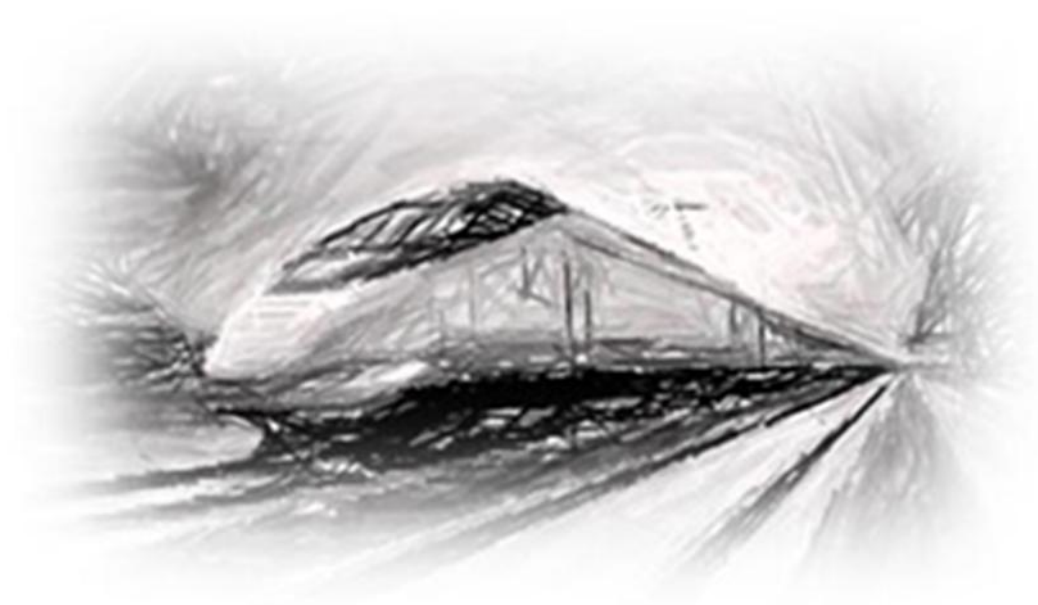


**LINHA FERROVIÁRIA DE ALTA VELOCIDADE ENTRE
PORTO (CAMPANHÃ) E LISBOA**
TROÇO PORTO (CAMPANHÃ) A OIÃ
SUBTROÇO A4 – KM 49+900 AO KM 69+563



PROJETO DE EXECUÇÃO
V03 – SUPER-ESTRUTURA DE VIA

Memória descritiva e justificativa

Controlo de Assinaturas

Realizado	Revisto	Aprovado Coordenador Projeto
Vítor Coelho	Vítor Coelho	António Campos e Matos
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 PF102A4.PR.03.00.00.00.MDJ.01	
O Responsável Unidade -	Revisão 01	Data 30-04-2026
O Responsável Departamento -	Código Projetista -	
O Diretor -	Nome do Ficheiro PF102A4.PR.03.00.00.00.MDJ.01	

Registo de Alterações

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

LINHA FERROVIÁRIA DE ALTA VELOCIDADE ENTRE PORTO (CAMPANHÃ) E LISBOA**TROÇO PORTO (CAMPANHÃ) A OIÃ****SUBTROÇO A4 – KM 49+900 AO KM 69+563****PROJETO DE EXECUÇÃO****V03 – SUPER-ESTRUTURA DE VIA****MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA****ÍNDICE**

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	Considerações Gerais	1
1.2	Normativo Aplicável	3
2	CRITÉRIOS GEOMÉTRICOS DE TRAÇADO	4
2.1	Considerações Gerais	4
2.2	Requisitos Técnicos e Funcionais	6
2.3	Parâmetros Funcionais de Traçado	7
2.4	Parâmetros Geométricos de Traçado	8
2.5	Pontos Singulares do Traçado	12
2.6	Gabarito Ferroviário	12
2.7	Perfis Transversais Tipo	14
3	DESCRIÇÃO DOS TRAÇADOS	21
3.1	Descrição do Traçado em Planta	21
3.2	Descrição do Traçado em Perfil Longitudinal	23
3.3	Descrição do Traçado	24
3.4	Resumo dos Cálculos Dinâmicos das Soluções Adotadas	31
3.5	Alterações aos Traçados	35
4	INSTALAÇÕES DE APOIO À EXPLORAÇÃO	45
4.1	Considerações Gerais	45
4.2	Postos Intermédios de Banalização (PIB)	45
4.3	Estações	46
4.3.1	Estação de Santo Ovídio	46
5	SUPERESTRUTURA	52
5.1	Carril	52
5.2	Travessas e Fixações	53

5.3	Balastro	54
5.4	Aparelhos de Via	55
5.4.1	Aparelhos de Mudança de Via (AMV)	55
5.4.2	Aparelhos de Dilatação	56

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Diagrama da Linha de Alta Velocidade Porto/Lisboa e definição dos lotes e subtroço 4.	1
Figura 2 – Perfil do Gabarito PTc (extraído do “Diretório de Rede” de 2017 da IP, S.A.)	13
Figura 3 – Perfil do Gabarito PTc - Extraído da “EN 15273-3:2013”	13
Figura 4 - PTT Vias Gerais - Via dupla balastrada em reta	15
Figura 5 - Vias Gerais - Via dupla balastrada em curva	15
Figura 6 - Vias Gerais LAV - Via Balastrada em reta – Valeta triangular em escavação	16
Figura 7 - Vias Gerais LAV - Via Balastrada em reta - Contenção lateral em escavação	16
Figura 8 – Pontes/Viadutos LAV- Via balastrada em reta	17
Figura 9 - Túneis Cassufas, A41 e Negrelos 1 – Via balastrada em reta	17
Figura 10 - Túnel Negrelos 2 – Via Balastradas em curva – Cut & Cover	18
Figura 11 - Vias Gerais LAV – Via Betonada em reta	18
Figura 12 - Pontes/Viadutos LAV- Via betonada em reta	19
Figura 13 - Túnel Casaldeita – Via betonada em reta	19
Figura 14 – Túnel Vila Nova de Gaia – Via betonada em reta	20
Figura 15 - Túnel Vila Nova de Gaia – Via betonada – Zona Estação Santo Ovídio	20
Figura 16 - Pormenor de transição entre via balastrada e via betonada.	27
Figura 17 – Alteração entre o PK 49+000 e o PK 51+000.	37
Figura 18 - Alteração ao PK 51+500 (Túnel do Souto) e na Ponte sobre a Rib^a da Sr^a de Silvalde.	38
Figura 19 - Alteração entre os kms 52+000 e 54+500 (Túnel de Cassufas e Túnel da A41)	39
Figura 20 - Alteração entre o PK 54+500 e o PK 58+500 (Túneis de Casaldeita)	40
Figura 21 – Alteração entre o PK 57+500 e o PK 61+000 (PIB e Túneis de Negrelos 1)	41
Figura 22 - Alteração entre o PK 60+500 e o PK 63+500 (Túnel de Negrelos 2 e Zona da Pedreira das Lajes)	42
Figura 23 - Alteração da Planta e da Rasante no cruzamento da A29 e da Pedreira das Lajes	43
Figura 26 – Alteração do Túnel de Vila Nova de Gaia.	44
Figura 27 - Diagrama Unifilar do PIB.	46
Figura 26 – Zona atual onde será implantada a nova Estação de Vila Nova de Gaia (Ortofotos).	49
Figura 29 - Diagrama Unifilar Estação Vila Nova de Gaia	50
Figura 30 – Características físicas do Carril 60E1 (Fonte: EN 13674-1).	52
Figura 31 – Esquema de tipo de soldadura a aplicar	53
Figura 32 – Travessa de betão monobloco polivalente (bitola 1668 ou bitola 1435 mm)	53
Figura 33 – Fixações Tipo VOSSLOH W14	54
Figura 34 – Exemplo de um Aparelho de dilatação	57

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 – Valores dos parâmetros funcionais do traçado para Velocidades acima de 230 km/h	7
Quadro 2 – Valores dos parâmetros funcionais do traçado para Velocidades abaixo ou igual a 230 km/h	7
Quadro 3 – Valores dos parâmetros geométricos do traçado para $V_{m\acute{a}x} = 300$ km/h	8
Quadro 4 – Valores dos parâmetros geométricos do traçado para $V_{m\acute{a}x} = 280$ km/h	9
Quadro 5 – Valores dos parâmetros geométricos do traçado para $V_{m\acute{a}x} = 230$ km/h	10
Quadro 6 – Valores dos parâmetros geométricos do traçado para $V_{m\acute{a}x} = 120$ km/h	10
Quadro 7 – Valores dos parâmetros geométricos do traçado para $V_{m\acute{a}x} = 70$ km/h	11
Quadro 8 – Resumo da definição geométrica do PTT da LAV	14
Quadro 9 – Resumo da definição geométrica da diretriz da LAV do Subtroço 4	21
Quadro 10 – Resumo da definição geométrica da rasante da LAV do Subtroço 4	23
Quadro 11 - Cálculo Dinâmico LAV Subtroço 4 – Planta	32
Quadro 12 - Cálculo Dinâmico da LAV Subtroço 4 - Perfil Longitudinal	34
Quadro 13 – Localização PIB no subtroço 4	46

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

A linha ferroviária de alta velocidade entre Porto (Campanhã) e Lisboa, designada por LAV Porto-Lisboa, com uma extensão total de aproximadamente 295 km, vai ser construída em via dupla de bitola ibérica (1668 mm), eletrificada a 25 KVA e preparada para tráfego de passageiros a uma velocidade máxima de 300 km/h, visando atingir um tempo de percurso direto entre Porto e Lisboa da ordem da 1h15.

A LAV Porto-Lisboa será ligada à rede convencional, nomeadamente à Linha do Norte e à Linha do Oeste, a norte e a sul das referidas estações existentes, para permitir o acesso dos comboios de AV às mesmas e o acesso dos comboios de longo curso convencionais à LAV Porto-Lisboa. Esta integração entre as duas redes, AV e convencional, possibilita, ainda, que a construção da LAV seja faseada no tempo.

A LAV Porto-Lisboa será, assim, construída em 3 fases:

- Fase 1, subdividida nos troços entre Porto (Campanhã) e Oiã, onde se integra o presente estudo, e entre Oiã e Soure (com ligação à Linha do Norte);
- Fase 2, entre Soure e o Carregado (com ligação à Linha do Norte);
- Fase 3, entre o Carregado e Lisboa (Oriente).

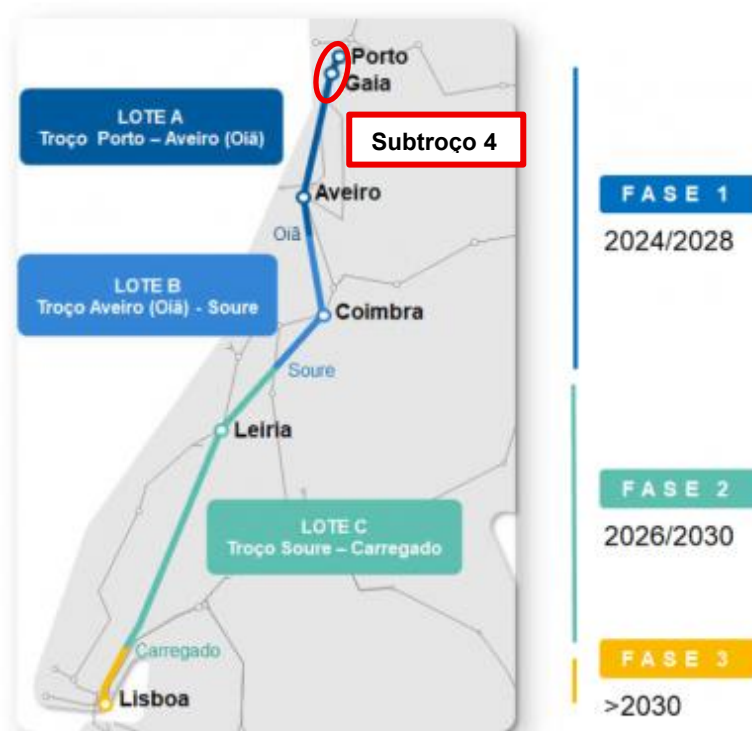


Figura 1 – Diagrama da Linha de Alta Velocidade Porto/Lisboa e definição dos lotes e subtroço 4.

A linha ferroviária de alta velocidade entre Porto (Campanhã) e Oiã (LAV Porto-Oiã) corresponde ao Lote A da Fase 1 da LAV Porto-Lisboa, terá uma extensão aproximada de 71 km e incluirá uma nova travessia sobre o rio Douro (uma ferroviária e outra rodoviária), a adaptação da atual Estação de Porto (Campanhã) às necessidades da AV, a construção, de raiz, de uma nova Estação em Vila Nova de Gaia e uma subestação de tração elétrica na zona de Estarreja. Incluirá, também, ligações desniveladas e nos dois sentidos à Linha do Norte, cada uma com, aproximadamente, 8,5 km de extensão, a materializar nas proximidades de Canelas, visando servir a atual Estação de Aveiro.

Entre a Estação de Porto (Campanhã) e Oiã, aproximadamente 71 km de via-férrea de alta velocidade com as seguintes características:

- o tráfego exclusivo de passageiros;
- Via dupla, banalizável, com circulação normal pela esquerda;
- Entre-eixo mínimo de 4,7 m;
- Bitola ibérica (1668 mm), a mesma da restante rede ferroviária nacional;
- Carril tipo UIC60;
- Travessa de betão monobloco polivalente, para permitir uma futura migração para bitola europeia;
- Velocidade de projeto da ordem dos 300 km/h;
- Categoria da Linha: P1 e P3
- Carga máxima de 22,5 toneladas por eixo;
- Plataformas com 420 m de comprimento e 760 mm de altura;
- Gabarito vertical mínimo nas Passagens Superiores: 6,5 m em Plena Via e 7,0 m em Estações;
- Eletrificação por catenária LP300 (interoperável), com sistema 2x25 kV/50Hz, compatível com a frota existente;
- Sistema de retorno de corrente de tração, terras e proteções (RCT+TP); Infraestruturas para instalação de sinalização eletrónica ETCS Nível 2, com sinalização lateral simplificada como sistema de fallback, e GSM-R (a conceção, construção e manutenção dos sistemas de sinalização e telecomunicações não faz parte do contrato);
- Interoperabilidade, mediante respeito integral pelas ETI para bitola ibérica.

O Lote A encontra-se dividido em seis subtroços. O subtroço 4, objeto do presente estudo, desenvolve-se nos concelhos de Ovar, Santa Maria da Feira, Espinho, Vila Nova de Gaia e Porto numa extensão de 19,7 km entre os PK 49+900 e PK 69+563.

A presente memória descritiva e justificativa refere-se à especialidade integrada no Volume 03 – Superestrutura de Via, em fase de Projeto de Execução, e apresenta os critérios de dimensionamento geométrico e dinâmicos do traçado, o cálculo dinâmico e estudos de velocidade para cada tipo de material circulante, a caracterização e quantificação dos equipamentos e materiais de via e os critérios que presidiram à escolha do tipo de soluções de via e materiais, bem como a descrição do traçado.

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.

1.2 NORMATIVO APLICÁVEL

Relativamente à aplicação das normas aplicáveis a projetos e estudos ferroviários, de acordo com o Caderno de Encargos seguir-se-á a seguinte hierarquia:

1. Normas Técnicas do CEN (incluindo os Eurocódigos Estruturais), as Normas Técnicas do CENELEC e as Normas Técnicas IEC, sendo que, no caso de existir uma tradução portuguesa dessas normas, esta prevalece sobre a versão não traduzida;
2. Normas Técnicas Portuguesas;
3. Normas e Procedimentos da UIC;
4. Normas IP.

O sistema de unidades a aplicar é o Sistema Internacional (SI) e é esse sistema que deve ser utilizado na interpretação da documentação normativa técnica aplicável.

No anexo 5 – Parte B do Caderno de Encargos encontra-se listado os Diplomas Legais e Normativos para a definição de bases uniformes de aspetos técnicos do traçado, com base em critérios como o de segurança, o de conforto do passageiro, o de manutenção e o de exploração para elaboração do projeto de via-férrea.

Com o objetivo de garantir a interoperabilidade do troço nos subsistemas aplicáveis, o desenvolvimento dos estudos deverá cumprir as Especificações Técnicas de Interoperabilidade indicadas no ponto 7 do anexo 5 – Parte B do Caderno de Encargos.

2 CRITÉRIOS GEOMÉTRICOS DE TRAÇADO

2.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

O presente estudo de traçado da Linha de Alta Velocidade (LAV) entre Porto e Lisboa, Troço Porto (Campanhã / Oiã), Subtroço A4 teve por base todos os elementos que constituem os Estudos de Referência patenteados a Concurso, nomeadamente:

- Trabalhos preparatórios:
 - Ortofotomapas;
 - Base Cartográfica, nas escalas 1:1000 e 1:5000;
 - Topografia e Coordenação de via;
 - Reconhecimentos Geológico -Geotécnico;
- Estudo prévio do Lote A da LAV patenteados a Concurso, incluindo o EIA;
- Declaração de Impacte Ambiental (DIA);
- Normas;
- Caderno de Encargos, respostas aos esclarecimentos e demais elementos fornecidos.

A definição dos estudos assentou nos seguintes pressupostos:

- Solução de traçado escolhida na DIA como preferencial para Subtroço A4 da Linha Ferroviária de Alta Velocidade entre Porto e Lisboa;
- O Subtroço A4 integra-se no Lote A e desenvolve-se entre os PK 49+900 e o PK 69+563, atravessando os concelhos de Ovar, Santa Maria da Feira, Espinho, Vila Nova de Gaia e Porto;
- Sistema de referência do projeto: PT-TM06/ETRS89 – ETRS89 (European Terrestrial Reference System 1989).
- O traçado foi desenvolvido dentro do corredor ambientalmente aprovado no âmbito do estudo prévio patenteados a Concurso.
- Consideração e integração de todas as condicionantes ao desenvolvimento do projeto previstas na Declaração de Impacte Ambiental (DIA);
- Plataforma de via dupla para tráfego de passageiros em Bitola Ibérica, para uma velocidade máxima de 300 km/h para a LAV;
- Possível utilização das linhas por comboios convencionais, com menor velocidade, considerando-se assim a velocidade mínima de 160 km/h;
- O Subtroço A4 integra um Posto Intermédio de Banalização centrado ao PK 58+036.569 com comprimento útil de 832,91 m (medido entre as lanças dos AMV de plena via), uma zona neutra localizada ao PK 59+350 e uma estação centrada ao PK 66+508.097;
- Cumprimento das especificações técnicas da UE para a interoperabilidade do sistema ferroviário transeuropeu;
- Cumprimento das normas e especificações fornecidas e indicadas nos documentos de Concurso e no Caderno de Encargos.

O traçado de via foi desenvolvido e otimizado entrando em linha de conta com as restrições impostas e compatibilizado com as restantes especialidades, considerando:

- Infraestrutura fixa de tração elétrica;
- Instalações de apoio à Exploração (PIB, Zona Neutra, Edifícios Técnicos e Estações);
- Projeto e construção das Obras de Arte Especiais para uma secção em via dupla;
- Obras de Arte Corrente dos restabelecimentos projetadas e construídas para atravessamentos de uma secção em via dupla;
- Túneis;
- Infraestruturas necessárias para instalação de todos os componentes de Sinalização eletrónica e telecomunicações;
- Minimização das interferências com as principais infraestruturas de serviços afetados (existentes e/ou previstos);
- Inexistência de atravessamentos (pedonais e rodoviários) de nível;
- Passagens Hidráulicas;
- Caminho de Serviço preferencialmente de um dos lados, ao longo de toda a extensão de via.

No estudo dos traçados de via, em fase de projeto de execução, para além dos aspetos referidos anteriormente, no projeto de execução, pretendeu-se desenvolver soluções, adotando valores de parâmetros geométricos que ofereçam os mais elevados níveis de conforto, com o objetivo de maximizar a relação custo/benefício não só ao nível construtivo, mas também em termos da manutenção ao longo da vida útil da infraestrutura. Nesta fase de projeto este critério teve de ser ponderado e compatibilizado tendo considerado o que consta na fase anterior, Estudo Prévio (EP), e no Estudo de Impacte Ambiental relativamente a condições de ocupação existente no território em termos de manchas urbanas existentes e as que se encontram já previstas em Planos de Ordenamento do Território. Teve-se ainda em consideração as infraestruturas existentes, tendo como princípio a menor afetação possível. Todas estas condicionantes foram ponderadas de modo a encontrar um equilíbrio entre os impactes da LAV, o melhor desempenho possível dentro das prestações esperadas e os custos da sua implantação.

Juntamente com a seleção pontual dos valores dos diferentes parâmetros, foi tido em conta o critério de coerência sequencial, de modo que na adoção de cada valor num determinado ponto do traçado se tenha em conta os valores adotados nos troços adjacentes, estabelecendo-se a coerência mediante a consideração das condições de circulação dos comboios.

Definem-se de seguida os parâmetros geométricos e os respetivos valores adotados no cálculo da via. Como ponto de partida, considera-se uma velocidade de projeto de 300 km/h com tráfego exclusivamente de passageiros e conforme os pressupostos do estudo. No entanto, no trecho entre o PK 49+900 e o PK 51+771,111 do Subtroço A4 (e antecedendo do Subtroço A3 desde o PK 48+849,690) considera-se uma velocidade inferior, de 280 km/h, conforme o que consta no Esquema Unifilar do Estudo Prévio, Solução da Declaração de Impacte Ambiental (DIA) e que consta do Caderno de Encargos, conforme se apresenta adiante nos quadros dos parâmetros dinâmicos. Esta redução de velocidade prende-se com as características urbanas existentes nesta zona do traçado e com a proximidade ao Nó de ligação à A29/IC1.

