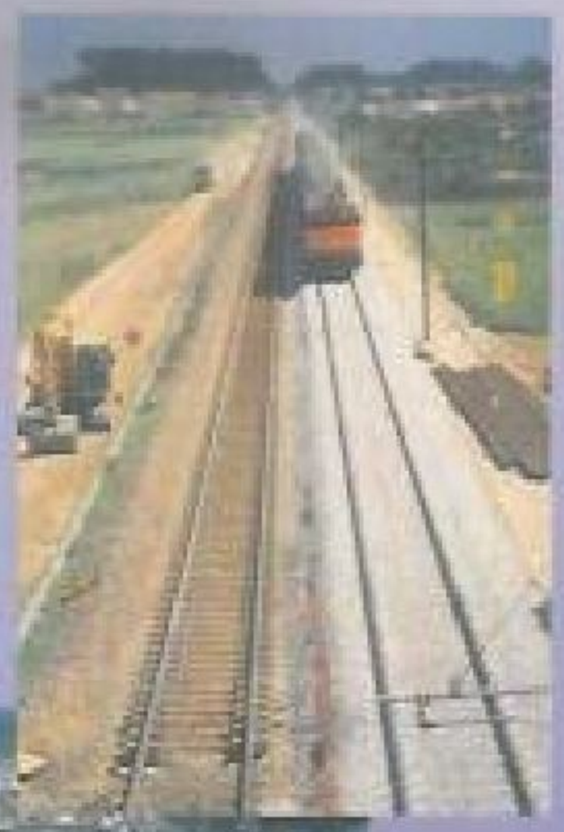
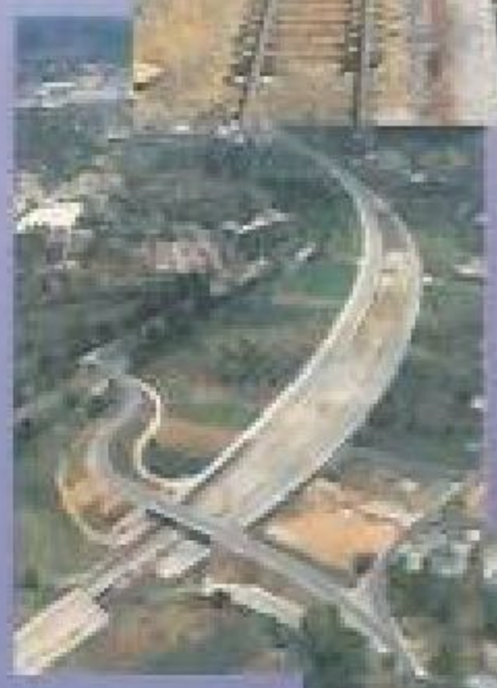
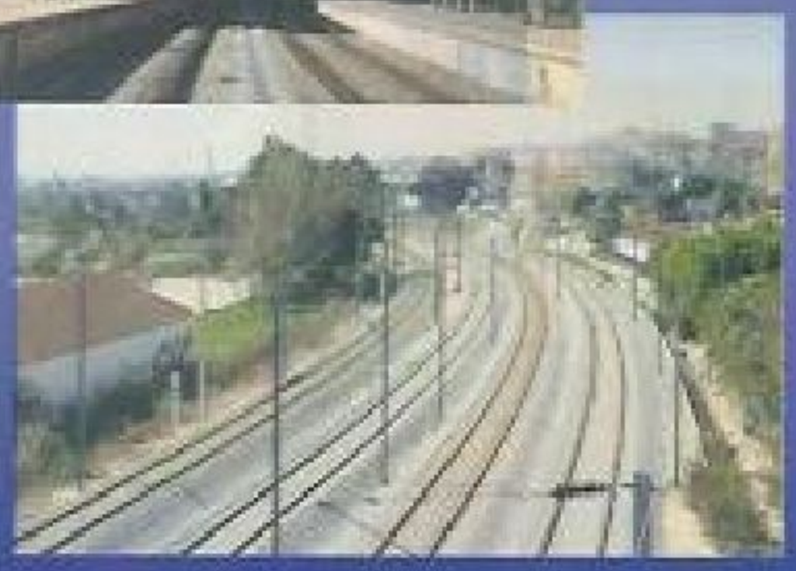
Nº XXVI
Setembro 2002

Modernização da Linha do Norte







Plano Ferroviário Nacional

Editorial

Sobre a Linha do Norte, que possui uma extensão de 336 km entre Lisboa (Santa Apolónia) e Porto (Campanhã), circula aproximadamente 40% de todo o tráfego existente na rede ferroviária nacional gerida pela REFER, de acordo com um critério baseado na quantificação dos quilómetros percorridos pelos comboios. Seguindo outro critério baseado no número de circulações que total ou parcialmente utilizam a Linha do Norte, tem-se um valor da ordem dos 80%.

Servindo a Linha do Norte o eixo económico fundamental do país, é natural que a utilização da sua capacidade se encontre em muitos casos próximo da saturação, particularmente nas zonas suburbanas de Lisboa, Coimbra e Porto, apenas se verificando uma maior folga nos períodos nocturnos entre a uma e as cinco horas da manhã.

A estrutura de tráfego é a mais diversificada da rede, compreendendo serviços de passageiros internacionais, nacionais de alta qualidade, intercidades, inter-regionais, regionais, suburbanos e de mercadorias nacionais e internacionais. Esta enorme heterogeneidade, implica uma maior complexidade ao nível da exploração, como se poderá avaliar pelas diferentes velocidades praticadas pelos comboios de diferentes serviços - um Alfa Pendular chega a atingir 220 km/h, os intercidades 160 km/h, os inter-regionais 120 km/h, enquanto que um comboio corrente de mercadorias se encontra limitado a 90 km/h.

A configuração particular da rede ferroviária nacional, coloca a Linha do Norte como verdadeira coluna dorsal sobre a qual se rebatem muitas das restantes linhas principais, não se dispondo na generalidade dos casos de itinerários alternativos sobre os quais se possa desviar o tráfego em caso de bloqueio pontual ou mais prolongado. Esta circunstância, torna esta linha de importância crítica para o bom desempenho global da rede, já que eventuais perturbações aí verificadas podem com probabilidade vir a afectar as condições de circulação nas linhas contíguas. Como curiosidade, refira-se que no processo de elaboração dos horários, se iniciam os estudos pela estrutura da Linha do Norte, só depois se estabelecendo os horários das restantes linhas, isto independentemente das naturais interacções e iterações que é necessário realizar.

Os factores acima referidos, permitem por si só perceber os enormes desafios que se deparam a um projecto de modernização com profundas e significativas intervenções sobre uma infra-estrutura onde se impôs que a circulação de comboios seja perturbada ao mínimo, quando, na verdade, coincidindo com o arranque das obras em 1995, foi aumentado de modo muito substancial o número de circulações nesta linha!

Por outro lado, atendendo ao estado de obsoletismo em que a linha se encontrava e à disponibilidade de novas tecnologias, foi possível nos principais domínios de engenharia estudar e implementar novas soluções que passaram a constituir referência para posteriores projectos de modernização (Beira Alta e Sintra implementaram paralelamente algumas destas soluções). Foram os casos da travessa monobloco, do carril UIC 60, da fixação Vossloh, dos aparelhos de mudança de via tg 0.045 para 100 km/h no ramo desviado, da catenária tipo LP5 para 220 km/h, do sistema CONVEL, dos sistemas de sinalização electrónica com Comando de Tráfego Centralizado tipo ESTW e SSI, das novas redes telefónicas de exploração e dos sistemas informatizados de informação ao público.

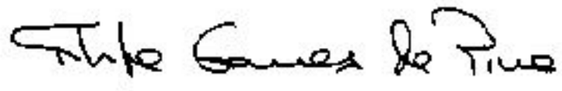
Para a Engenharia Portuguesa, é absolutamente indispensável registar a experiência proporcionada por este importante projecto que, como é habitual no modo ferroviário, cobre um vastíssimo leque de especialidades. Importa reter que, contrariamente a muitas outras áreas de engenharia, neste tipo de projectos são extremamente marcantes as componentes de inovação e de inevitável forte interacção com uma envolvente que não deseja nem aceita bem ser perturbada.

Deste modo, na sequência de artigos já publicados sobre o Projecto de Modernização da Linha do Norte (ver nº23 de Janeiro 2002 - Projectos Ferroviários da Grande Lisboa), tem agora a FER XXI a oportunidade de lhe dedicar inteiramente um número que seguramente não esgotará o tema, mas que nos informará sobre muitos dos aspectos mais relevantes que interessa conhecer.

É certamente motivo de orgulho para a REFER e para os seus quadros, para os projectistas, empresas de fiscalização e empreiteiros envolvidos e ainda para todos quantos passaram a beneficiar das melhorias introduzidas, a concretização de um empreendimento que, perante todo o tipo de dificuldades e da correspondente dedicação e conhecimentos para as ultrapassar, tem permitido uma efectiva melhoria da segurança, fiabilidade, capacidade, qualidade e competitividade do transporte ferroviário no eixo Lisboa / Porto.

Nesta edição, destaca-se ainda um trabalho da responsabilidade do Presidente da ADFER que pretende reavivar a discussão sobre a importância e urgência em se definir um Plano Ferroviário Nacional que oriente o desenvolvimento do caminho de ferro nas próximas décadas - necessidade unanimemente sentida no sector mas que, por inúmeras razões, tem tido dificuldades em vir à luz do dia.

O Director da FER XXI



Filipe Gomes de Pina

Plano Ferroviário Nacional

Eng. Arménio Matias

O último Plano de expansão dos Caminhos de Ferro Portugueses data de **1927**.
A sua execução foi quase nula já que ele nasceu numa altura em que se aproximava o período em que o transporte rodoviário automóvel conquistaria progressivamente o mercado.
O transporte ferroviário iniciou entretanto um processo de lenta e longa agonia reforçada com a posterior afirmação do transporte aéreo em importantes segmentos do mercado.
A sábia actuação do Governo Português evitou que sofrêssemos as agruras da 2ª Grande Guerra, mas isso teve consequências negativas para a modernização dos nossos caminhos de ferro. Nos principais países europeus, que viram os seus caminhos de ferro destruídos pela guerra, efectuaram-se, uma vez concluído o conflito, profundas acções de modernização ferroviária.

Foi devido aos méritos e ao empenho da engenharia ferroviária portuguesa e à lucidez de alguns políticos que se ficam a dever as três principais acções de **modernização ferroviária** levadas a cabo no **terceiro quartel do século XX**:

- A reconversão da tracção a vapor em tracção diesel;
- A electrificação das Linhas com maiores caudais de tráfego;
- A renovação integral da via efectuada nessas Linhas.

A integração na **CP**, feita em **1947**, de todas as linhas férreas até aí exploradas por outras empresas e a extinção, dois anos mais tarde, do Órgão da Administração Pública que se ocupava do planeamento e da coordenação dos caminhos de ferro haveriam de condicionar profundamente o futuro do transporte ferroviário.

Entregues ao seu próprio destino, condicionados pelas nomenclaturas do Poder que iam passando pela sua Administração, a quem nunca foram pedidas contas pelos resultados da sua Gestão, e perturbados por poderosas forças laborais partidariamente instrumentalizadas, os caminhos de ferro lá foram sobrevivendo na generalidade da Rede.

A sua **missão** só passaria a ser **relevante** em três sectores:

- No transporte suburbano de passageiros, nas Áreas Metropolitanas de Lisboa e do Porto;
- Nalguns segmentos do transporte de passageiros intercidades;
- Nalguns segmentos do transporte de grandes massas de mercadorias.

O Plano de Modernização e Reconversão dos Caminhos de Ferro (PRF) para o período de 1988/94, aprovado pela Resolução do Conselho de Ministros Nº 6/88, de 4 de Fevereiro, constituiu uma das mais importantes decisões tomadas no século XX para o futuro dos caminhos de ferro.
A sua acção centrava-se nos sistemas ferroviários suburbanos das regiões de Lisboa e do Porto e nos eixos principais do tráfego de longo curso.
Visava modernizar e reconverter a Rede herdada do século XIX para a tornar apta para responder às solicitações do mercado nas áreas que continuavam a ser vocacionais do transporte ferroviário, mas apenas nestas.

O PRF constituía apenas uma primeira etapa de um processo de renovação e de expansão do transporte ferroviário que culminaria com a aprovação pelas Instâncias políticas competentes de um **PLANO FERROVIÁRIO NACIONAL.**

A CP, que elaborara a proposta do PRF, tinha em curso diversos estudos sobre novos eixos de Alta Velocidade tendo em vista a preparação de uma proposta de uma nova rede de alta velocidade em bitola europeia e um estudo sobre a mudança de bitola nas principais linhas da rede herdada do século XIX. Tanto a preparação do PRF como os estudos referidos decorreram sob a minha directa responsabilidade enquanto Administrador da CP. E foram feitos em sintonia com o Governo (embora haja incoerência em declarações recentes do Ministro que então tutelava o sector!) e com o processo de profunda modernização ferroviária em preparação na Espanha. A Direcção de Planeamento da CP, que criei 3 semanas de pois de iniciar funções, tinha exactamente como órgão principal o **Gabinete do Plano Ferroviário Nacional**!

Lamentavelmente a concretização do PRF arrastou-se penosamente, tendo mesmo os objectivos previstos para a modernização da linha do Norte sido subvertidos, e o processo de preparação do Plano Ferroviário Nacional descontinuado.
Em vão os últimos Governos prometeram sempre esse Plano.

Quaisquer que sejam as dificuldades económico financeiras conjunturais, Portugal não pode continuar a adiar por mais tempo a preparação e a aprovação desse Plano ou comprometerá irremediavelmente o seu futuro face a uma Europa e sobretudo a uma Espanha que está a executar um dos mais ambiciosos planos de modernização e de expansão ferroviária que hoje estão em curso no Mundo.

Em meados da década de 80 a Espanha tinha uma situação ferroviária muito próxima da portuguesa: Uma rede essencialmente em bitola ibérica, pouco modernizada, que assegurava serviços marcados pela tradição, com qualidade insuficiente.
Os problemas que a Espanha está a resolver são idênticos aos que Portugal tem que enfrentar. É por isso que o **exemplo da Espanha** no domínio ferroviário é uma irrecusável fonte de ensinamentos que temos que saber aproveitar.

Não tem sido por acaso que a **ADFER** tem dedicado largo espaço das suas Sessões, dos seus Congressos e da sua Revista à divulgação do Projecto espanhol de alta velocidade e bitola europeia.
Desafio os Quadros do sector ferroviário português a estudarem com maior profundidade o que hoje se passa em Espanha e noutros países da UE para podermos estar à altura de contribuir esclarecidamente para a construção do futuro ferroviário português.

A experiência da última década ensina-nos que não poderemos ter grandes esperanças no rasgo e na intuição dos políticos portugueses e muito menos na sabedoria da generalidade dos Universitários que têm sido chamados a pronunciar-se.

O **Plano Ferroviário Nacional (PFN)** deve contemplar o seguinte:

• A **Modernização e Expansão dos Sistemas Ferroviários Metropolitanos (SFM)** de Lisboa e do Porto;
• A **Modernização e Expansão** de alguns **Sistemas Ferroviários Regionais (SFR)**, nomeadamente de Coimbra e do Algarve;
• A Construção de uma **Nova Rede em Bitola Europeia e Alta Velocidade (NRAV)**;
• A **Modernização e a Reconversão para a Bitola Europeia (RBE)** dos principais itinerários da rede do século XIX,
• O desenvolvimento da **Componente Ferroviária do Sistema Logístico Nacional (CFSL)**.

Os **SFM** têm que ser considerados à luz das necessidades de transporte das Áreas Metropolitanas de Lisboa e do Porto, ou melhor das grandes regiões centradas à volta de Lisboa e do Porto. Têm que constituir componentes estruturais dos sistemas integrados e multimodais de transporte que devem servir essas regiões e que assegurem às populações uma resposta global, funcional e harmoniosa para as suas necessidades diárias de transporte.

Devem ter em conta o seguinte:

• Serem compostos pelos sistemas de metro convencional (no caso de Lisboa), de metro ligeiro, de comboio suburbano e respectivas interfaces;
• Abraçarem os principais polos geradores de tráfego de passageiros, designadamente as Estações Centrais dos Comboios de longo curso e os Aeroportos;
• Constituírem sistemas, tanto quanto possível, fisicamente separados dos serviços ferroviários de longo curso;
• Manterem, pelo menos por enquanto, as suas actuais bitolas, pelos custos gigantescos que a sua mudança representaria, sobretudo na reconversão do parque de material circulante;
• Construir os novos sistemas de metro ligeiro em bitola europeia e os novos eixos suburbanos em bitola ibérica(devendo aplicar-se travessa polivalente se estiver prevista a mudança de bitola num período inferior a 20 anos).

O **SFM** de **Lisboa** compreenderia:

• Um Nó Ferroviário situado na zona da futura Estação Central no vale de Chelas, junto à estação das Olaias do Metropolitano, ponto terminal da generalidade dos serviços ferroviários suburbanos (onde teriam a sua origem e terminariam a sua marcha os principais comboios de passageiros de longo curso da NRAV e da RBE);
• A rede do Metropolitano de Lisboa, com destaque para a expansão da linha vermelha no sentido do Aeroporto – Campo Grande e da Alameda – S. Sebastião da Pedreira;
• A ligação suburbana Sintra/Sabugo – Rossio/Estação Central(Olaias);
• A ligação suburbana Cascais – Cais do Sodré/Olaias;
• A ligação suburbana Praias Sado – Pinhal Novo – Pragal – Olaias;
• A ligação suburbana Setúbal/Vendas Novas – Pinhal Novo – Barreiro – *c/* ligação fluvial a Lisboa;
• A ligação regional Grândola - Alcácer do Sal - Poceirão – Pinhal Novo – Pragal – Olaias;
• A ligação suburbana Azambuja – Olaias/Santa Apolónia;
• A ligação suburbana/regional Caldas da Rainha – Torres Vedras – Malveira – Loures – Odivelas/Olaias;
• O metropolitano ligeiro da margem sul do Tejo (MST), designada mente a rede prevista para os Concelhos de Almada e do Seixal;
• Um sistema de metro ligeiro que contemple os Concelhos do Barreiro, da Moita e do Montijo (articulado com os respectivos terminais fluviais);
• Um novo sistema de metro ligeiro que complemente a rede do metro convencional, servindo os mais intensos caudais de tráfego da cidade de Lisboa e sua periferia, incluindo a actual linha de eléctricos rápidos da Carris e o futuro arco Algés – Damaia.

O **SFM** do **Porto** compreenderia:

• O sistema de metro ligeiro do Porto, que deverá servir a futura Estação Central de Alta Velocidade (Devesas) e o Aeroporto;
• A ligação suburbana Braga/Guimarães – Campanhã – S. Bento/Devesas;
• A ligação suburbana/regional Régua – Marco – Campanhã – S. Bento/Devesas;
• A ligação suburbana Aveiro – Devesas – Campanhã;
• A ligação regional Pocinho – Porto.

O **SFR** de **Coimbra** compreenderia:

• O sistema de metro ligeiro do Mondego, designadamente os seus desenvolvimentos urbanos e a sua articulação com a Estação Central de Coimbra – centro intermodal de transportes de todo o tráfego de longo curso que sirva a região;
• A ligação suburbana Figueira da Foz – Alfarelos –

Estação Central de Coimbra (que teria de ser mais tarde reconvertida para bitola europeia quando tal operação ocorresse na linha do Norte);
• O eventual reordenamento da linha férrea que serve Cantanhede.

O **SFR** do **Algarve** compreenderia:

• Um sistema de metro ligeiro que sirva o Sotavento algarvio, com inserção urbana em Faro, Olhão e Tavira, servindo o Aeroporto e articulando-se com a Estação Central de Faro – centro intermodal de transportes de todo o tráfego terrestre de longo curso que sirva a região;
• Um sistema de metro ligeiro que sirva o Barlavento algarvio com inserção urbana em Lagos, Portimão e Silves e articulado com a Estação principal do tráfego de longo curso que venha a servir a respectiva região;
• Os eventuais desenvolvimentos desses sistemas, o do Sotavento em direcção a Loulé e o do Barlavento pelo Litoral rumo à zona central da costa algarvia.

A **NRAV** tem sido objecto de vários trabalhos meus e de outros Quadros da ADFER, não me parecendo ser necessário explicar de novo a sua concepção. Para Portugal é **mais importante** vir a dispor de uma nova rede de **bitola europeia** do que de uma rede de alta velocidade, pelo que usaremos esta designação em termos genéricos tal como está definido internacionalmente. A construção da NRAV e a RBE vão exigir a utilização dos comboios Talgo, de bitola variável, em vários itinerários, durante a transição. Também os bogies «brava» da CAF, ou outros equivalentes, serão utilizados para assegurar a transição. O nosso atraso de mais de uma década em relação a Espanha dar-nos-á neste campo algumas vantagens financeiras.

O **NRAV** seria assim constituída:

• Linha **Lisboa** – Évora – Badajoz – **Madrid**, concebida como prolongamento natural do **projecto prioritário transeuropeu** consagrado na Cimeira de Essen: Perpignan – Barcelona. Haveria que atender ainda ao seguinte:

  • No território português a nova linha deveria ter um traçado para 350 Km/h e com uma pendente máxima de 1,5% para ser apta para tráfego misto. A continuação dessa linha no território espanhol poderá, por razões de morfologia do solo ou porque existem linhas alternativas, vir a separar os tráfegos em parte do percurso. A construção pelo Alto Alentejo de 2 linhas Lisboa – Badajoz e Sines – Badajoz é, a todos os títulos, inaceitável;
  • A saída de Lisboa, a partir da Estação Central (Olaias), deveria, por razões económicas, entre outras, ser comum a todas as novas ligações com Lisboa (Norte, Madrid e Sul). Dever-se-ia fazer atravessando o Tejo na zona compreendida entre a Península do Montijo e Alverca, embora a travessia do Tejo pela Península do Montijo seja estrategicamente a melhor opção. O troço compreendido entre Olaias e o Nó Ferroviário da nova rede na margem sul pode ser exclusivo de passageiros.
  • Desse Nó sairiam as ligações para Sines (linha para tráfego misto, de velocidade elevada, que no futuro faria parte da ligação ao Algarve), para Setúbal (para mercadorias) e para Leiria. O percurso para Leiria acima da Linha do Norte poderia ser exclusivo de passageiros atendendo à morfologia do solo e à função destinada à Linha do Norte;
  • O projecto prioritário transeuropeu terminaria assim na faixa atlântica portuguesa num «delta» servindo os portos e as cidades de Lisboa e de Leiria;
  • A solução descrita assegura simultaneamente uma óptima ligação entre o Centro (e obviamente o Norte) e o Sul do País.

• Linha **Aveiro** – Viseu – **Salamanca**, concebida como o prolongamento natural até ao **Porto** e a outros centros geradores de tráfego do Norte e do Centro de Portugal do **projecto prioritário transeuropeu** Valladolid – Dax consagrado na Cimeira de Essen. Dever-se-á ter em conta:

  • Esta nova linha terá uma função preponderante no transporte de mercadorias, devendo ser uma linha de tráfego misto e de velocidade elevada;
  • A sua construção pode ser faseada: Numa 1ª fase pode ser construída uma via dupla em bitola europeia entre Aveiro e Contenças, uma via única com plataforma para via dupla entre Contenças e Vila Franca das Naves, a mudança para bitola europeia da actual linha entre Vila Franca das Naves e Sanct Spíritus e a duplicação e modernização da linha entre esta povoação e Salamanca. A construção do novo troço Vila Franca das Naves – Sant Spíritus pode ser realizada numa 2ª fase;
  • O projecto prioritário transeuropeu, na sua versão final, ligaria à Estação Central do Porto (Devesas) ao Aeroporto Sá Carneiro, á estação que venha a servir Braga, ao porto de Leixões, ao porto de Aveiro, à cidade de Coimbra e à cidade de Leiria;
  • O troço Aveiro – Devesas, com travessas polivalentes e bitola ibérica, funcionaria num primeiro momento como variante à linha do Norte e posteriormente como integrante da nova rede. Este troço deve ser concebido para tráfego misto;
  • O troço Devesas – Aeroporto – Nova Estação de Braga também deveria começar por ser construído com travessas polivalentes e bitola ibérica e ser apto para o tráfego misto;
  • Os troços Aveiro – Coimbra e Coimbra – Leiria, a construir em fase posterior, poderão ser concebidos para tráfego exclusivo de passageiros, dada a função futura da linha do Norte.

• Linha **Norte de Portugal – Galiza**, a construir em conjugação com o desenvolvimento da nova rede no seio da Galiza e da articulação desta com Castela. Dever-se-á considerar:

  • A nova rede da Galiza, muito embora esteja já em construção, vai ser das mais difíceis de executar, dadas as dificuldades orográficas do território, outro tanto sucedendo com a ligação litoral da Galiza - Puebla de Sanábria. É bem provável que seja das últimas regiões da Espanha a ser completamente servida em bitola europeia;
  • A nova linha Devesas – Braga – Vigo – A Corunha

deve ser concebida sobretudo como uma muito importante ligação interregional e funcionar numa 1ª fase em bitola ibérica (obviamente com travessas polivalentes);
• A sua construção deve processar-se em duas etapas: Numa 1ª etapa seria construída a nova linha Devesas – Braga (como anteriormente referido) e modernizado o troço Nine – Valença com aplicação de travessas polivalentes. Numa 2ª etapa seria construído o novo troço Braga – Vigo;
• Esta ligação só pode ser em velocidade elevada, tendo em conta a orografia do Alto Minho e as características da rede no interior da Galiza, e ser apta para o tráfego misto.

• Linha **Algarve – Andaluzia**, permitindo a integração daquela região portuguesa na rede espanhola de alta velocidade. Dever-se á atender ao seguinte:

  • A nova linha será integralmente construída de raiz em bitola europeia;
  • Deverá ser em velocidade elevada e apta para tráfego misto, sendo muito importante que a Espanha aumente o grau de modernização previsto para o troço Sevilha – Huelva;
  • A nova linha deve partir da Estação Central de Faro, servir o Aeroporto e ter uma estação no Sotavento articulada com o respectivo metro ligeiro.

• Linha **Lisboa – Leiria – Coimbra – Aveiro – Porto**, cujas características gerais foram apresentadas nos projectos anteriores, sobre a qual se deve salientar:

  • Devido à dimensão e ao atraso verificados na modernização da linha do Norte esta nova ligação não pode, como deveria, ser prioritária;
  • A sua concretização tem que ser faseada, conforme descrito, com prioridade para o troço Devesas – Aveiro(bitola ibérica e travessa polivalente) e a seguir Nó Ferroviário da margem esquerda do Tejo – Leiria (bitola europeia);
  • A Norte de Aveiro a linha deve ser mista e a Sul de Aveiro a linha pode ser exclusiva de passageiros (pendentes de 1,5% e de 4%, respectivamente) e ter uma velocidade de traçado que seja função das condições orográficas e de ocupação do solo, já que não se afigura difícil atingir 1h e 30m na ligação directa Lisboa – Porto. Sublinho, porém, que o processo de mudança de bitola ficaria facilitado se toda a nova linha fosse apta para o tráfego misto;
  • As estações intermédias desta nova linha, como aliás das restantes devem ser providas de BY – PASS(úteis às diferentes famílias de comboios de passageiros e aos comboios de mercadorias);
  • A tese da construção da nova linha com sucessivas variantes à actual linha do Norte é um equívoco estratégico análogo ao do projecto em curso da velha linha, próprio de quem apenas quer fazer obras e mais obras sem saber ver a sua (in)utilidade longínqua.

• Linha **Lisboa – Faro**, a qual completa a NRAV. Dever-se-á considerar:
• Grande parte do seu percurso é assegurado pela ligação do porto de Sines ao Nó Ferroviário na margem esquerda do Tejo, a construir logo na 1ª fase;
  • A sua concretização a Sul de Sines pode ser feita em duas etapas: Construindo uma nova linha entre Sines e Santa Clara Sabóia e mudando a bitola na actual linha no troço Santa Clara Sabóia – Faro, para numa 2ª etapa se executar um novo troço a Sul, aproximando-o do Barlavento algarvio;
  • A nova linha deve ser de velocidade elevada e apta para tráfego misto e dispor de uma estação no Barlavento articulada com o respectivo metro ligeiro;
  • O troço a construir entre Santa Clara Sabóia e o litoral algarvio poderá ser exclusivo de passageiros (pendente máxima de 4%) já que existe uma alternativa para mercadorias e reduzir-se-iam os custos com o atravessamento da Serra;
  • A aplicação de travessas polivalentes no troço Santa Clara – Faro no decorrer do projecto de modernização que está em curso deveria ser assegurada.

A **RBE** deve abranger apenas os principais itinerários da rede actual que continuarão a ter uma função relevante no futuro.

O processo de mudança da bitola está intimamente associado à construção da NRAV bem como ao programa de mudança de bitola na rede espanhola.

Pelo facto de não termos tomado a decisão estratégica elementar de aplicar nessas vias a travessa polivalente, à medida que iam sendo renovadas, o País vai pagar um preço altíssimo. Ou desperdiça grande parte do investimento feito para mudar a bitola em simultâneo com a Espanha ou aguarda por um novo ciclo de renovação da via (cerca de 20 anos) para aplicar as travessas polivalentes e posteriormente mudar a bitola.

Na descrição da NRAV foi já abordada a mudança de bitola nalguns itinerários, a saber:

• Troço Vila Franca das Naves – Vilar Formoso da linha da Beira Alta;
• Troço Nine – Valença da linha do Minho;
• Troço Santa Clara Sabóia – Faro da linha do Sul.

O processo de mudança de bitola contemplará ainda, aproximadamente pela ordem indicada:

• Troço Beja – Évora da linha do Alentejo, obrigando á construção de uma concordância entre Viana do Alentejo e Évora e integrando Beja na NRAV;
• Troço da linha da Beira Alta entre Pampilhosa e Contenças, sendo encerrado o actual troço Contenças – Vila Franca das Naves, substituído pela NRAV;
• Linha do Norte acima da Azambuja após a construção integral do novo eixo Lisboa – Porto. O tráfego de Mercadorias Norte – Sul, o tráfego Sines – Pego e o tráfego de passageiros da linha da Beira Baixa poderão obrigar ao funcionamento transitório da linha do Norte com duas vias independentes, uma de bitola ibérica e outra de bitola europeia;

• Ramal do Setil no troço entre a linha do Norte e a nova linha Lisboa – Madrid;
• Troço da linha da Beira Baixa entre Entroncamento e Covilhã. O troço Covilhã – Guarda deve ser encerrado;
• Ramal de Tomar e complexo Figueira da Foz/Louriçal – Alfarelos (a mudança de bitola na linha do Oeste pode estender-se a Sul do Louriçal se o tráfego de mercadorias o justificar economicamente);
• O itinerário do minério Neves Corvo – Setúbal poderá ou não mudar de bitola, devendo na hipótese afirmativa mudar também o troço Funcheira – Santa Clara Sabóia, constituindo-se numa via alternativa de ligação ao Algarve. Mas será que o transporte de minério de Neves Corvo ainda é relevante daqui a 25 anos?
• Além dos troços já referidos outros deverão ser encerrados: Caldas da Rainha – Louriçal da linha do Oeste, linha do Leste, ramal de Cáceres, e troços Vendas Novas – Casa Branca e Beja – Ourique da linha do Alentejo.

A **CFSL** deve ser concebida e assumida como integrante do Sistema Logístico Nacional. Ela é apenas uma parte de um sistema multimodal global e integrado capaz de responder às necessidades do País em matéria de expedição/distribuição, armazenagem/triagem e transporte de mercadorias por via marítima, rodoviária, ferroviária, fluvial ou aérea.

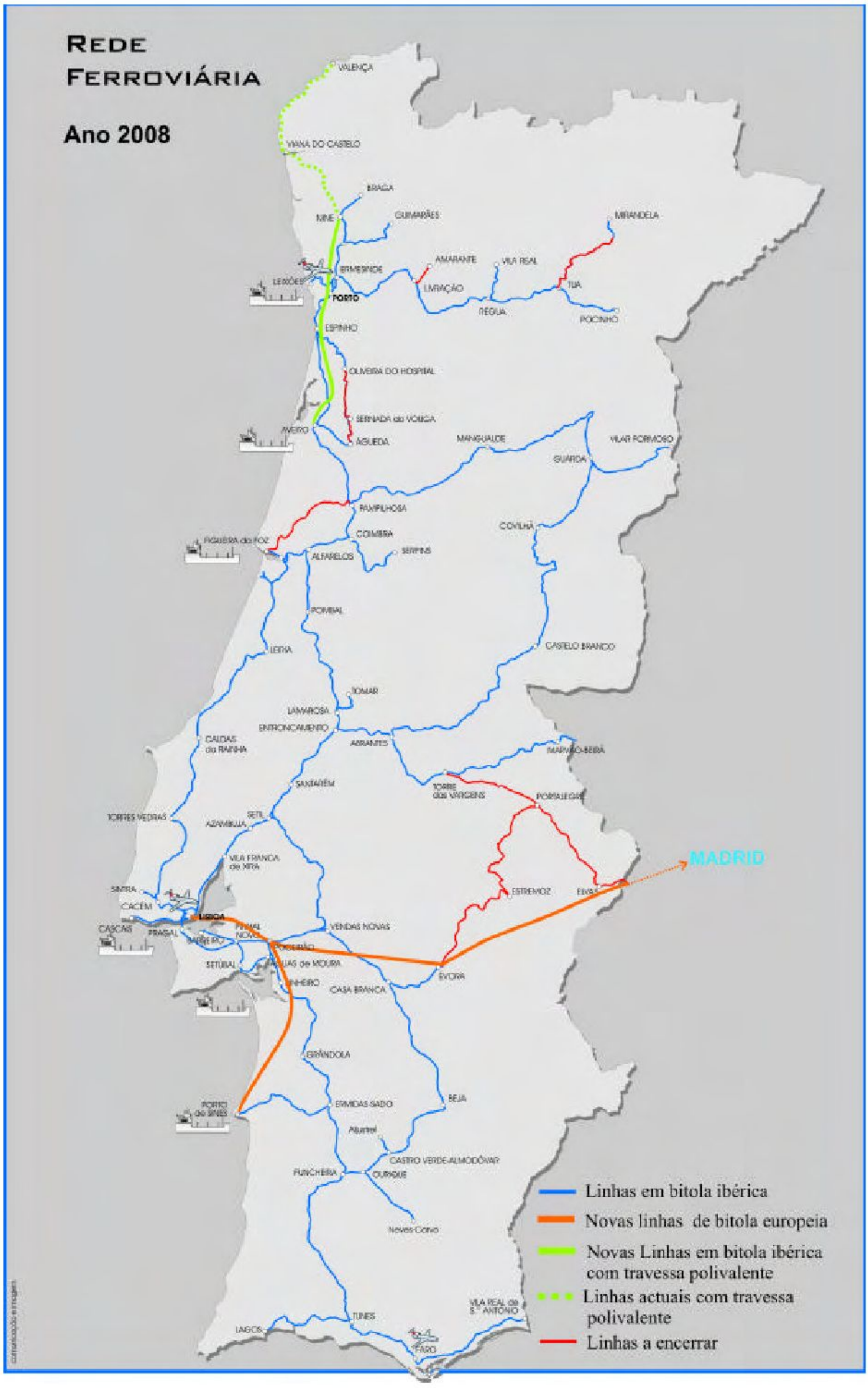
Deve, designadamente, compreender:

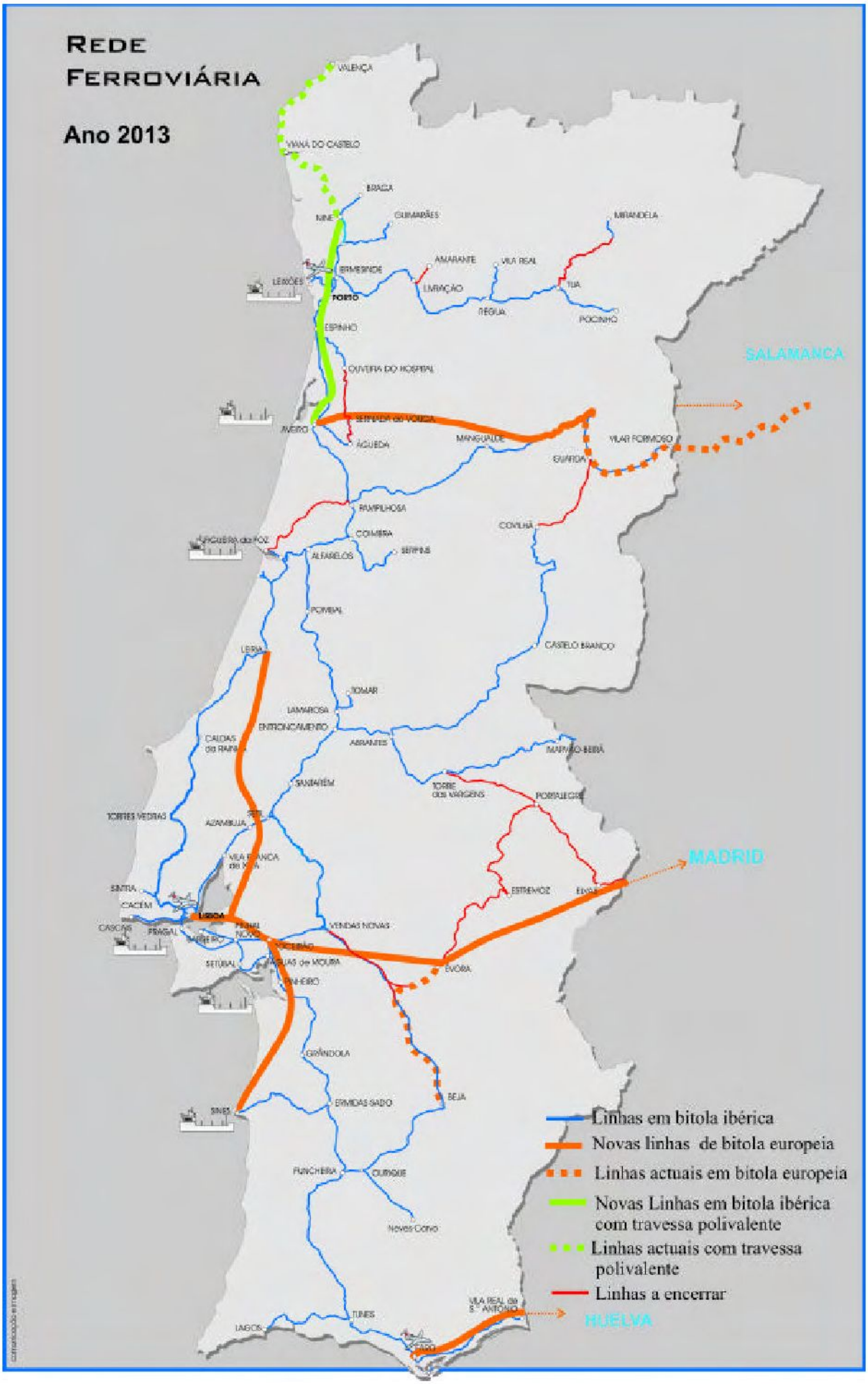
• As ligações ferroviárias em bitola europeia aos principais portos(Leixões, Aveiro, Setúbal, Sines e Lisboa(?));
• Uma grande Plataforma Logística Multimodal (PLM) nas proximidades do Nó Ferroviário da NRAV na margem Sul do Tejo;
• Uma PLM na região de Aveiro inserida na NRAV e bem articulada com o respectivo porto. Esta PLM terá um papel relevante no serviço ao Noroeste durante a 1ª fase da NRAV;
• Uma PLM a Norte do Douro inserida na NRAV e bem articulada com o porto de Leixões e com o Aeroporto Sá Carneiro;
• Diversas PLM de dimensão menor, duas agregadas à linha do Norte(a TVT e outra servindo a região de Leiria/Coimbra) e outras articuladas com a NRAV nas zonas em que é cruzada pelos eixos rodoviários principais.

Estas são, a nosso ver, as **grandes opções** a que deverá obedecer o **Plano Ferroviário Nacional**.
Ele tem necessariamente subjacente uma política de transportes, um plano nacional de transportes, uma visão integrada e autónoma para os transportes nas Áreas Metropolitanas e Regionais e um modelo quanto às responsabilidades do financiamento público das infra estruturas e quanto á concessão da exploração a Entidades privadas, inspirados na doutrina da UE para o sector.
Considero importante destacar que, tanto nas concessões dos serviços suburbanos como nos regionais, se devem considerar incluídos os Centros Coordenadores de Transportes e os serviços rodoviários afluentes, mesmo que para tal seja necessário alterar a legislação em vigor.
Que a discussão que este trabalho suscite possa contribuir para que quem tem a missão de decidir o faça bem e sem demora!

