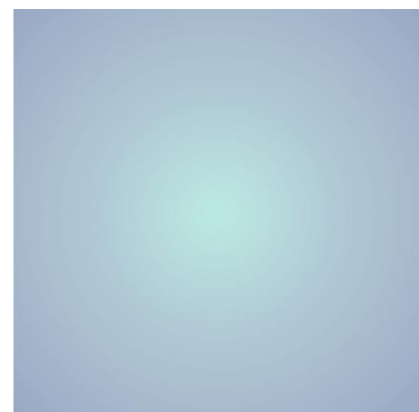




INTERVENÇÕES URGENTES EM TRÊS CÂMARAS DA ATUAL ADUTORA ETA-MONTE CHÃOS FASE 1 - INTERVENÇÃO NA CAIXA DE VALE MARIM

CADERNO DE ENCARGOS
PROJETO DE EXECUÇÃO

ESTUDO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO

OUTUBRO 2022



**CAIXA DE VALE MARIM
SINES**

ESTUDO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO

**Proc.: 27522
julho de 2022**

Índice da memória

Pág.

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. TRABALHOS REALIZADOS	2
2.1 Sondagens geotécnicas	2
2.2 Piezómetro Hidráulico de Circuito Aberto	7
3. NEOTECTÓNICA E SISMICIDADE.....	9
4. CONDIÇÕES GEOLÓGICO-GEOTÉCNICAS	13
5. DISPOSIÇÕES CONSTRUTIVAS	16

Figuras

Figura 1.1 - Vista aérea da área em estudo (adaptado de Google Earth – excerto sem escala)	1
Figura 2.3 - Aspeto do equipamento COMACCHIO GEO-601 durante a execução dos trabalhos	3
Figura 2.2 - Esquema de execução do ensaio SPT.....	4
Figura 2.3 - Esquema ilustrativo de um piezómetro hidráulico de circuito aberto	7
Figura 3.1 - Mapa de zonamento sísmico de Portugal Continental (RSAEEP, 1983).....	9
Figura 3.2 - Zonamento sísmico em Portugal Continental, para os cenários de sismo afastado (à esquerda) e sismo próximo (à direita). (Anexo Nacional NA, 2010)	11
Figura 4.1 - Enquadramento geológico do local em estudo (adaptado da Carta Geológica de Portugal, Folha 42-C – Santiago do Cacém, à escala original.1:50 000), escala indeterminada.....	13

Tabelas

Tabela 2.1 - Classificação das areias quanto à compacidade	4
Tabela 2.2 - Classificação de argilas quanto à consistência	4
Tabela 2.3 - Classificação do maciço com base no RQD.....	5
Tabela 2.4 - Classificação das fraturas.....	5
Tabela 2.5 - Classificação do estado de alteração das rochas.....	6
Tabela 2.6 - Sondagens geotécnicas; quantidades de trabalho realizado.....	7

Tabela 2.7 - Quadro resumo da constituição dos piezômetros instalados.....	8
Tabela 3.1 - Tipo de terreno (RSAEEP, 1983)	10
Tabela 3.2 - Aceleração máxima de referência de projeto agR (m/s ²) nas várias zonas sísmicas (NA, 2010).	11
Tabela 3.3 - Tipos de Terreno (EC8)	12
Tabela 4.1 - Coluna Litoestratigráfica local.....	14
Tabela 5.1 – Parâmetros Geotécnicos	17

ANEXOS

ANEXO I - PROSPEÇÃO GEOTÉCNICA

Sondagens Geotécnicas: S1

Piezômetro: Pz-S1;

ANEXO II – PEÇA DESENHADA

Desenho Nº CPG-001 - Planta de localização e Perfis Geológico-Geotécnicos Interpretativos;

Memória Descritiva e Justificativa

1. INTRODUÇÃO

Por decisão das Águas de Santo André, foi a GEOCONTROLE – Geotecnia e Estruturas de Fundação S.A., incumbida de efetuar o Estudo Geológico-Geotécnico dos terrenos nas imediações da implantação da caixa de Vale Marim, em Sines.

Esta memória consubstancia com detalhe o desenvolvimento e implementação do plano de prospeção definido pelo Cliente, nomeadamente o conjunto de trabalhos realizados e a metodologia que presidiu à sua execução, apresentando-se de modo sistematizado os resultados obtidos.

Tecem-se também as considerações resultantes da análise do conjunto da informação conseguida, visando o zonamento e caracterização da diversidade geotécnica ocorrente na zona investigada, objetivamente orientados no sentido da definição das condições de fundação, bem como todos os condicionalismos de incidência geotécnica.

Como apoio à realização deste estudo dispôs-se do apoio em obra do Cliente para localização dos trabalhos de prospeção.

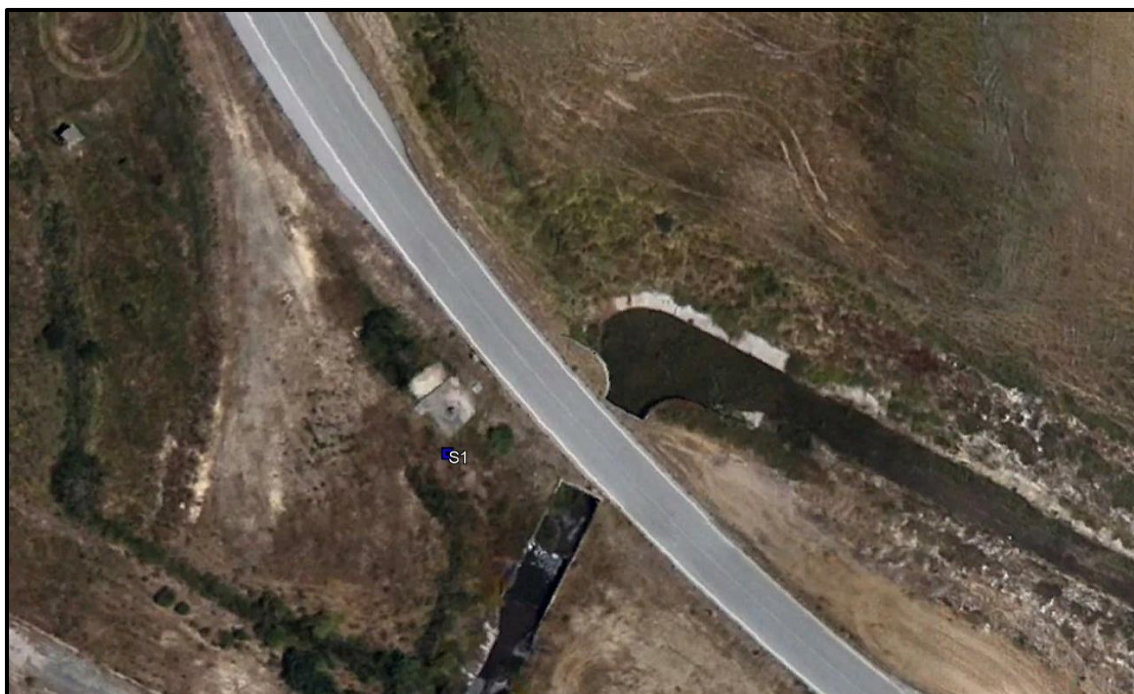


Figura 1.1 - Vista aérea da área em estudo (adaptado de Google Earth – excerto sem escala)

