

PAPER TÉCNICO

Arquitetura de Migração de Bitola para a Rede Ferroviária Portuguesa de Alta Velocidade

Avaliação técnica de uma estratégia híbrida 1435/1668 mm, com bitola mista em interfaces de transição

Versão	1.0
Data	11 de agosto de 2026
Natureza	Documento técnico de análise e proposta conceptual
Âmbito	Portugal — LAV Porto–Lisboa, Porto–Vigo e Lisboa–Madrid

Nota de âmbito

Este paper é uma análise de engenharia de sistemas e política de interoperabilidade. Não substitui projeto de execução, estudo de segurança, RAMS, análise custo-benefício, avaliação de capacidade, homologação de infraestrutura ou estudo de exploração. Os valores atribuídos pela Infraestruturas de Portugal a custos, velocidades e cenários são reproduzidos como dados de referência do estudo apresentado em março de 2024 e não devem ser tratados como constantes universais.

Preparado para: Francisco Gonçalves

Resumo

Portugal está a construir uma nova rede ferroviária de alta velocidade num contexto singular: a rede convencional nacional utiliza bitola ibérica de 1668 mm, enquanto a bitola nominal padrão europeia é 1435 mm. A estratégia atualmente publicada pela Infraestruturas de Portugal prevê a construção da LAV Porto–Lisboa em bitola ibérica, com travessas aptas a futura migração. Entretanto, a Decisão de Execução C(2025) 7130 da Comissão Europeia determinou que Portugal e Espanha desenvolvam até ao fim de 2027 um plano coordenado para implantar 1435 mm na ligação Lisboa–Madrid e coordenem posteriormente a migração. Este novo enquadramento transforma a bitola de uma escolha abstrata numa questão concreta de arquitetura de transição.

Este paper avalia quatro estratégias: (i) 1668 mm inicial com migração futura; (ii) 1435 mm integral desde a origem; (iii) 1435 mm na espinha dorsal de alta velocidade com bitola mista 1435/1668 mm apenas em interfaces selecionados; e (iv) utilização extensiva de bitola mista. A análise conclui que uma arquitetura híbrida, baseada em 1435 mm como estado final do core de alta velocidade e no terceiro carril como tecnologia localizada de interface, oferece o melhor compromisso conceptual entre interoperabilidade europeia, preservação temporária da rede existente, concorrência no material circulante e minimização do risco de lock-in.

A principal recomendação é separar claramente três funções: rede nova de alta velocidade, rede histórica e interfaces de transição. A bitola mista não deve ser encarada como substituto permanente da bitola padrão em linhas projetadas para cerca de 300 km/h enquanto persistirem as limitações técnicas atualmente identificadas pela IP; deve, antes, ser usada de forma cirúrgica onde evita ilhas operacionais durante a migração.

Palavras-chave: alta velocidade; bitola ferroviária; 1435 mm; 1668 mm; terceiro carril; interoperabilidade; TEN-T; ERTMS; migração; Portugal; Espanha.

Abstract

Portugal is developing a new high-speed rail network while its conventional network operates on 1668 mm Iberian gauge and the European standard nominal gauge is 1435 mm. The Portuguese infrastructure manager currently plans to open the Porto–Lisbon high-speed line initially on Iberian gauge using gauge-convertible sleepers. In parallel, European Commission Implementing Decision C(2025) 7130 requires Portugal and Spain to develop, by the end of 2027, a coordinated plan for deploying 1435 mm on the Lisbon–Madrid high-speed connection and to coordinate the subsequent gauge migration.

This paper compares four transition architectures and proposes a hybrid model: 1435 mm as the target gauge for the high-speed core, 1668 mm retained on the legacy network during transition, and mixed 1435/1668 mm track used selectively at interfaces, terminals and connecting sections. The proposal is intended to preserve high-speed performance while avoiding unnecessary operational islands and long-term technological lock-in.

Keywords: high-speed rail; track gauge; standard gauge; Iberian gauge; mixed gauge; interoperability; migration architecture.

Estrutura do documento

- 1. Introdução e questão de engenharia
- 2. Enquadramento institucional e normativo
- 3. O problema técnico da coexistência de bitolas
- 4. Tecnologias de migração e coexistência
- 5. Avaliação dos cenários
- 6. Arquitetura híbrida proposta
- 7. Exploração, estações, sinalização e manutenção
- 8. Mercadorias, portos e mercado ferroviário
- 9. Roteiro de implementação 2026–2050
- 10. Matriz de riscos e mitigação

- 11. Recomendações
- 12. Conclusões
- Anexo A. Requisitos técnicos mínimos para estudos subsequentes
- Referências

1. Introdução e questão de engenharia

A escolha da bitola ferroviária numa rede nova de alta velocidade não é uma decisão isolada sobre a distância entre carris. É uma decisão de arquitetura de sistema que influencia interoperabilidade, material circulante, manutenção, estações, aparelhos de mudança de via, interfaces com a rede convencional, concorrência entre operadores, logística internacional e custo de futuras migrações.

