



RELATÓRIO GEOTÉCNICO

(REFª 16/2019/02/SO-71/2018)

CARACTERIZAÇÃO DE ANOMALIAS DO MACIÇO DE FUNDAÇÃO DA CONDUTA DE
ABASTECIMENTO DE ÁGUA À ZI DE SINES - ERMIDAS DO SADO

(FEVEREIRO 2019)



SONDAGENS DO OESTE, S.A.

ÍNDICE

1.	INTRODUÇÃO.....	2
2.	ENQUADRAMENTO GEOLÓGICO	3
3.	SISMICIDADE	4
3.1.	Requisitos de desempenho e critérios de conformidade.....	4
3.2.	Identificação dos tipos de terrenos.....	4
3.3.	Tipos de acção sísmica e zonas sísmicas	5
4.	PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA.....	7
4.1.	Sondagens com ensaios SPT	7
4.2.	Níveis de água	7
5.	INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS.....	8
5.1.	Zonamento geológico-geotécnico	8
5.2.	Parametrização geotécnica.....	8
6.	CONDIÇÕES DE IMPLANTAÇÃO	9
7.	EQUIPA TÉCNICA	9

PEÇAS DESENHADAS

ANEXO 1 – LOCALIZAÇÃO DOS TRABALHOS DE PROSPECÇÃO

ANEXO 2 – BOLETIM DA SONDAGEM

1. INTRODUÇÃO

Por solicitação das Águas de Santo André, a Sondagens do Oeste, S.A., procedeu ao Estudo Geológico-Geotécnico junto ao Maciço de Fundação da Conduta de Abastecimento de água à Zona Industrial de Sines, em Ermidas do Sado.

A campanha de prospeção consistiu na realização de 1 sondagem à rotação, com ensaios SPT em intervalos de 1.5m.

Os trabalhos de campo decorreram nos dias 05 e 06 de Fevereiro de 2019. Na Figura 1 indica-se o local de realização da campanha de prospeção e em anexo apresenta-se a localização em planta da sondagem realizada.



Figura 1: Localização do terreno abrangido pela campanha de prospeção geotécnica (Fonte: Google Earth).

2. ENQUADRAMENTO GEOLÓGICO

Na Figura 2 apresenta-se um extrato da Folha 42-D (Aljustrel) da Carta Geológica de Portugal à escala 1/50.000, com o local de estudo assinalado.