REDE FERROVIÁRIA

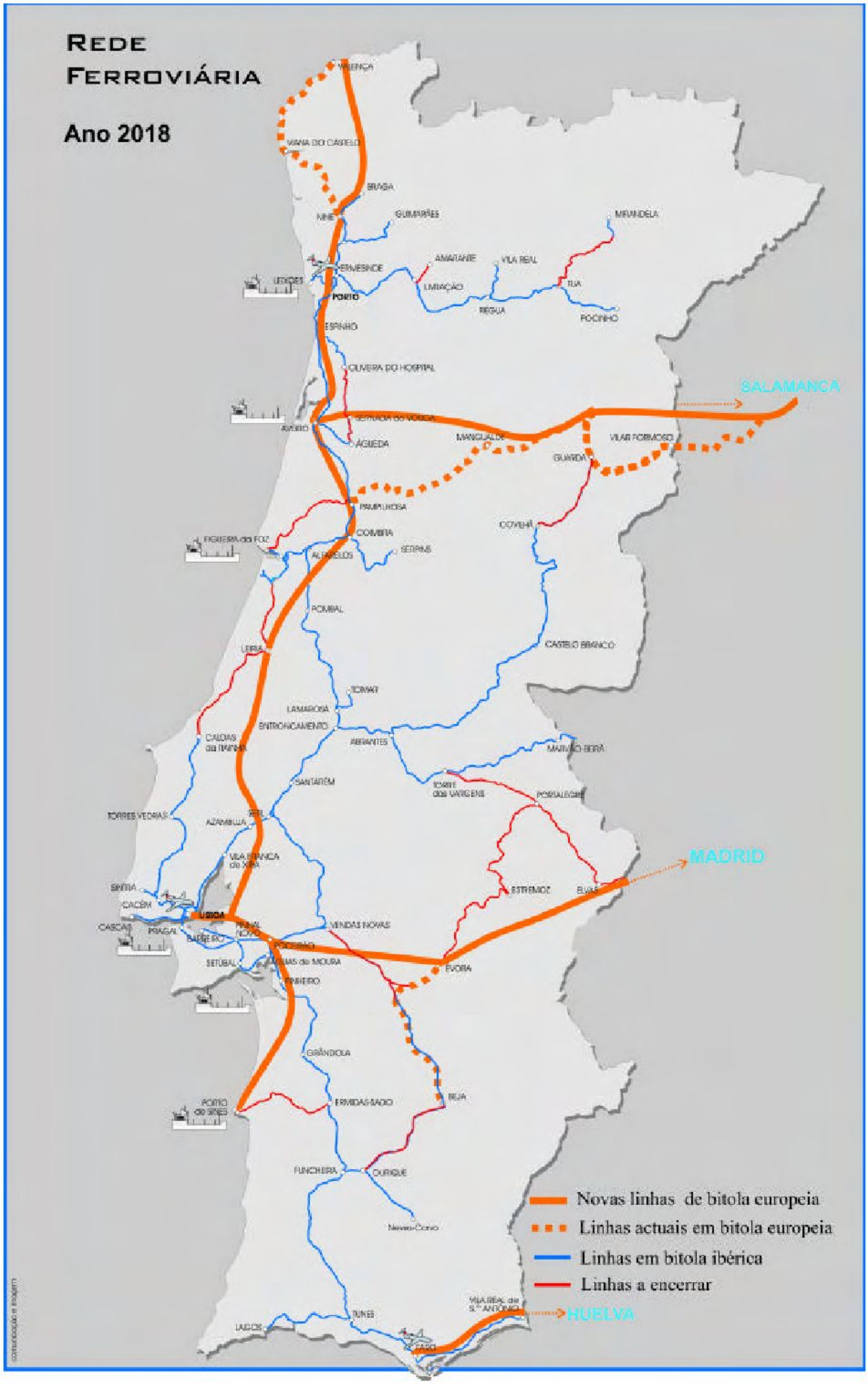
Ano 2008

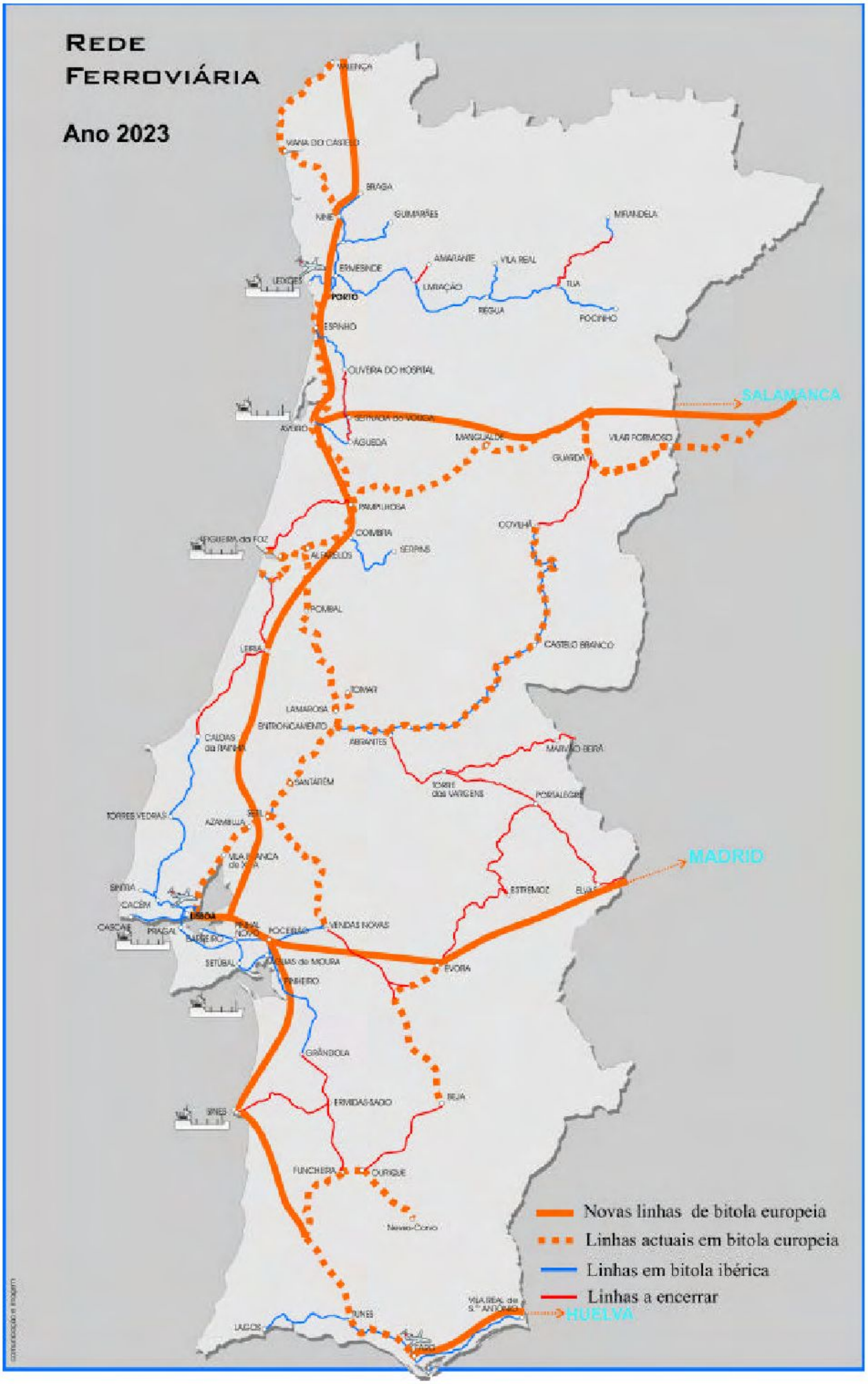



REDE
FERROVIÁRIA
Ano 2013
VALENÇA
VIANA DO CASTELO
BRAGA
NINE
GUIMARÃES
MIRANDELA
AMARANTE
VILA REAL
LEIXÕES
PORTO
LIVRAÇÃO
TUA
ESPINHO
PEGOUA
PocinHO
SALAMANCA
OLIVEIRA DO HOSPITAL
AVEIRO
AGUEDA
MANGUALDE
VILAR FORMOSO
GUARDA
FIGUEIRA DA FOZ
PAMPILHOSA
COIMBRA
ALFARELOS
SEIA
COVILHÃ
PENTEADO
LEIRIA
TOMAR
LAMAROSA
ENTRONCAMENTO
ABRANTES
CALDAS DA RAINHA
MARVÃO-BEIRA
SANTARÉM
TORRE DAS VARGENS
TORRES VEDRAS
AZAMBUJA
VILA FRANCA DE XIRA
SINTRA
CACÉM
LISBOA
CASCAIS
PRAIA
SETUBAL
VENDAS NOVAS
ENTRONCAMENTO
ESTREMOZ
ÉVORA
PINHEIRO
GRÂNDOLA
ERMIDAS SADO
BEJA
SINES
FUNCHEIRA
OURIQUE
Novas Conv
TUNES
LAGOS
VILA REAL DE S.º ANTÓNIO
FARO
MADRID
HUELVA
Linhas em bitola ibérica
Novas linhas de bitola europeia
Linhas actuais em bitola europeia
Novas Linhas em bitola ibérica com travessa polivalente
Linhas actuais com travessa polivalente
Linhas a encerrar

Rede Ferroviária

Ano 2018

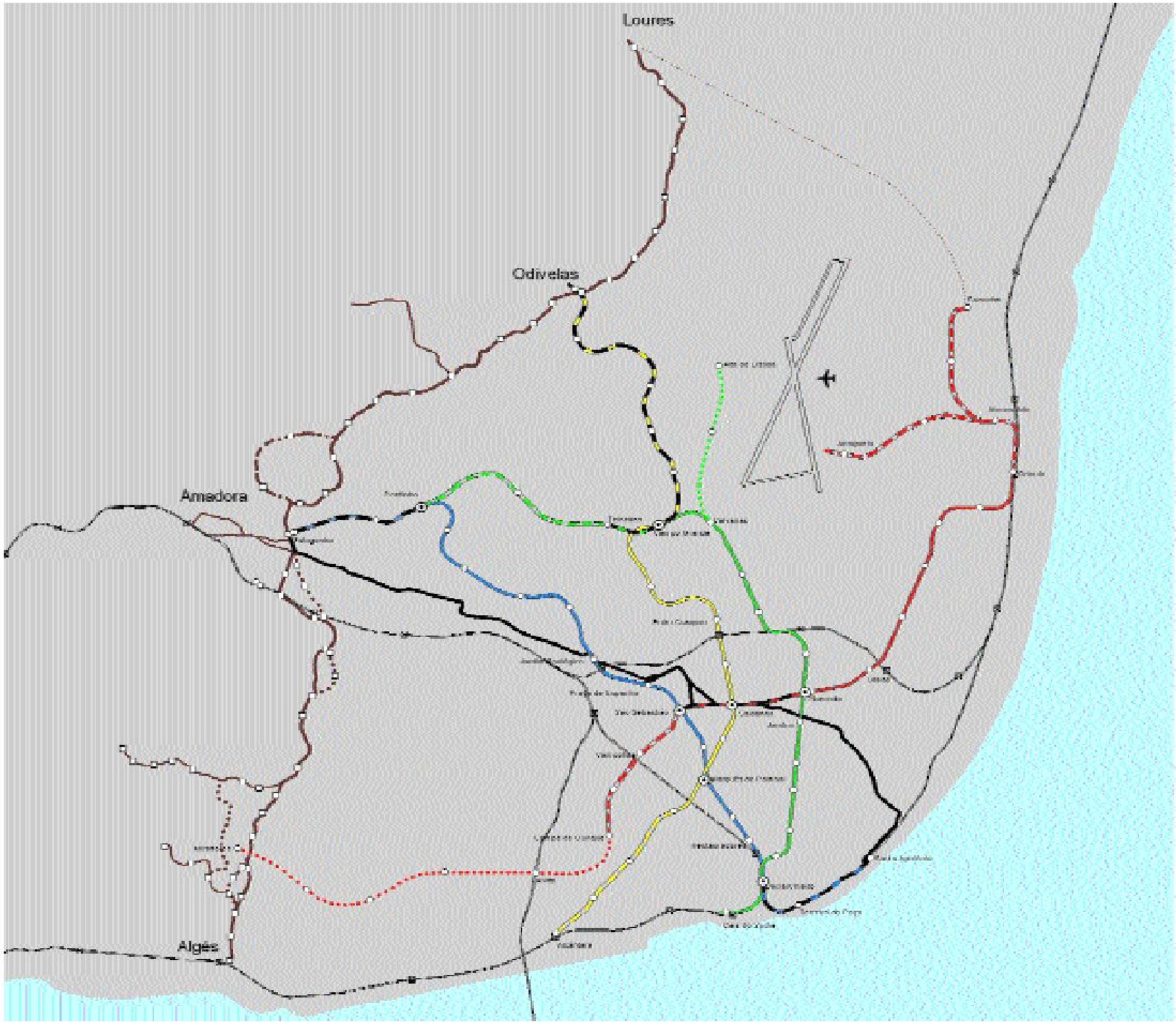



REDE
FERROVIÁRIA
Ano 2023
VALENÇA
VIANA DO CASTELO
BRAGA
NINE
GUIMARÃES
MIRANDELA
AMARANTE
VILA REAL
ERMESINDE
LEIXÕES
LIMIANO
TUA
PORTO
REGUA
POCINHO
ESPINHO
OLIVEIRA DO HOSPITAL
SALAMANCA
SETTIMIA DO VOUGA
AVEIRO
AGUEDA
MANGUALDE
VILAR FORMOSO
GUARDA
PAMPILHOSA
COVILHÃ
FIGUEIRA da FOZ
COIMBRA
ALFARELOS
SERPINS
POMBAL
LEIRIA
CASTELO BRANCO
TOMAR
LAMAROSA
ENTRONCAMENTO
ABRANTES
CALDAS da RAINHA
MARVÃO-BEIRA
SANTARÉM
TORRES VEDRAS
AZAMBUJA
MADRID
SINTRA
CACÉM
LISBOA
CASCAIS
PRAGAL
VENDAS NOVAS
SETÚBAL
ÉVORA
GRÂNDOLA
ERVIDAS-SADO
BEJA
FUNCHEIRA
OURIQUE
Novas linhas de bitola europeia
Linhas actuais em bitola europeia
Linhas em bitola ibérica
Linhas a encerrar
HUELVA

Rede Ferroviária

Após 2023

Visão de futuro do Metropolitano de Lisboa



Metropolitano de Lisboa
Estudos, Planeamento e Orçamento

Plano de Expansão
da Rede do Metropolitano

METRO

- Rede actual
- Empreendimento em curso
- Empreendimento em estudo
- Directriz de traçado em estudo
- Estações
- Estações de correspondência

MLS (Metro Ligeiro de Superfície)

Empreendimentos em Estudo carris

- Circular Exterior
- Eixo Transversal (Falagueira - Sta. Apolónia)
- Traçados complementares
- Antenas locais
- Directriz de traçado a estudar
- Paragens/Estações

Caminho de Ferro

- Rede actual
- Estações

1:55000

Despacho nº 356/EPD
2002-01-08

O empreendimento de Modernização da Linha do Norte

Eng. Eduardo Frederico - Director Projectos Linha do Norte - REFER

A Linha do Norte constitui o principal eixo da rede ferroviária nacional, servindo o corredor sócio-económico de maior expressão do território português, nela circulando quase todo o tráfego de carácter internacional, quer de passageiros quer de mercadorias, desempenhando assim um papel preponderante e integrador de todo o sistema ferroviário português quer de ligação aos portos quer de penetração na Europa.

Por outro lado, está também inserida no principal eixo ferroviário do país – Braga/Faro – sendo até o troço mais importante desta espinha dorsal da malha ferroviária portuguesa, nela confluindo as mais importantes linhas do sistema ferroviário que garantem a ligação ao interior do país, conferindo-lhe também um papel articulador de rede.

Dado o carácter estruturante da Linha do Norte em termos nacionais, a sua competitividade é assim fundamental para a restante rede pois o desempenho desta está claramente dependente das performances que se possam vir a obter na Linha do Norte.

O quadro de referência para a Modernização da Linha do Norte foi traçado em 1987 com a realização dos estudos que culminaram com a apresentação ao Governo do "Plano de Modernização e Reconversão do Caminho de Ferro", cuja aprovação ocorreu em Fevereiro de 1998, tendo por base a sustentabilidade do modo ferroviário através da realização de determinados investimentos selectivos de molde a garantir aspectos essenciais, tais como:

⇨ Aumento da qualidade do serviço prestado nas componentes de tempo de percurso, conforto e fiabilidade;

⇨ Aumento da segurança em termos globais;

⇨ Melhoria dos resultados de Exploração,

sendo no entanto referido que estes objectivos só seriam atingidos se, prioritariamente, a Linha do Norte, como componente preponderante da rede ferroviária nacional, apresentasse padrões de elevado nível qualitativo.

Assiste-se nesta altura a uma degradação quase generalizada das condições de circulação na Linha do Norte, com extensas zonas da plataforma de via apresentando restrições significativas, evidenciando-se já as dificuldades de regulação face aos meios técnicos disponíveis, com alguns troços já próximos da saturação, resultando em baixos níveis de fiabilidade da infraestrutura e da qualidade do serviço prestado.

É assim que em Abril de 1991, por Despacho Ministerial, se concretiza a aprovação do Plano de Modernização da Linha do Norte apresentado então pela CP, tendo para o efeito sido consideradas três acções fundamentais, a saber:

⇨ Aquisição de material circulante do tipo basculação activa;

⇨ Intervenção na infraestrutura de via, construção de variantes, quadruplicação da via nas zonas suburbanas e supressão de todas as passagens de nível;

⇨ Implementação de novos sistemas de sinalização electrónica, de comando centralizado da circulação e de segurança em conjunto com a remodelação/instalação dos sistemas de telecomunicações, incluindo novos sistemas de informação ao público e de suporte físico da transmissão de voz e dados, culminando em Outubro do mesmo ano com a assinatura dos contratos para execução dos Projectos Integrados de Modernização.

Foram então definidos no Programa de Modernização da Linha do Norte, de modo a assegurar a sua reabilitação de acordo com as exigências das diferentes tipologias de comboios e níveis de serviço a oferecer, como condição fundamental para uma exploração sustentada, os seguintes objectivos:

⇨ Circulação a velocidade alta para comboios de passageiros (máxima 220 Km/h);

⇨ Aumento da capacidade da linha, nomeadamente nas zonas suburbanas;

⇨ Utilização na mesma infraestrutura de comboios de mercadorias, com carga por eixo de 22,5 ton. e velocidade até 120 Km/h;

⇨ Garantir a Fiabilidade da Exploração e a Eficácia da Regulação em condições de segurança.

Em Outubro de 1994 procede-se à assinatura do contrato de "Project Management", em cuja programação se apontava para que o objectivo de modernização fosse atingido em 2000 e com um investimento da ordem dos 200 Mc (1000 M€), tendo-se iniciado os trabalhos de modernização em Dezembro de 1995 no Subtroço 1.1 (Braço de Prata – Alverca), ou seja, mais de sete anos após a aprovação do plano, a que se seguiu o Subtroço 2.2 (Albergaria – Alfarelos) em Março de 1996 e Subtroço 3.1 (Pampilhosa – Quintans) em Outubro do mesmo ano.

Decorridos cerca de três anos após o início dos trabalhos de modernização e na sequência das novas metodologias organizativa e funcional decorrentes da criação da REFER, E.P., vem a constatar-se que os objectivos definidos em termos de prazo de execução do empreendimento se encontram completamente comprometidos, como aliás seria de esperar face à programação ambiciosa e irrealista que esteve na sua origem, não tomando em consideração os condicionamentos emergentes quer do estado da infraestrutura, obrigando a intervenções bastante mais profundas que as previstas em projecto, quer das condições de concessão de intervalos para trabalhos, as quais não haviam sido tomadas em conta na oferta comercial, originando quebra significativa da pontualidade e perda de mercado e conduzindo a intermináveis discussões com o operador que as havia inicialmente proposto. Esta questão é mesmo considerada fundamental para o sucesso de qualquer projecto de modernização que obrigue à coexistência de trabalhos em vias que se mantenham em exploração, uma vez que sem a sua articulação os prazos de execução não poderão ser conseguidos. É evidente no entanto que tal articulação só se torna possível com algum prejuízo para a exploração normal, que por seu lado também tem necessidade que o processo de modernização seja concluído o mais rapidamente possível, de modo a dotar a infraestrutura de novas capacidades de regulação, disponibilidade e fiabilidade, permitindo assim realizar uma oferta estável e com altos níveis de qualidade e pontualidade. Este desiderato nem sempre é no entanto plenamente atingido, pesem embora as vantagens evidentes e já reconhecidas com a concretização da primeira fase de implementação do projecto no ano de 2000.

No relatório então produzido sobre a situação física e financeira do projecto e suas perspectivas futuras, realça-se que as opções técnicas adoptadas e no que respeita à intervenção na via não tiveram em consideração o estado da plataforma, dada a sua antiguidade de construção, comprometendo seriamente a qualidade do serviço pretendido, o rendimento de execução dos trabalhos é inferior ao previsto em resultado das designadas "Regras de Circulação" concebidas no Manual de Projecto, a que não foi alheio o aumento do número de circulações verificado aquando do arranque das obras, sendo também expressas sérias reservas quanto ao modelo de concepção e de metodologia adoptado para a concretização do projecto.

Reconhecida a inviabilidade de concretização do empreendimento no tempo programado, ainda que mantendo os pressupostos e objectivos iniciais que presidiram á sua aprovação, e não perdendo de vista a necessidade de continuar a garantir o seu interesse comunitário sem o que poderia ser posta em causa a correspondente comparticipação financeira, foram adoptadas novas estratégias e metodologias tendo em vista relançar o Projecto e conferir-lhe níveis de credibilidade capazes de sustentar a dilatação do prazo de conclusão.

Em primeiro lugar era necessário preparar a consolidação dos Projectos de Engenharia, contemplando um tratamento adequado da plataforma em conformidade com as exigências do serviço a prestar e incluindo a criação de interfaces e arranjo exterior das estações, não previstos no projecto inicial, garantindo a sua integração entre as várias disciplinas em presença e tomando em consideração faseamentos construtivos compatibilizados com a Exploração e com uma oferta comercial ajustada à realização das obras, para o foi mobilizada assistência técnica dotada de grande capacidade de engenharia, incluindo o Laboratório Nacional de Engenharia Civil.

Seguidamente foi realizada nova abordagem à metodologia de desenvolvimento dos trabalhos, antecipando melhores condições de exploração do tráfego, nomeadamente nas situações de via única, permitindo a existência de interdições mais prolongadas e o estabelecimento de Vias Únicas Permanentes (VUP's) entre estações consecutivas de modo a viabilizar os trabalhos de maior expressão relacionados com o tratamento da plataforma em condições mais adequadas e favoráveis, reduzindo os prazos e os custos de execução e em simultâneo permitindo retirar partido antecipado dos aumentos de velocidade.

Por último procedeu-se também a alterações na estratégia contratual através da contratação prévia de empreitadas de menor vulto, cuja execução não implica normalmente perturbações na exploração nem alteração da oferta comercial, permitindo desse modo libertar a execução das grandes empreitadas gerais de trabalhos cuja natureza contribui com alguma frequência para os atrasos na programação.

O Projecto encontra-se assim numa fase de relançamento, estando em curso as obras de modernização no Subtroço 3.2 (Quintans – Ovar) a que se juntarão a breve prazo os trabalhos de modernização do Subtroço 2.1 (Entroncamento – Albergaria), no qual já se encontram em execução as empreitadas prévias para supressão de passagens de nível e de construção de edifícios técnicos. Também em construção está o novo apeadeiro de Moscavide.

Em fase de projecto de execução encontram-se as secções entre Vila Franca de Xira e Azambuja e entre esta estação e Vale de Santarém, cujo concurso público se espera venha a ser lançado até ao início do próximo ano, para além dos projectos de execução para substituição das Pontes de S. Lourenço e Simões e de remodelação dos Túneis de Fátima e Albergaria, cujos concursos serão também lançados a breve prazo.

Paralelamente deverão ainda iniciar-se no corrente ano as obras de rebaixamento da via no atravessamento da Cidade de Espinho, aguardando-se apenas uma decisão favorável da área do ambiente, bem como o lançamento de concurso para remodelação da estação de Coimbra-B. Em fase de estudo encontra-se ainda a modernização do Subtroço 3.3 (Ovar – Gaia), cuja intervenção, em conformidade com o definido na reprogramação física e financeira do Projecto, constará essencialmente na remodelação dos layouts das estações, renovação da via na plena via, substituição integral dos sistemas de sinalização e de telecomuni-

cações, com natural ênfase para os sistemas de informação ao público e criação de interfaces rodo-ferroviários. Também em fase de estudo encontra-se a travessia da cidade de Vila Franca de Xira, cujos programas base estão em desenvolvimento contemplando duas alternativas de traçado, uma das quais no actual corredor ferroviário.

Em termos de programação encontra-se prevista a conclusão do novo apeadeiro de Moscavide em 2003, do Subtroço 3.2 (Quintans – Ovar) até Junho de 2004 e do Subtroço 2.1 (Entroncamento – Albergaria) até Março de 2005. A modernização da secção Vila Franca – Azambuja ficará também concluída no início de 2005 a que se seguirá a secção Azambuja – Vale de Santarém. Quanto ao rebaixamento da via na Cidade de Espinho as actuais perspectivas apontam para a sua finalização para o fim de 2004, podendo encarar-se de seguida a modernização do Subtroço 3.3 (Ovar – Gaia).

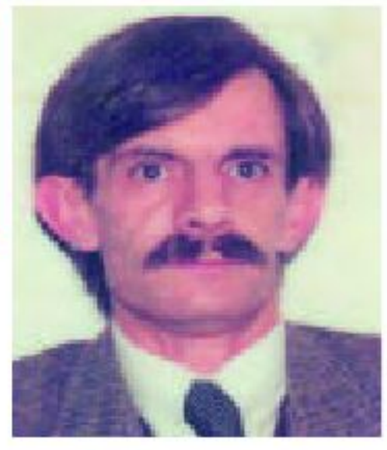
Com a conclusão das intervenções previstas até ao início de 2005, consubstanciando a segunda fase de implementação do projecto, ficarão assim integralmente modernizados cerca de 200 Km da Linha do Norte, podendo perspectivar-se até ao fim de 2006 a conclusão da modernização da secção Azambuja – Vale de Santarém e do Subtroço 3.3 (Ovar – Gaia).

Mantendo-se o interesse comunitário no projecto de modernização em curso, o que se constata pelas candidaturas já objecto de aprovação no âmbito do Fundo de Coesão e DGTREN para os Subtroços 2.1 e 3.2, encontram-se agora em preparação as candidaturas para financiamento, ainda na vigência do QCA III, da modernização das secções Vila Franca – Azambuja e Azambuja – Vale de Santarém e do Subtroço 3.3, incluindo a nova estação de Espinho.

À actual programação da Modernização da Linha do Norte encontra-se também associada uma previsão de custos, reflectindo o investimento já realizado até ao fim do ano de 2001, cujo montante é de cerca de 102 Mc (510 M,), e o investimento previsto realizar até ao fim do ano de 2006 na importância de cerca de 94 Mc (470 M,), ambos a preços correntes, mantendo-se portanto o custo total do investimento ainda próximo das perspectivas iniciais.

A supressão de passagens de nível (PNs) na Linha do Norte

Eng. Francisco Matos Nascimento - Responsável Operacional do Troço 2 - REFER



Introdução

Estamos perante um tema que raramente é abordado de forma positiva, pois quando se fala de PNs é porque algo grave aconteceu. No presente artigo porém não vamos falar de acidentes e dos consequentes prejuízos humanos e materiais e mas sim da forma de os evitar radicalmente, ou seja eliminando as PNs.

Quando, no início dos anos noventa, foi decidido proceder à Modernização da Linha do Norte, foram definidos os objectivos do Projecto e a existência de PNs não podia ter deixado de constituir motivo de preocupação.

Entre os objectivos do "Projecto de Modernização da Linha do Norte", que adiante passaremos a designar por "PMLN", contava-se o aumento de velocidade que, nalguns troços, podia atingir os 220 km/h, facto este que por si só obrigaria o repensar da segurança dos atravessamentos de nível, tanto mais que o Regulamento de PNs então em vigor, aprovado pelo Decreto Lei n.º 156/81 de 9 de Junho, não permitia a existência de PNs em troços de linha onde houvesse condições para a prática de velocidades superiores a 200 km/h.

Para além disso, a supressão das PNs justificava-se ainda pelo facto de elas se constituírem como um factor de insegurança para a circulação rodoviária, ferroviária e para os peões e contribuírem para um agravamento dos custos de exploração e manutenção da REFER.

Situação no início do Projecto

Foi neste contexto que foi decidido integrar no PMLN a supressão total de PNs na Linha do Norte, acção esta que vinha sendo desenvolvida por um órgão da então CP mas sem um carácter sistemático.

Nos quadros que se seguem estão indicadas as extensões de cada um dos subtroços (Quadro 1), as PNs existentes em 1996 (Quadro 2) e a densidade de PNs em cada um deles, (Quadro 3) onde se indicam a:

Verde – Subtroços com a modernização concluída

Vermelho – Subtroço com a modernização em curso

Laranja – Subtroço em fase de adjudicação

Azul – Subtroço em fase de projecto

Extensões dos Troços e Subtroços (Km de Via Dupla)
Quadro 1

TROÇO 1		TROÇO 2		TROÇO 3	
1.1	**17**	2.1	**42**	3.1	**34**
1.2	**34**	2.2	**48**	3.2	**34**
1.3	**53**	2.3	**34**	3.3	**32**
Soma	104		124		100
TOTAL					**328**

PNs Existentes em 1996
Quadro 2

TROÇO 1		TROÇO 2		TROÇO 3	
1.1	**8**	2.1	**39**	3.1	**33**
1.2	**31**	2.2	**64**	3.2	**28**
1.3	**29**	2.3	**37**	3.3	**37**
Soma	68		140		98
TOTAL					**306**

PNs / Km em 1996
Quadro 3

TROÇO 1		TROÇO 2		TROÇO 3	
1.1	**0,35**	2.1	**0,93**	3.1	**0,97**
1.2	**0,91**	2.2	**1,33**	3.2	**0,82**
1.3	**0,55**	2.3	**1,09**	3.3	**1,16**
Média	0,65		1,12		0,98
Média global da linha					**0,92**

Como se constata no início do PMLN existiam ainda 306 PNs, das quais 19 não tinham guarda e 26 eram particulares.

De salientar que se estava então perante uma elevada densidade de PNs por quilómetro de via dupla, quase uma PN por quilómetro em toda a Linha do Norte, sobressaindo o caso do subtroço entre Albergaria dos Doze e Alfarelos onde existiam 1,33 PNs por Km.

Desenvolvimento das obras (1996/2001)

Os primeiros concursos para o PMLN foram lançados e adjudicadas as obras nos anos de 1995 e 1996 e nelas

se incluía a supressão de PNs rodoviárias e de peões substituindo-as por passagens desniveladas.

A execução das obras das passagens desniveladas e respectivos caminhos de acesso e de ligação veio a revelar-se das mais difíceis de concretizar por razões que adiante tentaremos explicitar.

As obras de modernização decorreram como a seguir se indica:

Subtroço	Início	Conclusão
1.1 (Braço de Prata /Alverca)	1995	30/06/20002
2 (Albergaria dos Doze /Alfarelos)	1997	30/12/2000
3.1 (Pampilhosa / Quintãs)	1997	30/12/2000

A concretização da supressão total das PNs existentes apenas foi conseguida no subtroço 1.1 e está ainda por concluir nos subtroços 2.2 e 3.1, cerca de um ano e meio após a conclusão das obras e seis anos após o seu início.

As dificuldades encontradas na concretização da supressão das PNs por construção de passagens desniveladas surgiram já com as obras em curso e ficaram a dever-se fundamentalmente a problemas relacionados com:

- ➢ A falta de qualidade dos projectos das obras de arte e acessos
- ➢ O acesso às parcelas de terreno expropriadas.
- ➢ A não consolidação das soluções acordadas com as autarquias
- ➢ A falta de aprovação e licenciamento por parte de vários organismos como sejam: JAE / ICERR, e DRAOT/INSTITUTO DA ÁGUA

Enquanto as duas primeiras questões foram sendo ultrapassadas embora provocando alguns atrasos nas obras projectadas, já o mesmo não sucedeu com as aprovação por parte do ICERR do qual não foi possível ainda obter qualquer licenciamento.

A consolidação com as autarquias das soluções previstas para a supressão de cada PN, veio a constituir-se como a principal razão do atraso, pois foram demasiados os casos em que houve necessidade de alterar os projectos das obras previstas, e executar projectos para obras que não estavam previstas, os quais por sua vez originavam novas expropriações. A experiência demonstrou que qualquer alteração deste tipo atrasa a execução das obras e a concretização do encerramento da respectiva PN em mais de um ano.

A falta de consolidação resultou de uma análise pouco crítica por parte das autarquias - Câmaras Municipais e Juntas de Freguesia – dos estudos prévios e projectos de execução que lhes foram remetidos para apreciação, parecer e aprovação. Esta situação teve como consequência que as populações em muitos casos se opusessem às soluções projectadas, perante o que as autarquias manifestaram sempre uma posição demasiado débil.

Uma outra questão que provocou algum atraso nas obras foi o facto de entretanto ter sido publicado o DL 123/97 de 22 de Maio (mobilidade condicionada) e se ter considerado desejável promover as alterações de projecto das passagens superiores e inferiores de peões por forma a respeitar as disposições legais aplicáveis.

Apesar das dificuldades até ao final do ano de 2001 estavam concluídas 80 passagens desniveladas, conforme abaixo se indica no Quadro 4.

Passagens Desniveladas Concluídas até 2001
Quadro 4

TROÇO 1		TROÇO 2		TROÇO 3	
1.1	**9**	2.1	**2**	3.1	**34**
		2.2	**42**		
Soma	9		44		27
TOTAL					**80**

Passagem Superior Rodoviária em Vila Nova de Anços

Passagem Superior Rodoviária - Pombal

Passagem Superior de Peões com Rampas
Apeadeiro dos Simões

Passagem Superior de Peões com Elevadores
Apeadeiro da Curia

Estas obras permitiram a supressão de todos os atravessamentos de nível nas Estações e Apeadeiros dos subtroços já concluídos e a supressão de 110 PNs (Quadro 5).

PNs Suprimidas até 2001
Quadro 5

TROÇO 1		TROÇO 2		TROÇO 3	
1.1	**7**	2.1	**4**	3.1	**30**
1.2	**5**	2.2	**54**	3.2	**4**
1.3	**1**	2.3	**4**	3.3	**1**
Soma	13		62		35
TOTAL					**110**

Nos seis anos em análise foram suprimidas 36% das PNs existentes em 1996, das quais 94 resultaram de obras executadas pelo PMLN.

Apesar do esforço realizado no final de 2001 ainda restavam por suprimir 196 PNs na Linha do Norte, das quais 14 em troços já modernizados (Quadro 6).

PNs Existentes em 2002
Quadro 6

TROÇO 1		TROÇO 2		TROÇO 3	
1.1	**1**	2.1	**35**	3.1	**3**
1.2	**26**	2.2	**10**	3.2	**24**
1.3	**28**	2.3	**33**	3.3	**36**
Soma	55		78		63
TOTAL					**196**

Obras iniciadas em 2001 para supressão de PNs

Em 2001 deu-se início à construção de mais 9 Passagens Desniveladas no Subtroço 2.1 entre Entroncamento e Albergaria dos Doze, para permitir a supressão de 17 PNs em 2002.

Teve também início a construção de 7 passagens Desniveladas no subtroço 3.2 entre Quintãs e Ovar que permitirão a supressão de 12 PNs em 2002.

Teve ainda início a construção de um lote de 10 passagens desniveladas que permitirão suprimir as 10 PNs ainda existentes no subtroço 2.2 entre Albergaria e Alfarelos, o que se prevê para o final do ano de 2002.

Obras previstas para o período de 2002 / 2004

Em 2002 iniciou-se a Modernização do subtroço 3.2 entre Quintãs e Ovar e está previsto o início do subtroço 2.1 entre Entroncamento e Albergaria dos Doze.

No âmbito da modernização do subtroço 2.1 entre Entroncamento e Albergaria do Doze está prevista a construção de 5 Passagens Desniveladas, que permitirão a supressão de 4 PNs.

Ainda no subtroço 2.1 teve já início a construção de mais 7 Passagens Desniveladas para suprimir 10 PNs.

Passagens Desniveladas a Concluir entre 2002 e 2004
Quadro 7

TROÇO 1		TROÇO 2		TROÇO 3	
1.1		2.1	**21**	3.1	
		2.2	**10**	3.2	
			31		
	0				0
TOTAL					**31**

Nota: Não foram consideradas quaisquer obras que possam ser levadas a cabo fora do âmbito do PMLN, quer pela REFER quer por outras entidades.

PNs a suprimir entre 2002 e 2004
Quadro 8

TROÇO 1		TROÇO 2		TROÇO 3	
1.1		2.1	**31**	3.1	3
1.2		2.2	**10**	3.2	8
1.3		2.3		3.3	
Soma	0		41		11
TOTAL					**52**

Em resumo , no período entre 2002 e 2004 prevê-se a conclusão de 38 Passagens Desniveladas e a supressão de 52 PNs (Quadros 7 e 8)

Conclusões

A experiência colhida ao longo destes anos permitiu determinar com alguma precisão quais as debilidades destes processos por forma a minimizar as dificuldades no decurso das obras.

Para os subtroços 2.1 e 3.2, tentámos alterar a estratégia e metodologia seguidas nos subtroços já intervencionados.

Ou seja, enquanto que nos subtroços 1.1, 2.2 e 3.1 a construção das passagens desniveladas estava integrada na "Empreitada Geral de Via, Catenária e Construção Civil", nos subtroços 2.1 e 3.2 perseguimos o objectivo de avançar com uma ou mais empreitadas específicas de obras de arte e de caminhos de acesso por forma a concluir as obras e suprimir as PNs antes do início da "Empreitada Geral" e da instalação do novo Sistema de Sinalização;

Não foi possível aplicar na integra as recomendações que adiante explicitaremos pelo facto de ter sido necessário executar novos projectos, reformular os existentes, e preparar os concursos devido a condicionamento de prazos de execução já programados em função de aprovações das candidaturas ao Fundo de Coesão.

Porém, recomendamos vivamente que, em futuras intervenções do tipo das que estamos a levar a cabo na Linha do Norte, nas acções tendentes à supressão de PNs se inicie o processo pelo menos dois anos antes da grande intervenção e da instalação dos novos Sistemas de Sinalização, por forma a que, quando estas ocorram, se possam já ter encerrado a maioria senão mesmo a totalidade das PNs.

Neste período de dois anos dever-se-á:

• Adjudicar a topografia, a geotecnia e os projectos das obras de arte e dos acessos ao mesmo gabinete de projectos;

• Assegurar a consolidação das soluções construtivas do traçado dos acessos para encerramento de cada PN com as Câmaras Municipais e Juntas de Freguesia e procurar assegurar a maior divulgação local possível dos estudos de viabilidade;

• Obter a aprovação, por parte das Câmaras Municipais, dos estudos de viabilidade, estudos prévios e projectos de execução;

• Ter em atenção a ocupação de terrenos em áreas de REN e RAN providenciando atempadamente a desafectação ou solicitando dispensa da mesma se for caso disso;

• Quando se trate de suprimir PNs em vias rodoviárias cuja jurisdição pertença ao IEP (estradas nacionais, estradas regionais, IPs, Ics) submeter-lhe os projectos para aprovação e licenciamento;

• Assegurar a existência de estudos de impacte ambiental e a sua aprovação pela Direcção Geral do Ambiente;

• Obter também a aprovação e licenciamento dos projectos dos acessos que cruzem linhas de água que terão que ser submetidos à apreciação das Direcções Regionais do Ambiente e Ordenamento do Território;

• Uma vez aprovado o estudo de viabilidade e definida a implantação dos acessos e da obra de arte providenciar a obtenção da planta cadastral dos terrenos a ocupar, por forma a permitir a optimização do traçado;

• Após a aprovação do estudo prévio providenciar a elaboração da planta parcelar de expropriações para que a mesma esteja disponível para implantação no terreno antes da aprovação do projecto de execução, pois só assim é possível prevenir reclamações dos proprietários afectados ou das Juntas de Freguesia e detectar serviços interessados que de outra forma acabam por obrigar a alterações de projecto e autorizações de trabalhos a mais;

• Após a aprovação do projecto de execução providenciar a obtenção e publicação do despacho da Declaração de Expropriação por Utilidade Pública.

Rebaixamento da Via no Atravessamento da Cidade de Espinho - Um projecto de Requalificação Urbana

Eng. Rocha Almeida - Responsável Operacional de Projectos e Obras Especiais - REFER

1. O enquadramento da questão

Com a evolução das obras do Projecto de Modernização da Linha do Norte, será possível, gradualmente, a circulação de comboios a velocidades elevadas nos troços intervencionados, o que colocará problemas específicos no atravessamento da cidade de Espinho, dada a situação particular existente.

As fortes condicionantes urbanísticas locais e as características próprias do concelho, levaram a serem encaradas soluções de excepção, que conciliassem as legítimas aspirações da população a uma qualificação do meio urbano, de onde resultarão, muito provavelmente, relevantes benefícios sócio – económicos, com o também desejado e necessário desenvolvimento do transporte ferroviário, ele próprio também um factor potenciador de tais benefícios.

Da conjugação destes vectores, surgiu a solução de rebaixamento da via férrea no atravessamento da cidade de Espinho, o qual passará a ser feito através de um túnel.

O espaço que vai ficar disponível à superfície permitirá à Câmara Municipal de Espinho proceder a um reordenamento urbanístico, permitindo uma continuidade do tecido urbano na zona central da cidade, hoje inexistente, que não deixará, também, de influenciar positivamente as zonas contíguas.

2. O desenvolvimento da solução

A condução da fase de projecto do empreendimento foi cometido à Engenharia de Infraestruturas da REFER, que adjudicou à GIBB Portugal a sua elaboração.

O início da intervenção da Equipa dos Projectos Linha do Norte, a quem cabe gerir a fase de construção, teve lugar com a preparação e lançamento do concurso público internacional, no âmbito da União Europeia, para adjudicação da empreitada.

O troço da Linha do Norte a ser objecto desta intervenção tem um comprimento de 3750 m, estendendo-se desde o P.K. 314,950, junto ao apeadeiro de Silvalde, até ao P.K. 318,700, próximo do lugar de Juncal, a norte da cidade.

O rebaixamento das vias, porém, dar-se-á entre os P.K. 315,775 e 317,725, numa extensão de 1950 m, resultando estes limites da existência de duas linhas de água, a Ribeira de Silvalde, do lado de Sul, e a Ribeira do Mocho, a Norte, que nas suas proximidades cruzam a Linha do Norte.

Serão levantadas todas as vias de resguardo e topos ainda existentes, mas já com reduzida utilização, passando a haver apenas duas vias.

O túnel propriamente dito situa-se na zona central deste troço, entre os P.K. 316,245 e 317,199, o que corresponde à zona delimitada pela Rua 37 A e pela Rua 13, com um comprimento total de 954 m. A rampa do lado de Sul, para ligação com a superfície, tem uma extensão de 470 m e uma inclinação de 14,7‰ e a do lado Norte tem 527 m e 10,7‰, respectivamente.

O novo edifício de passageiros situar-se-á à superfície, na zona compreendida entre as Ruas 25 e 27, a que corresponde uma maior amplitude da malha urbana.

O acesso ao edifício, de um só piso, far-se-á por duas entradas, uma do lado de Norte e outra do lado de Sul, comunicando com um átrio, a partir do qual se acede directamente à plataforma de passageiros da via descendente.

O edifício comporta, para além das bilheteiras tradicionais e de máquinas automáticas, serviços de apoio aos passageiros (tabacaria, cafetaria, terminal Multibanco, instalações sanitárias), gabinete de apoio ao cliente, as instalações destinadas para a REFER e para a CP (UVIR e USGP) e os salas para os equipamentos técnicos (segurança, tratamento de ar ambiente, posto de transformação, gerador de emergência, quadros eléctricos, telecomunicações).

A partir do átrio far-se-á o acesso à plataforma de passageiros da via descendente (sentido Porto – Lisboa), por intermédio de escadas, duas escadas mecânicas e um elevadores.

O acesso à plataforma da via ascendente será feito a partir da outra plataforma, através de uma passagem inferior às vias, também acessível por maios mecânicos, devido ao facto de parte desta plataforma se situar sob a Avenida 8, portanto já fora do contorno do edifício de passageiros.

Isto resulta de afastamento, em plano horizontal, entre o eixo do edifício de passageiros e o eixo da zona entre as vias, devido ao facto de o novo edifício de passageiros ficar centrado em relação à malha urbana, enquanto o túnel terá de ficar descentrado, deslocado para o lado do mar, uma vez que do lado de terra ficarão as vias provisórias, que possibilitarão a

continuidade da exploração da Linha do Norte, durante o período em que decorre a obra.

A construção do túnel implicará a realização de uma escavação com uma profundidade média de 10 m a 11m de altura, atingindo-se um nível próximo da cota –1,50 m.

Na zona da passagem inferior de comunicação entre as duas plataformas de passageiros a escavação atingirá a cota –6,10 m.

Cada plataforma de passageiros tem um comprimento de 300 m e uma largura de 4,00 m, que na zona das comunicações verticais aumenta para 8,8 m, do lado da via descendente, e 7,5 m, do lado da via ascendente.

Na elaboração do projecto foi dado particular atenção aos aspectos ambientais, designadamente no que diz respeito à emissão de ruído, estando previstas diversas disposições construtivas, tais como mantas de material atenuador de vibrações entre o balastro e a laje de fundo do túnel e na fixação dos carris às travessas, revestimento de paredes e tectos com materiais absorventes de ruído e barreiras acústicas.

O novo traçado foi estudado para permitir velocidades de 120 km/h para comboios convencionais e de 140 km/h para comboios de pendulação activa, estando actualmente a ser estudada a hipótese de aumentar este limite de velocidade para 160km/h, mediante um pequeno ajustamento ao projecto da via no extremo do túnel, do lado de Norte.

Geologicamente, no local onde o túnel vai ser implantado encontram-se as seguintes formações:

• Camada de aterro com espessura média de cerca de 3 m;

• Camada de areias de depósitos dunares com espessura que varia entre 6m e 7m;

• Maciço xistoso, com uma primeira camada alterada, diminuindo o grau alteração com o aumento de profundidade, atingindo-se uma camada pouco alterada abaixo de 10 m a 18 m.

O nível freático encontra-se actualmente a uma profundidade média de cerca de 4m, sendo um dos factores mais relevantes a considerar para definição das soluções de projecto.

O projecto encomendado pela REFER e patenteado no concurso contempla uma solução do tipo drenante, isto é, há um rebaixamento forçado e permanente do nível freático sob a laje de fundo do túnel, mediante a construção de drenos sob esta laje para captação e condução da água a um poço de onde depois será bombeada. Pretende-se, assim, evitar a existência de subpressões a actuar na laje de fundo.

De forma a reduzir o caudal de água a bombear e evitar a descida generalizada do nível freático nas zonas envolventes, foi criada uma "caixa" fechada, materializada por paredes moldadas que penetram até ao extracto de xistos pouco alterados, com um grau bastante baixo de permeabilidade.

Como é natural, a obra terá de ser realizada introduzindo a menor perturbação possível na circulação.

Outro factor condicionante é a proximidade do túnel às edificações existentes.

Neste enquadramento, será construída uma via provisória, à direita (nascente) das actuais, por onde se efectuará a circulação descendente, até à entrada em serviço das novas vias, passando a circulação ascendente a fazer-se, provisoriamente, pela actual via descendente.

No espaço assim disponibilizado e numa faixa de terreno a ser objecto de expropriação, será construído o túnel, as duas rampas de acesso, do lado de Norte e de Sul, e os troços de ligação ao traçado existente.

As paredes do túnel e a maior parte dos muros que delimitam as rampas de acesso serão construídos com recurso à técnica das paredes moldadas no terreno.

A laje de cobertura do túnel apoia-se nas paredes moldadas e será executada por meio de um cimbre ao solo, após uma primeira fase de escavação com cerca de 4m de altura.

À medida que a frente de construção desta laje for avançando, irá sendo executada a segunda fase da escavação, entre as paredes moldadas.

Está previsto um sistema de drenagem de águas pluviais, quer as infiltradas quer as precipitadas directamente nas rampas, composto por drenos de superfície e de profundidade, que conduzem tais águas para poços de recolha, de onde serão bombeadas para os colectores da rede urbana.

3. Adjudicação da empreitada

Para adjudicação da empreitada, foi realizado um concurso público internacional no âmbito da União Europeia, com um preço base de 48.882.194 Euro, ou 9.800.000 contos, e um prazo de 36 meses, tendo-se apresentado oito consórcios, dos quais, seis foram qualificados para passagem à fase de análise de propostas.

Actualmente, encontra-se seleccionada a proposta a ser objecto de adjudicação, cujo valor é de 47.286.041 Euro, ou 9.480.000 contos, com um prazo de 30 meses, que comporta uma variante a parte do projecto, relacionada com a forma como é tratado o comportamento da estrutura do túnel, face ao nível freático existente e à natureza geológica das formações envolventes.

A Modernização da Sinalização Ferroviária na Linha do Norte

Eng. David Martins - Alcatel - Director de Engenharia de Sinalização

Acompanhando o esforço da REFER no sentido da modernização das infra-estruturas ferroviárias, nomeadamente na Linha do Norte, a Alcatel Portugal, em consórcio com a sua congénere alemã, Alcatel SEL, assinou com a CP em 1992, o primeiro contrato para a modernização da Linha do Norte, denominado 3AS. Do contrato constava a sinalização das estações de Alverca, Alhandra, Azambuja e Setil com o sistema electrónico de sinalização ferroviária baseado na tecnologia ESTW L90P, comandado por duas mesas de comando equipadas com tabuleiro gráfico e monitores a cores instaladas na estação da Azambuja e em Alverca.

Esta tecnologia representa uma mudança aos tradicionais sistemas de sinalização mecânica a relés, cujas limitações se repercutiam de forma significativa na exploração.

Para se atingir densidades de tráfego mais elevadas e as velocidades necessárias ao mundo moderno, a sinalização ferroviária tem sido submetida a mudanças drásticas. O uso exaustivo de tecnologias com componentes electrónicos provocou uma mudança nas ideias subjacentes à sinalização, distanciando-se dos percursos fixos tradicionais.

O encravamento electrónico ESTW L90, junta a segurança da técnica de sinalização dos encravamentos a relés à economia e à eficácia da tecnologia informática.

Mediante a utilização de micro computação, o ESTW executa todas as funções lógicas. A segurança exigida é garantida pelo processamento duplo, em pelo menos, dois sistemas de micro computação independentes e eficientes.

A filosofia de funcionamento destes equipamentos de encravamento electrónico baseia-se na existência de 4 módulos: **o Módulo de Monitor (BM)**, que é responsável pela fiabilidade e fidelidade das imagens apresentadas nos monitores; **o Módulo de Operação e Indicação (MEM)**, **o Módulo de Segurança (SM)** funcionando numa lógica de 2 em 3 computadores, responsável pela segurança de todas as tarefas desempenhadas pelo sistema e **o Módulo de Comando de Elementos (EAM)**.

O interface operador-sistema é realizado através de uma mesa de comando constituída por 3+1 monitores, um tabuleiro gráfico e uma impressora de registo de avarias.

Os comandos são dados através do tabuleiro gráfico (ou teclado auxiliar) e são registados no sistema de modo a criar um historial das intervenções dos operadores responsáveis.

No âmbito deste contrato a Alcatel forneceu e instalou neste sub-troço os seguintes equipamentos de via:

57 Motores de Agulhas L700H
99 Circuitos de Via (ITE para as estações e UM71 para a plena via)
121 Sinais
51 Pedais EAK 30C
3 Passagens de nível

Foram automatizadas duas passagens de nível em Alhandra e uma na Azambuja, com anúncios comandados e controlados a partir do encravamento.

Ao mesmo tempo que a estação de Alverca e mais tarde a estação de Azambuja sofriam trabalhos de via, a Alcatel procedia à instalação de uma infra-estrutura de caminhos de cabos e de cabos que possibilitava o comando dos motores de agulhas, sinais, pedais e circuitos de via necessários à sinalização e aos novos layouts de estação.

A estação de concentração de Alverca (incluindo os comandos de Alverca e Alhandra) foi colocada ao serviço em Junho de 95. Neste projecto, a segunda estação a ser colocada ao serviço foi a estação de Azambuja, em Setembro de 95.

No seguimento das obras de renovação da Linha do Norte na estação da Bobadela, a Alcatel substituiu a sinalização a relés existente, por um encravamento electrónico ESTW L90 P, adaptado ao novo layout da estação. Esta estação foi equipada com uma mesa de comando com tabuleiro gráfico e monitores permitindo todo o comando entre a Bobadela Norte e Bobadela Sul.

A Alcatel forneceu e instalou pela primeira vez na linha do Norte contadores de eixos 70/30 para substituir os circuitos de vias existentes e pedais do tipo EAK 30 C para a detecção de comboios em plena via. Este equipamento da Alcatel tem a vantagem de poder substituir circuitos de via existentes em soluções provisórias, a baixo custo dando informação ao encravamento através de relés.

Foi também necessário instalar interfaces entre o sistema a relés e as estações colaterais. Esta estação, Bobadela, foi colocada em serviço em Outubro de 1996, ficando a funcionar como estação de concentração.

A necessidade da quadriplicação de via no troço Braço de Prata/Alverca, assim como a construção de novas estações, levou à assinatura de um contrato, de âmbito mais alargado que os anteriores, incluindo além do fornecimento da sinalização provisória e definitiva, o fornecimento de equipamentos de telecomunicações e a instalação de um posto de Comando e Controlo Centralizado (CTC).

