência do Cliente, à Proveniência da Amostra, à Data da Colheita da Amostra e aos Requisitos e Especificações do Cliente, quando existem, são fornecidas pelo cliente. A incerteza expandida apresentada está expressa pela incerteza-padrão, multiplicada pelo fator de expansão k, o qual para uma distribuição "t-student" corresponde a uma probabilidade de expansão de 95%, aproximadamente.

Responsável Técnica do
Laboratório Central

Carla Sousa

MOTA-ENGIL
ENGENHARIA

RESULTADOS DE ENSAIO

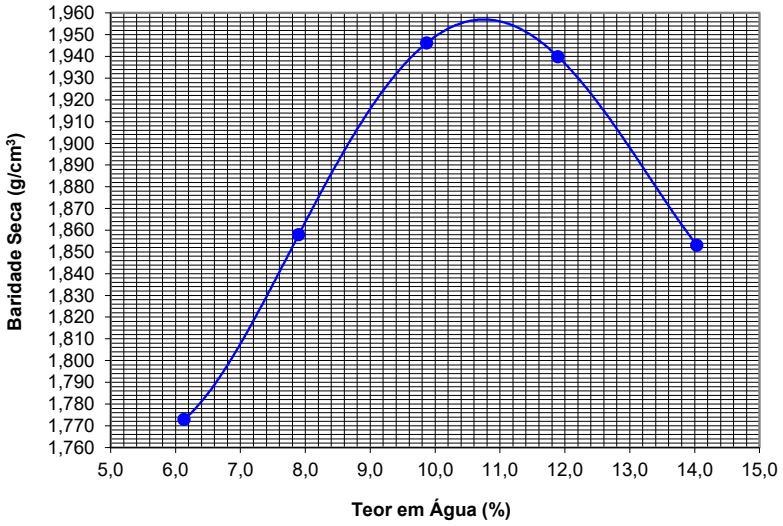
Amostra	Relatório	Página	Data
A1304.25	RE6619.2025	1/1	6/jun/25

01.10 - Compactação Proctor
LNEC E 197:1966

Tipo de compactação	Peso do Pilão (g)	Altura de queda (mm)	Volume do molde-V (cm^3)
Pesada em molde grande	Pesado: 4540	Pilão pesado: 457	2104

N.º de Camadas	Nº de Pancadas/Camada	Peso do molde-P_m (g)
5	55	5016

Peso do molde + solo humido	P_t	g	8975		9234		9515		9583		9462		---	
Peso do solo humido	$P=P_t-P_m$	g	3959		4218		4499		4567		4446		---	
Baridade Húmida	$\gamma_w = \frac{P}{V}$	0,001g/cm³	1,882		2,005		2,138		2,171		2,113		---	
N.º da cápsula			116	50	118	88	74	78	19	66	40	44	---	---
Peso da cápsula	m_1	0,01g	107,44	109,74	108,63	103,20	115,02	100,91	108,04	108,61	109,56	100,36	---	---
Peso da cápsula + solo humido	m_2	0,01g	574,20	610,24	538,98	625,15	573,94	599,36	508,81	526,40	467,20	458,05	---	---
Peso da cápsula + solo seco	m_3	0,01g	547,36	581,17	507,55	586,85	533,04	554,23	466,01	482,21	423,82	413,40	---	---
Peso do solo seco	$P_s=m_3-m_1$	0,01g	439,92	471,43	398,92	483,65	418,02	453,32	357,97	373,60	314,26	313,04	---	---
Peso da água	$P_w=m_2-m_3$	0,01g	26,84	29,07	31,43	38,30	40,90	45,13	42,80	44,19	43,38	44,65	---	---
Teor em água	$\frac{P_w}{P_s} \times 100$	0,1%	6,1	6,2	7,9	7,9	9,8	10,0	12,0	11,8	13,8	14,3	---	---
Teor médio	w	0,1%	6,1		7,9		9,9		11,9		14,0		---	
Baridade Seca	$\gamma_s = \frac{\gamma_w \times 100}{w + 100}$	0,001g/cm³	**1,773**		**1,858**		**1,946**		**1,940**		**1,853**		**---**	



Baridade Seca Máxima
(0,001g/cm³)

1,957

Teor em Água Optimo
(0,1%)

10,7

Este boletim de ensaio só tem validade quando parte integrante de um relatório de ensaio emitido pelo Núcleo Laboratório Central da Mota-Engil, Engenharia e Construção, S.A.

Observações:

Ensaiou	Aprovado
José Pinto	Nuno Pinto

LABORATÓRIO CENTRAL
Zona Industrial de São Caetano
Travessa das Lajes, 174
4405-194 Canelas VNG - Portugal
Telefone: 351 227 169 310
Fax: 351 227 169 312
E-mail: CarlaFerreira@mota-engil.pt
http://engenharia.mota-engil.pt/areas-especializadas/laboratorio-central

FOLHA DE ROSTO DO RELATÓRIO DE ENSAIO

RE6620.2025

Código do Laboratório:	**0-LABC**
Localização do Laboratório:	**Zona Industrial de S. Caetano - Travessa das Lages, 174 - 4405-194 Vila Nova de Gaia**
Data do Relatório de Ensaio:	**2025-06-27**
Cliente:	**Luftansa Technik Portugal, S. A. Edifício Oceanus, Avenida da Boavista n.º 3265, 4.2 3100-137 Porto**
Código da Amostra:	**A1304.25**
Descrição da Amostra:	**Solo**
Referência do Cliente:	**P10 (0.2-3.0)m**
Proveniência da Amostra:	**CC17040.600-Geotecnia-MRO Facility for Engine Parts and Aircrafts Components, Geological-Geotechnical and Hydrogeological Survey**
Data de Colheita da Amostra:	**Não fornecida pelo Cliente**
Data de Receção da Amostra:	**2025-06-04**
Data de Adjudicação do Ensaio:	**2025-06-04**
Código do Processo:	**L.092.2025**
Descrição do Processo:	**Identificação de Solos**
Responsabilidade da Amostragem:	**Da responsabilidade da Geotecnia**
Requisitos e Especificações do Cliente:	---
Conclusões/observações:	---

Em anexo encontra(m)-se a(s) folha(s) de resultado(s) de ensaio.

As informações referentes à Descrição da Amostra, à Referência do Cliente, à Proveniência da Amostra, à Data da Colheita da Amostra e aos Requisitos e Especificações do Cliente, quando existem, são fornecidas pelo cliente. A incerteza expandida apresentada está expressa pela incerteza-padrão, multiplicada pelo fator de expansão k, o qual para uma distribuição "t-student" corresponde a uma probabilidade de expansão de 95%, aproximadamente.

Responsável Técnica do
Laboratório Central

Carla Sousa

Este relatório é composto pela folha de rosto e pela(s) folha(s) de resultado(s) de ensaio e não pode ser reproduzido parcialmente. Os resultados apresentados referem-se apenas à amostra ensaiada e os resultados aplicam-se à amostra conforme rececionada. Este ensaio realizou-se nas instalações permanentes do Laboratório Central. Esta folha só tem validade quando parte integrante de um relatório de ensaio emitido pelo Laboratório Central da Mota-Engil, Engenharia e Construção, S. A.

MOTA-ENGIL
ENGENHARIA

RESULTADOS DE ENSAIO

Amostra	Relatório	Página	Data
A1304.25	RE6620.2025	1/2	12/jun/25

01.11 - Índice Californiano de Capacidade de Carga
LNEC E 198:1967

N.º de Pancadas por camada			55	25	12
N.º do Molde			4	5	6
Peso do molde	P_m	g	6185	6274	6377
Volume do molde	V_m	cm^3	2103	2088	2092
Altura do molde	H_m	mm	116	115	115
Peso do molde + solo humido	P_t	g	10749	10509	10495
Peso do solo humido	$P=P_t - P_m$	g	4564	4235	4118
Baridade Húmida Inicial	$\gamma_w = \frac{P}{V}$	$0,001g/cm^3$	2,170	2,028	1,968

Número da cápsula			Antes Embebição	Após Embebição	Antes Embebição	Após Embebição	Antes Embebição	Após Embebição
			53	87	39	73	96	42
Peso da cápsula	m_1	0,01g	114,76	110,07	107,71	98,91	99,44	100,74
Peso da cápsula + solo húmido	m_2	0,01g	695,94	587,28	680,94	567,75	582,94	520,86
Peso da cápsula + solo seco	m_3	0,01g	639,10	532,18	624,12	503,68	532,87	460,84
Peso do solo seco	$P_s=m_3 - m_1$	0,01g	524,34	422,11	516,41	404,77	433,43	360,1
Peso da água	$P_w=m_2 - m_3$	0,01g	56,84	55,1	56,82	64,07	50,07	60,02
Teor em água	$\frac{P_w}{P_s} \times 100$	0,1%	10,8	13,1	11,0	15,8	11,6	16,7
Baridade Seca	$\gamma_s = \frac{\gamma_w \times 100}{w + 100}$	0,1%	1,958	1,952	1,827	1,815	1,765	1,759
Baridade Seca Máxima	$\gamma_{s\ máx}$	0,1%	1,957					
Grau de Compactação	$\frac{\gamma_s}{\gamma_{s\ máx}} \times 100$	%	100	100	93	93	90	90

EMBEBIÇÃO

Data de embebição		Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
		12/jun/25	16/jun/25	12/jun/25	16/jun/25	12/jun/25	16/jun/25
Leituras no comparador	0,01mm	0,00	0,12	0,00	0,25	0,00	0,30

CARACTERISTICAS APÓS A EMBEBIÇÃO

Peso do molde + solo húmido	P'_t	g	10826	10663	10670
Peso da água absorvida	$P'_t - Pt$	g	77	154	175
Baridade Húmida Final	$\frac{P'_t - P_m}{V_m}$	$0,001g/cm^3$	2,207	2,102	2,052
Expansão	$\frac{L}{H_m} \times 100$	0,1%	0,10	0,22	0,26
Expansão (95% CR)		%	0		

Estes resultados de ensaio só têm validade quando parte integrante de um relatório de ensaio emitido pelo Núcleo Laboratório Central da Mota-Engil, Engenharia e Construção, S.A.

Observações:

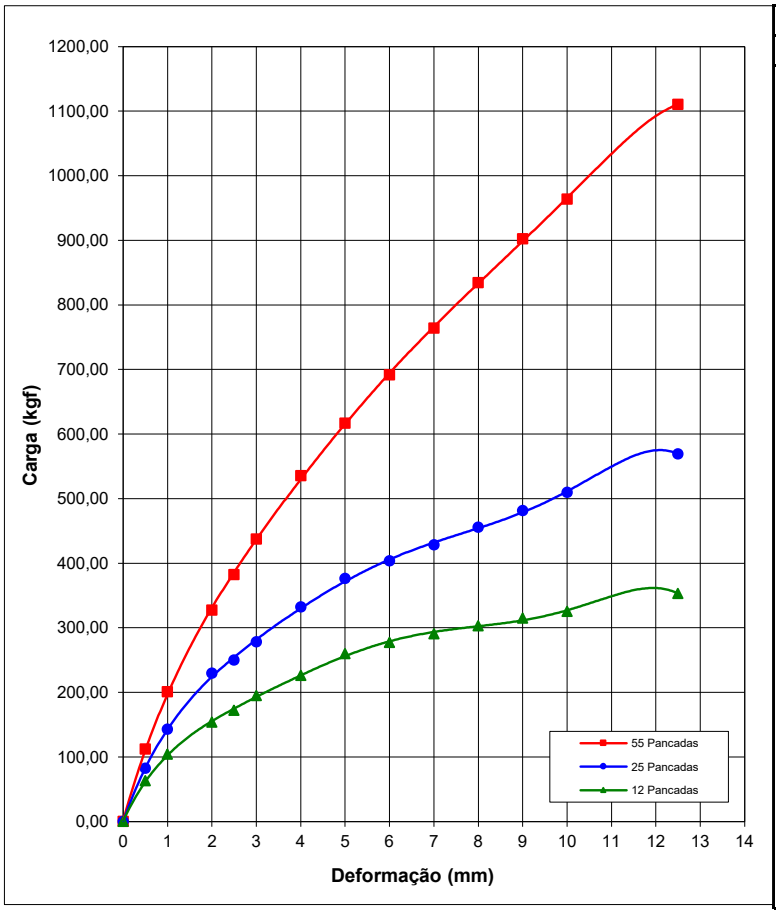
Ensaiou	Aprovado
José Pinto	Nuno Pinto

MOTA-ENGIL
ENGENHARIA

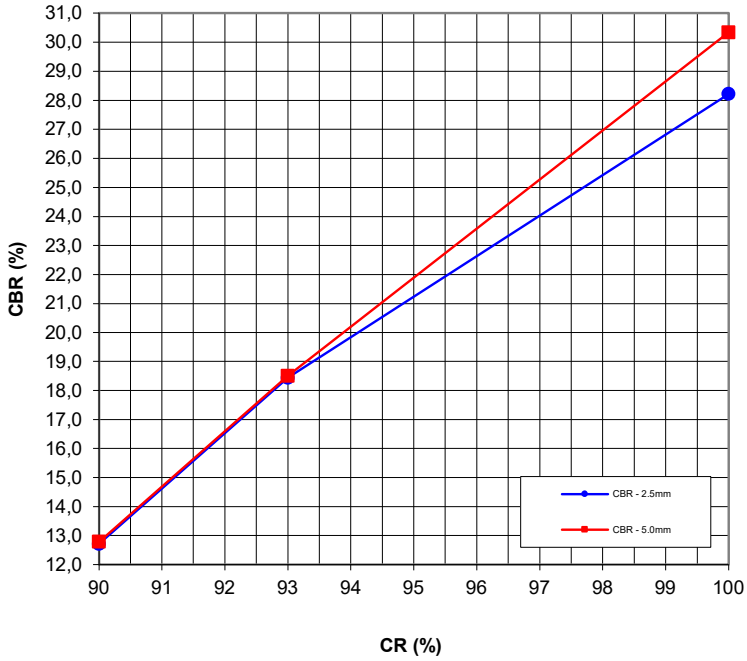
RESULTADOS DE ENSAIO

Amostra	Relatório	Página	Data
A1304.25	RE6620.2025	2/2	16/jun/25

01.11 - Índice Californiano de Capacidade de Carga
LNEC E 198:1967



Nº Pancadas		55	25	12	55	25	12
Penetração		Leituras (KN)			Cargas (kgf)		
Deformação (mm)	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,5	1,10	0,81	0,62	112,16	82,59	63,22
	1,0	1,97	1,40	1,02	200,86	142,74	104,00
	2,0	3,21	2,25	1,51	327,29	229,41	153,96
	2,5	3,75	2,45	1,69	382,35	249,80	172,31
	3,0	4,29	2,73	1,91	437,41	278,35	194,74
	4,0	5,25	3,26	2,22	535,29	332,39	226,35
	5,0	6,05	3,69	2,55	616,86	376,23	260,00
	6,0	6,78	3,96	2,72	691,29	403,76	277,33
	7,0	7,49	4,20	2,85	763,68	428,23	290,59
	8,0	8,18	4,47	2,97	834,03	455,76	302,82
	9,0	8,85	4,72	3,09	902,35	481,25	315,06
	10,0	9,45	5,00	3,19	963,52	509,80	325,25
	12,5	10,89	5,58	3,46	1110,34	568,94	352,78



Nº Pancadas		55	25	12
Compactação Relativa-CR (%)		100	93	90
Pen=2.5 mm	F (kgf)	382,4	249,8	172,3
	$CBR = \frac{F}{1355} \times 100$ (0,1%)	28,2	18,4	12,7
Pen=5.0 mm	F (kgf)	616,9	376,2	260,0
	$CBR = \frac{F}{2033} \times 100$ (0,1%)	30,3	18,5	12,8
CBR % (95% CR)		**21**	(2,5 mm)	
CBR % (95% CR)		**22**	(5,0 mm)	

Estes resultados de ensaio só têm validade quando parte integrante de um relatório de ensaio emitido pelo Núcleo Laboratório Central da Mota-Engil, Engenharia e Construção, S.A.

Observações:

Ensaiou — José Pinto

Aprovado — Nuno Pinto

LABORATÓRIO CENTRAL
Zona Industrial de São Caetano
Travessa das Lajes, 174
4405-194 Canelas VNG - Portugal
Telefone: 351 227 169 310
Fax: 351 227 169 312
E-mail: CarlaFerreira@mota-engil.pt
http://engenharia.mota-engil.pt/areas-especializadas/laboratorio-central

IPAC acreditação
L0315
ISO/IEC 17025
Ensaios

Este relatório é composto pela folha de rosto e pela(s) folha(s) de resultado(s) de ensaio e não pode ser reproduzido parcialmente. Os resultados apresentados referem-se apenas à amostra ensaiada e os resultados aplicam-se à amostra conforme rececionada. Este ensaio realizou-se nas instalações permanentes do Laboratório Central. Esta folha só tem validade quando parte integrante de um relatório de ensaio emitido pelo Laboratório Central da Mota-Engil, Engenharia e Construção, S. A.

FOLHA DE ROSTO DO RELATÓRIO DE ENSAIO

RE7196.2025

Código do Laboratório:	**0-LABC**
Localização do Laboratório:	**Zona Industrial de S. Caetano - Travessa das Lages, 174 - 4405-194 Vila Nova de Gaia**
Data do Relatório de Ensaio:	**2025-06-27**
Cliente:	**Luftansa Technik Portugal, S. A. Edifício Oceanus, Avenida da Boavista n.º 3265, 4.2 3100-137 Porto**
Código da Amostra:	**A1304.25**
Descrição da Amostra:	**Solo**
Referência do Cliente:	**P10 (0.2-3.0)m**
Proveniência da Amostra:	**CC17040.600-Geotecnia-MRO Facility for Engine Parts and Aircrafts Components, Geological-Geotechnical and Hydrogeological Survey**
Data de Colheita da Amostra:	**Não fornecida pelo Cliente**
Data de Receção da Amostra:	**2025-06-04**
Data de Adjudicação do Ensaio:	**2025-06-04**
Código do Processo:	**L.092.2025**
Descrição do Processo:	**Identificação de Solos**
Responsabilidade da Amostragem:	**Da responsabilidade da Geotecnia**
Requisitos e Especificações do Cliente:	---
Conclusões/observações:	---

Em anexo encontra(m)-se a(s) folha(s) de resultado(s) de ensaio.

As informações referentes à Descrição da Amostra, à Referência do Cliente, à Proveniência da Amostra, à Data da Colheita da Amostra e aos Requisitos e Especificações do Cliente, quando existem, são fornecidas pelo cliente. A incerteza expandida apresentada está expressa pela incerteza-padrão, multiplicada pelo fator de expansão k, o qual para uma distribuição "t-student" corresponde a uma probabilidade de expansão de 95%, aproximadamente.

Responsável Técnica do
Laboratório Central

Carla Sousa

MOTA-ENGIL
ENGENHARIA

FOLHA DE RESULTADOS DE ENSAIO

Amostra	Relatório	Página	Data de Início	Data de fim
A1304.25	RE7196.2025	1/1	24/jun/25	25/jun/25

01.04 - Determinação da densidade das partículas
NP 83:1965

Sem secagem prévia do provete ☐ Com secagem prévia do provete ☑

Fração granulométrica a que o resultado se reporta: 0 / 4,75 **mm**
(no caso de ter sido necessário separá-la por peneiração)

CALIBRAÇÃO DO PICNÓMETRO

	Sigla	Unidade de medida	Resultado	
Temperatura de calibração do picnómetro	t_1	(0,5ºC)	24,0	21,0
Massa do picnómetro	m_1	(0,01g)	46,73	48,34
Massa do picnómetro + água	m_2	(0,01g)	148,98	150,97

DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE DAS PARTÍCULAS

	Sigla	Unidade de medida	Resultado		
Numero do picnómetro	-	-	3	4	
Massa do picnómetro + água	m_3	(0,01g)	148,94	150,83	
Massa do picnómetro + provete + água	m_5	(0,01g)	164,68	166,53	
Numero da cápsula / goblé	-	-	3	4	
Massa da cápsula / goblé	A	(0,01g)	46,70	48,30	
Masas do provete seco + cápsula / goblé	B	(0,01g)	72,00	73,57	
Massa do provete seco	m_4=B-A	(0,01g)	25,30	25,27	
Temperatura da água no picnómetro durante o ensaio	t_X	(0,5ºC)	25,0	25,0	
Quociente da densidade da água à temperatura t_X pela densidade da água a 20ºC	K	-	0,999	0,999	
Peso específico das partículas a 20ºC	γ_s	(0,01g/cm^3)	2,64	2,64	
Densidade das partículas a 20ºC	d	-	2,64	2,64	Incerteza expandida (95% confiança)
Densidade média das partículas a 20ºC	d	-	**2,64**		± 0,04

Estes resultados de ensaio só têm validade quando parte integrante de um relatório de ensaio emitido pelo Núcleo Laboratório Central da Mota-Engil, Engenharia e Construção, S.A.

