

OBRAS DE RENOVAÇÃO DE VIA FÉRREA E MAQUINARIA PESADA UTILIZADA

RICARDO JORGE VALENTE QUIRINO

Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos do grau de
MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL — ESPECIALIZAÇÃO EM VIAS DE COMUNICAÇÃO

Orientador: Professor Carlos Manuel Rodrigues

JUNHO DE 2010

MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA CIVIL 2009/2010

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Tel. +351-22-508 1901

Fax +351-22-508 1446

✉ miec@fe.up.pt

Editado por

FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

Rua Dr. Roberto Frias

4200-465 PORTO

Portugal

Tel. +351-22-508 1400

Fax +351-22-508 1440

✉ feup@fe.up.pt

🌐 <http://www.fe.up.pt>

Reproduções parciais deste documento serão autorizadas na condição que seja mencionado o Autor e feita referência a *Mestrado Integrado em Engenharia Civil - 2009/2010 - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2009.*

As opiniões e informações incluídas neste documento representam unicamente o ponto de vista do respectivo Autor, não podendo o Editor aceitar qualquer responsabilidade legal ou outra em relação a erros ou omissões que possam existir.

Este documento foi produzido a partir de versão electrónica fornecida pelo respectivo Autor.

À minha família e amigos

A dúvida é o princípio da sabedoria

Aristóteles

AGRADECIMENTOS

Nesta nota de agradecimentos, começo por agradecer ao meu orientador na Neopul, o Engenheiro Nuno Gonçalves, que me acompanhou ao longo de toda esta experiência. Graças à sua disponibilidade e empenho para que tudo decorresse da melhor forma possível, consegui obter o máximo desta aventura. Agradeço o seu apoio durante todo este tempo, quer pelo conhecimento vasto que me foi transmitido e que me ajudou na escrita da tese, quer também pelo apoio a nível pessoal, facilitando a minha integração neste novo mundo do trabalho.

Agradeço também ao meu orientador, o Professor Carlos Manuel Rodrigues, da secção de Vias de Comunicação da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, pela disponibilidade que mostrou desde início para me acompanhar nesta nova experiência. Agradeço especialmente o empenho demonstrado para que todo o processo, nesta fase terminal do curso, decorresse da melhor forma possível, em condições que não foram as melhores dada a barreira da distância.

Um agradecimento especial ao Engenheiro Rui Vieira de Sá, da Somague, ao Engenheiro José Garcia e Engenheiro Pedro Nobre, da Neopul, pela oportunidade que me deram para viver e usufruir de toda esta experiência fantástica. Agradecer ao Engenheiro Pedro Nobre pela sugestão do tema da dissertação, que se mostrou, de facto, muito interessante.

Agradecer a todos os que me acompanharam na obra, por todo e qualquer apoio que me permitiu concluir este objectivo final da minha vida académica.

Aos meus Pais e à minha irmã, por todo o apoio que me deram desde início. Nada disto seria possível sem a força, entusiasmo e confiança que me transmitiram antes e durante o período em que estive a estagiar. Ajudaram em muito na minha adaptação a esta nova realidade.

À minha família e amigos, sem especificar ninguém, pelo apoio que me deram quando precisei e pelo apoio que, certamente, me dariam quando precisasse.

E por fim, mas não menos importante, à Ana, pela persistência e empenho demonstrado para que eu conseguisse concluir este longo trabalho. Pela força transmitida nos momentos de menor motivação e que me permitiu continuar.

Obrigado a todos!

RESUMO

A tese de mestrado que seguidamente se apresenta versa sobre as obras de renovação de via férrea.

Pretende-se com este documento transmitir ao leitor informações sobre este mesmo tema, de forma ordenada e bem estruturada, garantido uma exposição dos conteúdos de forma encadeada e lógica.

Este tema, para além do carácter geral de uma qualquer obra de renovação ferroviária, advém também do estágio realizado pelo autor, durante um período de quatro meses numa obra deste tipo, em Espanha.

Esta dissertação inicia-se com a referência às obras de renovação de via férrea, descrevendo a sua importância, nos dias de hoje, como ferramenta para a revitalização e modernização de um meio de transporte tão importante como o comboio.

Para a sua melhor compreensão são expostos os métodos construtivos utilizados neste tipo de obra. São descritas as fases de construção de vias férreas, no geral, com especial atenção para as que incorporam redes de alta velocidade.

Não se poderia deixar de fazer referência à obra onde decorreu o estágio. É feita a caracterização da mesma, onde se procura enquadrar no panorama actual das obras ferroviárias, descrevendo o processo de construção, os materiais, equipamentos e mão-de-obra, bem como os custos associados.

Para além do tema das obras de renovação de vias férreas, são também feitas referências à maquinaria pesada utilizada neste tipo de construção civil, tendo por base os equipamentos que foram utilizados na obra espanhola onde foi realizado o estágio.

Por fim, são feitas reflexões finais sobre a tese em si, o tema abordado nesta, bem como toda a experiência vivida nestes últimos quatro meses, em Espanha. Procura-se também fazer uma breve reflexão sobre o panorama actual do estado destas obras em Espanha, partindo de toda a informação que foi absorvida da experiência pessoal do autor.

PALAVRAS-CHAVE: renovação, alta velocidade, via férrea, maquinaria pesada, revitalização.

ABSTRACT

The master's degree thesis which is presented below focuses on the topic of railroad's renewal.

It is intended with this document to give the reader information about this topic, in an orderly and well-structured way, securing a chained and logic exhibition of the contents.

This theme, in addition to the general nature of any work of railroad renewal, is also based on the internship that was done by the author in a work of this kind, in Spain.

Therefore, this dissertation begins with a reference to the work of railroad renewal, describing its importance nowadays as a tool for revitalization and modernization of such an important transport mode as it is the train.

The referencing to the work where the internship took place had to be done, thus being made a characterization of it, where the author tried to fit into the current overview of the railway works describing the process of construction, materials, equipment and manpower as well as the associated costs.

Below are exposed the methods of construction used in this type of work. It's made the description of the railroad construction's stages, in general, with special attention for those which incorporate high-speed networks.

Beyond the issue of railway's renewal, it's also made reference to the heavy machinery used in this type of construction work, based on the equipment that was used in the Spanish work where the internship occurred.

Finally, the final reflections are made about the thesis itself and the theme addressed to it as well as all the experience acquired in these past four months. The author also tries to make a brief reflection about the current status of these works in Spain, from all the information he absorbed from his personal experience.

KEYWORDS: renewal, high speed, railroad, heavy machinery, revitalization.

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS	i
RESUMO	iii
ABSTRACT	v
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. O ESTÁGIO	1
1.2. O TEMA	2
1.3. IMPORTÂNCIA	2
1.4. ESTRUTURA DO TRABALHO	2
2. OBRAS DE RENOVAÇÃO DE VIA FÉRREA	5
2.1. INTRODUÇÃO	5
2.2. IMPORTÂNCIA	5
2.3. COMBOIO VS. OUTROS TRANSPORTES	7
2.3.1 COMBOIO VS. AUTOMÓVEL	7
2.3.2 COMBOIO VS. AVIÃO	7
2.4. ESPECIFICIDADES	8
3. MÉTODOS CONSTRUTIVOS	11
3.1. INTRODUÇÃO	11
3.2. TRABALHOS REALIZADOS	11
3.2.1 DESMONTAGEM DE VIA	11
3.2.2 COMPACTAÇÃO DA PLATAFORMA	13
3.2.3 APLICAÇÃO DA PRIMEIRA CAMADA DE BALASTRO	15
3.2.4 POSICIONAMENTO DAS TRAVESSAS	18
3.2.5 DESMONTAGEM DE VIA	19
3.2.6 AJUSTAMENTO DA VIA	26
3.2.6.1 Primeiro nivelamento	26
3.2.6.2 Soldaduras	28
3.2.6.3 Regularização das B.L.S.	31
3.2.6.4 Segundo nivelamento	34

3.2.6.5 Esmerilagem final	34
---------------------------------	----

4. CARACTERIZAÇÃO DA OBRA DE RENOVAÇÃO

37

4.1. INTRODUÇÃO	37
------------------------------	----

4.2. CARACTERIZAÇÃO	37
----------------------------------	----

4.3. TRAÇADO	39
---------------------------	----

4.3.1 ELEMENTOS DO TRAÇADO EM PLANTA	40
--	----

4.3.2 ELEMENTOS DO TRAÇADO EM PERFIL LONGITUDINAL	40
---	----

4.3.3 PERFIL TRANSVERSAL TIPO	41
-------------------------------------	----

4.3.4 ALTERAÇÕES INTRODUZIDAS NOS ELEMENTOS DO TRAÇADO	43
--	----

4.4. MATERIAL UTILIZADO	43
--------------------------------------	----

4.4.1 BALASTRO	43
----------------------	----

4.4.2 TRAVESSAS	47
-----------------------	----

4.4.3 CARRIS	49
--------------------	----

4.5. PLANO DE OBRA	51
---------------------------------	----

4.6. MÃO-DE-OBRA E EQUIPAMENTOS	52
--	----

4.7. CUSTOS	52
--------------------------	----

5. MAQUINARIA PESADA UTILIZADA EM OBRAS FERROVIÁRIAS

55

5.1. INTRODUÇÃO	55
------------------------------	----

5.2. MAQUINARIA PESADA	55
-------------------------------------	----

5.2.1 ATACADEIRA	56
------------------------	----

5.2.2 REGULADORA DE BALASTRO	64
------------------------------------	----

5.2.3 ESTABILIZADORA	66
----------------------------	----

6. CONCLUSÃO

71

6.1. CONSIDERAÇÕES FINAIS	71
--	----

6.2. O TEMA	71
--------------------------	----

6.3. O COMBOIO	72
-----------------------------	----

6.4. AS OBRAS DE RENOVAÇÃO	72
---	----

6.5. O ESTÁGIO	73
-----------------------------	----

6.6. REFLEXÃO FINAL	73
----------------------------------	----

BIBLIOGRAFIA.....76

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 3.1 – Vaiacars em funcionamento.....	12
Fig. 3.2 – Levantamento de travessas com uma vaiacar	12
Fig. 3.3 – Balastro a ser removido por via de uma pá carregadora.....	13
Fig. 3.4 – Balastro parcialmente removido.....	13
Fig. 3.5 – Nivelamento da plataforma com motoniveladora.....	14
Fig. 3.6 – Compactador vibrador misto	15
Fig. 3.7 – Funcionamento conjunto da motoniveladora e do compactador	15
Fig. 3.8 – Travessas sobre a primeira camada de balastro	16
Fig. 3.9 – Camião basculante e mesa espalhadora de balastro.....	16
Fig. 3.10 – Espalhamento do balastro	17
Fig. 3.11 – Sensor de controlo do movimento da espalhadora	17
Fig. 3.12 – Espaçamento das travessas	18
Fig. 3.13 – Extensão da via provisória	19
Fig. 3.14 – Aperto dos tira-fundos.....	20
Fig. 3.15 – Colocação das juntas na via provisória.....	20
Fig. 3.16 - Descarga de carris: via condutora e paralela	21
Fig. 3.17 – Descarga dos carris	21
Fig. 3.18 - Acompanhamento da descarga	22
Fig. 3.19 – Descarga dos carris na via paralela.....	22
Fig. 3.20 – Via preparada para colocação dos carris.....	23
Fig. 3.21 – Montagem dos carris por meio de posicionadores de carris	23
Fig. 3.22 - Folga das juntas das barras longas soldadas	24
Fig. 3.23 – Verificação dos parâmetros de via.....	24
Fig. 3.24 - Travessa ainda por ajustar	25
Fig. 3.25 – Espaçamento e respectiva tolerância entre travessas	25
Fig. 3.26 - Descarga de balastro com um balastreiro	26
Fig. 3.27 – Atacadeira	27
Fig. 3.28 – Corte dos carris.....	28
Fig. 3.29 – Preparação do molde para soldadura.....	29
Fig. 3.30 - Escorrimento do líquido proveniente da reacção química.....	30
Fig. 3.31 – Corte do molde por meio de uma prensa hidráulica	30

Fig. 3.32 - Esmerilamento da soldadura.....	31
Fig. 3.33 – Termómetro sensível.....	32
Fig. 3.34 - Dilatação por aquecimento artificial	33
Fig. 3.35 – Dilatação por aplicação de tracção	33
Fig. 3.36 - Tensor utilizado para regularização de tensões nas BLS.....	34
Fig. 3.37 – Esmerilagem final da via	35
Fig. 4.38 - Tramo a ser renovado: Alcázar de San Juan – Manzanares.....	38
Fig. 4.39 – Imagem Madrid – Alcázar de San Juan – Jaén	39
Fig. 4.40 – Perfil transversal tipo	42
Fig. 4.41 – Balastro reciclado: ensaio	44
Fig. 4.42 - Balastro novo: ensaio.....	45
Fig. 4.43 – Alimentação de balastro por pá carregadora de rodas	46
Fig. 4.44 - Recicladora de balastro.....	46
Fig. 4.45 – Travessas mono-bloco pré-esforçadas	47
Fig. 4.46 - Fixação elástico tipo Vossloh.....	48
Fig. 4.47 – Fixação utilizada na obra de renovação.....	49
Fig. 4.48 - Perfil: carril UIC-60	50
Fig. 4.49 – Soldaduras aluminotérmicas	50
Fig. 5.50 - Atacadeira vibratória manual.....	56
Fig. 5.51 – Pioches de uma atacadeira	57
Fig. 5.52 - Aparelho de medição de via manual.....	58
Fig. 5.53 – Veículo de medição de via da Plasser & Theurer	59
Fig. 5.54 - Tabela para introdução dos dados no WinALC	59
Fig. 5.55 – Representação gráfica da ripagem e do levantamento	60
Fig. 5.56 - Ponto de referência para início dos trabalhos de ataque	61
Fig. 5.57 – Atacadeira 09-3X: especificações	62
Fig. 5.58 - Distância trabalhada em função dos tempos de deslocação, de preparação, a velocidade de trabalho e o tempo de produção.....	63
Fig. 5.59 – Influência de uma melhoria de 10% dos parâmetros individuais sobre o rendimento (produtividade).....	64
Fig. 5.60 - Silo de distribuição de uma reguladora, em recta.....	65
Fig. 5.61 – Charrua e canal de distribuição.....	65
Fig. 5.62 - Reguladora USP2005L: especificações.....	66

Fig. 5.63 - Variação da eficácia da estabilização com a frequência67

Fig. 5.64 - Variação da eficácia da estabilização com a carga vertical68

Fig. 5.65 - Estabilizadora dinâmica de via DGS62N69

ÍNDICE DE QUADROS (OU TABELAS)

Quadro 1 – Meios de transporte/Mortalidade (ano de 1995)	8
Quadro 2 - Custos por km da renovação de uma via.....	9
Quadro 3 – Parâmetros em planta adoptados em projecto	40
Quadro 4 - Parâmetros em perfil longitudinal adoptados em projecto	41
Quadro 5 - Curvas compostas.....	43
Quadro 6 – Trabalhos de via na fase 4	51
Quadro 7 - Custos de obra (via)	53

SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

ΔL – variação do comprimento de barra (m)

L – comprimento da barra

α – coeficiente de dilatação térmica linear do aço (1/K)

T_m – temperatura média da zona (°C)

Δt – diferença entre temperaturas (°C)

A.C.E. - Agrupamentos Complementares de Empresas

ADIF - Administrador de Infraestructuras Ferroviarias

AVE - Alta Velocidad Española

BLS – Barra Longa Soldada

CP – Comboios de Portugal

PEIT - Plan Estratégico de Infraestructuras y Transporte

P.K. - Point kilométrique

REFER – Rede Ferroviária Nacional

RENFE – Red Nacional de los Ferrocarriles Españoles

S.A. – Sociedade Anónima

TGV - Train à Grande Vitesse

U.T.E. - Unión temporal de empresas

1

INTRODUÇÃO

1.1 O ESTÁGIO

Em primeiro lugar é importante fazer uma breve alusão ao estágio que realizei, e sobre o qual incide esta dissertação.

Esta oportunidade de estágio surgiu com o conhecimento do programa Erasmus-Estágio, disponível para finalistas do mestrado integrado, neste caso da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Este programa permite aos estudantes finalistas a realização de um estágio numa empresa sediada num país da comunidade europeia, à excepção de Portugal, e que actue na área da sua opção final, ou seja, no meu caso específico, uma empresa no ramo das vias de comunicação.

O estágio que realizei teve a duração de quatro meses, iniciando-se em Março de 2010 e terminando em Junho. Este realizou-se em Espanha, mais concretamente em Alcázar de San Juan, uma pequena localidade vizinha de Toledo. Apesar de o estágio ter decorrido num país estrangeiro, a empresa que me acolheu era portuguesa. Trata-se da **NEOPUL, Sociedade de Estudos e Construções, S.A.**, empresa especializada no ramo de vias de comunicação, mais concretamente em obras ferroviárias. Esta empresa não se limita apenas à via, tendo especialidades em trabalhos de catenária e sistemas de drenagem.

É uma empresa que já se encontra em Espanha há alguns anos, tendo já realizado diversas obras, nomeadamente, em Málaga, Barcelona, Galiza, Sevilha, etc. Esta pertence ao grupo onde se insere a SOMAGUE, grupo esse que tem como “empresa-mãe” a SACYR VALLEHERMOSO, uma das maiores empresas espanholas, com valências em variados mercados, como o da construção, imobiliário, de serviços, etc.

O estágio, como referi, foi realizado no âmbito do programa Erasmus-Estágio, que serviu como alternativa ao projecto final de investigação, para conclusão do curso de Engenharia Civil.

Neste estágio tive a oportunidade de acompanhar uma obra de renovação de uma linha de alta velocidade espanhola, podendo desta forma aprofundar todos os conhecimentos que adquiri na área de caminhos de ferro, durante o meu último ano de curso.

1.2 O TEMA

Por se tratar de um estágio, logo uma actividade com maior componente prática, a decisão a tomar para a escolha do tema não foi fácil. Por um lado, ao contrário do que acontece com o projecto de investigação final, não existem temas pré-estabelecidos e sobre os quais recai a escolha final. Por outro, o estágio em si é algo muito abrangente, tornando-se de certa forma vago para a escolha de algo tão específico como o tema de uma dissertação.

Procurei adoptar um tema que se adaptasse à experiência vivida com o decorrer do estágio, mas também a um assunto que de certa forma fosse independente deste estágio concreto. Então, para tal, decidi dissertar sobre as obras de renovação de linhas férreas, abordando, num primeiro momento, o carácter geral deste tema, e depois incidindo mais especificamente sobre a obra na qual estagiei. Por fim, o tema de maquinaria pesada surge como uma oportunidade de falar sobre um assunto que não foi de todo abordado no decorrer das aulas da disciplina de Caminhos de Ferro, pelo que me pareceu um assunto interessante, até porque a maquinaria pesada não é um tema exclusivo das renovações, pois intervêm também em novas construções e operações de manutenção de linhas férreas.

1.3 IMPORTÂNCIA

Hoje em dia, com todos os problemas que surgem de carácter quer económico, social e ambiental, torna-se necessário encontrar soluções que resolvam esses mesmos problemas. A modernização de um modo de transporte tão importante como é o ferroviário, é algo que não pode ser esquecido. Mais, é algo que terá que ser hoje, e no futuro, abordado de forma séria, já que se trata de um meio de ligação entre culturas e importantes centros económicos, e que se eficientemente aproveitado, só produzirá benefícios na sociedade. Procura-se por isso, com esta dissertação, transmitir o ponto de vista pessoal e apontar as vantagens destes grandes investimentos, que são as renovações das linhas férreas.

Também, e englobado na modernização dos veículos, entra a componente da alta velocidade. Actualmente é um assunto em voga, com a perspectiva das futuras ligações a Espanha, através do TGV. De facto, Espanha tem vindo a realizar enormes investimentos na modernização da sua rede ferroviária, procurando com isso proporcionar um melhor serviço, não só a nível interno mas também a nível internacional. Com esta dissertação, para além de se procurar passar os conhecimentos que foram adquiridos sobre os processos levados a cabo na modernização de linhas, e mais concretamente, linhas de alta velocidade, procura-se também transmitir, ainda que de forma muito superficial o estado da situação do sector ferroviário no país vizinho.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

A tese está dividida em capítulos, devidamente organizados e seguindo uma sequência lógica. No total são seis, englobando eles próprios outros sub-capítulos, tentando proporcionar ao leitor uma maior facilidade na sua leitura.

O primeiro capítulo, Introdução, faz um breve resumo sobre o conteúdo da dissertação, com referência ao estágio sobre o qual esta incide, o tema desta e a sua importância.

No segundo capítulo, Obras de renovação de via férrea, procura-se abordar o tema da modernização das linhas de caminhos de ferro, referindo a sua importância e especificidades. É também feita referência aos veículos que circulam sobre este tipo de infra-estruturas, os comboios, relacionando-os com outros tipos de meios de transporte.

No terceiro capítulo, Métodos construtivos, é dada uma perspectiva geral sobre a obra de renovação de uma qualquer via férrea, descrevendo os processos que a constituem, permitindo ao leitor perceber como se desenvolve este tipo de construção.

O quarto capítulo, Caracterização da obra de renovação, é feita a referência à obra na qual se desenvolveu o estágio. Este capítulo surge na sequência do anterior, para garantir uma continuação lógica, já que os processos descritos no capítulo 3, foram na sua maioria os utilizados na obra.

No quinto capítulo, Maquinaria pesada utilizada, realiza-se uma descrição do equipamento pesado mais importante que foi utilizado nessa obra, e que como foi referido, é utilizado em todos os tipos de intervenção em vias férreas, sejam elas construções de raiz, renovações ou conservação e manutenção de vias.

Por fim, o sexto capítulo, Conclusões, apresenta, como o nome deixa antever, as conclusões finais do autor sobre a dissertação, avaliando a experiência vivida durante o estágio, a importância dessa experiência, assim como uma avaliação sobre o tema da tese, as renovações de linhas ferroviárias.

2

OBRAS DE RENOVAÇÃO DE VIA FÉRREA

2.1 INTRODUÇÃO

A segurança, comodidade e rapidez de uma viagem, independentemente da sua natureza (terrestre, aérea, marítima), constituem factores fundamentais, e que devem ser levados em conta no dimensionamento das redes de transporte.

Muitas das linhas de caminhos de ferros existentes, dadas as suas características, não permitem corresponder aos padrões exigidos para os factores atrás enumerados, surgindo pois a necessidade de modernizar as redes de transporte ferroviário. Essa modernização pode ser feita através do abandono das linhas antigas, procedendo-se à construção de novas linhas, ajustadas às exigências actuais de mobilidade ou, quando possível e justificável, pela renovação dessas linhas.