2. TRABALHOS REALIZADOS

Na prossecução dos objetivos desta intervenção, visando a caracterização do dispositivo geológico-geotécnico dos terrenos da área de estudo, foi implementado o programa de prospeção geológico-geotécnica definido em conformidade com o Cliente, envolvendo a realização de uma sondagem geotécnica, acompanhadas de ensaios SPT em substrato terroso e carotagem em substrato rochoso.

No local da sondagem S1 foi instalado piezómetro hidráulico de circuito aberto.

Nesta secção descrevem-se os ensaios realizados e a metodologia que presidiu à sua execução, apresentando-se em anexo os resultados da campanha de prospeção efetuada, sintetizados em diagramas individuais de ensaio.

Refira-se que todos os trabalhos de caracterização geotécnica efetuados, foram assegurados ou coordenados, com o maior profissionalismo, rigor e competência técnica, por equipas especializadas da Geocontrole, convenientemente dimensionada para o efeito e com vasta experiência no âmbito geotécnico.

2.1 Sondagens geotécnicas

Tendo por objetivo proceder à caracterização do comportamento geotécnico associado ao ambiente geológico no local, foi realizada umas sondagens geotécnicas verticais nos locais assinalados na planta anexa.

Na execução da sondagem foi utilizado o equipamento de furação *COMACCHIO GEO-601*, instalado em veículo de rastros metálicos.

O avanço da furação foi conseguido através de metodologia furação *wireline* com ferramentas de diâmetro HQ-WL. O sistema de furação *wireline* permite que o tubo interior do amostrador possa ser extraído do furo sem retirar a coluna de varas/tubos que transmite o movimento de rotação ao amostrador. A extração do tubo interior que contém o testemunho é conseguida pela descida, pelo interior das varas, de um cabo munido de um dispositivo engate/desengate – *overshot*. Engatado o *overshot* no tubo interior, processa-se o desengate deste de dentro do tubo exterior (que permanece no furo) e o consequente içar do conjunto até à superfície. Após retirada do testemunho (amostra) o tubo interior é descido no furo, pelo interior das varas, e engatado no tubo exterior posicionado no fundo do furo, reiniciando-se a furação.

O diâmetro livre interior dos tubos/varas permitiu a realização dos ensaios de penetração dinâmica SPT, sem necessidade de extrair os próprios tubos que fazem a furação e entivação do furo.



Figura 2.1 - Aspeto do equipamento COMACCHIO GEO-601 durante a execução dos trabalhos

No decurso da furação efetuaram-se com carácter sistemático, espaçados cerca de 1,5m, ensaios normalizados de penetração dinâmica SPT, de acordo com as recomendações da *International Reference Test Procedure for the Standard Penetration Test*, (ISSMFE, 1989).

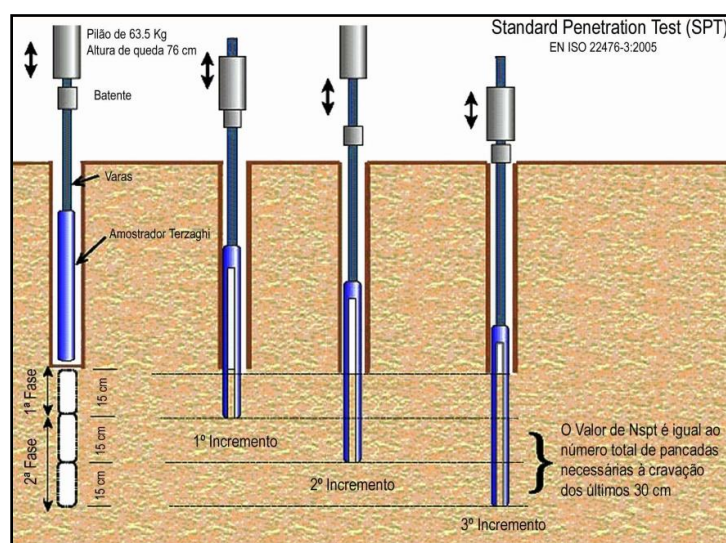


Figura 2.2 - Esquema de execução do ensaio SPT

Intentou-se assim avaliar *in situ* os estados de consistência dos solos prospectados e estabelecer assim o zonamento geotécnico das sequências prospectadas. A classificação dos materiais granulares, no que se refere à compactidade e dos materiais coesivos no que se refere à consistência foi efetuada de acordo com o indicado na Tabela 2.1 e na Tabela 2.2.

Tabela 2.1 - Classificação das areias quanto à compactidade

N_{SPT}	Compactidade	Densidade Relativa (%)
0 - 4	Muito solta	15
4 - 10	Solta	15 - 35
10 - 30	Medianamente compacta	35 - 65
30 - 50	Compacta	65 - 85
>50	Muito compacta	85 - 100

Tabela 2.2 - Classificação de argilas quanto à consistência

N_{SPT}	Consistência	Resistência à compressão simples (kPa)
0 - 2	Muito mole	< 24
2 - 4	Mole	24 - 48
4 - 8	Consistência média	48 - 96
8 - 15	Dura	96 - 192
15 - 30	Muito Dura	192 - 388
>30	Rija	>388

A análise macroscópica da amostragem resultante do método de furação à rotação, permitiu individualizar os diferentes horizontes atravessados, estabelecer a respetiva coluna litoestratigráfica e proceder à caracterização do maciço com base na determinação dos índices de qualidade do substrato com comportamento rochoso, que em seguida se explicitam, pese embora o facto de apenas terem sido investigados em pequena escala:

- **Percentagem de recuperação por manobra (%)**

Corresponde à relação entre a soma dos comprimentos das amostras obtidas e o comprimento furado em cada operação (manobra). Informa acerca do estado de alteração das rochas atravessadas, sendo vulgar considerar-se que o maciço é pouco alterado, logo, em princípio, de boa qualidade quando se obtêm percentagens superiores a 80%; muito alterado, logo de qualidade deficiente, para percentagens inferiores a 50%; e medianamente alterado para valores intermédios.