Observações:

Ensaiou	Aprovado
José Pinto	Nuno Pinto

LABORATÓRIO CENTRAL
Zona Industrial de São Caetano
Travessa das Lajes, 174
4405-194 Canelas VNG - Portugal
Telefone: 351 227 169 310
Fax: 351 227 169 312
E-mail: CarlaFerreira@mota-engil.pt
http://engenharia.mota-engil.pt/areas-especializadas/laboratorio-central

FOLHA DE ROSTO DO RELATÓRIO DE ENSAIO

RE7197.2025

Código do Laboratório: **0-LABC**

Localização do Laboratório: **Zona Industrial de S. Caetano - Travessa das Lages, 174 - 4405-194 Vila Nova de Gaia**

Data do Relatório de Ensaio: **2025-06-27**

Cliente: **Luftansa Technik Portugal, S. A.**
Edifício Oceanus, Avenida da Boavista n.º 3265, 4.2
3100-137
Porto

Código da Amostra: **A1305.25**

Descrição da Amostra: **Solo**

Referência do Cliente: **P11 (0.0-3.0)m**

Proveniência da Amostra: **CC17040.600-Geotecnia-MRO Facility for Engine Parts and Aircrafts Components, Geological-Geotechnical and Hydrogeological Survey**

Data de Colheita da Amostra: **Não fornecida pelo Cliente**

Data de Receção da Amostra: **2025-06-04**

Data de Adjudicação do Ensaio: **2025-06-04**

Código do Processo: **L.092.2025**

Descrição do Processo: **Identificação de Solos**

Responsabilidade da Amostragem: **Da responsabilidade da Geotecnia**

Requisitos e Especificações do Cliente: ---

Conclusões/observações: ---

Em anexo encontra(m)-se a(s) folha(s) de resultado(s) de ensaio.

As informações referentes à Descrição da Amostra, à Referência do Cliente, à Proveniência da Amostra, à Data da Colheita da Amostra e aos Requisitos e Especificações do Cliente, quando existem, são fornecidas pelo cliente. A incerteza expandida apresentada está expressa pela incerteza-padrão, multiplicada pelo fator de expansão k, o qual para uma distribuição "t-student" corresponde a uma probabilidade de expansão de 95%, aproximadamente.

Responsável Técnica do
Laboratório Central

Carla Sousa

Este relatório é composto pela folha de rosto e pela(s) folha(s) de resultado(s) de ensaio e não pode ser reproduzido parcialmente. Os resultados apresentados referem-se apenas à amostra ensaiada e os resultados aplicam-se à amostra conforme rececionada. Este ensaio realizou-se nas instalações permanentes do Laboratório Central. Esta folha só tem validade quando parte integrante de um relatório de ensaio emitido pelo Laboratório Central da Mota-Engil, Engenharia e Construção, S. A.

MOTA-ENGIL
ENGENHARIA

RESULTADOS DE ENSAIO

Amostra	Relatório	Página	Data
A1305.25	RE7197.2025	1/2	12/jun/25

01.09 - Análise Granulométrica por Sedimentação
LNEC E 196:1966

PENEIRAÇÃO

Material retido no peneiro nº10

Massa total da amostra seca ao ar	m'_t	0,01 g	6015,06
Massa total da fracção retida no P#nº10	m_{10}	0,01 g	1028,59
Teor de humidade da amostra seca ao ar	w_a	0,1 %	0,00
Massa total da amostra seca	$m_t = m_{10} + (m'_t - m_{10}) \cdot \frac{100}{100+\omega_a}$	0,01 g	6015,06
Percentagem de material retido no P#nº10	$N_{10} = \frac{m_{10}}{m_t} \cdot 100$	0,01 %	17,10

Peneiros		Massa de material retido	% material retido	% acumulada de material retido	% acumulada do material que passa
		m_x	$N_x = \frac{m_x}{m_t} \cdot 100$	N'_x	$N''_x = 100 - N'_x$
#	mm	0,01g	0,01%	0,01%	0,01%
3"	76,20	0,00	0,00	0,00	100,00
2"	50,80	0,00	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	38,10	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25,40	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,10	122,83	2,04	2,04	97,96
3/8"	9,52	149,67	2,49	4,53	95,47
4,00	4,76	226,17	3,76	8,29	91,71
10,00	2,00	529,92	8,81	17,10	82,90

Material passado no peneiro nº10

Massa solo seca ao ar utilizado	m_a	0,01 g	74,10
Teor de humidade do solo seco ao ar	w_a	%	0,00
Massa solo seco utilizado	$m_s = m_a \cdot \frac{100}{100+\omega_a}$	0,01 g	74,10

Peneiros		Massa de material retido	Percentagem de material retido	% acumulada de material retido	% acumulada do material que passa
		m_x	$n'_x = \frac{m_x}{m_b} \cdot 100$	n'_x	$N''_x = (100 - N'_x) \cdot \frac{100 - N_{10}}{100}$
#	mm	0,01g	0,01%	0,01%	0,01%
20	0,840	12,36	16,68	16,68	69,07
40	0,420	10,33	13,94	30,62	57,52
60	0,250	8,46	11,42	42,04	48,05
140	0,106	9,39	12,67	54,71	37,55
200	0,075	2,21	2,98	57,69	35,07

Estes resultados de ensaio só têm validade quando parte integrante de um relatório de ensaio emitido pelo Núcleo Laboratório Central da Mota-Engil, Engenharia e Construção, S.A.

Observações:

Ensaiou	Aprovado
Pedro Martins	Nuno Pinto

MOTA-ENGIL
ENGENHARIA

RESULTADOS DE ENSAIO

Amostra	Relatório	Página	Data
A1305.25	RE7197.2025	2/2	12/jun/25

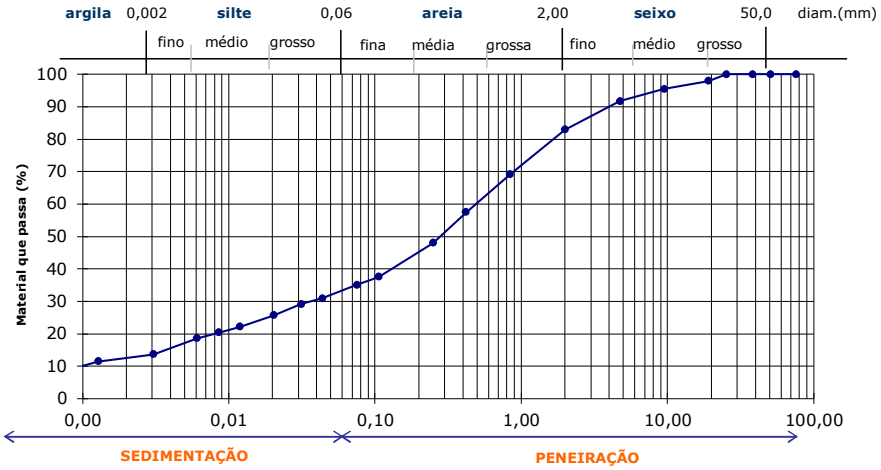
01.09 - Análise Granulométrica por Sedimentação
LNEC E 196:1966

SEDIMENTAÇÃO

Material passado no peneiro nº 200

Correcção do menisco	C_m	-	0,0005
Temperatura de correcção do antifloculante	T	ºC	21
Correcção da temperatura	C_t	-	0,0002
Densidade das partículas	G	0,01 g/cm^3	2,72
Leitura do densímetro em água com anti-floculante	L_a	-	1,0010
Massa solo seco utilizado	m_s	0,01 g	74,10
Correcção do antifloculante	$C_a = L_a - 1.000 + C_t$	-	0,0012

Tempos	1 min	2 min	5 min	15 min	30 min	60 min	250 min	1440 min (24 h)	2880 min (48 h)
Leituras directas do densímetro, Ls	1,018	1,017	1,015	1,013	1,012	1,011	1,008	1,007	1,006
Temperatura , T	21	21	21	21	21	21	22	21	21
Correcções da temperatura, Ct	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0004	0,0002	0,0002
Leituras corrigidas, $L_c=L_s+C_m-C_a+C_t$	1,0175	1,0165	1,0145	1,0125	1,0115	1,0105	1,0077	1,0065	1,0055
% Partículas com diâmetro < D na massa seca utilizada , $n_D = \frac{100000}{m_s} \cdot \frac{G}{G-1} \cdot (L_C - 1)$	37,34739353	35,21325676	30,94498321	26,67670966	24,54257289	22,40843612	16,43285315	13,87188902	11,73775225
Constante de Stokes, K	0,013226942	0,013226942	0,013226942	0,013226942	0,013226942	0,013226942	0,013226942	0,013226942	0,013226942
Profundidades correspondentes às leituras Ls, Z (cm)	11,0180757	11,2521657	11,7203457	12,1885257	12,4226157	12,6567057	13,3589757	13,5930657	13,8271557
Diâmetros partículas correspondentes a N_D, $D = K \cdot \sqrt{\frac{Z}{t}}$	0,043904833	0,031373467	0,020250915	0,011923106	0,008511485	0,00607497	0,003057567	0,0012851	0,000916494
% Partículas com diâmetro < D na massa total amostra , $N_D = n_D \cdot \frac{100 - N_{10}}{100}$	30,96089765	29,1917035	25,6533152	22,11492689	20,34573274	18,57653859	13,62279497	11,49976199	9,730567834



Estes resultados de ensaio só têm validade quando parte integrante de um relatório de ensaio emitido pelo Núcleo Laboratório Central da Mota-Engil, Engenharia e Construção, S.A.

Observações:

Ensaiou	Aprovado
Pedro Martins	Nuno Pinto

LABORATÓRIO CENTRAL
Zona Industrial de São Caetano
Travessa das Lajes, 174
4405-194 Canelas VNG - Portugal
Telefone: 351 227 169 310
Fax: 351 227 169 312
E-mail: CarlaFerreira@mota-engil.pt
http://engenharia.mota-engil.pt/areas-especializadas/laboratorio-central

IPAC acreditação
L0315
ISO/IEC 17025
Ensaios

Este relatório é composto pela folha de rosto e pela(s) folha(s) de resultado(s) de ensaio e não pode ser reproduzido parcialmente. Os resultados apresentados referem-se apenas à amostra ensaiada e os resultados aplicam-se à amostra conforme rececionada. Este ensaio realizou-se nas instalações permanentes do Laboratório Central. Esta folha só tem validade quando parte integrante de um relatório de ensaio emitido pelo Laboratório Central da Mota-Engil, Engenharia e Construção, S. A.

FOLHA DE ROSTO DO RELATÓRIO DE ENSAIO

RE6622.2025

Código do Laboratório:	**0-LABC**
Localização do Laboratório:	**Zona Industrial de S. Caetano - Travessa das Lages, 174 - 4405-194 Vila Nova de Gaia**
Data do Relatório de Ensaio:	**2025-06-27**
Cliente:	**Luftansa Technik Portugal, S. A. Edifício Oceanus, Avenida da Boavista n.º 3265, 4.2 3100-137 Porto**
Código da Amostra:	**A1305.25**
Descrição da Amostra:	**Solo**
Referência do Cliente:	**P11 (0.0-3.0)m**
Proveniência da Amostra:	**CC17040.600-Geotecnia-MRO Facility for Engine Parts and Aircrafts Components, Geological-Geotechnical and Hydrogeological Survey**
Data de Colheita da Amostra:	**Não fornecida pelo Cliente**
Data de Receção da Amostra:	**2025-06-04**
Data de Adjudicação do Ensaio:	**2025-06-04**
Código do Processo:	**L.092.2025**
Descrição do Processo:	**Identificação de Solos**
Responsabilidade da Amostragem:	**Da responsabilidade da Geotecnia**
Requisitos e Especificações do Cliente:	---
Conclusões/observações:	O cálculo do Índice de Plasticidade (IP) não está incluído no âmbito da acreditação.

Em anexo encontra(m)-se a(s) folha(s) de resultado(s) de ensaio.

As informações referentes à Descrição da Amostra, à Referência do Cliente, à Proveniência da Amostra, à Data da Colheita da Amostra e aos Requisitos e Especificações do Cliente, quando existem, são fornecidas pelo cliente. A incerteza expandida apresentada está expressa pela incerteza-padrão, multiplicada pelo fator de expansão k, o qual para uma distribuição "t-student" corresponde a uma probabilidade de expansão de 95%, aproximadamente.

Responsável Técnica do
Laboratório Central

Carla Sousa

MOTA-ENGIL
ENGENHARIA

FOLHA DE RESULTADOS DE ENSAIO

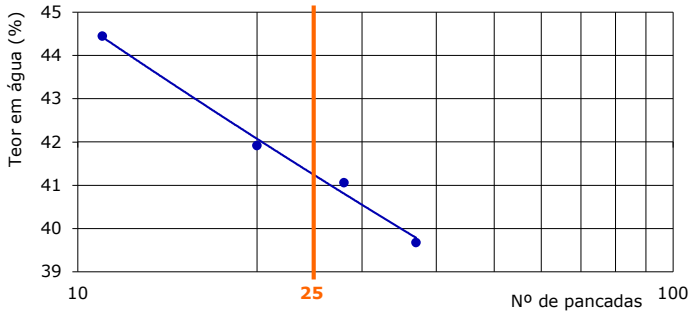
Amostra	Relatório	Página	Data de Início	Data de fim
A1305.25	RE6622.2025	1/1	16/jun/25	18/jun/25

01.03 - Determinação dos limites de consistência
NP 143:1969

Preparação da amostra: Amostra seca na estufa a 105 - 110 ºC [x] Amostra seca ao ar [ ]

Limite de Liquidez

	Sigla	Unidade de medida	Resultado				
Número da cápsula	-	-	4	250	165	239	
Massa da cápsula	m_1	(0,01g)	8,03	8,03	11,10	7,78	
Massa da cápsula contendo solo húmido	m_2	(0,01g)	14,86	14,18	18,21	14,02	
Massa da cápsula contendo solo seco	m_3	(0,01g)	12,92	12,39	16,11	12,10	
Massa do solo seco	$w_s=m_3-m_1$	(0,01g)	4,89	4,36	5,01	4,32	
Massa da água	$w_w=m_2-m_3$	(0,01g)	1,94	1,79	2,10	1,92	
Teor em água	$w=\frac{w_w}{w_s}\times 100$	(0,1%)	39,7	41,1	41,9	44,4	Incerteza expandida (95% confiança)
Número de pancadas	-	-	37	28	20	11	
Limite de Liquidez	**LL**	**(%)**	**41**				± 0 %



Limite de Plasticidade

	Sigla	Unidade de medida	Resultado				
Número da cápsula	-	-	161	202	173	203	
Massa da cápsula	m_1	(0,01g)	7,91	7,87	7,44	7,59	
Massa da cápsula contendo solo húmido	m_2	(0,01g)	10,46	11,20	9,98	9,90	
Massa da cápsula contendo solo seco	m_3	(0,01g)	9,85	10,39	9,35	9,33	
Massa do solo seco	$w_s=m_3-m_1$	(0,01g)	1,94	2,52	1,91	1,74	
Massa da água	$w_w=m_2-m_3$	(0,01g)	0,61	0,81	0,63	0,57	Incerteza expandida (95% confiança)
Teor em água	$w=\frac{w_w}{w_s}\times 100$	(0,1%)	31,4	32,1	33,0	32,8	
Limite de Plasticidade	**LP**	**(%)**	**32**				± 1 %
Índice de Plasticidade	**IP**	**(%)**	**9**				

Estes resultados de ensaio só têm validade quando parte integrante de um relatório de ensaio emitido pelo Núcleo Laboratório Central da Mota-Engil, Engenharia e Construção, S.A.

Observações:
O cálculo do Índice de Plasticidade (IP) não está incluído no âmbito da acreditação.

Ensaiou	Aprovado
José Pinto	Nuno Pinto

LABORATÓRIO CENTRAL
Zona Industrial de São Caetano
Travessa das Lajes, 174
4405-194 Canelas VNG - Portugal
Telefone: 351 227 169 310
Fax: 351 227 169 312
E-mail: CarlaFerreira@mota-engil.pt
http://engenharia.mota-engil.pt/areas-especializadas/laboratorio-central

IPAC acreditação
L0315
ISO/IEC 17025
Ensaios

Este relatório é composto pela folha de rosto e pela(s) folha(s) de resultado(s) de ensaio e não pode ser reproduzido parcialmente. Os resultados apresentados referem-se apenas à amostra ensaiada e os resultados aplicam-se à amostra conforme rececionada. Este ensaio realizou-se nas instalações permanentes do Laboratório Central. Esta folha só tem validade quando parte integrante de um relatório de ensaio emitido pelo Laboratório Central da Mota-Engil, Engenharia e Construção, S. A.

FOLHA DE ROSTO DO RELATÓRIO DE ENSAIO

RE6623.2025

Código do Laboratório: **0-LABC**

Localização do Laboratório: **Zona Industrial de S. Caetano - Travessa das Lages, 174 - 4405-194 Vila Nova de Gaia**

Data do Relatório de Ensaio: **2025-06-27**

Cliente: **Luftansa Technik Portugal, S. A.**
Edifício Oceanus, Avenida da Boavista n.º 3265, 4.2
3100-137
Porto

Código da Amostra: **A1305.25**

Descrição da Amostra: **Solo**

Referência do Cliente: **P11 (0.0-3.0)m**

Proveniência da Amostra: **CC17040.600-Geotecnia-MRO Facility for Engine Parts and Aircrafts Components, Geological-Geotechnical and Hydrogeological Survey**

Data de Colheita da Amostra: **Não fornecida pelo Cliente**

Data de Receção da Amostra: **2025-06-04**

Data de Adjudicação do Ensaio: **2025-06-04**

Código do Processo: **L.092.2025**

Descrição do Processo: **Identificação de Solos**

Responsabilidade da Amostragem: **Da responsabilidade da Geotecnia**

Requisitos e Especificações do Cliente: ---

Conclusões/observações: ---

Em anexo encontra(m)-se a(s) folha(s) de resultado(s) de ensaio.

As informações referentes à Descrição da Amostra, à Referência do Cliente, à Proveniência da Amostra, à Data da Colheita da Amostra e aos Requisitos e Especificações do Cliente, quando existem, são fornecidas pelo cliente. A incerteza expandida apresentada está expressa pela incerteza-padrão, multiplicada pelo fator de expansão k, o qual para uma distribuição "t-student" corresponde a uma probabilidade de expansão de 95%, aproximadamente.

Responsável Técnica do
Laboratório Central

Carla Sousa

MOTA-ENGIL
ENGENHARIA

FOLHA DE RESULTADOS DE ENSAIO

Amostra	Relatório	Página	Data de Início	Data de fim
A1305.25	RE6623.2025	1/1	5/jun/25	6/jun/25

01.05 - Teor em Água
NP 84:1965

	Sigla	Unidade de medida	Resultado		
Número do recipiente	-	-	44	122	
Massa do recipiente	M_1	g	100	107	
Massa do recipiente + solo húmido	M_2	g	370	379	
Massa do recipiente + solo seco	M_3	g	325	335	
Massa da água	$A=M_2-M_3$	0,1g	44,9	44,4	
Massa do solo seco	$B=M_3-M_1$	0,1g	224,5	228,1	
Teor em água	$W=\frac{A}{B}\times 100$	0,1%	20,0	19,5	Incerteza expandida (95% confiança)
Teor em água	**-**	**0,1%**	**19,7**		± 0,0 %

Estes resultados de ensaio só têm validade quando parte integrante de um relatório de ensaio emitido pelo Núcleo Laboratório Central da Mota-Engil, Engenharia e Construção, S.A.

