



INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA
Área Departamental de Engenharia Civil



MODERNIZAÇÃO DA LINHA DA BEIRA BAIXA **Troço Covilhã - Guarda**

BELMIRO JOÃO DA SILVA CERQUEIRA
(Licenciado em Engenharia Civil)

Trabalho de Projeto para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil
na Área de Especialização em Vias de Comunicação e Transportes

Orientador:

Licenciado, Armando do Carmo Martins

Júri:

Presidente: Licenciada, Luísa M. Ferreira Cardoso Teles Fortes

Vogais:

Licenciado, António Sequeira da Cruz

Licenciado, Armando do Carmo Martins

Dezembro de 2013

RESUMO

O presente documento, que se enquadra no Trabalho Final de Mestrado do Curso de Engenharia Civil ministrado no ISEL refere-se ao desenvolvimento de um Projeto de Execução, na especialidade de Via Férrea, relativo à Modernização da Linha da Beira Baixa para o Troço Covilhã – Guarda, numa extensão aproximada de 46 km.

Em termos gerais, este projeto contempla a renovação da atual linha, em bitola 1668 mm, considerando a manutenção do atual espaço canal e a sua futura eletrificação, permitindo assim a ligação, em tração elétrica, entre o Entroncamento e a Guarda através da Linha da Beira Baixa.

A redefinição da geometria de via (planimetria e altimetria) teve cartografia adequada e levantamentos topográficos a clássico (coordenação e nivelamento de via bem como perfis transversais), *software* de cálculo automático e documentos normativos europeus e da REFER – Rede Ferroviária Nacional.

O troço em questão, inserido numa zona de orografia desfavorável, é caracterizado pela existência de um número significativo de pontos fixos, de que se destacam pontes e pontões metálicos e ainda o túnel do Sabugal.

Para além das preocupações ao nível destes pontos fixos, foi igualmente preocupação dominante, a compatibilização da futura diretriz e rasante com as necessidades inerentes à criação de condições para a implantação dos postes de catenária, bem como a implantação de órgãos de drenagem, minimizando igualmente as intervenções nos taludes, que, na maioria do traçado traduzem uma situação de meia encosta (aterro de um dos lados e escavação do outro).

Para além da geometria do traçado, no projeto foram ainda definidos os materiais de via a aplicar, bem como os inerentes trabalhos de via. Por razões de confidencialidade a informação relativa a Medições, Mapa de Quantidades de Trabalho, Definição de Preços Unitários, Estimativa Orçamental não é apresentada no presente documento.

PALAVRAS-CHAVE

Via Férrea, Traçado de Via, Trabalhos de Via, Materiais de Via.

ABSTRACT

This document is part of the Final Assignment of the Master's Degree in Civil Engineering at ISEL (Superior Institute of Engineering of Lisbon) and describes the Detail Design for the modernisation of the Beira Baixa railway line project between Covilhã and Guarda covering an approximate extension of 46 km.

The project includes renovating the existing corridor with a 1668 mm gauge and preparing it for future electrification. This will allow the connection between Entroncamento and Guarda through electric traction.

The redefinition of the track geometry (planimetry and altimetry) was based on accurate OS mapping (coordination and levelling track, as well as cross sections), specific software and European and REFER (Portuguese Railway Infrastructure company) standards.

This part of the track is highly constrained in terms of orography and in the number of existing structures (bridges and Sabugal tunnel) which cannot be moved. It is also mandatory to ensure the future vertical and horizontal alignments allow the construction of support infrastructures such as the electrification poles and drainage systems. Since most of the layout is established in a hillside (embankment on one side and cutting on the other) the renovation is expected to minimise the intervention in existing slopes.

This document also presents information on different track materials to be applied and on track works. For confidentiality reasons information related to measurements and bills of quantities will not be shown.

KEYWORDS

Rail Track, Track Alignment, Track Works, Track Materials.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar quero agradecer ao meu orientador Eng.º Armando Martins, pelo interesse, capacidade e disponibilidade permanente demonstrada ao longo deste trabalho.

Aos professores da Instituição, em particular ao Eng.º Sequeira da Cruz, pela partilha de conhecimento e disponibilidade.

À REFER, pela autorização para a publicação de elementos do Projeto e à Administração da FERBRITAS, pelo total apoio e disponibilização de meios para a realização do mesmo.

A todos os meus colegas da FERBRITAS, que de alguma forma participaram e partilharam conhecimentos e me incentivaram.

A todos os meus amigos, em especial ao Jorge Carvalho, que desde do início deste percurso académico me apoiou e ajudou a que este ciclo chegasse ao fim.

