

RELATÓRIO GEOLÓGICO E GEOTÉCNICO

Novo Posto de Abrantes (400kV)

Julho 2024



ÍNDICE

1.	INTRODUÇÃO E OBJETIVO	3
2.	ENQUADRAMENTO GEOGRÁFICO	3
3.	ENQUADRAMENTO GEOLÓGICO	4
3.1.	LITOESTRATIGRAFIA	4
3.2.	GEOMORFOLOGIA	5
3.3.	HIDROGEOLOGIA	6
3.4.	SISMICIDADE	7
4.	PROSPECÇÃO GEOLÓGICA E GEOTÉCNICA REALIZADA	10
4.1.	CONSIDERAÇÕES GERAIS	10
4.2.	POÇOS DE RECONHECIMENTO	11
4.3.	DPSHS	13
4.3.1.	RESULTADOS OBTIDOS	14
4.4.	SONDAGENS MECÂNICAS	15
4.5.	ENSAIOS <i>IN SITU</i> - SPT	17
4.5.1.	<i>CORREÇÃO DOS VALORES DE N_{SPT}</i>	20
4.1.	PERFIS DE RESISTIVIDADE	20
4.2.	PERFIS SÍSMICOS	24
4.3.	ENSAIOS DE LABORATÓRIO	26
4.1.	ENSAIO DE AGRESSIVIDADE QUÍMICA DOS SOLOS AO BETÃO	28
5.	CARACTERIZAÇÃO GEOTÉCNICA	28
5.1.	<i>CONSIDERAÇÕES GERAIS</i>	28
5.2.	<i>ZONAMENTO GEOTÉCNICO</i>	29
5.2.1.	<i>ZONA GEOTÉCNICA 2 (ZG2)</i>	29
5.2.1.	<i>ZONA GEOTÉCNICA 1 (ZG1)</i>	30
5.2.1.1.	<i>ZONA GEOTÉCNICA 1B (ZG1B)</i>	31
5.2.1.1.	<i>ZONA GEOTÉCNICA 1A (ZG1A)</i>	31
5.3.	<i>PARÂMETROS GEOTÉCNICOS</i>	32
6.	ESCAVABILIDADE	33
7.	CONDIÇÕES DE FUNDAÇÃO	33

ANEXOS:

Anexo 1 – Relatório Factual da Prospeção Realizada - Geoalgar

Anexo 2 – Perfis Geológicos e Geotécnicos interpretativos

1. INTRODUÇÃO E OBJETIVO

O presente relatório refere-se ao Estudo Geológico e Geotécnico para a elaboração do projeto de conceção/construção do Posto de Abrantes.

O desenvolvimento do presente estudo teve por base a realização de uma campanha de prospeção geológico-geotécnica composta por 4 sondagens, 6 DPSHs, 6 poços de reconhecimento, 3 perfis de refração sísmica e 6 ensaios de resistividade elétrica.

O presente relatório encontra-se estruturado por 7 capítulos que têm como objetivo essencial proporcionar a informação geológico/geotécnica necessária ao correto desenvolvimento das diversas especialidades de projeto.

2. ENQUADRAMENTO GEOGRÁFICO

O local em estudo, onde será construído o novo posto de Abrantes (400kV), localiza-se a norte da estrada nacional EN118, a sul do rio Tejo e a este da povoação de Pêgo, cuja localização se apresenta na figura seguinte (Figura 1).



Figura 1 – Localização da zona em estudo

3. ENQUADRAMENTO GEOLÓGICO

3.1. LITOESTRATIGRAFIA

Do ponto de vista geológico a zona em apreço localiza-se no limite da Bacia Tejo-Sado com a Zona Centro-Ibérica.

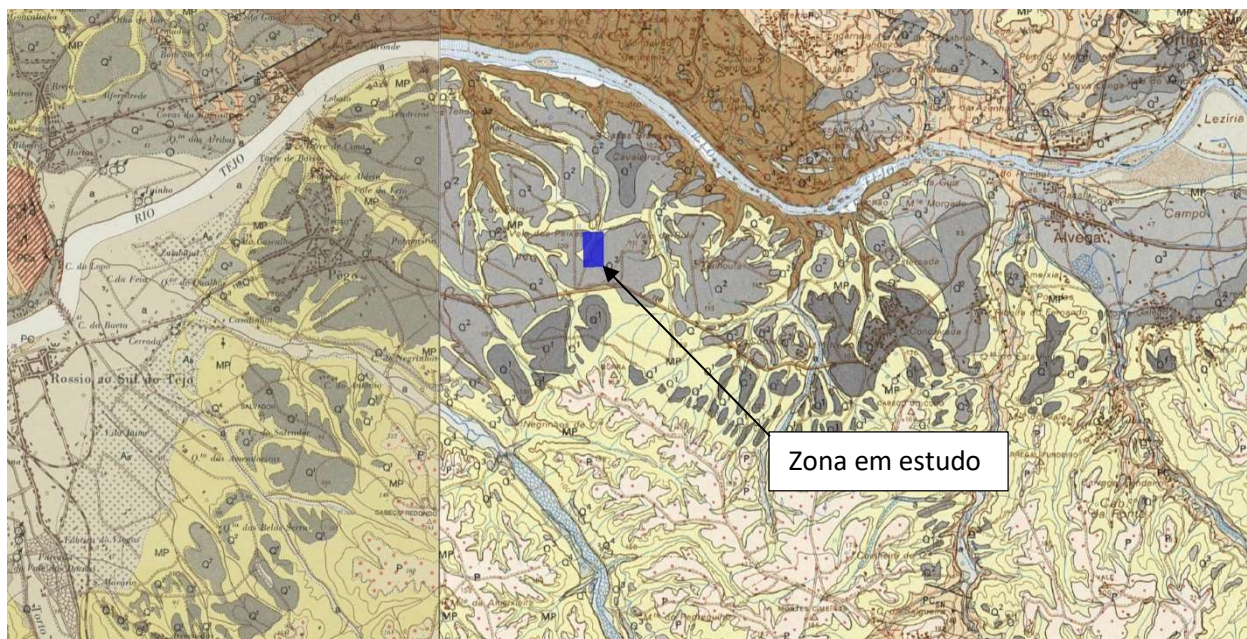


Figura 2 – Enquadramento geológico da zona em estudo (excerto da Carta Geológica folha 28-C Gavião)

Do ponto de vista litológico, o local em análise interfere diretamente com as seguintes formações (Carta Geológica de Gavião - Folha 28-C à escala 1/50.000 e informação dos trabalhos de campo realizados):

- **Plistocénico:**
 - **Depósitos de terraços fluviais (Q₂)** – Os materiais sedimentares plistocénicos encontram-se representados por diversos níveis de terraços fluviais, os quais se estendem ao longo dos principais vales da região, constituído por alternâncias de areias, arenitos argilosos e níveis de seixos e cascalheiras. Os terraços Q₂ correspondem aos terraços mais antigos e menos desenvolvidos. Na prospeção realizada estes materiais são essencialmente compostos por cascalheiras constituídas por seixos subrolados de natureza siliciosa envoltos numa matriz areno-argilosa, castanha alaranjada a avermelhada.
- **Miocénico Sup. e Pliocénico indiferenciados:**
 - **Areias, argilas, arenitos com níveis de cascalheiras (MP)** – Trata-se de um Complexo que apresenta intercalações argilosas mais ou menos desenvolvidas. Os

níveis superiores encontram-se ravinados pelas cascalheiras pliocénicas, apresentando frequentemente níveis de seixos e de cascalheiras as quais, por sua vez, ravinam níveis arenosos mais baixos. Na prospeção realizada estes materiais foram identificados como argilas de tonalidades castanhas com pequenas concreções carbonatadas e passagens siltosas castanhas alaranjadas, onde ocasionalmente apresenta pequenos seixos rolados e/ou cascalheiras de natureza siliciosa.

3.2. GEOMORFOLOGIA

O local em estudo insere-se numa zona que é caracterizada pela presença de terrenos pertencentes à Bacia do Baixo Tejo e do Maciço Hespérico, situando-se no limite das zonas Centro-Ibérica e da Ossa-Morena, separadas pelo acidente tectónico do Sardoal. Mais concretamente a zona em estudo localiza-se sobre os terraços associados ao rio Tejo.

Na Figura seguinte apresenta-se um extrato da carta geomorfológica de Portugal à escala original 1:500 000, onde se identifica o local em estudo.

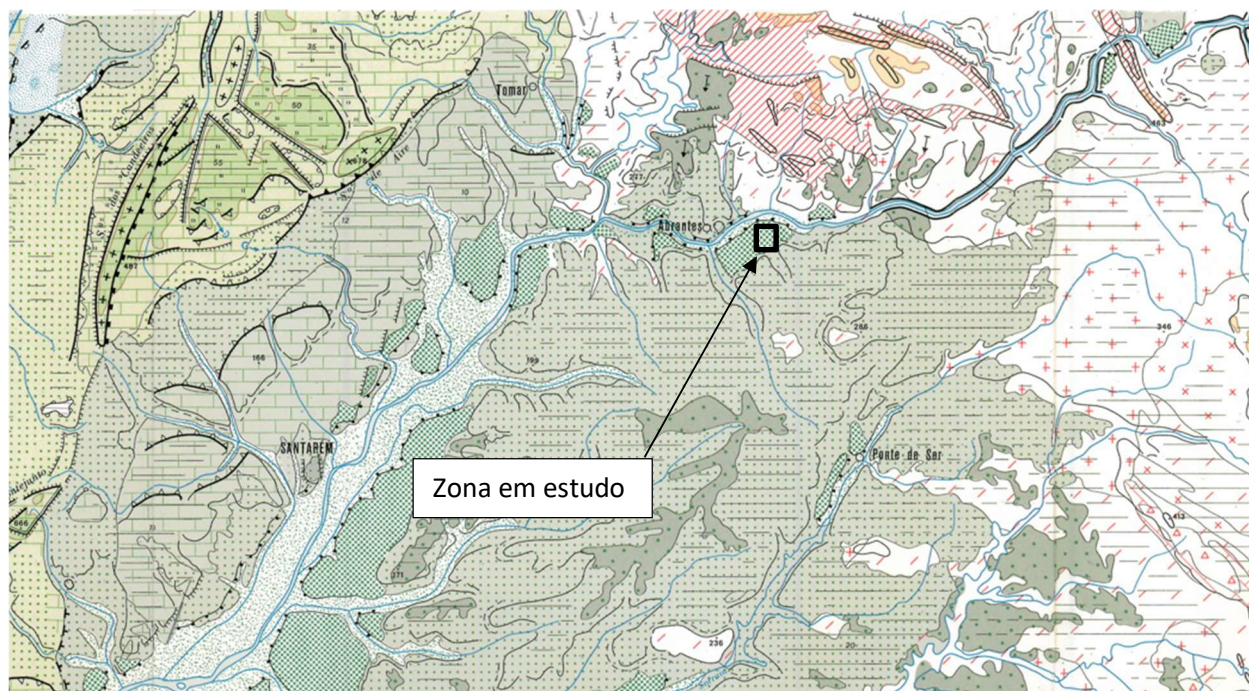




Figura 3 – Extrato da Carta Geomorfológica de Portugal Continental na escala original 1:500.000

3.3. HIDROGEOLOGIA

Do ponto de vista hidrogeológico, a zona em estudo insere-se no sistema aquífero Bacia do Tejo-Sado (SNIRH), que corresponde a uma grande bacia sedimentar, preenchida por sedimentos terciários e quaternários.

Mais concretamente o local em estudo situa-se na margem do Sistema Aquífero da Margem Esquerda (T3). Este sistema aquífero constitui, juntamente com o da Margem Direita e o das Aluviões do Tejo, uma grande unidade hidrogeológica cujo suporte são os sedimentos que preenchem a bacia terminal do Tejo.

O sistema aquífero é formado por várias camadas porosas, em geral confinadas ou semiconfinadas. São frequentes as variações laterais e verticais nas fácies litológicas, responsáveis por mudanças significativas nas condições hidrogeológicas. A passagem das formações continentais miocénicas para as marinhas são graduais. Dada a complexidade litológica e estrutural, resulta um conjunto alternante de camadas aquíferas separadas por outras de permeabilidade baixa ou muito baixa (aquítardos e aquícluosos), nalguns locais com predomínio de uma ou outra classe de formações hidrogeológicas.

As características do sistema variam em função da importância das camadas plistocénicas e da constituição e espessura das formações miocénicas.

O sistema aquífero é recarregado pela precipitação atmosférica, por infiltração nos leitos das linhas de água, na parte mais elevada do seu percurso na bacia.

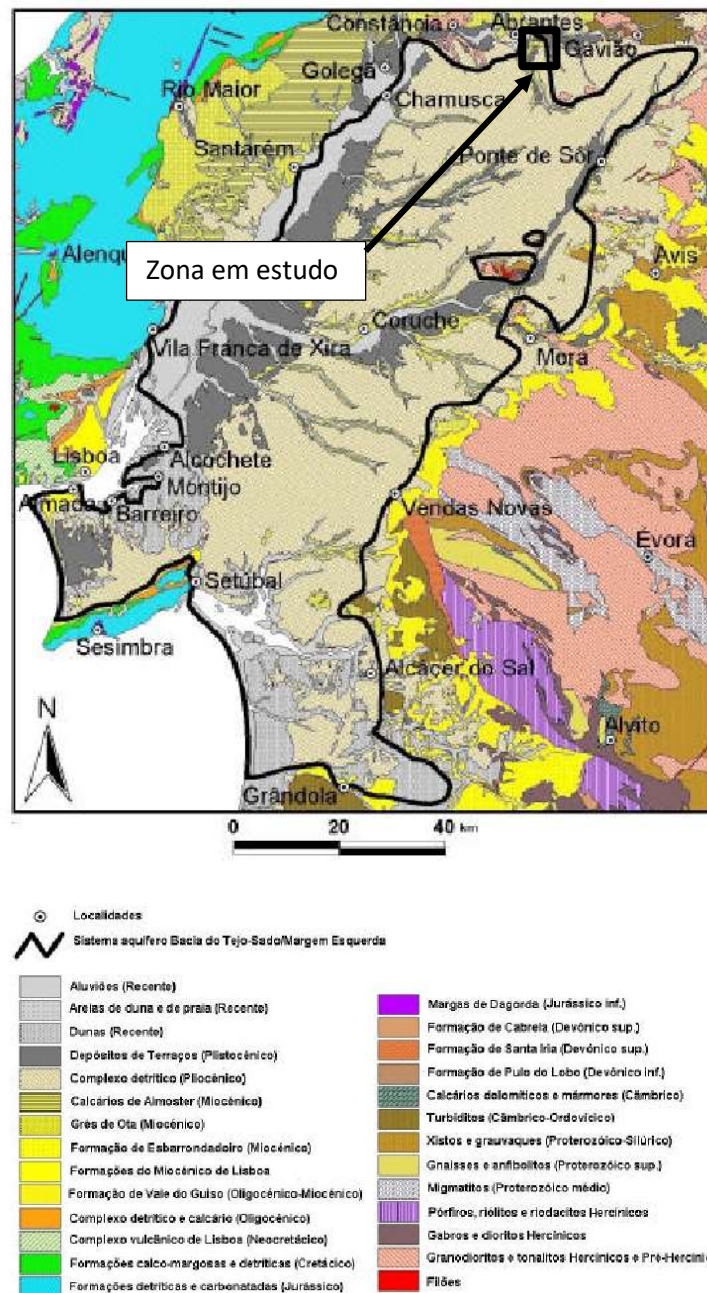


Figura 4 – Sistema Aquífero: Bacia Tejo-Sado/Margem Esquerda. SNIRH

3.4. SISMICIDADE

No quadro da tectónica de placas, Portugal encontra-se inserido na placa Eurasiática, relativamente próxima da fratura Açores - Gibraltar que constitui fronteira entre aquela placa e a placa Africana.

Neste contexto, Portugal pertence à subplaca ibérica, separada da restante área continental europeia pela cadeia pirenaica.

As placas Americana e Eurasiática estão divididas pelo Rift (Dorsal) do Médio Atlântico Norte, onde domina, maioritariamente, uma geodinâmica caracterizada pela expansão das placas referidas e, em grande parte, responsável pela sismicidade da região dos Açores. Daqui deriva, em direção a Gibraltar prosseguindo pelo Mar Mediterrâneo, a falha Açores - Gibraltar.

Os sismos que afetam o território nacional têm duas fontes de geração distintas:

- Sismicidade interplaca, associada à fronteira das placas Eurasiática e Africana, gerada na Zona de fratura Açores - Gibraltar, com registo de sismos de magnitudes elevadas (1755 e 1969);
- Sismicidade intraplaca, associada a movimentos ao longo de estruturas de ressonância no interior da placa Eurasiática, resultantes da acumulação de tensões e desenvolvimento de deformações, originando sismos de magnitudes moderadas (1909).

De acordo com o estipulado na norma NP EN 1998-1: 2010 e no respetivo Anexo Nacional NA, o local em estudo insere-se nas subzonas sísmicas 1.5 e 2.4, por afetação simultânea do território com perturbações dinâmicas com origem interplacas (sismos longe) e intraplacas (sismos perto), respetivamente (Fig. 5).

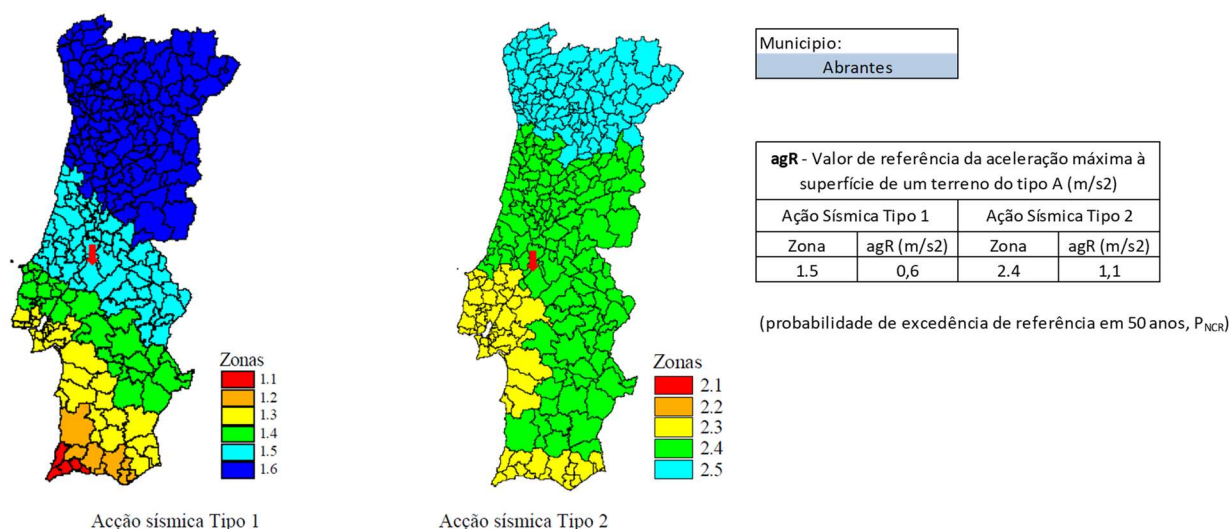


Figura NA.I – Zonamento sísmico em Portugal Continental

Figura 5 – Zonamento sísmico do território nacional de acordo com o Anexo Nacional NA da NP EN 1998 -1:2010

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 os indicados no Quadro 1, estando assinaladas a sombreado cinzento os valores a considerara para a área em análise.

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	-	-

Quadro 1 - Aceleração máxima de referência a_{gR} (m/s²) nas várias zonas sísmicas

Para a definição dos espectros de resposta elásticos a utilizar em cada Zona Sísmica, o EC8 considera os seguintes tipos de terrenos:

Tipo de terreno	Descrição do perfil litoestratigráfico	$V_{s,30}$ [m/s]	NSPT	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	-	-	-

De acordo com a prospeção geológica e geotécnica realizada verifica-se que ocorrem na zona em estudo terrenos do tipo B e C.

4. PROSPECÇÃO GEOLÓGICA E GEOTÉCNICA REALIZADA

4.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

Como referido anteriormente o Plano de Prospeção Geológica contou com a realização de 6 poços de reconhecimento, 6 perfis de resistividade, 3 perfis sísmicos, 6 DPSHs e 4 sondagens mecânicas. Este plano teve como objetivo o esclarecimento adequado das propriedades dos terrenos e consequente definição dos parâmetros geotécnicos de projeto.

Na figura seguinte apresenta-se a localização da prospeção realizada e dos respetivos cortes geológicos interpretativos.

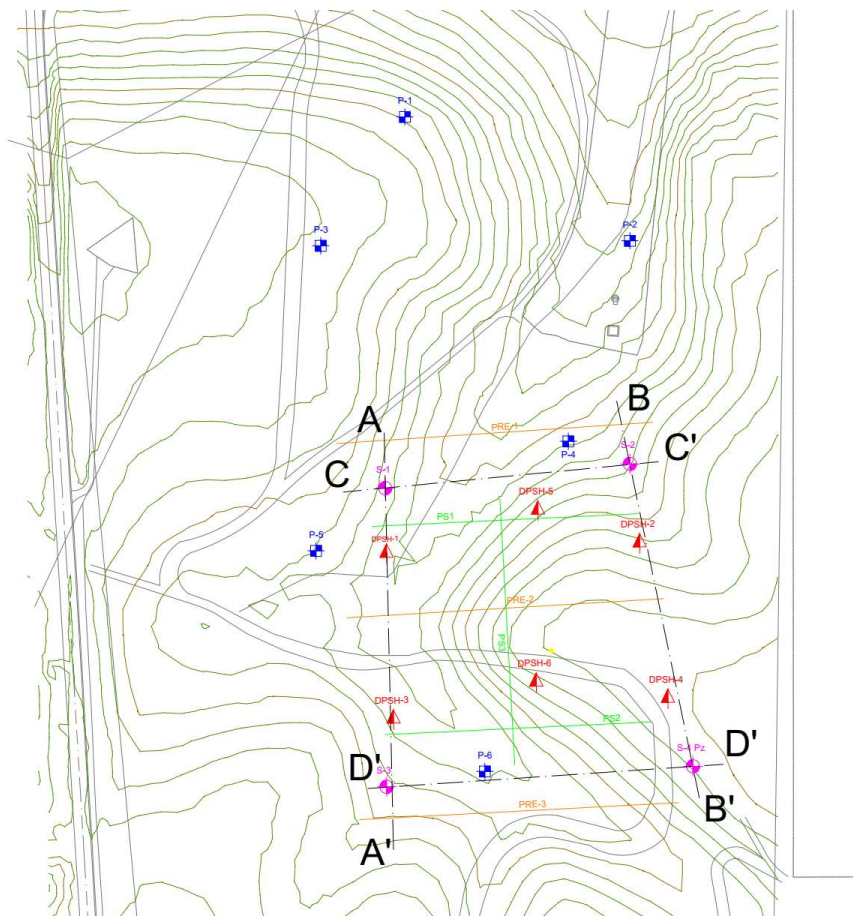


Figura 6 – Localização da prospeção realizada na parcela em estudo

No Anexo 1 da presente MDJ apresenta-se o relatório factual emitido pela empresa de prospeção que realizou os trabalhos.

4.2. POÇOS DE RECONHECIMENTO

Para o desenvolvimento do presente estudo contou-se com a realização de 6 poços de reconhecimento, distribuídos ao longo da área em estudo.

Estes trabalhos de prospeção permitiram a observação direta das formações ocorrentes, em alguns casos a recolha de amostras remexidas para posterior caracterização laboratorial e a verificação da profundidade a que se encontra o nível freático.

Os poços foram realizados recorrendo a uma retroescavadora, tendo sido atingidas profundidades entre 1,2 e 4,0 m.

No Quadro seguinte apresenta-se um resumo das principais características dos poços realizados. Em anexo inclui-se os respetivos boletins.

Poço N.º	Prof. atingida (m)	Prof. do N.F. (m)	Geologia		
			Prof. (m)	Form.	Descrição
P1	3,10	-	0,0 - 0,4	tv	Terra vegetal areno-siltosa negra, com abundantes seixos dispersos
			0,4 - 1,3	Q2	Areia mal graduada, levemente siltosa, amarelada, com abundantes seixos subrolados a rolados dispersos, com $d_{máx} < 5\text{cm}$
			1,3 - 3,1		Cascalheira constituída por seixos subrolados e rolados, de natureza siliciosa com $D_{máx} < 5\text{ cm}$ envoltos em matriz areno-argilosa avermelhada e alaranjada
P2	1,5	1,1	0,0 - 0,50	tv	Terra vegetal areno-siltosa negra, com abundantes seixos dispersos
			0,5 - 1,5	MP	Areia argilosa amarelada e acastanhada, com abundantes seixos rolados dispersos de $D_{máx} < 10\text{cm}$. Aparecimento de cascalheira na base.
P3	3,0	2,5	0,0 - 0,5	tv	Terra vegetal areno-siltosa negra, com abundantes seixos dispersos
			0,5 - 1,2	Q2	Cascalheira constituída por seixos subrolados de natureza siliciosa, de $D_{máx} < 4\text{cm}$, envoltos em matriz areno-argilosa amarelada e alaranjada
			1,2 - 1,7		Areia argilosa avermelhada, com abundantes seixos rolados dispersos
			1,7 - 3,0		Cascalheira constituída por seixos subrolados e rolados, de natureza siliciosa com $D_{máx} < 5\text{ cm}$ envoltos em matriz areno-argilosa avermelhada e alaranjada, com laivos esbranquiçados siltosos. Presença de um nível de água suspenso aos 2,50m de profundidade
P4	3,2	2,2	0,0 - 0,3	tv	Terra vegetal areno-siltosa negra, com abundantes seixos dispersos
			0,3 - 1,3	Q2	Areia mal graduada, amarelada, com abundantes seixos rolados dispersos
			1,3 - 1,7		Areia mal graduada, levemente argilosa, alaranjada, amarelada, com laivos esbranquiçados siltosos

Poço N.º	Prof. atingida (m)	Prof. do N.F. (m)	Geologia		
			Prof. (m)	Form.	Descrição
			1,7 - 2,7		Silte a areia fina esbranquiçada, com passagens arenosas médias a grosseiras alaranjadas. Apresenta pequenos seixos rolados dispersos. Interseção do nível de água aos 2,60m de profundidade. Nível de água suspenso aos 2,10m
			2,7 - 3,2		Cascalheira constituída por seixos subrolados e rolados, de natureza siliciosa com $D_{máx} < 5$ cm envoltos em matriz areno-argilosa avermelhada e alaranjada
P5	4,0	1,9	0,0 - 0,2	tv	Terra vegetal areno-siltosa negra, com abundantes seixos dispersos
			0,2 - 0,9	At	Aterro de afinidade à geologia local constituído por seixos rolados e subrolados com $D_{máx} < 30$ cm, e fragmentos de tijolo dispersos, envoltos em matriz areno-argilosa alaranjada
			0,9 - 1,2	tv	Terra vegetal arenoargilosa negra e acastanhada escura
			1,2 - 1,8	Q2	Areia argilosa amarelada, alaranjada e avermelhada, com abundantes seixos subrolados e angulosos de natureza siliciosa dispersos. Apresenta-se bastante húmida
			1,8 - 4,0		Cascalheira constituída por seixos subrolados e rolados, de natureza siliciosa com $D_{máx} < 30$ cm envoltos em matriz areno-argilosa avermelhada e alaranjada. Na base do poço a matriz tende para tonalidades esbranquiçadas. Presença de vários níveis de água suspensos a diferentes profundidades
P6	1,2	0,6	0,0 - 0,6	tv	Terra vegetal areno-siltosa negra
			0,6 - 1,2	Q2	Areia argilosa amarelada e acastanhada, com abundantes seixos rolados

Quadro 2 – Resumo das Principais Características dos Poços de Reconhecimento

De acordo com o Relatório Factual em anexo, salientam-se os seguintes aspetos:

- A terra vegetal (Tv), areno-siltosa e areno-argilosa, negra, com presença abundante de cascalho, apresenta uma espessura média de 40cm;
- No poço P5 foi detetado um depósito de aterro (At), entre dois horizontes de terra vegetal distintos, possivelmente a preencher uma antiga depressão do terreno, identificado entre os 0,20m e os 0,90m de profundidade. É de afinidade à geologia local, constituído por seixos rolados e subrolados e fragmentos de tijolo, envoltos em matriz areno-argilosa alaranjada;
- Na base da terra vegetal (Tv), exceto no poço P2, surgem os solos Plistocénicos (Q2) materializados maioritariamente por cascalheiras constituídas por seixos siliciosos, rolados a subrolados, com diâmetro máximo inferior a 30cm envoltos em matriz areno-argilosa avermelhada e alaranjada. Surgem intercalados, ou no topo destes, depósitos arenosos mal graduados com conteúdo em finos importante (silte e argila) e abundantes seixos dispersos com espessuras médias de 1,00m, de

tonalidades amareladas, acastanhadas, alaranjadas e esbranquiçadas. No poço P2 identificaram-se areias argilosas amareladas e acastanhadas, com abundantes seixos rolados dispersos, possivelmente associadas ao Miocénico-Pliocénicos (MP);

- A escavabilidade dos materiais revelou-se em geral difícil a muito difícil nas cascalheiras e fácil a média nos restantes estratos;
- O término da abertura dos poços deu-se pelo alcance da capacidade de manobra do braço extensível da retroescavadora (P5), de difícil escavação dos materiais (P1 e P3) e abatimento das paredes devido à interseção do nível freático (P2, P4 e P6);
- Foram recolhidas 4 amostras de solo a diferentes profundidades para posterior caracterização laboratorial;
- O nível de água foi detetado a diferentes profundidades, desde os 0,60m aos 2,60m, em consequência da acumulação de água que se fez sentir nos meses anteriores à campanha de prospeção. Estes níveis deverão oscilar consoante os períodos de pluviosidade. Apenas não foram detetados durante a abertura do poço de reconhecimento P1. Em anexo encontram-se os boletins dos poços de reconhecimento realizados.

4.3. DPSHS

Os ensaios com penetrómetro dinâmico foram realizados com a cravação de uma ponteira de secção normalizada 20,00cm² ligada a um conjunto de varas, sobre as quais se faz cair um peso de 63,5kg, a uma altura constante de 75cm, sendo este dispositivo acionado por uma corrente com bloqueios a partir de um motor a diesel.

O número de pancadas N foi registado ao fim de 20 cm para o DPSH (N20).

Para cada ensaio foi preparado um diagrama individual do qual consta o número do ensaio DPSH, a data de execução ensaio, a representação gráfica da evolução em profundidade do número de pancadas N20 e do valor de qd (resistência dinâmica de ponta).

Os ensaios DPSH foram executados com recurso ao equipamento AVS Drill 400.

Os ensaios com penetrómetro dinâmico super-pesado, DPSH, consistem na determinação do número de pancadas, N, de um pilão de massa M em queda livre de uma altura H sobre um batente ligado a um conjunto de varas terminando numa ponteira cónica (de área A), para um determinado comprimento de penetração, L. O diâmetro das varas é inferior ao da base da ponteira cónica, para que, teoricamente, a resistência à penetração resulte apenas da reação do terreno na ponta.

A resistência dinâmica de ponta pode ser obtida pela expressão:

$$R_d = (N/L) (MgH) / A$$

ou pela “fórmula dos holandeses”:

$$Q_d = (N/L) (M^2gH) / (A (M+P))$$

- sendo g a aceleração da gravidade, P a massa do batente, das varas e da ponteira, e os outros parâmetros já definidos.

4.3.1. RESULTADOS OBTIDOS

No Quadro seguinte apresenta-se a profundidade onde se obteve a “nega” em cada ensaio.

Ensaio	Profundidade atingida (m)
DPSH 1	4,08
DPSH 2	5,10
DPSH 3	4,34
DPSH 4	8,68
DPSH 5	3,39
DPSH 6	4,68

No gráfico seguinte apresenta-se os resultados dos ensaios, nomeadamente a valores de pancadas DPSH (N_{20}) em função da profundidade.

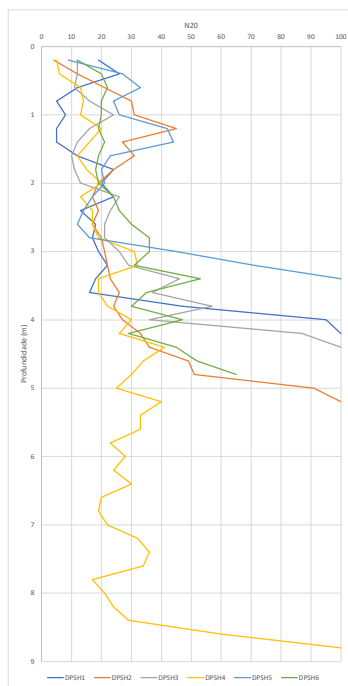


Figura 7 – Resultados obtidos de N20 (em profundidade)

De acordo com o Relatório Factual em anexo, podem ser destacados os seguintes pontos:

- Em geral, os terrenos tendem a apresentar resistências dinâmicas de ponta moderadas (Q_d), associadas às cascalheiras e/ou areias compactas. Tendem a apresentar na franja superficial ou intercalados, níveis de resistências de ponta (Q_d) baixas, associadas a areias soltas e/ou argilas (em profundidade);
- O incremento da resistência de ponta (Q_d) no ensaio é explicado, pela presença de horizontes de cascalheira muito compacta. Em profundidade, aquando da interseção destes níveis as resistências de pontam aumentam bruscamente levando rapidamente à nega no ensaio;
- A nega, foi sempre alcançada e corresponde a uma resistência dinâmica de ponta (Q_d) entre 99,25MPa a 170,87MPa, tendo ocorrido geralmente a profundidades compreendidas entre os 3,39m (DPSH05) e os 5,10m (DPSH02), exceto no local do ensaio DPSH04 que se deu aos 8,68m.

Em anexo encontram-se os boletins dos ensaios DPSH realizados.

4.4. SONDAGENS MECÂNICAS

Como mencionado anteriormente, contou-se com a realização de quatro sondagens mecânicas à rotação, a quais foram sempre que possível, acompanhadas de ensaios SPT, tendo como objetivo a

avaliação das características geotécnicas dos terrenos em estudo no que respeita à compactidade e/ou consistência do material.

Os resultados da campanha de furação foram sintetizados em diagramas individuais de sondagem - "logs"-, que referenciam os seguintes aspetos:

- Número da sondagem;
- Data de início e fim dos trabalhos;
- Sequências lito-estratigráficas;
- Unidade Litológica;
- Posição dos níveis de água no final da furação;
- Valores dos ensaios SPT e outros ensaios realizados no decorrer da sondagem;
- Percentagem de recuperação;
- Dados gerais de furação (tipo e diâmetro).

No Quadro seguinte apresenta-se um resumo das principais características das sondagens realizadas. Em anexo inclui-se os respetivos boletins.

Sond. N.º	Prof. atingida (m)	Prof. do N.F. (m)	Espess. Aterro (m)	Geologia		
				Prof. (m)	Form.	Descrição
S1	10,95	-	-	0,0 - 0,2	tv	Terra vegetal areno-siltosa, com seixos dispersos, de cor castanha escura a negra
				0,2 - 7,3	Q2	Cascalheira constituída por seixos subrolados e rolados, de natureza siliciosa com Dmax.<25 cm, envoltos em matriz areno-argilosa, castanha alaranjada a avermelhada
				7,3 - 10,95	MP	Argila castanha, de consistência rija, com pequenas concreções carbonatadas e, passagens siltosas castanhas alaranjadas. Ocasionalmente, tem pequenos seixos rolados, de natureza siliciosa, dispersos
S2	13,91	-	-	0,0 - 0,2	tv	Terra vegetal areno-siltosa, com seixos dispersos, de cor castanha escura a negra.
				0,2 - 9,6	Q2	Cascalheira constituída por seixos subrolados e rolados, de natureza siliciosa com Dmax.<10 cm, envoltos em matriz areno-argilosa, castanha alaranjada a avermelhada
				9,6 - 10,95	MP	Argila castanha acinzentada, de consistência rija, com passagens siltosas castanhas alaranjadas

Sond. N.º	Prof. atingida (m)	Prof. do N.F. (m)	Espess. Aterro (m)	Geologia		
				Prof. (m)	Form.	Descrição
S3	13,91	-	-	0,0 - 0,2	tv	Terra vegetal areno-siltosa, com seixos dispersos, de cor castanha escura a negra
				0,2 - 5,8	Q2	Cascalheira constituída por seixos subrolados e rolados, de natureza siliciosa com $D_{max} < 8$ cm, envoltos em matriz areno-argilosa, castanha alaranjada a avermelhada
				5,8 - 13,91	MP	Argila castanha, de consistência rija, com passagens siltosas castanhas alaranjadas. Na parte superior ocorre uma passagem, francamente arenosa, com cascalheira de natureza siliciosa com $D_{max} < 4$ cm.
S4Pz	12,43	9,0	-	0,0 - 0,25	Tv	Terra vegetal areno-siltosa, com seixos dispersos, de cor castanha escura a negra
				0,25 - 9,75	Q2	Cascalheira constituída por seixos subrolados e rolados, de natureza siliciosa com $D_{max} < 8$ cm, envoltos em matriz areno-argilosa, castanha alaranjada a avermelhada
				9,75 - 12,43	MP	Argila castanha, de consistência rija, com pequenas concreções carbonatadas e, passagens siltosas castanhas alaranjadas

Quadro 3 – Principais características das sondagens realizadas

4.5. ENSAIOS *IN SITU* - SPT

Sempre que as condições de compactidade ou consistência o permitiram foram realizados ensaios de penetração dinâmica SPT (“Standard Penetration Test”), com afastamento de 1,5 m.

Este ensaio penetrométrico standard, de reconhecida aplicabilidade na caracterização geomecânica de solos, consiste na penetração no terreno de um amostrador normalizado, à custa do impacto de uma massa de 63,5 kg, a partir de uma altura de queda de 76 cm. Geralmente os primeiros 15 cm são desprezados, atendendo à possibilidade de descompressão do terreno devido à perfuração.

O resultado do ensaio traduz-se pela contagem do número de pancadas necessárias à penetração do referido amostrador em 30 cm – N_{SPT} . A “nega” do ensaio ocorre, portanto, quando a soma das pancadas necessárias à penetração dos segundos e terceiros 15 cm é igual ou superior a 60, registrando-se nesse caso o comprimento da penetração no terreno.

Quando a “nega” se verifica, aquando da cravação dos primeiros 15 centímetros, toma a designação de “nega na 1ª fase”.

Imediatamente após a conclusão de cada ensaio SPT, procedeu-se à retirada da amostra e respetiva identificação, assim como ao seu acondicionamento em invólucro apropriado, de modo a possibilitar a sua posterior classificação. Cada invólucro será de seguida colocado de forma sequencial, na respetiva caixa de sondagem, de modo a compor o “log” final.

Os ensaios SPT foram realizados com um amostrador normalizado Terzaghi-Peck de 2".

Os resultados dos ensaios SPT permitiram a caracterização geotécnica das diferentes formações interessadas, nomeadamente, a classificação das formações arenosas quanto à compacidade e das formações argilosas quanto à consistência, de acordo com o indicado no Quadro 3 e Quadro 4.

N_{SPT}	Compacidade
0 – 4	Muito solta
4 – 10	Solta
10 – 30	Média
30 – 50	Compacta
>50	Muito Compacta

Quadro 4 – Classificação de areias quanto à compacidade.

N_{SPT}	Consistência	Resistência à Compressão Simples [kN/m²]
0 – 2	Muito mole	< 25
2 – 4	Mole	25 – 50
4 – 8	Média	50 – 100
8 – 15	Dura	100 – 200
15 – 30	Muito dura	200 – 400
>30	Rija	>400

Quadro 5 – Classificação de argilas quanto à consistência.

Na figura seguinte apresenta-se uma distribuição, em profundidade, dos valores N_{SPT} obtidos nas sondagens realizadas.

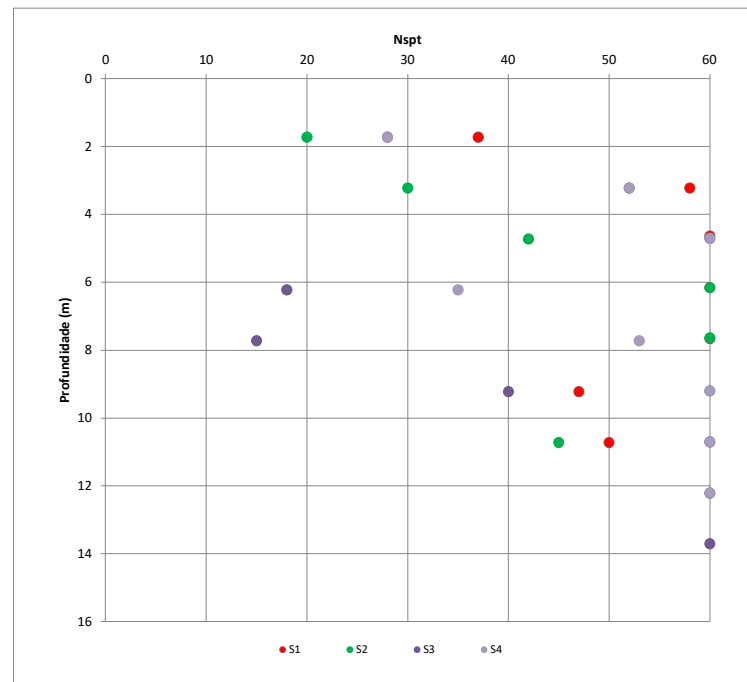


Figura 8 – Distribuição, em profundidade, dos valores N_{SPT} obtidos por sondagem.

Na Figura seguinte também se pode observar os valores de N_{SPT} obtidos em profundidade e por formações geológicas.

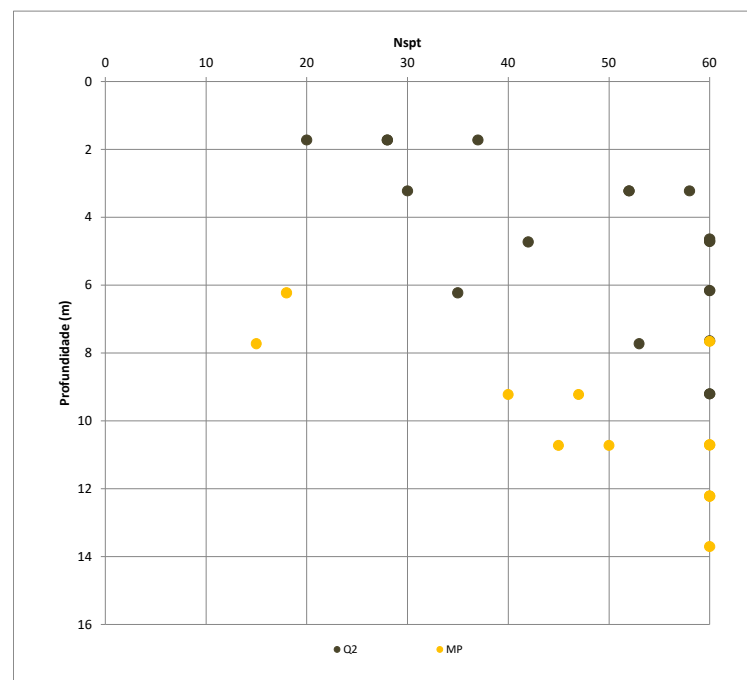


Figura 9 – Distribuição, em profundidade, dos valores N_{SPT} obtidos por litologias.

Como se pode observar nos gráficos anteriores, não existe um predomínio claro nos valores de N_{SPT} por litologias.

De acordo com o Relatório Factual em anexo, salientam-se os seguintes aspetos:

- A terra vegetal (Tv), de carácter areno-siltoso acastanhado escuro a negro, com abundantes seixos dispersos, representa um horizonte delgado com 20cm de espessura média;
- Subjacentemente surgem os depósitos de terraços fluviais (Q2) materializados por cascalheiras constituídas por seixos subrolados a rolados, de natureza siliciosa, com $D_{máx} < 25\text{cm}$, envoltos em matriz areno-argilosa acastanhada, alaranjada a avermelhada. Foram identificados até profundidades máximas variáveis entre os 5,80m e os 9,75m;
- Na base dos depósitos de terraços, associadas ao Miocénico Superior-Pliocénico Indiferenciado (MP), surgem argilas acastanhadas, pontualmente com concreções carbonatadas, com passagens siltosas acastanhadas e alaranjadas e ocasionais areias grosseiras com seixos dispersos;
- Os ensaios SPT realizados nas cascalheiras variaram sobretudo entre as 20 e as 37 pancadas aos 1,50m de profundidade, indicando estratos medianamente compactos. Abaixo desta profundidade os valores oscilaram de grosso modo entre as 42 pancadas e muito frequentemente a “nega” (60 pancadas) associados a níveis muito compactos a compactos
- Em relação às argilas, os valores obtidos no ensaio SPT variaram de grosso modo entre as 40 pancadas e a “nega” (60 pancadas) classificando estes horizontes como rijos. No entanto, na sondagem S3, na franja superficial desta unidade os ensaios revelaram valores entre as 15 e as 18 pancadas, classificando este nível como muito duro;
- No piezómetro instalado na sondagem S4-Pz, identificou-se o nível de água aos 9,00m de profundidade.

4.5.1. CORREÇÃO DOS VALORES DE N_{SPT}

Face aos materiais detetados (cascalheiras e materiais argilosos), no presente relatório não se procedeu à correção dos resultados dos ensaios SPT seguindo a norma NP EN1997-3 e a EN ISO 22476-3.

4.1. PERFIS DE RESISTIVIDADE

Como referido anteriormente também foram realizados três perfis de resistividade elétrica.

O Perfil de Resistividade tem por base a produção de um campo elétrico através da injeção de corrente elétrica no terreno, por meio de dois elétrodos metálicos (A-B) e medição da diferença de potencial elétrico entre dois outros elétrodos (M-N). Na aquisição de dados foi utilizada a metodologia multi-eletródica, distribuindo-se equidistantemente uma série de elétrodos ao longo de um alinhamento retilíneo de interesse.

No presente projeto os perfis de resistividade foram realizados em duas fases, nos mesmos locais, numa primeira fase aquando do terreno saturado e numa segunda fase, com o terreno praticamente seco.

Nas figuras seguintes apresentam-se os resultados obtidos nos perfis realizados.

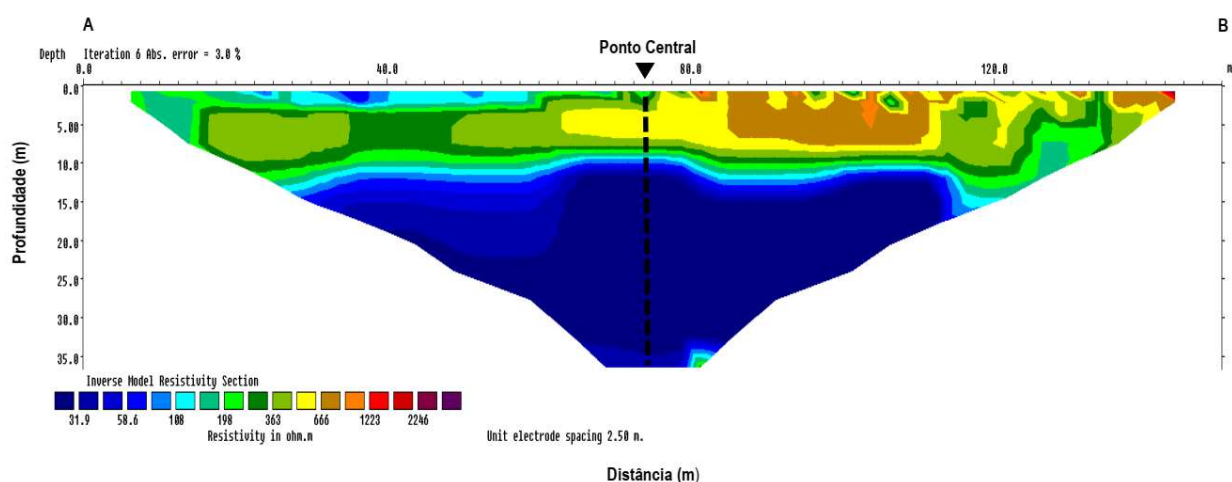


Figura 10 – Perfil de resistividade PRE-1 – Fase 1

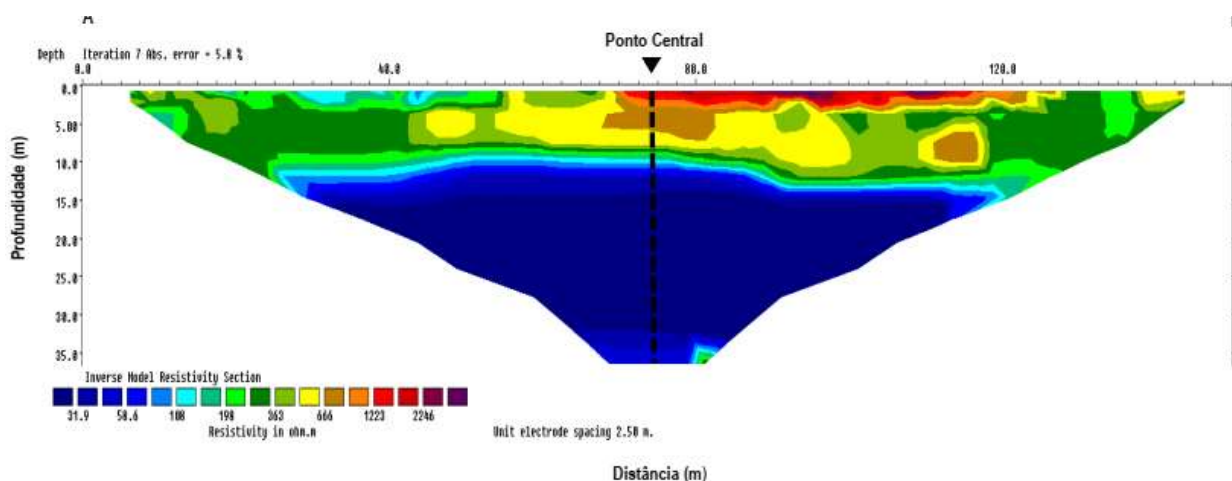


Figura 11 – Perfil de resistividade PRE-1 – Fase 2

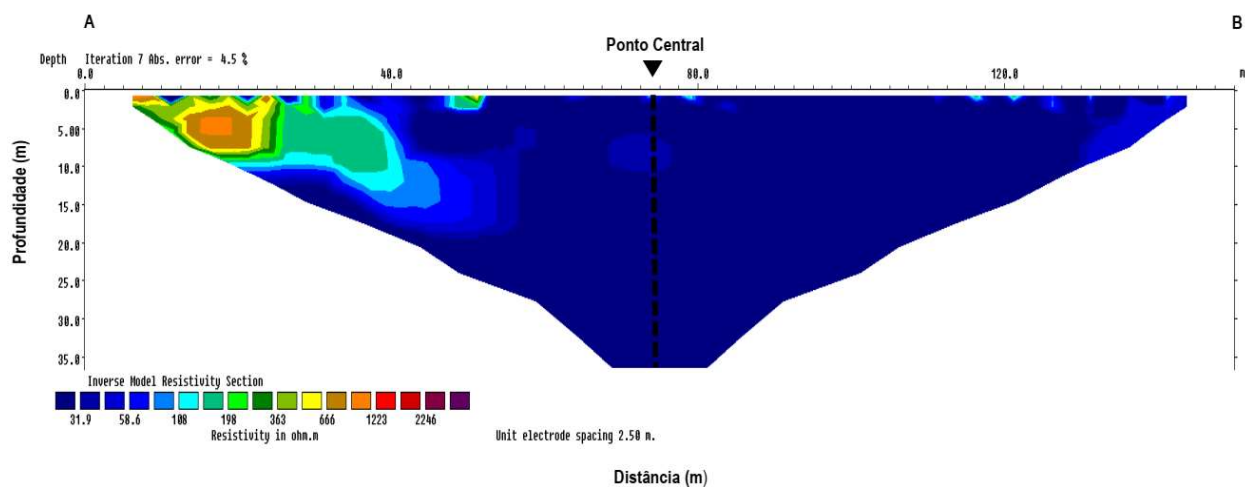


Figura 12 – Perfil de resistividade PRE-2 – Fase 1

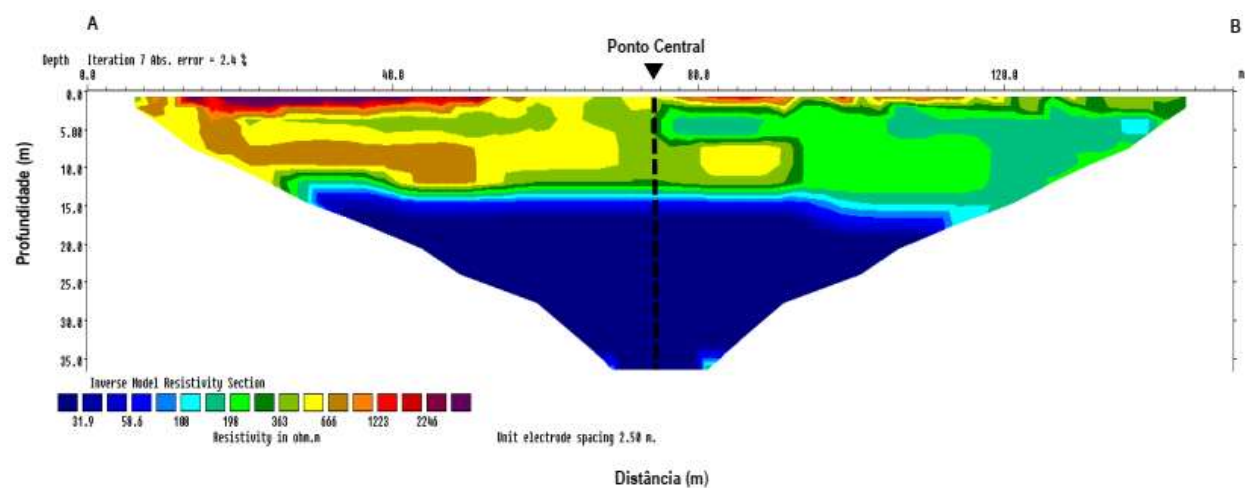


Figura 13 – Perfil de resistividade PRE-2 – Fase 2

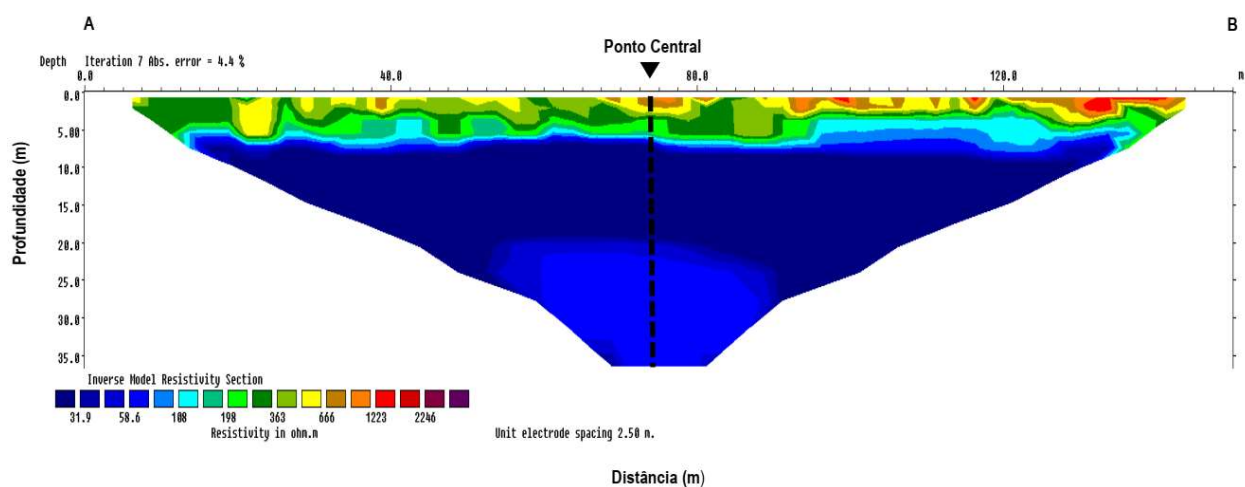


Figura 14 – Perfil de resistividade PRE-3 - Fase 1

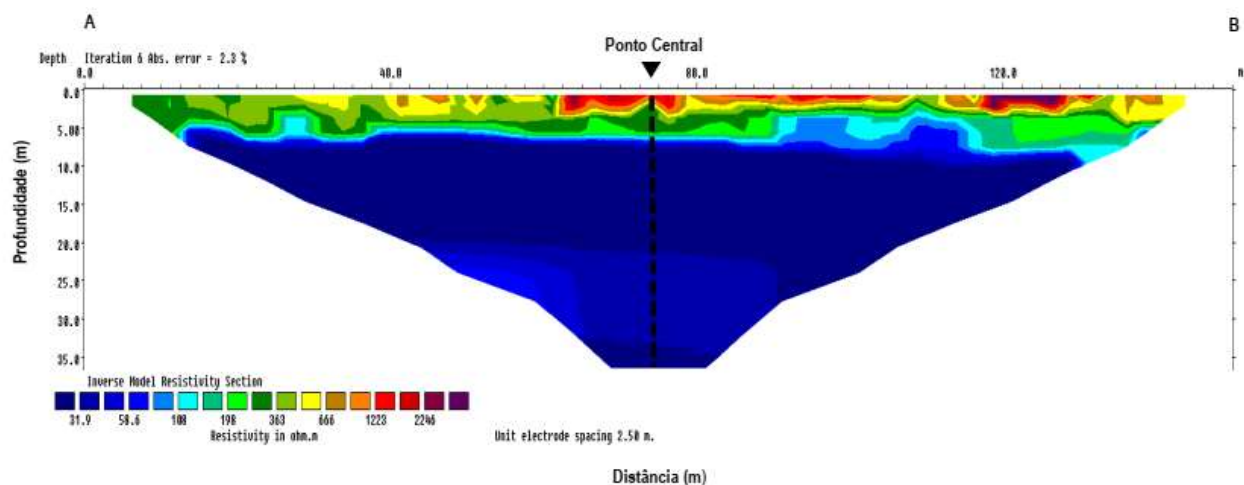


Figura 15 – Perfil de resistividade PRE-3 - Fase 2

Como se pode constatar nos resultados dos perfis elaborados, obteve-se uma certa homogeneidade nos resultados obtidos, onde se observa um horizonte com velocidades variáveis (regra geral acima dos 150 ohm.m), e com espessuras variáveis compreendidas entre os 6,0m no PRE-3 e os 10,0m no PRE-1.