LABC.004.8

Observações:

Ensaiou José Pinto

Aprovado Nuno Pinto

LABORATÓRIO CENTRAL
Zona Industrial de São Caetano
Travessa das Lajes, 174
4405-194 Canelas VNG - Portugal
Telefone: 351 227 169 310
Fax: 351 227 169 312
E-mail: CarlaFerreira@mota-engil.pt
http://engenharia.mota-engil.pt/areas-especializadas/laboratorio-central

FOLHA DE ROSTO DO RELATÓRIO DE ENSAIO

RE6624.2025

Código do Laboratório:	**0-LABC**
Localização do Laboratório:	**Zona Industrial de S. Caetano - Travessa das Lages, 174 - 4405-194 Vila Nova de Gaia**
Data do Relatório de Ensaio:	**2025-06-27**
Cliente:	**Luftansa Technik Portugal, S. A. Edifício Oceanus, Avenida da Boavista n.º 3265, 4.2 3100-137 Porto**
Código da Amostra:	**A1305.25**
Descrição da Amostra:	**Solo**
Referência do Cliente:	**P11 (0.0-3.0)m**
Proveniência da Amostra:	**CC17040.600-Geotecnia-MRO Facility for Engine Parts and Aircrafts Components, Geological-Geotechnical and Hydrogeological Survey**
Data de Colheita da Amostra:	**Não fornecida pelo Cliente**
Data de Receção da Amostra:	**2025-06-04**
Data de Adjudicação do Ensaio:	**2025-06-04**
Código do Processo:	**L.092.2025**
Descrição do Processo:	**Identificação de Solos**
Responsabilidade da Amostragem:	**Da responsabilidade da Geotecnia**
Requisitos e Especificações do Cliente:	---
Conclusões/observações:	---

Este relatório é composto pela folha de rosto e pela(s) folha(s) de resultado(s) de ensaio e não pode ser reproduzido parcialmente. Os resultados apresentados referem-se apenas à amostra ensaiada e os resultados aplicam-se à amostra conforme rececionada. Este ensaio realizou-se nas instalações permanentes do Laboratório Central. Esta folha só tem validade quando parte integrante de um relatório de ensaio emitido pelo Laboratório Central da Mota-Engil, Engenharia e Construção, S. A.

Em anexo encontra(m)-se a(s) folha(s) de resultado(s) de ensaio.

As informações referentes à Descrição da Amostra, à Referência do Cliente, à Proveniência da Amostra, à Data da Colheita da Amostra e aos Requisitos e Especificações do Cliente, quando existem, são fornecidas pelo cliente. A incerteza expandida apresentada está expressa pela incerteza-padrão, multiplicada pelo fator de expansão k, o qual para uma distribuição "t-student" corresponde a uma probabilidade de expansão de 95%, aproximadamente.

Responsável Técnica do
Laboratório Central

Carla Sousa

MOTA-ENGIL
ENGENHARIA

RESULTADOS DE ENSAIO

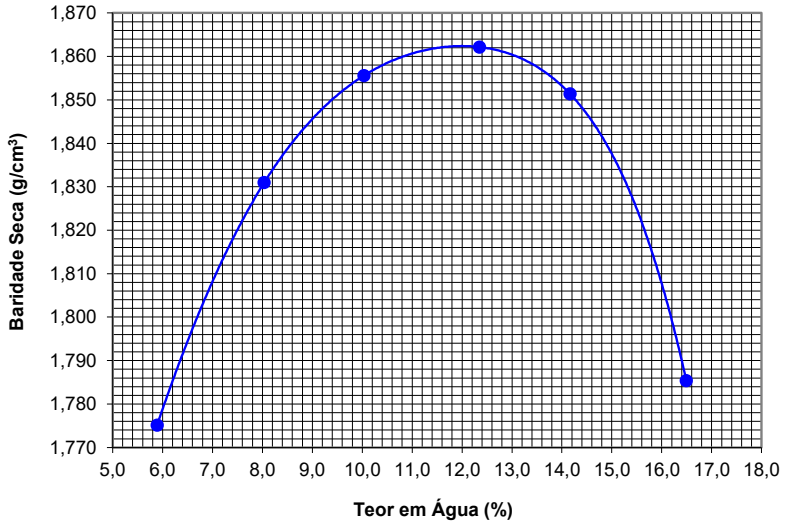
Amostra	Relatório	Página	Data
A1305.25	RE6624.2025	1/1	6/jun/25

01.10 - Compactação Proctor
LNEC E 197:1966

Tipo de compactação	Peso do Pilão (g)	Altura de queda (mm)	Volume do molde-V (cm^3)
Pesada em molde grande	Pesado: 4540	Pilão pesado: 457	2104

N.º de Camadas	Nº de Pancadas/Camada	Peso do molde-P_m (g)
5	55	5016

Peso do molde + solo humido	P_t	g	8971		9178		9312		9418		9463		9392	
Peso do solo humido	$P=P_t-P_m$	g	3955		4162		4296		4402		4447		4376	
Baridade Húmida	$\gamma_w = \frac{P}{V}$	0,001g/cm^3	1,880		1,978		2,042		2,092		2,114		2,080	
N.º da cápsula			124	28	54	96	23	36	50	78	74	66	32	79
Peso da cápsula	m_1	0,01g	109,15	115,38	92,54	109,81	108,81	107,70	109,71	100,89	115,01	108,65	99,85	100,18
Peso da cápsula + solo humido	m_2	0,01g	527,18	518,30	472,16	582,23	462,50	485,70	516,14	566,21	503,05	446,68	436,87	440,99
Peso da cápsula + solo seco	m_3	0,01g	504,06	495,75	443,29	547,87	431,39	450,01	470,97	515,60	454,73	404,90	389,54	392,35
Peso do solo seco	$P_s=m_3-m_1$	0,01g	394,91	380,37	350,75	438,06	322,58	342,31	361,26	414,71	339,72	296,25	289,69	292,17
Peso da água	$P_w=m_2-m_3$	0,01g	23,12	22,55	28,87	34,36	31,11	35,69	45,17	50,61	48,32	41,78	47,33	48,64
Teor em água	$\frac{P_w}{P_s} \times 100$	0,1%	5,9	5,9	8,2	7,8	9,6	10,4	12,5	12,2	14,2	14,1	16,3	16,6
Teor médio	w	0,1%	5,9		8,0		10,0		12,4		14,2		16,5	
Baridade Seca	$\gamma_s = \frac{\gamma_w \times 100}{w + 100}$	0,001g/cm^3	**1,775**		**1,831**		**1,856**		**1,862**		**1,851**		**1,785**	



Baridade Seca Máxima
(0,001g/cm^3)

1,862

Teor em Água Optimo
(0,1%)

12,0

Este boletim de ensaio só tem validade quando parte integrante de um relatório de ensaio emitido pelo Núcleo Laboratório Central da Mota-Engil, Engenharia e Construção, S.A.

Observações:

Ensaiou	Aprovado
José Pinto	Nuno Pinto

LABORATÓRIO CENTRAL
Zona Industrial de São Caetano
Travessa das Lajes, 174
4405-194 Canelas VNG - Portugal
Telefone: 351 227 169 310
Fax: 351 227 169 312
E-mail: CarlaFerreira@mota-engil.pt
http://engenharia.mota-engil.pt/areas-especializadas/laboratorio-central

FOLHA DE ROSTO DO RELATÓRIO DE ENSAIO

RE6625.2025

Código do Laboratório:	**0-LABC**
Localização do Laboratório:	**Zona Industrial de S. Caetano - Travessa das Lages, 174 - 4405-194 Vila Nova de Gaia**
Data do Relatório de Ensaio:	**2025-06-27**
Cliente:	**Luftansa Technik Portugal, S. A. Edifício Oceanus, Avenida da Boavista n.º 3265, 4.2 3100-137 Porto**
Código da Amostra:	**A1305.25**
Descrição da Amostra:	**Solo**
Referência do Cliente:	**P11 (0.0-3.0)m**
Proveniência da Amostra:	**CC17040.600-Geotecnia-MRO Facility for Engine Parts and Aircrafts Components, Geological-Geotechnical and Hydrogeological Survey**
Data de Colheita da Amostra:	**Não fornecida pelo Cliente**
Data de Receção da Amostra:	**2025-06-04**
Data de Adjudicação do Ensaio:	**2025-06-04**
Código do Processo:	**L.092.2025**
Descrição do Processo:	**Identificação de Solos**
Responsabilidade da Amostragem:	**Da responsabilidade da Geotecnia**
Requisitos e Especificações do Cliente:	---
Conclusões/observações:	---

Este relatório é composto pela folha de rosto e pela(s) folha(s) de resultado(s) de ensaio e não pode ser reproduzido parcialmente. Os resultados apresentados referem-se apenas à amostra ensaiada e os resultados aplicam-se à amostra conforme rececionada. Este ensaio realizou-se nas instalações permanentes do Laboratório Central. Esta folha só tem validade quando parte integrante de um relatório de ensaio emitido pelo Laboratório Central da Mota-Engil, Engenharia e Construção, S. A.

Em anexo encontra(m)-se a(s) folha(s) de resultado(s) de ensaio.

As informações referentes à Descrição da Amostra, à Referência do Cliente, à Proveniência da Amostra, à Data da Colheita da Amostra e aos Requisitos e Especificações do Cliente, quando existem, são fornecidas pelo cliente. A incerteza expandida apresentada está expressa pela incerteza-padrão, multiplicada pelo fator de expansão k, o qual para uma distribuição "t-student" corresponde a uma probabilidade de expansão de 95%, aproximadamente.

Responsável Técnica do
Laboratório Central

Carla Sousa

MOTA-ENGIL
ENGENHARIA

RESULTADOS DE ENSAIO

Amostra	Relatório	Página	Data
A1305.25	RE6625.2025	1/2	12/jun/25

01.11 - Índice Californiano de Capacidade de Carga
LNEC E 198:1967

N.º de Pancadas por camada			55	25	12
N.º do Molde			7	8	9
Peso do molde	P_m	g	6387	6285	6245
Volume do molde	V_m	cm^3	2091	2085	2092
Altura do molde	H_m	mm	115	115	115
Peso do molde + solo humido	P_t	g	10747	10388	10194
Peso do solo humido	$P=P_t - P_m$	g	4360	4103	3949
Baridade Húmida Inicial	$\gamma_w = \frac{P}{V}$	$0,001g/cm^3$	2,085	1,968	1,888

Número da cápsula			Antes Embebição	Após Embebição	Antes Embebição	Após Embebição	Antes Embebição	Após Embebição
			30	111	16	118	28	72
Peso da cápsula	m_1	0,01g	97,43	112,18	107,60	108,03	115,38	109,72
Peso da cápsula + solo húmido	m_2	0,01g	652,61	501,10	694,26	551,63	714,59	540,86
Peso da cápsula + solo seco	m_3	0,01g	593,53	445,31	631,86	480,21	650,88	470,25
Peso do solo seco	$P_s=m_3 - m_1$	0,01g	496,1	333,13	524,26	372,18	535,5	360,53
Peso da água	$P_w=m_2 - m_3$	0,01g	59,08	55,79	62,4	71,42	63,71	70,61
Teor em água	$\frac{P_w}{P_s} \times 100$	0,1%	11,9	16,7	11,9	19,2	11,9	19,6
Baridade Seca	$\gamma_s = \frac{\gamma_w \times 100}{w + 100}$	0,1%	1,863	1,859	1,759	1,749	1,687	1,690
Baridade Seca Máxima	$\gamma_{s\ máx}$	0,1%	1,862					
Grau de Compactação	$\frac{\gamma_s}{\gamma_{s\ máx}} \times 100$	%	100	100	94	94	91	91

EMBEBIÇÃO

Data de embebição		Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
		12/jun/25	16/jun/25	12/jun/25	16/jun/25	12/jun/25	16/jun/25
Leituras no comparador	0,01mm	0,00	1,40	0,00	1,75	0,00	1,90

CARACTERISTICAS APÓS A EMBEBIÇÃO

Peso do molde + solo húmido	P'_t	g	10926	10632	10474
Peso da água absorvida	$P'_t - Pt$	g	179	244	280
Baridade Húmida Final	$\frac{P'_t - P_m}{V_m}$	$0,001g/cm^3$	2,171	2,085	2,022
Expansão	$\frac{L}{H_m} \times 100$	0,1%	1,21	1,52	1,65
Expansão (95% CR)		%	1		

Estes resultados de ensaio só têm validade quando parte integrante de um relatório de ensaio emitido pelo Núcleo Laboratório Central da Mota-Engil, Engenharia e Construção, S.A.

Observações:

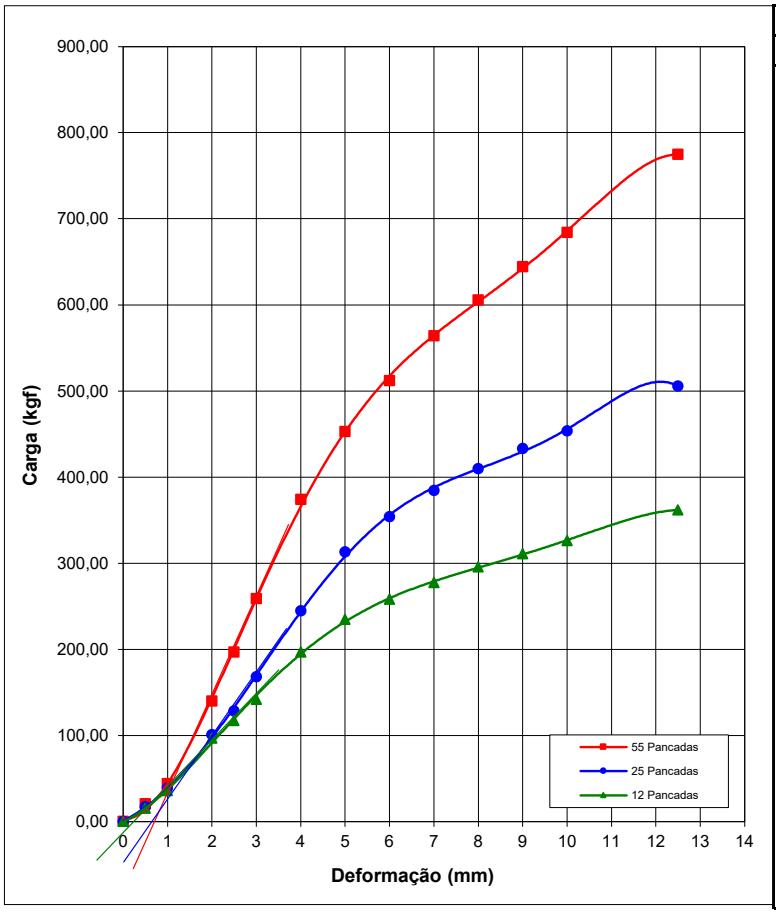
Ensaiou	Aprovado
José Pinto	Nuno Pinto

MOTA-ENGIL
ENGENHARIA

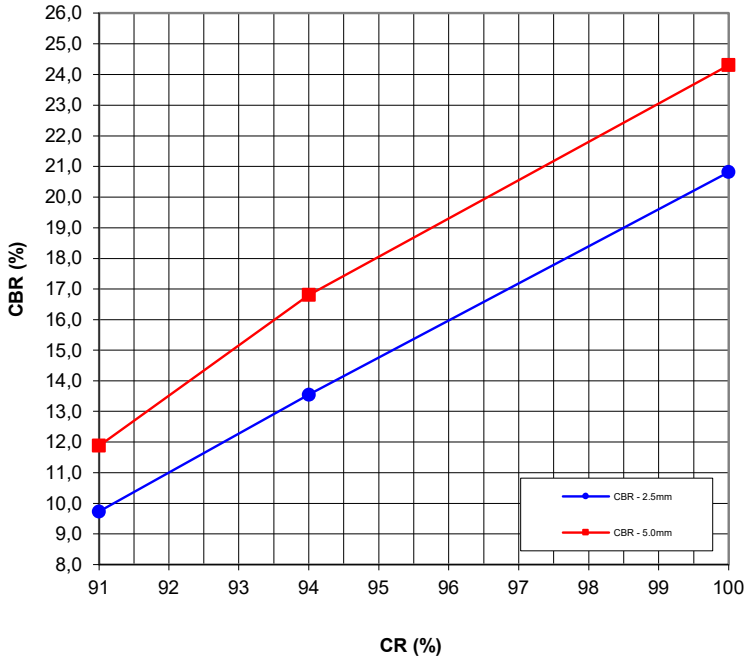
RESULTADOS DE ENSAIO

Amostra	Relatório	Página	Data
A1305.25	RE6625.2025	2/2	16/jun/25

01.11 - Índice Californiano de Capacidade de Carga
LNEC E 198:1967



Nº Pancadas		55	25	12	55	25	12
Penetração		Leituras (KN)			Cargas (kgf)		
Deformação (mm)	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,5	0,20	0,17	0,15	20,39	17,33	15,29
	1,0	0,43	0,38	0,35	43,84	38,74	35,69
	2,0	1,37	0,99	0,95	139,69	100,94	96,86
	2,5	1,93	1,26	1,15	196,78	128,47	117,25
	3,0	2,54	1,65	1,39	258,98	168,23	141,72
	4,0	3,67	2,40	1,93	374,19	244,70	196,78
	5,0	4,44	3,07	2,30	452,70	313,02	234,51
	6,0	5,02	3,47	2,53	511,84	353,80	257,96
	7,0	5,53	3,77	2,72	563,84	384,39	277,33
	8,0	5,94	4,02	2,90	605,64	409,88	295,68
	9,0	6,32	4,25	3,05	644,39	433,33	310,98
	10,0	6,71	4,45	3,20	684,15	453,72	326,27
	12,5	7,60	4,96	3,55	774,90	505,72	361,96



Nº Pancadas		55	25	12
Compactação Relativa-CR (%)		100	94	91
Pen=2.5 mm	F (kgf)	282,0	183,5	131,9
	$CBR = \frac{F}{1355} \times 100$ (0,1%)	20,8	13,5	9,7
Pen=5.0 mm	F (kgf)	494,1	341,6	241,5
	$CBR = \frac{F}{2033} \times 100$ (0,1%)	24,3	16,8	11,9
CBR % (95% CR)		**15**	(2,5 mm)	
CBR % (95% CR)		**18**	(5,0 mm)	

Estes resultados de ensaio só têm validade quando parte integrante de um relatório de ensaio emitido pelo Núcleo Laboratório Central da Mota-Engil, Engenharia e Construção, S.A.

Observações:

Ensaiou — José Pinto

Aprovado — Nuno Pinto

LABORATÓRIO CENTRAL
Zona Industrial de São Caetano
Travessa das Lajes, 174
4405-194 Canelas VNG - Portugal
Telefone: 351 227 169 310
Fax: 351 227 169 312
E-mail: CarlaFerreira@mota-engil.pt
http://engenharia.mota-engil.pt/areas-especializadas/laboratorio-central

IPAC acreditação
L0315
ISO/IEC 17025
Ensaios

Este relatório é composto pela folha de rosto e pela(s) folha(s) de resultado(s) de ensaio e não pode ser reproduzido parcialmente. Os resultados apresentados referem-se apenas à amostra ensaiada e os resultados aplicam-se à amostra conforme rececionada. Este ensaio realizou-se nas instalações permanentes do Laboratório Central. Esta folha só tem validade quando parte integrante de um relatório de ensaio emitido pelo Laboratório Central da Mota-Engil, Engenharia e Construção, S. A.

FOLHA DE ROSTO DO RELATÓRIO DE ENSAIO

RE7198.2025

Código do Laboratório:	**0-LABC**
Localização do Laboratório:	**Zona Industrial de S. Caetano - Travessa das Lages, 174 - 4405-194 Vila Nova de Gaia**
Data do Relatório de Ensaio:	**2025-06-27**
Cliente:	**Luftansa Technik Portugal, S. A. Edifício Oceanus, Avenida da Boavista n.º 3265, 4.2 3100-137 Porto**
Código da Amostra:	**A1305.25**
Descrição da Amostra:	**Solo**
Referência do Cliente:	**P11 (0.0-3.0)m**
Proveniência da Amostra:	**CC17040.600-Geotecnia-MRO Facility for Engine Parts and Aircrafts Components, Geological-Geotechnical and Hydrogeological Survey**
Data de Colheita da Amostra:	**Não fornecida pelo Cliente**
Data de Receção da Amostra:	**2025-06-04**
Data de Adjudicação do Ensaio:	**2025-06-04**
Código do Processo:	**L.092.2025**
Descrição do Processo:	**Identificação de Solos**
Responsabilidade da Amostragem:	**Da responsabilidade da Geotecnia**
Requisitos e Especificações do Cliente:	---
Conclusões/observações:	---

Em anexo encontra(m)-se a(s) folha(s) de resultado(s) de ensaio.

As informações referentes à Descrição da Amostra, à Referência do Cliente, à Proveniência da Amostra, à Data da Colheita da Amostra e aos Requisitos e Especificações do Cliente, quando existem, são fornecidas pelo cliente. A incerteza expandida apresentada está expressa pela incerteza-padrão, multiplicada pelo fator de expansão k, o qual para uma distribuição "t-student" corresponde a uma probabilidade de expansão de 95%, aproximadamente.