Na rede portuguesa, todos os serviços ferroviários convencionais utilizam 1668 mm. A Infraestruturas de Portugal (IP) afirma que a LAV Porto–Lisboa será também construída inicialmente em bitola ibérica para permitir uma exploração faseada e ligações diretas à rede existente; simultaneamente, indica que os investimentos atuais incorporam travessas aptas a uma futura alteração de bitola [3]. A mesma LAV é projetada para velocidades de exploração da ordem dos 300 km/h e para serviços de passageiros de médio e longo curso [5].

Este modelo resolve um problema legítimo de curto prazo: evitar uma infraestrutura isolada durante o faseamento. Contudo, transfere para o futuro uma decisão crítica: quando, em que troços e através de que tecnologia deverá ocorrer a migração para 1435 mm? Essa pergunta tornou-se mais urgente após a Decisão de Execução C(2025) 7130 da Comissão Europeia, que exige um plano coordenado de implantação de 1435 mm na ligação Lisboa–Madrid até ao fim de 2027 [1].

O objetivo deste paper é analisar o problema segundo princípios de engenharia de sistemas. Em vez de assumir que toda a rede deve usar uma única solução durante toda a transição, separa-se o sistema em três domínios: (a) core de alta velocidade novo; (b) rede convencional existente; e (c) interfaces de transição. A hipótese central é que soluções diferentes podem ser ótimas em domínios diferentes.

Hipótese de projeto

O terceiro carril é tecnicamente mais valioso como interface de transição do que como arquitetura permanente de toda uma linha de alta velocidade. A bitola padrão deve ser analisada como estado final do core; a bitola ibérica, como legado a preservar durante a transição; e a via mista, como mecanismo de compatibilidade entre ambos.

2. Enquadramento institucional e normativo

2.1. Estratégia atualmente publicada em Portugal

A IP justifica a opção inicial por 1668 mm com a necessidade de integração imediata na Rede Ferroviária Nacional (RFN), utilização das estações existentes, exploração faseada e contenção do investimento inicial. A página oficial do projeto confirma que a LAV Porto–Lisboa será construída em bitola ibérica e ligada à Linha do Norte em vários pontos [5].

No estudo apresentado em março de 2024, a IP comparou um cenário base em bitola ibérica com alternativas em 1435 mm. Para o cenário de conversão posterior com travessas polivalentes, a IP estimou o processo de migração em cerca de 0,3 M€/km de via dupla e indicou que o custo total de migração representaria menos de 2% do investimento total do cenário base. Para a construção integral inicial em 1435 mm, apresentou um acréscimo de investimento de pelo menos 45%, sobretudo devido à necessidade de novas ligações e à perda de conectividade imediata com a RFN [4]. Estes números são específicos daquele estudo e devem ser reavaliados quando os projetos e preços de mercado forem atualizados.

2.2. A obrigação europeia de planeamento da migração Lisboa–Madrid

A Decisão de Execução C(2025) 7130, de 30 de outubro de 2025, estabelece um quadro particularmente relevante. A Comissão considera a adoção da bitola nominal europeia de 1435 mm um passo essencial para integrar Lisboa–Madrid nas redes de alta velocidade de Espanha e França [1].

Mais concretamente, o artigo 2.º, n.º 3, determina que Portugal e Espanha desenvolvam, até ao fim de 2027, um plano coordenado de implantação de 1435 mm na linha de alta velocidade Lisboa–Madrid e que coordenem e concluam a migração de bitola de acordo com esse plano e com o Regulamento (UE) 2024/1679 [1][2]. Portanto, a questão deixou de ser apenas se haverá migração: pelo menos para este corredor, existe uma obrigação formal de a planear coordenadamente.

Implicação estratégica

O plano de 2027 é uma janela rara para Portugal definir um padrão nacional de interfaces, aparelhos de via, travessas, estações, catenária e material circulante que possa depois ser reutilizado nos eixos Porto–Vigo e Porto–Lisboa. Tratar Lisboa–Madrid como caso isolado desperdiçaria essa oportunidade.

2.3. Interoperabilidade não é apenas bitola

Mesmo após a harmonização da bitola, a circulação transfronteiriça depende de vários subsistemas: ERTMS/ETCS, rádio ferroviária, eletrificação, carga por eixo, comprimento útil de linhas, gálibos, interfaces de plataforma, regras operacionais, homologação do material circulante e gestão de capacidade. A bitola é uma condição mecânica fundamental, mas não é condição suficiente. Uma política de 1435 mm deve, portanto, ser integrada num programa completo de interoperabilidade TEN-T e não tratada como projeto autónomo.