Subjacente a esse horizonte foram detetados, em todos os perfis realizados, valores de resistividade baixos, inferiores a 100 ohm.m.

Associados à elaboração dos perfis de resistividade também foram realizadas sondagens elétricas verticais (SEV) – no ponto central do perfil de resistividade, cujos resultados se apresentam no quadro seguinte.

Quadro 6 – Valores de resistividade elétrica obtidos no ponto central de cada perfil

Prof. (m)	ρ (ohm.m)					
	SEV-1		SEV-2		SEV-3	
	Fase 1	Fase 2	Fase 1	Fase 2	Fase 1	Fase 2
0,7	420	2138	87	748	854	1207
2,1	594	1104	15	308	604	1147
3,8	591	691	8	186	320	358
5,5	586	689	10	186	280	277
7,5	457	638	26	402	64	38
9,6	113	187	27	402	6	7
11,9	31	44	21	379	5	7
14,5	19	26	6	69	5	7
17,3	14	20	5	18	8	11
20,5	13	20	5	11	42	30
23,9	13	21	5	10	70	37

Prof. (m)	ρ (ohm.m)					
	SEV-1		SEV-2		SEV-3	
	Fase 1	Fase 2	Fase 1	Fase 2	Fase 1	Fase 2
27,7	13	21	9	10	71	37
31,8	13	21	9	10	71	37

De acordo com o Relatório factual, podem-se retirar as seguintes ilações:

- As tomografias de resistividade elétrica (PRE), definem horizontes bastante nítidos entre valores altos a muito elevados (amarelos a castanhos) associados a estratos arenosos ou cascalheiras soltas, secas e horizontes de valores baixos a muito baixos (verdes-claros a azuis-escuros), que poderão corresponder a estratos completamente saturados e/ou com presença de argila do Miocénico Superior-Pliocénico Indiferenciado. Os horizontes mais resistivos estão restritos às camadas superficiais e os menos resistivos em profundidade, exceto no perfil PRE-2 que foi realizado num terreno praticamente saturado em toda a sua extensão no decorrer da primeira fase da campanha;
- Ainda em relação às tomografias e tendo em conta as duas fases da campanha de prospeção, verifica-se que ocorreu um aumento da resistividade elétrica do meio na franja superficial, aquando da fase 2, em consequência da secagem natural do terreno e da percolação da água para níveis mais profundos, sendo este fenómeno mais pronunciado no perfil PRE-2. No entanto salienta-se que após os 7,00m de profundidade (PRE-2) e os 10,00m (PRE-1 e PRE-3), se está perante horizontes bastante bem definidos de resistividades elétricas muito baixas, que demarcam a posição do nível freático e/ou a presença de horizontes argilosos (mais condutivos) indo de certa forma ao encontro dos resultados obtidos nas sondagens mecânicas;
- Os perfis SEV exibem quase sempre valores médios a elevados até cerca dos 8,00m de profundidade, variando de grosso modo entre os 113 ohm.m e os 1207 ohm.m. Após esta profundidade os valores diminuem drasticamente para valores muito baixos a baixos, entre os 7 ohm.m e os 21 ohm.m, em consequência da presença do nível freático e dos horizontes argilosos;
- Ainda comparando as duas fases, verifica-se um aumento nas resistividades algo significativa até aos 9,60m de profundidade nos perfis PRE-1 e PRE-2, enquanto no perfil PRE-3, este aumento apenas se fez notar até aos 2,10m de profundidade, podendo corresponder à posição do nível freático neste local aquando da execução deste perfil.

4.2. PERFIS SÍSMICOS

No âmbito do presente projeto foram realizados 3 perfis de refração sísmica. Os perfis foram realizados com recurso a sismógrafo, equipado com 24 canais (SARA Electronic Instruments), sendo a fonte de energia a queda uma marreta de 3,6kg sobre uma placa circular em aço. Foram efetuados 5 pontos de impacto (tiros direto, central, inverso e intermédios).

Nas figuras seguintes apresentam-se os resultados obtidos em cada perfil realizado.

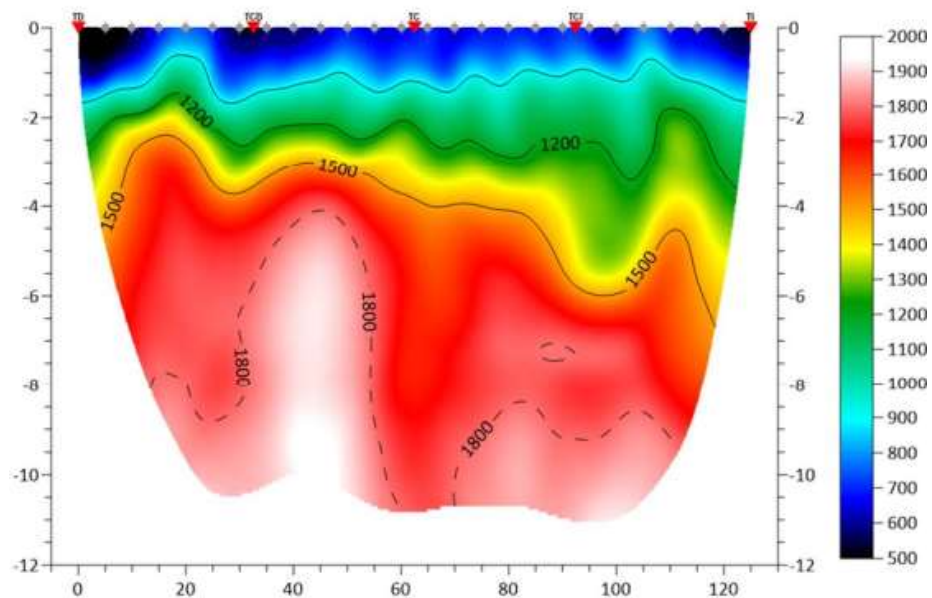


Figura 16 – Perfil de refração sísmica PS1

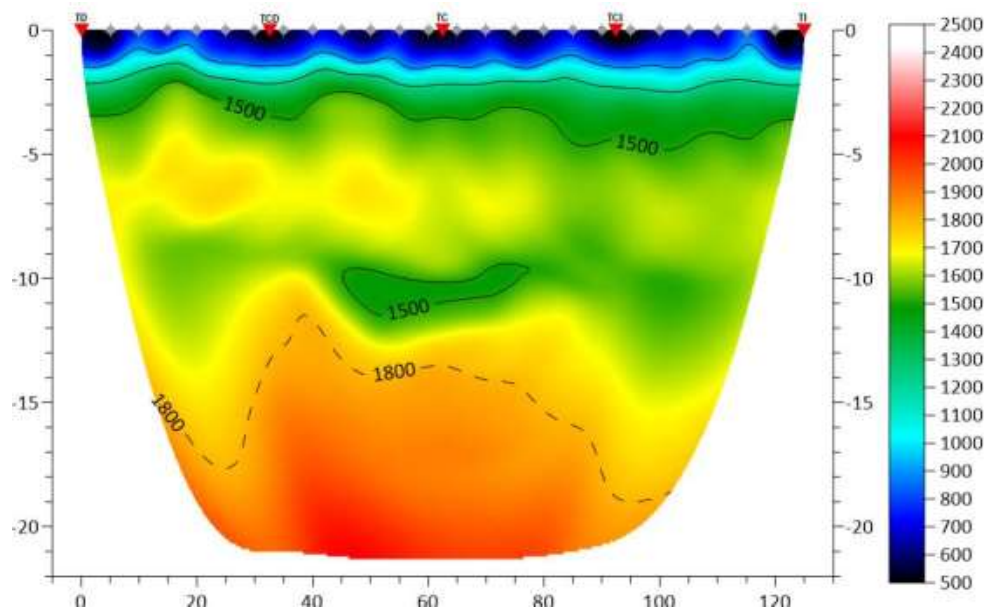


Figura 17 – Perfil de refração sísmica PS2

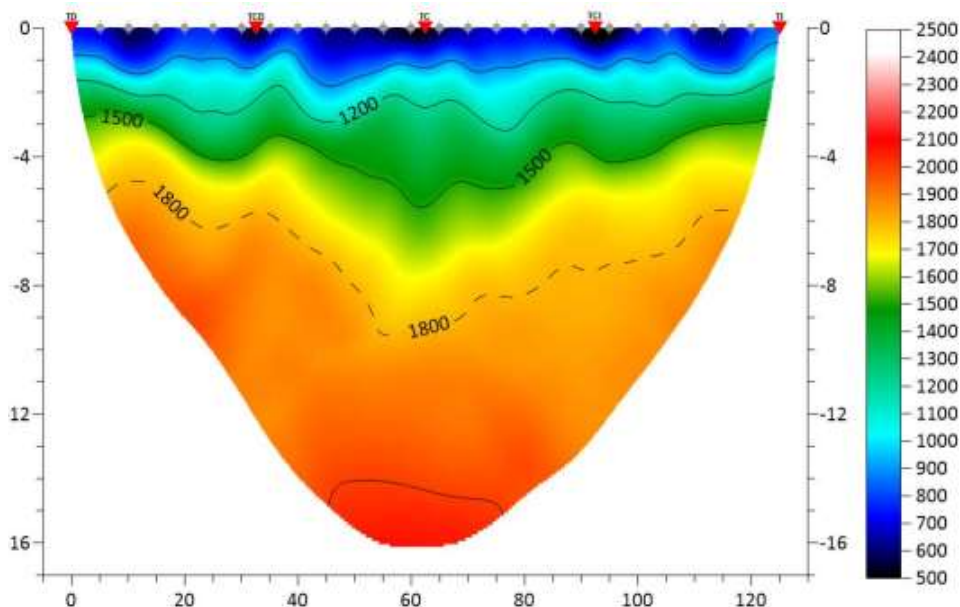


Figura 18 – Perfil de refração sísmica PS3

Com base no Relatório Factual em anexo, apresentam-se as seguintes conclusões:

- As velocidades mais baixas (<900 m/s (V_p)) observadas perto da superfície, correspondem aos solos arenosos, e cascalheiras medianamente compactas. Este horizonte desenvolve-se em média até aos 1,50m de profundidade;
- Os horizontes de velocidades até 1800 m/s, são atribuídos às cascalheiras compactas, que se desenvolvem em média até aos 7,00m de profundidade nos perfis PS1 e PS3, e até sensivelmente 14,00m no local do perfil PS2, indicando um menor grau de compactação dos materiais neste último local, ou devido à presença de substratos argilosos de maior espessura.

4.3. ENSAIOS DE LABORATÓRIO

Foram realizados ensaios de laboratório sobre as amostras remexidas colhidas nos poços de reconhecimento e nas amostras colhidas nas sondagens realizadas. Com vista a caracterizar os materiais existentes foram realizados os seguintes ensaios:

- Granulometria por peneiração húmida (LNEC E 239) – 5 uni;
- Limites de Atterberg (LL+LP) (NP 143) – 5 uni;
- Teor em água (NP 84) – 5 uni;
- Densidade das partículas sólidas (NP-83) – 5 uni;
- Ensaio de compactação Proctor Modificado (LNEC E 197) – 5 uni;

- Determinação de CBR (LNEC E 198) – 5 uni;

No Quadro seguinte apresentam-se os resultados obtidos:

Prospeção		Amostra	Formação geológica	Solos												
				Granulometria			Plasticidade		Dens. Particul. (g/cm 3)	Teor em água (%)	Compactação				Classificação	
Tipo	Nº			Passa #10 (%)	Passa #40 (%)	Passa #200 (%)	LL (%)	IP (%)			Proctor Modificado	CBR (95%PM)	ASTM (D 2487-93)	AASHTO		
		w (%)	γ ^d (kN/m ³)						CBR	EXP.						
Poço	1	de 0,4 a 1,3	Q2	48	23	13	NP	NP	2,73	4,4	6,2	21,45	32	0,00	SM	A-1-a
Poço	3	de 1,2 a 1,7	Q2	60	39	30	47	26	2,62	9,4	8,9	20,85	12	0,31	SC	A-2-7
Poço	4	de 0,3 a 1,3	Q2	70	31	20	NP	NP	2,65	7,6	5,7	21,30	16	0,00	SM	A-1-b
Poço	4	de 2,0 a 2,5	Q2	84	47	31	45	25	2,62	14,6	9,5	19,73	12	0,77	SC	A-2-7
Poço	5	de 1,2 a 1,8	Q2	51	36	30	51	29	2,63	12,7	7,1	20,80	6	1,57	GC	A-2-7

Quadro 7 – Quadro resumo dos ensaios de laboratório realizados

De acordo com o Relatório Factual em anexo, constata-se que:

- Os materiais resultantes das escavações correspondem essencialmente a areias siltosas e argilosas frequentemente com cascalho, e pontualmente cascalhos argilosos com areia. A componente em finos oscila entre os 13% e os 31%, apresentando 3 amostras ensaiadas comportamento plástico;
- Os solos encontram-se secos a relativamente húmidos com teores em água entre 8% e 15%. A densidade das partículas sólidas oscila entre 2,62 g/cm³ a 2,73 g/cm³;
- Em termos de Classificação Rodoviária (AASHTO) os solos amostrados enquadram-se maioritariamente no grupo A-2-7, e pontualmente nos grupos A-1-a e A-1-b, apresentando bom a excelente comportamento para serem utilizados nas camadas abaixo do pavimento. No que concerne à Classificação Unificada são solos do tipo SM (areias siltosas pontualmente com cascalho) e SC (areias argilosas pontualmente com cascalho) e GC (cascalhos argilosos com areia);
- O ensaio de compactação pesada (Proctor Modificado) apresenta um teor em água ótimo entre os 6% e os 10% e um valor de baridade seca máxima entre 20 a 21 kN/m³.
- Após embebição dos solos durante 5 dias em água, foi registado um índice C.B.R. entre 6% a 32% para um grau de compactação de 95%. O valor de expansibilidade medido neste ensaio foi de 0,0% a 1,6%.

4.1. ENSAIO DE AGRESSIVIDADE QUÍMICA DOS SOLOS AO BETÃO

Para obter as propriedades químicas dos solos que ocorrem na área de estudo, e para avaliar a sua agressividade ao betão de acordo com a norma NP EN 206-1, foram sujeitas a ensaios 2 amostras, recolhidas nos poços de reconhecimento.

No Quadro seguinte apresenta-se o resumo dos resultados obtidos.

Poço	Prof. (m)	Parâmetro		Parâmetro	Ligeiramente agressivo (XA1)	Moderadamente agressivo (XA2)	Altamente agressivo (XA3)
		Acidez de Baumann-Gully mL/kg	Sulfatos $Mg(SO_4)$ / kg				
P3	1,20 - 1,70	104	1368	Sulfatos $Mg(SO_4)$ / kg	≥ 2000 e ≤ 3000	> 3000 e ≤ 12000	> 12000 e ≤ 24000
P4	2,00 - 2,50	104	732	Acidez de Baumann-Gully mL/kg	> 200	Não encontrado na prática	

Quadro 8 – Ensaio de laboratório de agressividade ao betão e valores limite da classe de exposição ao ataque químico dos solos naturais (retirado do Relatório Factual em anexo)

De acordo com o Relatório Factual em anexo pode concluir-se que:

- Os solos analisados apresentam graus de acidez de Baumann-Gully de 104mL/kg, e os teores em sulfato variam entre 732 a 1368 $Mg(SO_4)/kg$;
- Conclui-se que todos os valores obtidos se encontram abaixo do limite ligeiramente agressivo (XA1), sendo estes solos não agressivos na prática ao betão de acordo com a norma indicada.

5. CARACTERIZAÇÃO GEOTÉCNICA

5.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

No presente capítulo procede-se à caracterização geológico-geotécnica dos terrenos existentes. Esta caracterização baseou-se nos trabalhos de prospeção geotécnica e ensaios “*in situ*” realizados.

A caracterização geotécnica dos terrenos resultou num zonamento, o qual se descreve nos subcapítulos seguintes.

5.2. ZONAMENTO GEOTÉCNICO

5.2.1. ZONA GEOTÉCNICA 2 (ZG2)

A Zona Geotécnica 2 corresponde aos materiais sedimentares pertencentes aos terraços fluviais plistocénicos pertencentes à Formação Q2 compostos essencialmente por cascalheiras, com níveis areno-argilosos. Estes materiais foram detetados em todas as sondagens realizadas com espessuras compreendidas entre 5,8 e 9,75m, nomeadamente:

- Sondagem S1, até aos 7,3m de profundidade;
- Sondagem S2, até aos 9,6m de profundidade;
- Sondagem S3, até aos 5,8m de profundidade;
- Sondagem S4, até aos 9,75m de profundidade;

No que se refere aos resultados dos ensaios SPT realizados sobre estes materiais, num total de 19 ensaios, obteve-se um valor médio de 48 e uma mediana de 53, com um valor máximo de 60 e mínimo de 20. Os resultados dos ensaios N_{SPT} sobre estes materiais foram tratados estatisticamente, tendo-se obtidos os seguintes resultados:

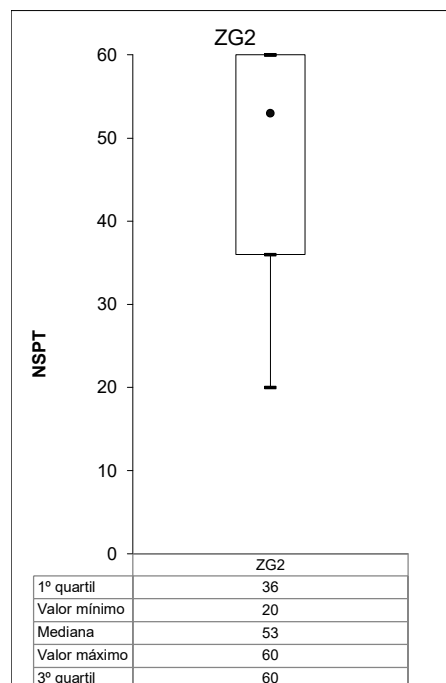


Figura 19 – Gráfico de Bigodes dos valores N_{SPT} obtidos na ZG2

Sobre estas matérias foram realizados ensaios laboratoriais, cujas amostras foram recolhidas nos poços de reconhecimento realizados. Os resultados encontram-se resumidos no Quadro 7 apresentado anteriormente.

Os solos ensaiados são classificados como SM (40%), SC (20%) e GC (20%) segundo a Classificação Unificada (ASTM) e como A-2-7 (60%), A-1-a (20%) e A-1-b (20%) segundo a Classificação para Fins Rodoviários (AASHTO).

Os materiais ensaiados apresentam percentagens de finos compreendidas entre 13 e 31%. No que se refere à plasticidade dos elementos finos 40% das amostras ensaiadas deram como Não Plástico (NP). Nas amostras que apresentam plasticidade obteve-se um LL compreendido entre 45 e 51% e um IP entre 25 e 29% - na figura seguinte apresenta os resultados obtidos no gráfico de Casagrande. O teor em água obtido nas amostras ensaiadas varia entre 4,4 e 14,6%.

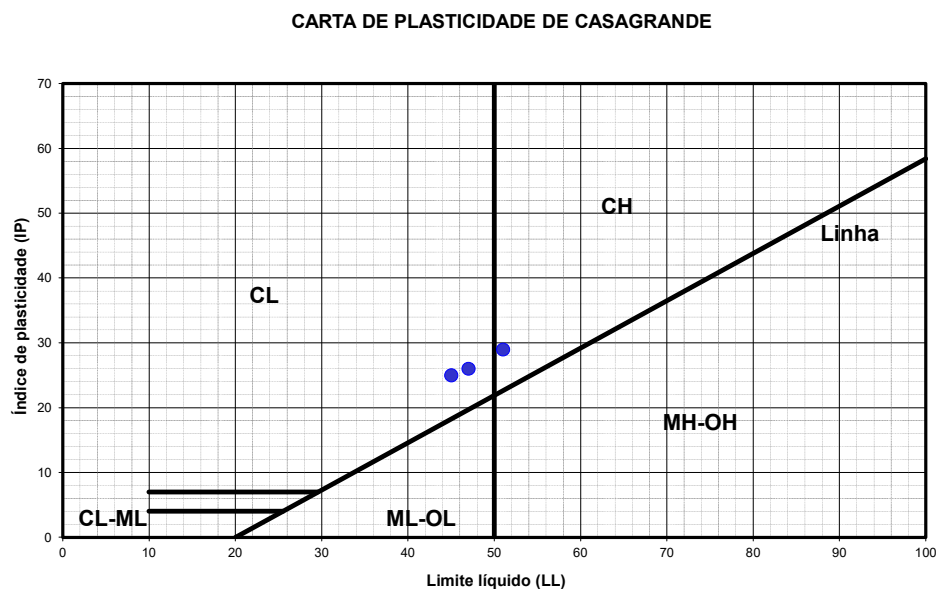


Figura 20 – Gráfico de Casagrande, amostras plásticas da ZG2

5.2.1. ZONA GEOTÉCNICA 1 (ZG1)

A Zona Geotécnica 1 corresponde aos materiais Mio-Pliocénicos compostos por argilas, areias e cascalheiras, pertencentes à Formação MP. Com base nos resultados dos ensaios SPT, estes materiais foram subdivididos em duas subzonas, nomeadamente:

5.2.1.1. ZONA GEOTÉCNICA 1B (ZG1B)

Esta zona geotécnica corresponde aos materiais da Formação MP com valores de N_{SPT} inferiores a 45 pancadas. Estes materiais foram detetados apenas na sondagem S3, entre os 5,8 e os 10,5m de profundidade.

No que se refere aos resultados dos ensaios SPT realizados sobre estes materiais, num total de 3 ensaios, obteve-se um valor médio de 24 e uma mediana de 18, com um valor máximo de 40 e mínimo de 15. Os resultados dos ensaios N_{SPT} sobre estes materiais foram tratados estatisticamente, tendo-se obtidos os seguintes resultados:

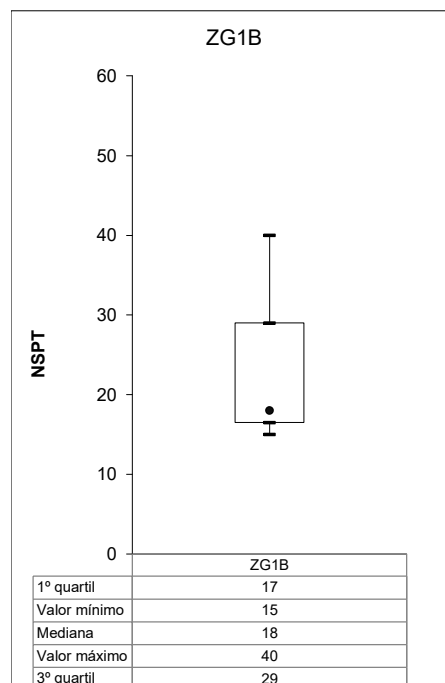
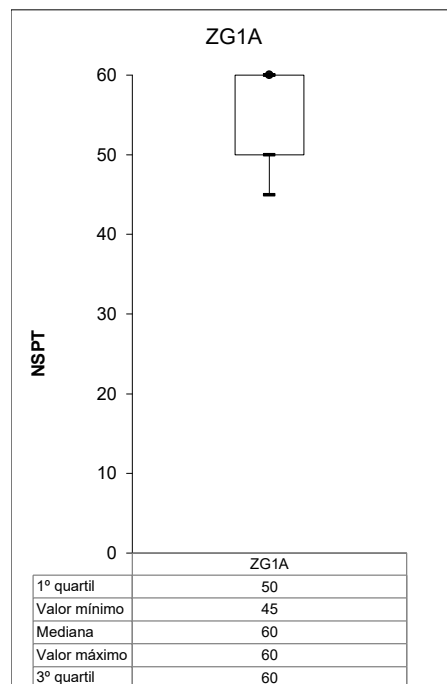


Figura 21 – Gráfico de Bigodes dos valores N_{SPT} obtidos na ZG1B

5.2.1.1. ZONA GEOTÉCNICA 1A (ZG1A)

Esta zona geotécnica corresponde da Formação MP com valores de N_{SPT} superiores a 45 pancadas. No que se refere aos resultados dos ensaios SPT realizados sobre estes materiais, num total de 9 ensaios, obteve-se um valor médio de 56 e uma mediana de 60, com um valor máximo de 60 e mínimo de 45. Os resultados dos ensaios N_{SPT} sobre estes materiais foram tratados estatisticamente, tendo-se obtidos os seguintes resultados:


 Figura 22 – Gráfico de Bigodes dos valores N_{SPT} obtidos na ZG1A

5.3. PARÂMETROS GEOTÉCNICOS

Na definição dos parâmetros geotécnicos dos maciços terrosos, nomeadamente no que se refere ao ângulo de atrito, coesão e módulo de deformabilidade, tiveram-se por base os valores de ensaios SPT, tendo em consideração as correlações empíricas existentes na bibliografia técnica disponível, bem como tabelas de referência e a experiência do projetista no desenvolvimento de projetos em materiais semelhantes.

Na estimativa do ângulo de atrito (ϕ) e módulo de deformabilidade foram tidos em conta as correlações empíricas usualmente utilizadas na especialidade.

Com base no exposto anteriormente, apresentam-se no quadro seguinte os parâmetros geotécnicos estimados para as diferentes zonas geotécnicas estabelecidas.

Zona Geotécnica	Descrição	N_{SPT}	γ (kN/m ³)	ϕ' (°)	C' (kPa)	E (MPa)
ZG2	Depósitos de terraços (Q2)	20-60	20	35	-	45
ZG1B	Argilas arenosas (MP)	15-40	20	29	5	10
ZG1A	Argilas arenosas (MP)	≥45	21	36	10	35

Quadro 9 – Parâmetros geotécnicos estimados

6. ESCAVABILIDADE

Com base na informação existente, resultante da prospeção realizada, considera-se que os materiais pertencentes às zonas geotécnicas ZG2 e ZG1B serão escaváveis recorrendo a equipamentos mecânicos tradicionais de terraplenagens. Para a zona geotécnica ZG1A poderá ser necessário recorrer pontualmente a meios pesados, como por exemplo martelo demolidor, sempre e quando se interfira com zonas mais cimentadas – concreções calcárias.

Importa referir que as escavações (e/ou movimento de terras) a efetuar poderão ser fortemente afetadas pela presença de nível freático (que será variável em função da época do ano).

7. CONDIÇÕES DE FUNDAÇÃO

Face ao tipo de litologias predominantes na ZG2 (cascalheiras) considera-se que se deve descartar o recurso a fundações diretas sobre estes materiais. Com base na informação existente considera-se que se deverá recorrer a tipologias de fundações que permitam transmitir as cargas à ZG1A. Não obstante, esta situação deverá ser devidamente aferida em projeto específico.

Para efeitos de dimensionamento das fundações sugere-se a adoção dos parâmetros geotécnicos indicados no Quadro 9 estimados a partir dos valores de N_{SPT} . Os valores apresentados não se encontram afetados pelos coeficientes parciais recomendados pelo Eurocódigo relativamente às propriedades dos solos.



GEO2E
Consultores de Geologia, Geotecnia
e Engenharia, Unipessoal Lda
NIF: 515 823 368

Carcavelos, 12 de julho de 2024

Nuno Lima, EuroGeólogo nº1625

GEO2E – Consultores de Geologia, Geotecnia e Engenharia

ANEXOS:

ANEXO 1: Relatório Factual da Prospeção realizada - Geoalgar



QUADRANTE

NOVO POSTO DE CORTE DO PÊGO (400KV)
PROSPEÇÃO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA
RELATÓRIO FACTUAL



JUNHO, 2024

ÍNDICE

1	Introdução	5
2	Caracterização da situação atual.....	6
3	Geologia e Tectónica	8
4	Hidrogeologia.....	10
5	Prospecção geotécnica e geofísica, ensaios e resultados obtidos.....	11
5.1	Sondagens mecânicas e ensaios SPT	11
5.2	Instalação de piezómetro e leituras dos níveis de água.....	15
5.3	Poços de reconhecimento	16
5.4	Ensaio com penetrómetro dinâmico super pesado.....	19
5.5	Perfis de sísmica de refração	21
5.6	Perfis de resistividade eléctrica.....	25
6	Ensaio de Laboratório	31
6.1	Ensaio geotécnicos sobre solos	31
6.2	Agressividade dos solos ao betão.....	34
7	Recomendações	35

FIGURAS

Figura 2.1 - Localização em imagem satélite do local em estudo, com a implantação dos pontos de prospecção (sem escala, <i>Google Earth</i>).	6
Figura 2.2 - Vistas gerais do terreno durante o período de acumulação de águas.	7
Figura 2.3 - Vistas gerais do terreno após secagem dos mesmos.....	7
Figura 3.1 - Extrato da Carta geológica de Portugal folha 28-C de Gavião (sem escala).	8
Figura 3.2 - Caixa de amostragem da sondagem S3.	9
Figura 4.1 - Poço de captação presente no terreno.	10
Figura 5.1 - Equipamento utilizado na furação na sondagem S4-Pz.....	11
Figura 5.2 - Gráficos dos resultados obtidos nos ensaios SPT nos horizontes de cascalheiras e argilas, respetivamente.	14
Figura 5.3 - Pormenor do piezómetro instalado na sondagem S4-Pz.	15
Figura 5.4 - Abertura do poço de reconhecimento P1.....	16
Figura 5.5 - Equipamento utilizado para a execução dos ensaios DPSH (DPSH3).	19
Figura 5.6 - Gráfico dos resultados obtidos nos ensaios DPSH.....	20
Figura 5.7 - Vista geral do perfil de sísmica de refração PS3.	22

Figura 5.8 - Perfil de refração sísmica PS1.	23
Figura 5.9 - Perfil de refração sísmica PS2.	23
Figura 5.10 - Perfil de refração sísmica PS3.	24
Figura 5.11 - Dispositivo tetraeletródico na superfície de um meio estratificado horizontalmente p1 e p2: resistividade elétrica das duas camadas (adaptado Sheriff, 1990).	25
Figura 5.12 - Dispositivo de <i>Schlumberger</i> e de <i>Wenner</i> (adaptado Sheriff, 1990).	25
Figura 5.13 - Dispositivo de Dipolo-Dipolo (adaptado Sheriff, 1990).	26
Figura 5.14 - Ilustração do dispositivo eletrônico de aquisição e equipamentos utilizados na aquisição dos perfis de resistividade e alinhamento do perfil (SEV-1/PRE-1), respetivamente.	27
Figura 5.15 - Tomografia Geoelétrica do perfil PRE-1 (Fase 1).	28
Figura 5.16 - Tomografia Geoelétrica do perfil PRE-1 (Fase 2).	28
Figura 5.17 - Tomografia Geoelétrica do perfil PRE-2 (Fase 1).	28
Figura 5.18 - Tomografia Geoelétrica do perfil PRE-2 (Fase 2).	28
Figura 5.19 - Tomografia Geoelétrica do perfil PRE-3 (Fase 1).	28
Figura 5.20 - Tomografia Geoelétrica do perfil PRE-3 (Fase 2).	28

QUADROS

Quadro 5.1 - Classificação de argilas quanto à sua consistência (Terzaghi e Peck, 1967).	12
Quadro 5.2 - Classificação das areias quanto à sua compactidade (Skempton, 1986).	12
Quadro 6.3 - Resumo dos resultados da sondagem mecânica e dos ensaios SPT.	13
Quadro 5.4 - Quadro resumo dos poços de reconhecimento.	17
Quadro 5.5 - Quadro resumo dos resultados dos ensaios DPSH.	20
Quadro 5.6 - Resumo das configurações e resultados obtidos com a execução dos perfis de sísmica de refração.	22
Quadro 5.7 - Resumo das configurações finais dos perfis executados.	27
Quadro 5.8 - Valores de resistividade elétrica obtidos no ponto central dos perfis (75,00m).	29
Quadro 5.9 - Intervalos de valores de resistividade elétrica obtidos.	30
Quadro 6.1 – Quadro resumo dos resultados dos ensaios de laboratório.	32
Quadro 6.2 - Ensaio de laboratório de agressividade ao betão e valores limite da classe de exposição ao ataque químico dos solos naturais.	34

ANEXOS

- ✓ Elementos de Prospeção Geotécnica e Geofísica
 - ✓ Boletins das sondagens mecânicas
 - ✓ Boletins dos poços de reconhecimento
 - ✓ Boletins dos ensaios de penetração dinâmica super pesada (DPSH)
 - ✓ Boletins da determinação da resistividade elétrica do solo
 - ✓ Boletins dos perfis de sísmica de refração
 - ✓ Boletins dos ensaios de laboratório

INFORMAÇÃO SOBRE O DOCUMENTO

Cliente	Quadrante - Engenharia e Consultoria, S.A.
Referência do Projeto	PJ03824
Projeto	Novo Posto de Corte do Pêgo (400 kV). Prospeção Geológico-Geotécnica - Relatório Factual.
Referência do Ficheiro	PJ03824RF01.DOCX
N.º de Páginas	35 (Memória Descritiva) + 69 (Anexos)
Autores	Ricardo Castro; Daniel Gabriel; Tiago Silva
Diretor de Projeto	Ricardo Castro
Data	28 de junho de 2024

1 Introdução

Por solicitação do cliente Quadrante – Engenharia e Consultoria, S.A., a GEOALGAR – Consultoria em Geotecnia, Hidrogeologia e Ambiente, Lda., foi incumbida da execução da campanha de prospeção geológica e geotécnica para apoio ao projeto de construção de um Poste de Corte no Pêgo, no concelho de Abrantes.

No presente relatório factual faz-se uma caracterização da situação atual, da geologia e tectónica, hidrogeologia e expõem-se os resultados obtidos com os trabalhos de campo e de laboratório.

A prospeção geotécnica consistiu, na realização de 4 sondagens mecânicas com recuperação contínua de amostra, acompanhadas de ensaios SPT (*Standard Penetration Test*), instalação de 1 piezómetro, 6 ensaios de penetração dinâmica super pesada (DPSH) e abertura de 6 poços de reconhecimento com recolha de amostras para posterior caracterização laboratorial. Foram ainda executados trabalhos de prospeção geofísica, nomeadamente 6 perfis de resistividade elétrica e 3 perfis de sísmica de refração.

Os intensos períodos de precipitação que se verificaram ao longo do ano, criaram bastantes dificuldades de circulação naqueles terrenos, levando a que os trabalhos de campo decorressem em diferentes fases, entre os dias 21 de março a 26 de junho do presente ano.

Em amostras de solos recolhidas nos poços de reconhecimento, realizaram-se ensaios de laboratório de índole geotécnica e de agressividade ao betão.

Em complemento aos estudos elaborados o cliente disponibilizou uma planta, que serviu de base para a localização dos pontos de prospeção a realizar.

2 Caracterização da situação atual

A área objeto de estudo situa-se no concelho de Abrantes, na localidade do Pêgo, a aproximadamente 360m para Sul da Central Termoelétrica do Pêgo. Na imagem satélite seguinte, pode-se observar o lote do futuro Posto de Corte de 400 kV, com a localização dos elementos de prospeção, nomeadamente 4 sondagens mecânicas, 6 ensaios DPSH, 6 poços de reconhecimento, 3 perfis e refração sísmica e 3 perfis de resistividade elétrica (repetidos numa segunda fase).

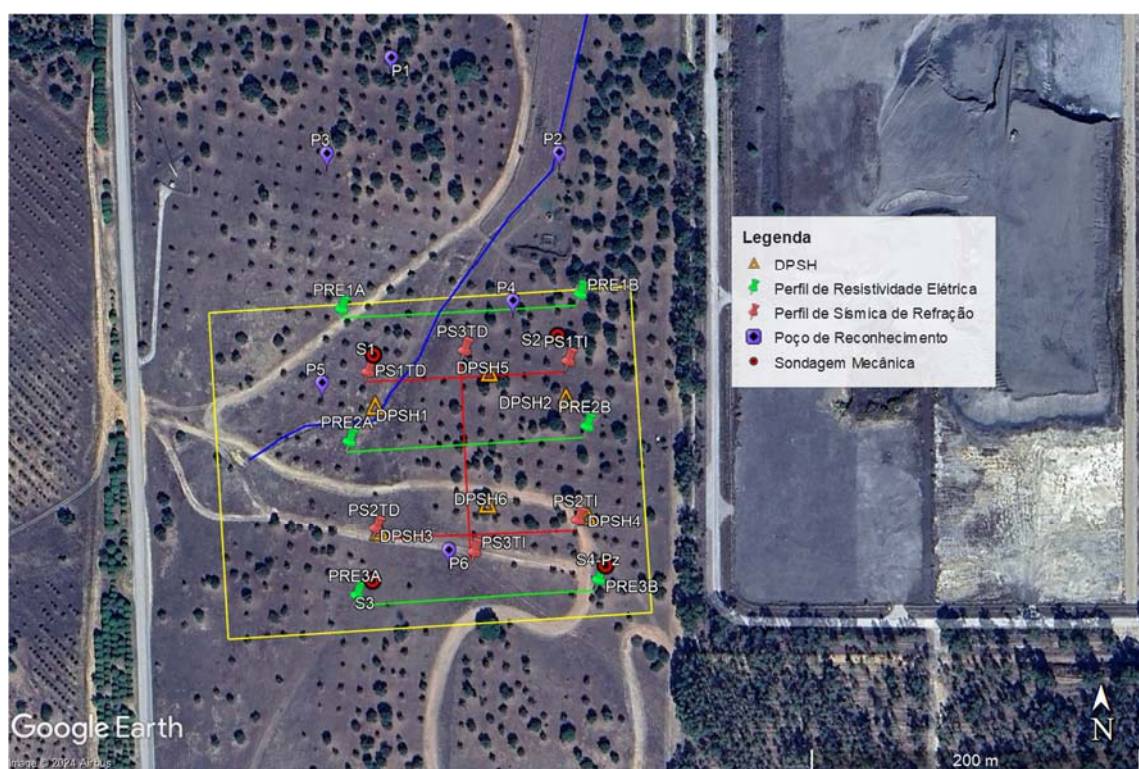


Figura 2.1 - Localização em imagem satélite do local em estudo, com a implantação dos pontos de prospeção (sem escala, Google Earth).

Trata-se de um terreno agrícola, desprovido de construção, coberto por vegetação rasteira e árvores de médio porte, cuja topografia é relativamente aplanada, variando as cotas altimétricas do grosso modo entre os 110m e os 106m. Neste encontra-se uma vala de drenagem, assinalada na Figura 2.1 a azul, que se encontrava com água desde o início dos trabalhos de campo.

Em virtude da forte precipitação atmosférica que se fez sentir nos meses anteriores e durante a campanha de prospeção, e consequente acumulação de água no terreno, tornou-se impossível a locomoção de veículos durante determinados períodos, pelo que os trabalhos foram realizados em períodos com ausência

total de pluviosidade, aquando da secagem parcial do terreno. Nas imagens seguintes encontram-se vistas gerais da área de estudo.



Figura 2.2 - Vistas gerais do terreno durante o período de acumulação de águas.



Figura 2.3 - Vistas gerais do terreno após secagem dos mesmos.

3 Geologia e Tectónica

Com base na Notícia Explicativa e na Carta Geológica de Portugal, folha 28-C de Gavião, constata-se que a área em estudo se situa no contacto entre a “areias, argilas, arenitos, com níveis de cascalheira (MP)” do Miocénico Superior e Pliocénico Indiferenciados e Depósitos de Terraços Fluviais (Q²) do Plistocénico.

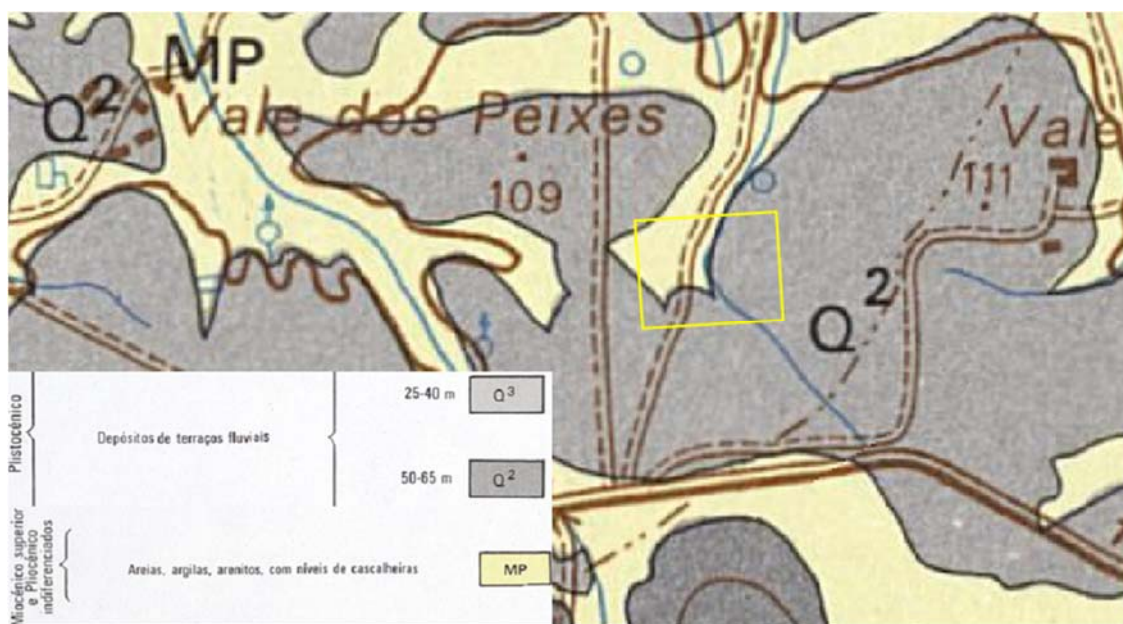


Figura 3.1 - Extrato da Carta geológica de Portugal folha 28-C de Gavião (sem escala).

A unidade MP (Miocénico Superior e Pliocénico Indiferenciado) corresponde a um conjunto de elevada espessura, de carácter continental, que se depositou em antigas depressões, sobre o Eocénico e o substrato antigo. Na região estudada tem carácter predominante arenoso e detrítico, com presença abundante de cascalheiras, de difícil distinção com os depósitos Plio-Plistocénicos sobrepostos.

Os depósitos Plistocénicos (Q²) de 50-65m ocorrem sobretudo na margem Sul do Tejo, sendo constituídos essencialmente por areias e cascalheiras.

Os depósitos de terraços (Q²) foram identificados em praticamente toda a área estudada, representados por areias mal graduadas, geralmente com teor em finos importante (silte+argila) de tonalidades amareladas, acastanhadas, alaranjadas e avermelhadas, e por cascalheiras constituídas por seixos siliciosos rolados a subrolados com D_{máx}<30cm, envoltos em matriz areno-argilosa e argilo arenosa. Estas unidades foram reconhecidas até profundidades máximas variáveis entre os 4,00m e os 9,75m.

Por sua vez, os terrenos do Miocénico Superior-Pliocénico Indiferenciado (MP) surgem geralmente na base dos terraços fluviais, e encontram-se representados por argilas acastanhadas, pontualmente com concreções carbonatadas, apresentando ainda passagens siltsas acastanhadas e arenosas grosseiras com cascalho. Foram intersetados entre os 5,80m e os 13,91m de profundidade máxima.

Localmente surgem depósitos de aterro de afinidade à geologia local com 70cm de espessura máxima. A terra vegetal de natureza areno-siltosa acastanhada escura a negra, com abundantes seixos dispersos representa um horizonte superficial, com espessura média de 35cm.

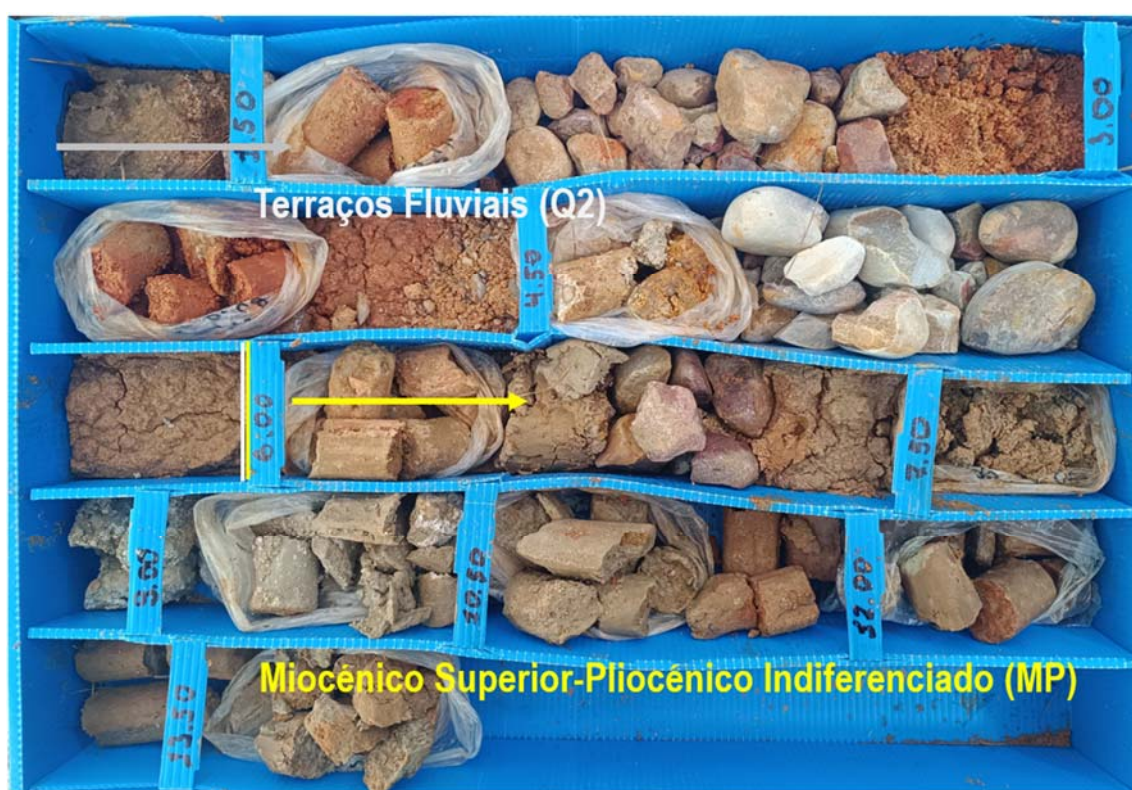


Figura 3.2 - Caixa de amostragem da sondagem S3.

Em termos tectónicos, a região insere-se na unidade Morfotectónica da Bacia Cenozóica do Baixo Tejo e Sado (Ribeiro *et al.* 1979), de direção NE-SW a N-S. A estrutura da bacia é simples com estratificação sub-horizontal das formações detríticas de origem continental, de idade Paleogénica e Neogénica. Os limites da bacia correspondem a falhas normais, ativas durante o cenozoico, aquando da subsidência da bacia.

4 Hidrogeologia

As formações geológicas ocorrentes na área e que interessam para o estudo constituem um aquífero livre, que aproveita as areias e cascalheiras com intercalações argilosas, formando um sistema multicamada.

A recarga é efetuada diretamente pela precipitação, ou por drenância das camadas sobrejacentes.

Atendendo às características granulométricas observadas dos vários materiais é expectável que as areias e cascalheiras apresentem permeabilidade intermédia e as argilas permeabilidade baixa.

Durante os trabalhos de campo foram detetados, frequentemente vários níveis de água a diferentes profundidades, em geral a partir dos 50cm perto da vala de drenagem presente, e em níveis mais profundos fora da área da influência da linha de água.

No piezómetro instalado no terreno, foi detetado o nível de água aos 9,00m de profundidade.

De destacar que nas proximidades do poço de reconhecimento P2, foi identificado um poço de captação de água, encontrando-se o nível de água praticamente à superfície.



Figura 4.1 - Poço de captação presente no terreno.

5 Prospeção geotécnica e geofísica, ensaios e resultados obtidos

5.1 Sondagens mecânicas e ensaios SPT

Para reconhecer a litoestratigrafia dos terrenos de fundação e avaliar as características geomecânicas dos materiais, executaram-se quatro sondagens mecânicas, à rotação com recurso ao amostrador T2, até à profundidade máxima de 13,91m. Para o efeito utilizou-se uma sonda de perfuração da Marca FRASTE, modelo MULTIDRILL SL GL.