Além desta limitação, existem outras zonas neste subtroço em que é necessária uma redução da velocidade de projeto, nomeadamente:

- Para 230 km/h, ao PK 64+957,957 na aproximação ao túnel de Vila Nova de Gaia vindo de sul e à nova Estação de Vila Nova de Gaia, havendo uma desaceleração gradual da velocidade antes de atingir este ponto;
- Para 120 km/h na chegada à nova Estação de Vila Nova de Gaia e ainda dentro do Túnel de Vila Nova de Gaia, em direção ao Porto, ao PK 66+050, havendo uma transição de velocidade dentro do túnel de Vila Nova de Gaia;
- E para os 70 km/h na chegada a Campanhã, antes da última curva deste subtroço, ao PK 69+256.972, na Ponte sobre o Rio Douro;

Quanto às curvas de transição adotaram-se as do tipo clotóide, com comprimentos amplos que não penalizem o conforto do passageiro e que permitam transições geométricas e dinâmicas que não provoquem um desgaste prematuro do material circulante nem da superestrutura da via.

Os valores dos parâmetros geométricos que a seguir se apresentam correspondem às características funcionais da linha que, em termos de traçado de via, permitem a circulação de comboios exclusivamente de passageiros a uma velocidade máxima de 300 km/h. No entanto, há que ter em atenção que se prevê a utilização da linha férrea por comboios convencionais de velocidade mais baixa, pelo que se considerou uma velocidade mínima de circulação de 160 km/h.

Apresentam-se nos capítulos seguintes os quadros com os parâmetros funcionais e geométricos de traçado, valores normais e excecionais, para o Subtroço A4 da LAV indicando-se os valores seguintes:

- Valores limites normais, que permitem um aumento de velocidade no futuro, sem restrições de curvas excecionais, e com boa manutenção e bom conforto;
- Valores limites excecionais, que implicam restrições em termos de maior manutenção e pior conforto; um eventual aumento de velocidade poderá apresentar problemas de segurança.

O dimensionamento do traçado da via-férrea foi realizado segundo os valores dos parâmetros geométricos e funcionais, definidos na GR.IT.VIA.023 e EN 13803-1.

Nos parâmetros indicados nos quadros abaixo, segundo as normas, temos valores fixos que estão tabelados e outros que são determinados através de expressões que dependem de parâmetros, como por exemplo, a velocidade. Para estes parâmetros, os valores indicados foram determinados para a velocidade de 300 km/h. Para os troços com velocidades máximas distintas destas (280 km/h, 230 km/h, 120km/h e 70 km/h), foram efetuados os cálculos dos parâmetros com as velocidades correspondentes, e em qualquer dos casos, respeitando sempre os parâmetros normativos mínimos admissíveis.

2.2 REQUISITOS TÉCNICOS E FUNCIONAIS

Os requisitos técnicos gerais e funcionais para o Subtroço A4 são os seguintes:

- transporte ferroviário em bitola ibérica para tráfego de passageiros;
- Via dupla de bitola Ibérica (1668 mm)
- Travessas em betão monobloco polivalente;
- Velocidade de projeto: 300 km/h, exceto onde assinalado no projeto;
- Eletrificação no sistema 2x25 kV/50Hz;

- Obras de Arte Especiais: via dupla;
- Passagens desniveladas (Obras de Arte Correntes): via dupla;
- Extensões aproximadas de linhas novas: 39,4 km em plena via;
- Especificações Técnicas de Interoperabilidade em vigor.

2.3 PARÂMETROS FUNCIONAIS DE TRAÇADO

Apresentam-se no quadro abaixo os parâmetros funcionais de traçado, e os respetivos valores limite normais e limite excecionais.

Quadro 1 – Valores dos parâmetros funcionais do traçado para Velocidades acima de 230 km/h

LAV		
Parâmetros Funcionais	Valores Limite Normais	Valores Limite Excecionais
Escala Máxima D (mm)	160	180
Insuficiência de escala I (mm)	115	150
Aceleração não compensada a_{nc} (m/s ²)	0,4	0,65
Excesso de escala E (mm)	100	135
Variação da escala no tempo dD/dt (mm/s)	50	60
Variação de escala com o comprimento dD/dL (mm/m)	2,15	2,5
Variação da insuficiência de escala no tempo dI/dt (mm/s)	60	85
Variação de aceleração não compensada no tempo $d a_{nc}/dt$ (m/s ³)	0,36	0,49
Aceleração vertical a_v (m/s ²)	0,22	0,44

Quadro 2 – Valores dos parâmetros funcionais do traçado para Velocidades abaixo ou igual a 230 km/h

LAV		
Parâmetros Funcionais	Valores Limite Normais	Valores Limite Excecionais
Escala Máxima D (mm)	160	180
Insuficiência de escala I (mm)	160	175

LAV		
Parâmetros Funcionais	Valores Limite Normais	Valores Limite Excepcionais
Aceleração não compensada a_{nc} (m/s ²)	0,4	0,65
Excesso de escala E (mm)	100	135
Variação da escala no tempo dD/dt (mm/s)	50	60
Variação de escala com o comprimento dD/dL (mm/m)	2,15	2,5
Variação da insuficiência de escala no tempo dI/dt (mm/s)	75	90
Variação de aceleração não compensada no tempo da_{nc}/dt (m/s ³)	0,36	0,49*
Aceleração vertical a_v (m/s ²)	0,22	0,30

*Para Velocidades inferiores ou iguais a 220 km/h, o valor a adotar é 0,65

2.4 PARÂMETROS GEOMÉTRICOS DE TRAÇADO

Apresentam-se no quadro abaixo os parâmetros geométricos e os respetivos valores limite normais e limite excepcionais, tanto para o traçado em planta, como em perfil longitudinal.

Quadro 3 – Valores dos parâmetros geométricos do traçado para $V_{m\acute{a}x} = 300$ km/h

Parâmetros Geométricos	LAV ($V_{m\acute{a}x} = 300$ km/h $V_{m\acute{i}n} = 160$ km/h)	
	Valores Limite Normais	Valores Limite Excepcionais
Raio horizontal mínimo R_h (m)	4500	3750
Comprimento de transição, para raio mínimo L_{tc} (m)	270	250
Comprimento mínimo de curvas e retas L_h (m)	200	150
Raio vertical mínimo R_v (m)	31600	15800
Inclinação máxima s (‰)	25	30

Parâmetros Geométricos	LAV (V _{máx.} = 300 km/h V _{mín.} = 160 km/h)	
	Valores Limite Normais	Valores Limite Excepcionais
Comprimento máximo da inclinação máxima L _s (m)	6000	6000
Inclinação mínima em túneis s (‰)	5	2
Inclinação máxima em plataformas de passageiros ou resguardos s (‰)	2,5	4
Comprimento mínimo de curvas verticais / traneis L _v (m)	40/120	40/100

Quadro 4 – Valores dos parâmetros geométricos do traçado para V_{máx.} = 280 km/h

Parâmetros Geométricos	LAV (V _{máx.} = 280 km/h V _{mín.} = 160 km/h)	
	Valores Limite Normais	Valores Limite Excepcionais
Raio horizontal mínimo R _h (m)	3910	3210
Comprimento de transição, para raio mínimo L _{tc} (m)	250	235
Comprimento mínimo de curvas e retas L _h (m)	190	140
Raio vertical mínimo R _v (m)	27500	13800
Inclinação máxima s (‰)	25	30
Comprimento máximo da inclinação máxima L _s (m)	6000	6000
Inclinação mínima em túneis s (‰)	5	2
Inclinação máxima em plataformas de passageiros ou resguardos s (‰)	2,5	4
Comprimento mínimo de curvas verticais e traneis L _v (m)	40/115	20/95

Quadro 5 – Valores dos parâmetros geométricos do traçado para $V_{\text{máx}} = 230 \text{ km/h}$

Parâmetros Geométricos	LAV ($V_{\text{máx.}} = 230 \text{ km/h}$ $V_{\text{mín.}} = 120 \text{ km/h}$)	
	Valores Limite Normais	Valores Limite Excepcionais
Raio horizontal mínimo R_h (m)	2300	2050
Comprimento de transição, para raio mínimo L_{tc} (m)	205	200
Comprimento mínimo de curvas e retas L_h (m)	155	115
Raio vertical mínimo R_v (m)	18600	13700
Inclinação máxima s (‰)	25	30
Comprimento máximo da inclinação máxima L_s (m)	6000	6000
Inclinação mínima em túneis s (‰)	5	2
Inclinação máxima em plataformas de passageiros ou resguardos s (‰)	2,5	4
Comprimento mínimo de curvas verticais e traneis L_v (m)	40/95	20/80

Quadro 6 – Valores dos parâmetros geométricos do traçado para $V_{\text{máx}} = 120 \text{ km/h}$

Parâmetros Geométricos	LAV ($V_{\text{máx.}} = 120 \text{ km/h}$ $V_{\text{mín.}} = 80 \text{ km/h}$)	
	Valores Limite Normais	Valores Limite Excepcionais
Raio horizontal mínimo R_h (m)	650	550
Comprimento de transição, para raio mínimo L_{tc} (m)	110	105
Comprimento mínimo de curvas e retas L_h (m)	60	40
Raio vertical mínimo R_v (m)	5100	3800

Parâmetros Geométricos	LAV (V _{máx.} = 120 km/h V _{mín.} = 80 km/h)	
	Valores Limite Normais	Valores Limite Excepcionais
Inclinação máxima s (‰)	25	30
Comprimento máximo da inclinação máxima L _s (m)	6000	6000
Inclinação mínima em túneis s (‰)	5	2
Inclinação máxima em plataformas de passageiros ou resguardos s (‰)	2,5	4
Comprimento mínimo de curvas verticais e traneis L _v (m)	40/50	20/40

Quadro 7 – Valores dos parâmetros geométricos do traçado para V_{máx} = 70 km/h

Parâmetros Geométricos	LAV (V _{máx.} = 70 km/h V _{mín.} = 50 km/h)	
	Valores Limite Normais	Valores Limite Excepcionais
Raio horizontal mínimo R _h (m)	250	200
Comprimento de transição, para raio mínimo L _{tc} (m)	65	60
Comprimento mínimo de curvas e retas L _h (m)	50	35
Raio vertical mínimo R _v (m)	1800	1300
Inclinação máxima s (‰)	25	30
Comprimento máximo da inclinação máxima L _s (m)	6000	6000
Inclinação mínima em túneis s (‰)	5	2
Inclinação máxima em plataformas de passageiros ou resguardos s (‰)	2,5	4
Comprimento mínimo de curvas verticais e traneis L _v (m)	40/30	20/25

2.5 PONTOS SINGULARES DO TRAÇADO

O assentamento de aparelhos de mudança de via (AMV) deve ser feito em troços em trainel e em reta, embora, em casos excecionais, seja possível fazer o seu assentamento em curva circular. Contudo, foi possível neste estudo colocar todos os AMV em trainel e em reta.

Para se obter uma adequada estabilização do veículo nos troços adjacentes aos aparelhos de mudança de via, prevê-se um alinhamento de curvatura constante de 0,3v (excecionalmente 0,2v) para velocidades superiores a 100 km/h.

Para além dos valores dos parâmetros acima indicados, foram ainda respeitadas as seguintes regras particulares:

- A variação da aceleração não compensada no tempo (d_{anc}/dt), embora não seja um fator determinante para a verificação da segurança da operação, deve ser analisada para a aprovação da operação da linha, especialmente no que se refere à avaliação do conforto dos passageiros. Como referência utilizaram-se os seguintes valores: limite normal de 0,36 e limite excecional de 0,49;
- As curvas de transição em planta não são coincidentes com curvas em perfil longitudinal. Entre pontos extremos das curvas horizontais e verticais é garantida uma distância mínima de 40 m;
- O traçado do PIB foi projetado em alinhamento reto e trainel;
- Na zona neutra, o traçado foi projetado em curva circular e em trainel inferior a 6‰ (4,5‰);
- O traçado da Estação foi projetado em alinhamento reto com um declive de 2‰ na zona de Cais devido à drenagem no interior do túnel, mantendo o já adotado no estudo da IP;
- O declive longitudinal em zonas de escavação não deve ser inferior a 5‰;
- Evitar pontos baixos em zonas de plataforma em escavação;
- Os AMV preconizados possuem geometria tipo Cogifer;

2.6 GABARITO FERROVIÁRIO

O gabarito é a seção transversal ao eixo da via que define o máximo espaço da ocupação possível do material circulante, bem como o mínimo afastamento dos obstáculos.

Na definição dos perfis transversais tipo foram tidas em conta todas as tolerâncias para consideração do gabarito livre de obstáculos, considerando-se o contorno de referência PTc, como indicado pela IP, nos Termos de Referência do Concurso e segundo a norma EN15273-3.

Nas figuras seguintes apresenta-se o perfil do Gabarito PTc, com as respetivas dimensões.

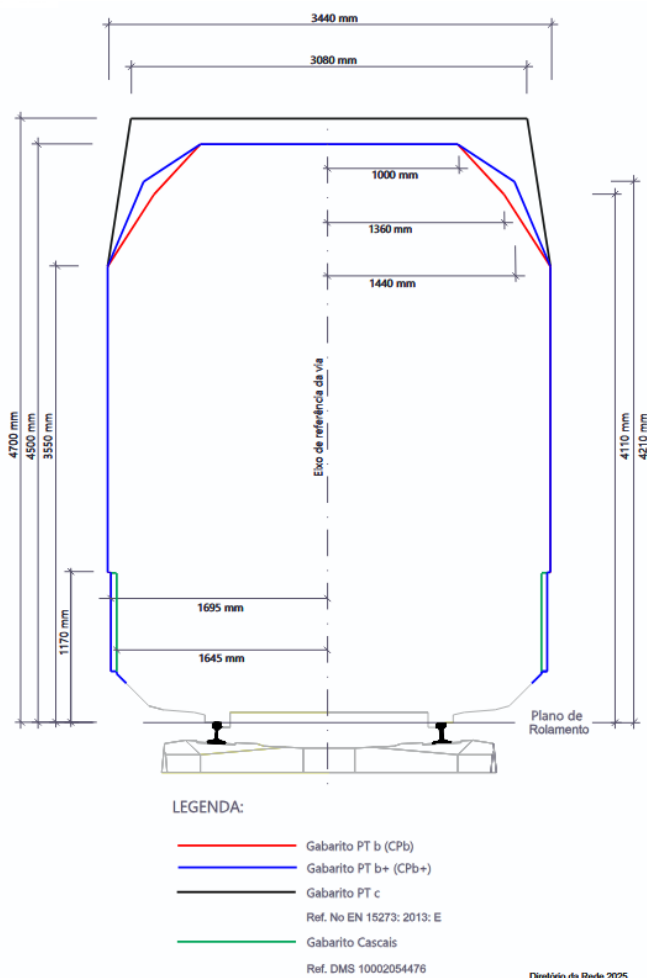


Figura 2 – Perfil do Gabarito PTc (extraído do “Diretório de Rede” de 2017 da IP, S.A.)

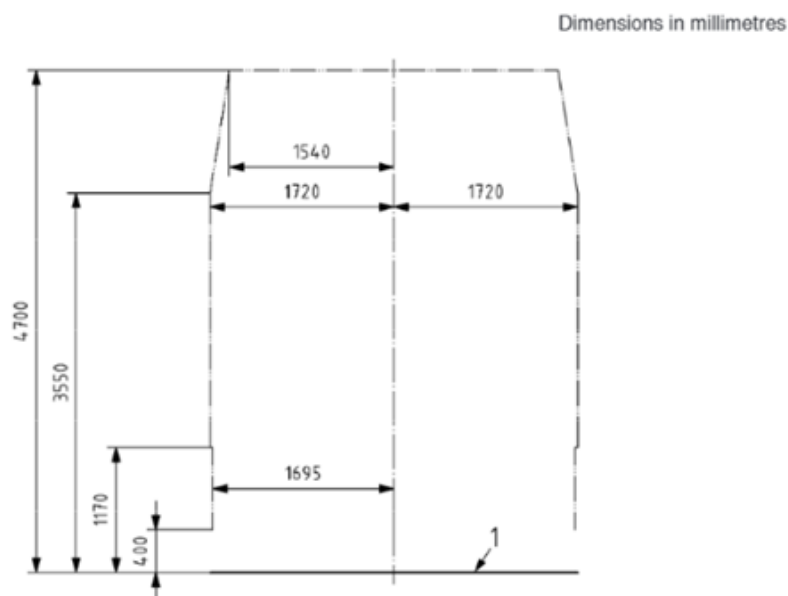


Figura 3 – Perfil do Gabarito PTc - Extraído da “EN 15273-3:2013”

2.7 PERFIS TRANSVERSAIS TIPO

Os Perfis Transversais Tipo do projeto tiveram por base a norma IT.GER.004.01 - Perfis transversais de plena via, para via larga.

As principais dimensões adotadas na definição geométrica do perfil transversal tipo de via associada a via dupla utilizada neste estudo, apresentam-se no quadro seguinte:

Quadro 8 – Resumo da definição geométrica do PTT da LAV

Bitola de via:	1 668 mm;
Largura de plataforma:	14 m;
Entre-eixo:	4,70 m;
Banqueta de balastro:	1,00 m;
Talude de balastro:	3H/2V;
Pendente do sub-balastro:	4% para o exterior;
Pendente de plataforma em túnel (balastado não balastado):	2% para o interior plano (a definir pendente de drenagem em fase posterior);
Pendente de plataforma em viadutos:	2% para o exterior;
Pendente de plataforma em contenção com laje inferior:	2% para o exterior;
Espessura mínima de balastro:	30 cm;
Espessura de sub-balastro:	25 cm;
Espessura de coroamento:	Máxima de 50 cm.
Gabarito	PTc, de acordo com a norma EN 15273-3

Em termos gerais, a secção transversal tipo em plena via é constituída por 2 vias com bitola 1668 mm e um entre-eixo de 4,70 m para a LAV.

Os carris são constituídos por barras longas soldadas que serão assentes em travessas monobloco polivalentes de betão (bitolas 1668 mm e 1435 mm), que por sua vez assentam numa camada de balastro, com 30 cm de espessura.

O balastro é colocado sobre uma plataforma formada por uma camada de sub-balastro com 25 cm de espessura.

A plataforma tem 14 m de largura e inclui uma zona para a implantação dos postes de catenária e da sinalização, bem como do caminho de cabos. Na definição dos perfis transversais tipo foram tidas em conta todas as tolerâncias para consideração do gabarito livre de obstáculos.