O meu profundo agradecimento aos meus Pais e Irmão, que sempre me apoiaram, confiaram e ajudaram, a quem eu devo tudo o que sou hoje.

Para terminar, o meu maior agradecimento vai para a Liliana, que sempre esteve ao meu lado nestes árduos anos de estudo, pela sua confiança, paciência, compreensão e total apoio neste meu percurso.

A todos o meu muito obrigado!

ÍNDICE GERAL

	Pág.
RESUMO.....	I
PALAVRAS-CHAVE.....	I
ABSTRACT	III
KEYWORDS	III
AGRADECIMENTOS.....	V
ÍNDICE GERAL	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XI
ÍNDICE DE QUADROS.....	XV
LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS	XVII
1 - INTRODUÇÃO.....	1
1.1 - Enquadramento	1
1.2 - Estrutura do Documento	2
1.3 - Âmbito do Projeto	3
1.4 - Organização do Projeto	4
2 - ELEMENTOS DE SUPORTE E PRINCIPAIS CONDICIONANTES	9
2.1 - Elementos de Suporte	9
2.1.1 - Topografia.....	10
2.1.2 - Referências quilométricas	10
2.2 - Principais Condicionantes	11
3 - CRITÉRIOS DE PROJETO	13
3.1 - Bitola	13
3.2 - Velocidade máxima ($V_{\text{máx}}$)	13
3.3 - Gabarits	14
3.4 - Inclinação máxima	16
3.5 - Sobreposição de curvas verticais com transições em planta.....	16
3.6 - Estações e Apeadeiros	16
3.7 - Parâmetros Geométricos e Dinâmicos	17
3.7.1 - Raio mínimo em planta.....	17
3.7.2 - Escala	17
3.7.3 - Excesso de Escala (E).....	19
3.7.4 - Insuficiência de Escala (I).....	20
3.7.5 - Variação da Escala em Função do Tempo (dD/dt)	20
3.7.6 - Variação da Escala em Função do Comprimento (dD/dl)	21
3.7.7 - Variação da Insuficiência de Escala em Função do Tempo (dl/dt)	21
3.7.8 - Comprimento dos Elementos de Traçado	21

ÍNDICE GERAL

3.7.9 - Curvas de Transição.....	22
3.7.10 - Curvas Verticais.....	22
3.8 - Materiais de Via	23
3.8.1 - Carril	23
3.8.2 - Travessas e Fixações.....	23
3.8.3 - Aparelhos de Mudança de Via.....	23
3.8.4 - Aparelhos de Dilatação.....	24
3.8.5 - Aparelhos Carriladores	24
3.8.6 - Contracarris	24
3.8.7 - Lubrificadores de Via	25
3.8.8 - Juntas Isolantes Coladas (JIC).....	25
3.8.9 - Pára-choques.....	25
3.8.10 - Balastro.....	25
4 - TRAÇADO	27
4.1 - Traçado em Planta.....	27
4.1.1 - Sub-troço 1 – Km 165+600 a 178+400.....	27
4.1.2 - Sub-troço 2 – Km 188+500 a 211+330.....	29
4.2 - Traçado em perfil longitudinal.....	31
4.2.1 - Sub-troço 1 – Km 165+600 a 178+400.....	31
4.2.2 - Sub-troço 2 – Km 188+500 a 211+330.....	32
4.3 - Parâmetros geométricos e dinâmicos	33
4.4 - Diagrama de Escalas e de velocidades.....	34
5 - ESTAÇÕES E APEADEIROS.....	35
5.1 - Maçainhas.....	35
5.2 - Benespera.....	35
5.3 - Barracão / Sabugal	36
5.4 - Estação da Guarda.....	37
6 - PONTES, VIADUTOS, PASSAGENS INFERIORES E TÚNEIS.....	39
6.1 - Viaduto da Flandres – Pk 166+162	40
6.2 - PI da Baiuca – Pk 167+524	41
6.3 - Ponte do Corge – Pk 168+612	42
6.4 - Ponte do Rio Zêzere II – Pk 173+739	44
6.5 - Ponte de Maçainhas – Pk 192+127	46
6.6 - Ponte dos Gogos – Pk 196+634.....	47
6.7 - Ponte do Rebolal – Pk 198+317	50
6.8 - Ponte da Tapada das Côrtes – Pk 201+051	52
6.9 - Ponte da Galrita – Pk 201+867.....	54
6.10 - Ponte da Penha da Barroca – Pk 202+527	56
6.11 - Ponte de Silveiras I – Pk 204+226	58
6.12 - Ponte de Noémi – Pk 207+309.....	59

