



INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA
Área Departamental de Engenharia Civil



Modernização da Linha do Leste – Troço Elvas(inclusive)/Fronteira – Faseamento Construtivo

NUNO GONÇALO GUERREIRO BASTOS LEITÃO
(Licenciado em Engenharia Civil)

Relatório de Estágio Curricular para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil na
Área de Especialização em Vias de Comunicação e Transportes

Orientadores:

Licenciado Especialista Armando do Carmo Martins

Licenciado Rui Miguel Antunes Rodrigues

Júri:

Presidente: Doutor Paulo José de Matos Martins

Vogais:

Licenciada Especialista Luísa Ferreira Cardoso Teles Fortes

Licenciado Especialista Armando do Carmo Martins

Março de 2019

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar à minha família, em especial aos meus pais por toda a compreensão apoio e preocupação em todo o meu percurso académico. Vocês são o exemplo para vida.

Aos meus colegas de mestrado Sofia, Bruno e Tiago, sem vocês não seria possível chegar aqui, foram incansáveis na ajuda que me deram. Uma amizade que levarei para a vida.

Ao Engenheiro Armando Martins, pela incansável dedicação e ensinamentos transmitidos enquanto aluno do ISEL, motivação pela área das vias de comunicação, em especial pela ferrovia e acompanhamento na elaboração do TFM.

Outro agradecimento para os meus colegas da SOMAFEL em especial Engenheiro Telmo Coutinho, Engenheiro Rui Rodrigues, Técnico de Produção Paulo Antunes e Encarregado Roberto Teixeira, pela paciência, apoio e ensinamentos transmitidos, neste últimos meses, muito obrigado.

Um agradecimento muito especial para a Margarida Vieira de Sá, por todo o apoio e paciência neste duros anos. Sem o teu apoio dificilmente teria conseguido concluir a licenciatura muito menos o mestrado. Muito obrigado por me apoiares em todo este percurso.

Por último e mais sentido, ao meu querido Avô, que sonhou com este dia, mais do que qualquer pessoa. Infelizmente não conseguiu ver este percurso até ao fim, mas que de certeza está neste momento a olhar por mim. Avô foste um exemplo de vida para mim, obrigado por tudo.

RESUMO

O presente Trabalho Final de Mestrado (TFM), refere-se a um estágio, com a duração de oito meses, realizado na empresa SOMAFEL – Engenharia e Obras Ferroviárias, S. A. enquadrado na Modernização da Linha do Leste, mais concretamente no troço entre a estação de Elvas (inclusive) e a fronteira espanhola, e tem como objetivo a obtenção do grau de mestre em Engenharia Civil, na especialidade de Vias de Comunicação e Transportes.

Ao longo da empreitada de modernização, que em termos gerais se traduziu numa ação de Renovação Integral de Via (RIV), bem como na alteração do *layout* da estação de Elvas, foi possível o acompanhamento e envolvimento em diversas atividades ligadas à especialidade da Via Férrea, mas igualmente em atividades complementares, nomeadamente ao nível do planeamento e faseamento construtivo, aspetos que para o caso em apreço assumem uma elevada importância uma vez que durante a realização da empreitada, a linha a intervir, salvo situações pontuais e de curta duração, se manteve em exploração.

Os trabalhos realizados na modernização do troço em questão foram não só de natureza estritamente ferroviária, em especial operações de levantamento de via e de aparelhos de mudança de via (AMV), assentamento de via e novos AMV, balastragem e ataques pesados, execução de soldaduras, mas envolvendo igualmente a área da construção civil, nomeadamente ao nível do tratamento da plataforma ferroviária, reabilitação / reforço do sistema de drenagem (longitudinal e transversal), a construção de atravessamentos desnivelados (passagens superiores) e ainda a substituição de tabuleiros em pontes metálicas por novos tabuleiros em betão, sendo que, para além destas, foi ainda necessário considerar as tarefas inerentes à identificação e reposição dos serviços afetados.

Sendo um dos pressupostos a não interrupção da exploração ferroviária foi assim imprescindível otimizar a realização dos trabalhos e maximizar os recursos a alocar, tanto ao nível dos equipamentos, como das equipas que lhe estão afetadas, pelo que esta tarefa levou à necessidade de proceder, a partir do macro faseamento definido no projeto, à sua pormenorização/adequação e estabelecer as necessárias interligações e dependências entre as diferentes atividades a realizar em cada uma das intervenções previstas e devidamente articuladas com os reduzidos períodos de interdição disponibilizados.

Dada a importância dos aspetos inerentes ao faseamento construtivo e à otimização de recursos em intervenções em linhas ferroviárias, em especial em situações em que a exploração se mantém, esta matéria foi aprofundada no âmbito do caso de estudo.

O estudo do faseamento construtivo da estação, permitiu uma compatibilização deste com o plano de assentamento das barras de carril da estação, das diferentes linhas, uma otimização nos levantamentos, fazendo uma gestão dos equipamentos pesados de via, adaptada às

condicionantes em obra, e soluções que melhorariam a operacionalidade das atividades a desenvolver durante a empreitada, como o carregamento do comboio de balastro.

No caso do faseamento construtivo da plena via, foi possível uma redução dos equipamentos a alocar à empreitada, otimizando o processo de substituição do material de via existente por material provisório.

Por fim foi possível obter algumas conclusões que se entendem que poderiam ter sido mais vantajosas para a realização dos trabalhos, nomeadamente na adaptação da circulação ferroviária durante o decorrer dos trabalhos, bem como algumas considerações quanto ao estado atual do sector da construção civil que carecem de medidas urgentes para colmatar as atuais falhas.

PALAVRAS CHAVE: Via Férrea, Renovação Integral de Via, Faseamento Construtivo, Superestrutura e Planeamento.

ABSTRACT

The present Final master's work (TFM), it's an internship, that took eight month and was taken at SOMAFEL – Engenharia e Obras Ferroviárias that integrates the east line modernization, in the connection between Elvas (inclusive) / Border and aims to the obtaining the masters' degree in Civil Engineering, specialized in communications infrastructures and Transports.

This modernization, that in general consist on a full reconstruction of the railway as well as a modification of the station layout, thru out it was possible, not only to monitoring the activities of the railway specialty, but also in complementary activities, such as Planning and the phasing process which assumes a fundamental relevance since the railway continues to be operating, except in few moments.

The works developed in this modernization, were not only in the railway kind, in particularly operation like railway and turn out (AMV) lifting and settling, ballasting, tamping, welds execution, but also evolving civil construction namely railway platform treatment, rehabilitation / reinforcement of the draining system (longitudinal and transversal), construction of uneven traverses (superior crossings) and even the substitution of two bridge boards, from metallic material to concrete.

Being one of the assumptions of minimizing disturbance on the railway operation there was a need to maximize the activities' optimization, the correspondent human resources and equipment's, that proceeded from the macro phasing defined in project to it detail / adequacy establishing the interconnection and dependency needed between the different activities to accomplish in each intervention predicted and properly articulated with the reduced periods of interdiction available.

Given the importance of the inherent aspect of the construction phasing process and the optimization of the resources to intervene in railways, especially in situations the operation keeps on going, this matter has been detailed within the case study.

The study of the construction phase of the station allowed a compatibility of this with the rail position plan of the station, of the different lines, an optimization in the lifting process, making a management of the railway heavy equipment, adapted to the constraints on the work site, and solutions that would improve the operability of the activities to be developed during the contract, such as the loading of the ballast train.

In the case of the constructive phase of the main railway, it was possible to reduce the equipment to be allocated to the project, optimizing the process of replacing existing track material with temporary material.

Finally, it was possible to get to some conclusions which could be considered as an advantage of carrying out the work, in particular the adaptation of rail traffic during the course of the work, as well as some considerations regarding the current state of the construction sector that are lacking measures to address the current shortcomings.

KEY WORDS: Railway, Full Railway Renovation, Phasing Construction Process, Superstructure and Planning.

INDICE GERAL

| | | |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO | 1 |
| 1.1 | Enquadramento | 2 |
| 1.2 | Objetivo..... | 3 |
| 1.3 | Estrutura do relatório | 3 |
| 1.4 | Metodologia | 5 |
| 1.5 | Ferrovias 2020..... | 6 |
| 2 | CONCEITOS GERAIS DE VIA FÉRREA | 9 |
| 2.1 | Infraestrutura | 9 |
| 2.1.1 | Plataforma de via | 9 |
| 2.1.2 | Talude..... | 10 |
| 2.1.3 | Sistema de drenagem | 10 |
| 2.1.4 | Obras de arte..... | 12 |
| 2.2 | Superestrutura | 12 |
| 2.2.1 | Balastro | 12 |
| 2.2.2 | Travessas | 13 |
| 2.2.3 | Carril | 14 |
| 2.2.4 | Material de fixação | 15 |
| 2.2.5 | Materiais de ligação | 17 |
| 2.3 | Equipamentos de via | 18 |
| 2.3.1 | Aparelho de mudança de via (AMV) | 18 |
| 2.3.2 | Outros aparelhos de via | 20 |
| 3 | O PROJETO | 23 |
| 3.1 | Via Férrea – Situação Atual..... | 24 |
| 3.1.1 | Estação de Elvas..... | 24 |
| 3.1.2 | Plena Via | 26 |
| 3.2 | Objetivos..... | 27 |
| 3.3 | Principais condicionantes | 28 |
| 3.4 | Projetos de Especialidade | 29 |
| 3.4.1 | Estruturas de Contenção – Estação de Elvas..... | 29 |
| 3.4.2 | Terraplenagem – Estação de Elvas | 30 |
| 3.4.3 | Drenagem..... | 32 |
| 3.4.4 | Obras de Arte | 35 |
| 3.4.5 | Instalações Fixas de Tração Elétrica | 36 |
| 3.4.6 | Infraestruturas de suporte à sinalização e telecomunicações (caminhos de cabos)..... | 36 |

| | | |
|----------|--------------------------------------------------|-----------|
| 4 | A EMPREITADA | 37 |
| 4.1 | Principais pressupostos e condicionantes..... | 37 |
| 4.2 | Enquadramento da empresa SOMAFEL..... | 38 |
| 4.3 | Organização e planeamento dos trabalhos..... | 38 |
| 4.4 | Estaleiros | 38 |
| 4.5 | Acessos | 39 |
| 4.6 | Armazenamento de materiais de ferroviários..... | 39 |
| 4.7 | Pedidos de interdição | 41 |
| 4.8 | Controlo de Produção..... | 43 |
| 4.9 | Qualidade, Ambiente e Segurança..... | 45 |
| 5 | FASEAMENTO CONSTRUTIVO | 47 |
| 5.1 | Plano de Assentamento | 48 |
| 5.2 | Estação de Elvas | 49 |
| 5.2.1 | Fase 1..... | 51 |
| 5.2.2 | Fase 2..... | 55 |
| 5.2.3 | Fase 3..... | 57 |
| 5.2.4 | Fase 4..... | 59 |
| 5.2.5 | Fase 5..... | 60 |
| 5.3 | Plena Via | 62 |
| 5.3.1 | Solução de faseamento proposta em projeto | 64 |
| 5.3.2 | Solução de faseamento adotada | 64 |
| 5.3.3 | Situações mais problemáticas..... | 68 |
| 5.3.4 | Intervenção nas pontes do Caiola e do Caia | 69 |
| 6 | CONCLUSÕES | 81 |

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

- ANEXO A
- ANEXO B
- ANEXO C
- ANEXO D

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1.1 – Mapa Rede Ferroviária Portuguesa em 1895 [3]..... | 1 |
| Figura 1.2 – Organograma da Empreitada..... | 3 |
| Figura 1.3 – Planificação das atividades realizadas no período de estágio | 6 |
| Figura 1.4 – Corredor Internacional Sul [6] | 6 |
| Figura 2.1 – Infraestrutura de Via Férrea[7]..... | 9 |
| Figura 2.2 – Superestrutura de Via Férrea[7]..... | 9 |
| Figura 2.3 – Perfil Tipo de Plataforma [8]..... | 10 |
| Figura 2.4 – Talude em Escavação [9]..... | 10 |
| Figura 2.5 – Talude em Aterro [10] | 10 |
| Figura 2.6 – Passagem Hidráulica de uma Via Férrea | 11 |
| Figura 2.7 – Valeta de pé de talude e plataforma [11] | 11 |
| Figura 2.8 – Valeta de crista de talude [12]..... | 11 |
| Figura 2.9 – Ponte D. Maria Pia [13] | 12 |
| Figura 2.10 – Túnel da Campanhã [14]..... | 12 |
| Figura 2.11 – Balastro na via férrea [15] | 12 |
| Figura 2.12 – Travessas de madeira [16]..... | 13 |
| Figura 2.13 – Travessas metálicas [17] | 13 |
| Figura 2.14 – Travessas Monobloco [18]..... | 13 |
| Figura 2.15 – Travessas Bi-bloco [19]..... | 13 |
| Figura 2.16 – Carril de via férrea [20]..... | 14 |
| Figura 2.17 – Carril de Gola [21] | 14 |
| Figura 2.18 – Carril de Vignole [21]..... | 14 |
| Figura 2.19 – Fixação rígida..... | 15 |
| Figura 2.20 – Fixação <i>Vossloh</i> [24]..... | 16 |
| Figura 2.21 – Fixação <i>Nabla</i> [25] | 16 |
| Figura 2.22 – Barreta de 4 furos, lado ativo | 17 |
| Figura 2.23 – Barreta de 4 furos, lado passivo | 17 |
| Figura 2.24 – Execução de Soldadura Aluminotérmica [26] | 17 |
| Figura 2.25 – Aparelho de mudança de via [27] | 18 |
| Figura 2.26 – Aparelho mudança de via – Grades [28] | 18 |
| Figura 2.27 – Esquema Bifilar de AMV [23] | 19 |
| Figura 2.28 – AMV CIN [29] | 19 |
| Figura 2.29 – ILR - Indicador Limite de Resguardo | 20 |
| Figura 2.30 – AD Unidirecional [23] | 20 |

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 2.31 – AD Bidirecional [23]..... | 21 |
| Figura 3.1 – Esboço Corográfico – Projeto de Execução – Linha do Leste (<i>Anexo A</i>) [31] | 23 |
| Figura 3.2 – Diagrama unifilar – Configuração atual da estação de Elvas [32]..... | 24 |
| Figura 3.3 – Estação de Elvas – Plataforma Logística | 25 |
| Figura 3.4 – Atravessamento de nível na Estação de Elvas..... | 25 |
| Figura 3.5 – Planta de Traçado - Restabelecimento PN 1..... | 25 |
| Figura 3.6 – Armamento de Via degradado | 26 |
| Figura 3.7 – Exemplo de órgãos de drenagem existentes a interencionar | 26 |
| Figura 3.8 – Ravinamentos de taludes..... | 27 |
| Figura 3.9 – Diagrama unifilar – Configuração final da estação [33] | 28 |
| Figura 3.10 – Planta do muro M1 | 30 |
| Figura 3.11 – Planta do muro M2..... | 30 |
| Figura 3.12 – Perfil Geotécnico transversal Pk 265+600 [36]..... | 31 |
| Figura 3.13 – Perfil transversal PS 3 [37]..... | 31 |
| Figura 3.14 – Planta Geral / Escavação - Pk 264+447 ao Pk 264+620 [38] | 31 |
| Figura 3.15 – Ponte sobre a ribeira do Coiola (Vista Nascente / Poente) | 35 |
| Figura 3.16 – Ponte sobre o Rio Caia | 35 |
| Figura 4.1 – Estaleiro Social..... | 39 |
| Figura 4.2 – Estaleiro de Produção | 39 |
| Figura 4.4 – <i>Stock</i> de TBB e tramos via provisória..... | 40 |
| Figura 4.5 – Localização do <i>stock</i> de balastro | 41 |
| Figura 4.6 – <i>Stock</i> de balastro | 41 |
| Figura 4.7 – Distribuição de TBMP | 41 |
| Figura 4.8 – Descarga de comboio de carril 60 E1 | 41 |
| Figura 4.9 – Exemplo de um pedido de interdição..... | 42 |
| Figura 4.10 – Exemplo Parte Diária | 44 |
| Figura 5.1 – Extrato de plano de assentamento do AMV 10 | 48 |
| Figura 5.2 – Legenda do Diagrama de Faseamento | 50 |
| Figura 5.3 – Execução de nova Plataforma e Muro M2 [39]..... | 51 |
| Figura 5.4 – Diagrama unifilar – Fase 1 de projeto de execução [32] | 52 |
| Figura 5.5 – Fase 1A-1 – Colocação da AMV TMP3 | 52 |
| Figura 5.6 – Pórticos de AMV | 52 |
| Figura 5.7 – Movimentação de AMV TMP3 | 52 |
| Figura 5.8 – Fase 1A-2 – Ligação da LP1 às Linhas II, III e IV..... | 54 |
| Figura 5.9 – Fase 1B – Levantamento das Linhas I, V, VI, VII, VIII, IX, X e XI | 54 |

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 5.10 – Fase intermédia entre Fase 1 e 2 | 55 |
| Figura 5.11 – Sinal de Barragem | 55 |
| Figura 5.12 – Fase 2 e 3 – Assentamento das Linhas I, II, III e V | 56 |
| Figura 5.13 – Trabalhos de Via nas linhas I, II e III..... | 56 |
| Figura 5.14 – Assentamento dos AMV 4I e 4II | 56 |
| Figura 5.15 – Fase 3 – Assentamento de parte da Linha Provisória 2..... | 57 |
| Figura 5.16 – Fase 3A – Ligação LP2 e nova lições TMP 1 às linhas II e IV | 58 |
| Figura 5.17 – Fase 3B – levantamento da reatente linha I, III e AMV 3,5 e 7 | 59 |
| Figura 5.18 – Fase 4 – Assentamento do AMV7, TJD, Comunicação 6 e 8 parte da Linha IV..... | 59 |
| Figura 5.19 – Fase 4A – Levantamento AMV TMP2, TMP3 e TMP4 e assentamento das ligações ... | 60 |
| Figura 5.20 – Fase 4B – Levantamento dos restantes tramos de via provisória e restante linha II | 60 |
| Figura 5.21 – Fase 5 – Materialização das Linhas II, IV, VI, VII e topo G1 | 61 |
| Figura 5.22 – Fase 5B – <i>Layout</i> final da estação de Elvas..... | 61 |
| Figura 5.23 – Tratamento / Saneamento de Plataforma..... | 63 |
| Figura 5.24 – Execução de camada de sub-balastro..... | 63 |
| Figura 5.25 – Atacadeira / Grupo de ataque | 63 |
| Figura 5.26 – Balastragem (descarga)..... | 63 |
| Figura 5.27 – Regularização de balastro | 63 |
| Figura 5.28 – Colocação de fecho misto..... | 63 |
| Figura 5.29 – Via em “osso” | 63 |
| Figura 5.30 – Levantamento do armamento de via [41] | 65 |
| Figura 5.31 – Remoção de balastro [41]..... | 65 |
| Figura 5.32 – Abertura fundo de caixa e aplicação de camadas de ABGE [41]..... | 65 |
| Figura 5.33 – Colocação e compactação camada de sub-balastro [41]..... | 66 |
| Figura 5.34 – Assentamento de via provisória e Balastragem [41] | 66 |
| Figura 5.35 – Ataque de enchimento de Regularização de balastro [41]..... | 66 |
| Figura 5.36 – Remoção de via provisória..... | 67 |
| Figura 5.37 – Abertura caixa de balastro | 67 |
| Figura 5.38 – Colocação de TBMP | 67 |
| Figura 5.39 – Aplicação de C de ligação..... | 67 |
| Figura 5.40 – Ponte do Caiola – Trabalhos preparatórios [39] | 70 |
| Figura 5.41 – Intervenção nos encontros ponte do Caiola [42] | 71 |
| Figura 5.42 – Colocação de vigas na ponte do Caiola [42] | 71 |
| Figura 5.43 – Execução do tabuleiro ponte do Caiola [42] | 72 |
| Figura 5.44 – Ponte do Caia – Trabalhos preparatórios [39]..... | 73 |

| | |
|---------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 5.45 – Intervenção nos pilares da ponte do Caia [43] | 74 |
| Figura 5.46 – Intervenção nos encontros da ponte do Caia [43] | 74 |
| Figura 5.47 – Execução da vigas da ponte do Caia [43] | 75 |
| Figura 5.48 – Execução do tabuleiro da ponte do Caia [43] | 76 |

ÍNDICE DE TABELAS

| | |
|-----------------------------------|----|
| Tabela 3.1 – PH existentes | 32 |
| Tabela 3.2 – PH a construir | 32 |

LISTA DE SIGLA E ABREVIATURAS

ABGE – Agregado Britado de Granulometria Extensa

AD - Aparelho de Dilatação

AMV – Aparelho de Mudança de VIA

BC - Barra Curta

BLS – Barra Longa Soldada

CEX - Encurvamento de AMV com ramo desviado para o exterior da curva

CIN - Encurvamento de AMV com ramo desviado para o interior da curva

DPF - Domínio Publico Ferroviário

IP – Infraestruturas de Portugal

ISEL - Instituto Superior de Engenharia de Lisboa

JCL - Junta da Contra-Lança

JT - Junta Talão

KM/h – Quilómetros por hora

MLC - Metros lineares de carril

MLV - Metros lineares de via

MVS - Aparelho de mudança de Via Simples

PH – Passagem hidráulica

PK – Ponto Quilométrico

PN – Passagem de Nível

PS – Passagem Superior

RIV – Renovação Integral de Via

TBB – Travessa de Betão Bi-bloco

TBM – Travessa de Betão Monobloco

TBMP – Travessa Betão Monobloco Polivalente

TFM – Trabalho Final de Mestrado

Tg – Tangente

TJD - Transversal de Junção Dupla

TMP - Temporário

UIC – União Internacional de Caminhos de Ferro

1.1 Enquadramento

O presente TFM apresentado sob a forma de relatório de estágio, visa a obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil, na Especialidade de Vias de Comunicação e Transportes.

O estágio, foi realizado na empresa SOMAFEL – Engenharia e Obras Ferroviárias S.A., ao abrigo do Protocolo de Estágio celebrado entre esta organização e o ISEL – Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, e teve uma duração de 8 meses.

A SOMAFEL é uma empresa fundada em 1956, cuja atividade inicial se cingia apenas à representação de fabricantes europeus de materiais e equipamentos ferroviários. Em 1964, em Angola, iniciou a sua atividade como empresa construtora de infraestruturas ferroviárias, sendo que, em junho de 1992, foi adquirida pela Teixeira Duarte e a Soares da Costa [4].

A principal atividade realizada neste estágio foi a preparação e acompanhamento dos trabalhos da empreitada de modernização da Linha de Leste, no troço Elvas (inclusive) – Fronteira, onde, para além da interpretação do respetivo projeto, do acompanhamento dos trabalhos de execução propriamente ditos, foi igualmente dada importância ao faseamento construtivo, atividade de extrema importância em intervenções em linhas ferroviárias, em particular em situações em que a exploração ferroviária se mantém, como foi o caso.

A empreitada de modernização, traduzida numa RIV, numa extensão de 11561 metros, entre o Pk 264+050 e o Pk 275+611 da Linha do Leste, contemplando, para além da plena via, a estação de Elvas, estando esta localizada entre o Pk 264+450 e o Pk 266+510.

Em termos gerais o estágio passou pelas seguintes etapas principais:

- Formação específica na área ferroviária, com especial foco no domínio da segurança;
- Análise detalhada do projeto, nas suas diferentes especialidades (nomeadamente via, terraplenagem, drenagem, obras de arte e construção civil);
- Estudo e desenvolvimento do faseamento construtivo, onde foram desenvolvidas e apresentadas soluções de faseamento, através de peças próprias, escritas e desenhadas;
- Acompanhamento dos trabalhos, com especial foco na via férrea.

Na realização das etapas referidas anteriormente verificou-se a existência algumas sobreposições, tendo sido devidamente ajustadas em face do respetivo desenvolvimento previsto para a realização dos diversos trabalhos que integram a empreitada.

Em termos organizativos, a empreitada onde o estágio se desenvolveu, envolve um conjunto de empresas, conforme se ilustra na Figura 1.2, com funções específicas no âmbito do desenvolvimento dos trabalhos de empreitada:

- Dono de Obra (IP);
- Fiscalização (GIBB Engineering / Prospectiva / Quadrante);
- Executantes (Teixeira Duarte / Somafel e outros).

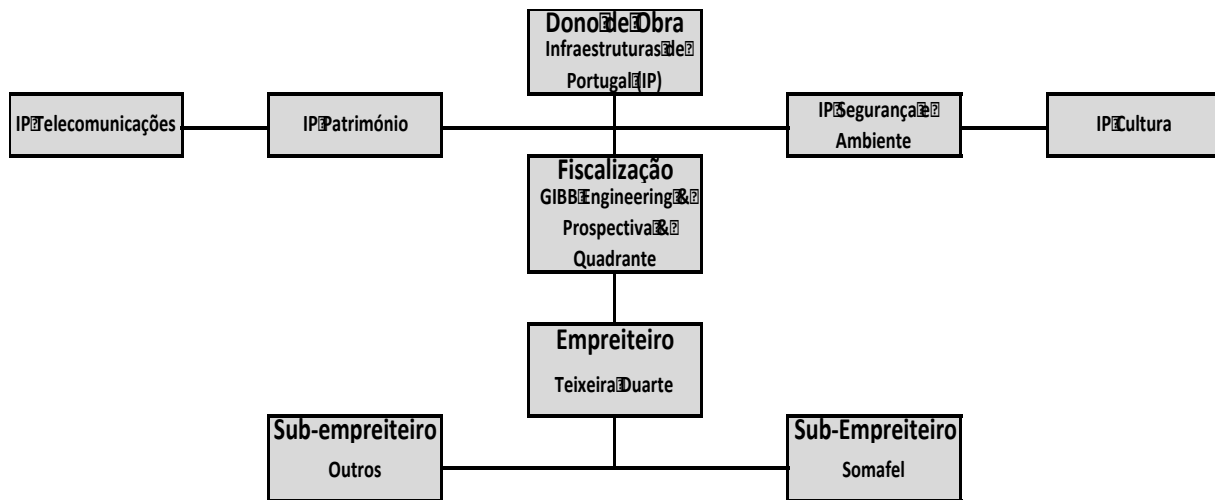


Figura 1.2 – Organograma da Empreitada

1.2 Objetivo

Neste estágio pretendeu-se consolidar muitos dos conhecimentos teóricos adquiridos nas Unidades Curriculares do Curso de Engenharia Civil, no ramo de Vias de Comunicação e simultaneamente adquirir conhecimentos práticos sobre direção de empreitadas, nomeadamente ferroviárias, desde a fase de concurso até à fase de obra, ou seja a materialização das soluções projetadas, gestão de recursos humanos, equipamentos e materiais.

1.3 Estrutura do relatório

O presente relatório é constituído por 6 capítulos, cujo conteúdo se sintetiza em seguida.

Capítulo 1 – INTRODUÇÃO

Procede-se ao enquadramento do tema, definição dos objetivos do estágio, descrição da estrutura do documento, apresentação do estágio e ainda ao enquadramento da empreitada no âmbito do Plano Ferroviário Nacional (Ferrovia 2020).