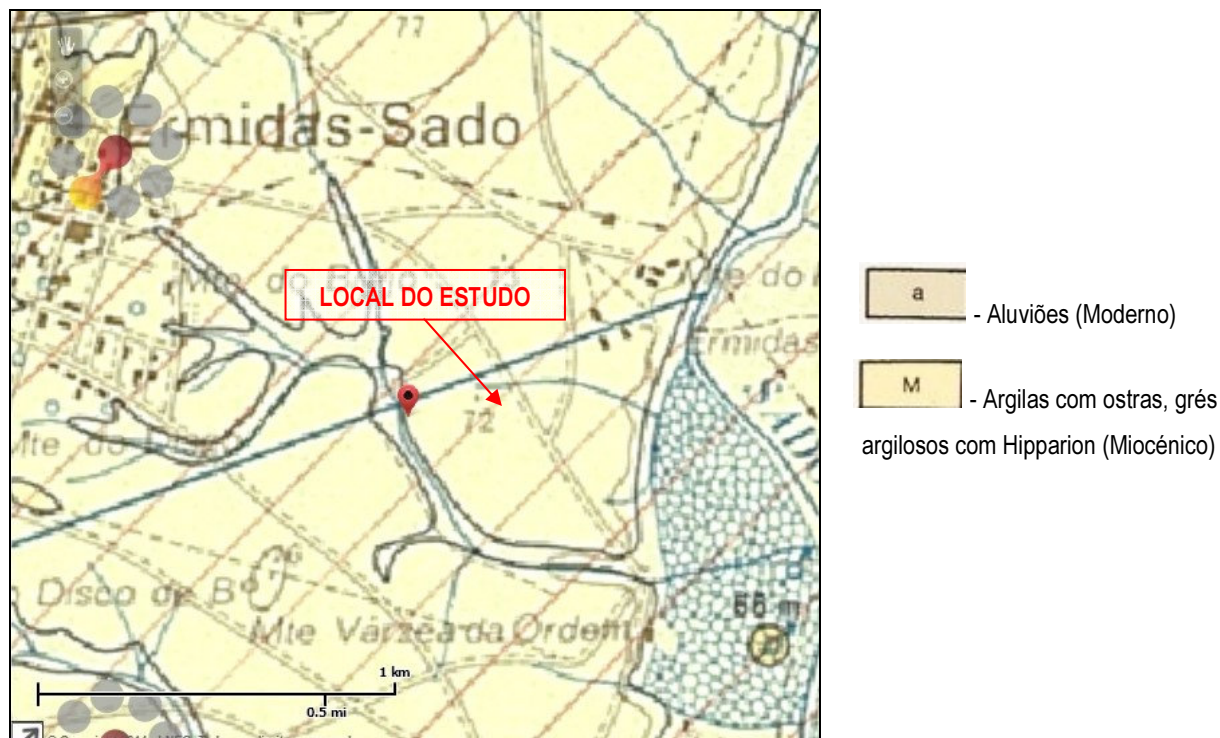


Figura 2: Extrato da Folha 42 – D (Aljustrel), com indicação do local em estudo, e respetiva legenda

O local em estudo enquadra-se nas aluviões e nas argilas e grés argiloso pertencentes ao Miocénico:

- Moderno (Aluviões): constituídas, em geral, na sua parte superior, por argilas castanhas, cinzentas ou amarelas, com areia fina, passando na parte inferior para areias argilosas com seixos e calhaus rolados.
- Miocénico (Argilas com ostras, grés argilosos com Hipparion): constituída por argilas castanha-avermelhada com laivos amarelos, grés argilosos amarelos e por areias amarelas, alaranjadas e esbranquiçadas com laivos ferruginosos, cobertas por outras esverdeadas com laivos vermelho-escuros.

No local de estudo sob um horizonte aluvionar lodoso, foram detetadas areias e argilas pertencentes à formação Miocénica. Superficialmente o solo é coberto por uma camada de aterro (enrocamento).

3. SISMICIDADE

Os parâmetros a seguir apresentados encontram-se presentes na Parte 1 do Eurocódigo 8 (EC8), priorizando as disposições constantes no Anexo Nacional NA que faz parte integrante do referido documento, e aplicam-se ao projecto de edifícios e de outras obras de engenharia civil em zonas sísmicas. Tratam-se de documentos que estabelecem regras para a quantificação da acção sísmica e regras gerais de projecto.

3.1. Requisitos de desempenho e critérios de conformidade

As estruturas nas regiões sísmicas devem ser projectadas e construídas de forma a que sejam satisfeitos os seguintes requisitos, cada um com um adequado grau de fiabilidade:

- **Requisito de não ocorrência de colapso:** a estrutura deve ser projectada e construída de forma a resistir à acção sísmica de cálculo sem colapso local ou global, mantendo assim a sua integridade estrutural e uma capacidade resistente residual depois do sismo. A acção sísmica de cálculo é expressa em função: da acção sísmica de referência associada a uma probabilidade de excedência de referência (P_{NRC}) em 50 anos ou a um período de retorno de referência (T_{NCR}) (os valores recomendados pelo EC8 são $P_{NRC} = 10\%$ e $T_{NCR} = 475$ anos) e do coeficiente de importância (γ_I) para ter em conta a diferenciação da fiabilidade.