Este investimento possibilita ao comboio uma maior competitividade com os restantes meios de transporte, desde o transporte individual ao avião. O comboio foi, até ao século XX, o meio de transporte terrestre mais utilizado e mais popular para a movimentação de pessoas e mercadorias, especialmente durante a revolução industrial, altura em que a rapidez no transporte de bens era essencial. Com o aparecimento e célere evolução do transporte rodoviário e respectivas infra-estruturas, o investimento nos caminhos de ferro passou para segundo plano, o que se traduziu num declínio na utilização deste tipo de transporte. De facto, a grande acessibilidade proporcionada pelo automóvel aliada a uma cada vez maior rapidez no transporte rodoviário, produziu uma degradação na utilização do comboio. O transporte aéreo veio acentuar ainda mais o declínio dos caminhos de ferro, dada a sua capacidade de transporte de pessoas e bens a grandes distâncias e em curto espaço de tempo.

Por todas estas razões, é importante modernizar as redes de transporte ferroviário, de forma a conseguir acompanhar as evoluções dos diferentes transportes, permitindo assim um aumento na competitividade entre eles, o que certamente se traduz na oferta de um melhor serviço para os utilizadores.

2.2 IMPORTÂNCIA

A renovação de uma qualquer via férrea tem como principal objectivo aumentar a segurança e comodidade de circulação, embora se possam atingir outros fins e com diferentes preocupações como é o caso do aumento da capacidade de transporte na via e sobretudo da velocidade de circulação ou possibilitar um maior conforto nos passageiros. Isto pode ser atingido através de diversas operações, como sejam:

- Substituição dos materiais – Balastro, Carris e Travessas – por outros mais adequados;
- Alterações na geometria:
- Aumento do raio das curvas;
- Melhoramento nas inclinações da rasante;
- Introdução das curvas de transição;
- Etc...

Assim, a renovação permite por um lado combater a degradação do material, que se torna inevitável devido ao uso frequente da via, às condições climatéricas e outros factores, e por outro também permite o melhoramento das condições de circulação, conseguindo com isto garantir que as vias se vão adequando à natural evolução dos veículos que nelas circulam, garantindo uma maior comodidade e, sobretudo, uma maior segurança. Por exemplo, antigamente, as travessas de madeira eram as mais utilizadas nas vias férreas. Hoje, a escolha recai, essencialmente, sobre as travessas de betão, especialmente as monobloco pré-esforçadas, mais resistentes que as anteriores.

Para além disto, uma renovação ajuda a promover a utilização do transporte ferroviário, o que naturalmente produz benefícios a vários níveis. A nível ambiental, o comboio aparece como uma das melhores alternativas ao transporte individual, por se tratar de um veículo pouco poluente, rápido e cómodo. E de facto as melhorias verificadas quer na segurança, comodidade e rapidez, provenientes das renovações da rede ferroviária têm vindo a restituir, progressivamente, a confiança e preferência dos utilizadores neste tipo de transporte, sem que se tenha que recorrer a novas construções. A sua utilização traduz-se em benefícios ambientais, porque como foi dito é um veículo pouco poluente, mas também pelo facto de ajudar a combater a excessiva e por vezes desnecessária utilização do transporte individual. As vantagens a nível económico são também evidentes, pois possibilita uma maior e, fundamentalmente, melhor oferta de ligações entre os principais centros financeiros. Hoje em dia, com a globalização dos mercados, verifica-se que a interligação dos principais focos de comércio é um aspecto fundamental para a economia mundial, e portanto a melhoria das redes de transporte, através das renovações das vias férreas, assume um papel importante neste ponto de vista. Mas não só, uma vez que a melhoria das condições de circulação numa via férrea faz com que se assista a uma redução na distância e tempo das viagens, o que promove o aumento, por exemplo, da oferta de emprego.

A nível social, gera um aumento na mobilidade das pessoas, favorecendo a troca de informação, ideias, culturas e técnicas, tendo impacto, por exemplo, no turismo dos diferentes Países. O comboio promove a aproximação das pessoas no sentido em que torna possível estar em diferentes locais num curto espaço de tempo. A linha Porto-Lisboa por exemplo é utilizada para diversos fins; por empresários que devido ao emprego se deslocam para uma reunião, por estudantes que regressam a casa ao fim-de-semana ou mesmo por famílias que se visitam e passeiam, entre outros. Para além desta aproximação que foi referida, a rentabilização do tempo é das maiores preocupações da modernidade. O simples facto de se viajar num comboio possibilita a execução de outras tarefas como dormir, ler, ouvir música, conversar, etc. uma vez que a nossa atenção não tem de estar focada no funcionamento e condução do comboio e por se tratar de um transporte que oferece grande estabilidade.

Naturalmente é impossível dissociar estes vários campos onde a acção do comboio, como meio de transporte, intervém. Toda a conjugação de efeitos benéficos, como foi dito, a nível ambiental, económico e social, acentua ainda mais a necessidade de modernização das diferentes linhas de caminhos de ferro.

Importa referir por último, que por si só, a intervenção dos caminhos de ferro na sociedade actual não é suficiente. É imperativo, para um desempenho eficaz deste tipo de transporte, criar redes de transporte que interliguem os diferentes intervenientes, querendo com isto dizer que não basta apenas

construir as infra-estruturas, é importante também conseguir estabelecer uma interligação entre todas elas, criando redes que proporcionem, simultaneamente, boas condições de mobilidade e acessibilidade. Exemplo disso, será a complementaridade entre as redes de caminhos de ferro, de grande mobilidade de pessoas e/ou bens, com as redes de transportes públicos rodoviários, de grande acessibilidade.

Resumindo, a renovação das redes ferroviárias deve ser encarada como um investimento, não apenas a nível nacional, mas também internacional. Esta operação de modernização melhora as condições de circulação, intervindo na segurança, comodidade e rapidez, produzindo benefícios a vários níveis, como o económico, social e ambiental.

2.3 COMBOIO VS. OUTROS TRANSPORTES

Para ajudar a perceber melhor o que foi descrito no ponto anterior, é apresentada neste sub-capítulo uma comparação entre as vantagens e desvantagens do comboio com outros meios de transporte.

2.3.1 COMBOIO VS. AUTOMÓVEL

Como foi dito, o transporte ferroviário possibilita uma grande mobilidade de pessoas e bens. É utilizado para todo o tipo de viagens, viagens de curta duração em zonas urbanas e viagens de média/longa duração, por exemplo em transportes internacionais de mercadoria ou pessoas. Tem no entanto o problema da acessibilidade. O transporte proporcionado pelos comboios está limitado à infra-estrutura, e portanto torna-se impossível a este tipo de transporte garantir a acessibilidade de pessoas ou bens. Nesse aspecto, o automóvel apresenta-se como uma melhor solução. De facto, este tipo de transporte para além da flexibilidade nas deslocações, garante também maior privacidade, independência, etc. Já o comboio, apesar da menor acessibilidade, oferece um transporte tão ou mais seguro que o automóvel, seguramente mais rápido, pois não está sujeito a congestionamentos, e sem dúvida menos prejudicial em termos ambientais, com menor poluição e baixos consumos energéticos. Além disso, como qualquer transporte de grande capacidade quando comparado com o automóvel, oferece uma ocupação do solo mais eficaz.

2.3.2 COMBOIO VS. AVIÃO

Estes dois tipos de transportes equiparam-se quando se discute a acessibilidade. A circulação em comboio está limitada à infra-estrutura, isto é, existência de linhas de caminho-de-ferro. A circulação do avião, embora com uma maior liberdade de movimentos, está dependente da origem e destino desta, ou seja, os aeroportos. Lógico que qualquer um deles, para garantir um sistema de transportes eficaz, terão que ser assistidos por outros tipos de transportes, estabelecendo uma rede intermodal.

Quanto às vantagens, o avião é sem dúvida o meio de transporte mais rápido para médias e longas distâncias. No entanto, não é tão eficaz em curtas distâncias, devido às operações necessárias e que não englobam a viagem em si, como o *check-in*, procedimentos de segurança, recolha de bagagem, etc. É um transporte cómodo e provavelmente o mais seguro do mundo, como se pode comprovar analisando os valores presentes no quadro 1 referentes ao número de óbitos por milhão de passageiros transportados nos diferentes modos de transporte^[1].

Quadro 1 – Meios de transporte/Mortalidade (ano de 1995) ^[1]

TRANSPORTE	ÓBITOS POR MILHÃO DE PASSAGEIROS
Rodoviário	201.3
Ferroviário	3.0
Aéreo	1.0

O avião permite também o transporte de grandes mercadorias e de forma rápida, o que constitui uma enorme vantagem a nível comercial, para este tipo de transporte. É no entanto um veículo que produz uma elevada poluição atmosférica e sonora e é mais dispendioso que o comboio. Quer um, quer outro, exigem elevados investimentos em infra-estruturas.

2.4 ESPECIFICIDADES

Naturalmente que a revitalização do transporte ferroviário pode ser atingido de outra forma, através da construção de uma nova via. A escolha do tipo de obra a realizar prende-se, fundamentalmente, com o custo da mesma. Enquanto que a construção de uma via nova obriga a maiores trabalhos, como os de movimentações de terras, instalação dos sistemas de telecomunicações, sinalização e drenagens, basicamente ao nível da plataforma, uma obra de renovação incide mais sobre a super-estrutura. Casos há em que se poderá, pontualmente, intervir na plataforma, caso se pretenda, por exemplo, introduzir alterações na rasante ou na directriz.

Em todo caso, a renovação obriga a um conjunto de trabalhos para a remoção do material existente, antes de se iniciar a aplicação do novo. Esta operação, para preparação da obra de renovação propriamente dita, acarreta custos que não estão presentes numa obra de construção de via nova. E portanto, a escolha da solução a adoptar passa, como foi referido, pelo confronto de custos desta com as alternativas existentes, sendo que à partida, uma obra de renovação será sempre mais viável a nível económico que uma nova construção. Casos contrários serão, por exemplo, as situações em que pretende renovar uma linha cujo percurso apresente características geométricas inadequadas para o aumento de velocidade, em zonas de terrenos acidentados. Aí, possivelmente, a construção de uma nova linha será a melhor solução, dado o grande número de trabalhos exigidos, com alterações ao nível da rasante e directriz.

A renovação de uma via férrea, como foi referido, comporta alguns métodos e processos construtivos que são distintos de uma construção nova, dependendo sempre do tipo de renovação que se pretende fazer, ou por outra, dependendo do objectivo para o qual a renovação é feita.

Antes de proceder aos trabalhos de intervenção na via, é necessário realizar uma análise à via existente e todos os seus elementos, como sejam:

- As dimensões da plataforma;
- O estado dos taludes de escavação e aterro;
- Verificação do comportamento da rede de drenagem;
- O estado das fundações;
- Etc...

Esta análise permite verificar se existe a necessidade de intervir nos elementos avaliados.

Na renovação tem que se proceder, como foi dito anteriormente, à remoção do material da via existente, como o balastro, travessas e carris. Esta intervenção pode, no entanto, não se restringir apenas à super-estrutura. Na possibilidade de se ter que alterar a rasante ou a directriz da via, por exemplo, com a introdução de uma variante no traçado, os trabalhos estendem-se até à plataforma. Este processo de recolha não existe na construção de uma via nova.

A título exemplificativo, no quadro seguinte estão descritos os custos que esta operação poderá ter numa obra de renovação:

Quadro 2 – Custos por km da renovação de uma via

OPERAÇÕES	CUSTOS - FASE A	CUSTOS - FASE B
Remoção dos elementos e materiais de uma via	30.887,11 €	28.313,46 €
Construção da via	425.730,91 €	246.997,80 €
TOTAL (intervenção na via)	456.618,02 €	275.311,26 €

Neste quadro, estão representados os custos inerentes a duas fases da obra de renovação onde estagiei, cuja extensão total era de aproximadamente 94 km. Cada fase representa a modernização de uma via, sendo que neste caso concreto os trabalhos dizem respeito a uma via dupla. A primeira etapa, remoção dos materiais da via actual, inclui os custos de recolha dos carris, travessas e balastro. A segunda etapa, diz respeito à construção da nova via, com os custos de espalhamento do balastro, colocação dos carris e travessas, soldaduras, etc... Estes trabalhos estão descritos de modo mais pormenorizado no capítulo seguinte.

Como é possível constatar, os custos relativos às operações de remoção do material da via existente variam, aproximadamente, entre os **7% e 10%** do conjunto de intervenções na via a ser renovada.

Na construção de uma via de raiz, como foi dito, para além dos custos da via em si, que numa obra de características geométricas semelhantes à apresentada no quadro, serão idênticos, há que incluir ainda os custos associados à preparação do terreno envolvente, movimentações de terras e consequentes trabalhos na plataforma, correspondentes à instalação das infra-estruturas de telecomunicações, sinalização e drenagem, o que se traduz num custo mais elevado.

Este tipo de obra faz-se em situações em que não existem ligações estabelecidas, ou então em situações de carácter especial, como por exemplo o TGV, cuja natureza da circulação e o próprio traçado apresentam especificidades que se tornam incompatíveis com os restantes tipo de circulação ferroviária. Por exemplo, na hipótese de renovar a linha actual que faz a ligação Porto-Lisboa para o futuro TGV, seria impossível combinar a circulação deste comboio, a velocidades elevadas, com a circulação já existente de veículos de transporte de mercadoria, ou até mesmo comboios de passageiros mais lentos, porque para além do risco ao nível na segurança, o rendimento do veículo de alta velocidade não seria o pretendido.

3

MÉTODOS CONSTRUTIVOS

3.1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo procura-se descrever, pormenorizadamente, todos os trabalhos necessários numa renovação ferroviária. Estes trabalhos são descritos de uma forma generalizada, sendo que dada qualquer especificidade, própria de uma obra, estes poderão variar.

Todos os trabalhos descritos neste capítulo referem-se apenas à intervenção em via, dado tratar-se do tema da dissertação, não incluindo por isso operações relacionadas com catenária, telecomunicações ou drenagens.

3.2 TRABALHOS REALIZADOS

3.2.1 DESMONTAGEM DE VIA

Antes de se proceder à construção da nova via há que retirar a existente. Este processo de desmontagem da via actual é realizado em três fases:

- Corte dos carris
- Remoção dos carris e travessas
- Rebaixamento da plataforma

A desmontagem de via inicia-se com o corte dos carris, para que estes possam ser retirados facilmente, dado que se tratam de barras longas soldadas, ou seja, os carris formam uma única estrutura. Os carris da via antiga raramente são re-utilizados pelo que este processo é feito através de oxicorte, por meio de um maçarico, dividindo os carris em pequenas barras. O comprimento das barras a cortar está dependente da capacidade da plataforma onde se colocam posteriormente.

O passo seguinte consiste em retirar o conjunto carril-travessa da via actual, já cortado. Este processo é feito com uma máquina denominada, habitualmente, por Vaiacar (Figuras 3.1 e 3.2), que é a marca (italiana) mais conhecida. Este tipo de maquinaria consiste numa pequena giratória, armada com um braço hidráulico. No braço, podem ser acopladas dois tipos de ferramentas, mediante o trabalho que se pretenda realizar. Neste caso específico foi utilizada uma pinça de carris. No trabalho de colocação de travessas, referido mais à frente neste capítulo, é utilizada uma canga hidráulica de travessas.



Fig. 3.1 – Vaiacars em funcionamento



Fig. 3.2 – Levantamento de travessas com uma vaiacar

Com este processo de remoção do conjunto carril-travessa, a via fica apenas com o balastro. Este é então removido por intermédio de uma pá carregadora (Figuras 3.3 e 3.4). Este balastro pode depois ser dispensado ou reciclado, para re-aplicação na via a construir.

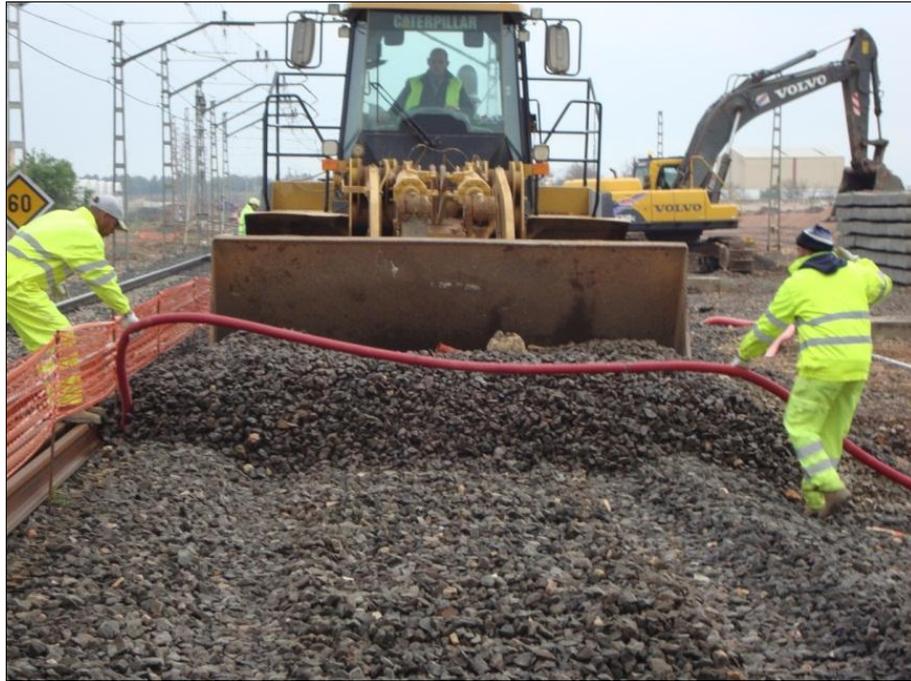


Fig. 3.3 – Balastro a ser removido por via de uma pá carregadora



Fig. 3.4 – Balastro parcialmente removido

3.2.2 COMPACTAÇÃO DA PLATAFORMA

Depois de se retirar o balastro, procede-se ao tratamento da plataforma. É natural que esta apresente uma forma irregular, não só devido aos trabalhos descritos nos pontos anteriores mas também com a própria utilização da via antiga e portanto é importante melhorar as condições da plataforma, quer a

nível de perfil como a nível de estabilidade. Para tal realiza-se o nivelamento e, se necessária, a compactação da plataforma.

O nivelamento é feito com uma motoniveladora, representada na figura 3.5, e permite regularizar o perfil da plataforma de modo a que se possa proceder à colocação do material, da via nova, sobre esta.



Fig. 3.5 – Nivelamento da plataforma com motoniveladora

Posteriormente, poderá ser necessário compactar a plataforma antiga, no caso de, por exemplo, existir uma alteração na rasante, o que obriga a movimentações de terras.

A compactação tem por objectivo dar uma maior estabilização à plataforma, produzindo uma redução nos vazios existentes entre as partículas de solo que a constituem. Como neste caso se está a falar de uma renovação, a plataforma existente estará compactada, uma vez que com a utilização da via, os veículos que nela circulam funcionam como compactadores. Portanto, só será necessário recorrer a uma nova compactação quando se verificarem algumas especificidades, como a referida anteriormente.

Caso surja a necessidade de compactar, este processo pode ser feito através de compactadores de vários tipos, como de pneus, vibradores de cilindros, etc (figura 3.6). Nas imagens seguintes é possível visualizar o funcionamento de um compactador vibrador misto e de uma motoniveladora.



Fig. 3.6 – Compactador vibrador misto



Fig. 3.7 – Funcionamento conjunto da motoniveladora e do compactador

3.2.3 APLICAÇÃO DA PRIMEIRA CAMADA DE BALASTRO

Com a plataforma pronta, as operações de preparação da infra-estrutura para a construção da nova via estão concluídas, e pode então dar-se início aos trabalhos de construção da via que começa com a aplicação de uma primeira camada de balastro sobre a plataforma.

Esta camada de balastro é aplicada para que seja possível trabalhar sobre a via, nomeadamente para a colocação de travessas e carris, cujo processo se realiza com equipamentos específicos para caminhos de ferro. Dada a natureza das travessas, que hoje em dia são quase todas em monobloco de betão pré-esforçado, é importante garantir que não se geram tracções nestas, assegurando o seu bom funcionamento. Para esse efeito, o balastro é rebaixado na zona onde se apoiará a parte central das

travessas, garantindo assim que estas apenas se apoiem na zona dos carris. O esquema descrito está representado na figura 3.8, onde a linha a vermelho simboliza esse rebaixamento no perfil transversal do balastro.



Fig. 3.8 – Travessas sob a primeira camada de balastro ^[7]

A colocação do leito do balastro é feita através de uma espalhadora que distribui de forma homogénea o material. O balastro é fornecido à espalhadora através de camiões basculantes, previamente carregados e que se deslocam em simultâneo com a espalhadora de balastro, como é possível ver nas figuras 3.9 e 3.10:



Fig. 3.9 – Camião basculante e mesa espalhadora de balastro ^[7]



Fig. 3.10 – Espalhamento do balastro [7]

Incorporada na espalhadora, está uma mesa vibratória que vai compactando de forma uniforme a camada de balastro, à medida que esta vai sendo aplicada. Este processo pode também ser feito através de compactadores de tambores lisos, e permite garantir a correcta e necessária estabilização do leito.

O espalhamento do balastro é controlado, quer em alçado quer em planta por meio de um sensor. Este sensor é guiado por um cabo ou fio previamente fixado na margem da plataforma, como é possível ver na figura 3.11.



Fig. 3.11 – Sensor de controlo do movimento da espalhadora [7]

Este processo possibilita uma correcta aplicação do leito do balastro, garantindo as condições necessárias para que se possa proceder à colocação do material de via.

3.2.4 POSICIONAMENTO DAS TRAVESSAS

Depois de concluído o espalhamento do balastro sobre a plataforma procede-se à colocação e montagem do restante material de via.

A primeira etapa será o posicionamento das travessas sobre o balastro (Figura 3.12). Este processo é desempenhado por meio de uma máquina do tipo Vaiacar, máquina já descrita anteriormente. Dado tratar-se de movimentação de travessas, o braço hidráulico da máquina estará munido de uma canga hidráulica de travessas. Este dispositivo, cuja capacidade de transporte varia, pode habitualmente movimentar entre 7, 9 ou 11 travessas em simultâneo. Existem cangas de travessas que apenas servem para movimentar e depositar as travessas na via, embora existam também outro tipo que permite para além da movimentação das travessas, a sua colocação na via já com o espaçamento de sessenta centímetros. Neste caso, a canga transporta travessas espaçadas de 0,30 metros, que são colocadas na via em duas fases, primeiro as pares e depois as ímpares, garantindo assim o espaçamento correcto.