Apresentam-se nas figuras seguintes os perfis transversais tipo mais generalistas listados abaixo, que constam igualmente do volume de Peças Desenhadas:

- Vias Gerais LAV - Via balastrada em reta
- Vias Gerais LAV - Via balastrada em curva
- Vias Gerais LAV – Via balastradas em reta – Valeta triangular em escavação
- Vias Gerais LAV – Via Balastrada em reta – Contenção lateral em escavação
- Pontes/Viadutos LAV – Via balastrada em reta
- Túneis Cassufas, A41 e Negrelos 1 – Via balastrada em reta

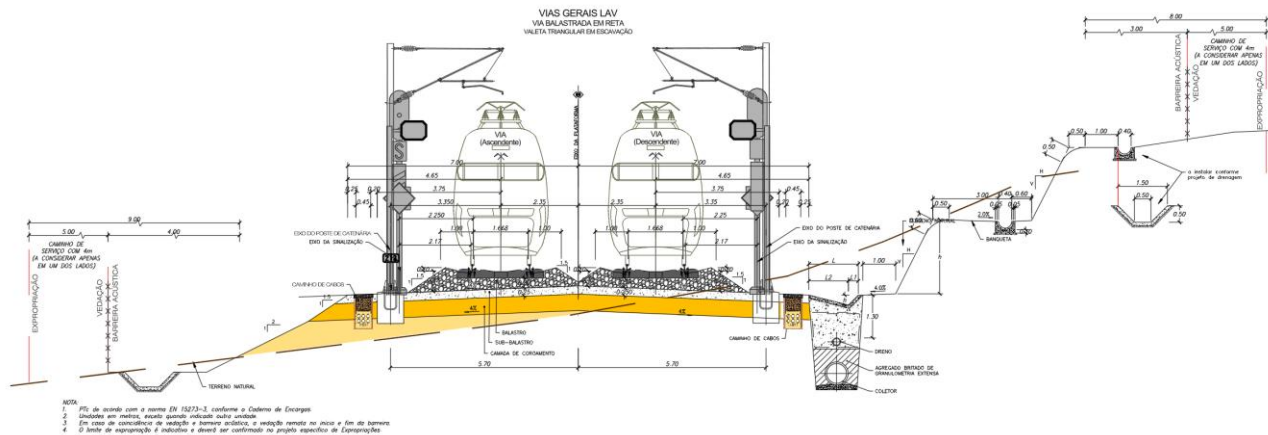


Figura 6 - Vias Gerais LAV - Via Balastrada em reta – Valeta triangular em escavação

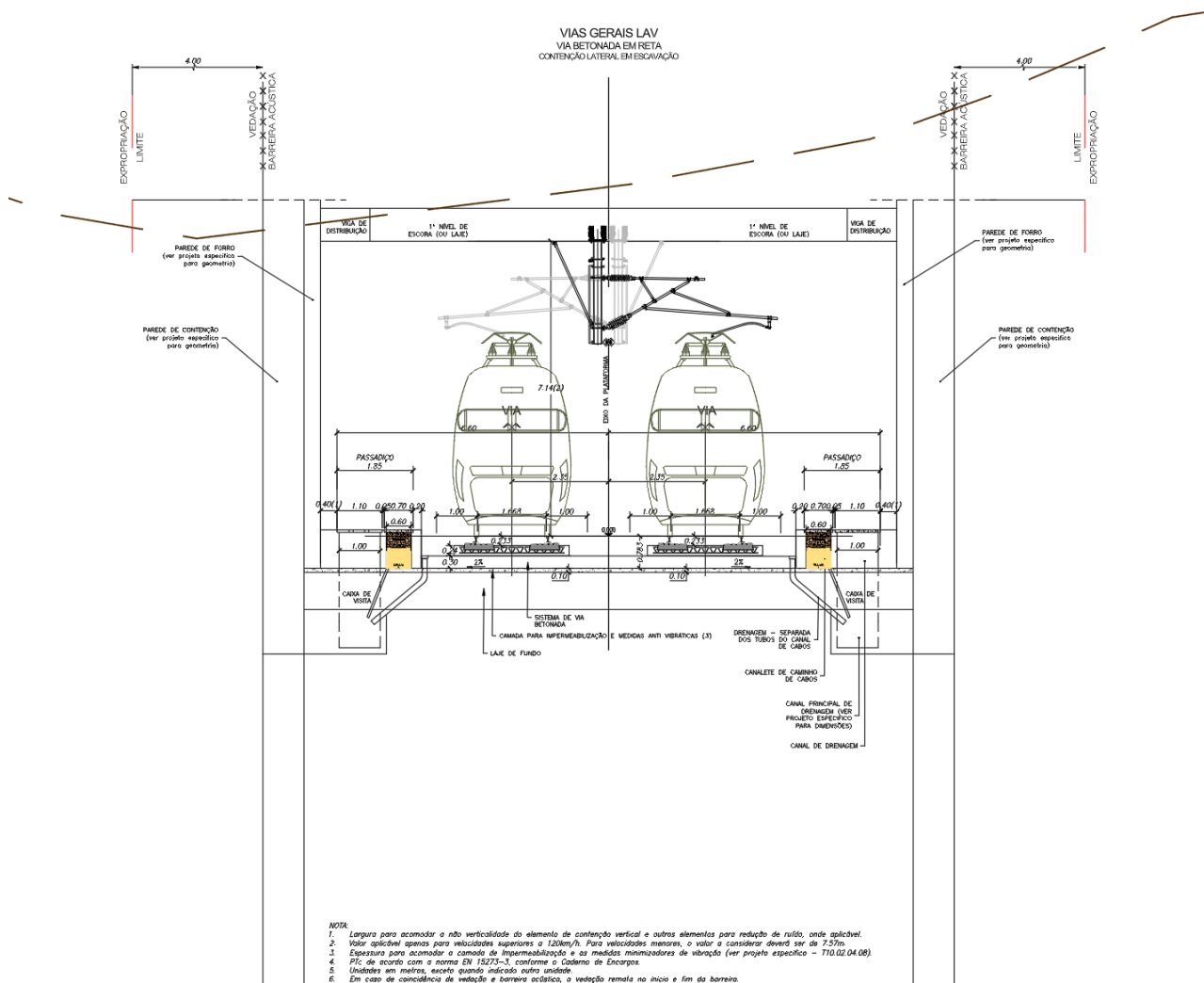


Figura 7 - Vias Gerais LAV - Via Balastrada em reta - Contenção lateral em escavação

PONTES / VIADUTOS LAV
VIA BALASTRADA EM RETA
VER PROJETO ESPECIFICO PARA SOLUÇÃO ESTRUTURAL

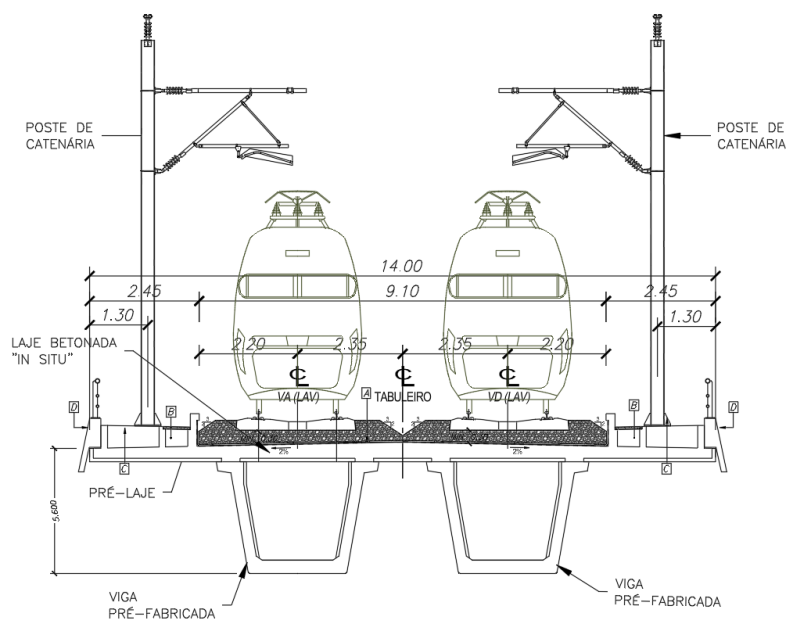


Figura 8 – Pontes/Viadutos LAV- Via balastrada em reta

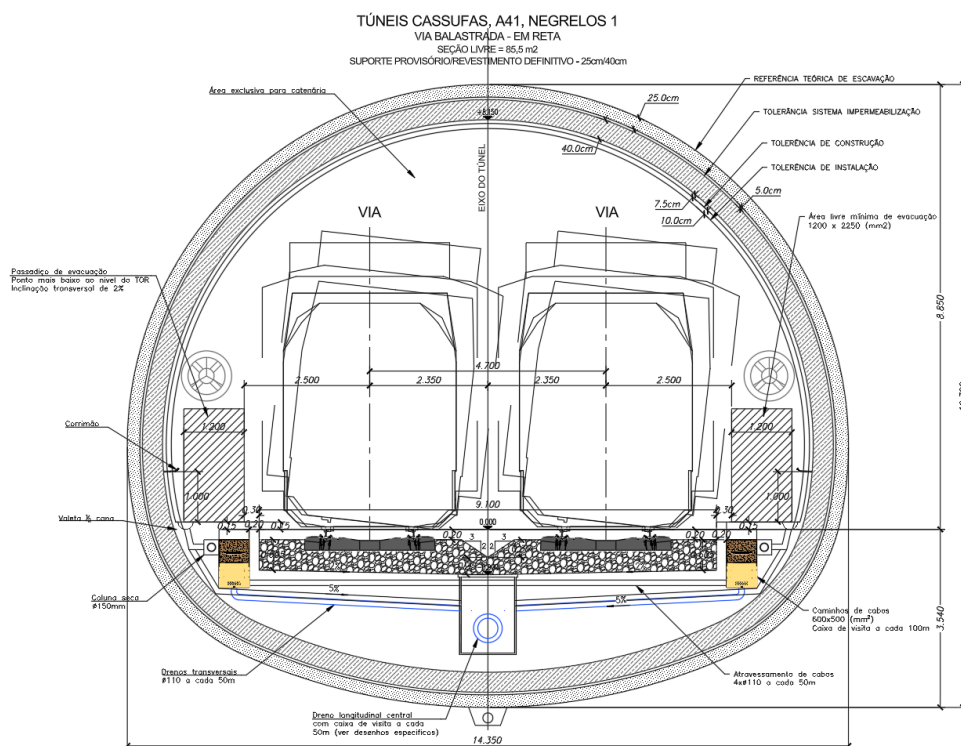


Figura 9 - Túneis Cassufas, A41 e Negrelos 1 – Via balastrada em reta

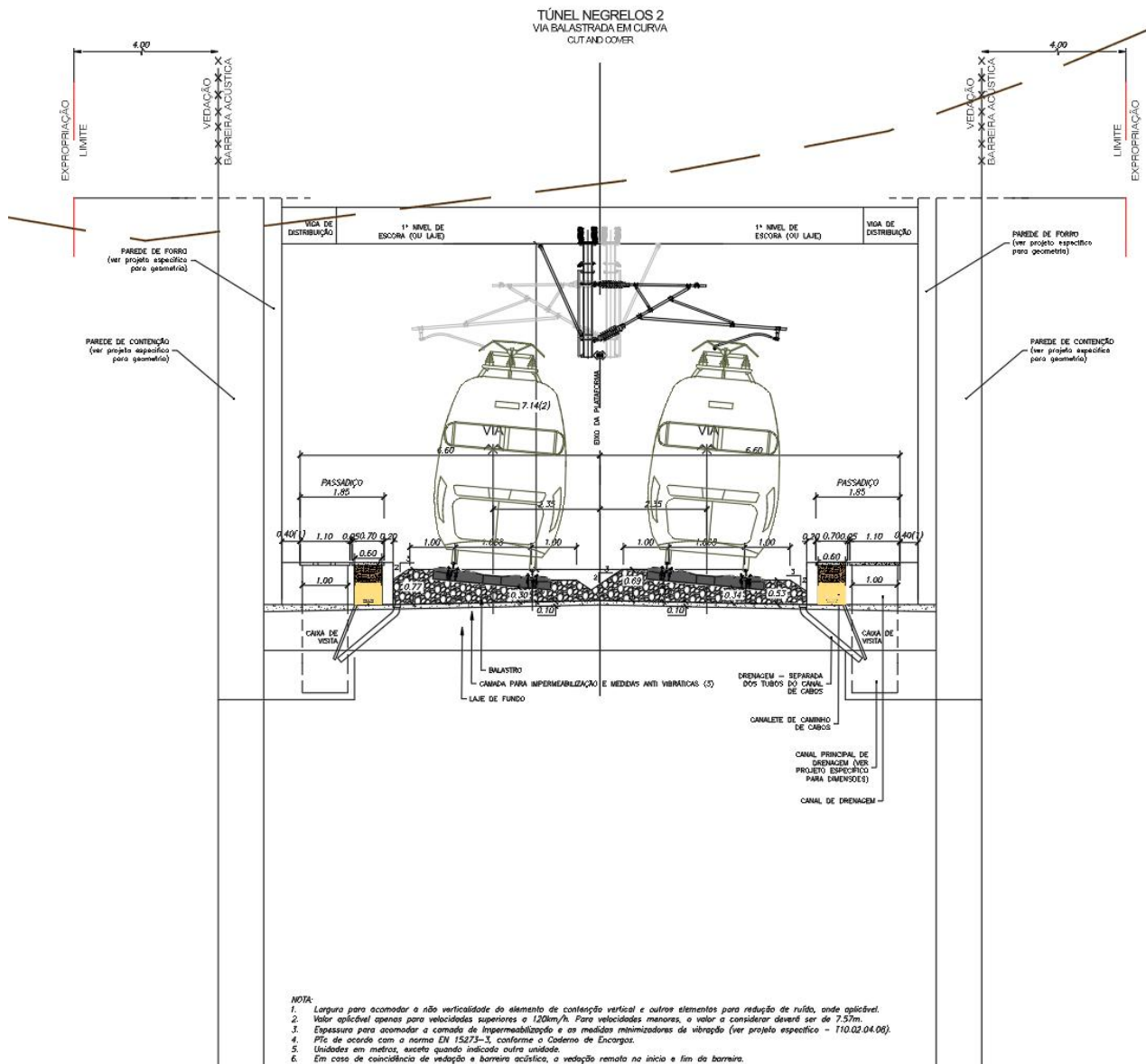


Figura 10 - Túnel Negrelos 2 – Via Balastradas em curva – Cut & Cover

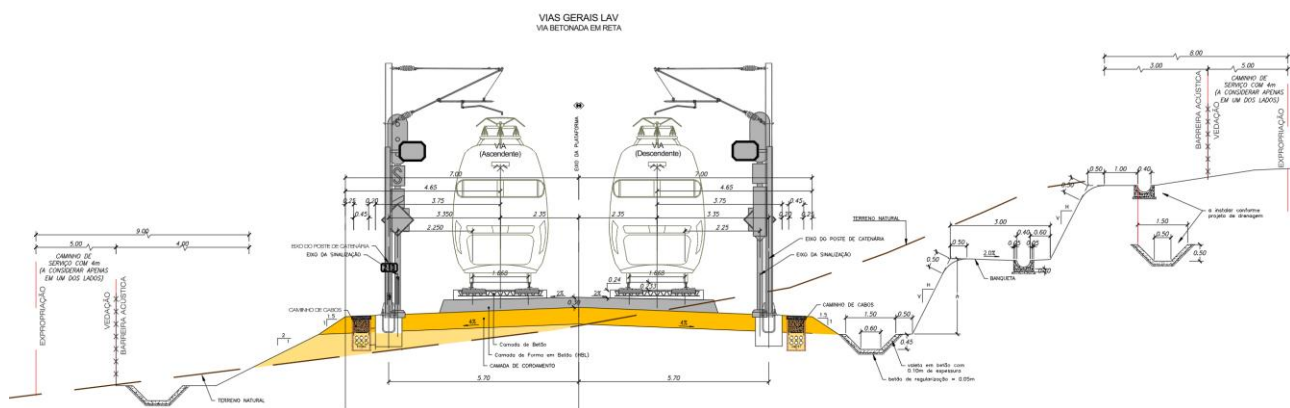


Figura 11 - Vias Gerais LAV – Via Betonada em reta

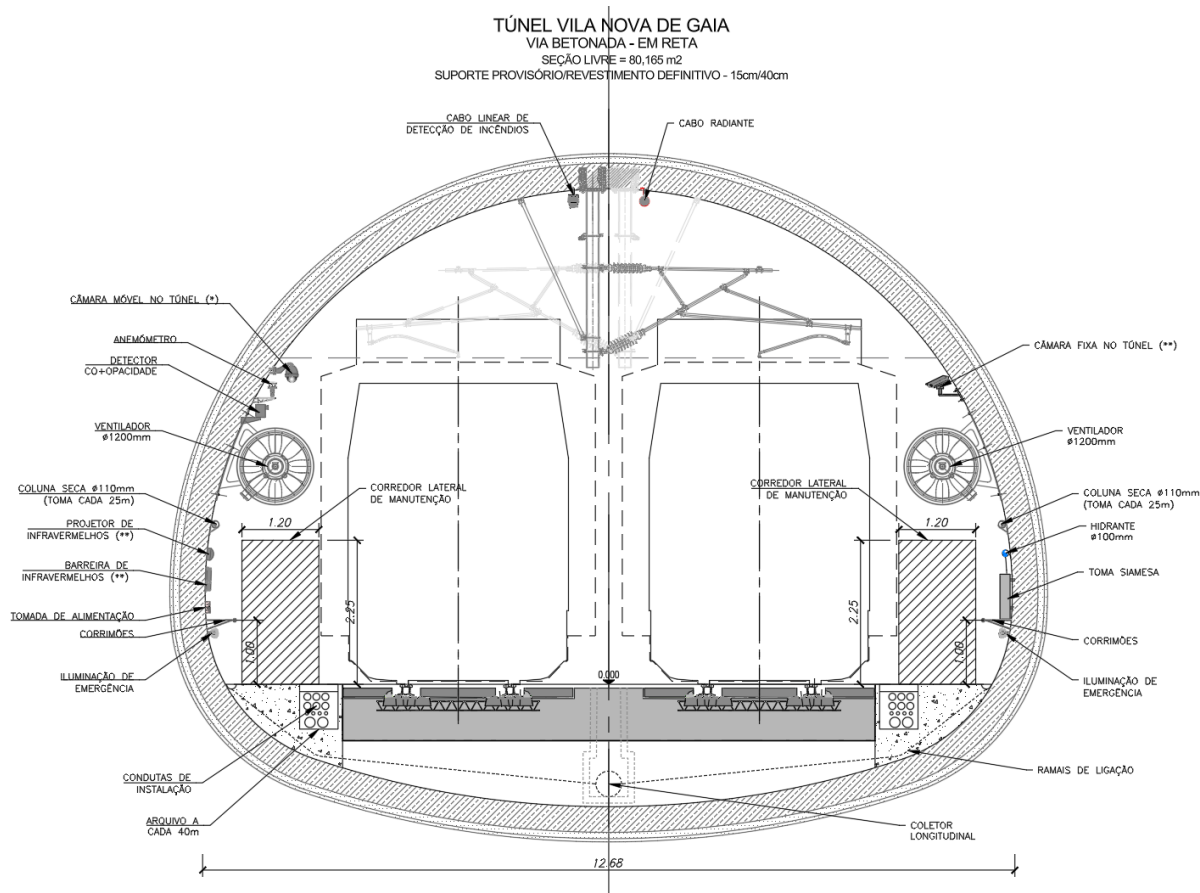


Figura 14 – Túnel Vila Nova de Gaia – Via betonada em reta

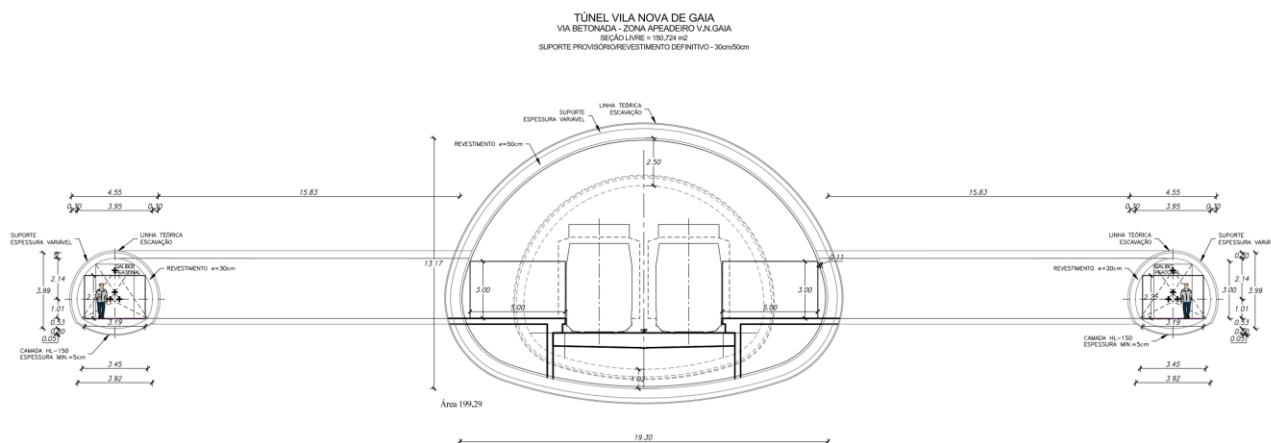


Figura 15 - Túnel Vila Nova de Gaia – Via betonada – Zona Estação Santo Ovídio

3 DESCRIÇÃO DOS TRAÇADOS

3.1 DESCRIÇÃO DO TRAÇADO EM PLANTA

A definição da diretriz teve como base os pressupostos referidos anteriormente, o cumprimento de requisitos e parâmetros geométricos e ainda a salvaguarda das medidas da DIA patenteada a Concurso. A diretriz apresentada é a do eixo da Via Ascendente (VA).

Merecem destaque os seguintes pressupostos:

- Localização da diretriz dentro do corredor definido pela DIA;
- Este subtroço A4 do Lote A da LAV tem início no PK 49+900 no território de Ovar e termina ao PK 69+563, depois de cruzar o Rio Douro, já no concelho do Porto.
- Utilização de parâmetros geométricos e dinâmicos, (decorrentes de utilização de raios em planta e escalas), compatíveis com:
 - uma velocidade de 300 km/h para comboios de passageiros para a LAV;
 - uma velocidade de 280 km/h para comboios de passageiros no início do traçado, a partir do PK 48+500;
 - uma velocidade inferior ou igual a 230km/h na aproximação ao Túnel de Vila Nova de Gaia e à Estação de Santo Ovídio, com redução gradual para 120 km/h na chegada à nova Estação de Vila Nova de Gaia e na Ponte sobre o Rio Douro (do lado de Gaia);
 - uma velocidade até 70 km/h ainda na Ponte sobre o Rio Douro, do lado do Porto;
- Minimização das interferências com infraestruturas existentes, designadamente edificações e instalações/propriedades industriais e agrícolas, infraestruturas rodoviárias, etc;
- Salvaguarda das indicações expressas nas Declarações de Impacte Ambiental patenteada a Concurso e toda a informação fornecida nos documentos disponibilizados no Concurso;
- Implementação dos layouts dos PIBs e da Estação de Santo Ovídio;
- Travessia do Rio Douro através de uma nova Ponte;
- Otimização da movimentação de terras;
- Minimização das extensões e altura das obras de arte;
- Minimização das alturas das contenções em escavação;
- Minimização das interferências com as principais infraestruturas de serviços afetados.

