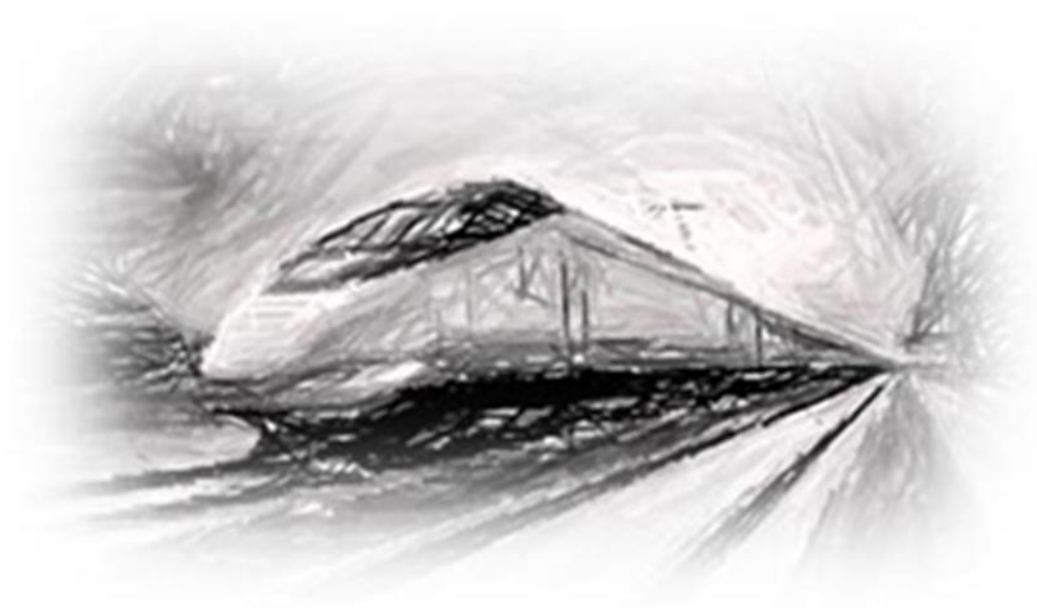


# **LINHA FERROVIÁRIA DE ALTA VELOCIDADE ENTRE PORTO (CAMPANHÃ) E LISBOA**

**TROÇO PORTO (CAMPANHÃ) A OIÃ**

**SUBTROÇO A5 – KM 69+589 AO KM 71+055**



## **PROJETO DE EXECUÇÃO**

### **V01 – INFRA-ESTRUTURA E PLATAFORMA DE VIA FÉRREA**

#### **TOMO 01.01 – PLATAFORMA DA VIA**

Memória Descritiva e Justificativa

**LINHA FERROVIÁRIA DE ALTA VELOCIDADE ENTRE PORTO (CAMPANHÃ) E LISBOA**

**TROÇO PORTO (CAMPANHÃ) A OIÃ  
SUBTROÇO A5 – KM 69+589 AO KM 71+055**

**PROJETO DE EXECUÇÃO  
V01 – INFRA-ESTRUTURA E PLATAFORMA DE VIA-FÉRREA  
TOMO 01.01 – PLATAFORMA DE VIA-FÉRREA**

| ÍNDICE DE PEÇAS ESCRITAS      |            |                                    |
|-------------------------------|------------|------------------------------------|
| CÓDIGO DOCUMENTO              | DATA       | DESIGNAÇÃO                         |
| PF102A5.PR.01.01.00.00.IND.00 | 14/08/2025 | ÍNDICE                             |
| PF102A5.PR.01.01.00.00.MDJ.00 | 14/08/2025 | MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA |
|                               |            |                                    |

| ÍNDICE DE PEÇAS DESENHADAS    |            |                                                                                    |          |
|-------------------------------|------------|------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| CÓDIGO DOCUMENTO              | DATA       | DESIGNAÇÃO                                                                         | Nº ORDEM |
| PF102A4.PR.01.01.00.00.011.00 | 14/08/2025 | PORMENORES<br>PERFIS TRANSVERSAIS TIPO                                             | TPL 011  |
| PF102A5.PR.01.01.00.00.101.00 | 14/08/2025 | TERRAPLENAGEM<br>PLANTA E PERFIL LONGITUDINAL DA LINHA XI - KM 69+589 AO KM 70+050 | TPL 101  |
| PF102A5.PR.01.01.00.00.102.00 | 14/08/2025 | TERRAPLENAGEM<br>PLANTA E PERFIL LONGITUDINAL DA LINHA XI - KM 70+050 AO KM 70+550 | TPL 102  |
| PF102A5.PR.01.01.00.00.103.00 | 14/08/2025 | TERRAPLENAGEM<br>PLANTA E PERFIL LONGITUDINAL DA LINHA XI - KM 70+550 AO KM 71+055 | TPL 103  |
| PF102A5.PR.01.01.00.00.301.00 | 14/08/2025 | TIPOLOGIA DOS BLOCOS TÉCNICOS E PORMENORES                                         | TPL 301  |

**Controlo de Assinaturas**

|                   |                   |                              |
|-------------------|-------------------|------------------------------|
| Realizado         | Revisto           | Aprovado Coordenador Projeto |
| Ana Ramos         | Carmina Costa     | António Campos e Matos       |
| Carmina Costa     |                   |                              |
| Mário Pedrosa     |                   |                              |
| Patrícia Vieira   |                   |                              |
| 14-08-2025        | 14-08-2025        | 14-08-2025                   |
| Data e Assinatura | Data e Assinatura | Data e Assinatura            |

Não necessita de assinatura se aprovado eletronicamente

|                                 |                                                   |                    |
|---------------------------------|---------------------------------------------------|--------------------|
| Informação Adicional            | Informação do Documento                           |                    |
| O Gestor de Projeto<br>-        | Código Documento<br>PF102A5.PR.01.01.00.00.MDJ.00 |                    |
| O Responsável Unidade<br>-      | Revisão<br>00                                     | Data<br>01-08-2025 |
| O Responsável Departamento<br>- | Código Projetista<br>-                            |                    |
| O Diretor<br>-                  | Nome do Ficheiro<br>PF102A5.PR.01.01.00.00.MDJ.00 |                    |

## Registo de Alterações

| Rev | Data       | Autor  | Secção Afetada | Alterações |
|-----|------------|--------|----------------|------------|
| 00  | 14-08-2025 | Vários | Edição inicial |            |
|     |            |        |                |            |
|     |            |        |                |            |
|     |            |        |                |            |
|     |            |        |                |            |
|     |            |        |                |            |
|     |            |        |                |            |
|     |            |        |                |            |
|     |            |        |                |            |

**LINHA FERROVIÁRIA DE ALTA VELOCIDADE ENTRE PORTO (CAMPANHÃ) E LISBOA****TROÇO PORTO (CAMPANHÃ) A OIÃ****SUBTROÇO A5 – KM 69+589 AO KM 71+055****PROJETO DE EXECUÇÃO****V01 – INFRA-ESTRUTURA E PLATAFORMA DE VIA FÉRREA****TOMO 01.01 – PLATAFORMA DA VIA****MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA****ÍNDICE**

|              |                                                                        |           |
|--------------|------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b>     | <b>INTRODUÇÃO .....</b>                                                | <b>1</b>  |
| <b>2</b>     | <b>ENQUADRAMENTO GEOLÓGICO .....</b>                                   | <b>4</b>  |
| <b>3</b>     | <b>TERRAPLENAGENS .....</b>                                            | <b>6</b>  |
| <b>3.1</b>   | <b>Considerações gerais .....</b>                                      | <b>6</b>  |
| <b>3.2</b>   | <b>Decapagem .....</b>                                                 | <b>6</b>  |
| <b>3.3</b>   | <b>Aterros .....</b>                                                   | <b>8</b>  |
| <b>3.3.1</b> | Fundação dos aterros .....                                             | 9         |
| <b>3.3.2</b> | Materiais a colocar nos aterros .....                                  | 9         |
| <b>3.3.3</b> | Geometria de taludes de aterro .....                                   | 9         |
| <b>3.3.4</b> | Revestimento dos taludes de aterro .....                               | 10        |
| <b>3.4</b>   | <b>Escavações .....</b>                                                | <b>10</b> |
| <b>3.4.1</b> | Escavabilidade .....                                                   | 10        |
| <b>3.4.2</b> | Geometria dos taludes de escavação .....                               | 13        |
| <b>3.4.3</b> | Condições de reutilização dos materiais .....                          | 13        |
| <b>3.5</b>   | <b>Saneamentos .....</b>                                               | <b>13</b> |
| <b>3.6</b>   | <b>Plataforma da via .....</b>                                         | <b>14</b> |
| <b>3.6.1</b> | Dimensionamento da plataforma .....                                    | 14        |
| <b>3.6.2</b> | Camada de coroamento .....                                             | 15        |
| <b>3.6.3</b> | Sub-balastro .....                                                     | 16        |
| <b>4</b>     | <b>BLOCOS TÉCNICOS .....</b>                                           | <b>17</b> |
| <b>4.1</b>   | <b>Blocos Técnicos para Encontros de Obras de Arte Especiais .....</b> | <b>18</b> |
| <b>5</b>     | <b>PARÂMETROS GEOTÉCNICOS .....</b>                                    | <b>19</b> |
| <b>6</b>     | <b>VERIFICAÇÃO DA ESTABILIDADE .....</b>                               | <b>22</b> |

|            |                                                              |           |
|------------|--------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>7</b>   | <b>CÁLCULO DOS ASSENTAMENTOS .....</b>                       | <b>23</b> |
| <b>7.1</b> | <b>Metodologia de cálculo .....</b>                          | <b>24</b> |
| 7.1.1      | Modelo de Carga.....                                         | 25        |
| 7.1.2      | Cálculo dos assentamentos diferidos no tempo ( $s_d$ ) ..... | 25        |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|                                                                                                                                                                     |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1 - Principais unidades tectónico-estratigráficas intersetadas pelo traçado do subtroço A5 do Lote A da LAV .....                                            | 4  |
| Figura 2 – Perfil tipo de aterro de alargamento.....                                                                                                                | 8  |
| Figura 3 – Carta de ripabilidade proposta pela Caterpillar para um <i>ripper</i> do tipo D9 .....                                                                   | 11 |
| Figura 4 - Dimensionamento da plataforma de acordo com as recomendações IRS 70719 .....                                                                             | 16 |
| Figura 5 - Bloco Técnico - Encontro de OA – BT construído antes do aterro - Desnível H entre a base da camada de coroamento e o terreno natural superior a 5m ..... | 18 |
| Figura 6 – Tipos de assentamentos expectáveis num aterro e/ou Bloco Técnico (IRS 70719) .....                                                                       | 24 |
| Figura 7 – Modelo de carga LM71 .....                                                                                                                               | 25 |
| Figura 8 - Estimativa de assentamentos por fluência em aterros com base na sua altura ( <i>Goodger and Leach</i> , 1990).....                                       | 26 |
| Figura 9 – Definição da deformação permanente num material granular .....                                                                                           | 26 |
| Figura 10 - Distribuição das cargas aplicadas no topo do carril (exemplo) .....                                                                                     | 27 |
| Figura 11 – Fluxograma representativo da metodologia adotada para avaliar as cargas cíclicas .....                                                                  | 28 |
| Figura 12 – Exemplo de modelos 3D desenvolvidos: a) Bloco Técnico (vista 3D); b) Bloco técnico (alçado e identificação das camadas); c) via-férrea em aterro .....  | 29 |

## ÍNDICE DE QUADROS

|                                                                                                                                                                             |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Quadro 1 – Listagem dos taludes de escavação com medidas de reforço/proteção – ST5 .....                                                                                    | 3  |
| Quadro 2 – Sequência de litologias interessadas pelo corredor do subtroço A5 do subtroço A da LAV .....                                                                     | 5  |
| Quadro 3 – Valores médios de decapagem.....                                                                                                                                 | 7  |
| Quadro 4 – Quadro resumo das características geométricas e geológico-geotécnicas dos aterros previstos no Subtroço 5 (a quilometragem é referente à linha XI – LAV VD)..... | 10 |
| Quadro 5 – Quadro resumo das características geométricas das escavações previstas no Subtroço 5 .....                                                                       | 12 |
| Quadro 6 – Espessuras da camada de coroamento – SL5 – LAV A.....                                                                                                            | 15 |
| Quadro 7 – Localização e tipologia dos Blocos Técnicos previstos – ST5 – LAV A .....                                                                                        | 17 |
| Quadro 8 – Parâmetros geotécnicos estimados para os materiais de aterro.....                                                                                                | 19 |
| Quadro 9 – Parametrização geotécnica – ST5 – Plena Via.....                                                                                                                 | 20 |
| Quadro 10 – Resumo dos assentamentos estimados para os aterros mais expressivos do ST4 .....                                                                                | 24 |

## 1 INTRODUÇÃO

O presente documento constitui a memória descritiva e justificativa do Tomo 1.1 do Volume 1 (Infraestruturas e Plataforma de Via-Férrea), da fase de Projeto de Execução da “**Linha Ferroviária de Alta Velocidade entre Porto (Campanhã) e Lisboa - Troço Porto (Campanhã) a Oiã – Subtroço 5**”.

O projeto em referência assenta essencialmente na componente de terraplenagem ferroviária, cuja análise deverá ser conjunta com os demais tomos do volume 1, com especial relevância para os tomos de drenagem (Tomo 1.2), estruturas de proteção e estabilização da plataforma (Tomo 1.3), geologia e geotecnia (Tomo 1.7) e muros de suporte (Tomo 1.9).

No presente Tomo, nesta fase de projeto de execução, pretende-se apresentar, essencialmente, as seguintes informações:

- Dimensionamento da plataforma de via (de forma a cumprir com os requisitos da GR.IT.GEO.011);
- Dimensionamento geométrico dos taludes de aterro e escavação, bem como dos trabalhos a estes associados;
- Localização e tipologia dos aterros de transição (vulgo blocos técnicos);
- Parametrização geotécnica das formações interessadas no Subtroço 5;
- Análise da estabilidade das plataformas em aterro, avaliação dos assentamentos expectáveis e definição de eventuais soluções de melhoramento/reforço dos solos de fundação (se necessários);

A identificação das zonas críticas e respetivas propostas de solução de estabilização e/ou reforço, encontram-se resumidas no Quadro 1 e descritas em maior detalhe no Tomo 1.3 do Volume 1 – Estruturas de proteção e estabilização da plataforma.

Importa referir que o subtroço 5 inclui, ao nível da plataforma ferroviária, além da construção das linhas da LAV na aproximação à estação de Campanhã, algumas intervenções nas atuais Linhas do Minho e Douro. Ou seja, as intervenções no ST5 compreendem o seguinte:

- Aumento do número de linhas na estação, ficando as 3 do lado nascente (IX, X e XI) essencialmente dedicadas ao futuro serviço da LAV. Só as linhas X e XI é que são novas. A linha IX é sobre a existente e usa o cais existente.
- Criação de uma nova plataforma de passageiros, no lado nascente (Linha X e XI) e adaptação das plataformas afetas às linhas VII, VIII e IX;
- Compatibilização com as linhas existentes, nomeadamente no lado norte, para permitir o acesso das composições que utilizem as linhas da LAV, ao atual espaço canal da Linha do Minho;
- Manutenção da ligação desnivelada existente para a Linha de Leixões;
- Manutenção da Linha de Serviço para acesso ao parque e instalações oficiais de Contumil;

- Viabilização de uma futura expansão das linhas da LAV em direção ao Aeroporto Francisco Sá Carneiro.

Desta forma as intervenções ao longo deste troço são necessariamente distintas quando se trata de intervenções em linhas novas ou sobre o existente.