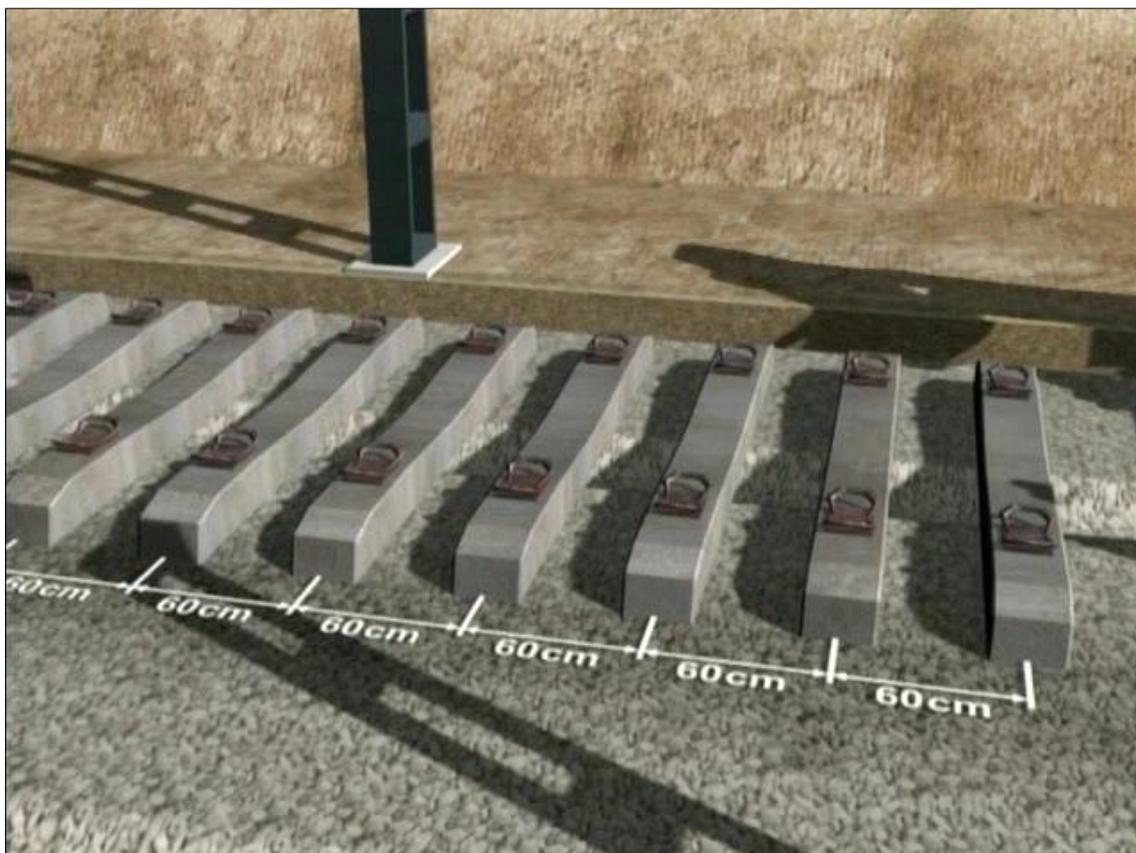


Fig. 3.12 – Espaçamento das travessas ^[7]

De referir que as travessas são colocadas habitualmente na margem da plataforma, numa fase anterior, ficando assim à disposição para quando se pretendam iniciar os trabalhos.

Actualmente, as travessas mais utilizadas são as de monobloco em betão pré-esforçado. Este tipo de travessas transmitem grande estabilidade à via dado o seu peso, apresentam uma elevada duração e

conservam bem a bitola. O pré-esforço confere às travessas uma maior resistência, pois o betão está em compressão.

3.2.5 POSICIONAMENTO DOS CARRIS

Antes de se colocar os carris definitivos é necessário a construção de uma via auxiliar provisória. Esta é montada para que se possa descarregar as barras longas soldadas que constituirão os carris definitivos e é colocada numa das vias que se pretende renovar, no caso de via dupla, o mais corrente hoje em dia, podendo montar-se na via ascendente ou descendente. Não é necessário construir esta via nos dois sentidos uma vez que o comboio que realiza a operação de descarga dos carris possui uns extensores na zona lateral que possibilita a descarga dos carris na via paralela à qual circula este comboio, isto é, a via auxiliar. Esta via provisória pode ser assente sobre travessas de madeira ou até mesmo sobre as travessas já definitivas. Um importante aspecto a ter em conta é a extensão desta via, que terá que ser de valor pelo menos igual à soma do comprimento da via definitiva que se pretende montar e o comprimento da máquina que vai descarregar as barras longas soldadas de forma a garantir que toda a extensão da futura via definitiva está coberta pelo carril provisório, como está representado na figura 3.13.

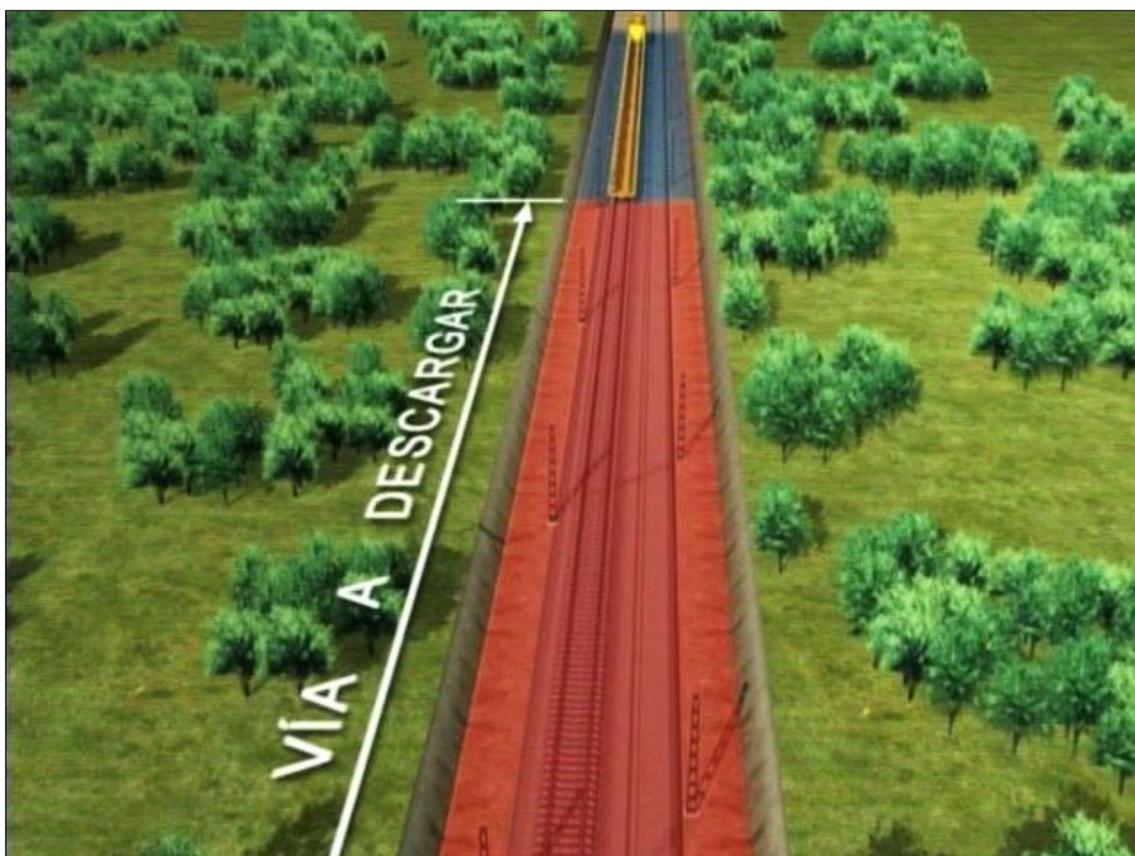


Fig. 3.13 – Extensão da via provisória ^[7]

Os carris da via provisória são colocados, por meio de uma máquina do tipo da Vaiacar, e fixados às travessas colocadas anteriormente através de trefonadoras mecânicas (fig. 3.14). Este processo de montagem da via provisória é mais simples e economicamente mais barato do que o realizado para a via definitiva pois esta infra-estrutura provisória servirá apenas de superfície de apoio para que se

possam executar os trabalhos de descarga e montagem dos carris definitivos, trabalhos esses realizados a velocidades muito reduzidas e portanto com menores exigências relativas à segurança.



Fig. 3.14 – Aperto dos tira-fundos

Por fim são colocadas umas juntas (figura 3.15) para permitir a união dos carris garantindo a continuidade destes para a circulação correcta das máquinas de obra que neles circulam.

Uma vez tratar-se de via com carácter provisório não se justifica a realização de soldaduras, processo mais moroso e mais dispendioso, obrigando a um maior consumo de recursos, seja material seja mão-de-obra.



Fig. 3.15 – Colocação das juntas na via provisória

Assim a implementação da via provisória está completa possibilitando o início do processo de descarregamento do carril definitivo.

O descarregamento dos carris é feito através de comboios denominados de carrileiros (Fig. 3.16.1 e 3.16.2). Este tipo de veículo transporta um determinado número de barras longas soldadas, geralmente 30. Estas são descarregadas por meio de uma plataforma especial existente na retaguarda do comboio e em duas fases. Uma fase correspondente à descarga na via sobre a qual circula o comboio carrileiro e uma outra fase afecta à via paralela:



Fig. 3.16.1 e 3.16.2 – Descarga de carris: via condutora (à esquerda) e paralela (à direita) ^[7]

A primeira barra longa soldada é descarregada ligando a esta, por meio de uma junta, um cabo fixado num determinado ponto fora do comboio carrileiro. Com o movimento de afastamento do comboio a esse ponto a barra longa soldada começa então a ser descarregada. As restantes barras soldadas são unidas entre si por uma junta permitindo assim a continuação deste processo. O processo está representado nas figuras 3.17.1 e 3.17.2:



Fig. 3.17.1 e 3.17.2 – Descarga dos carris ^[7]

Os carris deverão ser descarregados suave e uniformemente, deslizando sobre roletes, espaçados no máximo de seis metros. A acção de descarga das barras longas soldadas deve ser realizada de forma a garantir que em nenhum momento o carril esteja sujeito a grandes raios ou flexões.

As duas barras são sempre descarregadas de forma a garantir a sua simetria relativamente ao eixo da via, e para que se consiga controlar esse aspecto, a velocidade de operação do comboio carrileiro não deverá exceder os 5 km/h, de forma a assegurar o acompanhamento dos trabalhos por parte operários que se encontram na via, na traseira do veículo (Figura 3.18).



Fig. 3.18 – Acompanhamento da descarga ^[7]

Depois de terminada a primeira fase, isto é, a colocação das barras longas soldadas na via sobre a qual assenta o comboio carrileiro, dá-se início à segunda etapa, a descarga dos carris na via paralela (Figura 3.19). Este processo é realizado com base nuns extensores instalados no comboio carrileiro e que descarregam as barras longas soldadas à medida que este veículo se desloca na via principal.



Fig. 3.19 – Descarga dos carris na via paralela ^[7]

Em nenhum momento deste processo poderá haver retrocessos no movimento, com o risco de danificar quer os carris quer a própria máquina que desempenha os trabalhos.

Terminada a colocação das barras longas soldadas sobre o balastro, haverá que desmontar a via auxiliar provisória para que se possa avançar para a montagem da via definitiva. Este processo inicia-se com o desaperto dos parafusos (tira-fundo) e desmontagem das juntas utilizadas para realizar a união entre os carris. Depois retira-se os carris utilizados nesta via provisória por meio de uma máquina do tipo da Vaiacar, deixando a estrutura apenas com balastro e travessas, e com as barras longas soldadas nas margens do leito de balastro, já em posição para serem colocadas sobre as travessas, como é possível ver na figura 3.20.

Todo este material da via provisória é transladado para o próximo troço onde será necessário montar numa nova via auxiliar.



Fig.3. 20 – Via preparada para colocação dos carris ^[7]

Finalmente e depois de verificado o correcto alinhamento lateral das travessas, procede-se à colocação das barras longas soldadas sobre as mesmas, através de posicionadores de carris, como se pode ver nas fig. 3.21.1 e 3.21.2:



Fig. 3.21.1 e 3.21.2 – Montagem dos carris por meio de posicionadores de carris ^[7]

Este processo tem que ser realizado de forma cuidadosa para que não se provoquem danos nem nos carris nem nas travessas.

As barras longas soldadas serão colocadas de forma que as juntas fiquem centradas entre duas travessas para que se possa realizar as soldaduras sem ter que se mover as travessas, porque caso a localização das juntas fosse coincidente com a das travessas a soldadura não seria possível e teria que se alterar a posição destas (figura 3.22).



Fig. 3.22 – Folga das juntas das barras longas soldadas [7]

Colocados os carris sobre a via, segue-se a comprovação do posicionamento das travessas (Figura 3.23), confirmando quer o valor da bitola, verificando se cumpre a distância requerida em projecto, quer a esquadria das travessas, acção importante do ponto de vista da segurança, uma vez que a perpendicularidade das travessas em relação aos carris dá uma maior estabilidade à estrutura, evitando por exemplo, deslocamentos da via.



Fig. 3.23 – Verificação dos parâmetros de via [7]

A verificação da esquadria das travessas é feita com marcas realizadas nos carris, em cada 60 centímetros. Esta marca é feita primeiro num dos carris e depois no outro, de forma a garantir a

perpendicularidade das travessas. Na fig. 3.23, um operário realiza a marcação no segundo carril, sendo que é possível verificar as marcações já realizadas no outro carril. Na fig. 3.24 é possível ver uma travessa ainda por ajustar, pois não está alinhada com o aparelho de esquadria e as respectivas marcações a giz:



Fig. 3.24 – Travessa ainda por ajustar ^[7]

Voltando à figura 3.23, os outros dois operários que aparecem mais distantes, ajustam as travessas de forma que o seu espaçamento coincida com as marcações, garantindo 60 centímetros entre elas. Este espaçamento poderá ter uma margem de erro de 3 centímetros, como demonstra a figura 3.25:



Fig. 3.25 – Espaçamento e respectiva tolerância entre travessas ^[7]

Estando as barras longas soldadas já posicionadas sobre as travessas e estas, por sua vez, devidamente alinhadas e distribuídas, realiza-se um aperto provisório dos parafusos tira-fundo. Este aperto é provisório uma vez que ainda se vão realizar as operações de ajustamento da via, como a ripagem ou alinhamento.

3.2.6 AJUSTAMENTO DA VIA

Nesta fase da obra, o esqueleto da via está montado. Os carris, bem como as travessas e o balastro estão colocados em posição para que se possa proceder aos ajustes finais que vão permitir a circulação dos veículos em segurança. Esses ajustes são descritos nos pontos seguintes.

3.2.6.1 Primeiro nivelamento

O nivelamento é o processo que permite colocar a via nas condições exigidas em projecto, seja a nível de cota ou alinhamento. Mas antes de se iniciar este processo, é necessário realizar alguns trabalhos prévios. Em primeiro lugar, estando o esqueleto de via montado realiza-se uma primeira descarga de balastro, através de uns aparelhos denominados de balastreiros, como está representado na fig. 3.26:



Fig. 3.26 – Descarga de balastro com um balastreiro ^[7]

Este processo é feito para que se consiga compor um pouco mais a via, uma vez que nos trabalhos que se seguem vão ser utilizadas máquinas extremamente pesadas e que requerem uma maior resistência por parte da via. Concluída esta descarga de balastro, procede-se a uma outra fase destes processos prévios, que se iniciam com um nivelamento prévio. Tal nivelamento tem por objectivo colocar a via em concordância com os diferentes pontos de marcação e também garantir que esta se encontra em condições para que se possam concluir os trabalhos, dado que a montagem do esqueleto da via, por si só não o garante, e portanto a via terá naturalmente defeitos como empenos nos carris, escalas negativas ou desajustadas e defeitos na plataforma. Este nivelamento é semelhante aos restantes e principais, utilizando uma atacadeira. Este tipo de maquinaria pesada, bem como as reguladoras e estabilizadoras, será abordada no capítulo respectivo. A atacadeira (figura 3.27) executa o

levantamento da via, que afecta directamente a escala, a inclinação e a rasante da via, assim como a ripagem da via, regulando o alinhamento desta.



Fig. 3.27 – Atacadeira ^[7]

A finalizar, recorre-se a uma estabilizadora dinâmica de via, que através de vibrações vai compactando e, como o próprio nome indica, estabilizando o balastro, garantindo uma via mais compacta. Poderá ser necessário recorrer a um novo nivelamento prévio para conseguir colocar a via às cotas desejadas para se realizar o ataque do primeiro nivelamento. De referir, que quando se realizam estes processos prévios é necessário ter em atenção alguns parâmetros da via, como:

- Nivelamento longitudinal;
- Escala;
- Bitola;
- Alinhamento;
- Distância lateral aos pontos de marcação (como os postes de catenária);

Antes de se iniciar o primeiro nivelamento, realiza-se uma nova descarga de balastro. Cada descarga de balastro é acompanhada por uma reguladora, que garante uma superfície mais regular do balastro.

Finalmente, executa-se o primeiro nivelamento. Com este processo consegue-se colocar a via à sua cota definitiva, e de acordo com o projecto. Este processo é semelhante aos trabalhos realizados previamente, e contempla um novo ataque à via, com levantamento e ripagem desta, seguido de uma estabilização, compactando a via, garantindo-lhe uma maior resistência e uniformização do nivelamento longitudinal. O nivelamento não fica concluído sem antes se avaliar os parâmetros de via já mencionados anteriormente. Antes de concluir este processo realiza-se uma nova descarga suave de

balastro, de forma a alcançar posteriormente no segundo nivelmento, a altura definitiva da banquetta de balastro/travessa.

3.2.6.2 Soldaduras

Soldadura é o processo que permite a união de dois materiais, similares ou não. Neste caso concreto, refere-se à união entre dois carris. Posicionados sobre a via estão as barras longas soldadas, como foi referido anteriormente. Estas barras longas soldadas, formadas por carris normais soldados em estaleiro (em Portugal geralmente são 8 carris de 18 metros, contabilizando uma extensão de 144 metros), serão novamente soldadas, desta vez *in situ*, de forma que consiga formar um carril único e homogéneo. Para tal recorre-se a soldaduras aluminotérmicas. Este tipo de soldaduras consiste, resumidamente, numa reacção química exotérmica. O calor libertado pela reacção vai dar origem a um produto líquido, que é a mistura de um metal (aço, cobre, etc...) e óxido de alumínio fundidos. Esse líquido vai então unir os dois carris. De referir que esta reacção não é possível de ocorrer à temperatura ambiente, pelo que se recorre geralmente a bengalas de ignição para aquecer a mistura e originar a reacção. Esta reacção ocorre dentro de um molde que dá o formato semelhante ao dos carris.

No entanto, antes de se proceder à soldadura há que ter alguns cuidados:

- Limpar o balastro na zona onde se vai realizar a soldadura;
- Desapertar as fixações, geralmente três para cada lado da zona onde se executa a soldadura;
- Retirar as juntas utilizadas para a descarga dos carris;
- Alinhamento da junta de soldadura;

Este último, refere-se ao alinhamento em planta e alçado, e é um passo importante pois vai definir a qualidade da soldadura e o seu maior ou menor período de vida útil. O espaçamento das juntas de soldadura deverá ser de 25 milímetros com uma tolerância de ± 2 milímetros. Para que se garanta este espaçamento, poderá ser necessário cortar os carris, como indica a figura 3.28.

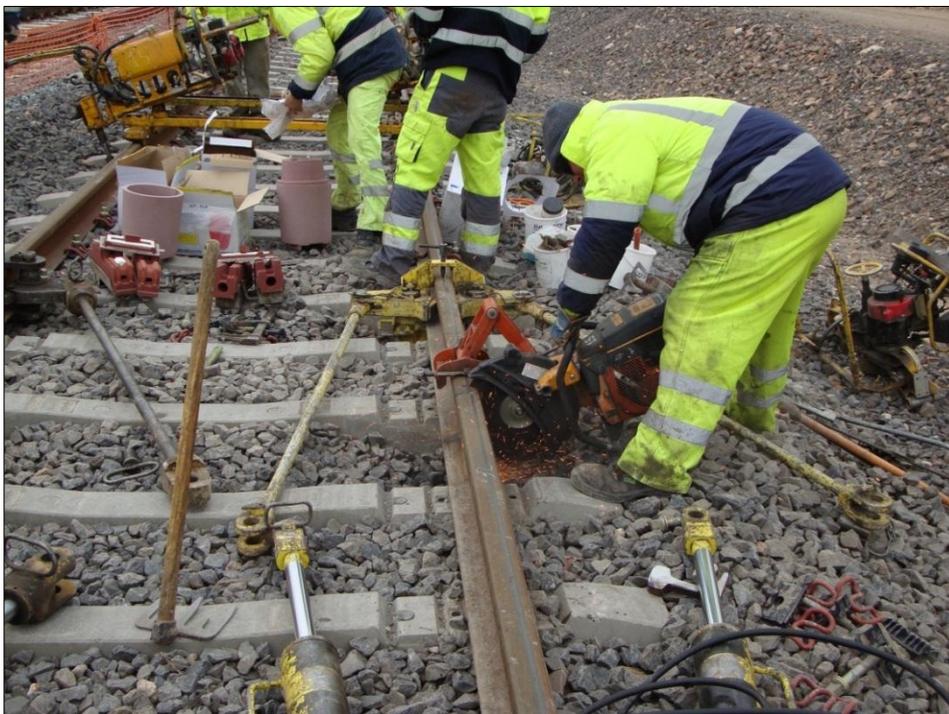


Fig. 3.28 – Corte dos carris

Com as juntas de soldadura prontas, dá-se início ao processo de soldadura, com a preparação e colocação do molde (figura 3.29).



Fig. 3.29 – Preparação do molde para soldadura

Na figura 3.29 é possível observar o operário a moldar a pasta refractária, manualmente para melhores resultados, que serve como vedante do molde para garantir a estanquidade do material líquido originado pela reacção da soldadura. Como é também possível observar, o molde, a vermelho, apresenta o formato dos carris para que a continuidade seja a mais uniforme possível. De seguida é pré-aquecido o molde e as pontas dos carris que entrarão em contacto com a mistura para elevar a sua temperatura, evitando assim um grande choque térmico, já que a mistura fundida pode chegar aos 3000 °C. Depois é colocado o recipiente com os materiais utilizados na fundição por cima do molde, que toma a forma de um balde. Com este balde correctamente posicionado, dá-se então início à reacção química. Na figura 3.30 é possível ver o líquido a descer para o molde.



Fig. 3.30 – Escorrimento do líquido proveniente da reacção química

Depois é necessário esperar o tempo suficiente para que o material comece a solidificar para que se possa retirar o molde. O molde é removido, ou por outra, cortado através de uma rebarbadora/prensa hidráulica, que garante uma melhor geometria da soldadura (Figura 3.31).