Quadro 9 – Resumo da definição geométrica da diretriz da LAV do Subtroço 4

Traçado em planta					
Número do troço	Tipologia (curva, reta ou clotóide)	PK início	PK fim	Comprimento do troço (m)	Raio (m)
1	Reta	48+500.000	48+849.690	349.690	-

Traçado em planta					
Número do troço	Tipologia (curva, reta ou clotoide)	PK início	PK fim	Comprimento do troço (m)	Raio (m)
2	Transição	48+849.690	49+099.819	250.129	-
3	Curva	49+099.819	51+480.961	2,381.142	4,554.700
4	Transição	51+480.961	51+771.111	290.150	-
5	Reta	51+771.111	52+242.897	471.786	-
6	Transição	52+242.897	52+502.897	260.000	-
7	Curva	52+502.897	55+201.641	2,698.744	14,425.000
8	Transição	55+201.641	55+461.641	260.000	-
9	Curva	55+461.641	56+703.823	1,242.182	18,100.000
10	Transição	56+703.823	56+963.823	260.000	-
11	Reta	56+963.823	58+513.665	1,549.842	-
12	Transição	58+513.665	58+793.665	280.000	-
13	Curva	58+793.665	60+331.737	1,538.072	5,300.000
14	Transição	60+331.737	60+611.737	280.000	-
15	Reta	60+611.737	61+268.265	656.528	-
16	Transição	61+268.265	61+538.265	270.000	-
17	Curva	61+538.265	63+653.265	2,115.000	5,650.000
18	Transição	63+653.265	63+923.265	270.000	-
19	Reta	63+923.265	64+957.957	1,034.692	-
20	Transição	64+957.957	65+192.957	235.000	-
21	Curva	65+192.957	65+757.561	564.604	3,500.000
22	Transição	65+757.561	65+992.561	235.000	-
23	Reta	65+992.561	66+896.791	904.230	-
24	Transição	66+896.791	66+996.791	100.000	-
25	Curva	66+996.791	67+286.182	289.391	835.000
26	Transição	67+286.182	67+386.182	100.000	-
27	Reta	67+386.182	67+596.960	210.778	-
28	Transição	67+596.960	67+666.960	70.000	-
29	Curva	67+666.960	68+258.713	591.753	1,210.000
30	Transição	68+258.713	68+328.713	70.000	-
31	Reta	68+328.713	69+256.972	928.259	-
32	Transição	69+256.972	69+301.972	45.000	-
33	Curva	69+301.972	69+469.170	167.198	350.000
34	Transição	69+469.170	69+514.170	45.000	-
35	Reta	69+514.170	69+563.216	49.046	-

3.2 DESCRIÇÃO DO TRAÇADO EM PERFIL LONGITUDINAL

A rasante apresentada no presente documento resulta de diversas otimizações decorrentes da análise dos elementos patentes no Estudo Prévio, disponibilizado no Concurso, das visitas de reconhecimento efetuadas ao local e do conhecimento e da experiência das equipas técnicas da região e deste tipo de projetos, conjugado com o resultado da interação entre as diversas especialidades, procurando a otimização de custos. Foram considerados os seguintes pressupostos principais:

- Garantir os parâmetros máximos e mínimos regulamentares;
- Minimização das alturas dos taludes de aterro e de escavação;
- Minimização das alturas das contenções em escavação;
- Assegurar a inexistência de sobreposições de curvas verticais com curvas de transição em planta;
- Minimização das interferências com as condicionantes ambientais e infraestruturas existentes;
- Da interação com as especialidades de terraplenagem e drenagem, numa ótica de minimização da movimentação de terras e da otimização dos processos construtivos, aspetos para os quais é necessária uma análise em termos de perfis transversais;
- Da interação com a especialidade das obras de arte, tendo em vista a otimização da localização dos pontos de amarração (encontros) destas e da minimização da extensão das obras de arte e da altura das mesmas;
- Garantir que a colocação de AD nas proximidades das Obras de Arte esteja em trainel;
- De eventuais ajustamentos em função de observações adicionais no terreno, incluindo a existência de novas condicionantes, geográficas, de ocupação de solo e ambientais;
- Dos objetivos relativos à exploração da via e dos resultados dos estudos de exploração.

Quadro 10 – Resumo da definição geométrica da rasante da LAV do Subtroço 4

Traçado em perfil				
Número do "vértice"	PK do "vértice"	Inclinação trainel anterior (‰)	Inclinação próximo trainel (‰)	Cota (m)
Vert. 1	48+500.000		-5.33	109.467
Vert. 2	48+542.680	-5.33	-8.00	109.239
Vert. 3	48+585.361	-8.00	-8.00	108.898
Vert. 4	49+409.782	-8.00	-20.00	102.302
Vert. 5	50+452.963	-20.00	-14.00	81.439
Vert. 6	51+193.390	-14.00	-7.00	71.073
Vert. 7	52+091.112	-7.00	-11.70	64.789
Vert. 8	53+071.670	-11.70	12.00	53.316
Vert. 9	53+765.679	12.00	4.50	61.644
Vert. 10	59+800.652	4.50	4.00	88.802
Vert. 11	62+078.493	4.00	14.30	97.913

Traçado em perfil				
Número do "vértice"	PK do "vértice"	Inclinação trainel anterior (‰)	Inclinação próximo trainel (‰)	Cota (m)
Vert. 12	62+706.053	14.30	-6.50	106.887
Vert. 13	64+000.652	-6.50	-5.50	98.472
Vert. 14	64+648.093	-5.50	-8.50	94.911
Vert. 15	66+175.652	-8.50	-2.00	81.927
Vert. 16	66+789.184	-2.00	-29.50	80.700
Vert. 17	68+015.826	-29.50	25.00	44.514
Vert. 18	68+873.263	25.00	0.00	65.950
Vert. 19	69+563.216	0.00	0.00	65.950

3.3 DESCRIÇÃO DO TRAÇADO

O troço da Linha ferroviária de alta velocidade entre Oiã (Aveiro) e Porto (Campanhã) corresponde ao troço norte da fase 1 da LAV Porto – Lisboa, o qual desenvolve-se com uma extensão de cerca de 71 km e inclui uma nova travessia do Rio Douro, a adaptação da atual estação de Campanhã para as vias de alta velocidade, a construção de uma nova estação em Vila Nova de Gaia, uma subestação de tração elétrica em Estarreja, a ligação desnivelada à linha do Norte, nas proximidades de Canelas, com aproximadamente 8,3 km de extensão, de forma a servir a estação de Aveiro.

Este subtroço, designado de subtroço 4, inicia-se ao PK 49+900, atravessa os concelhos de Ovar, Santa Maria da Feira, Espinho, Vila Nova de Gaia e Porto e termina no PK 69+563, na transição entre a Ponte sobre o Rio Douro e o Viaduto de Campanhã.

O traçado inicia-se junto ao Nó da A29 com a N1-14, saída nº8, no Concelho de Ovar, em superfície em plena curva circular horizontal, do lado poente da Autoestrada A29. Esta curva está compatibilizada o subtroço 3, a partir do alinhamento reto definido junto ao Intermarché de Esmoriz.

A implantação da diretriz neste subtroço é condicionada por vários fatores, embora o predominante seja a aproximação a uma área mais densamente urbana, o que limita o espaço disponível para a implantação do traçado. Os grandes condicionamentos a nível de infraestruturas, edifícios e equipamentos são:

- Ramos de acesso ao nó rodoviário da A29/N1-14;
- Cruzamento da Linha do Vouga e da Rua do Peso no canal disponível sem afetar mais habitações;
- Cruzamento do Complexo Desportivo de Cassufas afetando o mínimo possível;
- Não afetação do edifício principal inserido na Quinta da Gata, bem como outras construções nas imediações entretanto licenciadas;
- Campo de Futebol de Guetim e do conjunto de habitações da Travessa da Rua do Rameiro;
- Minimizar a afetação da Sociedade Hípica da Quinta do Outeiral;
- Aterro Sanitário de Sermonde;

- Pedreira das Lages, em Canelas;
- Outras condicionantes que já estavam estudadas em fase de Estudo Prévio, as quais não se alteraram.

De acordo com o Estudo Prévio, o início deste subtroço apresenta-se a uma velocidade de 280 km/h, que aumentará para 300 km/h no final da primeira curva em planta. A chegar ao Túnel de Vila Nova de Gaia e à Estação de Vila Nova de Gaia, a velocidade vai diminuindo até à Ponte sobre o Rio Douro, estando definidos os 70 km/h no final da Ponte.

Sendo assim, no início do subtroço procurou-se implantar a curva com o maior raio horizontal de forma a aumentar os critérios de segurança e comodidade, para a velocidade em questão, cumprindo as condicionantes espaciais mencionadas e a necessidade de implantar duas pontes nesta zona que necessitam de Aparelhos de Dilatação (AD). Deste modo, o traçado inicia numa curva horizontal de raio 4554.7m, raio este que permite a aplicação da escala normal de 160 mm, resultando numa insuficiência de escala de 76 mm, valor este entre o limite normal e o excecional para a instalação de ADs para velocidades entre 230 e 300 km/h. O raio da via ascendente toma este valor para que na via descendente se aplique o raio certo de 4550m.

O traçado seguirá com a orientação norte, infletindo para nordeste através da curva anterior, finalizando esta pelo PK 51+771, já depois de cruzar inferiormente a Linha do Vouga e a Rua do Peso. O cruzamento com a autoestrada A29 dá-se sensivelmente ao PK 50+900, sendo esta transposta através da ponte sobre a Rib^a da Sr^a de Lamas.

O traçado nesta zona atravessa consecutivamente diversos concelhos, sendo eles Ovar, Espinho e Santa Maria da Feira, encontrando-se na fronteira dos mesmos. Depois do PK 51+575 o traçado apresenta-se no concelho de Espinho, com a zona envolvente a mostrar-se mais urbana.

Segue com direção norte onde se definem duas curvas horizontais de raio bastante elevado consecutivas, de valor 14425 m e 18100 m respetivamente, conectadas por uma curva de transição, de forma a minimizar as afetações e condicionantes mencionadas anteriormente.

O traçado desenvolve-se num misto de escavação e aterros com zonas de contenção vertical nas zonas menos povoadas e sem ocupação habitacional. Assim, na localidade de S. Paio de Oleiros encontra-se a Ponte sobre a Rib^a de Silvalde, com uma extensão de 614m. Segue para nordeste e atravessa a povoação de Esmojães em contenção antes de chegar a Cassufas, onde aparece o primeiro túnel deste subtroço com uma extensão de 830m. O traçado é ripado ligeiramente para este, de forma a afastar-se do Pavilhão Municipal e a ficar o menos possível sob o Campo de Futebol.

Até ao PK 55+000 a diretriz encontra-se numa zona menos povoada, sendo possível a materialização de taludes de escavação e aterro. Ao PK 54+150 interseta a A41, que é atravessada em túnel mineiro, prosseguindo para uma zona menos urbanizada em Guetim, onde restabelecemos a Travessa do Espinheiro por uma passagem superior que ligará à Rua de Relvas.

Pelo PK 54+875, a diretriz foi definida de forma a afetar o menos possível a casa principal da Quinta da Gata e a casa recentemente construída do lado oeste. A afetação centra-se nos acessos às propriedades, que no caso da primeira, deverá ser reposta em local a concordar com os proprietários, embora nesta fase se proponha um caminho paralelo ao muro da LAV, de forma a dar o mesmo acesso à casa principal; e na segunda ligeiramente mais a norte das propriedades, ficando a Travessa do Espinheiro uma rua sem saída.

Saindo de Guetim e entrando na localidade de Casal Deita, pelo Campo de Futebol de Guetim, de maneira a manter os acessos a este polo desportivo, importante para a população, aparece o túnel de Casal Deita, 1992 m de extensão. Este túnel é todo mineiro, com estruturas de contenção de ambos os lados antes e após a zona coberta, permitindo o acesso ao campo de futebol pela Travessa do Rameiro, com os vários arruamentos até à Rua Boavista, inclusive, a estarem assegurados. A rua do Rameiro define a fronteira entre o concelho de Espinho e o concelho de Vila Nova de Gaia, nesta zona. O atravessamento desta zona, em túnel, pelas povoações de Guetim, Casaldeita, Póvoa de Cima, Póvoa de Baixo e Paião gerará um nível de ruído bastante diminuto e concentrado nos portais, gerado pelo comboio.

Em termos de segurança, devido ao comprimento extenso do túnel de Casaldeita, foi previsto um acesso de emergência em cada portal e um poço de emergência intermédio. Além disso, o sistema de via no túnel de Casaldeita será em via betonada, do tipo Rheda 2000, com as devidas transições antes e depois (ver figura 16 e referências para mais detalhe). O sistema de via prolongada é definido até à zona segura dos acessos de emergência, de forma a garantir uma acessibilidade aberta à zona ferroviária.

Pelo PK 57+600 o traçado passa pela Quinta do Outeiral, minimizando a afetação com as construções principais existentes, incluindo o centro hípico. Segue em direção a norte, em alinhamento reto onde se insere o segundo Posto Intermédio de Banalização do Lote A, a oeste do Aterro Sanitário de Sermonde.

Antes do traçado infletir para noroeste encontra três restabelecimentos, todos feitos através de passagens superiores, restabelecendo a Rua do Outeiral, a Rua Nossa Sr.^a De Fátima e a Av. Jaime Isidoro. O traçado aproxima-se de zonas mais densamente povoadas e com uma malha urbana mais densa. Assim, antes de chegar à localidade de Negrelos, a rasante começa a descer de maneira a passar em túnel sob uma zona de grande densidade urbana, designado de Túnel de Negrelos 1 com 995m de extensão. Pelo PK 59+350 está definida uma zona neutra. O túnel de Negrelos 1 desenvolve-se parte em curva e parte em reta.

Em áreas menos povoadas desta localidade, o traçado apresenta algumas zonas em escavação passando novamente a túnel numa zona mais urbana, designado de Túnel de Negrelos 2 com 190m de extensão, começando a infletir novamente para norte em direção à Zona Industrial dos Terços e à Pedreira das Lajes, em Canelas. A passagem pela zona industrial dos Terços é realizada em contenção, restabelecendo as principais ruas, como sendo a Rua dos Terços, a Rua do Balastro e a Rua dos Borneiros, antes de cruzar novamente a A29. A curva C4.4 foi definida tentando minimizar os conflitos à superfície com unidades industriais e habitacionais.

O cruzamento da A29 é feito por um viaduto com uma extensão de 92 m, seguido de um novo viaduto ao qual se dá o nome de Viaduto Pedreira das Lajes, proposto para atravessar a zona da Pedreira das Lajes, sensível a nível ambiental e com potencial ainda de exploração. O plano de recuperação da Pedreira será depois integrado com a solução da LAV, não comprometendo o funcionamento e exploração da linha de alta velocidade.

O traçado continua a seguir em direção a norte, infletindo agora ligeiramente para nordeste, minimizando a interferência com a zona industrial de Canelas e a orientar-se de forma a atravessar a cidade de Vila Nova de Gaia em túnel. Esta inflexão é dada pela curva C4.4 de raio de 5500 m.

Entre o PK 64+000 e o PK 64+750 o traçado cruza a zona verde de Guardal, em alinhamento reto, onde se dará a redução de velocidade de 300 para 230 km/h.

Antes de iniciar o túnel de Vila Nova de Gaia, a via até agora balastrada passa novamente a via betonada, pelo PK 64+630, onde se inicia a zona segura. A zona de transição faz-se num comprimento

de 48,6 m antecedentes. O pormenor de transição apresenta-se de seguida e os desenhos de pormenores podem ser consultados nos desenhos PF102A4.AP.01.01.00.00.501-503.00 referentes ao tomo V01 Infra-estrutura e Plataforma de Via Férrea.

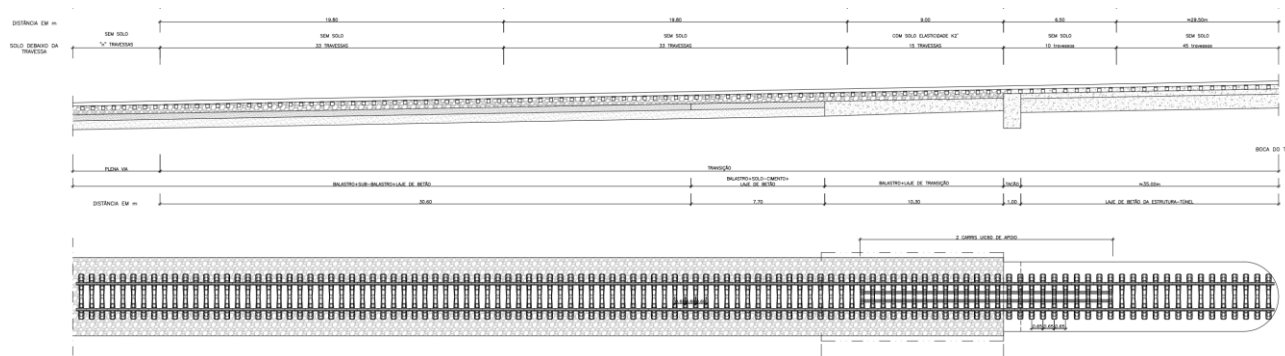


Figura 16 - Pormenor de transição entre via balastrada e via betonada.

O túnel de Vila Nova de Gaia inicia pelo PK 64+850, por debaixo da Rua do Horto, encontrando-se o traçado ainda em reta. Começa a infletir para nordeste em direção a Quebrantões, onde se dará a nova travessia do Rio Douro. O traçado passa então subterrâneo sob toda a cidade de Vila Nova de Gaia, pelas zonas do Cedro e de Santo Ovídio, terminando o túnel mineiro depois de cruzar a A44, sendo o mesmo estendido até cruzar a Rua Azevedo Magalhães, agora em Cut and Cover. O túnel de Vila Nova de Gaia tem um comprimento de 3393m. A directriz na qual o Túnel de Vila Nova de Gaia se insere contempla uma primeira curva circular de elevado raio que antecede a nova estação enterrada, vindo de sul, onde a velocidade é maior que 120 km/h; um troço reto de aproximadamente 900m onde se implanta a nova estação de Santo Ovídio, seguida de 2 curvas circulares de sentido contrário, de raio mais diminuto, com um alinhamento reto entre elas, para uma velocidade menor que 120 km/h. A velocidade no Túnel é variável e permite no portal sul uma velocidade de 230 km/h e no portal norte de 120 km/h.

A implantação das 2 curvas circulares de sentido contrário, entre o PK 66+850 e o PK 68+350, sobretudo a partir do PK 67+450, procurou não estar debaixo de edifícios habitacionais multifamiliares, devido à elevada probabilidade da natureza das fundações ser indireta e simultaneamente a rasante da LAV aproximar-se da superfície.

Entre o Túnel de Vila Nova de Gaia e a Ponte sobre o Rio Douro temos um pequeno trecho em terraplenagem, mantendo o sistema de via betonada e permitindo tanto o acesso à plataforma ferroviária como de emergência ao túnel, conectando à Rua Vieira Pinto.

A ponte sobre o Rio Douro insere-se numa zona de traçado em reta com direção nordeste, o qual na chegada ao fim deste subtroço inflete ainda mais para nordeste de forma ficar paralelo à atual linha do norte, através de um raio de 350 m, conectando ao viaduto de Campanhã que fará a ligação à Estação de Campanhã, pertencente ao Subtroço 5. A Ponte sobre o Rio Douro terá uma extensão quase de 1128m e este subtroço termina ao PK 69+563,216.

O perfil longitudinal foi revisto ao longo do todo o traçado, face à solução patenteada, de forma a garantir os parâmetros geométricos e as recomendações normativas, nomeadamente eliminar a sobreposição das curvas verticais com as curvas de transição em planta, garantir as características adequadas para a implantação dos aparelhos de dilatação de via, garantir uma distância mínima de 40m em trainel antes e depois de qualquer ponto de singular, assegurar os gabaritos livres de todas as vias a restabelecer, minimizar as extensões das obras de arte e as alturas dos aterros e escavações e procurar minimizar as interferências com as condicionantes existentes.

De seguida é feita uma descrição do perfil longitudinal tomando como referência os quilómetros crescentes da diretriz com sentido Lisboa-Porto.

A rasante da LAV ao PK 49+900 assume uma pendente em trainel descendente de 20‰ com o objetivo de diminuir a altura dos pilares e do encontro da Ponte sobre a Rib^a de Rio Maior em relação ao terreno natural, e para que seja o menos extensa possível. Entra praticamente logo em escavação de maneira a cruzar a A29 próximo do gabarito mínimo necessário, procurando que os encontros da Ponte sobre a Rib^a da Sr^a de Lamas se situem em trainel para possibilitar a colocação dos ADs. Por outro lado, esta descida da rasante de maneira a diminuir a extensão das pontes/viadutos tem de ser vista de uma perspetiva mais abrangente, de forma a não gerar grandes escavações em duas zonas sensíveis: a primeira no cruzamento com a Linha do Vouga; e a segunda na aproximação ao Túnel de Cassufas de forma a garantir o recobrimento mínimo para a materialização do túnel mineiro e não agravar a altura da estrutura de contenção designada por M52_1.

Neste pressuposto, é na ponte sobre a Rib^a de Lamas que se dá a transição de pendente de -14‰ para -7.0‰ de forma a implantar a curva vertical no alinhamento reto em planta e sensivelmente a meio da ponte. No início da ponte sobre a Rib^a da Sr^a de Silvalde, a rasante toma agora uma pendente descendente maior, de 11.7‰, de forma a mitigar a altura e consequente extensão da ponte, garantindo o gabarito mínimo na Rua das Canas, ponto crítico para dar acesso à habitação do lado poente do traçado. Esta última pendente conecta com um trainel ascendente de 12.0‰ de maneira a elevar a rasante na zona de cruzamento com a A41 e a passar em aterro pelas linhas de água perto do PK 54+500. Esta transição entre a Ponte sobre a Rib^a da Sr^a de Silvalde e o Túnel de Cassufas gera um ponto baixo em escavação devido às próprias definições intrínsecas dos elementos estruturais anteriores – zona de ponte com rasante elevada em relação ao terreno natural e zona de túnel mineiro com rasante enterrada sob o terreno natural. Contudo, o ponto baixo é definido fora do túnel, com os caudais a serem direcionados para a ribeira de Silvalde, com o sistema de drenagem em contrapendente até ao túnel.

