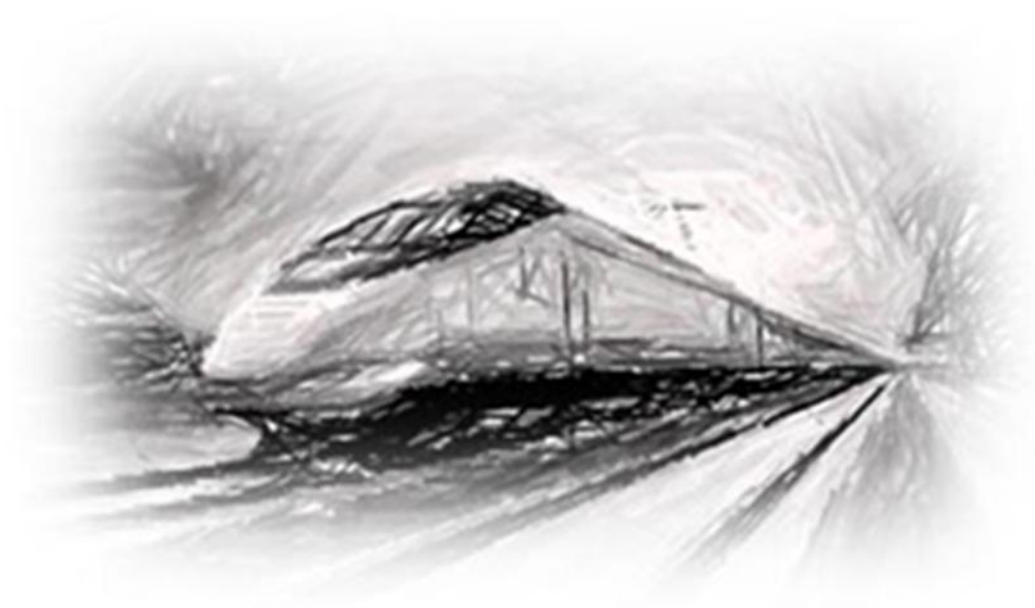


**LINHA FERROVIÁRIA DE ALTA VELOCIDADE ENTRE
PORTO (CAMPANHÃ) E LISBOA
TROÇO PORTO (CAMPANHÃ) A OIÃ
SUBTROÇO A5 – KM 69+563 AO KM 71+030**



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

Memória Descritiva e Justificativa

Controlo de Assinaturas

Realizado	Revisto	Aprovado Coordenador Projeto
Ana Ramos	Carmina Costa	António Campos e Matos
Carmina Costa		
Carolina Soares		
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 -	Código Documento PF102A5.PR.01.01.00.00.MDJ.01	
O Responsável Unidade -	Revisão 01	Data 30-04-2026
O Responsável Departamento -	Código Projetista -	
O Diretor -	Nome do Ficheiro PF102A5.PR.01.01.00.00.MDJ.01	

Registo de Alterações

Rev	Data	Autor	Secção Afetada	Alterações
00	14-08-2025	Vários	Edição inicial	
01	30-04-2026	Vários	Revisão Geral	

LINHA FERROVIÁRIA DE ALTA VELOCIDADE ENTRE PORTO (CAMPANHÃ) E LISBOA**TROÇO PORTO (CAMPANHÃ) A OIÃ****SUBTROÇO A5 – KM 69+563 AO KM 71+030****PROJETO DE EXECUÇÃO****V01 – INFRA-ESTRUTURA E PLATAFORMA DE VIA FÉRREA****TOMO 01.01 – PLATAFORMA DA VIA****MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA****ÍNDICE**

1	INTRODUÇÃO	1
2	ENQUADRAMENTO GEOLÓGICO	4
3	TERRAPLENAGENS	6
3.1	Considerações gerais	6
3.2	Decapagem	6
3.3	Aterros	8
3.3.1	Fundação dos aterros	9
3.3.2	Materiais a colocar nos aterros	9
3.3.3	Geometria de taludes de aterro	9
3.3.4	Revestimento dos taludes de aterro	10
3.4	Escavações	10
3.4.1	Escavabilidade	11
3.4.2	Geometria dos taludes de escavação	14
3.4.3	Condições de reutilização dos materiais	14
3.5	Saneamentos	14
3.6	Plataforma da via	15
3.6.1	Dimensionamento da plataforma	15
3.6.2	Camada de coroamento	16
3.6.3	Sub-balastro	16
4	BLOCOS TÉCNICOS	18
4.1	Blocos Técnicos para Encontros de Obras de Arte Especiais	19
5	PARÂMETROS GEOTÉCNICOS	20
6	VERIFICAÇÃO DA ESTABILIDADE	23

7	CÁLCULO DOS ASSENTAMENTOS	24
7.1	Metodologia de cálculo	25
7.1.1	Modelo de Carga.....	26
7.1.2	Cálculo dos assentamentos diferidos no tempo (s_d)	26

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	12
Figura 4 - Dimensionamento da plataforma de acordo com as recomendações IRS 70719	17
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	19
Figura 6 – Tipos de assentamentos expectáveis num aterro e/ou Bloco Técnico (IRS 70719).....	25
Figura 7 – Modelo de carga LM71	26
Figura 8 - Estimativa de assentamentos por fluência em aterros com base na sua altura (<i>Goodger and Leach</i> , 1990).....	27
Figura 9 – Definição da deformação permanente num material granular.....	27
Figura 10 - Distribuição das cargas aplicadas no topo do carril (exemplo)	28
Figura 11 – Fluxograma representativo da metodologia adotada para avaliar as cargas cíclicas	29
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	30

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.....	10
Quadro 5 – Quadro resumo das características geométricas das escavações previstas no Subtroço 5	13
Quadro 6 – Espessuras da camada de coroamento – SL5 – LAV A.....	16
Quadro 7 – Localização e tipologia dos Blocos Técnicos previstos – ST5 – LAV A	18
Quadro 8 – Parâmetros geotécnicos estimados para os materiais de aterro.....	20
Quadro 9 – Parametrização geotécnica – ST5 – Plena Via.....	21
Quadro 10 – Resumo dos assentamentos estimados para os aterros mais expressivos do ST4	25

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 Oitã – 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.

Em agosto de 2025 foi entregue uma primeira versão deste estudo para apreciação pela autoridade de AIA, a Agência Portuguesa do Ambiente, que no âmbito da Decisão sobre a Conformidade Ambiental do Projeto de Execução (DCAPE), emitida a 29/12/2025, declarou a não conformidade ambiental do projeto em face das alterações apresentadas constituírem soluções distintas das aprovadas em estudo prévio, extravasando o âmbito formal e material do procedimento, sendo como tal necessária a sua reformulação à luz da DIA.