Figura 5.1 - Equipamento utilizado na furação na sondagem S4-Pz.

Durante a execução das sondagens, sempre que a litologia o permitiu, foram efetuados ensaios normalizados de penetração dinâmica (SPT), visando avaliar as características geotécnicas dos terrenos em estudo no que diz respeito à compacidade relativa e/ou consistência.

Os ensaios SPT foram executados no interior dos furos, espaçados em profundidade 1,5 m. A sua realização seguiu as recomendações da *International Society for Soil Mechanics and Foundation Engineering*, que constam do documento “*ISSMFE Technical Report*”. No total foram executados 31 ensaios cujos resultados se representam nos diagramas de sondagens.

A classificação das características geotécnicas, quer para as argilas, quer para as areias, foi efetuada conforme o indicado nos quadros seguintes, tendo por base os valores de N_{SPT} .

Quadro 5.1 - Classificação de argilas quanto à sua consistência (Terzaghi e Peck, 1967).

N_{SPT}	Consistência	Resistência à compressão simples (kPa)
0 - 2	Muito mole	< 25
2 - 4	Mole	25 - 50
4 - 8	Consistência média	50 - 1000
8 - 15	Dura	100 - 200
15 - 30	Muito Dura	200 - 400
> 30	Rija	> 400

Quadro 5.2 - Classificação das areias quanto à sua compactidade (Skempton, 1986).

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

Após a classificação visual das amostras das sondagens, elaboraram-se os diagramas individuais, que foram organizados de forma a privilegiar os dados de maior relevância e interesse, nomeadamente as características geológicas gerais e das singularidades geológicas atravessadas.

Em anexo encontram-se os diagramas descritivos de cada sondagem e na Figura 2.1 a sua localização. No quadro e figura seguintes sintetizam-se os resultados obtidos com a execução das sondagens e dos ensaios SPT.

Quadro 6.3 - Resumo dos resultados da sondagem mecânica e dos ensaios SPT.

Sond.	Prof. (m)	Nível de água (m)	Resumo das características do terreno		
			Prof. (m)	Formação geológica	Descrição geral
S1	10,95	-	0,00-0,20	Tv	Solo areno-siltoso acastanhado escuro a negro com cascalho
			0,20-7,30	Q ²	Cascalheira envolta em matriz areno-argilosa acastanhada, alaranjada, avermelhada
			7,30-10,95	MP	Argilas acastanhadas, com concreções carbonatadas e passagens siltosas
S2	10,95	-	0,00-0,20	Tv	Solo areno-siltoso acastanhado escuro a negro com cascalho
			0,20-9,60	Q ²	Cascalheira envolta em matriz areno-argilosa acastanhada, alaranjada, avermelhada
			9,60-10,95	MP	Argilas acastanhadas, com passagens siltosas acastanhadas a alaranjadas
S3	13,91	-	0,00-0,20	Tv	Solo areno-siltoso acastanhado escuro a negro com cascalho
			0,20-5,80	Q ²	Cascalheira envolta em matriz areno-argilosa acastanhada, alaranjada, avermelhada
			5,80-13,91	MP	Passagem arenosa grosseira com cascalho disperso
			6,80-7,50	MP	Argilas acastanhadas, com passagens siltosas acastanhadas a alaranjadas
S4	12,43	9,00	0,00-0,25	Tv	Solo areno-siltoso acastanhado escuro a negro com cascalho
			0,25-9,75	Q ²	Cascalheira envolta em matriz areno-argilosa acastanhada, alaranjada, avermelhada
			9,75-12,43	MP	Argilas acastanhadas, com concreções carbonatadas e passagens siltosas

*Instalação de piezômetro

Legenda: Holocénico: Tv - terra vegetal; At - Aterro; Plistocénico: Q² - "Terraços Fluviais"; MP - Miocénico Superior e Pliocénico Indiferenciado.

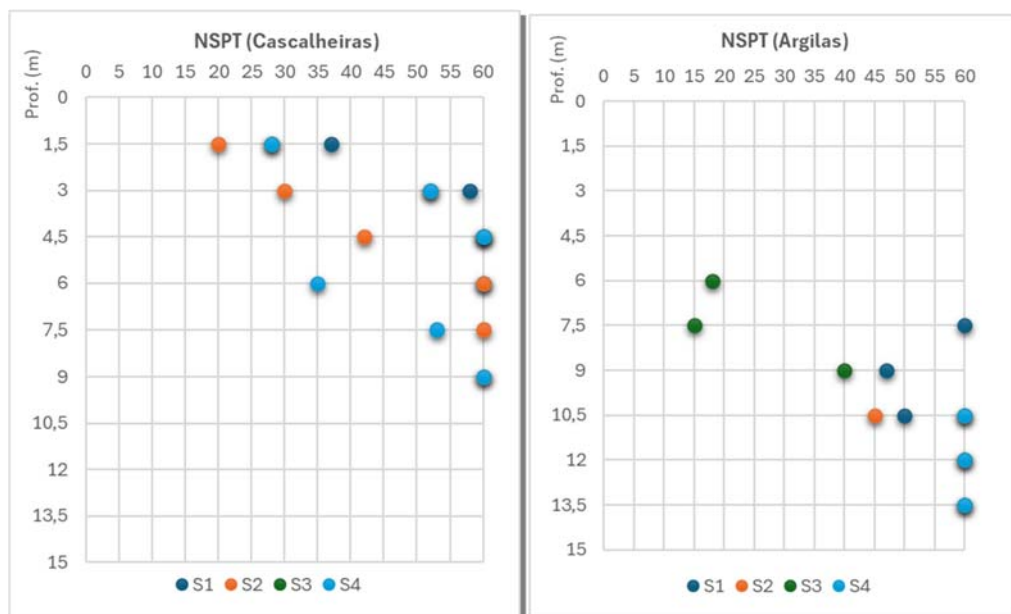


Figura 5.2 - Gráficos dos resultados obtidos nos ensaios SPT nos horizontes de cascalheiras e argilas, respetivamente.

Da informação recolhida com a execução das sondagens e ensaios SPT salientam-se os seguintes aspetos:

- A terra vegetal (Tv), de carácter areno-siltoso acastanhado escuro a negro, com abundantes seixos dispersos, representa um horizonte delgado com 20cm de espessura média;
- Subjacentemente surgem os depósitos de terraços fluviais (Q²) materializados por cascalheiras constituídas por seixos subrolados a rolados, de natureza siliciosa, com D_{máx}<25cm, envoltos em matriz areno-argilosa acastanhada, alaranjada a avermelhada. Foram identificados até profundidades máximas variáveis entre os 5,80m e os 9,75m;
- Na base dos depósitos de terraços, associadas ao Miocénico Superior-Pliocénico Indiferenciado (MP), surgem argilas acastanhadas, pontualmente com concreções carbonatadas, com passagens siltosas acastanhadas e alaranjadas e ocasionais areias grosseiras com seixos dispersos;
- Os ensaios SPT realizados nas cascalheiras variaram sobretudo entre as 20 e as 37 pancadas aos 1,50m de profundidade, indicando estratos medianamente compactos. Abaixo desta profundidade os valores oscilaram de grosso modo entre as 42 pancadas e muito frequentemente a “nega” (60 pancadas) associados a níveis muito compactos a compactos;

- Em relação às argilas, os valores obtidos no ensaio SPT variaram de grosso modo entre as 40 pancadas e a “nega” (60 pancadas) classificando estes horizontes como rijos. No entanto, na sondagem S3, na franja superficial desta unidade os ensaios revelaram valores entre as 15 e as 18 pancadas, classificando este nível como muito duro;
- No piezómetro instalado na sondagem S4-Pz, identificou-se o nível de água aos 9,00m de profundidade.

5.2 Instalação de piezómetro e leituras dos níveis de água

De forma a monitorizar o nível freático e a sua evolução, instalou-se um piezómetro (S4-Pz), em tubo PVC rígido, de 60 mm de diâmetro, devidamente crepinado, entre os 6,00m e os 12,00m, e envolvido por material drenante. Nas restantes metragens, colocou-se tubo cego e o piezómetro foi devidamente selado e provido de tampa de proteção.



Figura 5.3 - Pormenor do piezómetro instalado na sondagem S4-Pz.

À data da última medição efetuada no final dos trabalhos (26/06/2024), o nível de água foi registado aos 9,00m de profundidade. Recomenda-se que estas leituras sejam efetuadas, até ao início da obra, podendo o acompanhamento ser realizado pelo cliente, ou pela GEOALGAR, caso seja solicitado.

5.3 Poços de reconhecimento

De forma a observar diretamente as formações existentes, detetar eventuais níveis freáticos e recolher amostras remexidas para posterior caracterização laboratorial, foram abertos 6 poços de prospeção, cujas localizações se podem observar na Figura 2.1. Para a sua abertura utilizou-se uma retroescavadora de braço extensível, que permitiu atingir a profundidade máxima de 4,00m.



Figura 5.4 - Abertura do poço de reconhecimento P1.

Após a execução de cada poço de reconhecimento e a descrição geológica dos materiais, a topografia foi imediatamente reposta.

Em anexo ao estudo geológico-geotécnico, encontram-se os boletins individuais dos poços realizados e no quadro seguinte sintetiza-se a informação obtida.

Quadro 5.4 - Quadro resumo dos poços de reconhecimento.

Poço	Nível de água (m)	Prof. (m)	Prof. da amostra (m)	Resumo das características do terreno		
				Prof. (m)	Formação geológica	Descrição geral
P1	-	3,10	0,40-1,30	0,00-0,40	Tv	Solo areno-siltoso negro com cascalho
				0,40-1,30	Q ²	Areia mal graduada, siltosa amarelada com cascalho
				1,30-3,10	Q ²	Cascalheira envolta em matriz areno-argilosa avermelhada
P2	1,10	1,50	-	0,00-0,50	Tv	Solo areno-siltoso negro com cascalho
				0,50-1,50	MP	Areia argilosa amarelada e acastanhada com cascalho
P3	2,50	3,00	1,20-1,70	0,00-0,50	TV	Solo areno-siltoso negro com cascalho
				0,50-1,20	Q ²	Cascalheira envolta em matriz areno-argilosa amarelada e alaranjada
				1,20-1,70	Q ²	Areia argilosa avermelhada, com cascalho
				1,70-3,00	Q ²	Cascalheira envolta em matriz areno-argilosa avermelhada e alaranjada
P4	2,60	3,20	0,30-1,30 2,00-2,50	0,00-0,30	Tv	Solo areno-siltoso negro com cascalho
				0,30-1,30	Q ²	Areia mal graduada, amarelada, com cascalho
				1,30-1,70	Q ²	Areia mal graduada, levemente argilosa alaranjada e amarelada, com laivos siltosos
				1,70-2,70	Q ²	Areia fina argilosa, esbranquiçada com passagens arenosas médias a grosseiras
				2,70-3,20	Q ²	Cascalheira envolta em matriz areno-argilosa avermelhada e alaranjada
P5	1,90	4,00	1,20-1,80	0,00-0,20	Tv	Solo areno-siltoso negro com cascalho
				0,20-0,90	At	Aterro constituído por seixos rolados e fragmentos de tijolo em matriz areno-argilosa
				0,90-1,20	Tv	Solo areno-argiloso negro e acastanhado escuro
				1,20-1,80	Q ²	Areia argilosa amarelada, alaranjada e avermelhada com cascalho
				1,80-4,00	Q ²	Cascalheira envolta em matriz areno-argilosa avermelhada e alaranjada, tende para esbranquiçada na base
P6	0,60	1,20	-	0,00-0,60	Tv	Solo areno-siltoso negro
				0,60-1,20	Q ²	Areia argilosa amarelada e acastanhada, com cascalho

Legenda: Holocénico: Tv - terra vegetal; At - Aterro; Plistocénico: Q² - "Terraços Fluviais"; MP - Miocénico Superior e Pliocénico Indiferenciado.

Da informação obtida salientam-se os seguintes aspetos:

- A terra vegetal (Tv), areno-siltosa e areno-argilosa, negra, com presença abundante de cascalho, apresenta uma espessura média de 40cm;
- No poço P5 foi detetado um depósito de aterro (At), entre dois horizontes de terra vegetal distintos, possivelmente a preencher uma antiga depressão do terreno, identificado entre os 0,20m e os 0,90m de profundidade. É de afinidade à geologia local, constituído por seixos rolados e subrolados e fragmentos de tijolo, envoltos em matriz areno-argilosa alaranjada;
- Na base da terra vegetal (Tv), exceto no poço P2, surgem os solos Plistocénicos (Q²) materializados maioritariamente por cascalheiras constituídas por seixos siliciosos, rolados a subrolados, com diâmetro máximo inferior a 30cm envoltos em matriz areno-argilosa avermelhada e alaranjada. Surgem intercalados, ou no topo destes, depósitos arenosos mal graduados com conteúdo em finos importante (silte e argila) e abundantes seixos dispersos com espessuras médias de 1,00m, de tonalidades amareladas, acastanhadas, alaranjadas e esbranquiçadas. No poço P2 identificaram-se areias argilosas amareladas e acastanhadas, com abundantes seixos rolados dispersos, possivelmente associadas ao Miocénico-Pliocénicos (MP);
- A escavabilidade dos materiais revelou-se em geral difícil a muito difícil nas cascalheiras e fácil a média nos restantes estratos;
- O término da abertura dos poços deu-se pelo alcance da capacidade de manobra do braço extensível da retroescavadora (P5), de difícil escavação dos materiais (P1 e P3) e abatimento das paredes devido à interseção do nível freático (P2, P4 e P6);
- Foram recolhidas 4 amostras de solo a diferentes profundidades para posterior caracterização laboratorial;
- O nível de água foi detetado a diferentes profundidades, desde os 0,60m aos 2,60m, em consequência da acumulação de água que se fez sentir nos meses anteriores à campanha de prospeção. Estes níveis deverão oscilar consoante os períodos de pluviosidade. Apenas não foram detetados durante a abertura do poço de reconhecimento P1.

5.4 Ensaaios com penetrómetro dinâmico super pesado

Com o objetivo de obter as características de deformabilidade e resistência dos solos de fundação das estruturas, o programa de prospeção preconizou a execução de 6 ensaios com o penetrómetro dinâmico superpesado (DPSH), cujas localizações se podem observar na Figura 2.1.

O ensaio DPSH é efetuado com a cravação de uma ponteira de secção normalizada 20,00 cm² ligada a um conjunto de varas, sobre as quais se faz cair um peso de 63,5 Kg, a uma altura constante de 75cm, sendo este dispositivo acionado por uma corrente com bloqueios a partir de um motor *diesel*.



Figura 5.5 - Equipamento utilizado para a execução dos ensaios DPSH (DPSH3).

O ensaio permite a determinação de valores de R_d (Resistência de Ponta) e de Q_d (Resistência Dinâmica de Ponta), expressos em MPa, oferecidos pelas formações atravessadas.

Em anexo ao presente estudo encontram-se os boletins individuais, e no quadro e gráfico seguinte apresenta-se um resumo dos resultados obtidos, em termos de resistência dinâmica aparente (Q_d) versus profundidade.

Quadro 5.5 - Quadro resumo dos resultados dos ensaios DPSH.

DPSH	Coordenadas ETRS 89 (m)	Prof. (m)	Nega (Q_d (MPa))
01	1823; -23040	4,08	4,08m (170,87)
02	1942; -23036	5,10	5,10m (129,57)
03	1826; -23119	4,34	4,34m (97,64)
04	1955; -23109	8,68	8,68m (140,05)
05	1894; -23020	3,39	3,39m (99,25)
06	1893; -23101	4,68	4,68m (111,07)

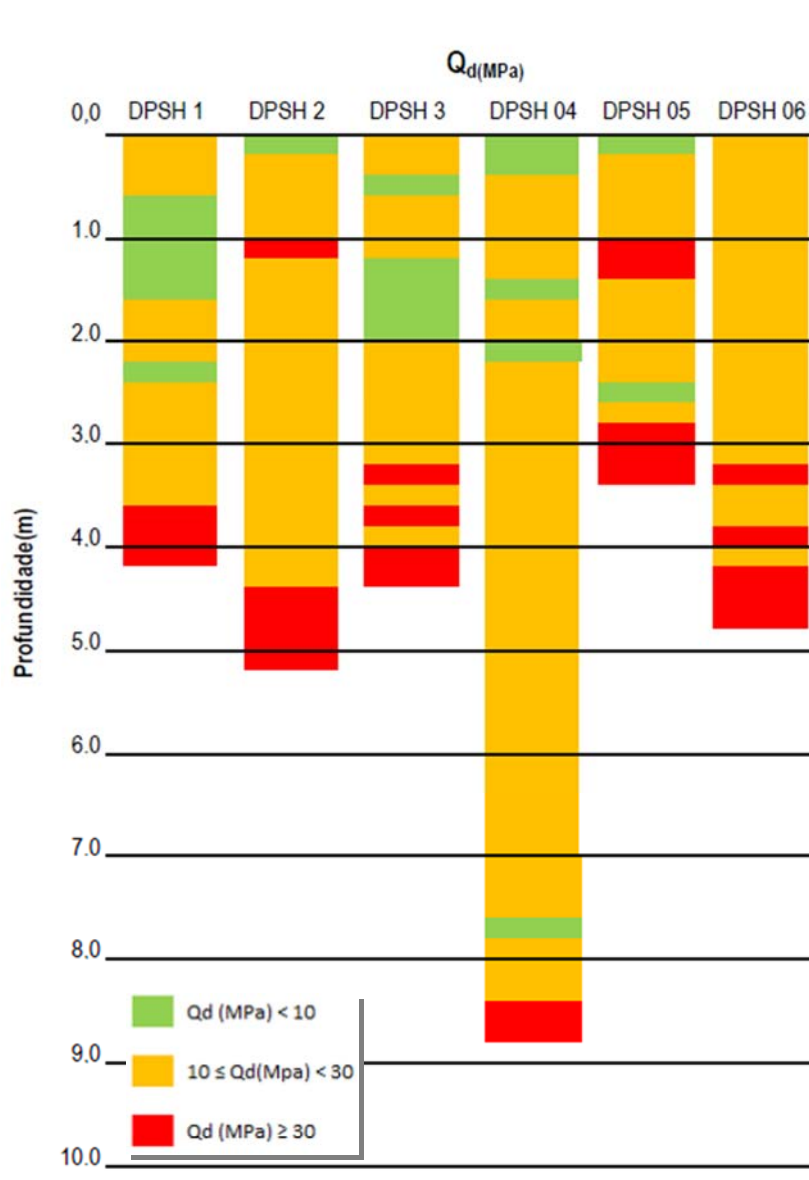


Figura 5.6 - Gráfico dos resultados obtidos nos ensaios DPSH.

Dos ensaios realizados, podem ser destacados os seguintes pontos:

- Em geral, os terrenos tendem a apresentar resistências dinâmicas de ponta moderadas (Q_d), associadas às cascalheiras e/ou areias compactas. Tendem a apresentar na franja superficial ou intercalados, níveis de resistências de ponta (Q_d) baixas, associadas a areias soltas e/ou argilas (em profundidade);
- O incremento da resistência de ponta (Q_d) no ensaio é explicado, pela presença de horizontes de cascalheira muito compacta. Em profundidade, aquando da interseção destes níveis as resistências de pontam aumentam bruscamente levando rapidamente à nega no ensaio;
- A nega, foi sempre alcançada e corresponde a uma resistência dinâmica de ponta (Q_d) entre 99,25MPa a 170,87MPa, tendo ocorrido geralmente a profundidades compreendidas entre os 3,39m (DPSH05) e os 5,10m (DPSH02), exceto no local do ensaio DPSH04 que se deu aos 8,68m.

5.5 Perfis de sísmica de refração

De forma a caracterizar e avaliar as condições de escavabilidade dos terrenos, foram realizados 3 perfis de sísmica de refração, segundo um alinhamento retilíneo com um comprimento máximo de 125,00 m e cuja localização, se pode observar na Figura 2.1.

Os perfis foram realizados com recurso a sismógrafo, equipado com 24 canais (SARA Electronic Instruments), sendo a fonte de energia a queda uma marreta de 3,6kg sobre uma placa circular em aço. Foram efetuados 5 pontos de impacto (tiros direto, central, inverso e intermédios).

O processamento de dados foi efetuado mediante inversão WET (*Wavepath Eikonal Traveltime*), e ajuste de modelos de cálculo numérico ao modelo de campo, com recurso a software da especialidade (*Rayfract*), o que permitiu a obtenção das tomografias sísmicas 2-D exibidas de seguida e em anexo.

Na tomografia sísmica encontra-se ilustrado a tracejado, a velocidade de 1800 m/s de propagação de ondas sísmicas primárias longitudinais P (V_P), definido como o limite de ripabilidade de uma máquina de desmonte pesada.



Figura 5.7 - Vista geral do perfil de sísmica de refração PS3.

No quadro e figuras seguintes apresentam-se as configurações geométricas finais do perfil sísmico e os seus resultados.

Quadro 5.6 - Resumo das configurações e resultados obtidos com a execução dos perfis de sísmica de refração.

Perfil de sísmica de refração	Distância entre canais (m)	Comprimento Executado (m)	Profundidade de ocorrência V_p (m) média		
			Formação geológica interpretada		
			$V_p < 900$ m/s	$900 \text{ m/s} \leq V_p < 1800$	$V_p \geq 1800$ m/s
PS1	5,00	125,00	0,00-1,50	1,50-7,00	>7,00
PS2			0,00-1,50	1,50-14,00	>14,00
PS3			0,00-1,50	1,50-7,00	>7,00

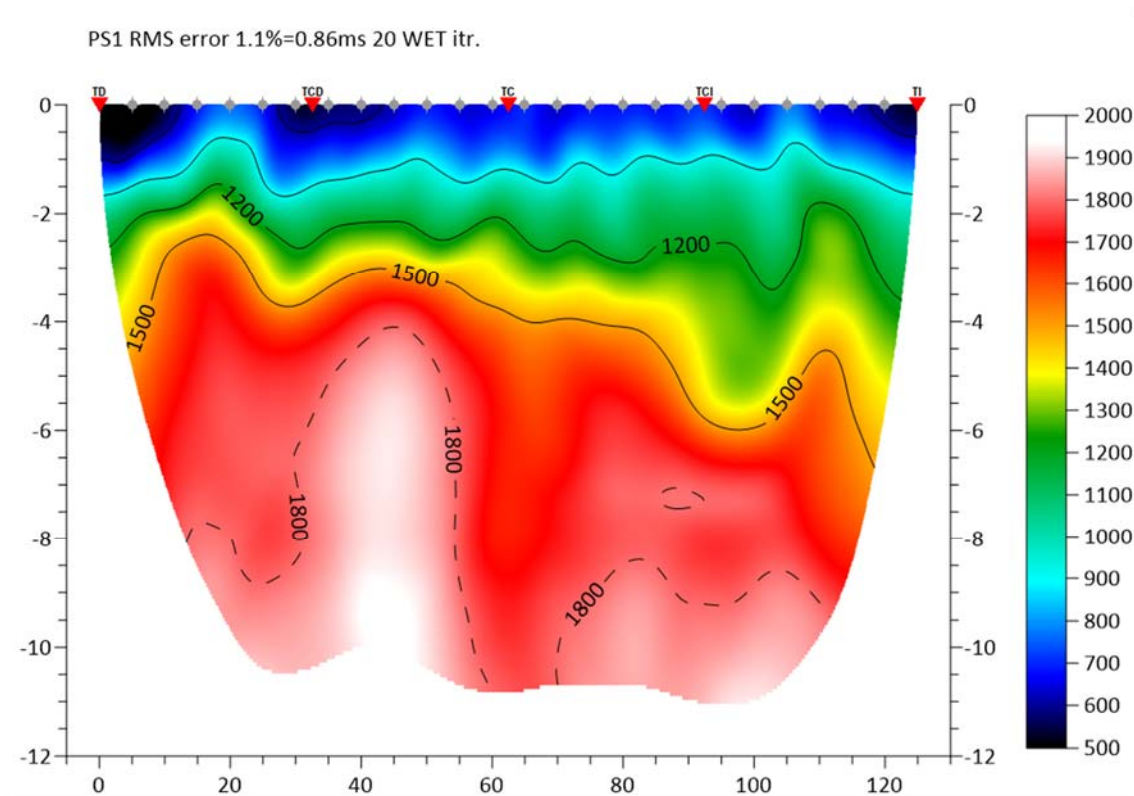


Figura 5.8 - Perfil de refração sísmica PS1.

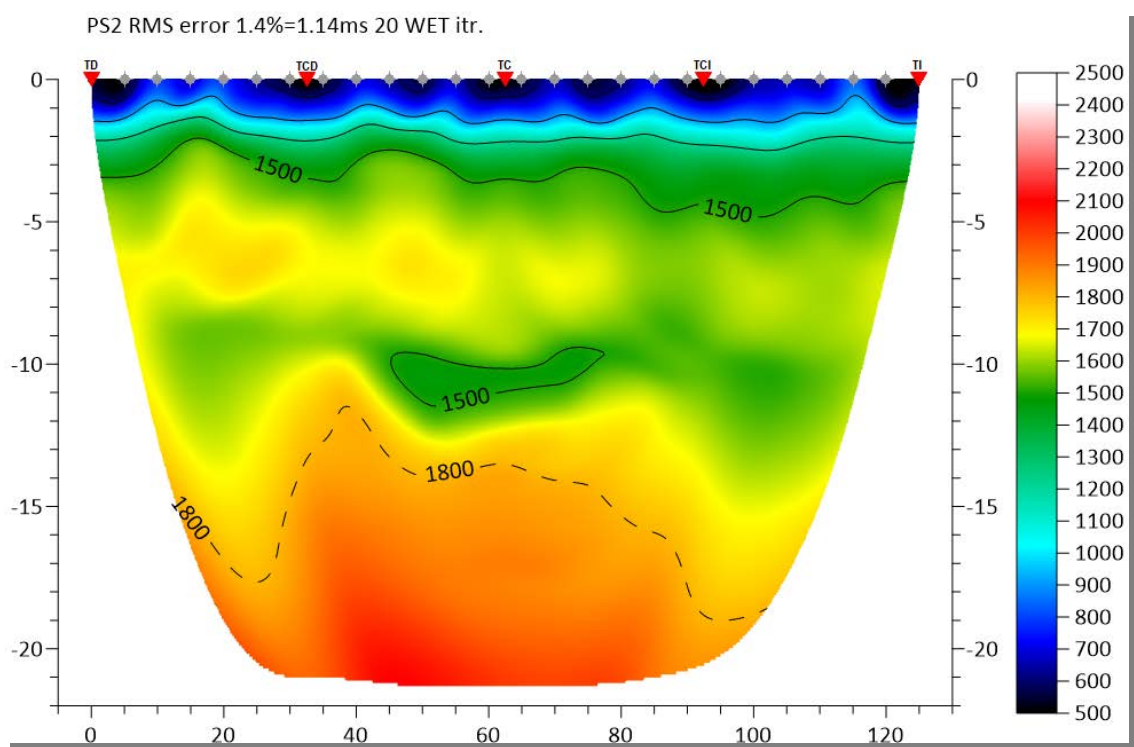


Figura 5.9 - Perfil de refração sísmica PS2.

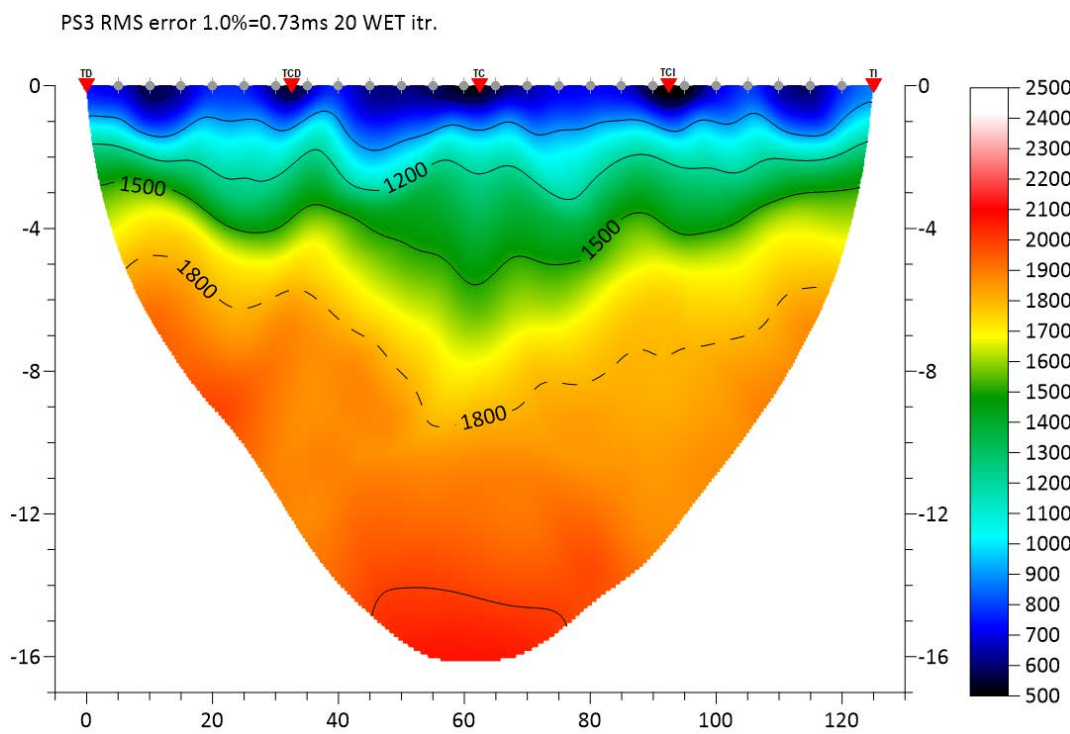


Figura 5.10 - Perfil de refração sísmica PS3.

Dos resultados geofísicos adquiridos podem-se retirar as seguintes ilações:

- As velocidades mais baixas (<900 m/s (V_p)) observadas perto da superfície, correspondem aos solos arenosos, e cascalheiras medianamente compactas. Este horizonte desenvolve-se em média até aos 1,50m de profundidade;
- Os horizontes de velocidades até 1800 m/s, são atribuídos às cascalheiras compactas, que se desenvolvem em média até aos 7,00m de profundidade nos perfis PS1 e PS3, e até sensivelmente 14,00m no local do perfil PS2, indicando um menor grau de compactação dos materiais neste último local, ou devido à presença de substratos argilosos de maior espessura.

5.6 Perfis de resistividade elétrica

Com o objetivo de obter valores de resistividade elétrica dos solos na área de construção, foram realizados 6 perfis de resistividade elétrica, com a localização aproximada que se apresenta na Figura 2.1. Os perfis foram realizados em duas fases, nos mesmos locais, numa primeira fase aquando do terreno saturado e numa segunda fase, com o terreno praticamente seco.

A prospeção por métodos elétricos baseia-se na geração de um campo elétrico, através da injeção de corrente elétrica no terreno por meio de dois elétrodos, e medição da diferença de potencial elétrico entre dois outros pontos. A corrente elétrica é transportada através dos terrenos por meio de movimentos de eletrões livres no sólido, ou por movimentos de iões na água.

Existem diversos dispositivos de prospeção geoeletrica, pelo método da resistividade, todos eles tetraeletródicos, sendo dois elétrodos de potencial (M e N) e dois de corrente (A e B), tal como se representa no esquema seguinte.

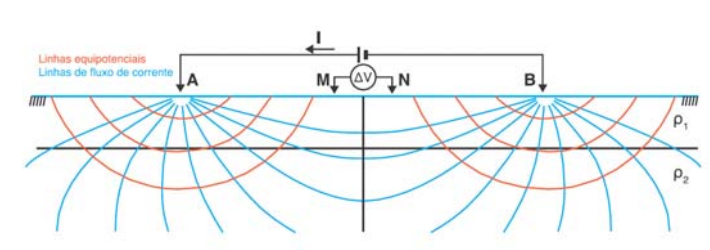


Figura 5.11 - Dispositivo tetraeletródico na superfície de um meio estratificado horizontalmente p_1 e p_2 : resistividade elétrica das duas camadas (adaptado Sheriff, 1990).

Se o centro do dipolo de potencial coincide com o centro do dipolo de injeção, estamos perante o dispositivo de Schlumberger, se os dipolos têm dimensões diferentes, ou de Wenner, se os dipolos têm sempre a mesma dimensão.

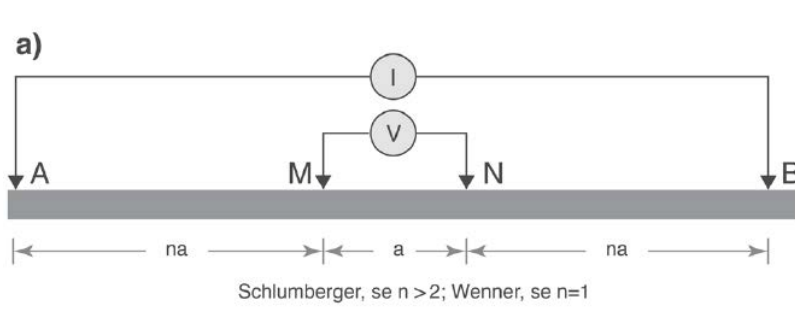


Figura 5.12 - Dispositivo de Schlumberger e de Wenner (adaptado Sheriff, 1990).

No caso em que o primeiro dipolo é de injeção e o segundo de leitura de potenciais, onde a dimensão dos dipolos de injeção e de potencial é inferior ou igual à distância entre eles, estamos perante o dispositivo Dipolo-Dipolo.



Figura 5.13 - Dispositivo de Dipolo-Dipolo (adaptado Sheriff, 1990).

Considerando o objetivo proposto, optou-se pelo dispositivo de Wenner, que apresenta uma boa resolução vertical, consegue medidas de maior voltagem e é mais robusto para efetuar medições onde as condições do terreno não são perfeitas, como por exemplo ruído.

A metodologia de aquisição consistiu basicamente na disposição em linha de um conjunto de eletrodos, espaçados 5,0 m entre si e interligados por um cabo multi-condutor que, por sua vez, se encontrava ligado a um resistivímetro (LGM 4point light hp).

Este resistivímetro permite a ligação direta a um computador que por intermédio de um software da especialidade (GEOTEST) controla o dispositivo geoelectrico pretendido e toda a logística envolvida na aquisição de dados.

Para a injeção de uma corrente eléctrica máxima no subsolo, cerca de 100mA utilizou-se uma bateria de 12V. De modo a assegurar o melhor contacto possível na interface electrodo/solo, humedeceu-se previamente o solo no pé dos electrodos com água e sal.

O software de aquisição permite a visualização imediata das pseudo-seções onde são representadas as resistividades aparentes medidas no terreno. No entanto, a obtenção de um modelo de resistividade eléctrica pressupõe a inversão algorítmica das pseudo-seções que foi efetuada com recurso ao software Res2DInv de M.H. Loke (1999).

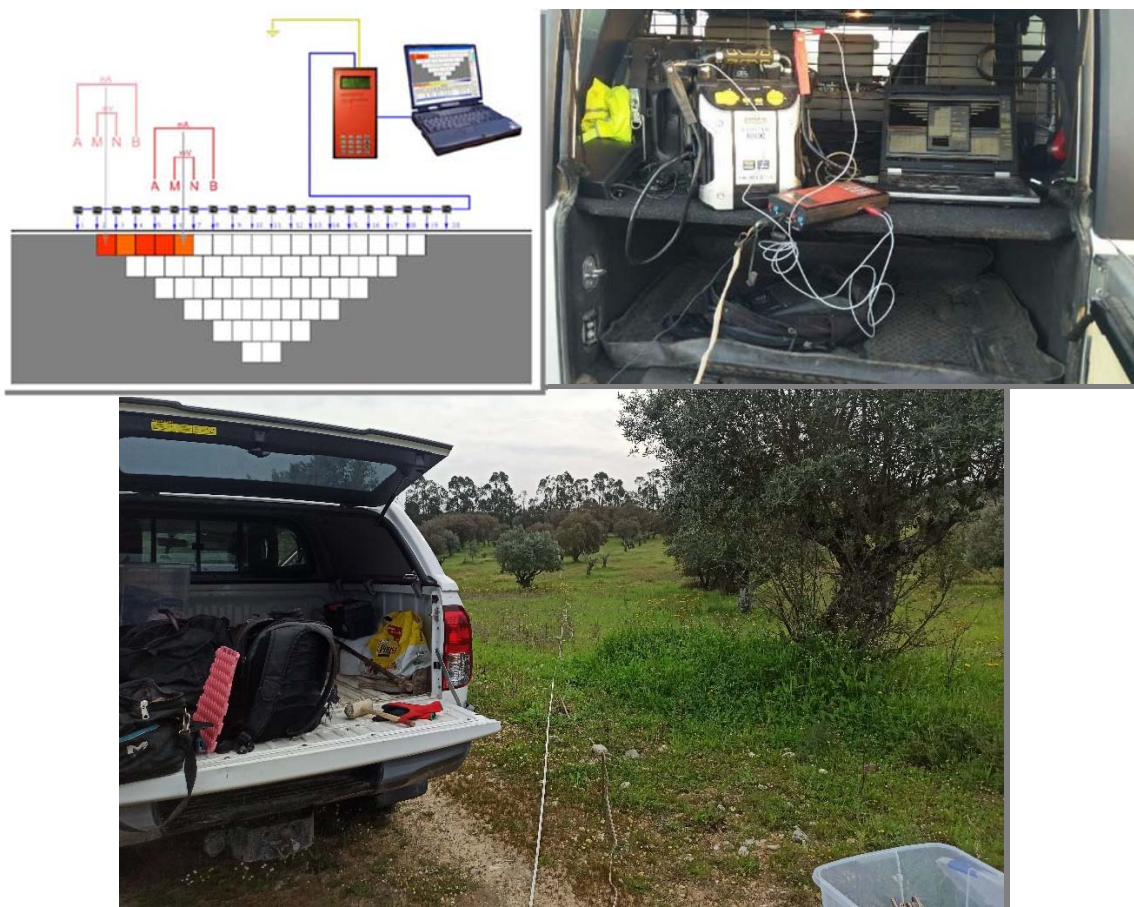


Figura 5.14 - Ilustração do dispositivo eletrónico de aquisição e equipamentos utilizados na aquisição dos perfis de resistividade e alinhamento do perfil (SEV-1/PRE-1), respetivamente.

Em anexo seguem os boletins da medição da resistividade elétrica. Nas tabelas e figuras seguintes, estão dispostas as configurações geométricas dos perfis elétricos e respetivos resultados.

Quadro 5.7 - Resumo das configurações finais dos perfis executados.

Perfil de resistividade elétrica	Coordenadas <i>Datum ETRS 89</i> (m)	Distância Dipolar (m)	Dispositivo de Prospeção Geoelétrica	Comprimento do perfil (m)
SEV-1 PRE-1	A:1799; -22987 B:1948; -22977	5,00	Wenner	150,00
SEV-2 PRE-2	A: 1804; -23069 B: 1953; -23060	5,00	Wenner	150,00
SEV-3 PRE-3	A:1810; -23164 B: 1960; -23156	5,00	Wenner	150,00
Comprimento Total (m)				450,00

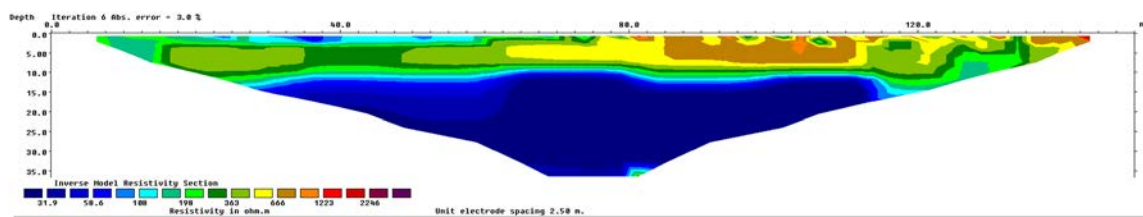


Figura 5.15 - Tomografia Geométrica do perfil PRE-1 (Fase 1).

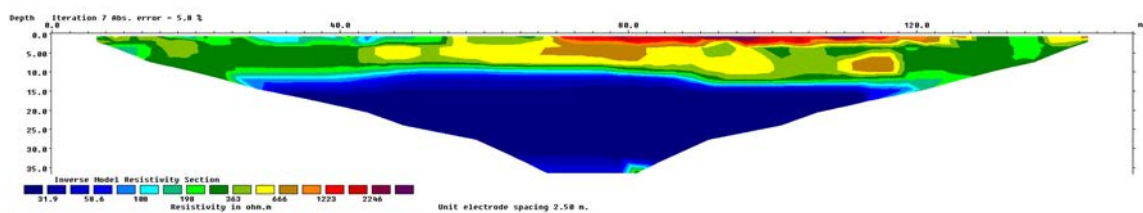


Figura 5.16 - Tomografia Geométrica do perfil PRE-1 (Fase 2).

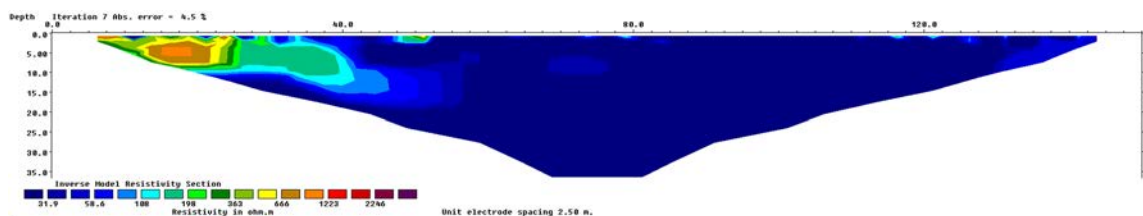


Figura 5.17 - Tomografia Geométrica do perfil PRE-2 (Fase 1).

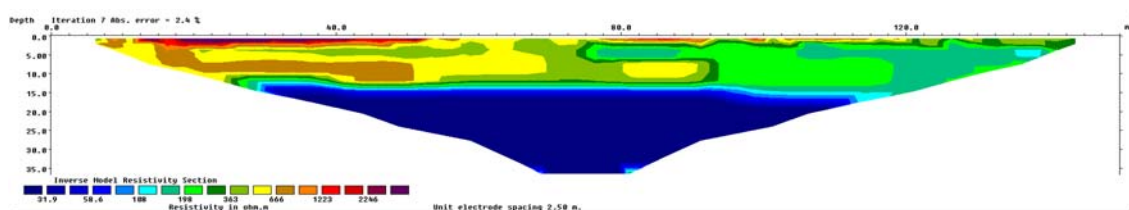


Figura 5.18 - Tomografia Geométrica do perfil PRE-2 (Fase 2).

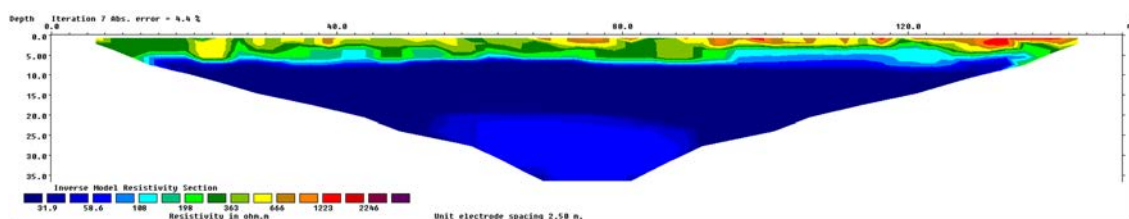


Figura 5.19 - Tomografia Geométrica do perfil PRE-3 (Fase 1).

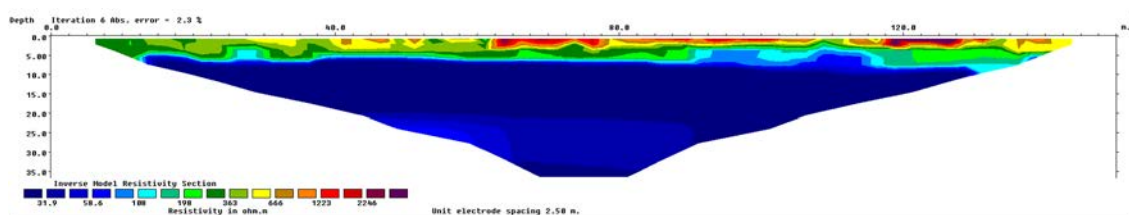


Figura 5.20 - Tomografia Geométrica do perfil PRE-3 (Fase 2).

Quadro 5.8 - Valores de resistividade elétrica obtidos no ponto central dos perfis (75,00m).

Perfil	Resistividade Elétrica (Ohm.m) (Ponto Central - 75,00m)										
	Profundidade (m)										
	0,70	2,10	3,80	5,50	7,50	9,60	11,90	14,50	17,30	20,50	23,90
SEV-1 (Fase 1)	420	594	591	586	457	113	31	19	14	13	13
SEV-1 (Fase 2)	2138	1104	691	689	638	187	44	26	20	20	21
Variação	+1718	+510	+100	+103	+181	+74	+13	+7	+6	+7	+8
SEV-2 (Fase 1)	87	15	8	10	26	27	21	6	5	5	5
SEV-2 (Fase 2)	748	308	186	186	402	402	379	69	18	11	10
Variação	+293	+178	+176	+376	+375	+358	+63	+12	+6	+5	+1
SEV-3 (Fase 1)	854	604	320	280	64	6	5	5	8	42	70
SEV-3 (Fase 2)	1207	1147	358	277	38	7	7	7	11	30	37
Variação	+353	+38	-3	-26	+1	+2	+2	+3	-12	-33	-34

Quadro 5.9 - Intervalos de valores de resistividade elétrica obtidos.

Intervalo da Resistividade Elétrica (Ohm.m)	Tonalidade	Classificação
<10		Muito baixa
10-25		Baixa
25-50		Baixa a média
50-100		Média
100-1000		Média a Elevada
1000-10000		Elevada
>10000		Muito Elevada

Dos resultados geofísicos adquiridos podem-se retirar as seguintes ilações:

- As tomografias de resistividade elétrica (PRE), Figuras 5.14 a 5.19, definem horizontes bastante nítidos entre valores altos a muito elevados (amarelos a castanhos) associados a estratos arenosos ou cascalheiras soltas, secas e horizontes de valores baixos a muito baixos (verdes-claros a azuis-escuros), que poderão corresponder a estratos completamente saturados e/ou com presença de argila do Miocénico Superior-Pliocénico Indiferenciado. Os horizontes mais resistivos estão restritos às camadas superficiais e os menos resistivos em profundidade, exceto no perfil PRE-2 que foi realizado num terreno praticamente saturado em toda a sua extensão no decorrer da primeira fase da campanha;
- Ainda em relação às tomografias e tendo em conta as duas fases da campanha de prospeção, verifica-se que ocorreu um aumento da resistividade elétrica do meio na franja superficial, aquando da fase 2, em consequência da secagem natural do terreno e da percolação da água para níveis mais profundos, sendo este fenómeno mais pronunciado no perfil PRE-2. No entanto salienta-se que após os 7,00m de profundidade (PRE-2) e os 10,00m (PRE-1 e PRE-3), se está perante horizontes bastante bem definidos de resistividades elétricas muito baixas, que demarcam a posição do nível freático e/ou a presença de horizontes argilosos (mais condutivos) indo de certa forma ao encontro dos resultados obtidos nas sondagens mecânicas;
- Os perfis SEV exibem quase sempre valores médios a elevados até cerca dos 8,00m de profundidade, variando de grosso modo entre os 113 ohm.m e os 1207 ohm.m. Após esta profundidade os valores diminuem drasticamente para valores muito baixos a baixos, entre os 7 ohm.m e os 21 ohm.m, em consequência da presença do nível freático e dos horizontes argilosos;

- Ainda comparando as duas fases, verifica-se um aumento nas resistividades algo significativa até aos 9,60m de profundidade nos perfis PRE-1 e PRE-2, enquanto no perfil PRE-3, este aumento apenas se fez notar até aos 2,10m de profundidade, podendo corresponder à posição do nível freático neste local aquando da execução deste perfil.

6 Ensaios de Laboratório

6.1 Ensaios geotécnicos sobre solos

No sentido de identificar e caracterizar as propriedades geotécnicas dos solos ocorrentes na área em estudo, nesta campanha de prospeção geotécnica foram executados ensaios de laboratório, em amostras colhidas nos poços de reconhecimento, nomeadamente;

- 5 teores em água segundo a Norma Portuguesa NP 84 – 1965;
- 5 limites de Atterberg segundo a Norma Portuguesa NP 143 - 1969;
- 5 análises granulométricas por peneiração húmida, segundo a especificação LNEC E239;
- 5 determinações da densidade das partículas sólidas, segundo a Norma Portuguesa NP-83;
- 5 ensaios Proctor Modificado, segundo a especificação LNEC E197;
- 5 ensaios CBR, segundo a especificação LNEC E198.

Os boletins correspondentes aos ensaios encontram-se em anexo, resumindo-se os resultados obtidos no quadro seguinte e gráficos seguintes.

Quadro 6.1 – Quadro resumo dos resultados dos ensaios de laboratório.

Poço	Id Laboratório	Prof. da amostra (m)	Teor em água (%)	Análise granulométrica (% de material passado)				Limites de <i>Atterberg</i>		Classificação de solos		Densidade das partículas	Compactação			
				# 200	#40	#10	#4	LL	IP	Unificada	AASHTO	g/cm³	Proctor Modificado		C.B.R. ^{95%}	
													W (%)	Yd (KN/m³)	C.B.R.	Exp.
P1	LG20724	0,40-1,30	4	12,99	23,20	48,08	61,96	NP	NP	SM (areia siltosa c/cascalho)	A-1-a (0)	2,73	6,20	21,45	32,4	0,00
P3	LG20824	1,20-1,70	9	30,36	38,50	59,52	72,31	47	26	SC (areia argilosa c/cascalho)	A-2-7 (2)	2,62	8,90	20,85	12,4	0,31
P4	LG20924	0,30-1,30	8	19,67	31,34	70,33	86,12	NP	NP	SM (areia siltosa)	A-1-b (0)	2,65	5,70	21,30	16,2	0,00
P4	LG21024	2,00-2,50	15	31,08	46,86	83,94	92,47	45	25	SC (areia argilosa)	A-2-7 (2)	2,62	9,50	19,73	11,5	0,77
P5	LG21124	1,20-1,80	13	29,72	35,64	50,51	55,73	51	29	GC (cascalho argiloso com areia)	A-2-7 (3)	2,63	7,10	20,80	6,3	1,57

Os materiais resultantes das escavações correspondem essencialmente a areias siltsas e argilas frequentemente com cascalho, e pontualmente cascalhos argilosos com areia. A componente em finos oscila entre os 13% e os 31%, apresentando 3 amostras ensaiadas comportamento plástico.

Os solos encontram-se secos a relativamente húmidos com teores em água entre 8% e 15%. A densidade das partículas sólidas oscila entre 2,62 g/cm³ a 2,73 g/cm³.

Em termos de Classificação Rodoviária (AASHTO) os solos amostrados enquadram-se maioritariamente no grupo A-2-7, e pontualmente nos grupos A-1-a e A-1-b, apresentando bom a excelente comportamento para serem utilizados nas camadas abaixo do pavimento. No que concerne à Classificação Unificada são solos do tipo SM (areias siltsas pontualmente com cascalho) e SC (areias argilasas pontualmente com cascalho) e GC (cascalhos argilosos com areia).

De modo a estudar as características de compactação dos solos resultantes da escavação visando a sua reutilização em obra, foram também realizados ensaios Proctor Modificado e CBR sobre amostras remexidas recolhidas nos poços de reconhecimento.

O ensaio Proctor tem como objetivo a determinação do teor em água ótimo (W_{OT}) e a baridade seca máxima (γ_{dmax}), que são as características do solo cujo reconhecimento é fundamental para a realização e controle de obras de aterro.

O ensaio CBR é uma medida aferidora da capacidade de suporte de um solo que permite o dimensionamento de pavimentos flexíveis.

O ensaio de compactação pesada (Proctor Modificado) apresenta um teor em água ótimo, $W_{ótimo}$, entre os 6% e os 10% e um valor de baridade seca máxima entre 20 a 21 KN/m³.

Após embebição dos solos durante 5 dias em água, foi registado um índice C.B.R. entre 6% a 32% para um grau de compactação de 95%. O valor de expansibilidade medido neste ensaio foi de 0,0% a 1,6%.

6.2 Agressividade dos solos ao betão

Os solos agressivos têm o potencial de ter um impacto negativo sobre as estruturas de betão, devido ao seu conteúdo químico. A agressividade do solo ao betão, pode ser medida pela sua acidez Baumann-Gully e o seu teor em sulfatos.

Para obter as propriedades químicas dos solos que ocorrem na área de estudo, e para avaliar a sua agressividade ao betão de acordo com a norma NP EN 206-1, foram sujeitas a ensaios 2 amostras, recolhidas nos poços de reconhecimento.

O quadro seguinte fornece um resumo dos resultados obtidos e os boletins individuais dos resultados podem ser encontrados anexados a este relatório.

Quadro 6.2 - Ensaio de laboratório de agressividade ao betão e valores limite da classe de exposição ao ataque químico dos solos naturais.