Fig. 3.31.1 e 3.31.2 – Corte do molde por meio de uma prensa hidráulica ^[7]

Retirado o molde, são realizados uns ajustes à geometria da soldadura, cortando os excedentes. Finalmente, para que se obtenha uma superfície uniforme que permita a circulação de veículos esmerila-se a superfície de rodagem da soldadura por duas vezes, uma logo a seguir aos processos

referidos e já com a soldadura solidificada e arrefecida, e outra vez vinte e quatro horas depois de realizada a soldadura (figura 3.32).

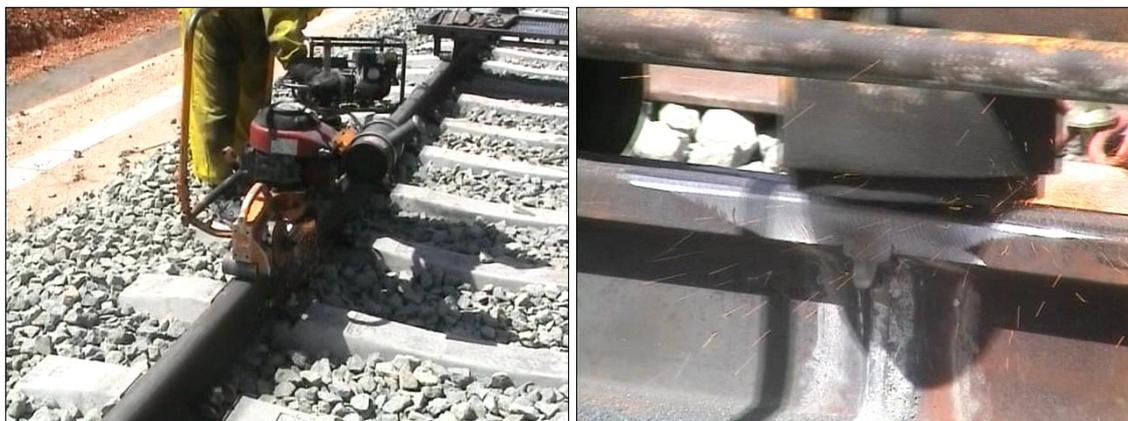
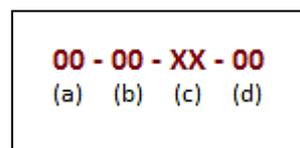


Fig. 3.32.1 e 3.32.2 – Esmerilamento da soldadura ^[7]

Por último, deve-se referir que concluído todo este processo de unificação dos carris, cada soldadura deverá ter, obrigatoriamente, a marca do soldador que as realizou. Esta marca fica dividida em duas partes. A primeira, uma legenda dividida em quatro pontos, onde:

- (a) – número do mês de execução
- (b) – dois últimos dígitos do ano de execução
- (c) e (d) – identificação da empresa e do soldador, respectivamente;



A segunda parte diz respeito à temperatura média do carril quando se efectuou a soldadura.

3.2.6.3 Regularização das BLS

As barras longas soldadas quando sujeitas a variações de temperatura deveriam sofrer dilatações ou contracções, com aumento ou diminuição da temperatura, respectivamente. Tal não acontece uma vez que estas estão impedidas de se deformar devido às resistências externas geradas pela infra-estrutura da via, uma vez que estão fixadas às travessas, que por seu turno se encontram encastradas no balastro. A natural inércia do balastro gera então essas resistências externas que impedem as variações no comprimento das barras longas soldadas, originando tensões internas de compressão quando a temperatura sobe e estas tendem a dilatar, ou tensões internas de tracção quando a temperatura desce e as barras longas soldadas tendem a contrair. Obviamente que este fenómeno só se dá quando existem diferenças entre a temperatura ambiente e a temperatura à qual a barra estava sujeita quando foi instalada (temperatura média de assentamento).

Para que as deformações nas barras sejam mínimas, evitando assim problemas de maior, é necessário garantir que quando se faz a instalação das barras longas soldadas, o comprimento destas seja o comprimento correspondente à temperatura média da zona, conseguindo assim reduzir ao máximo as variações térmicas que as barras possam vir a sofrer. Isso consegue-se realizando uma operação denominada por regularização de tensões, e pode executar-se por três processos diferentes:

- Aquecimento natural (acção do sol);
- Aquecimento artificial (com queimadores);
- Tensão nas barras longas soldadas (com tensores);

Como foi referido, e independentemente do processo utilizado, o objectivo final é impor à barra o comprimento correspondente àquele que deveria ter quando sujeito à temperatura média da zona.

Os dois últimos processos referidos são muito semelhantes, uma vez que consistem ambos em impor à barra dilatações por meios controlados, diferindo apenas nos meios utilizados para provocar essas dilatações. No aquecimento artificial o objectivo é atingido por meio de queimadores a gás. O outro é realizado através de tensores que dilatam a barra por aplicação de tracções nestas. Este último é o mais utilizado. As operações preliminares nos dois são as mesmas, e passam por realizar uma marca, geralmente de 50 em 50 metros, nas patilhas dos carris. De seguida desaperda-se as barras e introduzem-se roletes entre estas e as travessas, de forma a permitir a dilatação das barras com o menor atrito possível. Depois bate-se as barras, com maços de madeira ou cobre, para que caso estas apresentem constrangimentos, se possam libertar melhor. Por fim mede-se a temperatura das barras com termómetros sensíveis, idênticos ao da figura 3.33:



Fig. 3.33 – Termómetro sensível ^[7]

Esta temperatura medida é que vai definir qual a dilatação a impor à barra, quando comparada com a temperatura média da zona. A relação é a seguinte:

$$\Delta L = L \times \alpha \times \Delta t \text{ (mm)} \quad (1)$$

Em que ΔL representa a dilatação que a BLS deverá sofrer, em função de L , comprimento da BLS, que neste caso será de 50 metros, α coeficiente de dilatação térmica linear do aço e a diferença entre a temperatura média da zona, T_m , e a temperatura medida com o termómetro sensível. Por exemplo, para uma zona com uma temperatura média de +30 °C, se a temperatura medida no carril for de +15 °C, a dilatação a impor será:

$$\Delta L = 50 \times (10,5 \times 10^{-3}) \times (30 - 15) \Leftrightarrow \Delta L = 0,52 \times 15 = 7,8 \text{ mm} \quad (2)$$

Nesta situação particular, a dilatação que se teria que provocar em cada fracção de 50 metros das barras longas soldadas seria de 7,8 milímetros. Se a regularização se fizer partindo do ponto A (figura 3.34), o comprimento da primeira fracção deverá ser aumentado em 7,8 milímetros, o segundo em $2 \times 7,8 = 15,6$ milímetros, e assim sucessivamente.

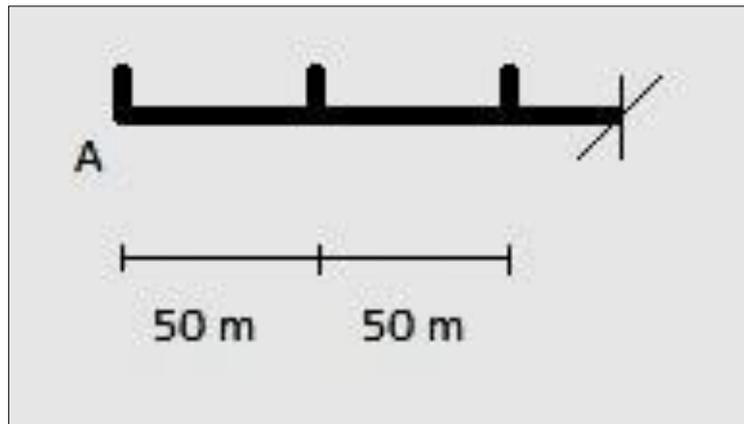


Fig. 3.34 – Dilatação por aquecimento artificial

Essa dilatação a impor é então feita por aquecimento ou por tracção, com tensores. No primeiro caso, parte-se de um ponto fixo, como o representado na figura 3.34 e aumenta-se o comprimento das barras, da mais próxima ao ponto A até à mais distante. No caso de utilização de tensores, o aumento de comprimento é feito a partir de dois pontos fixos e colocando o tensor na lacuna para a soldadura das duas barras longas soldadas, como representado na figura 3.35:

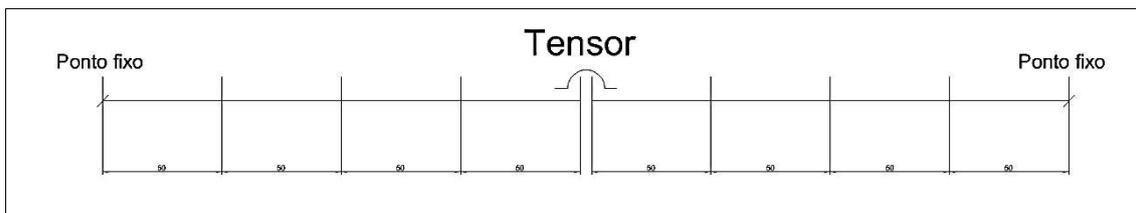


Fig. 3.35 – Dilatação por aplicação de tracção

As dilatações a dar à barra iniciam-se dos pontos fixos para a zona central, ou seja, na primeira fracção de 50 metros, adjacente ao ponto fixo, é dada uma dilatação de ΔL , na seguinte $2 \times \Delta L$ e assim sucessivamente até à última fracção. O tensor é formado por 4 braços, dois deles hidráulicos. Nas duas extremidades do tensor existe uma fixação para que se possa prender às barras. Cada braço hidráulico é ligado a outro, simples, conectando as duas barras, podendo assim induzir-se o esforço de tracção (Figura 3.36).



Fig. 3.36 – Tensor utilizado para regularização de tensões nas BLS.

Quando se verifique que o comprimento das barras é o correcto procede-se à soldadura da lacuna entre as duas barras pelo processo já descrito anteriormente. Terminadas as operações de regularização e soldadura das barras realiza-se o aperto definitivo dos parafusos tira-fundo. Para tal, recorre-se novamente a trefonadoras, e esta operação deverá ser realizada a uma velocidade moderada de forma a controlar a posição correcta dos parafusos, no momento de aperto.

3.2.6.4 Segundo nivelamento

Com a via praticamente concluída é necessário realizar uma actuação ao nível do levantamento. O segundo nivelamento tem por objectivo colocar a via às suas cotas definitivas. O processo e os controlos levados a cabo no primeiro nivelamento são idênticos, embora as tolerâncias, nomeadamente ao nível da escala, ripagem, inclinação, etc, sejam agora mais exigentes por se tratar do nivelamento final e definitivo.

Para finalizar esta etapa é feita a estabilização dinâmica de via, processo também já descrito anteriormente.

3.2.6.5 Esmerilagem final

Nesta fase, a estrutura da via está montada e colocada às cotas exigidas no projecto. No entanto, antes de se dar a obra como concluída realiza-se uma esmerilagem definitiva (Figura 3.37). Esta operação consiste na rectificação longitudinal e transversal dos carris que compõe a via. Com a esmerilagem consegue-se:

- Eliminação das ondas largas, resultantes da laminação dos carris;
- Evitar que os pequenos defeitos nos carris dêem lugar a outros, mais graves;
- Retardar o desgaste ondulatório;
- Alcançar uma rugosidade compatível com as velocidades de circulação futuras;



Fig. 3.37 – Esmerilagem final da via

Portanto, um processo que permite por um lado eliminar os defeitos que os carris possam apresentar ainda antes de entrar em operação, e por outro prevenir problemas futuros, aumentando a longevidade da via, mas mais importante que esse aspecto, a segurança dos passageiros.

Estas operações constituem a conclusão das obras de construção civil de uma renovação de via férrea.

4

CARACTERIZAÇÃO DA OBRA DE RENOVAÇÃO

4.1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo é caracterizada a obra de renovação de via férrea na qual o estágio se realizou no período entre Março e Junho, integrado na empresa NEOPUL, SA. Esta obra está integrada no plano de modernização de linhas férreas em Espanha, fazendo parte do AVE (Alta Velocidad Española).

4.2 CARACTERIZAÇÃO

A obra que se apresenta neste capítulo consiste na renovação de uma via férrea que comporta veículos de alta velocidade. Esta obra é fruto do recente investimento na modernização dos caminhos de ferro por parte do governo espanhol.

O AVE, o comboio de alta velocidade espanhola pertence à rede nacional de caminhos de ferro de Espanha (RENFE – Red Nacional de los Ferrocarriles Españoles), equivalente à CP em Portugal.

Actualmente, o serviço de alta velocidade espanhola estabelece importantes ligações entre cidades como Madrid, Barcelona, Sevilha, Málaga e Valladolid. É objectivo para o governo espanhol, que terminado 2010, a rede AVE tenha uma extensão total de 2200 kms.

O objectivo para 2020, data em que termina o “Plan Estratégico de Infraestructuras y Transporte” (PEIT), é garantir uma extensão da rede de alta velocidade em Espanha com 10000 km e que estabeleça a ligação entre todas as capitais de província. Pretende-se também garantir que 90% dos cidadãos espanhóis se encontrem a menos de 50 km de uma estação de alta velocidade.

A gestão das infra-estruturas da rede ferroviária espanhola está a cargo da ADIF (Administrador de Infraestructuras Ferroviarias), entidade pública empresarial espanhola. Em Portugal essa gestão é realizada pela REFER – Rede Ferroviária Nacional.

Esta obra, onde decorreu o estágio, fazia parte de uma união duas empresas, SACYR (espanhola) e NEOPUL (portuguesa). Esta parceria denomina-se, em Espanha, por “Unión temporal de empresas” (U.T.E.), e assemelha-se aos agrupamentos complementares de empresas (A.C.E.) em Portugal. Como o próprio nome indica, é uma união temporária de duas ou mais empresas, com o intuito de realizar uma obra ou prestar um determinado serviço. Este tipo de estratégia traz várias vantagens, como por exemplo a partilha de recursos, conhecimentos e experiências dos diversos intervenientes, traduzindo-se numa maior eficácia, quer a nível técnico quer a nível económico.

A obra que se descreve em seguida resume-se à renovação de um troço ferroviário inserido numa linha de alta velocidade com via dupla. A renovação divide-se em oito fases, sendo que cada fase

corresponde à fracção do troço que se renova, isto é, a obra é feita por partes, renovando uma pequena fracção do troço total. Cada fracção corresponde então a uma fase, num total de oito fases, quatro em cada sentido. Em média cada fase teve um período de execução de 4 a 5 meses, sendo por isso a duração total, aproximadamente três anos. Quando abandonei a obra, esta encontrava-se sensivelmente a meio da duração total, no início da quinta fase.

A linha faz parte da ligação Madrid – Jaén (figura 4.39). O tramo a renovar está compreendido entre Alcázar de San Juan e Manzanares, representado na figura 4.38:

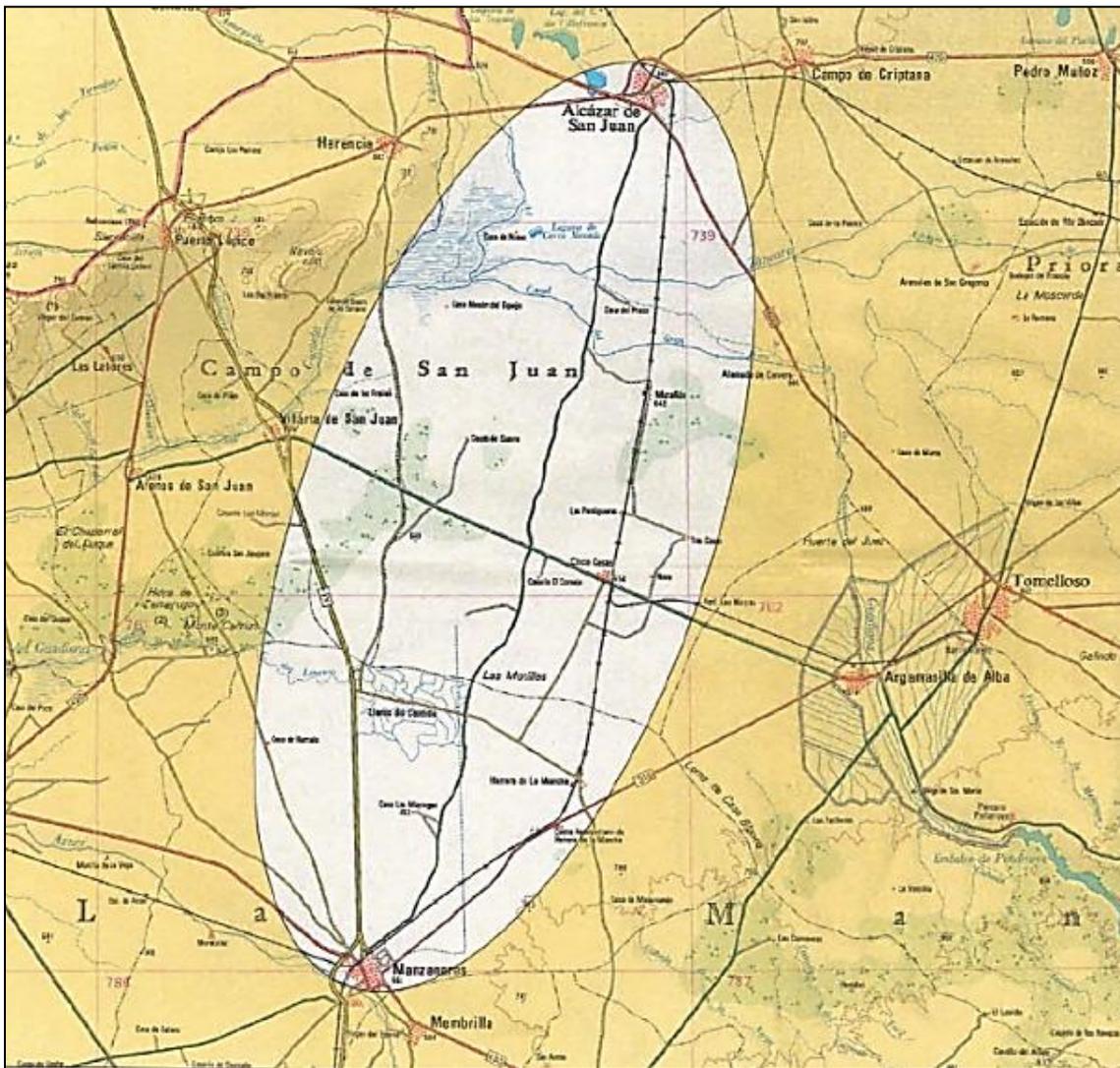


Fig. 4.38 - Tramo a ser renovado: Alcázar de San Juan – Manzanares

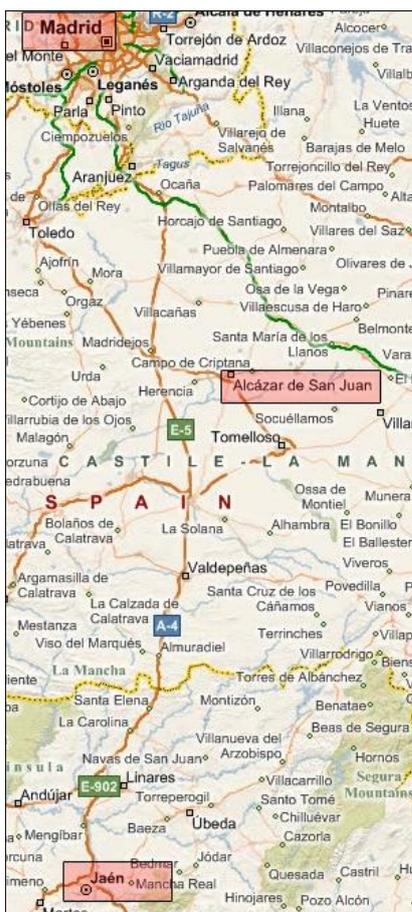


Fig. 4.39 - Imagem Madrid – Alcázar de San Juan – Jaén

Esta renovação tem por objectivo permitir a circulação na via de veículos a alta velocidade (250 km/h), mas ao mesmo tempo possibilitar a passagem de veículos de velocidades mais reduzidas (100 km/h), visto que a linha actual é mista e assim se pretende manter.

Esta obra de renovação abrange não só a via, como também a catenária e obras de arte, etc. No entanto, no presente trabalho apenas se fará referência aos trabalhos de via.

4.3 TRAÇADO

A renovação, como foi dito, refere-se a um tramo pertencente à linha Madrid – Jaén, que se inicia no P.K. 150+000 e termina no P.K. 196+861, tendo portanto uma extensão de 46,861 km em cada sentido. No total são 93,722 km.

Esta via deverá estar adaptada para a circulação de veículos à velocidade de 250 km/h, mediante a rectificação de algumas curvas para melhorar as transições tipo clotóide e adequar o desenvolvimento das curvas circulares. A excepção é feita numa curva ao P.K. 185+700, de 1253 m de raio, onde está prevista a construção de uma variante com 3500 m de comprimento. Como foi referido no ponto anterior, esta obra será feita para permitir, em simultâneo, a passagem do material circulante à velocidade de 250 km/h e 100 km/h, uma vez que se pretende manter o carácter misto da via actual.

No cálculo da geometria do traçado quer em planta quer no perfil longitudinal, intervêm uma série de parâmetros, nos quais se adoptam valores máximos ou mínimos, em função da velocidade da linha (250 km/h) e das características funcionais da linha (tráfego misto).

4.3.1. ELEMENTOS DO TRAÇADO EM PLANTA

O traçado em planta de uma via é composto por alinhamentos rectos e curvas circulares, ligados entre si por curvas de transição, geralmente do tipo clotóide, de forma a garantir um maior conforto para os passageiros e um menor desgaste do material da via.

Os parâmetros relativos ao traçado em planta são, por exemplo, a escala, insuficiência e excesso de escala, variação da escala em função do tempo e desenvolvimento, a variação da insuficiência de escala em função do tempo, a aceleração não compensada ao nível da via, comprimentos dos elementos do traçado (alinhamentos rectos e curvas circulares), velocidade, etc.

Os valores adoptados em projecto para os parâmetros referentes ao traçado em planta desta via foram os que constam no quadro 3.