3. O problema técnico da coexistência de bitolas

3.1. Geometria básica

A bitola ibérica nominal é 1668 mm e a bitola padrão europeia é 1435 mm. A diferença é 233 mm. Numa configuração de três carris, um carril pode ser comum às duas bitolas, enquanto os outros dois definem as distâncias de 1435 e 1668 mm. A ADIF reconhece formalmente, no seu inventário de via, as categorias de bitola padrão, ibérica e mista 1668/1435 mm [6].

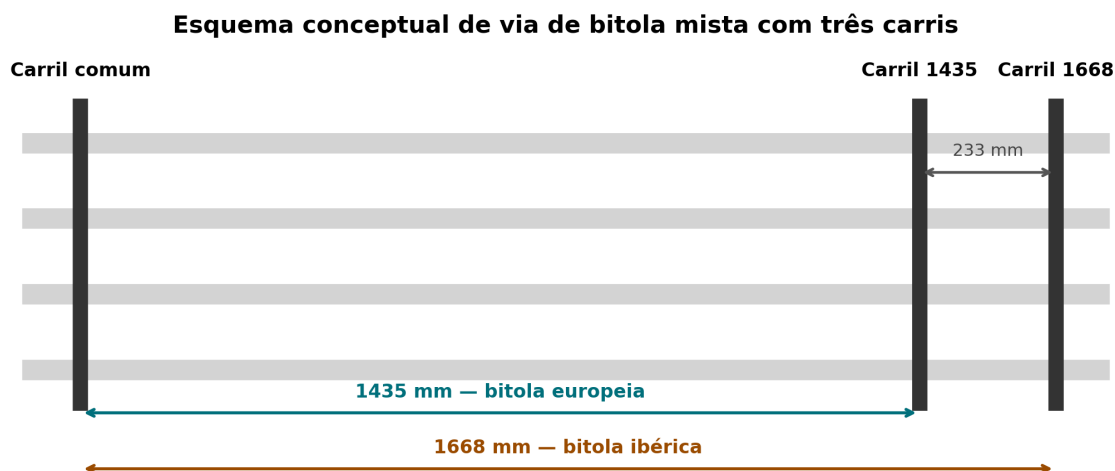


Figura 1 — Esquema conceptual de uma via de bitola mista 1435/1668 mm com três carris. Fonte: elaboração própria.

A partilha de um carril implica que os eixos geométricos das duas bitolas não coincidam: ficam deslocados em 116,5 mm. Essa diferença é pequena face à largura do material circulante, mas não é irrelevante. Deve ser considerada no posicionamento relativo da catenária, plataformas, objetos junto à via, equipamentos de deteção e tolerâncias de gálibo. Em certos locais, a manutenção de um eixo de via comum pode justificar soluções mais complexas, incluindo quatro carris, mas isso aumenta o número de componentes e deve ser reservado para casos em que a geometria o exija.

3.2. O ponto difícil não é a via corrente: são os aparelhos de via

Num troço retilíneo ou de geometria simples, adicionar um terceiro carril é tecnicamente compreensível e já tem aplicação comercial. A complexidade cresce de forma acentuada em desvios, travessias, bretelles, ligações de resguardo, bifurcações, cruzamentos e zonas de estação. As rodas das duas bitolas têm de

atravessar corações e agulhas com trajetórias distintas, o que multiplica componentes, tolerâncias e necessidades de inspeção.

É por isso que a IP, na sua apresentação de 2024, caracteriza o terceiro carril como solução com custos de manutenção elevados, recurso a equipamento especializado, utilização condicionada de aparelhos de mudança de via (AMV) e aptidão preferencial para troços mais curtos. A mesma apresentação refere uma limitação de velocidade então considerada de 160 km/h [4]. Esta limitação deve ser entendida no contexto da solução avaliada pela IP, e não como limite físico universal de qualquer tecnologia de bitola mista.

3.3. Consequências para alta velocidade

Uma linha concebida para cerca de 300 km/h exige geometria de via, estabilidade, qualidade de soldadura, rigidez, manutenção e disponibilidade muito exigentes. Se a tecnologia de terceiro carril introduzir restrições de velocidade, maior número de inspeções ou AMV especiais ao longo de centenas de quilómetros, o custo de ciclo de vida e o risco operacional podem anular a vantagem de compatibilidade. Daí a distinção fundamental deste paper: a bitola mista deve ser concentrada em interfaces onde a velocidade é naturalmente inferior ou onde o benefício de conectividade é elevado.