Pelo PK 54+160 dá-se o cruzamento com a A41, que pelas condições geológicas e pela profundidade da rasante, é possível o seu cruzamento com um túnel mineiro. Nesta zona a rasante assume um trainel de 0.45‰.

A próxima zona sensível tem uma extensão de aproximadamente 4.50 km. As diversas condicionantes, indicadas a seguir, estão interligadas entre si na definição da rasante:

1. Entre o PK 55+000 e o PK 55+357.50, a rasante não estar demasiado profunda para materializar os taludes de escavação dentro das zonas verdes disponíveis e não afetar mais edificado, além de constituir a profundidade necessária para que o portal sul do Túnel de Casaldeita seja mineiro.
2. Entre o PK 55+357.50 e o PK 57+400 a materialização do túnel de Casaldeita com processo construtivo em mineiro.
3. Entre o PK 57+400 e o PK 59+100, o terreno natural e a rasante estão bastante próximos, numa zona com pelo menos 4 PHs definidas, pelo que dever-se-á procurar que a rasante esteja o mais alta possível devido ao recobrimento às PHs.
4. Implantação do PIB numa zona em alinhamento reto e trainel e fora dos túneis.
5. Implantação da Zona Neutra pelo PK 59+350 numa zona de trainel que não exceda os 6.0‰.
6. Túnel de Negrelos 1 e 2 que cumpram com a profundidade compatível com o método construtivo: NATM para o primeiro e C&C para o segundo, numa zona claramente mais urbana.

7. Gabarito vertical à Rua dos Terços, já em zona de contenção vertical.

De maneira a cumprir o mencionado acima, definiram-se duas pendentes abaixo dos 5.0‰, numa zona em escavação. Analisando de norte para sul, define-se uma pendente de 4.0‰ na zona dos túneis de Negrelos 1 e 2. Apesar de não garantir o mínimo de 5.0‰ mencionado nos requisitos, justifica-se pela necessidade de garantir o Ponto 6 e 7, onde foi necessário baixar a rasante e manter as cotas definidas em Estudo Prévio o mais próximas possíveis com a nova rasante. A drenagem fora e dentro do túnel foi dimensionada e validada para atender a esta redução de pendente, com parte dos taludes a ter drenagem em contrapendente.

Antes dos túneis e da zona neutra, define-se um ponto de inflexão de 0.5‰, permitido na normativa, de forma a atender ao Ponto 4 e 5. A zona neutra localiza-se igualmente numa zona de trainel menor que 6.0‰. Devido a estar implantada em curva em planta, é necessário atender ao efeito da inclinação em situações de curva, designada de inclinação compensada. O valor desta pendente compensada apresenta-se a seguir, que, neste caso, cumpre igualmente o máximo trainel para Zonas Neutras.

$$p_c = p + \frac{800}{R} = 4.65 \text{ ‰}$$

Cruzando inferiormente a Rua dos Terços pelo PK 62+156, a rasante obriga-se a subir de maneira mais acentuada de forma a cruzar superiormente a A29 com o gabarito vertical mínimo.

Para atender ao Ponto 1, 2 e 3, o trainel de 4.5‰ é compatível com as linhas de água existentes, embora seja necessário alguns canais de restituição a jusante das PHs e O Túnel de Casaldeita em NATM.

A seguinte zona critica atende a três condicionantes:

1. Gabarito vertical mínima no cruzamento sobre a A29;
2. Passagem em aterro sobre a linha de água existente na zona do Guardal, pelo PK 64+450;
3. Garantir o recobrimento mínimo no portal sul do Túnel de Vila Nova de Gaia para viabilizar o método construtivo em NATM, mantendo a Rua do Horto e as habitações multifamiliares existentes.

Assim, depois do trainel de 14.3‰, para conseguir passar sobre a A29 e ainda manter o recobrimento mínimo para restabelecer a Rua do Terços, define-se um trainel descendente de -6.50‰, de forma a viabilizar que o início do Viaduto das Lajes seja o mais curto possível e que esteja pelo menos a 100m do encontro norte do Viaduto sobre a A29, de acordo com requisitos e critérios das Obras de Arte. De forma a garantir o maior recobrimento possível na PH 64.1 e ao mesmo tempo o recobrimento mínimo no Túnel de Vila Nova de Gaia, define-se um ponto de quebra de 1.0‰, permitido na normativa, passando o trainel a -5.50‰. Logo que passa a PH, o perfil afunda com uma pendente maior para ir de encontro às cotas da plataforma da nova estação enterrada.

No Túnel de Vila Nova de Gaia identificam-se várias condicionantes para a definição da rasante:

1. Recobrimento mínimo para o método construtivo em NATM debaixo da Rua do Horto, na passagem sob a A1, na passagem sob a Av. Dom João II e no cruzamento sob a A44, garantindo pelo menos 0.75Ø.
2. Estação de Santo Ovídio Enterrada esteja o mais próximo possível na superfície, devido às questões de segurança e evacuação.

3. A Rua Azevedo Magalhães, que apesar de ter um nível hierárquico inferior, resulta ser um arruamento que conecta Oliveira do Douro ao Cais de Gaia e Porto (por via do Infante), pelo que deve ser mantida;
4. Cota 65.95 na Ponte sobre o Rio Douro.

Assim, para atender à passagem em NATM sob a A44 e em C&C sob a Rua Azevedo Magalhães (ponto mais condicionante a sul) e o Ponto 4, será inevitável criar um ponto baixo em escavação, que se procura materializar na zona C&C do túnel. Adicionalmente, para atender também ao Ponto 2, e vindo de norte para sul, define-se um trainel ascendente de 25‰ para alcançar a cota 65.95 da Ponte e um trainel descendente de -29.5‰ no túnel. Deste modo, resultam plataformas na zona da estação com uma cota acima dos 80m. Estes dois trains são conectados por uma curva vertical com um raio de 6000m, maior que o mínimo, e capaz de cumprir as boas práticas de implantação do traçado.

Analisando de norte para sul, a zona dos cais da Estação é toda definida com o trainel ascendente de 2.0‰, subindo para os 8.5‰ de maneira a cumprir o recobrimento mínimo no portal sul e conectar com o trainel de 5.50 a sul do portal sul do Túnel de Vila Nova de Gaia.

O tramo final deste subtroço, saindo do Túnel de Vila Nova de Gaia com a pendente máxima normal de 25‰ de maneira a alcançar a cota 65.95m, definida em Caderno de Encargos para a Ponte sobre o Rio Douro. O subtroço A4 termina sensivelmente quando termina a Ponte sobre o Rio Douro, pelo que a pendente final é 0.0‰, fazendo depois a conexão com o Viaduto de Campanhã.

Entre o PK 66+860 e o PK 67+853 é definido um trainel com 29.5‰, valor acima do normal e ligeiramente abaixo do excecional. A definição deste valor é justificada pela questão da segurança e emergência da Estação enterrada de Vila Nova de Gaia, que procura estar o menos profunda possível. Além disso, a adoção desta pendente não se assume tão condicionante num troço curto (menor que 1000m) e em zonas onde a velocidade ainda é moderada (120 km/h) na questão do esforço dos comboios.

De uma maneira geral, os raios verticais utilizados tomam como valor mínimo os 32000 m. Embora existam zonas em que a velocidade irá variar, decorrente das acelerações e desacelerações dos comboios para alcançar as velocidades definidas na TVM, os valores mínimos estão garantidos nesses pontos notáveis.

Verifica-se que ao longo do perfil longitudinal, algumas pendentes estão abaixo dos 5.0‰ na zona de túneis, à exceção da zona da Estação de Santo Ovídio, com 2.0‰, mantendo-se a de Estudo Prévio e justificada por se tratar de uma zona de estação, a qual não pode exceder os 2.5‰.

As zonas em que o requisito anterior não é cumprido são no Túnel da A41, no Túnel de Casal deite e no Túnel de Negrelos 1, que partilham várias condicionantes mencionadas supra, que implicaram definir pendentes abaixo dos 5.0‰.

De uma maneira geral, de norte para sul, no Túnel de Negrelos 1 optou-se um por trainel de 4.0‰ devido ao gabarito mínimo a garantir na Rua dos Terços, mantendo a rasante o menos profunda possível para garantir simultaneamente o método construtivo em NATM no Túnel de Negrelos 1 e o recobrimento mínimo às PHs entre o PK 57+500 e o 59+100, embora desde esta fase, à custa do rebaixamento de algumas PHs e consequentemente do reperfilamento da linha de água a jusante.

No túnel de Casal Deita, de forma a não ter várias quebras ao longo da rasante, optou-se por aumentar uma vez a pendente para 4.5‰, derivado de uma quebra de 0.5‰ a sul do Túnel de Negrelos 1. Esta quebra permitiu, ainda, viabilizar o NATM do Túnel de Casal Deita. Utilizar a quebra de 1.0‰ (permitido

na normativa), devido ao comprimento deste trainel para sul, seria mais penoso para as PHs, bem como para as escavações a sul do portal sul do Túnel de Casal Deita.

Uma vez que o trainel de 4.5‰ era compatível com a rasante na zona de Cassufas, manteve-se o trainel até à zona norte do Túnel de Cassufas, embora o túnel de Cassufas não tenha esta pendente, mas sim o NATM da A41.

Além do mencionado acima, os pontos baixos, quer no Túnel de Cassufas quer no de Vila Nova de Gaia, são inevitáveis face à rasante dos tramos antecedentes e posteriores, pelo que coube à especialidade de drenagem encontrar as melhores soluções para retirar a água desses locais, quer seja por contrapendentes e/ou saídas laterais para cotas mais favoráveis.

Salienta-se que para estas zonas, a norma recomenda que a pendente não seja inferior a 5.0‰, estando garantido o escoamento da água no interior e fora dos túneis pela especialidade de drenagem.

3.4 RESUMO DOS CÁLCULOS DINÂMICOS DAS SOLUÇÕES ADOTADAS

Tendo por base o cálculo da parametrização geométrica e de conforto cinemático de referência para vias-férreas de bitola ibérica (1668 mm), bem como os seus valores limite máximo ou mínimo aconselháveis, conforme a legislação, procedeu-se ao cálculo e à comprovação automática dos valores dos parâmetros geométricos usados no projeto para o material circulante e para todas as curvas do projeto.

Na sequência dos resultados obtidos, foram ajustados os valores geométricos necessários para garantir, sempre que possível, o cumprimento dos valores limite máximo ou mínimo normal de cada parâmetro. Nos casos em que não foi possível esse cumprimento, ajustaram-se os valores geométricos de forma a garantir, pelo menos, o cumprimento dos valores excecionais permitidos pelas normas em vigor. No entanto, em fase de Projeto de Execução, com um nível de detalhe mais elevado poderá ser possível garantir os parâmetros normais.

Nos quadros seguintes apresentam-se os cálculos dinâmicos, indicando os valores geométricos do traçado que foram usados no projeto, já com as alterações introduzidas de acordo com os critérios acima descritos:

- Cálculo e verificação das escalas e curvas de transição para comboios convencionais de passageiros em bitola ibérica (1668 mm);
- Cálculo e comprovação do perfil longitudinal.

Em todos os quadros fez-se, para cada curva, a comprovação das escalas de projeto (D) e da insuficiência de escala (I) para comboios de passageiros, circulando à velocidade máxima de projeto.

Complementarmente fez-se ainda, nos referidos quadros, o cálculo e a comprovação, para todas as curvas de transição do projeto, dos valores da variação de escala ($\Delta D/\Delta L$) e dos parâmetros cinemáticos relativos à variação da escala no tempo ($\Delta D/\Delta t$) e à variação da insuficiência de escala no tempo ($\Delta I/\Delta t$).

Finalmente, calculam-se e comprovam-se os parâmetros de traçado referentes ao perfil longitudinal, nomeadamente o valor da diferença de pendentes entre trainéis consecutivos sem curva de concordância, os raios das curvas de concordância (R_v), as extensões de trainéis (L_e e L_s) e de curvas (L_c) e a aceleração vertical (A_v).

Quadro 11 - Cálculo Dinâmico LAV Subtroço 4 – Planta

Elementos Planta	Elemento	Projeto		Extensão L (m)	Raio Curva (m)	Escala D (mm)	Comboios AV									
		PK inicial	PK final				Velocidade Máxima (km/h)	Velocidade Minima (km/h)	D _{eq} (mm)	Insuficiencia Escala I (V _{max.}) (mm)		Excesso de Escala E (mm)	dD/dt (mm/s)	dD/dL (mm/m)	dI/dt (mm/s)	
Valor limites especiais (plataforma passageiros)							300	160		250<v<=300 km/h	v <=250 km/h				220<v<=300 km/h	v <=220 km/h
Valores limite Normal					-	160				115	160	100	50	2.15	60	75
Valores Limite Excecional					-	180				150	175	135	60	2.5	85	90
Alinhamento de reta no seguimento do Subtroço ST3	Reta	48+500.000	48+849.690	349.690			300	160								
	Transição	48+849.690	49+099.819	250.129			280	160					49.75	0.64	23.58	
	Curva	49+099.819	51+480.961	2381.142	4,554.700	160	280	160	236	76		83.00				
	Transição	51+480.961	51+771.111	290.150			280	160					42.89	0.55	20.32	
	Reta	51+771.111	52+242.897	471.786			300	160								
	Transição	52+242.897	52+502.897	260.000			300	160					22.44	0.27	4.96	
	Curva	52+502.897	55+201.641	2698.744	14,425.000	70	300	160	85	15		45.69				
	Transição	55+201.641	55+461.641	260.000			300	160					6.41	0.08	0.85	
	Curva	55+461.641	56+703.823	1242.182	18,100.000	50	300	160	68	18		30.62				
	Transição	56+703.823	56+963.823	260.000			300	160					16.03	0.19	5.81	
PIB - PK Inicial 57+560.116 - PK final 58+513.022 2 Comunicações AMV 1/46 Ponta Móvel	Reta	56+963.823	58+513.665	1549.842			300	160								
	Transição	58+513.665	58+793.665	280.000			300	160					38.69	0.46	30.55	
	Curva	58+793.665	60+331.737	1538.072	5,300.000	130	300	160	233	103		63.83				
	Transição	60+331.737	60+611.737	280.000			300	160					38.69	0.46	30.55	
	Reta	60+611.737	61+268.265	656.528			300	160								
	Transição	61+268.265	61+538.265	270.000			300	160					46.30	0.56	21.06	
	Curva	61+538.265	63+653.265	2115.000	5,650.000	150	300	160	218	68		87.93				
	Transição	63+653.265	63+923.265	270.000			300	160					46.30	0.56	21.06	
	Reta	63+923.265	64+957.957	1034.692			300	120								
	Transição	64+957.957	65+192.957	235.000			230	120					38.06	0.60	18.23	

Elementos Planta	Elemento	Projeto		Extensão L (m)	Raio Curva (m)	Escala D (mm)	Comboios AV									
		PK inicial	PK final				Velocidade Máxima (km/h)	Velocidade Minima (km/h)	D _{eq} (mm)	Insuficiencia Escala I (V _{max} .) (mm)		Excesso de Escala E (mm)	dD/dt (mm/s)	dD/dL (mm/m)	dl/dt (mm/s)	
Valor limites especiais (plataforma passageiros)							300	160		250<v<=300 km/h	v <=250 km/h				220<v<=300 km/h	v <=220 km/h
Valores limite Normal					-	160				115	160	100	50	2.15	60	75
Valores Limite Excecional					-	180				150	175	135	60	2.5	85	90
	Curva	65+192.957	65+757.561	564.604	3,500.000	140	230	120	207		67	83.63				
	Transição	65+757.561	65+992.561	235.000			230	120					38.06	0.60	18.23	
Estação Santo Ovídio	Reta	65+992.561	66+896.791	904.230			230	120								
	Transição	66+896.791	66+996.791	100.000			120	80					45.00	1.35		33.75
	Curva	66+996.791	67+286.182	289.391	835.000	135	120	80	236		101	29.99				
	Transição	67+286.182	67+386.182	100.000			120	80					45.00	1.35		33.75
	Reta	67+386.182	67+596.960	210.778			120	80								
	Transição	67+596.960	67+666.960	70.000			120	80					45.24	1.36		32.40
	Curva	67+666.960	68+258.713	591.753	1,210.000	95	120	80	163		68	22.54				
	Transição	68+258.713	68+328.713	70.000			120	80					45.24	1.36		32.40
	Reta	68+328.713	69+256.972	928.259			70	50								
	Transição	69+256.972	69+301.972	45.000			70	50					36.73	1.89		46.15
	Curva	69+301.972	69+469.170	167.198	350.000	85	70	50	192		107	0.00				
	Transição	69+469.170	69+514.170	45.000			70	50					36.73	1.89		46.15
Ligação ao Viaduto de Campanhã e ao Subtroço ST5	Reta	69+514.170	69+563.216	49.046			70	50								

Quadro 12 - Cálculo Dinâmico da LAV Subtroço 4 - Perfil Longitudinal

Elemento	Pk Quebra/Vértice	Cota Vértice (m)	Vmáx. (km/h)	TRAINEIS				CURVAS		a _v (m/s²)
				i entrada (%)	i saída (%)	Δi 2‰ V≤230 1‰ V>230 (%)	L Trainel (m)	Raio Vertical (m)	L Raio Vertical (m)	
Valores Limite Normais (indicativos) - 250<= v <=300 km/h				25.0‰	25.0‰		V/2,5	31600	40	0.22
Valores Limite Excecionais (indicativos) - 250<= v <=300 km/h				30.0‰	30.0‰		V/3,0	15800	20	0.44
Valores Limite Normais (indicativos) < 250 km/h				25.0‰	25.0‰		V/3,0	10000	40	0.22
Valores Limite Excecionais (indicativos) v < 250 km/h				30.0‰	30.0‰		v/5	5000	20	0.30
Vert. 1	48+500.000	109.467	300		-5.332		0.000			
Vert. 2	48+542.680	109.239	280	-5.332	-8.000	Curva Δi=-2.667531	0.000	32000	85.361	0.19
Vert. 3	48+585.361	108.898	280	-8.000	-8.000	0.000	632.481	0		
Vert. 4	49+409.782	102.302	280	-8.000	-20.000	Curva Δi=-12	731.294	32000	383.880	0.19
Vert. 5	50+452.963	81.439	300	-20.000	-14.000	Curva Δi=6	508.498	-40000	239.895	0.17
Vert. 6	51+193.390	71.073	300	-14.000	-7.000	Curva Δi=7	710.551	-32000	223.962	0.22
Vert. 7	52+091.112	64.789	300	-7.000	-11.700	Curva Δi=-4.7	526.194	32000	150.380	0.22
Vert. 8	53+071.670	53.316	300	-11.700	12.000	Curva Δi=23.7	194.848	-32000	758.347	0.22
Vert. 9	53+765.679	61.644	300	12.000	4.500	Curva Δi=-7.5	5914.986	32000	239.974	0.22
Vert. 10	59+800.652	88.802	300	4.500	4.000	0.500	2113.064	0		
Vert. 11	62+078.493	97.913	300	4.000	14.300	Curva Δi=10.3	130.008	32000	329.554	0.22
Vert. 12	62+706.053	106.887	300	14.300	-6.500	Curva Δi=-20.8	961.825	-32000	665.549	0.22
Vert. 13	64+000.652	98.472	300	-6.500	-5.500	1.000	599.444	0		
Vert. 14	64+648.093	94.911	300	-5.500	-8.500	Curva Δi=-3	1414.566	-32000	95.993	0.22
Vert. 15	66+175.652	81.927	120	-8.500	-2.000	Curva Δi=6.5	477.068	20000	129.994	0.06
Vert. 16	66+789.184	80.7	120	-2.000	-29.500	Curva Δi=-27.5	991.738	5200	142.933	0.21
Vert. 17	68+015.826	44.514	120	-29.500	25.000	Curva Δi=54.5	444.077	6000	326.876	0.19
Vert. 18	68+873.263	65.95	120	25.000	0.000	Curva Δi=-25	440.031	-20000	499.844	0.06
Vert. 19	69+563.216	65.95	70	0.000						

Embora o subtroço 4 inicie ao 49+900, é definida a directriz da VA a partir do PK 48+500, de forma a ir buscar o alinhamento reto anterior para definição da curva horizontal que separa o subtroço 3 e 4.

A rasante ao PK 48+500 encontra-se em concordância vertical, por isso são definidos 2 vértices adicionais no subtroço 4, antes do PK 49+9000 (início do ST4) para conectar ao ST3. O fim da concordância vertical dá-se ao PK 48+585.361 do ST3.

3.5 ALTERAÇÕES AOS TRAÇADOS

O traçado apresentado no âmbito de projeto de execução, referente ao subtroço 4 inserido nos concelhos de Ovar, Santa Maria da Feira, Espinho, Vila Nova de Gaia e Porto apresenta algumas alterações mais significativas, sobretudo em perfil longitudinal, respeitando sempre o corredor aprovado em sede de DIA. Nos parágrafos seguintes será feita a descrição das principais alterações propostas e posteriormente uma descrição do traçado em planta e em perfil longitudinal.