- **Requisito de limitação de danos:** a estrutura deve ser projectada e construída de forma a resistir a uma acção sísmica cuja probabilidade de ocorrência seja maior que a da acção sísmica de cálculo, sem a ocorrência de danos e de limitações de utilização cujos custos sejam desproporcionadamente elevados em comparação com os da própria estrutura. A acção sísmica a considerar no “requisito de limitação de danos” tem uma probabilidade de excedência (P_{DLR}) em 10 anos e um período de retorno (T_{DLR}) (os valores recomendados pelo EC8 são $P_{DLR} = 10\%$ e $T_{DLR} = 95$ anos).

Para satisfazer estes requisitos fundamentais, os seguintes estados limites devem ser verificados: **estados limites últimos e estados limites de danos**. Os estados limites últimos são os associados ao colapso ou a outras formas de rotura estrutural que possam por em perigo a segurança das pessoas. Os estados de limitação de danos são os associados a danos para além dos quais determinados requisitos de utilização deixam de ser satisfeitos.

3.2. Identificação dos tipos de terrenos

Os terrenos dos tipos A, B, C, D e E descritos por perfis estratigráficos e pelos parâmetros apresentados no Quadro 1, poderão ser utilizados para ter em conta a influência das condições locais do terreno na acção sísmica. Encontra-se assinalado o perfil correspondente ao terreno em estudo.

Quadro 1 – Tipos de terreno

Tipo de Terreno de Fundação	Descrição do perfil estratigráfico	Parâmetros		
		$V_{s,30}$ (m/s)	N_{SPT} (NP/30 cm)	C_u (KPa)
A	Rocha ou outra formação geológica de tipo rochoso que inclua no máximo 5 m de material mais fraco à superfície	>800	-	-
B	Depósitos de areia muito compacta, de seixo (cascalho) ou de argila muito rija, com espessura de, pelo menos, várias dezenas de metros, caracterizados por um aumento gradual das propriedades mecânicas em profundidade.	360-800	> 50	> 250
C	Depósitos profundos de areia compacta ou medianamente compacta, de seixo (cascalho) ou de argila rija com espessura entre várias dezenas e muitas centenas de metros.	180-360	15-50	70-250
D	Depósitos de solos não coesivos de compacidade baixa a média (com ou sem alguns estratos de solos coesivos moles), ou de solos predominantemente coesivos de consistência mole a dura	<180	<15	<70
E	Perfil de solo com um estrato aluvionar superficial com valores de v_s do tipo C ou D e espessura variando entre 5 e 20 metros, assente sobre um estrato mais rígido com valores de v_s superiores a 800 m/s			
S ₁	Depósitos constituídos ou contendo um estrato com pelo menos 10 m de espessura de argilas ou siltes moles com um elevado índice de plasticidade (IP>40) e um elevado teor em água	<100 (indicativo)	-	10 - 20
S ₂	Depósitos de solos com potencial de liquefacção, de argilas sensíveis ou qualquer outro perfil de terreno não incluído nos tipos A – E ou S1			

Nota: o terreno deverá ser classificado de acordo com o valor da velocidade média das ondas de corte, $V_{s,30}$, se disponível. Caso contrário, deverá utilizar-se o valor de N_{SPT} .

3.3. Tipos de acção sísmica e zonas sísmicas

No dimensionamento das estruturas em Portugal continental devem ser considerados dois tipos de acção sísmica:

- **Acção sísmica tipo 1**
- **Acção sísmica tipo 2**

No arquipélago da Madeira apenas é necessário considerar a **Acção sísmica Tipo 1**. No arquipélago dos Açores apenas é necessário considerar a **Acção sísmica Tipo 2**.

Esta necessidade de, em Portugal, considerar dois tipos de acção sísmica decorre do facto de haver dois cenários de geração dos sismos que podem afectar o país:

- um cenário designado de “afastado” referente, em geral, aos sismos com epicentro na região Atlântica e que corresponde à Acção sísmica Tipo 1;
- um cenário designado de “próximo” referente, em geral, aos sismos com epicentro no território continental, ou no arquipélago dos Açores, e que corresponde à Acção sísmica Tipo 2.