Responsável Técnica do
Laboratório Central

Carla Sousa

MOTA-ENGIL
ENGENHARIA

FOLHA DE RESULTADOS DE ENSAIO

Amostra	Relatório	Página	Data de Início	Data de fim
A1305.25	RE7198.2025	1/1	16/jun/25	18/jun/25

01.04 - Determinação da densidade das partículas
NP 83:1965

Sem secagem prévia do provete ☐ Com secagem prévia do provete ☑

Fração granulométrica a que o resultado se reporta: 0 / 4,75 **mm**
(no caso de ter sido necessário separá-la por peneiração)

CALIBRAÇÃO DO PICNÓMETRO

	Sigla	Unidade de medida	Resultado	
Temperatura de calibração do picnómetro	t_1	(0,5ºC)	24,0	21,0
Massa do picnómetro	m_1	(0,01g)	46,73	58,42
Massa do picnómetro + água	m_2	(0,01g)	148,25	160,91

DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE DAS PARTÍCULAS

	Sigla	Unidade de medida	Resultado		
Numero do picnómetro	-	-	2	7	
Massa do picnómetro + água	m_3	(0,01g)	148,09	160,67	
Massa do picnómetro + provete + água	m_5	(0,01g)	164,39	176,90	
Numero da cápsula / goblé	-	-	2	7	
Massa da cápsula / goblé	A	(0,01g)	46,73	58,42	
Masas do provete seco + cápsula / goblé	B	(0,01g)	72,52	84,03	
Massa do provete seco	m_4=B-A	(0,01g)	25,79	25,61	
Temperatura da água no picnómetro durante o ensaio	t_X	(0,5ºC)	28,0	27,0	
Quociente da densidade da água à temperatura t_X pela densidade da água a 20ºC	K	-	0,998	0,998	
Peso específico das partículas a 20ºC	γ_s	(0,01g/cm^3)	2,71	2,72	
Densidade das partículas a 20ºC	d	-	2,71	2,72	Incerteza expandida (95% confiança)
Densidade média das partículas a 20ºC	d	-	**2,72**		± 0,04

Estes resultados de ensaio só têm validade quando parte integrante de um relatório de ensaio emitido pelo Núcleo Laboratório Central da Mota-Engil, Engenharia e Construção, S.A.

Observações:

Ensaiou	Aprovado
Pedro Martins	Nuno Pinto

LABORATÓRIO CENTRAL
Zona Industrial de São Caetano
Travessa das Lajes, 174
4405-194 Canelas VNG - Portugal
Telefone: 351 227 169 310
Fax: 351 227 169 312
E-mail: CarlaFerreira@mota-engil.pt
http://engenharia.mota-engil.pt/areas-especializadas/laboratorio-central

FOLHA DE ROSTO DO RELATÓRIO DE ENSAIO

RE7199.2025

Código do Laboratório:	**0-LABC**
Localização do Laboratório:	**Zona Industrial de S. Caetano - Travessa das Lages, 174 - 4405-194 Vila Nova de Gaia**
Data do Relatório de Ensaio:	**2025-06-27**
Cliente:	**Luftansa Technik Portugal, S. A. Edifício Oceanus, Avenida da Boavista n.º 3265, 4.2 3100-137 Porto**
Código da Amostra:	**A1306.25**
Descrição da Amostra:	**Solo**
Referência do Cliente:	**P13 (0.3-3.0)m**
Proveniência da Amostra:	**CC17040.600-Geotecnia-MRO Facility for Engine Parts and Aircrafts Components, Geological-Geotechnical and Hydrogeological Survey**
Data de Colheita da Amostra:	**Não fornecida pelo Cliente**
Data de Receção da Amostra:	**2025-06-04**
Data de Adjudicação do Ensaio:	**2025-06-04**
Código do Processo:	**L.092.2025**
Descrição do Processo:	**Identificação de Solos**
Responsabilidade da Amostragem:	**Da responsabilidade da Geotecnia**
Requisitos e Especificações do Cliente:	---
Conclusões/observações:	---

Este relatório é composto pela folha de rosto e pela(s) folha(s) de resultado(s) de ensaio e não pode ser reproduzido parcialmente. Os resultados apresentados referem-se apenas à amostra ensaiada e os resultados aplicam-se à amostra conforme rececionada. Este ensaio realizou-se nas instalações permanentes do Laboratório Central. Esta folha só tem validade quando parte integrante de um relatório de ensaio emitido pelo Laboratório Central da Mota-Engil, Engenharia e Construção, S. A.

Em anexo encontra(m)-se a(s) folha(s) de resultado(s) de ensaio.

As informações referentes à Descrição da Amostra, à Referência do Cliente, à Proveniência da Amostra, à Data da Colheita da Amostra e aos Requisitos e Especificações do Cliente, quando existem, são fornecidas pelo cliente. A incerteza expandida apresentada está expressa pela incerteza-padrão, multiplicada pelo fator de expansão k, o qual para uma distribuição "t-student" corresponde a uma probabilidade de expansão de 95%, aproximadamente.

Responsável Técnica do
Laboratório Central

Carla Sousa

MOTA-ENGIL
ENGENHARIA

RESULTADOS DE ENSAIO

Amostra	Relatório	Página	Data
A1306.25	RE7199.2025	1/2	11/jun/25

01.09 - Análise Granulométrica por Sedimentação
LNEC E 196:1966

PENEIRAÇÃO

Material retido no peneiro nº10

Massa total da amostra seca ao ar	m'_t	0,01 g	8013,80
Massa total da fracção retida no P#nº10	m_{10}	0,01 g	513,90
Teor de humidade da amostra seca ao ar	w_a	0,1 %	0,00
Massa total da amostra seca	$m_t = m_{10} + (m'_t - m_{10}) \cdot \frac{100}{100+\omega_a}$	0,01 g	8013,80
Percentagem de material retido no P#nº10	$N_{10} = \frac{m_{10}}{m_t} \cdot 100$	0,01 %	6,41

Peneiros		Massa de material retido	% material retido	% acumulada de material retido	% acumulada do material que passa
		m_x	$N_x = \frac{m_x}{m_t} \cdot 100$	N'_x	$N''_x = 100 - N'_x$
#	mm	0,01g	0,01%	0,01%	0,01%
3"	76,20	0,00	0,00	0,00	100,00
2"	50,80	0,00	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	38,10	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25,40	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,10	0,00	0,00	0,00	100,00
3/8"	9,52	34,86	0,43	0,43	99,57
4,00	4,76	108,24	1,35	1,79	98,21
10,00	2,00	370,80	4,63	6,41	93,59

Material passado no peneiro nº10

Massa solo seca ao ar utilizado	m_a	0,01 g	68,30
Teor de humidade do solo seco ao ar	w_a	%	0,00
Massa solo seco utilizado	$m_s = m_a \cdot \frac{100}{100+\omega_a}$	0,01 g	68,30

Peneiros		Massa de material retido	Percentagem de material retido	% acumulada de material retido	% acumulada do material que passa
		m_x	$n'_x = \frac{m_x}{m_b} \cdot 100$	n'_x	$N''_x = (100 - N'_x) \cdot \frac{100 - N_{10}}{100}$
#	mm	0,01g	0,01%	0,01%	0,01%
20	0,840	8,99	13,16	13,16	81,27
40	0,420	10,50	15,37	28,54	66,88
60	0,250	9,30	13,62	42,15	54,14
140	0,106	10,10	14,79	56,94	40,30
200	0,075	2,47	3,62	60,56	36,91

Estes resultados de ensaio só têm validade quando parte integrante de um relatório de ensaio emitido pelo Núcleo Laboratório Central da Mota-Engil, Engenharia e Construção, S.A.

Observações:

Ensaiou	Aprovado
Pedro Martins	Nuno Pinto

MOTA-ENGIL
ENGENHARIA

RESULTADOS DE ENSAIO

Amostra	Relatório	Página	Data
A1306.25	RE7199.2025	2/2	11/jun/25

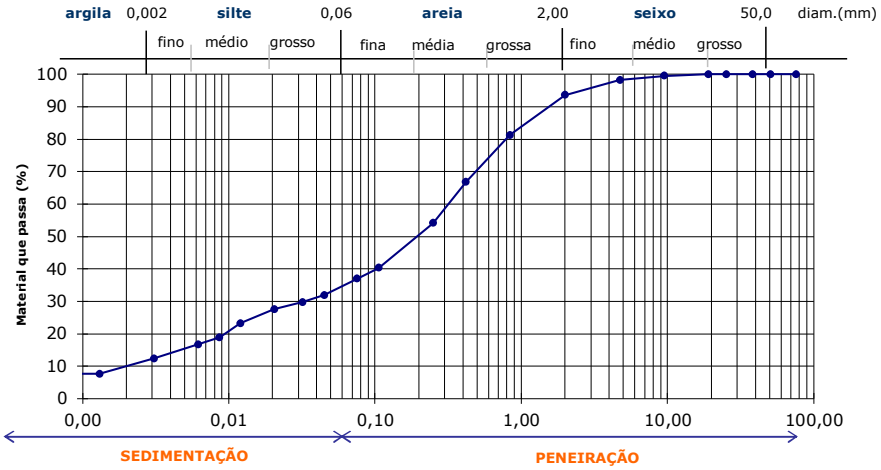
01.09 - Análise Granulométrica por Sedimentação
LNEC E 196:1966

SEDIMENTAÇÃO

Material passado no peneiro nº 200

Correcção do menisco	C_m	-	0,0005
Temperatura de correcção do antifloculante	T	ºC	21
Correcção da temperatura	C_t	-	0,0002
Densidade das partículas	G	0,01 g/cm^3	2,71
Leitura do densímetro em água com anti-floculante	L_a	-	1,0010
Massa solo seco utilizado	m_s	0,01 g	68,30
Correcção do antifloculante	$C_a = L_a - 1.000 + C_t$	-	0,0012

Tempos	1 min	2 min	5 min	15 min	30 min	60 min	250 min	1440 min (24 h)	2880 min (48 h)
Leituras directas do densímetro, Ls	1,015	1,014	1,013	1,011	1,009	1,008	1,006	1,004	1,004
Temperatura , T	22	22	22	22	22	22	22	21	21
Correcções da temperatura, Ct	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0002	0,0002
Leituras corrigidas, $L_c=L_s+C_m-C_a+C_t$	1,0147	1,0137	1,0127	1,0107	1,0087	1,0077	1,0057	1,0035	1,0035
% Partículas com diâmetro < D na massa seca utilizada , $n_D = \frac{100000}{m_s} \cdot \frac{G}{G-1} \cdot (L_C - 1)$	34,10906476	31,78872021	29,46837567	24,82768659	20,18699751	17,86665297	13,22596388	8,121205894	8,121205894
Constante de Stokes, K	0,01310961	0,01310961	0,01310961	0,01310961	0,01310961	0,01310961	0,01310961	0,01310961	0,01310961
Profundidades correspondentes às leituras Ls, Z (cm)	11,7203457	11,9544357	12,1885257	12,6567057	13,1248857	13,3589757	13,8271557	14,2953357	14,2953357
Diâmetros partículas correspondentes a N_D, $D = K \cdot \sqrt{\frac{Z}{t}}$	0,044880736	0,032050832	0,020468233	0,012042162	0,008671154	0,006185869	0,00308309	0,001306188	0,000923614
% Partículas com diâmetro < D na massa total amostra , $N_D = n_D \cdot \frac{100 - N_{10}}{100}$	31,92175681	29,75020873	27,57866065	23,23556448	18,89246832	16,72092024	12,37782407	7,600418289	7,600418289



Estes resultados de ensaio só têm validade quando parte integrante de um relatório de ensaio emitido pelo Núcleo Laboratório Central da Mota-Engil, Engenharia e Construção, S.A.

Observações:

Ensaiou	Aprovado
Pedro Martins	Nuno Pinto

LABORATÓRIO CENTRAL
Zona Industrial de São Caetano
Travessa das Lajes, 174
4405-194 Canelas VNG - Portugal
Telefone: 351 227 169 310
Fax: 351 227 169 312
E-mail: CarlaFerreira@mota-engil.pt
http://engenharia.mota-engil.pt/areas-especializadas/laboratorio-central

IPAC acreditação
L0315
ISO/IEC 17025
Ensaios

Este relatório é composto pela folha de rosto e pela(s) folha(s) de resultado(s) de ensaio e não pode ser reproduzido parcialmente. Os resultados apresentados referem-se apenas à amostra ensaiada e os resultados aplicam-se à amostra conforme rececionada. Este ensaio realizou-se nas instalações permanentes do Laboratório Central. Esta folha só tem validade quando parte integrante de um relatório de ensaio emitido pelo Laboratório Central da Mota-Engil, Engenharia e Construção, S. A.

FOLHA DE ROSTO DO RELATÓRIO DE ENSAIO

RE6627.2025

Código do Laboratório:	**0-LABC**
Localização do Laboratório:	**Zona Industrial de S. Caetano - Travessa das Lages, 174 - 4405-194 Vila Nova de Gaia**
Data do Relatório de Ensaio:	**2025-06-27**
Cliente:	**Luftansa Technik Portugal, S. A. Edifício Oceanus, Avenida da Boavista n.º 3265, 4.2 3100-137 Porto**
Código da Amostra:	**A1306.25**
Descrição da Amostra:	**Solo**
Referência do Cliente:	**P13 (0.3-3.0)m**
Proveniência da Amostra:	**CC17040.600-Geotecnia-MRO Facility for Engine Parts and Aircrafts Components, Geological-Geotechnical and Hydrogeological Survey**
Data de Colheita da Amostra:	**Não fornecida pelo Cliente**
Data de Receção da Amostra:	**2025-06-04**
Data de Adjudicação do Ensaio:	**2025-06-04**
Código do Processo:	**L.092.2025**
Descrição do Processo:	**Identificação de Solos**
Responsabilidade da Amostragem:	**Da responsabilidade da Geotecnia**
Requisitos e Especificações do Cliente:	---
Conclusões/observações:	O cálculo do Índice de Plasticidade (IP) não está incluído no âmbito da acreditação.

Em anexo encontra(m)-se a(s) folha(s) de resultado(s) de ensaio.

As informações referentes à Descrição da Amostra, à Referência do Cliente, à Proveniência da Amostra, à Data da Colheita da Amostra e aos Requisitos e Especificações do Cliente, quando existem, são fornecidas pelo cliente. A incerteza expandida apresentada está expressa pela incerteza-padrão, multiplicada pelo fator de expansão k, o qual para uma distribuição "t-student" corresponde a uma probabilidade de expansão de 95%, aproximadamente.

Responsável Técnica do
Laboratório Central

Carla Sousa

MOTA-ENGIL
ENGENHARIA

FOLHA DE RESULTADOS DE ENSAIO

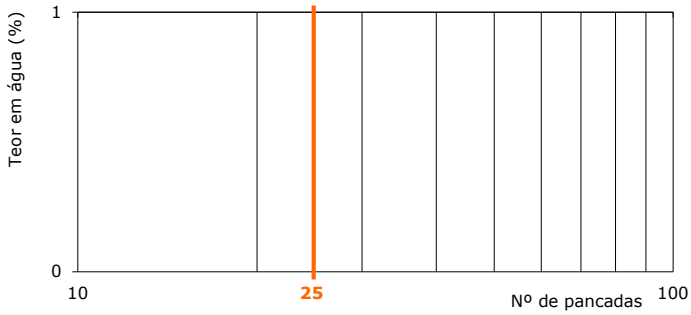
Amostra	Relatório	Página	Data de Início	Data de fim
A1306.25	RE6627.2025	1/1	16/jun/25	17/jun/25

01.03 - Determinação dos limites de consistência
NP 143:1969

Preparação da amostra: Amostra seca na estufa a 105 - 110 ºC [x] Amostra seca ao ar [ ]

Limite de Liquidez

	Sigla	Unidade de medida	Resultado				
Número da cápsula	-	-					
Massa da cápsula	m_1	(0,01g)					
Massa da cápsula contendo solo húmido	m_2	(0,01g)					
Massa da cápsula contendo solo seco	m_3	(0,01g)					
Massa do solo seco	$w_s=m_3-m_1$	(0,01g)					
Massa da água	$w_w=m_2-m_3$	(0,01g)					
Teor em água	$w=\frac{w_w}{w_s}\times 100$	(0,1%)					Incerteza expandida (95% confiança)
Número de pancadas	-	-					
Limite de Liquidez	**LL**	**(%)**	**NP**				± %



Limite de Plasticidade

	Sigla	Unidade de medida	Resultado				
Número da cápsula	-	-					
Massa da cápsula	m_1	(0,01g)					
Massa da cápsula contendo solo húmido	m_2	(0,01g)					
Massa da cápsula contendo solo seco	m_3	(0,01g)					
Massa do solo seco	$w_s=m_3-m_1$	(0,01g)					
Massa da água	$w_w=m_2-m_3$	(0,01g)					Incerteza expandida (95% confiança)
Teor em água	$w=\frac{w_w}{w_s}\times 100$	(0,1%)					
Limite de Plasticidade	**LP**	**(%)**	**NP**				± %
Índice de Plasticidade	**IP**	**(%)**	**NP**				

Estes resultados de ensaio só têm validade quando parte integrante de um relatório de ensaio emitido pelo Núcleo Laboratório Central da Mota-Engil, Engenharia e Construção, S.A.

Observações:
O cálculo do Índice de Plasticidade (IP) não está incluído no âmbito da acreditação.

Ensaiou	Aprovado
José Pinto	Nuno Pinto

LABORATÓRIO CENTRAL
Zona Industrial de São Caetano
Travessa das Lajes, 174
4405-194 Canelas VNG - Portugal
Telefone: 351 227 169 310
Fax: 351 227 169 312
E-mail: CarlaFerreira@mota-engil.pt
http://engenharia.mota-engil.pt/areas-especializadas/laboratorio-central

IPAC acreditação
L0315
ISO/IEC 17025
Ensaios

Este relatório é composto pela folha de rosto e pela(s) folha(s) de resultado(s) de ensaio e não pode ser reproduzido parcialmente. Os resultados apresentados referem-se apenas à amostra ensaiada e os resultados aplicam-se à amostra conforme rececionada. Este ensaio realizou-se nas instalações permanentes do Laboratório Central. Esta folha só tem validade quando parte integrante de um relatório de ensaio emitido pelo Laboratório Central da Mota-Engil, Engenharia e Construção, S. A.

FOLHA DE ROSTO DO RELATÓRIO DE ENSAIO

RE6628.2025

Código do Laboratório:	**0-LABC**
Localização do Laboratório:	**Zona Industrial de S. Caetano - Travessa das Lages, 174 - 4405-194 Vila Nova de Gaia**
Data do Relatório de Ensaio:	**2025-06-27**
Cliente:	**Luftansa Technik Portugal, S. A. Edifício Oceanus, Avenida da Boavista n.º 3265, 4.2 3100-137 Porto**
Código da Amostra:	**A1306.25**
Descrição da Amostra:	**Solo**
Referência do Cliente:	**P13 (0.3-3.0)m**
Proveniência da Amostra:	**CC17040.600-Geotecnia-MRO Facility for Engine Parts and Aircrafts Components, Geological-Geotechnical and Hydrogeological Survey**
Data de Colheita da Amostra:	**Não fornecida pelo Cliente**
Data de Receção da Amostra:	**2025-06-04**
Data de Adjudicação do Ensaio:	**2025-06-04**
Código do Processo:	**L.092.2025**
Descrição do Processo:	**Identificação de Solos**
Responsabilidade da Amostragem:	**Da responsabilidade da Geotecnia**
Requisitos e Especificações do Cliente:	---
Conclusões/observações:	---

Em anexo encontra(m)-se a(s) folha(s) de resultado(s) de ensaio.

As informações referentes à Descrição da Amostra, à Referência do Cliente, à Proveniência da Amostra, à Data da Colheita da Amostra e aos Requisitos e Especificações do Cliente, quando existem, são fornecidas pelo cliente. A incerteza expandida apresentada está expressa pela incerteza-padrão, multiplicada pelo fator de expansão k, o qual para uma distribuição "t-student" corresponde a uma probabilidade de expansão de 95%, aproximadamente.

Responsável Técnica do
Laboratório Central

Carla Sousa

MOTA-ENGIL
ENGENHARIA

FOLHA DE RESULTADOS DE ENSAIO

Amostra	Relatório	Página	Data de Início	Data de fim
A1306.25	RE6628.2025	1/1	5/jun/25	6/jun/25

01.05 - Teor em Água
NP 84:1965

	Sigla	Unidade de medida	Resultado		
Número do recipiente	-	-	23	36	
Massa do recipiente	M_1	g	109	108	
Massa do recipiente + solo húmido	M_2	g	400	422	
Massa do recipiente + solo seco	M_3	g	359	379	
Massa da água	$A=M_2-M_3$	0,1g	41,4	43,3	
Massa do solo seco	$B=M_3-M_1$	0,1g	249,7	270,8	
Teor em água	$W=\frac{A}{B}\times 100$	0,1%	16,6	16,0	Incerteza expandida (95% confiança)
Teor em água	**-**	**0,1%**	**16,3**		± 0,0 %

Estes resultados de ensaio só têm validade quando parte integrante de um relatório de ensaio emitido pelo Núcleo Laboratório Central da Mota-Engil, Engenharia e Construção, S.A.