De um modo geral, os ajustes prendem-se com a correção dos parâmetros em planta, sempre que possível, para valores mais próximos dos valores normais, com a compatibilização dos elementos em planta e em perfil longitudinal, evitando a sobreposição de concordâncias verticais com curvas de transição em planta, a otimização dos movimentos de terras e as dimensões das obras de arte, a minimização das interferências com as diferentes condicionantes ambientais e territoriais existentes na área da implantação da LAV, as características geométricas para a localização das estações e das instalações de apoio à exploração, os gabaritos mínimos das vias a restabelecer e a implantação de aparelhos de dilatação em algumas obras de arte.

Para além destes ajustes, que se observam ao longo do traçado, houve algumas opções de traçado que alteram de forma um pouco mais significativa o traçado do Estudo Prévio (EP), sobretudo a partir do km 43+000 e até à ponte sobre o rio Douro, embora garantindo sempre a sua implantação dentro do corredor aprovado em sede de AIA. Um dos objetivos, na perspetiva de reduzir substancialmente a área de influência do projeto ao longo do traçado, foi o de garantir que os tramos em túnel passassem a ser em monotubo em vez de bitubo, que pela obrigatoriedade técnica de terem de estar afastados entre si um mínimo de 3 diâmetros, aumenta lateralmente significativamente a área de influência do projeto, nomeadamente no que diz respeito as potenciais vibrações, associadas à proximidade, que as soluções em túnel, só por si não evitam. Para ser possível construir os túneis em monotubo em vez de bitubo, a extensão dos túneis terá de ser inferior a 3500 m, conforme refere o Caderno de Encargos, objetivo este que se conseguiu com as alterações efetuadas.

Existem outras condicionantes que obrigam a solução à implantação já definida em Estudo Prévio, ou muito próximo, nomeadamente a cota a respeitar na ponte sobre o Rio Douro, o cruzamento com linhas de caminho de ferro existentes, zonas urbanas pontuais, linhas de água importantes e desníveis topográficos, infraestruturas viárias e outras, sem esquecer as condicionantes ambientais, todas estas já identificadas nos documentos da DIA e respeitando as exigências geométricas normativas, de conceção e exploração.

As restantes alterações acontecem essencialmente na parte final do traçado, na zona de Gaia, entre os kms 55+000 e 68+700, e estão relacionadas com a redução na extensão dos túneis, conseguida essencialmente à custa da subida da rasante. Esta modificação traz várias vantagens, tais como, redução do tempo de execução da obra, menor risco na construção, menor manutenção ao longo do período de concessão, menor consumo energético durante esse período, maior segurança de circulação, além de um menor custo de investimento.

Como desvantagem, o fato de obrigarem a um maior número de afetações de edificações. Por forma a minimizar estas afetações, efetuaram-se em alguns casos, pequenos ajustes em planta (sempre dentro do corredor definido), de modo que o traçado, agora a céu aberto, passe a ser implantado em zonas menos ocupadas. Nas zonas atravessadas em túnel no EP, de acordo com a avaliação efetuada no EIA, as edificações não seriam afetadas. Contudo, esta avaliação revela alguma inconsistência e pode não ser a mais correta já que, em algumas situações, o pequeno recobrimento desses túneis indiciava uma probabilidade muito elevada das edificações virem a ser demolidas, ou

pelo menos de serem significativamente afetadas ao nível do ruído e das vibrações, o que se traduziria num impacte muito significativo e de elevada magnitude cuja minimização apenas se conseguiria com a retirada das famílias das habitações que se encontrassem nestas condições. Esta situação, conforme explicado, seria muito ampliada pela solução Bitubo com uma largura transversal de influência 4 vezes superior à da solução Monotubo.

Nos parágrafos seguintes far-se-á uma descrição dessas alterações, com a respetiva justificação, a qual será suportada com maior detalhe no capítulo 8 referente ao Ambiente. A descrição das alterações efetuadas será ilustrada por imagens da planta e do perfil longitudinal, com a comparação entre o traçado do Estudo Prévio e o traçado agora proposto. Nas imagens, em planta, a solução de Estudo Prévio é representada a vermelho/cinza, e a cor a solução agora proposta. No perfil longitudinal, o vermelho representa a rasante da solução do Estudo Prévio e a preto a solução proposta.

Descrevem-se de seguida as situações mais significativas.

- Pelo km 49+000 o traçado é ripado para ponte de maneira a aumentar o raio em planta no cruzamento das ribeiras de Rio Maior e da Sr^a de Lamas, para valores próximos dos mínimos e garantindo a velocidade máxima de 280 km/h, definida em Caderno de Encargos. Com a definição de outros pontos críticos mais a norte, foi possível definir uma curva de Raio 4554.7m que permitirá a colocação de aparelhos de dilatação nas duas pontes que atravessam as ribeiras anteriores, melhorando deste modo o traçado em planta em comparação com o do EP. Para garantir o último ponto, o perfil longitudinal também alterou, vindo já mais elevado desde o km 47+700 no atravessamento sobre a A29, decorrente de condicionantes do subtroço 3. Deste modo, nesta zona o perfil apresenta-se mais elevado, seguindo até à ponte sobre a Rib^a de Lamas com cotas similares, mantendo-se muito parecido até ao Túnel de Cassufas, que se apresenta um pouco mais profundo que na solução de Estudo Prévio, na parte sul do túnel.

Ao longo dos seguintes cinco quilómetros e meio, o traçado é muito próximo do EP em planta, ajustado a novas condicionantes. A partir do km 54+600 dá-se a seguinte grande alteração. Em relação ao perfil longitudinal, a semelhança com o de Estudo Prévio prolonga-se até ao PK 57+500, final do Túnel de Casaldeita.



Figura 17 – Alteração entre o PK 49+000 e o PK 51+000.

- Ao quilómetro 51+500, o EP apresentava o túnel do Souto com 178 m de extensão, para passar sob Linha do Vouga e a Rua do Peso, após a ponte sobre a Ribeira de Sra. de Lamas. A solução agora apresentada, é uma solução em trincheira com laje de cobertura na zona da travessia destas duas vias que permite o seu restabelecimento, à qual se designa de contenção fechada (CF) para extensões superiores à largura necessária para o arruamento/via afetada até um limite de 100m.

Ou seja, prevê-se uma estrutura semelhante a um “pequeno túnel” de 99 m de extensão e com muros verticais de contenção antes e depois desta estrutura. Com esta modificação, eliminam-se as questões de segurança referentes aos túneis, e garante-se a manutenção das edificações existentes na sua envolvente.

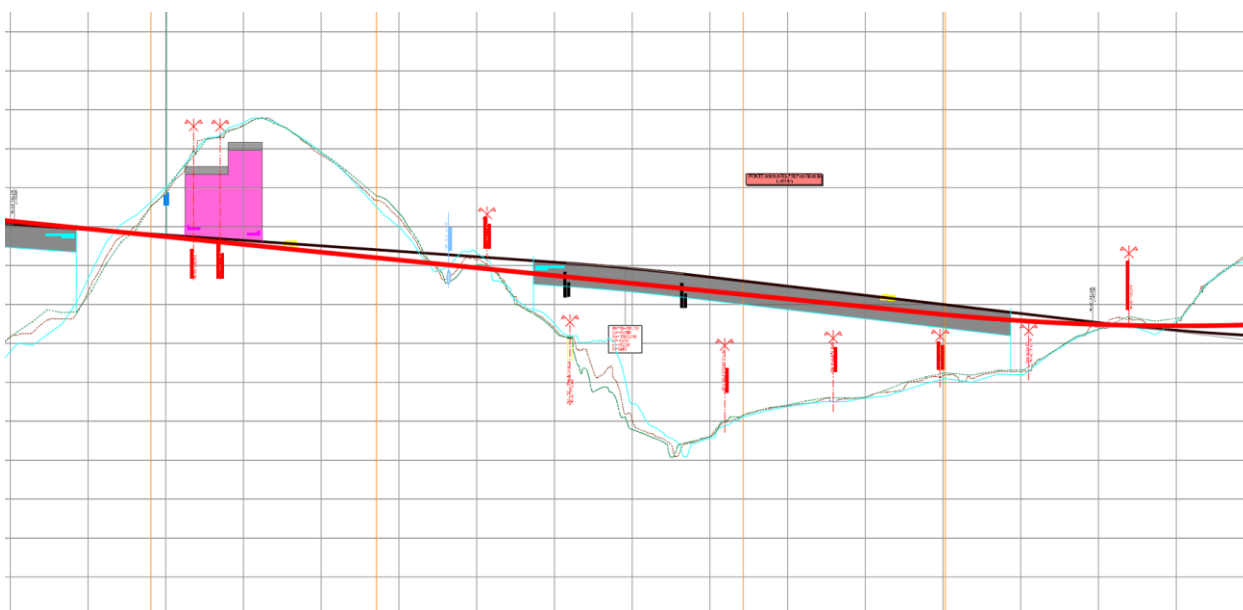
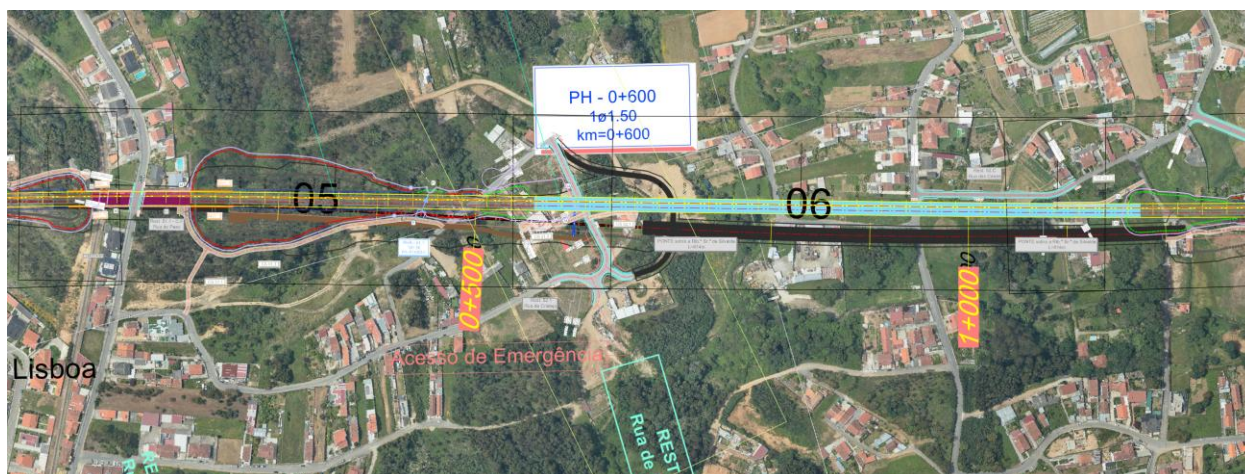


Figura 18 - Alteração ao PK 51+500 (Túnel do Souto) e na Ponte sobre a Ribª da Srª de Silvalde.

- Posteriormente, após o km 51+500 e até ao km 54+500, o traçado em planta é ajustado de forma a afetar o mínimo de edificações, começando pela Ponte sobre a Ribª de Silvalde que agora apresenta-se uns 30m mais para poente de maneira a encaixar-se em zonas livres de edificado. Depois do PK 53+100, a diretriz apresenta-se agora do lado nascente da solução de EP, afastando-se do edificado e afetando uma área maior do Campo de Futebol de Cassufas. Esta afetação ao campo de futebol já iria acontecer em qualquer umas das diretrizes, no entanto afastamo-nos do edifício “Pavilhão Municipal Napoleão Guerra”, o que é vantajoso.

Ao nível da rasante e entre os mesmos PKs de referência, o perfil foi elevado em cerca de 2 m na zona da Ponte, e rebaixado ligeiramente a sul do Túnel de Cassufas para retirar o ponto baixo em escavação do interior do túnel, retomando a rasante já perto do final do túnel. Apesar do aumento da extensão da obra de arte especial, a extensão do túnel de Cassufas reduziu de 955 metros para 830 metros. Nos troços de maior ocupação, e de modo a minimizar a afetação de edificações, previram-se muros verticais. Nas aproximações aos portais do túnel de Cassufas, a travessa de S. Mamede será desativada. Em planta o traçado não teve praticamente alterações relativamente ao EP.

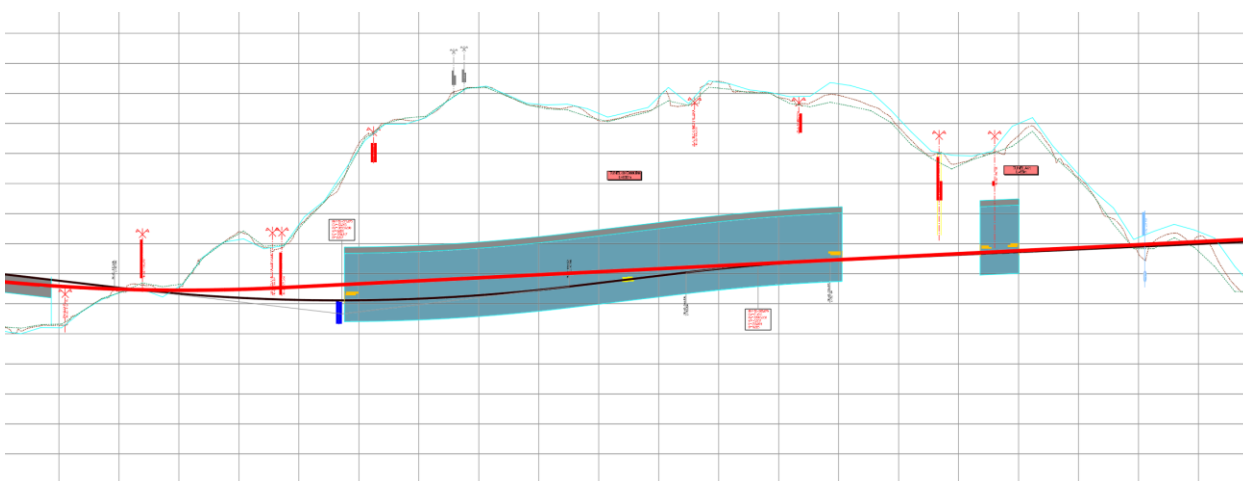


Figura 19 - Alteração entre os kms 52+000 e 54+500 (Túnel de Cassufas e Túnel da A41)

- Entre o kms 54+500 e 58+500, o traçado foi ripado para ponte num máximo de 130m de forma a retirar o túnel de Casal Deita por debaixo das edificações existentes, que pela implantação de EP, haveria mais afetações de casas e uma probabilidade maior de ocorrência de danos posteriores à construção, pois o traçado desenvolvia-se mais próximo e por debaixo do edificado, pelo que se tentou evitar esta sobreposição com a ripagem mencionada para uma zona mais rural, com menos ocupação de edificado, reduzindo os efeitos da passagem da LAV, não só ao nível das demolições como dos efeitos de ruído e vibrações.

Quanto à rasante, esta mantém-se muito semelhante à de Estudo Prévio, ligeiramente mais abaixo de forma a viabilizar o método construtivo em NATM para o túnel de Casal deita.

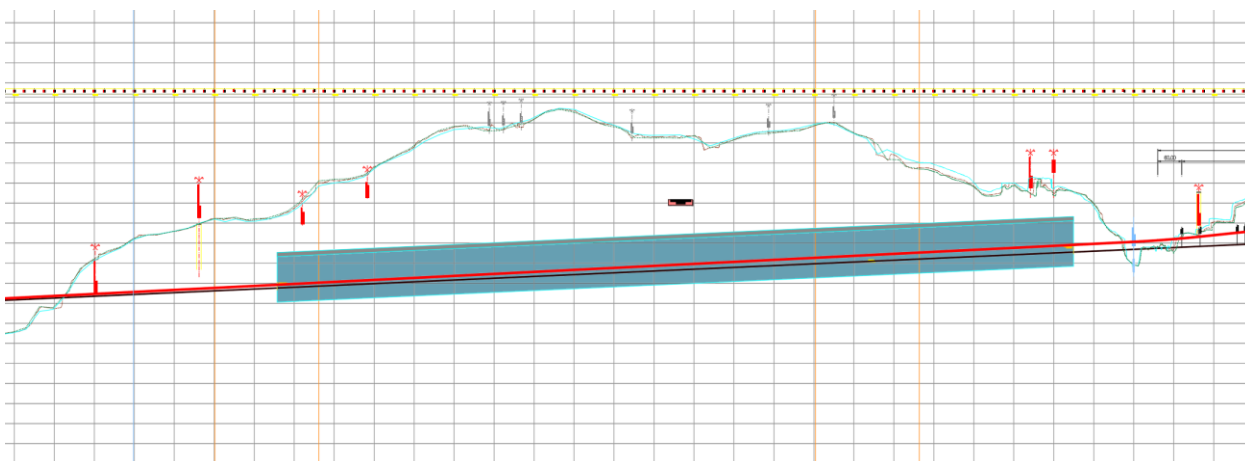


Figura 20 - Alteração entre o PK 54+500 e o PK 58+500 (Túneis de Casaldeita)

- Em direção a norte e após o Túnel de Casaldeita localiza-se o PIB do subtroço 4, onde o traçado começa a aproximar-se ao de Estudo Prévio, embora a rasante seja diferente. Assim, opta-se por manter o trainel de 4.5‰, diminuindo o recobrimento à série de PHs prevista até ao PK 59+000 e da permitindo substituir as Passagens Inferiores previstas por Passagens Superiores. Além disso, prepara a seguinte alteração, antes de chegar ao Túnel de Negrelos.

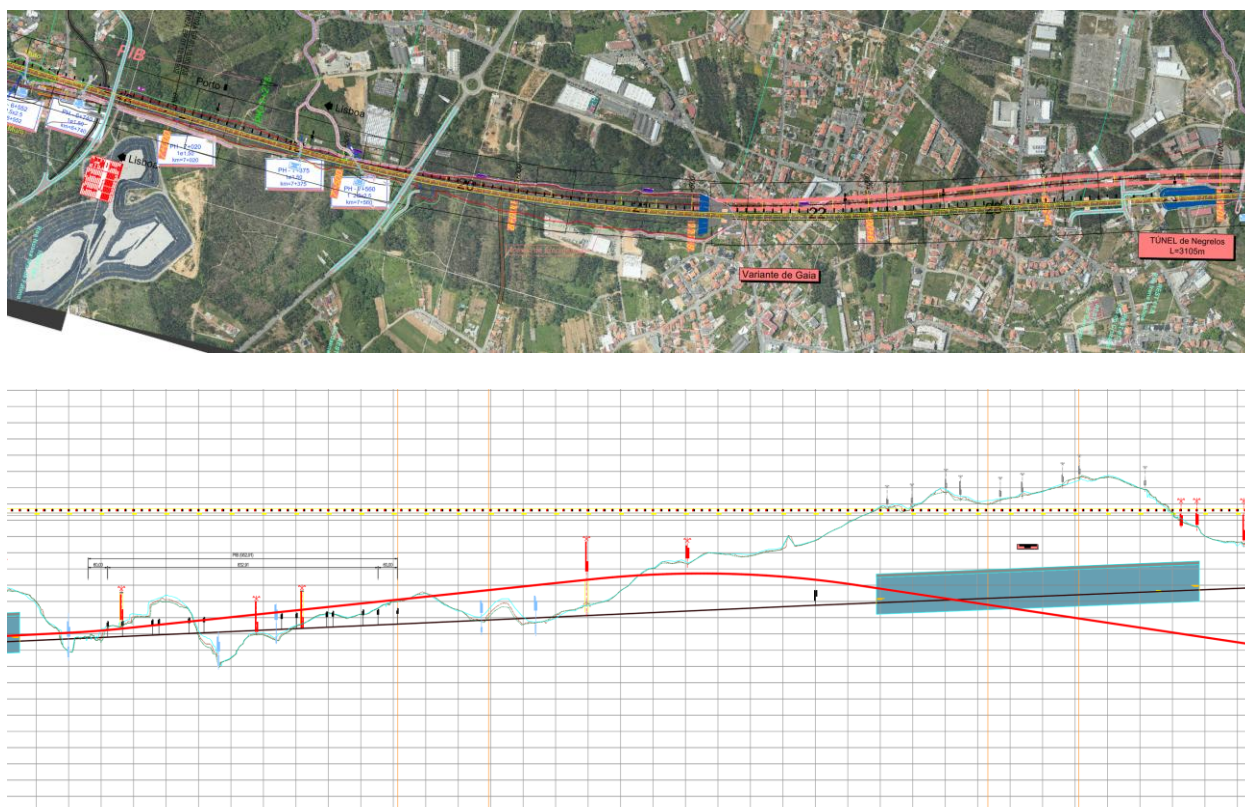


Figura 21 – Alteração entre o PK 57+500 e o PK 61+000 (PIB e Túneis de Negrelos 1)

- À chegada a Negrelos, elevou-se também a rasante a partir do km 60+400 até ao km 65+700, num máximo de 40 m, permitindo a redução da extensão do túnel de Negrelos de 3235 metros para dois túneis de 995 metros e 190 metros. Os túneis estão implantados agora entre os kms 59+987-60+962 e 61+672-61+862. De modo a restabelecer as vias interseccionadas com esta solução, previram-se 4 passagens superiores adicionais, incluindo o Viaduto sobre a A29. De modo a minimizar a afetação da zona industrial dos Terços, fizeram-se muros verticais de ambos os lados da LAV ao longo de cerca de 450 m. O traçado em planta sofreu um ligeiro ajuste para nascente no início deste troço, com um máximo de 60 m, de modo a minimizar as afetações adicionais das edificações, que logicamente acontecem pelo fato do traçado se desenvolver agora com mais troços à superfície. Na parte final do troço foi ripado para poente em cerca de 55 m, permitindo minimizar a afetação da zona industrial de São Caetano, onde se preveem alguns muros verticais de ambos os lados,

Esta solução da rasante apresenta ainda como grande vantagem, a eliminação do ponto baixo que se observava na solução de Estudo Prévio ao km 63+200, na zona da pedra da Pedreira das Lajes, em Vilar de Paraíso, a qual implicava a construção de um túnel de drenagem com cerca de 850 m, que assim não é necessário. Nesta zona, a elevação da rasante implicou prever um viaduto adicional, o Viaduto Pedreira das Lajes.