**Quadro 1 – Listagem dos taludes de escavação com medidas de reforço/proteção – ST5**

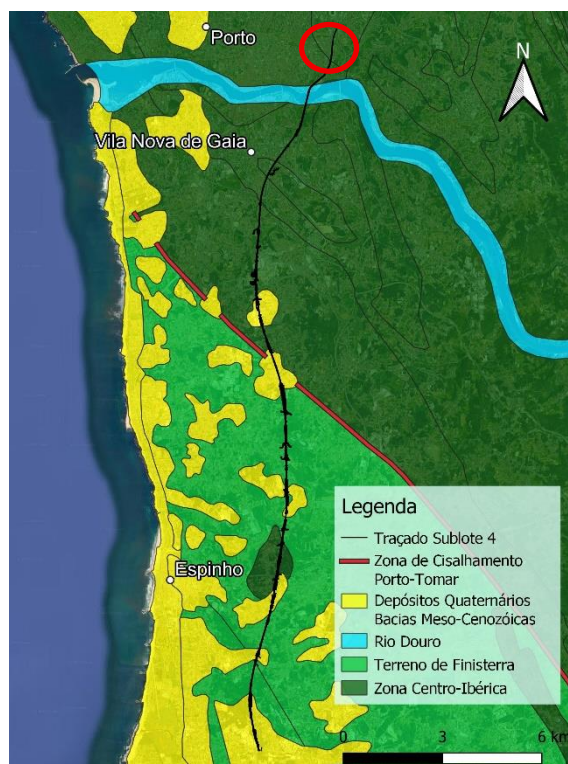
| Localização aproximada |                                     |              | Formação Geológica interessada          | Altura máxima ao eixo aprox. (m) | Prospecção geotécnica | Escavabilidade    | Inclinação dos taludes (V/H) |                          | Intervenção proposta                                           | Designação |
|------------------------|-------------------------------------|--------------|-----------------------------------------|----------------------------------|-----------------------|-------------------|------------------------------|--------------------------|----------------------------------------------------------------|------------|
| PK Inicial             | PK final                            | Extensão (m) |                                         |                                  |                       |                   | Esq.                         | Dir.                     |                                                                |            |
| 70+335                 | 70+429<br>(Pk de início da estação) | 95           | At – Aterros /<br>γm - Granito do Porto | 12.0                             | S080A-23 / C1         | 90% MEC / 10% EXP | -                            | 2x1/1<br>(V:H)<br>(B=8m) | Redes de encaminhamento.<br>Pregagens pontuais, se necessário. | E70.1D     |

## 2 ENQUADRAMENTO GEOLÓGICO

O presente Tomo deverá ser analisado conjuntamente com o Estudo Geológico-Geotécnico apresentado no Tomo 1.7 do Volume 1, o qual complementa e suporta este estudo. Assim, pese embora se transcreva para o presente capítulo, de forma resumida, alguma da informação de carácter geológico-geotécnico que se considera relevante, remete-se para o Tomo 1.7 a análise mais detalhada e fundamentada do enquadramento geológico-geotécnico que suportou o projeto da plataforma de via.

Na memória do Tomo 1.7 podem ser consultados os pormenores e a metodologia dos trabalhos de prospeção executados, bem como os resultados obtidos.

O traçado proposto para o corredor do subtroço A5 localiza-se na Zona Centro Ibérica (ZCI) caracterizada pela presença do Granito do Porto e do Complexo Xisto-Grauváquico, pontualmente cobertos por depósitos aluvionares e aterros (Figura 1).



**Figura 1 - Principais unidades tectónico-estratigráficas intersetadas pelo traçado do subtroço A5 do Lote A da LAV**

Dentro das formações de idade quaternária, destacam-se os depósitos aluvionares, associados a linhas de água encontradas ao longo da solução do traçado, de dimensão variável e constituídos por materiais de granulometria variável como areia, silte e fácies mais argilosas.

O Quadro 2 descreve uma abordagem sequencial das formações geológicas interessadas ao longo do Subtroço A5. O canal deste troço da LAV tem início no Granito do Porto ( $\gamma m$ ), passando a certa altura para os terrenos metamórficos do Complexo Xisto Grauváquico (CXG).

**Quadro 2 – Sequência de litologias interessadas pelo corredor do subtroço A5 do subtroço A da LAV**

| PK               | Formações                                                                                        | Descrição litológica                                                                                                                                                         |
|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 69+589<br>70+650 | Granito do Porto ( $\gamma m$ ), Aluviões (Al) e Aterros (At)                                    | Granito de duas micas, de grão médio a grosseiro, localmente coberto por uma zona aluvionar caracterizada por areias siltosas com seixos rolados de quartzo.                 |
| 70+650<br>71+390 | Complexo Xisto Grauváquico (CXG), Granito do Porto ( $\gamma m$ ), Aluviões (Al) e Aterros (At). | Migmatitos, pelitos, metagrauvaques, micaxistos, xistos e gnaisses com intercalações graníticas, por vezes intercalados com granito de duas micas de grão médio a grosseiro. |

### 3 TERRAPLENAGENS

No presente capítulo descrevem-se os pressupostos assumidos para a conceção e dimensionamento do projeto de terraplenagem do presente subtroço, tendo em vista a materialização do perfil transversal tipo de referência com recurso a trabalhos de terraplenagem (escavação e/ou aterro). Ressalva-se, assim, que as soluções com recurso a estruturas de suporte e/ou de estabilização serão endereçadas no Tomo 1.3 do presente Volume.

#### 3.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

O Perfil Transversal Tipo (PTT) implementado neste subtroço tem por base os PTT que constam na norma **IT.GER.004.01 - Perfis transversais de plena via, para via larga**, conforme prescrito na GR.IT.GEO.011.

O traçado em planta, na Estação de Campanhã, está fortemente condicionado pelo espaço disponível e pelas atuais linhas, as quais constituem igualmente elementos de amarração às novas e em que foi necessário assegurar a sua compatibilização.

Assim, o PTT de referência para as linhas da LAV (linhas IX, X e XI), quer em reta quer em curva, apresenta uma largura mínima de 4,65 m medidos a partir do eixo da via, excluindo órgãos de drenagem, e um entre-eixo variável (4,7 m no novo Viaduto de Campanhã, 4,20 m entre as linhas IX e X na zona das plataformas de passageiros e de 5,0 a 10,0 m a norte da plataforma de passageiros na ligação da LAV A à futura LAV Aeroporto. Este subtroço 5 trata-se de um troço de via balastrada. A via desenvolve-se no final do subtroço 4 em via não balastrada até ao final da Ponte sobre o Rio Douro. Entre a referida ponte e o novo Viaduto de Campanhã far-se-á a transição entre via não balastrada e via balastrada. No viaduto de Campanhã, cujo tabuleiro é em laje vazada, a via terá um perfil de via balastrada. O balastro será contido lateralmente por muretes em betão armado e tem uma espessura mínima de 0,30 m. Existem ainda caleiras de cabos contínuas e passadiços. Cumulativamente, nos passeios, está prevista a colocação e fixação de postes de catenária. Nas extremidades das consolas existem vigas de bordadura nas quais se apoiam os guarda-corpos metálicos. Na extensão do viaduto que fica justaposta com o atual Viaduto de Campanhã a transição entre os dois tabuleiros é feita de forma contínua, sobre uma junta de dilatação longitudinal.

Após o encontro, do lado norte, as vias da LAV desenvolvem-se em aterro e posteriormente em escavação. Assim que a via deixa de estar assente sobre uma obra de arte, após o encontro norte do Viaduto de Campanhã, a plataforma de via será constituída por uma camada contínua de sub-balastro com 25 cm de espessura e, quando necessário, por uma camada de coroamento com espessura variável em função da qualidade dos solos de fundação. A geometria transversal da plataforma será em formato “chapéu de chinês” com inclinações transversais de 4%, com exceção de algumas zonas pontuais (p.ex. em estações, curvas com escala superior 70mm, etc.). As espessuras das camadas de coroamento e de sub-balastro encontram-se justificadas, respetivamente, nos subcapítulos 3.6.2 e 3.6.3.

#### 3.2 DECAPAGEM

Preconiza-se a decapagem prévia dos horizontes de terra vegetal presentes nas áreas previamente desmatadas. No caso particular do Subtroço 5 (entre os pk 69+589 e 71+055), em função das

conclusões do estudo geológico-geotécnico, estima-se a necessidade de efetuar esta decapagem numa espessura média de 30cm.

No entanto, previamente à decapagem, prescreve-se a limpeza e desmatização geral da superfície do terreno na área a ocupar pelos trabalhos de terraplenagem e drenagem, com derrube e desenraizamento de árvores e arbustos e remoção de produtos indesejáveis (tais como detritos de lixeiras, pedra grossa, escombros e pequenos aterros não controlados), mas conservando a vegetação subarborescente e herbácea (cuja remoção se encontra contemplada nos trabalhos de decapagem).

Considera-se incluída nos trabalhos de desmatização a remoção de eventuais vedações do tipo rural que possam existir nas áreas a ocupar.

Toda a vegetação arbórea existente nas imediações das áreas de trabalho, mas não incluída nessa área, deverá ser devidamente protegida e preservada. Por outro lado, a vegetação arbórea removida da área abrangida pelos trabalhos, se recuperável, deverá ser transplantada para os locais indicados pela Fiscalização.

Tratando-se de uma área de intervenção fortemente urbanizada, os trabalhos de desmatização restringir-se-ão a algumas zonas pontuais afetadas à implantação do projeto, nomeadamente:

- A área situada entre os muros de vedação da estação de Campanhã (que delimitam com a R. Pinheiro de Campanhã) e as linhas mais próximas;
- As áreas de ocupação no interior das parcelas adjacentes à R. Pinheiro de Campanhã (incluindo as áreas ajardinadas nas instalações atuais da IP);
- As áreas ajardinadas situadas entre a R. Pinheiro de Campanhã e o acesso à PIP da Estação de Campanhã.

Não se estimando, nesta fase, a necessidade de reaplicação da terra vegetal no recobrimento de faces de taludes de aterro e/ou escavação, poderão os materiais resultantes da decapagem ser reutilizados nos arranjos urbanísticos da nova estação de Campanhã, bem como noutros subtroços (caso estes sejam deficitários neste particular).

A espessura de terra vegetal ao longo do subtroço foi estimada com base nos resultados dos trabalhos de prospeção geológico-geotécnica realizados. Para efeitos de medição, estimou-se um valor médio da ordem dos 0.3 m de decapagem – ver Quadro 3. Alerta-se, no entanto, que em alguns locais poderão ocorrer espessuras superiores às indicadas, pelo que em fase de obra as mesmas deverão ser aferidas/confirmadas, em função das reais condições encontradas.

**Quadro 3 – Valores médios de decapagem**

| Pk inicial          | Pk final | Espessura média de decapagem (m) | Unidade geológica interessada |
|---------------------|----------|----------------------------------|-------------------------------|
| Viaduto de Campanhã |          |                                  |                               |
| 70+268              | 70+429   | 0.3                              | Tv                            |
| Estação de Campanhã |          |                                  |                               |
| 70+771              | 71+055   | 0.3                              | Tv                            |

Nos trechos em que o traçado se insere em viaduto e/ou ponte, apenas se prevê a necessidade de proceder à decapagem da espessura de terra vegetal nas áreas correspondentes às escavações provisórias para implantação das sapatas. Não obstante, importa destacar que, para efeitos de quantificação, esta decapagem se encontra englobada nos trabalhos prévios de “escavação para abertura das fundações”.

No que respeita aos elementos de drenagem na crista e pé dos taludes, e não tendo sido identificados depósitos aluvionares nas áreas interessadas pelo traçado do Subtroço 5, considera-se que a decapagem da terra vegetal nas sobrelarguras correspondentes se encontra incluída nos trabalhos prévios de “escavação em terreno de qualquer natureza” e de “preparação da vala” para assentamento do elemento de drenagem correspondente.

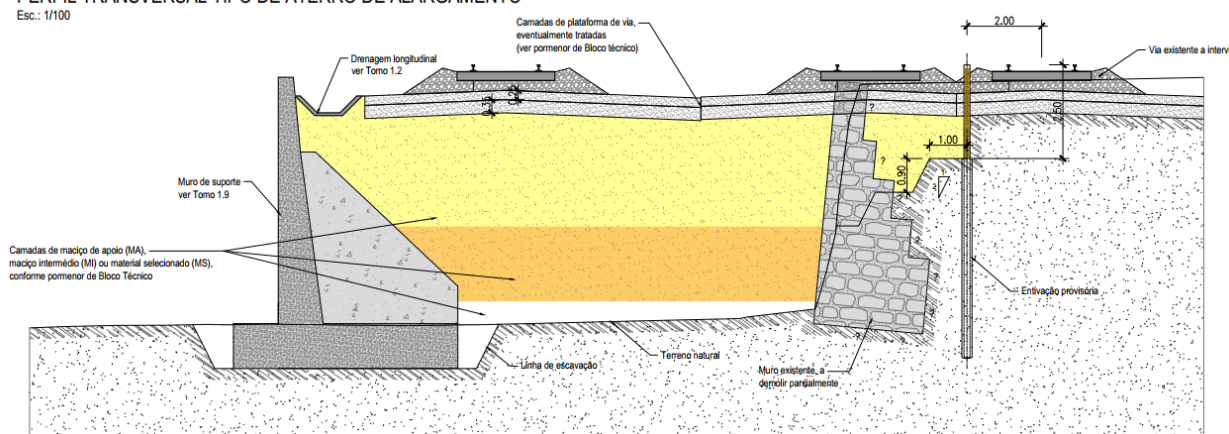
Idealmente, os solos provenientes da decapagem deverão ser logo aplicados no revestimento de taludes. Na sua impossibilidade, deverá promover-se o seu correto acondicionamento, em local a indicar pela Fiscalização, de forma a não comprometer a sua futura aplicação.

### 3.3 ATERROS

Tendo em consideração a reduzida expressividade quer dos aterros quer das escavações previstas para o Subtroço 5, bem como a própria natureza dos materiais interessados pelas escavações (maioritariamente rochas), optou-se pela utilização de solos provenientes de manchas de empréstimo (enquadráveis nas classes QS2 ou QS3, conforme proposto na IRS70719) para a execução dos aterros. De realçar que, genericamente, os aterros previstos neste Subtroço correspondem a aterros técnicos, seja no encontro norte do Viaduto de Campanhã seja no tardo de muros de suporte – ver Figura 2. Estes aterros farão ainda a ligação aos aterros das vias existentes pelo que a utilização de materiais controlados e devidamente colocados é de especial importância.

PERFIL TRANSVERSAL TIPO DE ATERRO DE ALARGAMENTO

Esc.: 1/100



**Figura 2 – Perfil tipo de aterro de alargamento**

Em todas as camadas das diversas zonas do aterro deverá ser atingido um grau de compactação relativa mínimo de 98% da densidade seca máxima (OPM). Será igualmente importante assegurar que os materiais a utilizar apresentem um diâmetro máximo compatível com o correto nivelamento das camadas, e um teor em água natural adequado às condições de colocação em obra.

Uma nota final para a necessidade de compatibilizar os trabalhos de execução dos postes de catenária e restantes infraestruturas localizadas no passeio de via (caixas de sinalização, caminho

de cabos, etc.) com a execução da PSA, sendo que, preferencialmente, estes trabalhos deveriam ser conduzidos em simultâneo, por forma a evitar o aparecimento de fendas não regularizadas no passeio de via, que possam potenciar a infiltração de águas pluviais no corpo do aterro.