Capítulo 2 – CONCEITOS GERAIS DE VIA FÉRREA

Neste capítulo é realizada a apresentação de alguns conceitos teóricos de Engenharia de Ferroviária, considerados de maior relevância para o entendimento do presente documento.

Capítulo 3 – O PROJETO

Relativamente ao projeto de suporte à empreitada, pretende-se realizar a sua descrição, a caracterização do estado atual da via, a definição dos objetivos da intervenção, a identificação das principais condicionantes e ainda uma abordagem a projetos da especialidade.

Capítulo 4 – A EMPREITADA

No capítulo 4 são abordados temas no âmbito da empreitada tais como a identificação dos pressupostos e das condicionantes, bem como o enquadramento da empresa SOMAFEL enquanto entidade executante da empreitada. Neste capítulo são ainda tratadas matérias no âmbito do Faseamento Construtivo, da Logística stock de materiais e da Qualidade, Ambiente e Segurança.

Capítulo 5 – FASEAMENTO CONSTRUTIVO

Este capítulo corresponde ao caso de estudo e aborda as matérias relativas aos planos de assentamento, alteração de *lay-out* na estação de Elvas e ainda as intervenções na plena via entre esta estação e a fronteira espanhola.

Relativamente às intervenções na plena via, assume importância especial a substituição dos tabuleiros metálicos em duas pontes² por novos tabuleiros em betão, sendo que por constrangimentos externos à via férrea, não foi possível observar a execução desta intervenção, a qual será realizada em 2019, já fora do período do estágio. Pese embora esta contrariedade, ainda são feitas algumas referências relativamente a esta matéria.

Capítulo 6 – CONCLUSÕES

No capítulo final são apresentadas as principais conclusões, propostas alterações às metodologias adotadas, tendo em vista a continuada otimização de recursos, devidamente ajustados às situações em presença.

São ainda apresentadas algumas sugestões relativamente a trabalhos futuros no âmbito da área correspondente ao presente TFM.

² Ponte sobre a ribeira de Caiola e ponte sobre o rio Caia

1.4 Metodologia

Conforme já referido, o estágio teve uma duração de 8 meses, em que ao longo do mesmo foram desenvolvidas diversas atividades, cuja planificação se ilustra na Figura 1.3.

Sintetizam-se em seguida as matérias abordadas em cada uma das atividades afetas ao referido planeamento.

- **Estudo do Projeto Global** - Análise e interpretação do projeto de execução disponibilizado pelo Dono de Obra (IP), com especial destaque na componente dos trabalhos de via, incluindo a vertente do faseamento construtivo;
- **Formação em Segurança Ferroviária** – Aspetos inerentes ao léxico ferroviário e formação com especial destaque para a segurança na realização de trabalhos de natureza ferroviária, conforme requerido na Instrução de Exploração Técnica nº 77 (IET 77), do Regulamento Geral de Segurança XII [5].
- **Análise de Processos Construtivos** – Aquisição de conhecimentos no âmbito dos processos e metodologias utilizados pela SOMAFEL no âmbito da construção, não só exclusivos da presente empreitada, mas igualmente todo o sistema organizacional da empresa. Trata-se de um processo contínuo, ao longo do qual se vão consolidando conhecimentos e aperfeiçoando metodologias.
- **Aprendizagem de Métodos de Gestão de Obra** - Aquisição de conhecimentos no âmbito de metodologias utilizadas pela SOMAFEL no âmbito da Gestão de Obra. Tal como no tema anterior, também é um processo contínuo, ao longo do qual se vão consolidando conhecimentos e aperfeiçoando metodologias.
- **Estudo e Otimização do Faseamento Construtivo** – Realização de estudo para a otimização do faseamento construtivo, para materialização em obra, salvaguardando as obrigações estabelecidas no caderno de encargos, nomeadamente no que se refere a períodos de interdição e exigências de disponibilidade da infraestruturas (número de linhas em serviço na estação de Elvas), devidamente articuladas com as disponibilidades de materiais / equipamentos e mão-de-obra. O estudo em questão e respetivos resultados são apresentados no Capítulo 5.
- **Aplicação e Observação dos Resultados em Obra** – Ao longo da realização dos trabalhos foi possível observar em obra a materialização do estudo efetuado e proceder a ajustamentos pontuais sempre que necessário.

- **Elaboração do Relatório Final** – Período destinado à conclusão do relatório, sendo que este foi sendo elaborado ao longo do estágio.

| Atividade | M | | M+1 | | M+2 | | M+3 | | M+4 | | M+5 | | M+6 | | M+7 | |
|------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 1ª Q | 2ª Q | 3ª Q | 4ª Q | 5ª Q | 6ª Q | 7ª Q | 8ª Q | 9ª Q | 10ª Q | 11ª Q | 12ª Q | 13ª Q | 14ª Q | 15ª Q | 16ª Q |
| Estudo do Projeto Global | █ | | █ | | █ | | █ | | █ | | █ | | █ | | █ | |
| Formação em Segurança Ferroviária IET 77 | █ | | █ | | █ | | █ | | █ | | █ | | █ | | █ | |
| Análise de Processo Construtivos | █ | | █ | | █ | | █ | | █ | | █ | | █ | | █ | |
| Aprendizagem de Metodos de Gestão de Obra | █ | | █ | | █ | | █ | | █ | | █ | | █ | | █ | |
| Estudo e Optimização do Faseamento Construtivo | █ | | █ | | █ | | █ | | █ | | █ | | █ | | █ | |
| Aplicação e Observação dos resultados em Obra | █ | | █ | | █ | | █ | | █ | | █ | | █ | | █ | |
| Elaboração Documento Final | █ | | █ | | █ | | █ | | █ | | █ | | █ | | █ | |

Figura 1.3 – Planificação das atividades realizadas no período de estágio

1.5 Ferrovia 2020

A Ferrovia 2020 é um plano de investimentos no sector ferroviário que define um conjunto de prioridades de intervenção, com vista a cumprir compromissos internacionais, fomentar o transporte de mercadorias, em particular as exportações e a ligação dos portos nacionais às principais fronteiras terrestres com Espanha [6].

Este plano corresponde a um investimento estimado de cerca dois mil milhões de euros, e a intervenção em mais de mil quilómetros de linha férreas. Dentro deste plano de investimento está incluído o Corredor Internacional Sul, sendo que este contempla a ligação entre o porto de Sines e a Fronteira de Caia com Badajoz, conforme se pode observar na Figura 1.4.

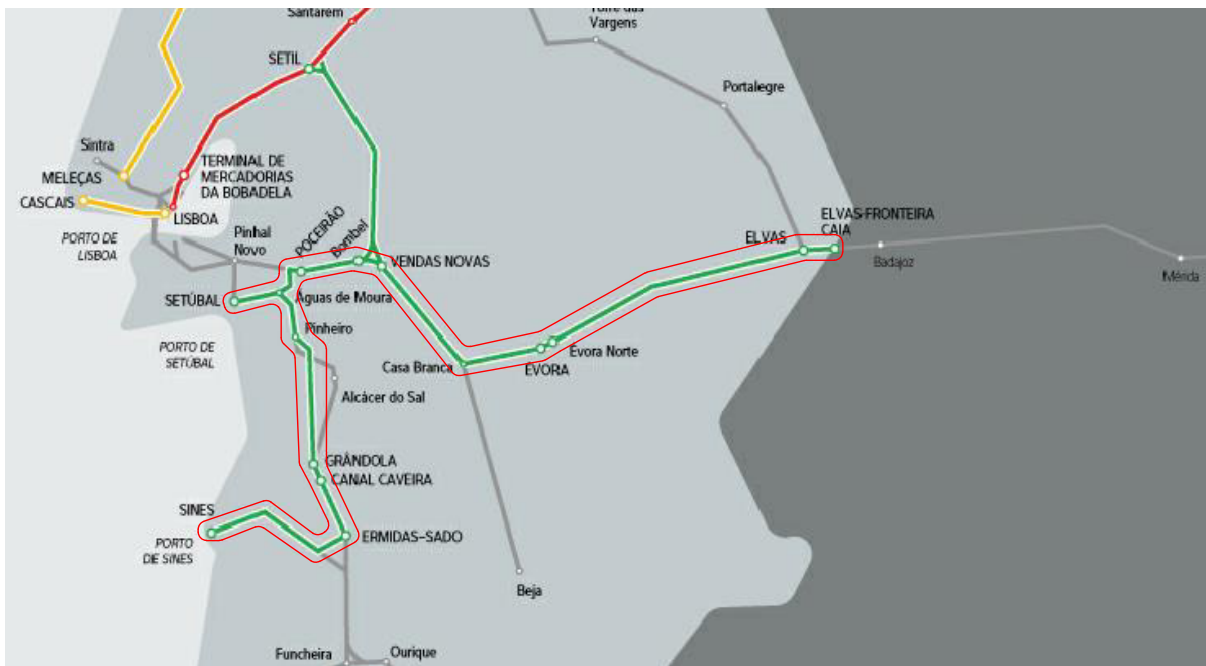


Figura 1.4 – Corredor Internacional Sul [6]

As intervenções previstas para este corredor são as seguintes:

- Linha de Sines: Sines-Ermidas do Sado (Linha do Sul) + Canal Caveira + Grândola Norte (Linha do Sul);
- Linha do Sul: Porto de Setúbal + Praias do Sado;
- Linha do Alentejo: Poceirão – Bombel;
- Linha de Vendas Novas;
- Linha de Évora: Évora-Évora Norte;
- Nova Linha de Évora: Évora Norte - Elvas/Caia;
- **Linha do Leste: Troço Elvas – Fronteira**, troço no qual decorreu o estágio de suporte ao presente TFM.

O troço em estudo, incorpora a Rede Ferroviária Nacional, na sua vertente não eletrificada e permite uma das ligações entre Portugal e Espanha, concretamente entre as estações de Elvas no lado português e de Badajoz no lado espanhol.

O estado atual deste troço encontra-se bastante degradado, permitindo apenas a circulação de composições com limitações de velocidade e de carga por eixo, sendo que se torna indispensável a sua reabilitação, tanto mais que no futuro o mesmo ficará associado à nova ligação entre Évora e a Fronteira espanhola.

2 CONCEITOS GERAIS DE VIA FÉRREA

O projeto e a construção de uma obra ferroviária contempla variadíssimos conceitos, sendo muitos de natureza transversal a todas as especialidades de Engenharia Civil, mas considera igualmente um número muito significativo que apenas são empregues nesta especialidade.

Para permitir a boa interpretação do presente relatório, apresentam-se em seguida alguns desses conceitos usados no âmbito da engenharia ferroviária, sendo este o único sistema de transporte onde os veículos são guiados pelo caminho.

A via férrea considera a existência de duas áreas distintas, identificadas por infraestrutura e por superestrutura, sendo que genericamente se caracterizam do seguinte modo:

- **Infraestrutura:** engloba todos os elementos sob o balastro, como plataforma para o assentamento da superestrutura, taludes de escavação e aterro, sistemas de drenagem e obras de arte (Figura 2.1);
- **Superestrutura:** constituída pelo balastro e o armamento de via, que por sua vez é constituído por travessas, carris, sistemas de fixações e ligações (Figura 2.2).



Figura 2.1 – Infraestrutura de Via Férrea[7]



Figura 2.2 – Superestrutura de Via Férrea[7]

2.1 Infraestrutura

2.1.1 Plataforma de via

Superfície onde assenta a superestrutura de via, correspondendo ao limite superior da camada de sub-balastro (Figura 2.3).

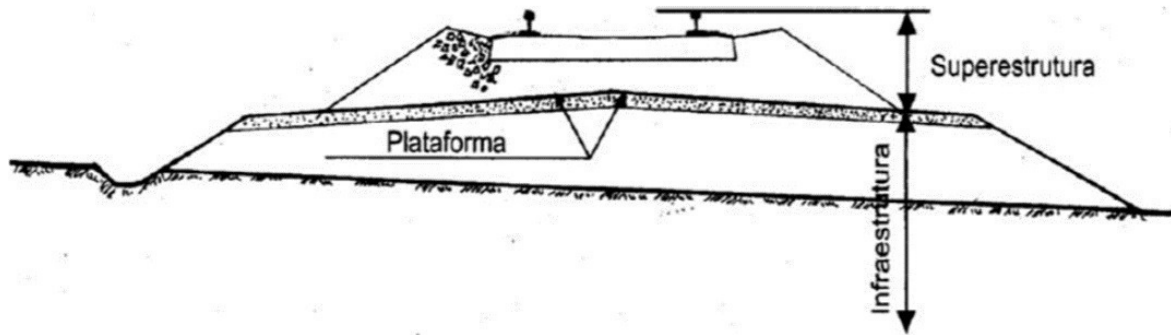


Figura 2.3 – Perfil Tipo de Plataforma [8]

Esta superfície deve ter pendentes para o exterior com inclinação de 4% a 5% para permitir a drenagem de águas.

A plataforma deve estar protegida de águas e outros efluentes, com o fim de evitar a sua danificação, nomeadamente com sistema de drenagem longitudinais apresentados no ponto 10. [9]

2.1.2 Talude

Os taludes podem ser de dois tipos de configurações, de escavação e de aterro, consoante a plataforma de encontre a cotas inferiores ou superiores do terreno natural.

Um talude em escavação (Figura 2.4) caracteriza-se por uma superfície de terreno inclinada, que resulta do remover do terreno natural para permitir o implantação da plataforma da via a cotas inferiores às dos terrenos envolventes. [8]



Figura 2.4 – Talude em Escavação [9]



Figura 2.5 – Talude em Aterro [10]

Um talude em aterro (Figura 2.5) caracteriza-se por uma superfície de terreno inclinada, que resulta da movimentação de terras para permitir a implantação da plataforma da via a cotas superiores às dos terrenos envolventes. [8]

2.1.3 Sistema de drenagem

O sistema de drenagem tem como função recolher e conduzir as águas para fora da plataforma e do leito de via.

Este sistema é dividido em duas categorias, o sistema de drenagem transversal à via e o sistema de drenagem longitudinal à via.

A drenagem transversal é constituída por passagens hidráulicas (PH) e coletores de drenagem, sendo que uma PH (Figura 2.6) é um atravessamento transversal à via para permitir a continuidade / restabelecimento de uma linha de água.



Figura 2.6 – Passagem Hidráulica de uma Via Férrea



Figura 2.7 – Valeta de pé de talude e plataforma [11]

Um coletor de drenagem transversal encaminha as águas provenientes de drenagem longitudinal.

A drenagem longitudinal é constituída por valetas pé de talude (Figura 2.7), valetas de crista de taludes e drenos longitudinais.

As valetas de pé de talude têm como função captar e encaminhar as águas pluviais provenientes dos taludes de aterro e dos taludes da plataforma, para a linha de água mais próxima.

As valetas de crista de talude (Figura 2.8) têm como função captar e encaminhar as águas pluviais proveniente dos terrenos adjacentes para a linha de água mais próxima, a fim de evitar que as mesmas danifiquem a superfície dos taludes.



Figura 2.8 – Valeta de crista de talude [12]

2.1.4 Obras de arte

As obras de arte são estruturas de engenharia que permitem vencer grandes desnivelamentos do terreno natural, tais como vales, montes, montanhas, rios, bem como atravessar de forma desnivelada outras vias.

São consideradas Obras de Arte as pontes (Figura 2.9), os pontões, os viadutos e ainda os túneis (Figura 2.10).



Figura 2.9 – Ponte D. Maria Pia [13]



Figura 2.10 – Túnel da Campanhã [14]

2.2 Superestrutura

2.2.1 Balastro

O balastro (Figura 2.11) é um material que resulta da britagem de uma pedra de elevada resistência à fragmentação e ao desgaste. [8]

A suas principais características são:

- Fixar as travessas, impedindo o seu deslocamento transversal e longitudinal, criando um efeito de encastramento;
- Distribuir pela plataforma as cargas provenientes da travessas, provocadas pelo material circulante;
- Amortecer os choques provocados pela passagem das composições ferroviárias.



Figura 2.11 – Balastro na via férrea [15]

2.2.2 Travessas

As travessas são elementos onde apoiam os carris, normalmente espaçadas longitudinalmente de 0,60 metros entre si e garantindo a distância (bitola) entre carris.

Têm como função receber as pressões provenientes dos carris e transmiti-las ao balastro.

As travessas podem ser de madeira (Figura 2.12), metálicas (Figura 2.13), de betão monobloco (TBM) (Figura 2.14) e de betão bi-bloco (TBB) (Figura 2.15).



Figura 2.12 – Travessas de madeira [16]



Figura 2.13 – Travessas metálicas [17]



Figura 2.14 – Travessas Monobloco [18]



Figura 2.15 – Travessas Bi-bloco [19]

Para além das travessas apresentadas, existem ainda travessas de materiais compósitos, produzidas a partir de plásticos regenerados, embora a sua aplicação ainda não seja generalizada, constituindo em muitos dos casos protótipos, em que ainda é necessário analisar a sua funcionalidade e durabilidade. A necessidade de introdução destas travessas decorrer no essencial por questões de natureza ambiental, uma vez que terão como principal função a substituição das atuais travessas de madeira, matéria prima que se torna cada vez mais escassa.

2.2.3 Carril

O carril é (Figura 2.16) uma viga de aço laminado, composto em perfil por face de rolamento, patilha, alma e cabeça. [8]

Tem como função:

- Guiar o material circulante;
- Resistir às cargas provenientes do material circulante e transmiti-las aos outros elementos da superestrutura;
- No caso de vias eletrificadas, conduzir as correntes de sinalização e/ou as correntes de retorno de tração. [20]



Figura 2.16 – Carril de via férrea [20]

Apesar de existirem vários tipos de perfil de carril, os mais comuns são o carril de perfil Gola (Figura 2.17) e o carril de perfil Vignole (Figura 2.18).

O carril perfil Vignole é o mais comum aplicado na via férrea, sendo o carril de perfil Gola usado em situações em que existe uma via rodoviária em simultâneo, como por exemplo carril de um elétrico ou uma passagem de nível pavimentada.

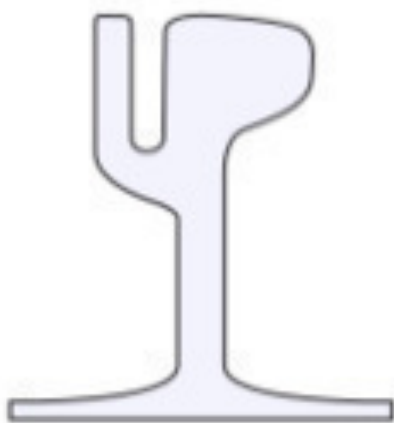


Figura 2.17 – Carril de Gola [21]

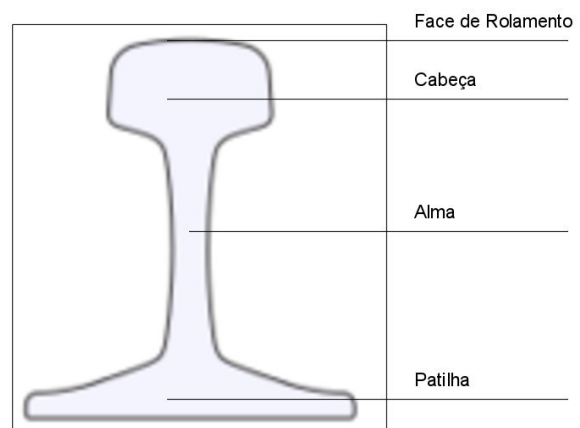


Figura 2.18 – Carril de Vignole [21]

O carril Vignole considera vários perfis, sendo atualmente o mais utilizado o 54E1 (UIC 54) e o 60E1 (UIC 60), sendo esta designação devido ao seu peso aproximado por metro linear (54 kg/m e 60 kg/m, respetivamente). [22]

No entanto, em muitas linhas existentes desativadas ou que ainda não foram reabilitadas, em Portugal, como é o caso da linha de Elvas / Fronteira, o carril instalado é o carril UIC 45 (45 kg/m).

Em termos de comprimento do perfil, era comum a siderurgias fabricarem carris com 6, 8 e 12 metros, atualmente os carris já são fabricados em comprimentos de 18, 36, 108 ou 144 metros [23]³.

- Barra Curta (**BC**) – Fila de carril com comprimento até 36 metros;
- Barra Longa Soldada (**BLS**) – Fila de carril com mais de 36 metros.

No caso da empreitada em estudo irão ser aplicadas BC UIC 54, para os traçados provisórios e BLS UIC 60E1, para a via definitiva.

2.2.4 Material de fixação

Este equipamento tem como função fixar o carril à travessa, impedindo o seu deslocamento, podendo as fixações podem ser rígidas ou flexíveis, consoante a sua configuração.

Fixação rígida

É um sistema antigo, aplicado unicamente em travessas de madeira, onde não existe presença de elementos elásticos. Atualmente não são aplicados por não garantirem a fixação o aperto do carril e possibilitam o deslocamento longitudinal (Figura 2.19).



Figura 2.19 – Fixação rígida

³ As barras com comprimentos superiores a 18 metros são geralmente obtidas, por soldaduras, a partir das barras elementares

Esta fixação é realizada usando 4 *Tirefonds* ou Tirafundos pregados na travessa, com aperto efetuado de modo a não romper as fibras da madeira, sendo o isolamento elétrico entre as duas filas de carril assegurado pela madeira.[23]

Fixações elástica

Este sistema de fixação caracteriza-se por uma palmilha em borrachada canelada ou em material plástico sob o carril e grampos ou garras de aço de mola, apertados com um *tirefond*, que asseguram o aperto permanente do carril à travessa.

- *Vossloh* (Figura 2.20) - Sistema de fixação aplicado sobre um chapim metálico, com ou sem inclinação transversal e um grampo próprio. Tem um desempenho bastante eficaz e não requer manutenção assídua.

É utilizado em travessas monobloco de via corrente, TBM, Polivalentes e para 3 carris.

Este tipo de fixação irá ser usada em toda a via definitiva.

- *Nabla* (Figura 2.21) - Sistema de fixação com um chapim metálico inferior e uma garra *Nabla* na parte superior. O aperto é feito com um *tirefond*.

Este tipo de fixação irá ser usado no troço entre Elvas / Fronteira, nas vias provisórias.[23]



Figura 2.20 – Fixação *Vossloh* [24]



Figura 2.21 – Fixação *Nabla* [25]

2.2.5 Materiais de ligação

Os materiais de ligação têm como finalidade de garantir a continuidade e alinhamento dos topos dos carris, podendo ser feita esta ligação através de:

- **Juntas aparafusadas** (juntas mecânicas) – Composta por 2 barretas em cada um dos lados de um carril e aparafusadas em 4 (Figura 2.22 e Figura 2.23) ou 6 furos.



Figura 2.22 – Barreta de 4 furos, lado ativo



Figura 2.23 – Barreta de 4 furos, lado passivo

- **Soldaduras** (Figura 2.24) – em alternativa às barretas, este processo normalmente decorre da fusão de alumínio a 3000°C, sendo necessário que se atinjam previamente 800° a 1000°C para que se dê o arranque.

Os carris devem ter uma abertura (folga) compatível com o método e o tipo de carga utilizado [23].

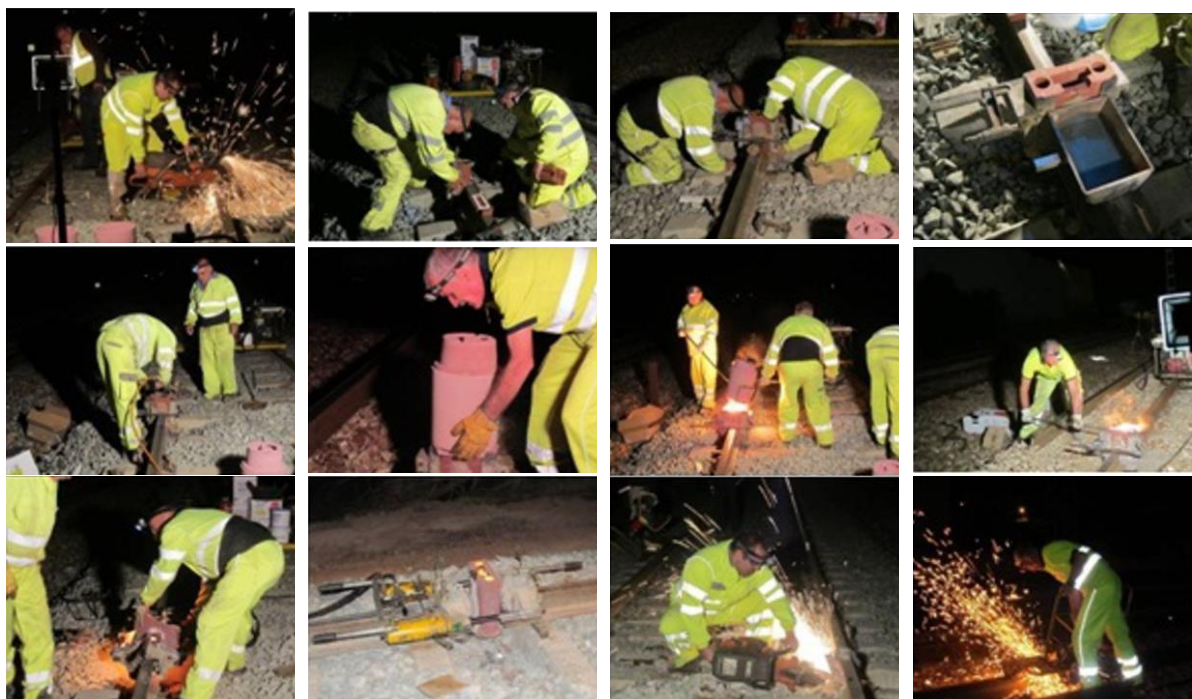


Figura 2.24 – Execução de Soldadura Aluminotérmica [26]

2.3 Equipamentos de via

2.3.1 Aparelho de mudança de via (AMV)

Estes equipamentos permitem a passagem do material circulante entre vias, através da movimentação da agulha, parte integral de um AMV (Figura 2.25).



Figura 2.25 – Aparelho de mudança de via [27]

Os AMV podem ser divididos em três partes distintas, designadas por grades: grade da agulha, grade intermédia e grade da cróssima (Figura 2.26).

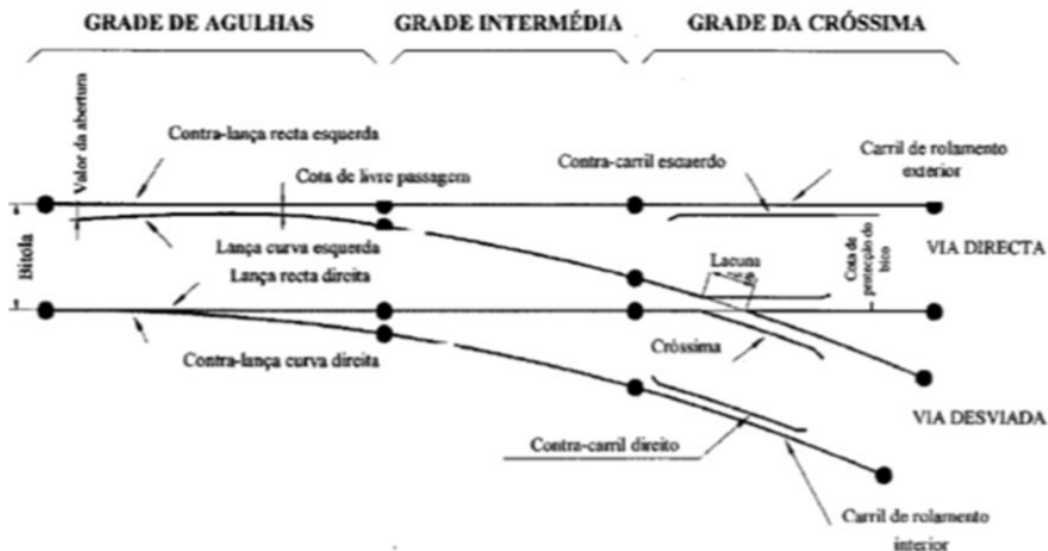


Figura 2.26 – Aparelho mudança de via – Grades [28]

As juntas da entrada na grade da agulha são chamadas de juntas da contra lança (JCL) e as juntas de saída do ramo direto e do ramo desviado são designadas de juntas do talão (JT).