- **Rock Quality Designation (RDQ)**

Este critério, igualmente denominado de recuperação modificada, é baseado na percentagem de recuperação simples, considerado apenas os tarolos com comprimento igual ou superior a 10 centímetros, dividindo o somatório dos seus comprimentos pelo comprimento total furado em cada manobra. Caracteriza qualitativamente o maciço, de acordo com a seguinte tabela:

Tabela 2.3 - Classificação do maciço com base no RQD

RQD (%)	Qualidade do Maciço Rochoso
0 -25	Muito fraco
25 -50	Fraco
50 -75	Razoável
75 -90	Bom
90 -100	Excelente

- **Estado de fracturação - F (SIMR)**

No espaçamento das fraturas consideram-se 5 classes:

Tabela 2.4 - Classificação das fraturas

CLASSE	DESCRIÇÃO
F1	Fraturas muito afastadas (>200cm) - rocha pouco fraturada

F2	Fraturas afastadas (60 a 200cm) - rocha pouco fraturada
F3	Fraturas medianamente afastadas - (20 a 60cm) rocha medianamente fraturada
F4	Fraturas próximas (6 a 20cm) - rocha muito fraturada
F5	Fraturas muito próximas (< 6cm) - rocha muitíssimo fraturada

▪ **Estado de alteração - W (SIMR)**

Em relação à alteração das rochas, consideram-se habitualmente cinco classes a que correspondem os seguintes estádios evolutivos de alteração:

Tabela 2.5 - Classificação do estado de alteração das rochas

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

Os resultados da campanha de furação estão sintetizados em diagramas individuais de sondagem, apresentados no Anexo I - Prospeção Geotécnica. Além da informação relativa à furação e identificação das sondagens, referenciam os seguintes aspetos:

- ❑ Sequências litoestratigráficas atravessadas;
- ❑ Resultados dos ensaios *SPT* (valores de N_{SPT});
- ❑ Profundidades das amostras ensaiadas em laboratório;
- ❑ Estado de alteração e fracturação do maciço; e
- ❑ Percentagem de recuperação e RQD;

Fotografias coloridas dos testemunhos obtidos pelas sondagens acompanham os respetivos diagramas.

Na Tabela 2.6 encontram-se representadas as quantidades de trabalho praticadas em relação à sondagem geotécnica:

Tabela 2.6 - Sondagens geotécnicas; quantidades de trabalho realizado.

Sond.	Est.	Furação (m)		SPT (un)	Piez. (ml)
		Solos	Rocha		
S1	At / H _{MI}	7,5	1,5	6	9
Total	--	7,5	1,5	6	9,0

2.2 Piezómetro Hidráulico de Circuito Aberto

Tendo em vista aceder diretamente à eventual percolação subterrânea do maciço e possibilitar assim a avaliação do respetivo comportamento evolutivo, procedeu-se à instalação de um piezómetro hidráulico de circuito aberto, no furo da sondagem S1, sendo denominado de Pz-S1.

Trata-se de dispositivos compósitos, constituídos por tubos em PVC de 50mm de diâmetro externo, crepinados em algumas secções; os tubos envoltos em geotêxtil são colocados no furo de sondagem limpo, sendo depois envoltos por material de elevada condutibilidade hidráulica (areia siliciosa grosseira ou areão), preenchendo o espaço anelar entre os tubos PVC e a parede do furo.

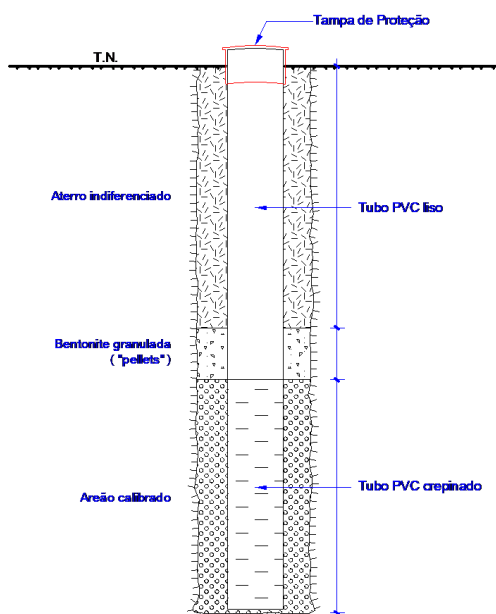


Figura 2.3 - Esquema ilustrativo de um piezómetro hidráulico de circuito aberto

Na Tabela 2.7 apresenta-se a profundidade e características do piezômetro instalado.

Tabela 2.7 - Quadro resumo da constituição dos piezômetros instalados

ID Piezômetro	Prof. (m)	Ø do tubo piezométrico (mm)	Ø de furação (mm)	Zona Lisa (m)	Zona crepinada (m)	Unidades geológicas interessadas na zona crepinada
Pz-S1	9,00	50	122	3.0	6.0	Aterros / Xistos

3. NEOTECTÓNICA E SISMICIDADE

De acordo com o **Regulamento de Segurança e Ações para Estruturas de Edifícios e Pontes**, (RSAEEP) a ação de fenómenos sísmicos mais ou menos severos podem ser sistematizadas em dois grandes tipos:

- Ação sísmica do *tipo 2* correspondente a *sismos distantes*, de grande magnitude e com epicentro no mar – sismicidade interplacas Eurasiática e Africana –, gerada na Zona de fratura Açores-Gibraltar; e,
- Ação sísmica do *tipo 1* associada a *sismos locais*, de magnitude moderada e pequena distância focal – sismicidade intraplaca Eurasiática – resultante da acumulação de tensões e do desenvolvimento de deformações tectónicas atuais, no seu interior.

Este documento regulamentar considera o território Continental português dividido em quatro zonas: A, B, C e D, segundo ordem decrescente de sismicidade. O coeficiente de sismicidade (α) assume os valores 1.0, 0.7, 0.5 e 0.3, respetivamente para as zonas sísmicas A, B, C e D, inserindo-se o Concelho do **Sines** na Zona A, a que corresponde um valor de $\alpha = 1.0$.