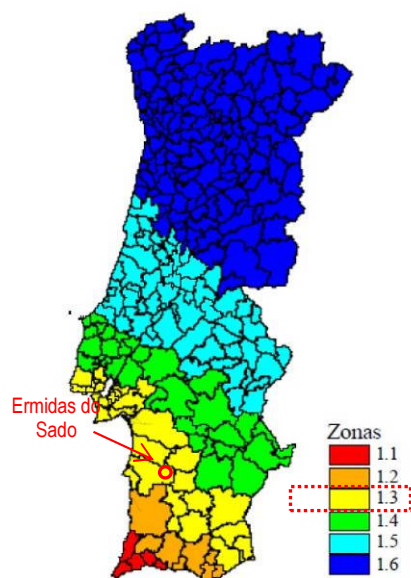


Figura 3: Ação Sísmica Tipo 1. Sismo afastado.

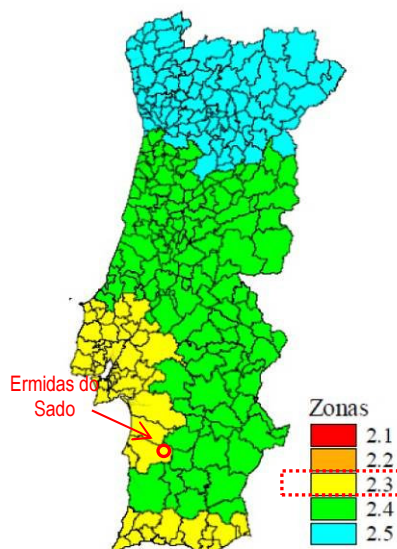


Figura 4: Ação Sísmica Tipo 2. Sismo próximo.

Nota: as zonas 2.1 e 2.2 identificadas na figura 4 (sismo próximo) não têm correspondência no território continental, sendo unicamente definidas para o arquipélago dos Açores (não abrangido pelas presentes especificações).

Em Portugal, os valores da aceleração máxima de referência (a_{gR}) para as várias zonas sísmicas e para os dois tipos de ação sísmica a considerar são os indicados no Quadro 2. Encontram-se assinalados os valores correspondentes ao local em estudo.

Quadro 2 – Aceleração máxima de referência (a_{gR}) nas várias zonas sísmicas

Ação Sísmica Tipo 1		Ação Sísmica Tipo 2	
Zona Sísmica	$a_{gR}(m/s^2)$	Zona Sísmica	$a_{gR} (m/s^2)$
1.1	2.5	2.1	2.5
1.2	2.0	2.2	2.0
1.3	1.5	2.3	1.7
1.4	1.0	2.4	1.1
1.5	0.6	2.5	0.8
1.6	0.35	-	-

O valor de referência da aceleração máxima à superfície do terreno, definidos para cada zona sísmica pelas autoridades nacionais, corresponde ao período de retorno de referência (T_{NCR}) da ação sísmica para o requisito de “não ocorrência de colapso” (ou, de forma equivalente, a probabilidade de excedência de referência em 50 anos, P_{NRC}) escolhido pelas autoridades nacionais. A este período de retorno de referência é associado um coeficiente de importância (γ_I) igual a 1.0. Para períodos de retorno que não sejam o de referência, o valor de cálculo da aceleração à superfície de um terreno do tipo A (a_g) é igual a a_{gR} multiplicado pelo coeficiente de importância γ_I ($a_g = a_{gR} \times \gamma_I$).

4. PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

4.1. Sondagens com ensaios SPT

A campanha de prospeção foi realizada com recurso a uma máquina da marca APAFOR 30D, equipada com amostrador do tipo T2-76 mm e tubos de revestimento 84 / 77 mm. As sondagens foram executadas à rotação com recuperação do testemunho e a amostragem acondicionada em caixas apropriadas.