Observações:

Ensaiou	Aprovado
José Pinto	Nuno Pinto

LABORATÓRIO CENTRAL
Zona Industrial de São Caetano
Travessa das Lajes, 174
4405-194 Canelas VNG - Portugal
Telefone: 351 227 169 310
Fax: 351 227 169 312
E-mail: CarlaFerreira@mota-engil.pt
http://engenharia.mota-engil.pt/areas-especializadas/laboratorio-central

FOLHA DE ROSTO DO RELATÓRIO DE ENSAIO

RE6629.2025

Código do Laboratório:	**0-LABC**
Localização do Laboratório:	**Zona Industrial de S. Caetano - Travessa das Lages, 174 - 4405-194 Vila Nova de Gaia**
Data do Relatório de Ensaio:	**2025-06-27**
Cliente:	**Luftansa Technik Portugal, S. A. Edifício Oceanus, Avenida da Boavista n.º 3265, 4.2 3100-137 Porto**
Código da Amostra:	**A1306.25**
Descrição da Amostra:	**Solo**
Referência do Cliente:	**P13 (0.3-3.0)m**
Proveniência da Amostra:	**CC17040.600-Geotecnia-MRO Facility for Engine Parts and Aircrafts Components, Geological-Geotechnical and Hydrogeological Survey**
Data de Colheita da Amostra:	**Não fornecida pelo Cliente**
Data de Receção da Amostra:	**2025-06-04**
Data de Adjudicação do Ensaio:	**2025-06-04**
Código do Processo:	**L.092.2025**
Descrição do Processo:	**Identificação de Solos**
Responsabilidade da Amostragem:	**Da responsabilidade da Geotecnia**
Requisitos e Especificações do Cliente:	---
Conclusões/observações:	---

Este relatório é composto pela folha de rosto e pela(s) folha(s) de resultado(s) de ensaio e não pode ser reproduzido parcialmente. Os resultados apresentados referem-se apenas à amostra ensaiada e os resultados aplicam-se à amostra conforme rececionada. Este ensaio realizou-se nas instalações permanentes do Laboratório Central. Esta folha só tem validade quando parte integrante de um relatório de ensaio emitido pelo Laboratório Central da Mota-Engil, Engenharia e Construção, S. A.

Em anexo encontra(m)-se a(s) folha(s) de resultado(s) de ensaio.

As informações referentes à Descrição da Amostra, à Referência do Cliente, à Proveniência da Amostra, à Data da Colheita da Amostra e aos Requisitos e Especificações do Cliente, quando existem, são fornecidas pelo cliente. A incerteza expandida apresentada está expressa pela incerteza-padrão, multiplicada pelo fator de expansão k, o qual para uma distribuição "t-student" corresponde a uma probabilidade de expansão de 95%, aproximadamente.

Responsável Técnica do
Laboratório Central

Carla Sousa

MOTA-ENGIL
ENGENHARIA

RESULTADOS DE ENSAIO

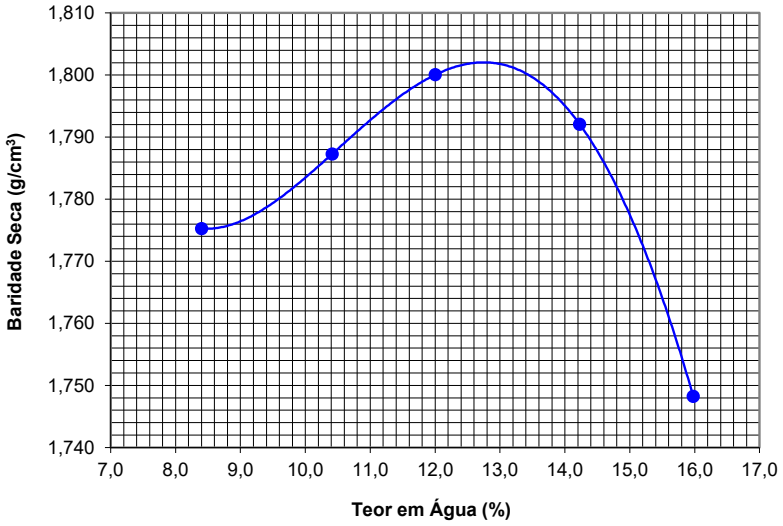
Amostra	Relatório	Página	Data
A1306.25	RE6629.2025	1/1	9/jun/25

01.10 - Compactação Proctor
LNEC E 197:1966

Tipo de compactação	Peso do Pilão (g)	Altura de queda (mm)	Volume do molde-V (cm^3)
Pesada em molde grande	Pesado: 4540	Pilão pesado: 457	2104

N.º de Camadas	Nº de Pancadas/Camada	Peso do molde-P_m (g)
5	55	5016

Peso do molde + solo humido	P_t	g	9065		9168		9258		9323		9282		---	
Peso do solo humido	$P=P_t-P_m$	g	4049		4152		4242		4307		4266		---	
Baridade Húmida	$\gamma_w = \frac{P}{V}$	0,001g/cm³	1,924		1,973		2,016		2,047		2,028		---	
N.º da cápsula			19	116	44	40	54	96	28	124	88	118	---	---
Peso da cápsula	m_1	0,01g	108,02	107,34	100,33	109,57	92,57	109,81	115,42	109,28	103,25	108,71	---	---
Peso da cápsula + solo humido	m_2	0,01g	499,11	504,05	582,05	550,56	447,71	470,28	392,88	412,07	483,91	456,34	---	---
Peso da cápsula + solo seco	m_3	0,01g	468,36	473,75	536,35	509,22	409,63	431,66	358,45	374,21	431,58	408,34	---	---
Peso do solo seco	$P_s=m_3-m_1$	0,01g	360,34	366,41	436,02	399,65	317,06	321,85	243,03	264,93	328,33	299,63	---	---
Peso da água	$P_w=m_2-m_3$	0,01g	30,75	30,30	45,70	41,34	38,08	38,62	34,43	37,86	52,33	48,00	---	---
Teor em água	$\frac{P_w}{P_s} \times 100$	0,1%	8,5	8,3	10,5	10,3	12,0	12,0	14,2	14,3	15,9	16,0	---	---
Teor médio	w	0,1%	8,4		10,4		12,0		14,2		16,0		---	
Baridade Seca	$\gamma_s = \frac{\gamma_w \times 100}{w + 100}$	0,001g/cm³	**1,775**		**1,787**		**1,800**		**1,792**		**1,748**		**---**	



Baridade Seca Máxima
(0,001g/cm³)

1,802

Teor em Água Optimo
(0,1%)

12,8

Este boletim de ensaio só tem validade quando parte integrante de um relatório de ensaio emitido pelo Núcleo Laboratório Central da Mota-Engil, Engenharia e Construção, S.A.

Observações:

Ensaiou	Aprovado
José Pinto	Nuno Pinto

LABORATÓRIO CENTRAL
Zona Industrial de São Caetano
Travessa das Lajes, 174
4405-194 Canelas VNG - Portugal
Telefone: 351 227 169 310
Fax: 351 227 169 312
E-mail: CarlaFerreira@mota-engil.pt
http://engenharia.mota-engil.pt/areas-especializadas/laboratorio-central

FOLHA DE ROSTO DO RELATÓRIO DE ENSAIO

RE6630.2025

Código do Laboratório:	**0-LABC**
Localização do Laboratório:	**Zona Industrial de S. Caetano - Travessa das Lages, 174 - 4405-194 Vila Nova de Gaia**
Data do Relatório de Ensaio:	**2025-06-27**
Cliente:	**Luftansa Technik Portugal, S. A. Edifício Oceanus, Avenida da Boavista n.º 3265, 4.2 3100-137 Porto**
Código da Amostra:	**A1306.25**
Descrição da Amostra:	**Solo**
Referência do Cliente:	**P13 (0.3-3.0)m**
Proveniência da Amostra:	**CC17040.600-Geotecnia-MRO Facility for Engine Parts and Aircrafts Components, Geological-Geotechnical and Hydrogeological Survey**
Data de Colheita da Amostra:	**Não fornecida pelo Cliente**
Data de Receção da Amostra:	**2025-06-04**
Data de Adjudicação do Ensaio:	**2025-06-04**
Código do Processo:	**L.092.2025**
Descrição do Processo:	**Identificação de Solos**
Responsabilidade da Amostragem:	**Da responsabilidade da Geotecnia**
Requisitos e Especificações do Cliente:	---
Conclusões/observações:	---

Em anexo encontra(m)-se a(s) folha(s) de resultado(s) de ensaio.

As informações referentes à Descrição da Amostra, à Referência do Cliente, à Proveniência da Amostra, à Data da Colheita da Amostra e aos Requisitos e Especificações do Cliente, quando existem, são fornecidas pelo cliente. A incerteza expandida apresentada está expressa pela incerteza-padrão, multiplicada pelo fator de expansão k, o qual para uma distribuição "t-student" corresponde a uma probabilidade de expansão de 95%, aproximadamente.

Responsável Técnica do
Laboratório Central

Carla Sousa

Este relatório é composto pela folha de rosto e pela(s) folha(s) de resultado(s) de ensaio e não pode ser reproduzido parcialmente. Os resultados apresentados referem-se apenas à amostra ensaiada e os resultados aplicam-se à amostra conforme rececionada. Este ensaio realizou-se nas instalações permanentes do Laboratório Central. Esta folha só tem validade quando parte integrante de um relatório de ensaio emitido pelo Laboratório Central da Mota-Engil, Engenharia e Construção, S. A.

MOTA-ENGIL
ENGENHARIA

RESULTADOS DE ENSAIO

Amostra	Relatório	Página	Data
A1306.25	RE6630.2025	1/2	12/jun/25

01.11 - Índice Californiano de Capacidade de Carga
LNEC E 198:1967

N.º de Pancadas por camada			55	25	12
N.º do Molde			10	11	12
Peso do molde	P_m	g	6250	6295	6422
Volume do molde	V_m	cm^3	2091	2074	2092
Altura do molde	H_m	mm	115	114	115
Peso do molde + solo humido	P_t	g	10498	10204	10150
Peso do solo humido	$P=P_t - P_m$	g	4248	3909	3728
Baridade Húmida Inicial	$\gamma_w = \frac{P}{V}$	$0,001g/cm^3$	2,032	1,885	1,782

Número da cápsula			Antes Embebição	Após Embebição	Antes Embebição	Após Embebição	Antes Embebição	Após Embebição
			42	97	73	68	63	12
Peso da cápsula	m_1	0,01g	100,74	99,39	98,93	109,25	109,05	106,84
Peso da cápsula + solo húmido	m_2	0,01g	638,37	492,99	691,99	573,02	669,96	585,38
Peso da cápsula + solo seco	m_3	0,01g	577,61	432,68	625,30	493,31	606,20	495,64
Peso do solo seco	$P_s=m_3 - m_1$	0,01g	476,87	333,29	526,37	384,06	497,15	388,8
Peso da água	$P_w=m_2 - m_3$	0,01g	60,76	60,31	66,69	79,71	63,76	89,74
Teor em água	$\frac{P_w}{P_s} \times 100$	0,1%	12,7	18,1	12,7	20,8	12,8	23,1
Baridade Seca	$\gamma_s = \frac{\gamma_w \times 100}{w + 100}$	0,1%	1,802	1,795	1,673	1,672	1,579	1,577
Baridade Seca Máxima	$\gamma_{s\ máx}$	0,1%	1,802					
Grau de Compactação	$\frac{\gamma_s}{\gamma_{s\ máx}} \times 100$	%	100	100	93	93	88	88

EMBEBIÇÃO

Data de embebição		Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
		12/jun/25	16/jun/25	12/jun/25	16/jun/25	12/jun/25	16/jun/25
Leituras no comparador	0,01mm	0,00	1,90	0,00	1,98	0,00	2,14

CARACTERISTICAS APÓS A EMBEBIÇÃO

Peso do molde + solo húmido	P'_t	g	10682	10482	10483
Peso da água absorvida	$P'_t - Pt$	g	184	278	333
Baridade Húmida Final	$\frac{P'_t - P_m}{V_m}$	$0,001g/cm^3$	2,120	2,019	1,941
Expansão	$\frac{L}{H_m} \times 100$	0,1%	1,65	1,73	1,86
Expansão (95% CR)		%	2		

Estes resultados de ensaio só têm validade quando parte integrante de um relatório de ensaio emitido pelo Núcleo Laboratório Central da Mota-Engil, Engenharia e Construção, S.A.

Observações:

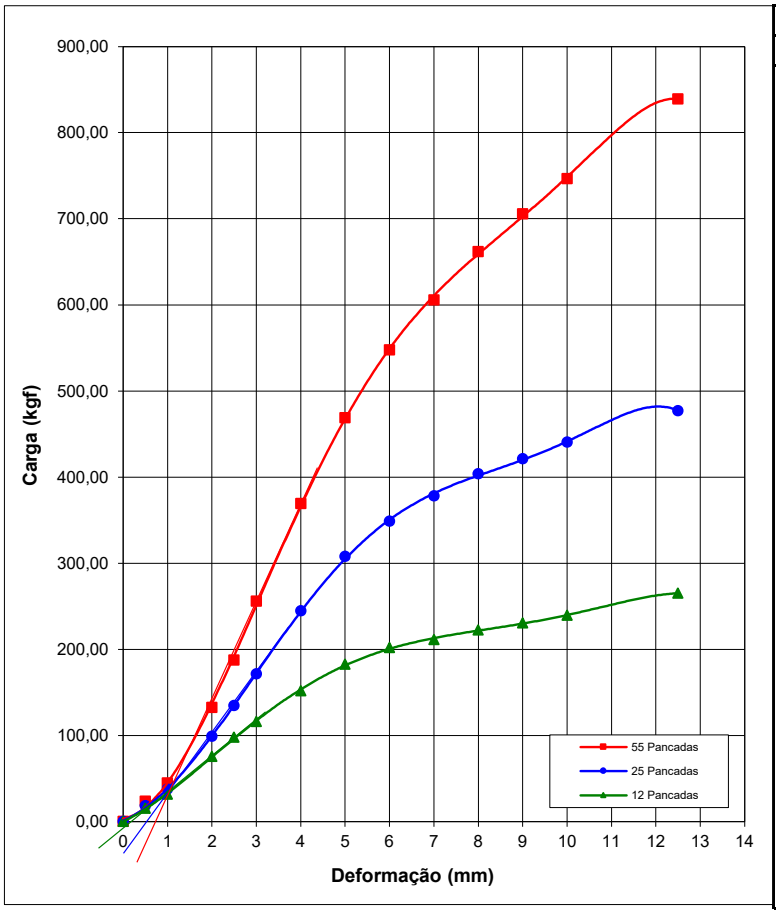
Ensaiou	Aprovado
José Pinto	Nuno Pinto

MOTA-ENGIL
ENGENHARIA

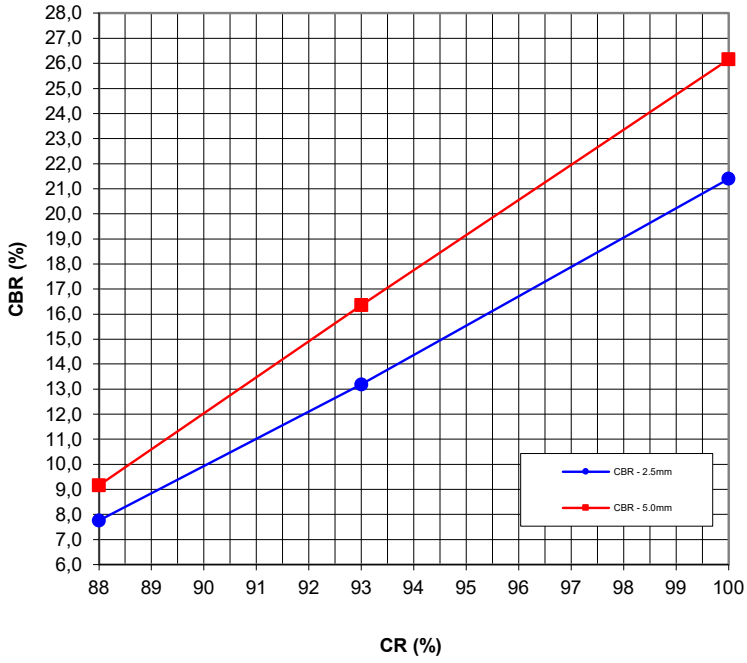
RESULTADOS DE ENSAIO

Amostra	Relatório	Página	Data
A1306.25	RE6630.2025	2/2	16/jun/25

01.11 - Índice Californiano de Capacidade de Carga
LNEC E 198:1967



Nº Pancadas		55	25	12	55	25	12
Penetração		Leituras (KN)			Cargas (kgf)		
Deformação (mm)	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,5	0,23	0,18	0,15	23,45	18,35	15,29
	1,0	0,44	0,37	0,31	44,86	37,73	31,61
	2,0	1,30	0,97	0,74	132,55	98,90	75,45
	2,5	1,84	1,32	0,96	187,61	134,59	97,88
	3,0	2,51	1,68	1,14	255,92	171,29	116,23
	4,0	3,62	2,40	1,49	369,10	244,70	151,92
	5,0	4,60	3,02	1,79	469,02	307,92	182,51
	6,0	5,37	3,42	1,98	547,53	348,70	201,88
	7,0	5,94	3,71	2,07	605,64	378,27	211,06
	8,0	6,49	3,96	2,18	661,72	403,76	222,27
	9,0	6,92	4,13	2,26	705,56	421,09	230,43
	10,0	7,32	4,32	2,35	746,35	440,47	239,61
	12,5	8,23	4,68	2,60	839,13	477,17	265,10



Nº Pancadas		55	25	12
Compactação Relativa-CR (%)		100	93	88
Pen=2.5 mm	F (kgf)	289,9	178,6	105,2
	$CBR = \frac{F}{1355} \times 100$ (0,1%)	21,4	13,2	7,8
Pen=5.0 mm	F (kgf)	531,8	332,4	186,4
	$CBR = \frac{F}{2033} \times 100$ (0,1%)	26,2	16,3	9,2
CBR % (95% CR)		**15**	(2,5 mm)	
CBR % (95% CR)		**19**	(5,0 mm)	

Estes resultados de ensaio só têm validade quando parte integrante de um relatório de ensaio emitido pelo Núcleo Laboratório Central da Mota-Engil, Engenharia e Construção, S.A.

Observações:

Ensaiou — José Pinto

Aprovado — Nuno Pinto

LABORATÓRIO CENTRAL
Zona Industrial de São Caetano
Travessa das Lajes, 174
4405-194 Canelas VNG - Portugal
Telefone: 351 227 169 310
Fax: 351 227 169 312
E-mail: CarlaFerreira@mota-engil.pt
http://engenharia.mota-engil.pt/areas-especializadas/laboratorio-central

IPAC acreditação
L0315
ISO/IEC 17025
Ensaios

Este relatório é composto pela folha de rosto e pela(s) folha(s) de resultado(s) de ensaio e não pode ser reproduzido parcialmente. Os resultados apresentados referem-se apenas à amostra ensaiada e os resultados aplicam-se à amostra conforme rececionada. Este ensaio realizou-se nas instalações permanentes do Laboratório Central. Esta folha só tem validade quando parte integrante de um relatório de ensaio emitido pelo Laboratório Central da Mota-Engil, Engenharia e Construção, S. A.

FOLHA DE ROSTO DO RELATÓRIO DE ENSAIO

RE7200.2025

Código do Laboratório:	**0-LABC**
Localização do Laboratório:	**Zona Industrial de S. Caetano - Travessa das Lages, 174 - 4405-194 Vila Nova de Gaia**
Data do Relatório de Ensaio:	**2025-06-27**
Cliente:	**Luftansa Technik Portugal, S. A. Edifício Oceanus, Avenida da Boavista n.º 3265, 4.2 3100-137 Porto**
Código da Amostra:	**A1306.25**
Descrição da Amostra:	**Solo**
Referência do Cliente:	**P13 (0.3-3.0)m**
Proveniência da Amostra:	**CC17040.600-Geotecnia-MRO Facility for Engine Parts and Aircrafts Components, Geological-Geotechnical and Hydrogeological Survey**
Data de Colheita da Amostra:	**Não fornecida pelo Cliente**
Data de Receção da Amostra:	**2025-06-04**
Data de Adjudicação do Ensaio:	**2025-06-04**
Código do Processo:	**L.092.2025**
Descrição do Processo:	**Identificação de Solos**
Responsabilidade da Amostragem:	**Da responsabilidade da Geotecnia**
Requisitos e Especificações do Cliente:	---
Conclusões/observações:	---

Em anexo encontra(m)-se a(s) folha(s) de resultado(s) de ensaio.