O CTC possibilita aos operadores, uma visão global da linha e uma resposta em tempo real a todas as situações que possam ocorrer. Este sistema, constituído ainda por ferramentas auxiliares de visualização de horários previstos e de informação "online" de atrasos ou avanços dos comboios, vai permitir aos operadores

da REFER uma optimização da circulação ferroviária.
Na quadriplicação de via foram instalados os seguintes esquipamentos:
45 Motores de Agulha L 700 H
78 circuitos de Via ITE para as estações
111 pedais EAK 70 C
103 Sinais
Contadores de eixos 70 / 30 para soluções provisórias
A grande prioridade do projecto Braço de Prata - Alhandra (excl.) foi a Gare do Oriente, dada a sua importância como porta de acesso à exposição mundial EXPO'98, tendo mais uma vez a Alcatel correspondido com a competência que lhe é reconhecida.
Na gare do Oriente foi instalada uma mesa de comando com tabuleiro gráfico e monitores a cores a fim de controlar toda a sinalização instalada no troço Braço de Prata - Póvoa. Esta mesa substituí a mesa de comando instalada na Bobadela passando o comando desta estação a ser efectuado a partir do Oriente.
Até à configuração final foi previsto um faseamento da via, ao qual foi necessário adaptar a sinalização, simultaneamente com os trabalhos de catenária. Foi necessária a instalação de versões de software que se adaptassem aos novos layouts das estações permitindo que em cada fase fossem acrescentados elementos até à configuração final, que esteve pronta em Maio de 99.
A complexidade do faseamento de via implicou uma continua alteração e adaptação da sinalização existente, quer a relés, quer electrónica, criando as condições necessárias ao prosseguimento dos trabalhos de via e catenária.
Foi necessário um trabalho intenso das equipas de engenharia, ensaios e colocação ao serviço que normalmente só podiam trabalhar em período de interdição. Esta dinâmica foi essencial para atingirmos os objectivos estabelecidos.
O contrato de fornecimento do Albergaria-Alfarelos (excl.), denominado sub-troço 2.2., foi assinado a 21 de Outubro de 1996, integrando uma componente de Sinalização com a instalação do encravamento electrónico, e uma componente de Telecomunicações, composta pela instalação de vários sistemas de apoio à exploração ferroviária, e de informação ao público. Constituído pelas estações de Albergaria, Vermoil, Soure e Pombal como Estação de Concentração, numa extensão de 50 km, regista uma circulação média de 115 comboios por dia, entre comboios de mercadoria e passageiros, sendo que a quase totalidade dos mesmos não tem origem nem término neste sub-troço.
A instalação teve o seu inicio no mês de Abril de 1997, e foi concluída no mês de Abril de 1999, tendo a particularidade de ser o primeiro projecto em que o planeamento de software de sinalização foi inteiramente desenvolvido em Portugal.
A instalação da Alcatel permite igualmente a renovação das instalações de via e catenária por parte da REFER, essenciais para que se possam atingir maiores velocidades de circulação. A criação de Sinalização de contravia permite a ocorrência diária de vias únicas temporárias (VUT's) durante o período nocturno, restringindo deste modo a circulação ferroviária a apenas uma das vias, enquanto a outra sofre os necessários trabalhos de renovação.
No final dos trabalhos, ficaram instalados neste subtroço de Albergaria-Alfarelos:
29 Motores de Agulha L700 H
175 circuitos de Via ITE para as estações
127 Sinais
Actualmente, a Alcatel está a trabalhar na Linha do Norte, no troço Entrocamento-Albergaria, cujo contrato foi assinado em Agosto de 2000, integrando uma componente de sinalização com a instalação do encravamento electrónico que permitirá na sua fase final controlar uma extensão de cerca de 40km, e uma componente de telecomunicações, composta pela instalação de vários sistemas de apoio à exploração ferroviária, e de informação ao público. Salientamos, que este projecto tem como característica, a necessidade de execução de diversos faseamentos intermédios, quer ao nível da alteração dos postos a relés existentes quer ao nível do desenvolvimento do novo encravamento electrónico.
Será assim possível encontrar na Linha do Norte um dos mais modernos, seguros e completos sistemas de sinalização existentes a nível europeu, recuperando esta linha como uma alternativa credível na rede de transportes de ligação entre Lisboa e Porto.
A instalação destes novos sistemas contribuirá para uma redução significativa do tempo de precurso entre Lisboa e Porto aumentando consequentemente o conforto em viagem.
Terminada a instalação de algumas fases do projecto, a Alcatel realiza ainda as tarefas de manutenção preventiva e correctiva, garantindo assim a permanente operacionalidade desta linha. Para o efeito, foi criado em Pombal um centro de manutenção da Alcatel onde estão sediadas as respectivas equipas que, munidas de todos os meios logísticos necessários, nomeadamente viaturas, uma rede de transmissão de rádio, telemóveis, ferramentas e instrumentos de medida, etc. garantindo assim uma resposta rápida e uma correcta manutenção dos equipamentos.
Existe uma ligação remota informática aos centros permitindo assim garantir aos técnicos um ambiente de trabalho semelhante ao existente na sede em Cascais, com acesso a correio electrónico, redes departamentais, etc.
Estas unidades representam as cores da Alcatel noutras zonas de Portugal, promovendo o nome da empresa e têm sido alvo de reconhecimento pelos bons serviços desempenhados no sentido do bom funcionamento do transporte ferroviário em Portugal.
Continuando a colaborar no desenvolvimento dos sistemas de optimização das redes ferroviárias portuguesas, a Alcatel montou em Cascais, para o efeito, um centro de competência e um laboratório que se encontram em pleno funcionamento, onde o estudo, projecto, instalação e ensaio são realizados de acordo com as necessidades dinâmicas da REFER.
A Alcatel, uma das maiores empresas de telecomunicações mundial, é hoje na área ferroviária, um fornecedor altamente qualificado encontrando-se presente em todo o mundo na área de transportes, canalizando vultosos investimentos para a pesquisa e desenvolvimento das mais elevadas tecnologias.

A Modernização da Linha do Norte e o desenvolvimento das Redes de Telecomunicações e da Informação ao Público

Eng. Carreira Miguel - Projectos Linha do Norte - REFER

Introdução

No ano de 1995 e no âmbito da Modernização da Linha do Norte, foi celebrado o primeiro Contrato de Sinalização e Telecomunicações, relativo ao Subtroço B. Prata - Alhandra, marcando essa data o início do processo de substituição dos antigos sistemas e redes de cabos, alguns datando do ano da electrificação da Linha do Norte (final da década de 50), por sistemas fiáveis e adequados aos actuais requisitos das comunicações de exploração e de gestão e ainda da informação ao público .

No início da modernização a rede era caracterizada sumariamente pelo seguinte:

• A rede de cabos metálicos (regionais e locais) ultrapassava já o período previsto de vida útil dos mesmos, com excepção do troço Sta. Apolónia - Entroncamento no qual tinha sido instalado em 1991um cabo de capacidade e características totalmente adequadas aos requisitos.

• A rede de cabos ópticos existente geograficamente limitada ao troço Lisboa - Pampilhosa, consistia num único cabo de 20 F.O. monomodo, não oferecendo portanto qualquer redundância aos sistemas de transmissão.

• Os sistemas de transmissão telefónica nessa data, eram ainda em boa parte assegurados por sistemas analógicos ou em transmissão digital sobre cabos regionais já muito antigos, que não garantiam fiabilidade nem qualidade de transmissão adequadas. Apenas no troço Lisboa - Entroncamento existia um sistema de transmissão óptica a 34 Mb/s.

• As comunicações telefónicas de exploração, eram garantidas através dos antigos PPC's analógicos e sistemas de telefonia selectiva antigos, cuja fiabilidade, custos de manutenção e arquitectura não cumpriam os novos requisitos de exploração.

• No tocante aos sistemas de informação ao público nas estações, estes consistiam simplesmente em instalações de sonorização simplificadas nas estações mais importantes, operadas localmente pelos agentes de circulação. A estação de Sta. Apolónia representava neste domínio a excepção, dado possuir desde o ano de 1988, um sistema de teleindicadores de operação semi-automática.

Projectos implementados

Com a celebração dos contratos de Sinalização/Telecomunicações relativos aos Subtroços Braço de Prata - Alhandra, Albergaria - Alfarelos e Pampilhosa - Quintans, foram construídas contemporaneamente redes integradas de telecomunicações (ver diagrama) com características comuns entre elas. No final destas intervenções estavam em exploração os seguintes sistemas de comunicações e de informação ao público:

• Infraestrutura de caminhos de cabos comuns a Sinalização, Telecomunicações, Telecomando e Baixa Tensão, em plena via e nas estações;

• Cabos de cobre do tipo regional com protecção electromagnética especial, em toda a extensão dos troços referidos, destinados à interligação de todas as instalações técnicas, (estações, apeadeiros, subestações de energia, postos de catenária, postos fixos do sistema de rádio-solo-comboio, e telefones de exploração);

• Redes de cabos locais nas estações que interligam edifícios e equipamentos telefónicos;

• Um cabo óptico de 20 fibras (conforme a ITU G.652), nos troços B. Prata - Alverca, Albergaria - Alfarelos e Pampilhosa - Aveiro, que veio permitir interligar Sta. Apolónia e Aveiro em fibra óptica;

• Sistemas de transmissão óptica entre Sta. Apolónia e Aveiro, com equipamentos de transporte e acesso em todas as estações dos troços renovados e ainda em alguns pontos exteriores a esses troços, por coerência com a topologia da própria rede de comunicações da rede nacional, oferecendo a esta uma maior capacidade e fiabilidade das comunicações de gestão e exploração nas componentes de tráfego de dados, voz e vídeo;

• Substituição completa dos equipamentos telefónicos de exploração, por um sistema adaptado aos novos modelos de exploração em regime centralizado. Os equipamentos instalados são iguais aos então implementados na Linha da Beira Alta e no "Itinerário do Carvão" e conformes o normativo da REFER;

• Sistema de teleindicadores e de anúncios sonoros automatizados com funcionamento em modo centralizado, na Linha Suburbana da Azambuja;

• Instalações de sonorização, telefones de informação ao público, e de sincronismo horário;

• Redes de transmissão de dados, (LAN's e WAN's);

• Sistemas de alimentação e de supervisão técnica.

Dos sistemas implementados merece destaque pelo seu carácter inovador e complexidade, o sistema de teleindicadores e de anúncios automatizados, em exploração no Suburbano da Azambuja desde Maio de 98, pelos seguintes motivos:

Teleindicador de informação ao público - Oriente

• Comunicação do sistema central com os periféricos e com o exterior através de LAN's Ethernet e protocolo TCP-IP;

• Periféricos interligados por fibra óptica, (e em cabo UTP);

• Sistema centralizado e automatizado de difusão de anúncios sonoros digitalizados;

• Funcionamento automático através da recolha de informação da marcha real dos comboios através de ligação do SAC do CTC do Oriente;

• Sistema integrado de teleindicadores e de anúncios sonoros automáticos, com interface homem máquina comum;

• Carregamento automático de ficheiros horários.

Projectos em curso

Com a celebração dos contratos de Sinalização/ Telecomunicações para os Subtroços Entroncamento - Albergaria e Quintans - Ovar, pretende-se estender as redes de comunicações aos troços a intervencionar e ainda proceder à substituição nos troços ainda não abrangidos pelas obras de modernização de alguns sistemas de exploração cuja obsolescência, custos de manutenção e incompatibilidade com os novos equipamentos determinam a sua desactivação.

Assim e na continuidade dos investimentos nos troços já modernizados, teremos concluído até 2004, instalações semelhantes às já concretizadas, com um conjunto de melhoramentos que descrevemos de seguida.

Construção de caminhos de cabos

Caminhos de cabos

Em toda a extensão dos troços Entroncamento - Albergaria e Quintans - Ovar existirão caminhos de cabos de ambos os lados da via, construídos em conformidade com o novo perfil transversal de via tipo, normalizado na REFER. Por regra no lado da via descendente é construído um traçado de cabos subterrâneo constituído por um tritubo PEAD enterrado e sobre este um canalete de betão ou de poliuretano, destinado aos cabos de sinalização, telecomando e telecomunicações. Igualmente sob o mesmo canalete é colocado o cabo de cobre do sistema comum de terras. Do lado da via ascendente é construído um caminho de cabos constituído por um tritubo, 3x40mm para cabos ópticos.

Antes da construção dos caminhos de cabos definitivos que só poderá ocorrer após o saneamento da plataforma de via, e por necessidade de montagem de cabos de telecomunicações e de sinalização serão montados provisoriamente canaletes plásticos em poliuretano que posteriormente serão reaproveitados para a construção do caminho de cabos definitivo.

Suportes Físicos

O saneamento profundo da via e a instalação da drenagem de águas pluviais, que se estende até à zona em que se encontram os actuais cabos de cobre de telecomunicações (e de sinalização) obriga ao seu

abandono em virtude de não ser interessante o seu reaproveitamento do ponto de vista técnico-económico.

Este processo construtivo de via realiza-se com a circulação de comboios em via única permanente (VUP), em troços compreendidos entre estações adjacentes, em que os trabalhos de construção civil decorrem na via interdita com os cabos provisórios de telecomunicações e de sinalização montados do lado da via em exploração.

Por outro lado, dado não ser viável efectuar a instalação de um cabo de cobre tradicional, compatível com o ritmo de progressão dos trabalhos de construção da via, (em virtude do tempo necessário para a equilibragem, teste e ensaios finais ser demasiado grande), durante o período de realização dos trabalhos de saneamento de via as comunicações estarão totalmente suportadas num único cabo óptico instalado no caminho de cabos provisório.

Com a conclusão dos caminhos de cabos definitivos, serão instalados dois cabos ópticos totalmente dieléctricos de 20 e de 36 fibras respectivamente do lado da via Descendente e Ascendente, facultando dessa forma a necessária redundância de suportes físicos.
A presente opção representa o abandono de soluções mistas de redes de cabos metálicos e ópticos, como vinha sendo implementado, passando as comunicações a estarem totalmente suportadas em equipamentos de transmissão óptica, com esquemas de redundância quer ao nível de cabos quer ao nível dos equipamentos.

De referir ainda que o faseamento, especificação e capacidade dos cabos ópticos a instalar foi articulada com o projecto e planeamento da rede óptica de âmbito nacional da NetRail.

Sistema de Transmissão

Em consequência da opção atrás referida de que os novos troços não serão equipados com cabos de cobre do tipo regional e que as comunicações serão totalmente suportadas em fibra óptica, (com excepção da área das estações em que continuarão a existir também cabos de cobre do tipo local com factores redutores melhorados), serão instalados em todas as estações, apeadeiros, postos fixos de plena via do sistema de rádio-solo-comboio, subestações de energia e postos de catenária, equipamentos de transmissão óptica.

Considerando a exigência de alta fiabilidade e grau de disponibilidade das comunicações de exploração (voz, dados e sinalização) e beneficiando da tendência da redução de custo dos equipamentos SDH, a rede de transmissão será totalmente implementada na primeira hierarquia (STM-1) desta tecnologia.

Durante a fase de construção em que apenas existe um cabo óptico, a securização e o fecho dos anéis (STM-1) é feito com o recurso a tributários do "backbone" de transmissão da NetRail / REFER Telecom cujos anéis se estabelecem através de outras linhas, (nomeadamente a Linha do Oeste e Sernada do Vouga). No final da obra e com os dois cabos ópticos disponíveis, os anéis do sistema de transmissão são estabelecidos de forma autónoma e independente do referido "backbone".

No final do ano presente, a Linha do Norte estará equipada com um sistema de transmissão SDH de 1ª hierarquia, em toda a sua extensão que inclui a totalidade das dependências técnicas nos subtroços a intervencionar e ainda o conjunto das estações mais importantes da Linha do Norte exteriores aos referidos subtroços.

Dos investimentos efectuados na rede óptica e no sistema de transmissão, obtêm-se não só um grande aumento de capacidade mas sobretudo e o que é mais importante do ponto de vista ferroviário, níveis de fiabilidade e segurança nas comunicações de exploração muito superiores aos oferecidos anteriormente.

Rede telefónica de exploração

No final de 2002, pretende-se ter concluído o processo de renovação dos equipamentos telefónicos de exploração na totalidade da Linha do Norte.

Com esse objectivo não só as dependências incluídas nos troços a intervencionar mas também todas aquelas dos subtroços ainda por modernizar, serão dotadas com novos equipamentos. No final da obra em 2004, com a entrada em serviço dos CTC's do Porto e de Lisboa (Longo Curso), as comunicações relativas ao comando e regulação da circulação da Linha do Norte estarão centralizados nos seguintes locais:

- CTC Suburbano de Lisboa (B. Prata - Alhandra)
- PCL de Lisboa (Sta. Apolónia e V. F. Xira - Setil)
- PCL do Entroncamento (V. Santarém - Entroncamento e Ramal de Tomar);
- CTC de Longo Curso de Lisboa, (Entroncamento (excl.) - Alfarelos (excl.));
- PCL da Pampilhosa, (Alfarelos - Pampilhosa e Ramal de Alfarelos)
- CTC do Porto, (Pampilhosa (excl.) - Ovar (excl.) e
- PCL do Porto (Ovar - V.N. Gaia).

No que respeita às comunicações de exploração de energia de tracção, todas as instalações com telecomando, dependentes das subestações de V. F. Xira, Entroncamento, Litém e Salreu serão centralizadas no Posto de Comando de Tracção de Lisboa (PCT) ou da posição de energia do CTC do Porto, no que respeita ao comando da SE de Salreu.

Informação ao Público

No que concerne à informação ao público, será mantida a filosofia anterior, com a introdução de alguns melhoramentos conducentes a um maior grau de automatização e ao estabelecimento de normalização destes sistemas a nível nacional. Assim referimos:

- O conteúdo da informação a afixar e a difundir, está agora normalizado pela Exploração, constituindo norma para as futuras implementações deste sistema;

- A tecnologia dos painéis de teleindicação e dos monitores, as suas características técnicas, o seu for-

mato e dimensões, assim como o seu âmbito de aplicação, estão também definidas, constituindo norma REFER;

• As funcionalidades do sistema de informação ao público foram melhoradas, assim como aperfeiçoadas as relações de interdependência do sistema, com as bases de dados horários e os sistemas auxiliares de exploração, (SAC, PII, Sitra, etc.);

• Normalização do protocolo e interface de comunicação dos sistemas auxiliares de exploração, (SAE), com a qual se pretende que qualquer sistema informático cliente (nomeadamente o sistema de informação ao público) possa aceder à informação em tempo real da posição de comboios e da informação de itinerários, independentemente da tecnologia e do fabricante do CTC.

Sistema de sinalização suportado em canais do sistema de transmissão

Tendo em conta as vantagens oferecidas pela transmissão óptica (imunidade ao ruído e esquemas de redundância baseados em equipamentos de transmissão duplicados e diversidade espacial dos suportes físicos) a comunicação dos encravamentos SSI e os equipamentos no terreno, deixará de ser implementada nos tradicionais "data links" em cobre passando a transmissão de dados a ser estabelecida em canais de transmissão.

Igualmente são suportadas em canais de transmissão as comunicações de dados entre o CTC e as estações de concentração, (ESTW ou SSI), protegidas por mecanismos de redundância.

Faseamento

No decorrer do complexo processo de faseamento e articulação das obras de modernização de via, catenária, edifícios e sinalização há que assegurar o seguinte em termos de comunicações e informação ao público:

• Garantir o funcionamento dos actuais sistemas de exploração ferroviária, gestão e informação ao público com o mínimo de interrupções de serviço;

• Introduzir e adaptar faseadamente, de acordo com a evolução das condições de exploração vigentes, os sistemas telefónicos de exploração, as redes rádio de manobras e o sistema de rádio-solo-comboio;

• Introduzir de acordo com as mudanças das condições de exploração os sistemas de informação ao público.

A este propósito a opção tomada pela REFER de realizar empreitadas que englobam as disciplinas de sinalização e telecomunicações, tem beneficiado das sinergias produzidas entre as duas disciplinas, como é

Transferência de uma torre de antenas de Rádio-Solo-Comboio - Alfarelos

patente, nos aspectos de construção faseada dos caminhos de cabos, suportes físicos, rede telefónica de exploração, sistema de transmissão e ainda da informação ao público.

Valores do investimento em Telecomunicações

Considerando as obras já realizadas e aquelas a concretizar até 2004, o montante global dos contratos celebrados na componente de telecomunicações é de aproximadamente 25 milhões de Euros.

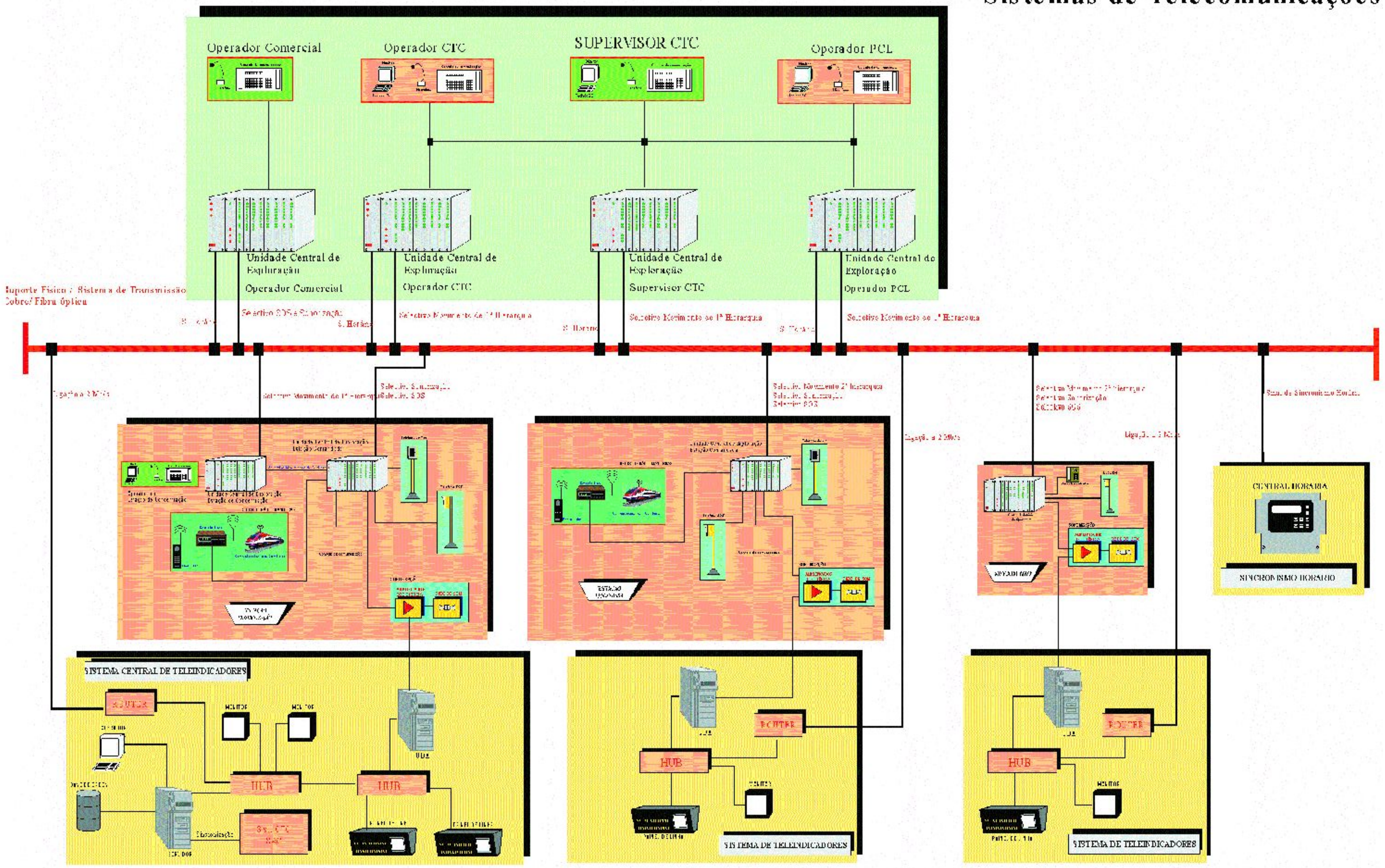
No gráfico pode ser observada a repartição dos custos pelos diversos sistemas constituintes das empreitadas de telecomunicações. De observar o grande peso dos suportes físicos (34%) e do sistema telefónico de exploração (22%), (que inclui as redes de rádio das estações) e o peso crescente dos sistemas de informação ao público (instalações de difusão sonora, teleindicadores e sistemas de anúncios sonoros automatizados,18%). Nos sistemas denominados complementares, estão incluídos os sistemas de alimentação, o sistema de supervisão técnica e o sistema de sincronismo horário.

Considerando o conjunto das disciplinas de sinalização, convel e telecomunicações, esta última representa uma parcela de cerca de 16%.

Termos e abreviaturas

CTC Comando de Tráfego Centralizado, **ITU** International Telecommunications Union, **LAN** Local Area Network, **PEAD** Polietileno de Alta Densidade, **SAC** Seguimento Automático de Comboios, **SDH** Synchronous Digital Hierarchy, **SSI** Solid State Interlocking, **STM** Synchronous Transport Module Level 1, **TCP-IP** Transmission Control Protocol - Internet Protocol, **WAN** Wide Area Network

CTC Braço de Prata - Alhandra
Sistemas de Telecomunicações



Planeamento da Modernização da Linha do Norte

Eng. Abílio Silva - Tyco Engenharia

Introdução

O planeamento de uma obra, em termos genéricos, consiste em subdividir o conjunto dos trabalhos a executar em trabalhos de pequena dimensão, designados por actividades, calcular a duração de cada actividade a partir das quantidades de trabalho e rendimentos de execução e encadear as actividades com base em dois critérios principais:

- sequência lógica das actividades
- dimensionamento dos recursos.

Este procedimento é genérico para obras novas, independentemente da sua natureza e dimensão.

Em obras de modernização a situação é diferente, já que o principal critério de encadeamento das actividades é a manutenção das condições de operacionalidade da infraestrutura objecto da modernização. No caso concreto da Linha do Norte, os critérios para encadeamento das actividades são os seguintes:

- condicionantes para manter a linha em exploração
- sequência lógica das actividades
- dimensionamento dos recursos.

Além disso, cada um dos critérios acima é "eliminatório" para se passar ao critério seguinte, isto é, apenas as soluções aceitáveis para manter a linha em exploração passam à fase seguinte de análise da sequência lógica e apenas as soluções que satisfazem os dois primeiros critérios passam à fase de dimensionamento dos recursos.

A Modernização da Linha do Norte é uma obra de grande vulto, quer em termos de custos quer em prazo de execução; no entanto, sem as condicionantes resultantes da necessidade de manter a linha em exploração seria "apenas" uma grande obra sem dificuldades de execução relevantes.

No presente artigo iremos procurar descrever as condicionantes de exploração com maior impacto no planeamento dos trabalhos.

Natureza dos trabalhos

Os principais trabalhos a realizar na Linha do Norte consistem no reforço ou reconstrução da plataforma da via, com substituição integral da superestrutura de via. Estes trabalhos têm lugar na via férrea propriamente dita e por isso não permitem a circulação de comboios na via onde os trabalhos estão a ser realizados. Nas estações é geralmente possível executar os trabalhos em fases, mantendo sempre uma ou mais linhas em exploração. Na plena via (troços entre estações), as diferentes opções para a realização dos trabalhos têm a ver com a duração do período durante o qual é possível interromper a circulação de comboios na via em trabalhos. Em termos práticos as hipóteses possíveis são as seguintes:

- VUT (Via Única Temporária) com interrupção da circulação de comboios numa das vias durante 6 a 9 horas por dia, geralmente em período nocturno: nesta hipótese são possíveis os trabalhos de renovação da superestrutura de via mas ao nível da infraestrutura da via apenas podem ser realizados trabalhos de âmbito limitado (colocação de geotêxtil, por exemplo).

- VUP (Via Única Permanente) com interrupção total da circulação de comboios numa das vias durante 2 a 4 meses: nesta hipótese é possível renovar completamente a superestrutura e a infraestrutura de via entre duas estações (extensão aproximada de 5 a 10 km).

A primeira hipótese é a que corresponde aos pressupostos considerados na elaboração dos projectos iniciais da modernização (em 1992-1994), tendo o Subtroço 2.2 (entre Albergaria e Alfarelos) sido modernizado com esta metodologia.

A segunda hipótese corresponde à metodologia utilizada na modernização do Subtroço 3.1, (entre Pampilhosa e Quintans), já concluído, do Subtroço 3.2 (entre Quintans e Ovar), actualmente em curso e do Subtroço 2.1 (entre Entroncamento e Albergaria), a iniciar ainda em 2002.

Sequência geral da execução dos trabalhos

A Linha do Norte é uma linha de via dupla e por isso é possível interromper a circulação de comboios na via em trabalhos mantendo a circulação de comboios na via adjacente, em regime de via única. Esta via deve por isso ser dotada das condições que permitam a circulação de comboios a uma velocidade suficientemente elevada (cerca de 100 km/h) tanto para o sentido normal como para o sentido da contravia, para que seja possível efectuar o número de comboios considerado mínimo pelas entidades intervenientes (entre 5 a 8 comboios por hora) que não podem ser suprimidos. O sistema de sinalização existente na Linha do Norte (antes da modernização) permite

praticar velocidades elevadas apenas no sentido normal, obrigando para a circulação de comboios no sentido da contravia a restrições de velocidade incompatíveis com a passagem do número necessário de comboios. Deste facto resulta que a sinalização de contravia tem de ser instalada antes da modernização da plena via, isto é, a sequência de trabalhos é a seguinte:

→ instalar a sinalização de contravia em duas estações contíguas
→ modernizar a plena via entre estas estações

Num número limitado de casos, na Linha do Norte, é possível adaptar o sistema de sinalização existente (a relés) para incluir a sinalização de contravia mas na grande maioria dos casos o sistema existente é antiquado e não é possível adaptá-lo, pelo que a sinalização de contravia só pode ser obtida com a instalação da nova sinalização (electrónica) . Por outro lado, os Aparelhos de Mudança de Via (AMV's) existentes não se encontram geralmente em condições técnicas que permitam a instalação da nova sinalização e além disso seria um custo muito elevado sinalizar AMV's cuja substituição teria lugar pouco tempo depois, durante a modernização das estações. Deste facto resulta que a modernização das estações, pelo menos a parte ferroviária, deve anteceder a instalação da nova sinalização, isto é, a sequência de trabalhos passa a ser a seguinte:

→ modernizar duas estações contíguas
→ instalar nova sinalização para contemplar a circulação em contravia
→ modernizar a plena via entre estas estações

A nível obviamente muito sumário, a sequência de actividades acima indicada constitui o programa de trabalhos dum Subtroço da Linha do Norte.

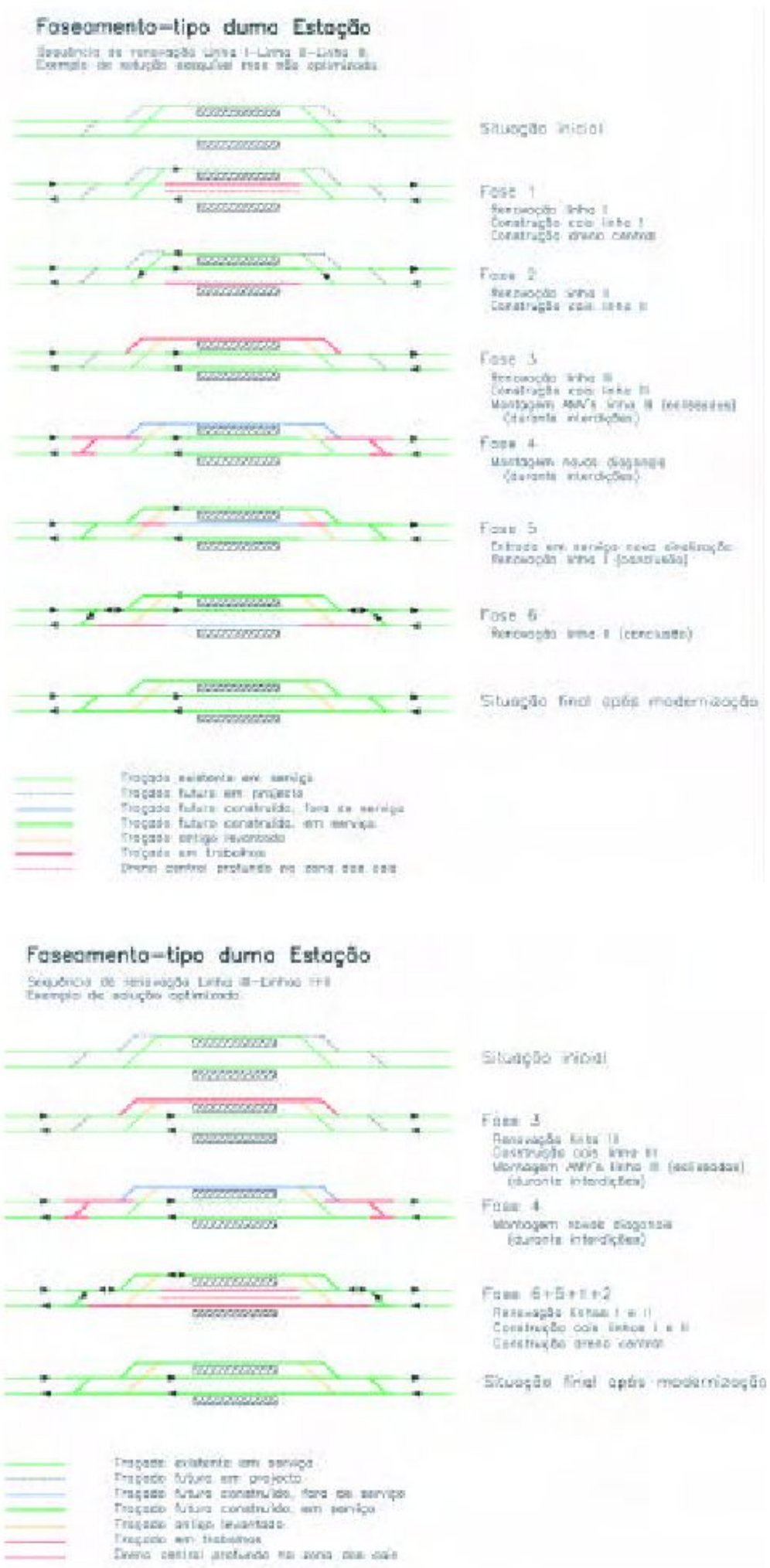
Faseamento-tipo de uma estação

A modernização das estações consta fundamentalmente da instalação de novos AMV's (adequados a velocidades mais elevadas), renovação das linhas, cais de passageiros, coberturas e construção de passagens desniveladas para peões. Os trabalhos mais gravosos para a exploração ferroviária são o saneamento da plataforma de via na zona dos novos AMV's e a execução do dreno central na zona dos cais de passageiros.

Os projectos de execução foram elaborados com a preocupação de localizar os novos AMV's de tal modo que não interfiram com os AMV's existentes. Nos casos em que isso não foi possível é de um modo geral necessário instalar AMV's provisórios para garantir a operacionalidade da estação durante o período de cerca de um mês para levantamento dos AMV's existentes e instalação dos novos (incluindo catenária e sinalização). O saneamento na zona dos novos AMV's é efectuado em interdições de uma via durante 35 a 40 horas, aos fins de semana, sendo em média necessária uma interdição por AMV.

A renovação das linhas nas estações (extensão entre AMV's extremos) é executada por fases, renovando uma linha de cada vez. O layout tipo das estações da Linha do Norte consta de duas linhas gerais, ligadas através de duas diagonais de sentidos opostos (uma em cada extremo da estação) e de uma linha de resguardo, ligada à linha geral mais próxima através de um AMV em cada extremidade. Para a renovação de 3 linhas há 6 alternativas teóricas de sequência de renovação (factorial de 3): linha 1-linha 2-linha 3, linha 1-linha3-linha2, etc. Nos diagramas anexos ilustra-se a renovação pela sequência linha 1-linha 2-linha 3, em 6 fases: esta sequência é exequível mas não está optimizada, podendo-se concluir dos diagramas que as fases 1 e 5 (renovação de extensões diferentes da linha 1) poderiam ser reunidas numa única fase, com vantagens, verificando-se uma situação semelhante com as fases 2 e 6. Por outro lado, durante a fase 6, o facto da linha 1 se encontrar em serviço não traz grandes vantagens em termos de exploração, dado existirem pequenas extensões em via única nos 2 extremos da estação, concluindo-se que a solução optimizada consiste em renovar em primeiro lugar a linha 3 (fase 3 no diagrama), seguindo-se a montagem e colocação em serviço dos novos AMV's (fase 4 no diagrama) e finalmente uma fase com a circulação em via única pela linha 3 (correspondente à soma das fases 1+2+5+6 no diagrama). As conclusões seriam semelhantes no caso de se tomar para sequência inicial outra qualquer das 6 sequências possíveis, obtendo-se a mesma solução optimizada, com menor número de fases e com prazo de execução mais reduzido e que por conseguinte provoca menores perturbações à exploração.

Renovação da estação de Oiã: VA e VD levantadas, circulação em via única pela linha III (à esquerda da fotografia, por trás do taipal de protecção)



Planeamento das diversas estações do mesmo Subtroço

Além do planeamento de uma estação considerada isoladamente, de que se apresentou anteriormente um exemplo-tipo, é também necessário considerar o planeamento do conjunto das estações do mesmo Subtroço, isto é, ter em consideração as interferências que a modernização duma estação tem no planeamento das restantes estações do mesmo Subtroço.

Um Subtroço da Linha do Norte tem em média 4 estações. As designadas "linhas 3" (linhas desviadas) são necessárias para o resguardo de comboios e para a ultrapassagem de comboios lentos pelos comboios mais rápidos, não sendo possível renovar em simultâneo as "linhas 3" de todas as estações porque daí resultaria uma extensão de via demasiado longa sem possibilidade de resguardo ou ultrapassagem de comboios. O mesmo se passa com outros serviços de natureza ferroviária (mercadorias, comboios suburbanos, etc.) que não é possível suprimir, mesmo temporariamente. O planeamento das estações deve portanto considerar o conjunto do Subtroço (e não apenas cada estação individualmente), de modo a garantir quer as condições adequadas à manutenção dos serviços ferroviários quer as condições necessárias à execução dos próprios trabalhos (AMV's para entrada e saída de comboios de serviço, resguardo de comboios de trabalhos, etc.).

Planeamento da modernização da plena via

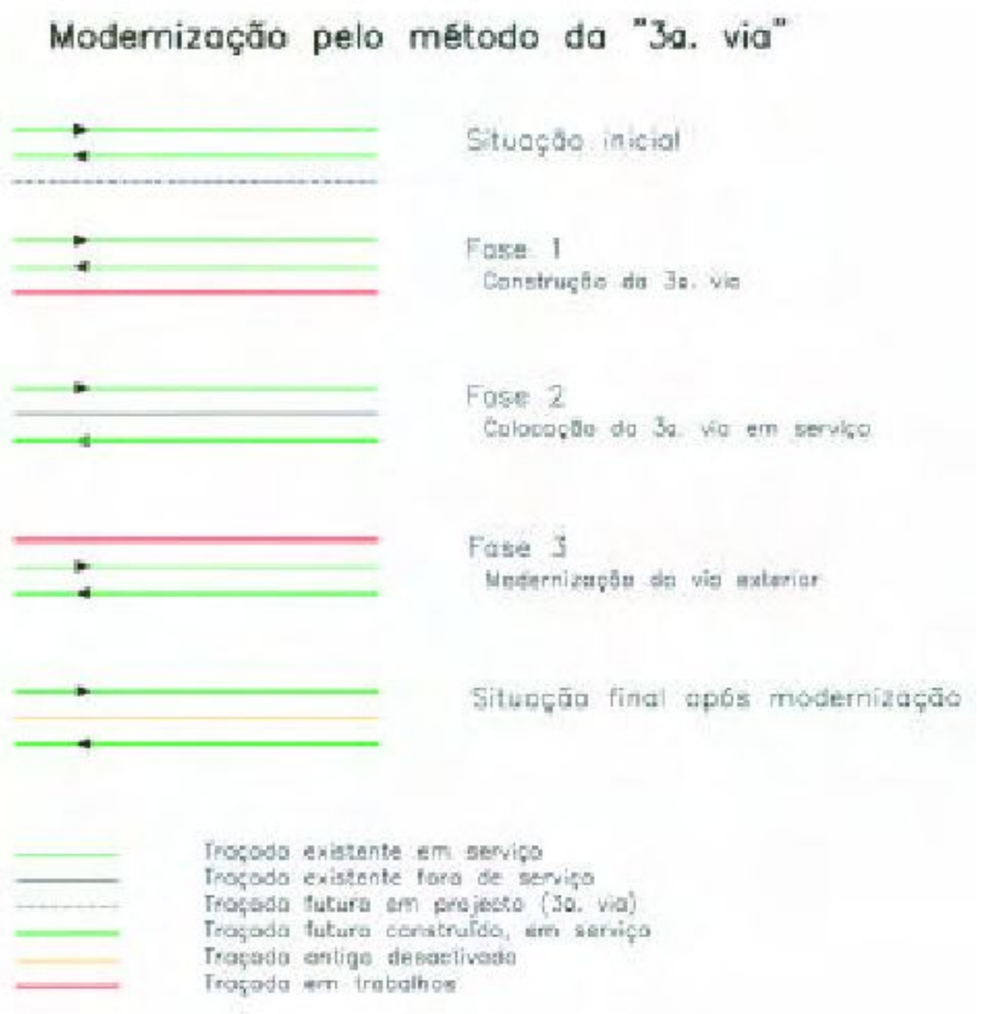
A modernização da plena via, na Linha do Norte, é executada segundo as metodologias de VUP ou de VUT, já referidas anteriormente, dependendo da necessidade (ou não) de se fazer o saneamento integral da infraestrutura de via.

O processo de modernização consta de 2 fases principais: a primeira, designada por "trabalhos preparatórios" tem a duração média de 6 a 9 meses. Durante esta primeira fase são executados os muros, taludes, drenagens, ripagens, etc. de modo que a modernização propriamente dita da linha férrea (que constitui a segunda fase) possa ser executada no mais curto prazo possível, geralmente da ordem de 2 a 3 meses por cada via entre duas estações contíguas.

Em cada Subtroço apenas pode ser modernizada uma das vias de cada vez, entre cada 2 estações adjacentes. Existem em média 4 a 5 "troços entre estações", pelo que a modernização da plena via dum Subtroço tem a duração de:

(4 a 5 troços) x (2 vias) x (2 a 3 meses) = (16 a 30 meses).

Refere-se ainda uma metodologia de execução alternativa que poderia ser designada por "método da terceira via" e que se esquematiza no diagrama anexo em 3 fases: constrói-se uma terceira via ao lado das vias existentes (fase 1), a qual é colocada em serviço (fase 2); seguidamente coloca-se novamente em serviço a via adjacente à "terceira via" mas no sentido inverso ao que tinha inicialmente e renova-se a via exterior oposta (fase 3); finalmente coloca-se esta em serviço, ficando em serviço as duas vias extremas e desactivando a via central. Esta metodologia é no entanto aplicável apenas em casos pontuais onde o relevo seja favorável e os terrenos sejam facilmente expropriáveis.



Planeamento dum Subtroço

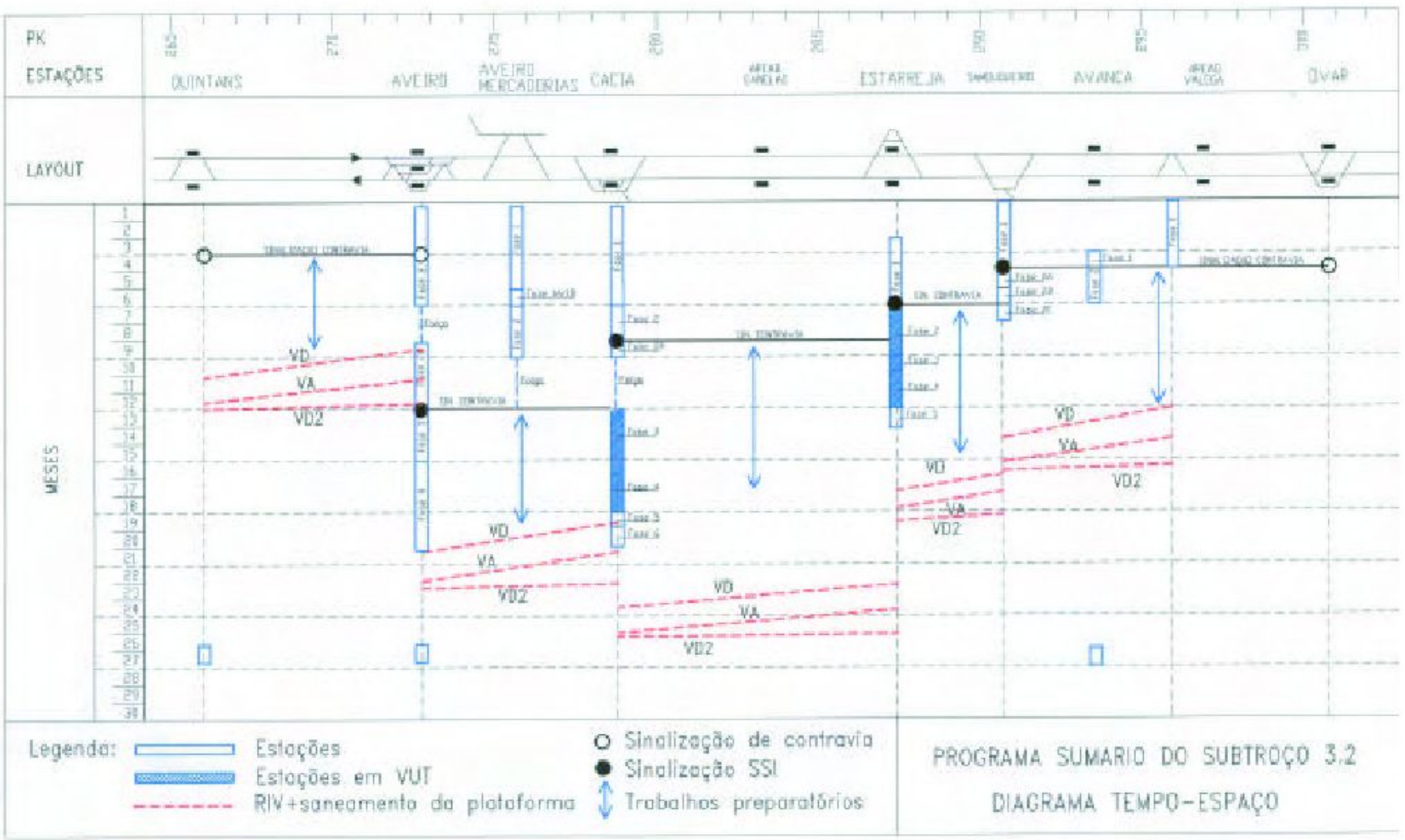
O prazo total para a modernização de um Subtroço é, nos Subtroços actualmente em curso ou a iniciar brevemente, cerca de 30 meses: 6 meses para a nova sinalização em duas estações, 6 meses para "trabalhos preparatórios" e cerca de 18 meses para a modernização da plena via.

No planeamento de um Subtroço é importante visualizar não só "quando" os trabalhos estão a ser executados mas também "onde" é que os trabalhos ficam localizados. O gráfico de barras tradicional apenas permite visualizar o parâmetro "quando", ao passo que os "diagramas lineares da via" permitem apenas visualizar o parâmetro "onde". Para a análise do planeamento é importante visualizar simultaneamente estes dois aspectos do mesmo trabalho, pelo que o planeamento é representado de modo mais adequado em diagramas do tipo "tempo-espaço", o qual permite por um lado ter rapidamente uma percepção visual do desenvolvimento da obra e por outro lado permite a detecção de problemas ou incompatibilidades que por outros métodos seriam muito mais difíceis de detectar. Apresenta-se como exemplo o diagrama tempo-espaço dum estudo desenvolvido para o Subtroço 3.2, actualmente em curso.

Durante a sua elaboração, os programas assim obtidos são discutidos com os especialistas das diversas especialidades técnicas e de modo particular com os especialistas de exploração ferroviária, num processo iterativo, a fim de garantir que os trabalhos são exequíveis dentro dos parâmetros permitidos pelas condições de exploração ferroviária: número, tipo e simultaneidade de interdições de via, capacidade da linha e atraso máximo provocado aos comboios.