Quadro 3 – Parâmetros em planta adoptados em projecto (para V=250 km/h)

PARÂMETROS	VALOR LIMITE RECOMENDADO	VALOR LIMITE MÁXIMO
* ESCALA (mm)	160	160
* INSUFICIÊNCIA DE ESCALA (mm)	90	115
EXCESSO DE ESCALA (mm)	90	110
* VARIAÇÃO DA ESCALA EM FUNÇÃO DO TEMPO (mm/s)	0,65	1
VARIAÇÃO DA ESCALA EM FUNÇÃO DO COMPRIMENTO (mm/m)	30	50
VARIAÇÃO DA INSUFICIÊNCIA DE ESCALA EM FUNÇÃO DO TEMPO (mm/s)	30	50
COMPRIMENTO DAS CURVAS CIRCULARES (m)	$V(\text{km/h})/2$	$V(\text{km/h})/2$

Nota: Os parâmetros assinalados com um asterisco (*) são referentes à segurança. Os restantes parâmetros dizem respeito também ao conforto dos passageiros.

4.3.2. ELEMENTOS DO TRAÇADO EM PERFIL LONGITUDINAL

O perfil longitudinal de uma linha férrea é constituído por um conjunto de trainéis, ascendentes e descendentes, interligados por curvas de concordância vertical.

Os elementos que foram considerados nesta via, relativamente ao perfil longitudinal foram os apresentados no quadro 4.

Quadro 4 – Parâmetros em perfil longitudinal adoptados em projecto (para V=250 km/h)

PARÂMETROS	VALOR LIMITE RECOMENDADO	VALOR LIMITE MÁXIMO
RAMPA/PENDENTE DA VIA - GERAL (‰)	12,5	15
RAMPA/PENDENTE DA VIA - ESTAÇÕES (‰)	2,5	2,5
ACELERAÇÃO VERTICAL (m/s ²)	0,22	0,44

4.3.3. PERFIL TRANSVERSAL TIPO

Para que a via depois de modernizada, possa comportar as altas prestações, é necessário um desenho correcto da super-estrutura e das camadas sobre as quais esta assenta.

Para tal foram definidas as seguintes características geométricas a adoptar para o perfil transversal tipo:

- Zonas em que não há alteração ao traçado existente:
 - Bitola: 1668 mm (bitola ibérica), com a possibilidade de redução para 1435 mm (bitola internacional), uma vez que as travessas assim o permitem;
 - Entre-eixo: 4,30 metros;
 - Banqueta: 1,05 metros;
 - Inclinação da banquetta: 3/2 (H/V)
 - Espessura do balastro: 30 cm;
 - Pendente transversal das camadas de sub-balastro: 4%;
 - Largura da plataforma: 11,70 metros;
- Troço da variante:
 - Bitola: 1668 mm (bitola ibérica), com a possibilidade de redução para 1435 mm (bitola internacional), uma vez que as travessas assim o permitem;
 - Entre-eixo: 4,30 metros;
 - Banqueta: 1,05 metros;
 - Inclinação da banquetta: 3/2 (H/V)
 - Espessura do balastro: 30 cm;
 - Pendente transversal das camadas de sub-balastro: 4%;
 - Largura da plataforma: 13,30 metros;

O perfil-transversal tipo adoptado está representado na figura 4.40.

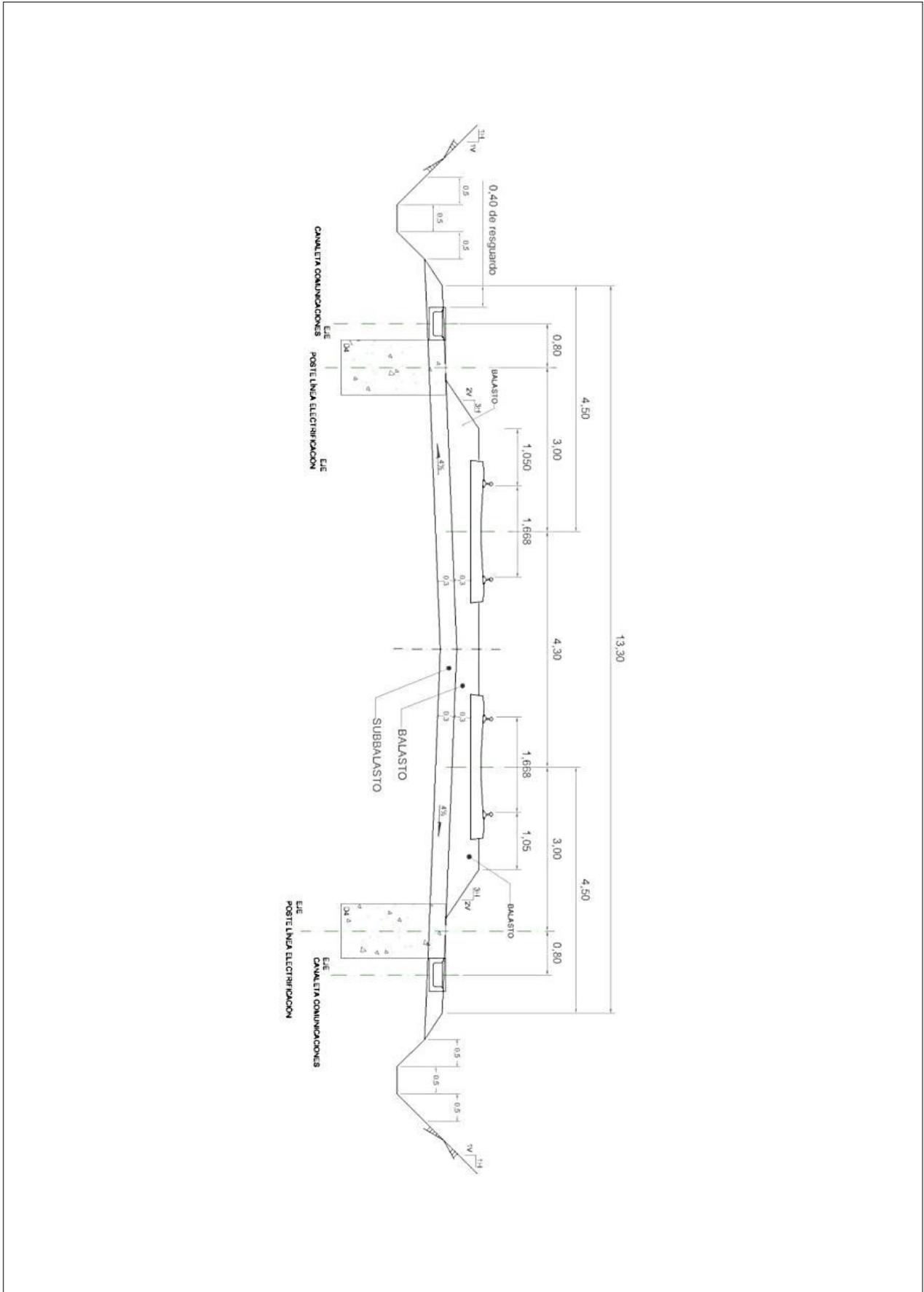


Fig. 4.40 – Perfil transversal tipo

4.3.4. ALTERAÇÕES INTRODUZIDAS NOS ELEMENTOS DO TRAÇADO

Como foi referido, a via encontra-se apta para as velocidades de circulação pretendidas, mediante a introdução de algumas alterações, nomeadamente ao nível das curvas compostas.

A via actual tem cinco curvas compostas ao longo do percurso do tramo a renovar, com os raios especificados no quadro 5.

Quadro 5 – Curvas compostas

P.K.	RAIO (m)
150+000 - 184+540	6024
	5400
	3225
188+100 - 196+681	8333
	7142

Os raios das curvas existentes estão em concordância com a velocidade pretendida (250 km/h), sendo que se necessitam de adaptar os parâmetros das clotóides.

Na primeira curva, por exemplo, com um raio de 6024 m, as clotóides existentes têm um desenvolvimento de 100 metros. A alteração aqui introduzida prendeu-se com o aumento deste desenvolvimento para 170 metros de forma a cumprir os valores limites recomendados dos parâmetros do traçado em planta. Já na curva de raio igual a 5400 m e com clotóides de desenvolvimento igual a 100 e 140 m foi necessário aumentar o raio para 7500 m por forma a cumprir o valor limite do desenvolvimento da curva circular ($V/2$, ou seja, 125 m). Além desta alteração, o desenvolvimento de uma das clotóides foi também aumentado para que, mais uma vez, se cumprisse os valores limites recomendados dos parâmetros do traçado em planta.

Concluindo, as alterações efectuadas nas curvas compostas foram essencialmente nos raios das curvas circulares, para que se pudesse cumprir o limite de desenvolvimento dessas mesmas curvas, e também modificações nos desenvolvimentos das clotóides.

4.4 MATERIAL UTILIZADO

Os materiais da via actual não são os mais adequados para permitirem a velocidade de circulação que se pretende com este projecto, pelo que foi necessário recorrer à substituição de algum do material da super-estrutura, como:

- Balastro
- Travessas
- Carris

4.4.1. BALASTRO

No projecto inicial, constava que, dadas as suas características, o balastro existente na via não seria aproveitável para reutilização na via renovada.

Por essa razão estava prevista a utilização de novo balastro, Balastro Tipo “1”, adequado para este tipo de circulação, com um coeficiente de desgaste de Los Angeles (CLA) menor ou igual a 14%

(L_{RB}14), embora na obra se tivesse assumido como limite os 16%, correspondente ao limite admitido para via corrente.

No entanto, já no decorrer da obra optou-se pela reutilização do balastro existente, uma vez que cumprindo este os requisitos exigidos, representaria uma solução bem mais económica. A reciclagem permitiu o reaproveitamento de, aproximadamente, 50% do balastro já existente, ou seja, metade do balastro existente na via antiga foi reutilizado para a construção da nova via, sendo que os restantes 50% são constituídos por balastro novo. Os finos, provenientes desta operação, foram utilizados para o topo da plataforma da via.

Nas figuras seguintes (4.41 e 4.42) estão representados os ensaios realizados a amostras do balastro, reciclado e novo, respectivamente.

ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN DE BALASTO		Laboratorio de: MADRID				
		Ensayo	25831/1556VA2198			
		Hoja:	1 de 1			
		Fecha ensayo:	21-04-10			
		Fecha emisión:	22-04-10			
PETICIONARIO: EUROCONSULT, S.A.						
CONTRATISTA: UTE ALCAZAR-MANZANARES						
OBRA: L.A.V. TRAMO ALCAZAR-MANZANARES						
FECHA Y DATOS DE LA TOMA DE MUESTRA (NAV 3-4-0.2/4ª - 2.007. Apdo. 2):		15/04/10 ACOPIO 1, FASE 5, MUESTRA ALTA 3				
MUESTRA: BALASTO	PESO (g): 55740	Nº PRECINTO:	27402			
Análisis granulométrico por tamizado NAV 3-4-0.2/4ª-2007 Apdo. 5.6 UNE EN 933-1/98			QUADRO A			
TAMIZ UNE EN 933-2/96		% Que pasa				
		Muestra	Especificaciones PAV 3-4-0.0/7ª- 2007			
63		100,0	100			
50		86,2	70 - 99			
40		57,6	30 - 65			
31,5		12,8	1 - 25			
22,4		0,9	0 - 3			
Retenido entre tamiz 50 - 31,5		73,4	≥ 50			
QUADRO B						
Ensayo	Norma NAV 3-4-0.2/4ª-07	Determinación	Expresión resultados	Valores Obtenidos	Especificaciones PAV 3-4-0.0/7ª- 2007	
Partículas finas	Apdo. 5.7 / UNE EN 933-1/98	Pasa 0,5 mm.	%	0,3	Centro Prod.	≤ 0,6
					Obra/ acopio	≤ 1,0
Finos	Apdo. 5.7 / UNE EN 933-1/98	Pasa 0,063 mm.	%	0,3	Centro Prod.	≤ 0,5
					Obra/ acopio	≤ 0,7
Índice de forma	Apartado 5.4	Elementos aciculares y lajas	%	9,0	≤ 10	
Espesor mínimo de elementos granulares	Apartado 5.3	Retenido entre 25 y 16 mm	%	14,2	≤ 39,5-CLA	
		Pasa tamiz 16 mm.	%	# VALOR!	≤ 5	
Longitud máxima de las partículas	Apartado 5.5	Partículas > 100 mm	%	2,6	≤ 4	
Desgaste de Los Ángeles	Apartado 5.8 / UNE EN 1097-2/99 Apdo 5	CLA	%	14,0	Alta Velocidad	≤ 14
					Red convencional	≤ 16
					Tipo C	≤ 20
Homogeneidad	Apartado 5.2	-	%	No realizado	≤ 5	

Fig. 4.41 - Balastro reciclado: ensaio

ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN DE BALASTO		Laboratorio de: MADRID				
PETICIONARIO: EUROCONSULT, S.A.		Ensayo nº: 25831/1405AG173				
CONTRATISTA: UTE ALCAZAR-MANZANARES		Hoja: 1 de 1				
OBRA:: A.V.MADRID-ALCAZAR-JAEN;TRAMO:ALCAZAR-MANZANARES C.REAL		Fecha ensayo: 28-08-09				
FECHA Y DATOS DE LA TOMA DE MUESTRA (NRV 3-4-0.2/3ª - 2.004. Apdo. 2): 21/08/09 PK 173+900 (ACOPIO CINCO CASAS) (Balasto de cantera M-2)		Fecha emisión: 03-09-09				
MUESTRA: BALASTO		PESO (g): 51746	Nº PRECINTO: 36434			
Análisis granulométrico por tamizado NRV 3-4-0.2/3ª-04 Apdo. 5.6 / UNE EN 933-1/98			QUADRO A 			
QUADRO B 	TAMIZ UNE EN 933-2/96	% Que pasa				
		Muestra		Especificaciones PAV 3-4-0.0/7ª- 2007		
	63	100,0		100		
	50	86,0		70 - 99		
	40	37,6		30 - 65		
	31,5	3,7		1 - 25		
	22,4	0,1	0 - 3			
	Retenido entre tamiz 50 - 31,5	82,2	≥ 50			
Ensayo	Norma NRV 3-4-0.2/3ª-04	Determinación	Expresión resultados	Valores Obtenidos	Especificaciones PAV 3-4-0.0/7ª- 2007	
Partículas finas	Apdo. 5.7 / UNE EN 933-1/98	Pasa 0,5 mm.	%	0,1	Centro Prod.	≤ 0,6
					Obra/ acopio	≤ 1,0
Finos	Apdo. 5.7 / UNE EN 933-1/98	Pasa 0,063 mm.	%	0,0	Centro Prod.	≤ 0,5
					Obra/ acopio	≤ 0,7
Índice de forma	Apartado 5.4	Elementos aciculares y lascas	%	6,1	≤ 10	
Espesor mínimo de elementos granulares	Apartado 5.3	Retenido entre 25 y 16 mm	%	8,5	≤ 39,5-CLA	
		Pasa tamiz 16 mm.	%	# VALORI	≤ 5	
Longitud máxima de las partículas	Apartado 5.5	Partículas > 100 mm	%	1,3	≤ 4	
Desgaste de Los Angeles	Apartado 5.8 / UNE EN 1097-2/99 Apdo 5	CLA	%	11,2	Alta Velocidad	≤ 14
					Red convencional	≤ 16
					Tipo C	≤ 20
Homogeneidad	Apartado 5.2	-	%	No realizado	≤ 5	

Fig. 4.42 - Balastro novo: ensaio

O primeiro quadro “Análisis granulométrico por tamizado...”, **quadro A**, refere-se aos peneiros utilizados no ensaio, a percentagem da amostra que passa num determinado peneiro e o limite estabelecido pela norma. Todos os valores obtidos no ensaio, quer do balastro reciclado quer do novo, estão dentro dos limites da norma.

No segundo quadro, **quadro B**, encontram-se os limites da norma para determinados parâmetros, como o índice de forma ou o coeficiente de desgaste de Los Angeles e os valores obtidos pelo ensaio.

Neste caso concreto quer o balastro novo quer também o balastro reciclado apresentam valores aceitáveis para a sua aplicação na obra. O balastro utilizado é proveniente de uma rocha basáltica.

Por último, uma referência ao processo de reciclagem de balastro. É um processo relativamente simples, no qual o balastro é retirado da via antiga e levado por meio de camiões até um depósito. É neste depósito que se encontra a recicladora. Ela é abastecida por meio de uma máquina, que neste caso concreto é uma pá carregadora de rodas, como é possível ver na figura 4.43.



Fig. 4.43 – Alimentação de balastro por pá carregadora de rodas

O balastro, depois de abastecido pela pá carregadora, entra no circuito da recicladora, onde passa por um processo de crivação, conseguindo-se com isto obter o balastro apto para uso, separando-o do restante. A recicladora tem três braços, um para o balastro apto para uso, o outro para os finos e o último para o restante material. Estes braços despejam o material reciclado em pequenos depósitos que são depois movidos para outros maiores, novamente pela pá carregadora de rodas. Os finos podem ser utilizados na plataforma. Na figura 4.44 está representada a recicladora em funcionamento.



Fig. 4.44 – Recicladora de balastro

4.4.2. TRAVESSAS

As travessas são os elementos que dão apoio aos carris, e que transmitem as cargas destes ao balastro. Têm um papel importante pois são as travessas que garantem a conservação da bitola, nas linhas de caminho de ferro.

Existem vários tipos de travessa, dividindo-se actualmente em dois grupos:

- Travessas em madeira
- Travessas em betão

As travessas em madeira foram as mais utilizadas até o aparecimento de outros tipos. De fácil obtenção (para os países com recursos florestais), com boa elasticidade e redução na sonoridade da circulação, este tipo de travessas apresenta no entanto alguns inconvenientes como o curto período de vida útil, a reduzida resistência a esforços horizontais (transversais e longitudinais) e a dificuldade na manutenção da bitola ^[2].

Mais tarde aparecem as travessas em betão, bi-bloco, as primeiras travessas de betão a afirmarem-se no mercado ^[2], e as mono-bloco. No entanto, actualmente as mais utilizadas, especialmente em vias de alta velocidade, são as mono-bloco em betão pré-esforçado. O pré-esforço veio diminuir alguns problemas que afectavam este tipo de travessas, como a fendilhação. Estas travessas caracterizam-se pelo elevado peso, que confere à via uma maior estabilidade, por conservarem bem a bitola e apresentarem uma elevada duração.

Na obra em questão as travessas utilizadas são as mono-bloco de betão pré-esforçado tipo PR-01 (Figura 4.45.2). Este tipo de travessas caracteriza-se pela sua polivalência pois permite quer bitola ibérica (1668 mm) como bitola internacional (1435 mm). Nesta obra de renovação, a bitola adoptada foi a Ibérica.

Estas travessas têm as seguintes características:

- 2,60 metros de comprimento;
- 0,30 metros de largura;
- 0,24 metros de altura;
- Peso: entre os 295 e 315 kg;

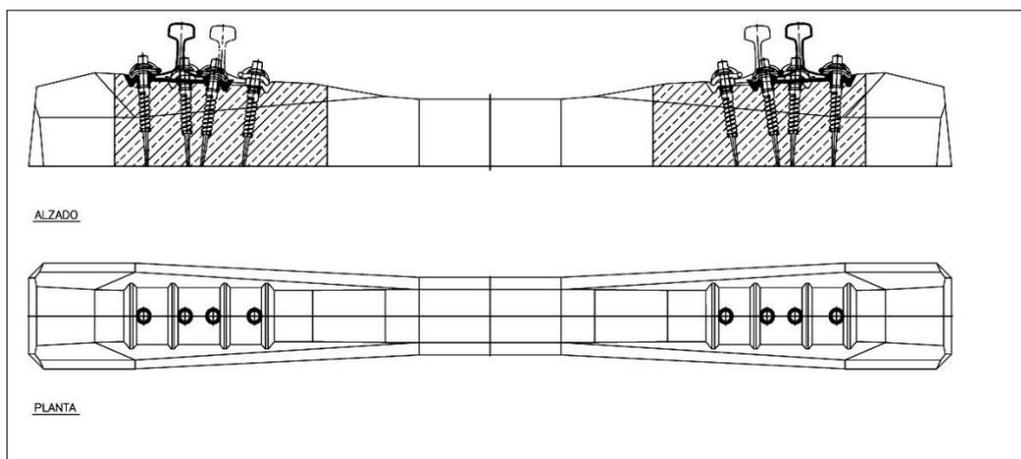


Fig. 4.45.1 – Travessas mono-bloco pré-esforçadas: perfil ^[2]



Fig.4.45.2 – Travessas mono-bloco pré-esforçadas: tipo PR-01

O tipo de fixação utilizada, neste caso, foi elástica do tipo Vossloh (Figura 4.46 e Figura 4.47).

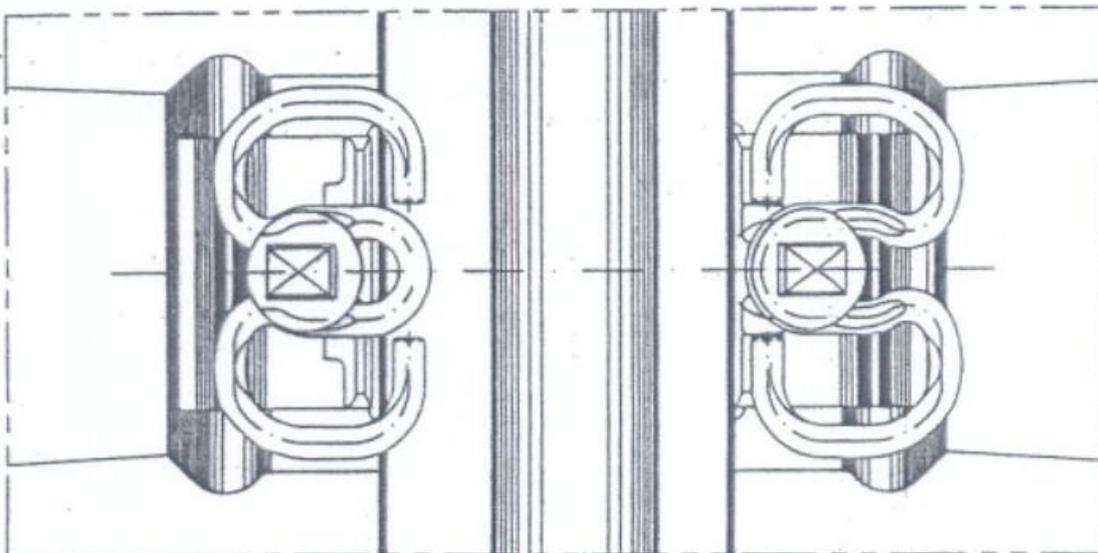


Fig. 4.46 - Fixação elástica tipo Vossloh.



Fig. 4.47 - Fixação utilizada na obra de renovação.