Existem vários tipos de AMV, diferenciando-se pelas suas características geométricas e pelos movimentos que permitem executar, sendo os mais usuais os apresentados na Figura 2.27.

- MVS – Mudança de Via Simples – permite efetuar dois movimentos;
- Comunicação – Liga dois MVS no talão do ramo desviado;
- TJD – Transversal de Junção Dupla⁴.



Figura 2.27 – Esquema Bifilar de AMV [23]

Os MVS podem ter outras particularidades. No caso de estarem inseridos em curvas circulares⁵, os aparelhos tem de garantir o mesmo raio geométrico da curva onde se inserem, dando origem a aparelhos do tipo CIN (Figura 2.28), quando o ramo desviado está direcionado para o interior da curva ou do tipo CEX, quando o ramo desviado está direcionado para o exterior da curva.

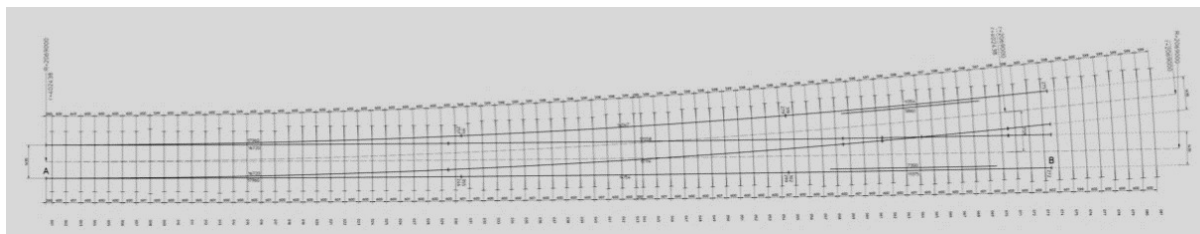


Figura 2.28 – AMV CIN [29]

Em termos de geometria, os AMV distinguem-se pelo seu raio e pela sua tangente.

A tangente de um AMV define o ângulo de abertura do ramo desviado relativamente ao ramo direto. Os raios podem variar, mesmo com tangentes iguais.

⁴ No caso de ser omitido um dos movimentos de desvio a TJD dará lugar a uma TJS – Transversal de Junção Simples

⁵ Curva de Raio constante

Associado sempre a um AMV está o indicador limite de resguardo (ILR) (Figura 2.29). Estes indicador é um bloco prismático, colocado na entrelavia, indicando a posição limite de estacionamento do material circulante, sem perigo de colisão. [30]

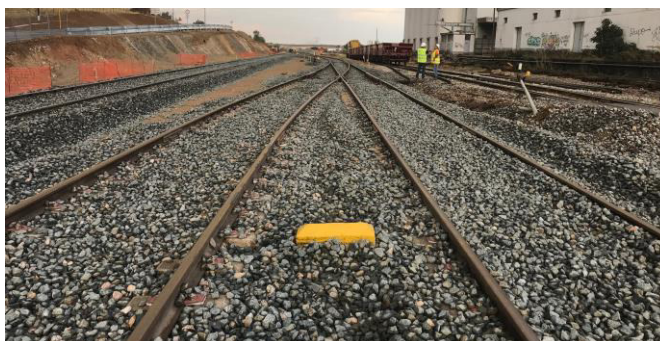


Figura 2.29 – ILR - Indicador Limite de Resguardo

2.3.2 Outros aparelhos de via

Para além de todos os componentes já referidos nos pontos anteriores, existe uma serie de outros aparelhos associados à superestrutura de via, que também carecem de apresentação visto serem abordados no presente relatório.

Aparelho de dilatação (AD)

Os aparelhos de dilatação de carril (AD) são dispositivos usados para absorver deslocamentos longitudinais de BLS – dilatações e contrações – de modo a que não surjam descontinuidade. Estes deslocamentos podem atingir vários centímetros.

Os AD são colocados nas extremidades de BLS em Plena Via e junto a pontes ou viadutos, do lado do apoio móvel, por forma a permitir o deslocamento das barras em simultâneo com as pontes ou viadutos.[23]

Os AD podem ser unidireccionais (Figura 2.30) ou bidireccionais (Figura 2.31).

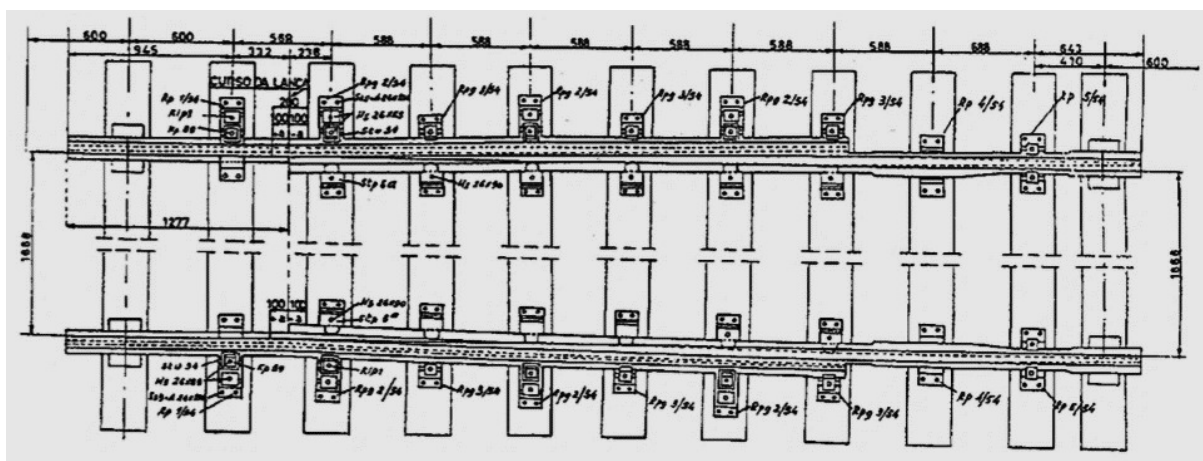


Figura 2.30 – AD Unidirecional [23]

Os AD unidireccionais permitem deslocamentos de uma só lança, sendo a dilatação ou contração máxima de 200 milímetros.

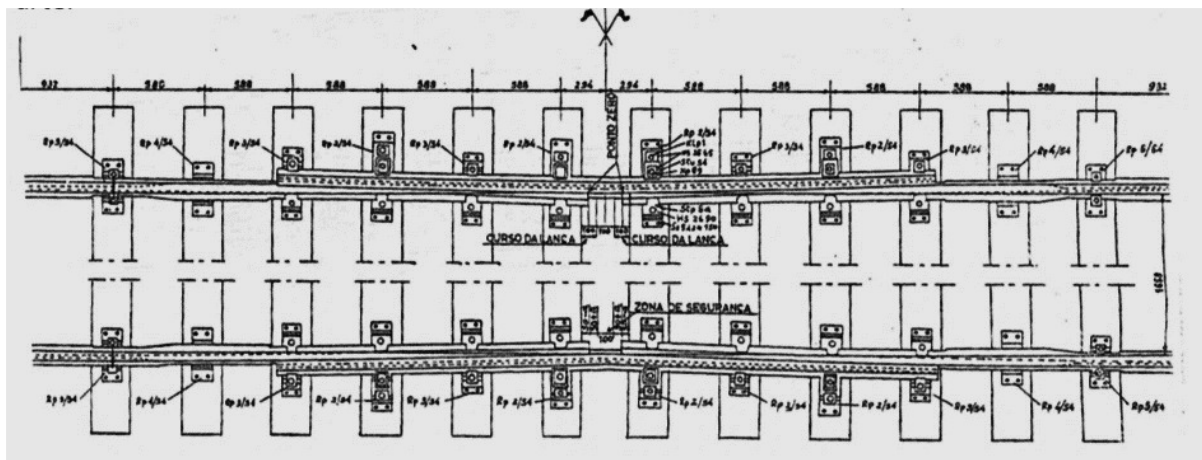


Figura 2.31 – AD Bidirecional [23]

Os AD bidirecionais já permitem o deslizamento de ambas as lanças com uma dilatação ou contração máxima de 100 milímetros. [23]

Fecho mistos

Não é um aparelho de via, no entanto caracteriza-se por ser uma peça única formada por dois tipos de diferentes de carril.

Na corrente estreita, por exemplo, foram usados fechos mistos de carril 54 para carril 45. Cada barra tem um comprimento de 6 metros, aproximadamente, sendo ligadas por uma soldadura aluminotérmica.

Deste modo é possível, especialmente em ações de RIV de construção faseada, fazer ligações de carril existente a carril novo, com diferentes características.

3 O PROJETO

A localização do troço relativo à modernização da Linha do Leste, em via única não eletrificada, compreendido entre a estação de Elvas (PK 264+050) e a fronteira espanhola (PK 275+611), numa extensão aproximada de 11 km, contemplando igualmente a reformulação da configuração da atual estação de Elvas⁶, pode ser observada na Figura 3.1, e com maior detalhe no Anexo A.

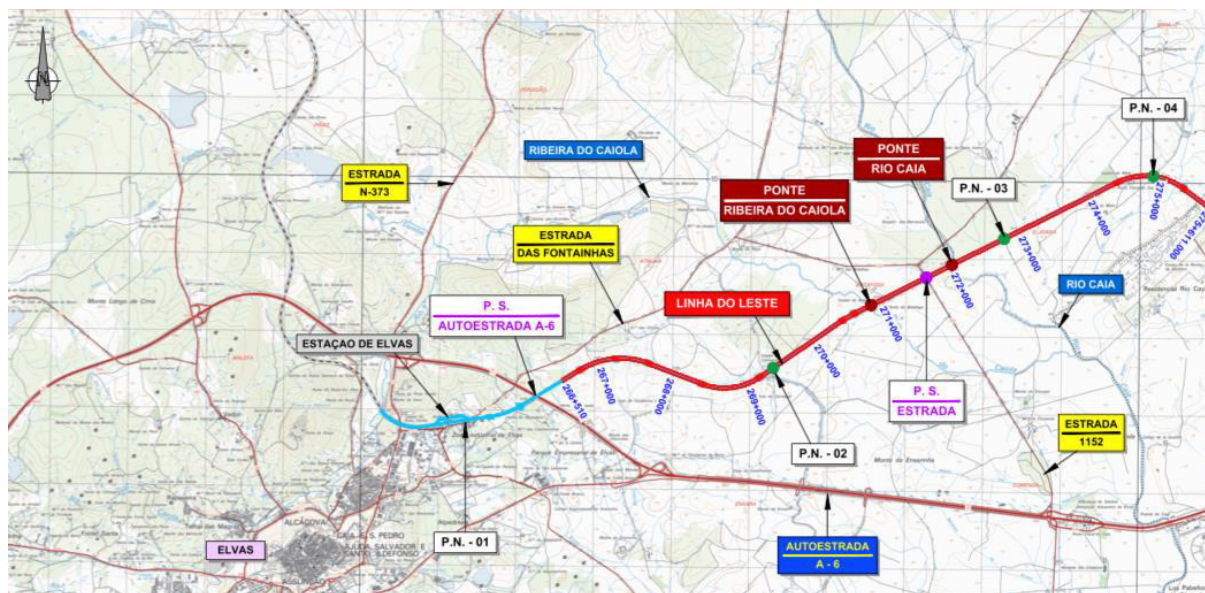


Figura 3.1 – Esboço Corográfico – Projeto de Execução – Linha do Leste (Anexo A) [31]

Com o projeto de modernização deste troço da Linha do Leste, pretende-se atingir os seguintes objetivos:

- Melhoria das atuais condições associadas ao interface rodo-ferroviário na plataforma logística da estação de Elvas (Pk 264+700 / Pk 265+150);
- Substituir o atual armamento de via (que regra geral se encontra bastante degradado), permitindo a melhoria das atuais condições de exploração⁷, aumentar as condições de segurança e reduzir os custos de manutenção ao longo da vida útil da infraestrutura.

Em termos organizacionais, o projeto considera dois sub-troços, que se identificam em seguida:

- Estação de Elvas – (Pk 264+050 / Pk 266+510);
- Plena Via – (Pk 266+510 / Pk 275+611).

⁶ Por forma a possibilitar a receção de comboios de mercadorias até 750 metros de comprimento útil

⁷ Otimização da geometria do traçado para potenciar as velocidades de circulação

3.1 Via Férrea – Situação Atual

Regra geral, ao nível do armamento de via, todo o troço a intervencionar, incluindo a estação de Elvas, encontra-se bastante degradado, sendo este constituído por carril com perfil UIC45, em barra curta e travessas de madeira, com pregação rígida, assentes sobre uma camada de balastro de espessura inferior ao desejável.

Para além do armamento de via propriamente dito, este troço apresenta igualmente patologias indesejáveis e que requerem intervenção, nomeadamente ao nível do tratamento da plataforma de via, estabilização de alguns taludes, sistema de drenagem e ainda os decorrentes da existência de duas pontes metálicas (ponte do Coiola e ponte do Caia), que não asseguram a capacidade de carga pretendida.

3.1.1 Estação de Elvas

A atual configuração da estação de Elvas (Figura 3.2), onde o armamento de via se encontra fortemente degradado, embora considere a existência de 11 linhas, número que se pode considerar elevado, em termos práticos, pois não permite uma exploração correta, tanto ao nível do cruzamento de composições⁸, como de estacionamento, nomeadamente no que se refere ao necessário funcionamento da plataforma logística, que se encontra instalada na sua zona norte e onde maioritariamente são movimentadas mercadorias contentorizadas.

Em termos funcionais, para as citadas onze linhas, o panorama é o seguinte:

- Linhas em exploração: I, II, III, IV e VI;
- Linhas desativadas⁹: V, VII, VIII, IX, X e XI.

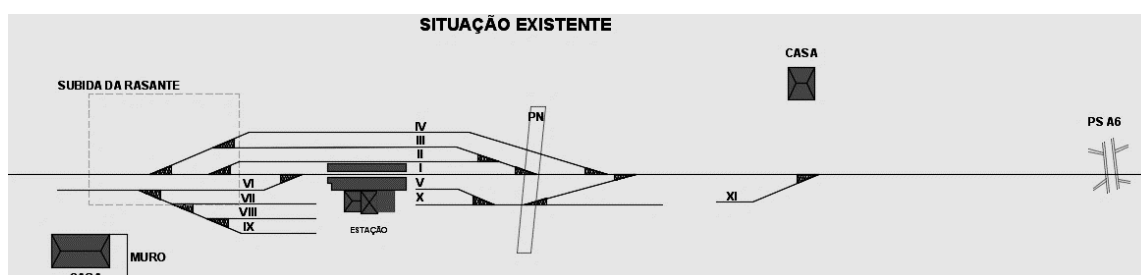


Figura 3.2 – Diagrama unifilar – Configuração atual da estação de Elvas [32]

A Linha IV tem como objetivo exclusivo o acesso à plataforma logística (Figura 3.3), embora operacional tem um comprimento que apenas permite acomodar comboios com um comprimento máximo de 500 metros.

⁸ Impossibilidade de realização de cruzamento de composições com 750 metros de comprimento

⁹ Podendo, no entanto, ser colocadas em serviço se recuperadas



Figura 3.3 – Estação de Elvas – Plataforma Logística

Neste âmbito refere-se ainda que na zona final da estação (lado Este) constata-se a existência de um atravessamento de nível (Figura 3.4), que envolve várias linhas, incluindo zonas de AMV, situação que também é agravada pela sua conjugação com o traçado rodoviário (em curva), na zona de saída da estação, o que constitui um forte constrangimento, ao nível da segurança e da redução das capacidades, em termos da exploração ferroviária.



Figura 3.4 – Atravessamento de nível na Estação de Elvas

Para ultrapassar este constrangimento, no âmbito da presente empreitada está prevista a supressão do referido atravessamento de nível, sendo o mesmo substituído por um atravessamento desnivelado, já existente a Norte da estação (passagem superior rodoviária), o qual será ligado por um novo restabelecimento (Restabelecimento – P.N. - 01), conforme se pode observar na Figura 3.5.

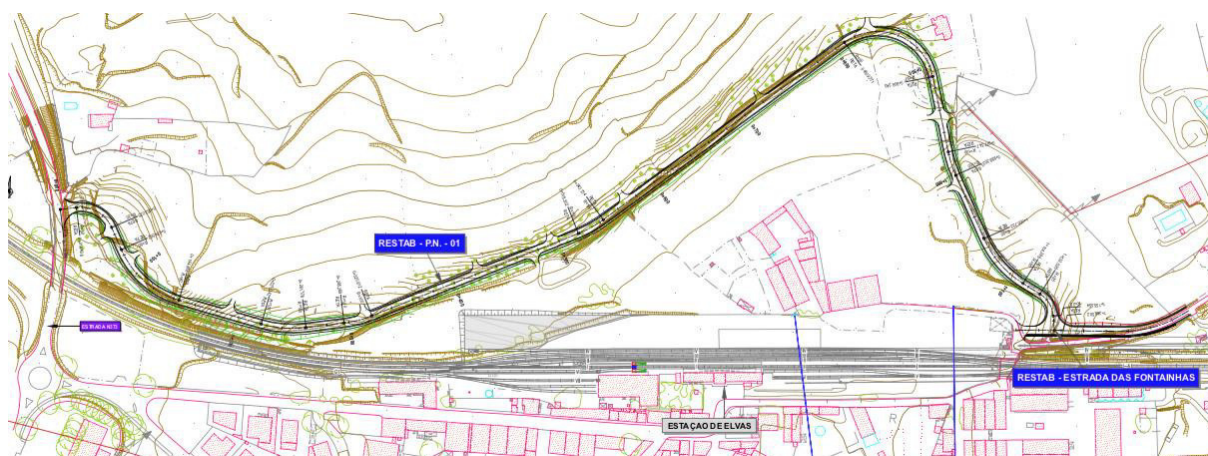


Figura 3.5 – Planta de Traçado - Restabelecimento PN 1

3.1.2 Plena Via

A via atual, equipada com carril UIC 45 e travessas de madeira, entre o limite de entrada da estação de Elvas (lado de Portalegre) e a fronteira, fruto do seu estado de degradação (Figura 3.6), embora em exploração, encontra-se condicionada à circulação das composições à velocidade máxima de 40 Km/h, velocidade que é muito inferior à velocidade potencial permitida pelas características geométricas do seu traçado (planimetria e altimetria).



Figura 3.6 – Armamento de Via degradado

Para além das anomalias/deficiências ao nível do armamento de via são ainda evidentes necessidades de intervenção no sistema de drenagem longitudinal e transversal, sendo este último constituído por 14 PH, onde foram identificadas situações que necessitam de reparação / limpeza e situações onde é necessária a sua instalação ou redefinição (Figura 3.7).



Figura 3.7 – Exemplo de órgãos de drenagem existentes a intervir

Ao nível da terraplenagem, embora em número reduzido foram ainda identificadas situações onde foi decidido intervir, nomeadamente ao nível de reperfilamento de taludes decorrentes de ravinamentos (Figura 3.8), sendo estes, regra geral de dimensão reduzida.



Figura 3.8 – Ravinamentos de taludes

3.2 Objetivos

O projeto de execução para a reabilitação deste troço da Linha do Leste, compreende a realização de uma ação de RIV, para permitir a circulação de composições à velocidade máxima de 120 Km/h e simultaneamente assegurar o transporte de mercadorias com 22.5 Toneladas/eixo, tendo como principais pressupostos os seguintes aspetos:

- Via única em bitola ibérica (1668 mm);
- Substituição do carril atual (UIC 45) por carril novo (60E1), a transformar em barras longa soldada (BLS), através da realização de soldaduras aluminotérmicas;
- Substituição das atuais travessas de madeira por novas travessas em betão (monobloco polivalentes¹⁰);
- Preparação do traçado para futura eletrificação;
- Colocação de novos equipamentos de sinalização;
- Manutenção do atual canal ferroviário, pelo que a geometria de traçado apenas sofrerá ajustamentos pontuais (raios das curvas circulares e a extensão das curvas de transição);
- Supressão de 3 atravessamentos de nível por atravessamentos desnivelados (passagens superiores e correspondentes restabelecimentos);
- Substituição de 2 pontes metálicas (sobre a ribeira do Caiola e sobre o rio Caia) por novos tabuleiros em betão, mantendo as referidas obras de arte a sua posição atual;
- Alteração do atual layout da estação de Elvas, o qual passará a ter a configuração que se apresenta na Figura 3.9.

¹⁰ Travessas que poderão suportar, em fases distintas, as bitolas de 1668mm ou de 1435mm



Figura 3.9 – Diagrama unifilar – Configuração final da estação [33]

Em termos gerais, a intervenção na estação de Elvas contempla a realização das seguintes tarefas:

- Aumento da extensão das linhas II, III e IV;
- Reconfiguração do layout por forma a torná-lo mais funcional e ajustado às necessidades da exploração ferroviária, bem como à plataforma logística existente;
- Supressão da Passagem de Nível existente, passando o tráfego rodoviário a circular por um novo restabelecimento que será executado a norte da estação.

Embora se trate de uma intervenção com uma extensão bastante inferior, quando comparada com a Plena Via, a sua complexidade, nomeadamente em termos de Faseamento Construtivo (obrigatoriedade de assegurar a continuidade da exploração ferroviária, incluindo a inerente à plataforma logística) leva a que esta intervenção, em que o armamento de via¹¹ necessário para a execução da empreitada é fornecido na totalidade pela IP, se traduza num desafio interessante obrigando a que sejam estudados e posteriormente implementados os cenários que se considerem ser os que melhor se ajustam aos trabalhos a realizar e que constituem o caminho crítico da empreitada.

3.3 Principais condicionantes

Qualquer intervenção numa via férrea existente tem que ter em conta os condicionantes em presença, sendo que, os quais associados à exploração ferroviária, assumem uma importância relevante.

Com efeito, a intervenção prevista considera não só a plena via, mas igualmente a estação de Elvas, cuja operação não pode ser interrompida (exceto em períodos previamente definidos, nomeadamente no período noturno), situação que foi tida em conta pelo projetista, que elaborou um faseamento construtivo, demonstrando assim a viabilidade da intervenção, mas que terá que ser devidamente ajustado aos meios a alocar pelas entidades executantes, bem como a eventuais alterações que entretanto tenham ocorrido.

As condições de exploração preconizadas para a intervenção são as seguintes [34]:

- As linhas I, II, III e IV só podem ser interditadas uma de cada vez;

¹¹ Material de superestrutura de via, (AMV, carris, travessas, fixações e elementos de ligação), exceto balastro.

- A linha IV será interditada por troços, de modo a permitir o acesso para cargas e descargas, podendo considerar-se, mediante o acordo prévio com o operador da plataforma logística, a execução dos trabalhos durante todo o fim-de-semana dado ser um período em que não existe operação;
- Durante a realização da empreitada podem existir duas ou mais frentes de trabalho, não sendo permitidos afrouxamentos inferiores aos atuais (30 km/h na estação e 40 km/h na plena via);
- Necessidade de assegurar sempre a existência de uma linha em serviço, com uma extensão mínima de 200 metros, para estacionamento de material pesado a afetar à intervenção (atacadeiras, reguladora, estabilizadora dinâmica, esmeriladora, rail-route, vagões de apoio ao transporte de materiais e equipamentos, balasteiros, dresines, locomotivas).

Para além dos condicionalismos impostos pela exploração de via, também as intervenções decorrentes dos projetos das restantes especialidades envolvidas, têm influência, embora com impactos diferentes, no faseamento construtivo, como sejam:

- Estruturas de suporte e contenção;
- Terraplenagem;
- Drenagem;
- Sinalização e Telecomunicações (Caminhos de cabos).

3.4 Projetos de Especialidade

Como referido, estas especialidades têm influência direta no plano de trabalhos de via férrea, pelo que para uma melhor compreensão da totalidade da intervenção, se apresentam em seguida uma síntese das mesmas, identificando as atividades que necessitam ser executadas previamente aos trabalhos ferroviários propriamente ditos.

3.4.1 Estruturas de Contenção – Estação de Elvas

Com o objetivo de otimizar os aspetos de funcionalidade, qualidade, custos e prazos de execução, foram desenvolvidas duas soluções, identificadas respetivamente por muro M1 e muro M2.

Muro M1

Trata-se de muro de contenção de terras com uma extensão de 120 metros de comprimento, que se desenvolve entre o Pk 264+425 e o Pk 264+540 (Figura 3.10), uma altura que varia entre 1 metro e 3 metros e que tem por objetivo a separação entre a linha principal e o Topo

G1 (lado Oeste), sendo que em termos altimétricos o Topo G1 se localiza a uma cota significativamente inferior relativamente à da linha principal.

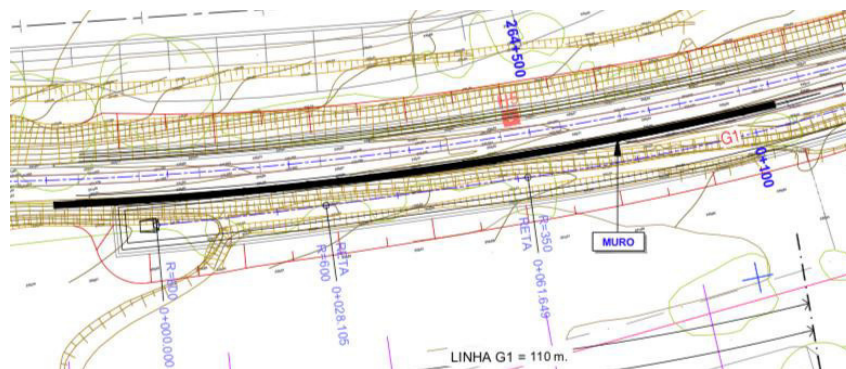


Figura 3.10 – Planta do muro M1

Muro M2

É igualmente um muro de suporte de terras, tendo neste caso a função de proteger uma edificação existente. Esta estrutura tem uma altura aproximada de 7 metros e uma extensão de 67 metros, desenvolvendo-se entre o Pk 265+617 e o Pk 265+684 (Figura 3.11).