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

Localização aproximada			Formação Geológica interessada	H máx. ao eixo da LXI VD aprox. (m)	Prospecção geotécnica	Escavabilidade	Inclinação dos taludes (V/H)		Intervenção proposta	Designação
PK Inicial	PK final	Extensão (m)					Esq.	Dir.		
70+303.8	70+375	71.2	At – Aterros / gm - Granito do Porto	8.74	S080A-23 / C1/ S16 EstCamp	90% MEC / 10% EXP	-	1/1 (V:H) (B=8m)	Redes de encaminhamento. Pregagens pontuais, se necessário.	E70.1D
Nota: Os cortes transversais apresentados na peça desenhada PF102A5.PR.01.01.00.00.201-211.01 são relativos à VA LIX. Os pks críticos foram obtidos com base na VA LIX. Contudo, a altura máxima ao eixo (Hmax) foi medida na LXI VD, pois é a altura mais condicionante, sendo esta medida deste o terreno natural á base do coroamento. Esta tabela deve ser consultada considerando a peça desenhada PF102A5.PR.01.01.00.00.201-211.01. (PK 70+325 relativo a VA LIX)										

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).

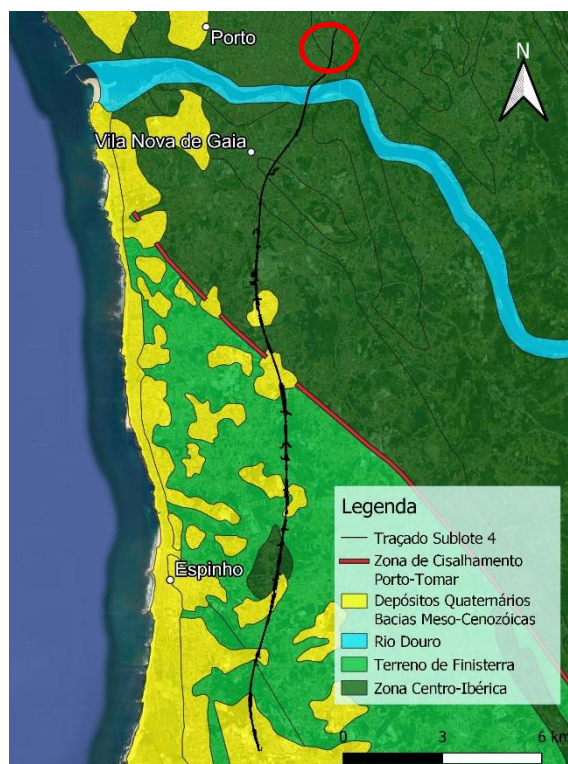


Figura 1 - Principais unidades tectónico-estratigráficas intersetadas pelo traçado do subtroço A5 do Lote A da LAV

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 (γm), 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+563 70+680	Granito do Porto (γm), 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+680 71+030	Complexo Xisto Grauváquico (CXG), Granito do Porto (γm), 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 sobre a prumada do carril. 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+563.22 e 71+030), 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 subarbustiva 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.
- Zona entre o passadiço existente de acesso ao TIC e as linhas existentes;
- Áreas ajardinadas situadas na zona do TIC;

Não se estimando 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+238.91	71+030	0.3	Tv
Nota: Os pKs foram medidos em relação a VA LIX			

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.

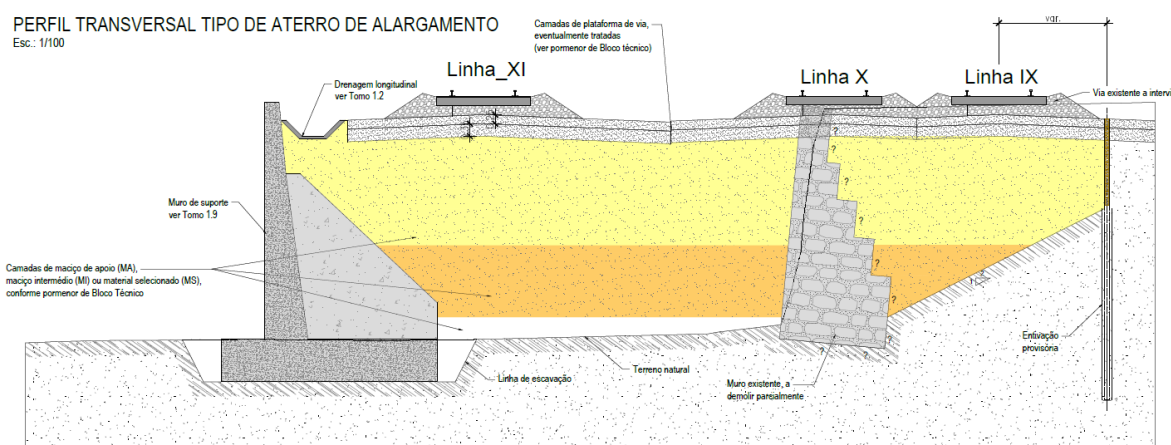


Figura 2 – Perfil tipo de aterro de alargamento

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 do aterro (parte superior), 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 deverá ser tal que garanta a execução de duas camadas de aterro, estimando-se que seja aproximadamente 0.50m (não deverá exceder, em regra, os 0.9m) e a inclinação média do endentamento não deverá exceder os 1H:2V, de forma a evitar potenciais instabilizações do terreno natural. A largura deverá ter cerca de 1.50m (mínimo 1m) de forma a permitir a circulação dos equipamentos de compactação (a superfície deve ser sempre compactada com cilindro), podendo estender-se até aos 4-5m em alguns locais de modo a adaptar a execução dos degraus ao terreno natural. 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.

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 (a ver de acordo com cada caso específico).

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, na zona de estação de Campanhã, as estruturas de contenção previstas deverão também ser consultadas no Volume 8, Tomo 8.1, Estação de Campanhã, uma vez que esta estrutura de contenção em aterro é parte integrante com a solução de contenção ao novo edifício de passageiros.