As fixações VOSSLOH são as mais utilizadas nas maiores linhas de caminho de ferro de alta velocidade na Europa. Tal situação pode explicar-se pelo facto de ter sido Vossloh que inventou as fixações elásticas, por volta dos anos 60, e que permitiu grandes avanços no que diz respeito ao comportamento e estabilidade dos carris sobre as travessas. Este tipo de fixação, elástica portanto, permite controlar os movimentos ascendentes e descendentes dos carris, originados pela circulação dos veículos, e que podem dar origem ao caminhamento longitudinal do carril. A fixação VOSSLOH é também a habitualmente utilizada em travessas mono-bloco de betão pré-esforçado e carris UIC-60, como é o caso da obra que se descreve neste capítulo.

4.4.3. CARRIS

Os carris são os elementos da via que estabelecem o contacto entre os veículos circulantes e a infraestrutura. Estes podem ser de vários tipos, dependendo do tipo de via a que se destinam. Neste caso, por se tratar de uma via exclusiva de comboios o tipo de carril utilizado é o de patilha ou de Vignoles, constituído por cabeça, alma e patilha. Este tipo de carril derivou do carril de dupla cabeça, caracterizado por ter uma cabeça igual à patilha cujo intuito era a sua reutilização, feita através da rotação do carril quando a superfície em contacto com os veículos estivesse desgastada. No entanto, o desgaste verificado nessa mesma superfície impossibilitava a sua utilização como base (carril invertido).

Outro tipo de carril é o carril tipo Phoenix, de calha ou gola, geralmente utilizado nas linhas de metropolitano, ou seja, linhas urbanas, por permitir uma maior facilidade de implementação nos pavimentos.

Os carris são caracterizados pelo seu peso por unidade de comprimento (metro de carril). Hoje em dia, os carris pesados são os mais utilizados, já que conduzem a um maior período de vida útil da via, pois distribuem as cargas por um maior número de travessas, diminuindo a pressão exercida em cada uma delas, e também porque possuindo uma maior massa, eles próprios apresentam uma maior resistência ao desgaste.

Nas linhas de caminho de ferro, quer em Portugal quer em Espanha, os mais utilizados são carris de perfil UIC-54 e UIC-60, com 54 kg/m e 60 kg/m, respectivamente. No caso concreto desta obra, o carril utilizado foi o UIC-60, cujo perfil está representado na figura 4.48.

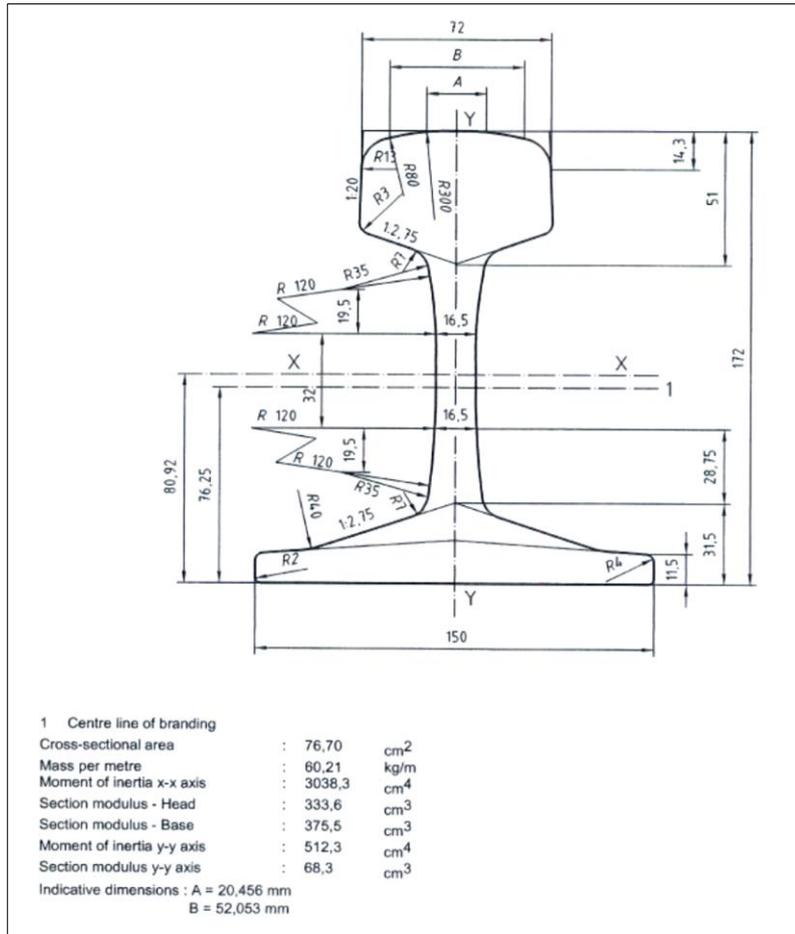


Fig. 4.48 - Perfil: carril UIC-60 [2]

A montagem é feita através de 7 soldaduras eléctricas de 8 barras simples de 36 metros, formando barras longas soldadas (BLS) de 288 m. Essas BLS são depois ligadas entre si através de soldaduras aluminotérmicas (Figura 4.49), formando uma via sem juntas.

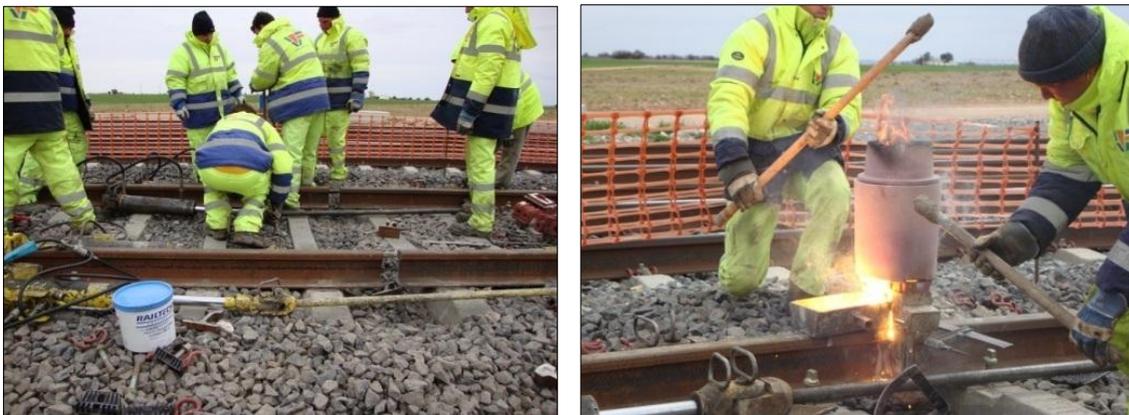


Fig. 4.49.1 e 4.49.2 – Soldaduras aluminotérmicas

4.5 PLANO DE OBRA

Como foi referido anteriormente, nesta obra não surgiu a necessidade de realizar grandes trabalhos que se possam considerar “extra-renovação”, isto é, trabalhos como movimentações de terras, requeridos quando se pretende proceder a alterações significativas no traçado existente, como o caso da alteração da rasante ou directriz, tendo para isso que se intervir na plataforma. Por esta razão, o plano de cada fase, nesta obra, é idêntico ao processo que foi descrito no capítulo anterior para a realização de uma obra de renovação.

O plano de uma das fases, mais especificamente a quarta fase, é o descrito no quadro 6.

Quadro 6 – Trabalhos de via na fase 4

TRABALHOS	
Levantamento da via antiga	Corte dos carris
	Recolha dos carris
	Rebaixamento da plataforma
Acondicionamento da plataforma	
1ª descarga de balastro	
Montagem da via nova	Descarga das travessas
	Posicionamento das travessas
	Posicionamento dos carris
	Esquadramento das travessas
	Aperto dos tira-fundos
Descarga de balastro	
1º Nivelamento	
1ª Estabilização	
Soldaduras	
2º Nivelamento	
2ª Estabilização	
Regulação de tensões	
Nivelamento definitiva	

Este plano, aqui representado, diz apenas respeito aos trabalhos de intervenção na via. Naturalmente, existirão outros a executar ao nível da catenária, telecomunicações e drenagem. A primeira tarefa é o levantamento da via antiga, que tem uma duração de sensivelmente 20 dias e constitui a preparação para a montagem da via propriamente dita. Antes dessa montagem procede-se ao acondicionamento da

plataforma e realiza-se uma primeira descarga de balastro. O tempo estimado para estas duas tarefas é de aproximadamente 25 dias.

Finalmente executa-se a montagem da via, com a instalação dos materiais que a constituem. Esta operação tem uma duração estimada de 20 dias. Com o esqueleto de via montado, avança-se para o nivelamento e estabilização da via. Estes processos poderão ser demorados devido a vários factores, como por exemplo, a indisponibilidade das máquinas utilizadas para a sua realização, ou a impossibilidade de realização da corte de via, isto é, se em determinado momento para o qual foi prevista a execução do trabalho, é possível ou não proceder ao corte da circulação, condição exigida em determinados trabalhos. Neste caso, o tempo estimado para o conjunto foi de 14 dias. De seguida realizam-se as soldaduras dos carris, processo que tem um prazo previsto de 7 dias.

O segundo nivelamento e estabilização, por se tratar de um processo mais simples do que o primeiro, pois é apenas realizado para ajustes, prevê-se que demore 5 dias. A regularização das tensões demorará 10 dias, e finalmente o nivelamento definitivo, para pequenos ajustes, 2 dias.

Obviamente, que todas estas durações, são apenas estimativas. Com o decorrer do trabalho surgem sempre problemas e imprevistos que atrasam toda a fase, ou poderá ocorrer o inverso, os trabalhos realizarem-se a um ritmo mais elevado que o previsto, e concluir-se a fase num menor tempo que o estimado. Todas estas estimativas são correspondentes à extensão total da linha a renovar, que é de aproximadamente 94 km.

4.6 MÃO-DE-OBRA E EQUIPAMENTOS

Como foi referido, esta obra foi realizada num regime de união entre duas empresas. A NEOPUL, onde se realizou o estágio, estava encarregue da construção da via, sendo o chefe de produção de via, desta empresa portuguesa.

Os trabalhos de maquinaria pesada, como o nivelamento e estabilização, foram todos eles realizados por pessoal afecto à NEOPUL, assim como o equipamento utilizado, nomeadamente a atacadeira, niveladora, estabilizadora e os balasteiros.

Outros trabalhos, como a movimentação do balastro, as soldaduras, a regularização de tensões, o aperto dos tira-fundos e o acondicionamento de plataforma, foram executados recorrendo-se a sub-empresas. O recurso a sub-empresas é recorrente em qualquer obra. Tal é feito nos casos em que a empresa responsável pela obra não possui as valências necessárias para desempenhar determinadas tarefas ou quando se verifique que é economicamente mais vantajoso.

Por fim, é necessário fazer referência aos pilotos. Os pilotos são operários, neste caso afectos à entidade responsável pela gestão das infra-estruturas ferroviárias espanholas, ADIF, que estão encarregues da vigilância e protecção dos trabalhos na via. São elementos importantes em qualquer obra ferroviária, especialmente nas de renovação em que pode ocorrer a possibilidade de circulação de veículos nas linhas adjacentes à qual se está a trabalhar, situação que aumenta o risco de acidentes de trabalho graves. Este tipo de funcionários tem formação específica e necessitam de certificação por parte da ADIF, neste caso, para que possam desempenhar as suas funções.

4.7 CUSTOS

Por fim, é importante fazer uma referência aos custos da obra. Neste sub-capítulo é apresentada a estimativa dos custos para toda a obra, custos esses discriminados por tarefas (Quadro 7).

Quadro 7 – Custos de obra (via)

MEDIÇÕES		CUSTO		
Medido	Ud.	Descrição	Custo/UD	Custo total
SUPERESTRUTURA				(€)
98.370,000	M	LEVANTAMENTO DE VIA ÚNICA	19,62	1.930.019,40
36,000	UD	LEVANTAMENTO DE APARELHO DE MUDANÇA DE VIA (A.M.V.)	2.404,93	86.577,48
517.416,000	M2	ACONDICIONAMENTO, NIVELAMENTO E COMPACTAÇÃO DA PLATAFORMA	1,42	734.730,72
126.830,000	M3	FORNECIMENTO DE BALASTRO "TIPO 1" .	26,50	3.360.995,00
65.911,000	M3	DESCARGA DE BALASTO "TIPO 1" COM EXTENDEDORA DE BALASTRO	4,95	326.259,45
183.187,226	M3	DESCARGA DE BALASTO "TIPO 1" COM BALASTREIROS	5,50	1.007.529,74
94.524,769	M	MONTAGEM VIA COM CARRIL DE 60 Kg/m (2 FILAS) E TRAVESSA PR-01	236,00	22.307.845,48
12,000	UD	FORNECIMENTO E MONTAGEM DE A.M.V. DSH-V-UIC60-1500-0,042-CR-TC.	275.000,00	3.300.000,00
4,000	UD	FORNECIMENTO E MONTAGEM DE A.M.V. DS-C-UIC60-500-0,090-CC.	200.000,00	800.000,00
94.784,950	M	DISPOSIÇÃO E PIQUETADO DE VIA	1,58	149.760,22
762,000	UD	SOLDADURA ALUMINOTÉRMICA PARA UM CARRIL	350,00	266.700,00
94.784,950	M	REGULARIZAÇÃO DE TENSÕES EM VIA ÚNICA (2 FILAS)	7,15	677.712,39
94.784,950	M	1º NIVELAMENTO	9,50	900.457,03
94.784,950	M	2º NIVELAMENTO	8,50	805.672,08
94.784,950	M	ESTABILIZAÇÃO MECÂNICA DE VIA ÚNICA	2,70	255.919,37
CUSTO TOTAL (INTERVENÇÃO NA VIA)				36.910.178,36

Neste quadro estão apresentados todos os custos inerentes aos trabalhos executados na obra de renovação onde foi realizado o estágio, e que foram descritos anteriormente neste capítulo. Estes custos dizem respeito apenas à intervenção realizada em via.

Partindo deste quadro é possível tirar algumas conclusões, como por exemplo, a montagem conjunta dos carris e das travessas é a operação que acarreta maiores custos, aproximadamente 60% do custo total. É possível verificar que existe uma diferença no custo entre o primeiro e o segundo nivelamento, isto apesar de apresentarem valores iguais nas medições. A razão já foi referida anteriormente: o primeiro nivelamento tem por objectivo colocar a via nos valores próximos de projecto, depois de montado o esqueleto e portanto requerendo um maior tempo de execução, maiores custos nos equipamentos, etc. Por seu lado, o segundo nivelamento é utilizado para realizar ajustes na posição da via, depois de executadas as soldaduras.

Nestes custos, ainda estão incluídos os preços do balastro de “Tipo 1”, que como foi referido anteriormente, foi depois parcialmente substituído por balastro da via antiga, depois de este ter sido devidamente reciclado, por razões económicas.

5

MAQUINARIA PESADA UTILIZADA EM OBRAS FERROVIÁRIAS

5.1 INTRODUÇÃO

O conjunto de equipamentos utilizados em obras de vias férreas é vasto, independentemente da natureza da obra, podendo ser uma construção de raiz ou uma renovação de via, e mesmo em operações de manutenção e conservação, exigidas depois de concluídas tais obras. Esse conjunto de equipamento engloba desde as pequenas e portáteis trefonadoras até às grandes máquinas, como as atacadeiras. Neste capítulo apenas se trata este último grupo, a maquinaria pesada.

5.2 MAQUINARIA PESADA

Em primeiro lugar, é importante fazer o devido enquadramento deste tipo de equipamento em obra, referindo a fase na qual se inserem, fazendo uma breve descrição da mesma.

O equipamento que habitualmente é designado por maquinaria pesada é utilizado em operações que exigem trabalhos de alguma complexidade, seja pela sua envergadura, duração, etc, como é o exemplo do nivelamento. Para além da sua complexidade, hoje em dia, por motivos de segurança e comodidade dos futuros utilizadores, é exigido que estes trabalhos sejam feitos com precisão ao milímetro, ou até por vezes inferior, o que dificilmente acontece com trabalhos manuais (fig. 5.50), ou por outra, até pode ser que se consiga manualmente, mas com certeza obtém-se melhores resultados utilizando equipamentos mecânicos, que proporcionam maior exactidão e tornam os processos mais céleres, que em obra é sinónimo de maior economia.

O grupo de maquinaria pesada, cuja referência em pormenor se faz mais à frente, é constituído por três equipamentos:

- Atacadeira;
- Reguladora de balastro;
- Estabilizadora de via;

Todos estes equipamentos são utilizados nas operações de nivelamento, alinhamento e estabilização da via, já referenciadas em capítulos anteriores.

O nivelamento, executado em várias fases, permite levantar a via até ao seu nível final, posicionando-a às cotas que se são exigidas no projecto, actuando no perfil longitudinal e perfil transversal, introduzindo a escala especificada no projecto. Ao mesmo tempo é realizado o alinhamento da via, cuja finalidade é corrigir defeitos no posicionamento da via em planta. Estas duas operações podem

ser executadas conjuntamente com o ataque ao balastro, através de uma atacadeira, se esta estiver preparada para tal. Só em condições específicas o ataque ao balastro pode ser feito manualmente, quando por exemplo se trata de uma via assente em travessas de madeiras com fixação rígida e com velocidade máxima inferior a 100 km/h ^[4].

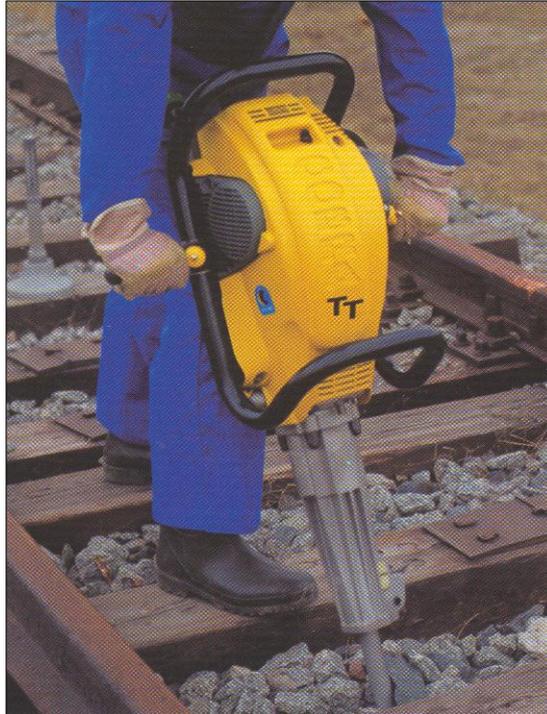


Fig. 5.50 – Atacadeira vibratória manual

5.2.1 ATACADEIRA

Como foi dito, a atacadeira é o equipamento que permite realizar o ataque ao balastro, podendo ao mesmo tempo nivelar e alinhar a via.

O ataque ao balastro é constituído, essencialmente por três fases:

- Penetração – as *pioches* são empurradas verticalmente para baixo, penetrando o balastro existente entre travessas;
- Aperto – as *pioches* compactam o balastro, apertando-o por baixo da travessa ao mesmo tempo que vibram;
- Movimento – as *pioches* são levantadas e a máquina avança para o conjunto de travessas seguinte, repetindo o processo;

As *pioches* são extensões de um grupo hidráulico, dispostas em cada um dos lados da atacadeira e são responsáveis pela penetração e compactação do balastro, processo que, como foi dito anteriormente, se denomina por ataque do balastro. As *pioches* penetram o balastro ao mesmo tempo que estão a vibrar, e são depois auxiliadas pelo grupo hidráulico, no aperto do balastro, compactando-o. Na figura 5.51 estão representados as *pioches* de uma atacadeira.



Fig. 5.51 – Pioches de uma atacadeira

As atacadeiras, dependendo do modelo e o objectivo para as quais são utilizadas – em via corrida ou em aparelhos de via, poderão ter desde 16 *pioches* no total, conseguindo atacar apenas uma travessa em cada fila de carril até 48 *pioches* ou mais, conseguindo atacar três travessas por fila de carril. As *pioches* são divididas de forma igual por cada um dos lados da atacadeira, dispondo-se, em cada lado, em dois grupos de linhas de *pioches*, isto é, uma atacadeira com dezasseis *pioches*, terá linhas com 4 *pioches* cada uma (4x4), duas linhas em cada lado.

Na fig. 5.51, a atacadeira representada é uma Plasser&Theurer, modelo 09-3X, máquina utilizada no ataque de via corrida na obra em que decorreu o estágio.

Outro aspecto que distingue os diferentes modelos das atacadeiras pesadas é o modo como realizam o ataque, podendo este ser executado de forma contínua ou não. As atacadeiras mais rudimentares realizam os ciclos do ataque paradas, movendo-se apenas quando terminam a compactação do balastro e seguem para o conjunto de travessas seguintes. As mais avançadas realizam o ataque sempre em movimento, graças à separação física da estrutura que alberga todo o grupo de trabalho, denominada

por satélite, e que por essa razão permite realizar o movimento destes de forma independente do movimento da atacadeira que se move a uma velocidade constante, enquanto que o satélite pára durante o ataque, compensando depois com um avanço superior à da atacadeira durante a passagem entre travessas. O ataque contínuo possibilita a realização de todo o processo com aumentos até 40% no rendimento do trabalho, menores custos energéticos já que não surge a necessidade de acelerar a máquina durante o avanço de um grupo de travessas para o seguinte e menor desgaste uma vez que quer a tracção de marcha quer os freios estão submetidos a menores solicitações. O aspecto do rendimento é muito importante, pois a operação de ataque ao balastro é sempre morosa, e implica obviamente o corte da via na qual este se realiza, tendo, na eventualidade de se tratar de uma via única, de se interromper a circulação por completo, situação que se pretende que tenha a menor duração possível, até porque implicará menores custos com o pessoal do equipamento.

As atacadeiras poderão também realizar, conjuntamente com o ataque ao balastro, o nivelamento e ripagem da via. Tal é possível quando as máquinas estão equipadas com quatro aparelhos denominados por carros, que são os carros tensores (dianteiro e traseiro), o carro de ripagem e o carro de medição, estando todos interligados e conectados à atacadeira. Previamente ao ataque, os dados reais da via, isto é, os parâmetros da via, no estado actual que ela se encontra, são recolhidos, manualmente pelos topógrafos (Fig. 5.52) ou através de equipamentos de medição que permitem efectuar medições mais extensas para um mesmo período de tempo (Fig. 5.53).

