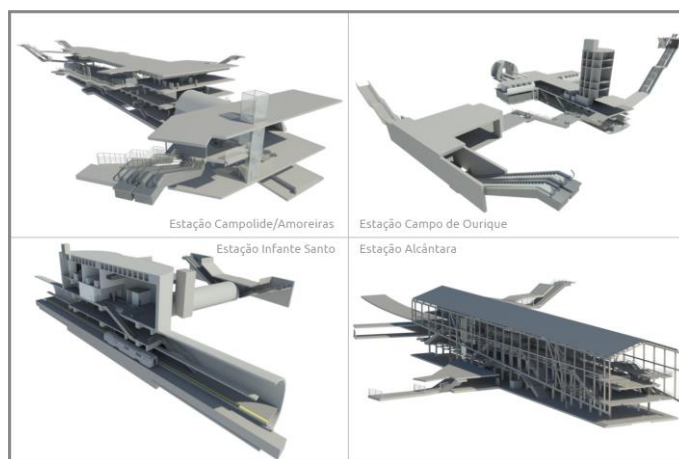


METRO DE LISBOA

PROLONGAMENTO DA LINHA VERMELHA ENTRE SÃO SEBASTIÃO E ALCÂNTARA

EMPREITADA DE CONCEÇÃO E CONSTRUÇÃO

PROJETO DE EXECUÇÃO



TOMO 1

VOLUME 17 – INTERFERÊNCIAS AO LONGO DA LINHA

VIADUTO DE ACESSO À PONTE 25 DE ABRIL

NOTA TÉCNICA

Documento SAP:	LVSSA MSA PE INT 000 000 NT 080004 0
----------------	--------------------------------------

	Nome	Assinatura	Data
Elaborado	Francisco Bernardo Martim Teixeira		2024-10-04
Revisto	Sandra Ferreira		2024-10-04
Verificado	Rui Rodrigues		2024-10-04
Coordenador Projeto	Rui Rodrigues		2024-10-04

	Nome	Assinatura	Data

ÍNDICE

1 ENQUADRAMENTO.....	4
2 CARACTERIZAÇÃO SUMÁRIA DA INTERFERÊNCIA.....	5
3 TRABALHOS PREVISTOS REALIZAR NA ZONA DE INFLUÊNCIA.....	13
4 METODOLOGIA ADOTADA.....	15
4.1 Enquadramento.....	15
4.2 Análise de assentamentos	15
5 RESULTADOS DA AVALIAÇÃO	19
6 MEDIDAS a implementar.....	23
ANEXO.....	25

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Características dos pilares	7
Tabela 2 – Características dos tramos do tabuleiro.....	9

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Planta de localização da zona de intervenção.....	5
Figura 2 – Vista aérea do ponto de cruzamento (lado nascente).....	5
Figura 3 – Vista aérea do ponto de cruzamento (lado poente).....	6
Figura 4 – Perfil geológico-geotécnico, com a localização das interferências e da obra do Metropolitano de Lisboa. Corte A-A (ver localização do corte na Figura 1)	6
Figura 5 – Pilar P18 (Peça desenhada nº C-011 As-Built 1962).....	7
Figura 6 – Pilar P19 (Peça desenhada nº C-050 As-Built 1962).....	8
Figura 7 – Pilar P19A (Peça desenhada nº 76 do Projeto de Execução 1996).....	8
Figura 8 – Perfil longitudinal do tabuleiro rodoviário (Peça desenhada nº C-003 As-Built 1962)	9
Figura 9 – Perfil longitudinal do tabuleiro rodoviário e ferroviário (Peça desenhada nº 76 do Projeto de Execução – 1996).....	10
Figura 10 – Análise da segurança das fundações (Memória descritiva e justificativa – Parte III – Análise da segurança da estrutura global – 1995 – Projeto de Execução/Projeto Base)	11
Figura 11 – Localização das juntas do tabuleiro ferroviário mais próximas da zona de intervenção, assinaladas a vermelho (Peça desenhada Nº106 do Projeto Base).....	11
Figura 12 – Localização das juntas do tabuleiro rodoviário mais próximas da zona de intervenção, assinaladas a vermelho (Peça desenhada Nº53 do Projeto de Execução – Beneficiação do tabuleiro rodoviário).....	12
Figura 13 – Localização das juntas dos tabuleiros rodoviário e ferroviários, mais próximas da zona de intervenção, assinaladas a vermelho (Peça desenhada Nº76 do Projeto de Execução – Instalação da via férrea no viaduto de acesso norte à ponte sobre o Rio Tejo em Lisboa).....	12

Figura 14 – Frentes de obra do Metropolitano de Lisboa – Linha vermelha, na zona de influência do viaduto de acesso à Ponte 25 de Abril.....	13
Figura 15 – Suporte primário previsto para a Via de Resguardo 3 (Secção VR3.1) na zona de influência do viaduto de acesso à Ponte 25 de Abril.....	14
Figura 16 – Suporte primário previsto para o túnel de via – troço 85 na zona de influência do viaduto de acesso à Ponte 25 de Abril.....	14
Figura 17 – Modelo numérico tridimensional adotado no estudo.....	16
Figura 18 – Unidades litológicas apresentadas na Figura 4.....	16
Figura 19 – Localização da sondagem onde se baseia o zonamento adotado no modelo de avaliação de danos.....	17
Figura 20 – Modelo tridimensional da escavação e suporte, com consideração do faseamento construtivo e ganho de rigidez do betão projetado com o tempo	17
Figura 21 – Modelo tridimensional com a aplicação de tensão média na base dos elementos que modelam as sapatas do viaduto de acesso da Ponte 25 de Abril.....	18
Figura 22 – Localização da secção A-A, B-B e C-C no modelo tridimensional.....	19
Figura 23 – Deslocamentos totais estimados na secção A-A, obtidos através do modelo tridimensional.....	20
Figura 24 – Deslocamentos totais estimados na secção B-B, obtidos através do modelo tridimensional.....	20
Figura 25 – Deslocamentos totais estimados na secção C-C, obtidos através do modelo tridimensional.....	21
Figura 26 – Deslocamentos totais máximos estimados na fundação dos pilares P19 e P19A do viaduto, obtidos através do modelo tridimensional.....	21
Figura 27 – Deslocamentos totais máximos estimados na fundação do pilar P18 do viaduto, obtidos através do modelo tridimensional.....	22
Figura 28 – Dispositivos de instrumentação e observação a instalar no viaduto da Ponte 25 de Abril e sua envolvente.....	23

1 ENQUADRAMENTO

Este documento resume os estudos realizados, à presente data, sobre a avaliação do impacto da obra a executar na zona de influência do viaduto de acesso à Ponte 25 de Abril, em particular, sobre os pilares do viaduto, localizados no cruzamento com eixo do Prolongamento da Linha Vermelha do Metropolitano de Lisboa.

Com o desenvolvimento de detalhe do Projeto de Execução, o presente documento será incorporado na Memória Descritiva e Justificativa que será parte integrante do **Volume 17** com a designação Interferências ao longo da linha, no âmbito do projeto em curso, associado ao Prolongamento da Linha Vermelha entre S. Sebastião e Alcântara.

No que respeita à caracterização desta interferência e à apresentação dos resultados sobre a avaliação do impacto das obras do Metropolitano de Lisboa sobre a mesma, a presente versão deste documento incluiu o nível de detalhe disponível na fase atual do estudo e que se considerou relevante apresentar no âmbito do projeto para RECAPE.

Em função das conclusões extraídas dos estudos realizados, o documento apresenta o impacto esperado sobre o viaduto de acesso à Ponte 25 de Abril, indicando, se necessário, uma proposta para eventuais medidas a implementar aquando da execução da obra.

De notar que o presente estudo foi elaborado com base na informação existente à presente data, em particular, no que respeita aos resultados obtidos na campanha de prospeção geológica e geotécnica atualmente em curso. Caso se justifique, o estudo será revisto em conformidade.

2 CARACTERIZAÇÃO SUMÁRIA DA INTERFERÊNCIA

O eixo do Prolongamento da Linha Vermelha atravessa o eixo do viaduto de acesso da Ponte 25 de Abril aproximadamente ao Pk 3+810 e entre os pilares P18 – P19 do tabuleiro rodoviário e os pilares P18 – P19A do tabuleiro ferroviário (Figura 1 a Figura 3).

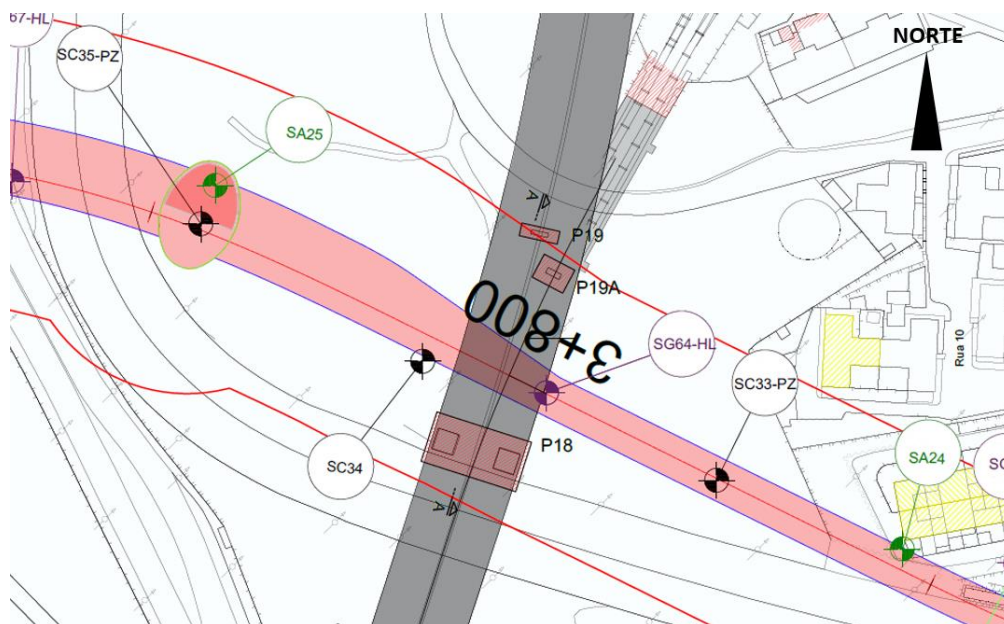


Figura 1 – Planta de localização da zona de intervenção

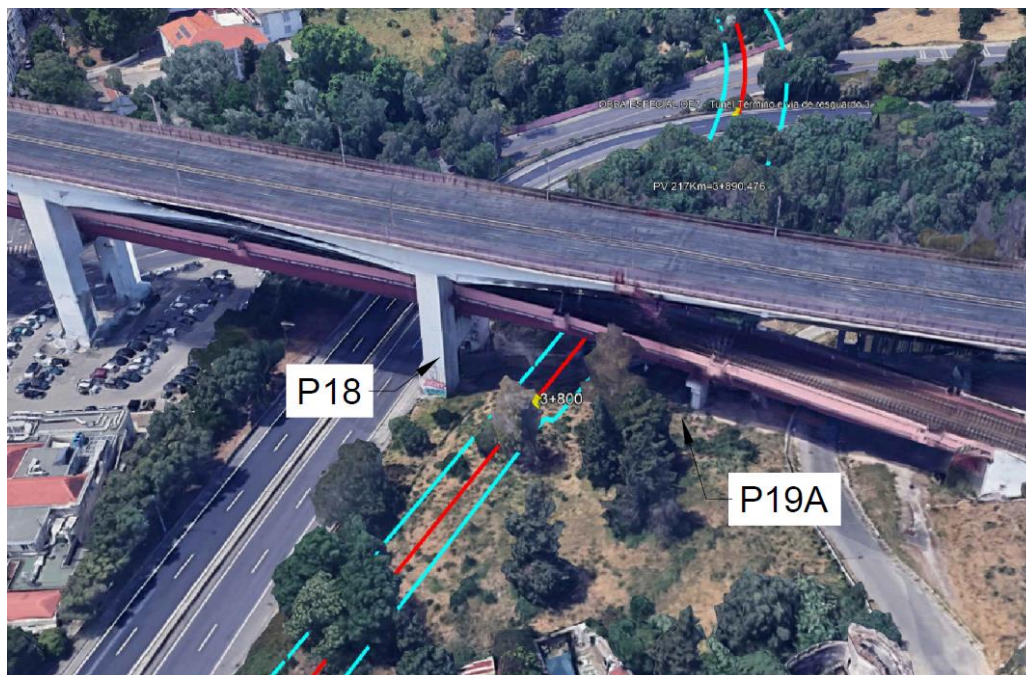


Figura 2 – Vista aérea do ponto de cruzamento (lado nascente)