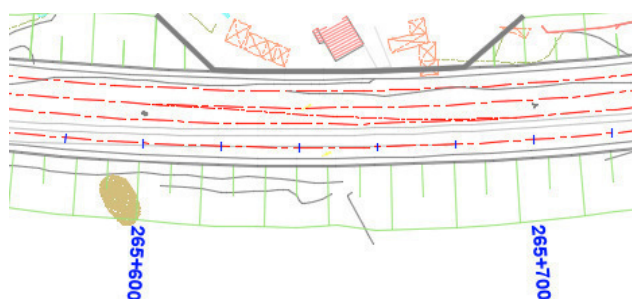


Figura 3.11 – Planta do muro M2

A execução desta estrutura está integrada no caminho crítico da empreitada, visto depender dele a execução da plataforma de via, onde irão assentar os prolongamentos das atuais linhas II, III e IV, que são antecedidas pela montagem da Linha Provisória 1.

3.4.2 Terraplenagem – Estação de Elvas

Inerente ao projeto de alteração do layout da estação de Elvas, está o projeto de terraplenagem. Este contempla a execução de aterros, escavações, tratamento da plataforma de via e reperfilamento de taludes. [35]

Aterros

O aterro com maior relevância desenvolve-se entre os Pk 265+160 e o Pk 266+050, correspondendo à zona de assentamento das novas extensões das linhas II, III, e IV e à renovada linha I (Figura 3.12).

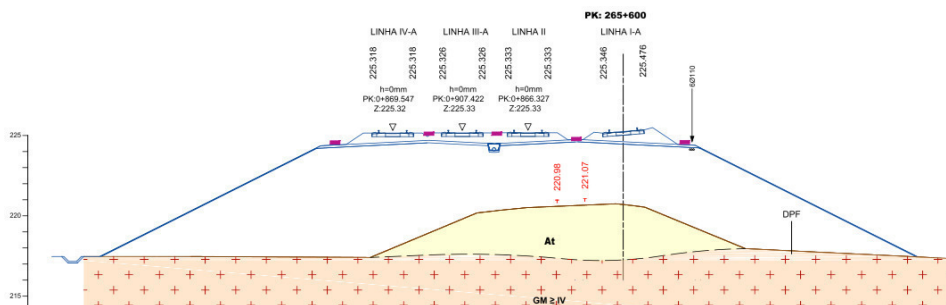


Figura 3.12 – Perfil Geotécnico transversal Pk 265+600 [36]

Este aterro foi projetado de modo a manter de nível todas as linhas da estação, verificando-se que o mesmo, na zona do muro M2, atinge uma altura, relativamente à cota existente, de 8 metros acima, passando de 217,00 metros para 225,00 metros.

Outro aterro com dimensões consideráveis é o correspondente à PS 03, ao Pk 272+825, com 8,50 metros acima do terreno existente (Figura 3.13).

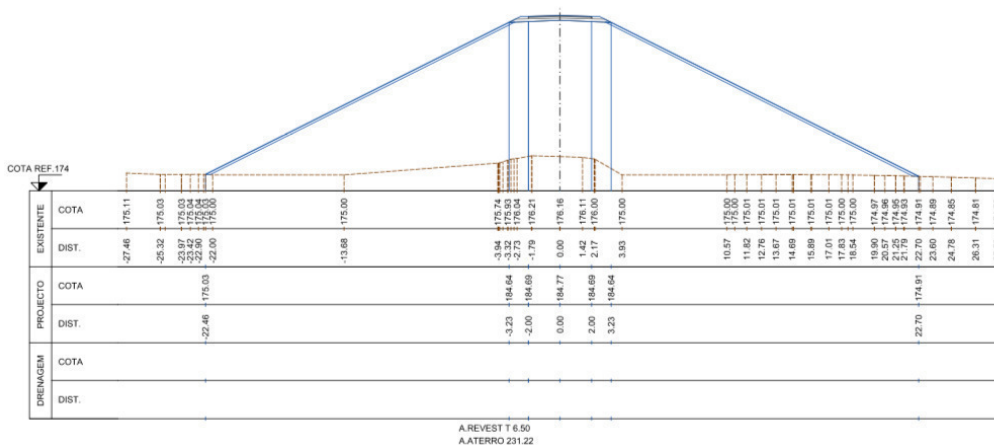


Figura 3.13 – Perfil transversal PS 3 [37]

Escavação

Ao longo do traçado o projetista detetou um total de 5 escavações com mais de 3 metros de altura, uma na zona da estação e quatro ao longo da plena via.

A escavação na zona da estação desenvolve-se entre o Pk 264+447 e o Pk 264+620, num total de 173 metros de extensão (Figura 3.14).

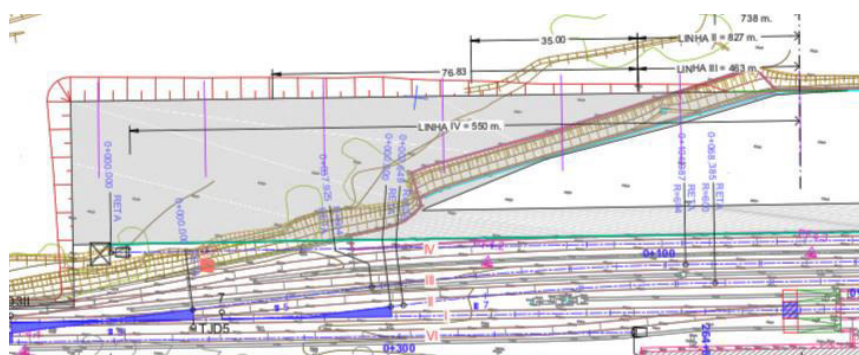


Figura 3.14 – Planta Geral / Escavação - Pk 264+447 ao Pk 264+620 [38]

Esta zona de escavação decorre da necessidade de aumento do comprimento da Linha IV, para Oeste, permitindo assim aumentar a capacidade de carga, descarga e armazenamento da plataforma logística.

A escavações com algum significado a realizar na plena via, correspondem a zonas de reperfilamento de taludes (ravinamentos) e execução de novas passagens superiores.

Ainda no domínio da terraplenagem, para possibilitar uma transição gradual de rigidez entre a plataforma e as estruturas inferiores em betão, foi igualmente prevista a execução de Blocos Técnicos nas novas PH e na zona dos encontros das pontes do Caiola e do Caia.

3.4.3 Drenagem

O projeto de drenagem, considera a drenagem transversal e a drenagem longitudinal, sendo igualmente feita a separação entre a zona a estação e a plena via.

Drenagem Transversal

O projeto de drenagem transversal teve por base o estudo das passagens hidráulicas existentes, as quais estão associadas às correspondentes bacias hidrográficas.

Na intervenção foram identificadas catorze PH ao longo do traçado, todas em alvenaria, verificando-se em alguns casos a presença de vegetação e assoreamento. A Tabela 3.1, contempla a listagem das suas localizações e dimensões, respetivas.

Tabela 3.1 – PH existentes

| PH | Dimensões (largura x altura) |
|------------|---------------------------------|
| PH 264+963 | Arco 0,6 x 0,6 m |
| PH 265+116 | Arco 0,6 x 0,95 m |
| PH 265+732 | Arco 0,6 x 0,5 m |
| PH 265+897 | Arco 0,6 x 0,6 m |
| PH 266+312 | Arco 1,0 x 1,3 m |
| PH 266+990 | Arco 0,6 x 0,4 m |
| PH 267+207 | Arco 0,6 x 0,7 m |
| PH 267+451 | Arco 0,6 x 0,8 m |
| PH 267+651 | Arco 0,65 x 0,8 m |
| PH 269+072 | Arco 1,5 x 1,45 m |
| PH 269+348 | Arco 1,0 x 0,75 m |
| PH 274+857 | Arco 0,4 x 0,6 m |
| PH 275+238 | Arco 1,3 x 2,3 m |
| PH 275+459 | Arco 1,0 x 1,25 m |

Tabela 3.2 – PH a construir

| PH | Dimensões (largura x altura) |
|------------------------------------------|---------------------------------|
| Nova PH 265+727,675 | 1 Ø1500 mm |
| Nova PH 265+900,911 | 1 Ø1500 mm |
| Nova PH 266+312,564 | 1 [j]2,0x2,0 m |
| Nova PH 266+993,623 | 1 [j]2,0x1,0 m |
| Nova PH 267+210,118 | 1 Ø1000 mm |
| Nova PH 267+451,689 | 1 Ø1200 mm |
| Nova PH 267+653,572 | 1 Ø1000 mm |
| Nova PH 269+077,717 | 1 Ø1500 mm |
| Nova PH 269+356,930 | 1 Ø1000 mm |
| Nova PH 274+871,668 / 0+272,617 PN-04 | 1 Ø1000 mm |
| Nova PH 275+252,239 | 1 [j]2,5x2,5 m |
| Nova PH 275+473,147 | 1 Ø1200 mm |

Em resultado da análise realizada às PH existentes, foi prevista a demolição e substituição de algumas PH por novas PH conforme se apresenta na Tabela 3.2.

As novas PH serão na maioria dos casos compostas por tubos em betão armado, tendo o projetista optado excecionalmente, apenas em 3 situações, por quadros também eles em betão armado.

Nas PH ao Pk 265+732 e ao Pk 265+897, o projetista previu a construção de um tubo de 1500mm de diâmetro, sendo que esta seção prevista não resulta de necessidades hidráulicas, mas prende-se com a necessidade de assegurar as condições necessárias para as operações de manutenção e limpeza.

Na reposição da PH ao Pk 264+963 e da PH ao Pk 265+116 que cruzam a estação de Elvas, foi projetado um coletor para receber o caudal de ambas as obras, que se desenvolve paralelamente à via em direção a Este, sendo o atravessamento à via realizado sensivelmente ao Pk 265+480. Na saída deste atravessamento foi prevista uma vala trapezoidal revestida em betão, com 1.50 m de rasto, profundidade de 1,00 m e taludes laterais 1H:1V, permitindo o escoamento até à vala existente na saída da nova PH ao Pk 265+727.675.

Drenagem Longitudinal

Com a melhoria da plataforma bem como a alteração da rasante prevista para o troço, foi considerada a substituição das valetas de plataforma existente nos troços em escavação.

Nos troços em que o projeto prevê novos taludes de aterro e de escavação, foi igualmente prevista a execução de valas de pé de talude e valetas de crista.

A alteração da rasante prevista para a zona da passagem superior da A6 (Pk 266+140) gerou um ponto baixo em zona de escavação, pelo que foi necessário considerar a execução de uma obra transversal de drenagem longitudinal. A descarga deste órgão será efetuada após um troço de encaminhamento paralelo à autoestrada, até se atingir a cota de descarga para o terreno natural.

Na Estação de Elvas serão executados drenos na entrevia de cada uma das linhas, ligados por um coletor longitudinal, descarregando por sua vez para as descidas de taludes previstas nos aterros.

A drenagem longitudinal considera a colocação dos seguintes órgãos:

Estação de Elvas

- Valetas de plataforma: Tipo REFER, de secção trapezoidal pré-fabricada em betão com tampa Sumidouro, de 0,23 m de largura na base, 0,29 m de profundidade e taludes laterais 1H:3,41V;
- Valas de pé de talude: Secção trapezoidal revestida com betão de 0,50 m de rasto, 0,30 m de profundidade e espaldas 1H:1V;

- Valetas na zona da plataforma logística: Valeta de pé de talude de escavação de secção triangular de 0,20 de largura, 0,05 m de profundidade e lados 2H:1V. Será revestida com 0,05 m de betão;
- Drenos Ø200 mm de PVC perfurado: Para implantação longitudinal na entrevia de cada das linhas de estacionamento da estação. Estarão 0,30 m abaixo da camada de sub-balastro, numa trincheira com 0,60 m de largura preenchida com material drenante envolto em geotêxtil. O dreno deverá estar assente em 0,10 m de betão de regularização. A cada 50 m serão previstas caixas de visita;
- Drenos Ø200 mm de PVC protegidos com betão: para colocação nas zonas de atravessamento dos AMV, sendo o envolvimento em betão de (0,60 x 0,60 m);
- Coletores Ø400, Ø600 e Ø800 mm de betão: Com a função de recolha do caudal coletado pelos drenos, a implantar longitudinalmente a longo das vias, sob a plataforma logística, pelo menos a 0,30 m abaixo do betão de assentamento dos drenos. A cada 50 m foram previstas caixas de visita;
- Bocas em talude de aterro: Para conexão dos coletores com as descidas de talude em aterro;
- Descidas de talude em aterro: Com a função de evacuar as águas dos drenos longitudinais projetados. As descidas de talude terão uma secção semicircular em betão com um diâmetro de 0,40 m;
- Dissipadores de energia: A construir no final das descidas de talude e nos pontos de descarga das valetas no terreno.

Plena Via

- Valetas de plataforma: Tipo REFER, de secção trapezoidal pré-fabricada em betão com tampa sumidouro, de 0,23 m de largura na base, 0,29 m de profundidade e taludes laterais 1H:3,41V;
- Valas de crista: Com secção trapezoidal revestida com betão de 0,50 m de rasto, 0,30 m de profundidade e espaldas 1H:1V;
- Valas de pé de talude: Secção trapezoidal revestida com betão de 0,50 m de largura na base, 0,30 m de profundidade e taludes laterais 1H:1V;
- Descidas de talude em escavação: Previstas nos pontos baixos das zonas em escavação onde foi necessário fazer a ligação entre as valas de crista e as valetas de plataforma. Apresentam uma secção semi-circular em betão com um diâmetro de 0,40 m, tendo sido previstas caixas de receção/ligação no início e no final de cada uma das descidas;

- Obra transversal de drenagem longitudinal: Para execução no ponto baixo ao Pk 266+168. Composta por um tubo em betão de diâmetro 800 mm e por caixa de visita sobre as valetas de plataforma e distanciadas no máximo de 50 m até à descarga no terreno;
- Coletor Ø400 mm de betão: Para conexão com a obra transversal de drenagem longitudinal ao Pk 266+168 e entre os Pk 271+020 e 271+160, onde a rasante se desenvolve em patamar;
- Dissipadores de energia: A executar nos pontos de descarga das valetas e valas no terreno.

3.4.4 Obras de Arte

O projeto considerada a intervenção em duas pontes existentes (sobre a ribeira do Caiola e sobre o Rio Caia), que no essencial se traduzirá na substituição dos tabuleiros atuais (metálicos) por novos tabuleiros (em betão). Em termos planimétricos, a diretriz atual será mantida, sendo de considerar pequenas ajustamentos ao nível das rasantes em cada um dos locais.

Relativamente à localização e extensão de cada uma das obras de arte em questão, refere-se o seguinte:

- Ponte sobre o rio Caiola (Pk 270+900 / Pk 270+935), com 35 metros de extensão, num único tramo (Figura 3.15);
- Ponte sobre o rio Caia (Pk 272+040 / Pk 272+125), com uma extensão total de 85 metros, em 3 tramos (Figura 3.16).



Figura 3.15 – Ponte sobre a ribeira do Caiola
(Vista Nascente / Poente)



Figura 3.16 – Ponte sobre o Rio Caia
(Vista Nascente / Poente)

A programação da intervenção para estas duas obras de arte, considerou um período de interdição de cinco dias, os quais terão de obrigatoriamente incluir um fim-de-semana, por forma a minimizar os impactos na circulação ferroviária¹².

¹² A linha entre Elvas e Badajoz mantém a exploração durante a fase obra, constituindo apenas exceção os
INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA
NUNO BASTOS LEITÃO

A execução desta atividade, que assume alguma complexidade, considera de forma sintetizada a realização das seguintes tarefas:

1. Início de interdição de via alargada (5 dias);
2. Desmonte da ponte existente, incluindo carril e travessas, com auxílio de guas móveis;
3. Montagem das pré-lajes assentes sobre as vigas, com auxílio de guas móveis;
4. Colocação das armaduras ativas e passivas (pré-executadas), com auxílio de guas móveis;
5. Betonagem complementar das lajes;
6. Betonagem dos muros guarda balastro e passeio;
7. Aplicação de pós-tensão nas vigas e lajes após cura mínima da betonagem complementar;
8. Impermeabilização e acabamentos (parcial);
9. Colocação de balastro e superestrutura de via;
10. Fim de interdição.

3.4.5 Instalações Fixas de Tração Elétrica

A linha atual não se encontra eletrificada, sendo explorada com recurso a tração diesel, situação que se manterá no final da presente empreitada.

No entanto, está prevista a construção das infraestruturas de suporte à futura eletrificação, mais concretamente a execução dos maciços de catenária¹³, sendo a colocação dos postes, consolas e a catenária propriamente dita instaladas no decurso da futura empreitada de construção da nova linha entre Évora Norte e o Caia.

3.4.6 Infraestruturas de suporte à sinalização e telecomunicações (caminhos de cabos)

Na presente empreitada serão executadas as infraestruturas de suporte à sinalização e telecomunicações, usualmente designadas por caminhos de cabos, sendo a realização desta tarefa da responsabilidade da empresa Teixeira Duarte.

períodos de interdição que foram previamente definidos, sendo este o de maior duração.

¹³ Atividade que se enquadra nos trabalhos de construção civil, a cargo da empresa Teixeira Duarte

4 A EMPREITADA

A empreitada de Modernização da Linha do Leste, tem como objetivo materializar o projeto disponibilizado pelo Dono de Obra que visa no essencial, a melhoria das condições operacionais e de segurança, bem como minimizar os posteriores encargos decorrentes das necessárias ações de manutenção, garantindo igualmente o acesso mais curto e rápido de comboios, com origem/destino em Sines ou em Espanha.

4.1 Principais pressupostos e condicionantes

Estando este eixo ferroviário em exploração, tanto para o transporte de passageiros como para o transporte de mercadorias, têm obviamente que ser minimizados os impactos negativos decorrentes da realização da intervenção prevista. Na estação de Elvas a maior preocupação corresponde à linha IV, que dá acesso à plataforma logística, onde funciona um interface rodoferroviário e na plena via a substituição dos atuais tabuleiros metálicos nas pontes do Coiola e do Caia.

Nesta intervenção os principais condicionalismos encontrados durante a construção enquadram-se nas seguintes vertentes:

- Constrangimentos ferroviários (exploração)
 - Períodos de interdição de circulação ferroviária;
 - Afrouxamentos¹⁴ pontuais;
- Condicionalismos técnicos e operacionais
 - Acessos à frente de trabalhos;
 - Local de armazenagem de materiais (travessas, tramos provisórios, material levantado);
 - Local de armazenagem de balastro novo;
 - Local para estacionamento de equipamentos pesados de via (atacadeiras, regularizadora de balastro, esmeriladora, “dresines” de apoio, vagões de transporte, etc.);
- Serviços existentes e adjacentes à via (infraestruturas, nomeadamente redes de transporte e distribuição de energia, água e comunicações);

¹⁴ Limitação de velocidade de circulação ferroviária

- Estruturas existentes, como sejam atravessamentos desnivelados, edificações contíguas à via e sistemas de rega;
- Constrangimentos meteorológicos que em condições adversas, nomeadamente em resultado de elevada pluviosidade poderão impedir a realização de trabalhos previamente agendados ou reduzir drasticamente os rendimentos de execução;
- Disponibilização de terrenos decorrentes de eventuais expropriações ou ocupações temporárias;
- Impactos de natureza ambiental que devem obviamente ser minimizados;
- Segurança na realização dos trabalhos, minimizando potenciais riscos.

4.2 Enquadramento da empresa SOMAFEL

A SOMAFEL integra a presente empreitada na condição de subempreiteiro da empresa Teixeira Duarte, empresa a quem foi adjudicada a intervenção de modernização deste troço da Linha do Leste.

Em termos de distribuição de tarefas, a empresa Teixeira Duarte tem a seu cargo a responsabilidade por todos os trabalhos de construção civil, enquanto que a SOMAFEL assegura todos os trabalhos da especialidade inerente à ferrovia, mais concretamente todos os trabalhos no âmbito da superestrutura de via.

4.3 Organização e planeamento dos trabalhos

O plano de trabalhos foi realizado tendo por base os condicionalismos de execução definidos no Caderno de Encargos elaborado pela IP, concretamente no que se refere a prazos de execução e condições de exploração, bem como os recursos materiais (equipamentos) e humanos (equipas) a alocar pelas entidades executantes.

Trata-se de um documento dinâmico uma vez que requer uma continuada monitorização e consequentes ajustamentos para responder a alterações decorrentes dos diversos imponderáveis que ocorram durante a realização dos trabalhos.

4.4 Estaleiros

Como em qualquer empreitada, também nesta foram definidos locais para a implantação do estaleiro de natureza Social (Figura 4.1), bem como o estaleiro de Produção (Figura 4.2).

O estaleiro Social, local onde se encontram os escritórios da fiscalização e da entidade executante, está localizado junto ao edifício da estação de Elvas, enquanto que o estaleiro geral de Produção, se localiza num terreno um pouco mais a Norte.

O estaleiro de Produção é o local onde se faz a armazenagem de todo o material e equipamentos de construção civil, bem como onde se realiza o desenvolvimento das tarefas de preparação de obras de construção civil.



Figura 4.1 – Estaleiro Social



Figura 4.2 – Estaleiro de Produção

4.5 Acessos

Todas as vias ferroviárias estão inseridas num corredor ferroviário, propriedade da IP, que se insere na área de Domínio Público Ferroviário (DPF).

Para possibilitar a deslocação de equipamentos e materiais às frentes de trabalho, houve necessidade de criar acessos. Desta forma, foi realizado um estudo de todo o DPF sobre o qual se procedeu à análise da implantação das necessidades de acesso procurando, evitar, sempre que possível, a utilização de terrenos privados, o que conduziria a expropriações temporárias.

Com base nesta metodologia, foi possível criar acessos paralelos ao longo de toda a extensão da via a intervencionar, maioritariamente em terrenos pertencentes ao DPF. Nos locais onde não foi possível evitar a utilização de terrenos privados, depois de acordado com os proprietários dos terrenos foram feitas expropriações temporárias, com a contrapartida de deixar os terrenos com as características iniciais.

4.6 Armazenamento de materiais de ferroviários

Com exceção do balastro, todo o material relativo ao armamento de via¹⁵ é fornecido integralmente pelo dono de obra (IP).

¹⁵ AMV, carris, travessas, fixações e elementos de ligação (barretas, parafusos, porcas e anilhas)

Devido ao elevado volume de material necessário para a materialização do projeto, houve uma preocupação acrescida com a definição dos locais ideais. Incluindo acessos, para a sua armazenagem, pelo que a sua localização teria que preferencialmente estar dentro do DPF e ao alcance de material carrilado, nomeadamente giratórias rodoferroviárias.

Todo o material de armamento de via provisória, como as TBB e o carril 54 foram por transportados e armazenados de acordo com as condições pretendidas. Uma vez montados os mesmos foram sendo distribuídos ao longo da via, de forma a não perturbar a circulação ferroviária mas também de forma a permitir o acessos das equipa de tratamento de plataforma aos locais a intervir (Figura 4.3).



Figura 4.3 – Stock de TBB e tramos via provisória

A escolha do *stock* de balastro, foi uma tarefa que requereu cuidados especiais, não só ao nível do produto em si, mas igualmente no que se refere à sua origem / ponto de fornecimento. A carga do comboio de balastro é uma operação que demora cerca de 1 hora e tem de ser realizada em período de interdição caso a linha onde é feita carga se encontre em exploração. Esta carga é realizada com uma pá carregadora, pelo que quanto mais longe se encontrar o stock da zona de carga pior é o rendimento neste processo.

Outra condicionante é o terreno, com uma área ajustada às necessidades, ser o mais nivelado possível e totalmente limpo de qualquer arborização para permitir a descarga dos camiões de balastro bem como a criação de uma “serra de balastro” (Figura 4.4).

Função das exigências e das condicionantes, bem como das disponibilidades, entendeu-se que melhor local seria um terreno junto à estação, do lado norte, cujas características se enquadravam dentro do desejável, permitindo nomeadamente que o comboio seja sempre carregado inicialmente pela linha provisória 1 e posteriormente na linha IV, cujas diretrizes coincidem (Figura 4.5).



Figura 4.4 – Localização do *stock* de balastro



Figura 4.5 – *Stock* de balastro

As travessas TBMP foram também transportadas por via rodoviária e sempre que possível distribuídas ao longo da via, também nos locais onde iriam ser aplicadas (Figura 4.6). Já o carril 60E1, visto ser fornecido em barras com 144 metros de comprimento, só poderia ser transportado por via ferroviária, através de um comboio de pórticos e descarregado em obra junto à via (Figura 4.7).



Figura 4.6 – Distribuição de TBMP



Figura 4.7 – Descarga de comboio de carril 60 E1

4.7 Pedidos de interdição

No âmbito da segurança ferroviária, os trabalhos que possam interferir com a circulação dos comboios, têm de ser executados durante períodos em que a via se encontra interdita a exploração, chamados períodos de interdição.

Para o pedido destes períodos de interdição é necessário preenchimento de um documento, cujo modelo fornecido pelo Dono de Obra se apresenta na Figura 4.8.

Pedido de Interdição / Corte de Tensão / Redução de Velocidade


| | | | | | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-----------------------------|--------------------------------------|------------|
| Linha de | Leste | Semana / Ano | 19/2018 | Pedido Nº | 6 | | |
| Descrição do Pedido: Execução das novas PH's aos PK 266+168 e 266+312 | | | | | | | |
| <input type="checkbox"/> Folha anexa | | | | | | | |
| Via | Única | e Linha | do Leste | | | | |
| Pk dos trabalhos (km) | Início | 266,168 | 266,312 | Extensão (m) | 144 | | |
| Tipo de Período | <input type="checkbox"/> Azul | <input checked="" type="checkbox"/> Normal | <input type="checkbox"/> Grande | <input type="checkbox"/> Fora de prazo (incluir justificação) | | | |
| Tipo de Programação | <input checked="" type="checkbox"/> Interdição | <input type="checkbox"/> Corte tens. | <input type="checkbox"/> Susp. CA | <input type="checkbox"/> Outro | | | |
| | <input type="checkbox"/> Redução Velocidade | Vel Normal | <input type="checkbox"/> Vel Reduzida | Atraso | | | |
| Estação inicial | Elvas (exclusive) | | Estação final | Fronteira | | | |
| Pk das diagonais limites (km) | Início | | Fim | Extensão (m) | 0 | | |
| Dias | <input type="checkbox"/> 2ª | <input type="checkbox"/> 3ª | <input type="checkbox"/> 4ª | <input type="checkbox"/> 5ª | <input type="checkbox"/> 6ª | | |
| Elemento PEP | | | <input checked="" type="checkbox"/> Sáb. | <input checked="" type="checkbox"/> Dom | | | |
| Data | Hora Início | Hora Fim | <i>Dur</i> | Data | Hora Início | Hora Fim | <i>Dur</i> |
| 11-mai | 16:30 | 0:00 | 07:30 | | | | 00:00 |
| 12-mai | 0:00 | 0:30 | 00:30 | | | | 00:00 |
| 12-mai | 17:00 | 0:00 | 07:00 | | | | 00:00 |
| 13-mai | 0:00 | 12:00 | 12:00 | | | | 00:00 |
| | | | 00:00 | | | | 00:00 |
| | | | 00:00 | | | | 00:00 |
| | | | 00:00 | | | | 00:00 |
| Interdição | | | | | | | |
| | | <input checked="" type="checkbox"/> Via Ascendente | <input checked="" type="checkbox"/> Via Descendente | | | | |
| | | <input type="checkbox"/> Linha | da estação de | | | | |
| Estação inicial - sinal limite dos trabalhos | | | Elvas (S2) 265,677 | | | | |
| Estação final - sinal limite dos trabalhos | | | Fronteira 275,611 | | | | |
| Corte de Tensão | | | | | | | |
| | | <input type="checkbox"/> Via Ascendente | <input type="checkbox"/> Via Descendente | | | | |
| | | <input type="checkbox"/> Linha | da estação de | | | | |
| Estação inicial - poste limite dos trabalhos | | | | | | | |
| Estação final - poste limite dos trabalhos | | | | | | | |
| Secções elementares na zona de trabalho a desligar | | | | | | | |
| Meios ferroviários a utilizar: | | | Serão utilizados equipamentos carrilados (VAIACAR), giratória(s), rectro e camiões de transporte. | | | | |
| que entram e saem na estação de | | | Elvas | | | | |
| Chefe dos trabalhos (indicar turnos para períodos superiores a 8 horas) | | | | Cargo | Entidade Executante | | |
| Pedro Teixeira (tlm: 933676941) 11/05-16:30 a 12/05-00:30 | | | | Encarregado | Teixeira Duarte (TD) | | |
| Luis Silva (tlm: 918509518) 12/05-17:00 a 13/05-02:00 | | | | Encarregado | Teixeira Duarte (TD) | | |
| Manuel Machado (tlm: 966217270) 13/05-02:00 a 13/05-12:00 | | | | Encarregado | TD | <input type="checkbox"/> Folha anexa | |
| Observações | | | | | | | |
| Trabalhos decorrem na zona de risco A. | | | | | | | |
| Nota: Pedidos de apoio pela IP, SA (Guarnecimento PNs, Convel, etc.) devem ser feitos por comunicação própria | | | | | | | |
| Ent.Executante |  | Data | 26/03/2018 | Fiscalização | | Data | |

Figura 4.8 – Exemplo de um pedido de interdição

Neste documento têm de estrar expresso os seguintes pontos:

- Identificação da linha onde se vai intervir;
- uma breve descrição dos trabalhos a realizar;
- Os Pk onde decorrerão os trabalhos, que no caso de via dupla identificar qual a linha a intervencionar;
- Os equipamentos afetos à intervenção, bem como o seu local de entrada em via interdita;
- Os chefes dos trabalhos responsáveis.