4. Tecnologias de migração e coexistência

Tecnologia	Vantagem principal	Limitação principal	Uso recomendado
Travessas polivalentes	Permitem reposicionar os carris numa futura migração sem substituir toda a travessa.	A migração requer janela de obra, alteração de AMV e indisponibilidade temporária.	Via nova onde a bitola inicial pode mudar mais tarde.
Terceiro carril / bitola mista	Permite circulação de material 1435 e 1668 mm na mesma plataforma.	Maior complexidade em AMV, manutenção e interfaces; IP aponta 160 km/h na solução estudada.	Acessos, estações, terminais e troços de transição selecionados.
Material de eixos variáveis	Mantém infraestruturas de bitolas distintas e transfere a complexidade para o comboio.	Dependência tecnológica, cambiadores, custo de frota e penalização operacional.	Serviços específicos durante a transição.
Conversão direta para 1435	Elimina uma barreira física de interoperabilidade e amplia mercado de material circulante.	Pode criar ilhas operacionais enquanto a rede envolvente permanecer em 1668.	Core novo quando existem interfaces adequados ou continuidade internacional.

Tabela 1 — Tecnologias de transição e utilização conceptual. Síntese do autor com base em [4] e [6].

4.1. Travessas polivalentes

Constituem a opção de menor complexidade operacional durante a fase inicial: a linha funciona numa única bitola, mas a infraestrutura física é preparada para reposicionamento dos carris. A IP considera esta solução sem limitação de velocidade e com pequeno acréscimo inicial de investimento; estima, no estudo de 2024, 0,3 M€/km de via dupla para o processo de migração, que requer encerramento da via e alterações aos AMV [4]. A vantagem é manter o core simples. A desvantagem é transformar a migração futura num projeto de indisponibilidade coordenada que pode ser politicamente adiado.

4.2. Terceiro carril

O terceiro carril desloca a complexidade da data de migração para a operação corrente. Permite coexistência das duas bitolas e reduz a necessidade de transbordo ou de material de eixos variáveis, mas exige manutenção de elementos adicionais e soluções especiais em aparelhos de via. É particularmente atraente em acessos a estações, terminais e ligações curtas à rede convencional, onde a velocidade máxima já é inferior à da plena via de alta velocidade.

4.3. Material de eixos variáveis

A mudança automática da distância entre rodas permite que um comboio passe de uma rede para outra através de um cambiador de bitola. É uma tecnologia madura na Península Ibérica, mas transfere custo e dependência tecnológica para o material circulante e para os equipamentos fixos de mudança.

No cenário avaliado pela IP para a LAV Porto–Lisboa, manter o nível de serviço do cenário base exigiria pelo menos dez aparelhos de mudança de bitola, com aumento global de cerca de 10% nos custos de investimento e material circulante e acréscimos de 30 a 40 minutos em certos serviços devido às múltiplas mudanças [4]. Isto torna a solução menos atraente como fundamento de toda a arquitetura, embora possa ser útil como ferramenta temporária.

4.4. Conversão direta para 1435 mm

A implantação direta de 1435 mm no core novo oferece a arquitetura final mais simples e evita uma segunda intervenção na via. Em contrapartida, enquanto os acessos às estações e linhas de alimentação continuarem em 1668 mm, surge o problema da “ilha ferroviária”. O estudo da IP estima que uma construção integral em 1435 mm, mantendo o mesmo nível de conectividade do cenário base, teria um investimento inicial pelo menos 45% superior [4]. A proposta deste paper procura reduzir esse efeito não duplicando toda a rede, mas recorrendo a interfaces mistos e a um desenho faseado de estações e junções.

5. Avaliação dos cenários

Para comparar arquiteturas e não apenas tecnologias isoladas, foi construída uma matriz multicritério conceptual. A escala varia de 1 (desfavorável) a 5 (muito favorável). Os pesos refletem a finalidade de uma rede de alta velocidade integrada na Europa. Não constituem uma análise custo-benefício oficial; servem para explicitar os trade-offs e podem ser recalibrados em estudos posteriores.

Critério	Peso	S0 — 1668 inicial + migração futura	S1 — 1435 integral desde a origem	S2 — 1435 no core + interfaces mistos	S3 — bitola mista extensiva
Interoperabilidade europeia	20%	2	5	5	5
Desempenho AV	15%	5	5	5	2
Integração da RFN existente	15%	5	2	4	5
Executabilidade da transição	15%	4	2	4	3
Simplicidade de manutenção	10%	4	5	3	2
Abertura do mercado de material circulante	10%	3	5	5	4
Mercadorias e logística	10%	2	5	5	5
Resiliência a lock-in tecnológico	5%	2	5	5	4
Pontuação ponderada	—	3.5/5	4.1/5	4.5/5	3.8/5

Tabela 2 — Matriz multicritério conceptual. Pontuações e pesos são propostos neste paper e devem ser objeto de análise de sensibilidade.

O cenário S0 maximiza a integração imediata com a rede existente, mas deixa o momento da migração como risco de governação e perpetua, durante um período indeterminado, uma barreira de interoperabilidade.