6.13 - PI do Corte de Cavalos – Pk 207+975	61
6.14 - Ponte do Rio Diz – Pk 210+562.....	62
6.15 - Túnel Sabugal - Km 205+960 a Km 206+370	63
6.15.1 - Solução 1 – Sem abertura de nichos.....	66
6.15.2 - Solução 2 – Com abertura de nichos	67
6.15.3 - Solução desenvolvida	67
7 - MATERIAIS DE VIA	69
7.1 - Carril.....	69
7.2 - Travessas e fixações	70
7.3 - Contracarril	71
7.4 - Aparelhos de mudança de via	72
7.5 - Aparelhos de dilatação	72
7.6 - Aparelhos Carriladores	73
7.7 - Estrados pré-fabricados em PN.....	73
7.8 - Balastro	74
8 - TRABALHOS DE VIA	75
8.1 - Levantamento de Via.....	75
8.2 - Levantamento de AMV	75
8.3 - Remoção de Balastro	75
8.4 - Assentamento de Via.....	76
8.5 - Assentamento de AMV	76
8.6 - Assentamento de AD.....	77
8.7 - Assentamento de AC.....	77
8.8 - Assentamento de contracarril	77
8.9 - Soldaduras para ligação de barras.....	77
8.10 - Ataque definitivo em via corrente	78
8.11 - Piquetagem definitiva.....	78
8.12 - Postes quilométricos.....	78
8.13 - Marcos hectométricos.....	78
8.14 - Fornecimento de balastro	78
8.15 - Transporte, descarga e regularização de balastro	78
8.16 - Fornecimento e assentamento de estrados pré-fabricados	79
8.17 - JIC.....	79
9 - CONDIÇÕES TÉCNICAS.....	81
10 - CONCLUSÕES.....	83
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	85
 ANEXO 1 – Parâmetros Geométricos e Dinâmicos - Diretriz	
ANEXO 2 – Parâmetros Geométricos e Dinâmicos - Rasante	
ANEXO 3 – Peças Desenhadas	

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 3.1 – Gabarits [8] [9].....	14
Figura 3.2 – Gabarit Estático (GE).....	14
Figura 3.3 – Gabarit Dinâmico (GD)	15
Figura 3.4 – Gabarit Limite de Obstáculos (GLO).....	15
Figura 3.5 – Equilíbrio das forças atuantes em curva [1].....	18
Figura 4.1 – Sub-troço 1 – Esquema Topológico.....	27
Figura 4.2 – Sub-troço 1 – Traçado em Planta	28
Figura 4.3 – Sub-troço 1 – Repartição dos Elementos do Traçado.....	28
Figura 4.4 – Sub-troço 1 – Diagrama de Sinuosidade	28
Figura 4.5 – Sub-troço 2 – Esquema Topológico.....	29
Figura 4.6 – Sub-troço 2 – Traçado em Planta	29
Figura 4.7 – Sub-troço 2 – Repartição dos Elementos do Traçado.....	30
Figura 4.8 – Sub-troço 2 – Diagrama de Sinuosidade	30
Figura 4.9 – Sub-troço 1 – Perfil Longitudinal.....	31
Figura 4.10 – Sub-troço 2 – Perfil Longitudinal.....	32
Figura 4.11 – Sub-troço 1 – Diagrama de Escalas e Velocidades	34
Figura 4.12 – Sub-troço 2 – Diagrama de Escalas e Velocidades	34
Figura 5.1 – Apeadeiro de Maçainhas	35
Figura 5.2 – Apeadeiro de Benespera	36
Figura 5.3 – Apeadeiro de Barracão / Sabugal.....	36
Figura 5.4 – AMV 8/I de ligação entre a LBB e a LBA.....	37
Figura 5.5 - Solução estudada para a ligação entre a LBB e a LBA.	38
Figura 5.6 – Zona de derivação para a nova ligação da LBB à LBA	38
Figura 6.1 – Viaduto da Flandres	40
Figura 6.2 – Viaduto da Flandres - Tabuleiro.....	40
Figura 6.3 – Viaduto da Flandres – Modelo Tridimensional	41
Figura 6.4 – PI da Baiúca.....	41
Figura 6.5 – PI da Baiúca - Tabuleiro	42