4.8 Controlo de Produção

É importante ter um registo diário de todas as atividades desenvolvidas na empreitada e para esse efeito existe um documento denominado Parte Diária (Figura 4.9). Este documento deve ser preenchido pelo responsável de cada uma das frentes de trabalho e depois entregue à direção de obra. Este documento é uma das ferramentas mais uteis para as direções pois contêm informações como:

- Os trabalhos realizados;
- As quantidades realizadas;
- A contabilização do horário de trabalho;
- Os materiais aplicados;
- Os resíduos produzidos;
- A quantidade de mão-de-obra e equipamentos afetos aos trabalhos;
- Observações relevantes sobre a atividade desenvolvida;

Esta informação é bastante útil para o controlo de produção, permitindo com base neste documentos elaborar autos de medição, mapas de produção, mapas de resíduos, quantidades de materiais consumidos, entre outras inúmeras possibilidades.

No entanto, o facto de se ter este tipo de informação não dispensa uma visita diária às frentes de trabalho por parte do responsável técnico. Diariamente devem ser verificado se todos os trabalhos se encontram em conformidade com o definido em projeto.

4.9 Qualidade, Ambiente e Segurança

No âmbito do plano de qualidade existem obrigações de conformidade às quais as entidades envolvidas estão sujeitas. De seguida anumeram-se alguns documentos mais relevantes que constam no plano de qualidade para esta empreitada:

1. Plano de Trabalhos;
2. Procedimentos Operacionais (PO);
3. Planos de inspeção e ensaio (PIE);
4. Boletins de pedidos de esclarecimento (BPE);
5. Boletins de aprovação de materiais (BAM);
6. Boletins de aprovação de subempreiteiros (BAS);
7. Boletins de aprovação de equipamentos;
8. Partes diárias.

Estes documentos são elaborados pela entidade executante e aprovados pela entidade fiscalizadora.

No âmbito ambiental a entidade executante está também sujeita a obrigações legais, nomeadamente ao tratamento de todos os resíduos produzidos. Estes resíduos são identificados através de um código próprio e armazenados em obra, nas devidas condições, antes de serem transportados para uma empresa de tratamentos dos resíduos, devidamente licenciada para o efeito.

Por outro lado existem resíduos que são considerados como material valorizável. Este material, por exemplo carril existente, é transportado até às instalações do Dono de Obra que por sua vez lhes dará o destino que entenda mais adequado.

No caso particular dos trabalhos ferroviários são considerados como resíduos os seguintes materiais:

- Carril;
- Travessas de madeira;
- Palmilhas de borracha;
- *Tirefonds*;
- Balastro contaminado;
- Óleos e combustíveis de equipamentos;
- Todas as matérias de desgaste dos equipamentos;

O plano de segurança representa um dos aspetos mais importantes no âmbito de uma empreitada, pelo que é essencial o cumprimento criterioso de todos os requisitos específicos de cada atividade.

Para uma atribuição correta dos equipamentos de proteção individual (EPI) e coletiva a atribuir a cada atividade é criado um Procedimento Especifico de Segurança (PES). Neste documento consta uma matriz identificando todos os riscos associados a uma atividade especifica, por fim a minimizar / eliminar possíveis perigos.

Os EPI mais transversais a qualquer atividade são:

- O uso de capacete;
- Colete de visibilidade com bandas refletoras;
- Calçado com biqueira de aço e palmilha anti perfurante.

5 FASEAMENTO CONSTRUTIVO

O faseamento construtivo e o planeamento de trabalhos constitui uma peça fundamental para qualquer intervenção de natureza ferroviária, situação que assume ainda uma maior importância na presente empreitada, em resultado das diversas variáveis envolvidas, sendo a mais condicionante a que decorre da necessidade de manter a linha em exploração, o que originou o caso de estudo a considerar no presente TFM.

Regra geral o projeto contempla a apresentação de um faseamento construtivo para a materialização das soluções projetadas, tendo por base as condições de exploração previamente definidas. Trata-se de um documento que se pode enquadrar no denominado macro faseamento e que tem como finalidade demonstrar a viabilidade de execução das soluções projetadas.

Posteriormente em fase de obra, o referido macro faseamento é objeto de análise, sendo o mesmo sujeito a ações de detalhe e eventuais ajustamentos em resultado não só de condicionamentos que entretanto possam ter surgido, mas fundamentalmente em função dos recursos materiais e humanos que a entidade executante defina para a execução das diversas tarefas.

Sendo o planeamento um documento global, embora com detalhe ao nível das diferentes especialidades com intervenção na empreitada, o mesmo requer a colaboração das diversas entidades envolvidas, por forma a assegurar a fundamental compatibilização e sequencia entre as diversas tarefas / especialidades envolvidas. A título de exemplo e tentando fazer uma demonstração pelo absurdo não faria qualquer sentido substituir o armamento de via atualmente instalado nas pontes do Caiola e do Caia (travessas de madeira colocadas sobre as longarinas) e posteriormente proceder à substituição dos atuais tabuleiros metálicos por novos tabuleiros em betão.

Sendo uma peça fundamental, que intervém no domínio do faseamento construtivo, considerou-se igualmente de interesse a apresentação do denominado plano de assentamento, peça em que são definidos, quantificados e localizados os principais materiais de via, nomeadamente AMV, travessas e barras de carril¹⁶.

Após a apresentação do referido plano de assentamento¹⁷ é apresentado nos pontos 5.2 e 5.3, o faseamento construtivo quer para a estação, quer para a plena via, considerando a solução preconizada pelo projetista e em paralelo a solução otimizada pela entidade

¹⁶ Regra geral esta peça é elaborada para as estações, sendo dispensada para a plena via, uma vez que nesta a modelação é repetitiva

¹⁷ A cada linha corresponde um plano de assentamento

executante em resultado dos diversos condicionalismos encontrados em obra e da afetação de recursos prevista.

5.1 Plano de Assentamento

O plano de assentamento, que também pode ser apresentado sob a forma de diagrama de armamento de via, é elaborado para cada uma das linhas e permite em termos gerais obter a seguinte informação:

- Localização e características dos AMV a instalar, incluindo as denominadas travessas comuns¹⁸;
- Quantificação e tipificação das travessas a instalar;
- Quantificação e distribuição das barras de carril, em função do seu perfil e comprimento;
- Quantificação e localização das soldaduras para transformação das barras recebidas em barra longa soldada (BLS).

No anexo B, a título de exemplo, são apresentados dois planos de assentamento que foram elaborados para as linhas I (linha geral) e II na estação de Elvas.

Complementarmente ao extrato apresentado na Figura 5.1 e dado que se trata igualmente de uma peça fundamental, também no mesmo anexo se apresenta um plano de assentamento completo de um AMV, peça fornecida pelo fabricante deste equipamento e que dado o seu detalhe, nomeadamente em termos da numeração de cada uma das travessas, permite a sua montagem no local¹⁹.

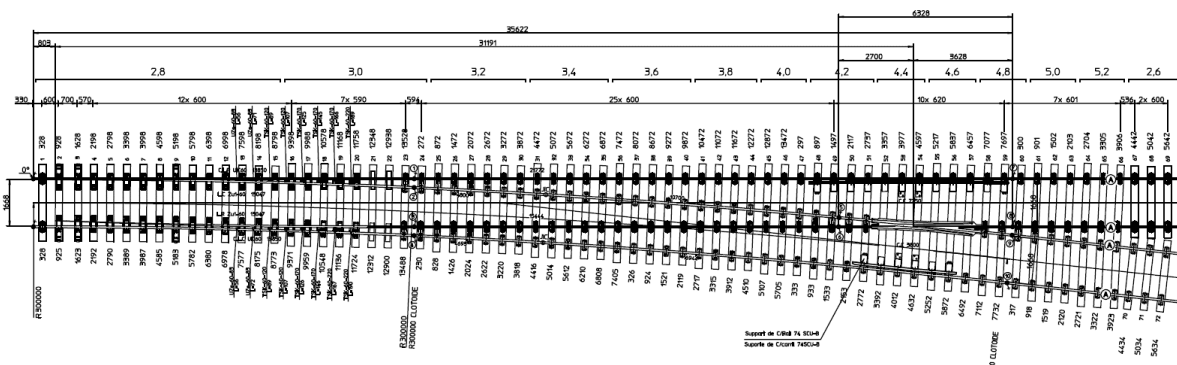


Figura 5.1 – Extrato de plano de assentamento do AMV 10

¹⁸ Travessas que suportam os dois ramos do AMV (direto e desviado), enquanto por falta de espaço não for possível a instalação de travessas independentes. Estas travessas são fornecidas pela entidade construtora do AMV

¹⁹ Dado o comprimento dos AMV, estes equipamentos são transportados entre a fábrica e o local de aplicação, com todos os seus elementos desmontados (travessas, fixações, carris, lanças,.....)

Os planos de assentamento, embora sejam elementos condicionantes, por exemplo em termos das extensões das barras de carril, que são disponibilizadas pela IP à entidade executante, constituem igualmente um elemento balizador.

Relativamente à estação, foi sugerida ao dono de obra e por este aceite, que o primeiro par de barras fosse colocado a partir do AMV TMP3, sendo feita a partir daí uma modelação contínua de 144 metros, fazendo ao corte e acertos nos AMV da estação de Elvas.

Na Plena Via o assentamento é feito a partir do AMV TMP3, fazendo-se a sua modelação continua de 144 metros, pelo que o comprimento do último par de barras será de 56.40m.

As barras de carril, com uma extensão máxima de 144 metros, são transportadas por modo ferroviário entre a estação do Entroncamento e a zona de realização de tarefas, sendo para tal utilizado um comboio especial onde estão instalados pórticos que permitem a distribuição das referidas barras ao longo da via a renovar.

As barras elementares são colocadas na via, ligadas entre si por elementos provisórios de fixação²⁰ e posteriormente transformadas em BLS através de soldaduras aluminotérmicas.

5.2 Estação de Elvas

Para a realização dos trabalhos previstos para a estação de Elvas foram consideradas 5 fases, sendo para cada uma delas igualmente necessário a realização de atividades preparatórias, concretamente:

- Limpeza e eventual desmatação;
- Identificação de caminhos de cabos de sinalização e telecomunicações, bem como o seu eventual desvio e baldeamento;
- Proteção ou desvio de outras infraestruturas existentes, como sejam redes de água e saneamento e ainda de energia;
- Criação de eventuais acessibilidades provisórias (pedonais e/ou rodoviárias);
- Aprovisionamento de materiais;
- Parqueamento dos equipamentos a utilizar.

No final dos trabalhos é igualmente necessário assegurar a limpeza, levantamento e transporte de materiais sobrantes para as instalações do Dono de Obra ou a sua remoção a

²⁰ Denominados por "C"

depósito devidamente licenciado, caso os mesmos não sejam aproveitáveis e apenas após autorização pelo dono de obra.

Por forma a permitir uma melhor compreensão da sequência e interdependência da realização dos trabalhos, regra geral são igualmente produzidas peças gráficas, conforme se apresentam no Anexo C, traduzidas em plantas, onde mediante simbologia própria (Figura 5.2) é possível observar a evolução entre a situação inicial (antes do início dos trabalhos) e a situação final (após a intervenção).

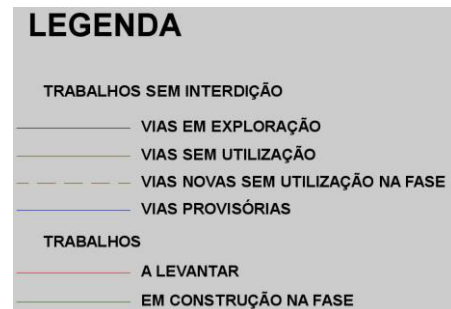


Figura 5.2 – Legenda do Diagrama de Faseamento

O Anexo C, encontra-se subdividido em:

- C1 – Apresentação das peças de faseamento preconizadas em projeto;
- C2 – Apresentação das peças de faseamento elaboradas na fase de preparação de obra.

Em seguida procede-se a uma descrição detalhada do faseamento, contemplando alterações à base patenteada a concurso, referindo-se que para algumas fases foi igualmente considerado o seu desdobramento de algumas fases em subfases.

Para cada uma das 5 fases consideradas para a intervenção na estação de Elvas, procedeu-se ao desdobramento em subfases, permitindo assim distinguir as tipologias de trabalhos, bem como identificar de forma mais exata os tempos disponibilizados para a realização dos trabalhos, conforme se exemplifica em seguida:

- Fase 1 – São apresentados todos os trabalhos que poderão ser realizados nesta fase sem qualquer restrição à sua execução. Trata-se de um período longo que poderá ser materializado sem afetar a operação das linhas que se mantêm em funcionamento e em exploração;
- Fase 1A – Trabalhos que deverão se executados em períodos de interdição, sejam eles de 9 ou 20 horas, e que em alguns casos poderão ser implementados em períodos distintos. Referem-se normalmente a trabalhos de pequena envergadura, mas que afetaram a circulação e a exploração vigente, pelo que deverão ser limitados no tempo de execução;
- Fase 1B – Indica quais são as vias que se pretende que estejam em exploração no final da fase e aquelas que não poderão ser consideradas, de forma a viabilizar a execução da fase seguinte.

Em todas as figuras do diagrama de faseamento construtivo encontra-se representada a PN1, para melhor compreensão da localização das novas linhas seguindo código de cores apresentado na Figura 5.2.

5.2.1 Fase 1

A totalidade dos trabalhos a realizar na primeira fase não afetaram o funcionamento da estação de Elvas na sua configuração inicial, sendo nesta fase, de acordo com o previsto pelo projetista que, foram executados e de forma sequencial os seguintes trabalhos:

- Execução dos trabalhos de terraplenagem necessários ao assentamento da Linha Provisória 1, coincidindo o eixo com a futura Linha IV, bem como do muro de suporte M2 e contenção provisória para que o talude da primeira fase não invadisse a linha geral existente (Figura 5.3);
- Construção da drenagem prevista a Norte, nomeadamente o coletor e a nova passagem hidráulica;
- Execução de todos os caminhos de cabos afetos à sinalização, iluminação, e retorno de corrente de tração + terras de proteção;
- Execução de maciços de apoio às futuras instalações de fixas de tração elétrica (IFTE), e ainda a iluminação na zona da estação;
- Assentamento da Linha Provisória 1.



Figura 5.3 – Execução de nova Plataforma e Muro M2 [39]

No que se refere ao assentamento da Linha Provisória 1 (Figura 5.4), o projetista definia o assentamento dos AMV TMP1 e TMP2, bem como toda a linha possível de construir sem perturbar a circulação ferroviária. O assentamento do AMV TMP3, as ligações às Linhas II, III e IV assim como os levantamentos de via necessários, seriam realizados na Fase 1A.

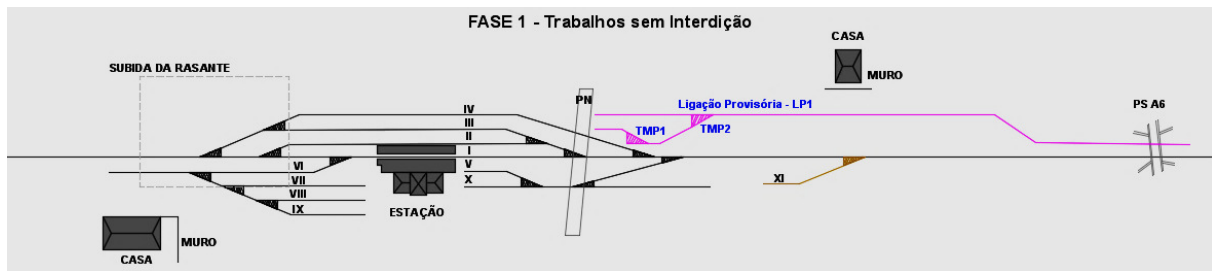


Figura 5.4 – Diagrama unifilar – Fase 1 de projeto de execução [32]

Por razões de necessidade de otimização de tempo de execução, bem como a redução da quantidade de trabalho a realizar durante a interdição da Subfase 1A, foi feita uma adaptação na ordem de execução dos trabalhos ferroviários, criando-se a Fase 1A-1 (Figura 5.5).

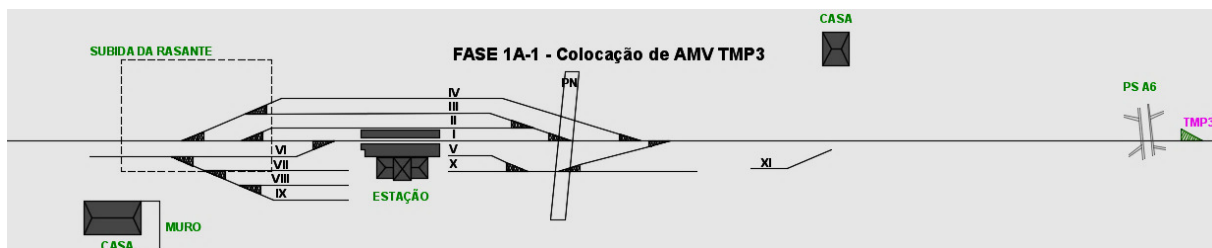


Figura 5.5 – Fase 1A-1 – Colocação da AMV TMP3

Esta fase marca o início dos trabalhos ferroviários nesta empreitada, tendo a mesma sido executada numa interdição de 20 horas, na qual se procedeu ao levantamento de um troço de via existente com a mesma extensão de 35,6 metros e posterior colocação do AMV (Tg 0.11).

A execução desta atividade teve a particularidade deste AMV ser constituído por travessas de betão, o que ao contrário de AMV de madeira, uma vez montado, não permite o seu deslocamento longitudinal com recurso a giratórias rodoferroviárias.

Como forma de ultrapassar esta situação, o referido AMV foi pré-montado em local adjacente à sua implantação definitiva e posteriormente ripado para as coordenadas de projeto, com o recurso a pórticos de AMV (Figura 5.6 e Figura 5.7).



Figura 5.6 – Pórticos de AMV



Figura 5.7 – Movimentação de AMV TMP3

Após esta etapa iniciou-se então a materialização da Linha provisória 1 (LP1).

Para que fosse possível a execução da Fase 1A-2, era necessário que o restabelecimento da Estrada das Fontainhas se encontrasse finalizado, de forma a permitir o encerramento da PN1.

A Linha Provisória 1 caracteriza-se por:

- Carril 54 E1, com 18 metros, em barra curta, ligados por juntas mecânicas;
- TBB;
- Fixação *Nabla*;
- Ligação à linha geral no Pk 266+205, através do AMV TMP3;
- Desenvolvimento ao longo da nova plataforma no sentido da estação de Elvas;
- Ligação ao AMV TMP2, em que o ramo direto faz a ligação à linha IV existente e o ramo desviado faz a ligação ao AMV TMP1;
- Por sua vez o AMV TMP 1 faz a Ligação à Linha II, pelo ramo direto e à Linha III pelo ramo desviado.

Esta fase coincide também com a chegada dos equipamentos pesados de via, os quais ficaram parquados na LP 1 até à Fase 1B.

Na fase de projeto, a entidade executante tinha a informação de que os AMV TMP1, 2 e 3 seriam fornecidos com Tg 0,13, sendo que na fase de obra, aquando da receção das plantas de assentamento dos AMV constatou-se que a geometria dos referidos AMV tinha sido alterada para Tg 0,11, facto que obrigou à alteração do projeto inicial da LP1. Esta tarefa, a pedido do dono de obra, ficou a cargo do empreiteiro, sendo que para efeitos desta adaptação foi necessário recorrer à IT.VIA.018, que define as tolerâncias dos parâmetros geométricos de via férrea.[40]

Todos os AMV quer provisórios, quer definitivos são de carril 60E1, pelo que foi necessário recorrer à utilização de fechos mistos.

Na Fase 1A-2 (

Figura 5.8) foram executados os seguintes trabalhos:

- Levantamento de parte das vias II, III e IV existentes e de 3 AMV, que fazem a ligação da Linha I às linhas II, III e IV, nomeadamente o AMV4, 6 e 8;
- Remoção de balastro existente;
- Abertura de caixa à cota necessária para colocação da superestrutura de via provisória;
- Ligação das linhas existentes aos AMV TMP1 e 2;

- Descargas de balastro através de vagões balastreiros, regularização de balastro descarregado e ataque pesado das linhas e AMV.

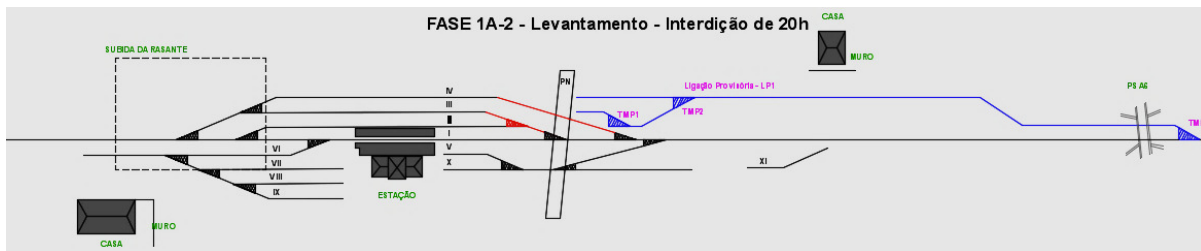


Figura 5.8 – Fase 1A-2 – Ligação da LP1 às Linhas II, III e IV

Na fase de preparação de obra, através de medições realizadas no terreno com auxílio da topografia entendeu-se que não havia necessidade de levantar os AMV 4 e 6, visto que não interferiam com o *Gabarit* horizontal da LP1, podendo estes ser levantados apenas na Fase 1B.

Finalizada a Fase 1A, a exploração da estação passou a ser feita pela zona Norte e a Linha I foi retirada de serviço, ficando em exploração para a fase seguinte as Linhas II, III e IV.

Com a Linha I fora de serviço, foi possível proceder ao seu levantamento e ao das Linhas V, VII, VIII, IX, X e XI (Figura 5.9), deixando, no entanto, uma extensão de aproximadamente 200 metros na Linha I para estacionamento dos equipamentos pesados de via, na zona do cais de passageiros

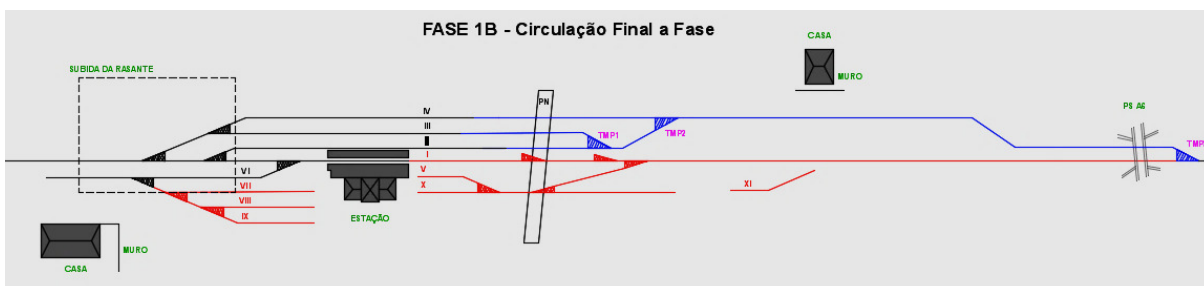


Figura 5.9 – Fase 1B – Levantamento das Linhas I, V, VI, VII, VIII, IX, X e XI

O levantamento foi realizado no sentido Este-Oeste para permitir a entrada das equipas de terraplenagem na zona do AMV TMP3. A escolha deste sentido de trabalho prende-se com o facto de se querer iniciar o assentamento de via a partir daquele local, para permitir o estacionamento dos equipamentos pesados de via e, deste modo, levantar a restante Linha I até ao AMV de ligação da Linha I à II.

Em fase de obra também se deparou com a dificuldade de acesso à zona do muro M1. Trata-se de uma zona que se encontra em escavação, bloqueada a Este e Norte pelas linhas existentes e a Sul e Oeste por edificações e terrenos não expropriados.

Com vista a resolução deste problema e otimizando os trabalhos de tratamento de plataforma previstos para estas linhas, decidiu-se que a melhor solução passaria pelo levantamento,

ainda nesta fase, da restante linha geral até ao AMV5 e o levantamento da linha VI e o AMV 1 (Figura 5.10).

Deste modo o acesso de equipamentos necessários para a execução dos trabalhos seria feito por dentro da estação, entre as plataformas de passageiros. No entanto, para poder prosseguir com esta solução, foi necessário que parte da Fase 2 (ponto 5.2.2), estivesse executada, de modo a poder parquear os equipamentos ferroviários.

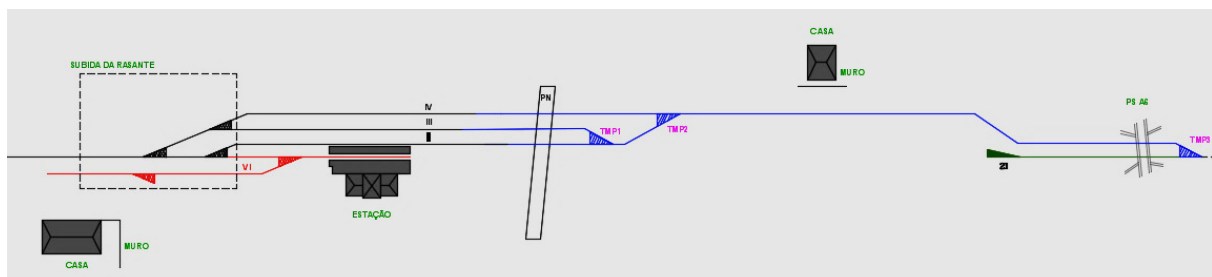


Figura 5.10 – Fase intermédia entre Fase 1 e 2

Por questões de sinalização após o levantamento das linhas existentes é necessário proceder à colocação de sinais de barragem (Figura 5.11), delimitando a zona em trabalhos e informando o impedimento de acesso a um ponto particular da via.