Planeamento global da Modernização da Linha do Norte

Depois do planeamento de cada Subtroço considerado individualmente é necessário compatibilizar os trabalhos com os restantes Subtroços da Linha do Norte, a fim de manter as perturbações à exploração ferroviária dentro dos limites admissíveis previamente definidos.



A modernização da Linha do Norte foi iniciada em 1996 nos Subtroços 2.2 (Albergaria – Alfarelos) e 3.1 (Pampilhosa – Quintans), em virtude de ser nestes Subtroços que o rácio "custo / minuto de percurso ganho" é mais favorável. Em simultâneo foi quadruplicada a via entre Braço de Prata e Alverca, a fim de criar melhores condições para os comboios suburbanos. Constatou-se, no entanto, durante a modernização destes Subtroços que havia alguns aspectos da estratégia global da modernização que poderiam ser melhorados:

• constatou-se que uma parte significativa das perturbações à exploração ferroviária resultava directamente da entrada e saída de comboios de trabalhos e da necessidade de atravessamentos da linha por máquinas de construção civil. Os projectos dessa altura contemplavam apenas a "obra final", isto é, não incluíam por exemplo a instalação de AMV's (integrados no sistema de sinalização) destinados exclusivamente à entrada e saída de comboios de trabalhos nem "passagens de nível provisórias" (integradas no sistema de sinalização) para o atravessamento da linha por máquinas dos empreiteiros.
Por este motivo os projectos de execução dos restantes Subtroços foram revistos passando a integrar não só a "obra final" mas também as fases provisórias, com AMV's provisórios e passagens de nível provisórias integradas no sistema de sinalização. Regista-se no entanto que estas medidas devem ser adoptadas muito criteriosamente, ponderando com rigor os custos e benefícios, dado terem custos muito elevados (da ordem de alguns milhões de euros).

• constatou-se que o leito da plataforma de via se encontrava, de um modo geral, muito deteriorado, o que iria provocar problemas graves de conservação futura.
Por este motivo os projectos de execução foram revistos de modo a incluir o saneamento integral da plataforma de via, tendo também para isso sido estudada e introduzida pela primeira vez em Portugal a metodologia de execução em VUP (também já referida anteriormente). Por outro lado, a fim de tornar viável a metodologia de VUP em troços de plena via muito extensos, de acordo com os estudos de exploração efectuados, foram criadas 3 "estações técnicas" (conjunto de duas diagonais de sentidos opostos, na plena via), uma em cada um dos Subtroços 3.1, 3.2 e 2.1, as quais, apesar de terem também custos muito elevados (da ordem de alguns milhões de euros) permitem aumentar a capacidade da "via única" para valores aceitáveis.

• constatou-se que os edifícios técnicos e o encerramento das passagens de nível eram necessários logo nos meses iniciais da empreitada principal, provocando atrasos nos restantes trabalhos que tinham que aguardar a conclusão dos edifícios técnicos e passagens desniveladas.
Por este motivo foi decidido retirar da empreitada principal os edifícios técnicos e as passagens desniveladas, promovendo empreitadas separadas para estes trabalhos, anteriores à empreitada principal.

Nesta data (meados de 2002) encontra-se em curso a modernização do Subtroço 3.2 (Quintans – Ovar) e está previsto iniciar até ao final do ano a modernização do Subtroço 2.1 (Entroncamento – Albergaria). Em 2003 prevê-se iniciar a modernização entre Vila Franca de Xira e Azambuja. Estes Subtroços são modernizados de acordo com a "nova estratégia" acima referida, prevendo-se a sua conclusão em 2004/2005.

A partir de 2004/2005 está previsto modernizar a extensão entre Azambuja e Vale de Santarém, bem como a modernização dos Subtroços 1.3 (Setil – Entroncamento) e 3.3 (Ovar – Vila Nova de Gaia), estes últimos com uma intervenção de âmbito mais limitado, actuando no layout ferroviário das estações, renovação da via e sistemas de sinalização e telecomunicações.

Conclusão

A Modernização da Linha do Norte é uma obra com grandes dificuldades de execução em consequência da necessidade de manter a linha em exploração com um volume de tráfego ferroviário elevado (em média, 5 a 8 comboios por hora) e sem provocar atrasos significativos nos comboios (máximo de 5 minutos em cada Subtroço). Uma dificuldade adicional é o facto da Linha do Norte estar já equipada com sinalização automática para o sentido normal, o que motiva que um pequeno trabalho de engenharia civil obrigue a trabalhos complexos de adaptação do sistema de sinalização. Outra dificuldade adicional é o facto de existir catenária, onde qualquer trabalho de adaptação, por mais pequeno que seja, obriga a corte de tensão, por vezes nas duas vias em simultâneo.

O planeamento tem sido desenvolvido em simultâneo com estudos de exploração ferroviária e com os projectos de engenharia para as fases provisórias, a fim de minimizar os inconvenientes durante as fases construtivas, os quais no entanto é apenas possível reduzir mas não eliminar na totalidade.

Segurança na exploração na modernização de linhas ferroviárias

Eng. Crawford Currie - Atkins Portugal

1. Introdução

Desde há mais de 10 anos que estão em curso grandes obras de modernização na infra-estrutura ferroviária da rede da REFER. Através da participação nos projectos da Modernização da Linha da Beira Alta e da Linha do Norte, verifica-se um grande avanço no tratamento da interface entre as obras e a exploração.

A segurança na exploração, durante as obras de modernização, não se consegue apenas pela adopção de medidas de protecção nas frentes de trabalho durante a execução da obra. Há uma série de actividades a montante que, através da análise da exequibilidade de construção, e tendo em especial atenção o constrangimento à exploração, assegura a adopção, desde raiz, de sistemas de construção com segurança preventiva incorporada.

1.1 Aplicação da Legislação

A nova legislação e especialmente o DL 155/95 - "Segurança e Saúde a aplicar nos Estaleiros temporários ou móveis" obrigou a uma mudança radical no tratamento dos assuntos de segurança, na construção em geral, com as novas figuras dos Coordenadores (do Projecto e da Obra) em Matéria de Segurança e Saúde, e com o Plano de Segurança e Saúde, a Compilação Técnica, etc.

Numa fase inicial da implementação desta legislação, houve uma tendência de apenas se copiar o que é praticado em estaleiros convencionais de construção civil. No entanto, para empreendimentos ferroviárias, a execução de obras junto a linhas em exploração é muito mais exigente do que a típica construção em estaleiros "isolados".

Consideramos exemplos de "estaleiro" numa obra ferroviária:

• Zona de renovação dos cais de passageiros num apeadeiro ou estação, mantendo o serviço aos clientes.

Obras nos cais de passageiros

• Estaleiro que se desloca com uma máquina de via ou catenária a trabalhar.

Obras nos cais de passageiros

• Zona isolada de uma escavação para um maciço novo de catenária, etc.

Ideias como a vedação completa do estaleiro (que se aplica em obras normais de construção civil) têm que ser adaptadas para obras ferroviárias.

Actualmente, aproveita-se o definido na legislação, como ferramenta fundamental e ponto de partida, para estabelecer sistemas abrangentes que se enquadrem na regulamentação e prática da exploração dos caminhos-de-ferro.

1.2 Exploração

A exploração da infra-estrutura da REFER não é apenas a circulação dos comboios, apesar desta constituir normalmente o problema com maior risco de sinistralidade.

A exploração inclui também:

• a exploração da rede de telecomunicações,
• a distribuição de energia eléctrica,
• o acesso para passageiros e clientes,
• a infra-estrutura para concessionários.

O corte de cabos enterrados é a ocorrência mais comum com impacto na exploração.

Mesmo em termos da circulação de comboios existem diversos aspectos a considerar como, por exemplo,

• o gabarit de segurança para evitar choques, atropelamentos, electrocussão, etc.,

• o interface roda / carril para evitar incidentes tais como descarrilamentos, talonamento de agulhas etc.,

• o interface pantógrafo / fio de contacto para evitar estragos na catenária e nos pantógrafos,

• a continuidade do circuito de retorno de tracção e sistema de terras, para evitar estragos no sistema de sinalização, juntas, etc., e para protecção do pessoal.

2. Concepção

A segurança na exploração durante a execução das obras depende, em grande parte, da correcta concepção do empreendimento antes do início dos projectos.

2.1 Regras de circulação / Estratégia de construção

É importante que haja um entendimento com a Exploração (e os Operadores) sobre o impacto e a metodologia da obra antes da elaboração do projecto. Nesta conformidade, conjuntamente com a Estratégia de Construção e Contratação, o Dono da Obra normalmente estabelece com antecedência as Regras de Circulação.

Estas regras definem os períodos de interdição, segundo o dia da semana e carácter da intervenção (normal, grande, ou excepcional), e os atrasos permitidos devido a restrições temporárias de velocidade.

2.2 Adaptação do horário

Na concepção de um projecto é importante verificar a possibilidade de adaptar o horário dos comboios à realidade da obra. Por exemplo, para situações de via única e, especialmente, em zonas de cantonamento telefónico, os atrasos devido às obras devem estar programados no horário, de modo a obter estabilidade de cruzamentos, aumentando assim a segurança na exploração.

2.3 Serviços de mercadorias

Muitos comboios de mercadorias circulam durante o período nocturno e são afectados pelas interdições de via. A concepção da forma de executar as obras tem que ter em consideração o serviço de mercadorias uma vez que:

• existem compromissos contratuais com os clientes para o horário de carga/descarga e propostas para alteração da programação destes comboios são difíceis de aceitar;

• a natureza e quantidade da carga implicam que a alternativa por meios rodoviários não seja viável;

• há que assegurar a alimentação da catenária nos ramais e terminais de mercadorias durante as interdições, porque há dificuldade em conseguir tracção diesel como alternativa.

2.4 Faseamento preliminar

Nesta fase inicial, é importante desenvolver um faseamento preliminar "macro" para actuar como base entre os projectos de Construção Civil, Via, Catenária, Sinalização e Telecomunicações.

Há que evitar a tendência para deixar este tipo de coordenação até um ou outro interveniente definir a solução final. O processo é de natureza iterativa e interactiva, mas tem que existir um ponto de partida que tenha em conta a condicionante de exploração e as diversas disciplinas.

2.5 Grandes Interdições

No caso de intervenções importantes, verifica-se que, regra geral, é mais vantajoso para os Operadores e para a segurança na exploração haver poucas interdições "grandes" (cada uma com maior perturbação na exploração) do que muitas interdições pequenas (com menor perturbação). No último caso, o impacto total é geralmente maior em termos da qualidade geral do serviço ferroviário.

Este tipo de solução tem também implicações na qualidade da obra – em muitos casos, as melhorias de segurança implicam melhor qualidade e vice-versa.

A rede ferroviária em Portugal não tem grandes opções de itinerários alternativos como noutros países europeus, e as soluções de fecho prolongado de uma linha, que são aceites com alguma naturalidade noutros países, tornam-se mais difíceis de aplicar na rede da REFER.

3. Projecto

No início do projecto o projectista deve ter uma versão inicial dos seguintes documentos:

• Estratégia de Construção,
• Regras de Circulação
• Faseamento preliminar.

3.1 Coordenação em matéria de exploração

No caso de projectos de diferentes disciplinas é necessário assegurar a coordenação entre eles.
Durante a realização dos projectos é natural que o Coordenador do Projecto em Matéria de Segurança e Saúde (em conjunto com as suas tarefas de coordenar os aspectos de segurança e elaborar o Plano de Segurança e Saúde e a Compilação Técnica) esteja numa posição privilegiada para coordenar os aspectos interdisciplinares e da exploração. Se isso não for viável é ao Dono da Obra que compete assegurar estas áreas.

Há que salientar que estas tarefas de Coordenação não deverão ser executadas posteriormente à elaboração do projecto, mas antes como parte importante do seu desenvolvimento. Desta forma a tarefa de coordenação consegue uma mais-valia importante em termos de exequibilidade dos projectos.

Para a coordenação interdisciplinar, as alterações que vão surgindo durante os projectos podem ser comunicadas entre os diversos intervenientes, utilizando um componente da Compilação Técnica – o "Diagrama da Linha" - onde se indicam:

- as principais características do traçado,
- a localização dos aparelhos de via,
- as obras de arte,
- a infra-estrutura de electrificação e sinalização.

Em termos de exequibilidade, as áreas principais que têm de ser estudadas durante o projecto são:

- o acesso às zonas de trabalho evitando situações de trabalhos "em ilha" entre duas linhas em circulação;

- a remoção da catenária na zona dos trabalhos;

Remoção da catenária permite a utilização da grua

- as dimensões do equipamento e assegurar a existência de zonas que permitam a construção e não apenas a solução final;

- onde possível, a concentração de todos os trabalhos de um lado da via existente, evitando variantes em "S", especialmente com grandes diferenças de cotas nos pontos de ligação, e no ponto central de atravessamento da via existente;

- o acesso ferroviário para efectuar balastragem etc. – o encravamento das agulhas dos aparelhos de mudança de via provisórios tem que ser incluído nos trabalhos de sinalização.

3.2 Acesso por ripagem de carris

Na construção de novas linhas e variantes a colocação de um aparelho de mudança de via provisório para balastragem etc. levanta problemas de segurança, em termos de protecção contra fuga de material resguardado na linha nova, encravamento das agulhas e restrições de velocidade.

Para evitar estes problemas, é possível utilizar outro sistema de acesso por "ripagem de carris", onde se coloca uma série de travessas intercaladas com as de plena via e, no inicio e fim de cada interdição, os carris são desapertados e colocados em cima destas travessas para dar acesso à linha nova - uma operação que demora cerca de 30 minutos, o que é normalmente compatível com o tempo necessário para deslocar o comboio de serviço desde a estação mais próxima até ao local dos trabalhos.

3.3 Faseamentos

Para manter uma determinada infra-estrutura em serviço durante as obras são normalmente necessárias obras provisórias. Algumas vezes as obras provisórias atingem valores significativos, especialmente quando envolvem trabalhos de sinalização. De facto, quando o projectista é sensibilizado para este aspecto, é frequentemente possível adaptar o projecto de modo a integrar estas obras na solução final.

Os "layouts" que são fáceis de construir em termos de faseamento têm tendência tornar-se boas soluções para a exploração final – com alguma reserva de flexibilidade para ultrapassar avarias quando surgem.

4. Execução

Durante a execução da obra é necessário reduzir ao mínimo o número de ocorrências que aumentam os riscos para a exploração.

4.1 Riscos nas proximidades das vias-férreas

Comparada com uma estrada, uma linha-férrea apresenta grandes riscos – na verdade, a baixa frequência de circulações engana as pessoas com um sentimento de falsa segurança.

A análise dos acidentes mortais nas redes europeias mostra que o acidente mais frequente é o atropelamento de uma pessoa ao deslocar-se ao longo da linha (ou atravessá-la) porque não se apercebe da aproximação do comboio. Aparentemente o choque psicológico ao aperceber-se do perigo (quando ainda há tempo de fugir) dá origem a uma tendência de paralisação, dando a impressão que a causa deste tipo de acidentes é o suicídio.

Outro risco pouco comum noutros tipos de construção é a existência do sistema de electrificação com fios com tensão eléctrica de 25 kV a apenas 5,5 metros do solo, cujos acidentes são quase sempre mortais.

Os riscos são agravados quando há que executar trabalhos no período nocturno, adjacentes a uma linha em exploração e com equipamento barulhento.

Para trabalhos nocturnos a iluminação deve ser planeada não só para a execução dos trabalhos, mas também para facilitar a livre passagem dos comboios nas linhas adjacentes em serviço.

Iluminação nocturna

Para trabalhos junto a máquinas muito ruidosas o sistema de aviso da aproximação dos comboios tem que ser adaptado, dado que os vulgares avisos sonoros não são audíveis pelos trabalhadores, devido ao ruído das máquinas.

Sistema de aviso apropriado junto a máquinas ruidosas

4.2 Formação

Para enfrentar estes riscos, é imprescindível a formação dos responsáveis e trabalhadores nos aspectos especiais ferroviários.

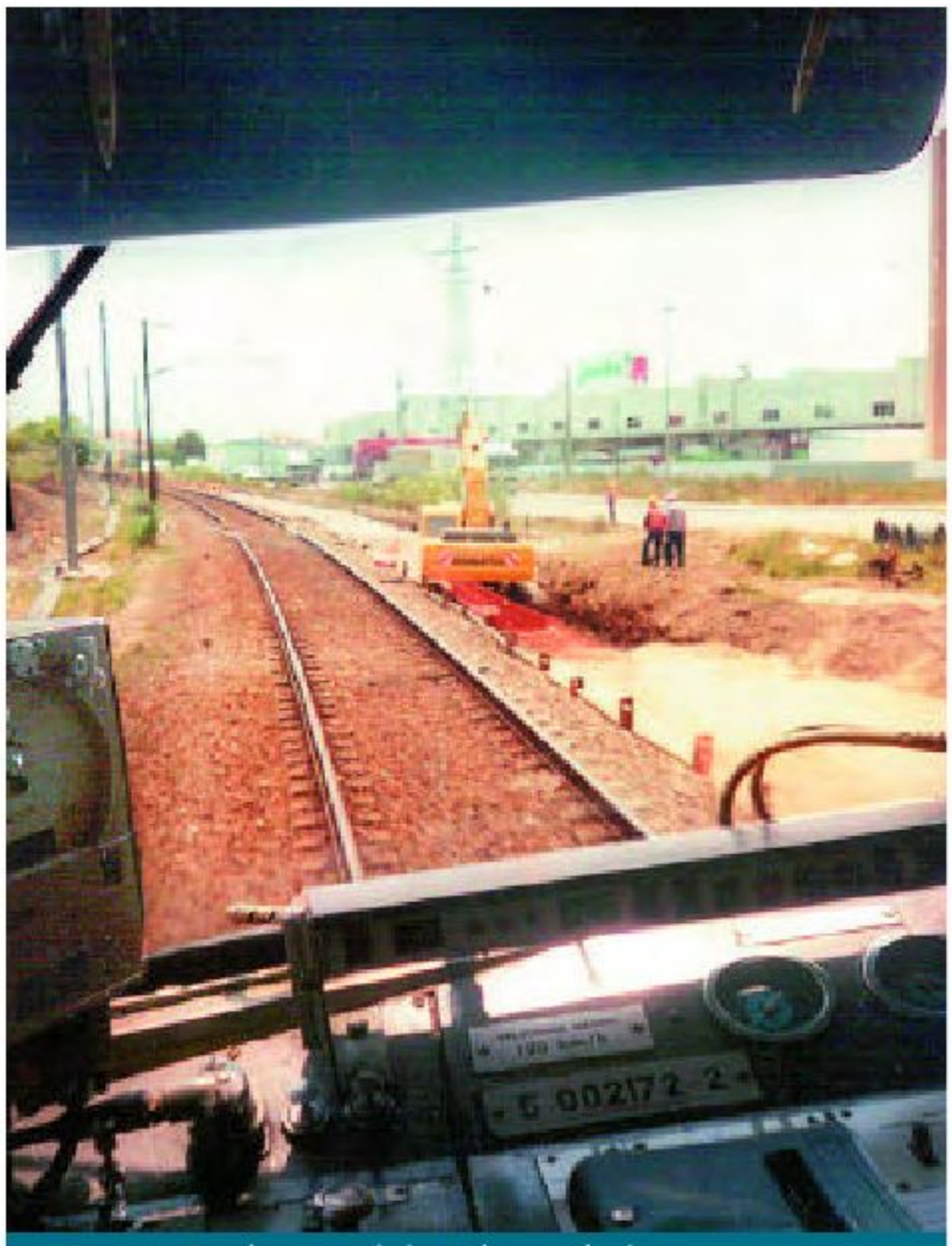
À distribuição de regulamentos e outros documentos escritos não se pode chamar "formação", mas apenas "apoio". A formação também não pode ser dada somente com palestras – tem que haver um acompanhamento prático na frente da obra. Esta acção deve ser mais de estímulo do que crítica, para que cada um se dê conta das suas responsabilidades e da necessidade de tomar iniciativa própria.

4.3 Segurança nas frentes de trabalho

Em obras ferroviárias, com frentes de trabalho distribuídas ao longo da linha, é imprescindível definir a frente de trabalho como a zona onde há controle visual. Em cada frente tem que haver um trabalhador que assume a responsabilidade pela segurança. Os referidos trabalhadores devem receber formação adequada para a sua responsabilidade e ter motivação e meios para desempenhar as suas funções de modo adequado.

Formação dos operadores de máquinas

Uma das situações de maior risco surge quando um determinado operador de máquinas (retro escavadora, etc.) tem que ser substituído. Geralmente, o novo operador chega à frente do trabalho ao início do turno sem conhecimento das regras básicas de segurança e gabarits numa obra ferroviária. Nestas situações, o responsável da frente deve assegurar a formação necessária do novo operador.



Percepção do maquinista do comboio

4.4 Ponto de vista dos maquinistas

Uma vertente frequentemente esquecida é o ponto de vista dos maquinistas quando estes têm que se aperceber de eventuais situações de perigo e ter tempo para reagir.

Por este motivo o gabarit de segurança inclui uma margem, além do gabarit de obstáculos, para permitir ao maquinista ter a visão adequada da situação.

Se os maquinistas não tiverem uma sinalização adequada de que o gabarit de segurança está livre, começam a circular a velocidades baixas, que lhes permitam travar o comboio atempadamente e evitar acidentes.

Em situações de via única, este atraso imprevisto no percurso de um comboio geralmente atrasa também a partida do seguinte por motivos de cruzamento ou cantonamento. Desta forma a circulação começa a acumular os atrasos e geralmente, além dos transtornos causados aos clientes e pessoal do Operador, o início das interdições nocturnas fica atrasado para permitir a passagem dos comboios retidos e a chegada dos comboios de materiais é prejudicada.

4.5 Sinalização

Durante as obras, e além da sinalização principal da linha (itinerários, cantonamento, etc.), os empreiteiros têm que tratar de uma série de sinais, incluindo:

• Sinal "S" - atenção trabalhos,

• Sinais de aviso, início e fim das restrições temporárias de velocidade, Nota: A existência e visibilidade dos marcos hectométricos são importantes para a exploração especialmente na zona dos trabalhos.

• Limite de Catenária,

• Local de paragem nos cais de passageiros, etc.

A segurança na exploração aumentou com algum significado, nos últimos anos, com a introdução do controlo de velocidade pelo sistema Convel para as restrições temporárias de velocidade durante a execução das obras.

4.6 Planeamento prévio das intervenções

Um dos factores críticos para a segurança ferroviária na fase dos trabalhos é o planeamento prévio de cada intervenção e a sua divulgação aos responsáveis pela circulação ferroviária.

a) Para alterações na sinalização actual, o risco de afectar a exploração é elevado e é crítico planear as alterações e ensaios com rigor e com verificação independente. É importante realizar e ensaiar o máximo de trabalho possível antes da mudança.

b) Para outras intervenções o planeamento prévio resolve muitos problemas de incompatibilidades como, por exemplo, nas manobras dos comboios de serviço. Se estes problemas não forem detectados atempadamente podem conduzir a situações de risco na adopção de soluções de recurso na altura.

As reuniões anteriores a cada interdição têm que esclarecer os limites em termos de circuitos de via, sinais e seccionamento de catenária para evitar interferências com a exploração e/ou acidentes.

4.7 Corte de cabos

Elevado número de cabos dificulta a construção

O corte de cabos é um tipo de ocorrência difícil de evitar, porque, no caso de cabos antigos, normalmente é impossível saber a profundidade e a localização dos mesmos sem abrir valas à mão e, mesmo assim, os cabos nem sempre seguem o mesmo alinhamento.

O elevado número de cabos (para os sinais, PNs, telecomunicações, telecomando de alimentação de catenária, etc.) torna difícil desviar os mesmos.

No entanto, a imposição de penalidades elevadas para a danificação de cabos pode conduzir a situações negativas, como por exemplo:

• o tapamento de um cabo cortado, o que dificulta a reparação e prolonga o impacto na exploração,

• a tentativa de reparar o corte por pessoal não qualificado, o que é uma acção altamente perigosa para a segurança da exploração.

4.8 Investigação imediata de ocorrências

Anteriormente o período de tempo entre uma ocorrência e a comunicação ao empreiteiro das consequências da mesma (através de autos, inquéritos, etc.) tendia a ser demasiado longo. Agora há uma identifi-

cação num curto prazo de dias dos factos de cada ocorrência para estabelecer a posição dos envolvidos, quando os pormenores do acontecimento estão ainda bem presentes.

Além de simplificar o processo burocrático posterior, esta notificação imediata contribui significativamente para evitar a repetição do mesmo tipo de ocorrência.

5. Conclusão

O aumento na segurança e na fiabilidade de exploração foi conseguido tendo em conta esta vertente, desde a concepção dos empreendimentos até à própria execução das obras.

Evidentemente que a execução da obra tem de ser feita de uma forma controlada, com as protecções necessárias e com pessoal habilitado, mas, se a concepção e o projecto não abordarem "de raiz" os problemas de segurança e da interface com a exploração, dificilmente se conseguem atingir os objectivos, quer em termos de prazos e custos da empreitada, quer em termos de fiabilidade de exploração.

Evolução dos Sistemas de Catenária na Linha do Norte. Subtroços 1.1, 1.3 (Setil), 2.2 e 3.1

Eng. Eric William Jeffery Sheard - Railway Electrification Design Manager,
Especialista em Catenária: Atkins Portugal

1. Introdução

Desde há mais de 10 anos que a Linha do Norte tem sido alvo de estudos de viabilidade, projectos e grandes obras de modernização, com o intuito de aumentar a velocidade de exploração para o máximo de 220km/h utilizando-se o novo material circulante com pendulação activa, o qual está especificado para a velocidade máxima de 220km/h + 10% (242km/h). Para permitir o aumento da velocidade de exploração o traçado de via teve de ser corrigido em todas as curvas de raio inferior a 1600m, tendo sido feito o tratamento das plataformas, e a substituição da superestrutura da via com utilização de travessas de betão monobloco e carris UIC60.

Foi introduzido um novo sistema de sinalização electrónica dotado com itinerários de contravia que, associado com o sistema de controlo de velocidade (CONVEL), permite a circulação em segurança dos comboios com uma maior flexibilidade de exploração. Este sistema de sinalização utiliza circuitos de via (duplo carril) na zona das estações e contadores de eixo em plena via.

Foi também efectuada a modernização do sistema de catenária, sendo este projectado e implantado para que comportasse as novas velocidades, o que é objecto, adiante, de uma descrição mais pormenorizada.

2. Modernização global do sistema de catenária

A modernização global do sistema de catenária incidiu em três áreas distintas:

- o sistema de suspensão dos cabos de alta tensão e telecomando de seccionamento.
- o sistema de retorno de corrente de tracção.
- Terras de protecção das instalações

Sistema de suspensão e telecomando de seccionamento

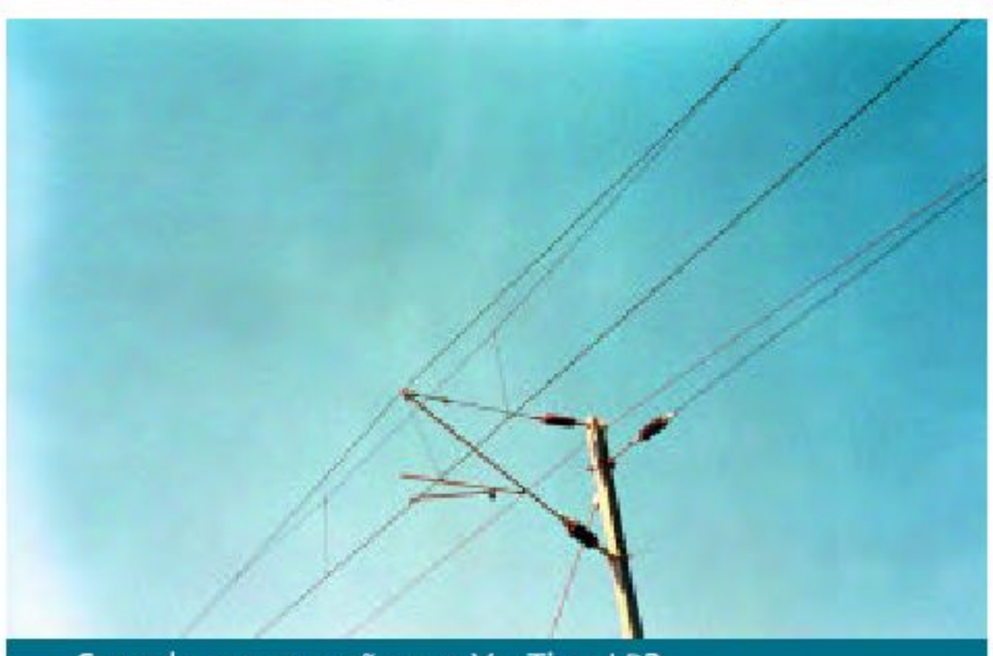
Foi introduzido um sistema de telecomando moderno adaptado às novas velocidades de exploração, no sentido de controlar a alimentação e seccionamento da catenária.

Foi também efectuada a adaptação do sistema de catenária para velocidades altas, no sentido de proporcionar uma flexão uniforme do fio do contacto à força vertical exercida pelo pantógrafo, para reduzir oscilações no sistema. A resposta dinâmica do sistema assume grande importância com velocidades altas para evitar situações de perda de contacto entre o pantógrafo e o fio de contacto provocando desgastes excessivos na infraestrutura e danos nos sistemas dos comboios.

Foram utilizados três sistemas de catenária: LP3, LP4 e LP5 que resultaram de adaptações efectuadas ao sistema de catenária instalado pela CP nos finais dos anos 60.

Sistema tipo LP3 (velocidades até 160km/h)

Os principais parâmetros do sistema LP3 são: a força tensora de tracção mecânica do cabo de suporte (CS - cabo de bronze 65mm2) e do fio de contacto (FC - cabo de cobre 107mm2) é de 1000kgf (para cada um) e mantida constante entre as temperaturas de -5ºC (-10ºC em zonas frias) e 60ºC através de aparelhos tensores ligados simultaneamente aos dois condutores. Os apoios são equipados com uma suspensão Y. Os aparelhos de mudança de via (AMV) são equipados com catenárias cruzadas, isto é, a catenária que equipa o ramo desviado do aparelho cruzará superiormente a catenária que equipa o ramo directo.



Consola e suspensão em Y - Tipo LP3

Sistema tipo LP4 (velocidades até 200km/h)

Os parâmetros do sistema LP4 (tipo 85 da SNCF), face ao sistema LP3, incluem o aumento de 20% na força tensora do CS e FC, e eliminação da suspensão Y. O FC é montado com uma flecha inicial de 1/1000 do vão. Os aparelhos de mudança de via são equipados com catenárias tangenciais, isto é, a catenária da via desviada não cruzará em serviço a catenária da via directa.

Consola - Tipo LP4

Sistema tipo LP5 (velocidades até 220km/h)

Os parâmetros do sistema de catenária tipo LP5 são semelhantes ao LP4, mas com as consolas equipadas com braços de chamada curvos, para permitirem uma maior sobreelevação do FC à passagem do pantógrafo. São utilizados pórticos rígidos em lugar de flexíveis.

Consolas equipadas com braços de chamada curvos - Tipo LP5

Retorno de corrente de tracção e terras de protecção

O sistema de retorno de corrente de tracção e terras de protecção das instalações foi também modernizado significativamente, devido à maior sensibilidade do novo sistema de sinalização, bem como ao aumento significativo das correntes de operação e das correntes de fuga e interferências harmónicas de corrente causadas pelo controlo tiristor das locomotivas.

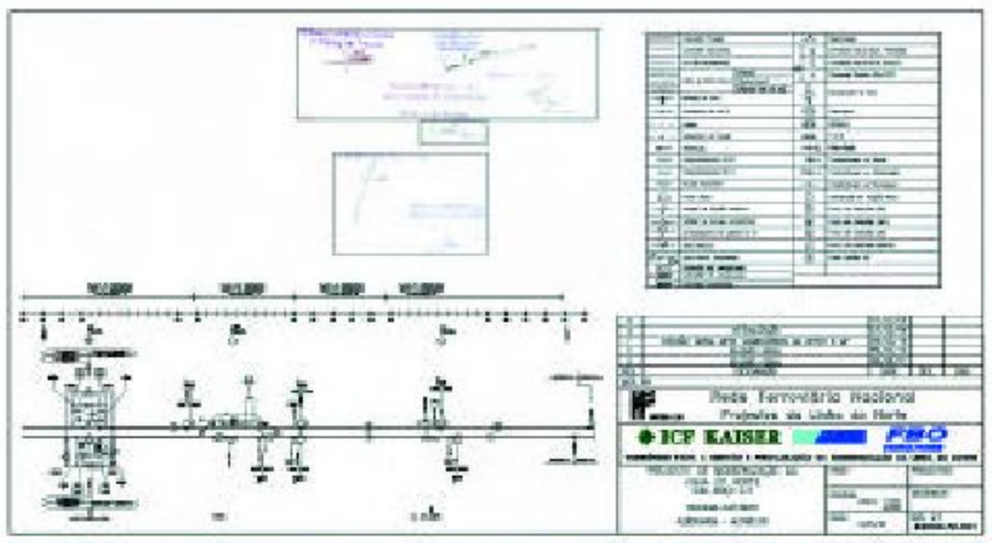
3. Coordenação do projecto de catenária

Esquema Longitudinal da Linha Electrificada (Esquema Eléctrico)

O esquema eléctrico é o primeiro elemento a ser elaborado num projecto de catenária, quer se trate da renovação duma via já electrificada ou duma electrificação nova.

O esquema eléctrico indica as vias a electrificar, bem como o posicionamento dos Seccionamentos de Lâminas de Ar (SLA's), Postos de Catenária, Zonas Neutras, etc. O esquema eléctrico condiciona o modo de exploração da linha.

O mesmo é devidamente analisado e acordado pelos diversos departamentos da REFER, nomeadamente os da exploração (consultando os operadores), da engenharia e o órgão que fará a conservação das linhas electrificadas ao longo da sua vida útil.



Esquema Longitudinal da Linha Electrificada (Subtroço 2.2)

Correcção dos pontos de conflito

Com a possibilidade da execução dos desenhos em CAD, a coordenação entre os vários projectos simplificou-se. Qualquer tipo de projecto, seja de estruturas, via, catenária, sinalização e telecomunicações, quando as circunstâncias o exigem, pode sobrepor-se ao projecto de catenária. Este procedimento permite identificar facilmente os pontos de conflito entre as várias especialidades e corrigir os respectivos projectos, antes do início da construção.

Coordenação com a sinalização

O projecto de catenária necessita de ser coordenado com o projecto de sinalização, em particular no que refere à localização dos sinais e dos SLA´s, no sentido de evitar a paragem de uma composição na zona do SLA, o que impediria a actuação do seccionamento.

Zona de SLA sem Sinais (LP5)

Montagens Especiais nas Estações

Como a estética do sistema de catenária tem importância nas estações, o mesmo deverá ser integrado na estrutura da estação, para minimizar o impacto visual. Bons exemplos desta coordenação entre catenária e estrutura são as estações de Braço de Prata e Gare do Oriente, onde os projectistas conseguiram integrar a estrutura de suporte da catenária na estrutura/cobertura das estações.

Estação do Oriente (LP3)

Faseamento Geral

O projecto de catenária tem que ser adaptado ao faseamento da obra para:

• evitar trabalhos de construção civil sob a catenária em tensão

• optimizar a posição de início e fim dos lanços para facilitar trabalhos sem necessidade de corte de tensão.

• evitar a necessidade de efectuar juntas nos fios de contacto novos.

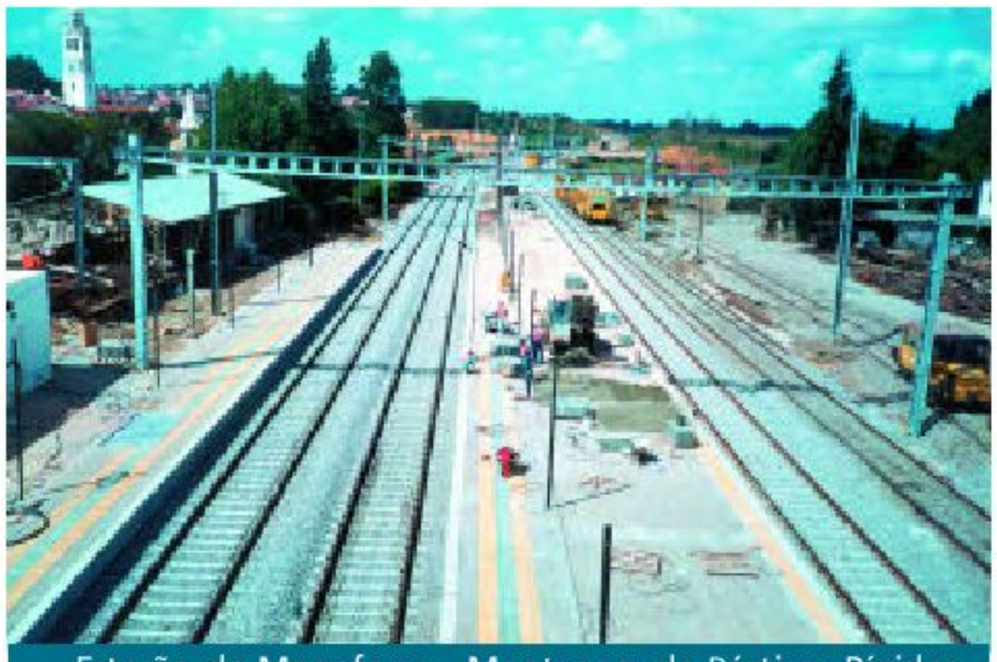
Faseamento nas Estações e Zonas de Transição

No sentido de reduzir a duração das interdições e minimizar o impacto das alterações da catenária das vias existentes, é importante limitar a quantidade de trabalhos provisórios para cada fase dos trabalhos.

Este caso foi particularmente importante na reformulação da Estação de Mogofores, da ligação de Braço de Prata à Linha de Cintura e da quadruplicação das vias até à Gare do Oriente, onde o número de ripagens de via , conduziu à utilização de pórticos rígidos. A utilização dos mesmos permite uma maior flexibilidade para suportar a catenária na posição inicial, provisória e definitiva, diminuindo assim os tempos de interdição e corte de tensão para executar as alterações em cada mudança de fase de construção.

A utilização de pórticos rígidos facilita também a execução dos trabalhos de construção civil e drenagem quando há 3 ou mais vias dado não existirem postes de catenária entre as vias.

Estação do Braço de Prata - Montagem de Pórticos Rígidos atirantados durante o Faseamento dos trabalhos



Estação de Mogofores - Montagem de Pórticos Rígidos durante o Faseamento dos trabalhos (LP5)

Estação de Mogofores - Catenária definitiva (LP5)

4. Seccionamento de Catenária

Com a modernização do sistema de catenária a infraestrutura utilizada para a gestão do sistema foi alterada com equipamento moderno com controle centralizado.

Os Postos de Catenária e os Postos Auxiliares são instalações que permitem o corte e o estabelecimento da alimentação a um ou mais troços de catenária, a partir do Posto Central de Telecomando (PCT).

De forma a optimizar a utilização dos modernos sistemas de equipamento de seccionamento telecoman-

dados, os Postos foram reformulados com interruptores do tipo SF6 (para substituir o tipo obsoleto a óleo).

A maioria dos antigos postos e cabines associados foram transferidos de local, de modo a optimizar o espaço entre eles e a permitir o acesso rodoviário. Foram introduzidos alguns postos de catenária novos, o que genericamente reduziu a distância entre eles para cerca de 8 a 10km, facilitando o controle e o seccionamento do sistema de catenária durante uma emergência e para o isolamento da catenária durante os trabalhos que exigem corte de tensão.

Os seccionamentos longitudinais de todas as secções elementares das linhas principais foram equipados com seccionadores telecomandados.

Foi instalado em cada secção elementar um transformador de tensão, permitindo deste modo que o PCT tenha a informação se uma secção elementar tem ou não tensão (25000 Volts CA).

Equipamento de Telecomando no interior da Cabine, associado à Zona Neutra da Cúria

Vista Geral da Zona Neutra e Posto de Catenária da Cúria (LP5)

Vista da vedação e do equipamento eléctrico (Interruptores e Disjuntores SF6) do Posto de Catenária e Zona Neutra da Cúria

5. Retorno de Corrente de Tracção

Os cabos aéreos de alta tensão (FC e CS) são apenas parte do circuito eléctrico necessário para a tracção eléctrica sendo o retorno de corrente de tracção à subestação a outra parte imprescindível. Esta corrente pode atingir valores até 600 amperes em condições normais (e até 7500 amperes durante 100 milissegundos em condições de avaria / curto-circuito).
A corrente de retorno de tracção é transmitida aos carris através das rodas da unidade de tracção. Depois

é conduzida pelo caminho com menor resistência sendo partilhado entre os carris e os cabos ao longo da via como o cabo de terra aéreo.

O objectivo de actuação do sistema de retorno de corrente de tracção (RCT) é obter a maior utilização possível do carril como condutor desta corrente. Deste modo se evita que a corrente utilize os cabos de sinalização, o que pode causar interferências e danos no equipamento de sinalização e telecomunicações. Esta situação é especialmente crítica devido à alta componente de interferência harmónica quando se utiliza o freio de serviço que devolve energia ao sistema.

O antigo sistema de retorno de corrente de tracção (IT-C-002A) é baseado no standard SNCF implementado durante a electrificação original de Lisboa ao Porto nos finais dos anos 60 e foi inicialmente incluído nos sistemas de catenária tipo LP3 e LP4. Este sistema já não é adequado para a segurança e fiabilidade das instalações modernas de sistemas electrónicos de telecomunicações e de sinalização que são mais susceptíveis a interferências do que os sistemas a relés e não cumpre com o normativo EN 50122-1,2,4 e 5.

Nos subtroços 1.1 (Braço de Prata / Alverca) e 3.1 (Pampilhosa / Quintans) foi instalado, ensaiado e colocado ao serviço, um derivado do sistema SNCF - Retorno de Corrente de Tracção, Ligações à Terra e Protecção das Instalações, que está actualmente a ser instalado em França (Fig. 1). Este sistema é adequado nas linhas com circuitos de via monocarril ou com circuitos de via duplo carril ou com contadores de eixo, desde que seja em áreas independentes e não os misturando. Ao tornar híbrido o sistema de detecção dos comboios, como é o caso dos troços renovados da Linha do Norte, torna-se mais difícil manter a detecção de carril partido, devido à baixa resistência dos circuitos paralelos pelas ligações CdTE (cabo de terra enterrado) e CdTA (cabo de terra aéreo).

Para resolver estes problemas a REFER criou o seu próprio Normativo "Retorno de Corrente de Tracção, Terras e Protecção das Instalações" o qual cumpre com as normas EN 50122-1 e que será aplicado em todos os projectos futuros.
É também importante que o novo Normativo da REFER seja adoptado para todas as linhas electrificadas de modo a tornar standard o sistema RCT e TP em Portugal.

6. Terras de Protecção

O sistema tradicional de terras consistia na ligação dos postes de catenária à fila de carris não utilizada para os circuitos de via, instalação de piquets de terra e um cabo de terra aéreo em cobre. Este cabo foi recentemente substituído por um cabo de alumínio aço para evitar os roubos frequentes do cabo de cobre.

Como consequência da decisão tomada pela engenharia de sinalização de utilizar um sistema de detecção de comboios em circuitos de via de duplo carril e no sentido de se cumprir com a Normativa da C.E., tornou-se necessário introduzir um novo sistema de terras de protecção de instalações (TP).

Esta situação não pode depender da fiabilidade das ligações ao carril ou dos piquets de terra para todas as

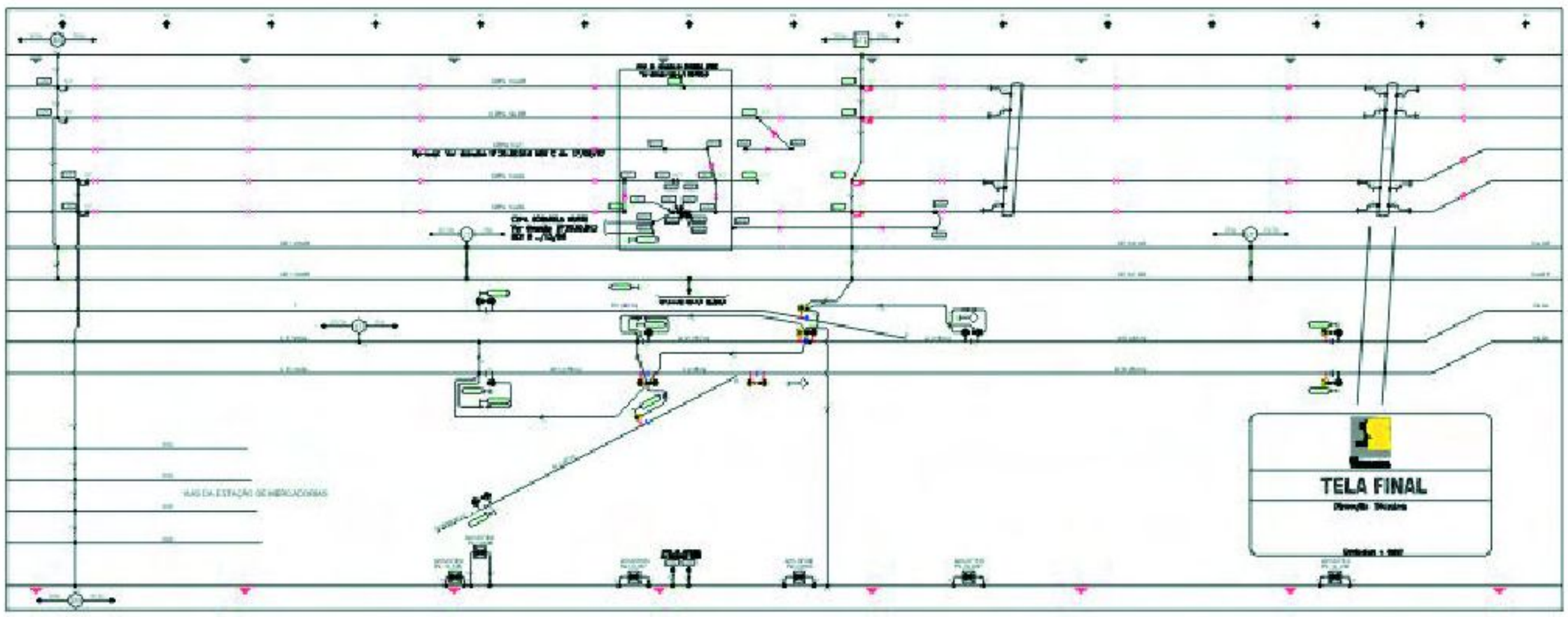


Fig. 1 - Planta parcial do projecto de RCT (Bobadela Norte)

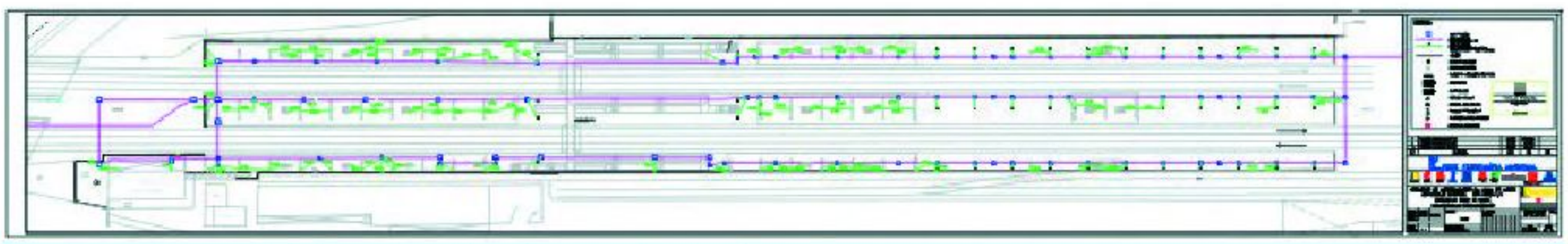


Fig. 2 - Planta parcial do projecto de TP (Estação da Póvoa)

estruturas metálicas, tal como previa o sistema antigo que foi instalado quando a linha foi electrificada. Além do atrás descrito, nos tipos de solos existentes, os piquets de terra não garantem a resistividade mínima necessária. Por este motivo foi decidido adoptar um sistema de terra universal baseado no sistema SNCF.