Poço	Prof. (m)	Parâmetro		Parâmetro	Ligeiramente agressivo (XA1)	Moderadamente agressivo (XA2)	Altamente agressivo (XA3)
		Acidez de Baumann-Gully mL/kg	Sulfatos Mg(SO ₄) / kg				
P3	1,20 - 1,70	104	1368	Sulfatos Mg(SO ₄) / kg	≥2000 e ≤3000	>3000 e ≤12000	>12000 e ≤24000
P4	2,00 - 2,50	104	732	Acidez de Baumann-Gully mL/kg	>200	Não encontrado na prática	

De acordo com os resultados obtidos, pode concluir-se que:

- Os solos analisados apresentam graus de acidez de Baumann-Gully de 104mL/kg, e os teores em sulfato variam entre 732 a 1368 Mg(SO₄) / kg;
- Conclui-se que todos os valores obtidos se encontram abaixo do limite ligeiramente agressivo (XA1), sendo estes solos não agressivos na prática ao betão de acordo com a norma indicada.

7 Recomendações

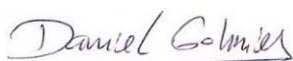
As conclusões apresentadas nos capítulos anteriores foram baseadas nos resultados dos trabalhos de prospeção e ensaios, que como é sabido têm um carácter pontual, embora se admita que possam corresponder à realidade dos terrenos atravessados.

Desta forma, durante a construção deverão ser introduzidas, se necessário, adaptações às condições efetivamente encontradas, pelo que se recomenda que a obra, seja acompanhada por especialista em geotecnia/geologia, que possa confirmar as considerações geotécnicas apresentadas, adaptando-as à realidade detetada.

A GEOALGAR manifesta ainda a disponibilidade da sua equipa técnica para prestar os esclarecimentos adicionais necessários.

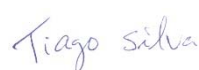
Lagos, 27 de junho de 2024

Daniel Gabriel



Geólogo de Engenharia
(FCUL - Universidade de Lisboa)
(Membro APG nº 01296)

Tiago Silva



Engenheiro Geólogo
(Universidade de Aveiro)

Ricardo Castro



Geólogo de Engenharia
(FCUL - Universidade de Lisboa)
(Membro APG nº 01398)

ANEXOS

Elementos de Prospeção Geotécnica e Geofísica

Boletins das sondagens mecânicas

Boletins dos poços de reconhecimento

Boletins dos ensaios de Penetração Dinâmica Super Pesada

Boletins da determinação da resistividade elétrica do solo

Boletins dos perfis de sísmica de refração

Boletins dos ensaios geotécnicos sobre solos

Boletins dos ensaios geoquímicos

ELEMENTOS DE PROSPEÇÃO GEOTÉCNICA E GEOFÍSICA

BOLETINS DAS SONDAGENS MECÂNICAS



SONDAGEM MECÂNICA

Novo Posto de Corte do Pêgo (400 kV)

Estudo Geológico-Geotécnico

Proj. Nº
PJ03824

Sondagem
S1

Pág. 1 de 1

Coord.: ETRS 89

M: 1822,03

P: -23008,49

Cota (m): -

Cliente: Quadrante - Engenharia e Consultoria, S.A.

Local: Pêgo, Abrantes

Data de Início: 25/06/2024

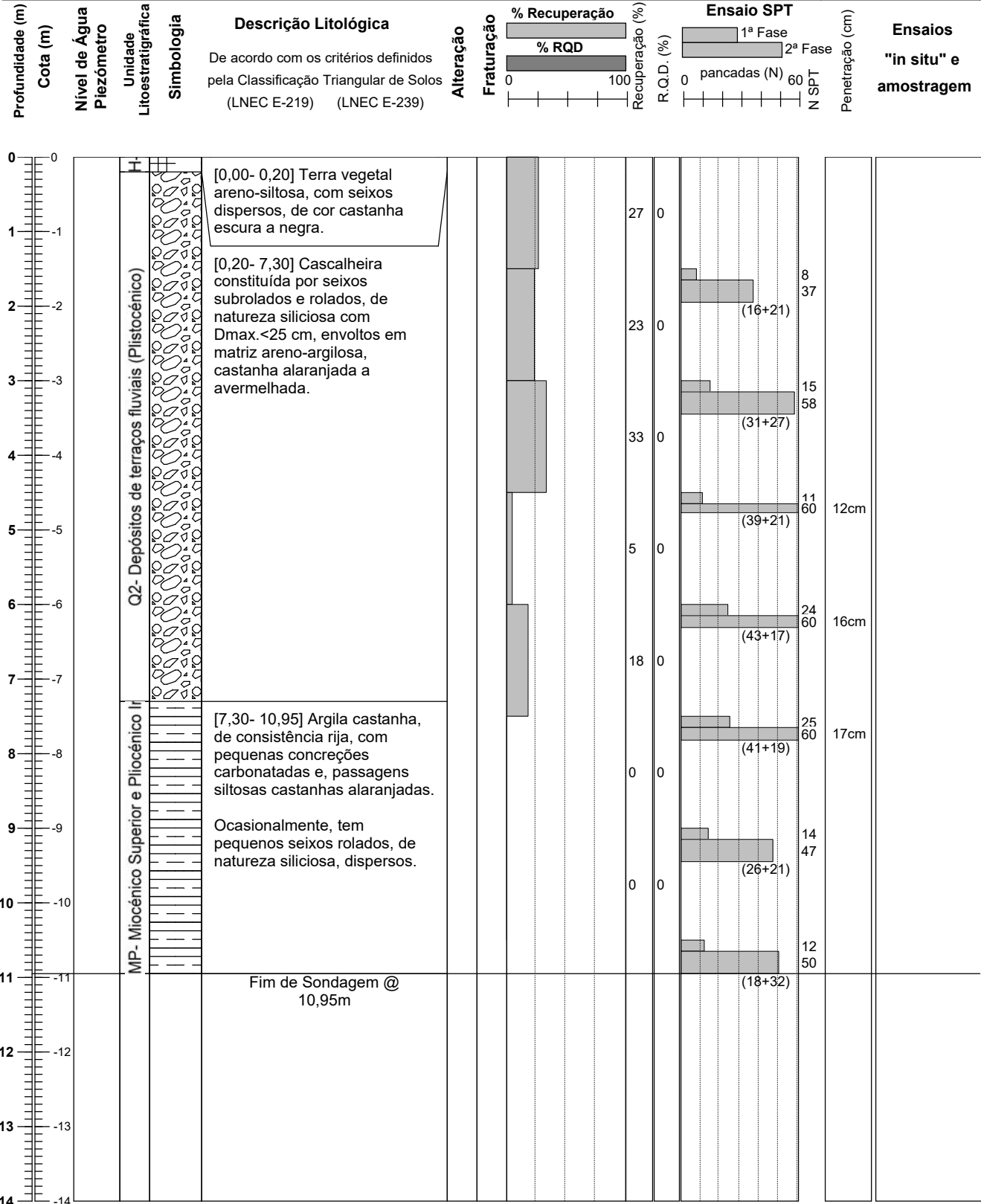
Data de Conclusão: 25/06/2024

Equipamento: FRASTE SL.G

Tipo de furação: T2 - [0,00-10,50]m

Diâmetros: Furação: 86mm
Revestimento: 98mm - 9,00m

Inclinação: 90° Comprimento: 10,95m



	SONDAGEM MECÂNICA Novo Posto de Corte do Pêgo (400 kV) Estudo Geológico-Geotécnico	Proj. Nº PJ03824
		Sondagem S1
Cliente: Quadrante - Engenharia e Consultoria, S.A. Local: Pêgo, Abrantes Data de Início: 25/06/2024 Data de Conclusão: 25/06/2024 Equipamento: FRASTE SL.G	Tipo de furação: T2 - [0,00-10,50]m Diâmetros: Furação: 86mm Revestimento: 98mm - 9,00m Inclinação: 90° Comprimento: 10,95m	Pág. 1 de 1 Coord.: ETRS 89 M: 1822,03 P: -23008,49 Cota (m): -

REGISTO FOTOGRÁFICO

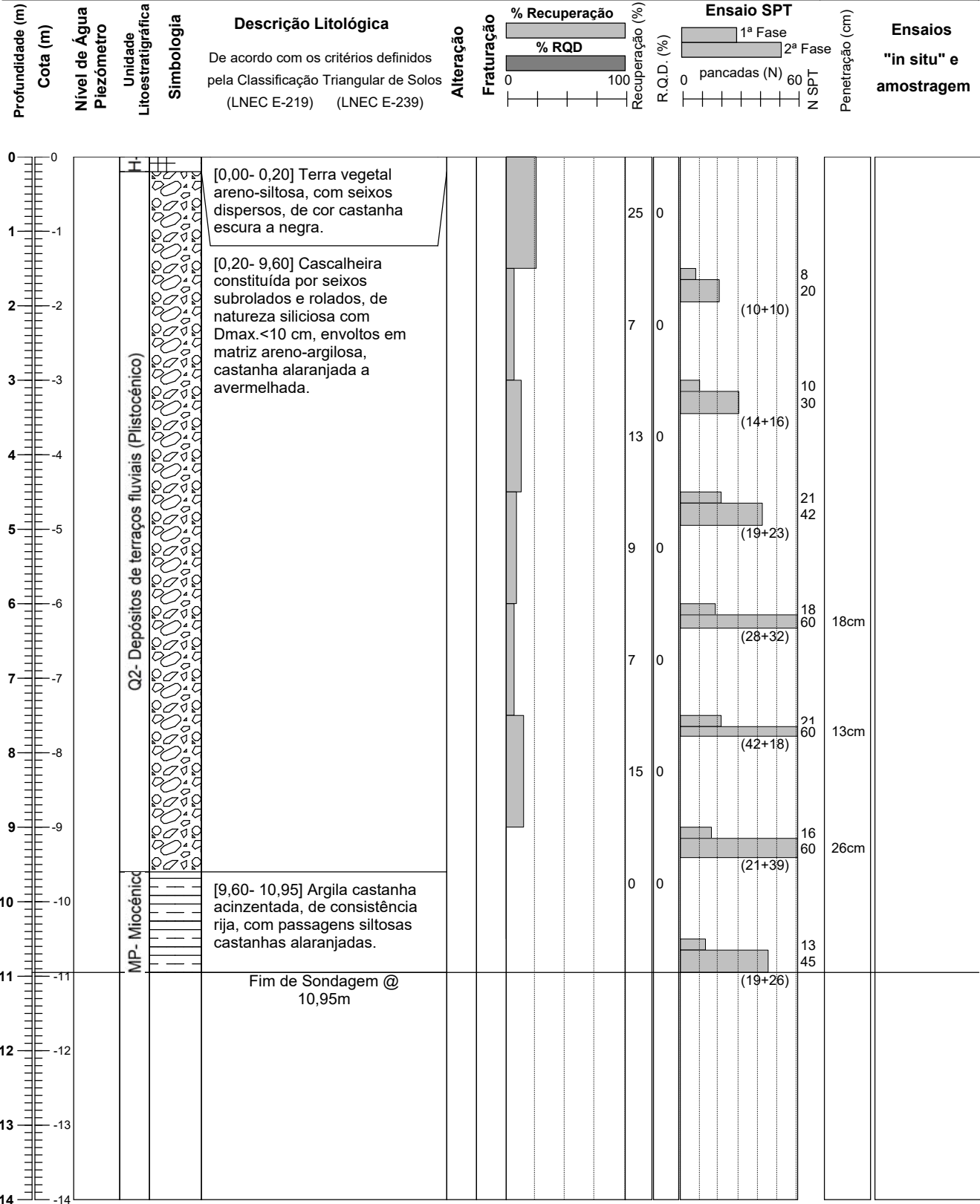


Observações: - De acordo com a Carta Geológica de Portugal, à escala 1:50 000, folha 28-C.

Elaborado por: Luís Rosa

Verificado por: Ricardo Castro

GEOALGAR Consultoria em Geotecnia, Hidrogeologia e Ambiente SONDAGEM MECÂNICA Novo Posto de Corte do Pêgo (400 kV) Estudo Geológico-Geotécnico		Proj. Nº PJ03824
		Sondagem S2
Cliente: Quadrante - Engenharia e Consultoria, S.A.	Tipo de furação: T2 - [0,00-10,50]m	Pág. 1 de 1
Local: Pêgo, Abrantes		Coord.: ETRS 89
Data de Início: 25/06/2024 Data de Conclusão: 25/06/2024		M: 1937,19
Equipamento: FRASTE SL.G	Inclinação: 90° Comprimento: 10,95m	P: -22996,60
		Cota (m): -



Observações: - De acordo com a Carta Geológica de Portugal, à escala 1:50 000, folha 28-C.	Elaborado por: Luís Rosa
	Verificado por: Ricardo Castro

	SONDAGEM MECÂNICA		Proj. Nº PJ03824
	Novo Posto de Corte do Pêgo (400 kV) Estudo Geológico-Geotécnico		Sondagem S2
Cliente: Quadrante - Engenharia e Consultoria, S.A.	Tipo de furação: T2 - [0,00-10,50]m	Pág. 1 de 1	
Local: Pêgo, Abrantes	Diâmetros: Furação: 86mm Revestimento: 98mm - 9,00m	Coord.: ETRS 89	
Data de Início: 25/06/2024 Data de Conclusão: 25/06/2024	Inclinação: 90° Comprimento: 10,95m	M: 1937,19	
Equipamento: FRASTE SL.G		P: -22996,60	
		Cota (m): -	

REGISTO FOTOGRÁFICO



Observações: - De acordo com a Carta Geológica de Portugal, à escala 1:50 000, folha 28-C.

Elaborado por: Luís Rosa

Verificado por: Ricardo Castro

	SONDAGEM MECÂNICA Novo Posto de Corte do Pêgo (400 kV) Estudo Geológico-Geotécnico	Proj. Nº PJ03824
		Sondagem S3
Cliente: Quadrante - Engenharia e Consultoria, S.A.	Tipo de furação: T2 - [0,00-13,50]m	Pág. 1 de 1
Local: Pêgo, Abrantes	Diâmetros: Furação: 86mm Revestimento: 98mm - 12,00m	Coord.: ETRS 89
Data de Início: 24/06/2024 Data de Conclusão: 24/06/2024	Inclinação: 90° Comprimento: 13,91m	M: 1822,68
Equipamento: FRASTE SL.G		P: -23148,55
		Cota (m): -

REGISTO FOTOGRÁFICO



Observações: - De acordo com a Carta Geológica de Portugal, à escala 1:50 000, folha 28-C.	Elaborado por: Luís Rosa Verificado por: Ricardo Castro
---	--



	SONDAGEM MECÂNICA Novo Posto de Corte do Pêgo (400 kV) Estudo Geológico-Geotécnico	Proj. Nº PJ03824
		Sondagem S4-Pz
Cliente: Quadrante - Engenharia e Consultoria, S.A.	Tipo de furação: T2 - [0,00-12,00]m	Pág. 1 de 1
Local: Pêgo, Abrantes	Diâmetros: Furação: 86mm Revestimento: 98mm - 12,00m	Coord.: ETRS 89
Data de Início: 24/06/2024 Data de Conclusão: 24/06/2024	Inclinação: 90° Comprimento: 12,43m	M: 1966,83
Equipamento: FRASTE SL.G		P: -23138,93
		Cota (m): -

REGISTO FOTOGRÁFICO



Observações: - De acordo com a Carta Geológica de Portugal, à escala 1:50 000, folha 28-C.
- Instalação de piezómetro de 60mm, ranhurado entre os 6,00m e os 12,00m.
- Nível de água medido no dia 25/06/2024 @9,00m.

Elaborado por: Luís Rosa
Verificado por: Ricardo Castro

BOLETINS DOS POÇOS DE RECONHECIMENTO

Local: Pêgo, Abrantes	Alcance da Máquina: ☐	Proj. No. PJ03824
Data de Execução: 16/04/2024	Difícil escavação: ☒	Poço P1
Equipamento: CASE 580 Super LE	Abatimento das paredes: ☐	
Coordenadas: ETRS 89 M: 1831,32 P: -22833,27 Cota:	Profundidade: 3,10m	

Prof. (m)	Nível de Água	Estratigrafia	Simbologia	Descrição Litológica	Escavação	Amostragem e Ensaios				Proctor Modificado CBR 95%	Classificação Unificada AASHTO
				De acordo com os critérios definidos pela Classificação Triangular dos Solos (LNEC E-219) (LNEC E-239)	Fácil Difícil M. Difícil	Amostra	Finos (%)	LL (%)	IP (%)		
0,0		H-Holocén		(0,00- 0,40) Terra vegetal areno-siltosa negra, com abundantes seixos dispersos.							
1,0		Q2- Depósitos de terraços fluviais (Plistocénico)		(0,40- 1,30) Areia mal graduada, levemente siltosa, amarelada, com abundantes seixos subrolados a rolados dispersos, com dmáx<5cm. (Foto 2). Passa a claramente grosseira a partir dos 0,90m de profundidade.		LG 20724	12,99	NP	NP	Yd=21,45KN/m3 Wópt=6,2% CBR=32,4% exp.=0,00%	SM A-1-a (0)
2,0				(1,30- 3,10) Cascalheira constituída por seixos subrolados e rolados, de natureza siliciosa com Dmáx<5 cm envoltos em matriz areno-argilosa avermelhada e alaranjada. (Foto 3).							
3,0											
4,0											



Foto 1



Foto 2



Foto 3

Observações: Unidades estratigráficas de acordo com a Carta Geológica de Portugal 1:50.000, folha 28-C.

Elaborado por: Tiago Silva

Local: Pêgo, Abrantes	Alcance da Máquina: ☐	Proj. No. PJ03824
Data de Execução: 16/04/2024	Difícil escavação: ☐	Poço P2
Equipamento: CASE 580 Super LE	Abatimento das paredes: ☒	
Coordenadas: ETRS 89 M: 1937,20 P: -22891,56 Cota:	Profundidade: 1,50m	

Prof. (m)	Nível de Água	Estratigrafia	Simbologia	Descrição Litológica	Escavação	Amostragem e Ensaios				Classificação
				De acordo com os critérios definidos pela Classificação Triangular dos Solos (LNEC E-219) (LNEC E-239)	Fácil Difícil M. Difícil	Amostra Finos (%)	LL (%)	IP (%)	Proctor Modificado CBR 95%	Unificada AASHTO
0,0				(0,00- 0,50) Terra vegetal arenosiltosa negra, com abundantes seixos dispersos.						
				(0,50- 1,50) Areia argilosa amarelada e acastanhada, com abundantes seixos rolados dispersos de D _{máx} <10cm.						
1,0				Aparecimento de cascalheira na base.						
				O término do poço deu-se à interseção do nível freático aos 1,10m de profundidade. Uma vez que os materiais desde a superfície se encontravam completamente saturados, não se procedeu à recolha de amostras de solo.						
2,0										
3,0										
4,0										



Foto 1



Foto 2



Foto 3

Observações: Unidades estratigráficas de acordo com a Carta Geológica de Portugal 1:50.000, folha 28-C.

Elaborado por: Tiago Silva

Local: Pêgo, Abrantes	Alcance da Máquina: ☐	Proj. No.
Data de Execução: 16/04/2024	Difícil escavação: ☒	PJ03824
Equipamento: CASE 580 Super LE	Abatimento das paredes: ☐	Poço
Coordenadas: ETRS 89 M: 1791,73 P: -22893,91 Cota:	Profundidade: 3,00m	P3

Prof. (m)	Nível de Água	Estratigrafia	Simbologia	Descrição Litológica	Escavação	Amostragem e Ensaios				Proctor Modificado	Classificação
				De acordo com os critérios definidos pela Classificação Triangular dos Solos (LNEC E-219) (LNEC E-239)	Fácil Difícil M. Difícil	Amostra	Finos	LL	IP	CBR 95%	Unificada AASHTO
						(%)	(%)	(%)			
0,0		H-Holocénico		(0,00- 0,50) Terra vegetal areno-siltosa negra, com abundantes seixos dispersos.							
1,0		Q2- Depósitos de terraços fluviais (Plistocénico)		(0,50- 1,20) Cascalheira constituída por seixos subrolados de natureza siliciosa, de D _{máx} <4cm, envoltos em matriz areno-argilosa amarelada e alaranjada.							
				(1,20- 1,70) Areia argilosa avermelhada, com abundantes seixos rolados dispersos. (Foto 2).		LG 20824	30,36	47	26	Y _d =20,85KN/m ³ W _{ópt} =8,9% CBR=12,4% exp.=0,31%	SC A-2-7(2)
2,0				(1,70- 3,00) Cascalheira constituída por seixos subrolados e rolados, de natureza siliciosa com D _{máx} <5 cm envoltos em matriz areno-argilosa avermelhada e alaranjada, com laivos esbranquiçados siltosos. (Foto 3).							
3,0				Presença de um nível de água suspenso aos 2,50m de profundidade.							
4,0											



Foto 1



Foto 2



Foto 3

Observações: Unidades estratigráficas de acordo com a Carta Geológica de Portugal 1:50.000, folha 28-C.

Elaborado por: Tiago Silva

Local: Pêgo, Abrantes	Alcance da Máquina: ☐	Proj. No. PJ03824
Data de Execução: 16/04/2024	Difícil escavação: ☐	Poço P4
Equipamento: CASE 580 Super LE	Abatimento das paredes: ☒	
Coordenadas: ETRS 89 M: 1908,24 P: -22985,93 Cota:	Profundidade: 3,20m	

Prof. (m)	Nível de Água	Estratigrafia	Simbologia	Descrição Litológica	Escavação	Amostragem e Ensaios				Proctor Modificado CBR 95%	Classificação Unificada AASHTO
				De acordo com os critérios definidos pela Classificação Triangular dos Solos (LNEC E-219) (LNEC E-239)	Fácil Difícil M. Difícil	Amostra	Finos	LL	IP		
						(%)	(%)	(%)			
0,0		H-Holoxénico		(0,00- 0,30) Terra vegetal areno-siltosa negra, com abundantes seixos dispersos.							
1,0		Q2- Depósitos de terraços fluviais (Plistocénico)		(0,30- 1,30) Areia mal graduada, amarelada, com abundantes seixos rolados dispersos. (Foto 2).		LG 20924	19,67	NP	NP	Yd=21,30KN/m3 Wópt=5,75% CBR=16,2% exp.=0,00%	SM A-1-b(0)
				(1,30- 1,70) Areia mal graduada, levemente argilosa, alaranjada, amarelada, com laivos esbranquiçados siltosos.							
2,0				(1,70- 2,70) Areia fina argilosa, esbranquiçada, com passagens arenosas médias a grosseiras alaranjadas. Apresenta pequenos seixos rolados dispersos. (Foto 3).		LG 21024	31,08	45	25	Yd=19,73KN/m3 Wópt=9,52% CBR=11,5% exp.=0,77%	SC A-2-7 (2)
3,0				Interseção do nível de água aos 2,60m de profundidade. Nível de água suspenso aos 2,10m.							
4,0				(2,70- 3,20) Cascalheira constituída por seixos subrolados e rolados, de natureza siliciosa com D _{máx} <5 cm envoltos em matriz areno-argilosa avermelhada e alaranjada.							



Foto 1



Foto 2



Foto 3

Observações: Unidades estratigráficas de acordo com a Carta Geológica de Portugal 1:50.000, folha 28-C.

Elaborado por: Tiago Silva

Local: Pêgo, Abrantes	Alcance da Máquina: ☒	Proj. No. PJ03824
Data de Execução: 16/04/2024	Difícil escavação: ☐	Poço P5
Equipamento: CASE 580 Super LE	Abatimento das paredes: ☐	
Coordenadas: ETRS 89 M: 1789,49 P: -23037,49 Cota:	Profundidade: 4,00m	

Prof. (m)	Nível de Água	Estratigrafia	Simbologia	Descrição Litológica	Escavação	Amostragem e Ensaios				Proctor Modificado CBR 95%	Classificação Unificada AASHTO
				De acordo com os critérios definidos pela Classificação Triangular dos Solos (LNEC E-219) (LNEC E-239)	Fácil Difícil M. Difícil	Amostra	Finos (%)	LL (%)	IP (%)		
0,0				(0,00- 0,20) Terra vegetal arenosiltosa negra, com abundantes seixos dispersos.							
1,0		H-Holocénico		(0,20- 0,90) Aterro de afinidade à geologia local constituído por seixos rolados e subrolados com D _{máx} <30cm, e fragmentos de tijolo dispersos, envoltos em matriz areno-argilosa alaranjada. (Foto 2).							
2,0				(0,90- 1,20) Terra vegetal areno-argilosa negra e acastanhada escura.		LG 21124	29,72	51	29	Y _d =20,80KN/m ³ W _{ópt} =10,2% CBR=6,3% exp.=1,57%	GC A-2-7(3)
3,0		Q2- Depósitos de terraços fluviais (Plistocénico)		(1,20- 1,80) Areia argilosa amarelada, alaranjada e avermelhada, com abundantes seixos subrolados e angulosos de natureza siliciosa dispersos. Apresenta-se bastante húmida.							
4,0				(1,80- 4,00) Cascalheira constituída por seixos subrolados e rolados, de natureza siliciosa com D _{máx} <30 cm envoltos em matriz areno-argilosa avermelhada e alaranjada. Na base do poço a matriz tende para tonalidades esbranquiçadas. (Foto 3). Presença de vários níveis de água suspensos a diferentes profundidades.							



Foto 1



Foto 2



Foto 3

Observações: Unidades estratigráficas de acordo com a Carta Geológica de Portugal 1:50.000, folha 28-C.

Elaborado por: Tiago Silva

Local: Pêgo, Abrantes	Alcance da Máquina: ☐	Proj. No. PJ03824
Data de Execução: 16/04/2024	Difícil escavação: ☐	Poço P6
Equipamento: CASE 580 Super LE	Abatimento das paredes: ☒	
Coordenadas: ETRS 89 M: 1868,94 P: -23141,33 Cota:	Profundidade: 1,20m	

Prof. (m)	Nível de Água	Estratigrafia	Simbologia	Descrição Litológica	Escavação	Amostragem e Ensaios			Proctor Modificado	Classificação
				De acordo com os critérios definidos pela Classificação Triangular dos Solos (LNEC E-219) (LNEC E-239)	Fácil Difícil M. Difícil	Amostra Finos (%)	LL (%)	IP (%)	CBR 95%	Unificada AASHTO
0,0		H-Holocénico		(0,00- 0,60) Terra vegetal arenosiltosa negra.						
		Q2- Depósitos		(0,60- 1,20) Areia argilosa amarelada e acastanhada, com abundantes seixos rolados dispersos de D _{máx} <5cm.						
1,0				O término do poço deu-se à interseção do nível freático aos 1,10m de profundidade. Uma vez que os materiais desde a superfície se encontravam completamente saturados, não se procedeu à recolha de amostras de solo.						
2,0										
3,0										
4,0										



Foto 1



Foto 2



Foto 3

Observações: Unidades estratigráficas de acordo com a Carta Geológica de Portugal 1:50.000, folha 28-C.

Elaborado por: Tiago Silva

BOLETINS DOS ENSAIOS DE PENETRAÇÃO DINÂMICA SUPER PESADA

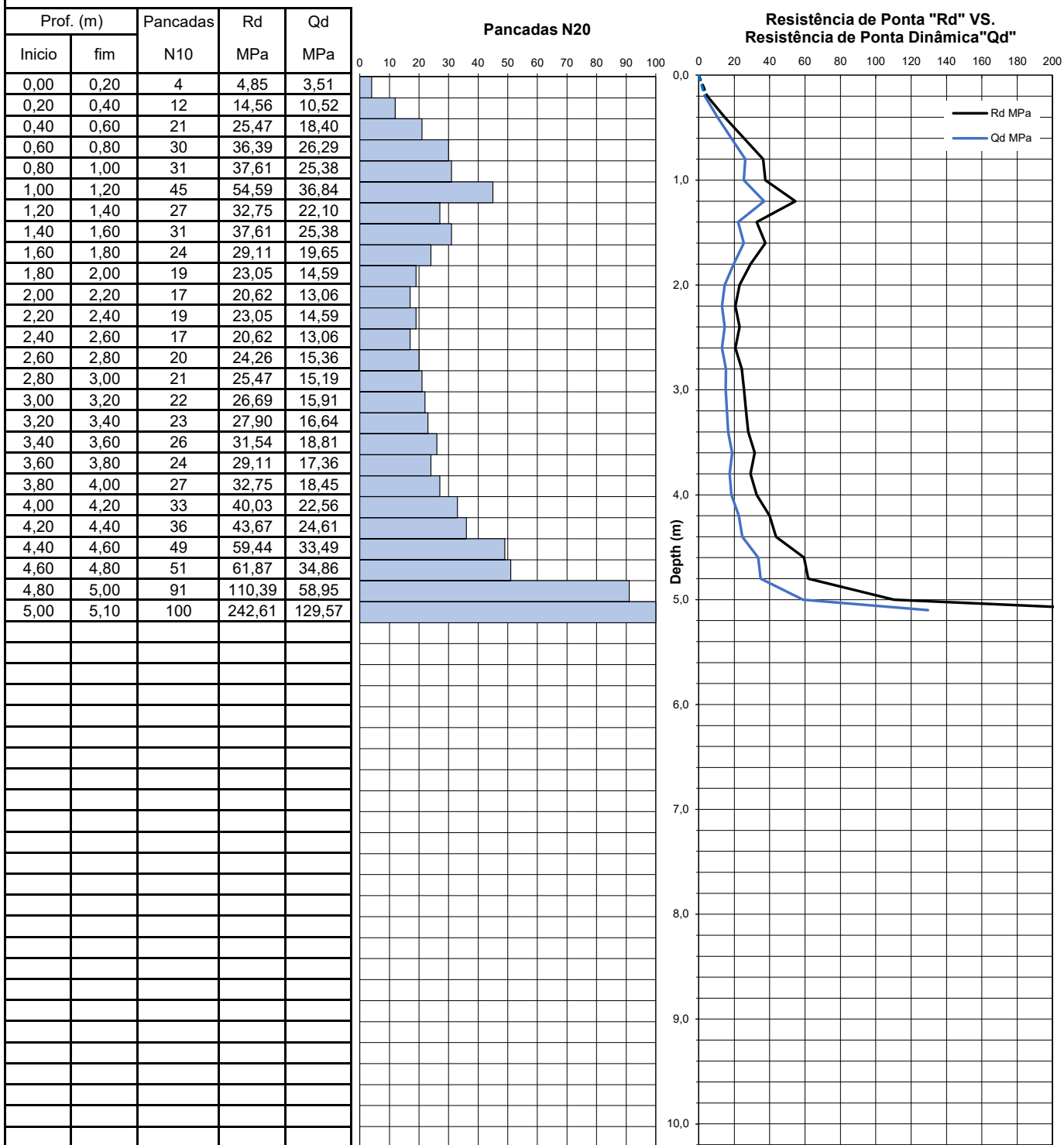
Cliente: QUADRANTE
Projeto: Novo Posto de Corte do Pêgo (400kV). Prospecção Geológico-Geotécnica
Local: Pêgo, Abrantes

Projeto Nº: PJ03824
Data de execução: 30/05/2024
DPSH Nº: DPSH 02

Coordenadas: ETRS89 **M:** 1941,81 **P:** -23035,65 **Z:** - **Prof. final(m):** 5,10

Características do Equipamento

Peso do pilão: 63,5Kg Peso de cada Vara: 6,2Kg Secção da ponteira: 20cm²
Peso do batente+Vara Guia+Cabeçote: 18,2Kg Altura de Queda: 75cm Peso da Ponteira: 0,70Kg



Observações:



Prospecção Geotécnica

PENETRAÇÃO DINÂMICA SUPER-PESADA (DPSH) EN ISO 22476-2

Cliente: QUADRANTE
Projeto: Novo Posto de Corte do Pêgo (400kV). Prospecção Geológico-Geotécnica
Local: Pêgo, Abrantes

Projeto Nº: PJ03824
Data de execução: 30/05/2024
DPSH Nº: DPSH 03

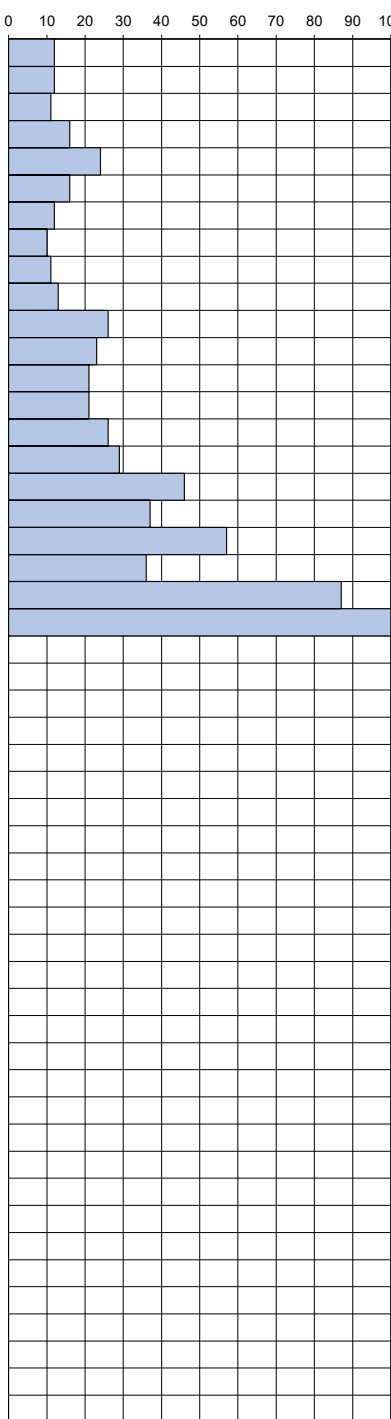
Coordenadas: ETRS89 **M:** 1825,97 **P:** -23118,57 **Z:** - **Prof. final(m):** 4,34

Características do Equipamento

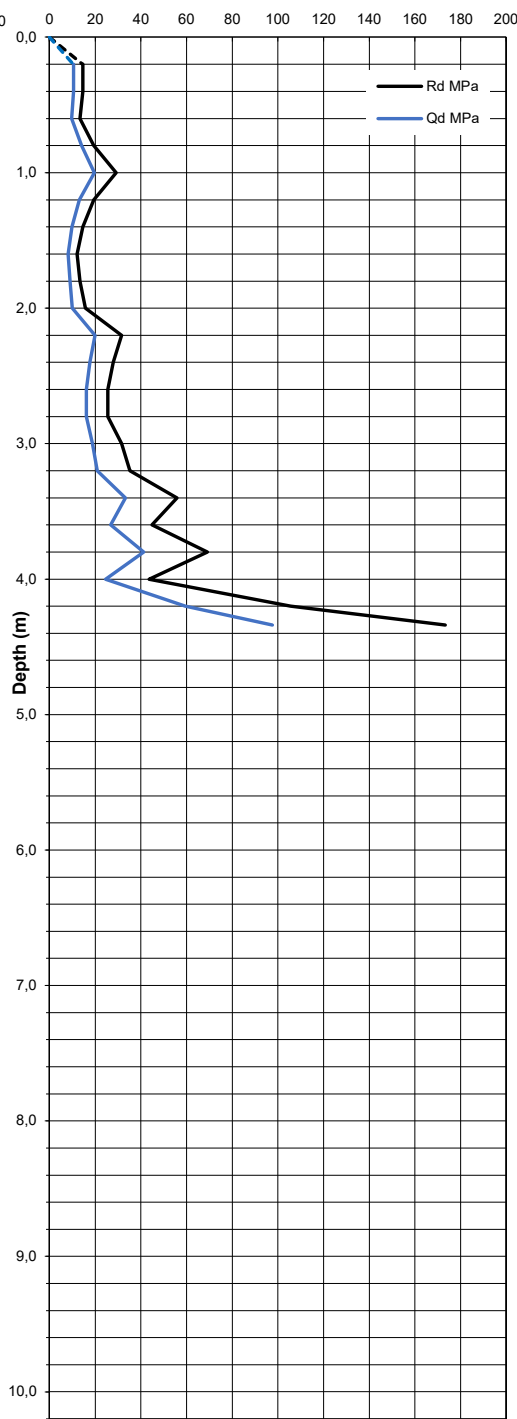
Peso do pilão: 63,5Kg Peso de cada Vara: 6,2Kg Secção da ponteira: 20cm²
Peso do batente+Vara Guia+Cabeçote: 18,2Kg Altura de Queda: 75cm Peso da Ponteira: 0,70Kg

Prof. (m)		Pancadas N10	Rd MPa	Qd MPa
Início	fim			
0,00	0,20	12	14,56	10,52
0,20	0,40	12	14,56	10,52
0,40	0,60	11	13,34	9,64
0,60	0,80	16	19,41	14,02
0,80	1,00	24	29,11	19,65
1,00	1,20	16	19,41	13,10
1,20	1,40	12	14,56	9,82
1,40	1,60	10	12,13	8,19
1,60	1,80	11	13,34	9,00
1,80	2,00	13	15,77	9,98
2,00	2,20	26	31,54	19,97
2,20	2,40	23	27,90	17,66
2,40	2,60	21	25,47	16,13
2,60	2,80	21	25,47	16,13
2,80	3,00	26	31,54	18,81
3,00	3,20	29	35,18	20,98
3,20	3,40	46	55,80	33,27
3,40	3,60	37	44,88	26,76
3,60	3,80	57	69,14	41,23
3,80	4,00	36	43,67	24,61
4,00	4,20	87	105,54	59,46
4,20	4,34	100	173,30	97,64

Pancadas N20



Resistência de Ponta "Rd" VS.
Resistência de Ponta Dinâmica "Qd"



Observações:

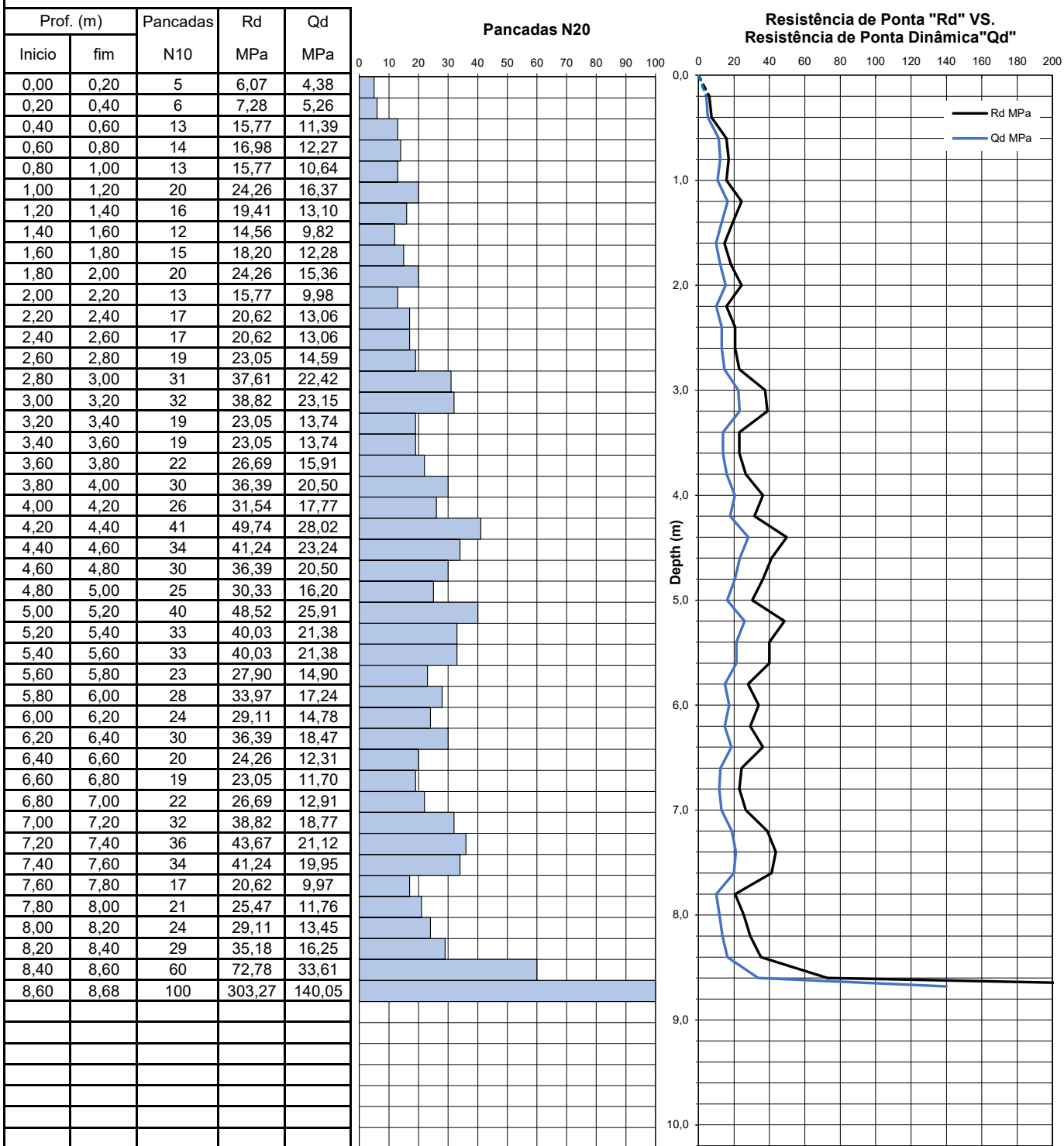
Cliente: QUADRANTE
Projeto: Novo Posto de Corte do Pêgo (400kV). Prospecção Geológico-Geotécnica
Local: Pêgo, Abrantes

Projeto Nº: PJ03824
Data de execução: 30/05/2024
DPSH Nº: DPSH 04

Coordenadas: ETRS89 **M:** 1955,11 **P:** -23108,81 **Z:** - **Prof. final(m):** 8,68

Características do Equipamento

Peso do pilão: 63,5Kg Peso de cada Vara: 6,2Kg Secção da ponteira: 20cm²
Peso do batente+Vara Guia+Cabeçote: 18,2Kg Altura de Queda: 75cm Peso da Ponteira: 0,70Kg



Observações:



Prospecção Geotécnica

PENETRAÇÃO DINÂMICA SUPER-PESADA (DPSH) EN ISO 22476-2

Cliente: QUADRANTE
Projeto: Novo Posto de Corte do Pêgo (400kV). Prospecção Geológico-Geotécnica
Local: Pêgo, Abrantes

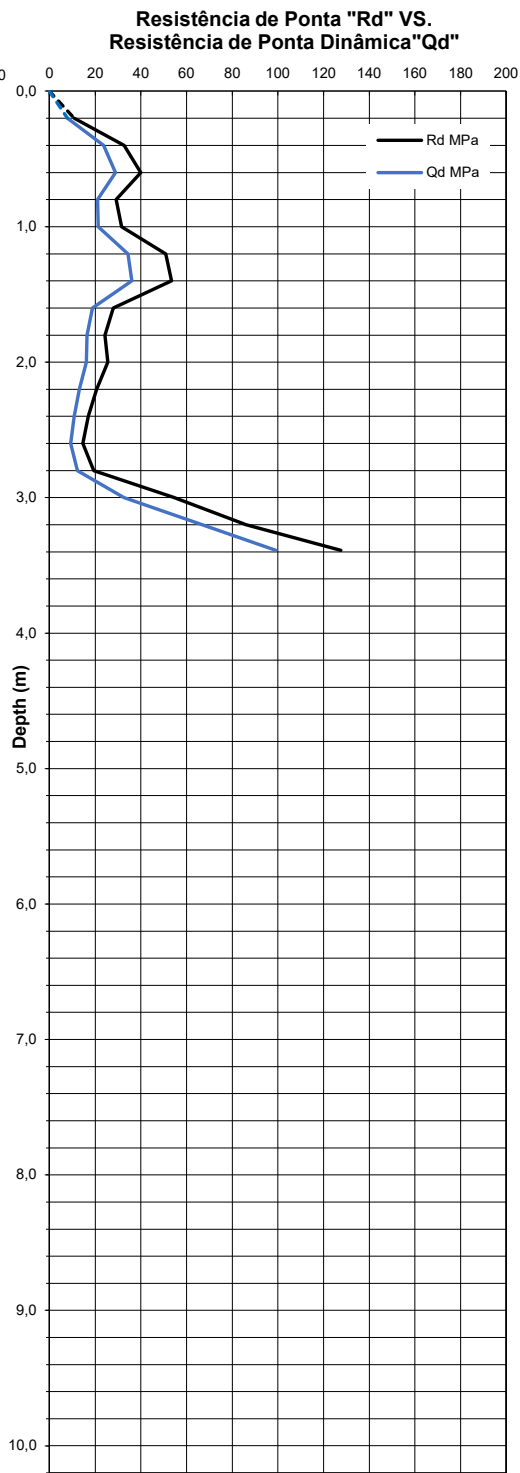
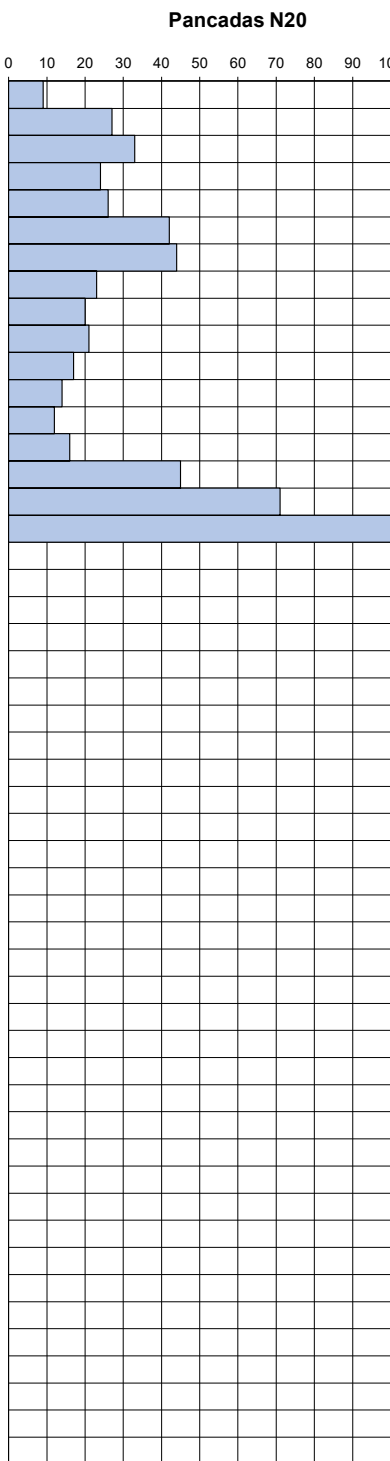
Projeto Nº: PJ03824
Data de execução: 30/05/2024
DPSH Nº: DPSH 05

Coordenadas: ETRS89 **M:** 1893,94 **P:** -23020,19 **Z:** - **Prof. final(m):** 3,39

Características do Equipamento

Peso do pilão: 63,5Kg Peso de cada Vara: 6,2Kg Secção da ponteira: 20cm²
Peso do batente+Vara Guia+Cabeçote: 18,2Kg Altura de Queda: 75cm Peso da Ponteira: 0,70Kg

Prof. (m)		Pancadas N10	Rd MPa	Qd MPa
Início	fim			
0,00	0,20	9	10,92	7,89
0,20	0,40	27	32,75	23,66
0,40	0,60	33	40,03	28,92
0,60	0,80	24	29,11	21,03
0,80	1,00	26	31,54	21,28
1,00	1,20	42	50,95	34,38
1,20	1,40	44	53,37	36,02
1,40	1,60	23	27,90	18,83
1,60	1,80	20	24,26	16,37
1,80	2,00	21	25,47	16,13
2,00	2,20	17	20,62	13,06
2,20	2,40	14	16,98	10,75
2,40	2,60	12	14,56	9,22
2,60	2,80	16	19,41	12,29
2,80	3,00	45	54,59	32,55
3,00	3,20	71	86,13	66,94
3,20	3,39	100	127,69	99,25



Observações:

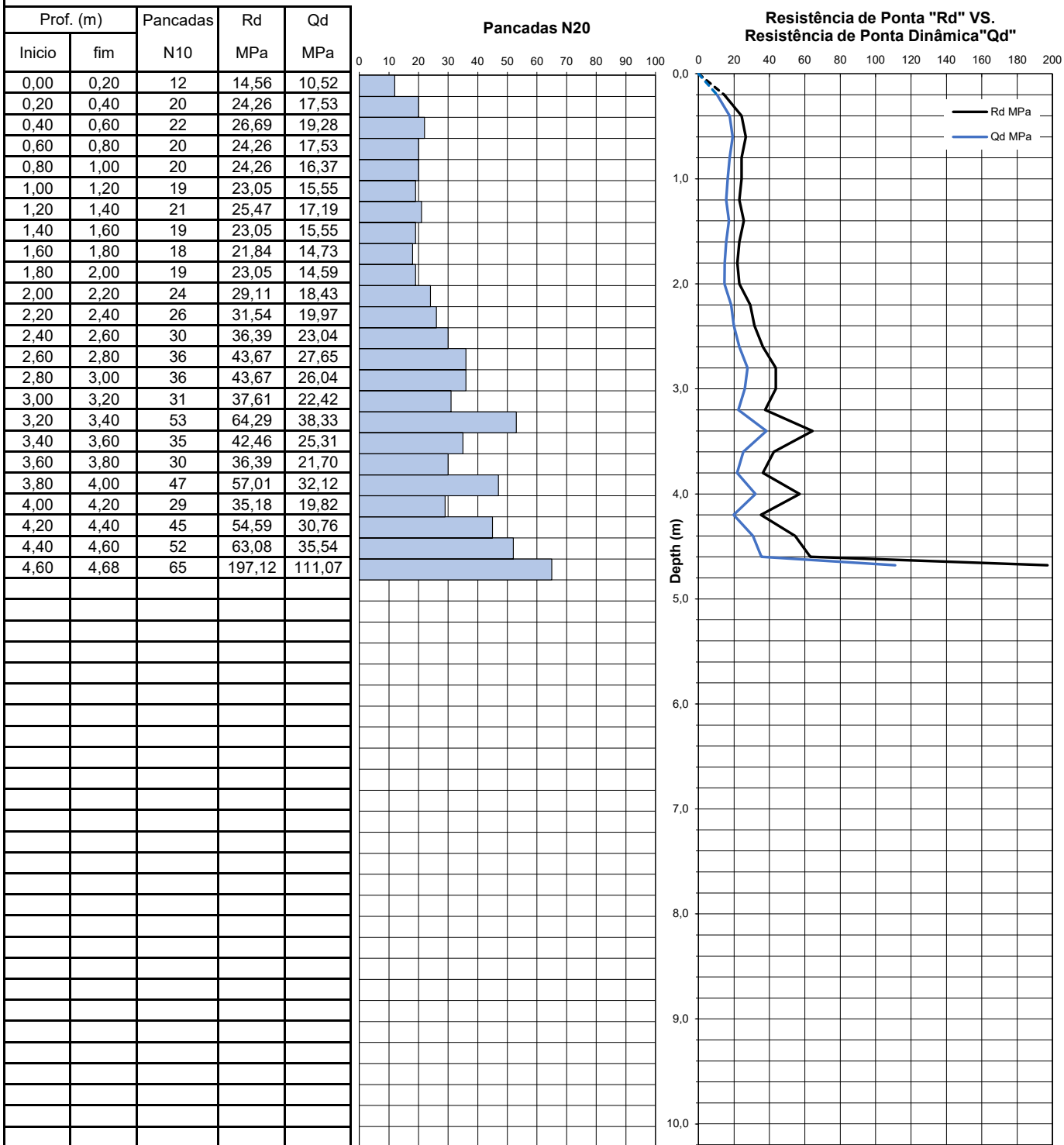
Cliente: QUADRANTE
Projeto: Novo Posto de Corte do Pêgo (400kV). Prospecção Geológico-Geotécnica
Local: Pêgo, Abrantes

Projeto Nº: PJ03824
Data de execução: 30/05/2024
DPSH Nº: DPSH 06

Coordenadas: ETRS89 **M:** 1893,16 **P:** -23101,21 **Z:** - **Prof. final(m):** 4,68

Características do Equipamento

Peso do pilão: 63,5Kg Peso de cada Vara: 6,2Kg Secção da ponteira: 20cm²
Peso do batente+Vara Guia+Cabeçote: 18,2Kg Altura de Queda: 75cm Peso da Ponteira: 0,70Kg



Observações: - Ensaio terminado com nega brusca aos 4,68m

BOLETINS DA DETERMINAÇÃO DA RESISTIVIDADE ELÉTRICA DO SOLO



MEDIÇÃO DA RESISTIVIDADE ELÉTRICA

Projeto: Novo Posto de Corte do Pêgo (400 kV)
Prospecção Geológico-Geotécnica

PRE- 1 (A)

Cliente: Quadrante S.A.