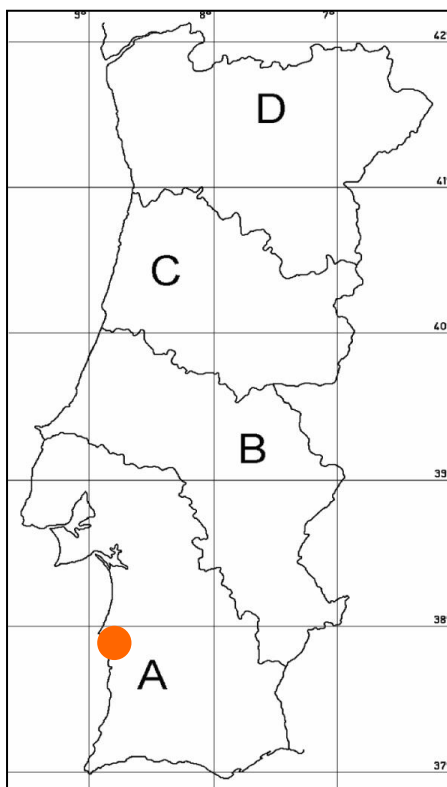


Figura 3.1 - Mapa de zonamento sísmico de Portugal Continental (RSAEEP, 1983).

A natureza dos terrenos foi sistematizada, pelo referido Regulamento, em três grandes tipos. A Tabela 3.1 apresenta a tipologia dos terrenos geológicos investigados na área de estudo, de acordo com o regulamento evocado.

Tabela 3.1 - Tipo de terreno (RSAEEP, 1983)

UNIDADE GEOLÓGICA	TIPO DE TERRENO		
	I	II	III
	rochas e solos coerentes rijos	solos coerentes muito duros, duros e de consistência média; solos incoerentes compactos	solos coerentes moles e muito moles; solos incoerentes soltos
Depósitos de Aterro (At) $3 \leq N_{SPT} \leq 60$			●
Formação de Mira $N_{SPT} \geq 60$	●	○	
Formação de Mira W_3	●		

● mais provável ○ menos provável

O **Anexo Nacional NA** da NP EN 1998-1:2010, elaborado no âmbito da atividade da Comissão Técnica Portuguesa de Normalização CT 115 – Eurocódigos Estruturais, estabelece as condições para implementação da NP EN 1998-1:2010 – “Eurocódigo 8: Projeto de estruturas para resistência aos sismos. Parte 1: Regras gerais, ações sísmicas e regras para edifícios”.

Com base naquele documento, a possibilidade de haver em Portugal dois cenários para a geração de sismos, impõem a necessidade de serem considerados dois tipos de ação sísmica no território Continental:

- a Ação sísmica Tipo 1, para o cenário de sismo “afastado” (sismo interplaca), referente aos sismos com epicentro na região Atlântica, e que pretende representar a ação sísmica de elevada magnitude e grande distância focal; e,
- a Ação sísmica do Tipo 2, para um cenário de sismo “próximo” (sismo intraplaca), abrangendo, em geral, os sismos com epicentro no território Continental ou no Arquipélago dos Açores, e que pretende representar a ação de um sismo de magnitude moderada e pequena distância focal.

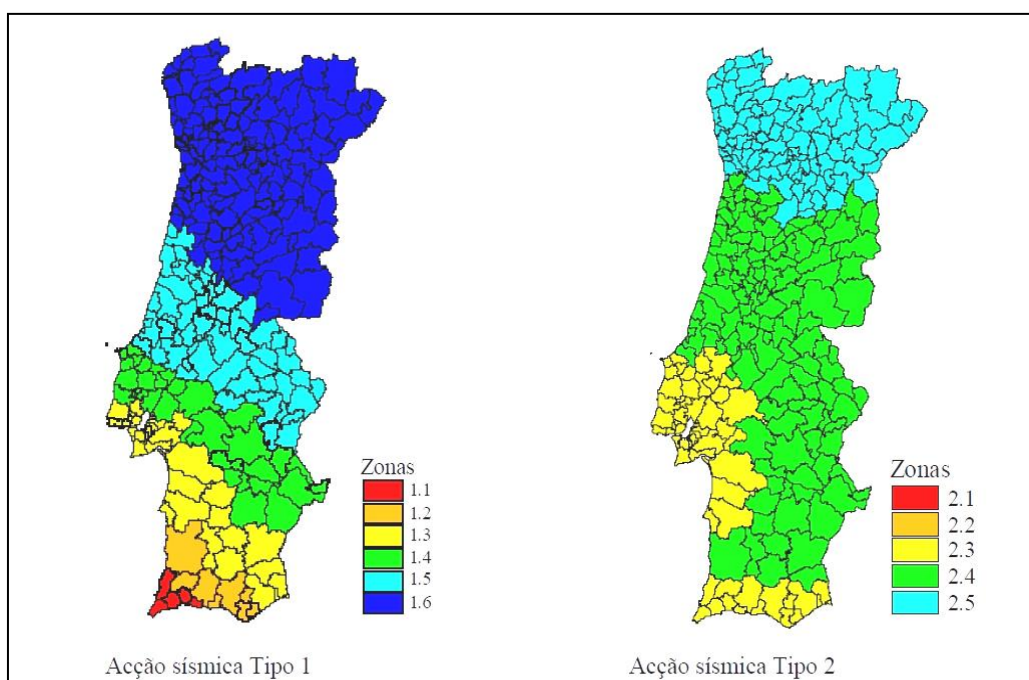


Figura 3.2 - Zonamento sísmico em Portugal Continental, para os cenários de sismo afastado (à esquerda) e sismo próximo (à direita). (Anexo Nacional NA, 2010)

Os valores da aceleração máxima de referência de projeto, para cada uma das zonas sísmicas em função dos dois tipos de *atividade sísmica* a considerar, são indicados na Tabela 3.2.

Tabela 3.2 - Aceleração máxima de referência de projeto a_{gR} (m/s^2) nas várias zonas sísmicas (NA, 2010).

Ação sísmica Tipo 1 (afastada)		Ação sísmica Tipo 2 (próxima)	
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	--	--

Relativamente aos *efeitos geológicos locais* o EC8 considera os tipos de terrenos indicados na Tabela 3.3 para definição dos espectros de resposta elásticos a utilizar em cada Zona Sísmica.

Tabela 3.3 - Tipos de Terreno (EC8)

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

O local investigado pela campanha de prospeção posiciona-se nas Zonas sísmicas 1.3 e 2.3, respetivamente para as ações sísmicas do Tipo 1 e Tipo 2, definindo os terrenos perfil estratigráfico do *Tipo A* da classificação do EC8.

4. CONDIÇÕES GEOLÓGICO-GEOTÉCNICAS

O dispositivo geológico estabelecido interessado pela sondagem assinala a ocorrência de substrato atribuído ao Carbonífero, representado superficialmente pela formação de Mira (H_{Mi}), À superfície estabelecem-se depósitos de aterro (At) de génese contemporânea, com geometria irregular.