Como parte integrante do sistema de terra universal da SNCF- RCT e TP, foi instalado um cabo de terra contínuo de cobre com secção de 48mm2, enterrado a uma profundidade de 60cm no mesmo lado da linha onde se localiza o caminho de cabos da sinalização, garantindo-se uma resistência de terra inferior a 1 Ohm, mesmo através dos terrenos mais áridos.

Ao longo de cada plataforma das estações foi colocado um segundo cabo de cobre para ligação à terra de todas as estruturas e objectos metálicos. Este cabo de terra foi interligado ao cabo de terra enterrado principal (Fig. 2).

O Normativo da REFER, RCT e TP cobre também todos os aspectos da instalação de terras de protecção, de modo claro e fácil de aplicar, simplificando assim, a coordenação futura entre projectos de diferentes disciplinas.

7. Ensaios e performance

Com a introdução dos novos sistemas de catenária LP4 (200km/h) e LP5 (220km/h), o controle da instalação exige exactidão, de modo a garantir a precisão do equipamento instalado pelo Empreiteiro e ainda optimizar a performance dos sistemas.

Antes de uma nova secção de catenária entrar ao serviço, a mesma é testada com o recurso a um pantógrafo activo semelhante a um comboio em serviço.

Inicialmente, em 1995, isto era feito utilizando o pantógrafo duma locomotiva eléctrica rebocada para observar o desalinhamento do fio de contacto e a transferência correcta dum fio de contacto a outro nos SLA´s, Zonas Comuns e AMV´s.

Veículo de conservação de Catenária (VCC)

Furgão Vigia

A inspecção e os testes do comportamento do sistema até 70km/h tornaram-se mais seguros com a utilização de veículos de conservação de catenária (VCC´s), entretanto adquiridos pela Refer (Zonas de Conservação). As plataformas de trabalho nestes veículos facilitam a inspecção e a execução dos ajustes necessários à catenária. Os VCC são equipados com pantógrafo activo, gravação em vídeo e com o sistema de medição de parâmetros (altura do fio de contacto e desalinhamentos). A verificação dos parâmetros da catenária é efectuada dentro da VCC, e posteriormente com a observação do vídeo, feitas as recomendações dos ajustes a efectuar ao sistema de catenária, no sentido de se conseguir a melhor performance do sistema de catenária para todos os diferentes tipos de comboios e pantógrafos usados pela CP.

Vista do pantógrafo do interior do Furgão Vigia

Para testar o sistema de catenária numa velocidade elevada (até 140km/h) é utilizado o furgão vigia acoplado a um comboio normal em serviço. O pantógrafo é observado e filmado através da janela de observação. Os dados do filme são então analisados e são feitas recomendações para optimizar a performance da catenária.

Durante os ensaios do comboio pendular Fiat com o pantógrafo Siemens/Schunck 8WL 126 - 6YH46, os seus engenheiros aplicaram uma câmara de vídeo na cobertura da carruagem adjacente ao pantógrafo. Em viagens consecutivas entre Lisboa e Porto a velocidade do comboio foi aumentada de 150km/h para 230km/h em todos os troços de linha onde os trabalhos de

remodelação tinham sido concluídos e onde a velocidade da via o permitia. Desta análise resultaram recomendações de pequenos ajustes ao sistema de catenária, como por exemplo o espaçamento entre pêndulos.

Com a perspectiva de se atingir a extensão de 270km de via simples instalada com catenária do tipo LP4 e LP5, a qual permite uma velocidade de exploração até 220km/h, a REFER deverá considerar a utilização de um sistema para verificação do sistema de catenária para velocidades superiores a 140km/h.

8. Custos

O actual custo da modernização do sistema de catenária, instalado nos troços já renovados, é cerca de 10% do valor total da empreitada geral. No entanto, considerando que o impacto na exploração duma eventual avaria na catenária é regra geral muito elevado, a relação custo /benefício terá que ser ponderado.

Nesse sentido o equipamento a adoptar na nova geração de catenária deverá ter em conta o tempo de vida útil (cerca de 30 anos) e os custos de manutenção.

Para tal, em fase de projecto deverá ser dada suficiente atenção à escolha do tipo de equipamento a utilizar, dado que o custo da conservação dependerá do custo das peças de substituição. Nesse sentido e para minimizar custos de manutenção, todas as peças deverão ser do tipo mais recente e devidamente testadas, de produção em grande quantidade, facilmente adquiridas e disponíveis em fabricantes de renome, em vez de se utilizar peças de fabrico antigo dos finais dos anos 60.

9. Evolução futura

Os sistemas de catenária, como em todos os campos de engenharia, estão sujeitos a uma evolução contínua. É necessário estar atento e tirar vantagem das mudanças na tecnologia, nomeadamente com o aparecimento de materiais mais fortes, leves e duráveis.

É também necessário ponderar a utilização de peças fabricadas em grande quantidade para outras redes europeias em vez de peças especiais para a REFER.

Para sistemas de catenária de alta velocidade (acima de 220km/h) estas considerações são de grande importância na definição dos parâmetros de projecto. Por exemplo, para uma velocidade de 270km/h (Tipo SNCF TGV P.S.E), os mesmos são alterados em relação à catenária do tipo LP5. A força tensora de tracção mecânica do FC é aumentada em 8% passando para 1500kgf, e a força tensora do CS é de 1400kgf. A secção do cabo de cobre do FC também é aumentada em 1.1%, sendo de 120mm2. A secção do cabo de bronze do CS mantém-se constante de 65mm2.

Modernização da Linha do Norte - Subtroço 3.1 Pampilhosa - Quintans 220 km/h - Metodologia de Execução

Eng. João Lourenço Jorge - Somafel - Direcção de Produção de Via - Director

1. Introdução

A Empreitada de Modernização da linha do Norte – Subtroço 3.1, foi uma das mais importantes obras realizados no âmbito da engenharia ferroviária nacional. A responsabilidade de executar este projecto era acrescida pelo facto de ser o primeiro troço da Linha do Norte com velocidade de exploração de 220 Km/h. Também é sabido os vários problemas que a sua execução revelou, destacando-se as insuficiências do projecto de concurso. Não era assim possível, para quem viveu de uma forma intensa a empreitada, como responsável dos trabalhos de via, não dar a conhecer alguma da experiência da sua realização: a metodologia inicial, as dificuldades encontradas, as grandes opções tomadas, a adequação das metodologias às exigências do projecto.

Pretende-se, ainda, apresentar os aspectos particulares e mais inovadores na nova metodologia implementada no projecto.

2. Descrição Geral do Empreendimento

Esta Empreitada compreendia a modernização da Linha do Norte entre o Km 232+200 (Pampilhosa) e o 265+500 (Quintans). O principal objectivo da empreitada era proporcionar a velocidade de 220 Km/h para os comboios pendulares.

As intervenções mais significativas previstas no projecto desta Empreitada eram:

- Renovação Integral de Via - 17 Km de via dupla;

- Construção de 13 variantes, 15 Km de via dupla;

- Renovação Integral de Via e alteração de lay-out de 5 Estações;

- Construção e Remodelação 8 Estações e Apeadeiros;

- Construção de passagens inferiores e superiores, por forma a eliminar a totalidade das passagens de nível;

- Renovação Integral da Catenária para velocidade máxima de 220 Km/h;

A empreitada foi adjudicada a um Consórcio liderado pela Somafel, que integrava as mais prestigiadas empresas de construção nacionais.

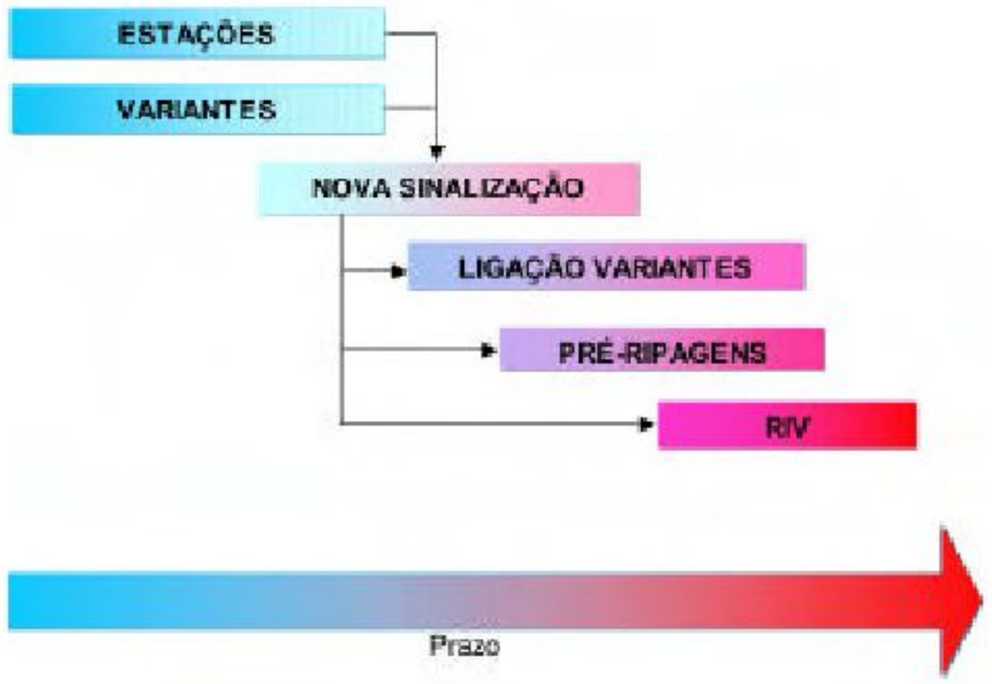
3. A Metodologia do Concurso

Da documentação facultada na fase de concurso, emergia um processo construtivo Clássico, destacando-se dois tipos de intervenção base:

• **Construção Clássica**, a realizar em regime diurno, em zonas sem interferência com a exploração ferroviária. Desenrolando-se fundamentalmente nas **Estações**, de forma faseada, e plena via nas **Variantes** ao traçado;

• **Renovação Integral de Via (RIV)**, a realizar em regime de interdição de via, em períodos nocturnos de 9h. Desenrolando-se fundamentalmente em **plena via** nas zonas onde o traçado futuro coincidia com o antigo e na zona dos **novos Aparelhos de Mudança de Via (AMVs) das Estações**.

De uma forma geral a sequência dos trabalhos respeitava a ordem ilustrada na figura seguinte.



4. Alteração de metodologia: As causas

As condicionantes da exploração ferroviária

Os primeiros trabalhos com impacto na exploração ferroviária resultavam dos faseamentos das estações. A programação do empreendimento previa, logo no segundo mês da empreitada, intervir em três estações em simultâneo: Oiã, Quintans e Mogofores. Contudo, foram necessários cinco meses para dispormos de autorização da exploração para o inicio das intervenções, e apenas numa Estação de cada vez.

Constatava-se, nesta altura, uma evidente desarticulação entre a exploração ferroviária e as necessidades dos trabalhos de Construção. O processo de afirmação e separação da REFER/CP, que em paralelo se desenvolvia, contribui negativamente para a situação descrita.

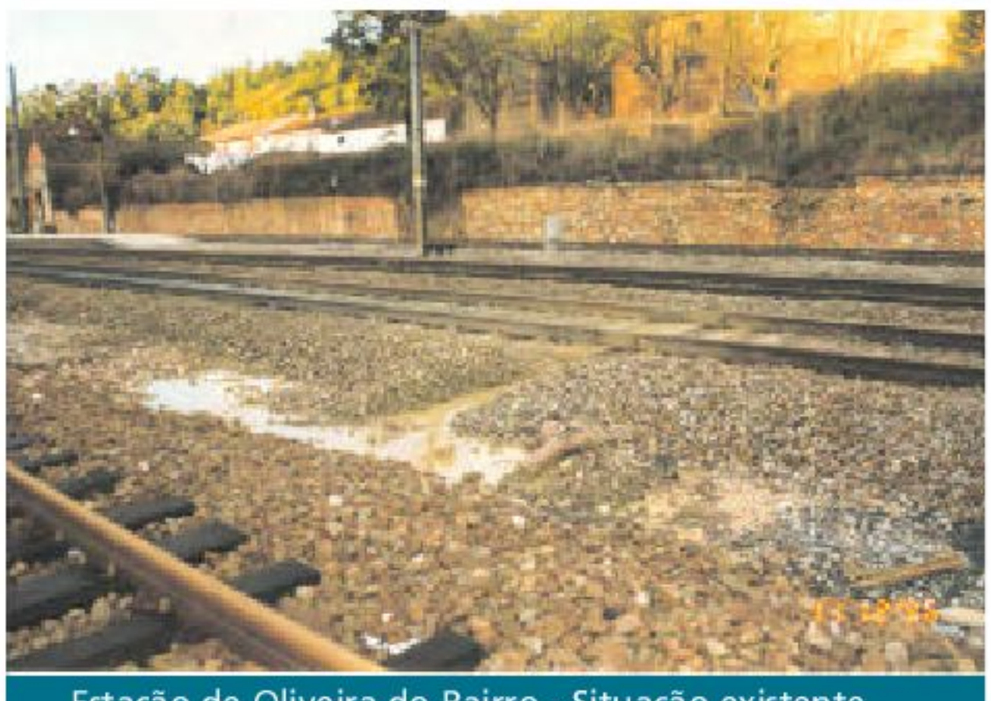
As insuficiências do Projecto

Não foi preciso muito tempo para se verificar a insuficiência do Projecto patenteado a concurso.

Nas zonas da Empreitada de RIV, que representavam mais de metade da extensão de renovação, **o projecto não previa quaisquer intervenção de terraplenagem, ao nível das fundações da via férrea**. O projecto apenas contemplava a Renovação Integral de Via, a Renovação Integral da Catenária, e a realização parcial de nova drenagem profunda e superficial.

Estes trabalhos seriam realizados pela metodologia de renovação "clássica", designada por RIV., com recurso a períodos nocturnos de 9 h interditos à exploração.

A campanha de ensaios geotécnicos, realizados por iniciativa do Dono de Obra, vieram confirmar que a plataforma, o chamado "calo da via", não tinha características para as velocidades do projecto. Constatou-se que não existia camada de leito de via, nem camada de sub-balastro com as características definidas segundo as fichas 714 e 719 da UIC, ou seja, **a plataforma da via era instável, e não tinha condições geotécnicas para as exigências do projecto**.



Estação de Oliveira do Bairro - Situação existente

Como corolário desta situação, decidiu o Dono de Obra suspender os trabalhos de RIV no inicio de 1998.

A logística de transportes ferroviários

A problemática da logística dos transportes ferroviários, foi sem qualquer dúvida, um dos factores de maior perturbação no andamento dos trabalhos, conduzindo a grandes alterações nas metodologias de trabalho.

Destacamos os seguintes factos:

• falta de vagões balastreiros para atender às necessidades de ponta de balastro;

• falta de locomotivas para o transporte dos materiais até às frentes de trabalho;

• falta de vagões plataforma para o transporte de travessas;

• falta de comboios para transporte de carris em barras longas;

Para se minimizar os impactos negativos das insuficiências da logística ferroviária, actuou-se em duas vertentes:

• investimento em aquisição de equipamentos - tracções e vagões - para utilização apenas dentro das vias interditas. Como é sabido, os empreiteiros não são operadores ferroviários, pelo que não são autorizados a efectuar transportes na Rede Ferroviária Nacional;

• opção em muitos casos por transportes rodoviários, com recurso à criação de armazenamentos intermédios;

5. A nova metodologia de trabalho

A revisão do Projecto

A nova metodologia de trabalho teve por base a caracterização da intervenção na reabilitação das fundações da via férrea: o projecto de Saneamento/ Tratamento de plataforma em zonas de RIV.

Este projecto contemplava, no mínimo, as seguintes intervenções ao nível da fundação da via:

- introdução de uma nova camada de coroamento, com a espessura mínima de 0,35m;

- a Introdução de uma camada de Sub-balastro com 0,15 m de espessura;

- revisão quase total do projecto inicial da drenagem superficial e profunda;

A grande questão era como compatibilizar a realização dos trabalhos de terraplenagem na fundação da via férrea com a exploração ferroviária. Obviamente não era exequível a realização das intervenções descritas, nas condições previstas para a RIV.

Um conceito inovador - Via única permanente (VUP)

A necessidade de uma abordagem diferente e adequada à realidade concreta, fez com que se introduzisse um conceito inovador na prática da rede ferroviária portuguesa: a VUP. A concretização deste conceito não foi, todavia, um caminho fácil. Nas primeiras reuniões para discutir a nova metodologia para a renovação da via e plataforma, foram sugeridas as clássicas metodologias, com recurso a interdições de via e meios ferroviários. Da nossa posição, procurámos o máximo rigor na análise técnica, ou seja, reiterámos sempre que, com as metodologias "clássicas", não era possível garantir as exigências do novo projecto de saneamentos de plataforma, nem tão pouco seria viável a execução em prazos e custos aceitáveis.

Por esta altura, quando se falava em circulação por via única, poucos acreditavam que seria possível ultrapassar os problemas técnicos e até ideias cristalizadas. Felizmente a Direcção do Projecto identificou os méritos potenciais da mudança de atitude e teve a capacidade para desmontar as verdades dogmáticas que inquinavam toda a análise.

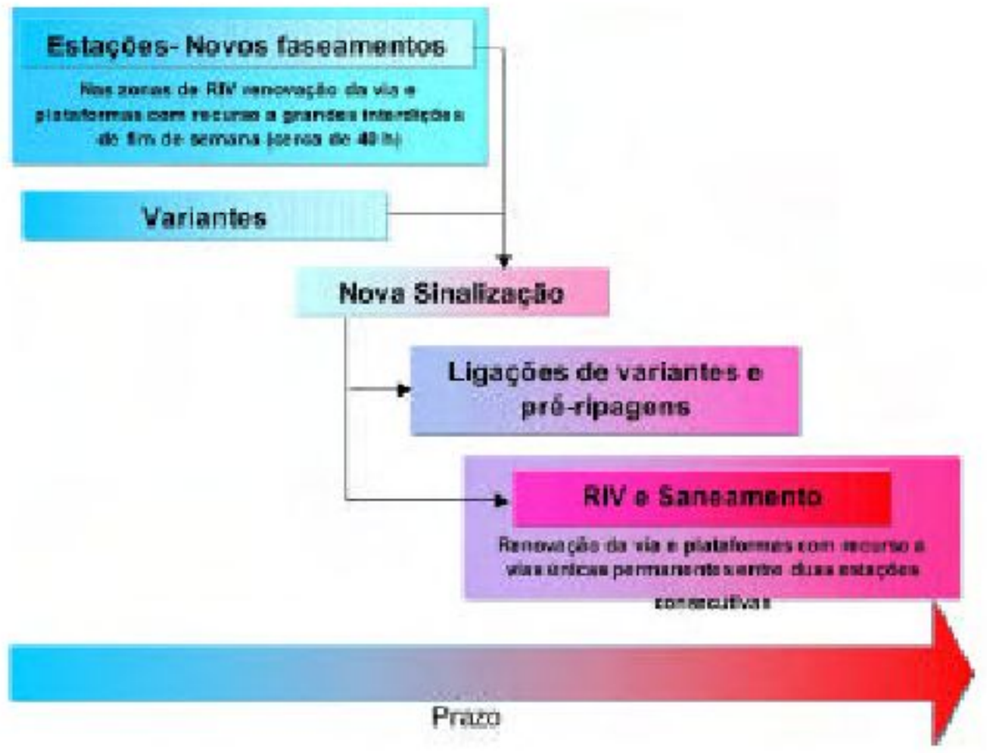
Descrição geral da nova metodologia.

Foram assim estabelecidas as seguintes condições de trabalho:

• alteração do faseamento das Estações, em sistema de **via única**, numa estação de cada vez;

• nas zonas de RIV das Estações, em especial na **zona dos novos AMVs, o saneamento da plataforma seria realizado em interdições de fim de semana** com cerca de 40 h de duração;

• nos troços de Plena via, foram estabelecidas vias únicas permanentes (VUP) entre duas estações, permitindo assim laborar em interdição de via continua, em regime intensivo e permitindo aceitáveis condições de execução;



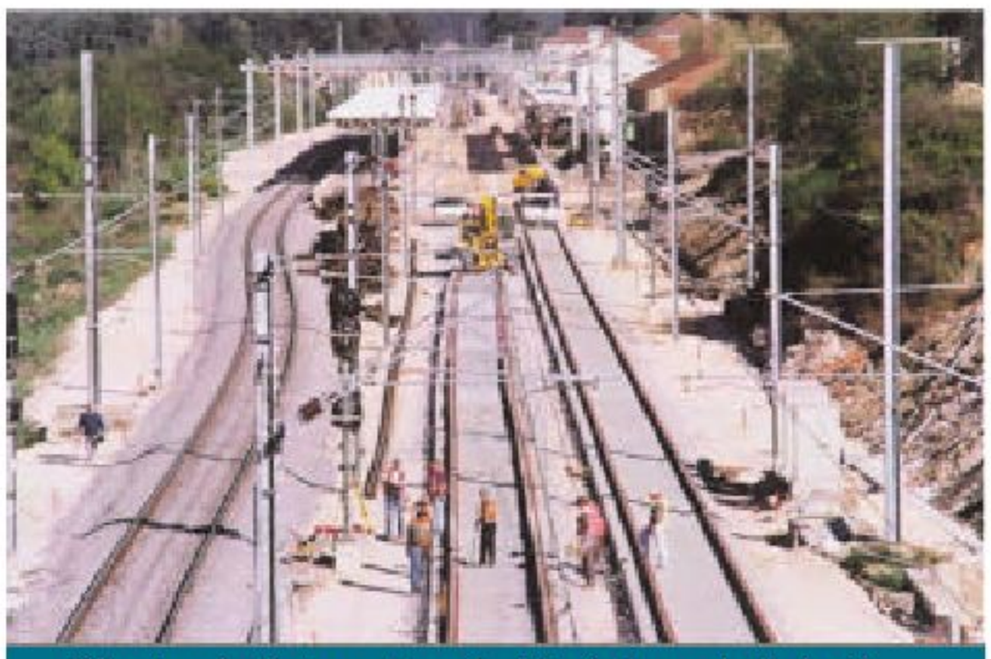
Estações: Os novos faseamentos

Os novos faseamentos elaborados e acordados em conjunto com o Dono de obra, vieram facilitar e adequar o processo construtivo com a exploração ferroviária. Apresentavam as seguintes características:

• renovação das Estações com recurso a vias únicas permanentes;

• sistema de Sinalização Antigo;

• via única em apenas uma Estação de cada vez



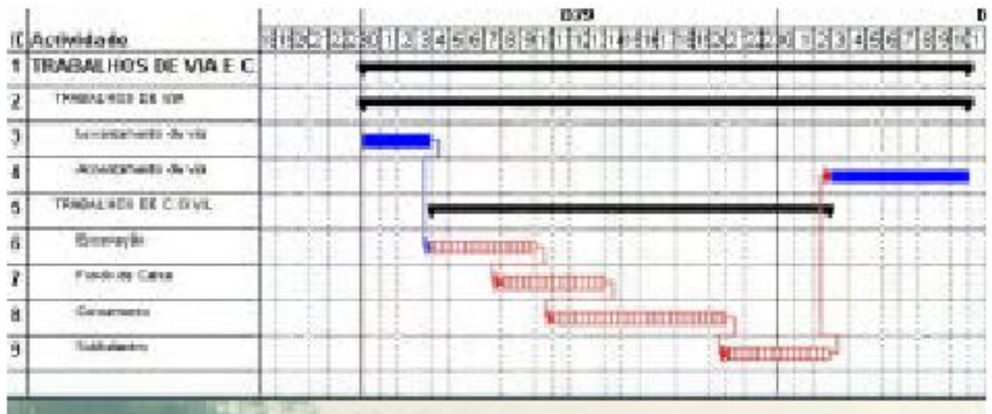
Oliveira do Bairro - Fase 1 - Via única pela linha 3

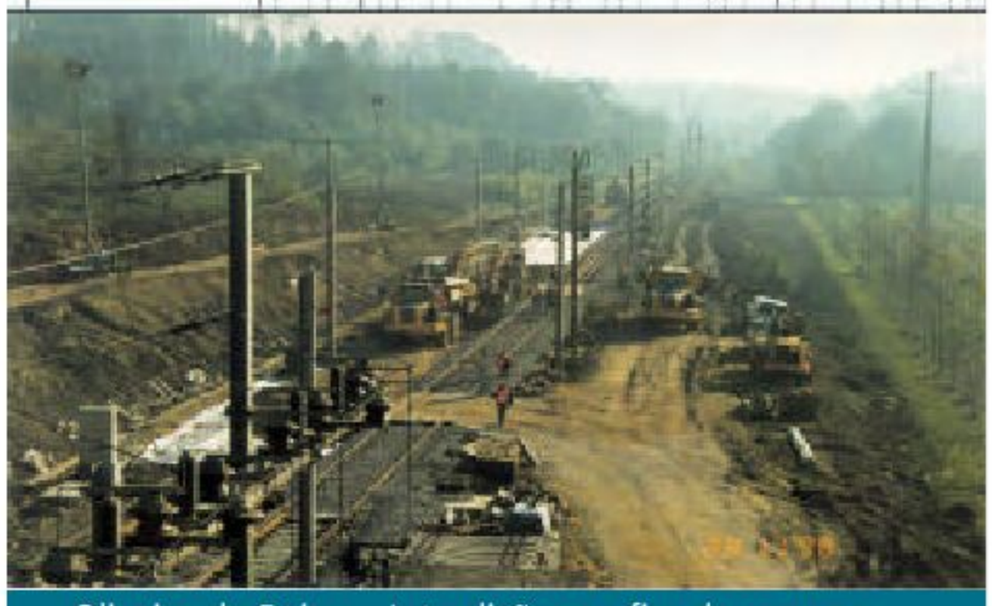
Assentamento dos novos AMVs : Renovação de via e saneamentos de plataforma

Nas zonas de RIV das Estações, que fundamentalmente eram as zonas dos novos AMVs, não era possível estabelecer vias únicas permanentes, uma vez que

a sua elevada extensão inviabilizava a exploração ferroviária. Assim acordou-se para a realização da renovação da via e saneamento das plataformas a seguinte metodologia:

• **1ª Intervenção:** Saneamento de Plataformas e assentamento de via provisória (Interdições ao fim de semana de aprox. 40 h);





Oliveira do Bairro - Interdições ao fim de semana

• **2ª Intervenção :** Após o tratamento das plataformas a Inserção dos Novos AMVs (Interdições ao fim de Semana de aprox. 14 h).

Ripagem lateral e longitudinal de AMV's

• **3ª Intervenção:** Ataque dos novos aparelhos e execução das soldaduras aluminotérmicas.

Ataque de AMV's

• **4ª Intervenção:** Electrificação dos novos AMVs.

Após a electrificação, os novos aparelhos eram motorizados / sinalizados e entravam ao serviço.

Plena Via:
RIV e saneamentos de plataforma –VUPs.

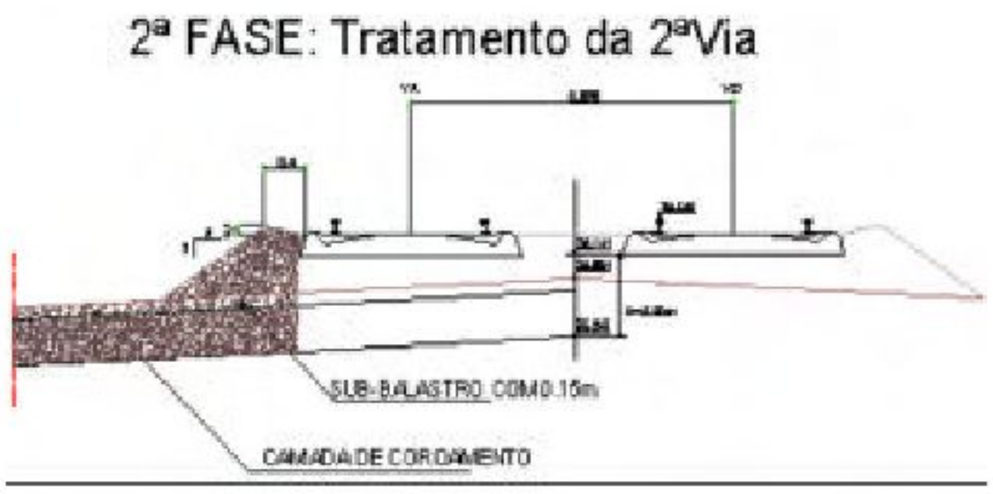
A renovação da via, em cada troço de plena via, processou-se assim em 3 fases:

• 1ª Fase – Renovação e tratamento da 1ª Via – VUP 1A;

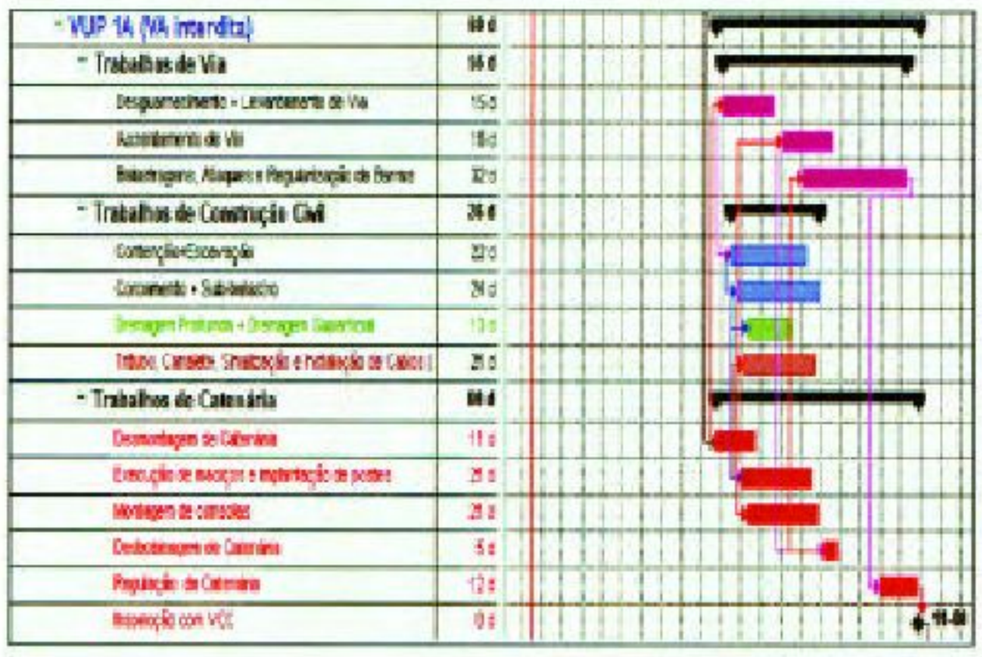
• 2ª Fase – Renovação e tratamento da 2ª Via – VUP 1B;

• 3ª Fase – Conclusão na 1ª Via – VUP 2A;

De uma forma geral, a programação de cada VUP apresentava a seguinte forma:



sendo as actividades principais:



• *Desguarnecimento da via.*

A primeira actividade, o desguarnecimento mecânico com utilização de desguarnecedora e vagões de detritos de descarga lateral. Equipamento este decisivo na garantia de bons rendimentos e fiabilidade das intervenções.

Tem-se questionado a lógica de efectuar o desguarnecimento com equipamento pesado ferroviário específico, ao invés da remoção do balastro com meios rodoviários. É óbvio que aqui, como noutras situações, a segurança do sistema ferroviário é determinante. Todavia outras razões não são negligenciáveis:

- obtenção de melhores rendimentos, sobretudo em zonas com poucos acessos rodoviários;

- como referido, maior segurança (da circulação e protecção dos trabalhos), pelo facto da utilização de equipamentos com apenas mobilidade longitudinal em relação à via em circulação;

- menor impacto na via em circulação (após o desguarnecimento o tráfego é reposto a uma velocidade entre 60 e 80 Km/h na via única em circulação),

· *Levantamento da via velha*

Após o desguarnecimento de via, foi efectuado o levantamento da mesma utilizando gruas giratórias estrada-carril.

A versatilidade destes equipamento permitiu a realização de elevados rendimentos nesta operação.

A via foi levantada em tramos de 18 m, que foram transportados para estaleiros adjacentes à via única, onde foram desmontados. As travessas foram carregadas e transportadas a depósito em camião e os carris em vagão.

A adopção deste processo de construção deveu-se fundamentalmente a dois factores:

- minimização das entradas e saídas de comboios de serviço das vias únicas, e consequentemente dos impactos negativos na exploração ferroviária ;

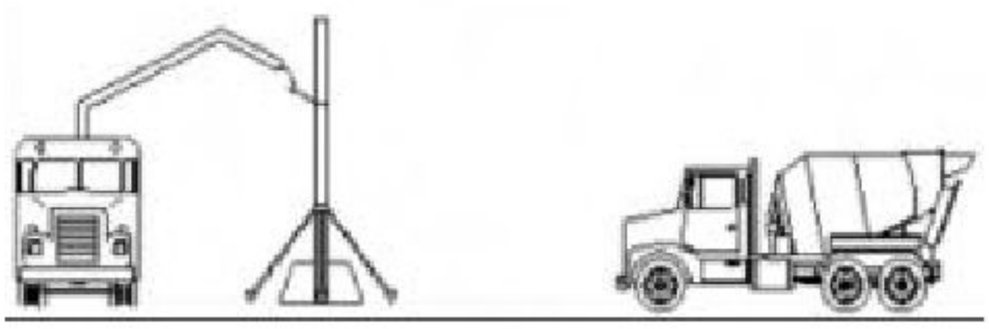
- a falta de resposta do operador ferroviário no fornecimento de vagões plataforma para transporte de tramos.

De seguida foram realizadas as actividades de construção civil:

• *Execução da contenção entre-vias*
• *Escavação para saneamento e Regularização de fundo de caixa*
• *Execução da camada de coroamento*
• *Execução da nova drenagem profunda e superficial*
• *Execução da camada de sub-balastro*

Face às características de construção, algumas actividades de catenária foram realizadas antes do assentamento da via, utilizando-se meios de acesso rodoviários:

• *Execução de maciços e postes*



• *Colocação de consolas, A.T. e CdTA*

Seguem-se as actividades de Construção da Via:

• *Assentamento de via*

Pelos mesmas razões apontadas para o levantamento da via, as travessas foram fornecidas em camiões plataforma para depósitos provisórios, a partir dos quais, eram transportadas por camiões mais ligeiros e descarregadas por meio de giratória estrada-carril ao longo da bordadura da plataforma.

• *Balastragem e ataques*

Importa salientar nesta actividade a necessidade de criação de armazenamentos provisórios de balastro (solução desnecessariamente onerosa se o transportador ferroviário tivesse capacidade normal), por forma a salvaguardar eventuais roturas no transporte e/ou fornecimento. A balastragem da via, nestes casos, é efectuada por comboios balastreiros cativos na via única, os quais são carregados à pá mecânica nos referidos depósitos.

Para o ataque foram utilizadas atacadeiras de 1º nível com software de registo de parâmetros e optimização de traçado de via e estabilizadoras de via. A metodologia de optimização foi efectuada do seguinte modo:

- aquisição dos parâmetros geométricos da via por auscultação electrónica realizada pela própria máquina;

- tratamento informático dos dados resultantes utilizando-se software específico, desenvolvido pela REFER/LNEC/SOMAFEL designado por RECTIF;

- após a escolha do traçado optimizado que melhor se adapte às exigências técnicas do projecto, os dados são transformados em ficheiro de trabalho da máquina e restituídos na via .

Com o ataque foi realizada a estabilização dinâmica da via em todos os levantes a partir dos 15cm de balastro.

Sucederam-se as seguintes actividades:

• *Regularização de Barras*
• *Soldaduras Aluminotérmicas.*
• *Ataque definitivo.*
• *Lançamento de catenária com comboio de desbobinagem*
• *Esmerilagem preventiva*

6. As dificuldades

A logística dos transportes ferroviários:

O crescente desinvestimento nos meios logísticos do transporte ferroviário (tracções e vagões) assumido pela CP, com que fomos confrontados no decurso da empreitada, foi o maior problema que se colocou. Apesar do inesperado investimento que, em recursos os empreiteiros se viram forçados a fazer na aquisição dos meios referidos, e toda a "imaginação" e esforço financeiro para soluções rodoviárias alternativas, entendemos que, este assunto deveria merecer maior atenção por parte da REFER/CP/INTF. É cómodo passar a responsabilidade do transporte de materiais para o Empreiteiro, quando o único operador ferroviário não responde com os meios necessários.

A gestão dos afrouxamentos.

A gestão dos afrouxamentos foi um dos aspectos mais condicionante da actividade da construção. De uma forma geral contemplava os seguintes aspectos:

• planeamento pormenorizado tempo/espacial com a indicação das extensões e tipo de afrouxamento para cada actividade a decorrer;

• acompanhamento e coordenação diária entre as várias frentes de trabalho, com ajustamentos diários ao plano indicado;

Tratando-se de um constrangimento à produção, nem sempre foi fácil gerir os normais desvios de planeamento, face ao grande numero de meios afectos, e à multiplicidade e complexidade das frentes envolvidas.

O trabalho sistemático aos fins de semana.

A restritiva legislação laboral e a significativa melhoria na qualidade de vida dos nossos operários – felizmente alcançada nas ultimas décadas – tornaram extraordinariamente difícil a afectação de largos e onerosos contingentes de recursos humanos especializados para trabalho ao fim de semana. Entendemos que, a inversão desta situação, só será possível com a colaboração do Dono de Obra, pela concessão de períodos de trabalho alternativos.

As recepções da Obra

A dificuldade das recepções provisórias e definitivas da via, prenderam-se com a conjugação dos seguintes factos:

• as elevadas exigências técnicas do projecto, que conforme quadro apresentado em baixo, são em alguns parâmetros mais exigentes que nas linhas de alta velocidade;

• a construção decorreu quase sempre com a infra-estrutura em exploração comercial;

• as exigências contratuais conduziram a recepções provisórias de todas as especialidades em conjunto, o que é técnica e contratualmente discutível;

	Tolerâncias Admissíveis (em milímetros)			
Linhas / **Parâmetros**	**Portugal** 1 Linha do Norte	**França** TGV Paris-Lyon	**França** TGV Paris--Marselha	**Europa** Pré-Norma 13231-1
Velocidade (Km/h)	220	250	350	250<Vel <300
Nivelamento Transversal (mm)	2	3	1,5	2
Empeno (mm/m) (Base 3m)	0,8	1	1	1
Alinhamento (mm) (Corda 10 m)	2	3	2,5	2,5
Niv. longitudinal (mm) (base <15m)	2	3	3	2

Resultou destes factos que, as recepções provisórias da via, ocorreram após a passagem de largos milhares de toneladas de tráfego nos troços a recepcionar, isto é, trespassando para o empreiteiro operações correntes de conservação, de todo fora do âmbito da empreitada.

7. Conclusões

De uma forma resumida podemos destinguir dois tempos distintos na empreitada:

• Um primeiro tempo em que a empreitada se arrastou penosamente muito abaixo das expectativas inicias, verificando-se as insuficiências do projecto, a recusa na concessão de interdições para execução dos trabalhos, e a inadequação dos faseamentos. A agravar a situação, constatava-se uma evidente falta de comunicação entre Dono de Obra / Fiscalização e o Empreiteiro.

• Um segundo tempo, que correspondeu a uma mudança radical na própria gestão do empreendimento pelo Dono de Obra, em que relevamos as intervenções de suspensão dos trabalhos de RIV, a revisão do projecto, o estabelecimento das novas metodologias de execução e o novo planeamento da empreitada. Em resumo, passou a verificar-se capacidade de decisão e frontal diálogo com os directos e decisivos intervenientes.

Com o modelo de gestão adoptado no designado segundo tempo, queremos ainda deixar os seguintes apontamentos:

• realizaram-se mais de 44 Km de renovação de via com saneamentos de plataforma em cerca de 16 Meses;

• os trabalhos foram realizadas sem desvios significativos na programação acordada;

• a adequação das novas metodologias, associadas aos sistemas de gestão da qualidade, segurança e saúde implementados, conduziram ao cumprimento dos objectivos - O primeiro troço com velocidade de exploração a 220 Km/h em finais do ano 2000.

Apeadeiro da Curia

Suspensões de Via em Passagens Inferiores - Metodologia Aplicada no Subtroço 2.2 - Albegaria/Alfarelos

Eng. Carlos Matos

Introdução

No âmbito da empreitada de Modernização da Linha do Norte e, especificamente, no sub-troço 2.2 compreendido entre Albergaria dos Doze e Alfarelos, foram executadas obras de arte que tiveram objectivo principal a supressão de passagens de nível existentes para garantir as condições necessárias para o desenvolvimento da velocidade dos comboios.

Das 90 obras de arte executadas nesta empreitada escolhemos a passagem inferior para todo o tráfego ao PK 151+830, PITT nº5A, da qual apresentamos o processo construtivo detalhando as actividades mais representativas e de realização condicionada em observância do programa de trabalhos e do plano de execução.

São elas:

- Montagem de estaleiro e execução de acessos;
- Execução de estacas;
- Aplicação da suspensão de via;
- Escavação e entivação;
- Execução da obra de arte: quadro e muros de ala.

Devido à natureza e extensão dos trabalhos a realizar, o processo construtivo assentou em pressupostos de minimização dos efeitos na via férrea, já renovada, através da optimização das actividades até ao restabelecimento das condições iniciais. Assim sendo, foram previstos dispositivos temporários para salvaguardar a infra-estrutura existente, assentando a metodologia da suspensão de via na materialização do suporte físico adequado às características e geometria existentes sem recorrer ao corte de carril.

Todos os trabalhos relativos à obra de arte, com excepção dos trabalhos de execução de estacas e montagem e desmontagem da suspensão de via, foram executados sem interrupção na circulação ferroviária e nas proximidades da via férrea, por isso, comportaram um alto risco de ocorrência de acidentes.

Montagem de estaleiro e execução de acessos

Depois da mobilização do estaleiro e atendendo ao grande desnível altimétrico entre a plataforma da via e os terrenos adjacentes, a primeira tarefa a executar foi movimento de terras para a construção de rampas e plataformas de cada lado da via e na extensão da área intervencionada para permitir o acesso e manobra dos equipamentos.

Assim, executaram-se duas rampas de acesso à via com 120 metros cada, do lado da VA e da VD e duas plataformas para estabilizar grua e a máquina perfuradora.

Fig. 1 - Rampas de acesso

Foram criados estrados em madeira sobre a via, em toda a extensão da PI para protecção das travessas e dos carris e revestiram-se superiormente as travessas monobloco e respectivos vãos, por um estrado de madeira em tábua prancha sobre manta de geotêxtil, pregada a barrotes transversais, deixando acessível o carril e fixações para futuras operações de desaperto e elevação. Esta protecção foi aplicada em cerca de 5.2 m de plataforma de via para cada lado da área intervencionada, numa largura de cerca de 13.0 m .

As plataformas laterais foram utilizadas, mais tarde, para o prévio posicionamento e distribuição das estruturas de suspensão, para fora do local de aplicação em relação ao sentido longitudinal da via, isto é, sem

comprometer a frente de escavação a quando dos trabalhos de montagem das suspensões.

Estes trabalhos preliminares permitiram a execução das estacas, a cravação de perfis metálicos de entivação e a elevação e movimentação das estruturas de suspensão.

Posteriormente, procedeu-se à substituição das travessas de betão por travessas de madeira com fixações (chapins metálicos, palmilhas, garras e tirafundos) correspondentes ao carril de 60 Kg/m, na plataforma de via afecta à suspensão, estendendo-se até ao limite dos estrados de protecção. Aplicou-se balastro complementar para a diferença de alturas entre as travessas monobloco/ madeira, com ataque ligeiro para assegurar a estabilidade e nivelamento da via.

Esta actividade visou salvaguardar as travessas de betão relativas à via renovada, limitar as interferências na execução e implantação das estacas 800 e de 600 e obter maior rendimento a quando da montagem das estruturas de suspensão.

Os trabalhos decorreram em regime de via única temporária e/ou interdição geral e determinou a data de inicio do afrouxamento de velocidade para 80 Km/h.

Execução de estacas

Durante uma semana foram executadas 11 estacas com diâmetro Ø 800 e 2 estacas com diâmetro Ø600 com comprimento de 16 metros porque as estacas situadas na entrevia só podiam ser executadas numa interdição geral da via.

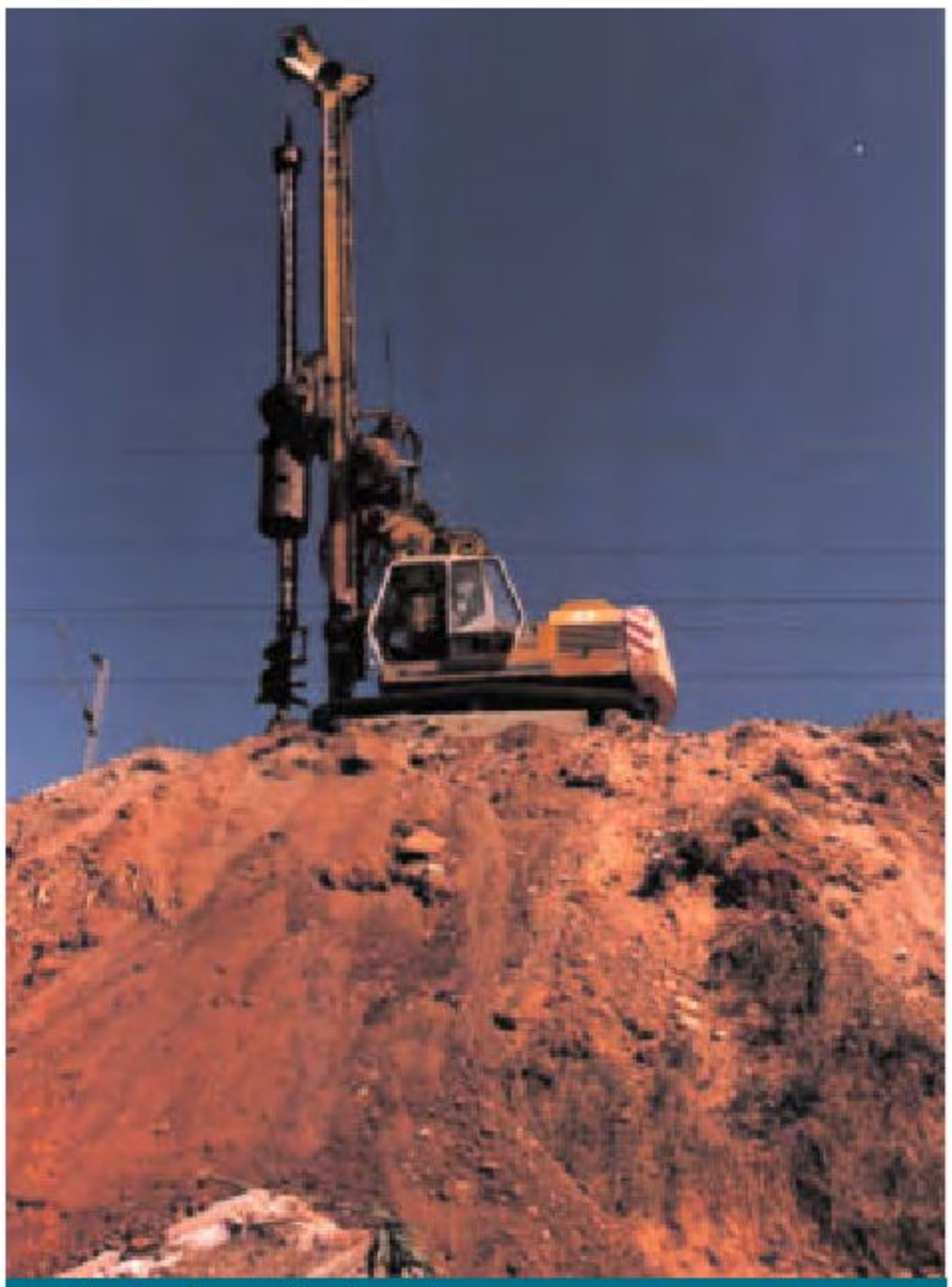


Fig. 2 - Execução das estacas

Depois dos ensaios sónicos realizados in loco pelo L.N.E.C. (Laboratório Nacional de Engenharia Civil) para assegurar que não existe qualquer deformalidade na estaca como uma fractura, vazio, inclusão de solo envolvente, bolsada de betão de má qualidade ou mesmo adelgaçamento pronunciado da secção nominal, executou-se o saneamento das cabeças das estacas até à cota definida no projecto para receberem as vigas transversais na aplicação da suspensão de via.