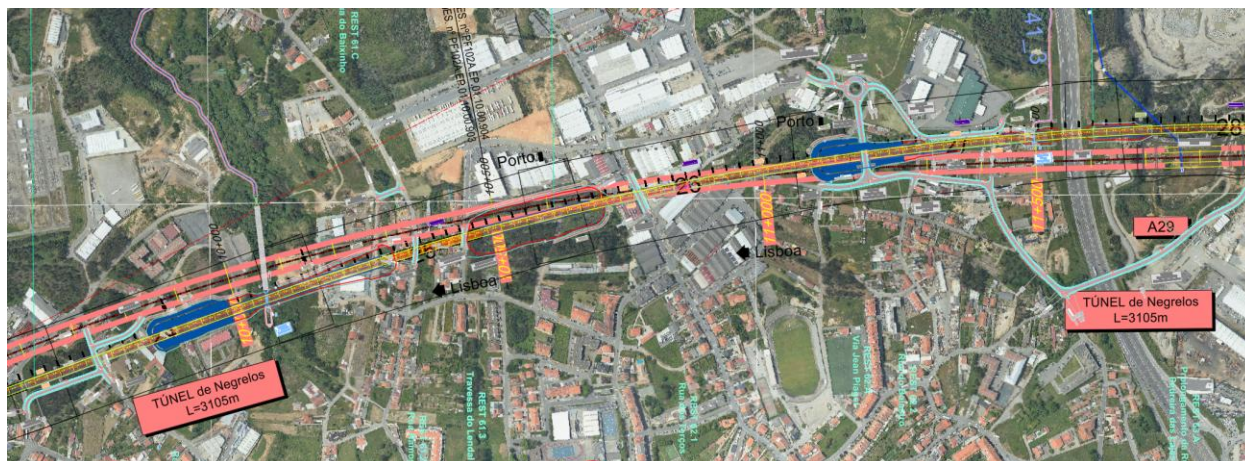


Figura 22 - Alteração entre o PK 60+500 e o PK 63+500 (Túnel de Negrelos 2 e Zona da Pedreira das Lajes)

- Com a subida da rasante no portal sul do Túnel de Vila Nova de Gaia e na zona do Guardal em Vilar do Paraíso, o que em EP era o Túnel de Vila Nova de Gaia que iniciava na Pedreira das Lajes, essa zona agora encontra-se elevada cruzando a A29 por cima e materializando um viaduto na zona da pedreira, devido às condições de fundação pouco favoráveis (estudo da reabilitação da pedreira depois de desativada).



Figura 23 - Alteração da Planta e da Rasante no cruzamento da A29 e da Pedreira das Lajes

- Outra grande otimização ocorreu no túnel de Vila Nova de Gaia, que estava previsto com 4703 metros de extensão e agora passou para 3367 m, entre os PKs 64+833 e 68+200. Esta redução foi possível graças à subida da rasante no início do túnel previsto no EP e na continuidade da alteração de rasante referida no parágrafo anterior. Com esta solução foi possível iniciar o túnel cerca de 1600 m mais à frente.

Embora em planta, o traçado no Túnel de Vila Nova de Gaia a partir do PK 64+800 já se encontra mais junto ao de Estudo Prévio, apresenta umas ligeiras alterações de forma a compatibilizar com a nova rasante definida. A zona da Estação enterrada de Santo Ovído, mantém praticamente inalterada, tendo a diretriz na zona da estação uma nova orientação, mantendo o trainel de 2.0‰ e a cota de EP.

As alterações em termos de altimetria não se preveem que constituem uma dificuldade pois a rasante encontra-se subterrânea, embora estejamos mais profundos a norte da estação e mais à superfície a sul da estação. A rasante desce no máximo 10 m em relação à de EP. Com um trainel descendente, embora mais gravoso, garante um gabarito vertical em relação à Av. Dom João II e a A44 mais folgado, permitindo que a Rua Azevedo Magalhães seja restituída no mesmo sítio, rua esta que se caracteriza como um acesso quase singular entre Oliveira do Douro e a zona do Cais de Gaia, e não estava previsto em Estudo Prévio.

Pelo PK 68+100, a rasante de EP já apresentava um ponto baixo em escavação, que com esta descida da rasante, obriga o ponto baixo a estar mais profundo. No entanto, este ponto foi estudado hidraulicamente e não constitui um problema uma vez que estamos próximos de zona de encosta, para o qual um coletor consegue atingir rapidamente cotas favoráveis de outros órgãos de drenagem. Por consequência, a rasante na Ponte sobre o Rio Douro desceu ligeiramente no encontro sul.

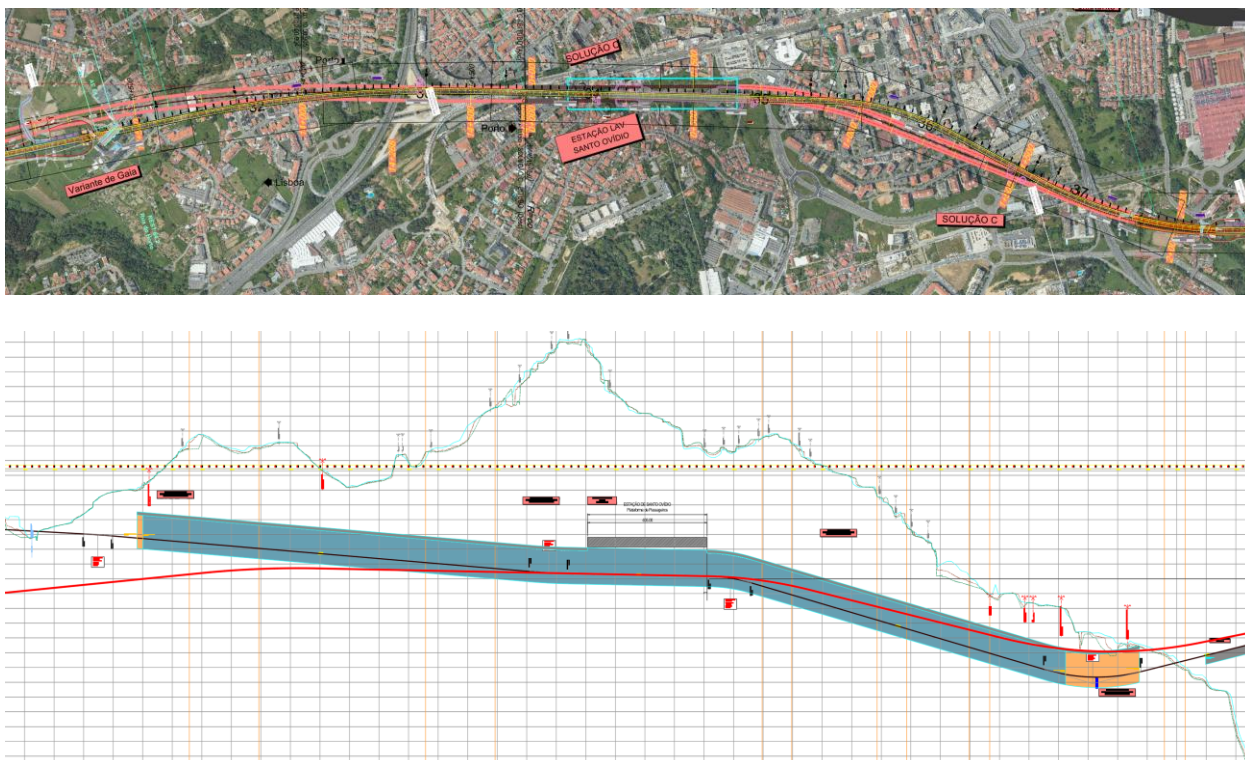


Figura 24 – Alteração do Túnel de Vila Nova de Gaia.

4 INSTALAÇÕES DE APOIO À EXPLORAÇÃO

4.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

As instalações de apoio à exploração no projeto da Linha de Alta Velocidade Porto - Lisboa, estão previstas para que a via dupla eletrificada seja banalizada, isto é, será dotada das instalações de sinalização e segurança necessárias à circulação em qualquer sentido e por qualquer uma das duas vias.

Numa via dupla banalizada são, portanto, possíveis os seguintes movimentos:

- circulação em qualquer sentido e em qualquer das vias;
- circulação em plena segurança e sem limitações de velocidade em via única, em ambos os sentidos, no caso de uma das duas vias estar fora de serviço para circulação;
- ultrapassagem dinâmica do comboio por outro que circule no mesmo sentido, sem que o primeiro tenha de parar ou reduzir a sua velocidade;
- circulação paralela, que pode ser de grande utilidade, no caso de o tráfego apresentar desequilíbrios apreciáveis nos dois sentidos de circulação ao longo das 24 horas do dia.

Além do referido, os dispositivos de apoio à exploração, previstos nos projetos de telecomunicações, sinalização e catenária, permitem a intercomunicação entre as duas vias, de tal forma que os comboios possam passar de uma via para a outra quando necessário.

4.2 POSTOS INTERMÉDIOS DE BANALIZAÇÃO (PIB)

A banalização da linha consegue-se pela disposição, a uma distância adequada, de postos intermédios de banalização e pela dotação de sinalização e de sistemas de segurança que permitam a circulação em qualquer sentido, pelas duas vias.

Os postos intermédios de banalização consistem na disposição de duas diagonais (formadas por dois aparelhos de via AMV cada uma) situadas de forma a permitir a comunicação entre ambas as vias gerais e a mudança de via para um comboio que circule em qualquer dos dois sentidos.

As características dos aparelhos de mudança de via, que compõe cada diagonal, são tais que permitem a circulação pela via direta sem limitação de velocidade. Relativamente à velocidade a praticar na via desviada, é função da tangente do aparelho considerado, tendo sido adotados AMVs que permitem a velocidade de 160 km/h na via desviada, considerou-se AMV tg 1:46 Ponta Móvel do tipo geometria “Cogifer”.

A implantação do PIB é efetuada em troço reto do traçado, quer em planta quer em perfil longitudinal, com uma extensão de implantação de cerca de 952.907 m. No subtroço 4 tem-se a implantação de um PIB que se localiza ao PK 58+036.569 (ponto central), como esquema unifilar apresentado a seguir.

O PIB engloba 4 aparelhos de mudança de via com Tg 1/46 Ponta Móvel do tipo “Cogifer” que estabelecem duas diagonais na via dupla da plena via com velocidade, nos ramos desviados, de 160 km/h.

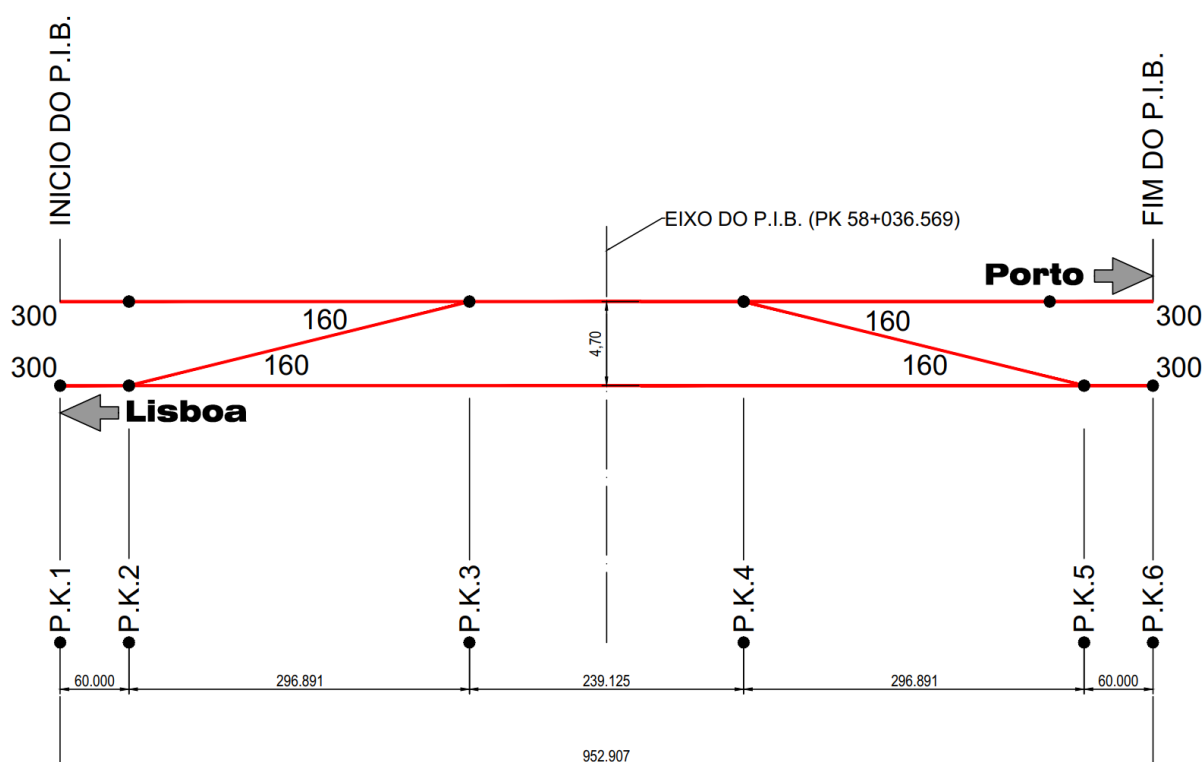


Figura 25 - Diagrama Unifilar do PIB.

A distância entre os postos é função das características da linha e do espaçamento entre postos de ultrapassagem e estacionamento de comboios e entre estações, que em termos de exploração poder-se-á considerar que funcionam como postos de banalização. O outro PIB do Lote A localiza-se no subtroço 1, enquanto o subtroço 2 e 3 são dotados de um PUEC cada subtroço.

Quadro 13 – Localização PIB no subtroço 4

Eixo	Início do PIB	Início 1ª Diagonal	Final 1ª Diagonal	Início 2ª diagonal	Fim 2ª diagonal	Fim do PIB
LAV (PK)	57+560.116	57+620.116	57+917.006	58+156.132	58+453.022	58+513.022

4.3 ESTAÇÕES

4.3.1 ESTAÇÃO DE SANTO OVÍDIO

1 INTRODUÇÃO

Os estudos tiveram como base o estudo apresentado no programa de concurso elaborado pelo Arq. Joan Busquets. Foi nossa intenção respeitar integralmente o plano, no entanto algumas das premissas foram alteradas de modo a dar resposta às diversas exigências técnicas e funcionais da estação.

O Plano propõe:

- uma nova estrutura viária, e consequente requalificação do espaço público;
- criação de novas frentes urbanas;

- diversos edifícios destinados a escritórios, centro de transportes e outros serviços;
- parques de estacionamento privados e públicos; nomeadamente a Norte, junto à Avenida D. João II (Estrada Nacional 222), com capacidade para 475 lugares;
- a construção de dois poços “cut & cover” de ligação entre a superfície e a plataforma; a Norte, designado por “olho de Luz” com aproximadamente 45 metros de diâmetro e um outro a Sul com aproximadamente 25 metros;
- Estes dois poços estão ligados por um jardim, designado por jardim cívico, entre as cotas 125 e 152, com ligação através de escadas e diversos espaços comerciais ao longo dos percursos.
- Parque verde público.

A Estação de Gaia situa-se numa área verde localizada a Este da Avenida da República, a Sul da Avenida D. João II (Estrada Nacional 222) e a Norte da Rotunda de Santo Ovídio.

A estação é executada com dois sistemas construtivos distintos: a plataforma, com 405 metros de comprimento e a cerca de 41 metros de profundidade a Norte e 76 metros a Sul, executada em túnel (mineiro) e uma outra, realizada em “cut & cover”, que constitui os dois poços de ataque à estação com cerca de 50 metros de diâmetro.

2 PEÇAS QUE INTEGRAM O ESTUDO

O presente estudo contempla a parte escrita, bem como as seguintes peças desenhadas, que integrarão o processo:

- PF102A4.PR.03.00.00.201-203.00 – Planta e Perfil Longitudinal Via Ascendente (Linha I);

3 ELEMENTOS DE SUPORTE

O presente estudo está suportado pelos seguintes elementos:

- Diagrama unifilar;
- Ortofotomapas;
- Elementos disponibilizados no Caderno de Encargos de concurso;
- Normativos em vigor, nomeadamente a GR.IT.VIA.023;

4 PRESSUPOSTOS BASE

No desenvolvimento deste estudo, foram considerados os seguintes pressupostos base:

- Utilização da bitola ibérica (1668 mm);
- Conceito de exploração conjunto CONVENCIONAL+LAV;
- Construção de duas plataformas de passageiros com um comprimento mínimo de 405 metros;
- Minimizar, sempre que possível, as interferências com infraestruturas / serviços existentes;
- Cumprimento dos normativos em vigor, nomeadamente a GR.IT.VIA.023.

5 PRINCIPAIS CONDICIONANTES

A nova Estação de Vila Nova de Gaia (Santo Ovídio) será particularmente dedicada ao serviço de alta velocidade, podendo também ser utilizada, como referido, pelos serviços de longo curso convencionais. A sua conceção seguirá uma estratégia de integração dos vários modos de transporte e de valorização do projeto de alta velocidade, constituindo-se como o centro de um novo polo de atividade social e económica da Cidade de Vila Nova de Gaia. Em termos ferroviários, a Estação é designada de apeadeiro e as únicas linhas principais (VA e VD) inserem-se dentro do edifício da Estação.

Trata-se de um projeto de relevante interesse local, regional e nacional, com impacto na esfera de responsabilidades das entidades com jurisdição no território, direta ou indiretamente influenciado pelo projeto da LAV. Além disso, após várias reuniões com a Câmara Municipal de Vila Nova de Gaia determinou-se que o instrumento de planeamento mais adequado para enquadrar o desenvolvimento urbanístico da zona envolvente à Estação de Gaia é o Plano de Pormenor.

Nesse sentido, decorre a elaboração do Plano de Pormenor de Santo Ovídio, assente numa estratégia de requalificação/revitalização sustentável do tecido urbano.

Para além dos elementos que diretamente estão associadas à exploração ferroviária, o local também é caracterizado pela presença de várias condicionantes de natureza física e de segurança, das quais se destacam:

- Rumos de entrada e de saída da estação, bem como as cotas altimétricas da zona;
- Alinhamento reto em planta;
- Menor profundidade possível por questões de segurança, emergência e evacuação;
- Arruamentos confinantes: Rua Conceição Fernandes (sul), Av. Da República (poente) e Estrada Nacional EN222 (norte);
- Ligação próxima às Estações de Metro de Santo Ovídio e D. João II.



Figura 26 – Zona atual onde será implantada a nova Estação de Vila Nova de Gaia (Ortofotos).

6 FUTURO LAYOUT

Em termos práticos, o layout desenvolvido no presente estudo pode ser consultado no tomo V08.01, compatível com a geometria definida para via e que pode ser observado nas folhas de planta e perfil longitudinal. A seguir apresenta-se o esquema unifilar da estação.

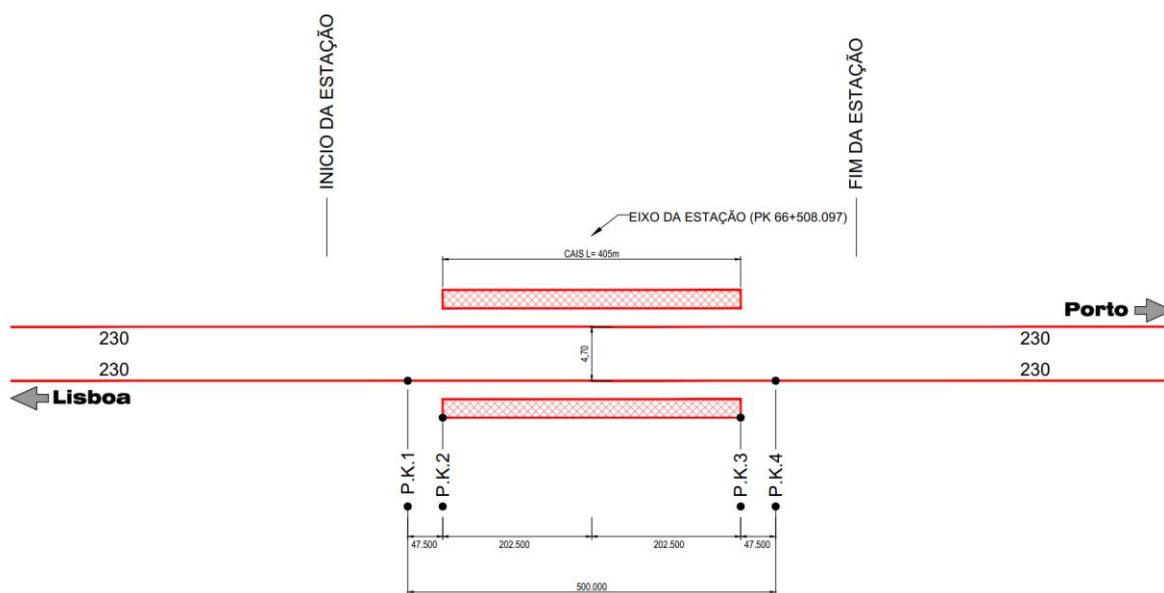


Figura 27 - Diagrama Unifilar Estação Vila Nova de Gaia

7 APARELHOS DE MUDANÇA DE VIA

O presente estudo não especifica nenhum AMV, uma vez que em termos ferroviários, trata-se de um Apeadeiro, no qual apresenta apenas as plataformas de passageiros de cada lado.