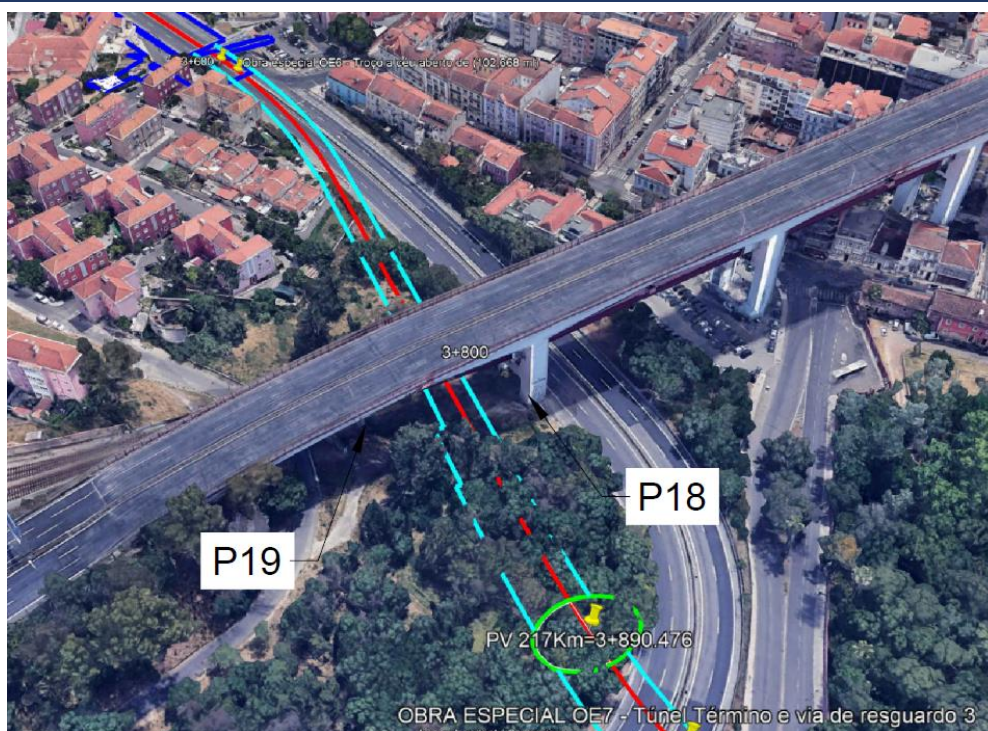


Figura 3 – Vista aérea do ponto de cruzamento (lado poente)

Neste ponto quilométrico, do lado Sul do eixo da Linha Vermelha situa-se o pilar P18 e do lado Norte os pilares P19 e P19A. A sapata do pilar P19A encontra-se a aproximadamente 16,2 m e a sapata do pilar P18 encontra-se a aproximadamente 6,5 m (Figura 4). A descrição das formações ocorrentes é indicada na Figura 18.

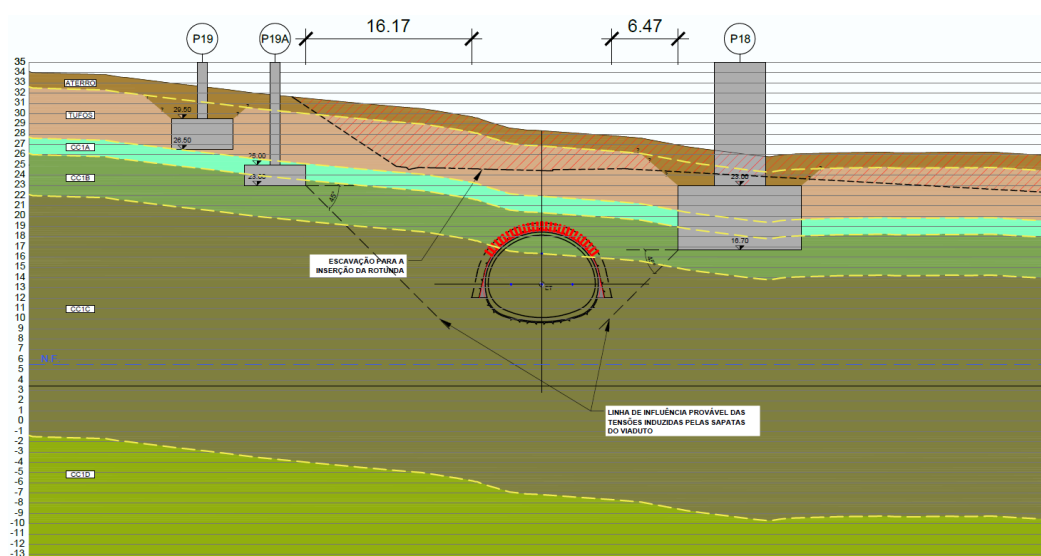


Figura 4 – Perfil geológico-geotécnico, com a localização das interferências e da obra do Metropolitano de Lisboa. Corte A-A (ver localização do corte na Figura 1)

De acordo com os elementos fornecidos, os pilares em apreço têm as características indicadas na Tabela 1. Na Figura 5 a Figura 7 apresentam-se imagens extraídas dos elementos fornecidos, que constituem a base do estudo realizado.

Tabela 1 – Características dos pilares

Identificação do Pilar	P18	P19	P19A
Altura aproximada	35,0 m	27,4 m	20,5 m
Função de tabuleiro suportado	Rodoviário + Ferroviário	Rodoviário	Ferroviário
Solução estrutural	Dois pilares quadrangulares em betão armado ocos, com 5,0 m de lado e 0,4 m de espessura, interligados por uma travessa intermédia	Um pilar retangular em betão armado maciço (4,0 m x 1,0 m)	Um pilar hexagonal em betão armado maciço (3,5 m x 2,0 m)
Tipo de fundação	Direta – Sapata com as dimensões de 12 m x 23 m x 3 m	Direta – Sapata com as dimensões de 9m x 3m x 3 m	Direta – Sapata com as dimensões de 6 m x 8 m x 2 m
Cota da base da fundação	+16,7 m	+26,5 m	+23,0 m

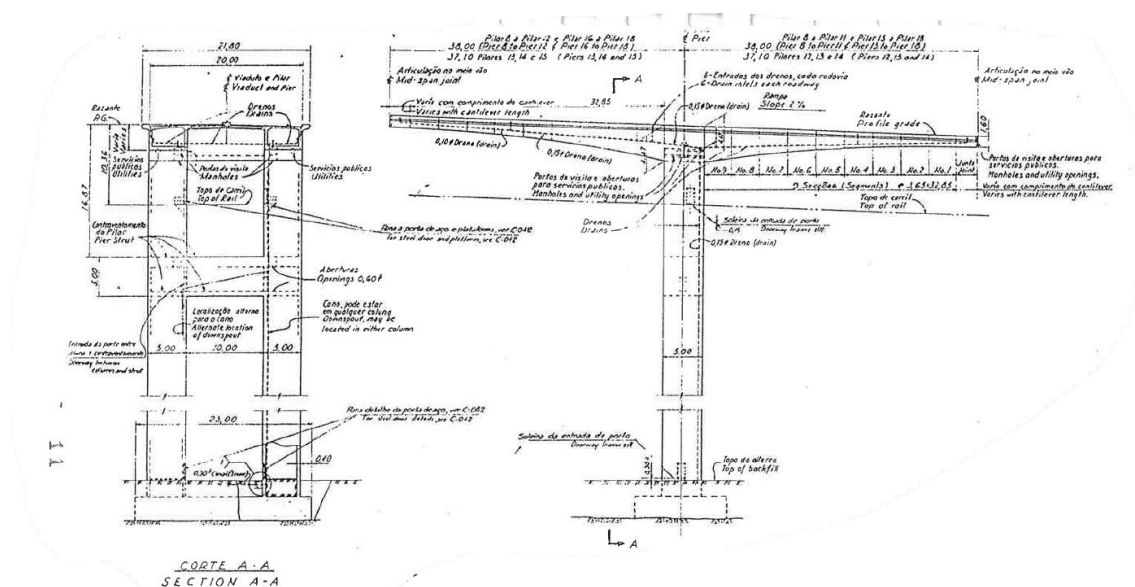


Figura 5 – Pilar P18 (Peça desenhada nº C-011 As-Built 1962)

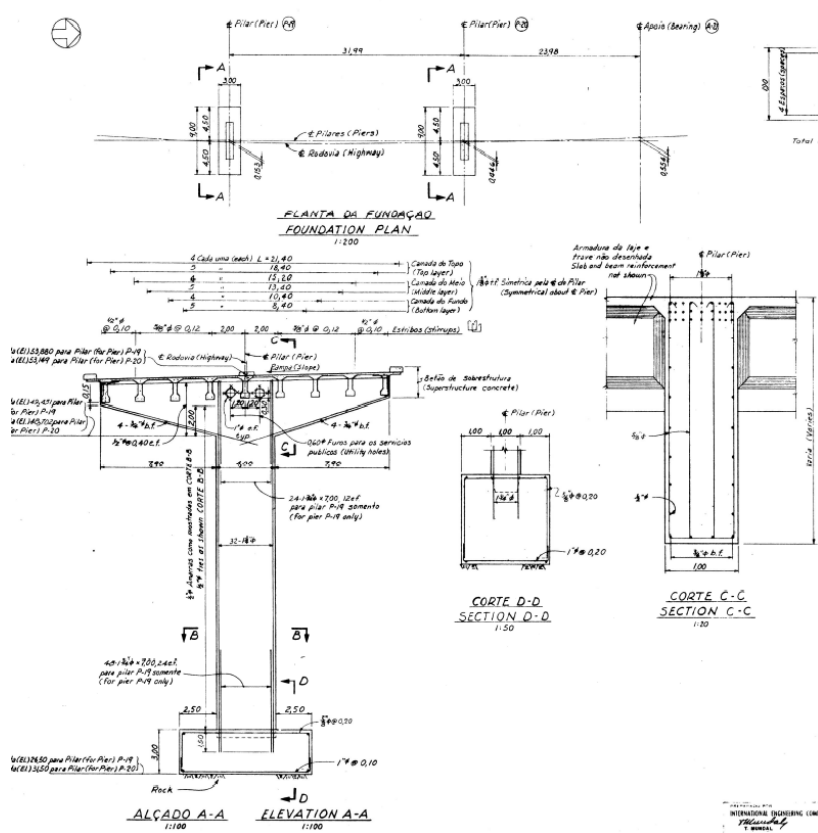


Figura 6 – Pilar P19 (Peça desenhada nº C-050 As-Built 1962)

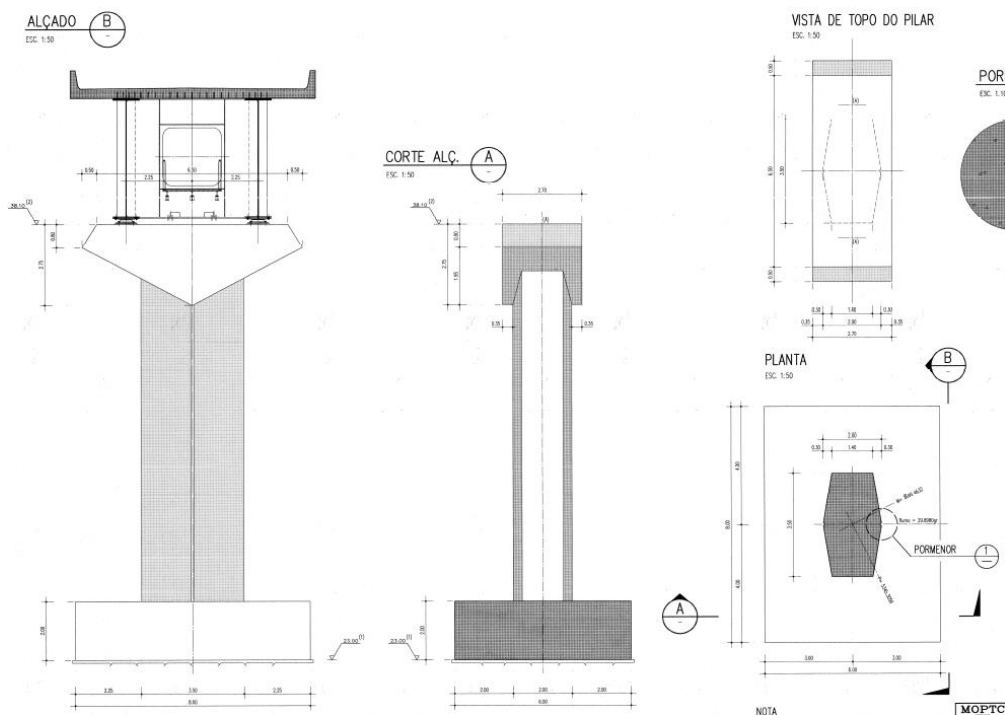


Figura 7 – Pilar P19A (Peça desenhada nº 76 do Projeto de Execução 1996)

Os tramos que ligam os pilares acima referidos têm as características indicadas na Tabela 2. Na Figura 8 e Figura 9 apresentam-se imagens extraídas dos elementos base.