Os perfis geológico-geotécnicos anexos ao texto esboçam graficamente o desenvolvimento previsível dos cortejos litológicos e do dispositivo geoestrutural investigado, apoiado na sistematização proposta neste estudo, cuja consulta deverá ser considerada em complemento e concomitantemente à leitura do texto para uma melhor compreensão deste.

Esta sistematização, cuja coluna se reproduz na Tabela 4.1, balizou o zonamento geotécnico subsequente, estabelecido numa perspetiva uniformizadora e geotecnicamente coerente, sem pretensões de natureza académica, perspetivando única e exclusivamente a definição das condições de fundação a observar pelo projeto de estabilidade da estrutura.

Atente-se, porém, na circunstância absolutamente incontornável de a interpretação experimentada traduzir tão só uma aproximação conceptual a um dispositivo certamente mais complexo, cujo carácter pontual das sondagens não permite muitas vezes abranger; fator agravado pela intervenção antrópica que em termos de modelação e ocupação afetou a área da intervenção. A Figura 4.1 representa o enquadramento geológico do local investigado.

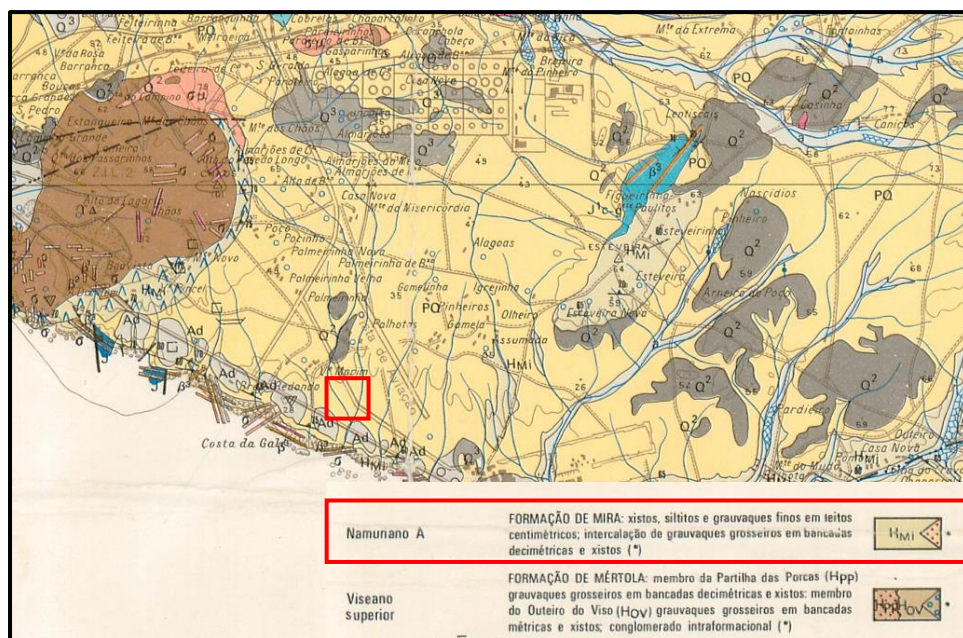


Figura 4.1 - Enquadramento geológico do local em estudo (adaptado da Carta Geológica de Portugal, Folha 42-C – Santiago do Cacém, à escala original 1:50 000), escala indeterminada.

Tabela 4.1 - Coluna Litoestratigráfica local.

ESTRATIGRAFIA	Símbolo	FORMAÇÃO	LITOLOGIA
RECENTE	At	Depósitos de Aterro	Aterro heterogéneo pedregoso em matriz areno-siltosa. Argila silto-arenosa associando fragmentos líticos frequentes
CARBONICO	H _{Mi}	Formação de Mira	Xisto intensamente alterado deitando-se em silte arenoso Xisto compacto medianamente alterado e muito fraturado

Superficialmente a campanha de prospeção permitiu reconhecer **depósitos de aterro (At)**, com espessuras aproximadas de 4,5m. Trata-se, superficialmente, de aterros heterogéneo pedregosos com matriz areno-siltosa, inferiormente desenvolve-se depósitos argilosos com passagens silto arenosas muito descomprimidos.

Quando testados quanto à sua resistência, através de ensaios SPT, registaram valor de 3 pancadas evidenciando a tradicional debilidade geotécnica deste tipo de materiais, faz exceção o ensaio SPT dos 1,5m que apresenta valor NSPT=60 empolado pela fração pedregosa do aterro.

Atente-se, no entanto, que se exclui a possibilidade de virem a ser interferidos aterros com espessuras superiores às referenciadas pela campanha de prospeção, pese embora o facto de se tratar de uma área relativamente exígua. Esta deverá ser pois uma preocupação latente na caracterização do dispositivo geotécnico em presença, necessariamente alargada à fase de obra, porquanto não se esgote com a apresentação deste relatório nem com o mais elaborado dos planos de prospeção geotécnica.

Inferiormente estabelece-se a formação de Mira (H_{Pr}) que se caracteriza localmente pela ocorrência de camadas xistosas, superiormente apresentam-se intensamente alteradas deitando-se em silte arenoso por vezes argiloso intercalado com passagens decimétricas de xisto compacto.

Inferiormente os xistos compactos apresentam-se medianamente alterados e muito fraturados de tonalidades cinzento azuladas.

5. DISPOSIÇÕES CONSTRUTIVAS

A realização das sondagens geotécnicas permitiu simular as condições geotécnicas que ocorrem na área investigada. As sondagens referenciaram a presença de depósitos de aterro, fundamentalmente argilo-siltosos, pedregosos, com espessuras aproximadas de 4,5m, nos locais diretamente investigados. Sucede-se dispositivo carbónico caracterizado por xistos compactos, superficialmente intensamente alterados deitando-se em siltes areno-argilosos com fragmentos de xisto compacto e inferiormente francamente rochosos globalmente medianamente alterado (W_3), pese embora o facto de ter apenas interferido com o seu topo.

Equacionam-se as incidências geotécnicas envolvidas para a construção/reabilitação da estrutura em apreço, na caixa de Vale Marim situada em Sines.

Os horizontes superficiais recentes, de aterro, exibem tradicionalmente comportamento mecânico muito condicionado, não exibindo características adequadas para assento de fundações de estruturas sensíveis a assentamentos.