8 TRAÇADO

O traçado foi desenvolvido com base nos pressupostos e condicionalismos anteriormente mencionados, estando suportado na informação disponível, em particular no levantamento topográfico a clássico. A Estação de Santo Ovídio está integrada no Túnel de Vila Nova de Gaia.

8.1 TRAÇADO EM PLANTA

O traçado em planta e a localização da Estação é condicionado pelo espaço disponível à superfície, inserido na zona verde existente no centro da cidade e perto de outros meios de transporte, proporcionando uma intermodalidade mais direta, eficaz e central.

8.2 TRAÇADO EM PERFIL LONGITUDINAL

A rasante nesta zona da estação assume a mesma pendente das linhas gerais da LAV, em que na sua definição foram tidos em conta os constrangimentos já referidos no capítulo 3.3.

A zona de cais apresenta um trainel de 2.0‰, mergulhando logo depois do término da plataforma com um raio vertical próximo do mínimo de forma a implantar-se antes da curva horizontal.

9 VELOCIDADES DE PROJETO

A solução apresentada contempla a velocidade máxima de 120 km/h.

10 PARÂMETROS GEOMÉTRICOS E DINÂMICOS

Os parâmetros geométricos e dinâmicos são coincidentes com os da plena via, uma vez que são as mesmas linhas gerais, apresentados no capítulo 3.4. A Estação apresenta-se em alinhamento reto e em trainel.

11 PLATAFORMAS DE PASSAGEIROS

A geometria da plataforma para o serviço das linhas III e IV, foi definida pela equipa de arquitetura da futura estação de Vila Nova de Gaia, tendo um comprimento de 405m com 5.0m de largura. Devido ao trainel de 2.0‰, as cotas das plataformas terão cotas distintas a norte e a sul. No entanto, a cota da plataforma é definida 76 cm acima da cota dos carris.

O PK de início da plataforma, do lado sul, é o 66+305.597 e o PK final é o 66+710.597. A planta de bordaduras será desenvolvida na próxima fase do projeto.

12 PERFIL TRANSVERSAL TIPO

As secções transversais tipo desenvolvidas podem ser observadas nas peças desenhadas PF102A4.PR.03.00.00.00.001-012.00.

5 SUPERESTRUTURA

No presente capítulo descrevem-se as características técnicas dos materiais de via, que constituem a superestrutura ferroviária da Ligação de Alta Velocidade entre o Porto e Lisboa.

Nos capítulos seguintes encontram-se definidas as especificações que devem cumprir os referidos materiais, designadamente o balastro, as travessas, o carril, localização e as características dos aparelhos de mudança de via e dos aparelhos de dilatação a instalar nos viadutos.

5.1 Carril

No presente estudo considera-se a aplicação de carril do tipo 60E1 em barras longas de 108 m, obtidas diretamente da laminação, sem soldadura.

O carril é do tipo 60 E1 em vias gerais, secundárias e aparelhos de via e o seu fornecimento deve respeitar a norma GR.IT.VIA.033. As suas características são as definidas na Norma Europeia CEN/TC256/WG4 “Flat Bottom symmetrical railway rails 46 kg/m and above”. Outras características geométricas fundamentais que devem cumprir estritamente as barras elementares, provenientes da fundição, estão relacionadas com as tolerâncias do acabamento do perfil, a perpendicularidade nos extremos, a planura superficial e a torção.

EN13674-1 2011 Flat bottom rails >46kg/m

Rail profile	Equivalent profile name	Section weight kg/m	Rail height mm (H)	Head width mm (C)	Web thickness mm (A)	Foot width mm (P)	Moment of inertia, I_{xx} cm ⁴	Moment of inertia, I_{yy} cm ⁴
60E1	UIC 60	60.21	172.00	72.00	16.50	150.00	3038.30	512.30
60E2	–	60.03	172.00	72.00	16.50	150.00	3021.50	510.50

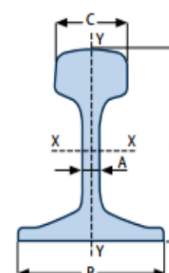


Figura 28 – Características físicas do Carril 60E1 (Fonte: EN 13674-1).

Para aparelhos de via com velocidade do ramo desviado superior a 100 km/h, devem aplicar-se os carris do tipo 60E1 e 60E1A4 e deve considerar-se a qualidade do aço R 350HT. Nos restantes aparelhos de via, com velocidade no ramo desviado até 100 km/h, deve aplicar-se o definido na norma GR.IT.VIA.027.

Todas as soldaduras de carril serão elétricas, com exceção das soldaduras para regularização de barra e das soldaduras em AMVs (internas e de ligação) e em ADs, que serão realizadas por processo aluminotérmicos. A união das barras é obtida através de soldaduras elétricas e aluminotérmicas de acordo com o esquema da figura seguinte.

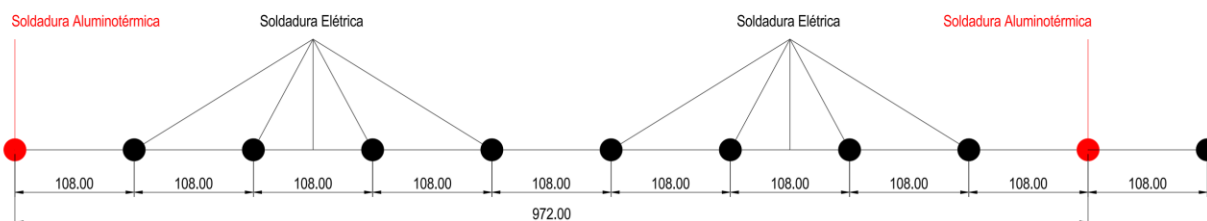


Figura 29 – Esquema de tipo de soldadura a aplicar

O carril é do tipo 60 E1 em vias gerais, secundárias e aparelhos de via, considerando-se que será fornecido em forma de barras longas, com 972 metros, obtidas a partir da união de nove barras simples de 108 metros cada, através de sete soldaduras elétricas e duas aluminotérmicas. Com a sua instalação na via estas barras são ligadas mediante soldadura aluminotérmica formando uma barra longa soldada.

5.2 Travessas e Fixações

A travessa a utilizar na superestrutura será do tipo monobloco polivalentes em betão em conformidade com as normas GR.IT.VIA.009 ou IT.VIA.011, equipadas com as correspondentes fixações para carril 60 E1, montadas em bitola 1668. No entanto, atendendo à interoperabilidade com o sistema europeu, as travessas polivalentes (bi-bitola - bitola 1668 mm e bitola 1435 mm) permitem a migração para a bitola europeia (distância de 1435 mm entre carris), exceto nos AMVs.

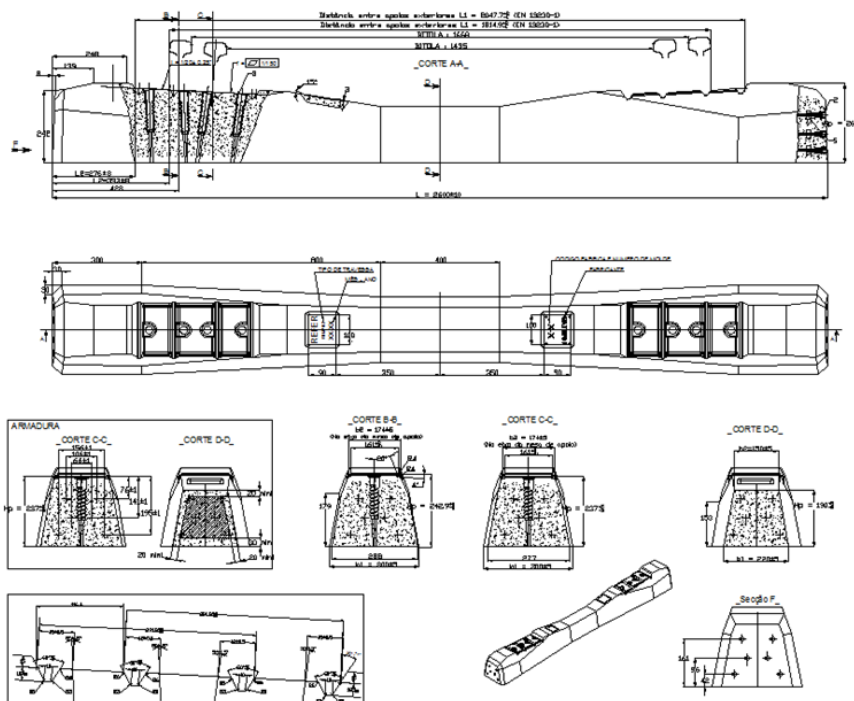


Figura 30 – Travessa de betão monobloco polivalente (bitola 1668 ou bitola 1435 mm)

A resistência mínima ao deslocamento longitudinal do carril no sistema de fixação deve estar conforme a norma EN 13481-2-2002. A resistência exigida às cargas cíclicas deve corresponder, pelo menos, à exigida para as vias principais nos termos da norma EN 13481-2. A rigidez dinâmica da

palmilha não deve exceder 600 MN/m para fixações de travessa em betão. A resistência elétrica mínima exigida é de 5 KΩ, medida de acordo com a norma EN 13146-5.

Para fixação dos carris às travessas, considerou-se as fixações elásticas do tipo Vossloh W14.

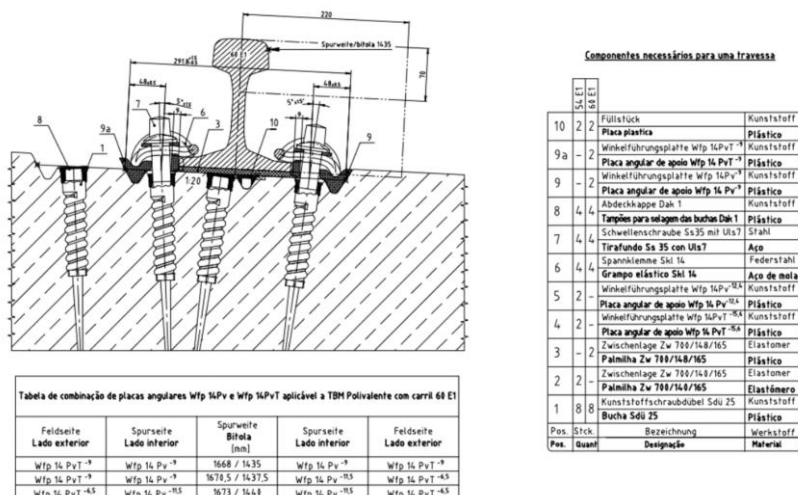


Figura 31 – Fixações Tipo VOSSLOH W14

A pré-montagem da fixação sobre a travessa deverá realizar-se em fábrica.

5.3 Balastro

O balastro é utilizado como camada de apoio ao armamento da via face às solicitações verticais, laterais e longitudinais nela exercida. É considerada a aplicação de balastro granítico, em conformidade com os normativos em vigor, nomeadamente a GR.IT.VIA.015 - Especificações técnicas para fornecimento de balastro novo.

Foi definida uma espessura mínima de balastro sob a face inferior da travessa de 30 cm nos troços de plataforma com sub-balastro. Nos viadutos e contenções verticais com laje inferior, também foi definida a mesma espessura mínima de 30 cm de balastro. A referência da espessura é medida na prumada do carril da fila baixa. O carril de referência será o interior ou o exterior, em função do tipo de plataforma (subbalastro, túnel ou viaduto) e do traçado em planta, caso se desenvolva em alinhamento reto ou em curva.

As características principais do balastro devem atender a normativa vigente quanto a elementos aciculares, resistência ao desgaste, dimensão de elementos granulares e características geométricas. O fornecimento de balastro será de acordo com o especificado na norma GR.IT.VIA.015 – Especificações Técnicas para Fornecimento de Balastro Novo.

A banqueta de balastro terá uma pendente de 3/2 (H/V) e a largura do ombro lateral será de 1.0m.

5.4 Aparelhos de Via

5.4.1 APARELHOS DE MUDANÇA DE VIA (AMV)

Neste estudo foram considerados os tipos de Aparelhos de Mudança de Via que a seguir se descrevem:

- Aparelhos de mudança de via de tangente 0,11, com o comprimento 35,622 m, que permitem uma velocidade de 45 km/h no ramo desviado. Estes aparelhos não se aplicam a este subtroço;
- Aparelhos de mudança de via de tangente 0,0728 de Ponta Móvel, com o comprimento 46,213 m, que permitem uma velocidade de 60 km/h no ramo desviado. Estes aparelhos foram dispostos na entrada / saída das vias desviadas das estações e PUEC's, pelo que não se aplicam a este subtroço;
- Aparelhos de mudança de via de tangente 1:46 de Ponta Móvel, com o comprimento 138,635 m, que permitem uma velocidade de 160 km/h no ramo desviado;
- as diagonais serão compostas por um par de aparelhos, escolhidos entre os dois tipos acima mencionados, permitindo velocidades de circulação na via desviada de 60 ou de 160 km/h respetivamente. Os seus desenvolvimentos são de 137,920 m, para um entre eixo de 7,35m (com uma velocidade no eixo principal de 200km/h e uma velocidade no ramo desviado de 60km/h) e 296,891 m, para um entre eixo de 4,70m (com uma velocidade no eixo principal de 300km/h e uma velocidade no ramo desviado de 160km/h).

Os Aparelhos de Mudança de Via (AMV's) previstos, são de geometria "Tipo Cogifer", ou equivalente para os AMV de tg 0,0728 Ponta móvel e "Tipo Voestalpine" ou equivalente para os AMV de tg 1:46 Ponta Móvel. Em ambos os casos com cróssima móvel, carril 60E1, a assentar em alinhamentos retos e equipados com travessas de betão. Todos os AMV's incluirão o fornecimento dos sistemas de comando correspondentes. As especificações e implantação dos AMVs encontram-se nas peças desenhadas.

No presente projeto não foram colocados AMV's em curvas em planta, em curvas de transição em planta ou em curvas verticais. Foi garantida uma distância mínima de 50 m entre os pontos de início e de fim dos aparelhos de mudança de via, tanto dos pontos de tangência das curvas verticais como das curvas de transição em planta. Esta situação não é aplicável aos ramos desviados dos AMV quando estes se constituem como uma diagonal de via.

Foi igualmente garantida uma distância mínima de 100 m entre aparelhos de mudança de via e obras de arte especiais. A via que contém os aparelhos de Mudança de Via estará inclinada 1/20, os AMVs colocam-se de forma que o rolamento em todos os carris mantenha a inclinação de 1/20 (agulha-contra lança) para garantir a continuidade de circulação.

Em termos normativos, foi considerado o disposto na Norma EN 13803-2:2006 (AMV) GR.IT.VIA.023 e a GR.IT.VIA.030.

A zona de dilatação do aparelho correspondente à junta do viaduto deverá ser dotada de dispositivos necessários para evitar a queda do balastro para o interior da junta.

5.4.2 APARELHOS DE DILATAÇÃO

Nas pontes e viadutos há que considerar as tensões adicionais que se geram no carril devido às variações térmicas, retração e fluência da estrutura, esforços de arranque e de travagem, flexão do tabuleiro, assim como os deslocamentos relativos entre a via e a estrutura.

Os critérios para a instalação de aparelhos de dilatação em viadutos balastrados, são os seguintes:

- Se as tensões de compressão no carril ultrapassam os 72 N/mm² (adicionais em comparação com a via livre).
- Se as tensões de tração ultrapassam os 92 N/mm² (adicionais em comparação com a via livre).
- Em todo o caso, com ou sem aparelho de dilatação, será necessário verificar as limitações dos deslocamentos relativos entre carril e estrutura de suporte, e os movimentos absolutos de tabuleiro que se indicam nos regulamentos em vigor.
- Só devem ser considerados aparelhos de dilatação com contra lanças móveis e lanças fixas, de modo a evitar a possibilidade de existir variação de bitola dentro dos aparelhos de dilatação.

Nas situações em que se assente um aparelho de dilatação num ponto intermédio de um viaduto, a parte móvel do aparelho será colocada do lado que esteja sujeito a maiores deslocamentos absolutos. Nos restantes viadutos com aparelhos de dilatação, estes serão situados sempre sobre um dos apoios, cumprindo-se a norma geral de colocar a parte móvel do aparelho do lado do tabuleiro, e a parte fixa do lado do apoio.

Adicionalmente foram aplicados, sempre que possível em reta. Quando em curva, o raio deve ser superior a 500 m e a Insuficiência de Escala estar limitada a 160 mm para velocidades até 230 km/h ou 115 mm para velocidades até 300 km/h. A aplicação em curvas de transição não é admissível. Deve ainda ser considerado um comprimento mínimo adicional à frente de cada AD correspondente ao Ls para estabilização do veículo, em condições normais de operação.

No que se refere ao perfil longitudinal, a implantação dos AD deve ser em trainel de inclinação constante e a uma distância mínima das curvas verticais igual ao Ls para estabilização do veículo, em condições normais de operação.

Os aparelhos de dilatação devem ter os carris de modo a manter a inclinação de 1/20.

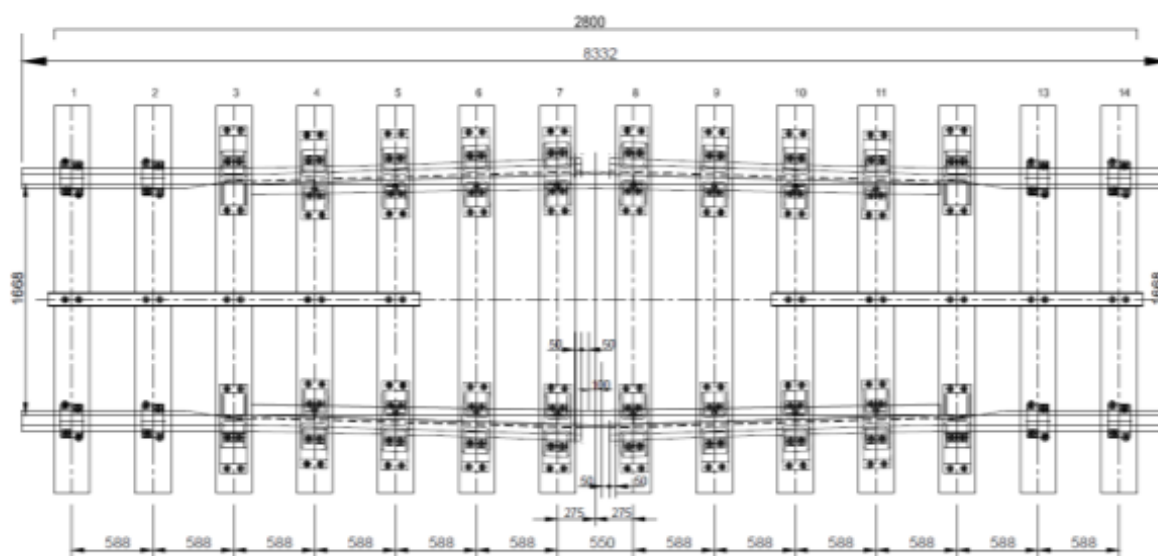


Figura 32 – Exemplo de um Aparelho de dilatação

Neste subtroço os aparelhos de dilatação encontram-se nas seguintes localizações e o seu número deverá ser consultado no tomo específico de Obras de Arte (V02):

- 51+102 (Ponte sobre a Ribeira da Senhora de Lamas)
- 52+280 (Ponte sobre a Ribeira da Senhora de Silvalde)
- 63+767 (Viaduto sobre a Pedreira das Lajes)
- 68+962 (Ponte sobre o Rio Douro)

A solução e justificação de cada AD deverá ser consultado no tomo específico de Obras de Arte (V02), embora se apresente de seguida um quadro resumo.

N.º OAE	N.º Codificação	Designação	km Inicial	km Final	Aparelhos de Via								Condicionamentos	
					AD	km	Raio em Planta AD (m)	Escala D (mm)	Insuficiência de Escala I (mm)	Amplitude (mm)	Unidirecionais	Bidirecionais	Condicionamento Principal	Outros Condicionamentos
18	P50.1	Ponte sobre a Rib.ª Sr.ª de Lamas	50+818.800	51+385.000	2	50+953.0	R=4555	160	76	600	-	2	Atravessamento da A29	Travessia Ribª Lamas
19	P52.1	Ponte sobre a Rib.ª Sr.ª. de Silvalde	51+973.000	52+587.000	2	52+587.0	R=14425	70	15	±400	2	0	Atravessamento da ribeira de Silvalde em viés	Atravessamento de 5 Caminhos Municipais
34	V62.1	Viaduto sobre A29/IC1	62+916.048	63+008.086	0	-	R=5650	150	68	-	-	-	Atravessamento da A29	
35	V63.1	Viaduto Pedreira das Lajes	63+108.652	63+547.652	2	63+547.652	R=5650	150	68	600	2	0	Pedreira	Taludes com elevada inclinação
-	P68.1	Ponte sobre o Rio Douro	68+398.132	69+525.832	4	2 unidades ao ~68+398,132 2 unidades ao ~69+525,832	Recto	-	-0	900	4	0	Atravessamento do Rio Douro	Ligação com o Viaduto de Campanhã