### 3.3.1 Fundação dos aterros

Na preparação da fundação dos aterros, deverá ter-se em atenção que, caso existam declives relevantes ( $>5H:1V$ ), haverá necessidade de dispor a superfície do terreno em degraus (endentamentos), por forma a assegurar a adequada ligação entre o material de aterro e o terreno natural. A altura dos degraus não deverá exceder, em regra, os 0,9 m e a inclinação média do endentamento não deverá exceder os  $1H:2V$ , de forma a evitar potenciais instabilizações do terreno natural. No que respeita à sua largura, o endentamento deverá apresentar um mínimo de 1,0 m, devendo a sua superfície ser sempre devidamente compactada com cilindro. Esta operação é particularmente importante nas zonas de traçado a meia encosta, onde os endentamentos só deverão ser executados após remoção prévia de todos os materiais de cobertura, com particular enfoque para os solos orgânicos. Na Figura 2 e no desenho PF102A5.PR.01.01.00.00.301.00 apresenta-se um pormenor esquemático da geometria pretendida para os endentamentos.

Da interpretação aos resultados dos trabalhos de prospeção disponibilizados, conclui-se não serem interessadas no subtroço 5, ao nível da fundação dos aterros, formações com fraca capacidade de carga, motivo pelo qual não se preconiza, nesta fase, a execução de saneamentos.

Finalmente, nas zonas de proximidade a vias em exploração, cuja operacionalidade deverá ser assegurada, prevê-se a execução de entivações provisórias, implantadas a cerca de 2.0 m do eixo da via a proteger, conforme ilustrado na Figura 2.

### 3.3.2 Materiais a colocar nos aterros

Tal como referido anteriormente, os aterros previstos no presente subtroço correspondem, genericamente, a aterros técnicos. Nesse contexto, em termos genéricos, prescreve-se o recurso a materiais da classe QS2 ou QS3, os quais visam: i) proteger o núcleo do aterro contra a erosão ou a infiltração de águas pluviais (que comprometam o comportamento a longo prazo do núcleo); ii) assegurar um adequado nível de estabilidade global ao corpo do aterro.

### 3.3.3 Geometria de taludes de aterro

No Quadro 4 resumem-se as características dos aterros previstos no subtroço 5.

De salientar que, sensivelmente entre os pk 70+650 e o pk 70+771, as estruturas de contenção previstas deverão ser consultadas no Volume 8, Tomo 8.1, Estação de Campanhã.

**Quadro 4 – Quadro resumo das características geométricas e geológico-geotécnicas dos aterros previstos no Subtroço 5 (a quilometragem é referente à linha XI – LAV VD)**

| Localização aproximada          |          |       | Formação geológica (Fundação do aterro) | Pk crítico | Hmáx. ao eixo (m) | Trabalhos de prospeção geotécnica mais próximos | Inclinação dos taludes (V/H) |      |
|---------------------------------|----------|-------|-----------------------------------------|------------|-------------------|-------------------------------------------------|------------------------------|------|
| PK inicial                      | PK final | L (m) |                                         |            |                   |                                                 | Esq.                         | Dir. |
| 70+268                          | 70+290   | 22    | $\gamma m$ - Granito do Porto           | 70+268     | 8.0               | S080A-23                                        | -                            | *    |
| 70+959                          | 71+055   | 100   | At / $\gamma m$ / CXG                   | 71+000     | 6.0               | S3 / S4 / S4A / S5                              | -                            | **   |
| *Estrutura de contenção M70.1D  |          |       |                                         |            |                   |                                                 |                              |      |
| **Estrutura de contenção M70.2D |          |       |                                         |            |                   |                                                 |                              |      |

### 3.3.4 Revestimento dos taludes de aterro

Tal como referido anteriormente, os aterros previstos no Subtroço 5 correspondem a aterros técnicos, pelo que não se afigura necessário prever o seu revestimento final com terra vegetal e hidrossementeira.

## 3.4 ESCAVAÇÕES

Ao nível da plataforma de via-férrea, a linha de escavação corresponde, regra geral, à base da camada de coroamento (ou, na sua inexistência, à base da camada de sub-balastro), não devendo ser executada abaixo das cotas definidas nos perfis transversais de projeto. Sempre que a escavação aí definida não permita expurgar todos os materiais de comportamento geotécnico deficiente, deverá ser realizada a escavação até uma cota compatível com a completa remoção destes materiais, com aprovação prévia da Fiscalização, devendo os mesmos ser substituídos por materiais com características de coroamento. No entanto, ressalva-se que, com base na análise aos elementos de prospeção disponíveis, não se estima que sejam interessados materiais do tipo QS0 nas escavações previstas no Subtroço 5.

Antes do início das escavações associadas à implantação da linha férrea, deverão ser materializados todos os trabalhos de drenagem longitudinal que possam melhorar as condições hidrológicas da zona a escavar, tais como as valetas de crista de talude ou as valas de desvio de linhas de água. O eventual surgimento de exurgências de água deverá igualmente ser alvo de drenagem provisória, de forma a garantir que o fundo da escavação se mantém livre de águas permanentes, sendo que este aspeto assume particular importância para garantir a execução de uma boa fundação da plataforma.

Preferencialmente, a escavação necessária para colocação da caixa de fundação da plataforma será executada imediatamente antes da colocação dos materiais, de acordo com o dimensionamento definido caso a caso.

### 3.4.1 Escavabilidade

Os critérios envolvidos na caracterização dos terrenos a escavar, com vista à definição da metodologia de desmonte a implementar, foram estabelecidos com suporte na análise criteriosa das condições altimétricas (geométricas) do traçado e das características geomecânicas

inferidas/estimadas para os maciços interessados pelas escavações, avaliadas com base nos resultados dos trabalhos de prospeção e de reconhecimento realizados (análise esta apresentada em maior detalhe no Tomo 1.7 – Geologia e Geotecnia).

Como resultado desta análise, e adotando como critério prático de ripabilidade o limite proposto no manual da Caterpillar para o *ripper* tipo D9 – ver Figura 3, prevê-se que a maior parte dos terrenos interessados seja escavável por meios mecânicos (retroescavadoras, giratórias, pás escavadoras, etc.), havendo apenas necessidades pontuais de desmonte com recurso a explosivos. Assim, em linhas gerais, consideraram-se os seguintes valores limite de velocidade das ondas sísmicas:

- Utilização de meios mecânicos ligeiros (pás escavadoras, etc.)  $VL \leq 1500 \text{ m/s}$  (escavável)
- Utilização de outros meios mecânicos (“*ripper*” do tipo D9R)  $1500 < VL < 2200 \text{ m/s}$  (ripável)
- Desmonte a fogo (explosivos)  $VL \geq 2200 \text{ m/s}$

No Quadro 5 abaixo resume-se a informação relativa à escavabilidade dos terrenos interessados no subtroço 5.

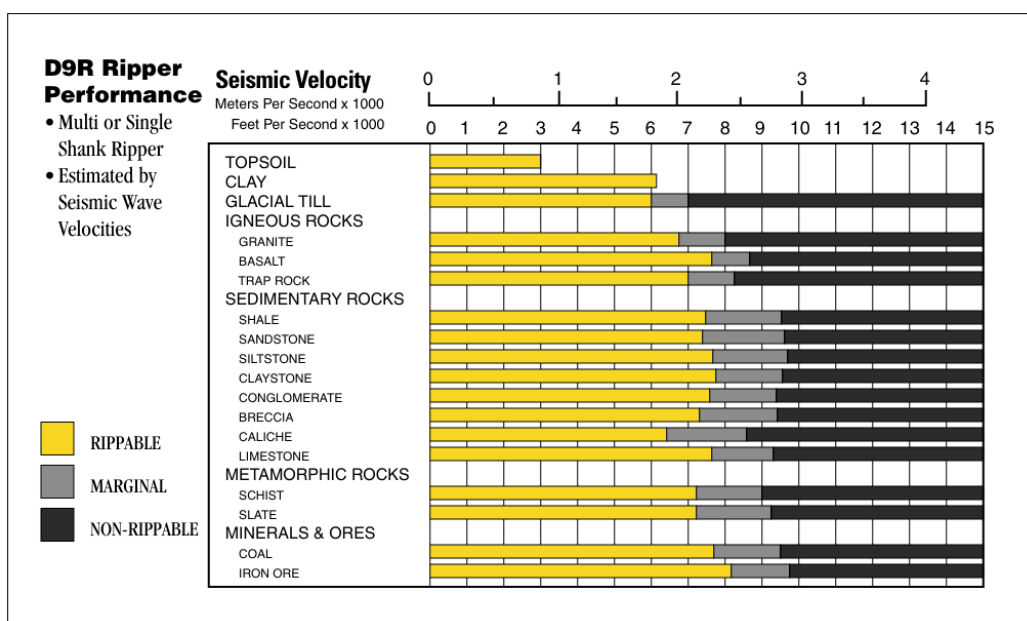


Figura 3 – Carta de ripabilidade proposta pela Caterpillar para um *ripper* do tipo D9

**Quadro 5 – Quadro resumo das características geométricas das escavações previstas no Subtroço 5**

| Localização aproximada          |          |              |            | Formação Geológica interessada                    | H máx. ao eixo aprox. (m) | H máx. aprox. (m) |     | Prospecção geotécnica         | Escavabilidade de | Inclinação dos taludes (V/H) |       | Intervenção proposta     | Designação |
|---------------------------------|----------|--------------|------------|---------------------------------------------------|---------------------------|-------------------|-----|-------------------------------|-------------------|------------------------------|-------|--------------------------|------------|
| PK Inicial                      | PK final | Extensão (m) | Pk crítico |                                                   |                           | LE                | LD  |                               |                   | Esq.                         | Dir.  |                          |            |
| 70+290                          | 70+335   | 45           | 70+335     | γm - Granito do Porto                             | 4.6                       | -                 | 3.3 | S080A-23 / C1                 | 90% MEC / 10%EXP  | -                            | 1/1.5 | -                        | -          |
| 70+335                          | 70+429   | 94           | 70+429     | γm - Granito do Porto                             | 4.6                       | -                 | 7   | S080A-23 / C1                 | 90% MEC / 10%EXP  | -                            | 1/1   | Redes de encaminhamento* | E70.1D     |
| 70+771                          | 70+959   | 188          | 70+880     | At – Aterros / CXG – Complexo Xisto - Grauváquico | 1.9                       | -                 | 2   | S2 / S2A / S3 / S4 / S4A / S5 | 100% MEC / 0% EXP | -                            | 1/1.5 | -                        | -          |
| * Estrutura de contenção E70.1D |          |              |            |                                                   |                           |                   |     |                               |                   |                              |       |                          |            |

### 3.4.2 Geometria dos taludes de escavação

Para a definição das geometrias de escavação a adotar em cada talude, foram avaliadas as características geológico-geotécnicas das formações interessadas pelo traçado e respetivas propriedades geotécnicas, os elementos geométricos do traçado e as condicionantes nas zonas envolventes (tais como a presença de estruturas e/ou infraestruturas). Assim, e tendo em consideração as conclusões do Estudo Geológico e Geotécnico, são definidas as geometrias indicadas anteriormente no Quadro 5.

De salientar que, face à proximidade do edificado existente à crista dos taludes da plena via, se afigura impraticável evitar a sua afetação, pelo que se optou pela adoção de geometrias de escavação que salvaguardem a estabilidade global dos taludes. Não obstante, entre os pk 70+335 e 70+429, face à maior altura e inclinação dos taludes de escavação, considera-se prudente o revestimento da sua face com um sistema de redes de encaminhamento que protejam a via-férrea contra a queda de blocos de pequenas dimensões. Por outro lado, além de deverem respeitar as cotas e distâncias indicadas nos perfis transversais de projeto, as geometrias de corte dos taludes deverão ser conduzidas de forma a assegurar uma transição arredondada e harmoniosa com a superfície do terreno, sendo esta regularização objeto de aprovação pela Fiscalização.

### 3.4.3 Condições de reutilização dos materiais

No que respeita à adequabilidade dos materiais escavados no subtroço 5 como materiais de aterro, estima-se que, na sua generalidade, os mesmos são classificáveis como QS1 (à luz da IRS70719), pelo que serão passíveis de utilização na execução do corpo dos aterros sem necessidade de tratamento, mas restringidos à zona do núcleo central e desde que o seu estado hídrico não se apresente húmido a muito húmido.

Por outro lado, importa realçar que, nesta fase, não se prevê que sejam interessados materiais enquadráveis na classe QS0 e que, como tal, devam ser rejeitados.

Assim, numa perspetiva global de todo o subtroço, estima-se que a totalidade do volume escavado reutilizável será da classe QS1. Uma vez que, pela natureza dos aterros previstos, se estima que apenas venham a ser incorporados nos aterros materiais do tipo QS2 e/ou QS3, todo o volume escavado será excedente, admitindo-se que possa vir a ser utilizado noutros subtroços, seja diretamente (no núcleo central dos aterros) ou eventualmente tratado com cal ou cimento, caso as análises aos materiais escavados assim o determinem.

## 3.5 SANEAMENTOS

Tipicamente, o saneamento corresponde à remoção dos solos de má qualidade e não reutilizáveis, intersetados pelo traçado, e à sua substituição por solos de maior qualidade (quer seja pela sua menor deformabilidade, quer pela sua maior permeabilidade). Assim, por norma, sempre que se constata ser exequível, prevê-se o saneamento dos solos do tipo QS0 intersetados (tal como definidos na IRS70719) bem como dos horizontes superficiais das formações inadequadas à fundação dos novos aterros (tais como formações aluvionares ou outras formações de baixa capacidade portante). O processo de saneamento deverá ser precedido da execução de valas

drenantes transversais ou diagonais ao eixo da via, de modo a reduzir-se ao mínimo a afluência de água durante os trabalhos.

Com base na interpretação dos resultados dos trabalhos de prospeção realizados, não se antecipa que sejam intersetados quer solos do tipo QS0 no subtroço 5, quer materiais com insuficiente capacidade de carga para fundação de muros e/ou aterros, pelo que não se preconiza, nesta fase, a realização de quaisquer saneamentos neste subtroço.

### 3.6 PLATAFORMA DA VIA

O dimensionamento da plataforma de via-férrea foi realizado tendo por base as prescrições constantes na IRS 70719, conforme estipulado na GR.IT.GEO.011, e suportado nos resultados dos diversos trabalhos de prospeção realizados até esta fase.

Não obstante, a classificação do tipo de solos ocorrentes ao nível da base da plataforma de via (PSA ou fundo de escavação), foi sempre aferida de forma conservativa face ao conhecimento da heterogeneidade natural que as formações interessadas neste subtroço costumam exibir, quer em área quer em profundidade. A título exemplificativo, refere-se o caso da escavação entre os pk 70+315 a 70+425, onde se prevê que sejam interessados granitos muito alterados a decompostos, cuja natureza permitiria ponderar a sua classificação como solos do tipo QS2 ou QS3 (podendo-se inclusive equacionar a hipótese de dispensar a colocação da camada de coroamento); no entanto, a constatação de que materiais desta natureza exibem, frequentemente, um teor de finos superior a 30% resulta na recomendação da sua classificação como um solo QS1.

Assim, em resumo, com base nos resultados obtidos nos ensaios de laboratório e nas recomendações da IRS 70719, foi determinada a qualidade dos solos interessadas ao nível da base da plataforma de via. A espessura total das camadas de coroamento e sub-balastro foram estabelecidas com base nas prescrições da IRS 70719, tendo em consideração a classe de plataforma exigida e a qualidade dos solos prospetados.