Figura 5.11 – Sinal de Barragem

Estes sinais de barragem foram colocados após o AMV 5 e o AMV TMR3. Por uma questão de reforço de segurança, associado aos sinais de barragem, foi colocada uma travessa de madeira pintada de amarelo e preto para maior visibilidade.

5.2.2 Fase 2

Após os levantamentos das linhas existentes, nesta fase (Figura 5.12) foi considerada a execução do restante aterro da plataforma sul e execução do muro M1, continuando a circulação a fazer-se pela LP1.

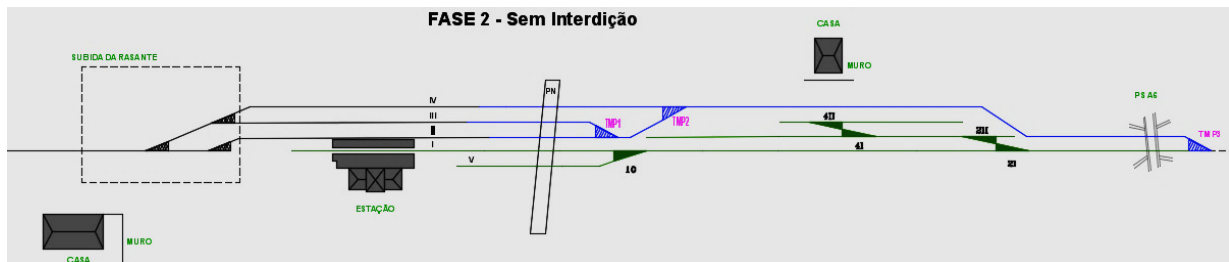


Figura 5.12 – Fase 2 e 3 – Assentamento das Linhas I, II, III e V

Devido à antecipação dos trabalhos realizados na Fase intermédia, entre as Fases 2 e 3, foi possível que de forma continua se passa-se da Fase 2 para a Fase 3 eliminando a Fase 2B.

Os trabalhos ferroviários nesta fase contemplaram:

- Materialização, na sua posição definitiva, das Linhas I, II e III (Figura 5.13);
- Materialização, na sua posição definitiva, da Linha V e AMV 10;
- Implantação da restante diagonal 2 (AMV 2I/2II) e a diagonal 4(AMV 4I/4II) (Figura 5.14), uma vez que as mesmas são necessárias para futuros movimentos das composições.

No âmbito da construção civil esta fase contemplava também:

- Execução de um dreno central entre as Linhas II e III;
- Execução de caminhos de cabos;
- Caixas de visita dos cabos de sinalização;
- Maciços de catenária;
- Caixas de visita de PH.



Figura 5.13 – Trabalhos de Via nas linhas I, II e III



Figura 5.14 – Assentamento dos AMV 4I e 4II

A linha de topo V, passará a ser exclusiva para o estacionamento dos equipamentos ferroviários, até ao final da empreitada. As restantes linhas entraram em exploração após a Fase 3A (ponto 5.2.3).

De realçar que neste mesmo período de tempo se deu início aos trabalhos de plena via, apresentados no subcapítulo 5.3, do presente documento.

Todos os assentamentos de linha foram realizados de forma inversa ao preconizado no projeto, devendo mencionar-se que este previa que a BLS seria realizada no sentido Elvas-Espanha, o que não se verificou pois a situação em obra levou a que a mesma fosse realizada no sentido Espanha-Elvas.

5.2.3 Fase 3

Nesta terceira fase (Figura 5.15) foi preconizada a execução da segunda Linha Provisória 2 (LP2).

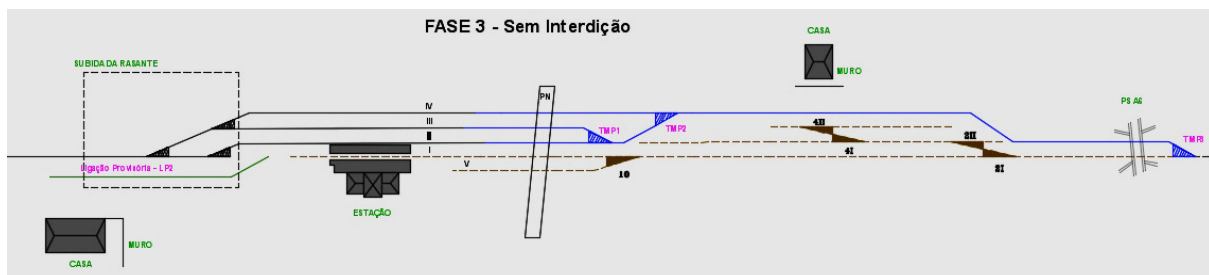


Figura 5.15 – Fase 3 – Assentamento de parte da Linha Provisória 2

As Linhas I, II, III e V já materializadas ficaram fora de serviço até à conclusão dos trabalhos da Fase 3A.

A LP2, à semelhança da LP1, funcionará como um desvio à circulação ferroviária, ficando em exploração as Linhas I, II e IV. No entanto, a Linha IV funcionará como uma linha de topo.

A Linha Provisória 2 caracteriza-se por:

- Carril 54 E1, com 18 metros, em barra curta, ligados por juntas mecânicas;
- TBB;
- Fixação *Nabla*;
- Ligação à linha geral ao Pk 264+552, do lado Oeste da estação;
- Ligação ao AMV TMP4;
- Ligação à Linha II, pelo ramo direto do AMV TMP4;
- Ligação à Linha I, pelo ramo desviado do AMV TMP4.

A Fase 3 A, constitui um dos trabalhos ferroviários mais críticos desta empreitada, visto não só ter de ser executado durante uma interdição de 20 horas, como também envolver uma série de trabalhos de levantamento e assentamento de via.

Na Fase 3A (3A-1 e 3A-2) serão realizados os seguintes trabalhos (Figura 5.16):

- Assentamento do AMV TMP 4;
- Levantamento de 50 metros via desde o PK 264+552 ao PK 264+602, para permitir a ligação da linha geral à ligação provisória 2;
- Execução da ligação dos AMV TMP 4 à Linha I e II, de forma a retirar da operação a Linha III;
- Levantamento da ligação do AMV TMP1 à Linha III;
- Levantamento da ligação do AMV TMP2 ao AMV TMP 1;
- Assentamento da ligação do AMV TMP1 à Linha IV;
- Assentamento da ligação da Linha II ao AMV TMP 1.

O AMV TMP3 poderá ser levantado na fase seguinte, apesar de se ter previsto o seu levantamento em período de interdição. Este facto permitirá continuar a carregar o comboio de balastro pela LP1 até à materialização das comunicações 6 e 8.

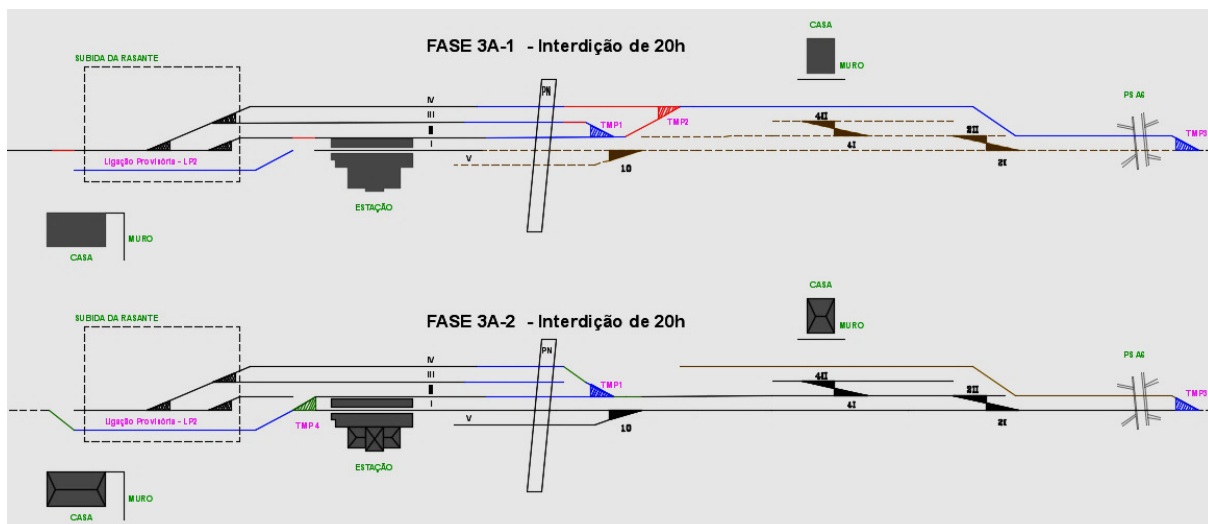


Figura 5.16 – Fase 3A – Ligação LP2 e nova ligações TMP 1 às linhas II e IV

Uma vez concluída esta fase, a Linha III fica fora de serviço permitindo o seu levantamento, bem como a restante Linha I e os AMV 3, 5 e 7, entrando na Fase 3B (Figura 5.17).

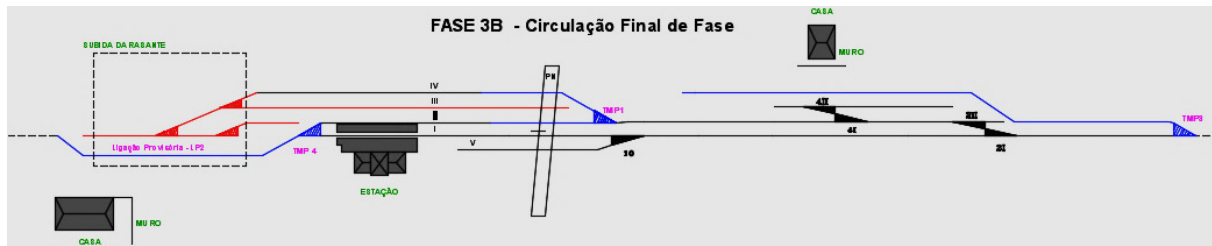


Figura 5.17 – Fase 3B – levantamento da reatente linha I, III e AMV 3,5 e 7

Como já referido anteriormente a Linha IV funcionará como uma linha de topo apenas para cargas e descargas da plataforma logística, a restante LP 1 ficará para uso exclusivo de carga do comboio de balastro e o AMV TMP 3 ficará eclissado²¹ ao ramo direto até à Fase 4A.

5.2.4 Fase 4

Uma vez materializada a Ligação Provisória 2 foi considerada a intervenção no limite Oeste da estação, por forma a executar os trabalhos de terraplenagem necessários à subida da rasante e ao assentamento do AMV7 e a TJD.

Do lado Este da estação foi prevista a execução dos trabalhos nos troços remanescentes das Linhas II, III e IV, bem como as comunicações 6 e 8 (Figura 5.18).

A Linha IV, coincidente com a LP1, será assente de forma faseada com uma metodologia idêntica à da Plena Via (Subcapítulo 5.3), possibilitando assim a continuidade de carga de balastro por aquela linha.

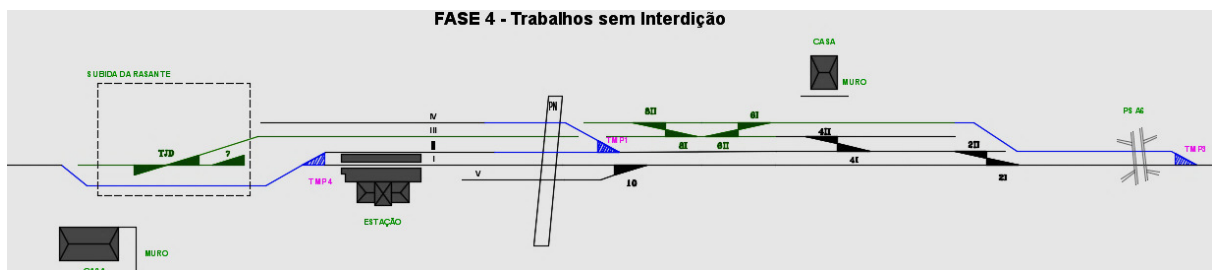


Figura 5.18 – Fase 4 – Assentamento do AMV7, TJD, Comunicação 6 e 8 parte da Linha IV

Uma vez materializados os trabalhos previstos para a Fase 4, encontram-se reunidas as condições de avançar para trabalhos em período de interdição, Fase 4A (4A-1 e 4A-2) (Figura 5.19), para retirar de serviço a Linha II, concretamente:

- Levantamento dos AMV TMP2, TMP3, TMP4 e suas ligações;
- Execução das ligações das Linhas III e IV às respetivas extensões;
- Execução das ligações da Linha I a Este, a Oeste e ao AMV7.

²¹ Inibição de um dos movimentos

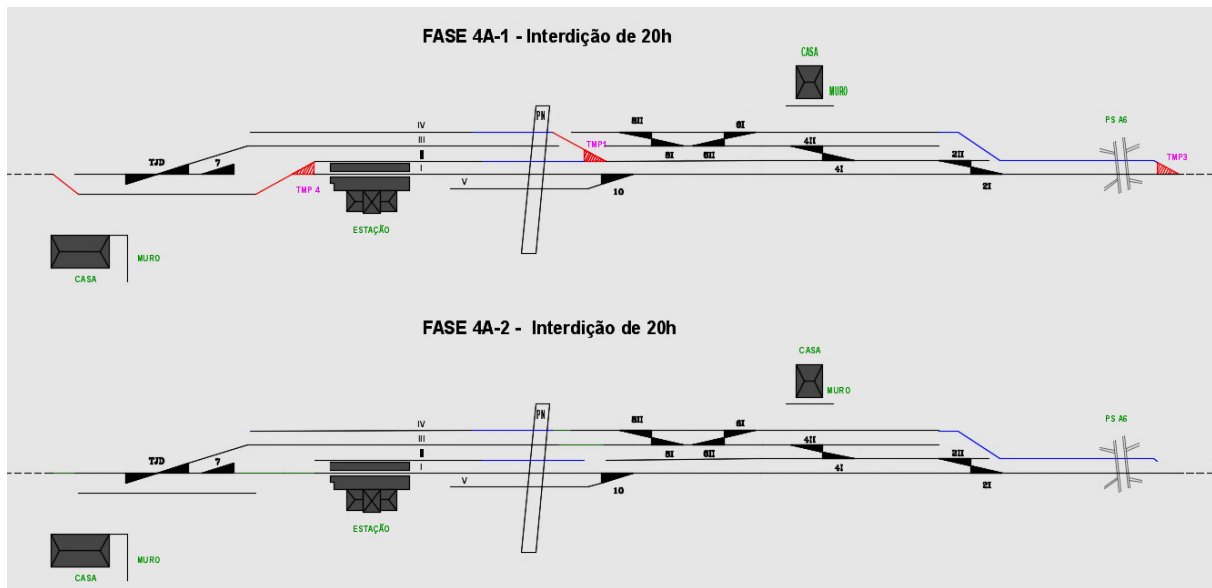


Figura 5.19 – Fase 4A – Levantamento AMV TMP2, TMP3 e TMP4 e assentamento das ligações

A execução desta fase obriga à realização cuidadosa e rigorosa de trabalhos preparatórios, bem como a um reforço de meios humanos e de equipamentos, para permitir a laboração em várias frentes em simultâneo.

Na zona de levantamento do AMV TMP 3 é necessário fazer o tratamento de plataforma e posterior assentamento de uma barra de carril, para fazer a ligação à Plena Via do lado Este.

A Fase 4B (Figura 5.20) corresponde ao levantamento dos restantes tramos de via provisória existentes, bem como a restante Linha II para permitir o tratamento de plataforma nesse mesmo local.

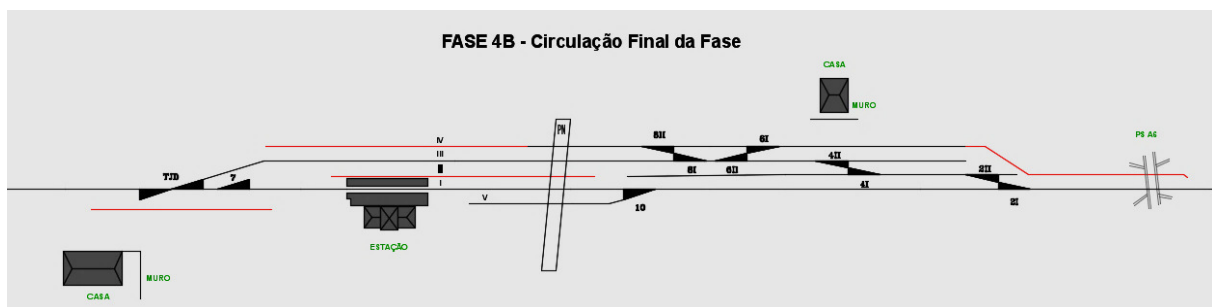


Figura 5.20 – Fase 4B – Levantamento dos restantes tramos de via provisória e restante linha II

Apesar de representado o levantamento total da Linha IV do lado Oeste, este será feito também de forma faseada, sendo o levantamento de via e tratamento de plataforma correspondente ao comprimento das barras a assentar.

5.2.5 Fase 5

Nesta última fase (Figura 5.21) serão executados os trabalhos de beneficiação do edifício da Estação de Elvas, trabalhos esses que não qualquer implicação com a via férrea.

No caso da Linha IV, conforme referido anteriormente, esta deverá ser executada de forma faseada seguindo um planeamento que poderá ser ajustado com o operador.

Uma vez materializadas as extensões das novas linhas, proceder-se-á à colocação dos para-choques nos respetivos topos das diversas linhas.

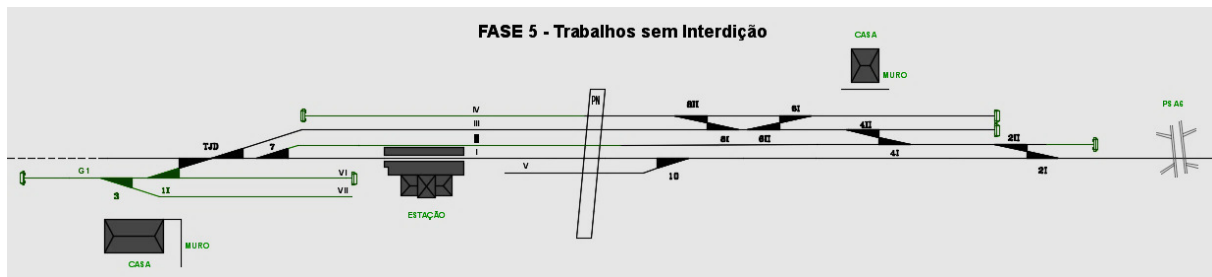


Figura 5.21 – Fase 5 – Materialização das Linhas II, IV, VI, VII e topo G1

A Linha II será materializada sem recorrer às interdições, assim como as linhas de estacionamento G1, VI e VII.

No entanto, a Linha II apresenta um problema de acesso aos equipamentos de terraplenagem, visto a mesma estar limitada por linhas novas. Neste sentido, a solução para este problema passará pela colocação de uma PN provisória e amovível na Linha III, assente sobre barrotes de madeira e uma manta de geotêxtil para proteção do novo armamento de via.

A conclusão da intervenção na estação contempla uma ripagem de via de 0,20 metros na curva de entrada na estação do lado Oeste, tendo como objetivo a melhoria das características geométricas do traçado atual.

Concluída esta fase, consideram-se terminados os trabalhos ferroviários nesta empreitada, sendo que, como já referido anteriormente, o faseamento construtivo da estação constitui o caminho crítico da mesma.

A configuração final da estação (Figura 5.22) onde em relação à situação atual sofreu um acréscimo de 3266 metros lineares de via, possibilitando igualmente o estacionamento / cruzamento de composições com 750 metros de extensão.



Figura 5.22 – Fase 5B – Layout final da estação de Elvas

5.3 Plena Via

Tratando-se de uma linha em via única, pese o facto da existência de um volume de tráfego reduzido, a solução de faseamento toma especial importância, uma vez que é necessário (salvo reduzidos períodos, previamente estabelecidos, para a substituição de duas pontes metálicas por novas pontes em betão), assegurar a continuidade da circulação dos comboios durante o período diurno.

Como é igualmente usual, a solução patenteada a concurso, da responsabilidade do projetista, foi objeto de uma verificação / confirmação no local e foi devidamente ajustada / otimizada aos equipamento previstos em obra.

A modernização deste troço da Linha do Leste contempla trabalhos que interferem diretamente com a exploração ferroviária, nomeadamente:

- Trabalhos pontuais de tratamento da plataforma ferroviária existente (Figura 5.23);
- Execução de uma camada de sub-balastro com uma espessura de 15 centímetros (Figura 5.24);
- Substituição integral da superestrutura de via, que passará a ser constituída por carril 60E1 transformado em BLS e travessas monobloco de betão polivalentes, assentes sobre uma camada de balastro com uma espessura mínima de 0.30m sob a face inferior das travessas.

A colocação da camada de balastro é executada com recurso a equipamentos pesados, concretamente atacadeiras (Figura 5.25) e regularizadoras (Figura 5.27) para, a partir da via em “osso” (Figura 5.29) e com base no balastro transportado e descarregado por balasteiros (Figura 5.26), se obter a geometria definida em projeto (planimetria e altimetria).

- Reabilitação de PH existentes e construção de novas;
- Substituição de pontes metálicas, por novas pontes com tabuleiros em betão (Ribeira do Caiola e Rio Caia).

A realização desta atividade contempla um período de apenas 5 dias seguidos de interdição, o que obrigará à construção prévia em zona lateral à via dos novos tabuleiros, bem como à reconstrução dos encontros e pilares²².

- Colocação de fechos mistos em zonas de transição de diferentes perfis de carril (Figura 5.28).

²² Na ponte do Caia que tem 3 tramos



Figura 5.23 – Tratamento / Saneamento de Plataforma



Figura 5.24 – Execução de camada de sub-balastro

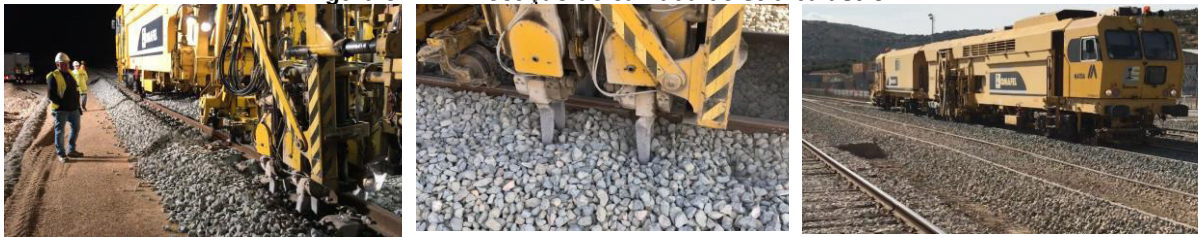


Figura 5.25 – Atacadeira / Grupo de ataque



Figura 5.26 – Balastragem (descarga)



Figura 5.27 – Regularização de balastro



Figura 5.28 – Colocação de fecho misto



Figura 5.29 – Via em “osso”

5.3.1 Solução de faseamento proposta em projeto

A solução preconizada em projeto, previa que a primeira etapa da intervenção da plena via, para substituição do armamento de via existente, deveria passar pelo desguarnecimento²³, sendo as extensões a intervencionar na ordem dos 180m, extensões consideradas compatíveis com as interdições noturnas disponíveis. Após cada interdição se passaria para a interdição seguinte, sendo a anterior intervencionada ao nível da substituição do armamento existente.

Na fase inicial da empreitada e tendo por base elementos disponibilizados pelo Dono de Obra (Manutenção), cruzados com o resultado das inspeções feitas no local, verificou-se que o armamento de via existente (carris, travessas e fixações) apresenta graves problemas de integridade, pelo que se considerava necessário que previamente fosse feita a substituição do material de via existente, por uma solução provisória recorrendo a travessas com fixações compatíveis com as operações a que via estaria sujeita.

Assim, numa primeira interdição proceder-se-ia ao levantamento do armamento de via existente, sendo no seu lugar colocado armamento de via provisório, em segmentos de 18 metros, com carril de 54 e TBB com fixações *Nabla*. Na interdição seguinte far-se-ia o desguarnecimento pesado e remoção lateral dos segmentos de 18 metros, todos trabalhos de terraplenagem e colocação novamente do armamento de via provisório guarnecido já com novo balastro.

Todo este trabalho iria ser realizado em interdições de 9 horas em período noturno.

Uma solução de faseamento com recurso a desvios provisórios alternativos foi igualmente abandonada, uma vez que esta solução conduziria inevitavelmente a impactos negativos em termos ambientais, bem como à necessidade de ocupações temporárias de terrenos que não se encontram afetos aos Domínio Público Ferroviário (DPF).

5.3.2 Solução de faseamento adotada

Tendo presente as dificuldades identificadas, a intervenção foi planificada para ser executada de forma sequencial, mas sem recurso a desguarnecedora, mas sim a giratórias rodoferroviárias, intervencionando extensões devidamente ajustadas às interdições disponíveis e assegurando sempre que no final da realização dos trabalhos são repostas,

²³ Remoção de balastro da superestrutura de via recorrendo à utilização de equipamentos pesados de via (desguarnecedoras)

ainda que de forma provisória, as condições mínimas necessárias à continuidade da exploração ferroviária nas condições atuais ou seja à velocidade máxima de 40 km/h²⁴.

Desta forma a solução aprovada e aplicada em obra passa por, no mesmo período de interdição:

1. No início da interdição, e após o corte de carril e/ou desaperto de barretas de fixação da via existente, os tramos de 12 metros são levantados com o auxílio de uma giratória rodoferroviária (Figura 5.30).