O cenário S1 maximiza a coerência técnica de longo prazo, mas exige resolver imediatamente todos os acessos e serviços híbridos, podendo aumentar investimento inicial e reduzir benefícios no faseamento.

O cenário S2 procura combinar as vantagens: mantém a plena via de alta velocidade em 1435 mm, preserva 1668 mm na rede histórica e utiliza bitola mista apenas onde a coexistência cria valor. A principal dificuldade desloca-se para o projeto detalhado dos interfaces.

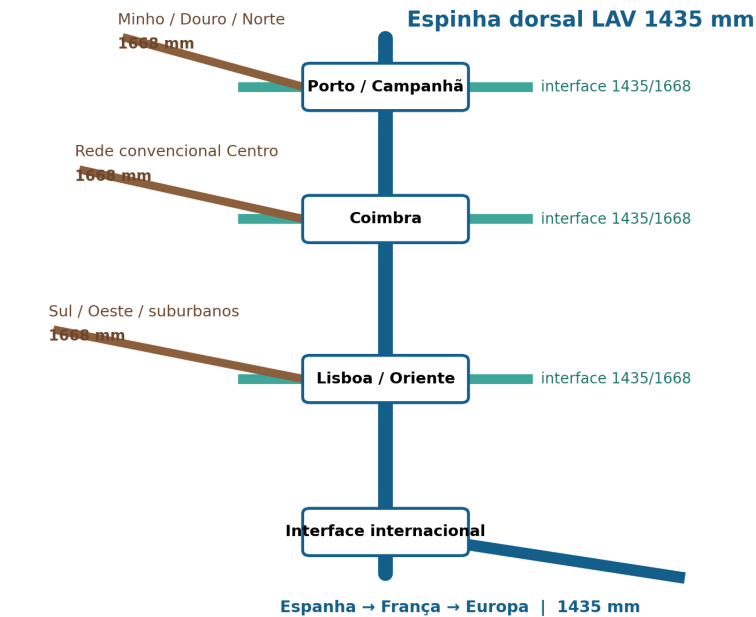
O cenário S3 oferece compatibilidade ampla, mas torna permanente em toda a linha uma complexidade que, segundo os dados atuais da IP, é particularmente desfavorável à velocidade e manutenção. Por isso, não é recomendado para o core de 300 km/h.

6. Arquitetura híbrida proposta

A arquitetura proposta adota o princípio “1435 mm no core novo, 1668 mm no legado durante a transição, 1435/1668 mm apenas nos interfaces em que a coexistência evita uma quebra operacional”. Esta solução

não pressupõe que todas as estações tenham obrigatoriamente a mesma configuração. Cada nó deve ser desenhado segundo o padrão de serviços, velocidades, capacidade e espaço disponível.

Arquitetura híbrida proposta: bitola padrão no core, bitola mista apenas nos interfaces



Princípio: não penalizar a linha de 300 km/h com complexidade permanente onde ela não acrescenta valor.

Figura 2 — Arquitetura conceptual híbrida. Fonte: elaboração própria.

6.1. Core de alta velocidade

Os troços greenfield concebidos para velocidades da ordem dos 300 km/h devem ser avaliados com 1435 mm como bitola de referência de longo prazo. Isto reduz a dependência de material específico ibérico, elimina uma barreira física a operadores europeus e evita que o futuro processo de migração obrigue a intervir sobre toda a extensão da linha.

O desenho deve reservar compatibilidade geométrica e funcional com a rede europeia desde a fase de projeto: posição da catenária, ETCS, gálibos, plataformas e aparelhos de via. A decisão de abrir temporariamente um troço em 1668 mm, se necessária por faseamento, deve ser tratada como estado transitório com condição de saída explicitamente contratualizada.

6.2. Interfaces mistos

A bitola mista deve concentrar-se onde a velocidade é moderada e o valor de conectividade é elevado: aproximações a grandes estações, ramais de ligação à rede convencional, terminais logísticos, bases de manutenção e corredores de acesso cuja duplicação integral não seja economicamente justificável. Nesses locais, a limitação de velocidade tem menor impacto sobre o tempo total de percurso, enquanto a possibilidade de receber material de ambas as bitolas pode evitar transbordos ou frotas excessivamente especializadas.

6.3. Estações: separação de vias pode ser preferível à bitola mista total

Uma estação interoperável não necessita de ter terceiro carril em todas as vias. Frequentemente será mais simples reservar algumas vias a 1435 mm e outras a 1668 mm, ligadas por plataformas comuns ou interfaces de passageiros. A bitola mista deve ser usada apenas onde a flexibilidade operacional compensa a complexidade de AMV. Esta abordagem reduz o número de aparelhos especiais e melhora a manutenibilidade.