Data: 21/03/2024

Datum

A

M=1799m

M=1948m

Nº Proj.: PJ03824

ETRS 89

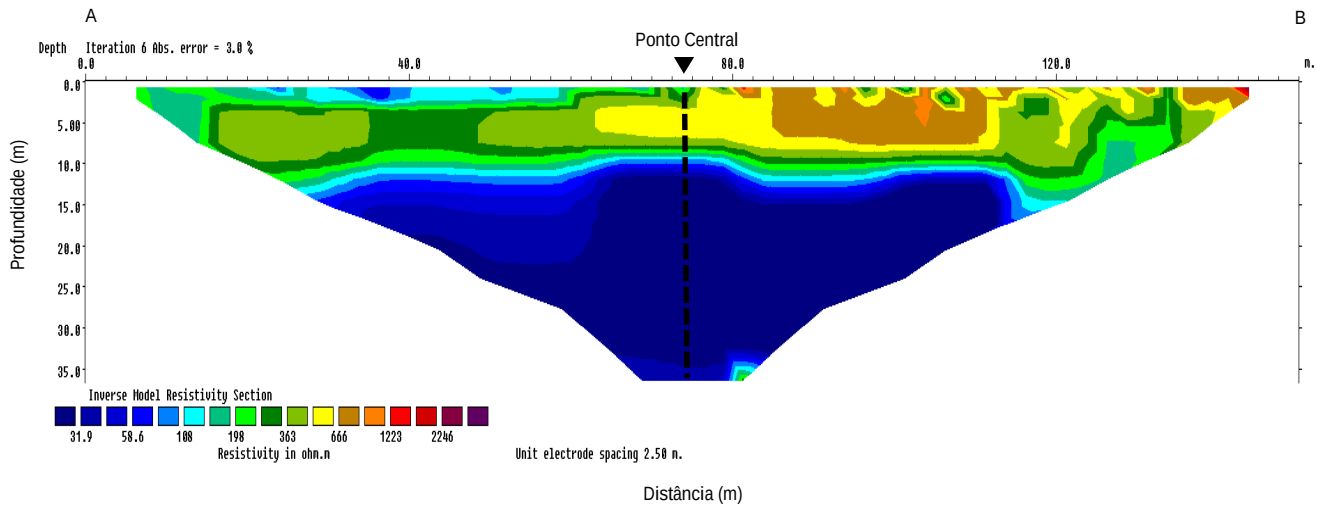
P=-22987m

B

P=-22977m

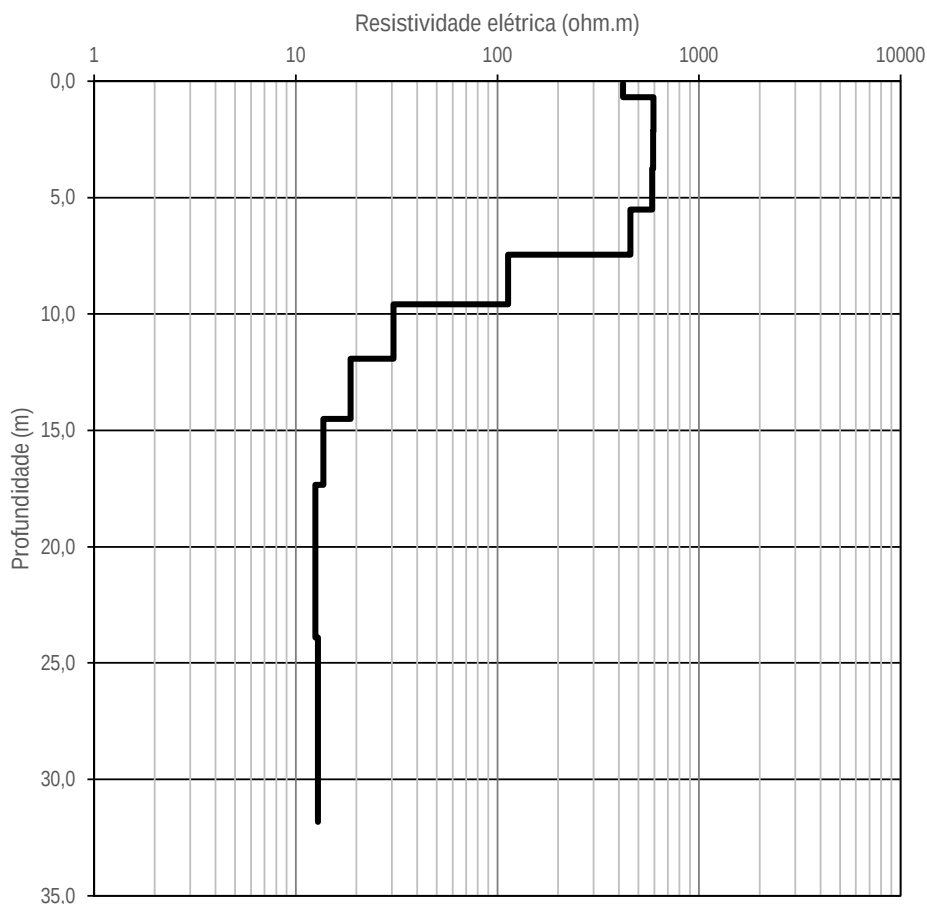
SEV- 1 (A)

TOMOGRÁFIA ELÉTRICA



SONDAGEM ELÉTRICA VERTICAL (SEV)

Ponto Central



Ponto Central	
Prof. (m)	ρ (ohm.m)
0,7	420
2,1	594
3,8	591
5,5	586
7,5	457
9,6	113
11,9	31
14,5	19
17,3	14
20,5	13
23,9	13
27,7	13
31,8	13

Comprimento do perfil (m)

Distância Dipolar (m)

Dispositivo de Aquisição

Gestor de Projeto: Ricardo Castro

150,0

5,0

Wenner

Equipa: Tiago Silva/ António Miranda

É proibida a reprodução parcial deste boletim sem autorização prévia da GEOALGAR



MEDIÇÃO DA RESISTIVIDADE ELÉTRICA

Projeto: Novo Posto de Corte do Pêgo (400 kV)
Prospecção Geológico-Geotécnica

PRE- 2 (A)

Cliente: Quadrante S.A.

Data: 21/03/2024

Datum

A

M=1804m

B

M=1953m

Nº Proj.: PJ03824

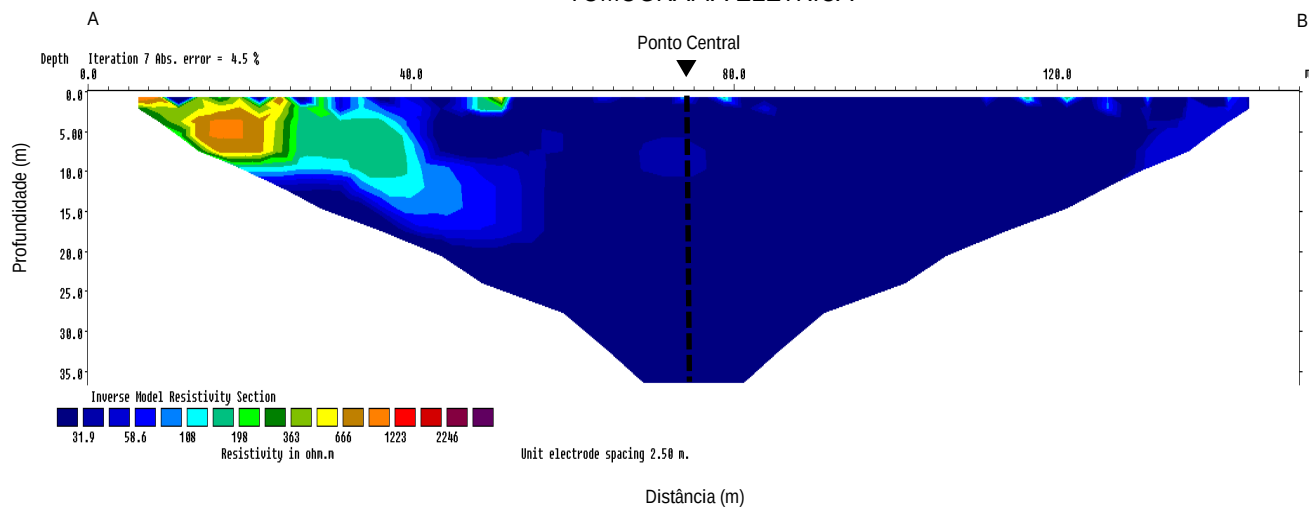
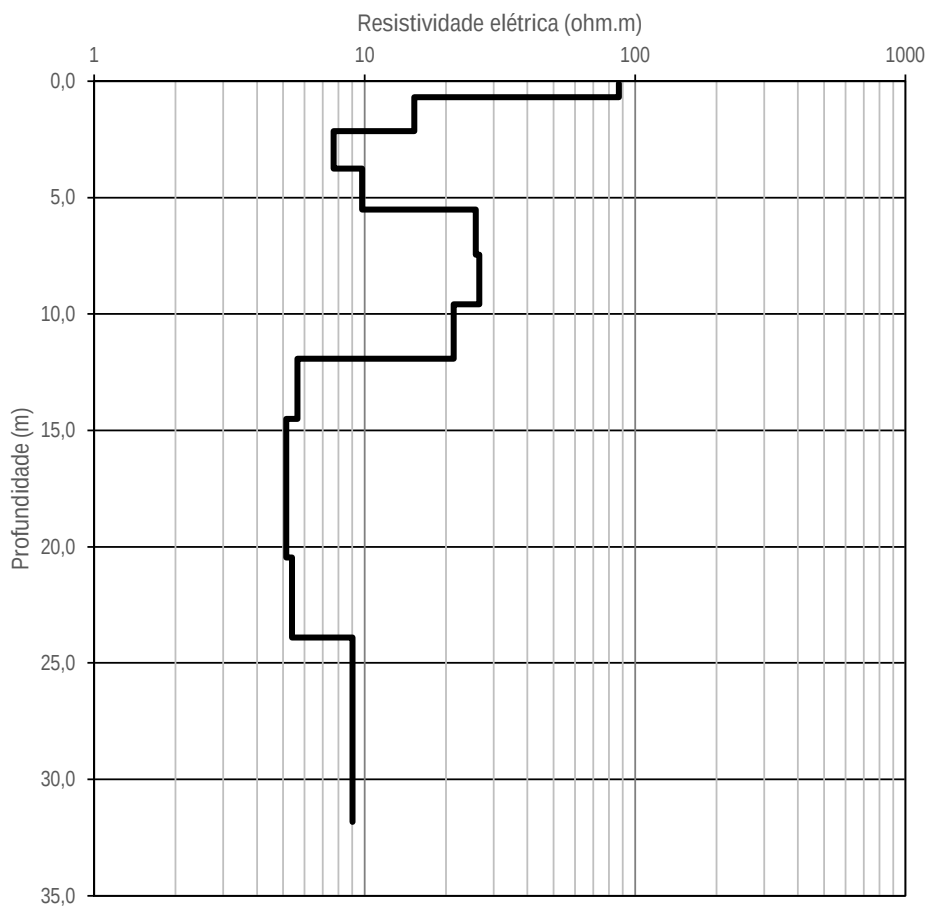
ETRS 89

P=-23069m

P=-23060m

SEV- 2 (A)

TOMOGRÁFIA ELÉTRICA

SONDAGEM ELÉTRICA VERTICAL (SEV)
Ponto Central

Ponto Central	
Prof. (m)	ρ (ohm.m)
0,7	87
2,1	15
3,8	8
5,5	10
7,5	26
9,6	27
11,9	21
14,5	6
17,3	5
20,5	5
23,9	5
27,7	9
31,8	9

Comprimento do perfil (m)

Distância Dipolar (m)

Dispositivo de Aquisição

Gestor de Projeto: Ricardo Castro

150,0

5,0

Wenner

Equipa: Tiago Silva/ António Miranda

É proibida a reprodução parcial deste boletim sem autorização prévia da GEOALGAR



MEDIÇÃO DA RESISTIVIDADE ELÉTRICA

Projeto: Novo Posto de Corte do Pêgo (400 kV)
Prospecção Geológico-Geotécnica

PRE- 3 (A)

Cliente: Quadrante S.A.

Data: 21/03/2024

Datum

A

M=1810m

B

M=1960m

Nº Proj.: PJ03824

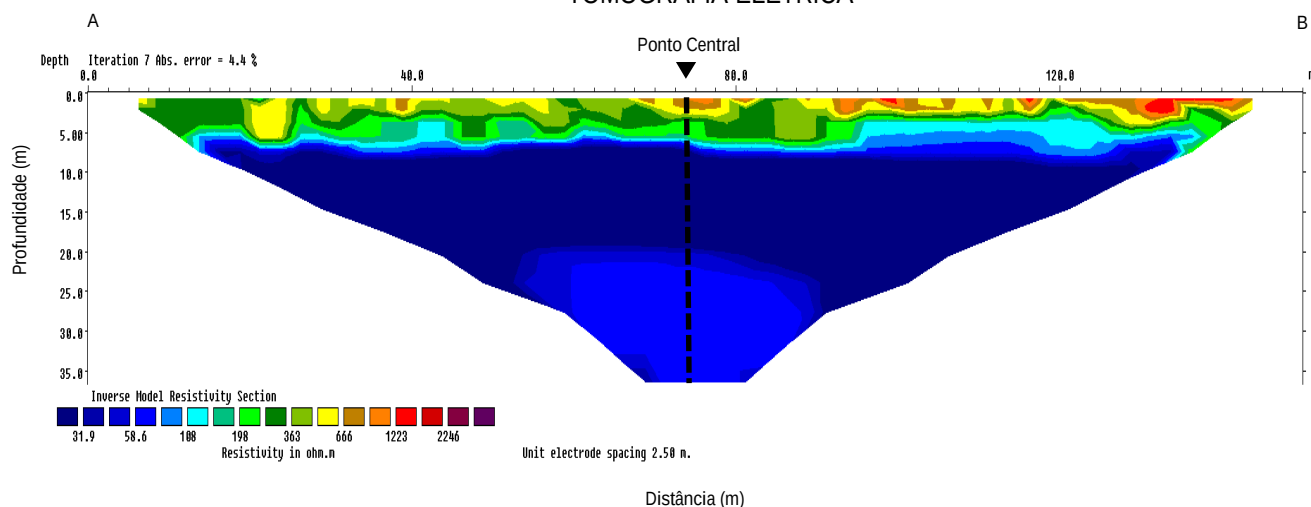
ETRS 89

P=-23164m

P=-23156m

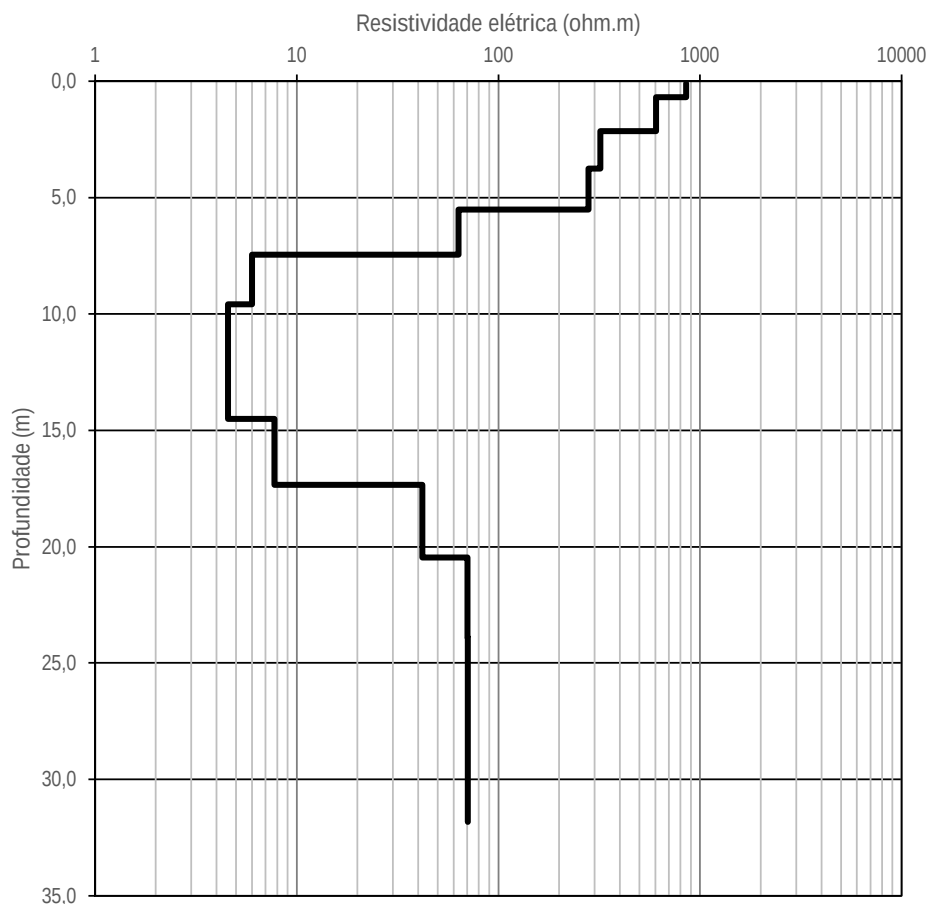
SEV- 3 (A)

TOMOGRÁFIA ELÉTRICA



SONDAGEM ELÉTRICA VERTICAL (SEV)

Ponto Central



Ponto Central	
Prof. (m)	ρ (ohm.m)
0,7	854
2,1	604
3,8	320
5,5	280
7,5	64
9,6	6
11,9	5
14,5	5
17,3	8
20,5	42
23,9	70
27,7	71
31,8	71

Comprimento do perfil (m)

Distância Dipolar (m)

Dispositivo de Aquisição

Gestor de Projeto: Ricardo Castro

150,0

5,0

Wenner

Equipa: Tiago Silva/ António Miranda

É proibida a reprodução parcial deste boletim sem autorização prévia da GEOALGAR



MEDIÇÃO DA RESISTIVIDADE ELÉTRICA

Projeto: Novo Posto de Corte do Pêgo (400 kV)
Prospecção Geológico-Geotécnica

PRE- 1 (B)

Cliente: Quadrante S.A.

Data: 16/05/2024

Datum

A

M=1799m

B

M=1948m

Nº Proj.: PJ03824

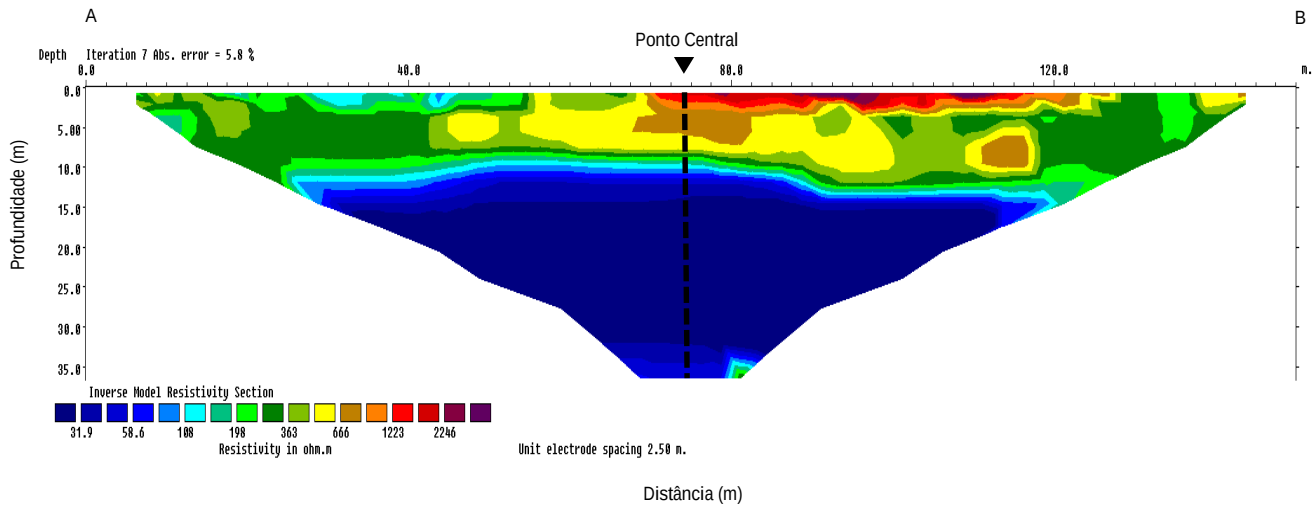
ETRS 89

P=-22987m

P=-22977m

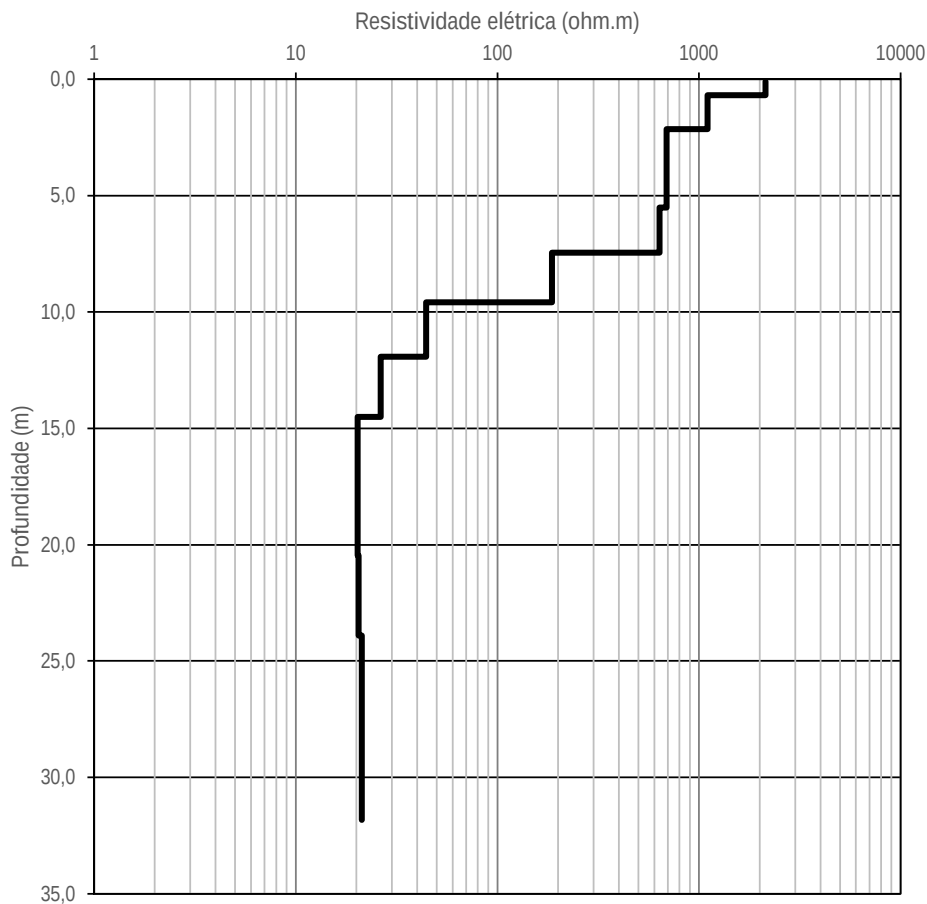
SEV- 1 (B)

TOMOGRÁFIA ELÉTRICA



SONDAGEM ELÉTRICA VERTICAL (SEV)

Ponto Central



Ponto Central	
Prof. (m)	ρ (ohm.m)
0,7	2138
2,1	1104
3,8	691
5,5	689
7,5	638
9,6	187
11,9	44
14,5	26
17,3	20
20,5	20
23,9	21
27,7	21
31,8	21

Comprimento do perfil (m)

Distância Dipolar (m)

Dispositivo de Aquisição

Gestor de Projeto: Ricardo Castro

150,0

5,0

Wenner

Equipa: Tiago Silva/ António Miranda

É proibida a reprodução parcial deste boletim sem autorização prévia da GEOALGAR



MEDIÇÃO DA RESISTIVIDADE ELÉTRICA

Projeto: Novo Posto de Corte do Pêgo (400 kV)
Prospecção Geológico-Geotécnica

PRE- 2 (B)

Cliente: Quadrante S.A.

Data: 16/05/2024

Datum

A

M=1804m

B

M=1953m

Nº Proj.: PJ03824

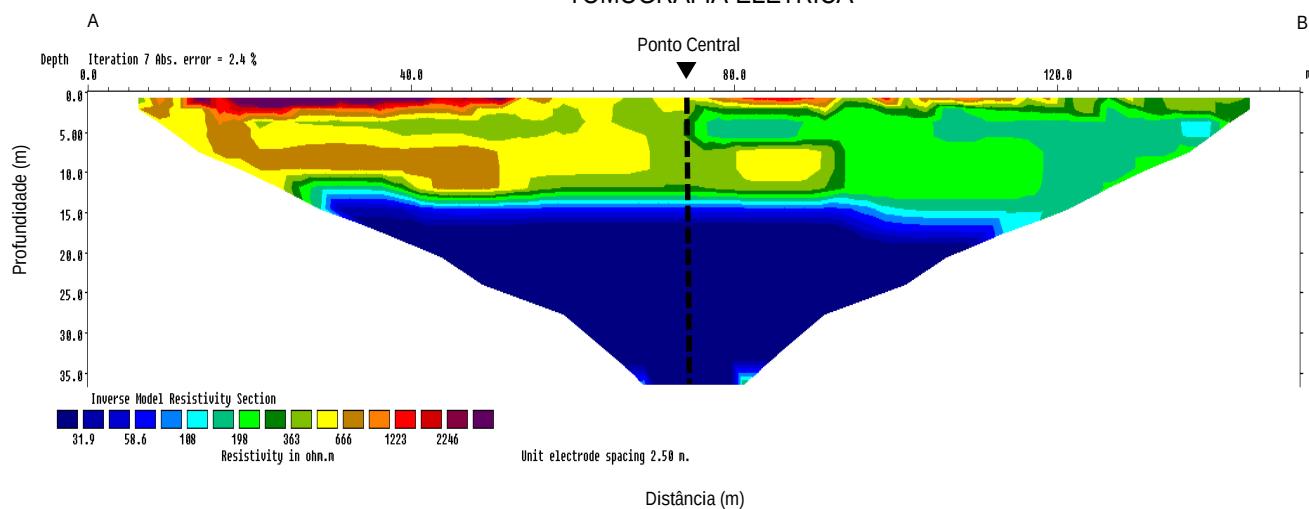
ETRS 89

P=-23069m

P=-23060m

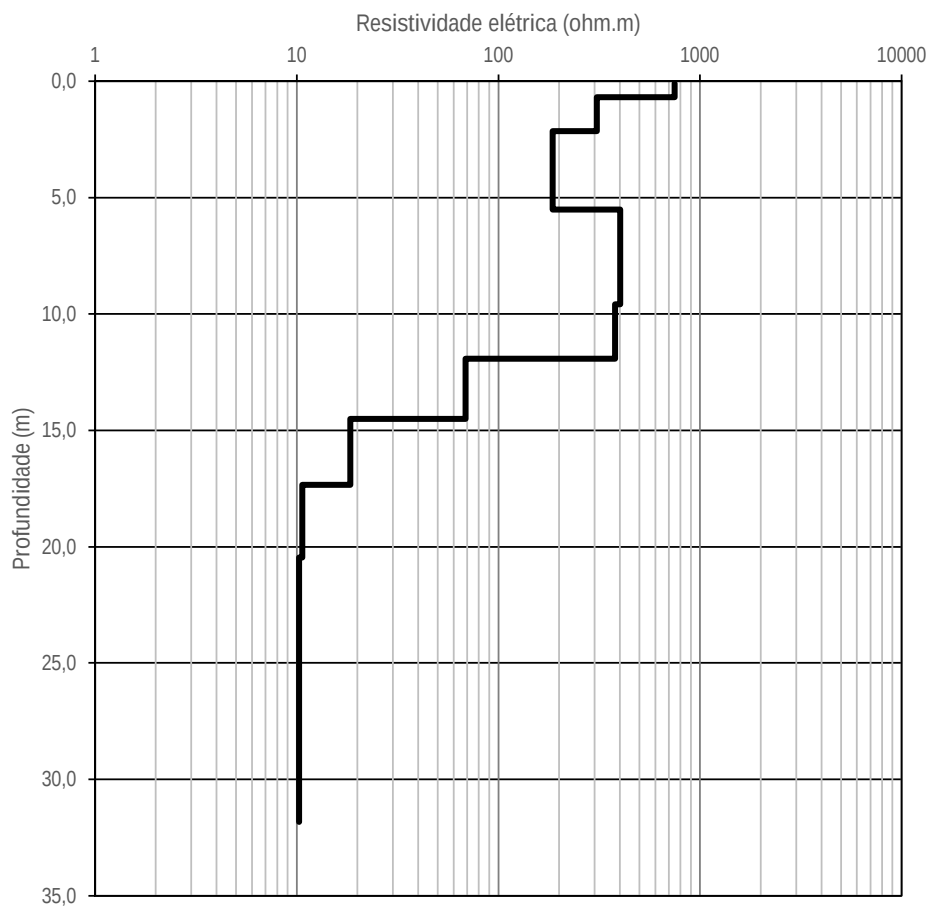
SEV- 2 (B)

TOMOGRÁFIA ELÉTRICA



SONDAGEM ELÉTRICA VERTICAL (SEV)

Ponto Central



Ponto Central	
Prof. (m)	ρ (ohm.m)
0,7	748
2,1	308
3,8	186
5,5	186
7,5	402
9,6	402
11,9	379
14,5	69
17,3	18
20,5	11
23,9	10
27,7	10
31,8	10

Comprimento do perfil (m)

Distância Dipolar (m)

Dispositivo de Aquisição

Gestor de Projeto: Ricardo Castro

150,0

5,0

Wenner

Equipa: Tiago Silva/ António Miranda

É proibida a reprodução parcial deste boletim sem autorização prévia da GEOALGAR



MEDIÇÃO DA RESISTIVIDADE ELÉTRICA

Projeto: Novo Posto de Corte do Pêgo (400 kV)
Prospecção Geológico-Geotécnica

PRE- 3 (B)

Cliente: Quadrante S.A.

Data: 16/05/2024

Datum

A

M=1810m

B

M=1960m

Nº Proj.: PJ03824

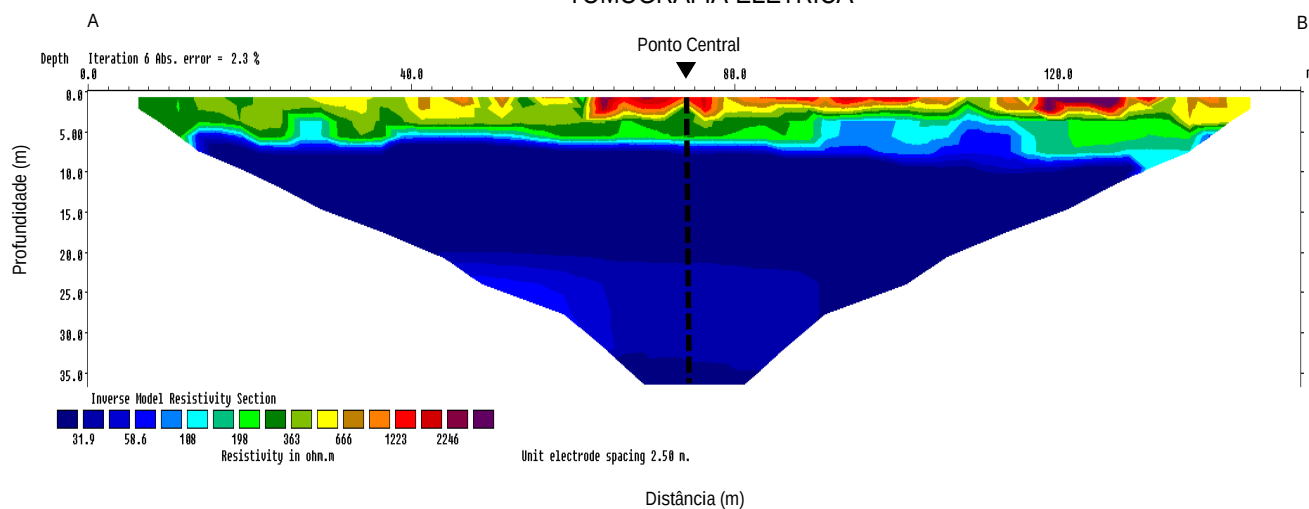
ETRS 89

P=-23164m

P=-23156m

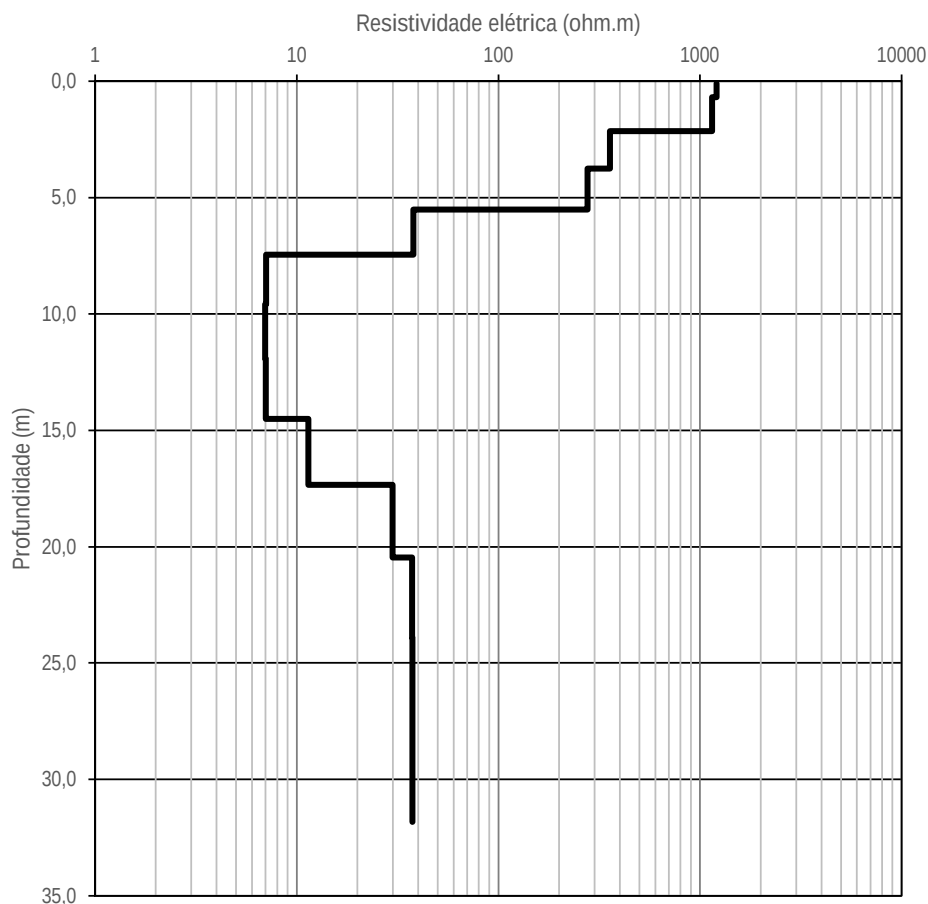
SEV- 3 (B)

TOMOGRÁFIA ELÉTRICA



SONDAGEM ELÉTRICA VERTICAL (SEV)

Ponto Central



Ponto Central	
Prof. (m)	ρ (ohm.m)
0,7	1207
2,1	1147
3,8	358
5,5	277
7,5	38
9,6	7
11,9	7
14,5	7
17,3	11
20,5	30
23,9	37
27,7	37
31,8	37

Comprimento do perfil (m)

Distância Dipolar (m)

Dispositivo de Aquisição

Gestor de Projeto: Ricardo Castro

150,0

5,0

Wenner

Equipa: Tiago Silva/ António Miranda

É proibida a reprodução parcial deste boletim sem autorização prévia da GEOALGAR

BOLETINS DOS PERFIS DE SÍSMICA DE REFRAÇÃO



Perfil de Sísmica de Refração

Obra: Novo Posto de Corte do Pêgo (400 kV). Prospeção Geológico-Geotécnica

Cliente: Quadrante S.A.

Data: 16/05/2024

Nº Proj.: PJ03824

TD

M= 1816 m

P= -23026 m

Z= m

TI

M= 1941 m

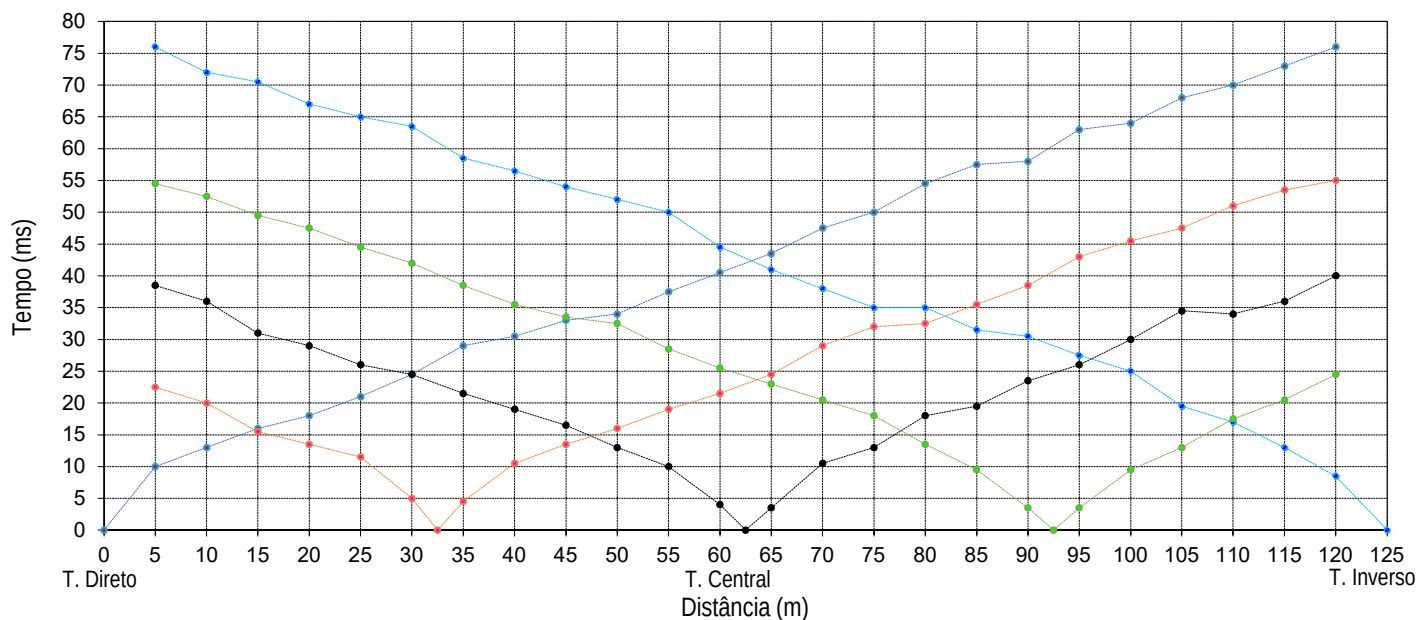
P= -23020 m

Z= m

PS1

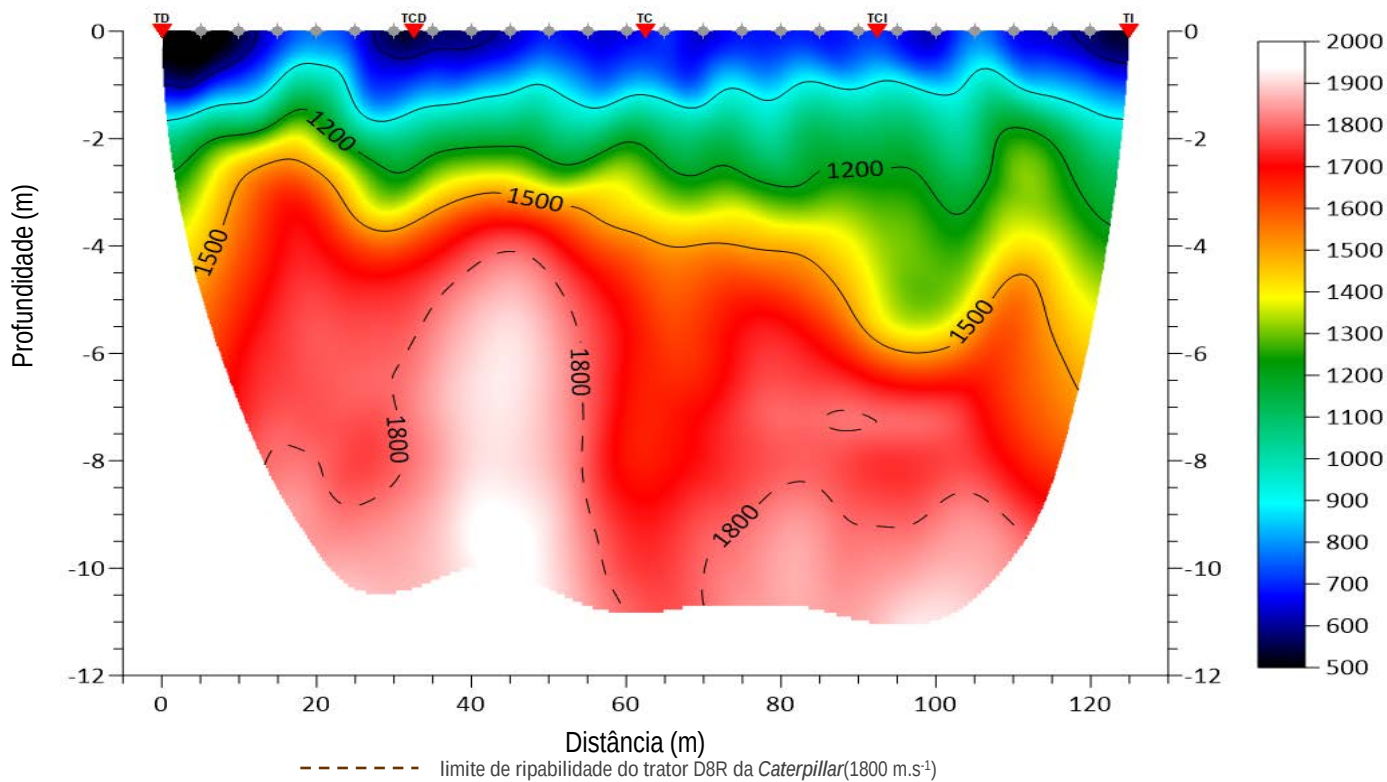
Datum: ETRS 89

Gráfico Tempo-Distância



Tomografia Sísmica

PS1 RMS error 1.1%=0.86ms 20 WET itr.





Perfil de Sísmica de Refração

Obra: Novo Posto de Corte do Pêgo (400 kV). Prospeção Geológico-Geotécnica

Cliente: Quadrante S.A.

Data: 16/05/2024

Nº Proj.: PJ03824

TD

M= 1822 m

P= -23124 m

Z= m

TI

M= 1947 m

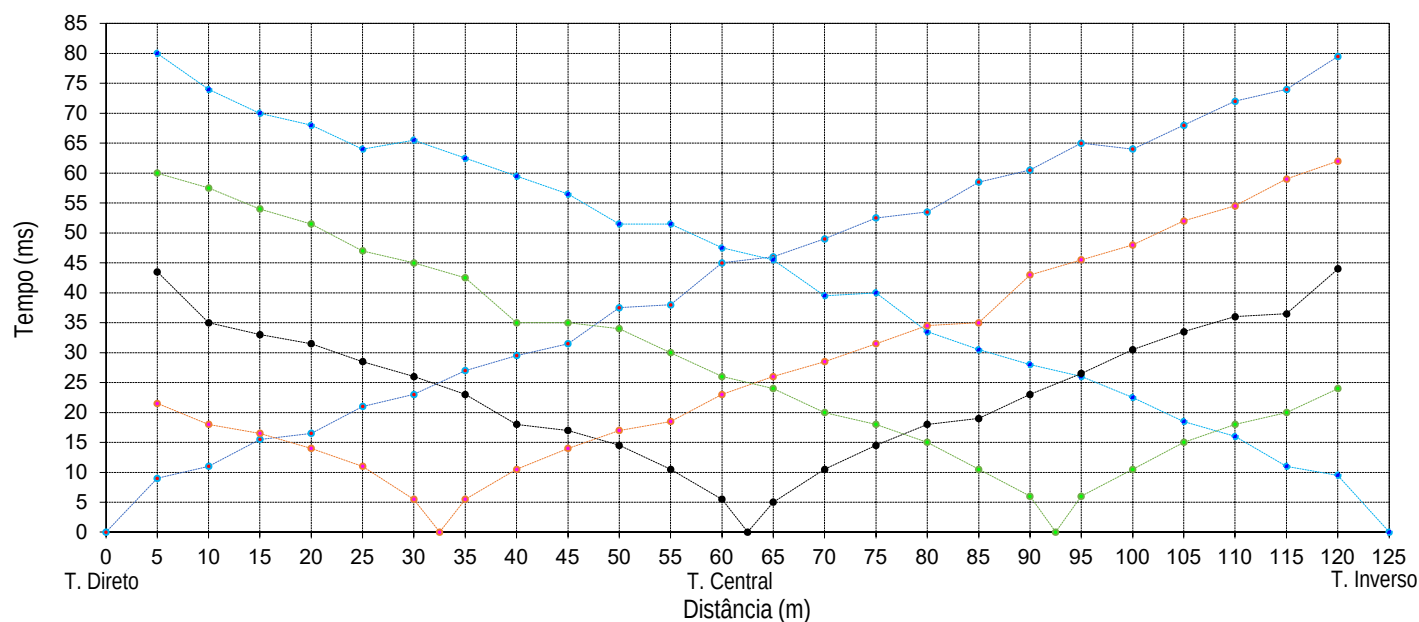
P= -23118 m

Z= m

PS2

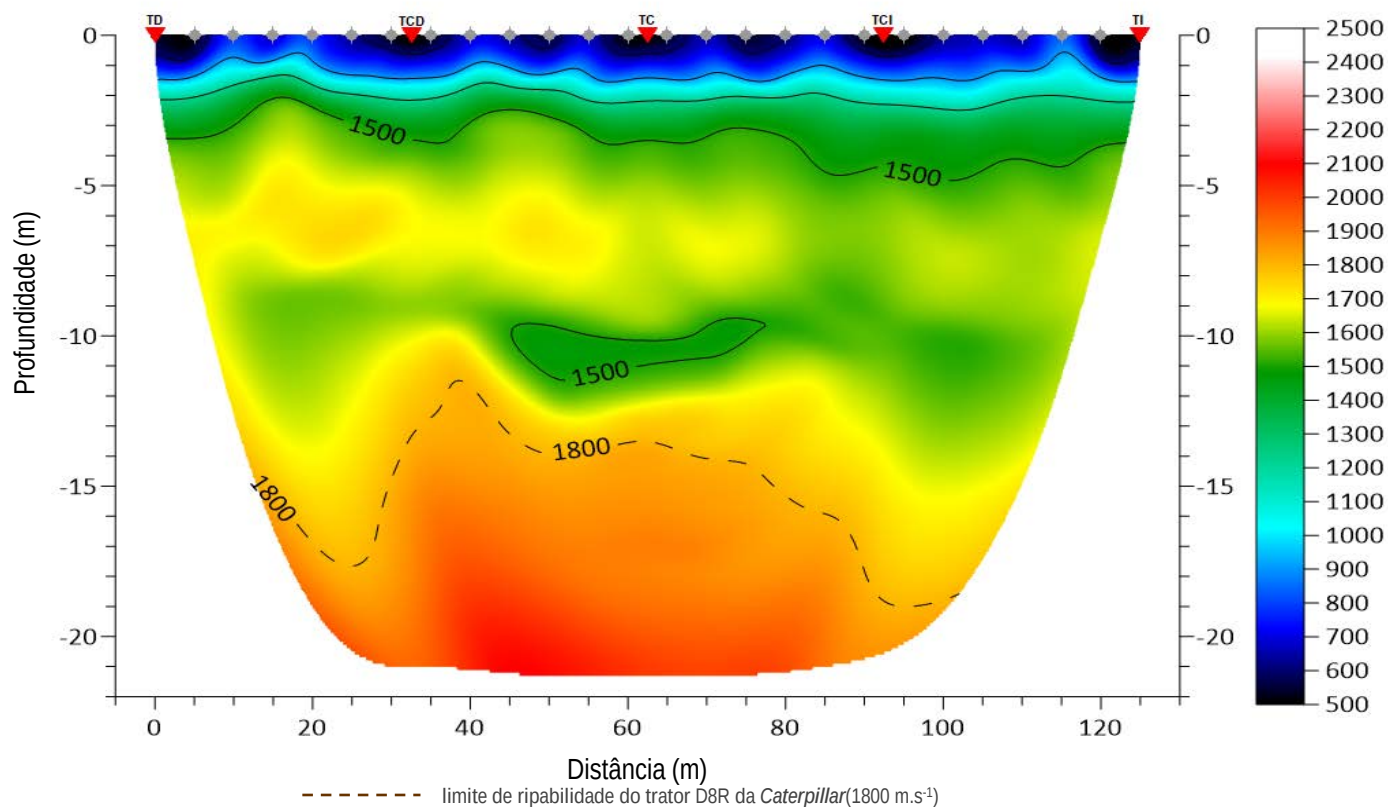
Datum: ETRS 89

Gráfico Tempo-Distância



Tomografia Sísmica

PS2 RMS error 1.4%=1.14ms 20 WET itr.





Perfil de Sísmica de Refração

Obra: Novo Posto de Corte do Pêgo (400 kV). Prospeção Geológico-Geotécnica

Cliente: Quadrante S.A.

Data: 16/05/2024

Nº Proj.: PJ03824

TD

M= 1876 m

P= -23013 m

Z= m

TI

M= 1883 m

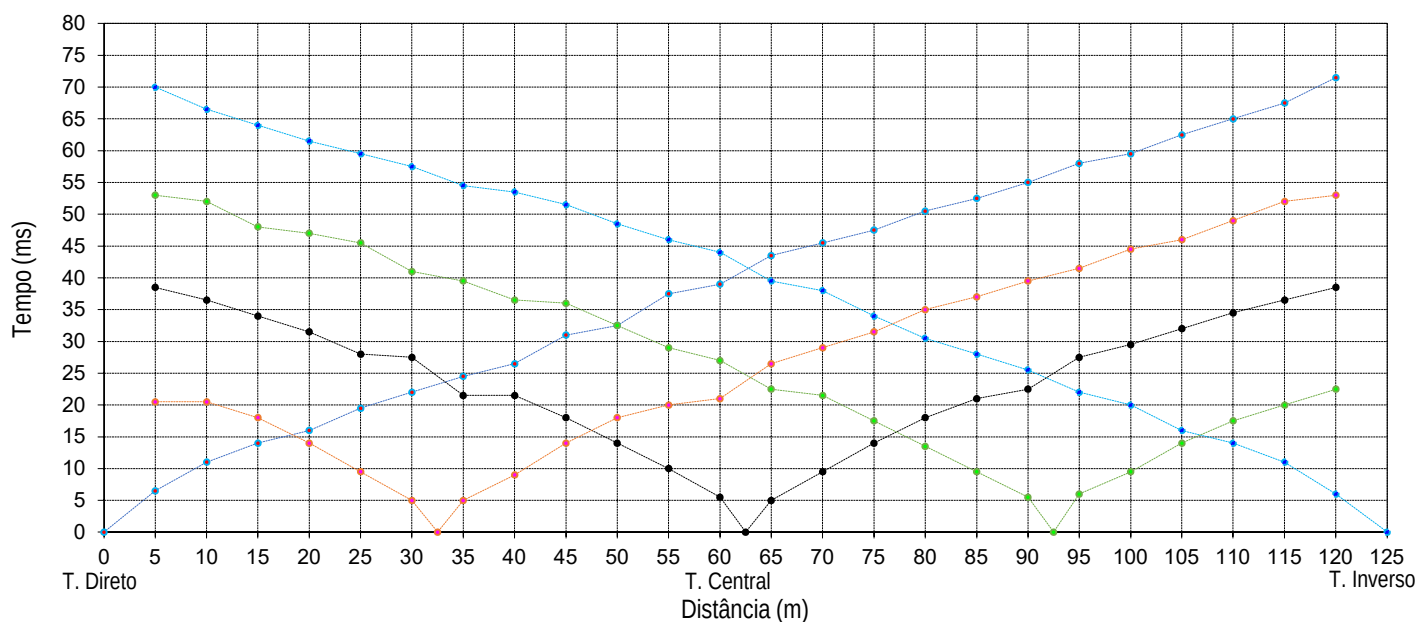
P= -23138 m

Z= m

PS3

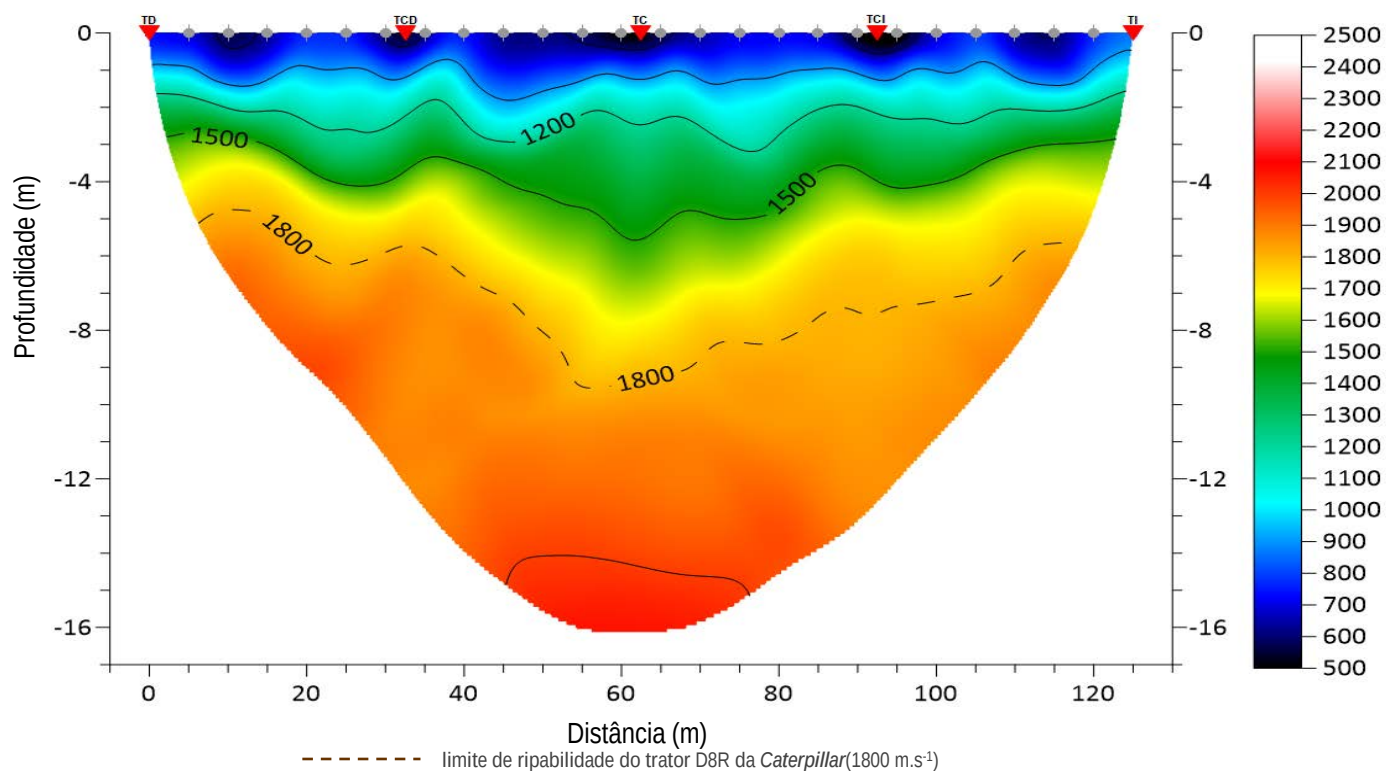
Datum: ETRS 89

Gráfico Tempo-Distância



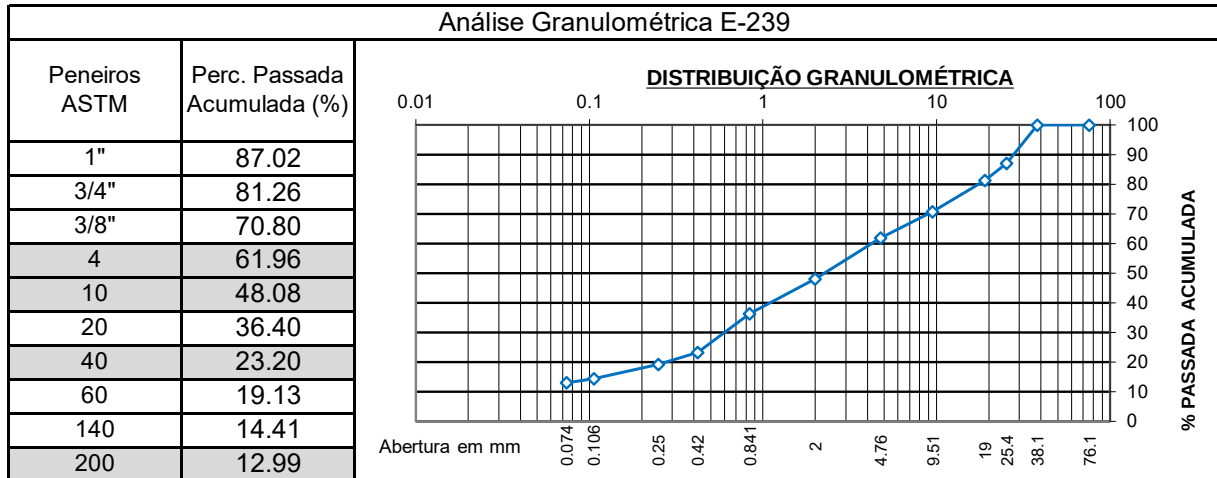
Tomografia Sísmica

PS3 RMS error 1.0%=0.73ms 20 WET itr.