Quadro 4 – Quadro resumo das características geométricas e geológico-geotécnicas dos aterros previstos no Subtroço 5

Localização aproximada			Formação geológica (Fundação do aterro)	Pk crítico	H máx. ao eixo da LXI VD aprox. (m)	Trabalhos de prospeção geotécnica mais próximos	Inclinação dos taludes (V/H)	
PK inicial	PK final	L (m)					Esq.	Dir.
70+245.90	70+263.53	17.63	gm - Granito do Porto	70+250	5.33	S080A-23	-	*
70+396.47	70+693.27	296.80	At / gm / CXG	70+675	*0	S16 EstCamp / S12 EstCamp / S6 EstCamp	-	**
70+693.27	70+719.27	26.00	At / gm / CXG	70+700	*0	S3 / S4 / S4A / S5	-	1/2
70+759.62	70+769.51	9.89	At / gm / CXG	70+775	*0	S3 / S4 / S4A / S5	-	1/2
70+794.49	70+814.39	19.90	At / gm / CXG	70+800	*0	S3 / S4 / S4A / S5	-	1/2
70+859.44	70+890.99	31.55	At / gm / CXG	70+875	*0	S3 / S4 / S4A / S5	-	1/2
70+921.08	71+030	108.86	At / gm / CXG	71+000	5.02	S3 / S4 / S4A / S5	-	***
*Estrutura de contenção M70.1D **Estrutura de contenção M70.2D ***Estrutura de contenção M70.3D *0 - Altura de aterro com limite acima da camada de coroamento Nota: Os cortes transversais apresentados na peça desenhada PF102A5.PR.01.01.00.00.201-211.01 são relativos à VA LIX. Os pks críticos foram obtidos com base na VA LIX. Contudo, a altura máxima ao eixo (H_{max}) foi medida na LXI VD, pois é a altura mais condicionante, sendo esta medida deste o terreno natural à base do coroamento. Esta tabela deve ser consultada considerando a peça desenhada PF102A5.PR.01.01.00.00.201-211.01. As medições foram realizadas a partir dos perfis transversais existentes de 25 em 25m.								

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.

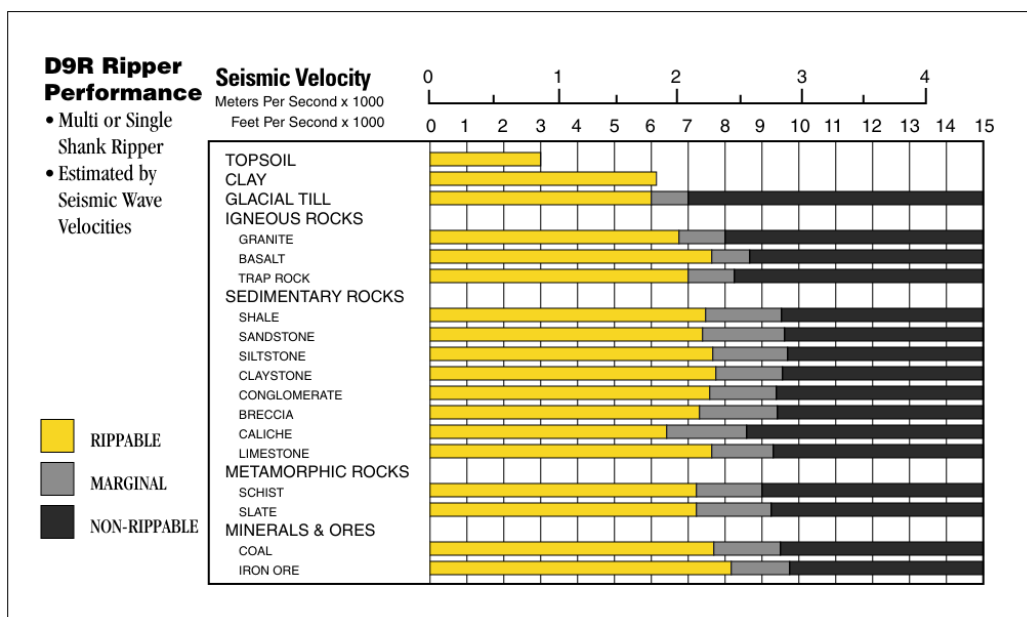


Figura 3 – Carta de ripabilidade proposta pela Caterpillar para um *ripper* do tipo D9

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

Localização aproximada				Formação Geológica interessada	H máx. ao eixo da LXI VD aprox. (m)	H máx. da LXI VD aprox. (m)		Prospecção geotécnica	Escavabilidade	Inclinação dos taludes (V/H)		Intervenção proposta	Designação
PK Inicial	PK final	Extensão (m)	Pk crítico			LE	LD			Esq.	Dir.		
70+263.5	70+303.8	40.3	70+300	gm - Granito do Porto	1.59	-	3.18	S080A-23 / C1/S16 EstCamp	90% MEC / 10%EXP	-	1/1.5	-	-
70+303.8	70+375	71.2	70+325	gm - Granito do Porto	8.74	-	8.31	S080A-23 / C1/S16 EstCamp	90% MEC / 10%EXP	-	1/1	Redes de encaminha mento*	E70.1D
70+375	70+396.5	21.5	70+375	gm - Granito do Porto	1.14	-	1.23	S080A-23 / C1/S16 EstCamp	90% MEC / 10%EXP	-	1/1	-	-
70+719.3	70+759.6	40.3	70+750	At – Aterros / CXG – Complexo Xisto - Grauváquico	1	-	0.38	S2 / S2A / S3 / S4 / S4A / S5	100% MEC / 0% EXP	-	1/1.5	-	-
70+769.6	70+794.5	25.0	70+775	At – Aterros / CXG – Complexo Xisto - Grauváquico	0.88	-	0	S2 / S2A / S3 / S4 / S4A / S5	100% MEC / 0% EXP	-	1/1.5	-	-
70+814.4	70+859.4	45.1	70+825	At – Aterros / CXG – Complexo Xisto - Grauváquico	1.1	-	0.58	S2 / S2A / S3 / S4 / S4A / S5	100% MEC / 0% EXP	-	1/1.5	-	-
70+891.0	70+921.1	30.1	70+900	At – Aterros / CXG – Complexo Xisto - Grauváquico	0.64	-	0.11	S2 / S2A / S3 / S4 / S4A / S5	100% MEC / 0% EXP	-	1/1.5	-	-

* Estrutura de contenção E70.1D

Nota: Os cortes transversais apresentados na peça desenhada PF102A5.PR.01.01.00.00.201-211.01 são relativos à VA LIX. Os pks críticos foram obtidos com base na VA LIX. Contudo, a altura máxima ao eixo (Hmax) foi medida na LXI VD, pois é a altura mais condicionante, sendo esta medida deste o terreno natural à base do coroamento. Esta tabela deve ser consultada considerando a peça desenhada PF102A5.PR.01.01.00.00.201-211.01.

As medições foram realizadas a partir dos perfis transversais existentes de 25 em 25m.

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+303.89 e 70+375, 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. No caso de escavações 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+238.91 / 70+263.53	24.62	QS2	0.35
70+263.53 / 71+030	766.41	QS1	0.50
Nota: Os pKs foram medidos em relação a LIX VA			

Nas intervenções nas linhas existentes 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. É importante salientar que os AMV's associados ao viaduto existente de Campanhã não apresentam camada de sub-balastro, uma vez que se trata de uma via não balastrada.