6.4. Porto–Lisboa, Porto–Vigo e Lisboa–Madrid como um único sistema

O maior ganho de engenharia resultará de evitar três políticas de bitola independentes. O plano Lisboa–Madrid exigido pela Comissão até 2027 deve ser aproveitado para definir um “perfil nacional de migração” aplicável também a Porto–Vigo e à futura evolução da Porto–Lisboa. Normas comuns de travessas, AMV,

interfaces de catenária, detecção de comboios, plataformas e manutenção reduzem custos de engenharia, peças sobresselentes, formação e certificação.

7. Exploração, estações, sinalização e manutenção

7.1. Exploração

A transição de bitola deve ser desenhada a partir do plano de exploração, e não ao contrário. É necessário identificar cada família de serviço: alta velocidade pura, serviços híbridos que abandonam a LAV para servir cidades na rede convencional, serviços internacionais e eventuais serviços de mercadorias nos corredores onde sejam admitidos. Para cada família deve existir uma cadeia de bitola explícita do ponto de origem ao destino.

7.2. AMV e capacidade de estação

Os AMV de bitola mista devem ser minimizados e colocados onde possam ser inspecionados e substituídos sem paralisar nós inteiros. Deve evitar-se uma topologia em que todas as rotas possíveis atravessem múltiplos aparelhos especiais. A engenharia de capacidade deve testar cenários de avaria, manutenção noturna, circulação banalizada e degradação de serviço.

7.3. Sinalização, detecção e ERTMS

O terceiro carril também afeta subsistemas de detecção. Circuitos de via, juntas isolantes, balizas e outros equipamentos têm de ser configurados e certificados para a geometria escolhida. A documentação técnica da ADIF contém explicitamente categorias e elementos associados a terceiro carril, evidenciando que a solução é gerível, mas exige normalização específica [6]. Para os corredores internacionais, o ERTMS deve ser tratado em conjunto com a migração de bitola, conforme a própria Decisão C(2025) 7130 já faz para Lisboa–Madrid [1].

7.4. Catenária e eixo geométrico

Numa via de três carris com um carril comum, os dois eixos de circulação ficam lateralmente deslocados 116,5 mm. O estudo de catenária deve verificar a posição do fio de contacto e o envelope do pantógrafo para ambas as bitolas. O mesmo princípio aplica-se a plataformas, sinais laterais, túneis e outros elementos de gálibo. Esta verificação é simples de formular, mas não deve ser deixada para a fase de obra.

7.5. Manutenção e RAMS

A estratégia deve ser submetida a um processo RAMS (Reliability, Availability, Maintainability and Safety) específico. O terceiro carril adiciona componentes e modos de falha; por outro lado, uma migração futura de uma linha inteira cria um evento concentrado de indisponibilidade. A decisão ótima depende da comparação dos custos de ciclo de vida e da disponibilidade requerida. O critério não deve ser apenas CAPEX inicial.

8. Mercadorias, portos e mercado ferroviário

A LAV Porto–Lisboa é atualmente descrita pela IP como dedicada a passageiros [5], pelo que a política de mercadorias deve ser analisada sobretudo na rede convencional e nos corredores internacionais. Ainda assim, a decisão de bitola das novas infraestruturas influencia o ecossistema ferroviário: oficinas, locomotivas, bases de manutenção, acesso de fabricantes, stock de peças e capacidade de operadores estrangeiros entrarem no mercado.

Para mercadorias internacionais, 1435 mm reduz uma barreira física entre terminais portugueses e o restante mercado europeu. Isso não elimina requisitos de carga por eixo, comprimento dos comboios, eletrificação e capacidade, mas permite que vagões e locomotivas compatíveis com o corredor europeu circulem sem uma mudança mecânica de bitola.

Para passageiros, uma rede 1435 mm amplia o universo de material circulante potencialmente disponível e reduz a dependência de soluções especiais de eixos variáveis. A própria IP assinala que a necessidade de material de eixos variáveis pode limitar a concorrência [4].

A bitola deve, portanto, ser tratada também como política industrial e de mercado. Um sistema que mantém indefinidamente uma especificação física exclusiva cria custos de entrada que podem reforçar fornecedores incumbentes e reduzir a elasticidade do mercado de frotas.

9. Roteiro de implementação 2026–2050

O roteiro seguinte é indicativo e deve ser subordinado aos estudos oficiais. A sua finalidade é demonstrar que uma política de migração credível necessita de datas, condições de saída e responsabilidades, não apenas da declaração genérica de que a conversão ocorrerá “quando houver necessidade”.

Roteiro técnico indicativo de migração



Figura 3 — Roteiro técnico indicativo. O marco de 2027 decorre da Decisão C(2025) 7130; os restantes marcos são proposta conceptual deste paper.