Tabela 2 – Características dos tramos do tabuleiro

Identificação do Tramo	Tramo P17 – P18	Tramo P18 – P19	Tramo P19 – P20	Tramo P18 – P19A
Comprimento do vão	76 m	38 m + 14,5 m	32 m	45 m
Tipo de tabuleiro suportado	Rodoviário e ferroviário	Rodoviário	Rodoviário	Ferroviário
Solução estrutural	2 x 38 m de tabuleiro em consola, encastrado em elementos de betão armado pré-esforçado, ligados a meio vão por uma junta em rótula.	38 m de tabuleiro em consola, encastrado em elementos de betão armado pré-esforçado, ligados a meio vão por uma junta em rótula. 14,5 m de tabuleiro em laje vigada em betão armado.	32 m de tabuleiro em laje vigada em betão armado.	45 m de tabuleiro constituído por vigas metálicas.

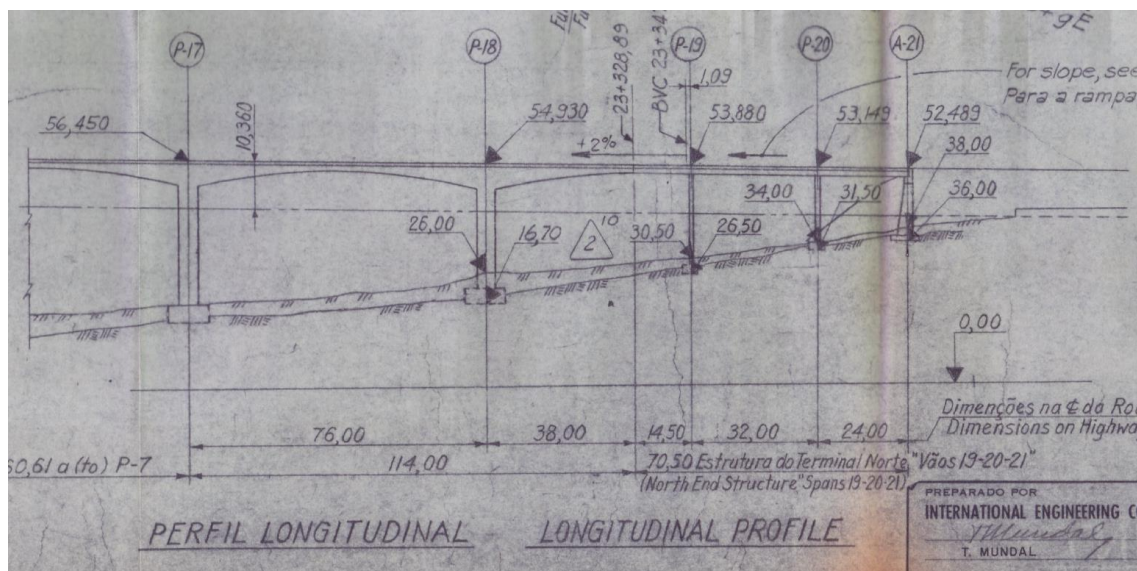


Figura 8 – Perfil longitudinal do tabuleiro rodoviário (Peça desenhada nº C-003 As-Built 1962)

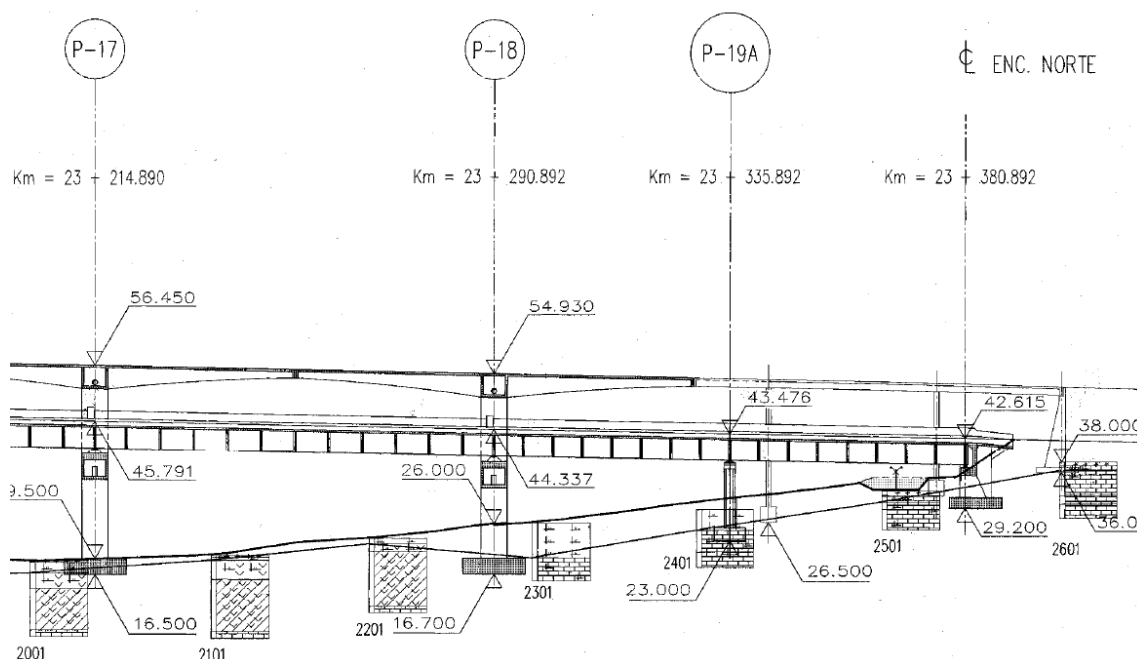


Figura 9 – Perfil longitudinal do tabuleiro rodoviário e ferroviário (Peça desenhada nº 76 do Projeto de Execução – 1996)

No que se refere às cargas transmitidas pelas sapatas ao terreno de fundação, considerou-se uma tensão média uniforme de 0,9 MPa referida nos elementos base (Figura 10). Refere-se que nos elementos base fornecidos o valor para tensão indicado surge num capítulo da Memória Descritiva e Justificativa do Projeto “Instalação da Via Férrea e Beneficiação do tabuleiro rodoviário no viaduto de acesso norte à ponte sobre o Tejo em Lisboa” cuja capa indica Projeto de Execução, estando a numeração das páginas realizada em sequência a partir da mesma capa. Contudo, alguns dos subcapítulos possuem o título de Projeto Base, pelo que não foi possível interpretar com exatidão a que fase do projeto as informações nele contido correspondem.

Relativamente à localização das juntas do tabuleiro ferroviário, as mesmas encontram-se a norte no encontro do tabuleiro e a sul no pilar P15 (Figura 11). Para o tabuleiro rodoviário, de acordo com a Memória Descritiva e Justificativa do Projeto de Execução para Beneficiação do Tabuleiro Rodoviário, datado de Março de 1995, que previa a redução do número de juntas de dilatação para apenas quatro, a juntas mais próximas da zona em apreço localizam-se entre o pilar P18 e o P19 e no encontro a norte (Figura 12). Na Figura 13 encontram assinaladas as juntas dos tabuleiros ferroviário e rodoviário.

Na presente avaliação, pressupõe-se que todos os elementos que compõe o viaduto se encontram em adequado estado de conservação e sem patologias estruturais pré-existent.



GRID
Consultas, Estudos e
Projectos de Engenharia, Lda.

3. ANÁLISE DA SEGURANÇA DAS FUNDAÇÕES

Foram calculados os esforços normais e momentos flectores, transmitidos por cada par de pilares à sapata de fundação comum.

A estes esforços deve adicionar-se:

- 1) o peso próprio da sapata e o peso do betão de enchimento, caso exista, a colocar sob a sapata, conforme o desenho C-012 do projecto do viaduto;
- 2) o momento flector resultante da ocorrência de excentricidades adicionais, obtido por:

$$M' = M + N^{\text{Topo}} (e_a + e_2 + e_c).$$

Efectuando uma estimativa das tensões médias e máximas transmitidas pelas sapatas ao terreno de fundação observou-se que a maior tensão média ocorre para a combinação que envolve a sobrecarga e tem o valor de cerca de 0.9MPa. Em geral, as tensões médias transmitidas à fundação são da ordem de 0.5MPa.

Figura 10 – Análise da segurança das fundações (Memória descritiva e justificativa – Parte III – Análise da segurança da estrutura global – 1995 – Projeto de Execução/Projeto Base?)

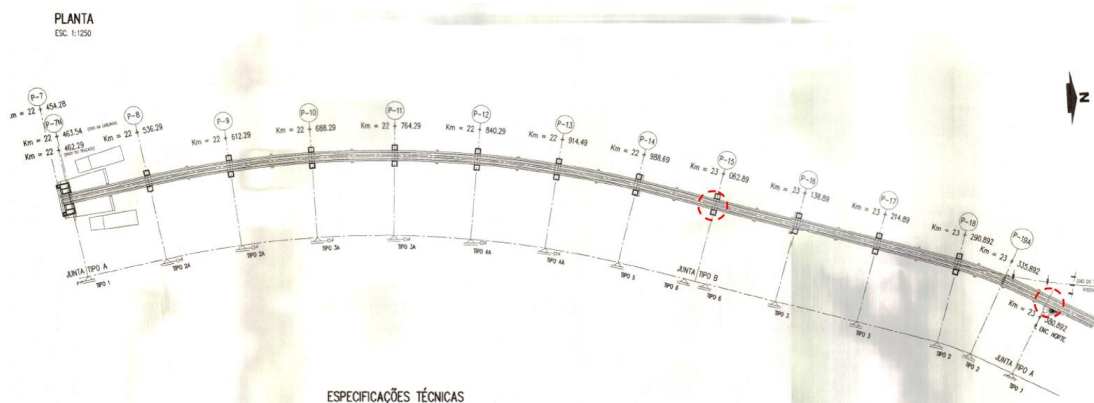


Figura 11 – Localização das juntas do tabuleiro ferroviário mais próximas da zona de intervenção, assinaladas a vermelho (Peça desenhada N°106 do Projeto Base)

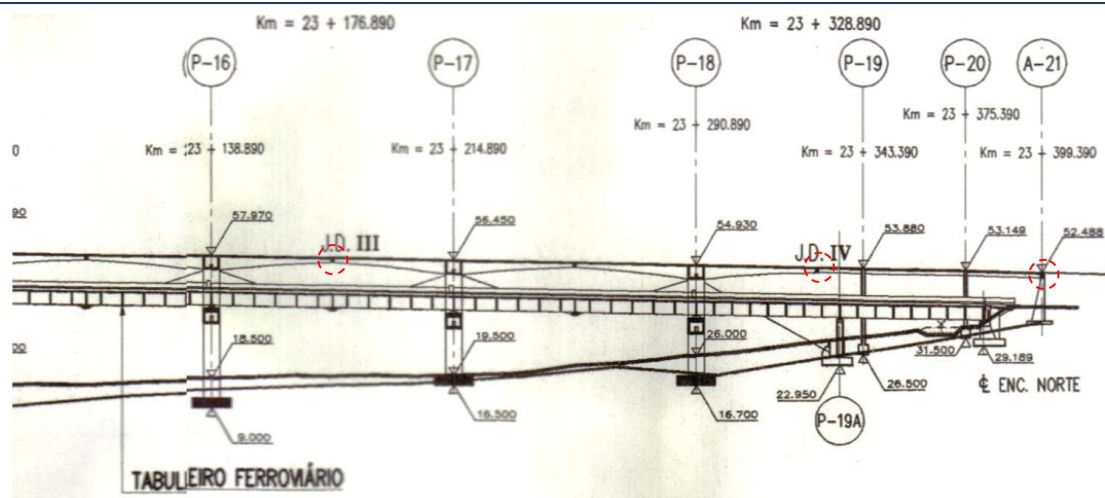


Figura 12 – Localização das juntas do tabuleiro rodoviário mais próximas da zona de intervenção, assinaladas a vermelho (Peça desenhada N°53 do Projeto de Execução – Beneficiação do tabuleiro rodoviário)