O dispositivo carbonífero que se sucede ocorre competente do ponto de vista geotécnico apresentando valores de $N_{SPT} \geq 60$. Caso a implantação da estrutura atinja a profundidade das camadas carboníferas consideram-se, estes níveis, compatíveis com a prática de metodologia de fundação direta, tensão admissível de 400 kPa.

A tensão admissível fornecida é aproximada e só com o objetivo de pré-dimensionamento. O valor é estimado com base na descrição do log da sondagem, este valor não considera o tipo e a configuração do carregamento, profundidade e geometria da fundação, tem ainda, como pressuposto deslocamento inferior a 25mm.

Caso não seja possível recorrer a uma metodologia de fundação direta ou semi-direta, poderá ponderar-se o recurso a soluções indiretas, do tipo microestaca. Deverão ser sempre considerados encastramentos nos horizontes mais resistentes caracterizados por valores de $N_{SPT} \geq 60$.

Para efeitos de pré dimensionamento, estima-se a carga axial de serviço à compressão em 500kN para uma microestaca isolada com as seguintes características:

- Diâmetro da furação = 200mm
- Tubo armadura em aço N80 (tensão de cedência de 560MPa)
 - Diâmetro exterior = 88.9mm

- Espessura de parede = 9.00mm
- Encastramento no substrato carbônico (substrato xistoso): 5m

Trata-se de valores indicativos, que contemplam 1,5mm de sobresspessura (corrosão).

Para efeitos de dimensionamento de fundações à luz do método dos coeficientes parciais de segurança (EC7), sugere-se a adoção dos parâmetros resistentes apresentados na Tabela 6.1, inferidos, por correlação, a partir dos valores de N_{SPT} , tendo em atenção a respetiva representatividade relativa.

Tabela 5.1 – Parâmetros Geotécnicos

Est.	Tipo de terreno	Peso volúmico γ (kN/m ³)	Ângulo de atrito interno ϕ' (°)	Coesão c' (kPa)	Módulo de deform. E' (MN/m ²)
At	Depósitos de Aterro, por vezes intensamente pedregosos envoltos em matriz areno-siltosa	18	25	nula	5
H _{Mi}	Xisto intensamente alterado (W5) $N_{SPT}=60$	21	34	15	60
	Xisto medianamente alterado (W5) e muito fraturado (F4)	21	34	30	100

Este exercício teórico fundamentou-se, ainda, em correlações da literatura da especialidade, ponderando igualmente a granulometria e natureza litoestratigráfica dos terrenos geológicos investigados.

Bobadela, julho de 2022

GEOCONTROLE, GEOTECNIA E ESTRUTURAS DE FUNDAÇÃO S.A.

SECTOR DE CONSULTORIA E PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

Jorge Nunes
(Geólogo)

António Flor
(Eng.º Civil – Diretor Técnico)

ANEXO I - PROSPEÇÃO GEOTÉCNICA

Sondagens Geotécnicas: S1;

Piezómetros: Pz-S1;

			PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA						SONDAGEM		
			Entidade :  ÁGUAS DE SANTO ANDRÉ Grupo Águas de Portugal						S1		
			Obra : Estudo Geotécnico na Caixa de Vale Marim						Processo 27522		
Data de Início 5/7/2022			Equipamento Geo-046 Comacchio GEO 601		Prof. Final (m) 9.05				Página 1 de 1		
Data de Fim 6/7/2022		Nivel Freático		Inclinação 90°		Sistema PT-TM06 (ETRS89)		Coordenadas M= -60437.147 P= -191974.647		Técnico Jorge Nunes	
						Cota Z= 15.418		Sondador Luis Dias			

P R O F U N D I D A D E (m)	F U R A Ç Ã O Ø	M A N O B R A S	E S T R A T I G R A F I A	SIMBOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA	A L T E R A Ç Ã O (ISRM)				F R A C T U R A Ç Ã O (ISRM)				% RECUP.				S.P.T.				ENSAIOS	P R O F U N D I D A D E (m)
						W5	W4	W3	W2	F5	F4	F3	F2	20	40	60	80	10	20	30	40	50	
1		1.50	A t		Aterro heterogéneo pedregoso em matriz areno-siltosa, de aspecto descomprimido, acastanhado.																		1
2																							2
3		3.00			Argila silto-arenosa associando fragmentos líticos centimétricos, muito descomprimida, castanho esverdeada.																		3
4		4.50																					4
5			H M I		Xisto intensamente alterado debitando-se em silte arenoso por vezes argiloso com passagens decimétricas de xisto compacto, castanho esverdeado.																		5
6		6.00																					6
7		7.50																					7
8					Xisto compacto medianamente alterado e muito fracturado, cinzento azulado.																		8
9		9.00																					9
10					9.05m- Fim de Sondagem																		10

Observações : Foi instalado piezómetro hidráulico de circuito aberto.

Rua D. Nuno Álvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Fax: (+351) 219958001 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.pt