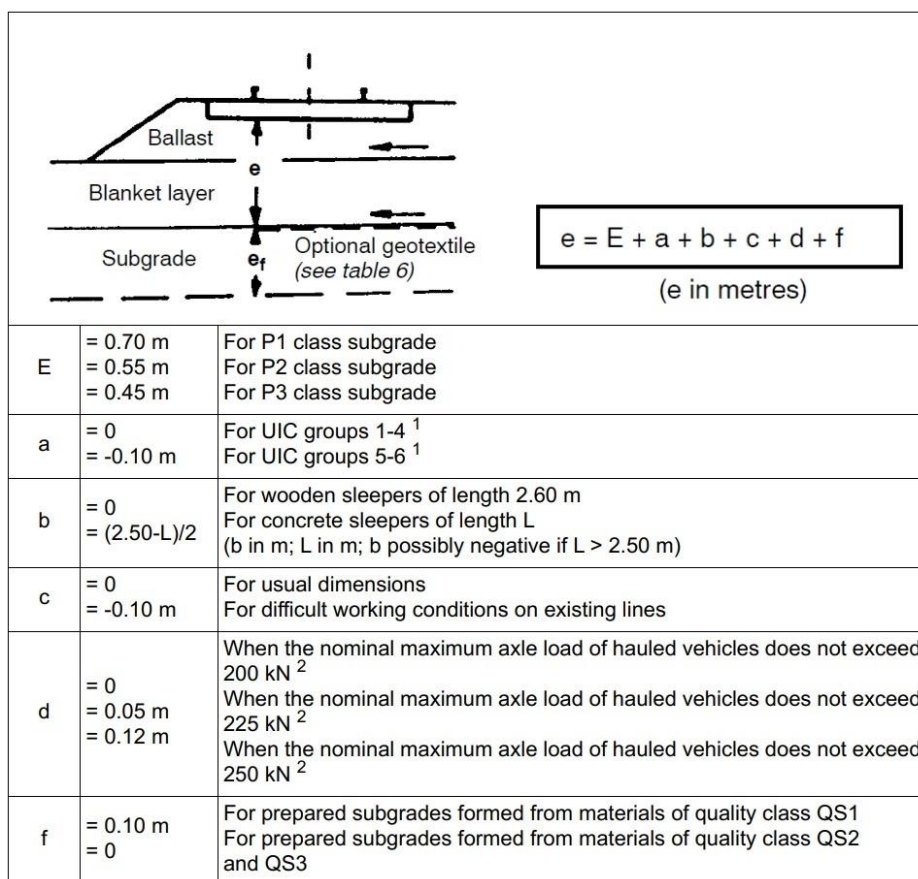


Figura 4 - Dimensionamento da plataforma de acordo com as recomendações IRS 70719

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 podem ser 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 (Curva Circular)		Solução adotada
	PKE1	PKE2	
Viaduto de Campanhã	69+563.22		Sem bloco técnico. 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
		70+238.91	Bloco técnico – Encontro de OA - Desnível H entre a base da camada de coroamento e o terreno natural superior a 5m

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 específico 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.

4.1 BLOCOS TÉCNICOS PARA ENCONTROS DE OBRAS DE ARTE ESPECIAIS

No âmbito do presente subtroço, foi definido um bloco técnico para encontros de obras de arte especiais (OAE's) em que o desnível existente entre a base da camada de coroamento e o terreno natural no alinhamento do encontro é superior a 5m - Figura 5. Assim, prevê-se a execução de um maciço de apoio de secção trapezoidal com 3m de altura, 2m de largura no topo e inclinado a 1H:1V. Este maciço de apoio situar-se-á imediatamente após o encontro e sob a camada de coroamento e sub-balastro e será envolvido por um maciço intermédio em cunha, com 5m de altura e inclinado a 3H:2V. Sob o maciço intermédio (até ao topo da sapata do encontro da OAE), será materializado um aterro com material seleccionado. Finalmente, sobre o maciço de apoio e o maciço intermédio serão executadas as camadas de sub-balastro e coroamento as quais, numa extensão de 20m, serão constituídas por misturas de agregado britado de granulometria extensa (ABGE) tratadas com cimento.

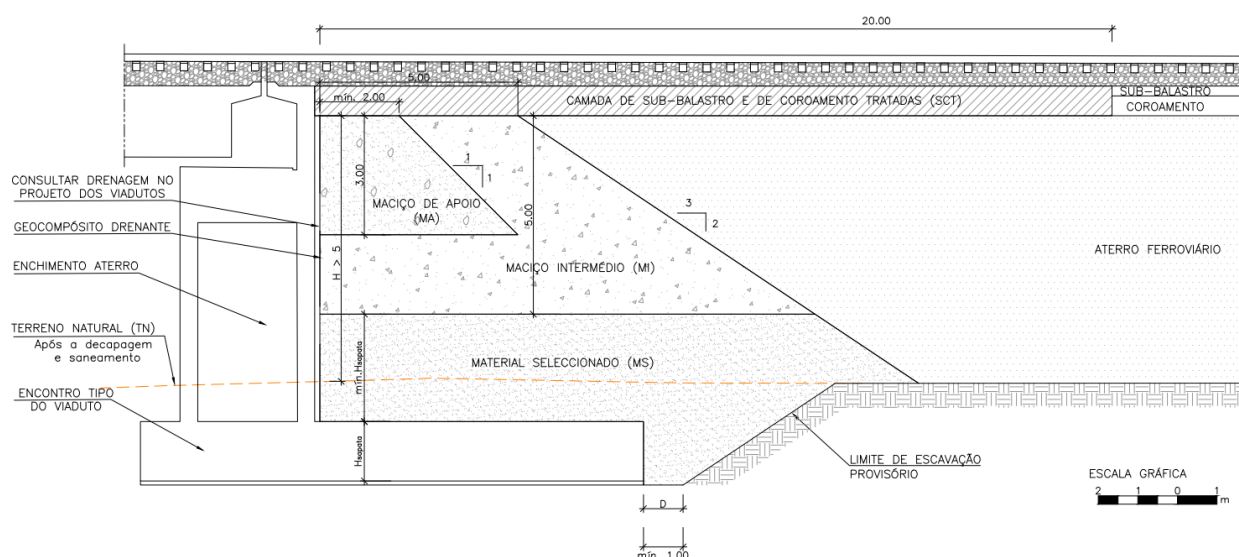


Figura 5 - Bloco Técnico - Encontro de OA – BT construído antes do aterro - Desnível H entre a base da camada de coroamento e o terreno natural superior a 5m