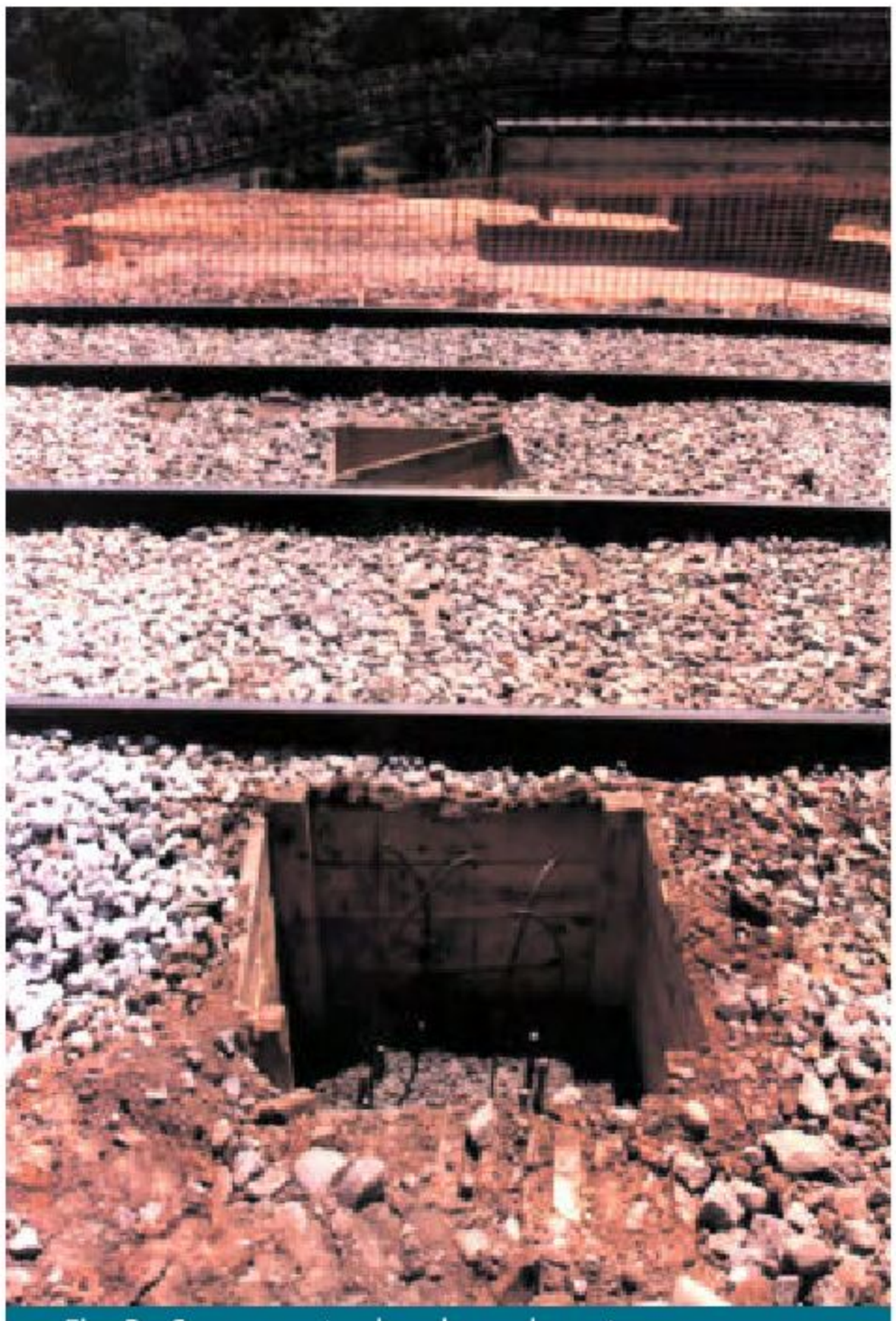


Fig. 3 - Saneamento da cabeça das estacas

Aplicação da suspensão de via

Dada a ocupação integral da plataforma de via da VA e da VD quando da montagem das vigas transversais de perfil composto, tornou-se necessário garantir o mínimo de 10 horas iniciais de interdição nas duas vias em simultâneo.

O programa especifico desta actividade, em fase de preparação, envolveu as seguintes sub-actividades representativas :

• Remoção de travessas na VA e na VD com interferência nos trabalhos da PI;

• Escavação e remoção dos inertes até ao nível dos apoios metálicos sobre estacas;

• Desaperto do carril e levantamento deste em cerca de 150mm, através da utilização de macacos, enquanto aguarda a aplicação da estrutura de suspensão;

• Aplicação e soldadura das vigas transversais de perfil composto sobre as estacas;

• Colocação de estrutura da suspensão (2*HEB400) sob a VA;

• Colocação de estrutura da suspensão (2*HEB400) sob a VD;

• Fixação das estruturas às vigas transversais com soldaduras em apoios fixos e guiamentos em apoios móveis;

• Assentamento e fixação do carril em ambas as vias com a aplicação de chapins, palmilhas, anilhas de canhão e guarnições nas estruturas;

• Colocação de travessas de madeira nos encontros da suspensão;

• Aplicação de balastro e ataque ligeiro nas extremidades da VA e VD;

• Execução de ligações à terra da estrutura, colocação de sinais indicativos do afrouxamento na via e contra-via, limpeza geral da via e indicação de via livre na VA e na VD.

A execução das serralharias necessárias para a obtenção da geometria e pormenores conforme projecto das estruturas de suspensão e elementos de preparação e montagem, foram realizados em estaleiro e oficina especifica.

Os referidos elementos contêm detalhes da solução de isolamento entre carris e estruturas metálicas, obtido através de palmilhas de borracha entre chapins e perfis 2*HEB400, e do encamizamento dos varões M20, bem como de todos os planos necessários, em altimetria e planimetria , para a materialização da suspensão de via.

Foram previstos apoios metálicos específicos para garantir o nivelamento da via e a materialização de apoios móveis e fixos, bem como ligações à terra através de cabos e piquets a cada uma das estruturas da suspensão.

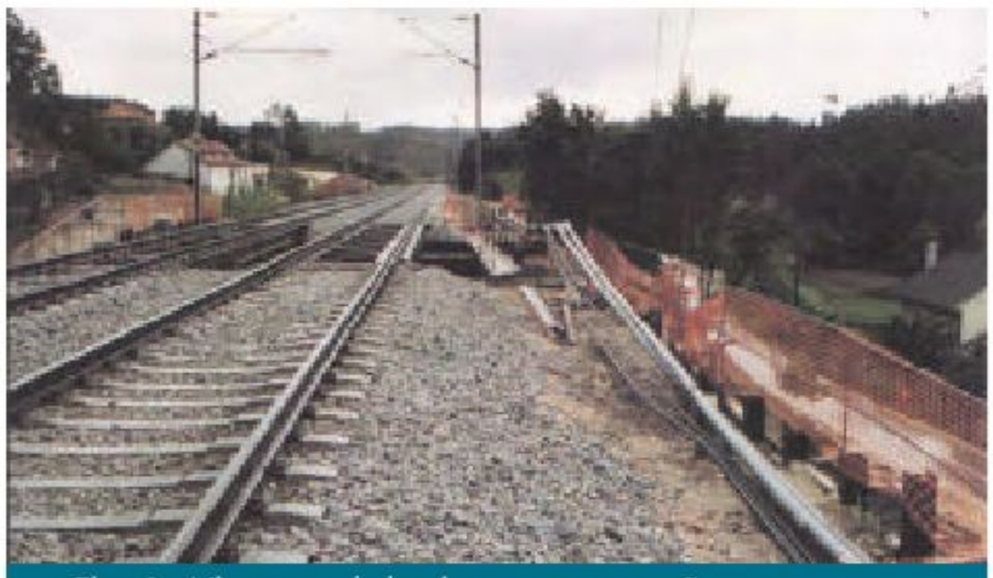


Fig. 4 - Vista geral da via com suspensão

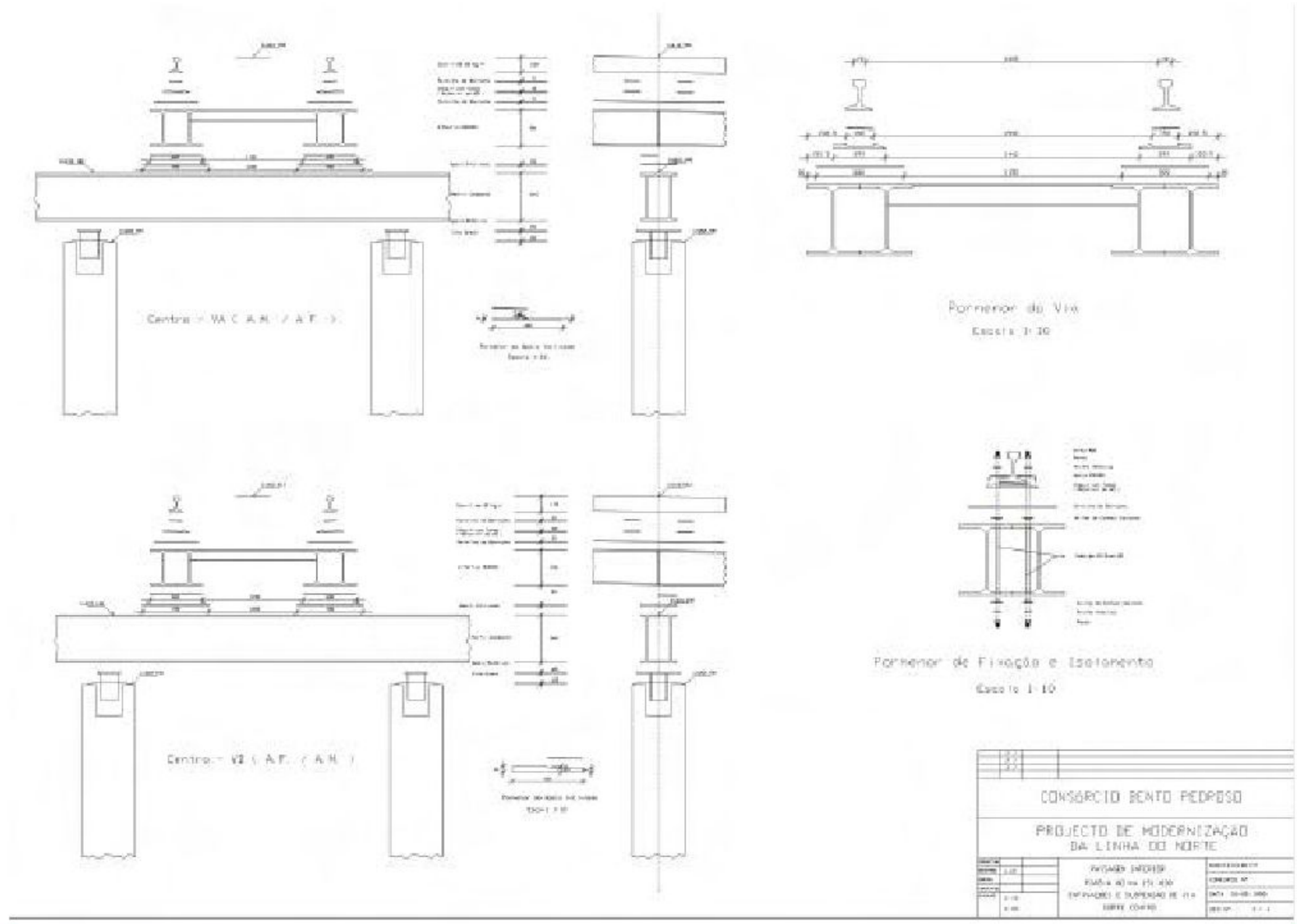


Fig. 5 - Projecto de estrutura da suspensão de via

Escavação e entivação

As características geológico-geotécnicas dos terrenos foram definidas em prospecção efectuada no local e determinaram condicionantes de ordem geológico-geotécnica e de ocupação dos terrenos adjacentes que obrigaram à execução de uma contenção provisória atirantada para permitir a execução dos muros de ala junto aos encontros da passagem inferior.

A partir destes elementos verificou-se a ocorrência, à superfície, de um aterro até uma profundidade da ordem dos 8,0 a 9,0 m. Subjacente a esta camada detectou-se um camada de aluvião constituída por argilas com detectadas formações jurássicas constituídas por areias e siltes com calhaus.

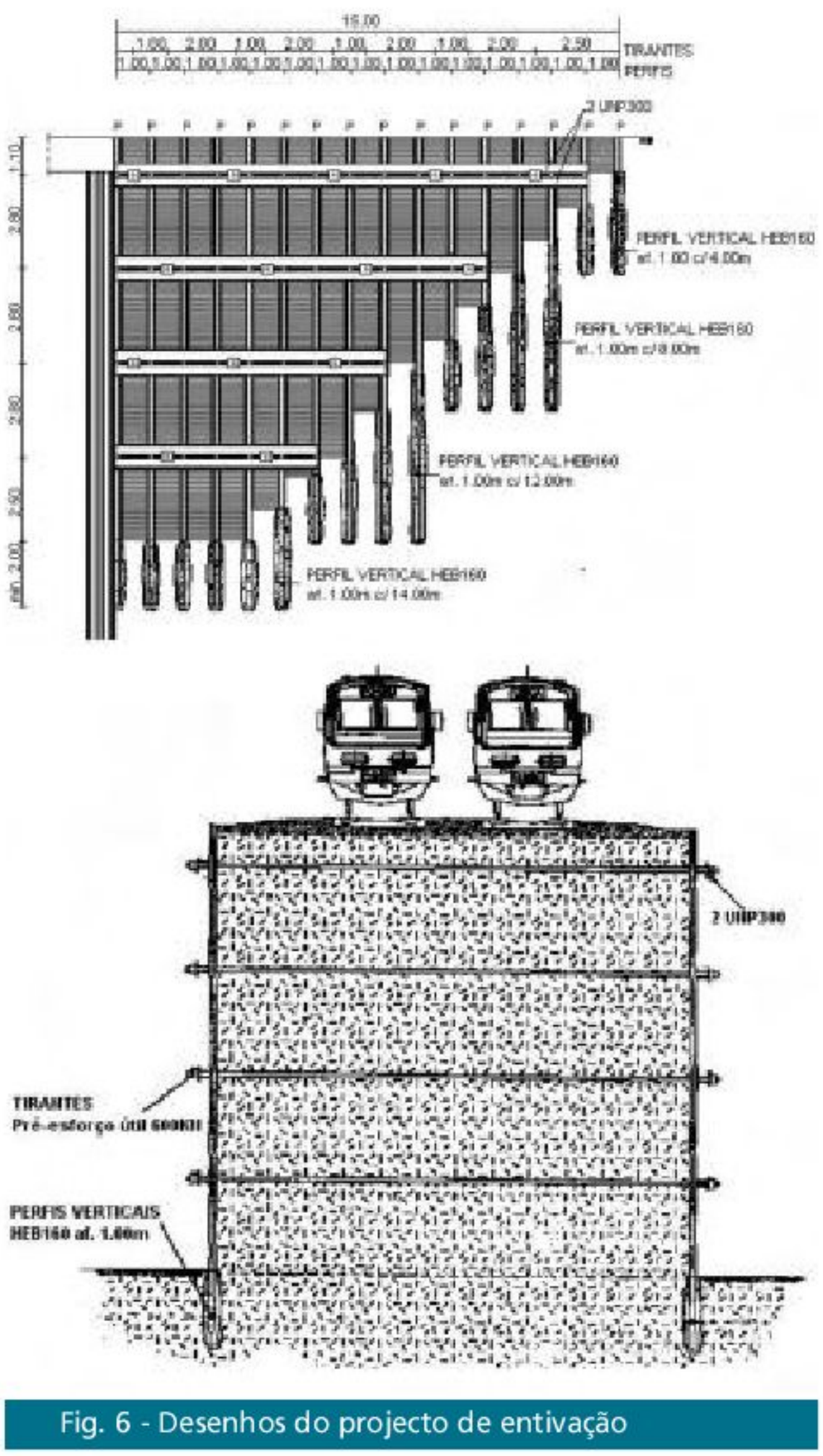


Fig. 6 - Desenhos do projecto de entivação

A contenção delimitou a via ferroviária onde foi mantida a circulação e, assim sendo, minimizou-se as interferências e perturbações nessa infra-estrutura, por isso, a solução adoptada de acordo com as condicionantes descritas foi a execução de uma contenção provisória constituída por quatro alçados referentes a cada um dos muros ala. Cada par de alçados opostos relativamente à via férrea foi atirantado.

Fig. 7 - Execução da escavação e entivação

Esta execução foi de acordo com a tecnologia denominada Berlim, recomendada para este tipo de intervenções conforme confirmação das características estimadas para os terrenos.

A contenção foi constituída por um a quatro níveis de tirantes, consoante a altura e zona escavada.

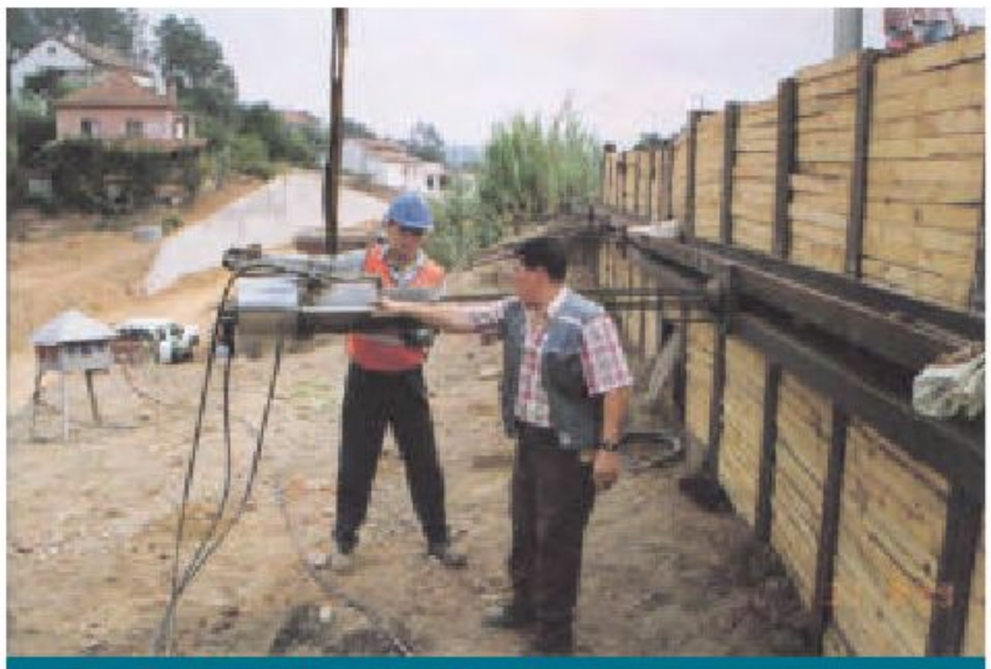


Fig. 8 - Tensionamento dos tirantes

Relativamente à execução da escavação e da contenção, foi efectuada com o seguinte faseamento construtivo.

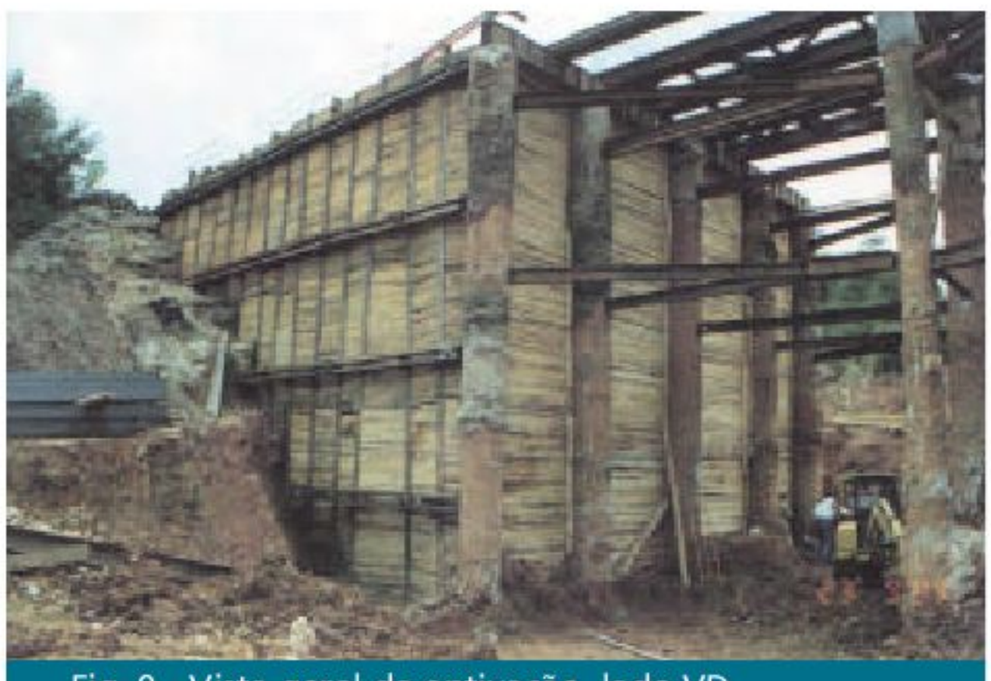


Fig. 9 - Vista geral da entivação, lado VD

a) Execução de furos verticais, seguindo-se a introdução nos mesmos de perfis metálicos verticais. Estes elementos possuíam um comprimento de selagem adequado abaixo da cota de fundação, sendo selados com calda de cimento de características apropriadas;

b) Execução da escavação até cerca de 0,5 m abaixo do primeiro nível de tirantes. Em simultâneo com esta operação procedeu-se à colocação de troços de madeira entre perfis;

c) Colocação do perfil horizontal e tensionamento dos tirantes do primeiro nível;

d) Execução dos restantes níveis, seguindo a metodologia descrita em b) e c), até à base da escavação.

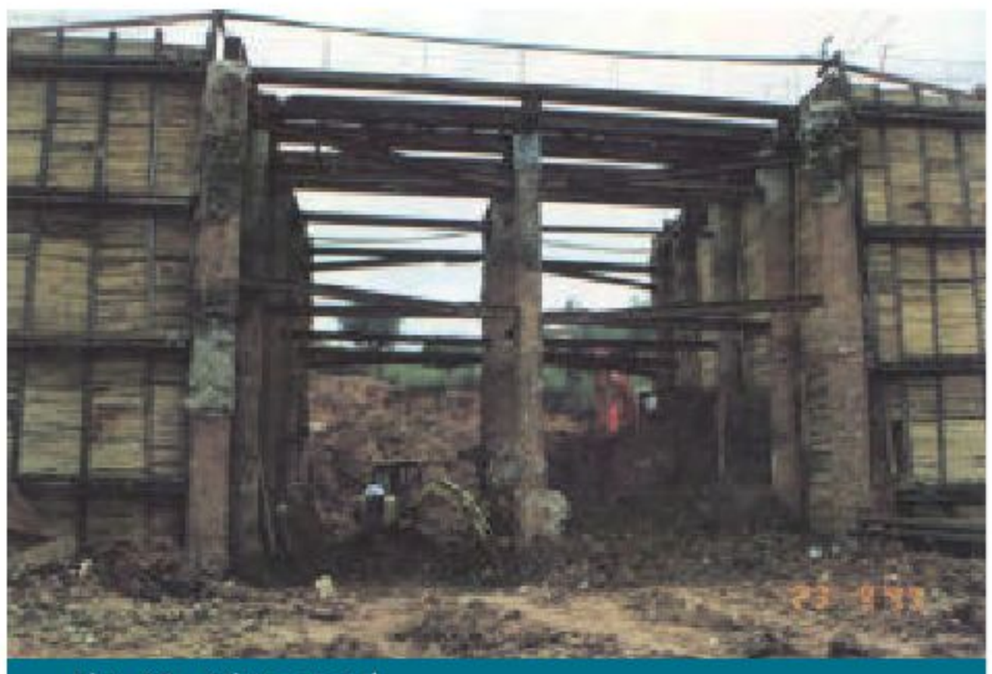


Fig. 10 - Vista geral

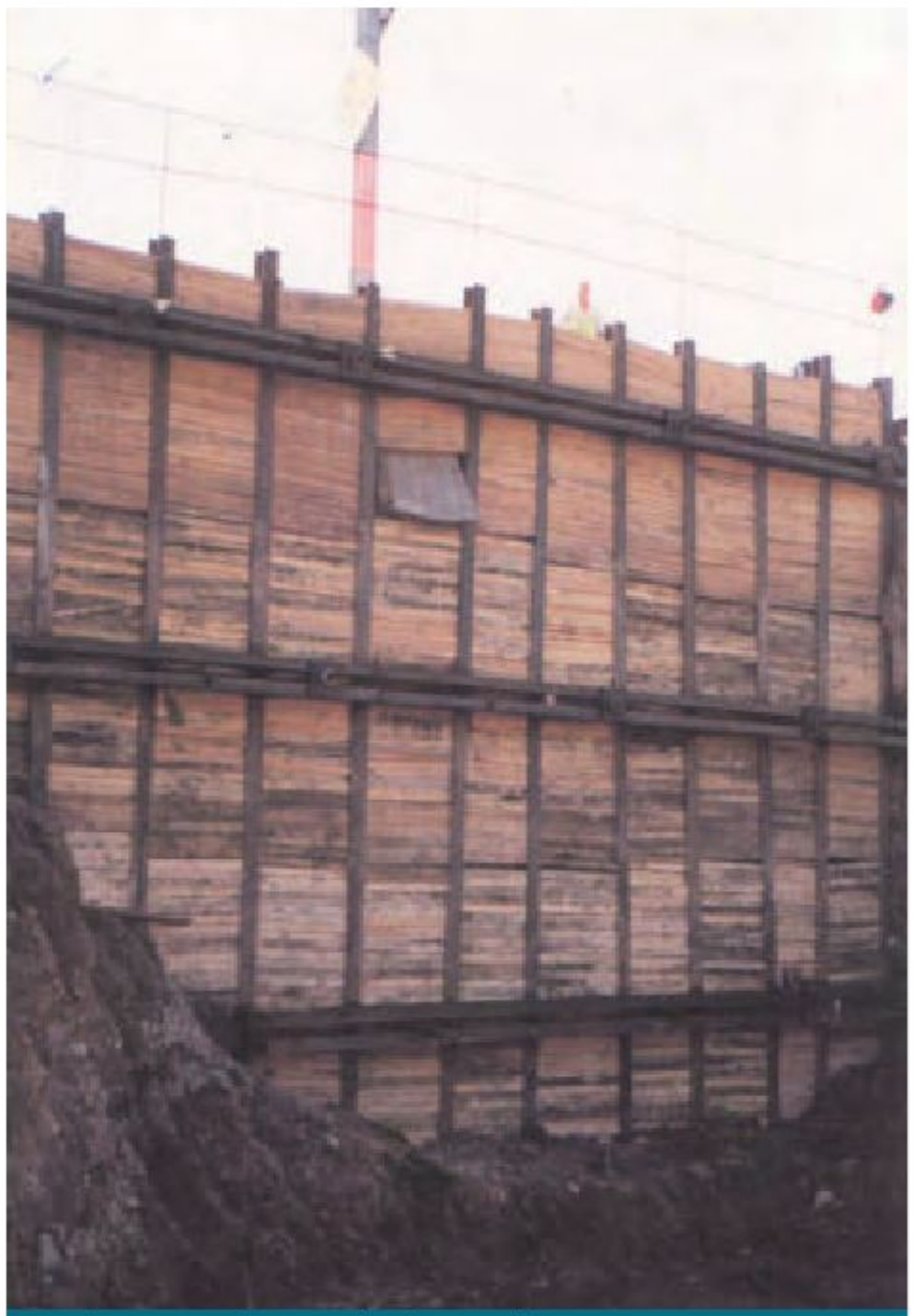


Fig. 11 - Entivação do tipo Berlim

Execução da obra de arte

Após a conclusão dos trabalhos de montagem da suspensão de via, teve início a construção da obra de arte, quadro e alas, cuja sequência de actividades se encontrava definida num programa de trabalhos:

- Escavação e entivação para muros ala na VA e VD;
- Escavação e entivação, com escoramento metálico interior para o quadro da PITT;
- Betão Armado no quadro da PITT, laje de soleira, 1º e 2º níveis de muros e laje de cobertura;
- Drenagem, remoção de entivação e aterro de tardoz dos muros do quadro
- Cura do betão da laje de cobertura;
- Betão armado em muros guarda balastro;
- Complexo de impermeabilização da laje de cobertura;
- Aplicação de bocais de drenagem e caleiras de cabos e tampas;
- Betão armado nos muros de ala;
- Drenagem, remoção de entivação e aterro de tardoz dos muros ala;
- Remoção do cimbre e escoramentos do quadro da PITT;
- Demolição de estacas 800;
- Reperfilamento de taludes no tardoz dos muros ala e área intervencionada;
- Caixas de recepção em descidas de drenagem de taludes;
- Remate e regularização de superfícies de betão;
- Montagem de guarda-corpos;
- Acabamentos.

Neste período foi realizada manutenção às estruturas metálicas de suspensão como a verificação de soldaduras, reaperto de fixações e ataque ligeiro nos encontros, por forma a garantir a estabilidade do sistema.

O betão foi colocado sobre painéis "Peri Trio Standard", estando apoiados numa estrutura metálica constituída por vigas e escoramento metálico. Este escoramento foi composto por torres BB20 sendo o afastamento entre prumadas, na direcção transversal variável e na direcção longitudinal de 1,5 metros. O contraventamento dos elementos verticais, em ambas as direcções foi de 2,5 metros. As torres BB20 foram apoiadas sobre a soleira da passagem inferior, tendo esta capacidade resistente para suportar as cargas do escoramento

Após cura do betão da laje de cobertura e execução dos aterros no tardoz das paredes do quadro efectuou-se o aterro com tout-venant sobre a laje por forma a obter-se menor altura de balastro sob as travessas, e permitir a mais rápida e efectiva estabilização da via.

Foi aplicada e compactada uma camada de tout-venant em área confinada com altura de 0,30 a 0,40m, sobre a laje de cobertura e programou-se o levantamento da suspensão de via VA e VD em interdição de 10 horas, actividade que decorreu e foi objecto de programa especifico integrante do respectivo programa de interdição.

Modernização da Linha do Norte - Subtroço 2.2 entre Albergaria/Alfarelos - Estabilização do Talude da Curva 146

Técnico - Vitor Rodrigues

Controle de Qualidade - Resumo do modelo de acompanhamento e controle de construção adoptado em obra

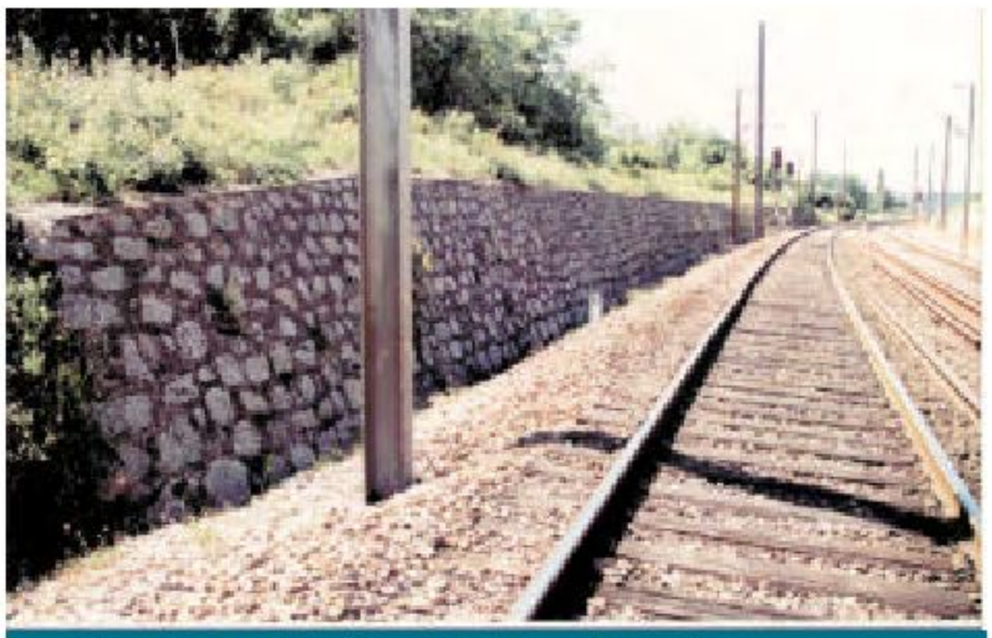
1 Controle de Qualidade

No subtroço 2.2 adoptou-se um sistema de acompanhamento e controle de construção assente numa pirâmide de intervenientes mobilizados de forma dinâmica no processo: dono de obra, fiscalização, projectista e empreiteiro.

Este modelo permitiu à Refer e aos seus agentes de Fiscalização ter uma intervenção e um controle permanente sobre todas as fases, permitiu ao projectista adaptar o projecto à realidade da obra e ao empreiteiro ter um apoio técnico permanente e efectivo.

2 Curva C 146 - Descrição da obra

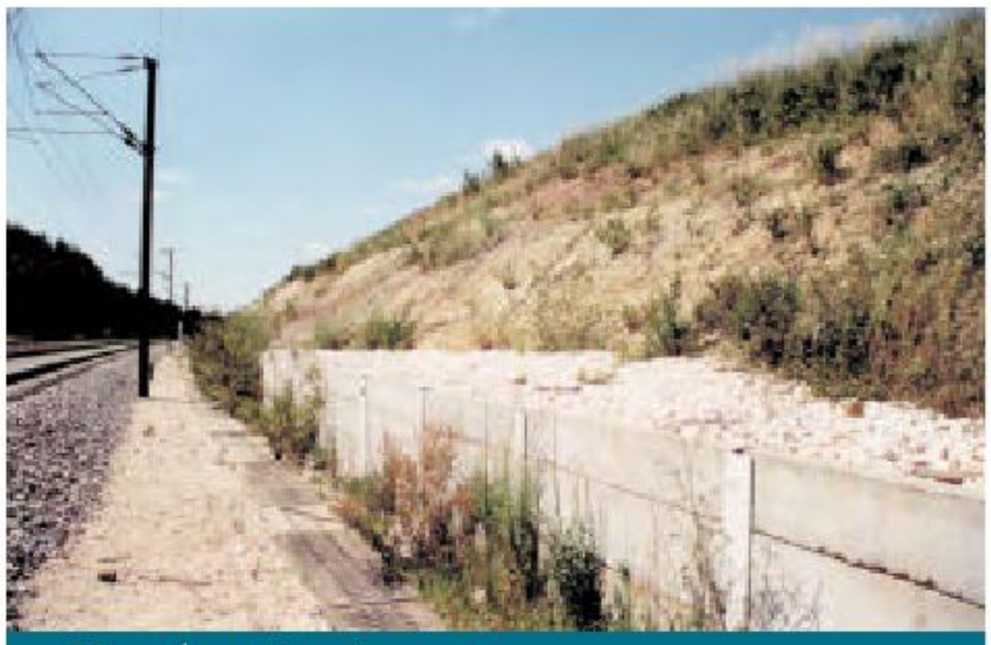
A curva 146 localiza-se a Sul da Estação de Vermoil na qual o talude de escavação existente no antigo traçado do lado da Via Descendente, com especial incidência na zona norte, sofreu ao longo dos anos diversos deslizamentos de terras contidos por muros de contenção do tipo "muro de gravidade", constituídos por alvenaria de pedra argamassada. No âmbito da



Muro de contenção antigo em alvenaria

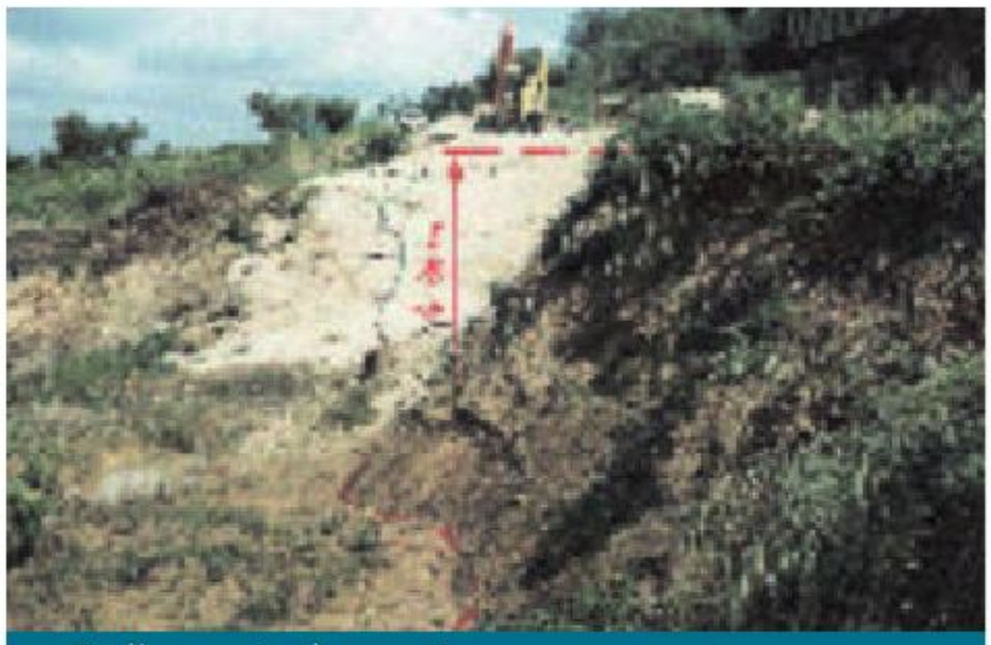
Modernização da Linha do Norte, no Subtroço 2.2 entre Albergaria dos Doze e Alfarelos, foi necessário construir uma variante àquela curva, que se desenvolveu entre o PK 159+196 e o PK 160+949 que implicou a realização de cortes nos taludes do lado nascente da via com altura máxima da ordem dos 12.0m.

O Projecto inicial previa a construção de alguns muros de contenção - espera que se vieram a revelar ineficazes, mesmo em casos de taludes de pequena a média envergadura.



Muro de contenção - espera

Tal situação veio a assumir contornos de relativa gravidade na zona entre os PK 160+340 - PK 160+495, onde as terras deslizadas invadiram a plataforma já tratada e construída, impedindo o prosseguimento dos trabalhos da RIV e colocando em dúvida a segurança da circulação ferroviária e rodoviária ao nível do CM 532.2.



Deslizamento da encosta

Colapso do CM 532.2

Neste contexto, foi contratada a empresa Coba para estudar uma solução global de estabilização dos taludes de escavação compreendendo a Curva em todo o seu desenvolvimento, tendo este projecto sido designado por: "Projecto de Estabilização dos Taludes da Curva C146 ".

3 Fase de Projecto

3.1 Estudo geotécnico

3.1.1 Instrumentação e Observação

Para suporte deste projecto foi executado pela Geocontrole um plano de trabalhos de caracterização geotécnica dos terrenos ocorrentes, através da abertura de Valas de Reconhecimento (VR), e da realização de Sondagens Mecânicas com carotagem contínua (SM).

Foram instaladas Marcas Topográficas (MT) para avaliação dos deslocamentos superficiais, Inclinómetros (I) para estudo dos deslocamentos internos e Piezómetros (P) para análise da evolução dos níveis piezométricos.

Marca Topográfica

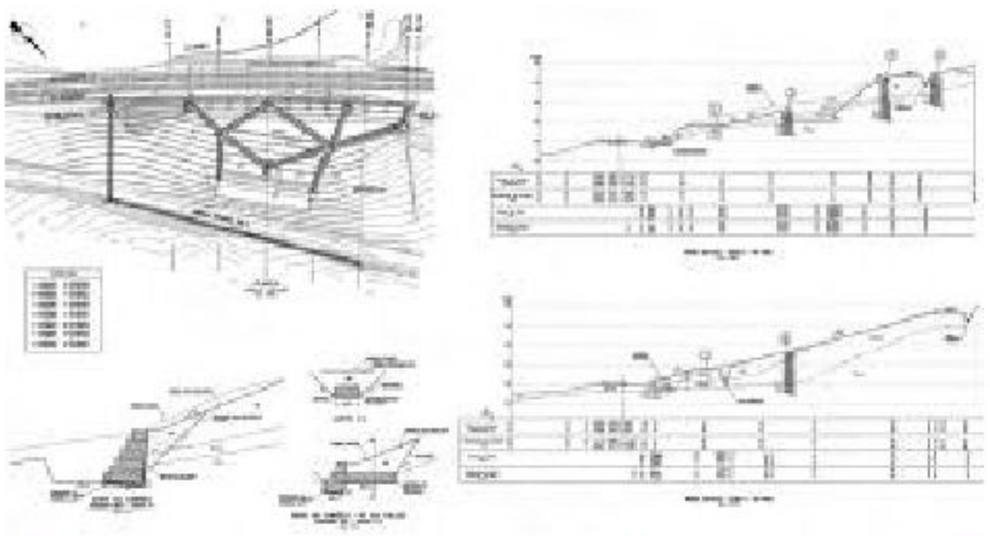
Piezómetro

Inclinómetro

4 Fase de Execução do Projecto

4.1 Trabalhos Previstos

Os trabalhos preconizados no projecto incluíam medidas de reperfilamento geométrico e modelação da superfície, obras de drenagem superficial e profunda e ainda estruturas de contenção com associação de propriedades drenantes (gabiões).



Esquema geral dos muros de gabiões e drenagem da encosta

Na fase de arranque da obra a Fiscalização e o Projectista, em colaboração com o Empreiteiro, procederam à compatibilização projecto - obra, uma vez que, dada a evolução dos deslizamentos, se havia verificado alguma alteração na topografia local.

De forma aproximada as quantidades de trabalho realizadas foram:

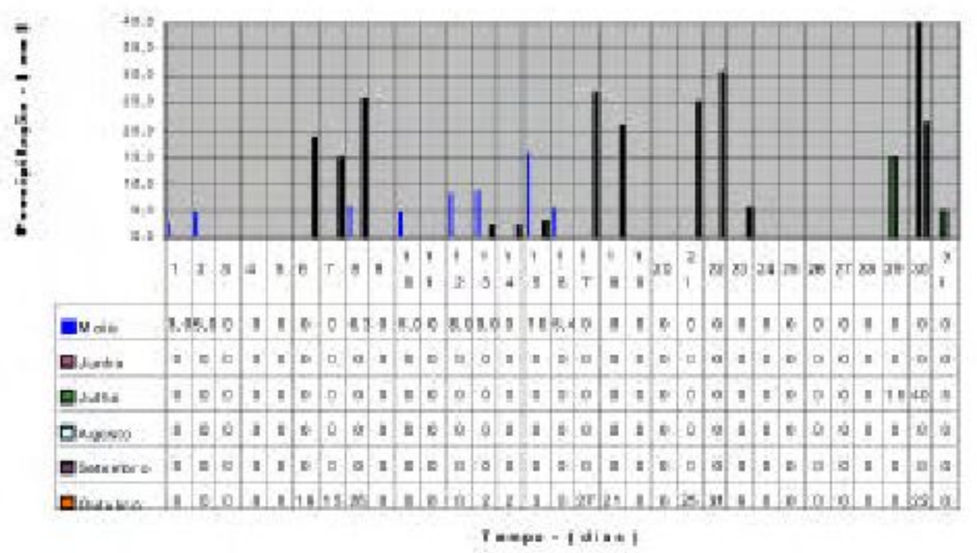
Actividade	Un.	Total
Escavação	m^3	16 000
Aterro	m^3	1 500
Órgãos de drenagem	ml	1 265
Geotêxtil	m^3	8 700
Máscaras drenantes	m^3	4 560
Betão de regularização	m^3	170
Gabiões	m^3	1 370

4.2 Condições meteorológicas

4.2.1 Pluviosidade

A situação meteorológica foi caracterizada por tempo de características marcadamente estivais, embora se tenham atravessado três estações: Primavera, Verão e Outono.

Para um total de 184 dias de calendário, registaram-se 23 dias com precipitação, tendo-se verificado pluviosidade superior a 10mm apenas em 11 dias, sendo o dia 30 de Julho de registo de quantidades precipitadas mais elevadas, com um valor máximo de 40.0mm.



Pluviosidade verificada entre Maio a Outubro

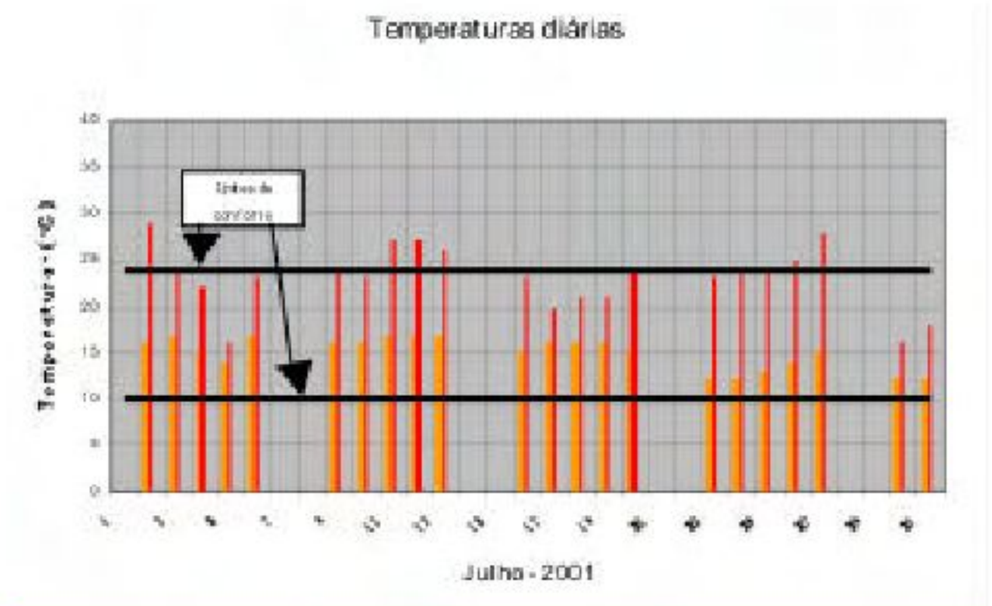
4.2.2 Temperaturas do ar

Para efeito dos registos desta obra as temperaturas mínima e máxima foram lidas, respectivamente, às 09:00 horas da manhã e às 16:00 horas da tarde.