#### 3.6.1 Dimensionamento da plataforma

O dimensionamento da plataforma de via-férrea foi realizado tendo por base as prescrições constantes na IRS 70719, conforme estipulado na GR.IT.GEO.011, e atendendo aos seguintes pressupostos:

- Nas Linhas IX, X e XI:
  - Deverá ser obtida uma plataforma da classe P3;
  - Considerando o número de composições estimado nesta fase (quer de comboios de Alta Velocidade, quer de tráfego convencional), admitiu-se uma classe de tráfego dos grupos 1-4 (de acordo com a UIC 714);
  - Prevê-se o recurso a travessas de betão polivalentes com comprimento de 2,60m, de acordo com a GR.IT.VIA.009;
  - Tratando-se de vias novas, admitem-se normais condições de trabalho;
  - A plataforma será dimensionada para uma carga por eixo de 22,5 toneladas;

- A camada de balastro terá uma espessura mínima (medida sob a travessa no carril da fila baixa) de 30cm;
- Nas restantes linhas: não havendo registo histórico de insuficiente capacidade da plataforma de via atual, e atendendo ao exigente faseamento construtivo associado às intervenções previstas para estas linhas, o tratamento preconizado destina-se a assegurar um adequado comportamento na proximidade dos AMV's.

### 3.6.2 Camada de coroamento

Por forma a se atingir uma plataforma ferroviária do tipo P3 – Plataforma de Boa Qualidade (IRS 70719), a camada de coroamento deverá ser constituída por materiais da classe QS3 (tal como definidos na IRS 70719).

Assim, de acordo com a IRS 70719, para uma plataforma P3, deverá ser garantido no topo da camada de coroamento:

- $EV_2 > 80\text{MPa}$ ;
- $EV_1/EV_2$  entre 2,2 e 2,5;

Adicionalmente, se os materiais sobre os quais assenta a camada de coroamento (base da escavação ou parte superior do aterro – PSA) forem da classe QS1 (tal como definido na IRS 70719), a camada de coroamento deverá ter uma espessura mínima de 0,50m. Se, por outro lado, esses materiais forem da classe QS2, a camada de coroamento deverá ter uma espessura mínima de 0,35m.

Nas situações em que se verificar que, ao nível da base da escavação, sejam interessados materiais naturais (solo ou rocha) enquadráveis na classe QS3 (IRS 70719), preconiza-se a escarificação e recompactação do material existente, numa espessura mínima de 20cm.

Ao longo do Subtroço 5 do Troço A da LAV, e em face da análise granulométrica descrita no Tomo 1.7, prevêem-se para a camada de coroamento as espessuras indicadas no Quadro 6.

**Quadro 6 – Espessuras da camada de coroamento – SL5 – LAV A**

| Trecho          | Extensão (m) | Classificação (QSi) | Espessura da camada de coroamento (m) |
|-----------------|--------------|---------------------|---------------------------------------|
| 70+268 / 70+290 | 22           | QS2                 | 0,35                                  |
| 70+290 / 70+429 | 139          | QS1                 | 0,50                                  |
| 70+429 / 70+771 | 342          | QS1                 | 0,50                                  |
| 70+771 / 70+959 | 188          | QS1                 | 0,50                                  |
| 70+959 / 71+055 | 96           | QS2                 | 0,35                                  |

Nas intervenções nas linhas existentes da Linha do Norte, Douro e Minho não se prevê a necessidade de proceder à colocação de camada de coroamento.

### 3.6.3 Sub-balastro

O dimensionamento da espessura da camada de sub-balastro foi realizado de acordo com as recomendações da IRS 70719, conforme indicado no esquema da imagem abaixo. Com base na referida proposta, e considerando os pressupostos listados no ponto 3.6.1 acima, obteve-se uma espessura mínima para a camada de sub-balastro de 25 cm, em material granular.

De salientar que, por forma a salvaguardar o adequado comportamento da plataforma de via das linhas existentes, nas ligações às vias novas (linhas IX, X e XI), se prevê a execução desta camada de sub-balastro com 25cm de espessura em toda a extensão dos AMV's que asseguram esta ligação.

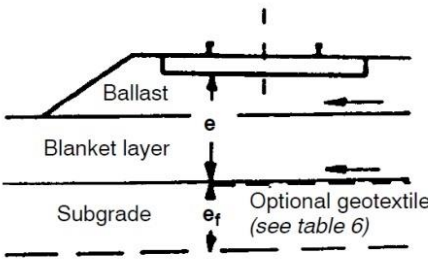
|                                                                                   |                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| E                                                                                 | = 0.70 m<br>= 0.55 m<br>= 0.45 m | For P1 class subgrade<br>For P2 class subgrade<br>For P3 class subgrade                                                                                                                                                                                                             |
| a                                                                                 | = 0<br>= -0.10 m                 | For UIC groups 1-4 <sup>1</sup><br>For UIC groups 5-6 <sup>1</sup>                                                                                                                                                                                                                  |
| b                                                                                 | = 0<br>= (2.50-L)/2              | For wooden sleepers of length 2.60 m<br>For concrete sleepers of length L<br>(b in m; L in m; b possibly negative if L > 2.50 m)                                                                                                                                                    |
| c                                                                                 | = 0<br>= -0.10 m                 | For usual dimensions<br>For difficult working conditions on existing lines                                                                                                                                                                                                          |
| d                                                                                 | = 0<br>= 0.05 m<br>= 0.12 m      | When the nominal maximum axle load of hauled vehicles does not exceed 200 kN <sup>2</sup><br>When the nominal maximum axle load of hauled vehicles does not exceed 225 kN <sup>2</sup><br>When the nominal maximum axle load of hauled vehicles does not exceed 250 kN <sup>2</sup> |
| f                                                                                 | = 0.10 m<br>= 0                  | For prepared subgrades formed from materials of quality class QS1<br>For prepared subgrades formed from materials of quality class QS2 and QS3                                                                                                                                      |

Figura 4 - Dimensionamento da plataforma de acordo com as recomendações IRS 70719

## 4 BLOCOS TÉCNICOS

As zonas de transição entre a plena via e, por exemplo, as obras de arte (pontes, túneis e obras de arte correntes) são locais particularmente sensíveis, devido à significativa diferença de rigidez que conduz a zonas sensíveis em linhas de alta velocidade, conduzindo a um aumento da degradação da via devido aos assentamentos diferenciais que vão sendo intensificados com a velocidade e passagem do comboio. Desta forma, este tipo de transições é particularmente sensível em linhas de alta velocidade, onde os critérios de deformação são mais exigentes e as potenciais consequências mais penalizadoras.

Assim, em termos genéricos, no Lote A prevê-se a execução de blocos técnicos: i) nos encontros das obras de arte especiais; ii) nos emboquilhamentos dos túneis; iii) sobre obras de arte correntes (Passagens Inferiores, p.ex.); iv) sobre Passagens Hidráulicas; v) na transição entre via balastrada assente em laje de betão e plena via; vi) na transição entre obra de arte e plena via, considerando via embebida. No subtroço 5 em concreto, prevê-se a materialização de blocos técnicos nas situações indicadas no Quadro 7 abaixo.

**Quadro 7 – Localização e tipologia dos Blocos Técnicos previstos – ST5 – LAV A**

| Identificação da OA                                                               | Localização aproximada<br>(Curva Circular) |          | HR (m) | Solução adotada                                                                                                                                                                            |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|----------|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                   | PKE1                                       | PKE2     |        |                                                                                                                                                                                            |
| Viaduto de Campanhã                                                               | 69568.37                                   |          | -      | Sem bloco técnico.<br>O Viaduto apoia numa estrutura de transição, semelhante a um encontro, que recebe a Nova Ponte Ferroviária sobre o Rio Douro e o Viaduto de Campanhã – ver Tomo 2.3. |
|                                                                                   |                                            | 70268.17 |        | Bloco técnico – Encontro de OA - Desnível H entre a base da camada de coroamento e o terreno natural superior a 5m                                                                         |
| Altura aparente para Obras de Arte: distância entre a rasante e o terreno natural |                                            |          |        |                                                                                                                                                                                            |

As soluções propostas correspondem a adaptações de soluções adotadas noutras redes de alta velocidade europeias (nomeadamente a espanhola e a francesa), devidamente justificadas, e desenvolvidas tendo em consideração o faseamento construtivo previsto e os materiais disponíveis.

Alerta-se para a necessidade de realizar as contenções/entivações necessárias, de acordo com o faseamento construtivo previsto (a consultar no projeto do Viaduto de Campanhã), com particular enfoque na zona de ligação entre o Viaduto e as vias existentes na Estação de Campanhã. De igual modo, atenta-se para a necessidade de atingir os graus de compactação especificados para as diversas camadas sem provocar danos nas estruturas adjacentes. A construção de cada bloco técnico deverá obedecer à sequência e aos materiais previstos no respetivo desenho de pormenor. O processo de compactação e respetivo equipamento deverá ser escolhido de modo a não causar quaisquer danos nas alvenarias ou betões. Nas zonas interditas a máquinas pesadas, a compactação deverá ser cuidadosamente realizada, recorrendo a equipamentos ligeiros adequados e cumprindo os níveis de compactação especificados nas diversas peças de projeto.

Os trabalhos só deverão ser iniciados com a aprovação prévia da Fiscalização e após realização de uma inspeção às condições de fundação do aterro, nomeadamente os teores de água.



## 5 PARÂMETROS GEOTÉCNICOS

A parametrização geotécnica dos materiais, apresentada neste capítulo, representa o corolário da análise e interpretação feitas aos resultados dos diversos trabalhos de prospeção desenvolvidos à data, associados aos reconhecimentos geológicos de superfície e criticamente ponderados tendo por base não apenas intervalos de valores e correlações referenciados na bibliografia da especialidade, mas também a experiência adquirida por este gabinete, ao longo dos anos, em projetos e obras nesta área geográfica.

Importa destacar que, fruto da natural heterogeneidade exibida pelos maciços, e à necessariamente baixa representatividade intrínseca aos trabalhos de prospeção, a escolha destes intervalos de valores foi, na sua generalidade, norteadada por princípios de razoabilidade. Por outro lado, a atribuição concreta de parâmetros característicos de cálculo foi ajustada, caso a caso, em função da interpretação aos resultados dos trabalhos de prospeção mais próximos. De salientar que a parametrização geológico-geotécnica resumida no Quadro 9 diz respeito às intervenções em plena via (taludes de aterro, taludes de escavação, estruturas de contenção, etc.), sendo que a parametrização respeitante aos túneis, pontes e viadutos deverá ser consultada no respetivo Volume/Tomo da obra respetiva.

Por outro lado, a parametrização proposta para os materiais de aterro resulta da interpretação feita sobre as condições de reutilização dos materiais interessados neste Subtroço 4 – ver ponto **Erro! A origem da referência não foi encontrada..** Em particular, importa destacar que o coeficiente de fluência normalizado ( $C_a/(1+e_0)$ ) adotado nesta fase do projeto foi avaliado tendo por base: i) os resultados de ensaios triaxiais realizados sobre amostras intactas recolhidas em sondagens e; ii) correlações referenciadas na bibliografia da especialidade entre  $C_a$  e  $C_c$  e entre  $C_c$  e o limite de liquidez e teor em água natural dos solos. Tendo em consideração que o grosso dos materiais a incorporar em aterro provirão da “Unidade de Lourosa”, foi dado particular relevo a esta unidade, sendo de ressaltar que os valores apresentados no Quadro 8 correspondem a valores característicos (e que, como tal, incorporam a variabilidade dos materiais e eventuais deficiências de compactação em obra). Não obstante, reforça-se que, com os resultados dos ensaios laboratoriais sobre amostras intactas, será possível melhorar o grau de conhecimento sobre este parâmetro com especial relevância na conceção dos aterros previstos executar.

**Quadro 8 – Parâmetros geotécnicos estimados para os materiais de aterro**

| Material de aterro | $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> ) | $\phi'$ (°) | $E_{v2} / E_{v1}$ | $C_a$ normalizado |
|--------------------|-------------------------------|-------------|-------------------|-------------------|
| QS1                | 20                            | 30          | 25/12.5           | 0.0028            |
| QS2                | 20                            | 34          | 40/20             | 0.0015            |
| QS3                | 21                            | 38          | 60/30             | 0.0007            |
| Sub-balastro       | 22                            | 42          | 120/60            | -                 |

**Quadro 9 – Parametrização geotécnica – ST5 – Plena Via**

| Descrição        |                                                                                     | N <sub>spt</sub> | Grau de alteração | Y (kN/m <sup>3</sup> ) | φ' (°) | c' (kPa) | c <sub>u</sub> (kPa) | E (MPa) | E <sub>u</sub> (MPa) | Critério de Rotura de Hoek Brown |       |                |   |          |
|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-------------------|------------------------|--------|----------|----------------------|---------|----------------------|----------------------------------|-------|----------------|---|----------|
|                  |                                                                                     |                  |                   |                        |        |          |                      |         |                      | σ <sub>ci</sub> (MPa)            | GSI   | m <sub>i</sub> | D | E (GPa)  |
| ATERROS          | Areias siltsas e siltes arenosos, c/ materiais cerâmicos, blocos rochosos e entulho | 2-40             | -                 | 18-20                  | 25-40  | 0        | -                    | 5-15    | -                    | -                                | -     | -              | - | -        |
| ALUVIÕES         | Areia média e silte, areia lodosa, areia argilosa, areia siltosa                    | 5-10             | -                 | 16-18                  | 28-32  | 0        | -                    | 6-8     | -                    | -                                | -     | -              | - | -        |
| GRANITO DO PORTO | Solo residual granítico areno-siltoso ou argilo-arenoso, caulinizado                | 10-30            | -                 | 17-18                  | 30-33  | 0-15     | -                    | <20     | -                    | -                                | -     | -              | - | -        |
|                  |                                                                                     | 30-50            | -                 | 19-20                  | 33-38  | 5-30     | -                    | 14-40   | -                    | -                                | -     | -              | - | -        |
|                  | Granito decomposto                                                                  | 30-50            | W5                | 19-20                  | 33-38  | 10-50    | -                    | 30-50   | -                    | -                                | -     | -              | - | -        |
|                  |                                                                                     | ≥50              |                   | 20-22                  | 38-40  | 50-100   | -                    | 50-200  | -                    | -                                | -     | -              | - | -        |
|                  | Granito muito alterado                                                              | -                | W4                | 21-23                  | -      | -        | -                    | -       | -                    | 10                               | 20-30 | 32             | 0 | 0.2-0.35 |
|                  | Granito muito a medianamente alterado                                               | -                | W4 a W3           | 23-25                  | -      | -        | -                    | -       | -                    | 15                               | 35-40 | 32             | 0 | 0.7-1    |
|                  | Granito medianamente alterado                                                       | -                | W3                | 24-26                  | -      | -        | -                    | -       | -                    | 20                               | 35-40 | 32             | 0 | 1-1.5    |
|                  | Granito medianamente a pouco alterado                                               | -                | W3 a W2           | 24-26                  | -      | -        | -                    | -       | -                    | 40                               | 35-40 | 32             | 0 | 2-3      |

| Descrição                        |                                              | N <sub>spt</sub> | Grau de alteração | Y (kN/m <sup>3</sup> ) | φ' (°) | c' (kPa) | c <sub>u</sub> (kPa) | E (MPa) | E <sub>u</sub> (MPa) | Critério de Rotura de Hoek Brown |     |                |   |         |
|----------------------------------|----------------------------------------------|------------------|-------------------|------------------------|--------|----------|----------------------|---------|----------------------|----------------------------------|-----|----------------|---|---------|
|                                  |                                              |                  |                   |                        |        |          |                      |         |                      | σ <sub>ci</sub> (MPa)            | GSI | m <sub>i</sub> | D | E (GPa) |
| CXG – COMPLEXO XISTO GRAUVÁQUICO | Migmatito decomposto - areias siltosas       | 30-60            | W5                | 19-21                  | 34-36  | 5-15     | -                    | 30-50   | -                    | -                                | -   | -              | - | -       |
|                                  |                                              | ≥60              |                   | 20-21                  | 36-38  | 10-30    | -                    | ≥50     | -                    | -                                | -   | -              | - | -       |
|                                  | Gnaiss, grauvaques.                          | 30-60            | W5                | 19-21                  | 34-36  | 5-15     | -                    | 30-50   | -                    | -                                | -   | -              | - | -       |
|                                  | Gnaiss migmatítico decomposto, areno siltoso | ≥60              |                   | 20-21                  | 36-38  | 10-30    | -                    | ≥50     | -                    | -                                | -   | -              | - | -       |

Em que:

- Y – Peso volúmico;
- φ' – Ângulo de atrito;
- c' – Coesão efetiva;
- c<sub>u</sub> – Coesão não drenada;
- E – Módulo de deformabilidade;
- E<sub>u</sub> – Módulo de deformabilidade não drenado;
- σ<sub>ci</sub> – Resistência Não Confinada da Rocha Intacta;
- GSI – Índice de resistência geológica
- m<sub>i</sub> – Constante para a rocha Intacta;
- D – Fator de perturbação do maciço rochoso.