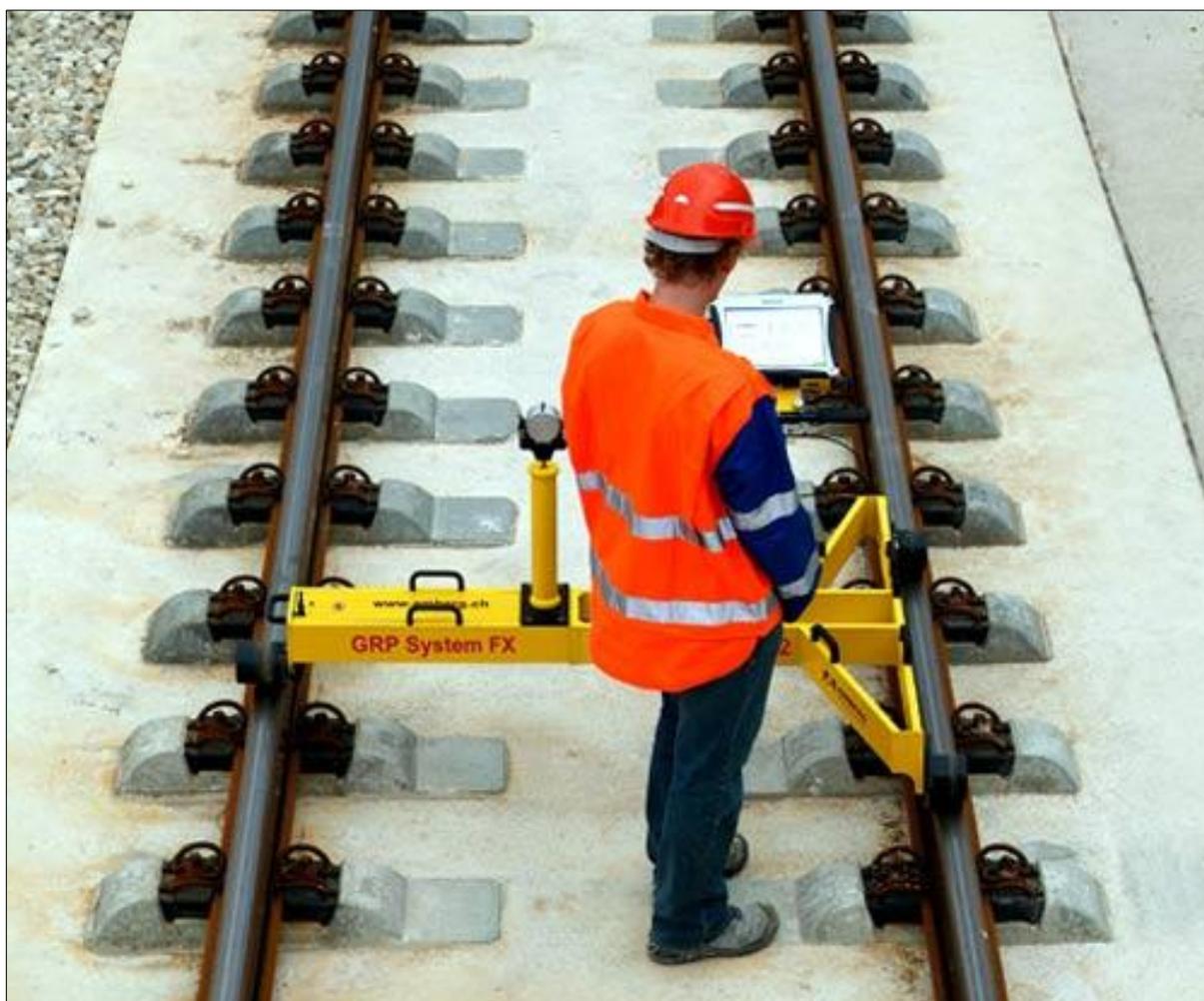


Fig. 5.52 – Aparelho de medição de via manual



Fig. 5.53 – Veículo de medição de via da Plasser & Thuermer (site da P&T)

Estes dados, depois de recolhidos, serão confrontados com os parâmetros teóricos de projecto. Com a relação entre os parâmetros teóricos e os parâmetros reais da via, calculam-se os valores das correcções a aplicar à via por meio do ataque. Depois de obtidas as correcções, estas são fornecidas ao operador responsável pela atacadeira, que as introduz por meio de um computador existente na máquina. Esse computador, designado por computador de geometria de via possui um software, *WinALC*, que faz o tratamento dos dados. Este programa permite, se a geometria é desconhecida, detectar o estado relativo da posição da via. Possibilita ainda, quando a geometria é conhecida, a introdução dos dados geométricos de projecto (fig. 5.54). Em ambos os casos este programa realiza o cálculo de compensação automática e emite os valores de projecto necessários para o sistema de nivelamento e ripagem.

The screenshot shows the WinALC software interface with the following elements:

- Window Title:** Geom12
- Local (m):** A vertical list of input fields on the left side.
- Sentido:** A section with dropdown menus for 'Geometria' and 'Comp(m) / 100(m)'. It includes directional arrows (← / →).
- Superelevação:** A section with dropdown menus for 'Geometria' and 'Comp(m) / Super(m)'. It includes directional arrows (← / →).
- Introdução dos valores de ripagem e escala:** A large text box overlaid on the top half of the interface.
- Local (m):** A vertical list of input fields on the bottom left.
- Alinca:** A section with dropdown menus for 'Geometria' and 'Incl. Inicial'. It includes a 'Razão de' field and a 'Comp(m)' field.
- Inclinação (ppt):** A field for slope in per mille.
- Introdução dos valores de nivelamento longitudinal:** A large text box overlaid on the bottom half of the interface.

Fig. 5.54 – Tabela para introdução dos dados no WinALC.

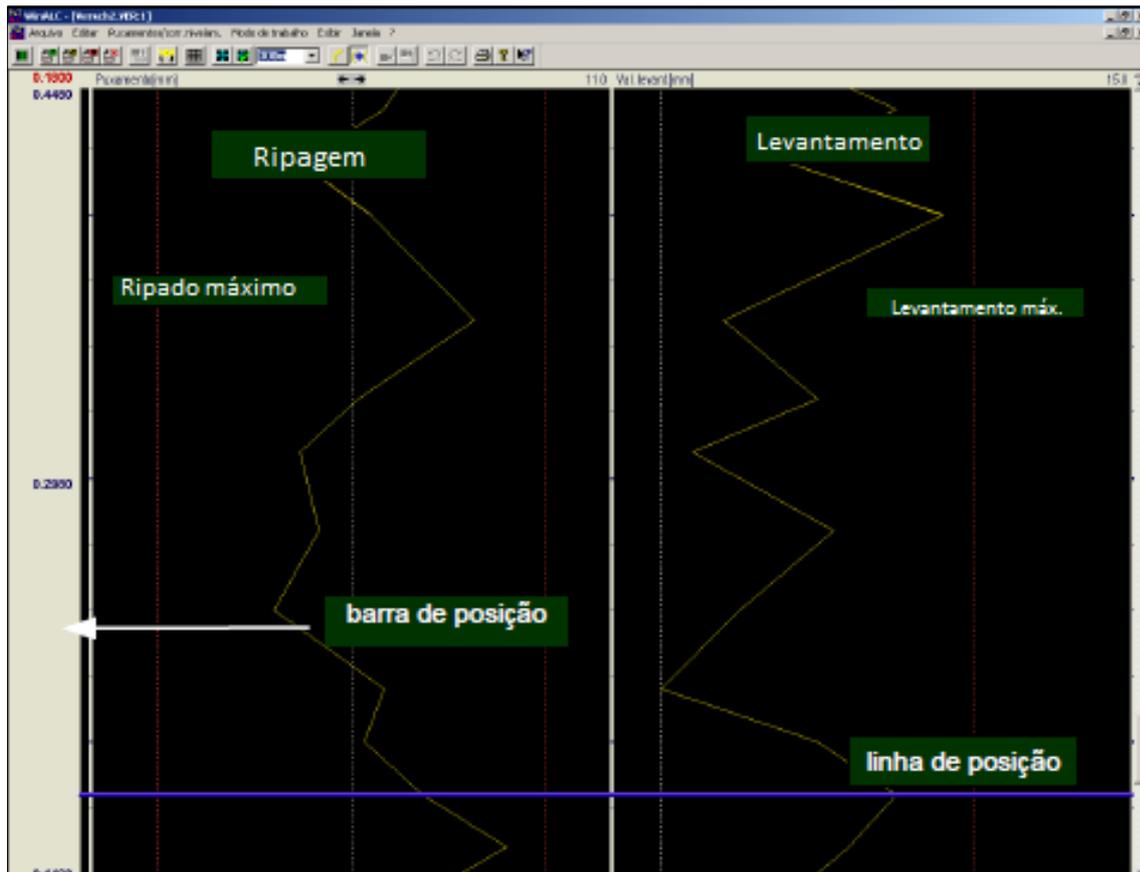


Fig. 5.55 – Representação gráfica da ripagem e do levantamento

Na figura 5.55 é possível ver a representação gráfica das operações de ripagem e levantamento. Do lado esquerdo encontra-se a barra de posição, que revela a localização onde são feitas as operações, indicando o ponto notável respectivo. Logo a seguir figura o ripado da via, centrado no eixo representativo da mesma. As variações à esquerda e à direita representam o alinhamento feito em relação ao eixo. Por fim, à direita encontra-se o levantamento efectuado, onde as variações representam a elevação a dar à via. Este programa, no final dos trabalhos permite a impressão da folha de registo, onde se encontram todos os parâmetros afectos à operação ataque. Possibilita também exportar o ficheiro respectivo para outros computadores que possuam este programa, facilitando assim a avaliação do trabalho.

Depois da breve explicação do programa, retornando à operação de ataque, com os dados introduzidos, a máquina está pronta a realizar o nivelamento, a ripagem e o ataque. Para tal, é colocada em posição, num ponto de referência previamente definido, e que se localiza no P.K. zero da operação de ataque do balastro (fig. 5.56).



Fig. 5.56 – Ponto de referência para início dos trabalhos de ataque

Este ponto vai servir de base à máquina para todo o trabalho, uma vez que os dados então introduzidos são relativos a este ponto. Iniciando os trabalhos, a máquina, de acordo com os pontos notáveis estabelecidos, ataca grupos de travessas, um de cada vez. Esse ataque é controlado por um operador que se encontra na cabine central da máquina. Esse controlo é feito por intermédio de pedais que accionam todos os mecanismos da máquina intervenientes no ataque, como o grupo hidráulico que movimenta as *pioches*, o satélite, avançando este quando se completa um ciclo, e também as pinças de disco que executam o levantamento e ripagem da via. Este operador é auxiliado por painéis que lhe indicam se a operação de ataque ao grupo de travessas foi o pretendido. Na cabine dianteira, o operador principal, e normalmente designado por chefe da máquina, supervisiona todos os trabalhos, comunicando ao operador do satélite qualquer anomalia. Para completar a descrição da força operária que actua durante o ataque do balastro, falta referir os operários que acompanham a máquina na parte traseira. Estes encontram-se fora da máquina e a sua função é realizar uma medição manual para verificar se os trabalhos realizados pela máquina estão de acordo com os dados implementados, ou se estão de acordo com os valores que a máquina fornece, pois poderá surgir alguma anomalia nos sensores que avaliam o nivelamento ou a ripagem e a máquina estar a executar as tarefas mostrando os valores correctos no computador mas os valores reais não corresponderem. Por esta razão e também pela exigência que é feita ao operador da cabine central durante os ciclos de ataque, a velocidade de trabalho da máquina é de 5 km/h.

Todo este trabalho de ataque é monitorizado e operacionalizado pelos carros referidos anteriormente. O carro dianteiro analisa a via antes desta ser atacada e transmite os dados ao carro de ripagem, que por sua vez executa os trabalhos de levantamento e ripagem da via. O carro de medição e o carro traseiro são equipamentos de leitura, cuja função é dar a perceber se os trabalhos realizados foram os correctos e pretendidos.

Na figura 5.57 está representada a atacadeira utilizada na obra referida e as respectivas especificações.



Ficha Técnica

- ▶ **N/N:** 31007
- ▶ **Nº UIC:** 99.71.30.86.402-5
- ▶ **Nº ICS:** 69/08
- ▶ **Nº de Série:** 3303
- ▶ **Ano de Fabrico:** 2008
- ▶ **Peso (kg) :** 99
- ▶ **Bitola (mm):** 1.435 e 1.668
- ▶ **Tripulação:** 4
- ▶ **Nº de Eixos (total / Motrizes em Marcha / Motrizes em Trabalho):** 7
- ▶ **Rendimento Médio (m/h):** 2.200

Dimensões

- ▶ **Comprimento:** 29.990
- ▶ **Largura:** 2.900
- ▶ **Altura:** 4.030

Motor

- ▶ **Marca:** Deutz
- ▶ **Modelo:** TCD2015 V08
- ▶ **Potência (kW):** 440

Transmissão

- ▶ **Marcha:** Hidrodinâmica
- ▶ **Trabalho:** Hidrostática

Velocidade Máxima (km/h)

- ▶ **Autopropulsionada:** 100
- ▶ **Rebocada:** 100

Sistema de Frenagem

- ▶ **Trabalho:** Pneumático
- ▶ **Estacionamento:** Mecânico

Capacidade

- ▶ **Ataque:** 48 pioches, frequência 35 Hz
- ▶ **Levante (mm):** 150
- ▶ **Ripagem (mm):** 150

Fig. 5.57 – Atacadeira 09-3X: especificações (site Neopul)

Para finalizar, justifica-se fazer uma referência aos tempos de preparação e operação de ataque. Como foi referido, quando se executa este tipo de trabalhos é necessário cortar a circulação na via. Este procedimento envolve custos elevados já que a empresa responsável pela circulação dos veículos deixa de poder prestar serviço aos seus clientes, criando prejuízo. Terá que ser, portanto, objectivo do engenheiro responsável pelos trabalhos tentar obter a maior rentabilidade neste processo. Para que tal seja possível, são de seguida descritas algumas medidas.

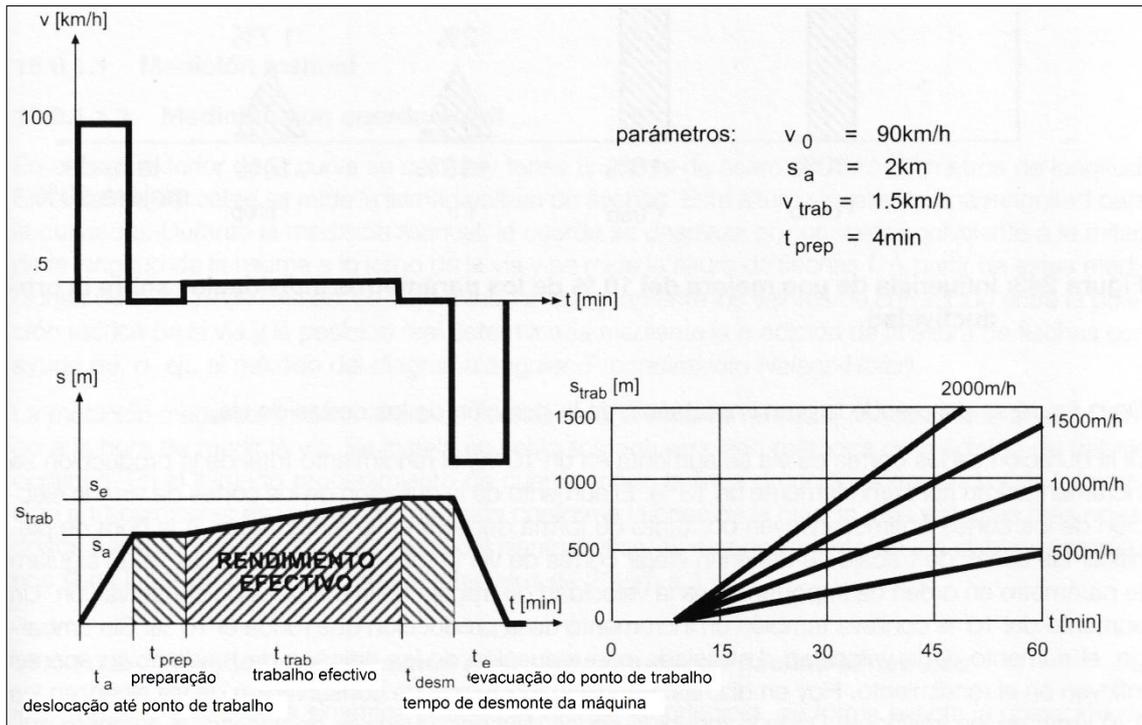


Fig. 5.58 – Distância trabalhada em função dos tempos de deslocação e de preparação, a velocidade de trabalho e o tempo de produção [6]

Na figura 5.58 está representada a distância trabalhada em função dos tempos de deslocação (secção inferior esquerda), onde se verifica que o tempo total de trabalho engloba a deslocação até ao ponto de trabalho, a preparação da máquina para executar o trabalho, o próprio trabalho e os tempos de desmontar e evacuar a máquina do ponto de trabalho. Está também representada a velocidade da máquina durante todos estes tempos, nomeadamente a velocidade de operação, que como foi referida anteriormente é de 5 km/h. O diagrama à direita mostra a distância trabalhada, em metros, que se pode alcançar com máquinas de diferentes velocidades de trabalho, ou rendimentos.

A figura 5.59 mostra as consequências que tem uma variação de apenas 10% dos vários parâmetros sobre o rendimento.

A partir da figura é possível perceber que a um aumento de 10% na duração do corte de via está associado um aumento no rendimento de trabalho de 12.9%. A produtividade, ou rentabilidade, da operação está fortemente ligada ao aumento da duração dos cortes de via e à escolha dos cortes óptimos, o que portanto é indicativo de que a duração dos cortes de via deverá ser a mais prolongada possível. A velocidade de trabalho da máquina tem também um impacto significativo na rentabilidade da operação, provocando nesta um aumento de sensivelmente 10% quando a própria velocidade aumenta também 10%. Já o aumento da velocidade de transladação da máquina e a diminuição dos tempos de preparação pouca influência têm no rendimento. Hoje em dia as velocidades de circulação das máquinas estando elas sem operar podem atingir os 120 km/h e uma vez que as distâncias de acesso são geralmente reduzidas, um aumento nessa velocidade não provoca grandes benefícios na produtividade. Os tempos de preparação já estão de tal forma encurtados que uma redução adicional não provoca ganhos significativos na rentabilidade do trabalho.

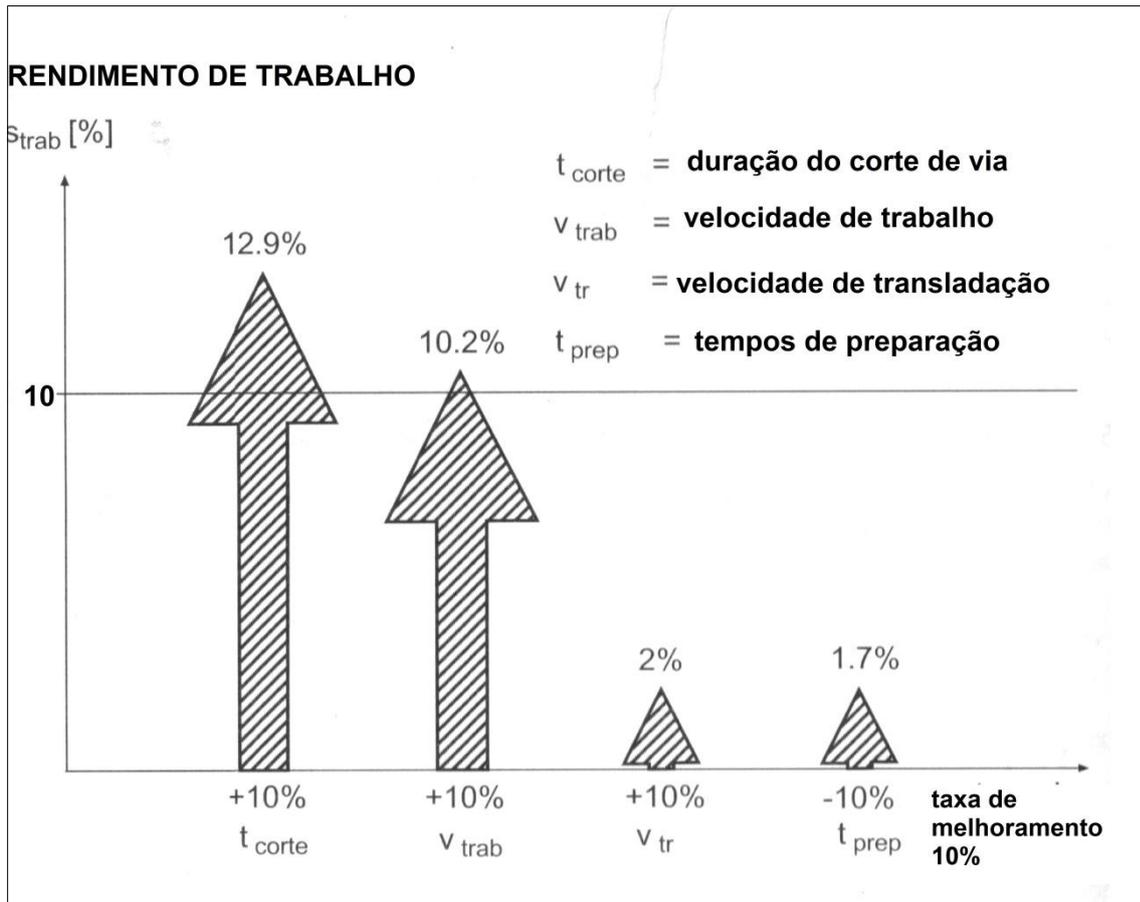


Fig. 5.59 – Influência de uma melhoria de 10% dos parâmetros individuais sobre o rendimento (produtividade) ^[6]

Em suma, os tempos de preparação e a velocidade de transladação podem ter algum peso na rentabilidade, mas os parâmetros velocidade de trabalho e duração do corte da via é que se comprovam ser determinantes na obtenção de uma maior rentabilidade.

5.2.2 REGULADORA DE BALASTRO

A reguladora de balastro é a máquina que estabelece ou define o perfil da camada de balastro (em espanhol denomina-se “perfiladora”).

Considerando que uma linha de via dupla convencional contém em média 3000 a 5000 metros cúbicos de balastro por km ^[5], torna-se imperativo garantir uma gestão economicamente eficiente deste elemento constituinte das estruturas de caminhos de ferro. Para tal, e dado que determinadas secções da via têm ou falta ou excesso de balastro, o objectivo será balancear toda a via em quantidade de balastro. Essa função cabe às reguladoras de balastro, cuja finalidade é então a distribuição ou redistribuição e definição do perfil da camada de balastro.

Inicialmente, este tipo de equipamento realizava as operações avançando e recuando por diversas vezes na via. No entanto, com a remodelação das atacadeiras, passando estas a realizar ataque contínuo, também as reguladoras sofreram alterações. Então, as mais recentes fazem o acompanhamento do nivelamento, seguindo as atacadeiras durante estes trabalhos. A operação de regulação e definição do perfil do balastro passa a ser feita numa só passagem, logo após o ataque.