Durante este período as temperaturas mínimas estiveram por regra dentro dos limites de conforto.

As temperaturas máximas registaram alguns valores muito acima dos limites de conforto, com temperaturas acima de 30º e frequentemente a atingir os 37º

na última semana de Maio, na terceira semana de Junho, e na primeira semana de Setembro.



Temperaturas do ar vs limites de conforto humano

4.3 Controle dos trabalhos

O controle das actividades desta Empreitada exerceu-se nas seguintes acções:

• definição de ensaios e resultados exigidos, se e quando omissos ou sendo supostamente tarefa da Fiscalização

• verificação da correspondência entre as características dos materiais propostos e os materiais especificados / documentos de referência

• aprovação ou rejeição dos materiais propostos nos casos de conformidade / não conformidade

• comprovação de que os materiais aplicados possuíam os parâmetros especificados e correspondiam aos materiais aprovados

• verificação das condições de aplicação dos materiais em obra

• conformidade final

4.4 Especificações

4.4.1 Condições Técnicas definidas em Projecto

Este projecto, para além das especificações de carácter geral das diferentes entidades que regulam as regras da boa arte, devia cumprir as "Condições Técnicas" do Projecto de Execução, e que se referem a seguir nos capítulos relativos a cada elemento de construção.

4.4.2 Condições Técnicas definidas em Obra

A Fiscalização, conforme as Condições Técnicas de Projecto,, fixou os ensaios e os resultados a obter para algumas características complementares aos materiais a aplicar:

• material pétreo para Máscara Drenante
  o Los Angeles LA < 45
• material pétreo para Valas Drenantes e Dreno
  o Los Angeles LA < 45
  o Equivalente de Areia EA > 60
• material pétreo para Gabiões e Esporões
  o Los Angeles LA <45

4.4.3 Aprovação de Materiais

Previamente ao arranque dos trabalhos o Empreiteiro submeteu à Fiscalização os documentos a seguir mencionados, onde, para além dum programa de trabalhos se incluem as características dos materiais a utilizar na obra:

• programa de trabalhos com indicação dos materiais a usar tais como: geotêxteis, tubos perfurados de PVC rígido para Dreno e material pétreo para Valas Drenantes
• estudos sobre a composição dos betões e Nota Técnica sobre os cestos de gabiões, material de enchimento e respectivo modo de execução, com um certificado de conformidade anexo sobre a qualidade do fio metálico e da rede metálica

A Fiscalização aprovou os seguintes materiais propostos:

• geotêxtil Geonil G-250 HT, para utilização nas Valas Drenantes, Máscaras Drenantes e Drenos
• geotêxtil Geonil G-180 HT, para utilização no tardoz dos Muros e Esporões Drenantes em gabiões
• tubo perfurado em PVC rígido Uradren no diâmetro de ? = 300mm, como colector nas Valas Drenantes, e no diâmetro de ? = 250mm como colector nos Drenos
• aprovação do material pétreo 100/200mm para utilização nas Valas Drenantes e o enchimento dos cestos de gabiões
• betão para fundação dos gabiões, C 16/20.D25.S2, com um teor mínimo de 250Kgs de cimento/m3

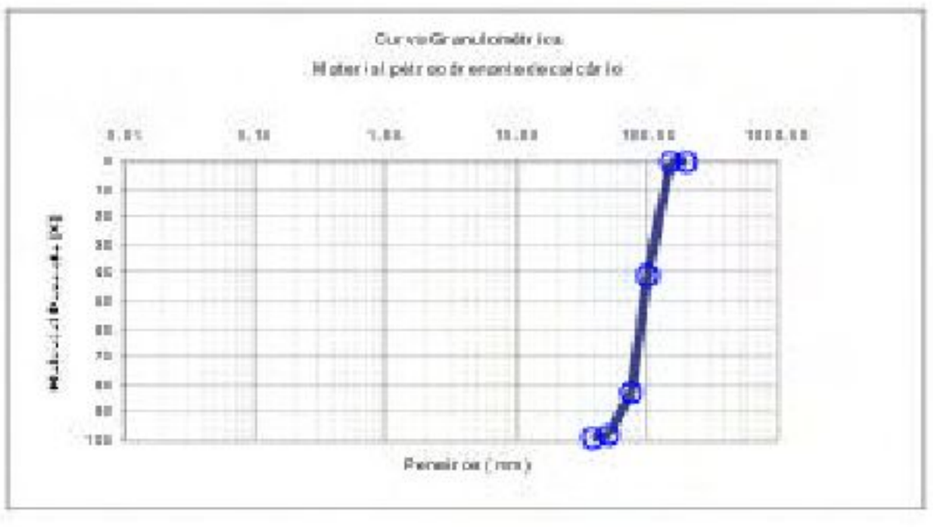
4.5 Verificações

4.5.1 Valas Drenantes

As verificações necessárias para cumprimento das especificações previstas no ponto 5 das Condições Técnicas (CT) de Projecto para esta actividade incluíam:

4.5.1.1 Material pétreo drenante

• Granulometria - 100/200mm
• Material passada no peneiro n.º 200 ASTM ->5%
• Elementos achatados ou alongados - < 15%
• Desgaste Los Angeles LA < 40
• Equivalente de Areia EA > 60



Material pétreo usado nas Valas Drenantes

A percentagem de elementos achatados ou alongados foi avaliada qualitativa e quantitativamente, tendo-se realizado um ensaio sobre uma amostra de cerca de 90.056 Kgs, com medição das duas dimensões (D/d) e a pesagem subsequente dos elementos que não satisfaziam a condição D/d < 2, cujo peso de 8.004 Kgs, se traduziu em 8.9%.

O ensaio de Los Angeles, determinado com a composição granulométrica E, revelou um valor de LA = 32, e o valor de Equivalente de Areia de EA = 65.

4.5.1.2 Geotêxtil Geonil G-250 HT/Tubo perfurado em PVC rígido Uradren no diâmetro de ? = 300mm

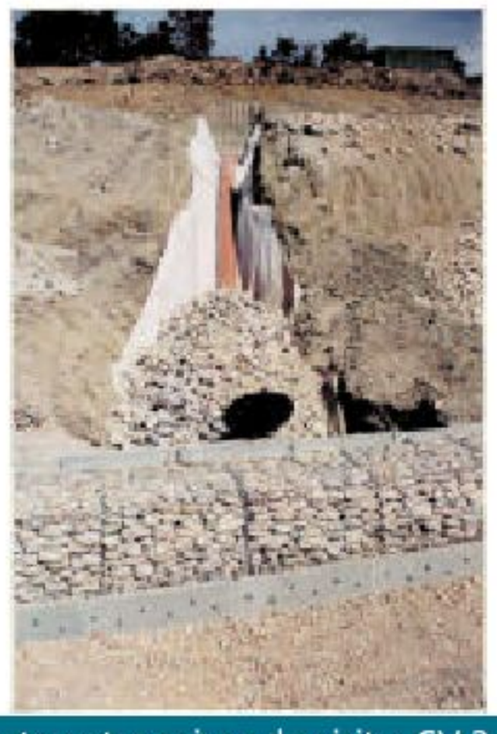
O geotêxtil e o tubo PVC foram controlados directamente e através das guias de remessa, respectivamente do fabricante IPETEX, SA, e fabricante URALITA.

4.5.1.3 Execução de Valas Drenantes

A escavação foi realizada com recurso a escavadora Fiat Hitachi FH 232. LE 2, sendo a colocação do geotêxtil, e do tubo Uradren feitos fundamentalmente com meios humanos e com algum apoio deste equipamento.

Colocação do geotêxtil, dos tubos perfurados em PVC rígido e material drenante

O espalhamento do material pétreo drenante foi realizado com recurso ao mesmo equipamento apoiado por meios humanos.



Vala drenante entre caixas de visita: CV 2 e CV 6

4.5.2 Muros de Gabiões e Esporões Drenantes
4.5.2.1 Fundação

A fundação para os muros de gabiões e esporões drenantes impunham como condição o encastramento mínimo de 1.0 m na formação geológica designada por " Complexo de Vale de Lagares " ($J^3_{b,c}$), condição verificada previamente pelo Projectista e pela Fiscalização, através da abertura de Valas de Reconhecimento.

Vala de reconhecimento para fundação dos gabiões

4.5.3 Muros de Gabiões e Esporões Drenantes

4.5.3.1 Guias de remessa e ensaios á compressão

O betão foi controlado através dos critérios de verificação de conformidade definido na Norma NP ENV 206, obtendo-se os seguintes valores médios:

- <u>Muro MG 2</u>
- Número de amostras (n) = 15
- Resistência mínima individual (fci) = 25.2 MPa
- Resistência média (fcm) = 30.2 MPa
- Desvio padrão (Sn) = 3.07
- Coeficiente (?) = 1.48
- Tensão característica (fck) = 24.5 MPa

4.5.3.2 Geotêxtil Geonil G - 180 HT/ Dreno em PVC corrugado, envolvido em geotêxtil, no diâmetro de ø = 200mm

O geotêxtil e o tubo PVC Drenoplas foram controlados directamente e através das guias de remessa, respectivamente do fabricante IPETEX, SA, e fabricante DRENOFC.

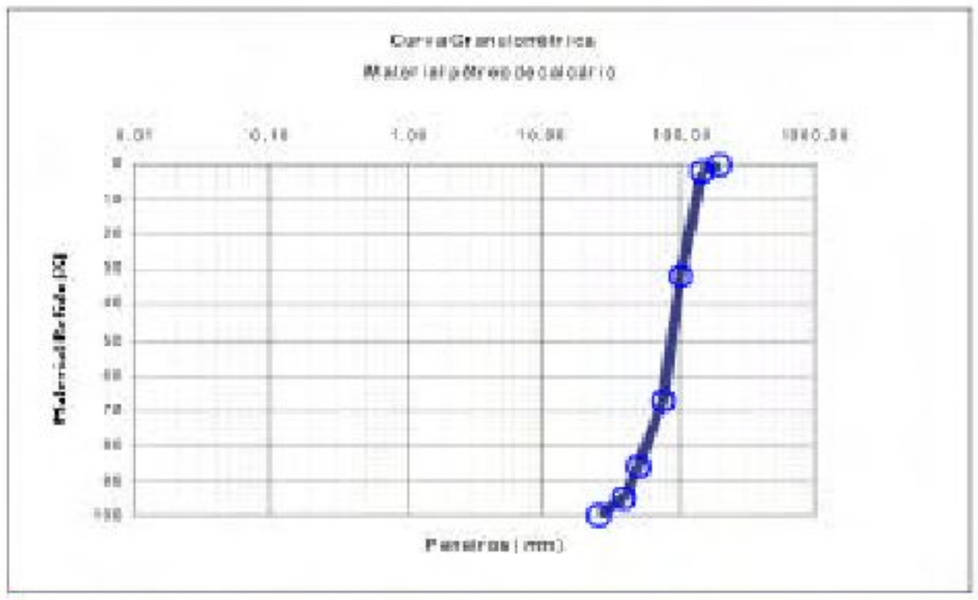
4.5.3.3 Cestos metálicos

Os cestos metálicos do fabricante Betometal foram controlados pelas guias na recepção e na concepção e montagem.

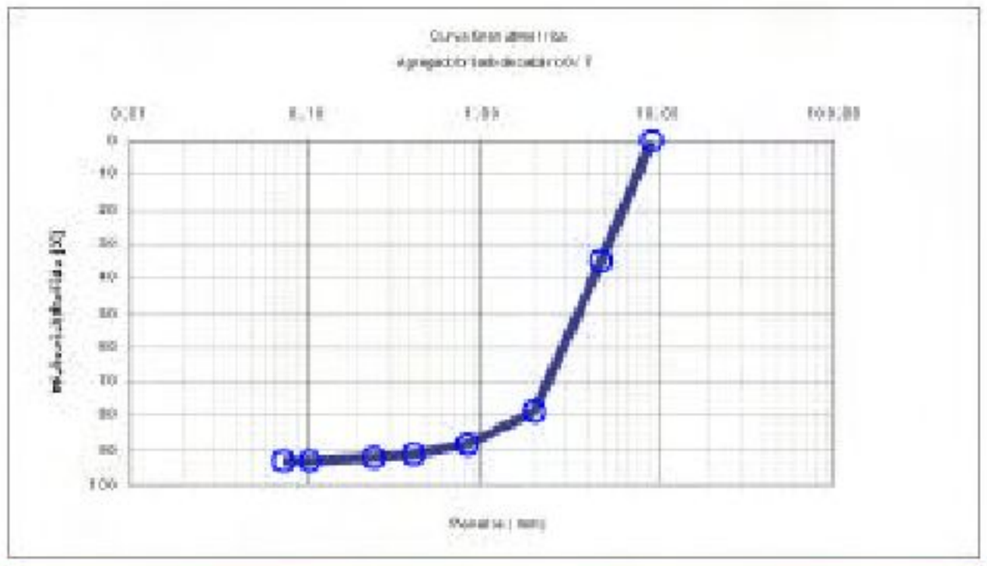
4.5.3.4 Material pétreo de enchimento dos cestos

- Granulometria D = 120 a 200mm - dimensão ligeiramente superior à da malha metálica 80X100mm,
- Percentagem de pedra com relação D/d > 3
- Desgaste Los Angeles LA < 45

* Peso específico das partículas secas > 2.5



Material pétreo usado no enchimento dos gabiões



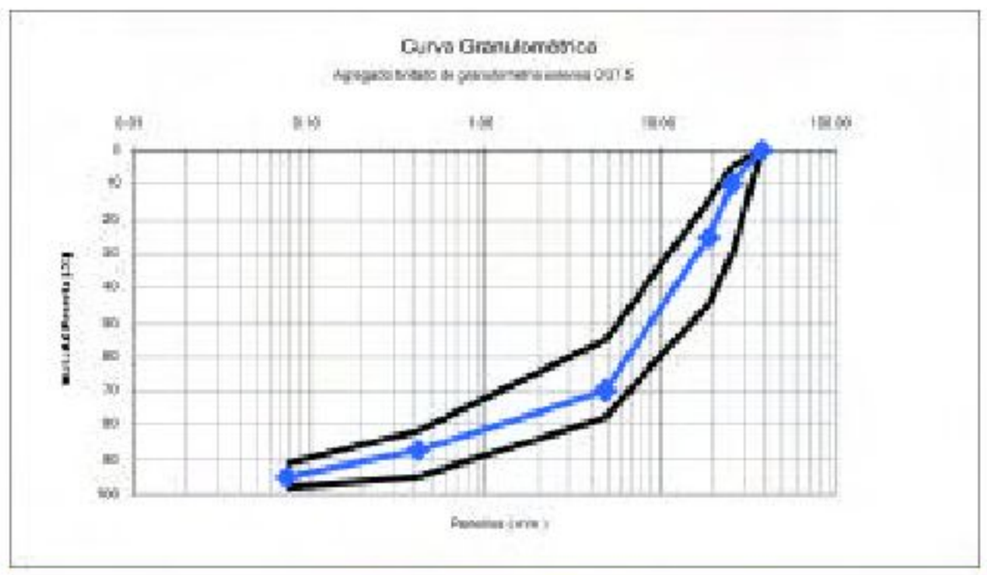
Agregado britado 0/7 mm usado no aterro de tardoz dos gabiões e esporões

A % de blocos que não cumpriam a relação (D/d > 2.5) foi de 24.3%, não tendo sido determinado qualquer valor D/d > 3.

O ensaio de Los Angeles LA = 32 é comum ao material de enchimento da Vala Drenante.

O peso específico das partículas secas, ? = 2.59, mostrou satisfação contratual.

Na cubicagem de um cesto medido à fita 1,035 X 0,990 X 1,000 m = 1.025 m3, obteve-se, por pesagens sucessivas e separadas dos diferentes diâmetros que compõem este material, o peso total de 1 605 Kgs.



Agregado britado 0/37.5 mm usado no aterro do Muro MG 1

Cesto de Gabião para ensaio

4.5.3.5 Aterro tardoz

4.5.3.5.1 Caracetrísticas do material

A especificação para o material de aterro impunha a condição da percentagem limite de 5% passada no peneiro n.º 200.

O CBPC optou por colocar agregado britado 0/7 e agregado de granulometria extensa 0/37.5 mm.

4.6 Condições de aplicação

A compactação relativa (Cr) obtida nos aterros de tardoz forneceu os seguintes resultados:

- Muro MG 1 (Agregado 0/37.5mm)
- Número de ensaios (n) = 35
- Compactação relativa média (X) = 97.9
- Desvio padrão (?) = 1.231
- Limites de (X) - (Lc 95 %) = 97.9 + 0.4

Fase de compactação dos aterros

4.6.1 Depósito de Vertente (Sr + Co)

Durante a execução dos gabiões foi possível observar e quantificar, por um período de apenas 24 horas, o fenómeno de fluência sazonal do depósito de vertente designado neste trabalho por Sr + Co.

Vista do Depósito de Vertente

Avaliação do Movimento do Depósito de Vertente

Constatou-se um movimento médio (avanço no período de 24 horas) de 3mm/hora a que corresponde o valor de 8.3 X 10 - 7 m/s que, de acordo com as escalas de velocidades habitualmente usadas, classifica o fenómeno de instabilidade na classe de movimento lento a moderado.

4.6.2 Máscaras Drenantes

As verificações necessárias para cumprimento das especificações previstas no ponto 4.3 das Condições Técnicas (CT) de Projecto e condições técnicas definidas pela Fiscalização para esta actividade incluíam:

- material pétreo drenante
  - o Granulometria - 100/500mm
  - o Desgaste Los Angeles LA 45

Material pétreo usado nas Máscaras Drenantes

O ensaio de Los Angeles e o geotêxtil eram comuns às Valas Drenantes

4.7 Instrumentação e Observação

Foi implementado um programa de leituras dos instrumentos actualmente em funcionamento, iniciando-se a monitorização com uma leitura de referência em 29 de Maio dos seguintes equipamentos:

Inclinómetros (I) - 1, I 2 e I 4
Piezómetros (P) - P 1, P 2, P 5, P 6 e P 8
Marcas Topográficas (M T) - MT 6, MT 7, MT 9, MT 14, MT 15, MT, 16

No total foram realizadas 9 campanhas de observação, com leituras de todos os instrumentos, 7 das quais no arranque e na fase de execução dos trabalhos, e 2 campanhas na fase subsequente.

Em cada uma destas campanhas foi emitido um relatório específico onde se examinam os resultados individualmente e se faz a análise da respectiva evolução, verificando-se uma situação de estabilidade para o conjunto dos dispositivos de observação colocados no terreno, com excepção de alguns movimentos registados no inclinómetro n.º 4, cerca de 18mm, entre as campanhas de 09 de Agosto e 06 de Setembro.

4.8 Registos da qualidade

Listagem dos registos do controle de qualidade efectuado pelo Consórcio BPC, com a supervisão da Fiscalização:

- IIT - Informação de Início de trabalho
- BVT - Boletim de Verificação Topográfica - Implantações
- ITD - Inspecção de Trabalho - Drenagem
- BAB - Boletim de Aprovação para Betonagem
- MGED - Muros em Gabiões e Esporões Drenantes

As verificações e inspecções realizadas pelo Empreiteiro e a Fiscalização são registadas nos impressos atrás referidos que fazem parte do Plano de Qualidade desta Obra - Plano de Inspecção e Ensaios, tendo-se efectuado especificamente para os trabalhos previstos nesta Empreitada as seguintes verificações e inspecções:

- IIT - Informação de Início de Trabalho
  - Arranque dos trabalhos para execução das Vala

Drenantes, Muros de Gabiões e Máscaras Drenantes: IIT 455, IIT 467, IIT 473, IIT 474 e IIT 475

- BVT - Boletim de Verificação Topográfica
  - Verificação das cotas de trabalho, fundos de escavação: BVT 1016, BVT 1017, BVT 1018, BVT 1020, BVT 1032, BVT1035, BVT1040, BVT 1043, BVT1048, BVT1049, BVT1050, BVT1052, BVT1054, BVT 1059 e BVT 1082

- ITD - Inspecção de Trabalhos de Drenagem
  - Inspecção dos trabalhos de drenagem com verificação dos tubos Uradren, geotêxtil utilizado e material drenante colocado: ITD 30 a ITD 44

- BAB - Boletim de Autorização para Betonagem
  - Aprovação para betonagem do betão de regularização da fundação dos Muros e Esporões em gabiões, caixas de visita, caleiras, bocas da PIH: BAB n.º 3 221/01 a 3 353/46

- MGED - Muros em Gabiões e Esporões Drenantes
  - Inspecção dos trabalhos de construção dos Muros e Esporões em gabiões com verificação do geodreno Drenoplas, geotêxtil Geonil G - 180 HT, constituição e montagem dos cestos metálicos, material pétreo de enchimento colocado: MGED 1 a MGED 78

Para além destes registos fazem parte do Plano de Qualidade:

- a formulação teórica dos betões solicitados em projecto

- as Guias de Betonagem da totalidade do betão fornecido

- os boletins dos ensaios do betão à compressão

- os boletins dos ensaios realizados em laboratório relativamente aos agregados 0/7mm e 0/37.5mm

- os registos dos ensaios do controle de campo

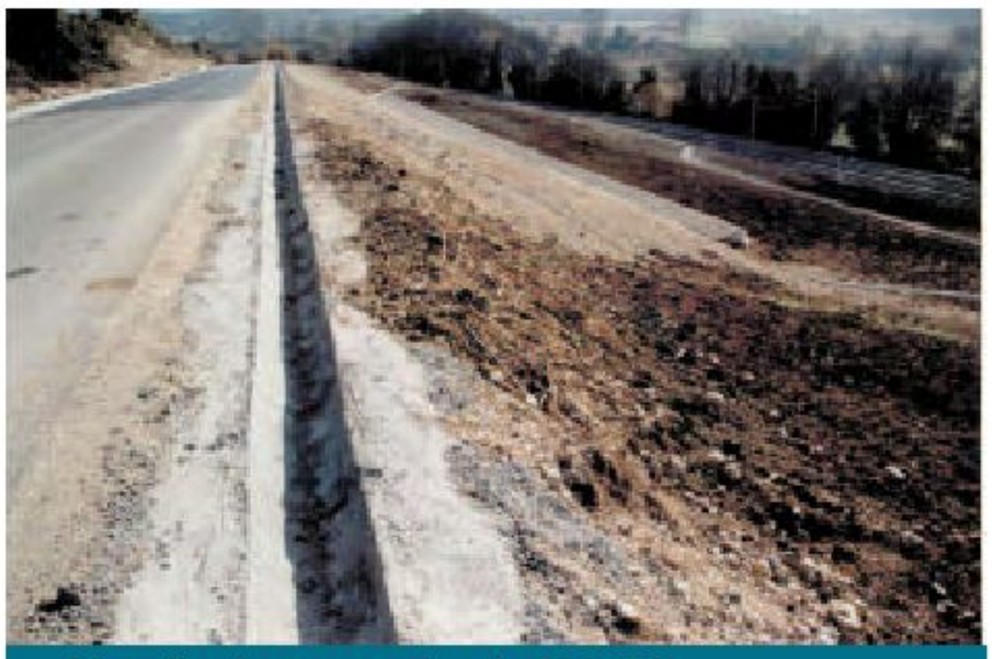
5 Assistência Técnica

No âmbito da Assistência Técnica o projectista esteve presente na obra na abertura das Valas de Reconhecimento para implantação dos muros de gabiões e na assessoria à Drenagem Prevista e Drenagem Complementar.

6 Conclusões

As verificações efectuadas ás diversas actividades, nas diferentes etapas de construção, mostram que os procedimentos estabelecidos para esta obra foram cumpridos, podendo com segurança afirmar-se que, embora com alguns pequenos desvios perfeitamente aceitáveis, os trabalhos foram executados com:

- total segurança
- respeito pelas especificações técnicas e exigências contratuais
- cumprimento das datas estabelecidas para a RIV
- dentro dos custos estimados



Vista final - Perspectiva do CM 552

Vista final - Perspectiva da via férrea

Sinalização e Telecomunicações no âmbito da Modernização da Linha do Norte

Eng. José Tomé - Responsável Operacional de Sinalização e Telecomunicação - REFER

Introdução

Numa infraestrutura ferroviária moderna, os sistemas de sinalização e telecomunicações são fundamentais para garantir a sua exploração com os elevados padrões de segurança, disponibilidade e fiabilidade expectáveis do caminho de ferro, melhorando simultaneamente a sua capacidade de transporte, adequando-a às necessidades específicas de cada região em particular nas zonas suburbanas onde a coexistência de tráfegos mistos (suburbano, longo curso e mercadorias) é de gestão particularmente delicada.

No âmbito do projecto de modernização da Linha do Norte procedeu-se à substituição dos velhos sistemas de sinalização a relés por novos sistemas de sinalização do tipo electrónico, ESTW L90 P da Alcatel e SSI da Dimetronic/Westinghause, cuja caracterização está pormenorizada em artigos específicos publicados neste número da FER XXI, e instalaram-se modernos sistemas de telecomunicações, cuja apresentação técnica é objecto de artigo do Sr. Eng.º Carreira Miguel também publicado nesta edição da FER XXI, de que realçamos pela sua particular importância os suportes físicos (cabos de cobre e fibra óptica), redes telefónicas de exploração, sistemas de transmissão e sistemas automatizados de informação ao passageiro.

Objectivos do Investimento

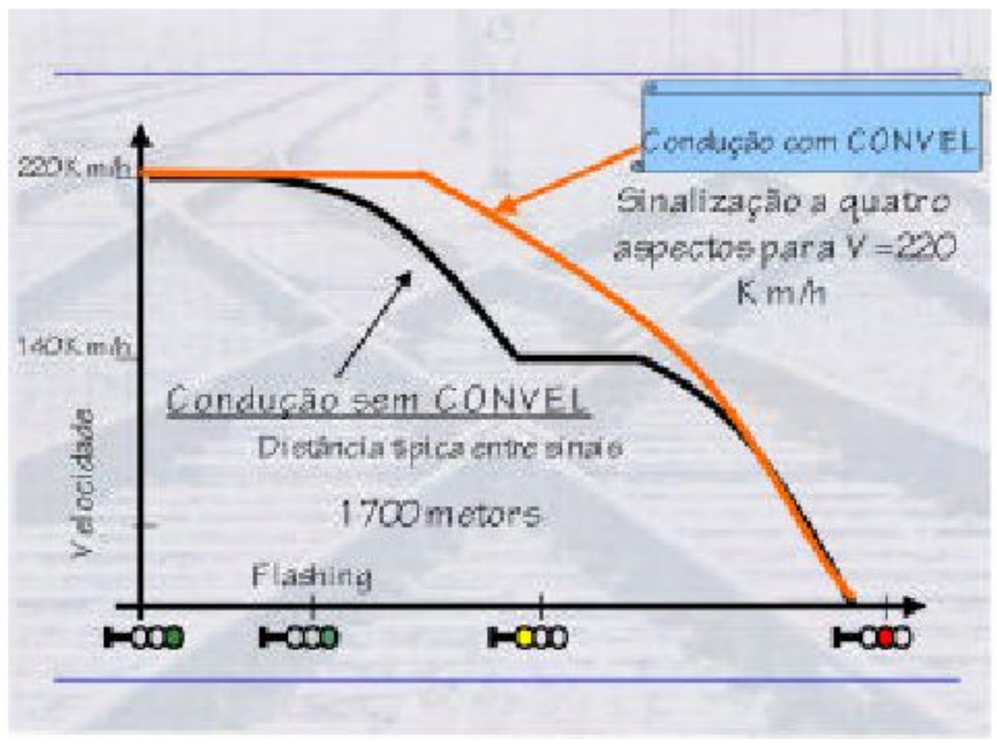
A sinalização eléctrica e electromecânica inicialmente instalada na Linha do Norte, está na sua generalidade obsoleta, exige para ser operada grande volume de meios humanos, é de difícil adaptação aos novos lay-out´s das estações, e às mais elevadas velocidades a praticar na plena via resultantes do processo de modernização, sendo por isso inevitável a sua substituição por sistemas mais modernos que permitam o comando centralizado melhorando a exploração e reduzindo custos.

Sinalização Electromecânica

No capítulo das telecomunicações a situação é semelhante, sendo porém mais acentuado face ritmo da evolução tecnológica que se faz sentir neste mercado.

No que respeita ao sistema de controlo automático de velocidade (CONVEL), que foi colocado em serviço na Linha do Norte no final de 1993, procedeu-se à sua adaptação aos novos sistemas de sinalização.

De referir a este propósito que os novos projectos de Sinalização/CONVEL permitem uma condução dos comboios mais racional tirando partido das efectivas capacidades de frenagem de cada composição, conforme se ilustra no gráfico abaixo, melhorando ainda a capacidade da infraestrutura e o conforto dos passageiros.



As principais vertentes do investimento podem ser assim sumariados:

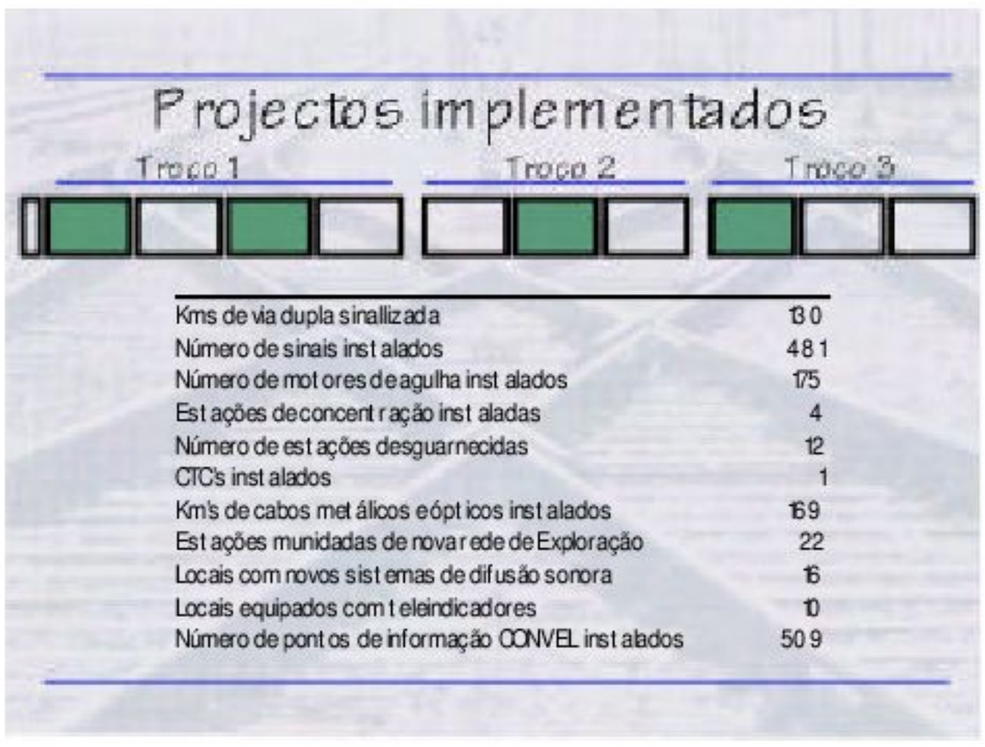
• Substituição de instalações de sinalização e telecomunicações obsoletas;
• Introdução de novos sistemas de sinalização electrónicos;
• Adaptação aos novos lay-out's de estações;
• Substituição dos suportes físicos e dos equipamentos da rede de Exploração;
• Instalação de novos sistemas de informação ao Passageiro;
• Centralização do comando, controlo e gestão do tráfego;
• Adaptação do Sistema CONVEL;
• Redução dos custos com pessoal;
• Redução dos custos de manutenção.

Projectos implementados

Os projectos de Sinalização Telecomunicações e CONVEL foram desenvolvidos em inúmeras fases (21 para o subtroço 1.1, 24 para o subtroço 2.2 e 16 para o subtroço 3.1) tendo em conta o planeamento dos trabalhos de construção civil via e catenária dos troços em modernização.

O elevado número de fases a par das dificuldades sentidas na eliminação de passagens de nível, foram as principais dificuldades sentidas em obra, a que acresceram as seguintes condicionantes:
• Alteração significativa do número de fases inicialmente previstas
• Dificuldades de implementação das regras de circulação
• Evento EXPO98
• Simultaneidade com outras obras da REFER em Curso Adjudicadas ao mesmo Fornecedor (Linha do Norte, Eixo Norte – Sul e Linha de Sintra)
• Deficiências no Hardware e Software dos Sistemas

Para se ter uma imagem da dimensão dos projectos implementados apresentamos no quadro abaixo os seus números mais significativos:



Melhorias introduzidas com reflexo na exploração

Com a conclusão do investimento nos 3 subtroços modernizados e na estação do Setil, resultam os seguintes benefícios com reflexo na exploração ferroviária:

• Sinalização Banalizada nas Linhas das Estações e plena via
• Movimentos de Circulação e Manobras Comandados por Itinerário Próprio com Agulhas Motorizadas
• Desguarnecimento das funções de comando e controlo nas Estações de Braço de Prata, Sacavém, Póvoa, Alverca, Setil, Albergaria, Vermoil, Soure, Mealhada, Oliveira do Bairro, Oiã e Quintans
• Aumento da Velocidade de Circulação em Sentido Normal e Contravia
• Aumento Significativo da Segurança e Capacidade
• Criação de condições para uma efectiva regularidade da marcha das circulações
• Sonorização e teleindicação centralizadas
• Automatização das mensagens sonoras e de teleindicação
• Melhoria das comunicações de Exploração em termos de fiabilidade e qualidade
• Melhoria das condições de informação aos passageiros
• Introdução de comunicações rádio para manobras, centralizadas nas estações de concentração e CTC

Novas estratégias

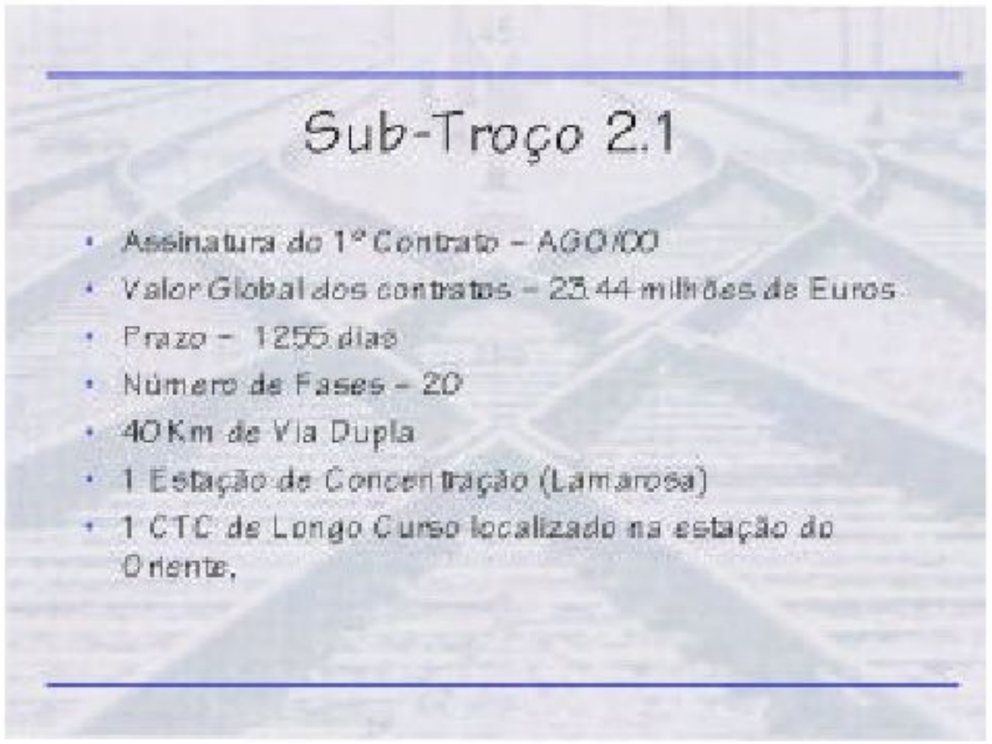
Para os próximos troços objecto de modernização, Entroncamento – Albergaria dos Doze e Pampilhosa-Quintans, a natureza do investimento é idêntica àquela que foi seguida nos troços já modernizados. Tendo no entanto em atenção a experiência adquirida foram adoptadas algumas estratégias que esperamos venham a contribuir para um melhor desenvolvimento dos trabalhos com particular ênfase na diminuição do impacto das obras nas condições de exploração.

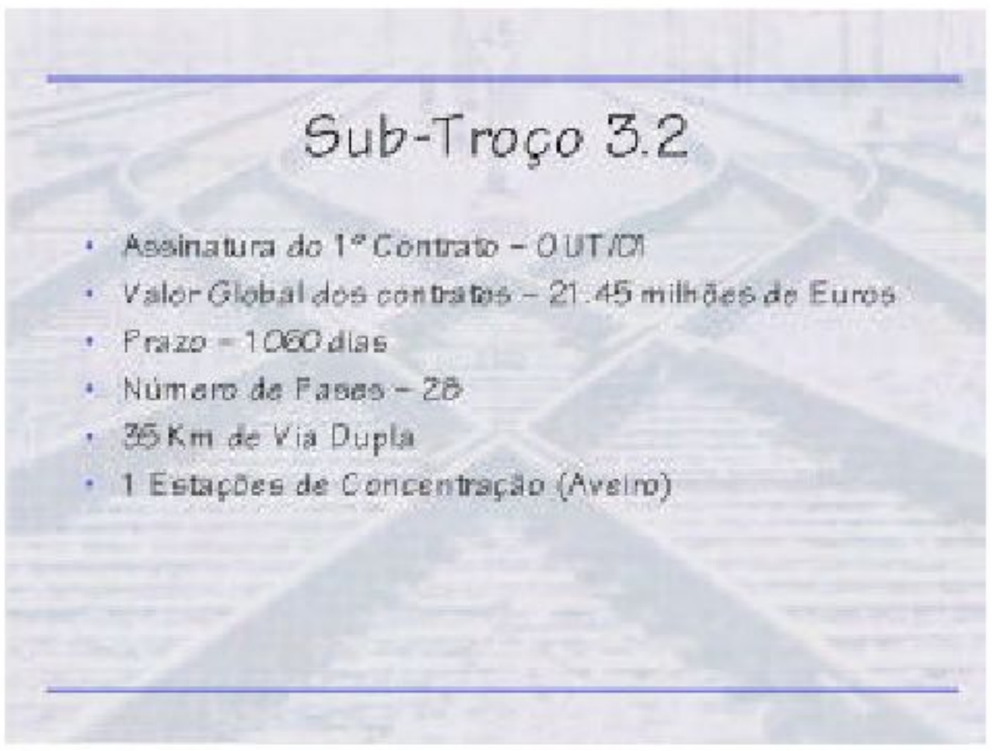
Assume particular importância a eliminação antecipada da maioria dos atravessamentos de nível, a instalação dos cabos de sinalização e telecomunicações em canaletes de plástico para melhoria da sua protecção e a diminuição do número de fases de sinalização, em particular as que envolvem alteração dos postos a relés face à dificuldade sentida em encontrar técnicos que dominem esta tecnologia já obsoleta.

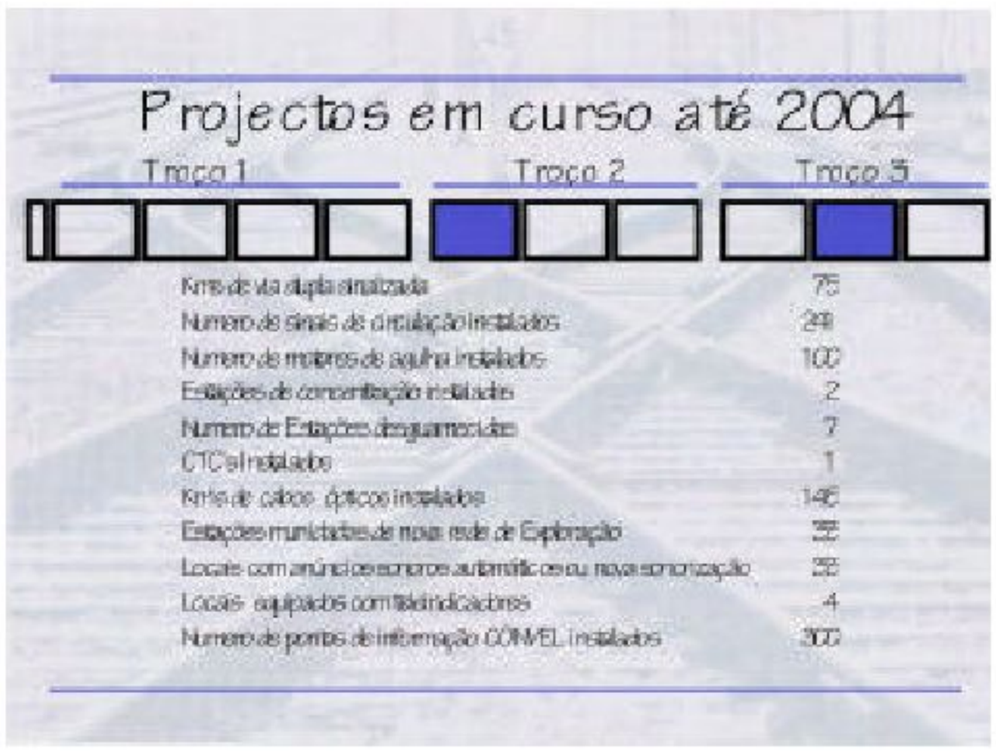
No capitulo das telecomunicações assume particular relevância para o desenvolvimento dos trabalhos a decisão de não instalar o cabo metálico de longa distância, difícil de manipular e com ensaios de colocação em serviço bastante demorados, suportando as comunicações em fibra óptica e colocando os sistemas de transmissão (acesso e SDH) na fase inicial da empreitada.
Desta forma é possível abandonar os antigos cabos metálicos de telecomunicações antes do início das VUP's, minimizando o impacto negativo resultante dos cortes acidentais dado que os cabos em serviço se encontram instalados no lado oposto aquele em que decorrem os trabalhos de via e construção civil.

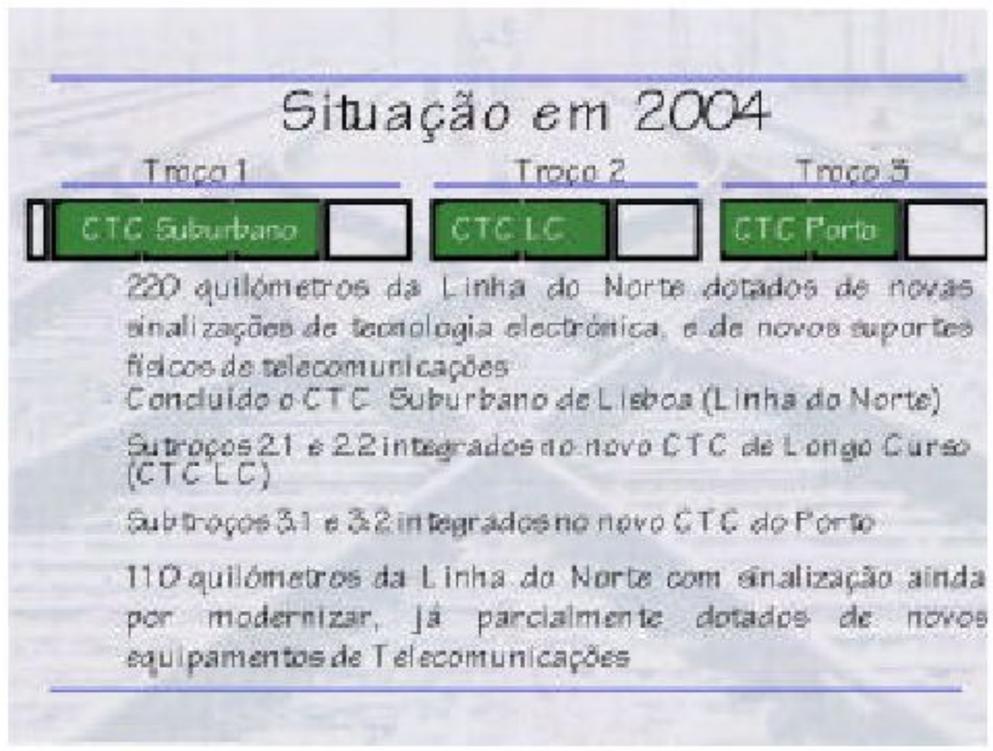
Projectos em curso

Os dados mais relevantes dos projectos em curso são os seguintes:





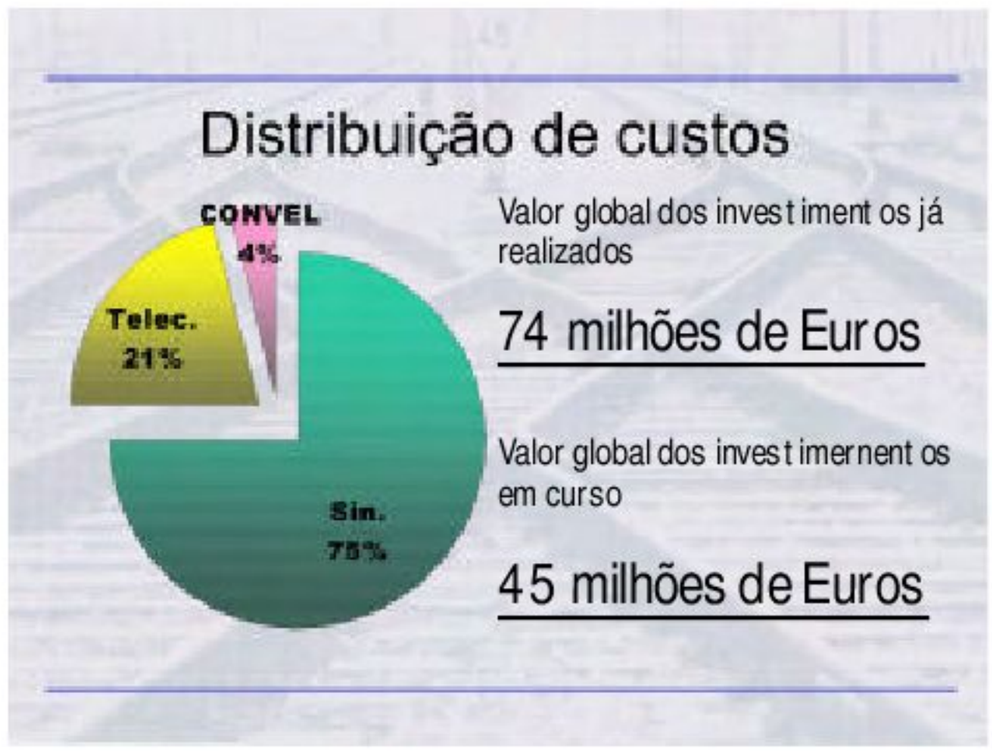




Resulta claro que apesar do esforço desenvolvido ao longo de uma década, em 2004 ainda estarão em serviço em cerca de 1/3 da Linha do Norte Sistemas de sinalização que já excederam largamente o seu tempo de vida, pelo que importa encontrar soluções que visem acelerar a substituição dos sistemas obsoletos com particular enfoco desde logo no troço Ovar – Gaia face ao seu carácter suburbano.

Custos do projecto

No que respeita à componente financeira, e como se pode visualizar no gráfico abaixo, o valor global dos investimentos já realizados ascende a cerca de 74 milhões de Euros , cabendo a fatia maior à sinalização e CTC (70%), 26% às telecomunicações e apenas 4% ao CONVEL. Os investimentos em curso representam um esforço financeiro de cerca de 45 milhões de Euros sendo a sua repartição idêntica.