## 6 VERIFICAÇÃO DA ESTABILIDADE

Estando as terraplenagens neste subtroço associadas a estruturas de contenção, seja de aterro seja de escavação, as verificações de estabilidade global das mesmas serão tratadas no âmbito dos Tomos 1.9 e 1.3, respetivamente. Assim, por forma a evitar a repetição desnecessária de informação, opta-se por remeter as verificações de estabilidade para estes tomos.

## 7 CÁLCULO DOS ASSENTAMENTOS

No presente capítulo descreve-se a análise realizada nesta fase de Projeto de Execução tendo em vista a previsão dos assentamentos expectáveis nos aterros e blocos técnicos a executar no subtroço 5. Tal como sugerido na IRS 70719, estes assentamentos resultam da conjugação de diversas componentes, com causas e taxas de ocorrência distintas, podendo ser ilustrados de forma simplificada conforme a Figura 6. Assim, o assentamento total (e sua variação no tempo) poderá ser dividido (e estimado, tendo por base os princípios da mecânica dos solos) nos seguintes termos:

- Assentamentos ao nível do solo de fundação:
- Durante a construção do aterro;
- Após a construção, por fenómenos de consolidação primária;
- Após a construção, por fenómenos de fluência;
- Assentamentos do corpo de aterro em si:
- Durante a construção;
- Após a construção, devido a processos de contração resultantes da secagem do aterro;
- Após a construção, por fenómenos de fluência;
- Assentamentos devidos à sobrecarga ferroviária.

No âmbito do presente estudo, optou-se por agregar estas diversas contribuições em dois grupos: i) aquelas que ocorrem durante a construção do aterro, pelo que os assentamentos correspondentes serão compensados à custa de camadas adicionais de aterro; ii) aquelas que ocorrem após entrada em serviço da via-férrea e que, como tal, poderão impactar as condições de exploração da mesma.

Por outro lado, tal como a própria IRS 70719 reconhece, não se afigura fácil estimar, em fase de Projeto de Execução, valores de assentamentos, já que estes dependem, em grande medida, da deformabilidade dos diversos geomateriais envolvidos (não apenas os existentes - fundação, como também os “fabricados” - aterro). É importante salientar que esta deformabilidade varia no tempo e é função do nível de carregamento. Não obstante, genericamente, poder-se-á afirmar que:

- Os assentamentos do solo de fundação constituem, por norma, a maior parcela dos assentamentos totais ao nível da superestrutura, em particular se estiverem presentes solos de piores características geotécnicas. No caso particular dos aterros no subtroço 5, tendo por base a informação geológica disponível, estima-se que estes sejam fundados sobre solos residuais graníticos com boa capacidade portante, pelo que serão expectáveis assentamentos muito reduzidos ao nível da fundação;
- Os assentamentos do próprio corpo de aterro são, por norma, minorados quando os aterros são construídos com materiais das classes QS2 ou QS3 e de acordo com as boas práticas de construção (e seguindo a recomendação da norma IRS 70719);
- Os assentamentos devidos à ação da sobrecarga ferroviária cingem-se às camadas superiores do balastro, sub-balastro, coroamento (caso exista) e do aterro (em regra, os 4-5m mais superficiais). Ao exposto acresce que, em face das menores velocidades praticadas neste subtroço, o efeito dinâmico da sobrecarga será (praticamente) inexistente.

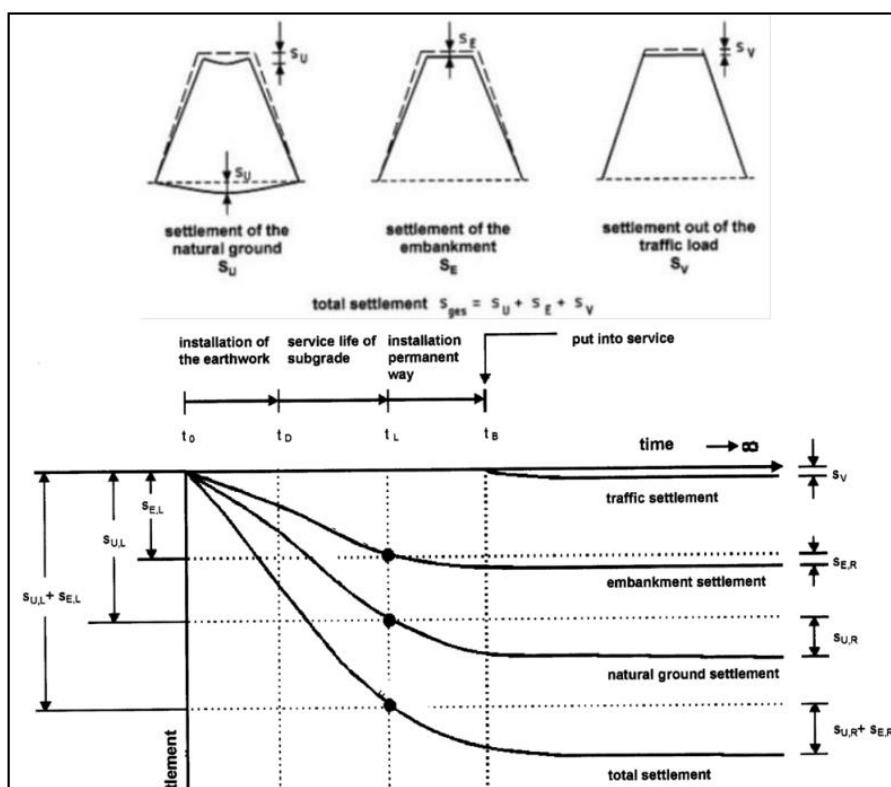


Figura 6 – Tipos de assentamentos expectáveis num aterro e/ou Bloco Técnico (IRS 70719)

Com base nos dados expostos anteriormente, e considerando os conceitos apresentados na Figura 6, foram estimados assentamentos imediatos e diferidos no tempo, de acordo com a metodologia descrita nos pontos seguintes. No Quadro 10 apresenta-se o resumo dos resultados obtidos para os aterros mais relevantes/expressivos do subtroço 4. É importante referir que esta informação resulta de uma estimativa feita com base na prospeção geológica-geotécnica disponível nesta fase do estudo.

Quadro 10 – Resumo dos assentamentos estimados para os aterros mais expressivos do ST4

| Localização |        | Assentamento devido às cargas cíclicas/sobrecarga ferroviária (mm) | Assentamento devido à fluência do aterro (mm) | Assentamento total em fase de exploração (mm) |
|-------------|--------|--------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| 70+268      | 70+290 | 20                                                                 | 40                                            | 60                                            |
| 70+959      | 71+055 | 20                                                                 | 30                                            | 50                                            |

## 7.1 METODOLOGIA DE CÁLCULO

Tal como descrito em maior detalhe no Tomo 1.7, no subtroço 5 estão presentes, maioritariamente, solos residuais graníticos. Nesse contexto, e procurando simplificar um problema complexo, avaliaram-se as contribuições das diversas componentes separadamente, admitindo-se que o assentamento total corresponde à soma das diversas parcelas (como esquematizado na imagem acima).

### 7.1.1 Modelo de Carga

Relativamente ao modelo de carga, foi adotado o modelo LM71 definido pelo Eurocódigo (Eurocódigo 1, Parte 2: ações de tráfego em pontes) para o dimensionamento de pontes ferroviárias. Desta forma, o modelo foi desenvolvido para simular cargas móveis, representando os efeitos máximos da passagem dos veículos sobre a infraestrutura da ponte, sendo, sobretudo, utilizado para análise de esforços no tabuleiro, vigas e lajes de pontes. Trata-se, por isso de modelo simplificado e que pode ser aplicado no caso de estruturas geotécnicas.

O modelo apresenta 4 forças verticais espaçadas de 1.6 m com 250 kN e duas cargas distribuídas com 80 kN/m<sup>2</sup>.

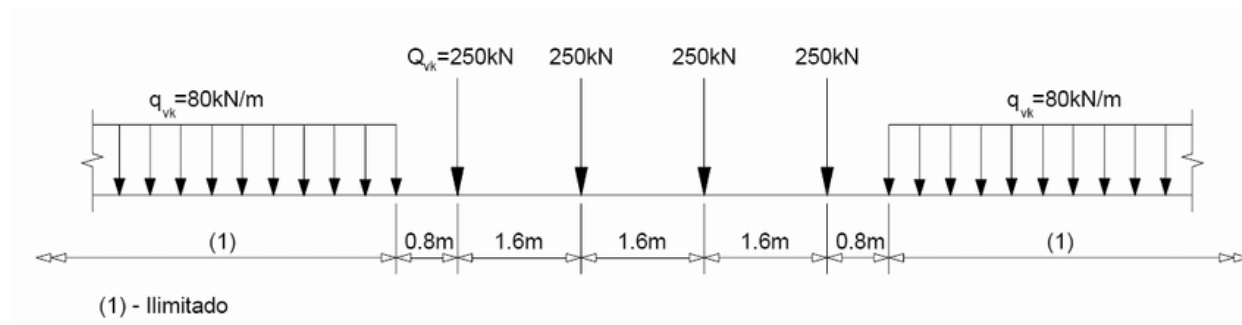


Figura 7 – Modelo de carga LM71

### 7.1.2 Cálculo dos assentamentos diferidos no tempo ( $s_d$ )

No que respeita aos assentamentos por fluência no próprio corpo do aterro, importa destacar que este fenómeno se encontra documentado na bibliografia da especialidade, ainda que apresentando uma gama de valores relativamente larga. No entanto, admitindo que os aterros serão bem compactados e executados com materiais das classes QS1, QS2 ou QS3, a bibliografia da especialidade recomenda que se considere, como estimativa preliminar, um assentamento de 0.5% da altura total do aterro.

Tendo por base estas formulações, resume-se na Figura 8 abaixo a previsão de assentamentos totais que se estima venham a ocorrer durante o período de vida útil da obra (100 anos).

| Compaction            | Material                                         | Self-Weight Settlement |
|-----------------------|--------------------------------------------------|------------------------|
| Well Compacted        | Well graded sand and gravel                      | 0.5% H                 |
|                       | Shale, chalk and rock fills                      | 0.5% H                 |
|                       | Clay                                             | 0.5% H                 |
|                       | Mixed refuse                                     | 30% H                  |
|                       | Well Controlled Domestic refuse placed in layers | 10% H                  |
| Medium Compacted      | Rockfill                                         | 1.0% H                 |
| Lightly Compacted     | Clay and Chalk                                   | 1.5% H                 |
|                       | Clay placed in deep layers                       | 1.0-2.0% H             |
| Compacted by Scrapers | Opencast Backfill                                | 0.6-0.8% H             |
| Nominally Compacted   | Opencast Backfill                                | 1.2% H                 |
| Uncompacted           | Sand                                             | 3.5% H                 |
|                       | Clay fill (Pumped)                               | 12% H                  |
| Poorly Compacted      | Chalk                                            | 1.0% H                 |

Figura 8 - Estimativa de assentamentos por fluência em aterros com base na sua altura (Goodger and Leach, 1990)

No que respeita aos assentamentos devido à sobrecarga ferroviária e aos seus efeitos a longo prazo, foi desenvolvida uma metodologia tendo em consideração o número de ciclos de carga (passagens do comboio) e a respetiva carga por eixo. É importante referir que os parâmetros usados para estimar as deformações a longo prazo foram obtidas na bibliografia especializada considerando materiais do tipo SM para o aterro, por exemplo.

De forma a estimar a deformação permanente resultante da atuação da carga cíclica induzida pela passagem do material circulante, foi definida uma metodologia simplificada com base na bibliografia especializada. Neste caso, assumiu-se uma análise estática equivalente (em vez de uma análise dinâmica “pura”), eliminando o efeito das forças de inércia geradas entre o carril e o comboio, assim como o efeito da velocidade e os elementos de contacto (que permitem simular a interação roda-carril e o efeito das travessas dançantes/flutuantes). Este tipo de análise encontra-se suportado na bibliografia especializada, já que a deformação permanente/plástica não resulta do efeito de um eixo de carga, por si só, mas sim da acumulação do efeito da passagem de milhões de ciclos de carga nos geomateriais, tal como esquematizado na seguinte Figura.

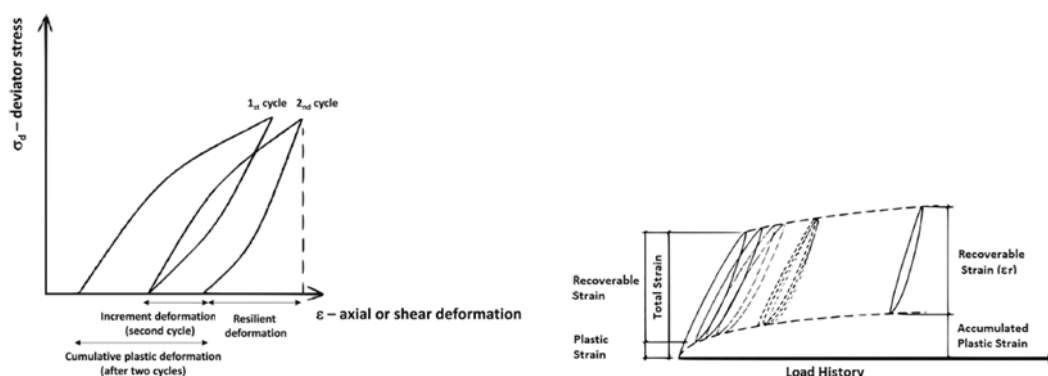


Figura 9 – Definição da deformação permanente num material granular

Assim, numa primeira fase foi criado um modelo 3D FEM que permite simular corretamente a distribuição da carga pelos vários elementos da via (ver Figura 10), bem como simular os efeitos da degradação da carga. Assim, é possível verificar que o modelo está de acordo com o comportamento expectável: 50% da carga aplicada no topo do carril é transmitida à travessa imediatamente

subjacente e que cerca de 25% da carga é transmitida às travessas adjacentes (lado esquerdo e direito).