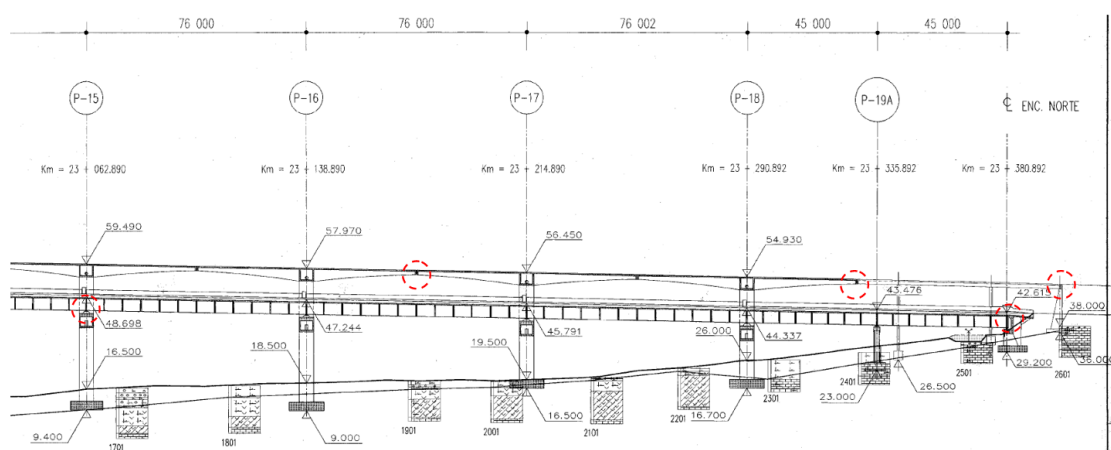


Figura 13 – Localização das juntas dos tabuleiros rodoviário e ferroviários, mais próximas da zona de intervenção, assinaladas a vermelho (Peça desenhada N°76 do Projeto de Execução – Instalação da via férrea no viaduto de acesso norte à ponte sobre o Rio Tejo em Lisboa)

3 TRABALHOS PREVISTOS REALIZAR NA ZONA DE INFLUÊNCIA

As frentes de obra relativas ao projeto do Prolongamento da Linha Vermelha, posicionadas na zona de influência do viaduto de acesso à Ponte 25 de Abril são:

- Troço 85 do túnel de via.
- Via de resguardo 3 (também denominada Túnel Término ou OE7).

Ambas a obras fazem parte do túnel principal, sendo o ponto quilométrico aproximado de transição entre ambas as obras, o Pk 3+810 (Figura 14).

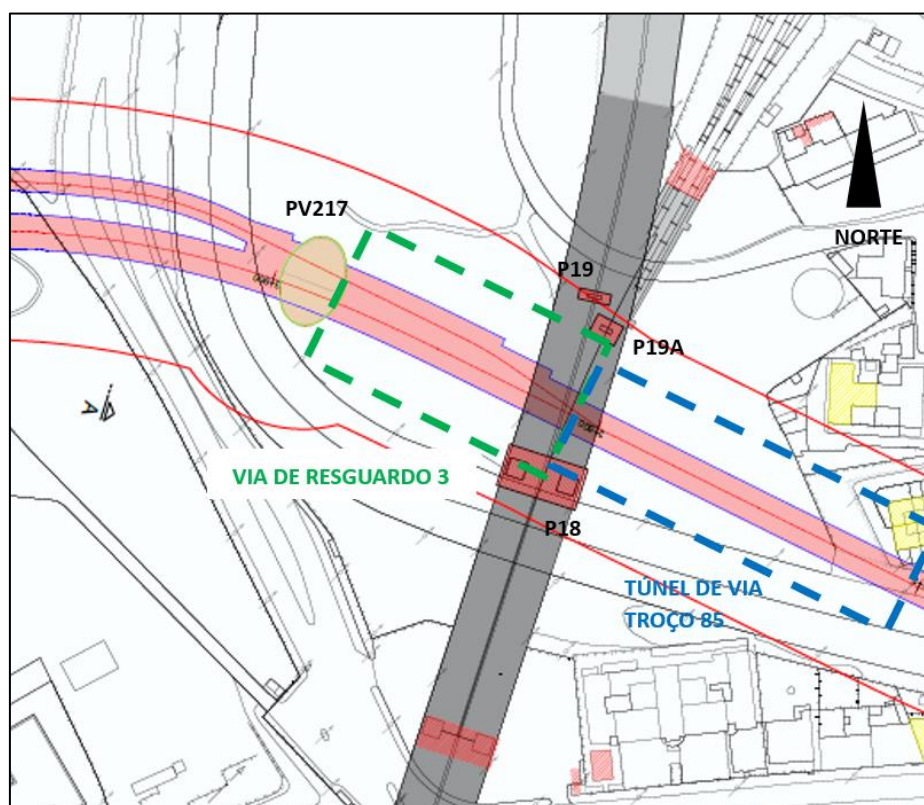


Figura 14 – Frentes de obra do Metropolitano de Lisboa – Linha vermelha, na zona de influência do viaduto de acesso à Ponte 25 de Abril

A execução da Via de Resguardo 3 consiste na escavação de um túnel segundo o método convencional (também denominado NATM), que terá início no poço de ventilação PV217, localizado a poente da zona de cruzamento com a interferência e fora da zona de influência do viaduto. Genericamente, esta metodologia consiste na retirada de material da frente de escavação seguida da aplicação de um suporte primário para suporte do maciço escavado. O suporte previsto para a secção mais próxima do cruzamento com o eixo do tabuleiro rodoviário, a secção designada por VR3.1, encontra-se ilustrada na Figura 16, onde os avanços de escavação para a fase 1 são de 2,0 m e para a fase 2 de 4,0 m.

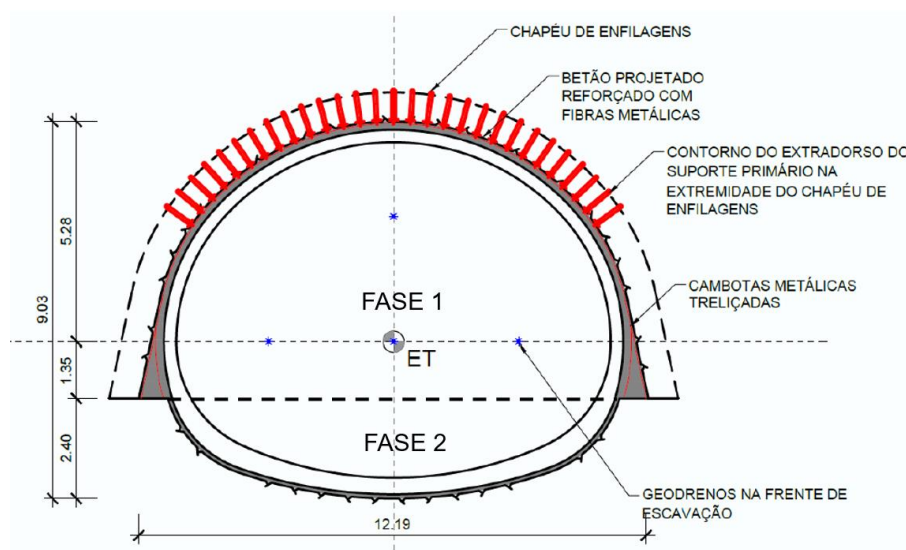


Figura 15 – Suporte primário previsto para a Via de Resguardo 3 (Secção VR3.1) na zona de influência do viaduto de acesso à Ponte 25 de Abril

Tendo em conta a execução da escavação subterrânea a partir do poço PV217, o túnel de via do Troço 85 será escavado após a execução da Via de Resguardo 3. Este túnel também adotará a mesma metodologia construtiva descrita para a Via de Resguardo 3 (NATM). O suporte previsto encontra-se ilustrado na Figura 16, onde os avanços de escavação previstos para a fase 1 e 2 são de 2,0 m e para a fase 3 de 4,0 m.

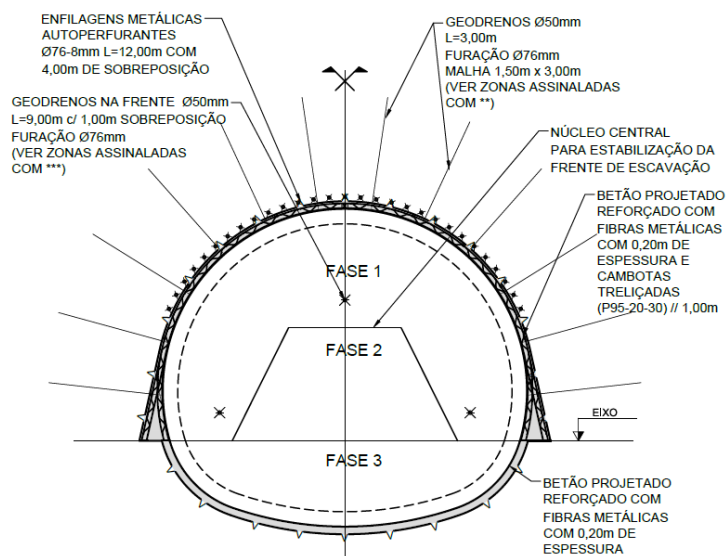


Figura 16 – Suporte primário previsto para o túnel de via – troço 85 na zona de influência do viaduto da de acesso à Ponte 25 de Abril

Como medida adicional de segurança, considera-se que a execução da escavação para a nova rotunda de acesso da Avenida da Ponte 25 de Abril terá início após a realização do revestimento definitivo do túnel de via.

4 METODOLOGIA ADOTADA

4.1 Enquadramento

A presente avaliação do impacto dos efeitos das frentes de obra a executar na zona de influência do viaduto de acesso à Ponte 25 de Abril não se encontra enquadrada em nenhuma metodologia patenteada no Programa de Concurso.

Dada a especificidade da estrutura em apreço, com o objetivo de adotar uma metodologia para a avaliação do impacto das obras do Metropolitano de Lisboa e de adotar critérios previamente consensualizados, foram realizados contactos com as Infraestruturas de Portugal no sentido de averiguar da existência dos mesmos. Deste contacto, resultou a informação de que os mesmos serão a definir pelo projetista das obras do Metropolitano de Lisboa, tendo presente a necessidade de garantir a adequada integridade da interferência.

Neste enquadramento, os pontos seguintes definem a metodologia adotada para a avaliação do impacto das obras do Metropolitano de Lisboa no viaduto de acesso da Ponte 25 de Abril.

4.2 Análise de assentamentos

A análise do impacto das obras do Metropolitano de Lisboa sobre os pilares do viaduto de acesso à Ponte 25 de Abril será baseada na estimativa dos deslocamentos que poderão ocorrer nos pilares do viaduto aquando da execução dos trabalhos de escavação do túnel de via do Troço 85 e da Via de Resguardo 3, descritos no ponto 3 do presente documento.

Nesse sentido, com o objetivo de obter uma estimativa tão aproximada quanto possível dos deslocamentos esperados, foi desenvolvido um modelo numérico tridimensional para a análise da interação solo-estrutura no programa de cálculo automático Plaxis 3D. Genericamente, o modelo inclui as condições geológico-geotécnicas conhecidas à data de produção da presente nota técnica, as obras subterrâneas previstas executar na zona de influência e as sapatas de fundação dos pilares P18, P19 e P19A do viaduto da Ponte 25 de Abril.