Ao longo da furação procedeu-se à execução de ensaios SPT (*Standart Penetration Test*) em intervalos de 1.5m. O ensaio consiste em cravar no terreno o amostrador *Terzaghi* normalizado, registando-se o número de vezes que é necessário deixar cair um pilão com 63.5 kg de peso, de uma altura igual a 75 cm, para que o amostrador penetre no terreno 15+(15+15) cm. O valor N_{SPT} corresponde ao número de pancadas para penetrar os últimos 30cm; a “nega” corresponde à obtenção de 60 pancadas para uma penetração igual ou inferior àquela.



Foto 1: Equipamento APAFOR no local da sondagem S1

Perfurou-se um total de 12 metros em solos e executaram-se 8 ensaios SPT.

As amostras obtidas nos ensaios SPT foram guardadas em recipientes apropriados, devidamente identificadas.

O boletim da sondagem com ensaios SPT apresenta-se no Anexo 2.

4.2. Níveis de água

No final da furação foi detetada água aos 3.2m de profundidade.

5. INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS

5.1. Zonamento geológico-geotécnico

O resultado da sondagem realizada evidencia que o subsolo apresenta superficialmente uma camada de aterro (enrocamento) constituída por fragmentos e blocos rochosos com passagem a areia com argila, de coloração castanha alaranjada. A sua espessura é de aproximadamente 3.5m. Sob a camada de aterro surge um horizonte de lodo argiloso de cor negra até aos 6m de profundidade. A partir desta profundidade surge a formação Miocénica constituída por areias finas a médias com argila, de coloração amarelada e avermelhada e argila com areia de coloração alaranjada.

Definiu-se o modelo geológico-geotécnico local com a individualização de 4 unidades geotécnicas, distinguidas em função dos resultados dos ensaios SPT, assim:

Forma.	Unidade	N _{SPT} (*)	Compacidade/ Consistência	Descrição litológica
ATUAL	UN3	6 -19	Aterro	Blocos e fragmentos rochosos com passagem a areia argilosa, de coloração castanha alaranjada (enrocamento).
MODERNO	UN2	2	Muito mole	Lodo argiloso, cor negra
MIOCÉNICO	UN1B	25 - 28	Medianamente compacta	Areias finas e médias a finas com argilas, de coloração amarelada e avermelhada.
	UN1A	≥ 60	Rija	Corresponde ao horizonte de argilas com areia, de coloração alaranjada.

(*) - N_{SPT} característicos

5.2. Parametrização geotécnica

No Quadro 3 apresentam-se os conjuntos de parâmetros que se propõem para o modelo-geotécnico local, valores atribuídos através de correlações apresentadas na bibliografia da especialidade, em função da natureza das formações e dos resultados SPT.

Quadro 3 – Parâmetros geotécnicos

Formação	Unidade Geotécnica	Litologia	N _{SPT}	Massa específica (kN/m ³)	Coesão (kN/m ²)	Ângulo de atrito (°)	Módulo de deformabilidade (MPa)
ATUAL	UN3	Aterro	6 - 19	15 - 16	-	-	-
MODERNO	UN2	Lodo argiloso	2	16 - 17	20 - 30	-	2 - 4
MIOCÉNICO	UN1B	Areia com argila	25 - 28	19 - 20	0 - 5	32 - 34	30 - 40
	UN1A	Argila com areia	≥ 60	20 - 22	> 80	26 - 28	> 60

6. CONDIÇÕES DE IMPLANTAÇÃO

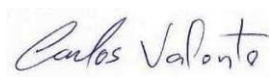
Face ao cenário revelado pela sondagem realizada, poderá optar-se pela adoção de fundações semidirectas, por poços, assentes na unidade UN1B (areia com argila), onde se admitem tensões de contacto até 300kPa.