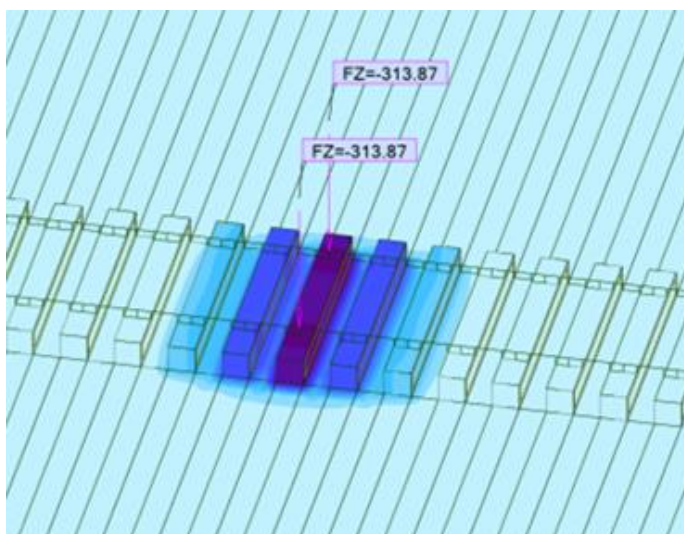


Figura 10 - Distribuição das cargas aplicadas no topo do carril (exemplo)

Na abordagem adotada, considerou-se que o efeito da passagem de um eixo provoca um deslocamento muito pequeno no domínio elástico, deslocamento este que é incrementado em resultado da atuação de um conjunto de ciclos de carga ( $\Delta N$ ). De salientar, contudo, que esta metodologia pressupõe que as tensões se mantêm inalteradas ao longo do  $\Delta N$ , tratando-se, por isso, de uma simplificação.

A deformação permanente final, é assim obtida a partir da aplicação de um modelo semi-empírico de deformação que tem em consideração: i) o número de ciclos de carga ( $N$ ); ii) as tensões iniciais (geostáticas) e incrementais (induzidas pelo comboio); iii) as propriedades geomecânicas dos geomateriais (coesão e ângulo de atrito). O modelo depende ainda de um conjunto de constantes que resultam do ajuste dos resultados de ensaios triaxiais cíclicos a uma curva de modelo.

O modelo descrito é traduzido pela seguinte expressão:

$$\varepsilon_1^p(N) = \varepsilon_1^{p0} [1 - e^{-BN}] \left( \frac{\sqrt{p_{am}^2 + q_{am}^2}}{p_a} \right)^a \cdot \frac{1}{m \left( 1 + \frac{p_{ini}}{p_{am}} \right) + \frac{s}{p_{am}} - \frac{(q_{ini} + q_{am})}{p_{am}}}$$

em que  $\varepsilon_1^{p0}$ ,  $B$  e  $a$  são constantes do material,  $m$  é dependente do ângulo de atrito e  $s$  é dependente da coesão e ângulo de atrito. As tensões incrementais devido à passagem do comboio são representadas pelos símbolos  $p_{am}$  e  $q_{am}$  (tensão média e de desvio, respetivamente) e as tensões iniciais são representadas pelos símbolos  $p_{ini}$  e  $q_{ini}$ .

No fluxograma abaixo traduz-se a metodologia adotada e na Figura 12 exemplos dos modelos numéricos 3D desenvolvidos.

Importa ainda salientar que, tratando-se de uma análise estática, foram definidos diferentes casos de carga caracterizados pela aplicação de uma carga por eixo de 22.5 ton (conforme definido no Anexo

5 ao CE – Parte A), colocada em diferentes posições, o que corresponde, aproximadamente, a uma força de 250/2 kN aplicada em cada carril.

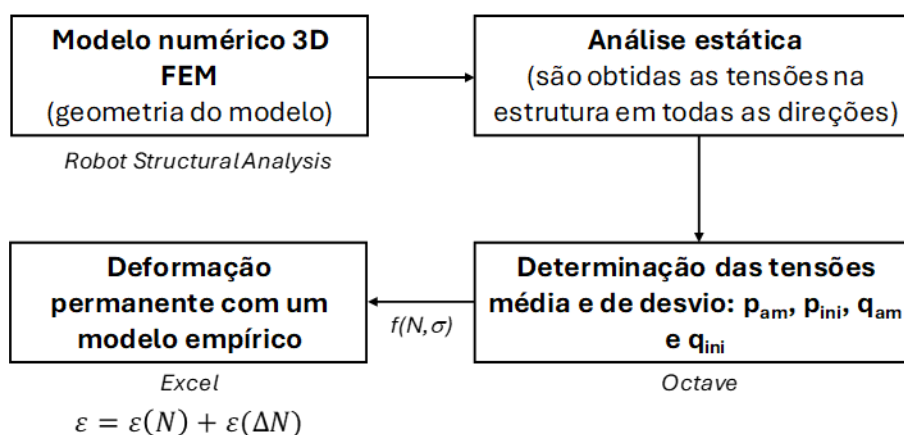
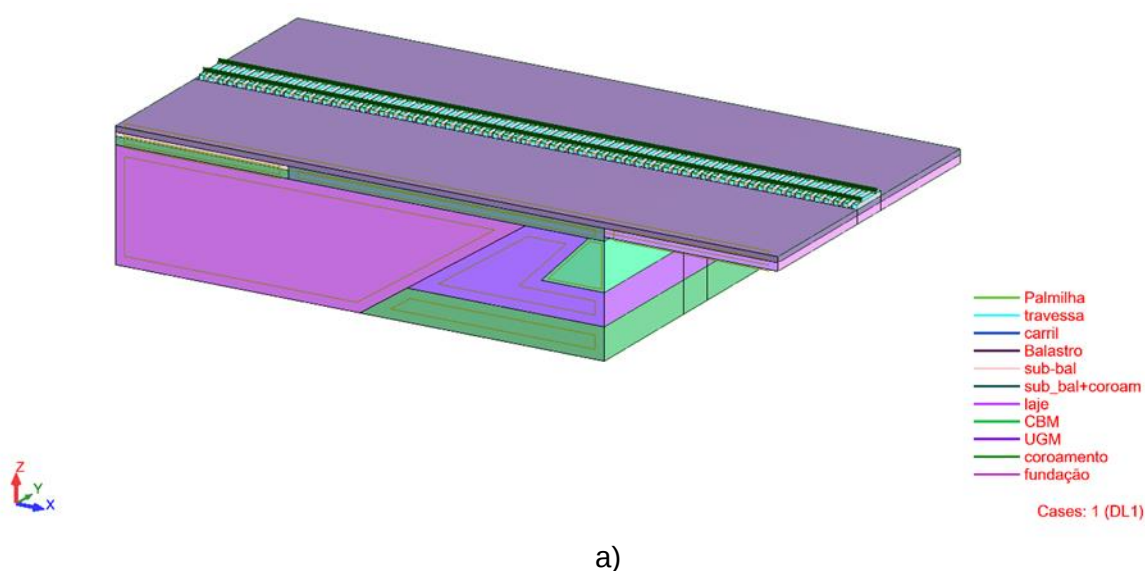
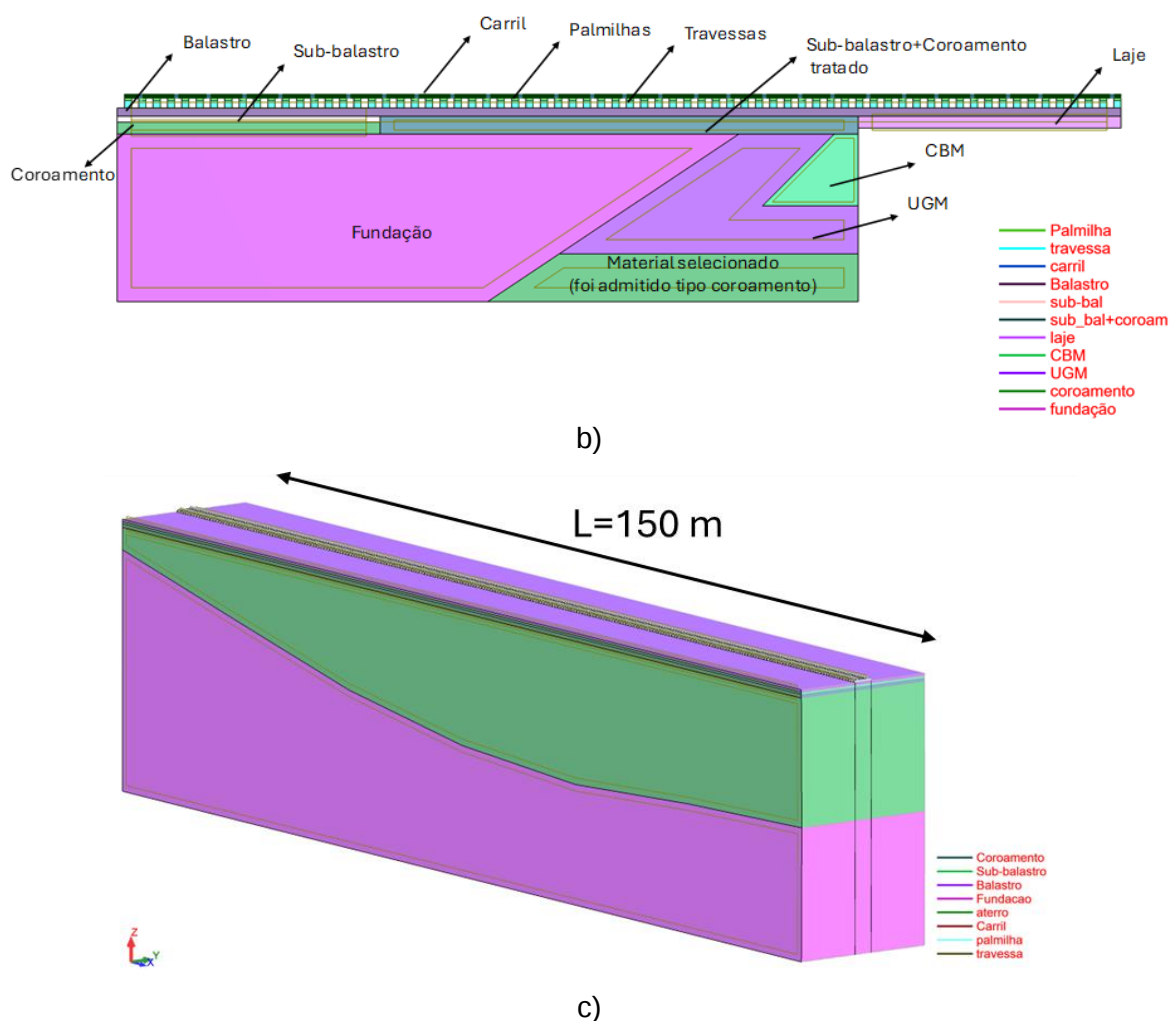


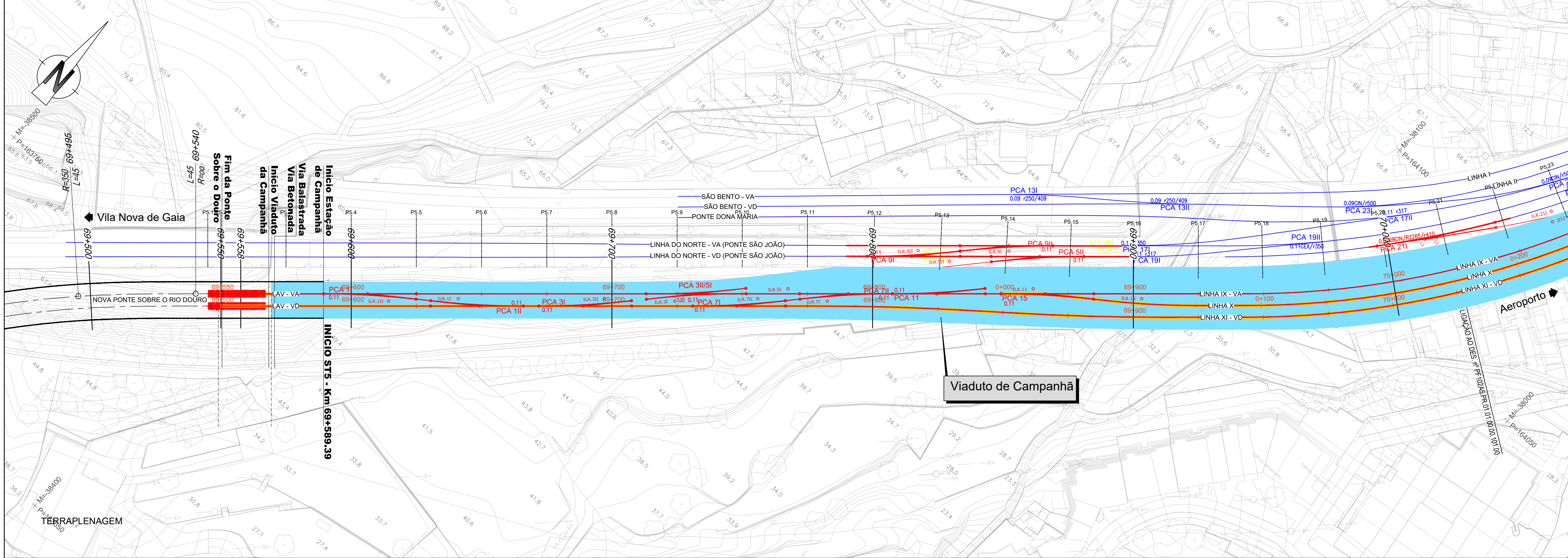
Figura 11 – Fluxograma representativo da metodologia adotada para avaliar as cargas cíclicas





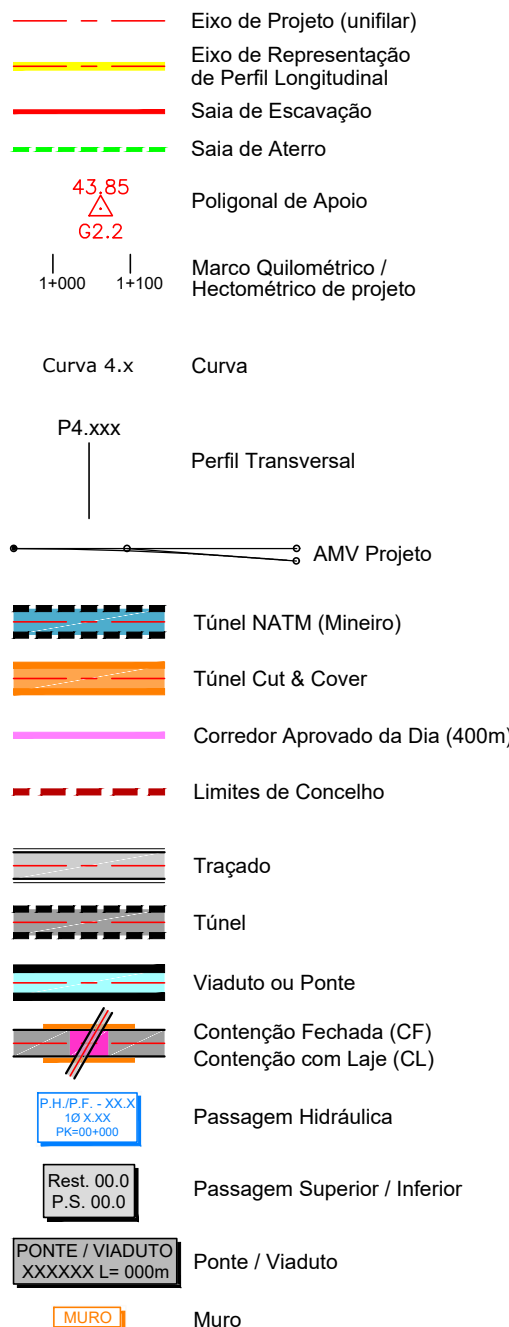
**Figura 12 – Exemplo de modelos 3D desenvolvidos: a) Bloco Técnico (vista 3D); b) Bloco técnico (alçado e identificação das camadas); c) via-férrea em aterro**

Desta forma, no caso do bloco técnico, pretende-se obter o valor de assentamento total em diversas posições sendo que um dos casos corresponderá ao assentamento em plena via. No caso do modelo do aterro, foram também consideradas diferentes posições com base na espessura do aterro e respetiva fundação e perceber os efeitos dos assentamentos totais e diferenciais. É expectável que a variação de espessura do aterro possa induzir assentamentos diferenciais que devem ser cumpridos.