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



TESTEMUNHO DA SONDAGEM S1 – CAIXA 1



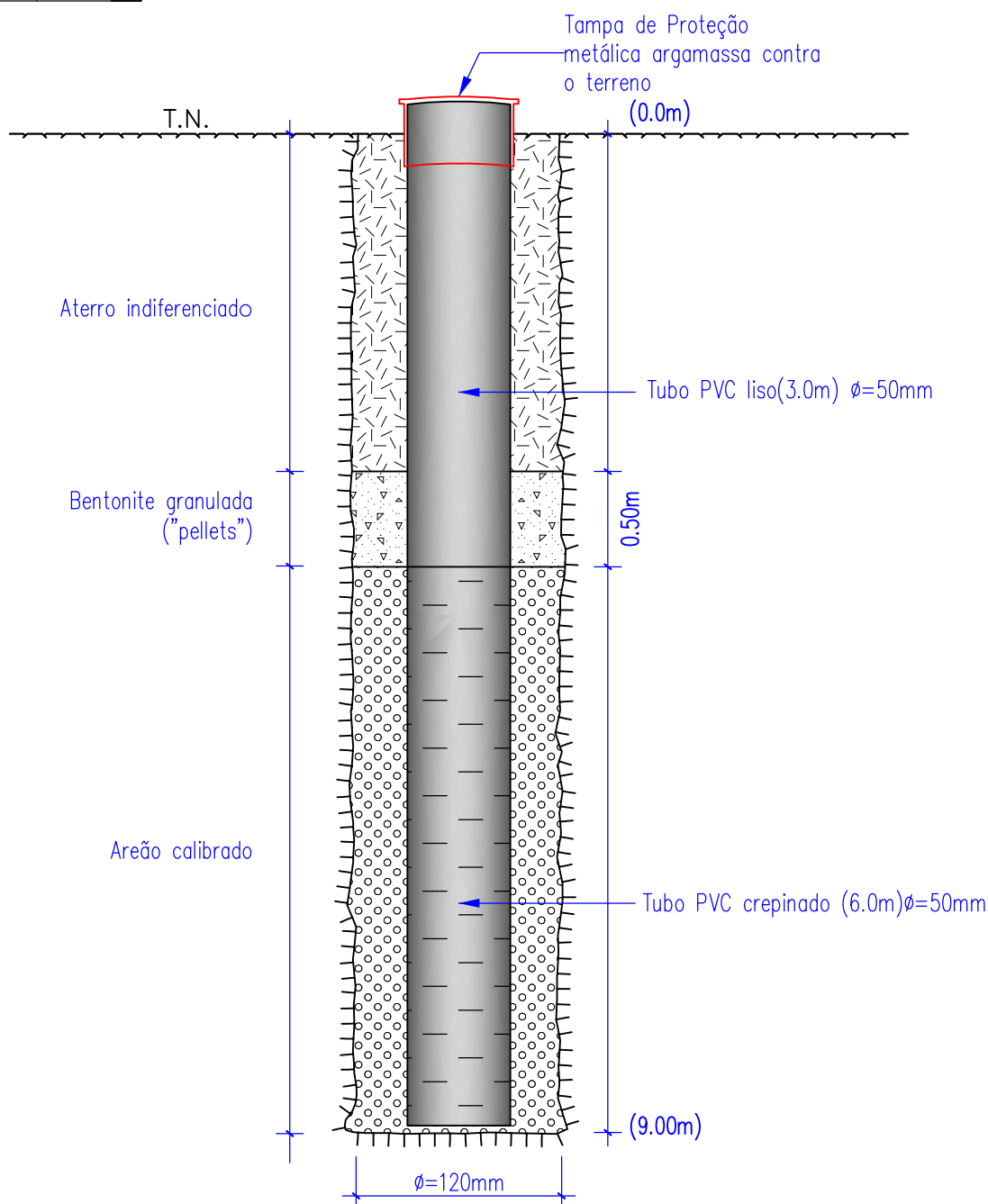
TESTEMUNHO DA SONDAGEM S1 – CAIXA 2



TESTEMUNHO DA SONDAGEM S1 – CAIXA 3

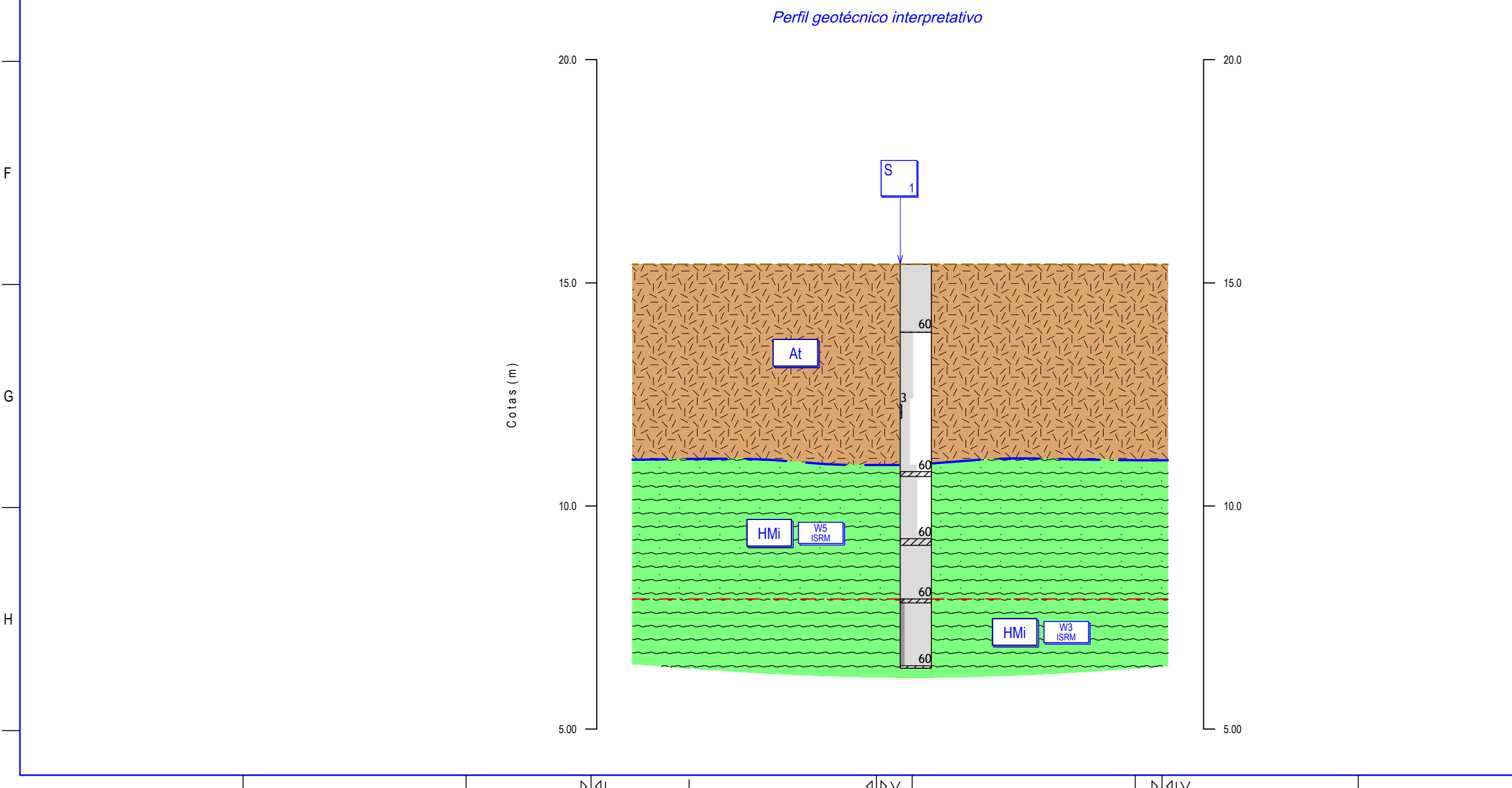
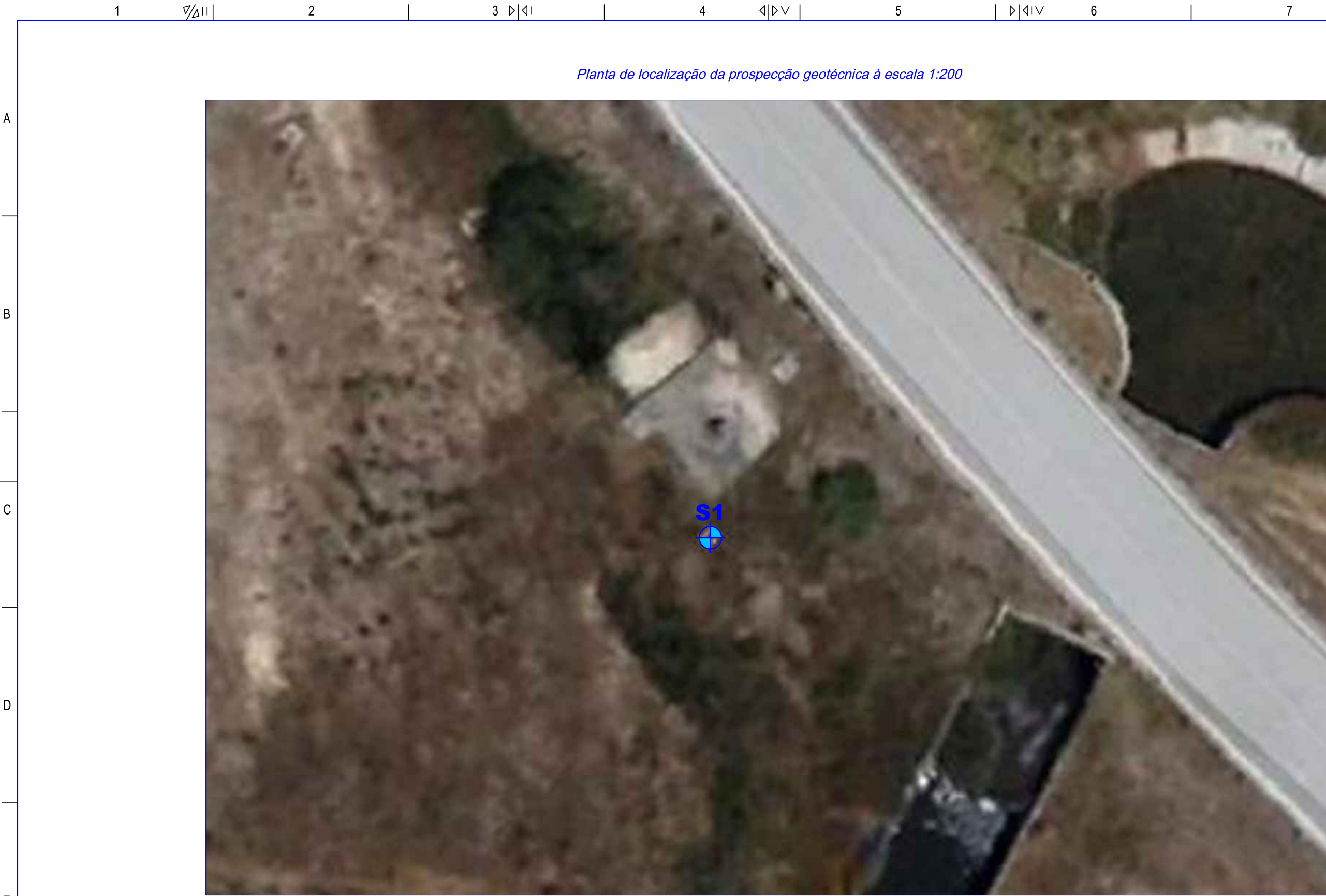
Data Inicial
05-07-2022
Equipamento
Prof. Final (m)
9.0
Data Final
05-07-2022
GEO-046 COMACCHIO
Desenhador
Nuno Neto
Obra:
CAIXA DE VALE MARIM
SINES
Inclinação
90°
Coordenadas
M= - 60437,147
P= - 191974,647
Cota
Z=15,418