Fase A — 2026–2027: engenharia de sistema e normalização

Concluir o plano coordenado Lisboa–Madrid; definir a arquitetura-alvo nacional; congelar padrões de travessas, AMV, catenária, plataforma e deteção para via mista; modelar capacidade; executar análise RAMS e LCC; definir requisitos de material circulante e interfaces com Espanha.

Fase B — 2028–2034: construção e preparação operacional

Construir infraestruturas com o estado final de bitola explicitamente definido; limitar terceiro carril aos interfaces justificados; preparar janelas de migração; assegurar ERTMS e homologação coordenada; criar capacidade de manutenção das duas bitolas durante a transição.

Fase C — 2034–2040: migração dos corredores internacionais

Executar a migração Lisboa–Madrid conforme o plano ibérico; alinhar Porto–Vigo; rever a bitola operacional da espinha dorsal Porto–Lisboa à luz do estado das ligações espanholas e do material circulante disponível.

Fase D — 2040–2050: consolidação do core

Converter os corredores onde a análise custo-benefício justificar; manter 1668 mm em linhas secundárias onde não exista valor de interoperabilidade suficiente; conservar interfaces mistos apenas onde continuem a criar flexibilidade operacional mensurável.

10. Matriz de riscos e mitigação

Risco	Prob.	Impacto	Mitigação proposta
Plano de migração adiado após construção em 1668	Média/Alta	Alto	Fixar marcos contratuais e orçamento de migração; governance ibérica anual; condição de saída por corredor.
Terceiro carril usado em extensão excessiva	Média	Alto	Impor critério de utilização: apenas interfaces onde benefício operacional supere custo de manutenção e restrição de velocidade.
Complexidade excessiva de AMV em estações	Alta	Alto	Preferir vias dedicadas por bitola; minimizar rotas mistas; modularizar aparelhos especiais.
Frota presa a tecnologia de eixos variáveis	Média	Médio/Alto	Limitar a solução a serviços transitórios; preservar possibilidade de material 1435 convencional.
Incompatibilidade Portugal–Espanha no calendário	Média	Muito alto	Plano único por corredor, milestones comuns, testes de integração e governação AVEP/Comissão.
Custo inicial da solução 1435 + interfaces	Média	Alto	Comparar LCC e benefícios de interoperabilidade; fasear interfaces; candidatar componentes transfronteiriços a CEF/BEI.
Interrupções durante conversão	Alta	Médio/Alto	Janelas de obra planeadas desde o projeto; redundância operacional via rede convencional; pré-montagem de AMV.
Normas técnicas divergentes	Média	Alto	Criar catálogo nacional de requisitos de via mista alinhado com experiência ADIF e especificações europeias.

Tabela 3 — Riscos principais de uma estratégia híbrida e medidas de mitigação.

11. Recomendações

1. Definir formalmente 1435 mm como estado-alvo de interoperabilidade para os corredores internacionais e avaliar a sua adoção como referência do core português de alta velocidade.
2. Utilizar a obrigação de 2027 para Lisboa–Madrid como base de um Plano Nacional de Migração de Bitola, evitando soluções incompatíveis entre Porto–Lisboa, Porto–Vigo e Lisboa–Madrid.
3. Não adotar terceiro carril extensivamente na plena via projetada para 300 km/h enquanto a solução disponível mantiver restrições de velocidade e manutenção incompatíveis com os objetivos da LAV.
4. Usar bitola mista de forma seletiva em acessos, estações, terminais, bases e ligações curtas à RFN onde elimine uma quebra de interoperabilidade durante a transição.
5. Preferir, em estações complexas, a separação de vias por bitola quando isso reduzir significativamente o número de AMV mistos.
6. Contratar a condição de saída de qualquer exploração provisória em 1668 mm: data-alvo, condição técnica, orçamento, entidade responsável e janela de obra.
7. Integrar a bitola com ERTMS, catenária, plataformas, gálibos, capacidade, RAMS e estratégia de material circulante num único processo de engenharia de sistema.
8. Publicar uma análise de custo de ciclo de vida que compare CAPEX inicial, OPEX de terceiro carril, custos de frotas especiais, custos de migração e benefícios de concorrência/interoperabilidade.
9. Coordenar com a ADIF especificações para via mista e aparelhos de mudança de via, tirando partido da experiência espanhola sem assumir que soluções concebidas para outros corredores são diretamente transferíveis para uma LAV portuguesa.
10. Criar um programa de testes e homologação de um interface-piloto 1435/1668 mm antes de multiplicar a solução por vários nós da rede.

12. Conclusões

A decisão de bitola da nova rede portuguesa deve ser analisada como uma transição de arquitetura, e não como uma escolha binária entre “ibérica” e “europeia”. Existe uma terceira possibilidade: manter a rede histórica em 1668 mm durante o período economicamente necessário, construir o core novo para o estado final de 1435 mm e utilizar bitola mista apenas como tecnologia de interface.