O modelo numérico é constituído por 268 684 elementos tetraédricos de 4 nós (Figura 17). Os elementos que modelam o maciço são elementos de volume, cujos modelos constitutivos associados foram escolhidos de acordo com as características de cada unidade litológica.

Output Version 2023.2.0.1059

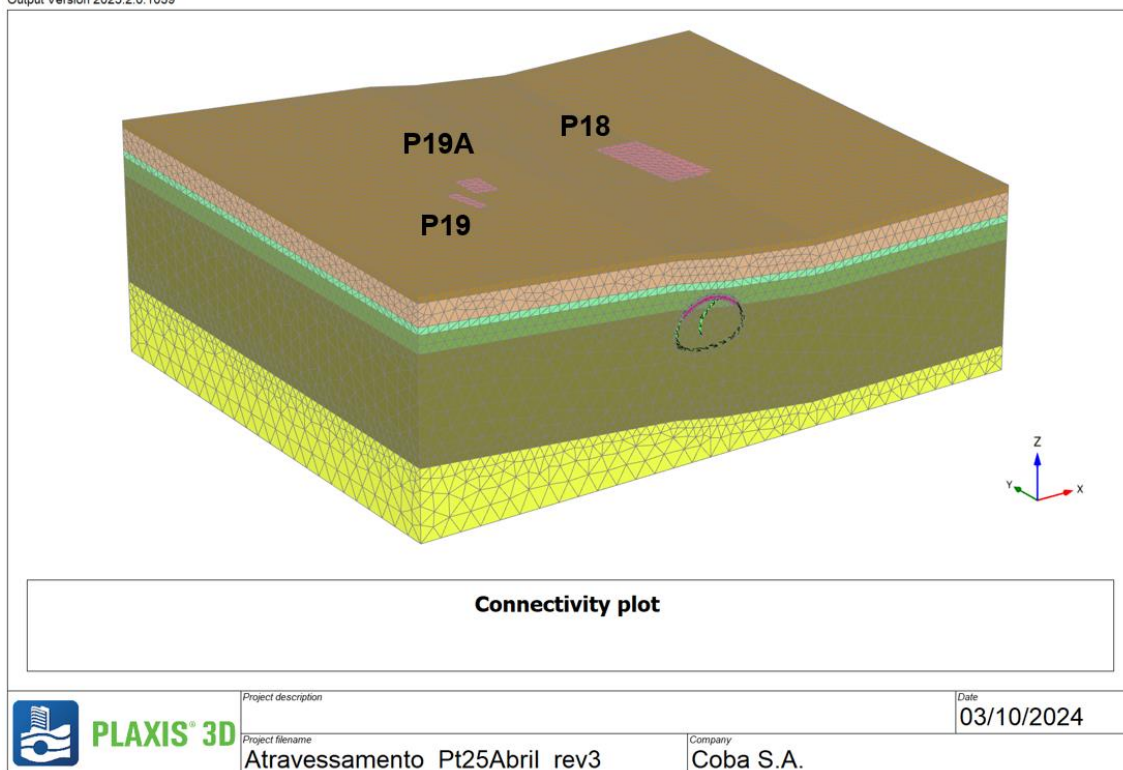


Figura 17 – Modelo numérico tridimensional adotado no estudo

A descrição de cada unidade litológica por ordem de ocorrência em profundidade encontra-se na Figura 18. O perfil geológico-geotécnico é o já indicado na Figura 4. O nível freático estima-se que se localize à cota -5 m, ou seja, a aproximadamente 23 m de profundidade e por conseguinte cerca de 4 m abaixo da cota da soleira do túnel. Estes dados foram validados pela sondagem SG64-HL (em anexo) localizada nas proximidades do ponto cruzamento entre os eixos do viaduto e do túnel (Figura 19).

At		Aterro heterogéneo, constituído por silte-arenoso, por vezes argiloso, com fragmentos líticos e cerâmicos, de cor castanho amarelado, com vestígios de vegetais.
τ		Tufos vulcânicos silto-margosos, avermelhados com veios esbranquiçados, por vezes silto-arenoso, com passagens fortemente argilosas. Ocorrem por vezes passagens fortemente argilosas de elevada plasticidade, de origem sedimentar. Tufos por vezes brechóides e brechas vulcânicas.
C _{C1a}		Argila margosa e/ou marga argilosa esbranquiçada a amarelada.
C _{C1b}		Calcário nodular, amarelado a esbranquiçado com inclusões margosas frequentes; passando a calcário rosado, amarelado, esbranquiçado por vezes carsificado, umas vezes compacto outras vezes margoso, com passagens argilosas.
C _{C1c}		Calcário semicristalino a cristalino com rudistas, apresentando nódulos a leitos de sílex, pouco alterado a medianam, alterado, fracturas medianam, afastadas a muito próximas.
C _{C1d}		Calcário compacto branco e bege, fendilhado com prealveolinas, pouco alterado a medianamente alterado, com passagens muito alteradas a decompostas, fraturas medianamente afastadas a próximas.

Figura 18 – Unidades litológicas apresentadas na Figura 4

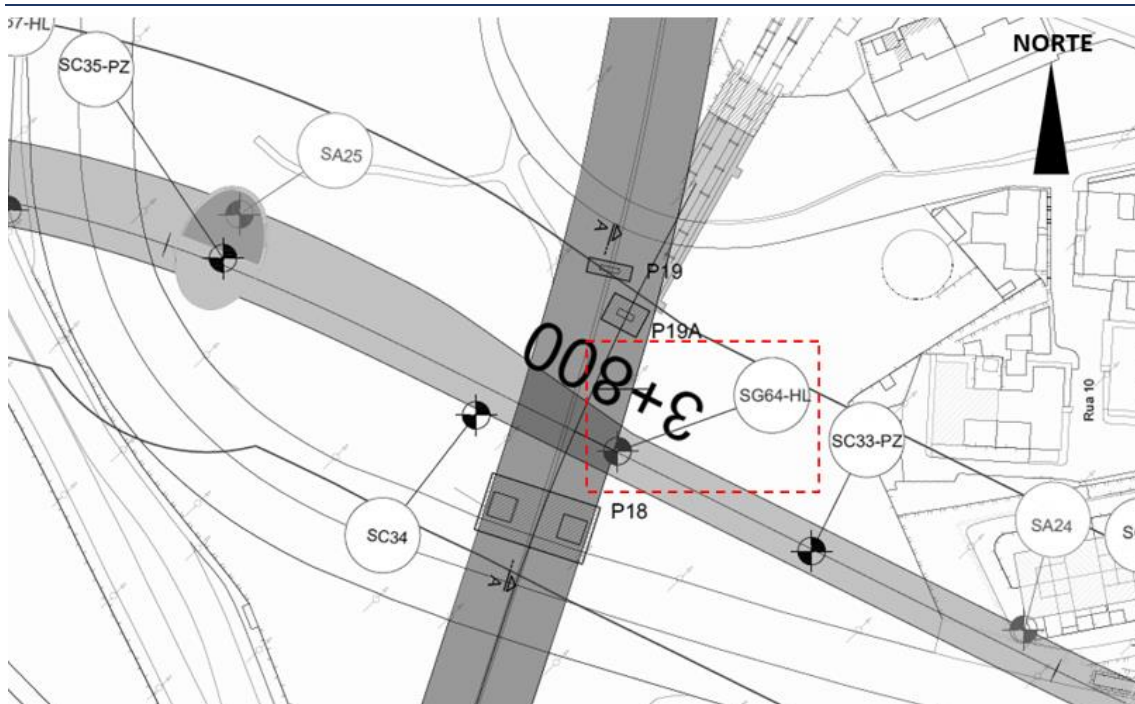


Figura 19 – Localização da sondagem onde se baseia o zonamento adotado no modelo de avaliação de danos

O modelo representa um volume com cerca de 140 m de largura, 110 m de comprimento e 50 m de altura. Neste encontram-se simulados os elementos previstos para todas as secções da Via de Resguardo 3 e do túnel de via do troço 85, nomeadamente, o betão projetado reforçado com fibras metálicas e os vários chapéus de enfilagens metálicas realizados ao nível da abóboda do túnel. Foi também incluído na modelação o avanço de escavação para cada secção tipo, assim como o ganho de rigidez do betão projetado com o tempo (Figura 20).

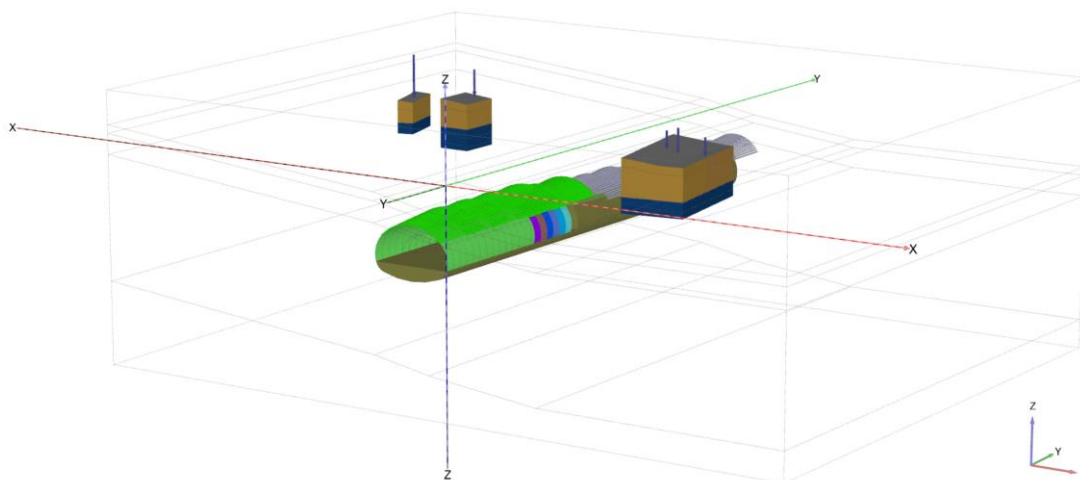


Figura 20 – Modelo tridimensional da escavação e suporte, com consideração do faseamento construtivo e ganho de rigidez do betão projetado com o tempo

O carregamento induzido por cada uma das sapatas foi a tensão referida no ponto 2 do presente documento, tendo a mesma sido aplicada ao nível da fundação dos elementos de volume que modelam as sapatas de cada pilar (Figura 21). Foi também considerada uma sobrecarga geral de superfície de 10 kN/m².

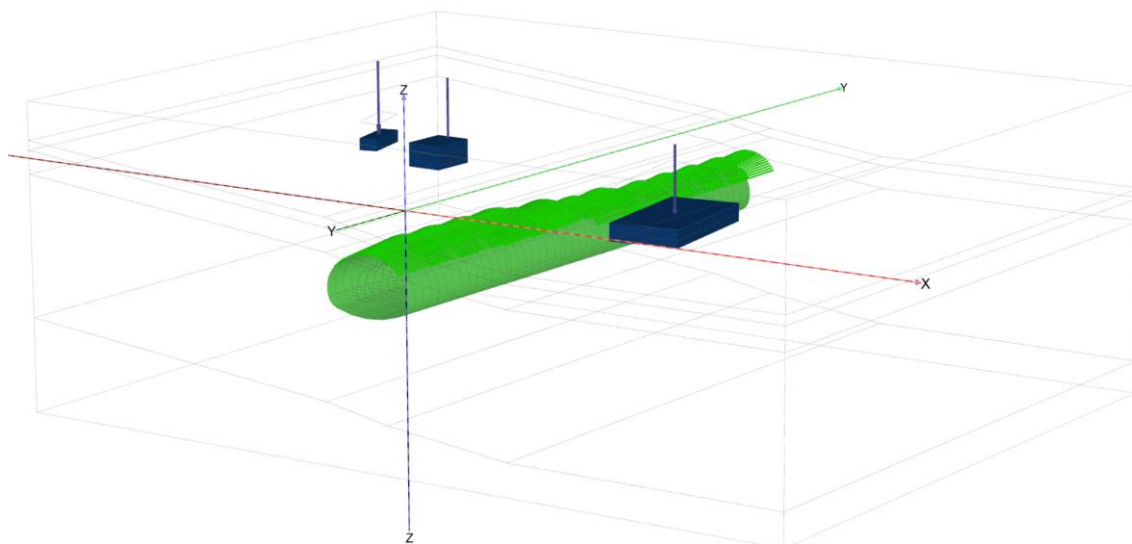


Figura 21 – Modelo tridimensional com a aplicação de tensão média na base dos elementos que modelam as sapatas do viaduto de acesso da Ponte 25 de Abril

5 RESULTADOS DA AVALIAÇÃO

Os resultados relativos aos deslocamentos obtidos nas fundações de qualquer uma das sapatas dos três pilares do viaduto de acesso à ponte 25 de Abril, indica que o deslocamento é inferior a 1 mm para qualquer uma das fases de escavação do túnel de via do troço 35 e da Via de Resguardo 3.