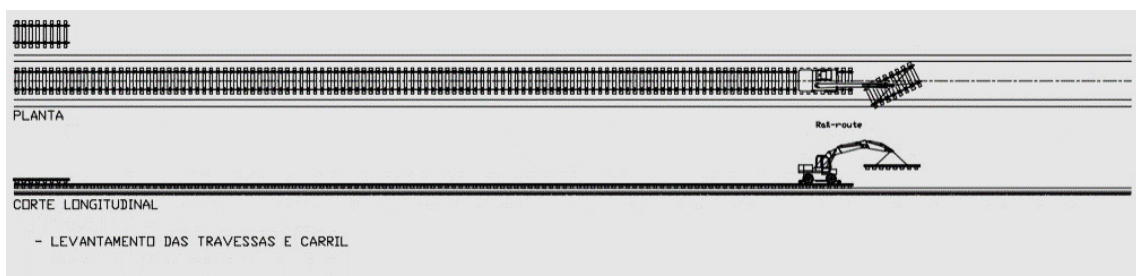


Figura 5.30 – Levantamento do armamento de via [41]

2. Remoção de balastro existente recorrendo a pá carregadora ou giratória (Figura 5.31);

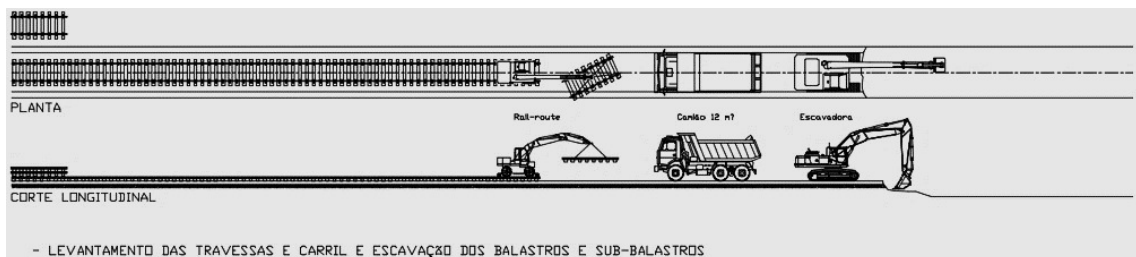


Figura 5.31 – Remoção de balastro [41]

3. Abertura de caixa e nivelamento do solo de fundação da plataforma, sendo em seguida aplicadas (quando necessário) geo-grelhas sob uma camada de espessura de ABGE ou solos selecionados, com 15 cm de espessura média (em cerca de 70% do troço) (Figura 5.32);

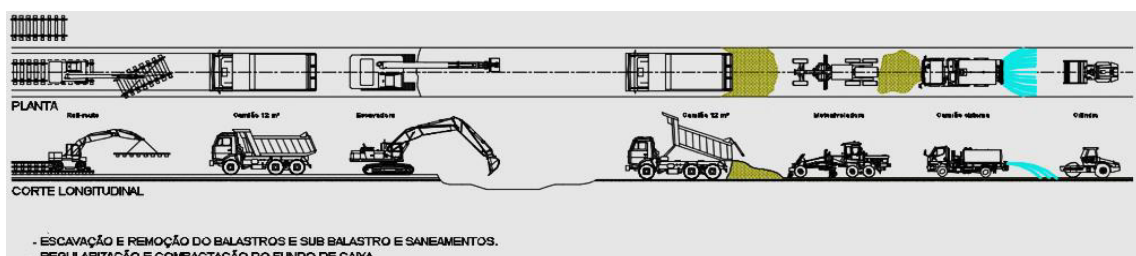


Figura 5.32 – Abertura fundo de caixa e aplicação de camadas de ABGE [41]

²⁴ Este limite será elevado de forma significativa (120 km/h) após o final da intervenção.

4. Execução de uma camada com 15 cm com características de sub-balastro (Figura 5.33);

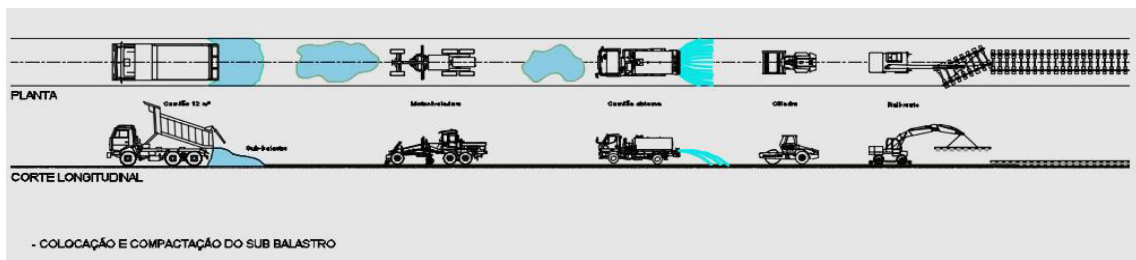


Figura 5.33 – Colocação e compactação camada de sub-balastro [41]

5. Colocação de troço de via provisória em segmentos de via de 18 metros, incluído fecho misto na ligação da via existente a que se segue a balastragem de via em osso, recorrendo a vagões balastreiros tracionados por uma locomotiva (Figura 5.34);

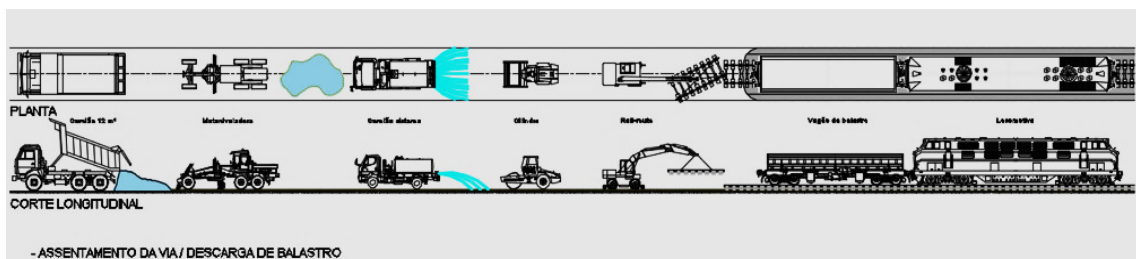


Figura 5.34 – Assentamento de via provisória e Balastragem [41]

6. Ataque pesado de enchimento e nivelamento e posterior regularização de balastro (Figura 5.35).

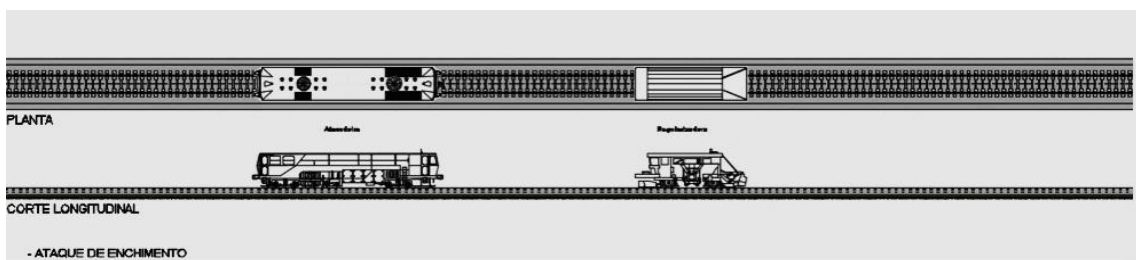


Figura 5.35 – Ataque de enchimento de Regularização de balastro [41]

Este processo repete-se ao longo de duas semanas até se atingir uma extensão prevista de pelo menos 1440 metros de plataforma de via tratada, correspondendo a 10 pares de barras de carril com a extensão máxima de 144 metros cada.

Atualmente têm sido concedidos períodos de interdição de 8 horas, três dias por semana e 15 horas, dois dias por semana, o que permite atingir rendimentos médios de 120 metros nas interdições mais curtas e 220 metros nas interdições mais longas.

Chegando ao fim de duas semanas deste processo é feita a RIV, substituindo o armamento de via provisório por definitivo, durante um período de interdição de 20 horas durante o fim-de-semana.

Este trabalho de substituição é antecedido de alguns trabalhos preparatórios necessários à otimização dos rendimentos durante o período de interdição, como a distribuição de TBMP e barras de carril do passeio de plataforma de via adjacente ao local a intervir.

No trabalho de RIV são executadas as seguintes tarefas:

- Levantamento do armamento de via provisória (Figura 5.36), incluído o desaperto de barretas de ligação, utilizando duas giratórias rodoferroviárias;
- Abertura de caixa no balastro (Figura 5.37) para assentamento de TBMP;
- Assentamento de TBMP (Figura 5.38) e colocação de carril sobre as TBMP;
- Quadramento de TBMP com o afastamento de 0,6 metros;
- Aperto de fixações do tipo *Vossloh*;
- Aperto de barretas com “C” de ligação (Figura 5.39);
- Regularização de balastro na plataforma, após a abertura de caixa, com uma regularizadora;
- Balastragem de via com vagões balastreiros;
- Ataque pesado de enchimento e nivelamento, e posterior regularização de balastro.



Figura 5.36 – Remoção de via provisória



Figura 5.37 – Abertura caixa de balastro



Figura 5.38 – Colocação de TBMP



Figura 5.39 – Aplicação de C de ligação

Nos trabalhos de colocação de via provisória e definitiva, o comboio balastreiro fica posicionado sempre em último lugar (do lado da estação) para permitir, caso haja necessidade, que o mesmo possa ir fazer recarga de balastro ao *stock*.

Uma vez completos os trabalhos acima mencionados, a via encontra-se em condições de circulação em segurança e à velocidade de exploração existentes. Posteriormente serão executadas as soldaduras aluminotérmicas para obtenção da BLS, ligando as juntas de cada barra de carril.

Ao longo da empreitada serão feitos ataques pesados até a colocação da via às cotas de projeto, sendo o levante de cada um desses ataques limitado ao máximo de 8 cm, conforme estabelecido nas cláusulas técnicas do caderno de encargos.

No final dos ataques será feita a estabilização dinâmica de via em toda a extensão da empreitada, tanto nas linhas da estação como na plena via. Esta estabilização dinâmica simula a passagem de um comboio de 20.000 toneladas, consolidando assim as características da via, nomeadamente ao nível do balastro.

Em seguida procede-se à regularização de barras, visando a remoção de tensões axiais no carril decorrentes das dilatações térmicas. Executam-se cortes no carril afastados de 800 metros, colocando de seguida um macaco tensor simulando a dilatação do carril a uma temperatura de 30º C e realizando novamente uma soldadura aluminotérmica na extremidade de cada carril.

Por fim é feita uma esmerilagem preventiva, recorrendo a um equipamento pesado de esmerilagem. Este procedimento irá eliminar quaisquer micro imperfeições existentes no carril.

5.3.3 Situações mais problemáticas

Antes de se dar início aos trabalhos foi necessário realizar um estudo identificando os principais problemas que se poderiam encontrar, ao longo da realização dos trabalhos com o objetivo de antecipadamente se encontrarem as soluções concretas para os mesmos. Ao longo de toda a extensão a intervir foram identificados três locais problemáticos, concretamente:

- A trincheira existente entre o Pk 267+632 e o Pk 268+638, com um desenvolvimento de 1006 metros e taludes que atingem um desnível de quase 7 metros de altura, face à cota da plataforma, tornando-se inviável a criação de rampas de acesso;
- A substituição das Pontes do Caiola e do Caia, com 35 metros e 85 metros, respetivamente;
- Uma PH do tipo *Box Culvert*, com 2,5 x 2,5 metros, ao Pk 275+252, situando-se a mesma a uma cota de 4 metros abaixo da cota da plataforma de via, obrigando ao levantamento de 40 m de via existente para a execução da escavação.

No estudo de soluções para estas situações problemáticas, entendeu-se que a única solução a considerar deveria passar pela realização de todos estes trabalhos na interdição de 5 dias (ponto 5.3.4), inicialmente prevista para a execução da substituição das duas pontes metálicas.

Tendo presente estes constrangimentos foi necessário proceder a alguns ajustamentos em termos da continuidade dos trabalhos, sendo que a partição adotada foi a seguinte:

- Início Tratamento Via (Pk 266+205) / Início da Trincheira (Pk 267+632);
- Fim da Trincheira(Pk 268+638) / Início Ponte do Caiola (Pk 270+900);
- Fim Ponte do Caiola (Pk 270+935) / Início Ponte do Caia (Pk 272+040)
- Fim Ponte do Caia (Pk 272+125) / Fronteira (Pk 275+611);

Na data de conclusão do presente documento a frente de trabalho estava localizada no Pk 271+930.

5.3.4 Intervenção nas pontes do Caiola e do Caia

Para a intervenção nestas duas obras de arte, Ponte do Caiola (Figura 5.40) e ponte do Caia (Figura 5.44), foi considerada, conforme previsto no caderno de encargos, uma intervenção alargada de 5 dias (120 horas).

Esta interdição especial alargada, prevista em caderno de encargos, foi concedida para a execução dos trabalhos de substituição das duas pontes metálicas da Ponte do Caiola e Ponte do Caia.

Tendo sido detetadas novas condicionantes, esta interdição irá ser usada também para a execução dos trabalhos de tratamento de plataforma da trincheira, bem como a execução de uma *PH Box Culvert*.

Embora com menor relevância para o presente caso de estudo, refere-se ainda que serão também executadas outras cinco PH que ainda não foram executadas aproveitando assim este período especial de interdição.

No Anexo D pode ser observado o plano de trabalhos previsto para esta interdição.

Antecedendo a substituição das duas pontes, foi necessário a execução de vários trabalhos prévios de forma faseada, apresentados seguidamente para cada uma das situações:

PONTE DO CAIOLA



Figura 5.40 – Ponte do Caiola – Trabalhos preparatórios [39]

Fase 1

Esta fase compreende todos os trabalhos a realizar nos encontros e respetivas fundações que serão necessários para acomodar o novo tabuleiro. Incluem-se aqui os trabalhos de adaptação, alargamento, alteamento, reforço e beneficiação destes elementos definidos no projeto e que poderiam ser realizados antes da materialização do tabuleiro, sem necessidade de interdições.

Alguns trabalhos nos encontros, pela sua ligação direta com o tabuleiro, terão inevitavelmente que ser realizados apenas na Fase 3 no contexto da interdição especial alargada de 5 dias, sendo que se deverá minimizar em absoluto os trabalhos que sejam deixados para essa fase.

Nessa medida, compreendem-se nesta Fase 1 os seguintes trabalhos:

1. Demolição localizada, beneficiação e reforço dos encontros, com exceção da zona onde está implantado o tabuleiro existente incluindo (Figura 5.41):
 - a. Demolição localizada mesa do estribo na zona onde serão implantados os aparelhos de apoio e nas paredes do encontro;
 - b. Tratamento da superfície dos muros e mesa do estribo para otimizar a ligação ao betão das zonas a alargar e altear;
 - c. Execução dos elementos em betão armado que materializam o alargamento e alteamento dos encontros (muro de avenida e estribo) com exceção da zona onde se implanta o tabuleiro existente;
 - d. Execução dos trabalhos de materialização e beneficiação dos elementos de proteção contra a erosão hidráulica e muros de pé de talude;
 - e. Colocação e selagem de aparelhos de apoio das vigas do tabuleiro e execução das pré-carlingas.

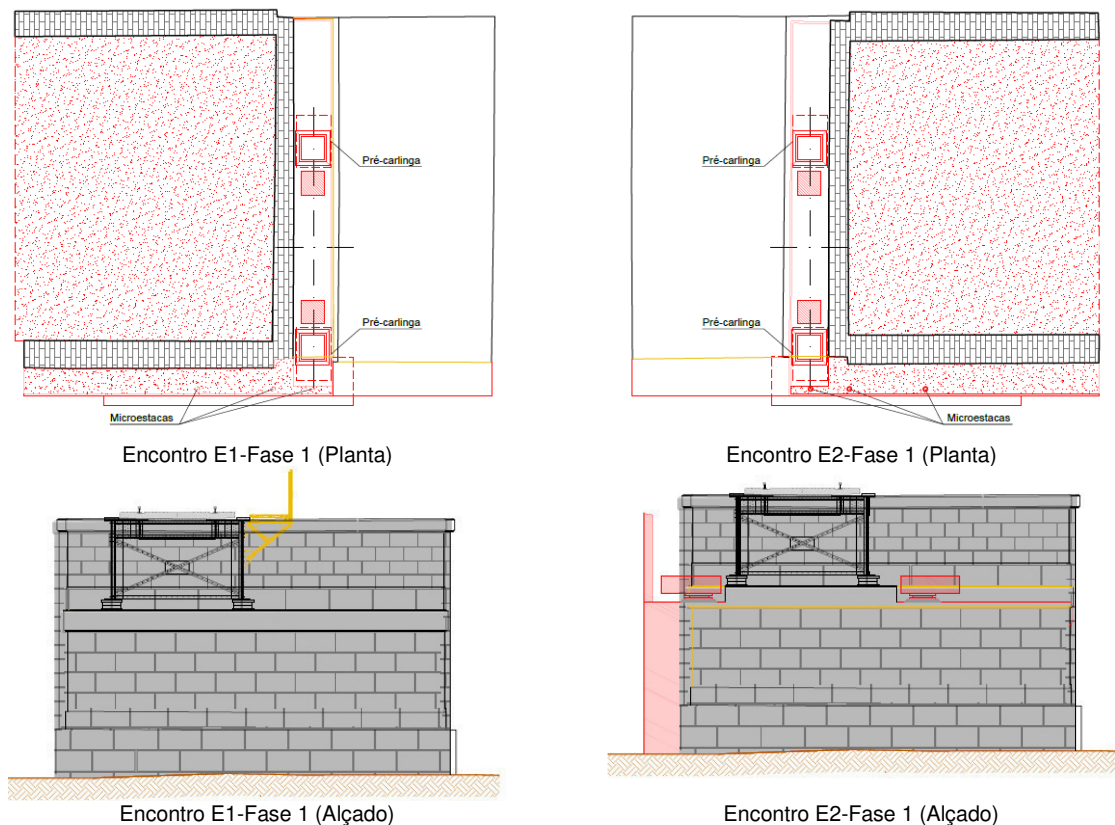


Figura 5.41 – Intervenção nos encontros ponte do Caiola [42]

Fase 2

Esta fase compreende todos os trabalhos inerentes à colocação das vigas pré-fabricadas do tabuleiro e à materialização da sua continuidade sobre os pilares. Estes trabalhos deverão ser integralmente realizados abrigo das interdições normais de 9h e 20h. Esta fase compreende as seguintes atividades:

1. Colocação das vigas pré-fabricadas sobre apoios provisórios com auxílio de gruas moveis (Figura 5.42);
2. Fixação de painéis de cofragem para as consolas e outros trabalhos preparatórios da fase 3.

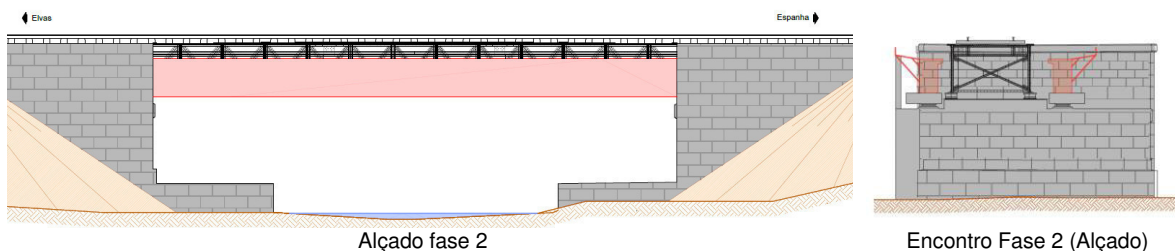


Figura 5.42 – Colocação de vigas na ponte do Caiola [42]

Fase 3

Esta fase compreende todos os trabalhos inerentes finalização do tabuleiro para efeito de entrada em serviço, ainda que de forma preliminar. Estes trabalhos deverão ser integralmente realizados abrigo da interdição alargada extraordinária de 5 dias prevista especialmente para este efeito. Esta fase compreende as seguintes atividades:

1. Início de interdição de via alargada (5 dias);
2. Desmonte da ponte existente, incluindo carril e travessas, com auxílio de guias moveis;
3. Montagem das pré-lajes assentes sobre as vigas, com auxílio de guias moveis;
4. Colocação das armaduras ativas e passivas (pré-executadas), com auxílio de guias moveis;
5. Betonagem complementar das lajes;
6. Betonagem dos muros guarda balastro e passeio
7. Aplicação de pós-tensão nas vigas e lajes após cura mínima da betonagem complementar;
8. Impermeabilização e acabamentos (parcial);
9. Colocação de balastro e superestrutura de via;
10. Fim de interdição.

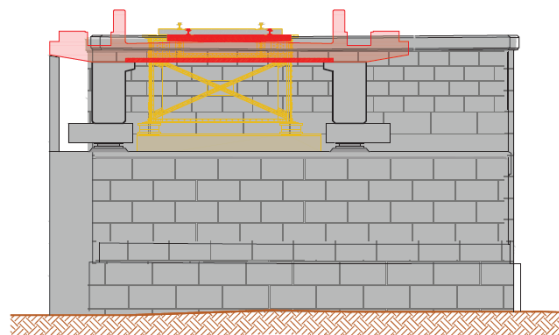


Figura 5.43 – Execução do tabuleiro ponte do Caiola [42]

PONTE DO CAIA



Figura 5.44 – Ponte do Caia – Trabalhos preparatórios [39]

Fase 1

Esta fase compreendeu todos os trabalhos a realizar nos pilares, encontros e respetivas fundações que serão necessários para acomodar o novo tabuleiro. À semelhança da ponte do Caiola, incluem-se aqui os trabalhos de adaptação, alargamento, alteamento, reforço e beneficiação destes elementos definidos no projeto e que foram possíveis de realizar antes da materialização do tabuleiro, sem necessidade de interdições ou ao abrigo das interdições normais de 9h e 20h.

Note-se que alguns trabalhos nestes elementos (pilares e encontros), pela sua ligação direta com o tabuleiro, terão também inevitavelmente que ser realizados apenas na Fase 3 no contexto da interdição especial alargada de 5 dias, sendo que também se deverá minimizar em absoluto os trabalhos que sejam deixados para essa fase.

Nesta fase os trabalhos são os seguintes:

1. Alteamento, beneficiação e reforço dos pilares com exceção da zona onde está implantado o tabuleiro existente, incluindo:
 - a. Montagem de andaimes e plataformas de trabalho
 - b. Demolição do passadiço existente no tabuleiro metálico;
 - c. Tratamento da superfície superior dos pilares para otimizar a ligação ao betão;
 - d. Furacão e selagem de ferrolhos de ligação; e. Montagem de armaduras e betonagem do alteamento dos pilares em toda a secção com exceção da zona onde se implanta o tabuleiro existente;
 - e. Com base em adequada plataforma de trabalho sobre o pilar, tendo por base os negativos de guia deixados anteriormente, execução de carotagem e furacão dos pilares para posterior inserção de microestacas de reforço das fundações e respetiva selagem.
 - f. Colocação e selagem de aparelhos de apoio das vigas do tabuleiro.

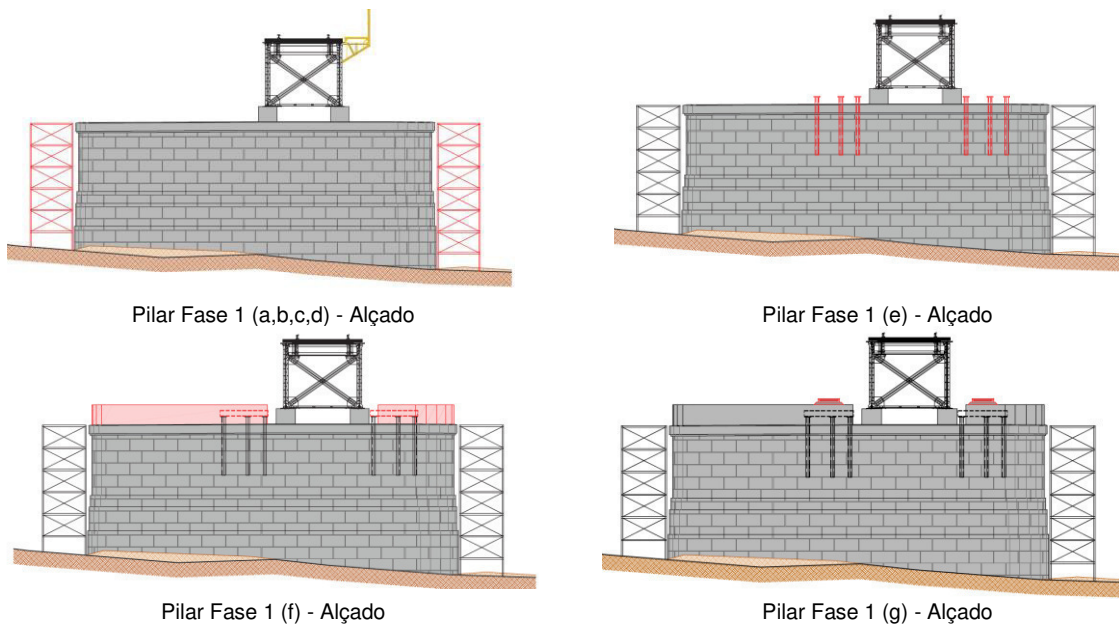


Figura 5.45 – Intervenção nos pilares da ponte do Caia [43]

2. Alçamento, beneficiação e reforço dos encontros (Figura 5.46) com exceção da zona onde está implantado o tabuleiro existente incluindo:
 - a. Reforço das fundações dos encontros através de microestacas, no tardo, no alargamento lateral e na mesa do encontro;
 - b. Tratamento da superfície dos muros e mesa do estribo para otimizar a ligação ao betão das zonas a alargar e altear;
 - c. Execução dos trabalhos de demolição localizada nas paredes do encontro;
 - d. Execução dos elementos em betão armado que materializam o alargamento e alçamento dos encontros (muro de avenida e estribo) com exceção da zona onde se implanta o tabuleiro existente;
 - e. Execução dos trabalhos de materialização e beneficiação dos elementos de proteção contra a erosão hidráulica e muros de pé de talude;
 - f. Colocação e selagem de aparelhos de apoio das vigas do tabuleiro e execução das pré-carlingas.