Esta abordagem responde ao argumento mais forte da estratégia atual da IP, a necessidade de não isolar a nova infraestrutura da RFN, sem transformar essa necessidade transitória numa especificação permanente do core. Ao mesmo tempo, respeita a realidade técnica de que o terceiro carril tem hoje custos e limitações que desaconselham a sua utilização indiscriminada numa linha concebida para cerca de 300 km/h.

A Decisão C(2025) 7130 introduz um marco institucional decisivo: Portugal e Espanha têm de apresentar até ao fim de 2027 um plano coordenado de 1435 mm para Lisboa–Madrid. O maior risco técnico passaria a ser elaborar esse plano como obrigação administrativa isolada, em vez de o utilizar para desenhar a arquitetura de interoperabilidade da rede portuguesa das próximas décadas.

Uma infraestrutura ferroviária de alta velocidade tem uma vida útil que ultrapassa largamente os ciclos políticos e os contratos iniciais. Por isso, o critério essencial deve ser simples: as decisões provisórias devem facilitar o estado final, não tornar-se obstáculos à sua concretização. A bitola mista é uma excelente ponte. Uma ponte, contudo, é mais útil quando sabemos para que margem estamos a caminhar.

Anexo A. Requisitos técnicos mínimos para estudos subsequentes

Domínio	Requisito mínimo
Geometria de via	Definir bitola(s), eixo geométrico, posição do carril comum, tolerâncias, raios, peraltes, velocidades e transições.
Aparelhos de via	Catálogo de AMV mistos, velocidades por rota, redundância, tempos de substituição e fornecedores qualificados.
Plataformas e gálibo	Verificar deslocamento lateral de 116,5 mm entre eixos das duas bitolas, envelope cinemático e acessibilidade.
Catenária	Confirmar posição do fio de contacto e compatibilidade do pantógrafo para ambos os eixos; validar em curvas e AMV.
Deteção e sinalização	Definir compatibilidade de circuitos de via/contadores de eixos, balizas ETCS, juntas e retorno de tração.
RAMS	Modelar falhas adicionais do terceiro carril e AMV; estimar disponibilidade e impacto de manutenção.
LCC	Comparar CAPEX, OPEX, stock de sobresselentes, formação, indisponibilidade e custos de futura migração.
Material circulante	Separar requisitos para 1435, 1668 e eixos variáveis; avaliar impacto na concorrência e leasing de frotas.
Operação	Simular diagramas de serviço, perturbações, manutenção noturna, banalização, acessos a depósitos e evacuação de material avariado.
Migração	Definir sequência de obra, janelas, capacidade alternativa, migração de AMV, testes, certificação e entrada em serviço.
Coordenação transfronteiriça	Garantir milestones comuns Portugal–Espanha, ERTMS, bitola, autorizações e compatibilidade de horários.
Governança	Atribuir owner, orçamento e condição de saída a cada solução provisória; publicar indicadores de progresso.

Referências

- [1] Comissão Europeia. Commission Implementing Decision C(2025) 7130 final, de 30.10.2025, sobre a implementação da ligação ferroviária de alta velocidade Lisboa–Madrid no Corredor Europeu de Transportes Atlântico. [Fonte oficial](#)
- [2] União Europeia. Regulamento (UE) 2024/1679 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 13 de junho de 2024, relativo às orientações da União para o desenvolvimento da rede transeuropeia de transportes. [Fonte oficial](#)

- [3] Infraestruturas de Portugal. Projeto de Alta Velocidade — Questões Frequentes, secção relativa à bitola da LAV Porto–Lisboa. [Fonte oficial](#)
- [4] Infraestruturas de Portugal. “Alta Velocidade Ferroviária”, apresentação técnica em sessão Proforum, 27 de março de 2024. Inclui comparação de cenários de bitola, travessas polivalentes, terceiro carril e material de eixos variáveis. [Fonte oficial](#)
- [5] Infraestruturas de Portugal. Projeto de Alta Velocidade — descrição das LAV Porto–Lisboa, Porto–Vigo e Lisboa–Madrid. [Fonte oficial](#)
- [6] ADIF / ADIF Alta Velocidad. NAG 2-4-2.0, Inventario de Vía, 1.^a edição, maio de 2024. O documento identifica bitolas 1435, 1668 e mista 1668/1435 mm, entre outras. [Fonte oficial](#)
- [7] Comissão Europeia. Atlantic Corridor — Trans-European Transport Network (TEN-T). [Fonte oficial](#)
- [8] Comissão Europeia. Communication on a plan to accelerate Europe’s high-speed rail network, COM(2025), 5 de novembro de 2025. [Fonte oficial](#)

Fim do documento — versão 1.0