A baixa magnitude destes deslocamentos prende-se com o facto de a escavação nesta zona se inserir nas formações cretácicas com baixa deformabilidade.

Na Figura 22 indica-se a localização da secção A-A, secção B-B e secção C-C do modelo, retiradas segundo um plano perpendicular ao eixo do túnel e coincidente, respetivamente, com o centro das sapatas dos pilares P18, P19 e P19A do viaduto.

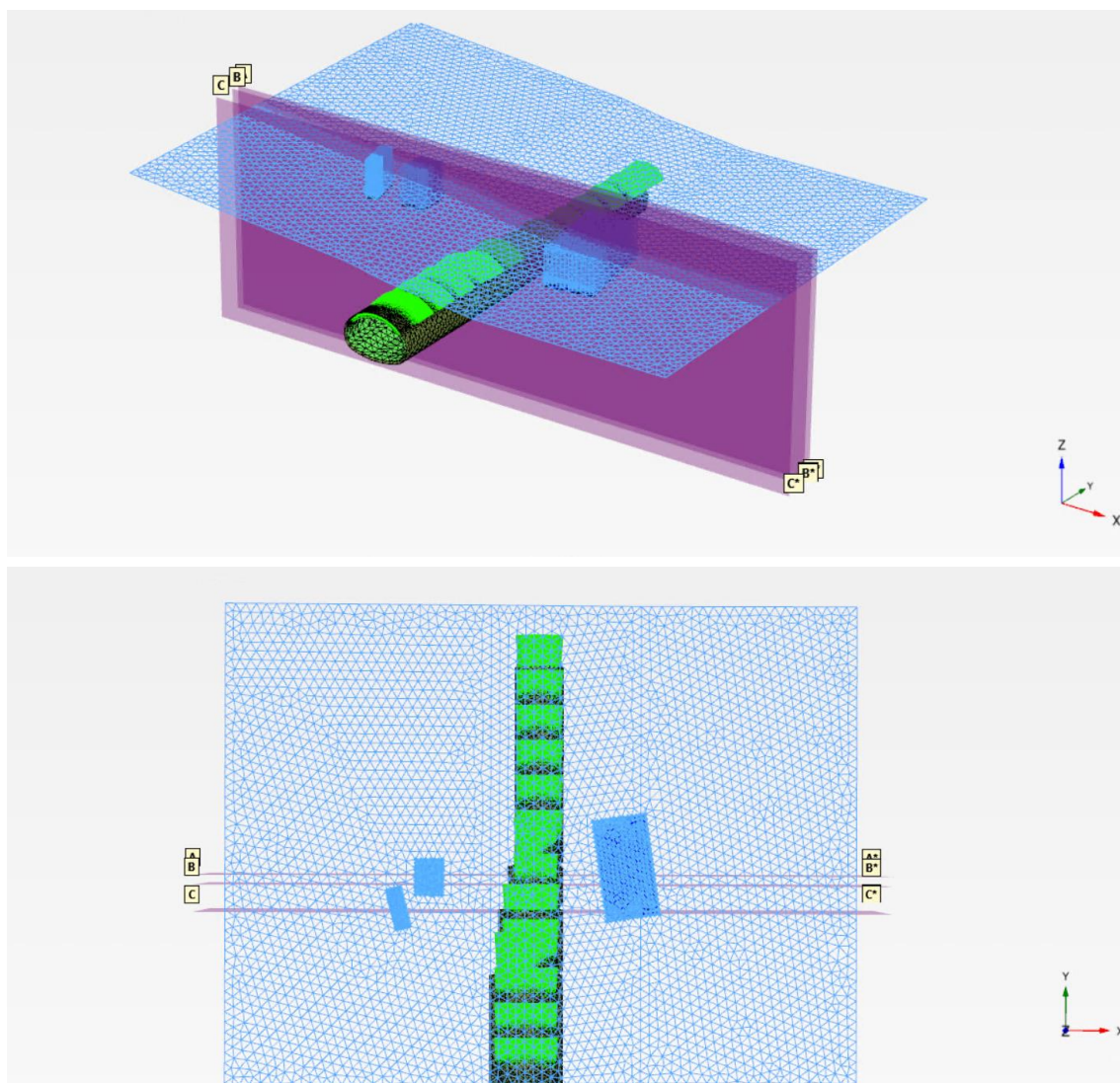


Figura 22 – Localização da secção A-A, B-B e C-C no modelo tridimensional

As Figura 23, Figura 24, Figura 25 ilustram os deslocamentos totais estimados nas três secções referidas no parágrafo anterior. Em qualquer uma delas é possível visualizar que estes são inferiores a 1 mm.

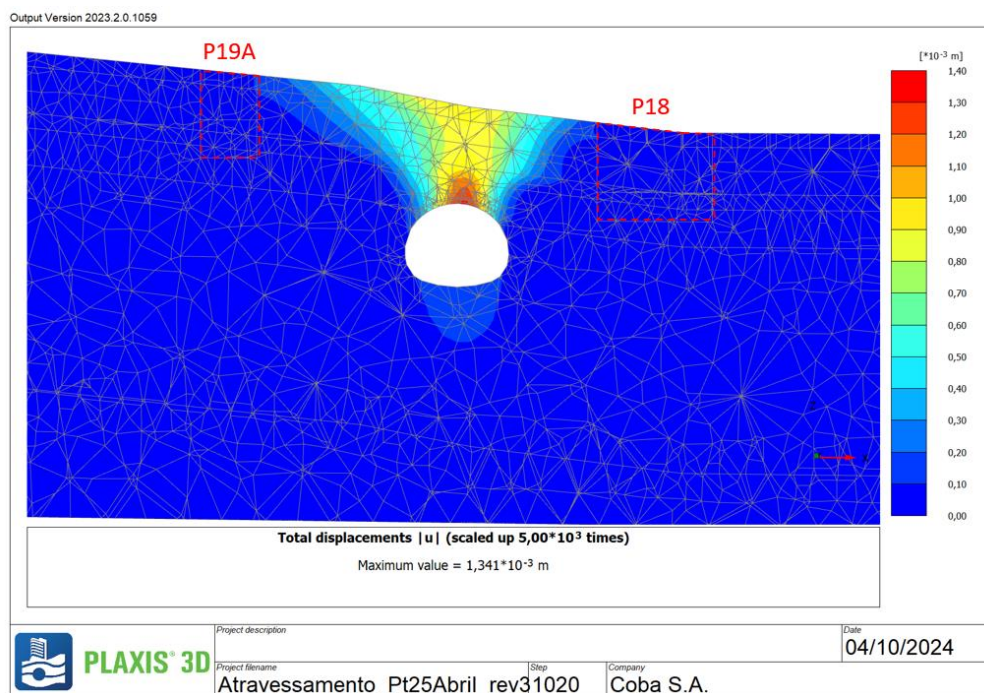


Figura 23 – Deslocamentos totais estimados na secção A-A, obtidos através do modelo tridimensional

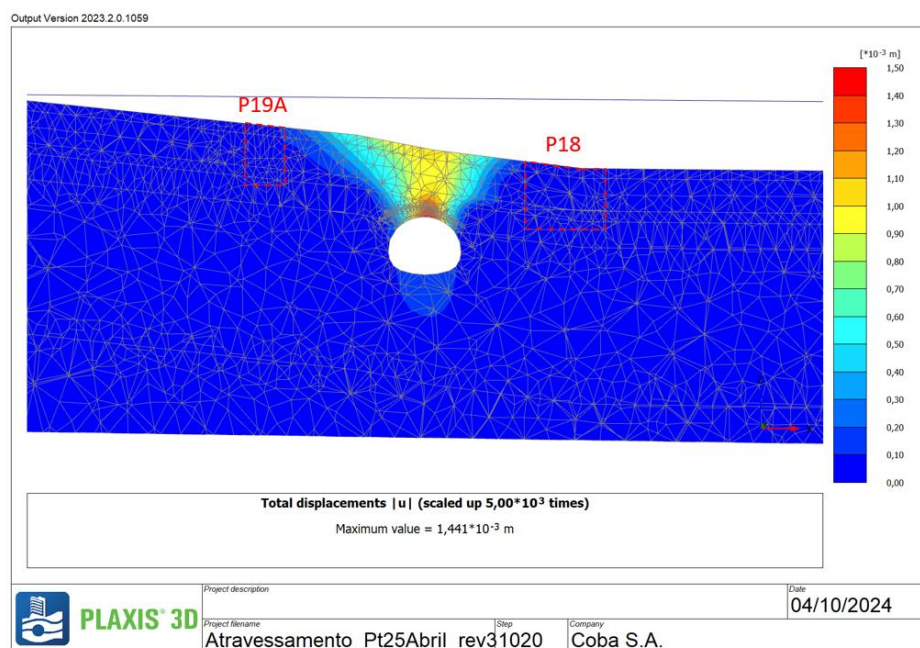


Figura 24 – Deslocamentos totais estimados na secção B-B, obtidos através do modelo tridimensional

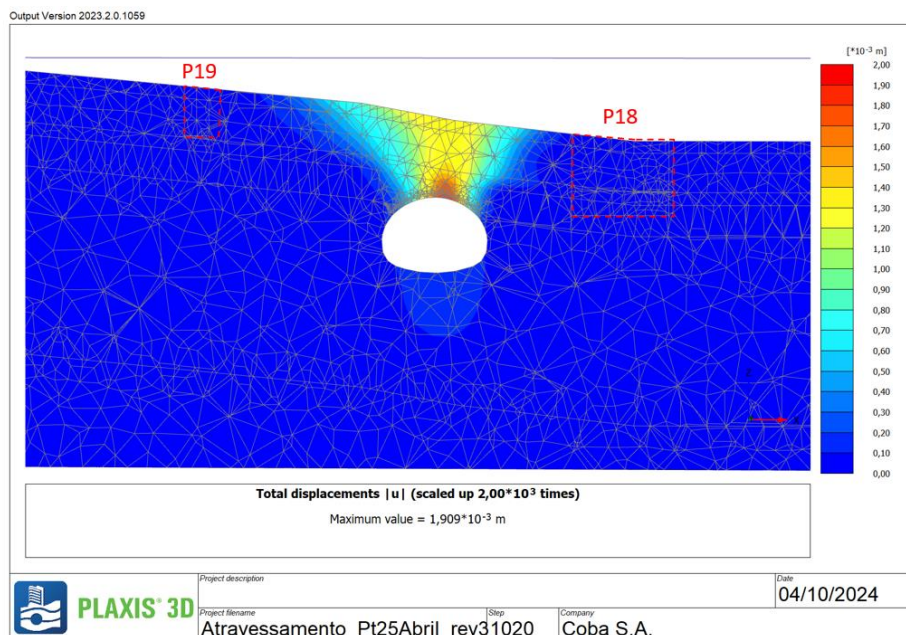


Figura 25 – Deslocamentos totais estimados na secção C-C, obtidos através do modelo tridimensional

Os deslocamentos verticais estimados na fundação de cada sapata dos pilares do viaduto encontram-se ilustrados na Figura 26 e Figura 27. Conforme se pode observar correspondem a magnitudes muito baixas de deslocamentos.