BOLETINS DOS ENSAIOS GEOTÉCNICOS SOBRE SOLOS

Cliente: Quadrante **Projeto Nº:** PJ03824
Projeto: Novo Posto de Corte do Pêgo (400kV) **Data Emissão:** 15/05/2024
Origem: P1 (0,40-1,30)m **Descrição:** Areia siltosa com cascalho bege **Nº Amostra:** LG207 24
Data Receção: 16/04/2024



Classificação de Solos	
Unificada (USCS)	SM - Areia siltosa com cascalho
AASHTO	A-1-a (0)
GTR	-

Teor em água (NP-84)	4%	Teor em Mat. Org. (LNEC E-201)	-
----------------------	----	--------------------------------	---

Limite de Liquidez (NP-143)	NP
Limite de Plasticidade (NP-143)	NP
Índice de plasticidade (NP-143)	NP

Equivalente de Areia (E-199)	-
------------------------------	---

Azul de Metileno (NF P-94-068)	-
--------------------------------	---

Densidade Partículas (NP-83)	2.73	g/cm3
------------------------------	------	-------

Massa Volúmica e Absorção de água NP-581 e NP-954	>19mm	>4,76mm	<4,76mm
	-	-	-

Ensaio Compactação Proctor (E-197)	Baridade Seca Máxima		Teor ótimo água	
	2.145	g/cm3	6.2	%
Proctor Corrigido	-	g/cm3	-	%

CBR - (E-198)	CBR @ 95%		Expansib. @ 95%	
	32.4		0.00	

Observações:

Realizado Por:
Paulo Almeida

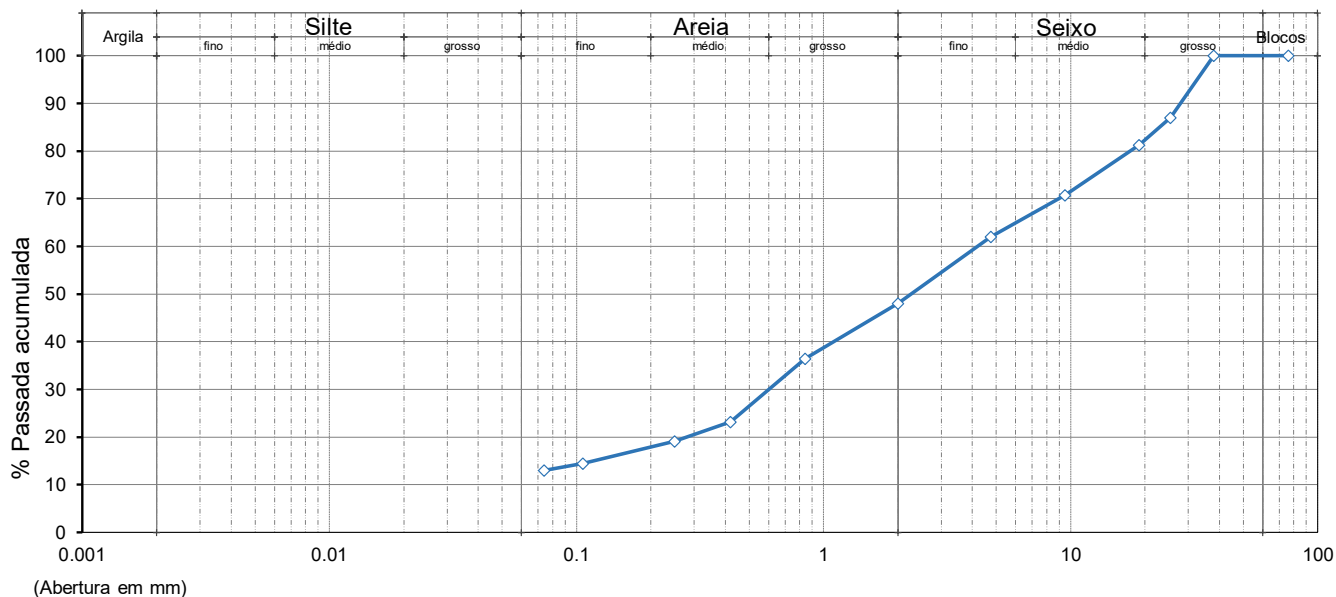
Responsável Técnico
Daniel Gabriel

Cliente: Quadrante **Projeto N°:** PJ03824
Projeto: Novo Posto de Corte do Pêgo (400kV) **Data Emissão:** 15/05/2024
Origem: P1 (0,40-1,30)m **Descrição:** Areia siltosa com cascalho bege **N° Amostra:** **LG207 24**
Data Receção: 16/04/2024 **Data Execução:** 07/05/2024

Massa total inicial seca: m_t 2234.20 g
Massa total da fracção retida no peneiro 2,00mm: m_{10} 1159.99 g
Massa total da fracção passada no peneiro 2,00mm: m'_{10} 1074.21 g
Massa de solo seco inferior a 2,00mm utilizada: m_a 85.60 g
Massa de solo lavado no peneiro 0,074mm: 62.47 g

Abertura Peneiros (mm)	Peneiros ASTM	Massa Retida (g)	Porcentagem Retida (%)	Perc.Retida Acumulada (%)	Perc. Passada Acumulada (%)
76.10	3"	0.00	0.00	0.00	100.00
38.10	1" 1/2	0.00	0.00	0.00	100.00
25.40	1"	289.93	12.98	12.98	87.02
19.00	3/4"	128.87	5.77	18.74	81.26
9.51	3/8"	233.66	10.46	29.20	70.80
4.76	4	197.38	8.83	38.04	61.96
2.00	10	310.15	13.88	51.92	48.08
0.841	20	20.80	11.68	63.60	36.40
0.420	40	23.50	13.20	76.80	23.20
0.250	60	7.25	4.07	80.87	19.13
0.106	140	8.40	4.72	85.59	14.41
0.074	200	2.52	1.42	87.01	12.99
Material Retido no Fundo		23.13	12.99	100.00	0.00

Distribuição Granulométrica



D60	4.3	D30	0.59	D10	-	Cu	-	Cc	-
-----	-----	-----	------	-----	---	----	---	----	---

Observações:

Realizado Por:
Paulo Almeida

Responsável Técnico
Daniel Gabriel



Laboratório de Geotecnia

Teor em água
NP-84

Cliente:	Quadrante	Projeto N°:	PJ03824
Projeto:	Novo Posto de Corte do Pêgo (400kV)	Data Emissão:	15/05/2024
Origem:	P1 (0,40-1,30)m	Descrição:	Areia siltosa com cascalho bege
Data Receção:	16/04/2024	N° Amostra:	LG207 24
	Data Execução:		07/05/2024

Número do teste	1	
Ref. ^a da Cápsula	A	
m1 Massa da cápsula	265.80	g
m2 Massa da cápsula + solo húmido	2658.50	g
m3 Massa da cápsula + solo seco	2557.80	g
Ws Massa do solo seco	2292	g
Ww Massa da água	100.7	g
W(%) Teor em água	4.4%	%
Teor em água Médio	4.4%	%

Observações:

Realizado Por:
Paulo Almeida

Responsável Técnico
Daniel Gabriel



Laboratório de Geotecnia

Limites de Consistência NP-143

Cliente: Quadrante **Projeto N°:** PJ03824
Projeto: Novo Posto de Corte do Pêgo (400kV) **Data Emissão:** 15/05/2024
Origem: P1 (0,40-1,30)m **Descrição:** Areia siltosa com cascalho bege **N° Amostra:** LG207 24
Data Receção: 16/04/2024 **Data Execução:** 07/05/2024

Limite de Liquidez pela concha de Casagrande

Número da cápsula	-	
Número de pancadas	Nº	
Massa da cápsula	g	
Massa da cápsula + solo húmido	g	
Massa da cápsula + solo seco	g	
Massa da água	g	
Massa do solo seco	g	
Teor em água	%	
Limite de Liquidez		NP

Limite de Plasticidade

Número da cápsula	-	
Massa da cápsula	g	
Massa da cápsula + solo húmido	g	
Massa da cápsula + solo seco	g	
Massa da água	g	
Massa do solo seco	g	
Teor em água	%	
Limite de Plasticidade		NP
Índice de Plasticidade		NP

Gráfico Limite de Liquidez

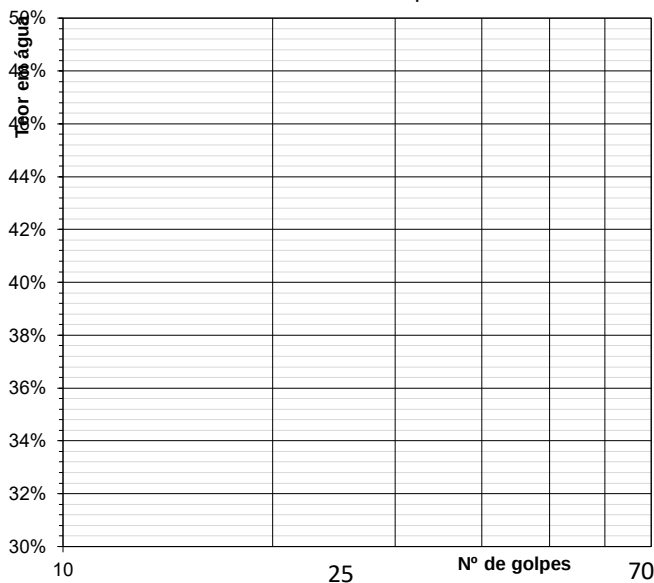
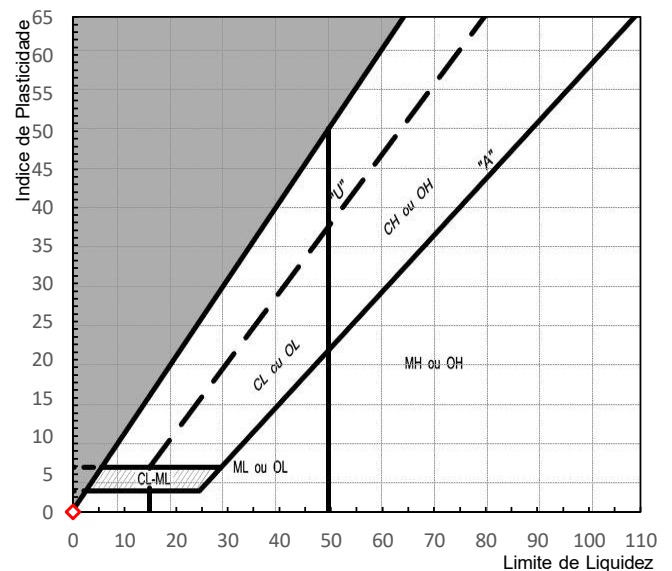


Diagrama de Plasticidade Casagrande



Observações:

Realizado Por:
Paulo Almeida

Responsável Técnico
Daniel Gabriel



Laboratório de Geotecnia

Determinação da Densidade das Partículas NP-83

Cliente:	Quadrante	Projeto N°:	PJ03824
Projeto:	Novo Posto de Corte do Pêgo (400kV)	Data Emissão:	15/05/2024
Origem:	P1 (0,40-1,30)m	Descrição:	Areia siltosa com cascalho bege
Data Receção:	16/04/2024	Data Execução:	09/05/2024
		N° Amostra:	LG207 24

	Número do teste	1	
	Ref. ^a da Picnómetro	P1	
m1	Massa do picnómetro	169.10	g
m2	Massa do picnómetro cheio de água	479.70	g
t2	Temperatura da água em m2	20	°C
ρw	Densidade da água em t2	0.9983	g/cm3
m4	Massa do provete seco	25.28	g
m5	Massa do picnómetro com o provete e água	495.82	g
t5	Temperatura da água em m5	19	°C
ρw	Massa volúmica da água em t5	0.9985	g/cm3
m3	Massa do picnómetro cheio de água, à temperatura t5	479.79	g
k	Fator K. Quociente da densidade da água á temperatura t5, pela densidade da água a 20 °C	1.000	
dt20	Densidade das partículas à temperatura t5, em relação à água destilada a 20°C	2.73	g/cm3
	Densidade média das partículas	2.73	g/cm3

Observações:

Realizado Por:
Paulo Almeida

Responsável Técnico
Daniel Gabriel

Cliente:	Quadrante	Projeto Nº:	PJ03824
Projeto:	Novo Posto de Corte do Pêgo (400kV)	Data Emissão:	15/05/2024
Origem:	P1 (0,40-1,30)m	Descrição:	Areia siltosa com cascalho bege
Data Receção:	16/04/2024	Data Execução:	09/05/2024
		Nº Amostra:	LG207 24

Compactação em molde pequeno
Compactação em molde grande
Compactação leve
Compactação pesada

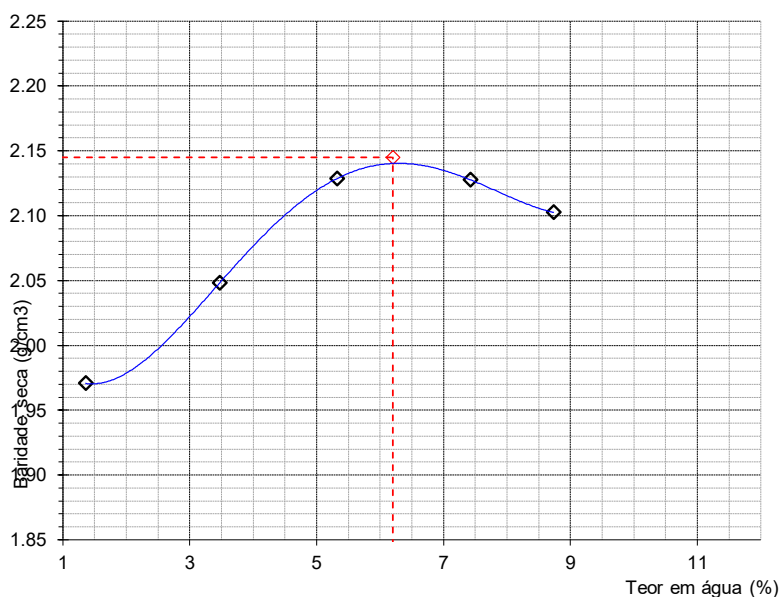
x
x

Nº de camadas
Nº de pancadas por camada
Diâmetro do Molde (mm)
Altura do Molde (mm)

5
55
154.0
117.0

Nº do Provete		1	2	3	4	5
Massa do molde vazio	g	4820	4820	4820	4820	4820
Massa molde + solo húmido	g	9706	9801	9802	9438	9173
Massa do solo húmido	g	4886	4981	4982	4618	4353
Volume do molde	cm ³	2179	2179	2179	2179	2179
Baridade húmida	g/cm ³	2.242	2.286	2.286	2.119	1.997

Nº da cápsula		I1	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	I9	I10
Massa da cápsula	g	27.35	26.52	27.16	27.17	28.33	26.81	28.07	27.19	26.93	26.77
Massa da cáp.+solo húmido	g	123.21	145.62	142.62	134.37	186.49	174.37	121.52	108.78	141.37	144.36
Massa da cáp.+solo seco	g	118.12	139.91	134.46	127.13	173.53	162.76	118.36	106.07	139.84	142.78
Massa da água	g	5.09	5.71	8.16	7.24	12.96	11.61	3.16	2.71	1.53	1.58
Massa do solo seco	g	90.77	113.39	107.3	99.96	145.2	135.95	90.29	78.88	112.91	116.01
Teor em água	%	5.61	5.04	7.60	7.24	8.93	8.54	3.50	3.44	1.36	1.36
Média do Teor em água	%	5.32		7.42		8.73		3.47		1.36	
Baridade seca	g/cm ³	2.129		2.128		2.102		2.048		1.971	



γ_d máximo 2.145 g/cm³
 w óptimo 6.2 %

% de material >19mm - %
 γ_d máximo (corr.) - g/cm³
 w óptimo (corr.) - %

Observações:

Realizado Por:
Sara Pereira

GEOALGAR - Consultoria em Geotecnia, Hidrogeologia e Ambiente
Rua Nuno Tristão Nº28, 8600-336 Lagos
www.geoalgar.pt | geral@geoalgar.pt | +351 289.098.600

Responsável Técnico
Daniel Gabriel

Cliente: Quadrante

Projeto: Novo Posto de Corte do Pêgo (400kV)

Origem: P1 (0,40-1,30)m

Data Receção: 16/04/2024

Descrição: Areia siltosa com cascalho bege

Data Execução: 15/05/2024

Projeto N°: PJ03824

Data Emissão: 15/05/2024

N° Amostra: **LG207 24**

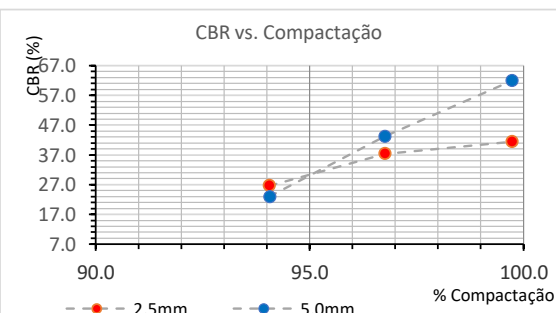
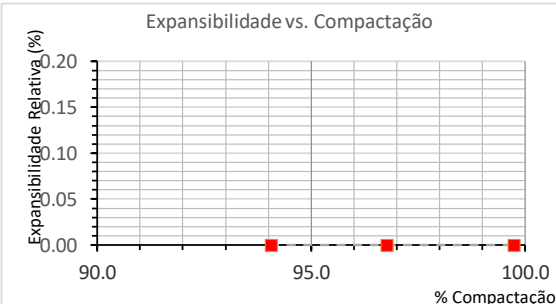
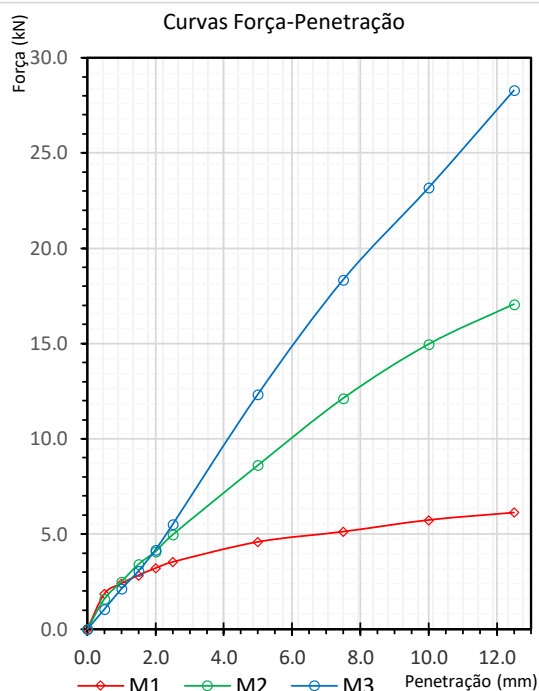
Valor obtido no ensaio Proctor γ_d máximo 2.145 g/cm³

Compactação				
Número do Molde		D	E	F
Número de golpes por camada		12	25	55
Altura de solo no molde	0,1 cm	117	117	117
Volume do Molde	cm ³	2123.1	2123.1	2123.1
Peso do molde vazio	g	8283	8323	8309
Peso do molde + solo húmido	g	12784	13005	13102
Peso do solo húmido	g	4501	4682	4793
Baridade húmida	g/cm ³	2.120	2.205	2.258
Teor em humidade	0,1%	5.08	6.25	5.53
Baridade seca	g/cm ³	2.018	2.076	2.139
Grau de compactação	%	94.1	96.8	99.7

Embebição da amostra				
Número do Molde		D	E	F
Espessura das placas	cm	6.5	6.5	6.5
Leitura no deflectómetro -1º dia	mm	0.10	0.10	0.10
Leitura no deflectómetro -4º dia	mm	0.10	0.10	0.10
Expansão máxima	mm	0.00	0.00	0.00
Expansão relativa	%	0.00	0.00	0.00
Peso mol. + solo húm. Após embeb.	g	12838	13045	13159
Peso de água absorvida	g	54.0	40.0	57.0
Peso do solo após embebição	g	4555	4722	4850
Baridade húmida após embebição	g/cm ³	2.145	2.224	2.284
Teor de humidade após embeb.	0.10%	5.8	5.6	5.3
Baridade seca após embebição	g/cm ³	2.029	2.107	2.169
Grau de compactação	%	94.6	98.2	101.1

Penetração e Forças					
Penetr. (mm)	FP (kgf)	Força Padrão (kN)	M1	M2	M3
0.0	0.0	0.00	0.000	0.000	0.000
0.5	370	3.63	1.861	1.591	1.051
1.0	629	6.16	2.405	2.498	2.119
1.5	903	8.85	2.835	3.412	3.059
2.0	1129	11.06	3.211	4.087	4.181
2.5	1355	13.28	3.533	4.962	5.500
5.0	2033	19.92	4.587	8.610	12.343
7.5	2575	25.24	5.126	12.131	18.356
10.0	3177	31.13	5.736	14.966	23.181
12.5	3388	33.20	6.126	17.068	28.290

Cálculo de valores CBR			
penetração de 2,5 mm	26.6	37.4	41.4
penetração de 5,0 mm	23.0	43.2	62.0



CBR @ 95%
32.4

Expansibilidade @ 95%
0.00

Cliete: Quadrante

Projeto: Novo Posto de Corte do Pêgo (400kV)

Origem: P3 (1,20-1,70)m

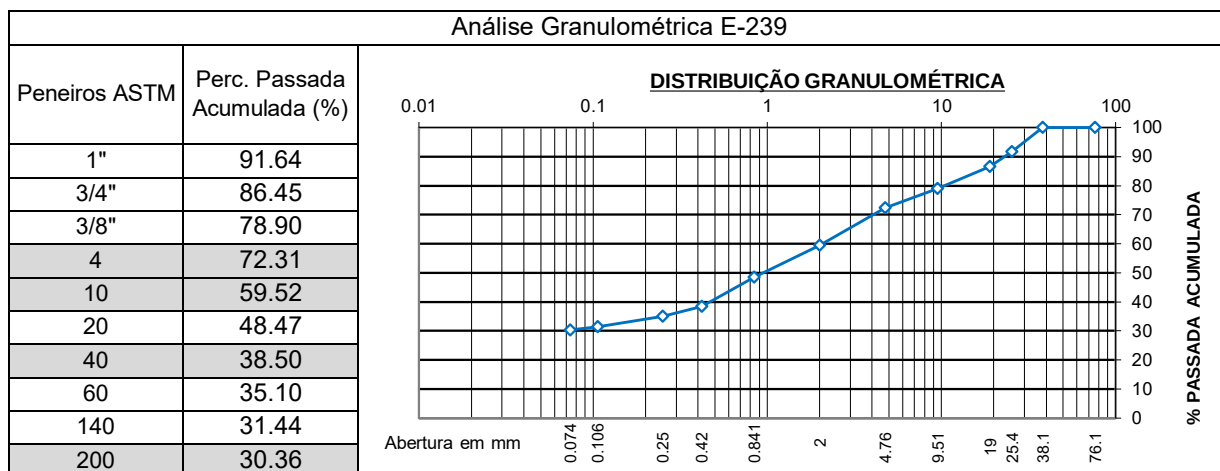
Data Receção: 16/04/2024

Projeto Nº: PJ03824

Data Emissão: 23/05/2024

Descrição: Areia argilosa com cascalho

Nº Amostra: **LG208 24**



Classificação de Solos	
Unificada (USCS)	SC - Areia argilosa com cascalho
AASHTO	A-2-7 (2)
GTR	-

Teor em água (NP-84)	9%	Teor em Mat. Org. (LNEC E-201)	-
----------------------	----	--------------------------------	---

Limite de Liquidez (NP-143)	47%
Limite de Plasticidade (NP-143)	21%
Índice de plasticidade (NP-143)	26%

Equivalente de Areia (E-199)	-
------------------------------	---

Azul de Metileno (NF P-94-068)	-
--------------------------------	---

Densidade Partículas (NP-83)	2.62	g/cm3
------------------------------	------	-------

Massa Volúmica e Absorção de água NP-581 e NP-954	>19mm	>4,76mm	<4,76mm
	-	-	-

Ensaio Compactação Proctor (E-197)	Baridade Seca Máxima		Teor ótimo água	
	2.085	g/cm3	8.9	%
Proctor Corrigido	-	g/cm3	-	%

CBR - (E-198)	CBR @ 95%		Expansib. @ 95%	
	12.4		0.31	

Observações:

Realizado Por:
Paulo Almeida

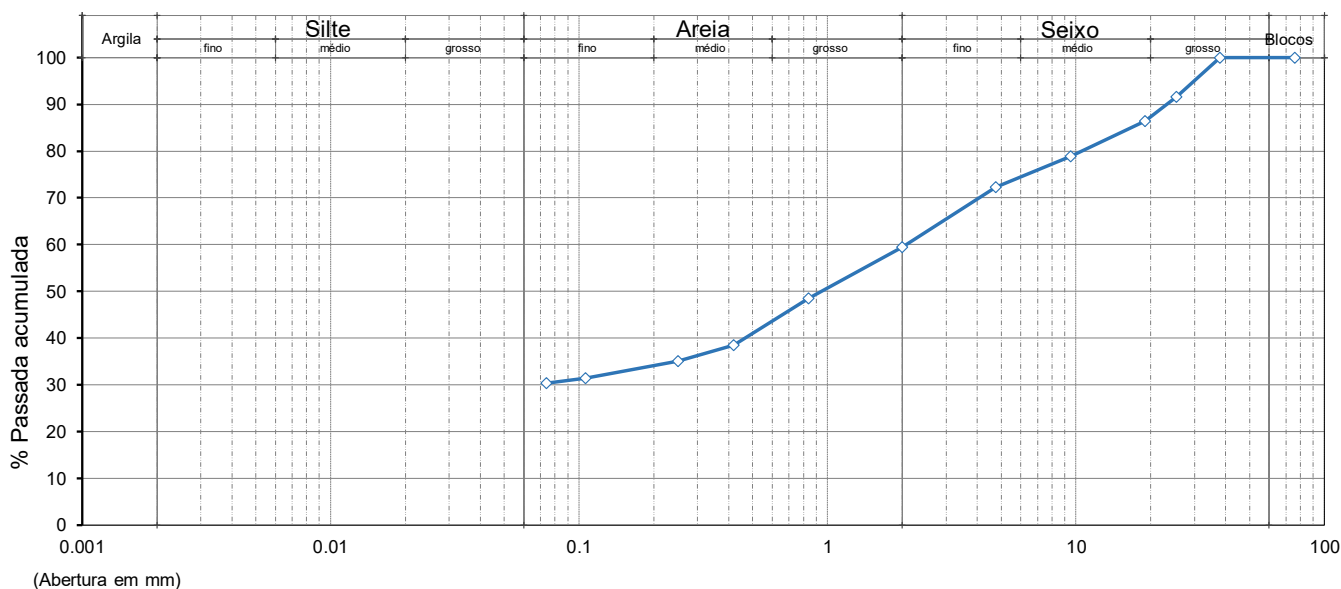
Responsável Técnico
Daniel Gabriel

Cliente: Quadrante **Projeto Nº:** PJ03824
Projeto: Novo Posto de Corte do Pêgo (400kV) **Data Emissão:** 23/05/2024
Origem: P3 (1,20-1,70)m **Descrição:** Areia argilosa com cascalho **Nº Amostra:** LG208 24
Data Receção: 16/04/2024 **Data Execução:** 05/07/2024

Massa total inicial seca: m_t 1823.70 g
Massa total da fracção retida no peneiro 2,00mm: m_{10} 738.29 g
Massa total da fracção passada no peneiro 2,00mm: m'_{10} 1085.41 g
Massa de solo seco inferior a 2,00mm utilizada: m_a 81.60 g
Massa de solo lavado no peneiro 0,074mm: 39.97 g

Abertura Peneiros (mm)	Peneiros ASTM	Massa Retida (g)	Percentagem Retida (%)	Perc.Retida Acumulada (%)	Perc. Passada Acumulada (%)
76.10	3"	0.00	0.00	0.00	100.00
38.10	1" 1/2	0.00	0.00	0.00	100.00
25.40	1"	152.48	8.36	8.36	91.64
19.00	3/4"	94.56	5.19	13.55	86.45
9.51	3/8"	137.67	7.55	21.10	78.90
4.76	4	120.30	6.60	27.69	72.31
2.00	10	233.28	12.79	40.48	59.52
0.841	20	15.15	11.05	51.53	48.47
0.420	40	13.67	9.97	61.50	38.50
0.250	60	4.66	3.40	64.90	35.10
0.106	140	5.01	3.65	68.56	31.44
0.074	200	1.48	1.08	69.64	30.36
Material Retido no Fundo		41.63	30.36	100.00	0.00

Distribuição Granulométrica



D60	2.2	D30	-	D10	-	Cu	-	Cc	-
-----	-----	-----	---	-----	---	----	---	----	---

Observações:

Realizado Por:
Paulo Almeida

Responsável Técnico
Daniel Gabriel



Laboratório de Geotecnia

Teor em água
NP-84

Cliente:	Quadrante	Projeto N°:	PJ03824
Projeto:	Novo Posto de Corte do Pêgo (400kV)	Data Emissão:	23/05/2024
Origem:	P3 (1,20-1,70)m	Descrição:	Areia argilosa com cascalho
Data Receção:	16/04/2024	Data Execução:	05/07/2024
		N° Amostra:	LG208 24

Número do teste	1	
Ref. ^a da Cápsula	A1	
m1 Massa da cápsula	285.10	g
m2 Massa da cápsula + solo húmido	2327.50	g
m3 Massa da cápsula + solo seco	2151.60	g
Ws Massa do solo seco	1866.5	g
Ww Massa da água	175.9	g
W(%) Teor em água	9.4%	%
Teor em água Médio	9.4%	%

Observações:

Realizado Por:
Paulo Almeida

Responsável Técnico
Daniel Gabriel

Cliente: Quadrante

Projeto: Novo Posto de Corte do Pêgo (400kV)

Origem: P3 (1,20-1,70)m

Data Receção: 16/04/2024

Descrição: Areia argilosa com cascalho

Data Execução: 09/05/2024

Projeto N°: PJ03824

Data Emissão: 23/05/2024

N° Amostra: **LG208 24**

Limite de Liquidez pela concha de Casagrande

Número da cápsula	-	E1	E2	E3	E4
Número de pancadas	Nº	10	24	31	39
Massa da cápsula	g	10.82	10.86	10.92	10.82
Massa da cápsula + solo húmido	g	31.41	28.70	26.25	24.28
Massa da cápsula + solo seco	g	24.66	23.00	21.40	20.12
Massa da água	g	6.75	5.7	4.85	4.16
Massa do solo seco	g	13.84	12.14	10.48	9.3
Teor em água	%	48.8%	47.0%	46.3%	44.7%
Limite de Liquidez		47%			

Limite de Plasticidade

Número da cápsula	-	E5	E6	E7	E8
Massa da cápsula	g	10.83	10.75	10.92	10.80
Massa da cápsula + solo húmido	g	13.35	13.50	13.30	13.22
Massa da cápsula + solo seco	g	12.91	13.03	12.89	12.80
Massa da água	g	0.44	0.47	0.41	0.42
Massa do solo seco	g	2.08	2.28	1.97	2
Teor em água	%	21.2%	20.6%	20.8%	21.0%
Limite de Plasticidade		21%			
Índice de Plasticidade		26%			

Gráfico Limite de Liquidez

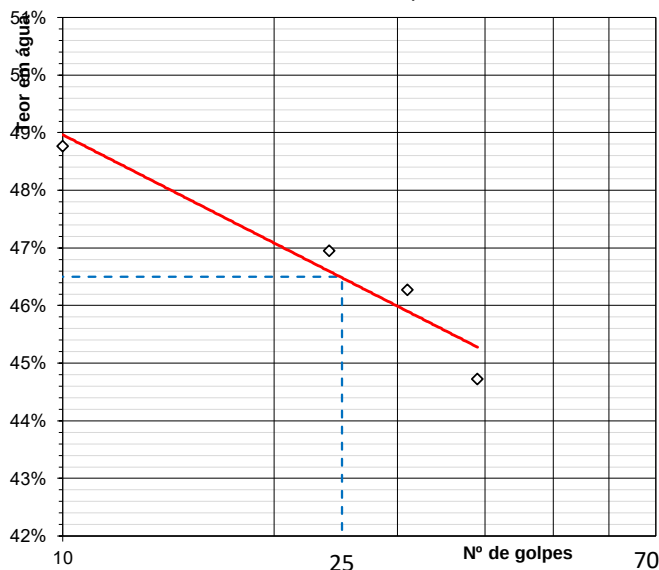
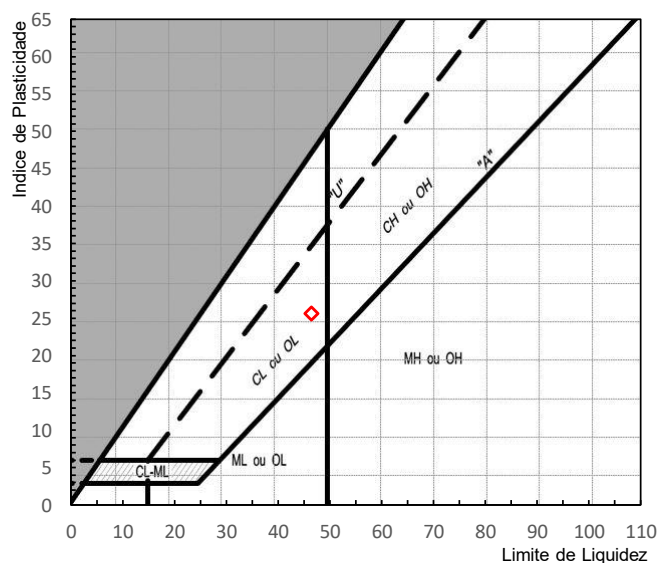


Diagrama de Plasticidade Casagrande



Observações:

Realizado Por:

Paulo Almeida

Responsável Técnico

Daniel Gabriel



Laboratório de Geotecnia

Determinação da Densidade das Partículas NP-83

Cliente:	Quadrante	Projeto N°:	PJ03824
Projeto:	Novo Posto de Corte do Pêgo (400kV)	Data Emissão:	23/05/2024
Origem:	P3 (1,20-1,70)m	Descrição:	Areia argilosa com cascalho
Data Receção:	16/04/2024	Data Execução:	09/05/2024
		N° Amostra:	LG208 24

Número do teste	1	
Ref. ^a da Picnómetro	P2	
m1 Massa do picnómetro	166.41	g
m2 Massa do picnómetro cheio de água	480.61	g
t2 Temperatura da água em m2	21	°C
pw Densidade da água em t2	0.9982	g/cm3
m4 Massa do provete seco	25.34	g
m5 Massa do picnómetro com o provete e água	496.41	g
t5 Temperatura da água em m5	19	°C
pw Massa volúmica da água em t5	0.9985	g/cm3
m3 Massa do picnómetro cheio de água, à temperatura t5	480.74	g
k Fator K. Quociente da densidade da água á temperatura t5, pela densidade da água a 20 °C	1.000	
dt20 Densidade das partículas à temperatura t5, em relação à água destilada a 20°C	2.62	g/cm3
Densidade média das partículas	2.62	g/cm3

Observações:

Realizado Por:
Paulo Almeida

Responsável Técnico
Daniel Gabriel

Laboratório de Geotecnia

Ensaio de Compactação Proctor

LNEC E-197

Cliete: Quadrante Projeto: Novo Posto de Corte do Pêgo (400kV) Origem: P3 (1,20-1,70)m Data Receção: 16/04/2024	Projeto Nº: PJ03824 Data Emissão: 23/05/2024 Nº Amostra: LG208 24	Descrição: Areia argilosa com cascalho Data Execução: 14/05/2024
--	--	---

Compactação em molde pequeno
 Compactação em molde grande
 Compactação leve
 Compactação pesada

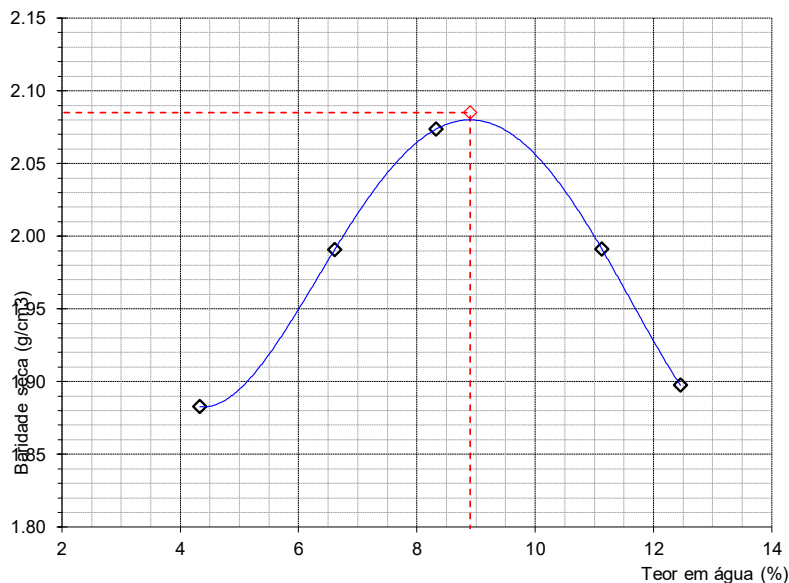
x
x

Nº de camadas
 Nº de pancadas por camada
 Diâmetro do Molde (mm)
 Altura do Molde (mm)

5
55
154.0
117.0

Nº do Provete		1	2	3	4	5
Massa do molde vazio	g	4818	4818	4818	4818	4818
Massa molde + solo húmido	g	9713	9640	9443	9099	9468
Massa do solo húmido	g	4895	4822	4625	4281	4650
Volume do molde	cm ³	2179	2179	2179	2179	2179
Baridade húmida	g/cm ³	2.246	2.213	2.122	1.964	2.134

Nº da cápsula		H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10
Massa da cápsula	g	28.04	28.41	27.67	26.98	27.54	26.52	26.64	27.19	26.03	26.54
Massa da cáps. + solo húmido	g	127.45	141.38	114.72	115.3	131.17	126.89	161.6	152.21	127.89	126.48
Massa da cáps. + solo seco	g	119.77	132.75	106.01	106.45	124.63	120.78	156.05	146.97	116.62	115.4
Massa da água	g	7.68	8.63	8.71	8.85	6.54	6.11	5.55	5.24	11.27	11.08
Massa do solo seco	g	91.73	104.34	78.34	79.47	97.09	94.26	129.41	119.78	90.59	88.86
Teor em água	%	8.37	8.27	11.12	11.14	6.74	6.48	4.29	4.37	12.44	12.47
Média do Teor em água	%	8.32	11.13	6.61	4.33	12.45					
Baridade seca	g/cm ³	2.074	1.991	1.991	1.883	1.897					



γ_d máximo 2.085 g/cm³
 w óptimo 8.9 %

% de material >19mm - %
 γ_d máximo (corr.) - g/cm³
 w óptimo (corr.) - %

Observações:

Realizado Por:
 Sara Pereira

Responsável Técnico
 Daniel Gabriel

Cliente: Quadrante
Projeto: Novo Posto de Corte do Pêgo (400kV)
Origem: P3 (1,20-1,70)m
Data Receção: 16/04/2024
Descrição: Areia argilosa com cascalho
Data Execução: 23/05/2024

Projeto Nº: PJ03824
Data Emissão: 23/05/2024
Nº Amostra: LG208 24

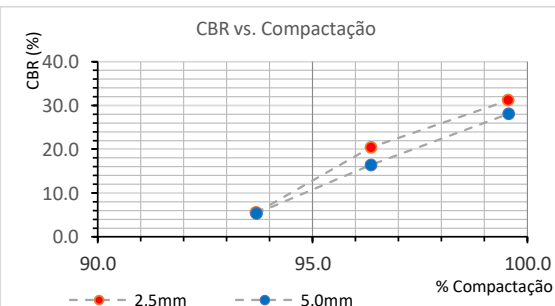
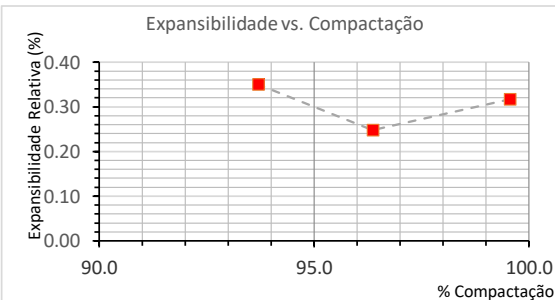
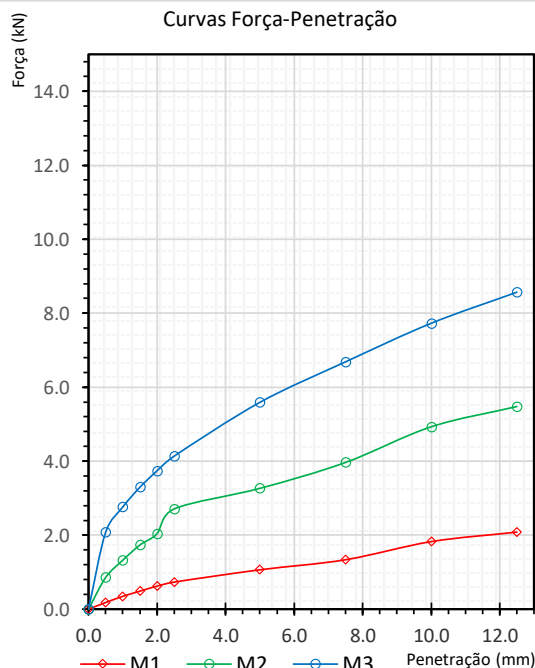
Valor obtido no ensaio Proctor γ_d máximo 2.085 g/cm³

Compactação				
Número do Molde		D	E	F
Número de golpes por camada		12	25	55
Altura de solo no molde	0,1 cm	117	117	117
Volume do Molde	cm ³	2123.1	2123.1	2123.1
Peso do molde vazio	g	8280	8320	8305
Peso do molde + solo húmido	g	12773	12944	13105
Peso do solo húmido	g	4493	4624	4800
Baridade húmida	g/cm ³	2.116	2.178	2.261
Teor em humidade	0,1%	8.33	8.40	8.92
Baridade seca	g/cm ³	1.953	2.009	2.076
Grau de compactação	%	93.7	96.4	99.6

Embebição da amostra				
Número do Molde		D	E	F
Espessura das placas	cm	6.5	6.5	6.5
Leitura no deflectómetro -1º dia	mm	1.00	1.00	1.00
Leitura no deflectómetro -4º dia	mm	1.41	1.29	1.37
Expansão máxima	mm	0.41	0.29	0.37
Expansão relativa	%	0.35	0.25	0.32
Peso mol. + solo húm. Após embeb.	g	12878	13026	13138
Peso de água absorvida	g	105.0	82.0	33.0
Peso do solo após embebição	g	4598	4706	4833
Baridade húmida após embebição	g/cm ³	2.166	2.217	2.276
Teor de humidade após embeb.	0.10%	11.5	12.5	8.1
Baridade seca após embebição	g/cm ³	1.942	1.969	2.106
Grau de compactação	%	93.1	94.5	101.0

Penetração e Forças					
Penetr. (mm)	FP (kgf)	Força Padrão (kN)	M1	M2	M3
0.0	0.0	0.00	0.000	0.000	0.000
0.5	370	3.63	0.180	0.856	2.079
1.0	629	6.16	0.347	1.323	2.761
1.5	903	8.85	0.486	1.735	3.297
2.0	1129	11.06	0.623	2.039	3.740
2.5	1355	13.28	0.732	2.710	4.137
5.0	2033	19.92	1.064	3.266	5.591
7.5	2575	25.24	1.336	3.966	6.686
10.0	3177	31.13	1.826	4.930	7.729
12.5	3388	33.20	2.083	5.478	8.569

Cálculo de valores CBR			
penetração de 2,5 mm	5.5	20.4	31.2
penetração de 5,0 mm	5.3	16.4	28.1



CBR @ 95%

12.4

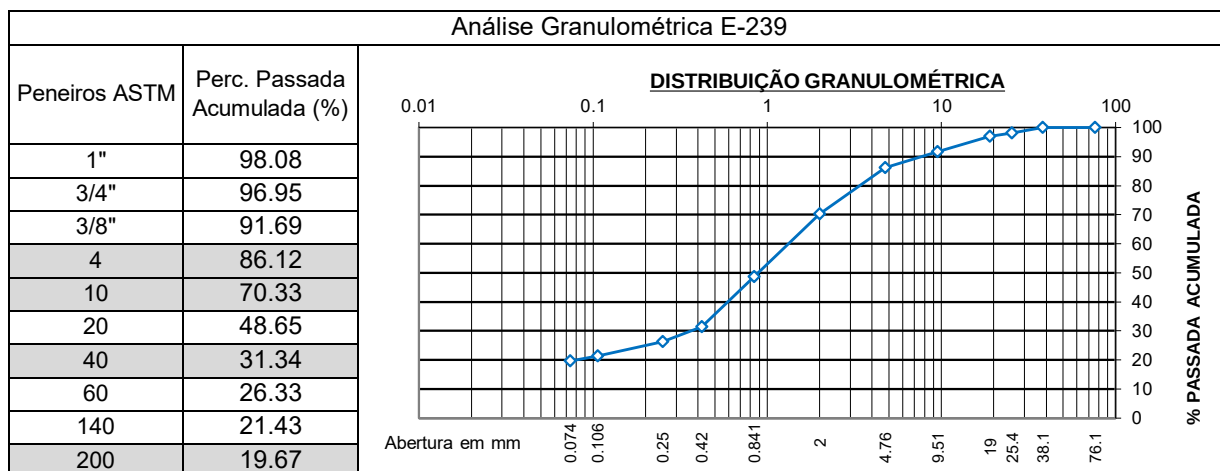
Expansibilidade @ 95%

0.31

Realizado Por:
Paulo Almeida

Responsável Técnico
Daniel Gabriel

Ciente: Quadrante **Projeto Nº:** PJ03824
Projeto: Novo Posto de Corte do Pêgo (400kV) **Data Emissão:** 15/05/2024
Origem: P4 (0,30-1,30)m **Descrição:** Areia siltosa com cascalho beje **Nº Amostra:** LG209 24
Data Receção: 16/04/2024



Classificação de Solos	
Unificada (USCS)	SM - Areia siltosa
AASHTO	A-1-b (0)
GTR	-

Teor em água (NP-84)	8%	Teor em Mat. Org. (LNEC E-201)	-
----------------------	----	--------------------------------	---

Limite de Liquidez (NP-143)	NP
Limite de Plasticidade (NP-143)	NP
Índice de plasticidade (NP-143)	NP

Equivalente de Areia (E-199)	-
------------------------------	---

Azul de Metileno (NF P-94-068)	-
--------------------------------	---

Densidade Partículas (NP-83)	2.65	g/cm3
------------------------------	------	-------

Massa Volúmica e Absorção de água NP-581 e NP-954	>19mm	>4,76mm	<4,76mm
	-	-	-

Ensaio Compactação Proctor (E-197)	Baridade Seca Máxima		Teor ótimo água	
	2.13	g/cm3	5.75	%
Proctor Corrigido	-	g/cm3	-	%

CBR - (E-198)	CBR @ 95%		Expansib. @ 95%	
	16.2		0.00	

Observações:

Realizado Por:
Paulo Almeida

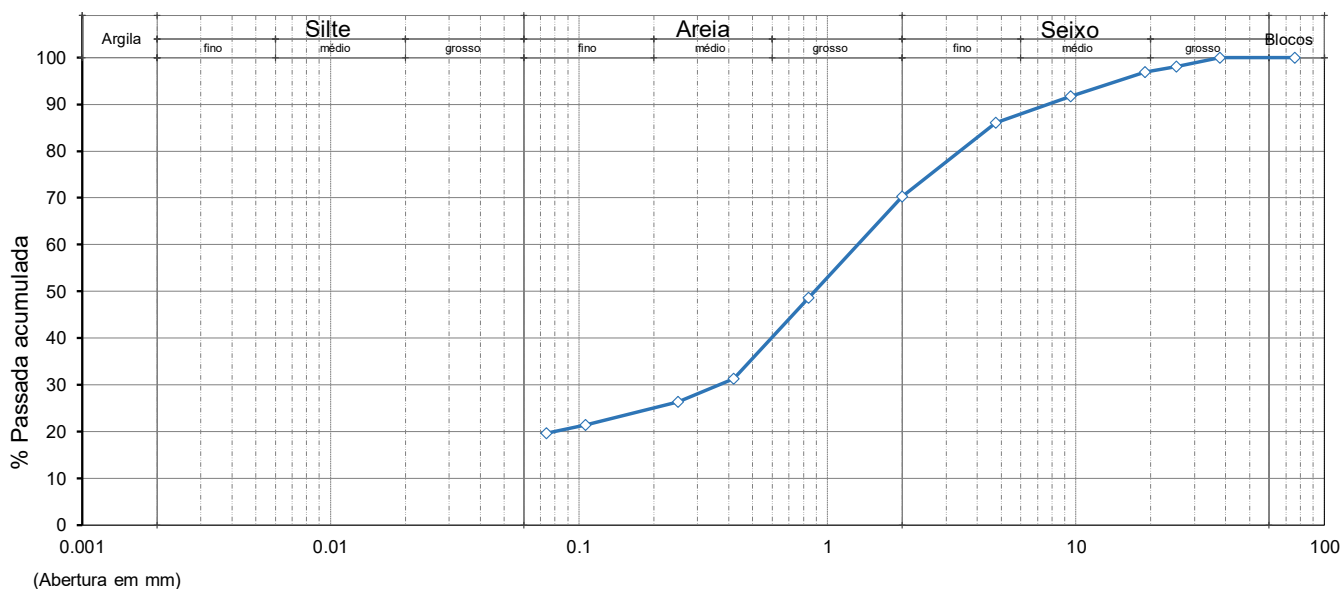
Responsável Técnico
Daniel Gabriel

Cliente: Quadrante **Projeto Nº:** PJ03824
Projeto: Novo Posto de Corte do Pêgo (400kV) **Data Emissão:** 15/05/2024
Origem: P4 (0,30-1,30)m **Descrição:** Areia siltosa com cascalho beje **Nº Amostra:** LG209 24
Data Receção: 16/04/2024 **Data Execução:** 05/07/2024