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 6.6 – PI da Baiúca – Modelo Tridimensional	42
Figura 6.7 – Ponte do Corge	42
Figura 6.8 – Ponte do Corge - Tabuleiro.....	43
Figura 6.9 – Ponte do Corge – Modelo Tridimensional	43
Figura 6.10 – Futura Ponte do Corge - Alçado	43
Figura 6.11 – Ponte do Corge – Traçado em Planta	44
Figura 6.12 – Ponte do Zêzere II.....	44
Figura 6.13 – Ponte do Zêzere II - Tabuleiro	44
Figura 6.14 – Ponte do Zêzere II – Modelo Tridimensional	45
Figura 6.15 – Ponte do Zêzere II – Traçado em Planta.....	45
Figura 6.16 – Ponte de Maçainhas	46
Figura 6.17 – Ponte de Maçainhas - Tabuleiro	46
Figura 6.18 – Ponte de Maçainhas – Modelo Tridimensional.....	46
Figura 6.19 – Ponte de Maçainhas – Traçado em Planta.....	47
Figura 6.20 – Ponte dos Gogos	48
Figura 6.21 – Ponte dos Gogos – Tabuleiro	48
Figura 6.22 – Ponte dos Gogos – Modelo Tridimensional.....	48
Figura 6.23 – Ponte dos Gogos – Traçado em Planta.....	50
Figura 6.24 – Ponte do Rebolal.....	50
Figura 6.25 – Ponte do Rebolal – Tabuleiro	51
Figura 6.26 – Ponte do Rebolal – Modelo Tridimensional	51
Figura 6.27 – Ponte do Rebolal – Traçado em Planta.....	52
Figura 6.28 – Ponte da Tapada das Côrtes	52
Figura 6.29 – Ponte da Tapada das Côrtes - Tabuleiro.....	53
Figura 6.30 – Ponte da Tapada das Côrtes – Modelo Tridimensional.....	53
Figura 6.31 – Ponte da Tapada das Cortes – Traçado em Planta	54
Figura 6.32 – Ponte da Galrita	54
Figura 6.33 – Ponte da Galrita - Tabuleiro	54
Figura 6.34 – Ponte da Galrita – Modelo Tridimensional.....	55
Figura 6.35 – Ponte da Galrita – Traçado em Planta.....	56
Figura 6.36 – Ponte da Penha da Barroca.....	56

Figura 6.37 – Ponte da Penha da Barroca - Tabuleiro	56
Figura 6.38 – Ponte da Penha da Barroca – Modelo Tridimensional	57
Figura 6.39 – Ponte da Penha da Barroca – Traçado em Planta	58
Figura 6.40 – Ponte de Silveiras I	58
Figura 6.41 – Ponte de Silveiras I - Tabuleiro	58
Figura 6.42 – Ponte de Silveiras I – Modelo Tridimensional	59
Figura 6.43 – Ponte de Silveiras I – Traçado em Planta	59
Figura 6.44 – Ponte de Noémi	60
Figura 6.45 – Ponte de Noémi - Tabuleiro	60
Figura 6.46 – Ponte de Noémi – Modelo Tridimensional	60
Figura 6.47 – Ponte de Corte de Cavalos	61
Figura 6.48 – Ponte de Corte de Cavalos - Tabuleiro	61
Figura 6.49 – Ponte de Corte de Cavalos – Modelo Tridimensional	61
Figura 6.50 – Ponte do Rio Diz	62
Figura 6.51 – Ponte do Rio Diz – Modelo Tridimensional	62
Figura 6.52 – Túnel do Sabugal – Boca Sul	63
Figura 6.53 – Túnel do Sabugal – Interior	63
Figura 6.54 – Túnel do Sabugal – Planta	64
Figura 6.55 – Revestimento – Boca Sul	65
Figura 6.56 – Revestimento – Interior	65
Figura 6.57 – Perfil Transversal (Curva)	65
Figura 6.58 – Perfil Transversal (Reta)	65
Figura 6.59 – Túnel do Sabugal - Traçado em Planta	66
Figura 6.60 – Perfil Longitudinal – Sem necessidade de nichos	66
Figura 6.61 – Perfil Longitudinal – Com necessidade de nichos	67
Figura 7.1 – Carril Vignole 60E1	69
Figura 7.2 – Travessa de betão bi-bloco, tipo Satepor VAX LU 41 NG-Carril 60E1	70
Figura 7.3 – Fixações Vossloh com sistema KS com grampos SKL-12 [16]	70
Figura 7.4 – Contra carril 33C1/U69	71
Figura 7.5 – Suporte de Fixação de Contracarril 33C1/U69	71
Figura 7.6 – AMV Tangente 0.11 / Raio 300	72

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 7.7 – AMV Tangente 0.0728 / Raio 500.....	72
Figura 7.8 - AD Unidirecional – Curso 200mm	72
Figura 7.9 – AD Bidirecional – Curso 200mm.....	73
Figura 7.10 – Aparelho Carrilador	73
Figura 7.11 – Módulos dos estrados pré-fabricados [17].....	74
Figura 7.12 – PN com estrados pré-fabricados	74