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. Em particular, importa destacar que o coeficiente de fluência normalizado ($C_\alpha/(1+e_0)$) 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_α 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	γ (kN/m ³)	ϕ' (°)	E_{v2} / E_{v1}	C_α 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 _{spt}	Grau de alteração	Y (kN/m ³)	φ' (°)	c' (kPa)	c _u (kPa)	E (MPa)	E _u (MPa)	Critério de Rotura de Hoek Brown				
										σ _{ci} (MPa)	GSI	m _i	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 _{spt}	Grau de alteração	Y (kN/m ³)	φ' (°)	c' (kPa)	c _u (kPa)	E (MPa)	E _u (MPa)	Critério de Rotura de Hoek Brown				
										σ _{ci} (MPa)	GSI	mi	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	-	-	-	-	-	-
	Gnaisse, grauvaques.	30-60	W5	19-21	34-36	5-15	-	30-50	-	-	-	-	-	-
	Gnaisse 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_u – Coesão não drenada;
- E – Módulo de deformabilidade;
- E_u – Módulo de deformabilidade não drenado;
- σ_{ci} – Resistência Não Confinada da Rocha Intacta;
- GSI – Índice de resistência geológica
- mi – 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 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.

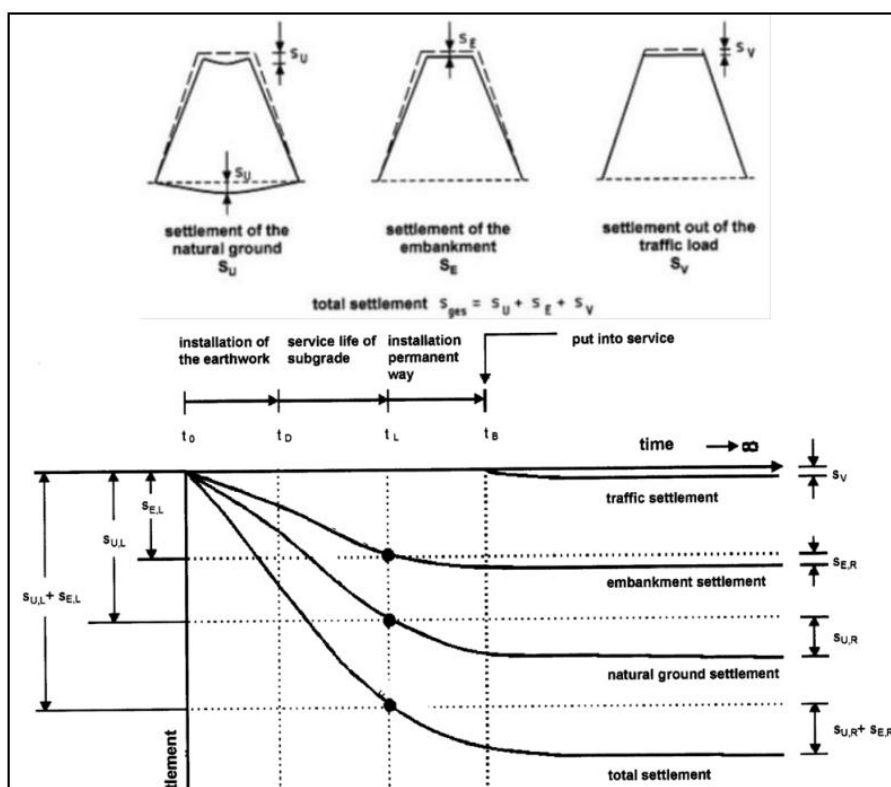


Figura 6 – Tipos de assentamentos expectáveis num aterro e/ou Bloco Técnico (IRS 70719)

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.

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+245.90	70+263.53	20	40	>50
70+921.08	71+030	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/m².

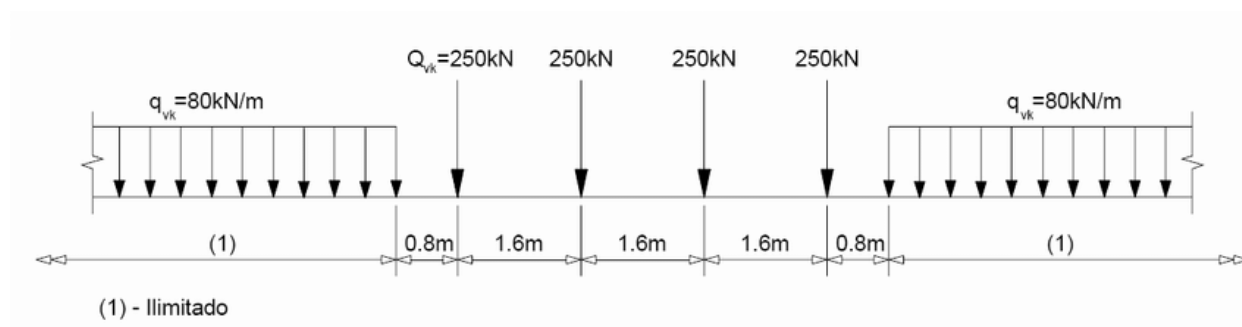


Figura 7 – Modelo de carga LM71

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.

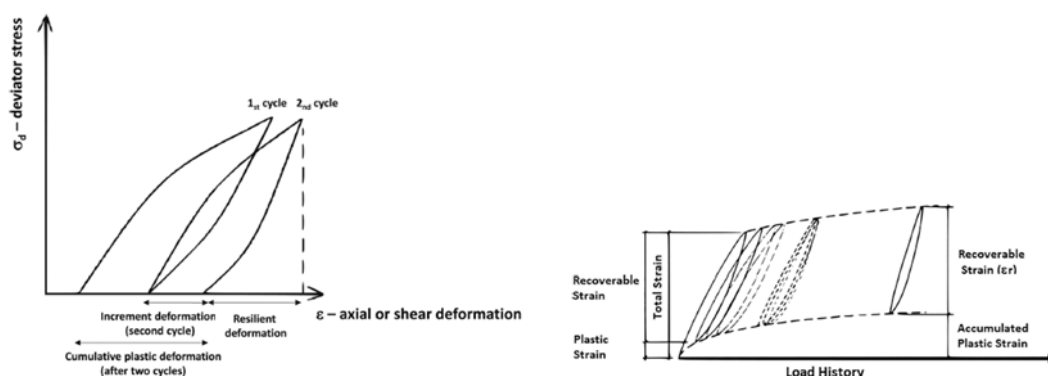


Figura 9 – Definição da deformação permanente num material granular

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).