No entanto estes poços, realizados com escavação pelo interior de manilhas - de modo a ultrapassar o horizonte de aterro e de lodos - poderão ser de difícil execução, tendo em conta que a profundidade a alcançar é da ordem de 6m e o nível de água se situa por volta dos 3m.

Tendo isso em conta, em alternativa, pode optar-se, pela construção de fundações indirectas, por estacas ou microestacas, transferindo as cargas para o terreno mais competente (UN1A – argila com areia), que surge por volta dos 8.5m de profundidade.

7. EQUIPA TÉCNICA

Romariz, 15 de Fevereiro de 2019



Carlos Valente

ENG. GEÓLOGO

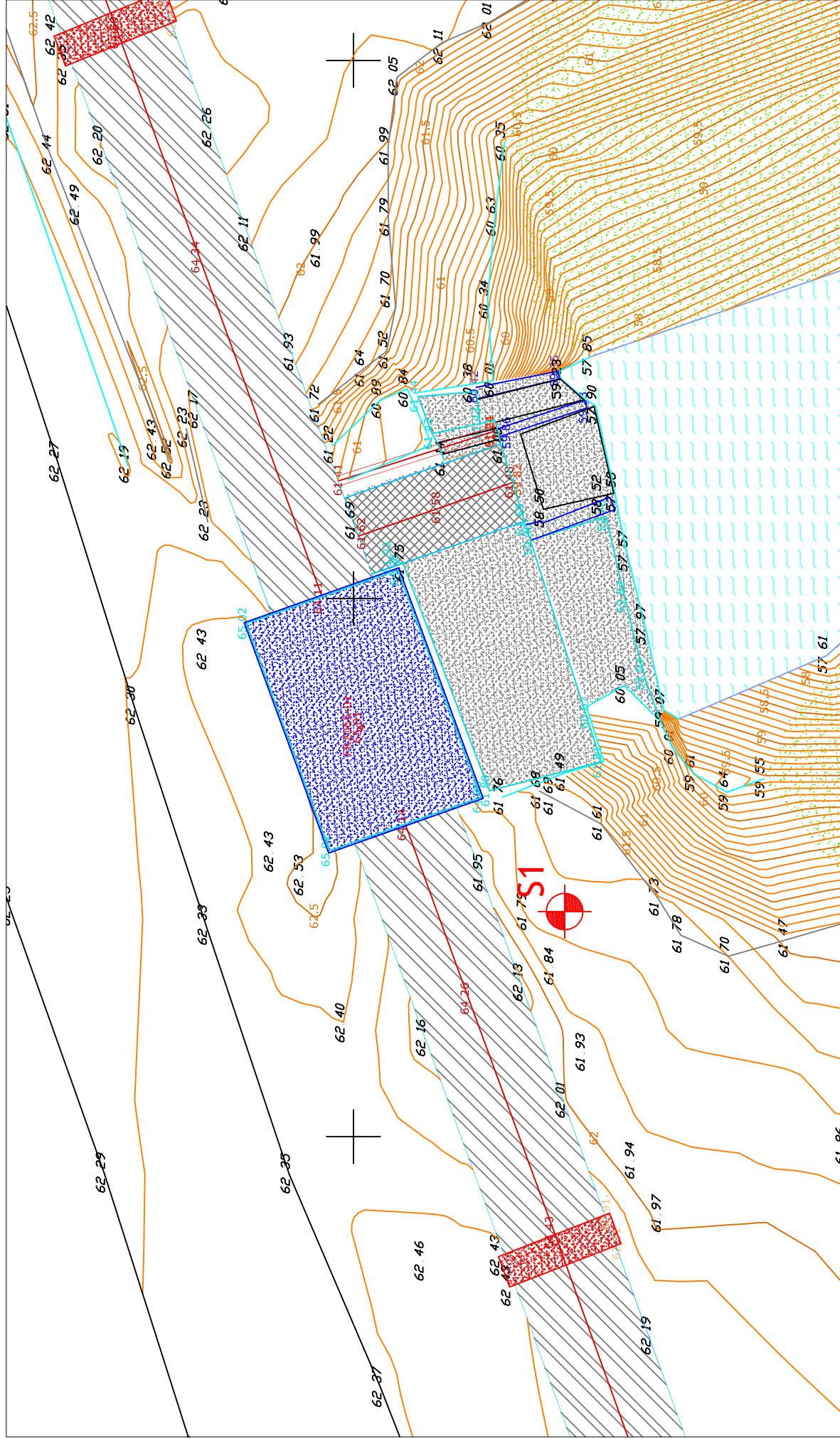


Paula Gonçalves

ENG. GEÓLOGA

Anexo 1

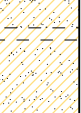
LOCALIZAÇÃO DOS TRABALHOS DE PROSPEÇÃO



Anexo 2

BOLETIM DA SONDAGEM

		Registo de sondagem à rotação com ensaios SPT Equipamento: APAFOR - 30D		SONDAGEM: S1	
		Obra/Local: Caracterização de Anomalias do Maciço de fundação da Conduta de Abastecimento de água à ZI de Sines - Ermidas do Sado		Cliente: 	
		Data início: 05.02.2019 Data fim: 06.02.2019		Folha: 01/02	

Furação φ	Profundidade (m)	Manobras Idade/Formação	Descrição Litológica	Simbologia	S.P.T. (Standard Penetration Test)		Recuper.(%)		Alteração	Fracturação							
					Pancadas						R.Q.D. (%)						
					1ª fase	2ª e 3ª fases					20	40 60 80					
						10	20	30	40	50	60						