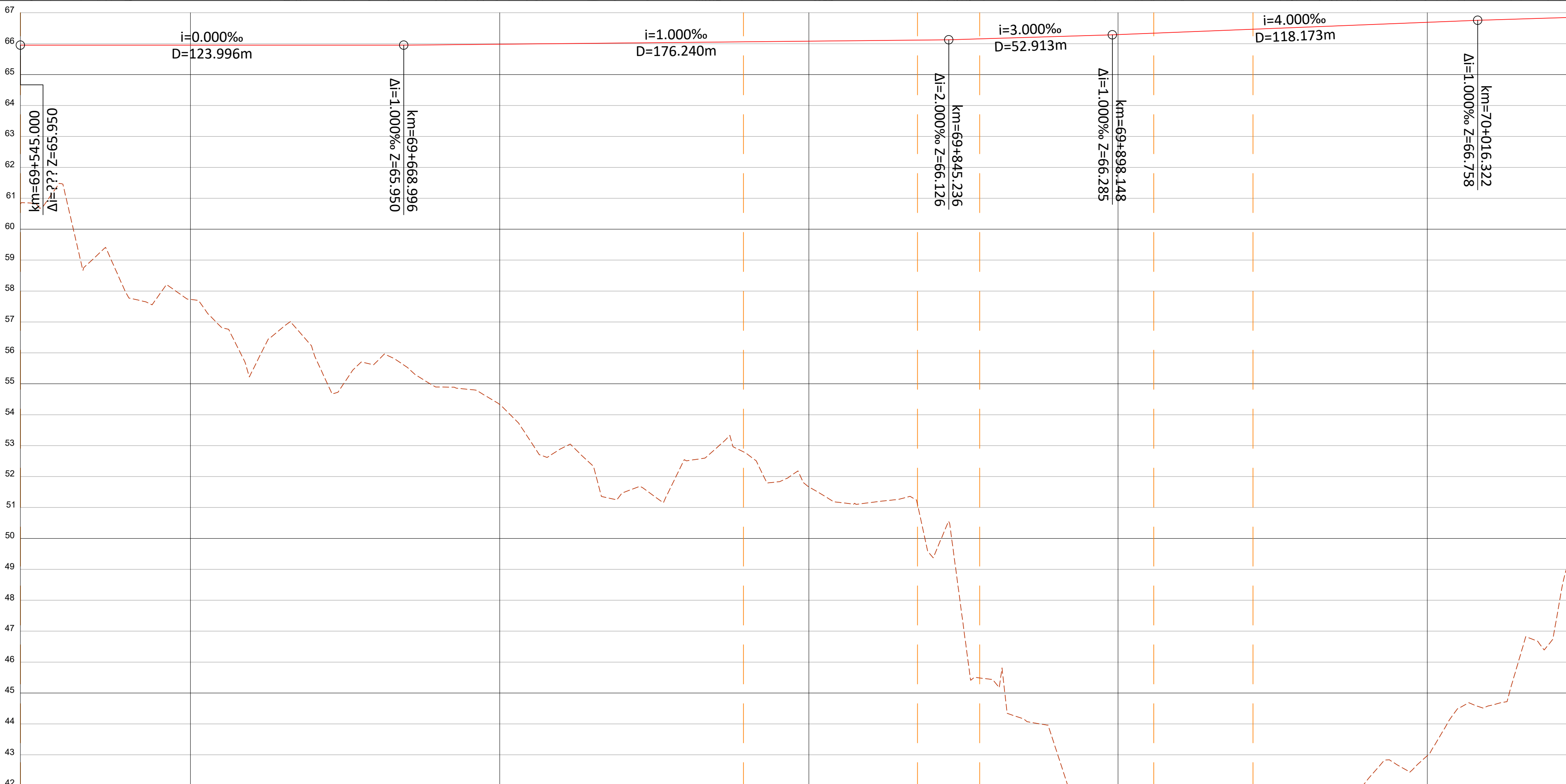
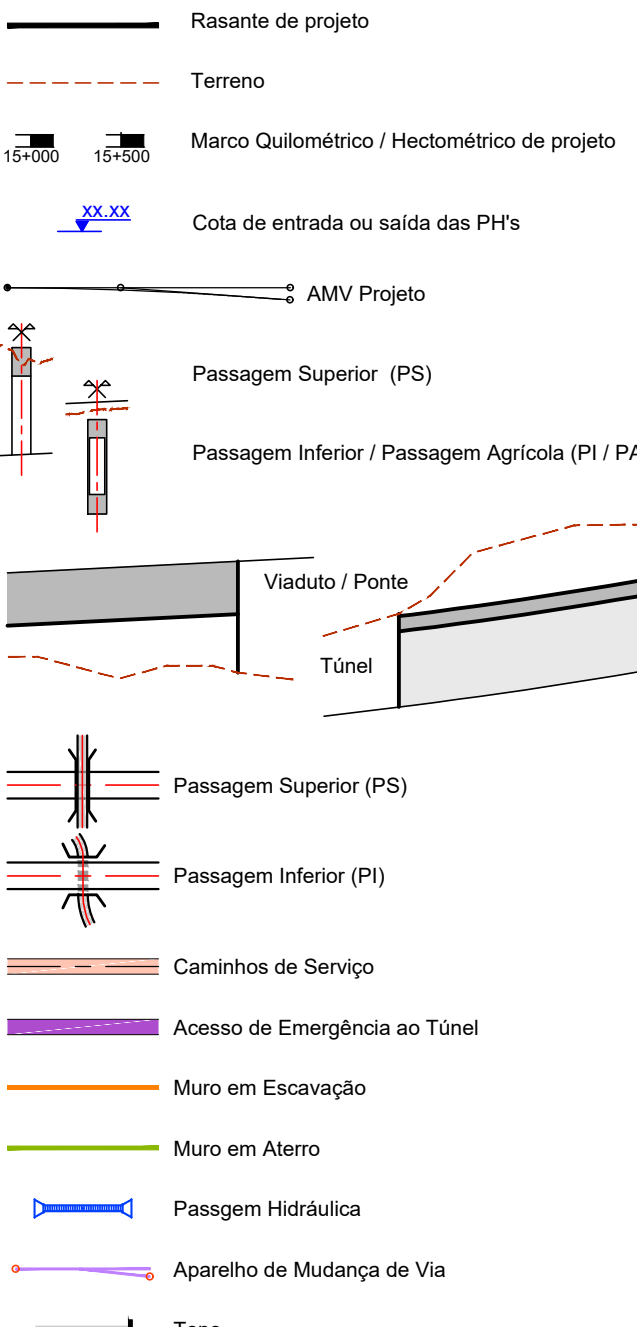