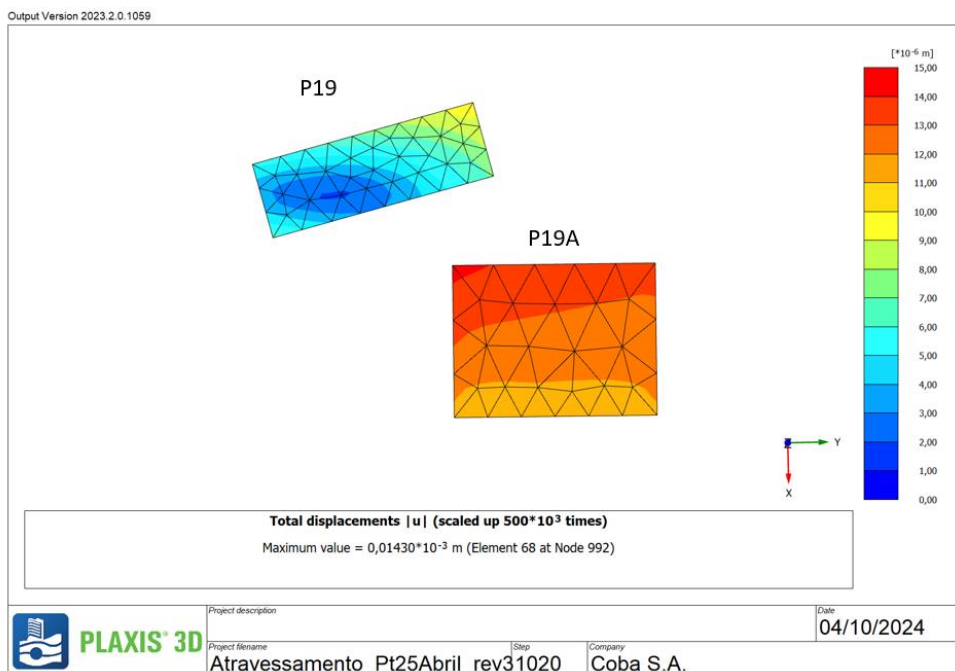


Figura 26 – Deslocamentos totais máximos estimados na fundação dos pilares P19 e P19A do viaduto, obtidos através do modelo tridimensional

Output Version 2023.2.0.1059

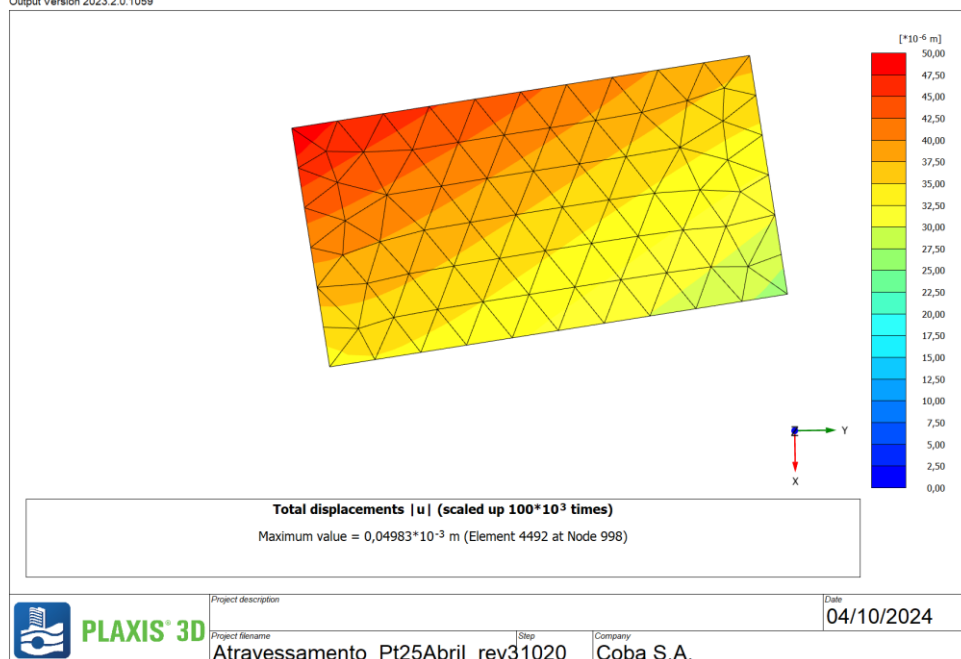


Figura 27 – Deslocamentos totais máximos estimados na fundação do pilar P18 do viaduto, obtidos através do modelo tridimensional

6 MEDIDAS A IMPLEMENTAR

Função dos resultados obtidos, função da baixa magnitude de deslocamentos estimados, não haverá necessidade de reforço estrutural no viaduto de acesso à ponte 25 de Abril.

Dada a importância da interferência, a medidas previstas para o viaduto de acesso da Ponte 25 de Abril serão a implementação de um sistema de instrumentação e observação de Nível 2, que consiste na adoção de um conjunto de dispositivos de leitura, à partida, remota e automatizada, de elevada precisão.

O tipo de dispositivos previstos implementar na interferência para um sistema de instrumentação e observação de Nível 2, são:

- Prismas retrorrefletores para instalação na estrutura (pilares, tabuleiro, etc.);
- Prismas retrorrefletores para instalação na via ferroviária;
- Prismas retrorrefletores para instalação no pavimento rodoviário;
- Clinómetros;
- Sismógrafos;
- Fissurómetros (se necessário).

Na Figura 28 apresenta-se a disposição dos dispositivos de instrumentação e observação a instalar no viaduto da Ponte 25 de Abril e sua envolvente. De notar que para além do viaduto serão implementado um plano de instrumentação e observação no interior das galerias subterrâneas e à superfície.

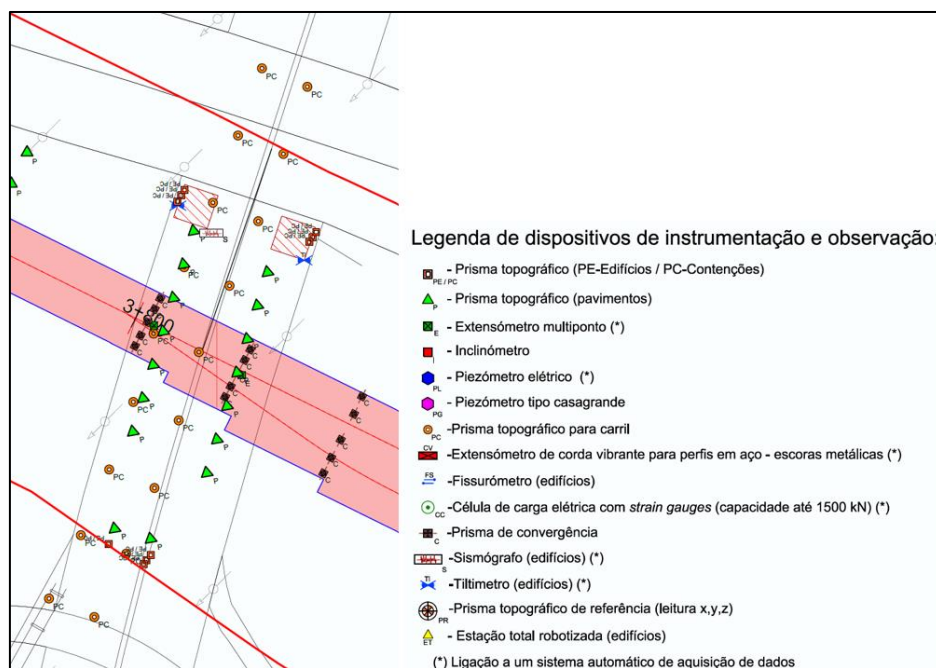


Figura 28 – Dispositivos de instrumentação e observação a instalar no viaduto da Ponte 25 de Abril e sua envolvente

Face à magnitude dos deslocamentos estimados, os limites de alarme, referência e de alerta terão em conta a precisão das leituras. Neste enquadramento, os limites de alerta e de referência serão idênticos e corresponderão a valores que tenham em consideração a precisão dos dispositivos instalados. O critério de alarme será semelhante ao adotado nos restantes dispositivos do projeto, ou seja, 1.3x o limite de referência.

ANEXO

SONDAGEM SG64-HL

MOTA-ENGIL

GEOTECNIA

ENGENHARIA

SONDAGEM Nº

SG64

ESTUDO

17040.559

Pág. 1 de 5

CLIENTE: METRO S. SEBASTIÃO ALCÂNTARA ACE

PROJECTO: Metropolitano de Lisboa: Linha Vermelha, S. Sebastião-Alcântara, Prospeção Geotécnica, hidrogeológica e ambiental

LOCALIZAÇÃO: (Ver planta de localização)

COTA: 24.777

COMPRIMENTO: 41,15 m

INCLINAÇÃO: 90º

COORDENADAS: M=-90810.905 P=-106175.778

DIÂMETRO: 0.00-41.15 m = 86mm

REVESTIMENTO: 0.00-24.00 m = 98mm

EQUIPAMENTO: Fraste 21

INÍCIO: 22/07/2024

TIPO SONDAGEM: Rotação

TERMINO: 29/07/2024

Comprimento (m)	R.Q.D. % Recup. (%)	Fracturação	Alteração	Estratigrafia	Simbologia	Descrição	Ensaaios SPT			Amostra Intacta / Ensaaios	Piezómetro 1	Piezómetro 2
							1ª Fase	2ª e 3ª Fase (nº de pancadas)	Penetração			
0												
1					Recente	Cascalheira de calcário, com matriz argilosa: Aterro.						
2							3	(5+6)	30			
3							4	(7+12)	30			
4						Argila arenosa, alaranjada, com pequenos nódulos de calcite.						
5					CVL		6	(9+14)	30			
6							8	(12+18)	30			
7						Argila arenosa, rosada, com fragmentos de calcário						
8						Argilito alaranjado, com blocos de calcário dispersos: Tufo?	60	(0+0)	6			
9	22,0											
10	70,0				Cretácico	Calcário esbranquiçado, carsificado, com preenchimentos argilosos alaranjados,						

Núcleo de Geotecnia

Zona Industrial de Canelas Telef.: 22 716 93 00

Rua da Urigueira Fax: 22 716 93 02

4410 - 304 Canelas VNG e-mail: geotecnia@mota-engil.pt

Observações:

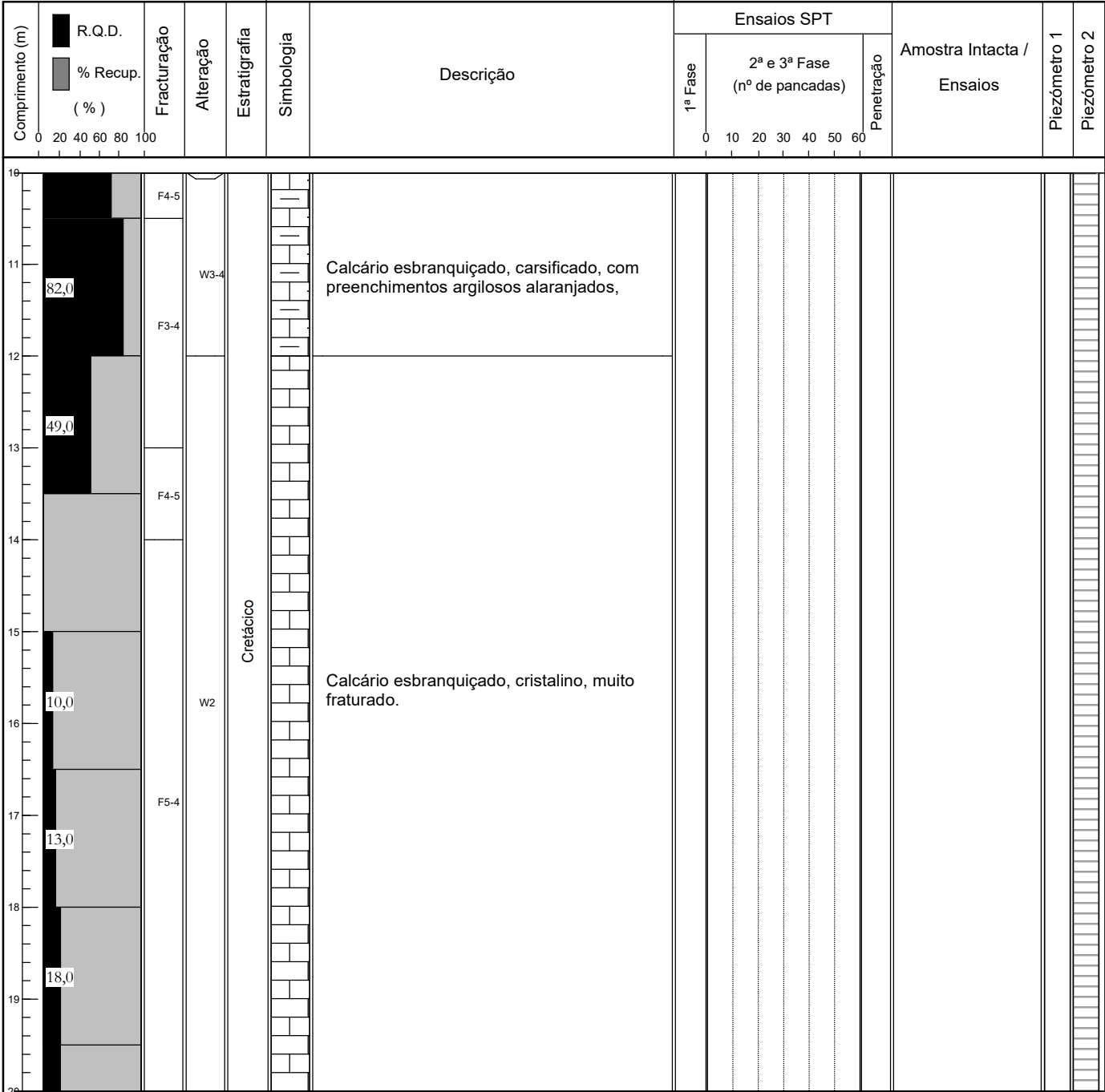
FEITO POR: Tiago Teixeira

VERIFICADO POR: João Branco

NGEO.001.01

NGEO.001.01

 ENGENHARIA	SONDAGEM N°	SG64
	ESTUDO	17040.559
	Pág. 2 de 5	
CLIENTE: METRO S. SEBASTIÃO ALCÂNTARA ACE	COTA: 24.777	
PROJECTO: Metropolitano de Lisboa: Linha Vermelha, S. Sebastião-Alcântara, Prospeção Geotécnica, hidrogeológica e ambiental	COMPRIMENTO: 41,15 m	
LOCALIZAÇÃO: (Ver planta de localização)	INCLINAÇÃO: 90°	
	COORDENADAS: M= -90810.905 P= -106175.778	
DIÂMETRO: 0.00-41.15 m = 86mm		REVESTIMENTO: 0.00-24.00 m = 98mm
EQUIPAMENTO: Fraste 21		INÍCIO: 22/07/2024
TIPO SONDAGEM: Rotação		TERMINO: 29/07/2024



Núcleo de Geotecnia Zona Industrial de Canelas Rua da Urtigueira 4410 - 304 Canelas VNG Telef.: 22 716 93 00 Fax: 22 716 93 02 e-mail: geotecnia@mota-engil.pt	Observações:	FEITO POR:	Tiago Teixeira
		VERIFICADO POR:	João Branco



CLIENTE: METRO S. SEBASTIÃO ALCÂNTARA ACE

PROJECTO: Metropolitano de Lisboa: Linha Vermelha, S. Sebastião-Alcântara,
Prospecção Geotécnica, hidrogeológica e ambiental

LOCALIZAÇÃO: (Ver planta de localização)

COTA: 24.777

COMPRIMENTO: 41,15 m

INCLINAÇÃO: 90°

COORDENADAS: M= -90810.905 P= -106175.778

DIÂMETRO: 0.00-41.15 m = 86mm

REVESTIMENTO: 0.00-24.00 m = 98mm

EQUIPAMENTO: Fraste 21

INÍCIO: 22/07/2024

TIPO SONDAGEM: Rotação

TERMINO: 29/07/2024

Comprimento (m)	R.Q.D. % Recup. (%)	Fracturação	Alteração	Estratigrafia	Simbologia	Descrição	Ensaio SPT			Amostra Intacta / Ensaio	Piezômetro 1	Piezômetro 2
							1ª Fase	2ª e 3ª Fase (nº de pancadas)	Penetração			
0	0 20 40 60 80 100							0	10 20 30 40 50 60			

20	18,0											
21												
22												
23												
24												
25		F5-4	W2			Calcário esbranquiçado, cristalino, muito fraturado.						
26	8,0											
27												
28												
29	28,0											
30												

Núcleo de Geotecnia

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

Observações:

FEITO
POR:

Tiago Teixeira

VERIFICADO
POR:

João Branco



MOTA-ENGIL
GEOTECNIA

ENGENHARIA

SONDAGEM N°

SG64

ESTUDO

17040.559

Pág. 4 de 5

CLIENTE: METRO S. SEBASTIÃO ALCÂNTARA ACE

COTA: 24.777

PROJECTO: Metropolitano de Lisboa: Linha Vermelha, S. Sebastião-Alcântara,
Prospecção Geotécnica, hidrogeológica e ambiental

COMPRIMENTO: 41,15 m

INCLINAÇÃO: 90°

LOCALIZAÇÃO: (Ver planta de localização)

COORDENADAS: M= -90810.905 P= -106175.778

DIÂMETRO: 0.00-41.15 m = 86mm

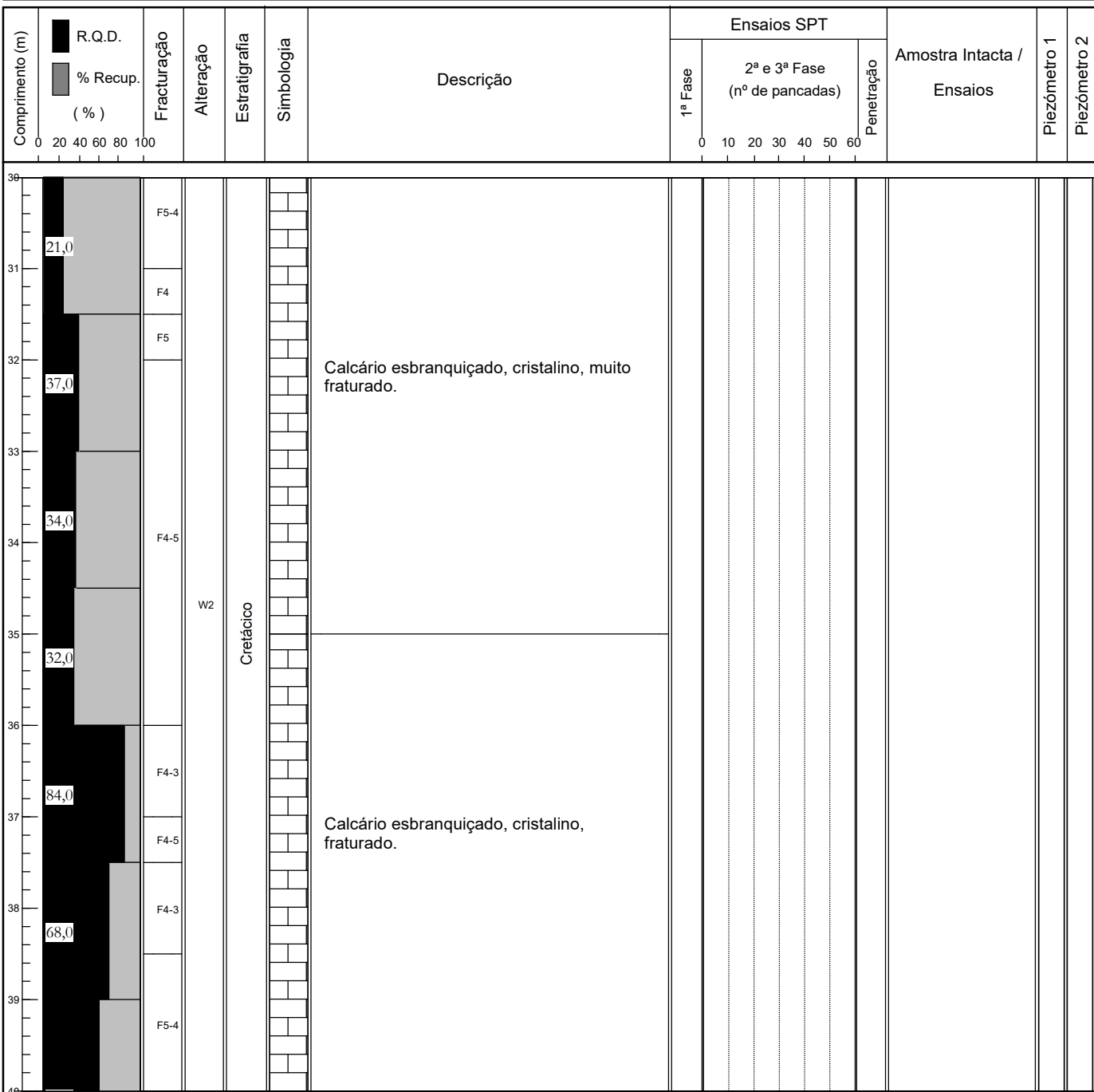
REVESTIMENTO: 0.00-24.00 m = 98mm

EQUIPAMENTO: Fraste 21

INÍCIO: 22/07/2024

TIPO SONDAGEM: Rotação

TERMINO: 29/07/2024



Núcleo de Geotecnia

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

Observações:

FEITO
POR:

Tiago Teixeira

VERIFICADO
POR:

João Branco

NGEO.001.01



MOTA-ENGIL
GEOTECNIA

ENGENHARIA

SONDAGEM N°

SG64

ESTUDO

17040.559

Pág. 5 de 5

CLIENTE: METRO S. SEBASTIÃO ALCÂNTARA ACE

COTA: 24.777

PROJECTO: Metropolitano de Lisboa: Linha Vermelha, S. Sebastião-Alcântara,
Prospecção Geotécnica, hidrogeológica e ambiental

COMPRIMENTO: 41,15 m

INCLINAÇÃO: 90°

LOCALIZAÇÃO: (Ver planta de localização)

COORDENADAS: M= -90810.905 P= -106175.778

DIÂMETRO: 0.00-41.15 m = 86mm

REVESTIMENTO: 0.00-24.00 m = 98mm

EQUIPAMENTO: Fraste 21

INÍCIO: 22/07/2024

TIPO SONDAGEM: Rotação

TERMINO: 29/07/2024

Comprimento (m)	R.Q.D. % Recup. (%)	Fracturação	Alteração	Estratigrafia	Simbologia	Descrição	Ensaio SPT			Amostra Intacta / Ensaio	Piezômetro 1	Piezômetro 2				
	1ª Fase						2ª e 3ª Fase (nº de pancadas)	Penetração								
0	0 20 40 60 80 100						0	10	20	30	40	50	60			

40	58,0		F5-4	W2	Cretácico	</
----	----------------------------	--	------	----	-----------	--

Núcleo de Geotecnia

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

Observações:

FEITO
POR:

Tiago Teixeira

VERIFICADO
POR:

João Branco

NGEO.001.01

METRO S. SEBASTIÃO ALCÂNTARA ACE

**Metropolitano de
Lisboa: Linha Vermelha,
S. Sebastião-Alcântara**

Prospecção geotécnica,
hidrogeológica e ambiental

SG64



0,00 m – 6,00 m



6,00 m – 8,60 m



8,60 m – 11,40 m

METRO S. SEBASTIÃO ALCÂNTARA ACE

**Metropolitano de
Lisboa: Linha Vermelha,
S. Sebastião-Alcântara**

Prospecção geotécnica,
hidrogeológica e ambiental

SG64



11,40 m – 14,10 m



14,10 m – 16,60 m



16,60 m – 19,30 m

METRO S. SEBASTIÃO ALCÂNTARA ACE

**Metropolitano de
Lisboa: Linha Vermelha,
S. Sebastião-Alcântara**

Prospecção geotécnica,
hidrogeológica e ambiental

SG64



19,30 m – 22,00 m



22,00 m – 24,70 m



24,70 m – 27,40 m

METRO S. SEBASTIÃO ALCÂNTARA ACE

**Metropolitano de
Lisboa: Linha Vermelha,
S. Sebastião-Alcântara**

Prospecção geotécnica,
hidrogeológica e ambiental

SG64



27,40 m – 30,30 m



30,30 m – 33,00 m



33,00 m – 35,80 m

METRO S. SEBASTIÃO ALCÂNTARA ACE

**Metropolitano de
Lisboa: Linha Vermelha,
S. Sebastião-Alcântara**

Prospecção geotécnica,
hidrogeológica e ambiental

SG64



35,80 m – 38,50 m



38,50 m – 41,15 m