As reguladoras podem ser auxiliadas por balastreiros que lhe fornece o balastro para preencher as zonas desguarnecidas. No entanto, o mais comum é a utilização de reguladoras mais modernas que já não necessitam da ajuda de balastreiros, contendo elas pequenos depósitos que albergam o balastro recolhido em zonas de excesso e o despejam em secções “despidas”. Estas estão equipadas com túneis, que são os canais que fazem a distribuição do balastro, despejando este lateralmente e pela zona central da via, sendo esse balastro fornecido por um silo, como representa a figura 5.60. A camada de balastro, depois de este estar aleatoriamente distribuído pela via, é arranjada e perfilada por meio de charruas ou arados, como mostra a figura 5.61.

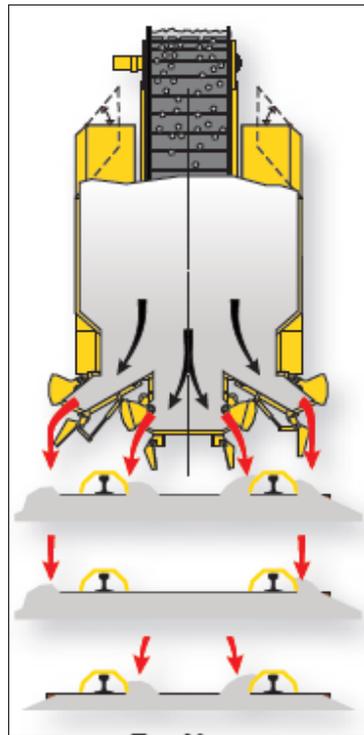


Fig. 5.60 – Silo de distribuição de uma reguladora, em recta



Fig. 5.61 – Charrua e canal de distribuição

Na imagem 5.62 figura a reguladora de balastro utilizada na obra onde decorreu o estágio, propriedade da NEOPUL.



Ficha Técnica

- ▶ **N/N:** 32007
- ▶ **Nº UIC:** 99.71.30.86.308-4
- ▶ **Nº ICS:** 67/09
- ▶ **Nº de Série:** 149
- ▶ **Ano de Fabrico:** 2008
- ▶ **Peso (kg) :** 42,14
- ▶ **Bitola (mm):** 1.435 / 1.668
- ▶ **Tripulação:** 2
- ▶ **Nº de Eixos (total / Motrizes em Marcha / Motrizes em Trabalho):** 2

- ▶ **Rendimento Médio (m/h):** 2.000

Dimensões

- ▶ **Comprimento:** 17.470
- ▶ **Largura:** 3.192
- ▶ **Altura:** 4.280

Motor

- ▶ **Marca:** Deutz
- ▶ **Modelo:** TCD 2015 V08/4V
- ▶ **Potência (kW):** 400

Transmissão

- ▶ **Marcha:** Hidrostática
- ▶ **Trabalho:** Hidrostática

Velocidade Máxima (km/h)

- ▶ **Autopropulsionada:** 100
- ▶ **Rebocada:** 100

Sistema de Frenagem

- ▶ **Trabalho:** Hidropneumático
- ▶ **Estacionamento:** Mecânico

Fig. 62 – Reguladora USP2005L: especificações (site Neopul)

5.2.3 ESTABILIZADORA

Concluído o processo de regulação do balastro é feita a estabilização da via. Nas linhas de caminho-de-ferro verifica-se que a via só estabiliza após ocorrerem as deformações iniciais, originadas pela passagem dos veículos que nela circulam e que levam à arrumação e compactação do balastro. Naturalmente que a maior ou menor celeridade deste processo de estabilização está dependente da quantidade de circulações na via e da carga exercida por essas circulações.

Para tornar o processo de estabilização mais rápido, garantindo assim maior segurança na circulação dos veículos, recorre-se à estabilização dinâmica de via por meio de uma estabilizadora. O método, pelo qual se procede à estabilização, consiste na excitação lateral da via enquanto esta é carregada verticalmente por cilindros. Estes podem exercer uma força até 240 kN (podendo ser superior em determinadas estabilizadoras), conseguindo com isso simular a passagem de um tráfego equivalente a cem mil toneladas. Através deste processo consegue-se, à partida, estabilizar a via antes que esta entre em funcionamento. Tal situação possibilita a prevenção de acidentes que podem ocorrer com assentamentos significativos provocados pelo arranjo e posterior compactação do balastro, e que levam ao aparecimento de deformações nos carris e travessas, no decorrer da circulação de veículos

com passageiros ou cargas. O processo de estabilização dinâmica de via representa uma influência de cerca de 80% na resistência lateral da via ^[6].

Resumindo, os parâmetros que influenciam o efeito de estabilização de via são ^[6]:

- A frequência da estabilização;
- A carga vertical que se aplica, mediante cilindros hidráulicos;
- A velocidade de trabalho.

Os dois primeiros factores, frequência e carga vertical aplicada, são os que maior influência têm na estabilização dinâmica de via, sendo a frequência dominante nesta operação. Esta pode variar entre os 0 e 45 Hz, sendo regulada da melhor forma pelo maquinista para garantir que a máquina trabalhe com a maior suavidade durante a operação. Normalmente, as frequências durante o trabalho de estabilização, situam-se entre os 28 e os 35 Hz. A figura 5.63 mostra a eficácia da estabilização dinâmica de via em função da frequência.

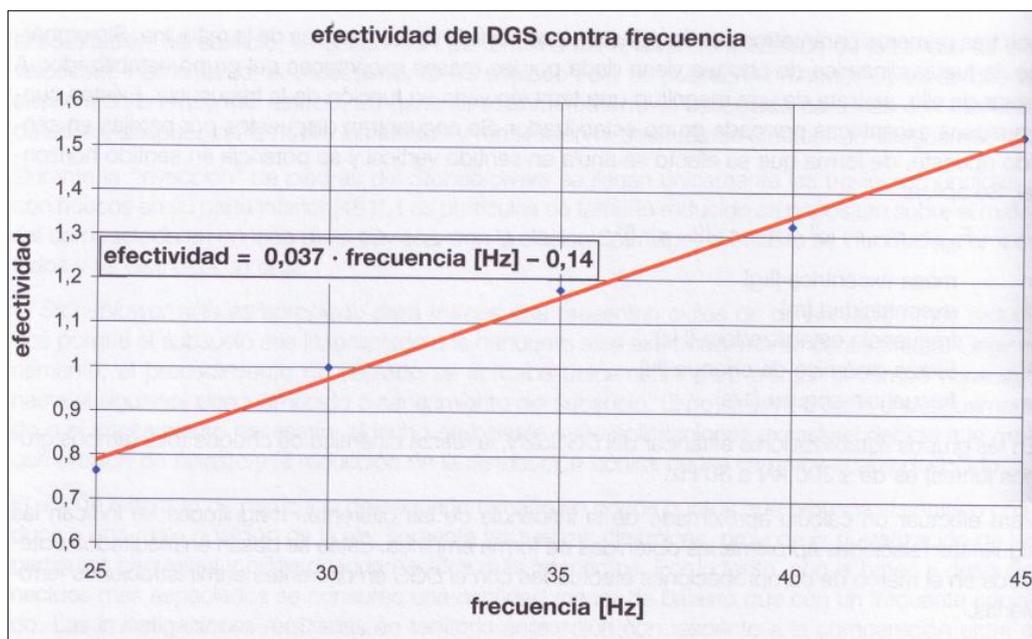


Fig. 5.63 – Variação da eficácia da estabilização com a frequência ^[6]

Como é possível verificar, o aumento da frequência leva a uma maior eficácia no processo de estabilização da via. Isto explica-se pelas propriedades plasto-elásticas do balastro, que aumentam com incrementos na frequência, ou seja, o balastro “flui” melhor a frequências mais elevadas ^[6].

A carga vertical aplicada, não tendo a influência que apresenta a frequência no processo de estabilização da via, assume também um papel preponderante. Associado a uma maior carga exercida pela máquina, está um maior movimento do balastro. Este por sua vez é responsável pelo maior arranjo do balastro e uma maior densidade de partículas, tornando a camada mais compactada, e por conseguinte mais estável, com menores vazios e menos susceptível de sofrer assentamentos. A influência do aumento da carga vertical na estabilização da via está representada na figura 5.64.

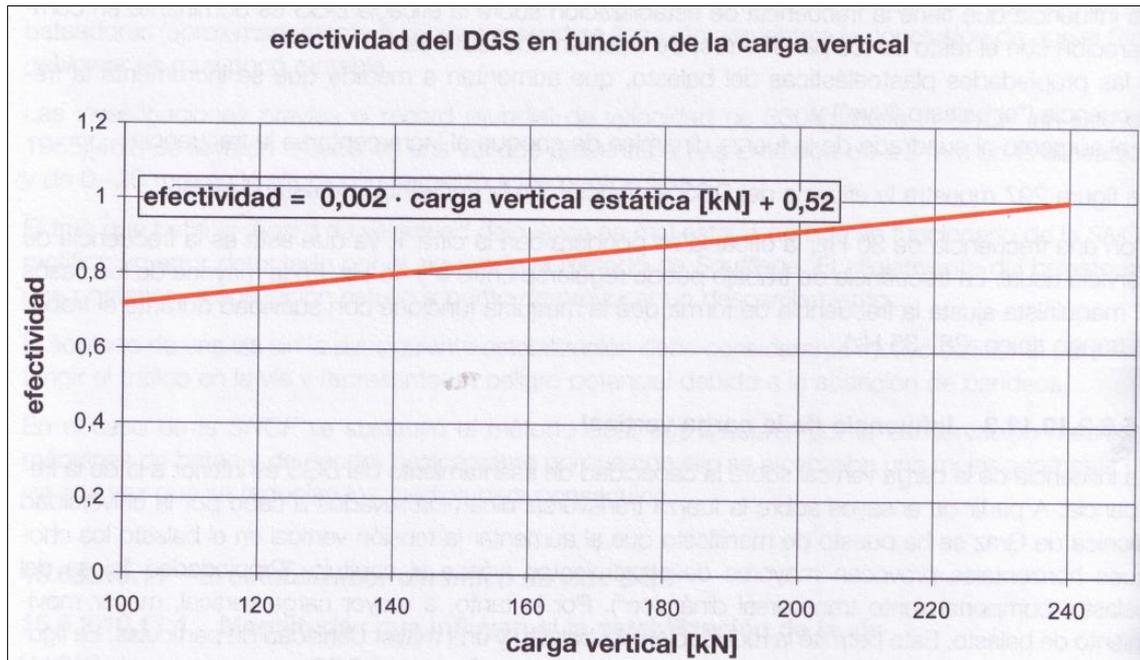


Fig. 5.64 – Variação da eficácia da estabilização com a carga vertical ^[6]

A partir da figura constata-se que de facto um aumento na carga vertical exercida sobre a camada de balastro leva a um aumento da eficácia do processo de estabilização da via. A figura permite também perceber que a variação desta eficácia é menor do que aquela verificada com o aumento da frequência, no intervalo possível (0 a 45 Hz), aspecto que foi referido anteriormente.

A máquina utilizada na obra em análise, e que está representada na figura 5.65, permite a aplicação de uma carga vertical até aos 240 kN.



Ficha Técnica

- ▶ **N/N:** 33001
- ▶ **Nº UIT:** 93 94 454 0007-9P
- ▶ **Nº ICS:** 19/04
- ▶ **Nº de Série:** 514
- ▶ **Ano de Fabrico:** 2003
- ▶ **Peso (kg):** 59,5
- ▶ **Bitola (mm):** 1.435 e 1.668
- ▶ **Tripulação:** 1
- ▶ **Nº de Eixos (total / Motrizes em Marcha / Motrizes em Trabalho):** 4

Dimensões

- ▶ **Comprimento:** 17.250
- ▶ **Largura:** 3.220
- ▶ **Altura:** 4.100

Motor

- ▶ **Marca:** Deutz
- ▶ **Modelo:** BF8M 1015C
- ▶ **Potência (kW):** 370

Transmissão

- ▶ **Marcha:** Hidrodinâmica
- ▶ **Trabalho:** Hidrostática

Velocidade Máxima (km/h)

- ▶ **Autopropulsionada:** 100
- ▶ **Rebocada:** 100

Sistema de Frenagem

- ▶ **Trabalho:** Pneumático
- ▶ **Estacionamento:** Mecânico

Fig. 5.65 – Estabilizadora dinâmica de via DGS62N (site Neopul)

O conjunto atacadeira, reguladora de balastro e estabilizadora dinâmica de via completam o conjunto de maquinaria pesada abordada neste capítulo.

6

CONCLUSÕES

6.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesta altura, todos os assuntos relacionados com o tema da dissertação foram expostos. Importa agora realizar uma breve reflexão sobre aquilo que foi dito. Neste capítulo é também apresentado o balanço final da minha experiência enquanto estagiário da empresa Neopul.

6.2 O TEMA

O tema da dissertação foi sempre algo que me apoquentou antes de iniciar o estágio. Talvez pelo facto de representar uma experiência nova, sem qualquer outra que servisse de comparação e que me permitisse compreender antecipadamente o que iria tratar nesses meses de estágio.

O tema da renovação das linhas férreas foi-me sugerido ainda antes de iniciar efectivamente o estágio. Na altura pareceu-me um tema interessante pois estava inserido no tipo de trabalho que viria a realizar durante o estágio e também porque incluía algo novo e um pouco diferente do que foi abordado nas aulas da disciplina de Caminhos de Ferro, como a maquinaria pesada envolvida em obras ferroviárias.

Depois de ter concluído a dissertação, tenho a certeza que este tema foi uma escolha acertada, já que por um lado centrou-se no trabalho que tive oportunidade de acompanhar durante todo o estágio, a renovação de uma via ferroviária. É interessante poder acompanhar os trabalhos e escrever sobre eles, conseguindo atingir uma perspectiva mais profunda sobre o assunto. Permitiu adquirir novos conhecimentos sobre o tema dos caminhos-de-ferro e consolidar os já apreendidos durante o período em que frequentei a disciplina respectiva, na faculdade.

Por outro lado, e como já referi, a escolha deste tema deu-me a oportunidade de aprender, conhecer e perceber o funcionamento, objectivos e características das máquinas envolvidas nas obras de construção/renovação ferroviárias. A exposição do capítulo, Maquinaria pesada utilizada em obras de renovação penso que também foi importante para complementar e esclarecer o tema central da dissertação pois contribuiu de forma útil para a clarificação de alguns trabalhos na via. Posto isto, acho que a informação que disponibilizei é relevante para qualquer engenheiro civil que no futuro pretenda trabalhar na área ferroviária.

Tal como o próprio estágio, o tema da dissertação acaba ele por ter uma grande componente prática, já que muito do que aqui está escrito é fruto da observação directa da realidade, e fundamento pelo meu ponto de vista. Tendo as bases teóricas como ponto de partida, a experiência prática torna-se ainda

mais enriquecedora para o conhecimento e/ou consolidação de todo e qualquer conhecimento que se adquira.

Gostava apenas de fazer referência ao elevado número de elementos fotográficos. Por se tratar de um estágio numa obra de engenharia, e portanto de forte componente prática, achei que seria mais interessante para o leitor introduzir várias imagens que tentassem retratar toda a experiência vivida e que contribuíssem para uma melhor compreensão daquilo que vai sendo escrito. Naturalmente que esta opção não teria grande lógica caso se tratasse de um projecto de investigação, de forte componente teórica e cujos elementos se limitariam a gráficos, diagramas, expressões matemáticas, etc.

6.3 O COMBOIO

Importa fazer uma breve referência ao assunto mais primário, mas não menos importante, de toda a dissertação: o comboio.

Ao longo dos quatro meses em que estive a estagiar, pude perceber a importância deste meio de transporte no seio da sociedade. O comboio é sem dúvida um excelente meio de transporte: cómodo, seguro e rápido, permite estabelecer ligações entre povos, culturas e mercados. E portanto, é necessário que os investimentos a nível das infra-estruturas não se limitem apenas às outras redes de transportes, como a rodoviária e a aérea. Uma maior e melhor complementaridade entre os vários meios de transporte assegura melhores condições, a diferentes níveis, para os todos os utilizadores.

O comboio tem sido um pouco deixado de parte, comparativamente a outros meios de transporte como o automóvel e o avião, e isso é possível de se constatar pela deterioração das suas infra-estruturas, nomeadamente as linhas. Imagino que tal suceda devido à condicionada acessibilidade proporcionada pelo comboio. Está dependente de infra-estruturas, como são as vias, limitativas no acesso a zonas mais específicas. Felizmente, o panorama actual aponta no sentido oposto, com a aposta do Estado Português no TGV. Não é minha intenção questionar se as ligações que se pretendem fazer são viáveis ou não, mas sim alertar para o valor deste transporte na comunicação das sociedades modernas. O comboio por agora não foi esquecido, e muito se fala hoje à sua volta; parece que se começa novamente a reconhecer a sua importância em toda a rede de transportes.

6.4 AS OBRAS DE RENOVAÇÃO

A tese versa, maioritariamente, sobre a renovação de linhas de caminhos de ferro. Este tipo de investimento é importante a vários níveis, seja pelo facto de reabilitar vias antigas e deterioradas, até por vezes já sem utilização, conseguindo-se com isso uma maior rentabilização das infra-estruturas e maior e melhor oferta de serviços aos utilizadores. Seja pelo aspecto da modernização das linhas, permitindo a circulação de veículos mais cómodos, rápidos e seguros. Exemplo disso, é a obra onde tive oportunidade de estagiar, na qual se modernizou uma via existente, possibilitando o aumento na velocidade e na segurança da circulação, com a substituição de materiais constituintes da via.

Exige naturalmente, como qualquer obra desta envergadura, independentemente da especialidade (estruturas, hidráulicas, etc.), um investimento inicial avultado, que no entanto, com um projecto economicamente viável e sustentável, certamente compensará no futuro, a médio/longo prazo. Até porque, quando é possível, é sempre uma solução mais económica que aquela em que se recorre a uma construção de raiz.

Ainda em relação às obras de renovação de vias férreas é importante referir que este tipo de iniciativas contribui de forma decisiva para o prestígio do comboio e para a sua distinção entre os diferentes meios de transporte.

6.5 O ESTÁGIO

Nestas considerações finais não poderia deixar de referir a importância que teve toda esta experiência vivida nos últimos quatro meses.

A valorização a nível profissional é evidente: o estágio permitiu-me por um lado perceber melhor e consolidar todas as bases teóricas adquiridas durante o período em que frequentei a cadeira de caminhos-de-ferro. Por outro lado proporcionou-me uma experiência prática fundamental, através da observação directa de todas as operações e trabalhos envolvidos na obra, que aliada às referidas bases teóricas, constituem uma forte formação na área específica dos caminhos-de-ferro.

Permitiu também perceber todos os processos aliados à gestão e organização de uma obra civil, englobando a gestão de equipamentos e mão-de-obra, a resolução de variados problemas decorrentes da própria obra, etc. Processos esses, que do meu ponto de vista me parecem ser comuns a qualquer tipo de obra, garantido portanto neste aspecto, uma valorização que não se limita apenas a obras de caminhos-de-ferro.

Por fim, mas não menos importante, estes quatro meses aproximaram-me do mercado de trabalho e proporcionaram-me a formação de contactos com os mais variados intervenientes em obra, que certamente serão úteis no meu futuro profissional.

A valorização a nível pessoal foi também ela importante, na medida em que esta experiência me levou a viver num país estrangeiro, que apesar da sua proximidade com o nosso, é significativamente diferente, onde aprendi um pouco sobre a sua cultura e costumes.

Mais importante que a experiência no estrangeiro, foram as relações que foram criadas com os colegas de trabalho. Felizmente tive a sorte de poder conviver com colegas, que dada a sua colaboração e receptividade, me facilitaram a integração neste novo mundo, que é o mundo do trabalho.

Não posso deixar de aconselhar a todos aqueles que se encontram como finalistas nos seus respectivos cursos, de aproveitarem esta ou outras oportunidades semelhantes, porque é sem dúvida uma experiência única e bastante enriquecedora.

6.6 REFLEXÃO FINAL

A renovação é importante porque é uma das ferramentas de revitalização de um meio de transporte tão importante como o comboio. Com a revitalização do comboio, são produzidos benefícios a determinados níveis, nomeadamente ambientais, já que este meio de transporte é pouco poluente e com reduzido consumo de recursos não-renováveis. Num patamar sócio-económico, com a criação e melhoramento de ligações entre povos, culturas e mercados. Produz também benefícios em concreto para os próprios utentes, uma vez que com as renovações, se pretende melhorar as condições de segurança, conforto e rapidez nas circulações realizadas. Por tudo isto, os investimentos nesta secção da engenharia civil é não só importante, como também necessário nos dias de hoje.

Tive oportunidade de constatar nestes meses que estagiei em Espanha, que o nosso país vizinho investiu grandemente nesta área. Como foi mencionado anteriormente nesta dissertação, o governo espanhol definiu um plano estratégico que visa melhorar toda a sua rede ferroviária, procurando garantir uma cada vez melhor oferta. No entanto, pelo que me fui apercebendo, muitos destes investimentos feitos pelo governo espanhol foram mal planeados. Dou o exemplo de uma linha do AVE com uma média de apenas dez passageiros diários, em 2010. Naturalmente que em casos como este, o investimento não é rentabilizado, e portanto os planeamentos destes grandes investimentos terão que ser realizados de forma séria e profunda. E este aspecto assume especial importância com a

actual crise económica global. Em Espanha, durante o período em que estive na obra de Alcázar de San Juan, muitas das obras de alta velocidade espanhola foram suspensas por tempo indeterminado por falta de fundos por parte do governo.

Concluindo, esta aposta na modernização das linhas de caminhos-de-ferro, nomeadamente as de alta velocidade, só será viável com planeamentos correctos, ajustados à actual situação económica dos países e de desenvolvimento sustentável.

BIBLIOGRAFIA

- [1] “*Previdência & Seguros*”, nº 520, 1995
(<http://www.aerodinamica.com.br/PORTUGUES/seguro.html>)
- [2] Couto, António Fidalgo, “*Sebenta Caminhos-de-Ferro*”, FEUP, Porto, 2007
- [3] “*International Railway Journal*”, Janeiro, 2004
- [4] “*N.R.V. 7-1-3.1 Instalación de la vía*”, Janeiro, 1995
- [5] Wenty, Ing. Rainer, “*Plasser & Theurer machines and technologies applied for track maintenance of high-speed railway lines: a selection*”, Vienna, Austria
- [6] Lichtberger, Dr. Bernhard, “*Manual de vía: Infraestructura, superestructura, conservación, rentabilidad*”, 200
- [7] Vídeo “*MONTAJE DE VÍA: Línea de Alta Velocidad Madrid – Zaragoza – Barcelona – Frontera Francesa*”, INECO/TIFSA