Situação em 2004

Concluído o investimento em cinco dos nove subtroços em que inicialmente a Linha do Norte foi subdividida, o resultado dos investimentos em Sinalização e Telecomunicações pode ser assim resumido:

O investimento foi financiado pelo estado Português e pela Comunidade Europeia através do fundo de Coesão no subtroço 1.1 e pelo DG TREN nos restantes subtroços.

Interfaces Rodo-Ferroviárias em Estações e Apeadeiros da Linha do Norte e respectivas Acessibilidades

Eng. Manuel Gil - Responsável Operacional do Troço 1- REFER

Introdução

Numa óptica distinta de abordagem do problema e alterando todo o conceito inicial subjacente ao Projecto de Modernização da Linha do Norte, foi decidido que na consolidação dos projectos das Estações e Apeadeiros ou no desenvolvimento de novas Instalações, como é o exemplo da futura Estação de Vila Franca de Xira Norte, em fase de desenvolvimento de projecto de detalhe e que será objecto de análise pormenorizada mais à frente, seriam também integradas as necessárias interfaces rodo ferroviárias, envolventes das instalações referidas, e obviamente o tratamento adequado das acessibilidades àquelas infraestruturas, beneficiando / potenciando as vias existentes ou propondo a criação de novas acessibilidades rodoviárias para garantia do completo equilíbrio do sistema.

Assim, numa fase embrionária do processo, antes do arranque dos respectivos projectos e após recolha de toda a informação disponível, designadamente junto dos Órgãos Autárquicos, foram realizados Estudos Preliminares de Base, para cada instalação, considerando o seguinte conjunto de princípios e objectivos gerais de ordenamento:

• Aumento da acessibilidade;

• Compatibilização de cada uma das interfaces com as malhas urbanas envolventes e com o futuro desenvolvimento urbanístico;

• Desenvolvimento das interfaces nas suas diversas componentes modais, de forma equilibrada e ajustada às suas funções;

• Melhoria significativa da qualidade e funcionalidade de todo o sistema.

Subjacente a estes objectivos está o pretendido aumento da procura ferroviária, com:

• Manutenção da repartição modal existente no acesso às Estações/Apeadeiros ou,

• Reforço do peso dos Transportes Públicos de rebatimento sobre o caminho de ferro.

Consequentemente a partir da compilação de todos os elementos e informações recolhidas e dos princípios e objectivos atrás citados, foram elaboradas propostas de intervenção, para cada Estação ou Apeadeiro da Linha do Norte, o mais ajustadas e realistas às condições envolventes de cada uma, as quais serão desenvolvidas em projecto de detalhe conjuntamente com os projectos das diversas especialidades

Metodologia de Abordagem

A metodologia seguida, para a realização dos Estudos Preliminares de Base, atrás referidos, assenta basicamente nos seguintes pontos:

• Levantamento da situação existente (bases cartográficas, PDM's, planos ou projectos já aprovados, reconhecimento dos locais);

• Estrutura do sistema de transportes existente na área envolvente, com especial incidência no conhecimento das componentes ferroviária e rodoviária existentes;

• Caracterização dos usos dos solos afectos ou a afectar às envolventes das Estações/Apeadeiros e a eventuais futuras vias de comunicação rodoviárias de acesso àquelas infraestruturas;

• Identificação dos sentidos de circulação rodoviária envolventes das Estações/Apeadeiros;

Para além destes pontos e para cada uma das Estações/Apeadeiros foram também tidos em consideração os encaminhamentos de entradas e saídas de passageiros dos cais de embarque e sua ligação ao exterior das instalações ferroviárias.

Futura Estação de Vila Franca de Xira-Norte

Um caso paradigmático desta nova abordagem do problema é a futura Estação de Vila Franca de Xira, a localizar a norte do actual Apeadeiro de Castanheira do Ribatejo e cujo projecto de detalhe se encontra em desenvolvimento.

Esta futura Estação insere-se na denominada "Linha da Azambuja" de características de um serviço ferroviário suburbano.

Face à localização da futura Estação e do respectivo Edifício de Passageiros, sobrelevado às linhas, numa zona liberta de construções (FIG.1) e ao conceito inerente ao projecto que assenta numa futura quadruplicação entre as Estações do Oriente e Azambuja, os Estudos de Base apontaram claramente para uma solução que considera a existência de 2 interfaces, uma de cada lado da futura Estação (FIG.2).

Fig. 1 - Localização da futura Estação de Vila Franca de Xira-Norte

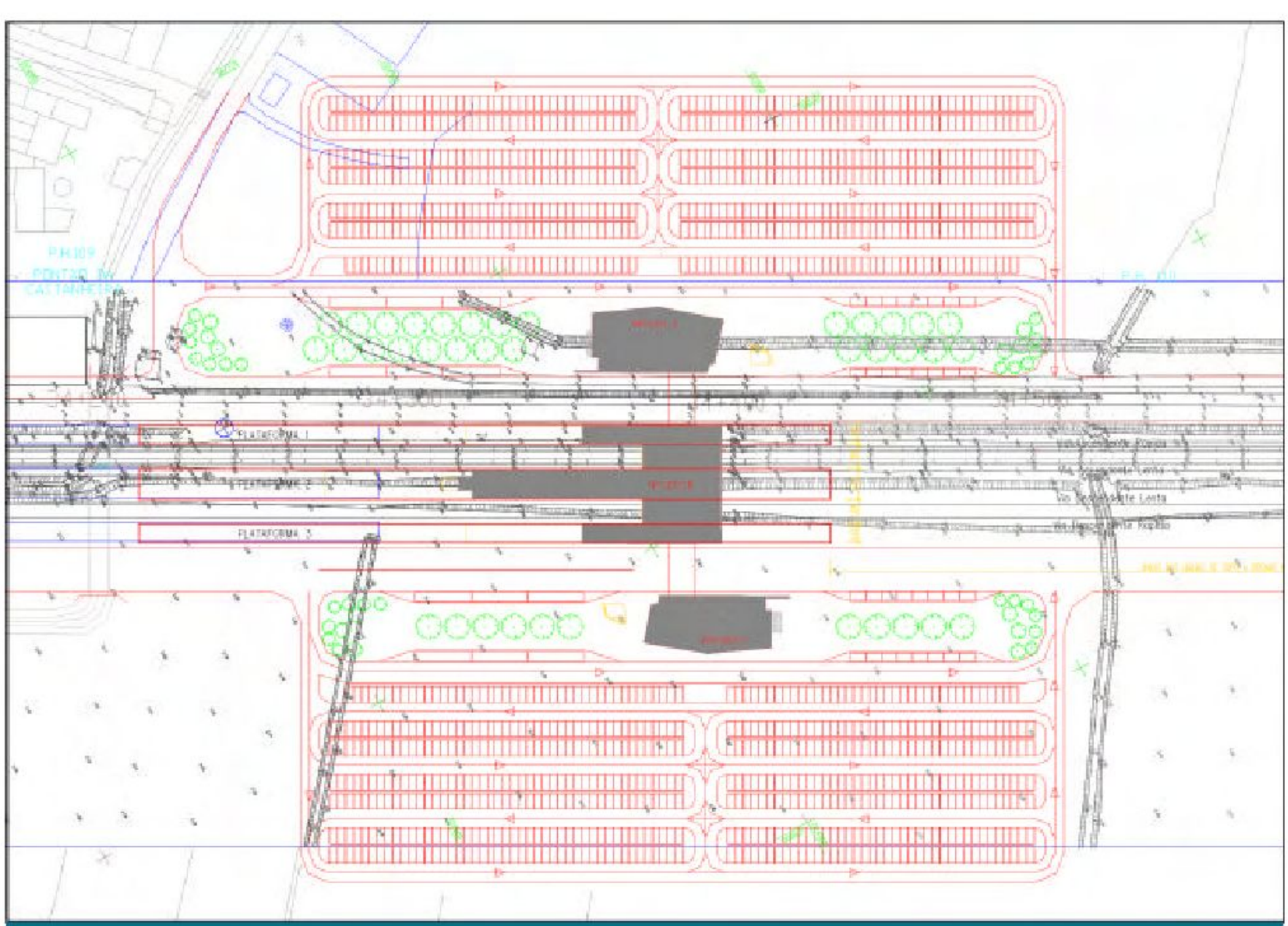


Fig. 2 - Interface na Estação de Vila Franca de Xira-Norte

Na base desta proposta e embora a actual pressão urbanística e o constante do PDM, esteja do lado poente do caminho de ferro, face aos congestionamentos de tráfego e às deficientes acessibilidades à futura estação e às dificuldades no seu melhoramento, houve uma clara intenção de procurar encontrar alternativas que canalizassem o tráfego rodoviário de outra forma diversificando a oferta actual e garantindo uma boa acessibilidade ao modo de transporte ferroviário, quer em termos de segurança quer em termos de fluidez.

Também pela análise da morfologia do terreno adjacente à nova Estação admitiu-se a existência, do lado nascente, de condições privilegiadas para o acolhimento dos transportes colectivos e individuais, sendo no entanto necessária a criação de infraestruturas rodoviárias de acesso à futura interface.

Assim foi também considerada a construção de uma via paralela ao caminho de ferro, do seu lado nascente e com cerca de 5 Km de extensão, entre a actual Passagem Superior Rodoviária de Povos, na saída norte de Vila Franca de Xira e uma futura Passagem Superior ao caminho de ferro a construir junto à Estação do Carregado, para encerramento da PN rodoviária, ficando assim interligada toda a malha viária envolvente da Estação e garantidos os necessários e vitais acessos às interfaces referidas.

Este conceito global das duas interfaces esbatece-se na realidade, embora virtual dada a separação que a linha férrea impõe, de apenas uma interface estruturada à volta da Estação, nomeadamente do seu núcleo constituído pelo Edifício de Passageiros, com uma boa acessibilidade rodoviária.

É de referir também que no dimensionamento das interfaces e com base nos elementos e informações recolhidas junto de todas as Entidades, foi considerada, para cada uma delas, capacidade para:

- 6 lugares para Transporte Público;
- 8 lugares para Táxis;
- 12 lugares destinados ao "Kiss and Ride";
- 460 lugares para veículos individuais.

Face à dimensão dos parques de estacionamento, que têm obviamente em consideração a futura procura expectável, prevê-se uma construção faseada no tempo mas assente no principio básico que é a envolvente da Estação, pelo que, numa 1ª. fase, os dois pólos, se bem que fiquem operacionais, terão uma área de ocupação menor (FIG. 3).

Conclusões

Esta nova filosofia se pretende cativar/chamar os utentes para o caminho de ferro pretende também incutir uma nova cultura de transportes mostrando que os diferentes modos, e nomeadamente o ferroviário e o rodoviário, se são concorrenciais em bastas circunstâncias também devem e podem ser encarados, cada vez mais, como complementares e sê-lo efectivamente não só em situações como a do caso apresentado, de características muito especiais dado estar situada na zona suburbana de Lisboa, mas também no geral das Estações e Apeadeiros da Linha do Norte, constituindo-se como um verdadeiro sistema integrado de transportes com todos os benefícios daí decorrentes para as populações.

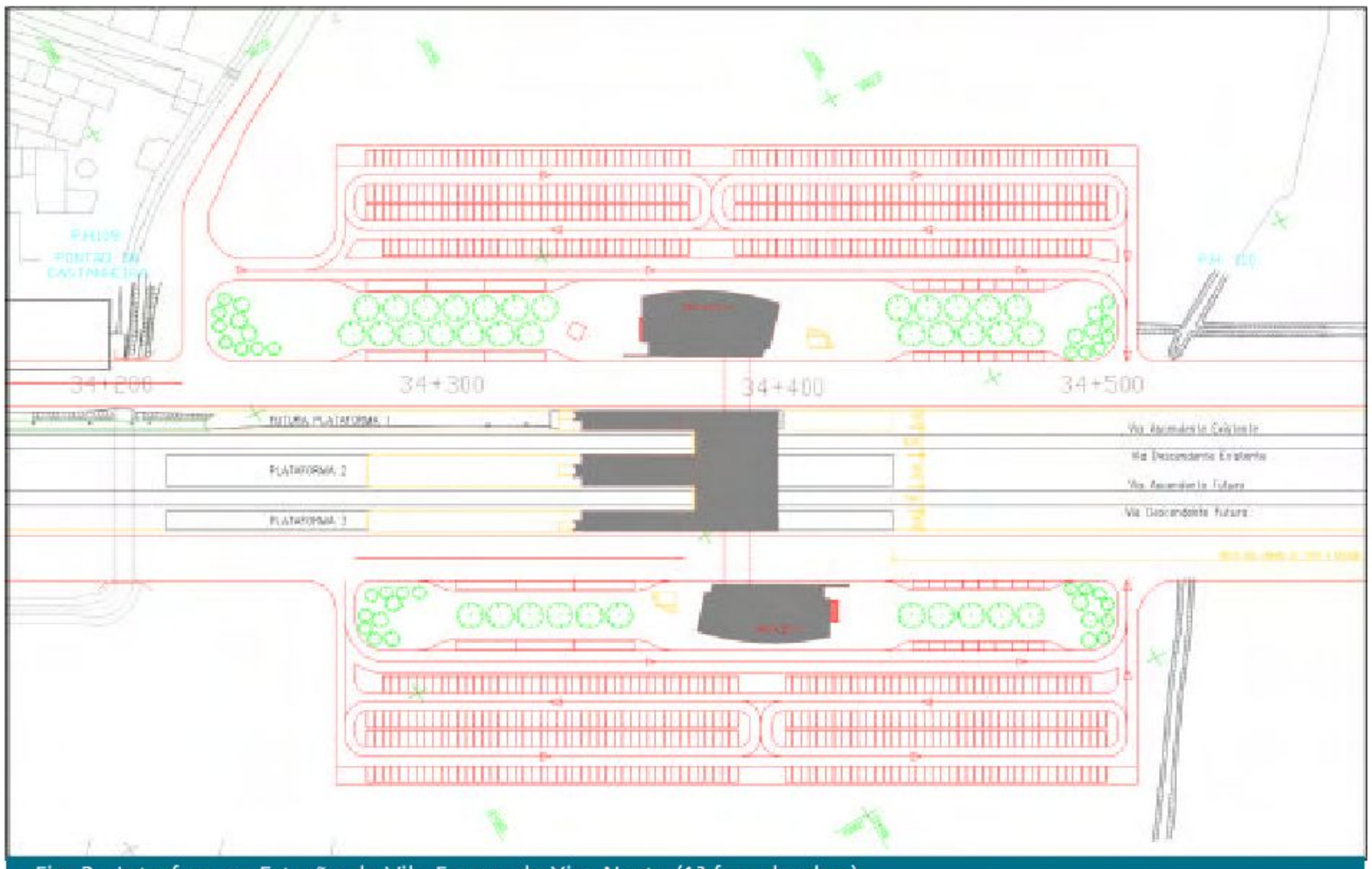


Fig. 3 - Interface na Estação de Vila Franca de Xira-Norte (1ª fase da obra)

LN - A Gestão de Obras Ferroviárias

Eng. Daniel Gonçalves - Responsável Operacional do Troço 3 - REFER

0 - Introdução

A obra ferroviária deve ser encarada como fruto de uma longa e complexa estratégia desenvolvida pela equipa da LN, como resposta a um objectivo superior de gestão. Nesta estratégia participam além da LN, a Equipa de Assessoria e Gestão e a Exploração.

Neste âmbito definem-se prioridades, modos de intervenção e simultaneidade de intervenções. Fazem-se ainda estudos de capacidade, fixam-se os lay-out definitivos e negoceia-se a perturbação admissível com o operador: capacidade mínima, perdas de tempo por afrouxamentos, enfim as Regras de Circulação.

De seguida e para cada obra específica, estabelecem-se as metodologias de execução, os requisitos técnicos a incorporar nos cadernos de encargos, a estratégia concursal e a arquitectura de gestão a adoptar, que inclui a definição do modelo de fiscalização e as políticas de qualidade, segurança e acompanhamento ambiental.

No presente artigo, abordam-se apenas alguns aspectos particulares relevantes na área do projecto e na gestão do empreendimento.

1 - O Projecto

Como resultado de uma decisão (ou por vezes para a sua fundamentação), o processo de investimento passa pela fase de projecto. Ora o projecto ferroviário tem características próprias que o distinguem de outros projectos. No caso de obras novas podemos assinalar:

• O projecto integra várias especialidades intrínsecas ao caminho de ferro, cuja perfeita coordenação e sintonia são imprescindíveis, sob pena de graves falhas; é o caso da via, catenária, sinalização, telecomunicações, controlo de velocidade...

• As especificações técnicas das especialidades comuns (plataforma de via, obras de arte ..), obedecem a requisitos especiais;

• O projecto tem ainda de integrar nos seus parâmetros o tipo de equipamento e a exploração pretendida polo operador;

Restam assim fora das especialidades ferroviárias o movimento de terras, as drenagens, os estudos hidráulicos e os edifícios.

No caso de uma modernização, além das especificidades referidas, o projecto tem de integrar um novo requisito: garantir a sua exequibilidade, mantendo a exploração ferroviária em moldes pré-definidos (garantindo-se determinada capacidade e limitando a perda de tempo devida às obras).

Não vou abordar a problemática do projecto, dos problemas associados ao n.º de especialidades e dos inúmeros intervenientes internos e externos à empresa (é normal existirem dezenas de contratos de serviços, que vão interferir em termos de qualidade final) cuja coordenação é só por si complexa.

Referirei apenas algumas particularidades relevantes do projecto, no caso da modernização:

• No aspecto construtivo devem ser contempladas soluções adequadas ao modo como a obra foi planeada e faseada;

• O saneamento da plataforma, sempre que necessário, deve ser cuidadosamente projectado e planeado tendo em vista a sua exequibilidade em VUP, e em fins de semana;

• Os materiais e as metodologias de tratamento devem ter especificações adequadas;

• A segurança ferroviária e da obra em geral obriga a prever disposições particulares;

• A qualidade em geral e os estudos ambientais são vectores a ter sempre presentes em qualquer obra ferroviária e nestas em particular;

O projecto é sem dúvida um dos grandes condicionantes da gestão da futura obra. Deve ser feito sempre um grande esforço na qualidade do mesmo, já que qualquer alteração futura gera por norma consequências gravosas.

2 - Gestão do Empreendimento

Neste capítulo entende-se como Gestão a coordenação e supervisão do conjunto de actividades (construção, fiscalização, assessoria), destinadas à implementação de um projecto.

Em termos práticos a gestão do empreendimento envolve as seguintes actividades:

1ª Linha:
- Expropriações;

- Construção;
- Fiscalização;

2ª Linha:
- Gestão financeira;
- Gestão da exploração e segurança;
- Planeamento e apoio de engenharia;
- Gestão contratual,
- Assistência técnica;

A supervisão geral é assegurada pela LN, com o apoio de uma equipa de assessoria geral.

As actividades de construção são da responsabilidade de empreiteiros e são reguladas por contratos. Por regra, a intervenção num troço de linha é garantida através de várias empreitadas que classificaremos de preparatórias (construção de variantes, eliminação de PN's por construção de PD´s e caminhos de ligação, construção dos edifícios de sinalização e telecomunicações, construções para criação de alternativas a serviços ferroviários existentes que serão afectados com a obra geral entre outras) onde se inclui também a empreitada de sinalização para possibilitar o estabelecimento de VUP's e da chamada empreitada geral de construção civil, via e catenária.

A empreitada geral e a empreitada de sinalização que em termos práticos coabitam temporalmente, são programadas a nível central por forma a que as actividades críticas em termos de exploração (VUP's) estejam desfasadas nos vários troços em obra.

A riqueza do processo advém dos inúmeros contratos e protocolos não programados e dos factores já muito conhecidos que estragam as barras das programações já estabelecidas, tais como:

- Novos projectos, sendo os mais vulgares na área de eliminação de PN's;

- Protocolos de que resultam novas responsabilidades de projectos e/ou construção;

- Falhas nos projectos de engenharia;

- Problemas associados às expropriações e que na prática resultam em não estarem os terrenos disponíveis para as obras;

- Problemas associados à logística do fornecimento de materiais de via;

- Problemas na obtenção dos períodos de interdição e cortes de tensão;

2.1 - Fiscalização

As actividades de fiscalização são reguladas por contratos de prestação de serviços e iniciam-se normalmente com os primeiros contratos de construção, podendo mobilizar em alguns casos até 4 dezenas de elementos.

Tal como no caso da construção, também a fiscalização se decompõe em contratos parcelares e por fim no contrato para a obra geral (incluindo-se aqui a sinalização);

O facto destas equipas entrarem em cena numa fase do processo já avançada, vai restringir a sua actuação à fase de construção e fecho da obra.

As actividades da fiscalização são as habituais, com algumas particularidades em termos de:

- Segurança. É a fiscalização que assume a figura do Coordenador Geral de Segurança e gere todo o processo de segurança da empreitada;

- Qualidade. A fiscalização tem a responsabilidade de implementar um sistema de garantia da qualidade e em simultâneo estar presente nos trabalhos de maior responsabilidade, garantindo a execução da obra.

- Ambiente. Compete à fiscalização a implementação de um sistema de controlo ambiental, tendo ainda a responsabilidade da sua monitorização.

2.2 - Equipa de Gestão Central

Convém aqui recordar que toda a actividade de pré-construção é desenvolvida por esta equipa, nomeadamente:

- Planeamento geral, em estrita ligação com a exploração;

- Preparação dos cadernos de encargos, condições técnicas e demais documentação dos concursos;

- Concretização dos processos concursais;

Na fase de construção as principais tarefas são:

- Apoio na preparação das minutas contratuais;

- Controlo financeiro dos contratos;

- Coordenação da área técnica com ligação aos projectistas e às diferentes áreas da REFER;

- Coordenação dos pedidos de interdição, afrouxamentos e grandes interdições,

- Apoio na logística dos materiais;

2.3 - LN

A actividade da LN reside fundamentalmente na supervisão geral do processo e na resolução dos problemas que inevitavelmente vão surgindo.

A sua actuação passa, em caso de necessidade, por assumir as responsabilidades que em determinada fase do processo possam estar "em vazio", quer sejam de gestão ou de fiscalização, incluindo a segurança.

Em situação normal, a sua acção passa pela supervisão dos contratos de fiscalização e de assessoria, interface com a REFER (Exploração, ZOC's, Engenharia ..) e organismos oficiais.

Para se ter uma ideia direi que a totalidade dos contratos com entidades exteriores à empresa podem atingir várias dezenas por Subtroço e só na obra geral podem atingir-se várias centenas (quase milhar) de trabalhos a mais e a menos.

Paralelamente são geridas as reclamações contratuais e as derivadas da actividade construtiva, incluindo expropriações e são prestadas informações sobre o projecto aos clientes internos e a entidades externas.

Acresce a tudo isto informações sobre viabilidade construtiva da responsabilidade de particulares (sempre na ordem de uma centena / ano no caso do troço 3).

Todo este trabalho é produzido mantendo a rotina burocrática normal.

Nota final

Penso que existe a percepção da estrutura complexa que é necessário gerar para implementar uma obra ferroviária, assim como o tempo que decorre até a sua conclusão. Mais do que noutras áreas da engenharia, o sistema ressente-se com alterações, mudanças de estratégia, adiamento de decisões. É também neste âmbito que devem ser percebidas as derrapagens das obras ferroviárias.

Tecnologia SSI na Linha do Norte

Evolução em Portugal do Sistema de Sinalização SSI (Solid State Interlocking)

Eng. Fernando Montanhez - Dimetronic

1. Introdução

O sistema SSI (Solid State Interlocking) é um encravamento baseado em micro processadores, concebido pela British Railways Research and Development Division em Derby e desenvolvido juntamente com as empresas britânicas do sector de sinalização, Westinghouse Signal Limited e GEC Limited.

O protótipo deste tipo de encravamentos foi instalado em Leamington Spa (Midland Region of British Railways) no ano 1985. A partir dessa data passou a equipar várias instalações do Reino Unido, e de outros países como a Austrália, Indonésia, Irlanda, África do Sul, Hong Kong, Corea, Espanha e Portugal.

Foi no ano de 1991 que o consórcio **DIMETRONIC / WESTINGHOUSE**, companhias pertencentes ao grupo internacional **INVENSYS**, colocou em serviço, no Porto, a primeira instalação do tipo SSI pertencente à Rede Portuguesa.

Este primeiro sistema baseava-se, para a realização do "software" de encravamento, nos princípios de sinalização da British Railways, sendo alguns dos equipamentos de via como sinais, motores de agulha, armários de via, etc. adaptações dos respectivos equipamentos de origem espanhola ou britânica.

A partir desse momento e verificada a eficácia e a versatilidade demonstrada pelo Sistema SSI, a **REFER** decidiu a sua standardização e aplicação a grande parte da Rede. Desta forma, constitui-se um grupo de estudo com técnicos de ambas as partes, com vista à respectiva definição e forma de implementação tanto do software do SSI (reflectindo os princípios de sinalização portugueses e, inclusive adaptando alguns deles), como da normalização dos equipamentos de via. Assim, toda a programação de dados do SSI, foi refeita nesse sentido.

Paralelamente a este processo e devido, tanto à mudança dos normativos nacionais e internacionais como aos requerimentos surgidos na sequência da implementação de novas instalações em Portugal, tem sido necessário realizar novos desenvolvimentos ou adaptações, cujo resultado é o actual sistema SSI. Como consequência destes factos foi possível sinalizar com este sistema mais de 500 km de via ferroviária em Portugal, sendo de 72 o número de cubículos dos encravamentos instalados ou contratados para os próximos 2 anos.

2. História dos projectos SSI mais significativos em Portugal

2.1 – Na Linha do Norte e Porto (Campanhã –V.N. de Gaia)

Porto Fase I.
A instalação foi colocada em Serviço no ano 1991, tendo abrangido o troço Campanhã – Gaia, contendo os interfaces com os sistemas instalados em Campanhã Norte, S. Bento e Gaia.

Estação de Souselas.
O Projecto abrangeu a sinalização da estação de Souselas, o bloco interpostos entre as estações de Pampilhosa e Coimbra, o controlo independente da área de manobras de apoio à exploração do Ramal da Cimpor, o Interface com os encravamentos de relés das estações de Pampilhosa e Coimbra e a possibilidade de comando remoto desde a estação de Coimbra.
A instalação foi colocada em Serviço no ano 1994.

Sub-troço 3.1 da Linha do Norte (Pampilhosa – Quintans).
Dentro das obras de infra-estrutura para a modernização da Linha do Norte, o Projecto abrangeu a sinalização de estações e blocos interpostos, a sinalização faseada para o acompanhamento dos trabalhos de obra civil e catenária para o estabelecimento de Vias Únicas Temporárias, o Interface com o encravamento a relés de Pampilhosa e os equipamentos e rede de transmissão por fibra óptica e cabo metálico, incluindo os seguintes sub-sistemas:

- Rede telefónica de exploração.
- Sistema de informação aos passageiros.
- Sistema de sonorização.
- Redes de radio locais.
- Sistema de transmissão de dados.
- Sistema de supervisão técnica.

Incluiu a sinalização de:

- perto de 33 Km de via;
- 5 estações
- 1 Sala de encravamento com 5 cubículos SSI;
- 22 agulhas e calços motorizados;
- 114 sinais eléctricos;
- 55 circuitos de via;
- 45 contadores de eixos

Depois do desenvolvimento de diversas fases de sinalização provisórias, a instalação foi colocada em serviço por forma definitiva no ano 1999, tendo sido

colocada ao servico em Junho de 2000 a Estação Técnica da Mealhada entretanto adicionalmente contratada.

Sub- troço 3.2 da Linha do Norte (Quintans – Ovar)
Em Novembro de 2001 é assinado um contrato entre a REFER e um consorcio formado pela DIMETRONIC-WESTINGHOUSE–EFACEC para a execução de Instalações de Sinalização e Telecomunicações de carácter provisório e definitivo do Sub - troço 3.2 Quintans-Ovar (Exclusivé) da Linha do Norte.

No que respeita a sinalização, o projecto, dividido em 10 fases, tem por objecto a realização dos seguintes trabalhos ate ao final do primeiro semestre de 2004 :

a) Sinalização provisória das estacões de Aveiro, Cacia, Estarreja, Estarreja Amoníaco , Valega e Ovar, por forma a assegurar a exploração de Vias Únicas Temporárias e Permanentes durante as diferentes fases de evolução das obras de construção civil, via e catenária. Estes trabalhos incluem a alteração de alguns dos actuais postos a reles dotando-os com a capacidade de exploração em regime de bloco interpostos de contravia.

b) Instalação de um posto de sinalização SSI, de caracter temporário na Estação de Estarreja para comando e controlo da exploração entre as Estações de Cacia e Ovar.

c) Instalação de um Posto de Sinalização SSI definitivo na Estação de Aveiro para comando e controlo da exploração desta Estação, das estações de Cacia, Estarreja, Estarreja Amoníaco, Válega e dos respectivos troços de plena via colaterais.

d) Manutenção das condições de anúncio de sentido normal e implementação de anúncios de contravia às PN's existentes neste sub-troço até à sua supressão.

e) Realização de todos os trabalhos necessários para permitir a integração destas instalações definitivas de sinalização no futuro CTC do Porto (a sediar na Estação de Contumil).

Em Dezembro de 2001 colocaram-se já ao serviço as alterações integrantes da fase 1 deste contrato, basicamente as seguintes:

- Implementação, no Posto a Reles de Aveiro e na respectiva Mesa de Comando, das condições de estabelecimento de bloco interpostos em contravia com a Estação de Quintans.

- Alteração do encravamento SSI da Estação de Concentração de Mogofores complementando, tanto a sua zona de influencia, estendendo-a ao trajecto entre Quintans e Aveiro, como a sua capacidade no que se refere a possibilidade de estabelecimento de bloco interpostos em contravia com a Estação de Aveiro.

2 – Na rede ferroviária a norte do Porto

Porto FASE II.

Incluiu a sinalização das estações de Campanhã topo norte, Contumil, o bloco automático banalizado no trajecto Campanhã – Ermesinde e a actualização e integração do encravamento SSI existente no topo sul de Campanhã.

A obra foi realizada num prazo de 12 meses, colocando-se em serviço no ano 1999.

Porto e Norte FASE III (Projecto em fase de execução).
Este Projecto inclui a adaptação da sinalização SSI actual para um novo "Layout" de vias entre o topo norte da estação de Campanhã e Contumil, a sinalização das estações e bloco automático banalizado entre as estações de Ermesinde e Cete na linha do Douro, Ermesinde e Lousado – Santo Tirso na Linha do Minho, sinalização da Linha de Leixões e a implementação de um novo Centro de Controlo de Tráfego (CTC).
A Colocação em Serviço será progressiva, prevendo-se que a totalidade do projecto entre em serviço em 2002.

2.3 – Na zona sul e leste da rede da REFER

Projecto SISSUL (Sistemas Integrados de Sinalização do SUL).
Este projecto incluiu a sinalização de mais de 300 Km de via tendo tido colocações ao serviço entre os anos de 1994 e de 1998, quando entraram em serviço CTCs de Setubal e Entroncamento.

Linha de Sines
Este projecto em fase de execução abrange a zona entre Ermidas do Sado e o Porto de Sines incluindo a sinalização de mais de 60km de via.
A colocação em serviço destas instalações está prevista para Março de 2002.

2.4 – No Metropolitano de Lisboa

Projectos dos Parques de Material e Oficinas do Metropolitano de Lisboa PMO III e PMOII
As instalações da sinalização dos Parques de Oficinas II e III do Metropolitano de Lisboa, foram colocadas em serviço respectivamente nos anos de 1993 e de 1998

3. Dados gerais sobre os Projectos realizados em Portugal com tecnologia SSI

Resumindo, os seguintes dados totais servem como elemento esclarecedor da importância que este Sistema tem adquirido em Portugal:

• Número de cubículos SSI instalados ou previstos	72
• Número de módulos de transmissão de dados (DLM)	2.584
• Número de módulos de controlo de sinal (SM)	2.156
• Número de módulos de controle de agulha (PM)	406
• Número de circuitos de via controlados	1.692
• Número de agulhas ou calços motorizados e controlados	793
• Número de sinais eléctricos controlados	1.642
• Número de armários de via instalados	1.485
• Número de passagens de nível controlados	86
• Total de itinerários comandados	3.568

4. Considerações sobre desenvolvimentos ou aplicações futuras do sistema SSI em Portugal.

4.1 Módulos de transmissão de dados em fibra óptica.

Este tipo de módulo de transmissão de dados está actualmente em curso de desenvolvimento e permitirá de futuro vantagens significativas na aplicação do sistema SSI. Permitirá a ligação entre os equipamentos centrais SSI e os módulos funcionais de via locais, através de um par dedicado de condutores de um cabo de fibra óptica. Deste modo é aumentada a capacidade de transmissão de dados em distância assim como a imunidade a ruídos eléctricos quer induzidos em sistemas de tensões de alimentação de tracção a 25 Kv AC 50 Hz quer por descargas atmosféricas.

4.2 Terminais Técnicos baseados em tecnologia PC.

Está previsto o desenvolvimento de um sistema baseado em PC´s comerciais para assegurar as funções de Terminal Técnico que ligado ao encravamento central SSI funciona como terminal de diagnóstico tanto para a manutenção do sistema como para funções de ensaio e de colocação ao serviço das instalações. Este sistema substituirá o actualmente baseado em tecnologia de "bus" STD.

4.3 Registador de dados SSI.

Este registador constitui um equipamento importante, tendo em vista que o sistema SSI é um sistema de segurança crítico. São por ele registados os dados tratados pelo sistema não só para futura análise, sempre que necessário, como também para ajuda às funções de manutenção. A informação registada pode ser obtida em relatórios que podem ser utilizados como prova em acções de procedimentos legais.

4.4 Ferramenta de desenvolvimento de dados geográficos.

Esta ferramenta de desenvolvimento de dados de segurança SSI, tendo sido já desenvolvida, encontra-se em constante adaptação às características específicas dos princípios da sinalização Portuguesa.

5. Perfil das empresas fornecedoras

Todas as instalações portuguesas, com tecnologia de tipo SSI, tem sido projectadas, instaladas, testadas, colocadas em serviço e mantidas pelas Companhias DIMETRONIC Signals e WESTINGHOUSE Signals, empresas espanhola e britânica respectivamente, que fazem parte da Divisão INVENSYS Rail, que são propriedade do Grupo INVENSYS plc. registada em Inglaterra. As duas empresas formam consórcio em Portugal para a realização de contratos de Sinalização Ferroviária.

A DIMETRONIC Signal, tem a sucursal DIMETRONIC Portugal que mantém escritórios em Setúbal, Lisboa, Aveiro e Porto, estando dotada com pessoal técnico português, altamente experiente e capacitado para a realização e execução de todos os trabalhos relacionados com a implementação de sistemas de Sinalização.

Meio de transporte de pessoas para subir colinas, com trajectória livre e inclinação acentuada e variável

Prof. Dott. Ir. Lieuwe Op't Land - Arquitecto-Engenheiro

Introdução

Nesta época que vê os transportes das pessoas e mercadorias crescer em volume, internacionalizar-se, estabelecer novas interfaces e aumentar de velocidade, parece uma singularidade apresentar uma ideia para transportes de pequeno volume, de vocação local e de baixa (se não baixissima) velocidade.
Mesmo assim a proposta tem a sua razão de ser para a visita, turistica ou não, de sítios carregados de história e de curiosidade que, na maioria dos casos estão situados em cima de colinas, como por exemplo o castelo de S. Jorge em Lisboa e o Palácio da Pena, em Sintra. Sem esquecer que concorre para quebrar o isolamento contribuindo para os manter com vida. Os sistemas de transporte tradicionais, tais como o automóvel, o autocarro, o trenó-cremalheira, o funicular, o teleférico e o elevador (eventualmente oblíquo), apresentam particulares deficiências: de capacidade, de frequência, de parqueamento ou de degradação do ambiente.

Pensamos que vários destes inconvenientes são ultrapassáveis com o sistema do "carro trepador". Não entramos em pormenores técnicos e ambientais, que são variáveis para diferentes situações, limitando-nos a ilustrar as suas principais características.

Descrição

O sistema consiste na utilização de viaturas individuais e autónomas, que circulam num trajecto verticalmente muito flexível, enquanto o piso da viatura mantém a posição horizontal em cada local do trajecto, que fazem curvas à vontade como o carro eléctrico de cidade, que podem passar na horizontal por cruzamentos de estradas e subir os vários declives que se encontram nas encostas de colinas segundo a ondulação natural do terreno.

Para que o sistema funcione conforme acima se descreve, os rodados posteriores (B) têm uma bitola mais larga do que os rodados anteriores (A) e apoiam-se nos carris A e B, com bitolas correspondentes. Os dois sistemas de carris têm perfis longitudinais idênticos mas deslocados horizontalmente um em relação ao outro, de uma distância (D) igual à distância entre os rodados A e B, o que determina que o pavimento do carro se mantenha perfeitamente horizontal independentemente de qualquer diferença de inclinação que se encontre no trajecto. Para evitar uma longa exposição sobre o assunto, tratamos somente o caso do funicular por comparação com o sistema proposto do "carro trepador".

Particulares

Observações gerais:
– o T tem lugares de comando nas duas extremidades do carro para ir e voltar
– o T pode situar-se em tunel
– o T pode cruzar horizontalmente ruas e estradas
– o T tem tracção às 4 rodas, com motor eléctrico ou a diesel
– o T dispõe de roda dentada e cremalheira para os tramos inclinados
– a cremalheira exige estudo técnico aprofundado.

Comparação do carro trepador (T) com o Funicular (F)

1 – o T é adaptável aos diferentes declives ao longo do itinerário, enquanto o F só se apresente em linha recta a inclinação única.

2 – o T segue a ondulação do terreno em declive, o que o F não pode fazer.

3 – o T é capaz de fazer curvas em planta como os carros eléctricos de cidade, enquanto o F. não pode fazer o mesmo.

4 – o T permite a utilização de tramos horizontais para paragens e para atravessamento ou cruzamento de ruas com piso plano e sem obstáculos. o F não permite atravessamento por razões dos cabos e da inclinação.

5 – o T tem viaturas singulares e independentes em número indeterminado, o F tem só duas viaturas ligadas pelo cabo; uma das quais sobe enquanto a outra desce.

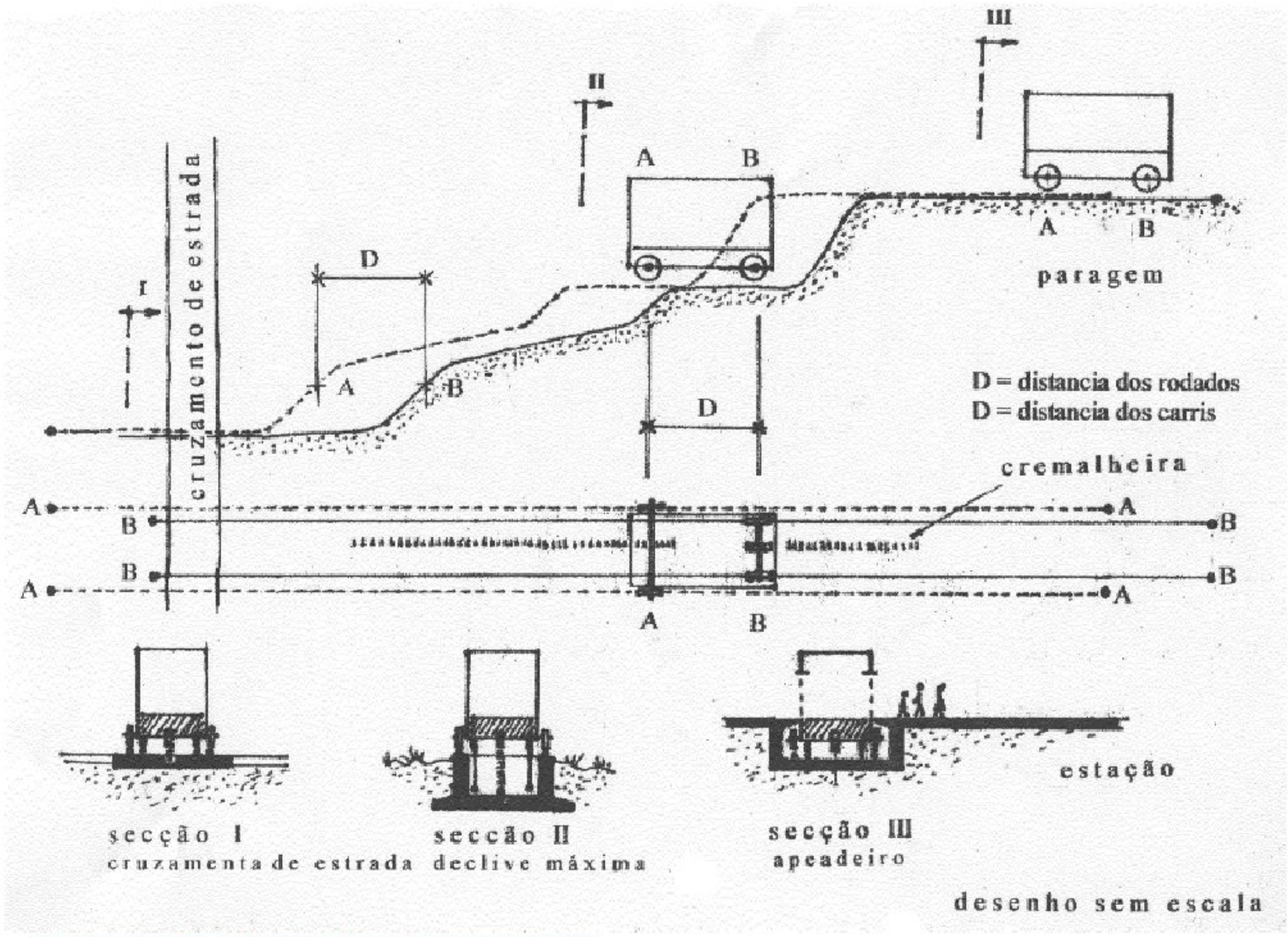
6 – o T pode, no cume do percurso, descer em outra direcção. É precisa uma manobra de inversão da viatura, pois que a posição da viatura relativa ao declive deve ser sempre a mesma; o F nunca pode descer em outra direcção.

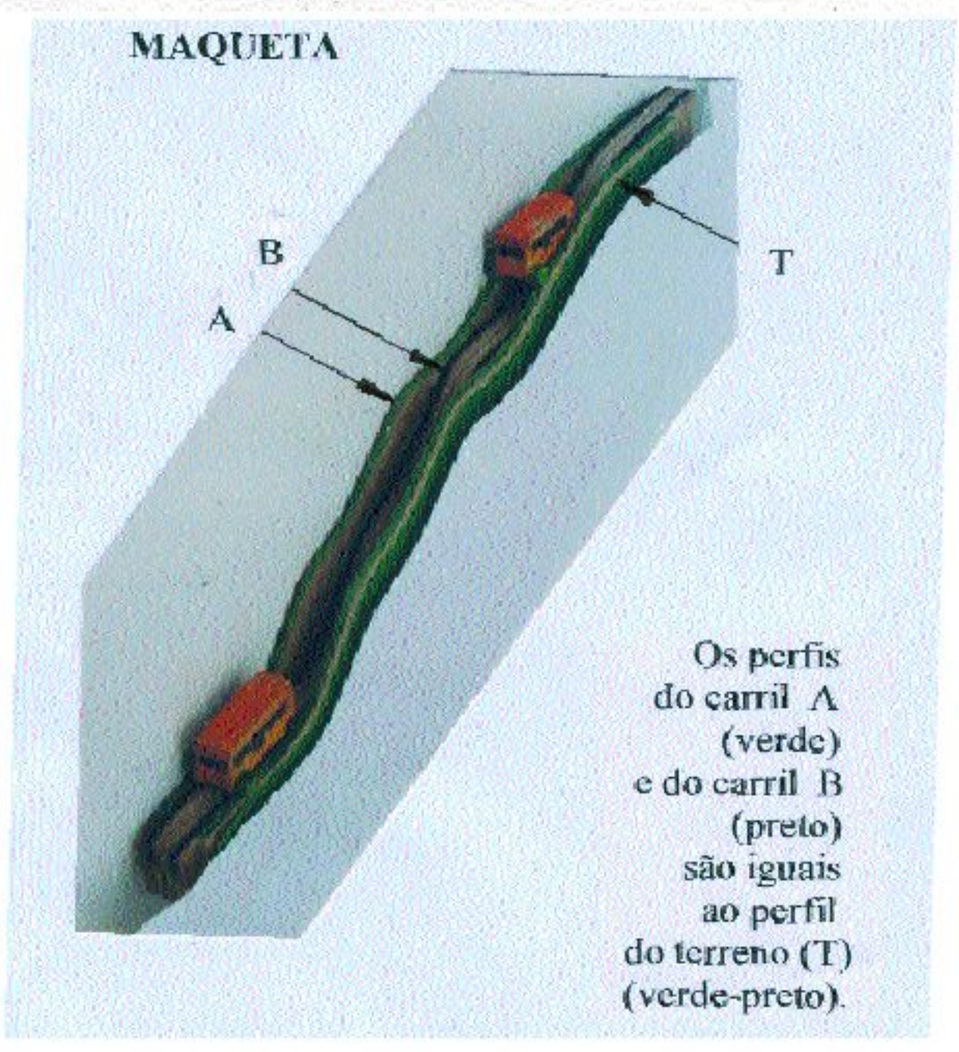
7 – o T tem piso plano, enquanto o F precisa de degraus dentro da viatura e para o apeadeiro.

8 – o T pode eventualmente continuar além dos terminais, o F tem terminais determinados no projecto.

9- o T tem motores individuais nas várias viaturas, o F tem um motor só no terminal para as duas viaturas.

Esquema Funcional do Sistema do Carro Trepador





Nota Final

Agradeço muito ao Eng.º Arménio Matias ter-me permitido utilizar o espaço desta respeitável revista para apresentar o meu projecto a um público qualificado de insignes profissionais.

Todavia, tratando-se de projecto com implicações inter-disciplinares, haverá muitos pormenores que não são cobertos por esta apresentação. Foi entregue um depósito de patente no INPI, no dia 03-05-01, registada com o nº 9713.

Será necessário um estudo de aprofundamento técnico e organizativo em colaboração com engenheiro especialista na matéria. Fico disponível para mais informações.

Lieuwe Op't Land
<lieuwe@clix.pt>

Alcatel Altrac/ETCS - Um único Sistema de Controlo de Circulação Ferroviária para viajar entre as cidades europeias.

uma Europa unida e única, não basta a moeda única. É necessário também um único Sistema Europeu de Controlo de ulação Ferroviária (European Train Control System - ETCS). Porque esta ideia foi por nós, Alcatel Divisão de Automação de sportes, entendida há já muito tempo, fomos pioneiros no seu desenvolvimento investindo fortemente em I&D. Hoje graças à tel, encontra-se já em operação comercial na Bulgária, o primeiro sistema standard europeu Altrac/ETCS. Com este projecto, eu uma nova rede de Operadores Ferroviários: os comboios podem circular melhor, mais rápido e com mais segurança através Europa ignorando agora também as fronteiras técnicas. Se o objectivo é a obtenção de economias a longo prazo e a abilidade garantida do investimento efectuado em Sinalização Ferroviária, então a Alcatel tem uma palavra dizer. Para que o seu bcio role sobre carris... **www.alcatel.com/tas**

► TRANSPORT AUTOMATION SOLUTIONS

ALCATEL

BOMBARDIER
TRANSPORTATION

cumprir
nonstop

Resistir sempre à pressão
Superar sempre os obstáculos
Recusar sempre a complacência
Gerir bem a fadiga
Nunca recorrer a desculpas
Cumprir sempre tudo

Elevado Desempenho é apenas uma das características dos nossos comboios.

www.transportation.bombardier.com