As informações referentes à Descrição da Amostra, à Referência do Cliente, à Proveniência da Amostra, à Data da Colheita da Amostra e aos Requisitos e Especificações do Cliente, quando existem, são fornecidas pelo cliente. A incerteza expandida apresentada está expressa pela incerteza-padrão, multiplicada pelo fator de expansão k, o qual para uma distribuição "t-student" corresponde a uma probabilidade de expansão de 95%, aproximadamente.

Responsável Técnica do
Laboratório Central

Carla Sousa

MOTA-ENGIL
ENGENHARIA

FOLHA DE RESULTADOS DE ENSAIO

Amostra	Relatório	Página	Data de Início	Data de fim
A1306.25	RE7200.2025	1/1	16/jun/25	18/jun/25

01.04 - Determinação da densidade das partículas
NP 83:1965

Sem secagem prévia do provete ☐ Com secagem prévia do provete ☑

Fração granulométrica a que o resultado se reporta: 0 / 4,75 **mm**
(no caso de ter sido necessário separá-la por peneiração)

CALIBRAÇÃO DO PICNÓMETRO

	Sigla	Unidade de medida	Resultado	
Temperatura de calibração do picnómetro	t_1	(0,5ºC)	21,0	21,0
Massa do picnómetro	m_1	(0,01g)	66,64	59,44
Massa do picnómetro + água	m_2	(0,01g)	160,42	154,87

DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE DAS PARTÍCULAS

	Sigla	Unidade de medida	Resultado		
Numero do picnómetro	-	-	6	5	
Massa do picnómetro + água	m_3	(0,01g)	160,14	154,64	
Massa do picnómetro + provete + água	m_5	(0,01g)	176,31	170,88	
Numero da cápsula / goblé	-	-	6	5	
Massa da cápsula / goblé	A	(0,01g)	66,63	59,43	
Masas do provete seco + cápsula / goblé	B	(0,01g)	92,21	85,16	
Massa do provete seco	m_4=B-A	(0,01g)	25,58	25,73	
Temperatura da água no picnómetro durante o ensaio	t_X	(0,5ºC)	28,0	27,0	
Quociente da densidade da água à temperatura t_X pela densidade da água a 20ºC	K	-	0,998	0,998	
Peso específico das partículas a 20ºC	γ_s	(0,01g/cm^3)	2,71	2,71	
Densidade das partículas a 20ºC	d	-	2,71	2,71	Incerteza expandida (95% confiança)
Densidade média das partículas a 20ºC	d	-	**2,71**		± 0,04

Estes resultados de ensaio só têm validade quando parte integrante de um relatório de ensaio emitido pelo Núcleo Laboratório Central da Mota-Engil, Engenharia e Construção, S.A.

Observações:

Ensaiou	Aprovado
Pedro Martins	Nuno Pinto

ANÁLISES QUÍMICAS DA ÁGUA

- **BOLETINS ANALÍTICOS**

BOLETINS ANALÍTICOS

LQA - Ambiente
Prestação de Serviços, Gestão e Controle Ambiental, Lda.

Versão: 1.0 Boletim Definitivo

Boletim Analítico: 2025/03820

Tipo Amostra: Águas Naturais Doces (Subterrâneas)
Designação da Amostra: Agressividade ao Betão - 17040.600 - MRO Facility for engine parts and aircraft components, Geotechnical Survey
ID Colheita: 2504523
Ponto de Amostragem: S5
Método de Amostragem:
Amostragem por: Requisitante
Data da Amostragem: 14 julho 2025
Recepção: 14 julho 2025
Início da Análise: 14 julho 2025
Conclusão da Análise: 22 julho 2025

Requisitante: Mota-Engil, Engenharia e Construção SA
Zona Industrial de S. Caetano - Rua da Urtigueira

Determinações laboratoriais

Determinação	Método	Resultado	Incerteza
pH	ISO 10523:2008	5,6 a 24,7 ºC Escala de Sorensen	±0,1
Azoto amoniacal	SMEWW 4500 NH3 F (24ª Ed.)	≤0,05 mg/l NH4	
Sulfatos	SMEWW 4500 SO4 E (24ª Ed.)	<10 mg/l SO4	
Magnésio (6)	SMEWW 3500 Mg B (24ª Ed.)	<10 mg/l Mg	
Dióxido de Carbono Agressivo da Água (1)	NP EN 13577:2008	161 mg/l CO2	
Índice de Langelier (1)	APa078	-1,6	

Observações:

Avaliação do Índice de *Langelier*: Água tendencialmente corrosiva.

V. N. de Gaia, 22 de julho de 2025
O Responsável do Laboratório
Lúcia Soares de Sousa

(Este documento foi assinado digitalmente)

Notas:

(0) Ensaio efetuado com compensação automática de temperatura.
(1) Ensaio não incluído no âmbito da acreditação.
(2) Amostragem para o ensaio não incluída no âmbito da acreditação.
(3) Amostragem não incluída no âmbito da acreditação.
(4) Ensaio contratado a laboratório externo com ensaio acreditado.
(5) Ensaio contratado a laboratório externo com ensaio não acreditado.
(6) O resultado do Magnésio é obtido pela diferença entre as concentrações da Dureza Total e do Cálcio , expresso em mg/l Mg.
Se uma ou ambas as parcelas for(em) inferior(es) ao(s) LQ(s) individuais, o resultado é obtido por cálculo considerando o(s) valor(es) do(s) LQ(s) individual(ais).

Se a secção 'amostragem por' do Boletim analítico referir 'Requisitante', então todos os dados relativos à colheita foram fornecidos pelo Requisitante e os resultados aplicam-se à amostra conforme recebida.
Em todos os resultados expressos na forma '<X' ou '≤X', 'X' é o Limite de Quantificação (LQ) do método analítico.
Quando efetuada, na avaliação de conformidade com os Valores de Referência , a regra de decisão não contempla a incerteza associada à medição.
As incertezas expandidas das medições (exceto para as medições locais), foram calculadas com base nas incertezas padrão combinadas, multiplicadas por um fator de expansão k=2 para uma distribuição normal correspondente a um nível de confiança de 95%.
Quando a amostragem está fora do âmbito da acreditação ou é da responsabilidade do cliente, a incerteza refere-se apenas à determinação analítica.
NP - Norma Portuguesa; EN - Norma Europeia; ISO - International Organization for Standardization; SMEWW - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.
O boletim analítico refere-se apenas à amostra analisada, não podendo ser generalizado a processos, partidas ou lotes, salvo nos casos especificamente mencionados .
Este documento é considerado confidencial, não podendo ser parcialmente reproduzido, nem ser utilizado para fins publicitários, sem a nossa prévia autorização escrita.

Sede: Rua Delfim de Lima, 3534 | 4410-229 Canelas, V.N. Gaia | NIF: 504574299 | Tel. (+351) 227129294 | e-mail inform@lqa-ambiente.com | www.lqa-ambiente.com

LQA - Ambiente
Prestação de Serviços, Gestão e Controle Ambiental, Lda.

Versão: 1.0 Boletim Definitivo

Boletim Analítico: 2025/03821

Tipo Amostra: Águas Naturais Doces (Subterrâneas)
Designação da Amostra: Agressividade ao Betão - 17040.600 - MRO Facility for engine parts and aircraft components, Geotechnical Survey
ID Colheita: 2504524
Ponto de Amostragem: S7
Método de Amostragem:
Amostragem por: Requisitante
Data da Amostragem: 14 julho 2025
Recepção: 14 julho 2025
Início da Análise: 14 julho 2025
Conclusão da Análise: 22 julho 2025

Requisitante: Mota-Engil, Engenharia e Construção SA
Zona Industrial de S. Caetano - Rua da Urtigueira

Determinações laboratoriais

Determinação	Método	Resultado	Incerteza
pH	ISO 10523:2008	5,8 a 24,7 ºC Escala de Sorensen	±0,1
Azoto amoniacal	SMEWW 4500 NH3 F (24ª Ed.)	0,11 mg/l NH4	±20%
Sulfatos	SMEWW 4500 SO4 E (24ª Ed.)	<10 mg/l SO4	
Magnésio (6)	SMEWW 3500 Mg B (24ª Ed.)	<10 mg/l Mg	
Dióxido de Carbono Agressivo da Água (1)	NP EN 13577:2008	53 mg/l CO2	
Índice de Langelier (1)	APa078	-2,0	

Observações:

Avaliação do Índice de *Langelier*: Água tendencialmente corrosiva.

V. N. de Gaia, 22 de julho de 2025
O Responsável do Laboratório
Lúcia Soares de Sousa

(Este documento foi assinado digitalmente)

Notas:

(0) Ensaio efetuado com compensação automática de temperatura.
(1) Ensaio não incluído no âmbito da acreditação.
(2) Amostragem para o ensaio não incluída no âmbito da acreditação.
(3) Amostragem não incluída no âmbito da acreditação.
(4) Ensaio contratado a laboratório externo com ensaio acreditado.
(5) Ensaio contratado a laboratório externo com ensaio não acreditado.
(6) O resultado do Magnésio é obtido pela diferença entre as concentrações da Dureza Total e do Cálcio , expresso em mg/l Mg.
Se uma ou ambas as parcelas for(em) inferior(es) ao(s) LQ(s) individuais, o resultado é obtido por cálculo considerando o(s) valor(es) do(s) LQ(s) individual(ais).

Se a secção 'amostragem por' do Boletim analítico referir 'Requisitante', então todos os dados relativos à colheita foram fornecidos pelo Requisitante e os resultados aplicam-se à amostra conforme recebida.
Em todos os resultados expressos na forma '<X' ou '≤X', 'X' é o Limite de Quantificação (LQ) do método analítico.
Quando efetuada, na avaliação de conformidade com os Valores de Referência , a regra de decisão não contempla a incerteza associada à medição.
As incertezas expandidas das medições (exceto para as medições locais), foram calculadas com base nas incertezas padrão combinadas, multiplicadas por um fator de expansão k=2 para uma distribuição normal correspondente a um nível de confiança de 95%.
Quando a amostragem está fora do âmbito da acreditação ou é da responsabilidade do cliente, a incerteza refere-se apenas à determinação analítica.
NP - Norma Portuguesa; EN - Norma Europeia; ISO - International Organization for Standardization; SMEWW - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.
O boletim analítico refere-se apenas à amostra analisada, não podendo ser generalizado a processos, partidas ou lotes, salvo nos casos especificamente mencionados .
Este documento é considerado confidencial, não podendo ser parcialmente reproduzido, nem ser utilizado para fins publicitários, sem a nossa prévia autorização escrita.

Sede: Rua Delfim de Lima, 3534 | 4410-229 Canelas, V.N. Gaia | NIF: 504574299 | Tel. (+351) 227129294 | e-mail inform@lqa-ambiente.com | www.lqa-ambiente.com

LQA - Ambiente
Prestação de Serviços, Gestão e Controle Ambiental, Lda.

Versão: 1.0 Boletim Definitivo

Boletim Analítico: 2025/03822

Tipo Amostra: Águas Naturais Doces (Subterrâneas)
Designação da Amostra: Agressividade ao Betão - 17040.600 - MRO Facility for engine parts and aircraft components, Geotechnical Survey
ID Colheita: 2504525
Ponto de Amostragem: S15
Método de Amostragem:
Amostragem por: Requisitante
Data da Amostragem: 14 julho 2025
Recepção: 14 julho 2025

Requisitante: Mota-Engil, Engenharia e Construção SA
Zona Industrial de S. Caetano - Rua da Urtigueira

Início da Análise: 14 julho 2025
Conclusão da Análise: 22 julho 2025

Determinações laboratoriais

Determinação	Método	Resultado	Incerteza
pH	ISO 10523:2008	6,3 a 24,7 ºC Escala de Sorensen	±0,1
Azoto amoniacal	SMEWW 4500 NH3 F (24ª Ed.)	0,08 mg/l NH4	±20%
Sulfatos	SMEWW 4500 SO4 E (24ª Ed.)	<10 mg/l SO4	
Magnésio (6)	SMEWW 3500 Mg B (24ª Ed.)	<10 mg/l Mg	
Dióxido de Carbono Agressivo da Água (1)	NP EN 13577:2008	57 mg/l CO2	
Índice de Langelier (1)	APa078	-1,6	

Observações:

Avaliação do Índice de *Langelier*: Água tendencialmente corrosiva.

V. N. de Gaia, 22 de julho de 2025
O Responsável do Laboratório
Lúcia Soares de Sousa

(Este documento foi assinado digitalmente)

Notas:

(0) Ensaio efetuado com compensação automática de temperatura.
(1) Ensaio não incluído no âmbito da acreditação.
(2) Amostragem para o ensaio não incluída no âmbito da acreditação.
(3) Amostragem não incluída no âmbito da acreditação.
(4) Ensaio contratado a laboratório externo com ensaio acreditado.
(5) Ensaio contratado a laboratório externo com ensaio não acreditado.
(6) O resultado do Magnésio é obtido pela diferença entre as concentrações da Dureza Total e do Cálcio , expresso em mg/l Mg.
Se uma ou ambas as parcelas for(em) inferior(es) ao(s) LQ(s) individuais, o resultado é obtido por cálculo considerando o(s) valor(es) do(s) LQ(s) individual(ais).

Se a secção 'amostragem por' do Boletim analítico referir 'Requisitante', então todos os dados relativos à colheita foram fornecidos pelo Requisitante e os resultados aplicam-se à amostra conforme recebida.
Em todos os resultados expressos na forma '<X' ou '≤X', 'X' é o Limite de Quantificação (LQ) do método analítico.
Quando efetuada, na avaliação de conformidade com os Valores de Referência , a regra de decisão não contempla a incerteza associada à medição.
As incertezas expandidas das medições (exceto para as medições locais), foram calculadas com base nas incertezas padrão combinadas, multiplicadas por um fator de expansão k=2 para uma distribuição normal correspondente a um nível de confiança de 95%.
Quando a amostragem está fora do âmbito da acreditação ou é da responsabilidade do cliente, a incerteza refere-se apenas à determinação analítica.
NP - Norma Portuguesa; EN - Norma Europeia; ISO - International Organization for Standardization; SMEWW - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.
O boletim analítico refere-se apenas à amostra analisada, não podendo ser generalizado a processos, partidas ou lotes, salvo nos casos especificamente mencionados .
Este documento é considerado confidencial, não podendo ser parcialmente reproduzido, nem ser utilizado para fins publicitários, sem a nossa prévia autorização escrita.

Sede: Rua Delfim de Lima, 3534 | 4410-229 Canelas, V.N. Gaia | NIF: 504574299 | Tel. (+351) 227129294 | e-mail inform@lqa-ambiente.com | www.lqa-ambiente.com

LQA - Ambiente
Prestação de Serviços, Gestão e Controle Ambiental, Lda.

Versão: 1.0 Boletim Definitivo

Boletim Analítico: 2025/03823

Tipo Amostra: Águas Naturais Doces (Subterrâneas)
Designação da Amostra: Agressividade ao Betão - 17040.600 - MRO Facility for engine parts and aircraft components, Geotechnical Survey
ID Colheita: 2504526
Ponto de Amostragem: S19
Método de Amostragem:
Amostragem por: Requisitante
Data da Amostragem: 14 julho 2025
Recepção: 14 julho 2025
Início da Análise: 14 julho 2025
Conclusão da Análise: 22 julho 2025

Requisitante: Mota-Engil, Engenharia e Construção SA
Zona Industrial de S. Caetano - Rua da Urtigueira

Determinações laboratoriais

Determinação	Método	Resultado	Incerteza
pH	ISO 10523:2008	6,1 a 24,7 ºC Escala de Sorensen	±0,1
Azoto amoniacal	SMEWW 4500 NH3 F (24ª Ed.)	0,06 mg/l NH4	±20%
Sulfatos	SMEWW 4500 SO4 E (24ª Ed.)	<10 mg/l SO4	
Magnésio (6)	SMEWW 3500 Mg B (24ª Ed.)	<10 mg/l Mg	
Dióxido de Carbono Agressivo da Água (1)	NP EN 13577:2008	65 mg/l CO2	
Índice de Langelier (1)	APa078	-1,8	

Observações:

Avaliação do Índice de *Langelier*: Água tendencialmente corrosiva.

V. N. de Gaia, 22 de julho de 2025
O Responsável do Laboratório
Lúcia Soares de Sousa

(Este documento foi assinado digitalmente)

Notas:

(0) Ensaio efetuado com compensação automática de temperatura.
(1) Ensaio não incluído no âmbito da acreditação.
(2) Amostragem para o ensaio não incluída no âmbito da acreditação.
(3) Amostragem não incluída no âmbito da acreditação.
(4) Ensaio contratado a laboratório externo com ensaio acreditado.
(5) Ensaio contratado a laboratório externo com ensaio não acreditado.
(6) O resultado do Magnésio é obtido pela diferença entre as concentrações da Dureza Total e do Cálcio , expresso em mg/l Mg.
Se uma ou ambas as parcelas for(em) inferior(es) ao(s) LQ(s) individuais, o resultado é obtido por cálculo considerando o(s) valor(es) do(s) LQ(s) individual(ais).

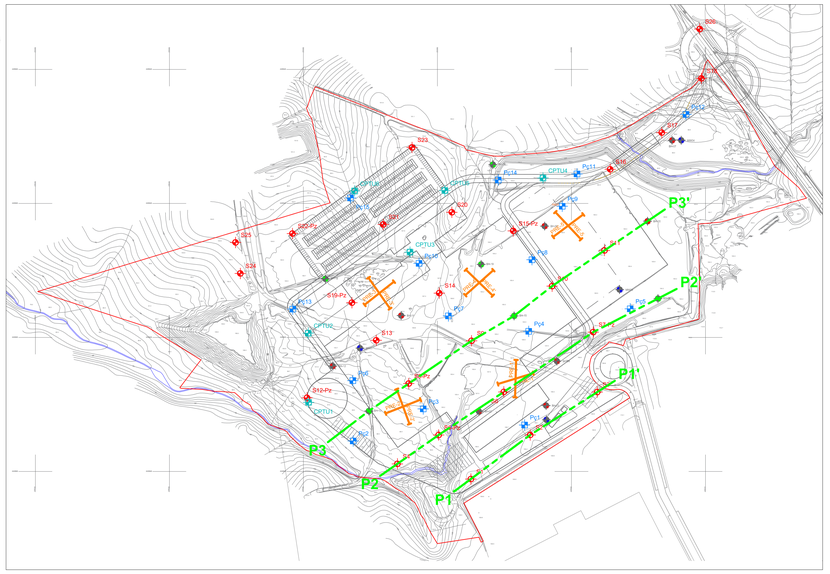
Se a secção 'amostragem por' do Boletim analítico referir 'Requisitante', então todos os dados relativos à colheita foram fornecidos pelo Requisitante e os resultados aplicam-se à amostra conforme recebida.
Em todos os resultados expressos na forma '<X' ou '≤X', 'X' é o Limite de Quantificação (LQ) do método analítico.
Quando efetuada, na avaliação de conformidade com os Valores de Referência , a regra de decisão não contempla a incerteza associada à medição.
As incertezas expandidas das medições (exceto para as medições locais), foram calculadas com base nas incertezas padrão combinadas, multiplicadas por um fator de expansão k=2 para uma distribuição normal correspondente a um nível de confiança de 95%.
Quando a amostragem está fora do âmbito da acreditação ou é da responsabilidade do cliente, a incerteza refere-se apenas à determinação analítica.
NP - Norma Portuguesa; EN - Norma Europeia; ISO - International Organization for Standardization; SMEWW - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.
O boletim analítico refere-se apenas à amostra analisada, não podendo ser generalizado a processos, partidas ou lotes, salvo nos casos especificamente mencionados .
Este documento é considerado confidencial, não podendo ser parcialmente reproduzido, nem ser utilizado para fins publicitários, sem a nossa prévia autorização escrita.