Caroteiro T2-76mm	1.0	Atual	Fragmentos e blocos rochosos, com passagem a areia fina argilosa, cor castanha alaranjada (Enrocamento)		3	6 (3+3)					IR=27%		-	-			
	8				18 (9+10)							-	-				
	3.0	Moderno	Areia fina com argila, cor castanha alaranjada (Aterro) N.A.: 3.2m		1	2 (1+1)							-	-			
	12				25 (13+12)							-	-				
	6				28 (11+17)							-	-				
	25				60 (60+0) (13cm)							-	-				
	7.0	Miocénico	Areia média a fina com argila, cor avermelhada		24	60 (28+32) (28cm)							-	-			
	28				60 (48+12) (18cm)							-	-				
	FIM DE SONDAGEM																
	LEGENDA: Atual:  UN3 Aterro: 6 < N _{SPT} < 19 Moderno:  UN2 Lodo argiloso, de consistência muito mole: N _{SPT} = 2 Miocénico:  UN1B Areias finas a médias p/v com argila, medianamente compactas: 25 < N _{SPT} < 28  UN1A Argila com alguma areia, de consistência rija: N _{SPT} ≥ 60																

Profundidade do nível de água: N.A.: 3.2m	EQUIPAMENTO APAFOR - 30D Sondagem a rotação: Caroteiro T2-76 mm Tubo revestimento 84/77 mm	Comprimento: 12.0m Cota aproximada: 61.75m Coordenadas:
OBSERVAÇÕES: Utilizaram-se 4.5m de tubo de revestimento		
Sondador: <i>Fernando Soares</i>	Equipa: <i>Paulo Resende</i>	Responsável: <i>Carlos Valente</i>
Verificou: <i>Paula Gonçalves</i>		Escala: 1/100



REGISTO FOTOGRÁFICO DA AMOSTRA

SONDAGEM:
S1

Obra/Local: Caracterização de Anomalias do Maciço de fundação da
Conduta de Abastecimento de água à ZI de Sines - Ermidas do Sado

Cliente:



Data início: 05.02.2019
Data fim: 06.02.2019

Folha: 02/02