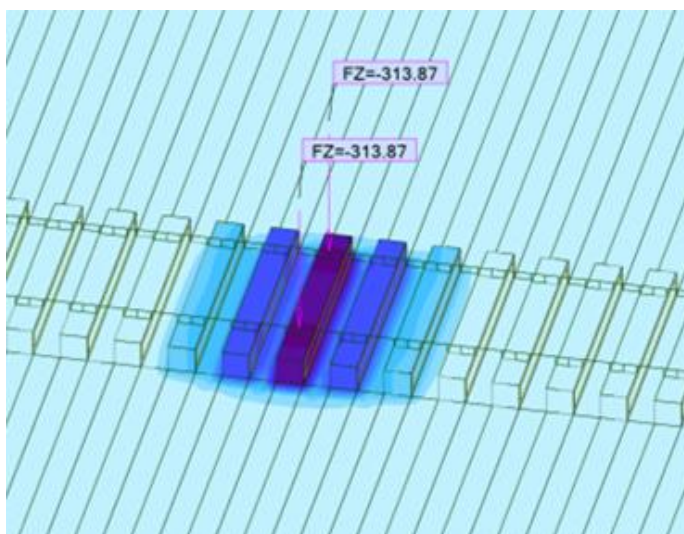


Figura 10 - Distribuição das cargas aplicadas no topo do carril (exemplo)

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 (ΔN). De salientar, contudo, que esta metodologia pressupõe que as tensões se mantêm inalteradas ao longo do ΔN , 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 ε_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.

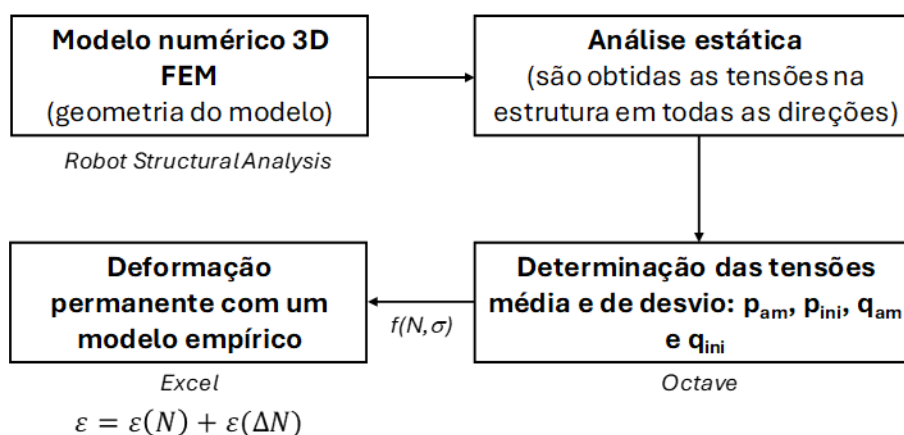
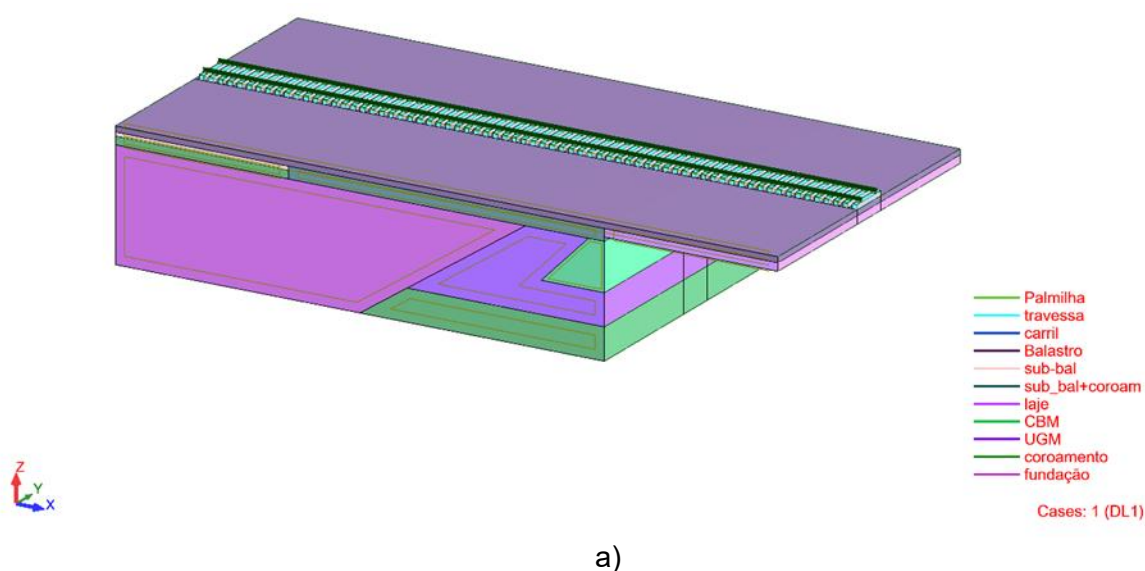


Figura 11 – Fluxograma representativo da metodologia adotada para avaliar as cargas cíclicas