Massa total inicial seca: m_t 1945.40 g
Massa total da fracção retida no peneiro 2,00mm: m_{10} 577.15 g
Massa total da fracção passada no peneiro 2,00mm: m'_{10} 1368.25 g
Massa de solo seco inferior a 2,00mm utilizada: m_a 84.10 g
Massa de solo lavado no peneiro 0,074mm: 60.58 g

Abertura Peneiros (mm)	Peneiros ASTM	Massa Retida (g)	Percentagem Retida (%)	Perc.Retida Acumulada (%)	Perc. Passada Acumulada (%)
76.10	3"	0.00	0.00	0.00	100.00
38.10	1" 1/2	0.00	0.00	0.00	100.00
25.40	1"	37.28	1.92	1.92	98.08
19.00	3/4"	22.05	1.13	3.05	96.95
9.51	3/8"	102.33	5.26	8.31	91.69
4.76	4	108.30	5.57	13.88	86.12
2.00	10	307.19	15.79	29.67	70.33
0.841	20	25.93	21.69	51.35	48.65
0.420	40	20.70	17.31	68.66	31.34
0.250	60	5.99	5.01	73.67	26.33
0.106	140	5.86	4.90	78.57	21.43
0.074	200	2.10	1.76	80.33	19.67
Material Retido no Fundo		23.52	19.67	100.00	0.00

Distribuição Granulométrica



D60	1.4	D30	0.36	D10	-	Cu	-	Cc	-
-----	-----	-----	------	-----	---	----	---	----	---

Observações:

Realizado Por:
Paulo Almeida

Responsável Técnico
Daniel Gabriel



Laboratório de Geotecnia

Teor em água
NP-84

Cliente:	Quadrante	Projeto N°:	PJ03824
Projeto:	Novo Posto de Corte do Pêgo (400kV)	Data Emissão:	15/05/2024
Origem:	P4 (0,30-1,30)m	Descrição:	Areia siltosa com cascalho beje
Data Receção:	16/04/2024	Data Execução:	05/07/2024
		N° Amostra:	LG209 24

Número do teste	1	
Ref. ^a da Cápsula	B	
m1 Massa da cápsula	265.70	g
m2 Massa da cápsula + solo húmido	2417.00	g
m3 Massa da cápsula + solo seco	2265.30	g
Ws Massa do solo seco	1999.6	g
Ww Massa da água	151.7	g
W(%) Teor em água	7.6%	%
Teor em água Médio	7.6%	%

Observações:

Realizado Por:
Paulo Almeida

Responsável Técnico
Daniel Gabriel

Cliente: Quadrante

Projeto: Novo Posto de Corte do Pêgo (400kV)

Origem: P4 (0,30-1,30)m

Data Receção: 16/04/2024

Projeto N°: PJ03824

Data Emissão: 15/05/2024

Descrição: Areia siltosa com cascalho beje

Data Execução: 08/09/2024

N° Amostra: **LG209 24**

Limite de Liquidez pela concha de Casagrande

Número da cápsula	-	
Número de pancadas	Nº	
Massa da cápsula	g	
Massa da cápsula + solo húmido	g	
Massa da cápsula + solo seco	g	
Massa da água	g	
Massa do solo seco	g	
Teor em água	%	
Limite de Liquidez		NP

Limite de Plasticidade

Número da cápsula	-	
Massa da cápsula	g	
Massa da cápsula + solo húmido	g	
Massa da cápsula + solo seco	g	
Massa da água	g	
Massa do solo seco	g	
Teor em água	%	
Limite de Plasticidade		NP
Índice de Plasticidade		NP

Gráfico Limite de Liquidez

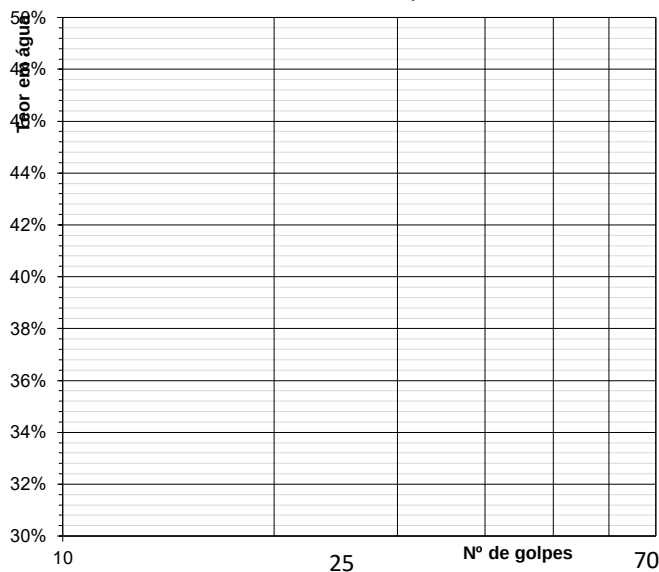
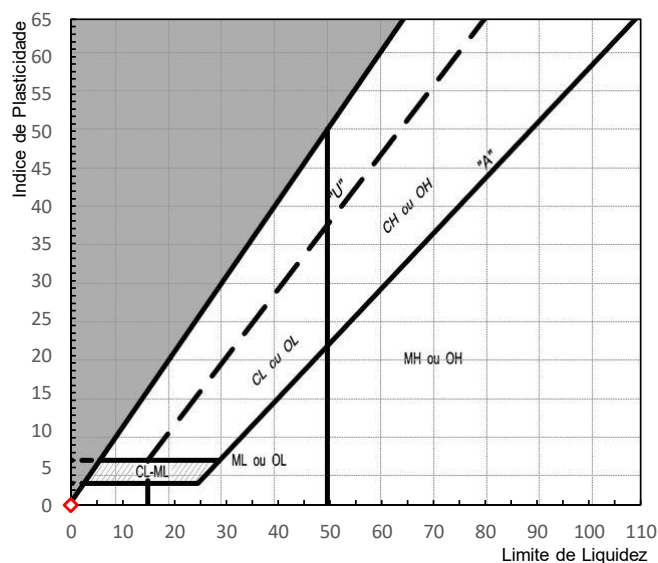


Diagrama de Plasticidade Casagrande



Observações:

Realizado Por:

Paulo Almeida

Responsável Técnico

Daniel Gabriel

Cliente:	Quadrante	Projeto N°:	PJ03824
Projeto:	Novo Posto de Corte do Pêgo (400kV)	Data Emissão:	15/05/2024
Origem:	P4 (0,30-1,30)m	Descrição:	Areia siltosa com cascalho beje
Data Receção:	16/04/2024	Data Execução:	09/05/2024
		N° Amostra:	LG209 24

	Número do teste	1	
	Ref. ^a da Picnómetro	P4	
m1	Massa do picnómetro	169.02	g
m2	Massa do picnómetro cheio de água	477.59	g
t2	Temperatura da água em m2	21	°C
pw	Densidade da água em t2	0.9982	g/cm3
m4	Massa do provete seco	25.41	g
m5	Massa do picnómetro com o provete e água	493.51	g
t5	Temperatura da água em m5	19	°C
pw	Massa volúmica da água em t5	0.9985	g/cm3
m3	Massa do picnómetro cheio de água, à temperatura t5	477.70	g
k	Fator K. Quociente da densidade da água á temperatura t5, pela densidade da água a 20 °C	1.000	
dt20	Densidade das partículas à temperatura t5, em relação à água destilada a 20°C	2.65	g/cm3
	Densidade média das partículas	2.65	g/cm3

Observações:Realizado Por:
Paulo AlmeidaResponsável Técnico
Daniel Gabriel

Laboratório de Geotecnia

Ensaio de Compactação Proctor

LNEC E-197

Cliete:	Quadrante	Projeto Nº:	PJ03824
Projeto:	Novo Posto de Corte do Pêgo (400kV)	Data Emissão:	15/05/2024
Origem:	P4 (0,30-1,30)m	Descrição:	Areia siltosa com cascalho beje
Data Receção:	16/04/2024	Data Execução:	10/05/2024
		Nº Amostra:	LG209 24

Compactação em molde pequeno
Compactação em molde grande
Compactação leve
Compactação pesada

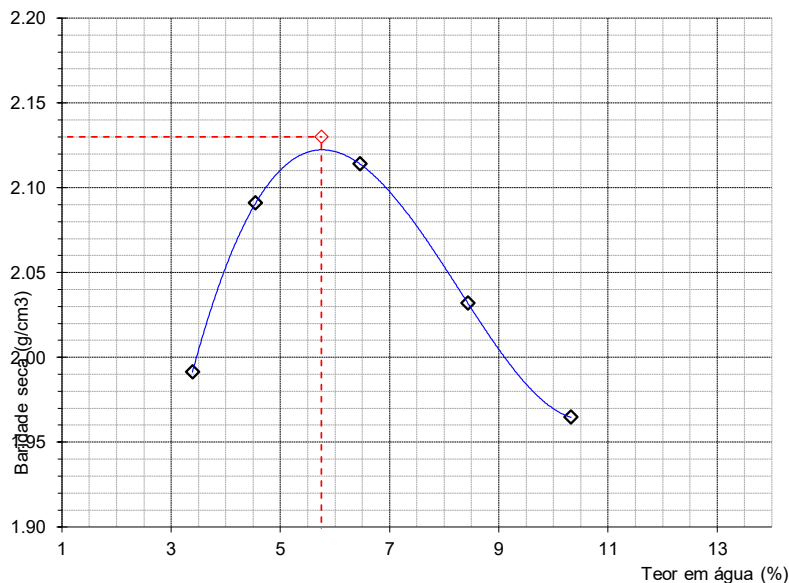
x
x

Nº de camadas
Nº de pancadas por camada
Diâmetro do Molde (mm)
Altura do Molde (mm)

5
25
103.0
117.0

Nº do Provete		1	2	3	4	5
Massa do molde vazio	g	3363	3363	3363	3363	3363
Massa molde + solo húmido	g	5511	5370	5557	5494	5476
Massa do solo húmido	g	2148	2007	2194	2131	2113
Volume do molde	cm ³	975	975	975	975	975
Baridade húmida	g/cm ³	2.203	2.059	2.251	2.186	2.167

Nº da cápsula		K1	K2	G3	G4	K5	K6	K7	K8	K9	K10
Massa da cápsula	g	27.06	26.19	22.61	20.7	27.28	25.56	27.63	25.36	25.04	27.71
Massa da cáps. + solo húmido	g	111.24	114.00	148.99	150.63	93.35	100.27	84.96	102.46	134.38	134.96
Massa da cáps. + solo seco	g	104.65	107.22	144.83	146.39	89.36	95.72	82.45	99.13	123.82	125.25
Massa da água	g	6.59	6.78	4.16	4.24	3.99	4.55	2.51	3.33	10.56	9.71
Massa do solo seco	g	77.59	81.03	122.22	125.69	62.08	70.16	54.82	73.77	98.78	97.54
Teor em água	%	8.49	8.37	3.40	3.37	6.43	6.49	4.58	4.51	10.69	9.95
Média do Teor em água	%	8.43		3.39		6.46		4.55		10.32	
Baridade seca	g/cm ³	2.032		1.991		2.114		2.091		1.965	



γ_d máximo 2.13 g/cm³
w_{óptimo} 5.75 %

% de material >19mm - %
γ_d máximo (corr.) - g/cm³
w_{óptimo} (corr.) - %

Observações:

Realizado Por:
Paulo Almeida

Responsável Técnico
Daniel Gabriel

Cliente: Quadrante
Projeto: Novo Posto de Corte do Pêgo (400kV)
Origem: P4 (0,30-1,30)m
Data Receção: 16/04/2024
Descrição: Areia siltosa com cascalho beje
Data Execução: 15/05/2024

Projeto N°: PJ03824
Data Emissão: 15/05/2024
N° Amostra: **LG209 24**

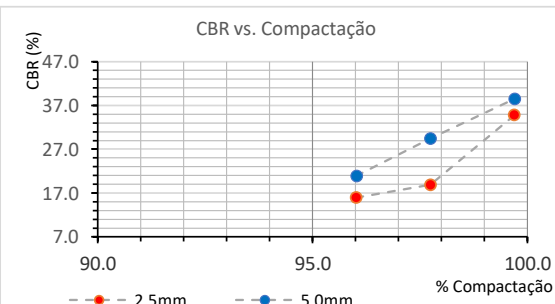
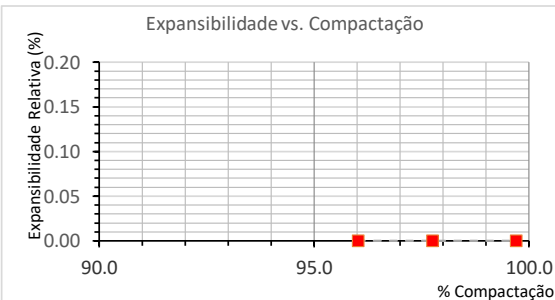
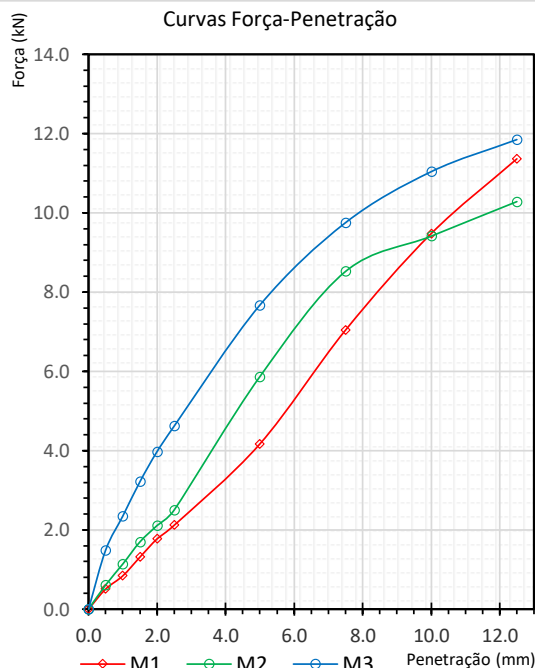
Valor obtido no ensaio Proctor γ_d máximo 2.13 g/cm³

Compactação				
Número do Molde		IV	V	VI
Número de golpes por camada		12	25	55
Altura de solo no molde	0,1 cm	117	117	117
Volume do Molde	cm ³	2123.1	2123.1	2123.1
Peso do molde vazio	g	8256	8337	8351
Peso do molde + solo húmido	g	12850	12987	13136
Peso do solo húmido	g	4594	4650	4785
Baridade húmida	g/cm ³	2.164	2.190	2.254
Teor em humidade	0,1%	5.80	5.20	6.13
Baridade seca	g/cm ³	2.045	2.082	2.124
Grau de compactação	%	96.0	97.7	99.7

Embebição da amostra				
Número do Molde		IV	V	VI
Espessura das placas	cm	6.5	6.5	6.5
Leitura no deflectómetro -1º dia	mm	0.10	0.10	5.10
Leitura no deflectómetro -4º dia	mm	0.1	0.1	5.10
Expansão máxima	mm	0.00	0.00	0.00
Expansão relativa	%	0.00	0.00	0.00
Peso mol. + solo húm. Após embeb.	g	12938	13064	13178
Peso de água absorvida	g	88.0	77.0	42.0
Peso do solo após embebição	g	4682	4727	4827
Baridade húmida após embebição	g/cm ³	2.205	2.227	2.274
Teor de humidade após embeb.	0.10%	8.7	6.5	6.1
Baridade seca após embebição	g/cm ³	2.029	2.090	2.142
Grau de compactação	%	95.3	98.1	100.6

Penetração e Forças					
Penetr. (mm)	FP (kgf)	Força Padrão (kN)	M1	M2	M3
0.0	0.0	0.00	0.000	0.000	0.000
0.5	370	3.63	0.508	0.610	1.491
1.0	629	6.16	0.840	1.139	2.348
1.5	903	8.85	1.312	1.697	3.215
2.0	1129	11.06	1.773	2.110	3.976
2.5	1355	13.28	2.117	2.502	4.619
5.0	2033	19.92	4.168	5.867	7.671
7.5	2575	25.24	7.041	8.521	9.752
10.0	3177	31.13	9.476	9.412	11.039
12.5	3388	33.20	11.363	10.283	11.849

Cálculo de valores CBR			
penetração de 2,5 mm	15.9	18.8	34.8
penetração de 5,0 mm	20.9	29.4	38.5



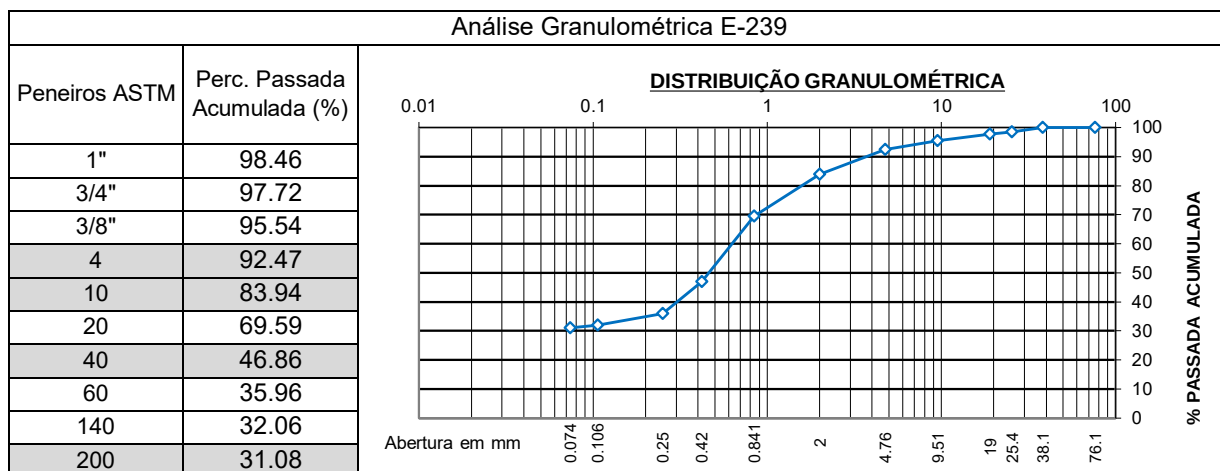
CBR @ 95%
16.2

Expansibilidade @ 95%
0.00

Realizado Por:
Paulo Almeida

Responsável Técnico
Daniel Gabriel

Cliete:	Quadrante	Projeto Nº:	PJ03824
Projeto:	Novo Posto de Corte do Pêgo (400kV)	Data Emissão:	15/05/2024
Origem:	P4 (2,00-2,50)m	Descrição:	Areia argilosa alaranjada
Data Receção:	16/04/2024	Nº Amostra:	LG210 24



Classificação de Solos	
Unificada (USCS)	SC - Areia argilosa
AASHTO	A-2-7 (2)
GTR	-

Teor em água (NP-84)	15%	Teor em Mat. Org. (LNEC E-201)	-
----------------------	-----	--------------------------------	---

Limite de Liquidez (NP-143)	45%
Limite de Plasticidade (NP-143)	20%
Índice de plasticidade (NP-143)	25%

Equivalente de Areia (E-199)	-
------------------------------	---

Azul de Metileno (NF P-94-068)	-
--------------------------------	---

Densidade Partículas (NP-83)	2.62	g/cm3
------------------------------	------	-------

Massa Volúmica e Absorção de água NP-581 e NP-954	>19mm	>4,76mm	<4,76mm
	-	-	-

Ensaio Compactação Proctor (E-197)	Baridade Seca Máxima	Teor ótimo água	
	1.973	g/cm3	9.52 %
Proctor Corrigido	-	g/cm3	- %

CBR - (E-198)	CBR @ 95%	Expansib. @ 95%
	11.5	0.77

Observações:

Realizado Por:
Paulo Almeida

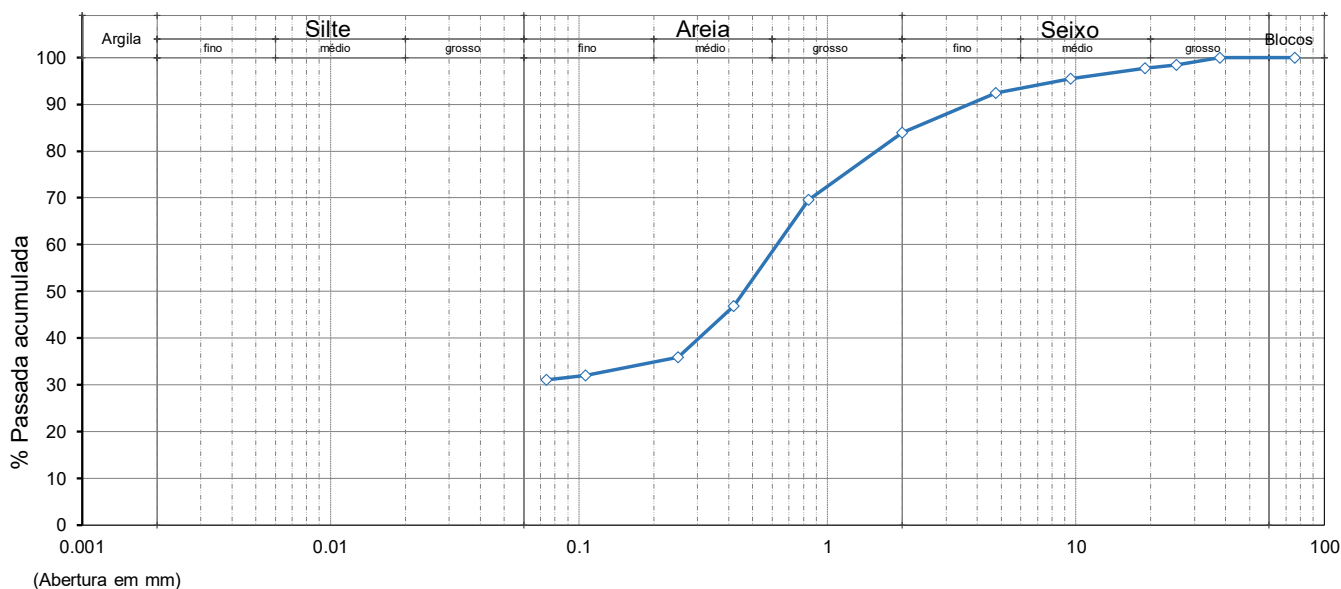
Responsável Técnico
Daniel Gabriel

Cliente: Quadrante **Projeto Nº:** PJ03824
Projeto: Novo Posto de Corte do Pêgo (400kV) **Data Emissão:** 15/05/2024
Origem: P4 (2,00-2,50)m **Descrição:** Areia argilosa alaranjada
Data Receção: 16/04/2024 **Data Execução:** 05/07/2024 **Nº Amostra:** **LG210 24**

Massa total inicial seca: m_t 1934.10 g
Massa total da fracção retida no peneiro 2,00mm: m_{10} 310.63 g
Massa total da fracção passada no peneiro 2,00mm: m'_{10} 1623.47 g
Massa de solo seco inferior a 2,00mm utilizada: m_a 80.60 g
Massa de solo lavado no peneiro 0,074mm: 50.76 g

Abertura Peneiros (mm)	Peneiros ASTM	Massa Retida (g)	Percentagem Retida (%)	Perc.Retida Acumulada (%)	Perc. Passada Acumulada (%)
76.10	3"	0.00	0.00	0.00	100.00
38.10	1" 1/2	0.00	0.00	0.00	100.00
25.40	1"	29.79	1.54	1.54	98.46
19.00	3/4"	14.33	0.74	2.28	97.72
9.51	3/8"	42.20	2.18	4.46	95.54
4.76	4	59.29	3.07	7.53	92.47
2.00	10	165.02	8.53	16.06	83.94
0.841	20	13.78	14.35	30.41	69.59
0.420	40	21.82	22.72	53.14	46.86
0.250	60	10.47	10.90	64.04	35.96
0.106	140	3.75	3.91	67.94	32.06
0.074	200	0.94	0.98	68.92	31.08
Material Retido no Fundo		29.84	31.08	100.00	0.00

Distribuição Granulométrica



D60	0.63	D30	-	D10	-	Cu	-	Cc	-
-----	------	-----	---	-----	---	----	---	----	---

Observações:

Realizado Por:
Paulo Almeida

Responsável Técnico
Daniel Gabriel



Laboratório de Geotecnia

Teor em água
NP-84

Cliente:	Quadrante	Projeto N°:	PJ03824
Projeto:	Novo Posto de Corte do Pêgo (400kV)	Data Emissão:	15/05/2024
Origem:	P4 (2,00-2,50)m	Descrição:	Areia argilosa alaranjada
Data Receção:	16/04/2024	Data Execução:	05/07/2024
		N° Amostra:	LG210 24

Número do teste	1	
Ref. ^a da Cápsula	B1	
m1 Massa da cápsula	287.40	g
m2 Massa da cápsula + solo húmido	2560.50	g
m3 Massa da cápsula + solo seco	2270.60	g
Ws Massa do solo seco	1983.2	g
Ww Massa da água	289.9	g
W(%) Teor em água	14.6%	%
Teor em água Médio	14.6%	%

Observações:

Realizado Por:
Paulo Almeida

Responsável Técnico
Daniel Gabriel

Cliente: Quadrante

Projeto: Novo Posto de Corte do Pêgo (400kV)

Origem: P4 (2,00-2,50)m

Data Receção: 16/04/2024

Descrição: Areia argilosa alaranjada

Data Execução: 09/05/2024

Projeto N°: PJ03824

Data Emissão: 15/05/2024

N° Amostra: **LG210 24**

Limite de Liquidez pela concha de Casagrande

Número da cápsula	-	C1	C2	C3	C4
Número de pancadas	Nº	16	23	32	40
Massa da cápsula	g	10.81	11.13	10.92	10.79
Massa da cápsula + solo húmido	g	31.25	29.16	31.43	28.51
Massa da cápsula + solo seco	g	24.62	23.57	25.28	23.17
Massa da água	g	6.63	5.59	6.15	5.34
Massa do solo seco	g	13.81	12.44	14.36	12.38
Teor em água	%	48.0%	44.9%	42.8%	43.1%
Limite de Liquidez		45%			

Limite de Plasticidade

Número da cápsula	-	C5	C6	C7	C8
Massa da cápsula	g	10.84	10.87	10.81	10.85
Massa da cápsula + solo húmido	g	12.43	12.62	12.62	12.72
Massa da cápsula + solo seco	g	12.17	12.33	12.32	12.40
Massa da água	g	0.26	0.29	0.30	0.32
Massa do solo seco	g	1.33	1.46	1.51	1.55
Teor em água	%	19.5%	19.9%	19.9%	20.6%
Limite de Plasticidade		20%			
Índice de Plasticidade		25%			

Gráfico Limite de Liquidez

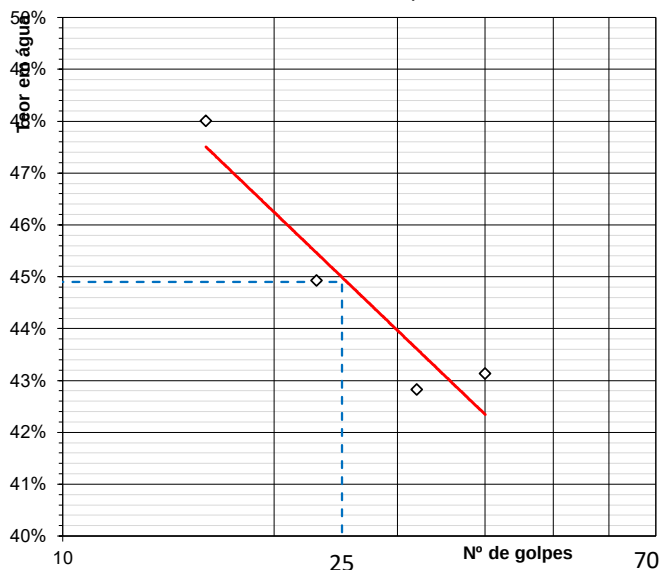
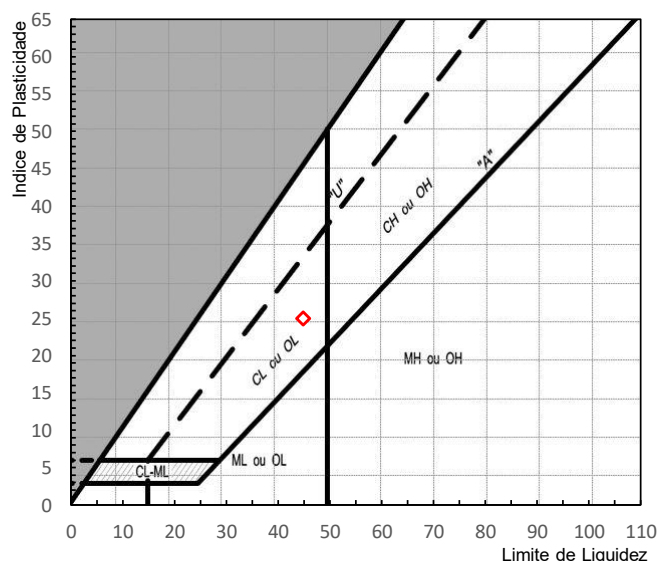


Diagrama de Plasticidade Casagrande



Observações:

Realizado Por:

Paulo Almeida

Responsável Técnico

Daniel Gabriel

Cliente:	Quadrante	Projeto N°:	PJ03824
Projeto:	Novo Posto de Corte do Pêgo (400kV)	Data Emissão:	15/05/2024
Origem:	P4 (2,00-2,50)m	Descrição:	Areia argilosa alaranjada
Data Receção:	16/04/2024	Data Execução:	09/05/2024
		N° Amostra:	LG210 24

	Número do teste	1	
	Ref. ^a da Picnómetro	P3	
m1	Massa do picnómetro	169.45	g
m2	Massa do picnómetro cheio de água	478.03	g
t2	Temperatura da água em m2	21	°C
pw	Densidade da água em t2	0.9982	g/cm3
m4	Massa do provete seco	25.97	g
m5	Massa do picnómetro com o provete e água	494.19	g
t5	Temperatura da água em m5	19	°C
pw	Massa volúmica da água em t5	0.9985	g/cm3
m3	Massa do picnómetro cheio de água, à temperatura t5	478.15	g
k	Fator K. Quociente da densidade da água á temperatura t5, pela densidade da água a 20 °C	1.000	
dt20	Densidade das partículas à temperatura t5, em relação à água destilada a 20°C	2.62	g/cm3
	Densidade média das partículas	2.62	g/cm3

Observações:Realizado Por:
Paulo AlmeidaResponsável Técnico
Daniel Gabriel

Laboratório de Geotecnia

Ensaio de Compactação Proctor

LNEC E-197

Cliete:	Quadrante	Projeto Nº:	PJ03824
Projeto:	Novo Posto de Corte do Pêgo (400kV)	Data Emissão:	15/05/2024
Origem:	P4 (2,00-2,50)m	Descrição:	Areia argilosa alaranjada
Data Receção:	16/04/2024	Data Execução:	10/04/2024
		Nº Amostra:	LG210 24

Compactação em molde pequeno
Compactação em molde grande
Compactação leve
Compactação pesada

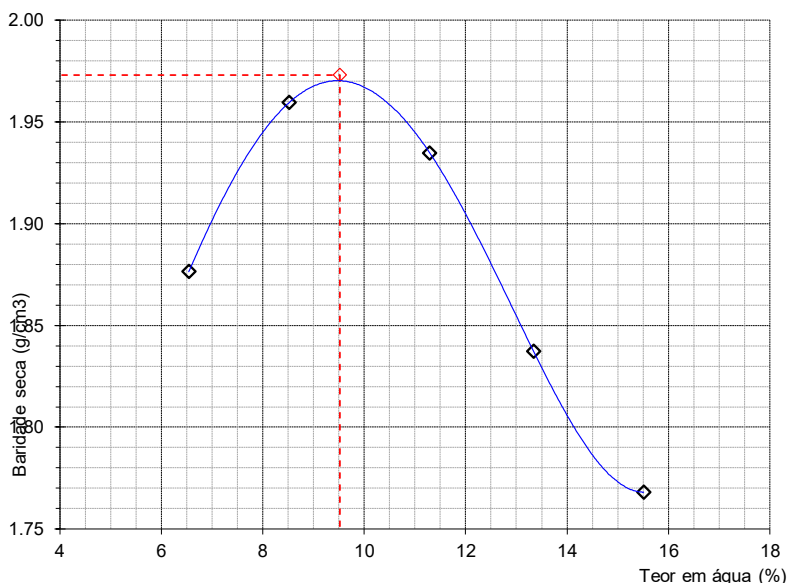
x
x

Nº de camadas
Nº de pancadas por camada
Diâmetro do Molde (mm)
Altura do Molde (mm)

5
25
103.0
117.0

Nº do Provete		1	2	3	4	5
Massa do molde vazio	g	3358	3358	3358	3358	3358
Massa molde + solo húmido	g	5457	5388	5349	5431	5307
Massa do solo húmido	g	2099	2030	1991	2073	1949
Volume do molde	cm ³	975	975	975	975	975
Baridade húmida	g/cm ³	2.153	2.082	2.042	2.126	1.999

Nº da cápsula		I1	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	I9	I10
Massa da cápsula	g	27.35	26.51	27.16	27.18	28.33	26.81	28.08	27.19	26.93	26.78
Massa da cáps. + solo húmido	g	122.13	116.35	114.31	115.09	112.83	114.87	122.95	122.11	142.88	140.08
Massa da cáps. + solo seco	g	112.5	107.25	104.05	104.74	101.46	103.07	115.48	114.68	135.75	133.14
Massa da água	g	9.63	9.1	10.26	10.35	11.37	11.80	7.47	7.43	7.13	6.94
Massa do solo seco	g	85.15	80.74	76.89	77.56	73.13	76.26	87.40	87.49	108.82	106.36
Teor em água	%	11.31	11.27	13.34	13.34	15.55	15.47	8.55	8.49	6.55	6.53
Média do Teor em água	%	11.29	13.34	15.51	8.52	6.54					
Baridade seca	g/cm ³	1.935	1.837	1.768	1.959	1.877					



γ_{d máximo} 1.973 g/cm³
w_{óptimo} 9.52 %

% de material >19mm - %
γ_{d máximo (corr.)} - g/cm³
w_{óptimo (corr.)} - %

Observações:

Realizado Por:
Sara Pereira

Responsável Técnico
Daniel Gabriel

Cliente: Quadrante
Projeto: Novo Posto de Corte do Pêgo (400kV)
Origem: P4 (2,00-2,50)m
Data Receção: 16/04/2024
Descrição: Areia argilosa alaranjada
Data Execução: 15/05/2024

Projeto Nº: PJ03824
Data Emissão: 15/05/2024
Nº Amostra: **LG210 24**

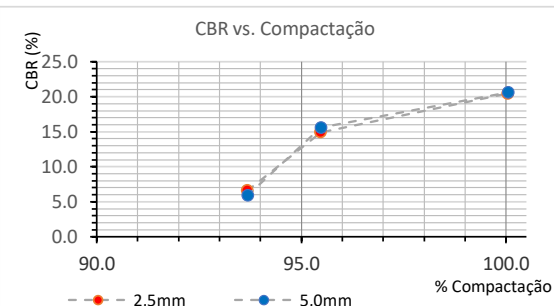
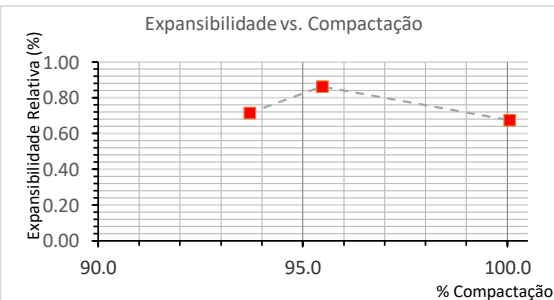
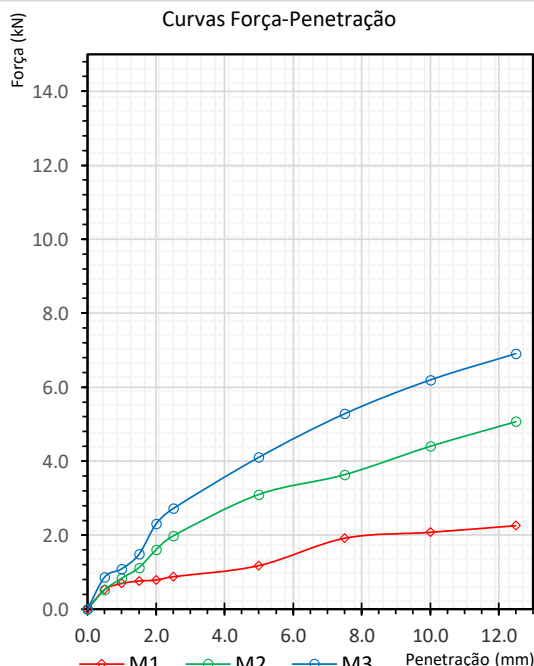
Valor obtido no ensaio Proctor γ_d máximo 1.973 g/cm³

Compactação				
Número do Molde		I	II	III
Número de golpes por camada		12	25	55
Altura de solo no molde	0,1 cm	117	117	117
Volume do Molde	cm ³	2123.1	2123.1	2123.1
Peso do molde vazio	g	8336	8324	8336
Peso do molde + solo húmido	g	12631	12708	12928
Peso do solo húmido	g	4295	4384	4592
Baridade húmida	g/cm ³	2.023	2.065	2.163
Teor em humidade	0,1%	9.44	9.62	9.58
Baridade seca	g/cm ³	1.848	1.884	1.974
Grau de compactação	%	93.7	95.5	100.0

Embebição da amostra				
Número do Molde		I	II	III
Espessura das placas	cm	6.5	6.5	6.5
Leitura no deflectómetro -1º dia	mm	1.10	1.10	0.00
Leitura no deflectómetro -4º dia	mm	1.94	2.11	0.79
Expansão máxima	mm	0.84	1.01	0.79
Expansão relativa	%	0.72	0.86	0.68
Peso mol. + solo húm. Após embeb.	g	12854	12836	13112
Peso de água absorvida	g	223.0	128.0	184.0
Peso do solo após embebição	g	4518	4512	4776
Baridade húmida após embebição	g/cm ³	2.128	2.125	2.250
Teor de humidade após embeb.	0.10%	13.7	11.3	10.4
Baridade seca após embebição	g/cm ³	1.872	1.910	2.038
Grau de compactação	%	94.9	96.8	103.3

Penetração e Forças					
Penetr. (mm)	FP (kgf)	Força Padrão (kN)	M1	M2	M3
0.0	0.0	0.00	0.000	0.000	0.000
0.5	370	3.63	0.530	0.523	0.868
1.0	629	6.16	0.694	0.836	1.091
1.5	903	8.85	0.761	1.120	1.481
2.0	1129	11.06	0.786	1.606	2.303
2.5	1355	13.28	0.876	1.980	2.718
5.0	2033	19.92	1.177	3.101	4.105
7.5	2575	25.24	1.916	3.635	5.281
10.0	3177	31.13	2.077	4.402	6.196
12.5	3388	33.20	2.256	5.067	6.908

Cálculo de valores CBR			
penetração de 2,5 mm	6.6	14.9	20.5
penetração de 5,0 mm	5.9	15.6	20.6



CBR @ 95%

11.5

Expansibilidade @ 95%

0.77

Realizado Por:
Sara Pereira

Responsável Técnico
Daniel Gabriel

Cliente: Quadrante

Projeto: Novo Posto de Corte do Pêgo (400kV)

Origem: P5 (1,20-1,80)m

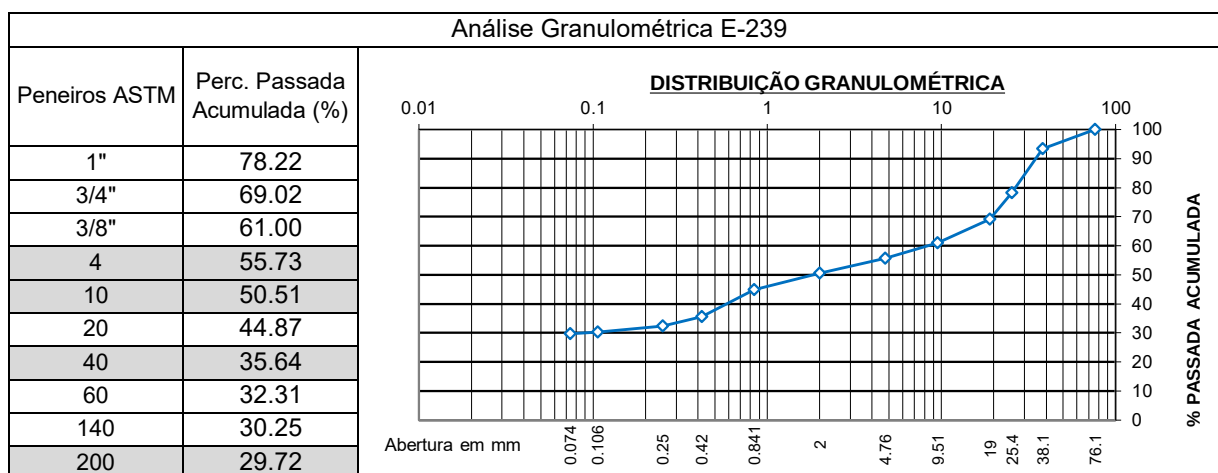
Data Receção: 16/04/2024

Projeto Nº: PJ03824

Data Emissão: 23/05/2024

Descrição: Cascalho argiloso c/ areia avermelhado

Nº Amostra: **LG211 24**



Classificação de Solos	
Unificada (USCS)	GC - Cascalho argiloso com areia
AASHTO	A-2-7 (3)
GTR	-

Teor em água (NP-84)	13%	Teor em Mat. Org. (LNEC E-201)	-
----------------------	-----	--------------------------------	---

Limite de Liquidez (NP-143)	51%
Limite de Plasticidade (NP-143)	23%
Índice de plasticidade (NP-143)	29%

Equivalente de Areia (E-199)	-
------------------------------	---

Azul de Metileno (NF P-94-068)	-
--------------------------------	---

Densidade Partículas (NP-83)	2.63	g/cm3
------------------------------	------	-------

Massa Volúmica e Absorção de água NP-581 e NP-954	>19mm	>4,76mm	<4,76mm
	2.66	-	-

Ensaio Compactação Proctor (E-197)	Baridade Seca Máxima		Teor ótimo água	
	1.93	g/cm3	10.2	%
Proctor Corrigido	2.08	g/cm3	7.1	%

CBR - (E-198)	CBR @ 95%		Expansib. @ 95%	
	6.3		1.57	

Observações:

Realizado Por:
Paulo Almeida

Responsável Técnico
Daniel Gabriel

Laboratório de Geotecnia

Análise Granulométrica por via húmida

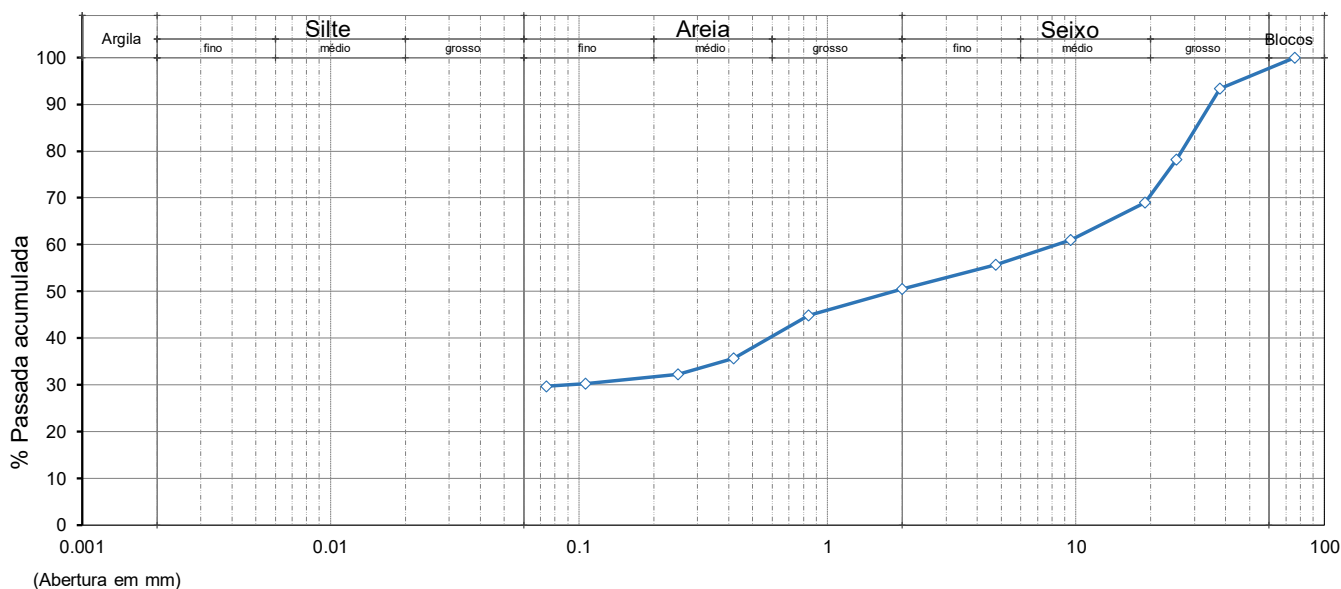
LNEC E-239

Cliente:	Quadrante	Projeto Nº:	PJ03824
Projeto:	Novo Posto de Corte do Pêgo (400kV)	Data Emissão:	23/05/2024
Origem:	P5 (1,20-1,80)m	Descrição:	Cascalho argiloso c/ areia avermelhada
Data Receção:	16/04/2024	Data Execução:	05/07/2024
		Nº Amostra:	LG211 24

Massa total inicial seca: m_t	2375.50 g
Massa total da fracção retida no peneiro 2,00mm: m_{10}	1175.64 g
Massa total da fracção passada no peneiro 2,00mm: m'_{10}	1199.86 g
Massa de solo seco inferior a 2,00mm utilizada: m_a	85.70 g
Massa de solo lavado no peneiro 0,074mm:	35.27 g

Abertura Peneiros (mm)	Peneiros ASTM	Massa Retida (g)	Percentagem Retida (%)	Perc.Retida Acumulada (%)	Perc. Passada Acumulada (%)
76.10	3"	0.00	0.00	0.00	100.00
38.10	1" 1/2	158.26	6.66	6.66	93.34
25.40	1"	359.15	15.12	21.78	78.22
19.00	3/4"	218.41	9.19	30.98	69.02
9.51	3/8"	190.67	8.03	39.00	61.00
4.76	4	125.11	5.27	44.27	55.73
2.00	10	124.04	5.22	49.49	50.51
0.841	20	9.57	5.64	55.13	44.87
0.420	40	15.66	9.23	64.36	35.64
0.250	60	5.65	3.33	67.69	32.31
0.106	140	3.49	2.06	69.75	30.25
0.074	200	0.90	0.53	70.28	29.72
Material Retido no Fundo		50.43	29.72	100.00	0.00

Distribuição Granulométrica



D60	8.5	D30	0.074	D10	-	Cu	-	Cc	-
-----	-----	-----	-------	-----	---	----	---	----	---

Observações:

Realizado Por:
Paulo Almeida

Responsável Técnico
Daniel Gabriel



Laboratório de Geotecnia

Teor em água
NP-84

Cliente:	Quadrante	Projeto N°:	PJ03824
Projeto:	Novo Posto de Corte do Pêgo (400kV)	Data Emissão:	23/05/2024
Origem:	P5 (1,20-1,80)m	Descrição:	Cascalho argiloso c/ areia avermelhado
Data Receção:	16/04/2024	Data Execução:	05/07/2024
		N° Amostra:	LG211 24

Número do teste	1	
Ref. ^a da Cápsula	C	
m1 Massa da cápsula	265.50	g
m2 Massa da cápsula + solo húmido	3027.10	g
m3 Massa da cápsula + solo seco	2716.20	g
Ws Massa do solo seco	2450.7	g
Ww Massa da água	310.9	g
W(%) Teor em água	12.7%	%
Teor em água Médio	12.7%	%

Observações:

Realizado Por:
Paulo Almeida

Responsável Técnico
Daniel Gabriel

Cliente: Quadrante

Projeto: Novo Posto de Corte do Pêgo (400kV)

Origem: P5 (1,20-1,80)m

Data Receção: 16/04/2024

Descrição: Cascalho argiloso c/ areia avermelhado

Data Execução: 10/05/2024

Projeto N°: PJ03824

Data Emissão: 23/05/2024

N° Amostra: **LG211 24**

Limite de Liquidez pela concha de Casagrande

Número da cápsula	-	B1	B2	B3	B4
Número de pancadas	Nº	14	21	27	37
Massa da cápsula	g	10.72	10.95	10.96	11.04
Massa da cápsula + solo húmido	g	35.66	34.26	32.55	33.58
Massa da cápsula + solo seco	g	26.26	26.26	25.44	26.34
Massa da água	g	9.4	8	7.11	7.24
Massa do solo seco	g	15.54	15.31	14.48	15.3
Teor em água	%	60.5%	52.3%	49.1%	47.3%
Limite de Liquidez		51%			

Limite de Plasticidade

Número da cápsula	-	E5	E6	E7	E8
Massa da cápsula	g	10.83	10.75	10.90	10.80
Massa da cápsula + solo húmido	g	12.13	11.96	12.17	11.91
Massa da cápsula + solo seco	g	11.89	11.73	11.94	11.71
Massa da água	g	0.24	0.23	0.23	0.20
Massa do solo seco	g	1.06	0.98	1.04	0.91
Teor em água	%	22.6%	23.5%	22.1%	22.0%
Limite de Plasticidade		23%			
Índice de Plasticidade		29%			

Gráfico Limite de Liquidez

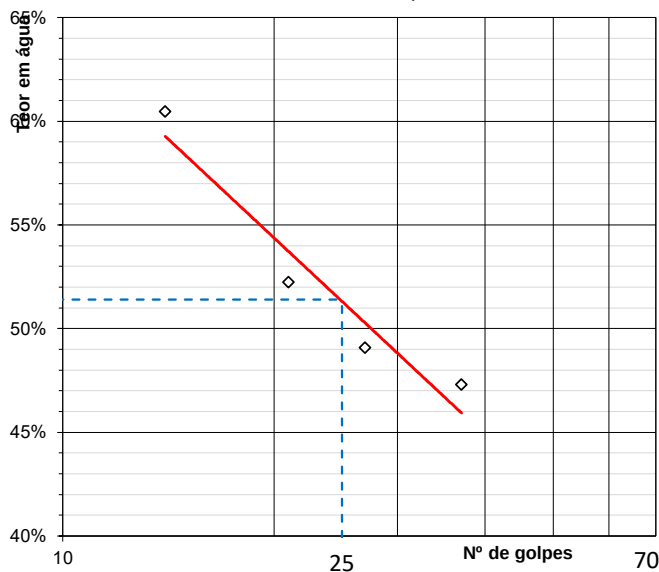
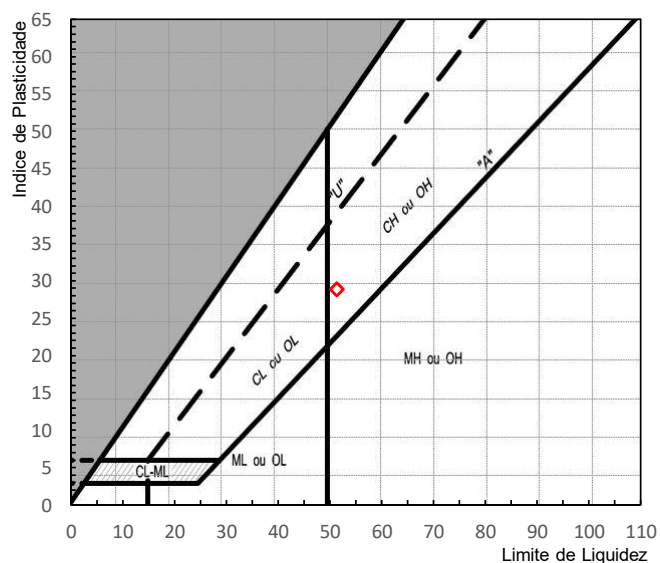


Diagrama de Plasticidade Casagrande



Observações:

Realizado Por:

Paulo Almeida

Responsável Técnico

Daniel Gabriel

Cliente:	Quadrante	Projeto N°:	PJ03824
Projeto:	Novo Posto de Corte do Pêgo (400kV)	Data Emissão:	23/05/2024
Origem:	P5 (1,20-1,80)m	Descrição:	Cascalho argiloso c/ areia avermelhada
Data Receção:	16/04/2024	Data Execução:	09/05/2024
		N° Amostra:	LG211 24