Sede: Rua Delfim de Lima, 3534 | 4410-229 Canelas, V.N. Gaia | NIF: 504574299 | Tel. (+351) 227129294 | e-mail inform@lqa-ambiente.com | www.lqa-ambiente.com

PERFIS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO INTERPRETATIVOS

PLANTA DE LOCALIZAÇÃO

Esc.: 1/2500



LEGEND:

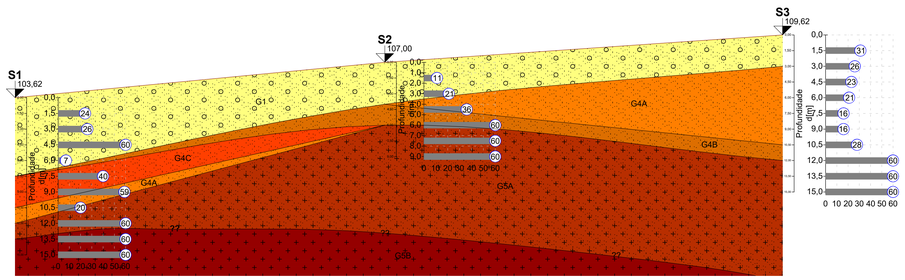
Geology

- Heterogeneous fill deposits (landfill), composed by silty sands, and sometimes with clayed sands, cobbles, pebbles and boulders, and sporadically with ceramic and plastic
- Alluvium consisting of fine sands, sometimes silty to clayey, silts, and sometimes with scattered pebble and roots
- Plio-Pleistocene deposit, composed of fine to coarse sands, sometimes silty with small to coarse pebbles
- Residual soil of gneiss/granite composed by silty sand micaceous soil
- Decomposed to moderately weathered gneiss/pegmatitic granite

Geotechnics

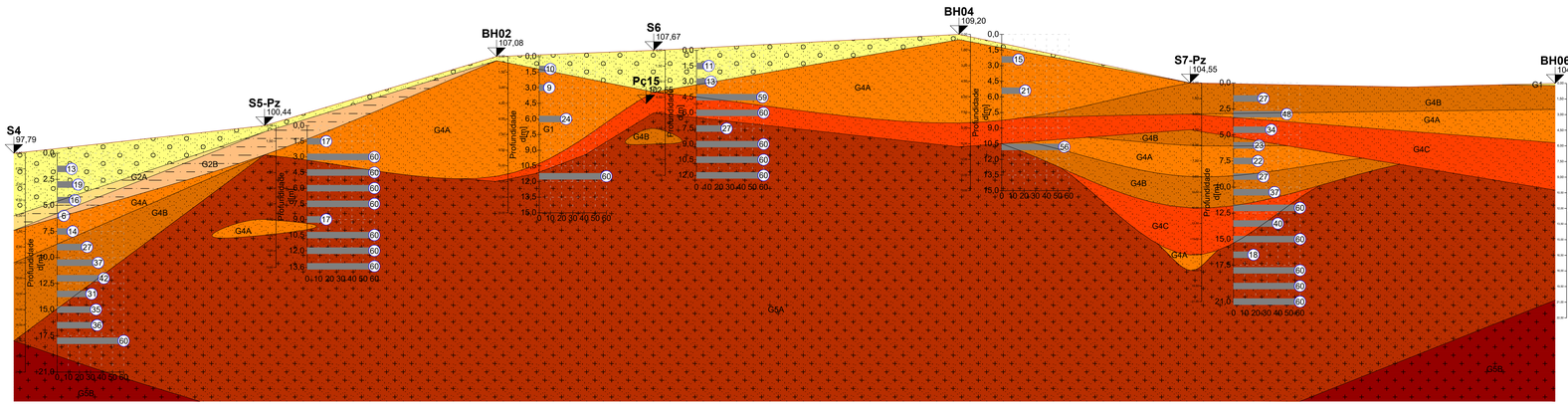
- G_1 - Topsoil/landfill medium compacted ($8 < (N_1)_{60} < 25$)
- G_{2A} - Soft silty clay (alluvium) ($4 < N_{60} < 8$)
- G_{2B} - Stiff silty clay (alluvium) ($15 < N_{60} < 30$)
- G_{3A} - Medium compacted sands (Plio-Pliistocene) ($8 < (N_1)_{60} < 25$)
- G_{3B} - Compacted sands (Plio-Pliistocene) ($25 < (N_1)_{60} < 42$)
- G_{4A} - Medium compacted residual soils ($8 < (N_1)_{60} < 25$)
- G_{4B} - Compacted residual soils ($25 < (N_1)_{60} < 42$)
- G_{4C} - Very compacted residual soils ($42 < (N_1)_{60} < 60$)
- G_{5A} - Decomposed to highly weathered gneiss/granite (W_{5-4}) ($N_{60} > 60$)
- G_{5B} - Highly to moderately weathered gneiss/granite (W_{4-3}) ($N_{60} > 60$); ($40 < GSI < 50$)

P1

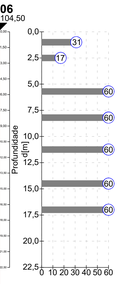


P1'

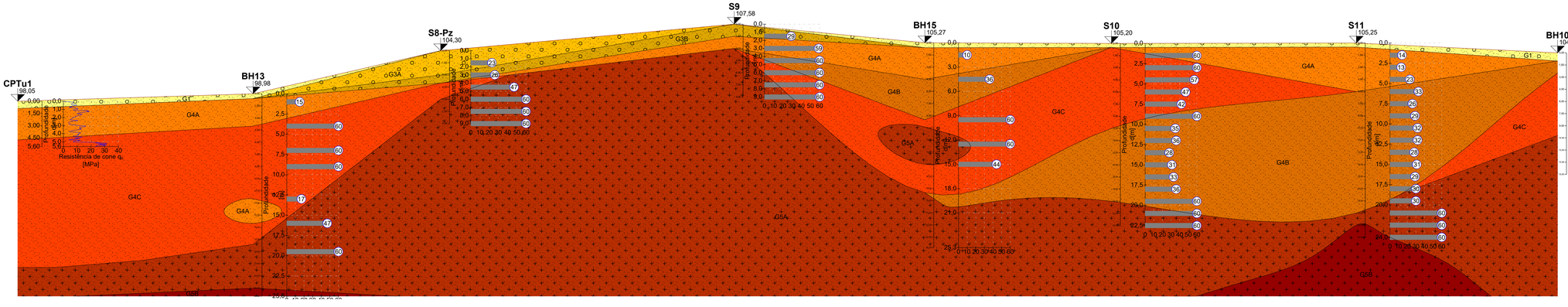
P2



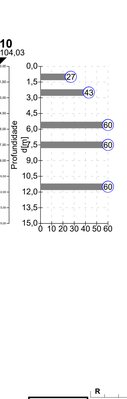
P2'



P3



P3'



GEOTECHNICAL ZONES AND THEIR PARAMETERIZATION

Geotechnical Zones	Formations	Intervals N_{60} / $(N_1)_{60}$ / GSI	γ (kN/m³)	c_u (kPa)	c' (kPa)	Ø' (°)	E (MPa)	Allowable bearing capacity (kPa)
G_1	Topsoil/landfill medium compacted	$8 < (N_1)_{60} < 25$	18 - 19	---	---	---	---	---
G_{2A}	Soft silty clay (alluvium)	$4 < N_{60} < 8$	16 - 17	25 - 50	---	---	2.5 - 5.0	50 - 100
G_{2B}	Stiff silty clay (alluvium)	$15 < N_{60} < 30$	18 - 19	75 - 100	---	---	20 - 40	200 - 300
G_{3A}	Medium compacted sands (Plio-Pliistocene)	$8 < (N_1)_{60} < 25$	18 - 19	---	---	32 - 35	40 - 80	100 - 300
G_{3B}	Compacted sands (Plio-Pliistocene)	$25 < (N_1)_{60} < 42$	19 - 20	---	---	35 - 40	80 - 200	300 - 500
G_{4A}	Medium compacted residual soils	$8 < (N_1)_{60} < 25$	18 - 19	---	---	32 - 35	40 - 80	100 - 300
G_{4B}	Compacted residual soils	$25 < (N_1)_{60} < 42$	19 - 20	---	---	35 - 40	80 - 200	300 - 500
G_{4C}	Very compacted residual soils	$42 < (N_1)_{60} < 60$	20 - 21	---	---	40 - 42	200 - 300	500 - 600
G_{5A}	Decomposed to highly weathered gneiss/granite (W_{5-4})	$N_{60} > 60$	22 - 23	---	10 - 30	40 - 45	400 - 500	800 - 900
G_{5B}	Highly to moderately weathered gneiss/granite (W_{4-3})	$N_{60} > 60$; $40 < GSI < 50$	22 - 24	---	150 - 450	50 - 60	2500-8000	> 900

MOTA-ENGIL GEOTECNIA ENGENHARIA

Fonte: Ali (1:5kdxf.mxt)

1/4

REVISÃO REVISION	DESCRIÇÃO DESCRIPTION	DATA DATE	RUBRICA SIGNATURE
R		/ /	
R		/ /	

MOTA-ENGIL GEOTECNIA ENGENHARIA

Luftansa Technik Portugal, S.A.

MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFTS COMPONENTS

GEOLOGICAL-GEOTECHNICAL AND HYDROGEOLOGICAL SURVEY

GEOLOGICAL-GEOTECHNICAL CROSS SECTIONS

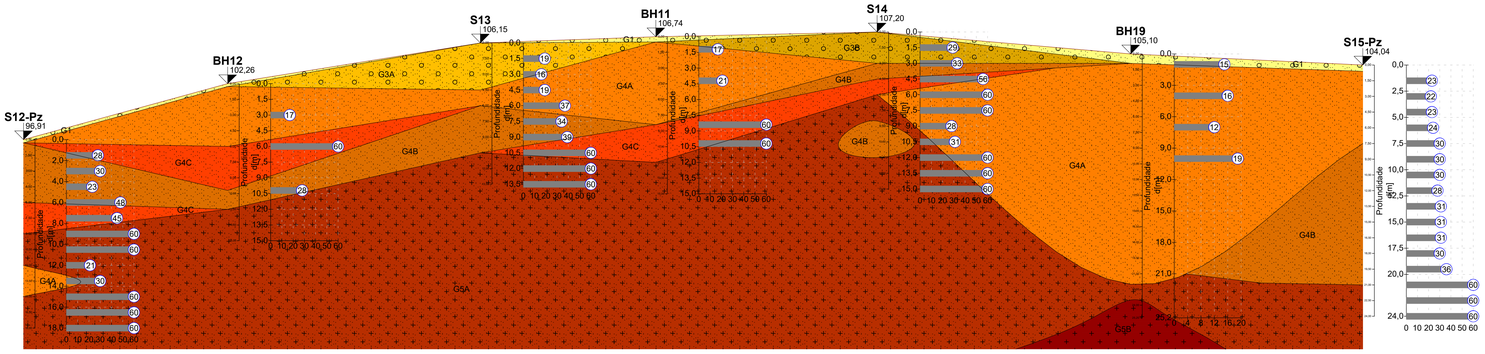
ESTUDO STUDY 17040.600

DATA DATE 24/07/2025

ESCALAS SCALES HOR.: 1/500 VER.: 1/200

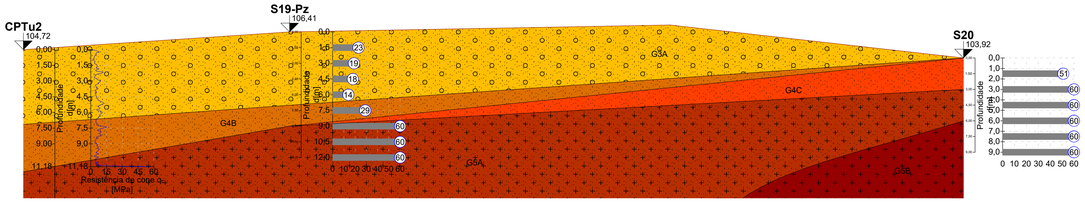
17040.600-PGGI-E01-R00-01.DWG

P4



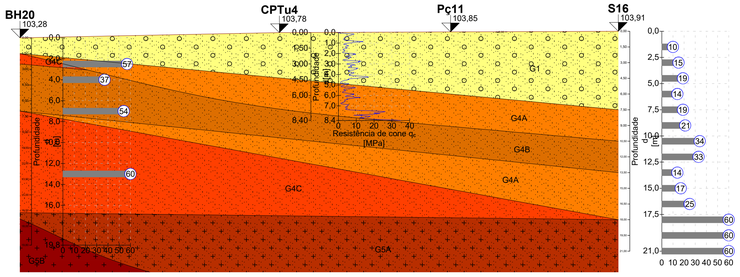
P4'

P5



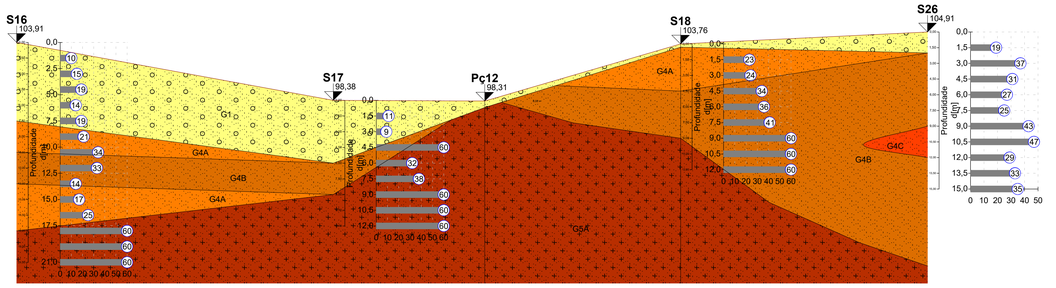
P5'

P6



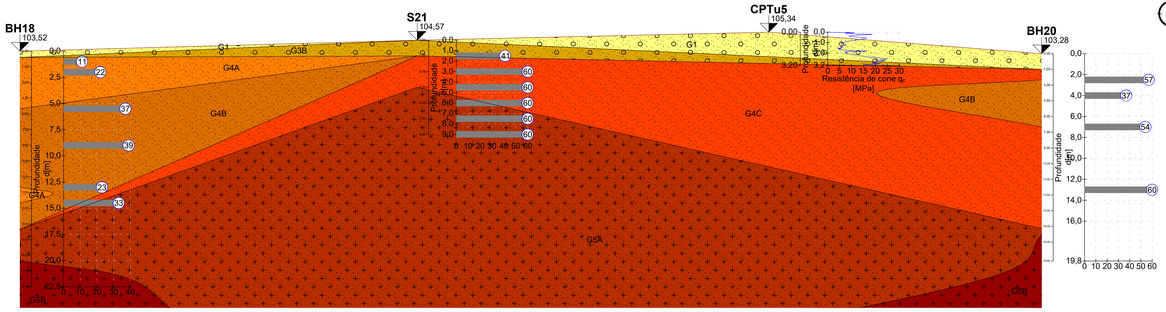
P6'

P7



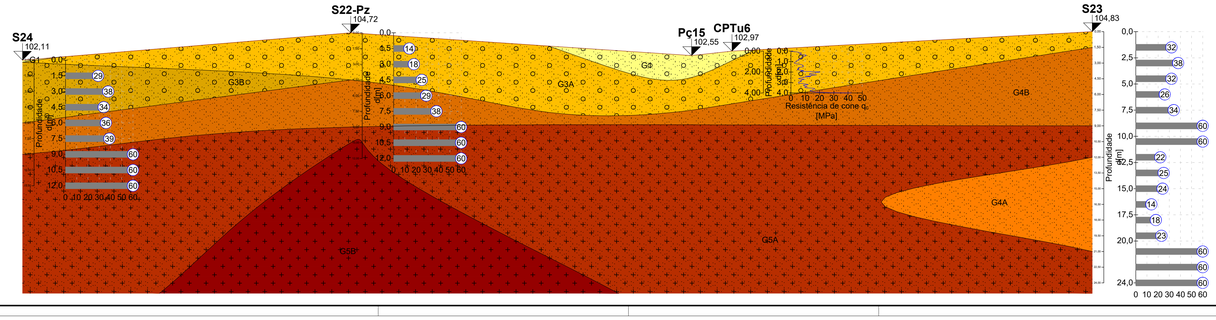
P7'

P8



P8'

P9



P9'

LEGEND:

Geology

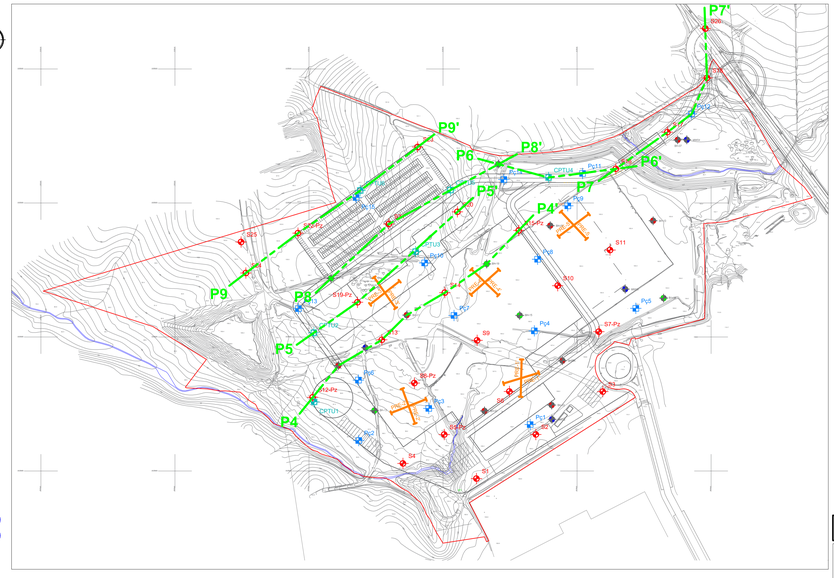
- Heterogeneous fill deposits (landfill), composed by silty sands, and sometimes with clayed sands, cobbles, pebbles and boulders, and sporadically with ceramic and plastic
- Alluvium consisting of fine sands, sometimes silty to clayey, silts, and sometimes with scattered pebble and roots
- Plio-Pleistocene deposit, composed of fine to coarse sands, sometimes silty with small to coarse pebbles
- Residual soil of gneiss/granite composed by silty sand micaceous soil
- Decomposed to moderately weathered gneiss/pegmatitic granite

Geotechnics

- G_{1} - Topsoil/landfill medium compacted ($8 < (N_1)_{60} < 25$)
- G_{2A} - Soft silty clay (alluvium) ($4 < N_{60} < 8$)
- G_{2B} - Stiff silty clay (alluvium) ($15 < N_{60} < 30$)
- G_{3A} - Medium compacted sands (Plio-Pliistocene) ($8 < (N_1)_{60} < 25$)
- G_{3B} - Compacted sands (Plio-Pliistocene) ($25 < (N_1)_{60} < 42$)
- G_{4A} - Medium compacted residual soils ($8 < (N_1)_{60} < 25$)
- G_{4B} - Compacted residual soils ($25 < (N_1)_{60} < 42$)
- G_{4C} - Very compacted residual soils ($42 < (N_1)_{60} < 60$)
- G_{5A} - Decomposed to highly weathered gneiss/granite (W_{5-4}) ($N_{60} > 60$)
- G_{5B} - Highly to moderately weathered gneiss/granite (W_{4-3}) ($N_{60} > 60$); ($40 < GSI < 50$)

PLANTA DE LOCALIZAÇÃO

Esc.: 1/2500



GEOTECHNICAL ZONES AND THEIR PARAMETERIZATION

Geotechnical Zones	Formations	Intervals N_{60} / $(N_1)_{60}$ / GSI	γ (kN/m³)	c_u (kPa)	c' (kPa)	Ø' (°)	E (MPa)	Allowable bearing capacity (kPa)
G_1	Topsoil/landfill medium compacted	$8 < (N_1)_{60} < 25$	18 - 19	---	---	---	---	---
G_{2A}	Soft silty clay (alluvium)	$4 < N_{60} < 8$	16 - 17	25 - 50	---	---	2.5 - 5.0	50 - 100
G_{2B}	Stiff silty clay (alluvium)	$15 < N_{60} < 30$	18 - 19	75 - 100	---	---	20 - 40	200 - 300
G_{3A}	Medium compacted sands (Plio-Pliistocene)	$8 < (N_1)_{60} < 25$	18 - 19	---	---	32 - 35	40 - 80	100 - 300
G_{3B}	Compacted sands (Plio-Pliistocene)	$25 < (N_1)_{60} < 42$	19 - 20	---	---	35 - 40	80 - 200	300 - 500
G_{4A}	Medium compacted residual soils	$8 < (N_1)_{60} < 25$	18 - 19	---	---	32 - 35	40 - 80	100 - 300
G_{4B}	Compacted residual soils	$25 < (N_1)_{60} < 42$	19 - 20	---	---	35 - 40	80 - 200	300 - 500
G_{4C}	Very compacted residual soils	$42 < (N_1)_{60} < 60$	20 - 21	---	---	40 - 42	200 - 300	500 - 600
G_{5A}	Decomposed to highly weathered gneiss/granite (W_{5-4})	$N_{60} > 60$	22 - 23	---	---	10 - 30	40 - 45	400 - 500	800 - 900
G_{5B}	Highly to moderately weathered gneiss/granite (W_{4-3})	$N_{60} > 60$ $40 < GSI < 50$	22 - 24	---	---	150 - 450	50 - 60	2500-8000	> 900

MOTA-ENGIL GEOTECNIA

ENGENHARIA

Formato A0 (1189x841mm)

PROJECTO PROJECT	2/4	REVISÃO REVISION	DESCRIÇÃO DESCRIPTION	DATA DATE	RUBRICA SIGNATURE
		R		/ /	
		R		/ /	

MOTA-ENGIL GEOTECNIA

ENGENHARIA

DONO DA OBRA

Luftansa Technik Portugal, S.A.