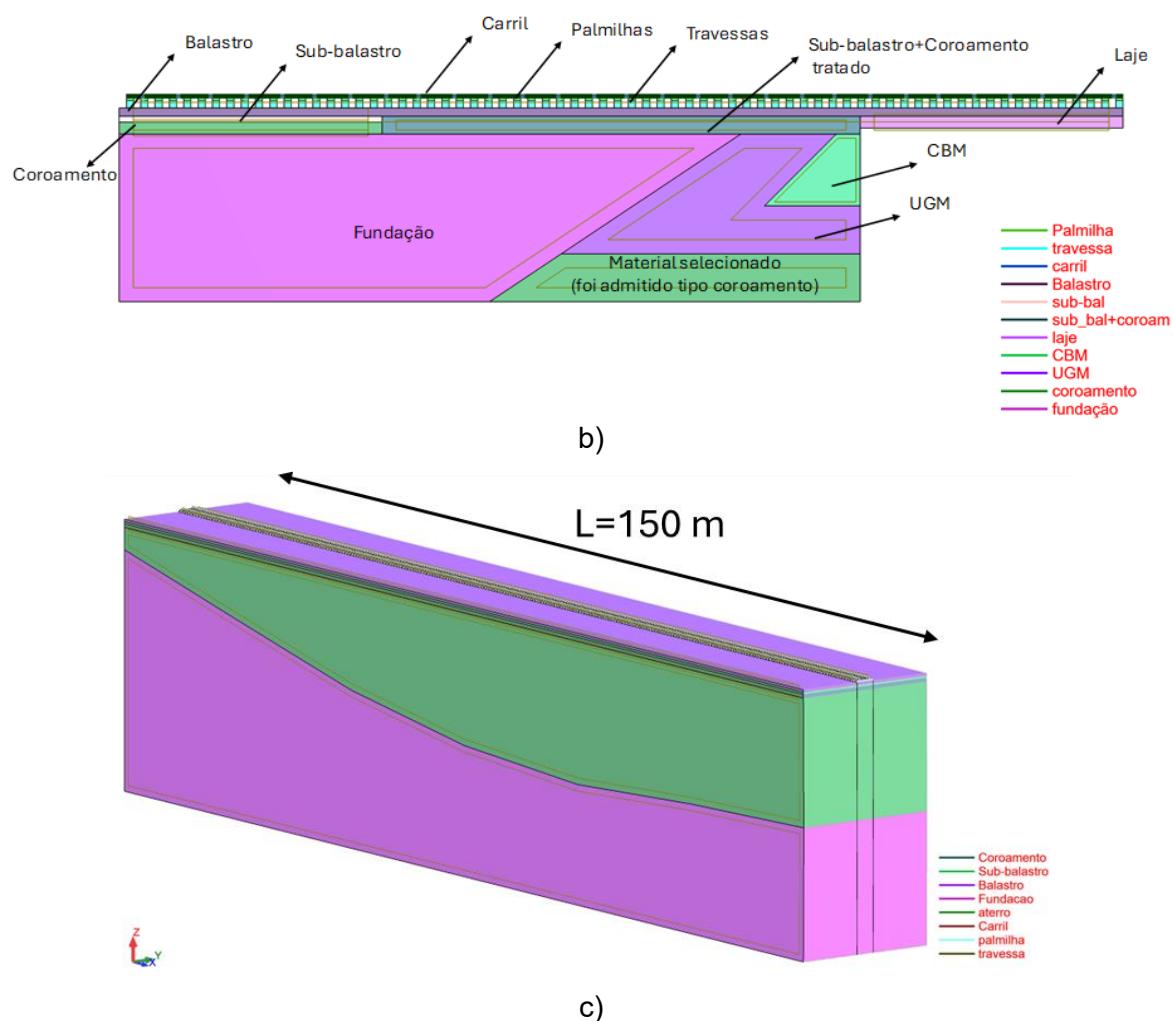


Figura 12 – Exemplo de modelos 3D desenvolvidos: a) Bloco Técnico (vista 3D); b) Bloco técnico (alçado e identificação das camadas); c) via-férrea em aterro

ANEXOS

ANEXO I. MEDIÇÕES DETALHADAS DE TERRAPLENAGENS

Station	Corredor LAV (após decapagem)								
	Cut Area (Sq.m.)	Cut Volume (Cu.m.)	Reusable Volume (Cu.m.)	Fill Area (Sq.m.)	Fill Volume (Cu.m.)	Cum. Cut Vol. (Cu.m.)	Cum. Reusable Vol. (Cu.m.)	Cum. Fill Vol. (Cu.m.)	Cum. Net Vol. (Cu.m.)
	Viaduto de Campanhã								
69+563.216	0	0	0	0	0	0	0	0	0
70+238,258	Viaduto de Campanhã								
70+250.000	18,96	237,01	237,01	72,46	905,81	237,01	237,01	905,81	-668,8
70+275.000	24,62	544,71	544,71	32,97	1317,93	781,72	781,72	2223,73	-1442,01
70+300.000	39,76	815,92	815,92	4	470,84	1597,64	1597,64	2694,57	-1096,93
70+325.000	100,06	1797,61	1797,61	0,05	51,59	3395,26	3395,26	2746,16	649,09
70+350.000	37,22	1764,62	1764,62	0,04	1,14	5159,88	5159,88	2747,3	2412,58
70+375.000	33,75	902,43	902,43	0	0,46	6062,31	6062,31	2747,76	3314,55
70+400.000	23,52	725,05	725,05	0	0,07	6787,36	6787,36	2747,83	4039,53
70+425.000	21,1	557,73	557,73	0,59	7,43	7345,09	7345,09	2755,26	4589,83
70+450.000	24,12	565,31	565,31	0,32	11,39	7910,4	7910,4	2766,65	5143,75
70+475.000	23,21	591,72	591,72	0,86	14,77	8502,12	8502,12	2781,43	5720,7
70+500.000	23,28	581,16	581,16	0,7	19,49	9083,28	9083,28	2800,91	6282,37
70+525.000	24,82	601,27	601,27	0,54	15,44	9684,55	9684,55	2816,35	6868,2
70+550.000	26,12	636,78	636,78	0	6,7	10321,33	10321,33	2823,05	7498,28
70+575.000	25,2	641,54	641,54	0,28	3,45	10962,87	10962,87	2826,5	8136,37
70+600.000	25,11	628,91	628,91	0,39	8,28	11591,78	11591,78	2834,78	8757
70+625.000	24,61	621,43	621,43	0,52	11,28	12213,21	12213,21	2846,06	9367,15
70+650.000	23,97	607,16	607,16	1,35	23,29	12820,37	12820,37	2869,35	9951,02
70+675.000	22,6	582,05	582,05	2,52	48,28	13402,42	13402,42	2917,63	10484,79
70+700.000	41,02	794,85	794,85	4,38	87,86	14197,27	14197,27	3005,49	11191,78
70+725.000	37,85	983,41	983,41	0	56,79	15180,68	15180,68	3062,28	12118,4
70+750.000	30,86	859,3	859,3	0	0	16039,99	16039,99	3062,28	12977,71
70+775.000	26,3	715,67	715,67	0,01	0,08	16755,66	16755,66	3062,36	13693,3
70+800.000	20,54	585,55	585,55	0,26	3,31	17341,21	17341,21	3065,67	14275,53
70+825.000	26,21	584,39	584,39	0	3,23	17925,6	17925,6	3068,9	14856,69
70+850.000	26,37	657,25	657,25	0	0	18582,85	18582,85	3068,9	15513,94
70+875.000	20,91	586,86	586,86	0,68	8,15	19169,71	19169,71	3077,05	16092,66
70+900.000	27,08	596,67	596,67	0	8,15	19766,38	19766,38	3085,2	16681,19
70+925.000	45,1	892,73	892,73	0,01	0,09	20659,11	20659,11	3085,29	17573,82
70+950.000	13,13	727,9	727,9	23,99	299,95	21387,01	21387,01	3385,24	18001,77
70+975.000	8,48	270,04	270,04	54,88	985,85	21657,04	21657,04	4371,09	17285,95
71+000.000	7,77	203,12	203,12	60,67	1444,42	21860,17	21860,17	5815,51	16044,65
71+025.000	6,45	174,98	174,98	58,96	1521,35	22035,14	22035,14	7336,86	14698,28
71+029.935	6,1	30,95	30,95	51,21	271,8	22066,09	22066,09	7608,66	14457,43