	Número do teste	1	
	Ref. ^a da Picnómetro	P5	
m1	Massa do picnómetro	167.52	g
m2	Massa do picnómetro cheio de água	476.99	g
t2	Temperatura da água em m2	21	°C
pw	Densidade da água em t2	0.9981	g/cm3
m4	Massa do provete seco	25.51	g
m5	Massa do picnómetro com o provete e água	492.96	g
t5	Temperatura da água em m5	19	°C
pw	Massa volúmica da água em t5	0.9985	g/cm3
m3	Massa do picnómetro cheio de água, à temperatura t5	477.15	g
k	Fator K. Quociente da densidade da água á temperatura t5, pela densidade da água a 20 °C	1.000	
dt20	Densidade das partículas à temperatura t5, em relação à água destilada a 20°C	2.63	g/cm3
	Densidade média das partículas	2.63	g/cm3

Observações:Realizado Por:
Paulo AlmeidaResponsável Técnico
Daniel Gabriel

Cliente:	Quadrante	Projeto Nº:	PJ03824
Projecto:	Novo Posto de Corte do Pêgo (400kV)	Data Emissão:	23/05/2024
Origem:	P5 (1,20-1,80)m	Descrição:	Cascalho argiloso c/ areia averme
Data Receção:	15/05/2024	Data Execução:	15/05/2024
		Nº Amostra:	LG211 24

Temperatura do ensaio		18.6 °C	
Número do teste		1	
m1	Massa da Amostra Seca ao ar	4345	g
m2	Massa da amostra saturada c/ superfície seca	4352.9	g
m3	Massa, na água, da amostra saturada	2718	g
ρ_a	Peso Especifico da água à temp. de ensaio	1.000	g/cm3
$m1/(m2-m3)*\rho_a$	Massa volúmica das particulas secas	2.66	g/cm3
$m1/(m1-m3)*\rho_a$	Massa Volúmica do material impermeável das partículas	2.67	g/cm3
$m2/(m2-m3)*\rho_a$	Massa Volúmicaas partículas saturadas c/ a superfície seca	2.66	g/cm3
$(m2-m1)/m1*100$	Absorção de água	0.18	%
Massa volúmica das particulas secas		2.66	g/cm3
Massa Volúmica do material impermeável das partículas		2.67	g/cm3
Massa Volúmicaas partículas saturadas c/ a superfície seca		2.66	g/cm3
Absorção de água		0.18	%

Observações:

Realizado Por:
Paulo Almeida

Responsável Técnico
Daniel Gabriel

Laboratório de Geotecnia

Ensaio de Compactação Proctor

LNEC E-197

Ciente:	Quadrante	Projeto Nº:	PJ03824
Projeto:	Novo Posto de Corte do Pêgo (400kV)	Data Emissão:	23/05/2024
Origem:	P5 (1,20-1,80)m	Descrição:	Cascalho argiloso c/ areia avermelhado
Data Receção:	16/04/2024	Data Execução:	15/05/2024
		Nº Amostra:	LG211 24

Compactação em molde pequeno
Compactação em molde grande
Compactação leve
Compactação pesada

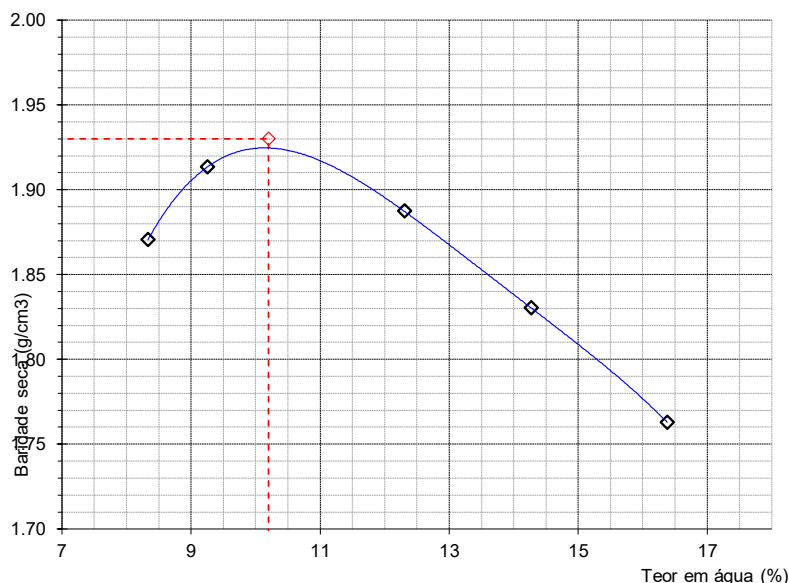
x
x

Nº de camadas
Nº de pancadas por camada
Diâmetro do Molde (mm)
Altura do Molde (mm)

5
55
154.0
117.0

Nº do Provete		1	2	3	4	5
Massa do molde vazio	g	4840	4840	4840	4840	4840
Massa molde + solo húmido	g	9398	9396	9256	9459	9311
Massa do solo húmido	g	4558	4556	4416	4619	4471
Volume do molde	cm ³	2179	2179	2179	2179	2179
Baridade húmida	g/cm ³	2.091	2.091	2.026	2.119	2.052

Nº da cápsula		I1	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	I9	I10
Massa da cápsula	g	27.34	26.51	27.16	27.17	28.32	26.81	28.07	27.18	26.93	26.76
Massa da cáps. + solo húmido	g	129.67	123.68	149.71	150.77	138.93	157.4	124.27	135.21	117.17	115.71
Massa da cáps. + solo seco	g	117.01	111.43	139.43	140.2	130.48	147.29	113.74	123.36	104.28	103.38
Massa da água	g	12.66	12.25	10.28	10.57	8.45	10.11	10.53	11.85	12.89	12.33
Massa do solo seco	g	89.67	84.92	112.27	113.03	102.16	120.48	85.67	96.18	77.35	76.62
Teor em água	%	14.12	14.43	9.16	9.35	8.27	8.39	12.29	12.32	16.66	16.09
Média do Teor em água	%	14.27	9.25	8.33	12.31	16.38					
Baridade seca	g/cm ³	1.830	1.914	1.870	1.887	1.763					



γ_d máximo 1.93 g/cm³
 w óptimo 10.2 %

% de material >19mm 30.98 %
 γ_d máximo (corr.) 2.085 g/cm³
 w óptimo (corr.) 7.1 %

Observações:

Realizado Por:
Paulo Almeida

Responsável Técnico
Daniel Gabriel

Cliente: Quadrante
Projeto: Novo Posto de Corte do Pêgo (400kV)
Origem: P5 (1,20-1,80)m
Data Receção: 16/04/2024
Descrição: Cascalho argiloso c/ areia avermelhado
Data Execução: 23/05/2024

Projeto N°: PJ03824
Data Emissão: 23/05/2024
N° Amostra: LG211 24

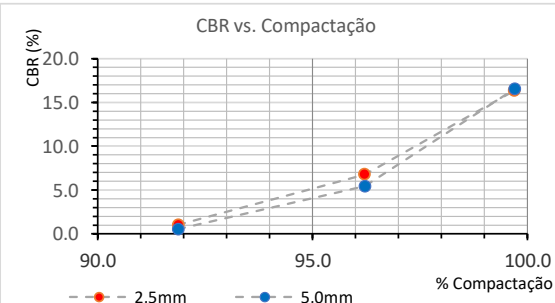
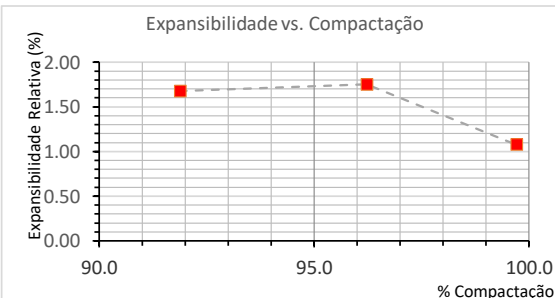
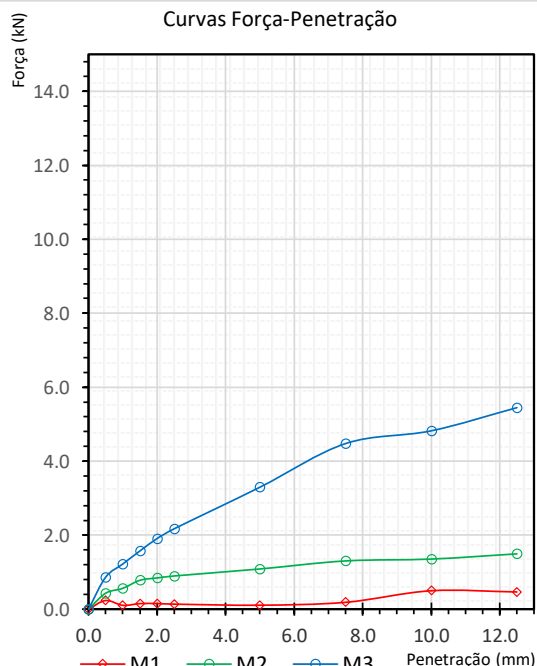
Valor obtido no ensaio Proctor γ_d máximo 1.93 g/cm³

Compacção				
Número do Molde		I	II	III
Número de golpes por camada		12	25	55
Altura de solo no molde	0,1 cm	117	117	117
Volume do Molde	cm ³	2123.1	2123.1	2123.1
Peso do molde vazio	g	8334	8322	8334
Peso do molde + solo húmido	g	12475	12666	12811
Peso do solo húmido	g	4141	4344	4477
Baridade húmida	g/cm ³	1.950	2.046	2.109
Teor em humidade	0,1%	10.00	10.19	9.59
Baridade seca	g/cm ³	1.773	1.857	1.924
Grau de compactação	%	91.9	96.2	99.7

Embebição da amostra				
Número do Molde		I	II	III
Espessura das placas	cm	6.5	6.5	6.5
Leitura no deflectómetro -1º dia	mm	1.00	1.00	1.00
Leitura no deflectómetro -4º dia	mm	2.96	3.05	2.26
Expansão máxima	mm	1.96	2.05	1.26
Expansão relativa	%	1.68	1.75	1.08
Peso mol. + solo húm. Após embeb.	g	12739	12845	12875
Peso de água absorvida	g	264.0	179.0	64.0
Peso do solo após embebição	g	4405	4523	4541
Baridade húmida após embebição	g/cm ³	2.075	2.130	2.139
Teor de humidade após embeb.	0.10%	17.1	15.6	13.8
Baridade seca após embebição	g/cm ³	1.772	1.843	1.880
Grau de compactação	%	91.8	95.5	97.4

Penetração e Forças					
Penetr. (mm)	FP (kgf)	Força Padrão (kN)	M1	M2	M3
0.0	0.0	0.00	0.000	0.000	0.000
0.5	370	3.63	0.234	0.431	0.865
1.0	629	6.16	0.103	0.563	1.221
1.5	903	8.85	0.150	0.781	1.574
2.0	1129	11.06	0.151	0.843	1.909
2.5	1355	13.28	0.136	0.898	2.173
5.0	2033	19.92	0.107	1.087	3.296
7.5	2575	25.24	0.185	1.304	4.477
10.0	3177	31.13	0.498	1.354	4.821
12.5	3388	33.20	0.465	1.495	5.447

Cálculo de valores CBR			
penetração de 2,5 mm	1.0	6.8	16.4
penetração de 5,0 mm	0.5	5.5	16.5



CBR @ 95%
6.3

Expansibilidade @ 95%
1.57

Realizado Por:
Paulo Almeida

Responsável Técnico
Daniel Gabriel

BOLETINS DOS ENSAIOS GEOQUÍMICOS

EUROFINS LAB ENVIRONMENT
TESTING PORTUGAL, UNIPessoal
LDA.

Results

Rua do Monte de Além, 62 - Sobrosa
4580 733 PAREDES
PORTUGAL

ANALYTICAL REPORT

Analytical Report Number : AR-24-EM-007693-01 Version of : 15/05/2024

Page 1/2

Batch N° : 24Q003460

Reception Date : 19/04/2024

Batch Reference :

Order Reference : EUPTPA00009968

Sampl	Matrix	Sample reference	Observations
001	Soil, unspecified	24P009292-001	Client

Samples preservation

The samples will be stored 4 weeks after the receipt at the laboratory.

EUROFINS ANALYSES DES MATERIAUX ET COMBUSTIBLES France SAS

20 rue du Kochersberg

67700 Saverne

SAS au capital de 115 750 €

APE 7120B RCS SAVERNE 529294100

TVA FR72529294100

Tél 03 88 021 562 - fax 03 88 916 531

Mail : Materials@Eurofins.com

ANALYTICAL REPORT

Analytical Report Number : AR-24-EM-007693-01 Version of : 15/05/2024

Page 2/2

Batch N° : 24Q003460

Reception Date : 19/04/2024

Batch Reference :

Order Reference : EUPTPA00009968

Sample n° **24Q003460-001**

Référence : 24P009292-001

Sampling date : 16/04/2024

Start of analysis : 30/04/2024

Sample description : PJ03824_P3 -

Chemical tests

	Result	Unit	Limit
EM005 : Determination of the degree of acidity of grounds according to BAUMANN GULLY Test done on Saverne Titrimetry - EN 16502	104	ml/kg dw	
EM00B : Soluble Sulphate (SO4) Test done on Saverne Gravimetry - NF EN 196-2 - NF EN 206			
Sulphates	368	mg/kg	
Agressiveness against concrete	< XA1		

Reproduction of this document is authorized only in its integral form. It contains 2 page(s). This report is only related to the tested objects. Any results and conclusions apply to the sample as received.

Only results identified by * are covered by an accreditation delivered by a organization having signed international recognition agreements.

All changes are identified by bold, italics and underlining when a new version of the report is issued.

Uncertainty has not been taken into account when declaring conformity with the specification and quality criteria. Results that do not comply with the quality limits or reference are indicated by a black circle ●.

The results preceded by the sign < correspond to the limits of quantification, they are the responsibility of the laboratory and depend on the matrix.

All elements of traceability and uncertainty (determined with $k = 2$) are available on request.



Dorothée Mangold
Team Leader

EUROFINS LAB ENVIRONMENT
TESTING PORTUGAL, UNIPessoal
LDA.

Results

Rua do Monte de Além, 62 - Sobrosa
4580 733 PAREDES
PORTUGAL

ANALYTICAL REPORT

Analytical Report Number : AR-24-EM-007694-01 Version of : 15/05/2024

Page 1/2

Batch N° : 24Q003460

Reception Date : 19/04/2024

Batch Reference :

Order Reference : EUPTPA00009968

Sampl	Matrix	Sample reference	Observations
002	Soil, unspecified	24P009292-002	Client

Samples preservation

The samples will be stored 4 weeks after the receipt at the laboratory.

EUROFINS ANALYSES DES MATERIAUX ET COMBUSTIBLES France SAS

20 rue du Kochersberg

67700 Saverne

SAS au capital de 115 750 €

APE 7120B RCS SAVERNE 529294100

TVA FR72529294100

Tél 03 88 021 562 - fax 03 88 916 531

Mail : Materials@Eurofins.com

ANALYTICAL REPORT

Analytical Report Number : AR-24-EM-007694-01 Version of : 15/05/2024

Page 2/2

Batch N° : 24Q003460

Reception Date : 19/04/2024

Batch Reference :

Order Reference : EUPTPA00009968

Sample n° **24Q003460-002**

Référence : 24P009292-002

Sampling date : 16/04/2024

Start of analysis : 30/04/2024

Sample description : PJ03824_P4_AM2 -

Chemical tests

	Result	Unit	Limit
EM005 : Determination of the degree of acidity of grounds according to BAUMANN GULLY Test done on Saverne Titrimetry - EN 16502	104	ml/kg dw	
EM00B : Soluble Sulphate (SO4) Test done on Saverne Gravimetry - NF EN 196-2 - NF EN 206			
Sulphates	732	mg/kg	
Agressiveness against concrete	< XA1		

Reproduction of this document is authorized only in its integral form. It contains 2 page(s). This report is only related to the tested objects. Any results and conclusions apply to the sample as received.

Only results identified by * are covered by an accreditation delivered by a organization having signed international recognition agreements.

All changes are identified by bold, italics and underlining when a new version of the report is issued.

Uncertainty has not been taken into account when declaring conformity with the specification and quality criteria. Results that do not comply with the quality limits or reference are indicated by a black circle ●.

The results preceded by the sign < correspond to the limits of quantification, they are the responsibility of the laboratory and depend on the matrix.

All elements of traceability and uncertainty (determined with k = 2) are available on request.



Dorothée Mangold
Team Leader



Website: www.geoalgar.pt

E-mail: geral@geoalgar.pt



Lagos

Rua Nuno Tristão, nº 28,
Urb. Moinho de Azeite
8600-336 Lagos
Tel.: (+351) 289 098 600



Lisboa

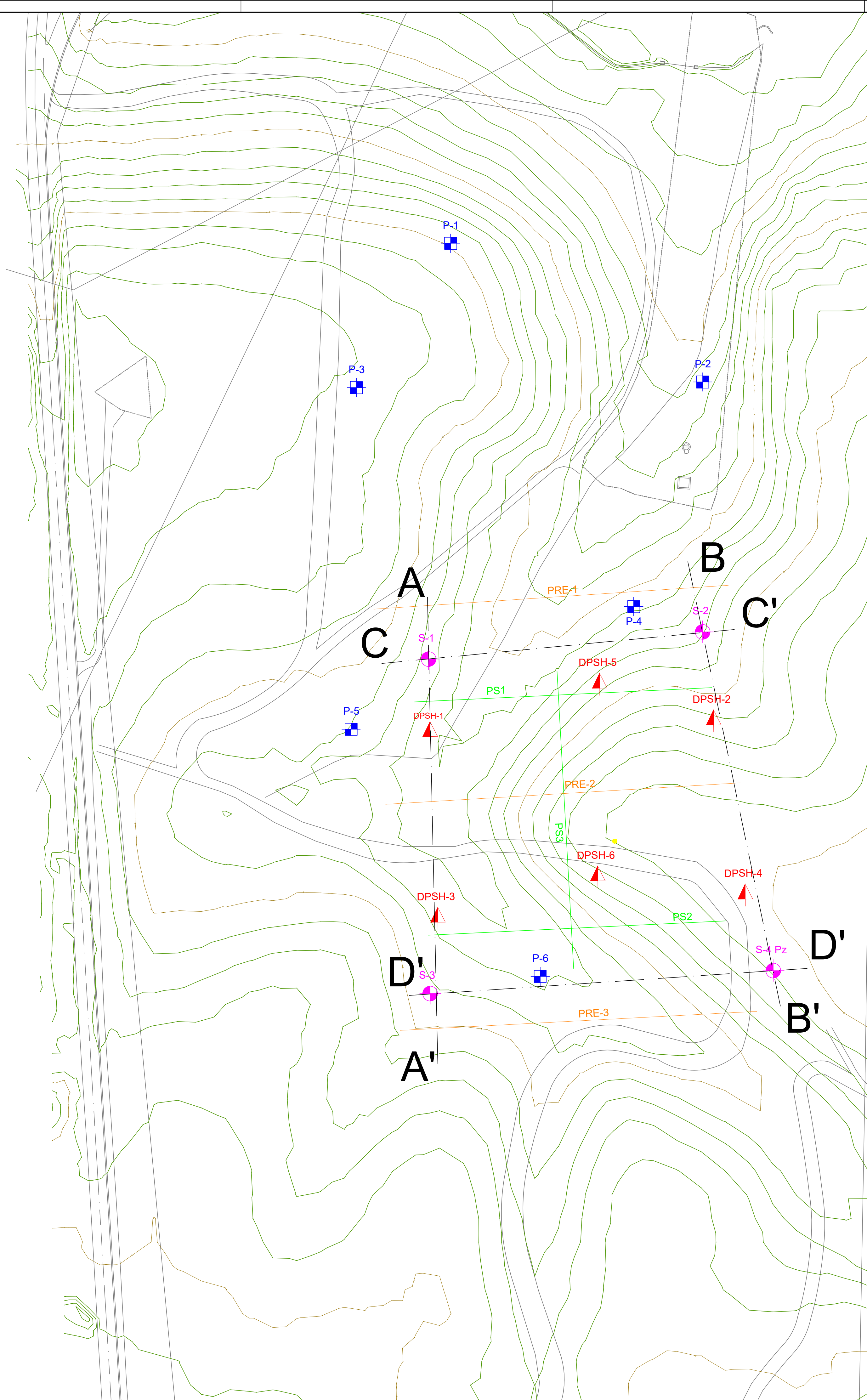
Estrada da Ribeirinha, nº 92,
Armazém Q, Alcolombal
2705-832 Terrugem, Sintra
Tel.: (+351) 215 958 787



Porto

Rua Pinto Bessa, nº 522
R/CH, Centro, Esq.
4300-428 Porto
Tel.: (+351) 221 106 601

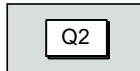
ANEXO 2: Perfis Geológicos e Geotécnicos interpretativos



LEGENDA

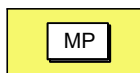
LITOESTRATIGRAFIA:

PLISTOCÉNICO



- Depósitos de Terraços Fluviais

MIOCÉNICO SUP. E PLIOCÉNICO INDIFERENCIADOS



- Areias, Argilas, Arenitos com Níveis de Cascalheiras

PROSPEÇÃO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA REALIZADA (PLANTA):

S-1



Sondagem

DPSH-2



Ensaio DPSH

PS-1



Perfil Sísmico de Refração

PRE-1



Perfil de Resistividade Elétrica

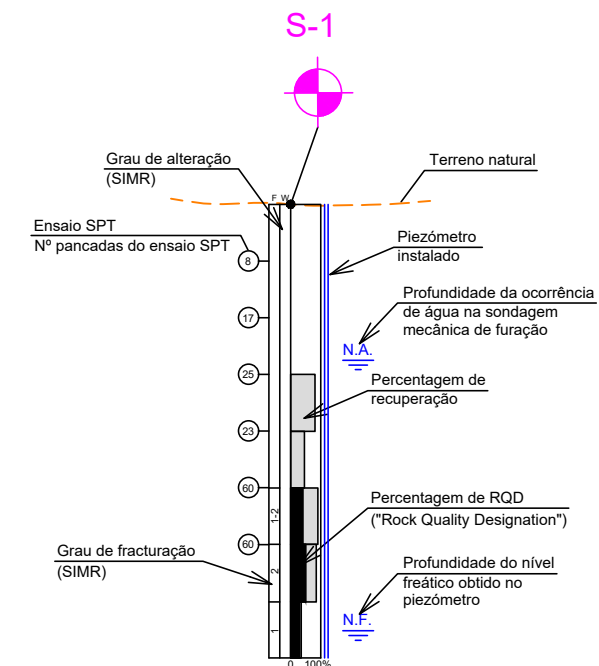
P-6



Poço de Reconhecimento

PROSPEÇÃO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA:

SONDAGEM



LIMITE GEOLÓGICO PROVÁVEL

---?---

ZONAMENTO GEOTÉCNICO

ZG2a

ZG1b

Obs.:

GEOZE
Consultores de Geologia, Geotecnia e Engenharia, Unipessoal, Lda
www.geoze.pt email: geral@geoze.pt

Cliente:

TRIAXIAL
Engenharia Geotécnica

Projeto:

Novo Posto de Abrantes (400kV)

Designação:

Planta de Localização Prospeção Realizada

Desenhado:

Nuno Lima

Escala:

1:1000

Desenho Nº

01

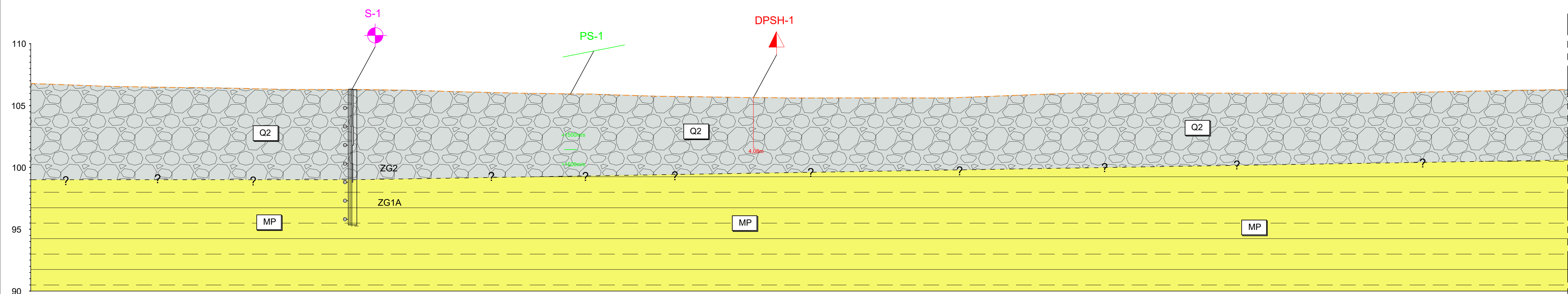
Projeto:

Nuno Lima

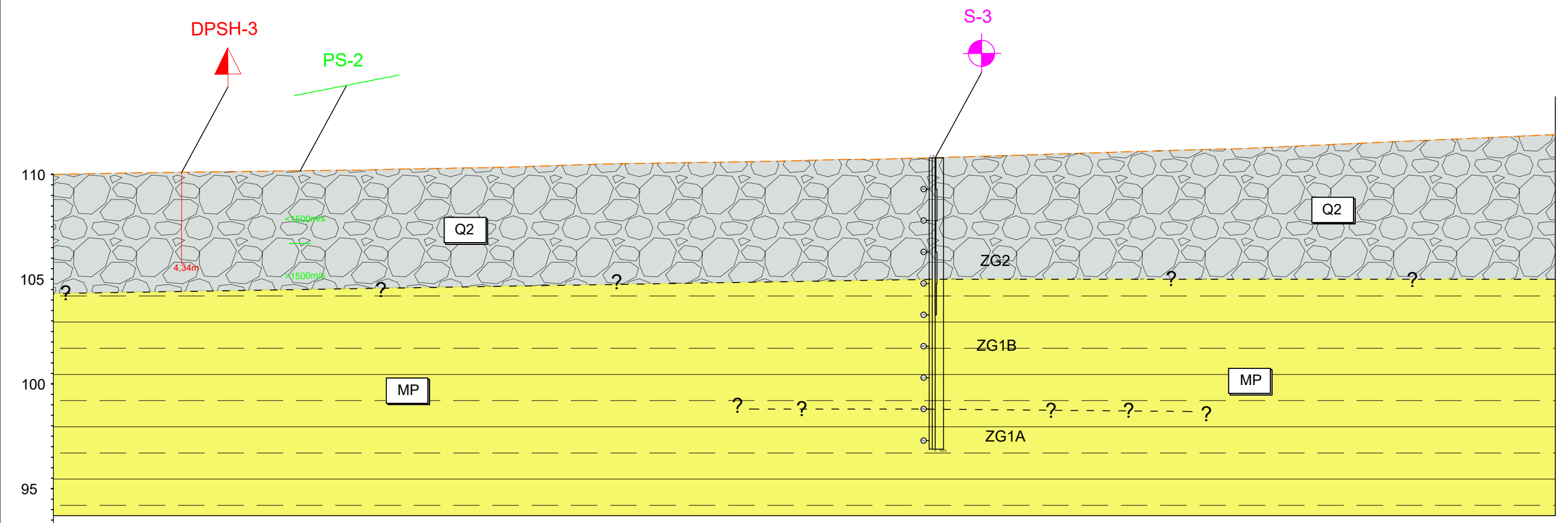
Data:

Julho 2024

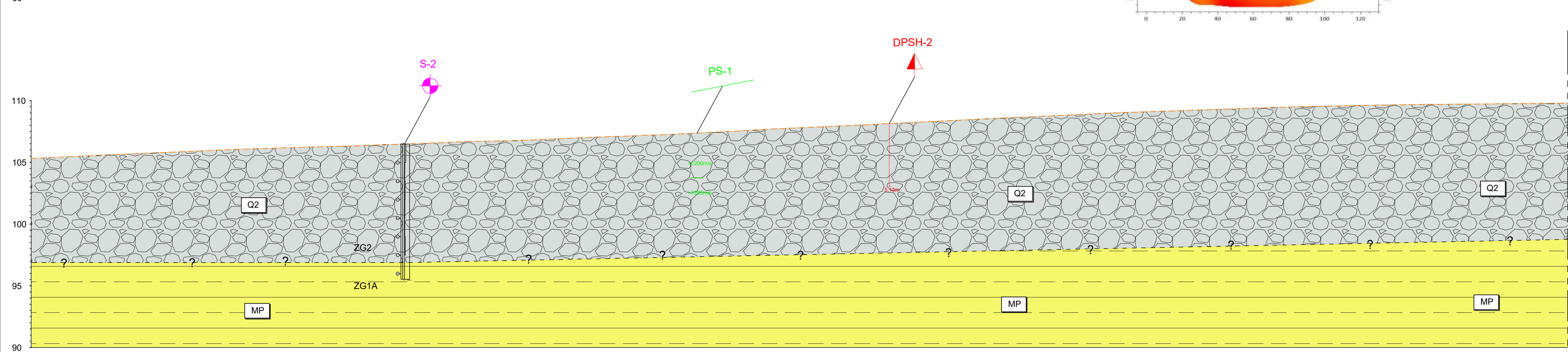
Formato A1 (841 x 594)
Este documento é propriedade intelectual dos autores, não podendo ser reproduzido, alterado ou usado para outro fim, sem autorização expressa dos mesmos, a não ser o previamente acordado.



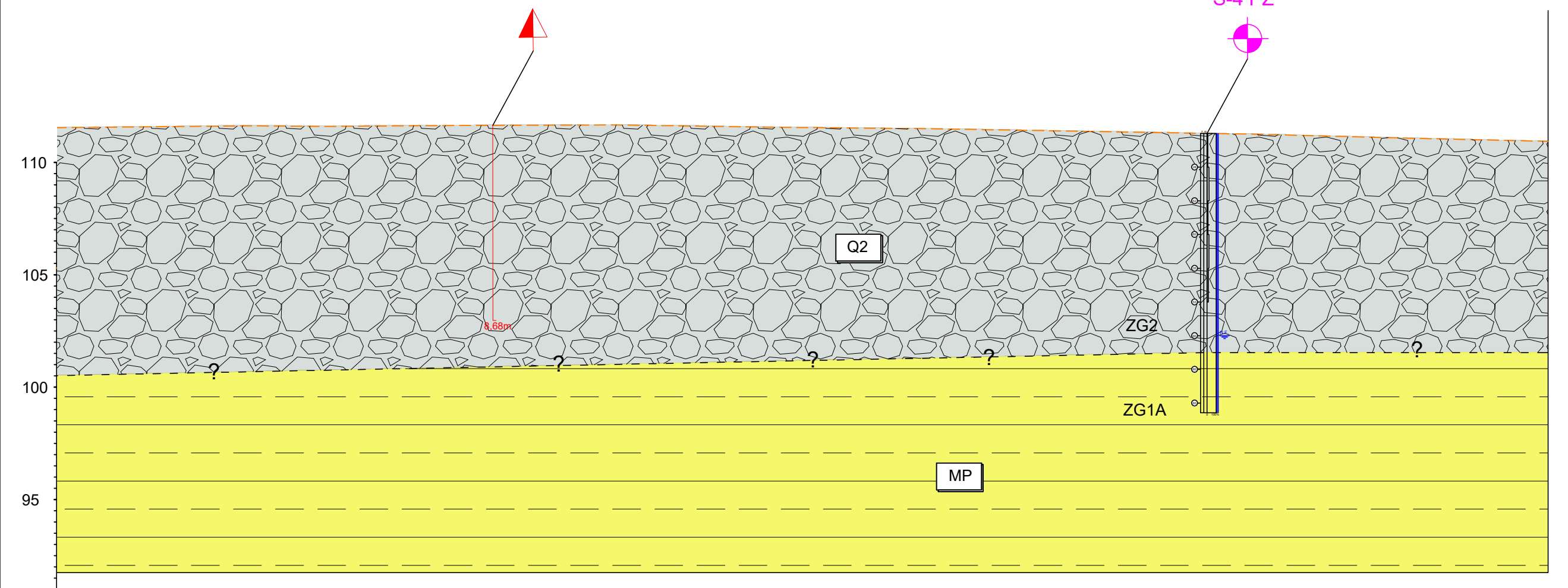
PERFIL A-A'



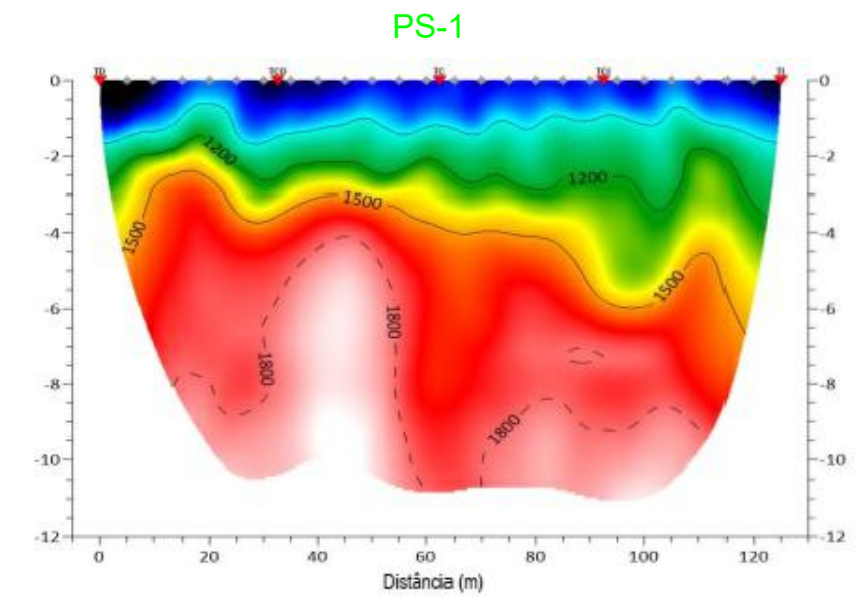
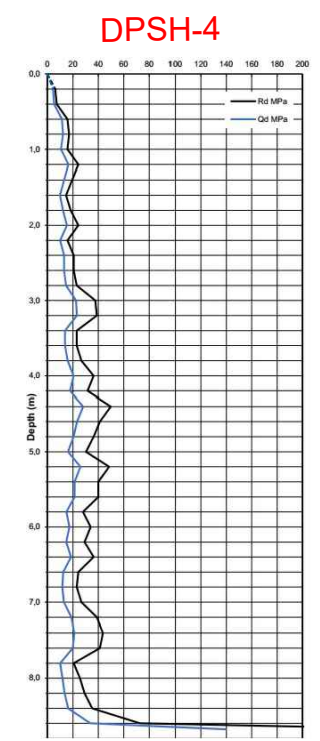
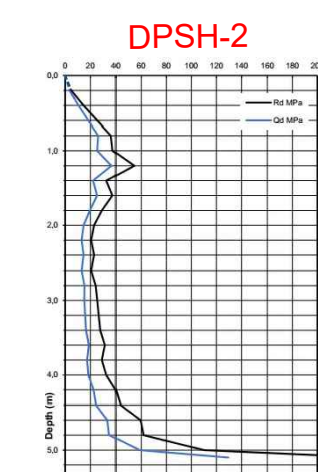
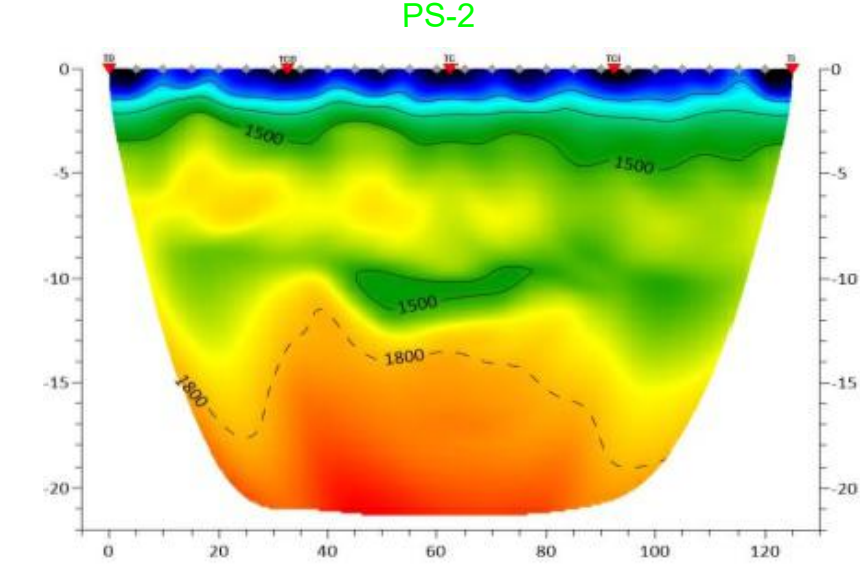
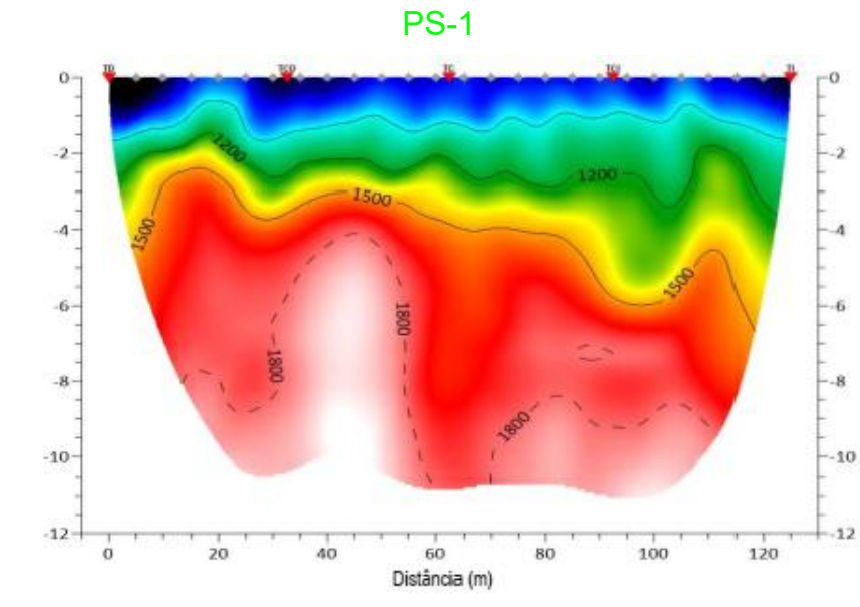
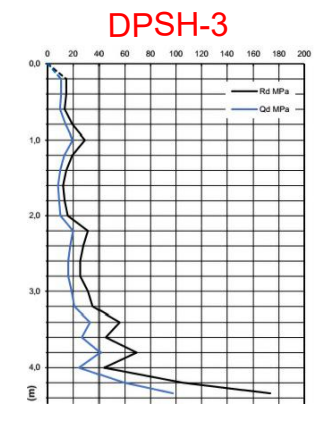
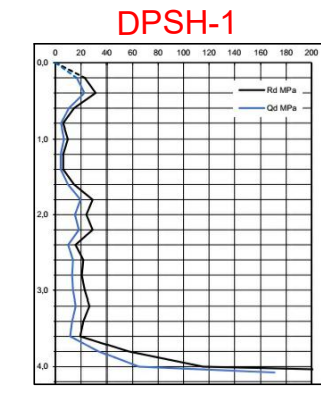
PERFIL A-A' (continuação)



PERFIL B-B'



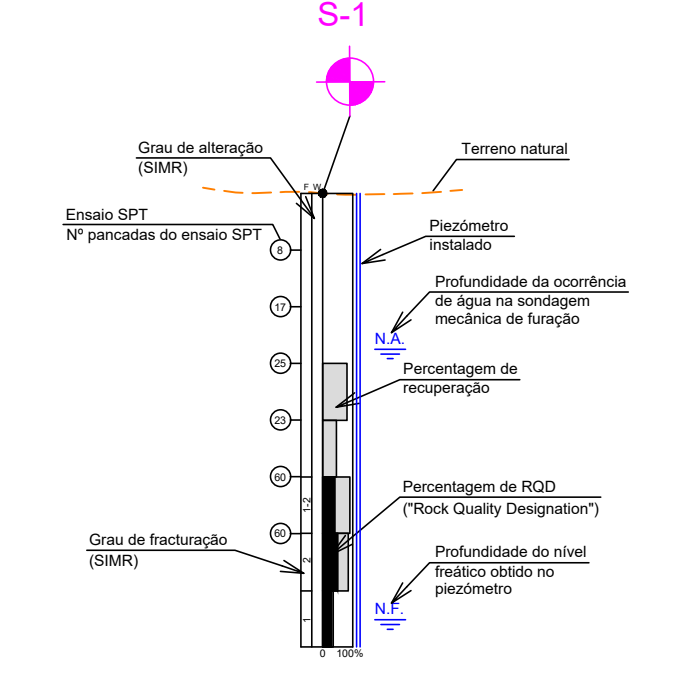
PERFIL B-B' (continuação)



- LEGENDA
- LITOESTRATIGRAFIA:
- PLISTOCÉNICO
- Q2 - Depósitos de Terraços Fluviais
- MIOCÉNICO SUP. E PLIOCÉNICO INDIFERENCIADOS
- MP - Areias, Argilas, Arenitos com Níveis de Cascalheiras

- PROSPEÇÃO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA REALIZADA (PLANTA):
- S-1 Sondagem
- DPSH-2 Ensaio DPSH
- PS-1 Perfil Sísmico de Refração
- PRE-1 Perfil de Resistividade Elétrica
- P-6 Poço de Reconhecimento

PROSPEÇÃO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA: SONDAGEM



LIMITE GEOLÓGICO PROVÁVEL

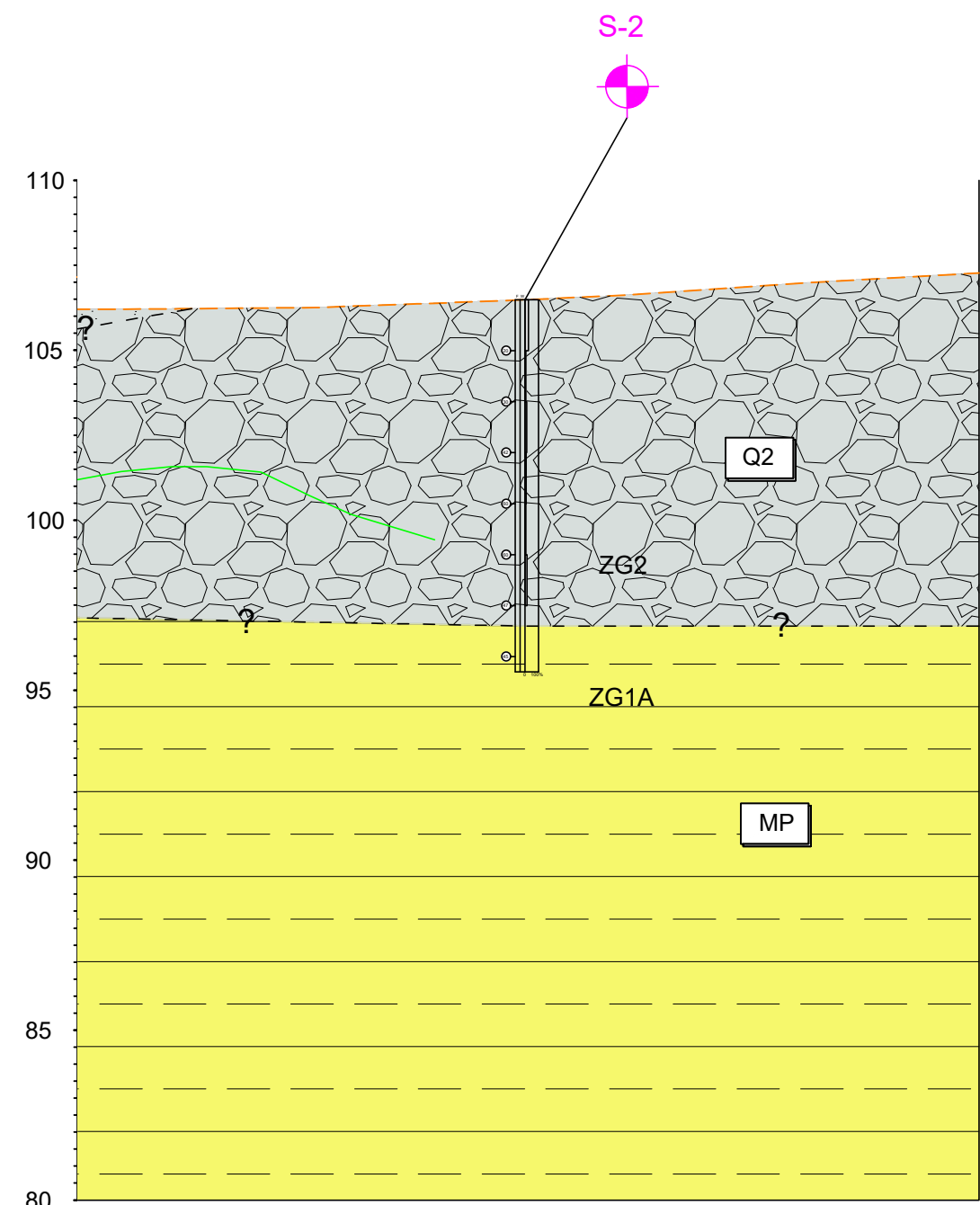
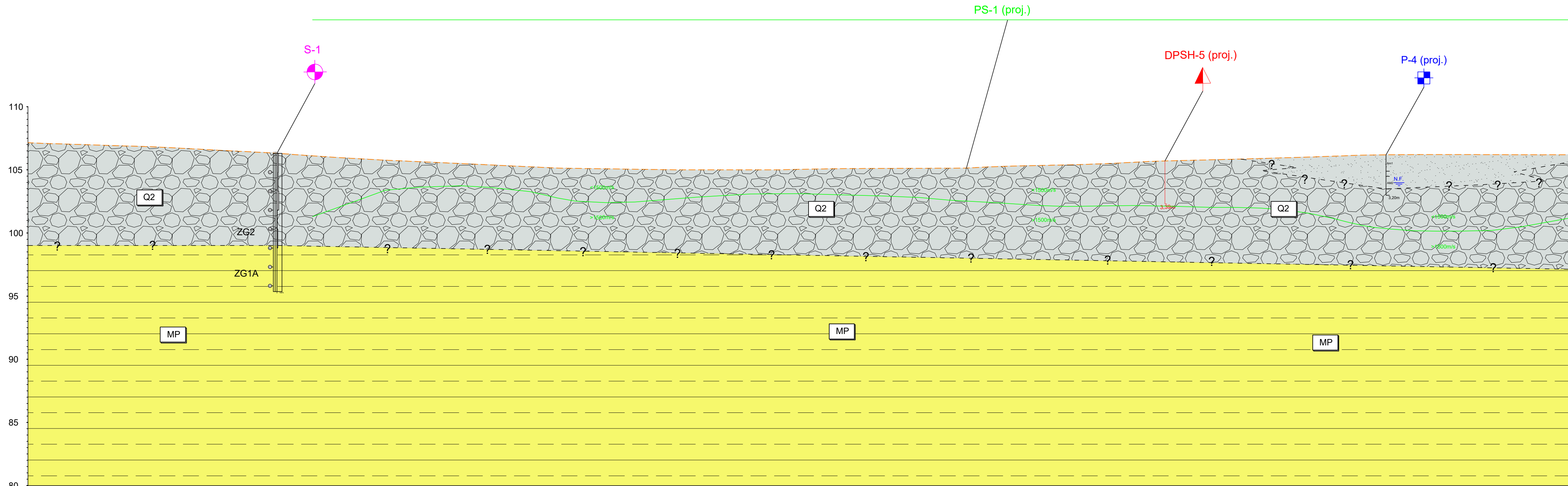
-----?-----?-----

ZONAMENTO GEOTÉCNICO

----- ZG2a -----
----- ZG1b -----

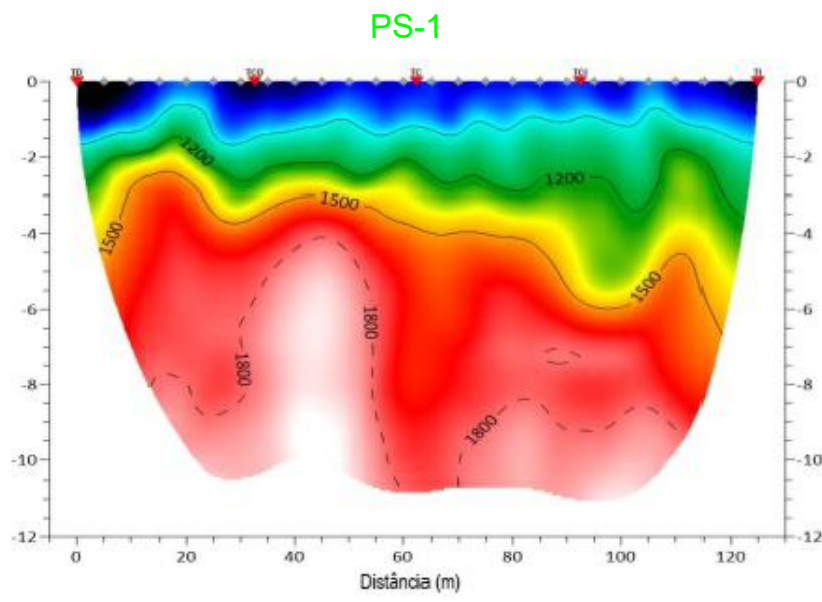
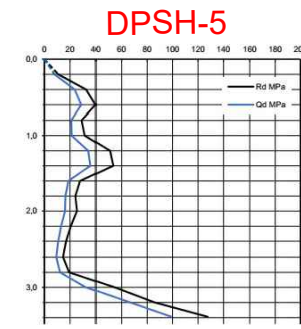
Obs.:

 Consultores de Geologia, Geotecnia e Engenharia, Unipessoal, Lda www.geoze.pt email: geral@geoze.pt		 Engenharia Geotécnica	
Projeto: Novo Posto de Abrantes (400kV)			
Designação: Perfil geológico Interpretativo A-A' e Perfil geológico Interpretativo B-B'			
Desenho: Nuno Lima	Escalas: 1:200	Desenho Nº: 02	Data: julho 2024
Projeto: Nuno Lima			



P4	Am. de 0,3m a 1,3m
LL(%): NP	IP(%): NP
Wnat(%): 8	(%)#200: 19,7
Proctor Modificado	
$\gamma_m(kN/m^3)$: 21,3	Wopt(%): 5,8
Classificação	
Unificada: SM	Rodoviária: A-1-b

P4	Am. de 1,7m a 2,7m
LL(%): 45	IP(%): 25
Wnat(%): 15	(%)#200: 31,1
Proctor Modificado	
$\gamma_m(kN/m^3)$: 19,7	Wopt(%): 9,5
Classificação	
Unificada: SC	Rodoviária: A-2-7

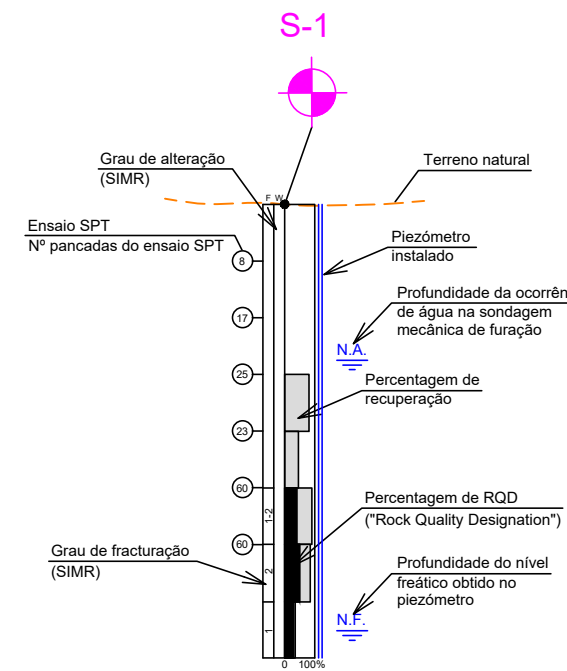


- LEGENDA
- LITOESTRATIGRAFIA:
- PLISTOCÉNICO
- Q2 - Depósitos de Terrazos Fluviais
- MIOCÉNICO SUP. E PLIOCÉNICO INDIFERENCIADOS
- MP - Areias, Argilas, Arenitos com Níveis de Cascalheiras

- PROSPEÇÃO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA REALIZADA (PLANTA):
- S-1 Sondagem
- DPSH-2 Ensaio DPSH
- PS-1 Perfil Sísmico de Refração
- PRE-1 Perfil de Resistividade Elétrica
- P-6 Poço de Reconhecimento

PROSPEÇÃO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA:

SONDAGEM



LIMITE GEOLÓGICO PROVÁVEL

ZONAMENTO GEOTÉCNICO

ZG2a

ZG1b

Obs.:

Consultores de Geologia, Geotecnia e Engenharia, Unipessoal, Lda
www.geoze.pt email: geral@geoze.pt

Engenharia Geotécnica

Projeto:

Novo Posto de Abrantes (400kV)

Designação:

Perfil geológico Interpretativo C-C'

Desenhado:

Nuno Lima

Escalas:

1:200

Desenho Nº:

03

Projeto:

Nuno Lima

Data:

Julho 2024