LEGENDA

PLANTA



PERFIL LONGITUDINAL

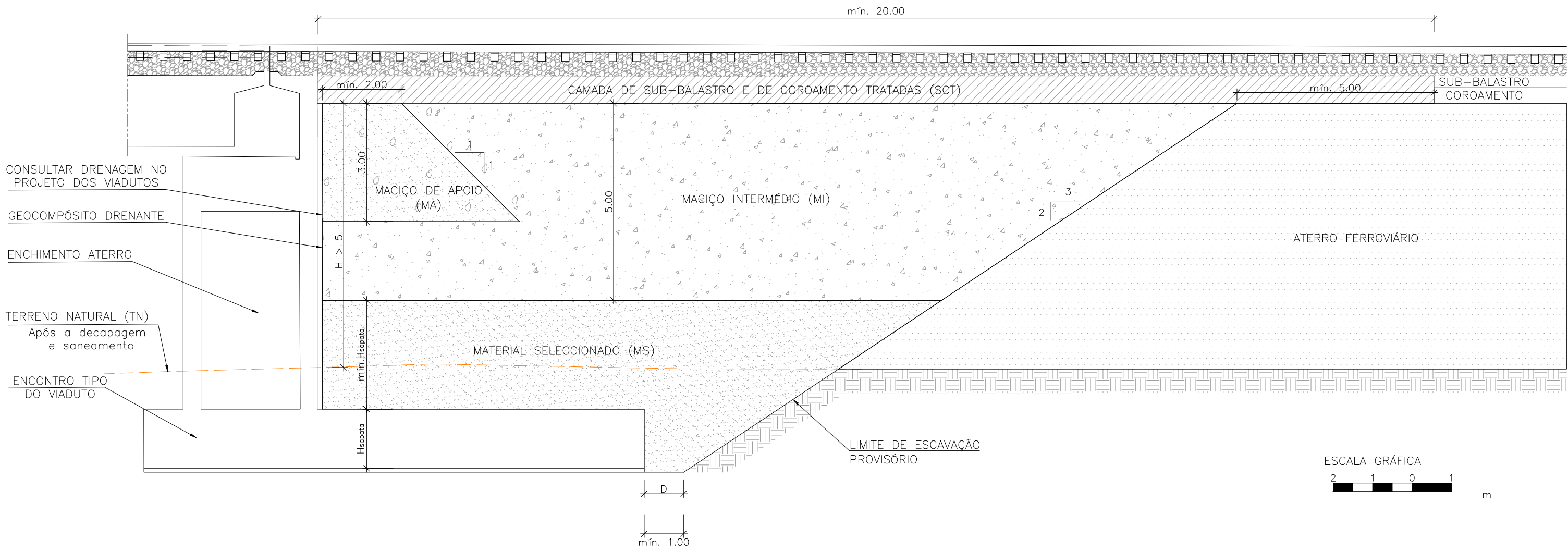


|                  |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |    |
|------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----|
| COTAS DO TERRENO | 66.834 | 66.864 | 66.894 | 66.924 | 66.954 | 66.984 | 67.014 | 67.044 | 67.074 | 67.104 | 67.134 | 67.164 | 67.194 | 67.224 | 67.254 | 67.284 | 67.314 | 67.344 | 67.374 | 67.404 | 67.434 | 67.464 | 67.494 | 67.524 | 67.554 | 67.584 | 67.614 | 67.644 | 67.674 | 67.704 | 67.734 | 67.764 | 67.794 | 67.824 | 67.854 | 67.884 | 67.914 | 67.944 | 67.974 | 68.004 | 68.034 | 68.064 | 68.094 | 68.124 | 68.154 | 68.184 | 68.214 | 68.244 | 68.274 | 68.304 | 68.334 | 68.364 | 68.394 | 68.424 | 68.454 | 68.484 | 68.514 | 68.544 | 68.574 | 68.604 | 68.634 | 68.664 | 68.694 | 68.724 | 68.754 | 68.784 | 68.814 | 68.844 | 68.874 | 68.904 | 68.934 | 68.964 | 68.994 | 69.024 | 69.054 | 69.084 | 69.114 | 69.144 | 69.174 | 69.204 | 69.234 | 69.264 | 69.294 | 69.324 | 69.354 | 69.384 | 69.414 | 69.444 | 69.474 | 69.504 | 69.534 | 69.564 | 69.594 | 69.624 | 69.654 | 69.684 | 69.714 | 69.744 | 69.774 | 69.804 | 69.834 | 69.864 | 69.894 | 69.924 | 69.954 | 69.984 | 70.014 | 70.044 | 70.074 | 70.104 | 70.134 | 70.164 | 70.194 | 70.224 | 70.254 | 70.284 | 70.314 | 70.344 | 70.374 | 70.404 | 70.434 | 70.464 | 70.494 | 70.524 | 70.554 | 70.584 | 70.614 | 70.644 | 70.674 | 70.704 | 70.734 | 70.764 | 70.794 | 70.824 | 70.854 | 70.884 | 70.914 | 70.944 | 70.974 | 71.004 | 71.034 | 71.064 | 71.094 | 71.124 | 71.154 | 71.184 | 71.214 | 71.244 | 71.274 | 71.304 | 71.334 | 71.364 | 71.394 | 71.424 | 71.454 | 71.484 | 71.514 | 71.544 | 71.574 | 71.604 | 71.634 | 71.664 | 71.694 | 71.724 | 71.754 | 71.784 | 71.814 | 71.844 | 71.874 | 71.904 | 71.934 | 71.964 | 71.994 | 72.024 | 72.054 | 72.084 | 72.114 | 72.144 | 72.174 | 72.204 | 72.234 | 72.264 | 72.294 | 72.324 | 72.354 | 72.384 | 72.414 | 72.444 | 72.474 | 72.504 | 72.534 | 72.564 | 72.594 | 72.624 | 72.654 | 72.684 | 72.714 | 72.744 | 72.774 | 72.804 | 72.834 | 72.864 | 72.894 | 72.924 | 72.954 | 72.984 | 73.014 | 73.044 | 73.074 | 73.104 | 73.134 | 73.164 | 73.194 | 73.224 | 73.254 | 73.284 | 73.314 | 73.344 | 73.374 | 73.404 | 73.434 | 73.464 | 73.494 | 73.524 | 73.554 | 73.584 | 73.614 | 73.644 | 73.674 | 73.704 | 73.734 | 73.764 | 73.794 | 73.824 | 73.854 | 73.884 | 73.914 | 73.944 | 73.974 | 74.004 | 74.034 | 74.064 | 74.094 | 74.124 | 74.154 | 74.184 | 74.214 | 74.244 | 74.274 | 74.304 | 74.334 | 74.364 | 74.394 | 74.424 | 74.454 | 74.484 | 74.514 | 74.544 | 74.574 | 74.604 | 74.634 | 74.664 | 74.694 | 74.724 | 74.754 | 74.784 | 74.814 | 74.844 | 74.874 | 74.904 | 74.934 | 74.964 | 74.994 | 75.024 | 75.054 | 75.084 | 75.114 | 75.144 | 75.174 | 75.204 | 75.234 | 75.264 | 75.294 | 75.324 | 75.354 | 75.384 | 75.414 | 75.444 | 75.474 | 75.504 | 75.534 | 75.564 | 75.594 | 75.624 | 75.654 | 75.684 | 75.714 | 75.744 | 75.774 | 75.804 | 75.834 | 75.864 | 75.894 | 75.924 | 75.954 | 75.984 | 76.014 | 76.044 | 76.074 | 76.104 | 76.134 | 76.164 | 76.194 | 76.224 | 76.254 | 76.284 | 76.314 | 76.344 | 76.374 | 76.404 | 76.434 | 76.464 | 76.494 | 76.524 | 76.554 | 76.584 | 76.614 | 76.644 | 76.674 | 76.704 | 76.734 | 76.764 | 76.794 | 76.824 | 76.854 | 76.884 | 76.914 | 76.944 | 76.974 | 77.004 | 77.034 | 77.064 | 77.094 | 77.124 | 77.154 | 77.184 | 77.214 | 77.244 | 77.274 | 77.304 | 77.334 | 77.364 | 77.394 | 77.424 | 77.454 | 77.484 | 77.514 | 77.544 | 77.574 | 77.604 | 77.634 | 77.664 | 77.694 | 77.724 | 77.754 | 77.784 | 77.814 | 77.844 | 77.874 | 77.904 | 77.934 | 77.964 | 77.994 | 78.024 | 78.054 | 78.084 | 78.114 | 78.144 | 78.174 | 78.204 | 78.234 | 78.264 | 78.294 | 78.324 | 78.354 | 78.384 | 78.414 | 78.444 | 78.474 | 78.504 | 78.534 | 78.564 | 78.594 | 78.624 | 78.654 | 78.684 | 78.714 | 78.744 | 78.774 | 78.804 | 78.834 | 78.864 | 78.894 | 78.924 | 78.954 | 78.984 | 79.014 | 79.044 | 79.074 | 79.104 | 79.134 | 79.164 | 79.194 | 79.224 | 79.254 | 79.284 | 79.314 | 79.344 | 79.374 | 79.404 | 79.434 | 79.464 | 79.494 | 79.524 | 79.554 | 79.584 | 79.614 | 79.644 | 79.674 | 79.704 | 79.734 | 79.764 | 79.794 | 79.824 | 79.854 | 79.884 | 79.914 | 79.944 | 79.974 | 80.004 | 80.034 | 80.064 | 80.094 | 80.124 | 80.154 | 80.184 | 80.214 | 80.244 | 80.274 | 80.304 | 80.334 | 80.364 | 80.394 | 80.424 | 80.454 | 80.484 | 80.514 | 80.544 | 80.574 | 80.604 | 80.634 | 80.664 | 80.694 | 80.724 | 80.754 | 80.784 | 80.814 | 80.844 | 80.874 | 80.904 | 80.934 | 80.964 | 80.994 | 81.024 | 81.054 | 81.084 | 81.114 | 81.144 | 81.174 | 81.204 | 81.234 | 81.264 | 81.294 | 81.324 | 81.354 | 81.384 | 81.414 | 81.444 | 81.474 | 81.504 | 81.534 | 81.564 | 81.594 | 81.624 | 81.654 | 81.684 | 81.714 | 81.744 | 81.774 | 81.804 | 81.834 | 81.864 | 81.894 | 81.924 | 81.954 | 81.984 | 82.014 | 82.044 | 82.074 | 82.104 | 82.134 | 82.164 | 82.194 | 82.224 | 82.254 | 82.284 | 82.314 | 82.344 | 82.374 | 82.404 | 82.434 | 82.464 | 82.494 | 82.524 | 82.554 | 82.584 | 82.614 | 82.644 | 82.674 | 82.704 | 82.734 | 82.764 | 82.794 | 82.824 | 82.854 | 82.884 | 82.914 | 82.944 | 82.974 | 83.004 | 83.034 | 83.064 | 83.094 | 83.124 | 83.154 | 83.184 | 83.214 | 83.244 | 83.274 | 83.304 | 83.334 | 83.364 | 83.394 | 83.424 | 83.454 | 83.484 | 83.514 | 83.544 | 83.574 | 83.604 | 83.634 | 83.664 | 83.694 | 83.724 | 83.754 | 83.784 | 83.814 | 83.844 | 83.874 | 83.904 | 83.934 | 83.964 | 83.994 | 84.024 | 84.054 | 84.084 | 84.114 | 84.144 | 84.174 | 84.204 | 84.234 | 84.264 | 84.294 | 84.324 | 84.354 | 84.384 | 84.414 | 84.444 | 84.474 | 84.504 | 84.534 | 84.564 | 84.594 | 84.624 | 84.654 | 84.684 | 84.714 | 84.744 | 84.774 | 84.804 | 84.834 | 84.864 | 84.894 | 84.924 | 84.954 | 84.984 | 85.014 | 85.044 | 85.074 | 85.104 | 85.134 | 85.164 | 85.194 | 85.224 | 85.254 | 85.284 | 85.314 | 85.344 | 85.374 | 85.404 | 85.434 | 85.464 | 85.494 | 85.524 | 85.554 | 85.584 | 85.614 | 85.644 | 85.674 | 85.704 | 85.734 | 85.764 | 85.794 | 85.824 | 85.854 | 85.884 | 85.914 | 85.944 | 85.974 | 86.004 | 86.034 | 86.064 | 86.094 | 86.124 | 86.154 | 86.184 | 86.214 | 86.244 | 86.274 | 86.304 | 86.334 | 86.364 | 86.394 | 86.424 | 86.454 | 86.484 | 86.514 | 86.544 | 86.574 | 86.604 | 86.634 | 86.664 | 86.694 | 86.724 | 86.754 | 86.784 | 86.814 | 86.844 | 86.874 | 86.904 | 86.934 | 86.964 | 86.994 | 87.024 | 87.054 | 87.084 | 87.114 | 87.144 | 87.174 | 87.204 | 87.234 | 87.264 | 87.294 | 87.324 | 87.354 | 87.384 | 87.414 | 87.444 | 87.474 | 87.504 | 87.534 | 87.564 | 87.594 | 87.624 | 87.654 | 87.684 | 87.714 | 87.744 | 87.774 | 87.804 | 87.834 | 87.864 | 87.894 | 87.924 | 87.954 | 87.984 | 88.014 | 88.044 | 88.074 | 88.104 | 88.134 | 88.164 | 88.194 | 88.224 | 88.254 | 88.284 | 88.314 | 88.344 | 88.374 | 88.404 | 88.434 | 88.464 | 88.494 | 88.524 | 88.554 | 88.584 | 88.614 | 88.644 | 88.674 | 88.704 | 88.734 | 88.764 | 88.794 | 88.824 | 88.854 | 88.884 | 88.914 | 88.944 | 88.974 | 89.004 | 89.034 | 89.064 | 89.094 | 89.124 | 89.154 | 89.184 | 89.214 | 89.244 | 89.274 | 89.304 | 89.334 | 89.364 | 89.394 | 89.424 | 89.454 | 89.484 | 89.514 | 89.544 | 89.574 | 89.604 | 89.634 | 89.664 | 89.694 | 89.724 | 89.754 | 89.784 | 89.814 | 89.844 | 89.874 | 89.904 | 89.934 | 89.964 | 89.994 | 90.024 | 90.054 | 90.084 | 90.114 | 90.144 | 90.174 | 90.204 | 90.234 | 90.264 | 90.294 | 90.324 | 90.354 | 90.384 | 90.414 | 90.444 | 90.474 | 90.504 | 90.534 | 90.564 | 90.594 | 90.624 | 90.654 | 90.684 | 90.714 | 90.744 | 90.774 | 90.804 | 90.834 | 90.864 | 90.894 | 90.924 | 90.954 | 90.984 | 91.014 | 91.044 | 91.074 | 91.104 | 91.134 | 91.164 | 91.194 | 91.224 | 91.254 | 91.284 | 91.314 | 91.344 | 91.374 | 91.404 | 91.434 | 91.464 | 91.494 | 91.524 | 91.554 | 91.584 | 91.614 | 91.644 | 91.674 | 91.704 | 91.734 | 91.764 | 91.794 | 91.824 | 91.854 | 91.884 | 91.914 | 91.944 | 91.974 | 92.004 | 92.034 | 92.064 | 92.094 | 92.124 | 92.154 | 92.184 | 92.214 | 92.244 | 92.274 | 92.304 | 92.334 | 92.364 | 92.394 | 92.424 | 92.454 | 92.484 | 92.514 | 92.544 | 92.574 | 92.604 | 92.634 | 92.664 | 92.694 | 92.724 | 92.754 | 92.784 | 92.814 | 92.844 | 92.874 | 92.904 | 92.934 | 92.964 | 92.994 | 93.024 | 93.054 | 93.084 | 93.114 | 93.144 | 93.174 | 93.204 | 93.234 | 93.264 | 93.294 | 93.324 | 93.354 | 93.384 | 93.414 | 93.444 | 93.474 | 93.504 | 93.534 | 93.564 | 93.594 | 93.624 | 93.654 | 93.684 | 93.714 | 93.744 | 93.774 | 93.804 | 93.834 | 93.864 | 93.894 | 93.924 | 93.954 | 93.984 | 94.014 | 94.044 | 94.074 | 94.104 | 94.134 | 94.164 | 94.194 | 94.224 | 94.254 | 94.284 | 94.314 | 94.344 | 94.374 | 94.404 | 94.434 | 94.464 | 94.494 | 94.524 | 94.554 | 94.584 | 94.614 | 94.644 | 94.674 | 94.704 | 94.734 | 94.764 | 94.794 | 94.824 | 94.854 | 94.884 | 94.914 | 94.944 | 94.974 | 95.004 | 95.034 | 95.064 | 95.094 | 95.124 | 95.154 | 95.184 | 95.214 | 95.244 | 95.274 | 95.304 | 95.334 | 95.364 | 95.394 | 95.424 | 95.454 | 95.484 | 95.514 | 95.544 | 95.574 | 95.604 | 95.634 | 95.664 | 95.694 | 95.724 | 95.754 | 95.784 | 95.814 | 95.844 | 95.874 | 95.904 | 95.934 | 95.964 | 95.994 | 96.024 | 96.054 | 96.084 | 96.114 | 96.144 | 96.174 | 96.204 | 96.234 | 96.264 | 96.294 | 96.324 | 96.354 | 96.384 | 96.414 | 96.444 | 96.474 | 96.504 | 96.534 | 96.564 | 96.594 | 96.624 | 96.654 | 96.684 | 96.714 | 96.744 | 96.774 | 96.804 | 96.834 | 96.864 | 96.894 | 96.924 | 96.954 | 96.984 | 97.014 | 97.044 | 97.074 | 97.104 | 97.134 | 97.164 | 97.194 | 97.224 | 97.254 | 97.284 | 97.314 | 97.344 | 97.374 | 97.404 | 97.434 | 97.464 | 97.494 | 97.524 | 97.554 | 97.584 | 97.614 | 97.644 | 97.674 | 97.704 | 97.734 | 97.764 | 97.794 | 97.824 | 97.854 | 97.884 | 97.914 | 97.944 | 97.974 | 98.004 | 98.034 | 98.064 | 98.094 | 98.124 | 98.154 | 98.184 | 98.214 | 98.244 | 98.274 | 98.304 | 98.334 | 98.364 | 98.394 | 98.424 | 98.454 | 98.484 | 98.514 | 98.544 | 98.574 | 98.604 | 98.634 | 98.664 | 98.694 | 98.724 | 98.754 | 98.784 | 98.814 | 98.844 | 98.874 | 98.904 | 98.934 | 98.964 | 98.994 | 99.024 | 99.054 | 99.084 | 99.114 | 99.144 | 99.174 | 99.204 | 99.234 | 99.264 | 99.294 | 99.324 | 99.354 | 99.384 | 99.414 | 99.444 | 99.474 | 99.504 | 99.534 | 99.564 | 99.594 | 99.624 | 99.654 | 99.684 | 99.714 | 99.744 | 99.774 | 99.804 | 99.834 | 99.864 | 99.894 | 99 |
|------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----|

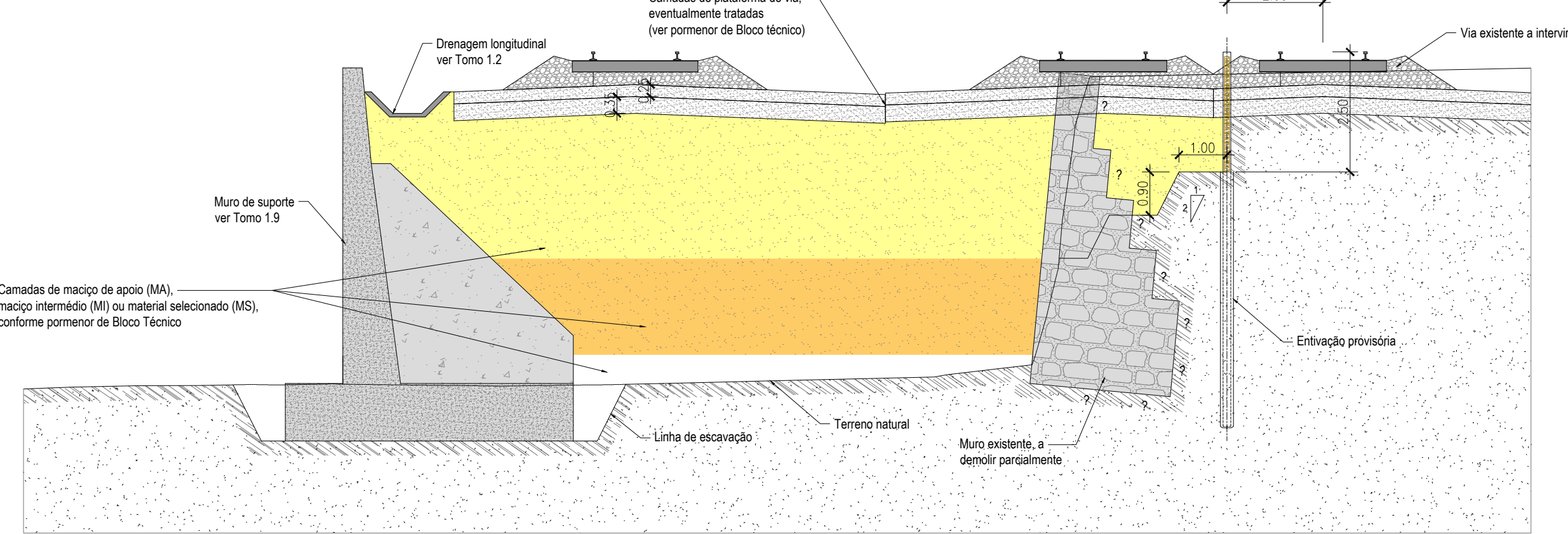




Bloco técnico – Encontro de OA - Desnível H entre a base da camada de coroamento e o terreno natural superior a 5m  
Esc.: 1/100



PERFIL TRANSVERSAL TIPO DE ATERRO DE ALARGAMENTO  
Esc.: 1/100



|                                                                                       |                            |                 |                                 |                                            |  |                                   |                               |         |            |                   |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|-----------------|---------------------------------|--------------------------------------------|--|-----------------------------------|-------------------------------|---------|------------|-------------------|--|
|                                                                                       |                            |                 |                                 | Código Projeto                             |  |                                   |                               | -       |            |                   |  |
| 00                                                                                    | 14.08.2025                 | Emissão Inicial |                                 | Carmina Costa                              |  | PF102A5.PR.01.01.00.00.301.00.DWG |                               |         |            |                   |  |
| Rev.                                                                                  | Data                       | Descrição       |                                 | Responsável                                |  | Projeto                           | AR / MP                       | Desenho | BC         | A. Campos e Matos |  |
|  | O Gestor de Projeto        |                 | Projeto                         |                                            |  |                                   | Código Desenho                |         |            |                   |  |
|                                                                                       | O Responsável Unidade      |                 | Linha                           |                                            |  |                                   | PF102A5.PR.01.01.00.00.301.00 |         |            |                   |  |
|                                                                                       | O Responsável Departamento |                 | Local                           |                                            |  |                                   | Nº Páginas 3/17               |         |            |                   |  |
|                                                                                       | O Diretor                  |                 | Especialidade                   |                                            |  |                                   | Data                          |         | 14.08.2025 |                   |  |
|                                                                                       | Objeto                     |                 | Estudos e Projetos Ferroviários |                                            |  |                                   | N.º de Ordens                 |         | Vendido    |                   |  |
| Empreendimento                                                                        |                            |                 |                                 | Título do Desenho                          |  |                                   |                               | Escalas |            |                   |  |
| Fase                                                                                  |                            |                 |                                 | TIPOLOGIA DOS BLOCOS TÉCNICOS E PORMENORES |  |                                   |                               | 1:100   |            |                   |  |
| Projeto de Execução                                                                   |                            |                 |                                 |                                            |  |                                   |                               |         |            |                   |  |