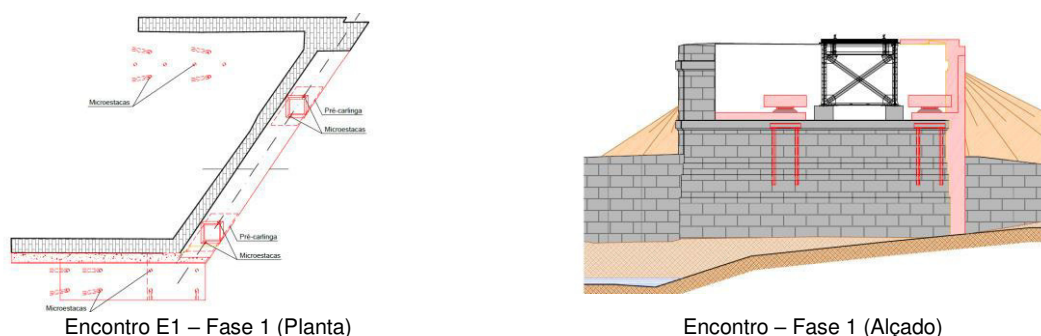
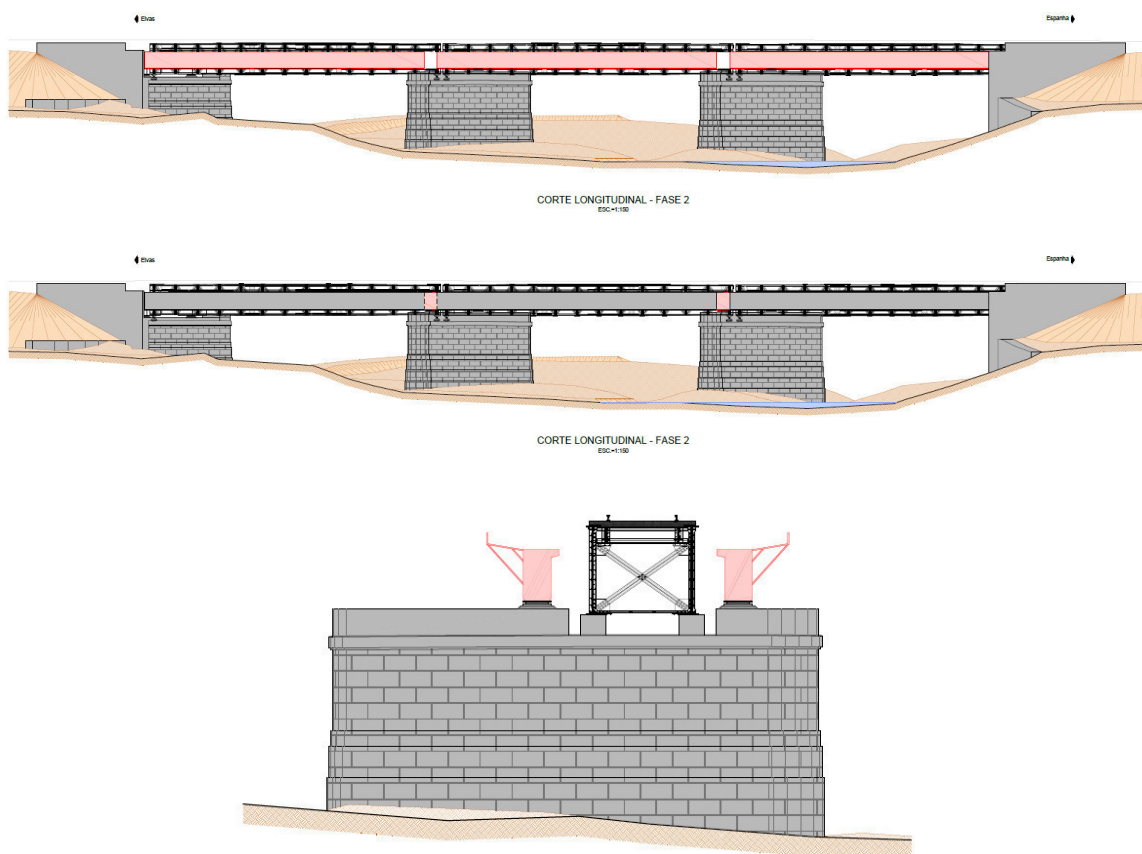


Figura 5.46 – Intervenção nos encontros da ponte do Caia [43]

Fase 2

Esta fase compreendeu todos os trabalhos inerentes à colocação das vigas pré-fabricadas do tabuleiro e à materialização da sua continuidade sobre os pilares. Estes trabalhos foram sendo integralmente realizados ao abrigo das interdições normais de 9h e 20h. Esta fase compreendeu as seguintes atividades

1. Colocação das vigas pré-fabricadas (Figura 5.47) sobre apoios provisórios com auxílio de gruas móveis;
2. Betonagem dos trocos sobre os apoios nos pilares
3. Pré-esforço inicial de continuidade
4. Fixação de painéis de cofragem para as consolas e outros trabalhos preparatórios da fase 3



Pilar – Fase 2 (Alçado)

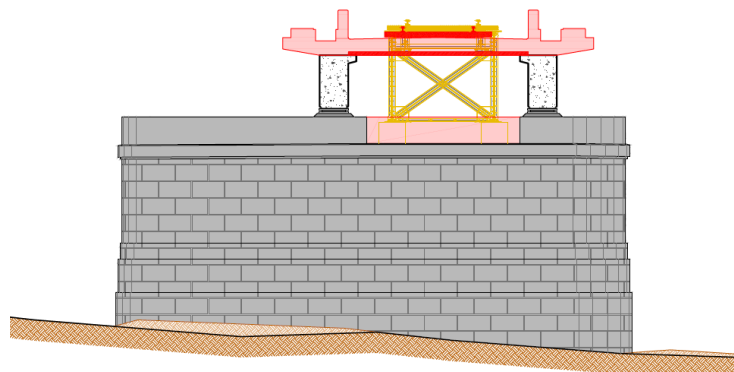
Figura 5.47 – Execução da vigas da ponte do Caia [43]

Fase 3

Esta fase compreende todos os trabalhos inerentes finalização do tabuleiro (Figura 5.48) para efeito de entrada em serviço, ainda que de forma preliminar. Estes trabalhos deverão ser

integralmente realizados abrigo da interdição alargada extraordinária de 5 dias prevista especialmente para este efeito. Esta fase compreende as seguintes atividades

1. Início de interdição de via alargada (5 dias);
2. Desmonte da ponte existente, incluindo carril e travessas, com auxílio de guas móveis;
3. Montagem das pré-lajes assentes sobre as vigas, com auxílio de guas móveis;
4. Colocação das armaduras ativas e passivas (pré-executadas), com auxílio de guas móveis;
5. Betonagem complementar das lajes;
6. Betonagem dos muros guarda balastro e passeio
7. Aplicação de pós-tensão nas vigas e lajes após cura mínima da betonagem complementar;
8. Impermeabilização e acabamentos (parcial);
9. Colocação de balastro e superestrutura de via;
10. Fim de interdição.



Pilar – Fase 3 (Alçado)

Figura 5.48 – Execução do tabuleiro da ponte do Caia [43]

Associado também aos trabalhos em ambas as pontes está o tratamento dos aterros nas zonas dos encontros, com a execução de blocos técnicos.

Nestas zonas, com extensão de cerca de 20 metros em cada encontro, serão tratadas com uma solução de solo-cimento por forma a compensar a variação de rigidez na zona de transição betão-aterro.

Esta solução adotada pelo projetista, advém do facto de não estar prevista a execução de lajes de transição, que previnem assentamentos da plataforma naquela zona.

Este trabalho também terá que ser executado durante o período extraordinário de interdição de 5 dias, visto que a rasante da via sofrerá um aumento de cota de cerca de 50 cm, na zona dos tabuleiros.

Considerando tudo o exposto a cima, passa-se a descrever o plano de trabalhos, da especialidade ferroviária interligados aos trabalhos de construção civil previstos para esta interdição extraordinária de 5 dias, que irá decorrer das 03:00 do dia 17 de Janeiro de 2019 até às 00:30 de dia 22 de Janeiro de 2019, se tudo correr como previsto:

1. Iniciar-se-á em simultâneo o levantamento da superestrutura de via na PH do Pk 275+252 e na Ponte do Caia, recorrendo a 2 giratórias rodoferroviárias em cada local, deslocando-se sempre no sentido da estação de Elvas
 - a. Levantamento de 40 m ao Pk 275+252 (*Box Culvert*) e 20 m nas extremidades da ponte do Caia, sendo que a superestrutura assente no tabuleiro é levantada juntamente com o mesmo, com auxílio de grua móvel;
 - b. Levantamento de 15 m para execução de PH aos Pk 274+871 e Pk 271+160;
 - c. Levantamento de 15 m para execução de PH aos Pk 274+580 e Pk 271+019;
 - d. Levantamento de 15 m para execução de PH ao Pk 273+326 e levantamento de 20 m na zona dos encontros da ponte do Caiola, sendo que a superestrutura assente no tabuleiro é levantada juntamente com o mesmo, com auxílio de grua móvel;
 - e. Por fim, já com auxílio das 2 giratórias rodoferroviárias, levantamento de 1006 mlv, desde o Pk 267+632 ao Pk 268+638;

Prevê-se que esta atividade tenha uma duração de 3,5 horas.

2. Uma vez terminados os trabalhos de levantamento de via em cada um dos locais, as equipas de construção civil darão início aos seus trabalhos, sendo que nos locais onde irá intervir está também previsto o saneamento de plataforma:
 - a. No caso das pontes seguindo integralmente o definido em projeto para a fase 3;
 - b. Na PH *Box Culvert*, realizando a escavação até a cota de soleira da estrutura pré-fabricada de betão, seguindo-se a sua colocação e posteriormente execução do aterro e compactação.
 - c. Na zona da trincheira, o procedimento seguirá a metodologia normal adotada para o tratamento de plataforma da plena via;

A previsão de término à variado, dependendo da atividade, sendo que os trabalhos ferroviários iniciar-se-ão no sentido Estação de Elvas – Espanha, pelo simples facto de os equipamentos

poderem circular carrilados, uma vez que seu rendimento é consideravelmente superior no caso da giratórias rodoferroviárias, no caso dos equipamentos pesados de via, ser a única forma. Exposto isto o primeiro local a ser entregue será zona da trincheira, previsivelmente às 08:00 do 4º dia de interdição:

3. Na zona da trincheira o assentamento de via, será já aplicado o armamento definitivo de via, deste modo as atividades decorrerão de seguinte forma:
 - a. Execução de lamina de balastro com recurso a um espalhador de balastro acoplado a um camião;
 - b. Assentamento de TBMP;
 - c. Colocação de carril 60E1;
 - d. Quadramento das TBMP;
 - e. Aperto das fixações;
 - f. Balastragem por meios ferroviários;
 - g. Ataque de enchimento e nivelamento;
 - h. Regularização de balastro.

Esta atividade terá uma duração prevista de 18 horas contínuas, após as quais as equipas de via irão descansar para entrarem novamente às 13:30 do 5º dia. De salientar de o caminho crítico desta atividade é a balastragem, devido ao tempo de demora na carga dos vagões na zona de *stock*, com uma pá carregadora.

4. Ao 5º dia de interdição, pelas 13:30 será entregue a ponte do Caiola, na qual se seguirá uma metodologia idêntica à trincheira, seguindo-se sequencialmente a entrega dos locais seguintes intervencionados. Para este mesmo está pensado o reforço de uma segunda equipa de via, devido à duração dos trabalhos, listado de seguida:
 - a. Execução de uma lamina de balastro nos encontros e tabuleiro da ponte, mas com recurso uma giratória rodoferroviária com balde, devido à impossibilidade de acesso de um camião;
 - b. Assentamento de via provisória;
 - c. Balastragem ferroviária;
 - d. Ataque de enchimento e nivelamento;
 - e. Regularização de balastro.

Esta atividade terá uma duração prevista de 2 horas, seguindo-se a PH ao Pk 271+019.

- f. Assentamento de via provisória na PH do Pk 271+019;
- g. Balastragem ferroviária;
- h. Ataques de enchimento e nivelamento;
- i. Regularização de balastro.

Esta atividade terá uma duração prevista de 1,5 horas, seguindo-se a PH ao Pk 271+160.

- j. Assentamento de via provisória na PH do Pk 271+160;
- k. Balastragem ferroviária;
- l. Ataques de enchimento e nivelamento;
- m. Regularização de balastro.

Esta atividade terá também uma duração prevista de 1,5 horas, sendo que no final da mesma o comboio de balastro recolherá ao stock de balastro para nova recarga, enquanto a equipa de montagem de via seguirá para a ponte do Caia.

- n. Execução de uma lamina de balastro nos encontros e tabuleiro da ponte, mas com recurso uma giratória rodoferroviária com balde, devido à impossibilidade de acesso de um camião;
- o. Assentamento de via provisória;
- p. Balastragem ferroviária;
- q. Ataque de enchimento e nivelamento;
- r. Regularização de balastro.

Esta atividade terá uma duração expectável de 3 horas, passando-se às quatro PH seguintes nos Pk 273+326, Pk 274+580, Pk 274+871 e Pk 275+252, usando a mesma metodologia:

- s. Assentamento de via provisória;
- t. Balastragem ferroviária;
- u. Ataques de enchimento e nivelamento;
- v. Regularização de balastro.

Prevê-se que todos os trabalhos estejam concluídos pelas 00:00, não havendo margem para a existência de folgas no planeamento devido ao excesso de trabalhos a executar e aos rendimentos obtidos até agora em obra.

6 CONCLUSÕES

A realização deste estágio permitiu a consolidação de conhecimentos adquiridos ao longo do curso de Engenharia Civil, mas também a aquisição de novos conhecimentos nas vertentes de gestão e preparação de obra, mais especificamente em gestão de recursos humanos e materiais, planeamento e gestão de aprovisionamento de materiais.

No âmbito da empreitada de modernização da linha do Leste, entre a estação de Elvas e a fronteira, entende-se que devem ser feita a seguinte síntese:

- Foi possível antecipar o levantamento de via da Fase 2B para a Fase 1B, permitindo solucionar o problema de acesso à zona do muro M1 e iniciar deste modo os trabalhos de terraplenagem neste local. Esta antecipação de trabalhos prevê um ganho de quatro semanas relativamente à duração dos trabalhos a realizar na estação de Elvas;
- Nos trabalhos de Plena Via, com a alteração da metodologia de trabalho proposta foi possível otimizar a quantidade equipamentos e mão-de-obra afetos à atividade, bem como garantir a segurança da circulação e os prazos assumidos perante o Dono de Obra;
- Também de elevada importância no faseamento construtivo da plena via, refere-se a intervenção nas pontes do Caiola e do Caia. A coordenação dos trabalhos de RIV da plena via serão, de modo a que os mesmos se concentrem na interdição de 5 dias prevista para as referidas pontes;
- Avaliando de modo global os rendimentos obtidos até ao momento, é possível fazer algumas recomendações / sugestões de melhoria, nomeadamente nos pressupostos definidos para esta empreitada e tendo em conta nomeadamente a possibilidade de serem feitas algumas adaptações aos horários de circulação dos comboios.
 - O comboio de passageiros poderia ser substituído, provisoriamente, por um transporte rodoviário, visto que o número de passageiros ser bastante reduzido;
 - O comboio de transporte de amoníaco, que atualmente circula duas vezes por semana nesta linha proveniente de Espanha, poderia ser concentrada a sua passagem a dias consecutivos no início da semana por forma a permitir mais interdições nos dias seguintes ou até mesmo a sua entrada em Portugal passar a ser feita pela linha da Beira-Alta;
 - Os comboios de mercadorias, provisoriamente, poderiam ser substituídos por transporte rodoviários entre a plataforma logística de Elvas e Badajoz, pelo menos às quintas-feiras;

- Permitir que apenas fosse necessário deixar à exploração uma linha da estação mais a linha da plataforma logística (linha IV), passando o cruzamento de comboios a ser feitos na estação de Badajoz ou na estação de Portalegre.

Cumprindo todos os pontos acima descritos, seria possível garantir quase 5 dias seguidos de interdição, havendo apenas circulação às segundas-feiras e terças-feiras e a eliminação de algumas fases do faseamento construtivo da estação e deste modo diminuir de forma muito significativa o prazo de execução desta empreitada.

No caso do faseamento construtivo da estação seria possível:

- Eliminar a ligação da Linha Provisória 1 à Linha II, permitindo o levantamento de todas as linhas e AMV da estação, com exceção dos AMV 3 e 7 e as linhas III e IV;
- A ligação da Linha Provisória 2 poderia ser feita à Linha II definitiva;
- O cumprimento dos dois pontos anteriores incrementaria os rendimentos de tratamento de plataforma da estação, diminuiria a carga de trabalho a realizar nas Fases A e redução do número de fases necessárias para a realização de todos os trabalhos na estação.

No caso do faseamento construtivo da plena via este aumento dos períodos de interdição permitiria um incremento dos rendimentos previstos e uma clara redução do prazo de execução dos trabalhos associados a esta zona da empreitada.

Em termos finais e tem como referência um universo mais abrangente e não apenas a intervenção entre Elvas e a fronteira, deve-se referir o seguinte:

- Para que uma obra de engenharia tenha sucesso é fundamental que os diferentes atores envolvidos assumam as suas responsabilidades, nomeadamente em termos da definição dos objetivos pelo Dono de Obra, da qualidade do Projeto (envolvendo todas as suas fases desde o Estudo de Viabilidade ao Projeto de Execução), da entidade Executante mediante uma correta interpretação do projeto e a alocação dos meios humanos e materiais adequados, sem esquecer a Fiscalização, a qual deve igualmente estar dotada dos recursos necessários e com o conhecimento necessário.
- Considera-se igualmente vital o estabelecimento de prazos realistas, (tanto ao nível do projeto como da execução da empreitada), por forma a permitir não só o estudo pormenorizado das soluções a projetar, como, em fase de obra, a existência de folgas para acomodar eventuais imprevistos que não tenha sido possível acautelar na fase de projeto.

- Por outro lado, em termos de prazos de execução, o mesmo deve estar devidamente suportado num Plano de Trabalhos, devidamente articulado entre as diversas especialidades envolvidas e coerente com rendimentos adequados a cada delas. Deve igualmente considerar a existência, conforme já referido, de margens para acomodar os ajustamentos que se venham a verificar necessários.
- Do mesmo modo, como ficou demonstrado no caso de estudo que integra o presente documento, a questão do faseamento construtivo, em particular em estações, assume uma importância relevante, acrescida no caso de obras ferroviárias que envolvam linhas em exploração, pois é necessário salvaguardar as condições de exploração definidas pelo Dono de Obra, mas igualmente assegurar toda a logística inerente à intervenção, designadamente em termos de linhas para estacionamento de material pesado a afetar à obra, como para efeitos de descarga e armazenamento de materiais de via (AMV, balastro, travessas, carris, etc.).
- Sobre esta problemática entende-se que a constituição de um grupo de trabalho, envolvendo a entidade executante, dono de obra e fiscalização deverá ser uma situação normal, cabendo a este grupo a identificação dos problemas que venham a surgir ao longo da intervenção, bem como a apresentação de soluções objetivas e credíveis para a sua resolução no menor espaço de tempo possível, minimizando assim eventuais atrasos na conclusão dos trabalhos, bem como os custos daí decorrentes.
- Aspeto que igualmente deve ser realçado é o atual panorama em termos de mão de obra especializada, onde a sua inexistência é notória (fruto da conjuntura recente que conduziu muitos técnicos para a reforma ou para atividades no exterior), levando a que seja necessário uma precaução acrescida ao nível da contratação de subempreiteiros, pois o recurso a mão de obra não qualificada, para além de conduzir a rendimentos de execução inferiores ao normal, poderá levar igualmente à execução de trabalhos com qualidade inferior ao desejável, bem como a situações indesejáveis ao nível da segurança (acidentes).
- Convém não esquecer que em termos de trabalhos ferroviários os equipamentos a utilizar têm que estar devidamente homologados e certificados, existindo igualmente categorias profissionais, que para exercerem atividade têm igualmente que estar devidamente habilitadas, nomeadamente ao nível da formação em segurança.
- Sobre esta problemática considera-se que deve ser feito um esforço acrescido de formação e renovação de recursos, envolvendo as entidades que regra geral intervêm em obras de natureza ferroviária, concretamente Infraestruturas de Portugal, Empreiteiros e Gabinetes de Engenharia que exercem atividade no domínio do Projeto e ou da Fiscalização.

Finalmente e tendo como objetivo a identificação de estudos futuros, e no seguimento das preocupações explanadas relativamente a mão de obra qualificada, a qual não tem apenas como referência o universo dos operários, mas envolve igualmente chefes de equipa, arvorados, encarregados, técnicos e quadros superiores, considera-se que seria de todo o interesse para o sector ferroviário a identificação das necessidades, bem como a apresentação de propostas concretas para o estabelecimento de um cenário equilibrado e estável que permita de forma natural dotar todas as empresas intervenientes com técnicos devidamente habilitados e com conhecimento para fazer frente aos desafios futuros, tanto ao nível da construção de novas linhas, como da necessária manutenção das existentes.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] P. Nogueira, “160 ANOS DE COMBOIOS EM PORTUGAL,” 2016. [Na rede]. Disponível: <http://historiaschistoria.blogspot.pt/2016/10/160-anos-de-comboios-em-portugal.html>. [Acedido: 14-Mar-2018].
- [2] R. M. V. Alves, “Arquitetura, Cidade e Caminho de Ferro: as transformações urbanas planeadas sob a influência do caminho de ferro,” Tese de Doutoramento em Arquitetura, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, PT, 2015.
- [3] Gazeta dos Caminhos de Ferro de Portugal, “Mapa dos caminhos de ferro em Portugal em 1895,” vol. N/A. Gazeta dos Caminhos de Ferro de Portugal, p. N/A, 1895.
- [4] E. e O. F. Somafel, “História da Somafel,” *História*, 2012. [Na rede]. Disponível: <http://www.somafel.pt/index.php?id=65>. [Acedido: 14-Mar-2018].
- [5] I. Instituto Nacional de Transporte Ferroviários, “Regulamento Geral de Segurança - XII,” vol. N/A. PT, p. N/A, 2002.
- [6] Infraestruturas De Portugal, “Ferrovia 2020,” *Ferrovia 2020*, 2015. [Na rede]. Disponível: <http://www.infraestruturasdeportugal.pt/ferrovia-2020-0>. [Acedido: 24-Abr-2018].
- [7] R. C. C. Infraestruturas, “Construção da Transnordestina, no Piauí,” 2015. [Na rede]. Disponível: <https://www.cartacapital.com.br/especiais/infraestrutura/temos-que-multiplicar-por-cinco-a-malha-ferroviaria-diz-especialista-4223.html> [Acedido: 10-Abr-2018].
- [8] A. Martins, “Slides da Unidade Curricular de Caminhos de Ferro.” 2016.
- [9] N. Sociedade de construções, “Linha do Oeste – Entre o Km 95,000 e o Km 98,000 – Saneamento de Taludes e Tratamento de Acidentes Geotécnicos.”.
- [10] VR, “talude aterro.”. [Na rede]. Disponível: https://www.vr.fi/cs/vr/fi/tampere_fi [Acedido: 12-Nov-2018].
- [11] I. De Portugal, “Valeta pé de talude.” 2016.
- [12] Concreto Flexível, “valeta crista de talude.” [Na rede]. Disponível: <https://ecoprojectos.blogspot.pt/2008/01/travessas-de-madeira-de-caminhos-de.html>. [Acedido: 12-Nov-2018].
- [13] R. temático Universidade do Porto, “Ponte D. Maria Pia,” 2010. [Na rede]. Disponível: <http://monumentosdesaparecidos.blogspot.pt/2010/06/locomotiva-vapor.html> [Acedido: 15-Abr-2018].

- [14] J. Cunha, “Tunel da Campanhã.” 2007.
- [15] Tecnovia, “Balastro.” [Na rede]. Disponível: <http://tecnovia.pt/?portfolio=ramal-ferroviario-da-fabrica-da-portucel> [12-Nov-2018].
- [16] A. P. e J. Ecosistemas, “travessas de madeira.” 2008.
- [17] “Travessas metálica.” 2017.
- [18] C. P. Arnau, “Travessas monobloco.” 2001.
- [19] T. H. Aveiro, “Travessas Bi-bloco.”.
- [20] P. Cordero Martin, “Engenharia Ferroviária – Traçado e Materiais de Via,” ISEL, 2016.
- [21] “Perfil de Carris.”, 2009.
- [22] T. S. dos S. Silva, “Inspeção e Reabilitação de Infraestruturas Ferroviárias,” 2012.
- [23] E. Refer, *Materiais de via II, Manual de Formação*. 2011, p. 6.
- [24] Blairemont, “Fixação Vossloh.” .
- [25] SUYU, “Fixação Nabla.” .
- [26] L. Prevencion, “Soldadura Aluminotérmica.” [Na rede]. Disponível: <http://www.lineaprevencion.com/ProjectMiniSites/IS33/html/cap-1/punto6-22.htm> [Acedido: 10-Out-2018].
- [27] J. Silva, “AMV - Agulha.” .
- [28] A. Sequeira da Cruz, “Unidade Curricular de Caminhos de Ferro.” .
- [29] F. Duarte, “Plano Assentamento AMV CINTg1_12 R500_R2069.pdf.” Somafel.
- [30] Infraestruturas De Portugal, “Léxico de Infraestruturas de Portugal.” [Na rede]. Available: <http://www.infraestruturasdeportugal.pt/negocios-e-servicos/lexico/i> [Acedido 02-Set-2018].
- [31] E. Gonçalves, “Esboço Corográfico - Projeto de Execução - Linha do Leste.” IP, 2017.
- [32] R. Pérez, “Diagrama Unifilar de Faseamento - Fase 1,” vol. 18. IP, 2017.
- [33] R. Pérez, “Diagrama Unifilar de Faseamento - Situação Final,” vol. 18. IP, 2017.
- [34] I. Inarsa and E. Cardoso, “PROJETO DE EXECUÇÃO DA NOVA LIGAÇÃO FERROVIÁRIA ENTRE ÉVORA NORTE E ELVAS/CAIA (FRONTEIRA COM ESPANHA) – E – LINHA DO LESTE E LIGAÇÕES À NOVA LINHA ÉVORA-CAIA - FASEAMENTO CONSTRUTIVO - MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA,” vol. 18. pp. 6–16, 2017.
- [35] I. Inarsa and E. Cardoso, *PROJETO DE EXECUÇÃO DA NOVA LIGAÇÃO*

- FERROVIÁRIA ENTRE ÉVORA NORTE E ELVAS/CAIA (FRONTEIRA COM ESPANHA) – E – LINHA DO LESTE E LIGAÇÕES À NOVA LINHA ÉVORA-CAIA - TERRAPLANAGEM - MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA*, vol. 05.01. 2017.
- [36] A. Díaz, “PT M2,” vol. 05. 2017.
- [37] R. Pérez, “PS 3,” vol. 08. 2017.
- [38] R. Pérez, “PLANTA GERAL Pk 264+540 a Pk 264+820,” vol. 03. p. 008, 2017.
- [39] M. Teixeira Duarte, “Plataforma - Fase 1.” 2018.
- [40] E. Refer, “Tolerâncias dos parâmetros geométricos de via,” 2009.
- [41] T. Duarte, *Memória Descriviva e Justificativa - Métodos e Técnicas Construtivas*, vol. Alínea 2E). 2017, pp. 44–45.
- [42] E. Cardoso and I. Inarsa, *PROJETO DE EXECUÇÃO DA NOVA LIGAÇÃO FERROVIÁRIA ENTRE ÉVORA NORTE E ELVAS/CAIA (FRONTEIRA COM ESPANHA) – E – LINHA DO LESTE E LIGAÇÕES À NOVA LINHA ÉVORA-CAIA - TOMO 01 - PONTE DO CAIOLA*, vol. 06. 2017.
- [43] E. Cardoso and I. Inarsa, *PROJETO DE EXECUÇÃO DA NOVA LIGAÇÃO FERROVIÁRIA ENTRE ÉVORA NORTE E ELVAS/CAIA (FRONTEIRA COM ESPANHA) – E – LINHA DO LESTE E LIGAÇÕES À NOVA LINHA ÉVORA-CAIA - TOMO 02 - PONTE DO CAIA*, vol. 06. 2017.

ANEXOS

- **ANEXO A:**

- Esboço Corográfico;

- **ANEXO B:**

- ANEXO B1

- Plano de Assentamentos Linha I (Peça de Projeto);
- Plano de Assentamentos Linha II (Peça de Projeto).

- ANEXO B2

- Plano de Assentamento AMV 10.

- **ANEXO C:**

- ANEXO C1

- Diagrama Unifilar do Faseamento Construtivo da Estação (Peça de Projeto);
- Planta e Perfil Longitudinal da Linha Provisória 1 (Peça de Projeto);
- Planta e Perfil Longitudinal da Linha Provisória 2 (Peça de Projeto).

- ANEXO C2

- Plantas de traçado das Linhas Provisórias 1 e 2 (Adaptadas em Preparação de Obra);
- Diagrama Unifilar do Faseamento Construtivo da Estação (Adaptação em Preparação de Obra).

- **ANEXO D:**

- Plano de Trabalhos Interdição 5 Dias.