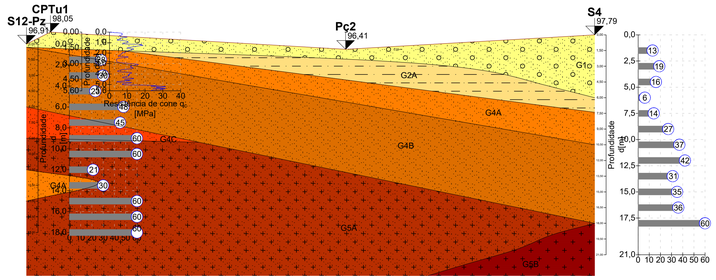
MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFTS COMPONENTS

GEOLOGICAL-GEOTECHNICAL AND HYDROGEOLOGICAL SURVEY

PROJECTO TRADUÇÃO	DESIGNAÇÃO DESIGNATION	ESTUDO STUDY	17040.600
DESENHO DRAWING	GEOLOGICAL-GEOTECHNICAL CROSS SECTIONS	DATA DATE	24/07/2025
VERIFICADO APPROVED		ESCALA SCALE HOR. / VER.	1/500 / 1/200

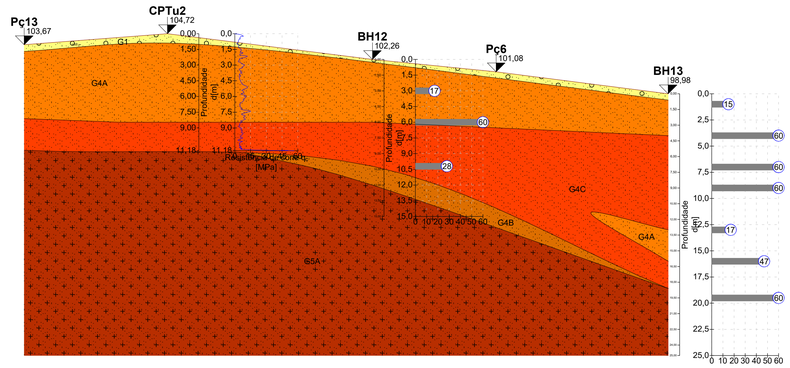
17040.600-PGGI-E01-R00-02.DWG

P10



P10'

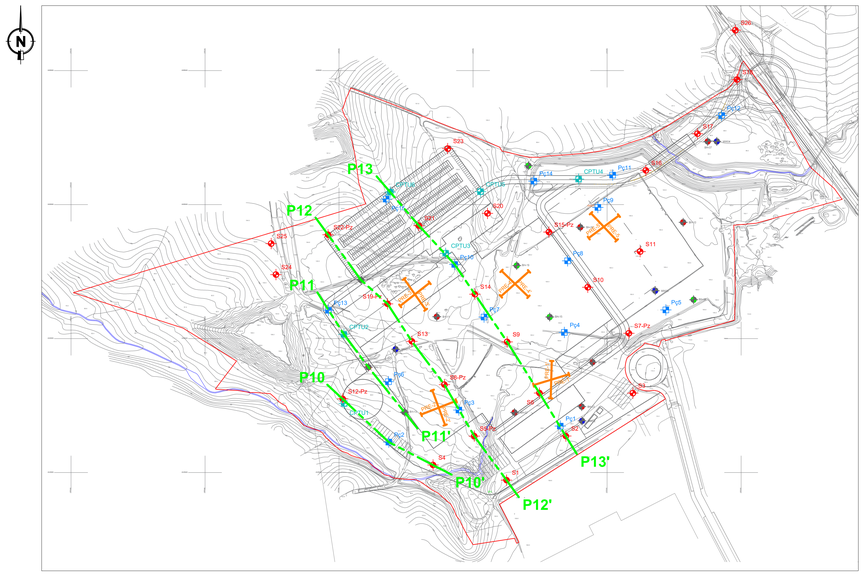
P11



P11'

PLANTA DE LOCALIZAÇÃO

Esc.: 1/2500



LEGEND:

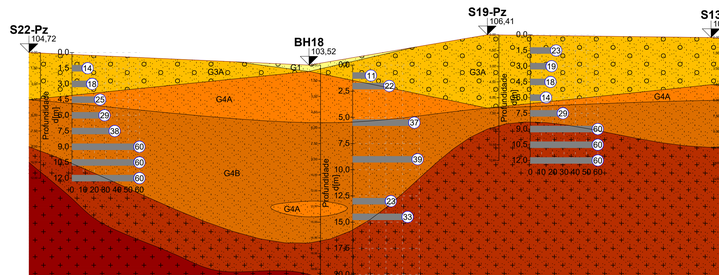
Geology

- Heterogeneous fill deposits (landfill), composed by silty sands, and sometimes with clayed sands, cobbles, pebbles and boulders, and sporadically with ceramic and plastic
- Alluvium consisting of fine sands, sometimes silty to clayey, silts, and sometimes with scattered pebble and roots
- Plio-Pleistocene deposit, composed of fine to coarse sands, sometimes silty with small to coarse pebbles
- Residual soil of gneiss/granite composed by silty sand micaceous soil
- Decomposed to moderately weathered gneiss/pegmatitic granite

Geotechnics

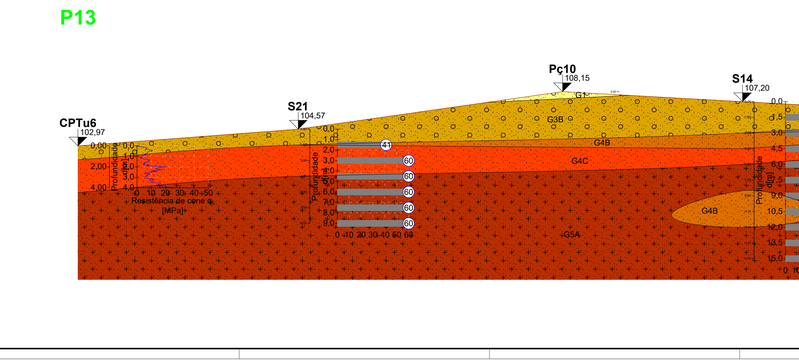
- G_{1} - Topsoil/landfill medium compacted ($8 < (N_1)_{60} < 25$)
- G_{2A} - Soft silty clay (alluvium) ($4 < N_{60} < 8$)
- G_{2B} - Stiff silty clay (alluvium) ($15 < N_{60} < 30$)
- G_{3A} - Medium compacted sands (Plio-Pliistocene) ($8 < (N_1)_{60} < 25$)
- G_{3B} - Compacted sands (Plio-Pliistocene) ($25 < (N_1)_{60} < 42$)
- G_{4A} - Medium compacted residual soils ($8 < (N_1)_{60} < 25$)
- G_{4B} - Compacted residual soils ($25 < (N_1)_{60} < 42$)
- G_{4C} - Very compacted residual soils ($42 < (N_1)_{60} < 60$)
- G_{5A} - Decomposed to highly weathered gneiss/granite (W_{5-4}) ($N_{60} > 60$)
- G_{5B} - Highly to moderately weathered gneiss/granite (W_{4-3}) ($N_{60} > 60$); ($40 < GSI < 50$)

P12



P12'

P13



P13'

GEOTECHNICAL ZONES AND THEIR PARAMETERIZATION

Geotechnical Zones	Formations	Intervals N_{60} / $(N_1)_{60}$ / GSI	γ (kN/m³)	c_u (KPa)	c' (KPa)	Ø' (°)	E (MPa)	Allowable bearing capacity (kPa)
G_1	Topsoil/landfill medium compacted	$8 < (N_1)_{60} < 25$	18 - 19	---	---	---	---	---
G_{2A}	Soft silty clay (alluvium)	$4 < N_{60} < 8$	16 - 17	25 - 50	---	---	2.5 - 5.0	50 - 100
G_{2B}	Stiff silty clay (alluvium)	$15 < N_{60} < 30$	18 - 19	75 - 100	---	---	20 - 40	200 - 300
G_{3A}	Medium compacted sands (Plio-Pliistocene)	$8 < (N_1)_{60} < 25$	18 - 19	---	---	32 - 35	40 - 80	100 - 300
G_{3B}	Compacted sands (Plio-Pliistocene)	$25 < (N_1)_{60} < 42$	19 - 20	---	---	35 - 40	80 - 200	300 - 500
G_{4A}	Medium compacted residual soils	$8 < (N_1)_{60} < 25$	18 - 19	---	---	32 - 35	40 - 80	100 - 300
G_{4B}	Compacted residual soils	$25 < (N_1)_{60} < 42$	19 - 20	---	---	35 - 40	80 - 200	300 - 500
G_{4C}	Very compacted residual soils	$42 < (N_1)_{60} < 60$	20 - 21	---	---	40 - 42	200 - 300	500 - 600
G_{5A}	Decomposed to highly weathered gneiss/granite (W_{5-4})	$N_{60} > 60$	22 - 23	---	10 - 30	40 - 45	400 - 500	800 - 900
G_{5B}	Highly to moderately weathered gneiss/granite (W_{4-3})	$N_{60} > 60$ $40 < GSI < 50$	22 - 24	---	150 - 450	50 - 60	2500-8000	> 900

3/4

REV.	REVISÃO / REVISION	DESCRIÇÃO / DESCRIPTION	DATA / DATE	RUBRICA / SIGNATURE
R			/ /	
R			/ /	

MOTA-ENGIL GEOTECNIA ENGENHARIA

Luftansa Technik Portugal, S.A.

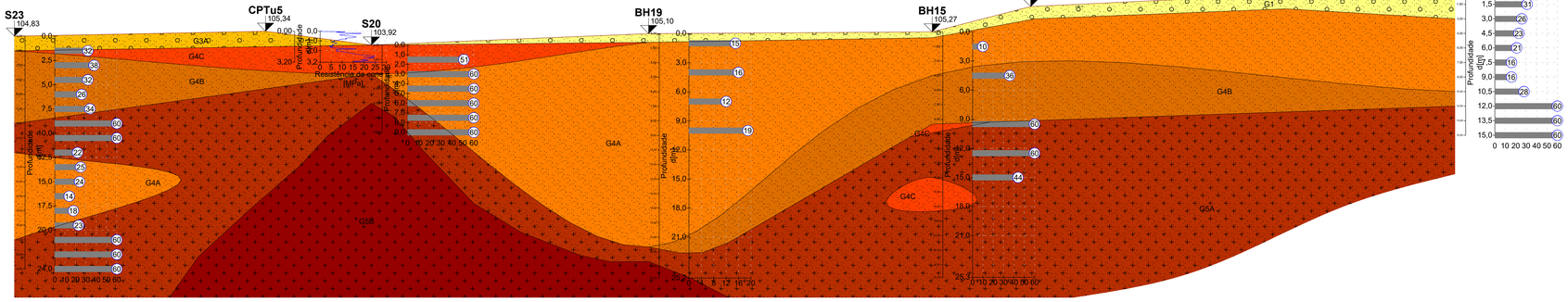
MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFTS COMPONENTS
GEOLOGICAL-GEOTECHNICAL AND HYDROGEOLOGICAL SURVEY

PROJECTO / PROJECT: 17040.600
DESENHADO / DRAWN:
VERIFICADO / APPROVED:
DATA / DATE: 24/07/2025
ESCALAS / SCALES: HOR. 1/500; VER. 1/200

GEOLOGICAL-GEOTECHNICAL CROSS SECTIONS

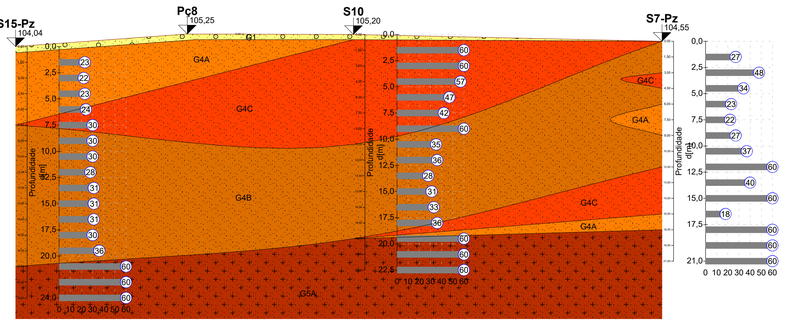
17040.600-PGGS-EST-RDS-03.DWG

P14



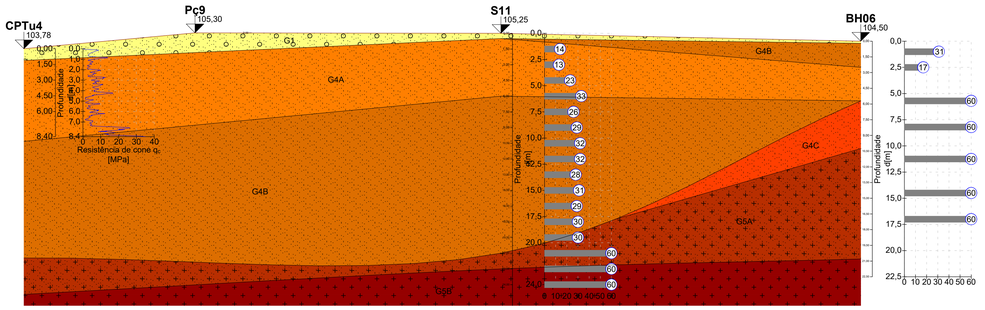
P14'

P15



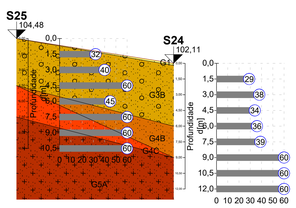
P15'

P16



P16'

P17



P17'

LEGEND:

Geology

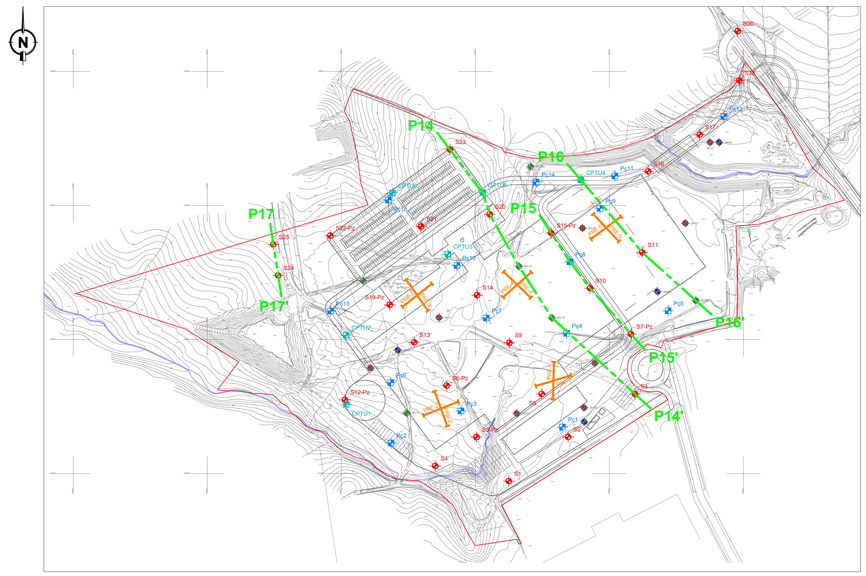
- Heterogeneous fill deposits (landfill), composed by silty sands, and sometimes with clayed sands, cobbles, pebbles and boulders, and sporadically with ceramic and plastic
- Alluvium consisting of fine sands, sometimes silty to clayey, silts, and sometimes with scattered pebble and roots
- Plio-Pleistocene deposit, composed of fine to coarse sands, sometimes silty with small to coarse pebbles
- Residual soil of gneiss/granite composed by silty sand micaceous soil
- Decomposed to moderately weathered gneiss/pegmatitic granite

Geotechnics

- G_{1} - Topsoil/landfill medium compacted ($8 < (N_1)_{60} < 25$)
- G_{2A} - Soft silty clay (alluvium) ($4 < N_{60} < 8$)
- G_{2B} - Stiff silty clay (alluvium) ($15 < N_{60} < 30$)
- G_{3A} - Medium compacted sands (Plio-Pliistocene) ($8 < (N_1)_{60} < 25$)
- G_{3B} - Compacted sands (Plio-Pliistocene) ($25 < (N_1)_{60} < 42$)
- G_{4A} - Medium compacted residual soils ($8 < (N_1)_{60} < 25$)
- G_{4B} - Compacted residual soils ($25 < (N_1)_{60} < 42$)
- G_{4C} - Very compacted residual soils ($42 < (N_1)_{60} < 60$)
- G_{5A} - Decomposed to highly weathered gneiss/granite (W_{5-4}) ($N_{60} > 60$)
- G_{5B} - Highly to moderately weathered gneiss/granite (W_{4-3}) ($N_{60} > 60$); ($40 < GSI < 50$)

PLANTA DE LOCALIZAÇÃO

Esc.: 1/2500



GEOTECHNICAL ZONES AND THEIR PARAMETERIZATION

Geotechnical Zones	Formations	Intervals N_{60} / $(N_1)_{60}$ / GSI	γ (kN/m³)	c_u (KPa)	c' (KPa)	Ø' (°)	E (MPa)	Allowable bearing capacity (kPa)
G_1	Topsoil/landfill medium compacted	$8 < (N_1)_{60} < 25$	18 - 19	---	---	---	---	---
G_{2A}	Soft silty clay (alluvium)	$4 < N_{60} < 8$	16 - 17	25 - 50	---	---	2.5 - 5.0	50 - 100
G_{2B}	Stiff silty clay (alluvium)	$15 < N_{60} < 30$	18 - 19	75 - 100	---	---	20 - 40	200 - 300
G_{3A}	Medium compacted sands (Plio-Pliistocene)	$8 < (N_1)_{60} < 25$	18 - 19	---	---	32 - 35	40 - 80	100 - 300
G_{3B}	Compacted sands (Plio-Pliistocene)	$25 < (N_1)_{60} < 42$	19 - 20	---	---	35 - 40	80 - 200	300 - 500
G_{4A}	Medium compacted residual soils	$8 < (N_1)_{60} < 25$	18 - 19	---	---	32 - 35	40 - 80	100 - 300
G_{4B}	Compacted residual soils	$25 < (N_1)_{60} < 42$	19 - 20	---	---	35 - 40	80 - 200	300 - 500
G_{4C}	Very compacted residual soils	$42 < (N_1)_{60} < 60$	20 - 21	---	---	40 - 42	200 - 300	500 - 600
G_{5A}	Decomposed to highly weathered gneiss/granite (W_{5-4})	$N_{60} > 60$	22 - 23	---	10 - 30	40 - 45	400 - 500	800 - 900
G_{5B}	Highly to moderately weathered gneiss/granite (W_{4-3})	$N_{60} > 60$ $40 < GSI < 50$	22 - 24	---	150 - 450	50 - 60	2500-8000	> 900

FOLHA SHEET	REV.	REVISÃO REVISION	DESCRIÇÃO DESCRIPTION	DATA DATE	RUBRICA SIGNATURE
4/4	R			/ /	
	R			/ /	

MOTA-ENGIL GEOTECNIA

DONO DA OBRA / OWNER

Luftansa Technik Portugal, S.A.

MRO FACILITY FOR ENGINE PARTS AND AIRCRAFTS COMPONENTS

GEOLOGICAL-GEOTECHNICAL AND HYDROGEOLOGICAL SURVEY

PROJECTISTA / PROJECT	DESIGNAÇÃO DESIGNATION	ESTUDO / STUDY	17040.600
DESENHADO / DRAWN	GEOLOGICAL-GEOTECHNICAL CROSS SECTIONS	DATA / DATE	24/07/2025
VERIFICADO / APPROVED		ESCALAS / SCALES HOR. / VERT.	1/500 1/200

17040.600-PGGI-E01-RI00-04.DWG

Formato A4 (210x297mm)