Station	Corredor decapagem								
	Cut Area (Sq.m.)	Cut Volume (Cu.m.)	Reusable Volume (Cu.m.)	Fill Area (Sq.m.)	Fill Volume (Cu.m.)	Cum. Cut Vol. (Cu.m.)	Cum. Reusable Vol. (Cu.m.)	Cum. Fill Vol. (Cu.m.)	Cum. Net Vol. (Cu.m.)
	Viaduto de Campanhã								
69+563.216	0	0	0	0	0	0	0	0	0
70+238,258	70+238,258	Viaduto de Campanhã							
70+250.000	0,71	8,86	8,86	0	0	8,86	8,86	0	8,86
70+275.000	2,75	43,29	43,29	0	0	52,15	52,15	0	52,15
70+300.000	3,62	82,77	82,77	0	0	134,92	134,92	0	134,92
70+325.000	4,87	110,52	110,52	0	0	245,44	245,44	0	245,44
70+350.000	1,13	78,26	78,26	0	0	323,69	323,69	0	323,69
70+375.000	0	14,77	14,77	0	0	338,46	338,46	0	338,46
70+400.000	2,46	31,42	31,42	0	0	369,88	369,88	0	369,88
70+425.000	4,93	92,42	92,42	0	0	462,29	462,29	0	462,29
70+450.000	2,31	90,45	90,45	0	0	552,74	552,74	0	552,74
70+475.000	1,73	50,44	50,44	0	0	603,18	603,18	0	603,18
70+500.000	1,15	35,95	35,95	0	0	639,13	639,13	0	639,13
70+525.000	0,25	17,53	17,53	0	0	656,66	656,66	0	656,66
70+550.000	0	3,17	3,17	0	0	659,83	659,83	0	659,83
70+575.000	0,09	1,07	1,07	0	0	660,9	660,9	0	660,9
70+600.000	1,61	21,21	21,21	0	0	682,11	682,11	0	682,11
70+625.000	1,83	43,02	43,02	0	0	725,12	725,12	0	725,12
70+650.000	1,76	44,84	44,84	0	0	769,96	769,96	0	769,96
70+675.000	1,46	40,17	40,17	0	0	810,13	810,13	0	810,13
70+700.000	1,86	42,28	42,28	0	0	852,41	852,41	0	852,41
70+725.000	0	24,14	24,14	0	0	876,54	876,54	0	876,54
70+750.000	0	0	0	0	0	876,54	876,54	0	876,54
70+775.000	0	0	0	0	0	876,54	876,54	0	876,54
70+800.000	0	0	0	0	0	876,54	876,54	0	876,54
70+825.000	0	0	0	0	0	876,54	876,54	0	876,54
70+850.000	0	0	0	0	0	876,54	876,54	0	876,54
70+875.000	0	0	0	0	0	876,54	876,54	0	876,54
70+900.000	0	0	0	0	0	876,54	876,54	0	876,54
70+925.000	0,25	3,14	3,14	0	0	879,69	879,69	0	879,69
70+950.000	4,89	64,27	64,27	0	0	943,96	943,96	0	943,96
70+975.000	5,33	127,74	127,74	0	0	1071,7	1071,7	0	1071,7
71+000.000	5,77	138,82	138,82	0	0	1210,52	1210,52	0	1210,52
71+025.000	6,2	151,21	151,21	0	0	1361,73	1361,73	0	1361,73
71+029.935	6,29	30,82	30,82	0	0	1392,55	1392,55	0	1392,55

n	Aterros											
	Area colchão drenante	F.01.01.19 - Volume colchão drenante	Area Camada drenante	F.01.01.22 - Volume camada drenante	Area espaldar+base (exceto saneado)	F.01.01.12 - Volume QS2/QS3	Area pré-carga	Volume pré-carga	Aterro QS2	F.01.01.11 - Volume QS2	F.01.01.28 - proteção enrocamento	F.01.01.28 - volume
	Viaduto de Campanhã											
69+563.21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
70+238.25	Viaduto de Campanhã											
70+250.00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	72,46	905,81	0,00	0,00
70+275.00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	32,97	1317,93	0,00	0,00
70+300.00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00	470,84	0,00	0,00
70+325.00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	51,59	0,00	0,00
70+350.00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	1,14	0,00	0,00
70+375.00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,46	0,00	0,00
70+400.00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00
70+425.00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,59	7,43	0,00	0,00
70+450.00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,32	11,39	0,00	0,00
70+475.00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,86	14,77	0,00	0,00
70+500.00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,70	19,49	0,00	0,00
70+525.00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,54	15,44	0,00	0,00
70+550.00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,70	0,00	0,00
70+575.00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,28	3,45	0,00	0,00
70+600.00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,39	8,28	0,00	0,00
70+625.00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,52	11,28	0,00	0,00
70+650.00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,35	23,29	0,00	0,00
70+675.00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,52	48,28	0,00	0,00
70+700.00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,38	87,86	0,00	0,00
70+725.00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	56,79	0,00	0,00
70+750.00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
70+775.00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,08	0,00	0,00
70+800.00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,26	3,31	0,00	0,00
70+825.00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,23	0,00	0,00
70+850.00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
70+875.00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,68	8,15	0,00	0,00
70+900.00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,15	0,00	0,00
70+925.00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,09	0,00	0,00
70+950.00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	23,99	299,95	0,00	0,00
70+975.00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	54,88	985,85	0,00	0,00
71+000.00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	60,67	1444,42	0,00	0,00
71+025.00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	58,96	1521,35	0,00	0,00
71+029.93	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	51,21	271,80	0,00	0,00

Station	Escavação							Revestimento vegetal	
	% reutilizável	% QS1	Volume QS1	% QS2	Volume QS2	% explosivos	Volume	m2	m3
	Viaduto de Campanhã								
69+563.216	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0
70+238.258	Viaduto de Campanhã								
70+250.000	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0
70+275.000	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
70+300.000	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
70+325.000	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
70+350.000	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
70+375.000	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
70+400.000	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
70+425.000	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
70+450.000	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
70+475.000	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
70+500.000	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
70+525.000	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
70+550.000	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
70+575.000	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
70+600.000	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
70+625.000	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
70+650.000	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
70+675.000	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
70+700.000	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
70+725.000	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
70+750.000	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
70+775.000	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
70+800.000	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
70+825.000	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
70+850.000	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
70+875.000	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
70+900.000	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
70+925.000	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
70+950.000	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
70+975.000	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
71+000.000	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
71+025.000	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
71+029.935	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		