Medição	Horas	Prof. (m)
05-07-2022	15:00	1.10


Observações:

ANEXO II – PEÇA DESENHADA

Desenho Nº CPG-001 - Planta de localização e Perfis Geológico-
Geotécnicos Interpretativos;



LEGENDA GEOTÉCNICA

LITOESTRATIGRAFIA

RECENTE

At

Depósitos de Aterro

Aterro heterogêneo pedregoso em matriz areno-siltosa, argila silto-arenosa associando fragmentos líticos frequentes

CARBÓNICO

HM*i*

Formação de Mira

Xisto intensamente alterado, debitando-se em silte arenoso (W5)

Xisto compacto, medianamente alterado e muito fracturado (W3)

SINAIS CONVENCIONAIS

Limite geológico

Limite de alteração

ESTADO DE ALTERAÇÃO (I.S.R.M.)

[W1]-Rocha sã

[W2]-Rocha pouco alterada

[W3]-Rocha medianamente alterada

[W4]-Rocha muito alterada

[W5]-Rocha decomposta

PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

S

Sondagem geotécnica

T.Natural

Valor de Nurr

% de Recuperação

% de R.Q.D.

REVISÃO	DATA	DESCRIÇÃO	TÉCNICO



Rua D.Nuno Álvares Pereira N.º4, Bloco 4 Parque Oriente 2699-501 Bobadela Lrs PORTUGAL Telefone: (+351) 219 958 000 – Telefax: (+351) 219 958 001 E-mail: mail@geocontrol.pt / Internet: www.geocontrol.pt
CLIENTE:



ESTUDO:	CAIXA DE VALE MARIM		
	SINES		
	ESTUDO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO		
DESCRIÇÃO:	PLANTA DE LOCALIZAÇÃO E PERFIL GEOTÉCNICO INTERPRETATIVO	ESCALAS:	FICHEIRO: X:\0023\0002 a 299232\7522\Desenho\075102_GEO.PLR.DWG
DEPARTAMENTO:	CONSULTORIA E PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA		N.º DE ORDEM: 1/1
CAD	NOME	RUBRICA	PROCESSO:
AutoCAD V2022	Nuno Neto		27522
TÉCNICO	Jorge Nunes		DATA: 25 julho 2022
			DESENHO N.º

SEM SER PARA O FIM A QUE SE DESTINA ESTE DESENHO SÓ PODE SER REPRODUZIDO NA ÍNTEGRA OU PARCIALMENTE COM AUTORIZAÇÃO EXPRESSA DA GEOCONTROL



RUA LUÍS CRISTINO DA SILVA, LOTE 248-2º 98E • 1950-172 LISBOA – PORTUGAL
TELEFONE: (+351) 218 310 320 • FAX: (+351) 218 597 070

engidro@engidro.pt • www.engidro.pt