ÍNDICE DE QUADROS

	Pág.
Quadro 1.1 – Organização do Projeto	4
Quadro 1.2 – Peças Desenhadas	6
Quadro 3.1 – Critérios em Estações e Apeadeiros.....	16
Quadro 4.1 – Sub-troço 1 – Elementos de Traçado	28
Quadro 4.2 – Sub-troço 1 – Curvas Circulares.....	29
Quadro 4.3 – Sub-troço 1 – Elementos de Traçado	30
Quadro 4.4 – Sub-troço 1 – Curvas Circulares.....	30
Quadro 4.5 – Parâmetros Geométricos e Dinâmicos	33
Quadro 6.1 – Pontes, Viadutos e Passagens Inferiores no troço Covilhã – Guarda.....	39

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AD	Aparelho de Dilatação
ΔD	Variação da Escala
ΔI	Variação da Insuficiência de Escala
AC	Aparelho Carrilador
AD-Bi	Aparelho de Dilatação Bidirecional
AD-Uni	Aparelho de Dilatação Unidirecional
AMV	Aparelho de Mudança de Via
av	Aceleração Vertical
BLS	Barra Longa Soldada
C	Coeficiente de Escala Teórico
CEN	Comité Européen de Normalization
CP	Comboios de Portugal
CT	Condições Técnicas
CV	Curva
D	Escala
dD/dl	Variação da Escala em Função do Comprimento
dD/dt	Variação da Escala em Função do Tempo
DGEC	Direção Geral de Engenharia e Construção
dl/dt	Variação da Insuficiência de Escala em Função do Tempo
DPU	Definição de Preços Unitários
Dt	Escala Teórica
e	Distância entre eixos dos carris
E	Excesso de Escala
EN	European Standard
EO	Estimativa Orçamental
F	Força Centrífuga
G	Centro de Massa do Veículo
g	Aceleração da Gravidade
GD	Gabarit Dinâmico
GE	Gabarit Estático
GEO	Geologia
GLO	Gabarit de Limite de Obstáculos
I	Insuficiência de Escala
INTF	Instituto Nacional do Transporte Ferroviário
IPQ	Instituto Português da Qualidade

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

IT	Instrução Técnica
JIC	Junta Isolante Colada
L	Comprimento
LBA	Linha da Beira Alta
LBB	Linha da Beira Baixa
lim	Limite
LNEC	Laboratório Nacional de Engenharia Civil
m	Massa do Veículo
MD	Medições Detalhadas
MJD	Memória Descritiva e Justificativa
MQT	Mapa de Quantidades de Trabalho
NP	Norma Portuguesa
NRV	Normativa Renfe Via
OA	Obras de Arte
P	Peso do Veículo
PI	Passagem Inferior
Pk	Ponto Quilométrico
PLIE	Plataforma Logística de Iniciativa Empresarial da Guarda
PN	Passagem de Nível
PP	Passagem de Peões
PS	Passagem Superior
r	Raio
REFER	Rede Ferroviária Nacional
RIV	Renovação Integral de Via
R _{mín.}	Raio Mínimo
RT	Alinhamento Reto
Rv	Raio Vertical
Tan	Tangente
tg	Tangente
TR	Transição
TVM	Tabela de Velocidades Máximas
UIC	International Union of Railways
V	Velocidade
V _{máx.}	Velocidade Máxima

1 - INTRODUÇÃO

O presente documento, desenvolvido no âmbito do Trabalho Final de Mestrado refere-se ao Projeto de Execução da especialidade de Via Férrea relativo à Modernização da Linha da Beira Baixa, para o troço compreendido entre Covilhã (Pk 165+195) e Guarda (Pk 211+694).

Trata-se de um troço com cerca de 46,50 Km, sendo que na empreitada resultante deste projeto não se inclui a zona compreendida entre o Pk 178+400 e o Pk 188+400, numa extensão de 10 km que já foi intervencionada pela REFER.

1.1 - ENQUADRAMENTO

A modernização da Linha da Beira Baixa, no troço Covilhã/Guarda, incluindo a sua eletrificação, vai permitir a introdução de novo material circulante por parte do(s) operador(es) ferroviário(s), a implementação de novos serviços e a materialização de uma alternativa efetiva à Linha da Beira Alta, aumentando significativamente a capacidade de exploração na ligação à fronteira de Vilar Formoso.

Para além da modernização do troço em questão, considera-se que contribuirão igualmente para esse objetivo: a futura concordância entre as Linha da Beira Baixa e da Beira Alta, a construção do parque de linhas para acesso ferroviário à PLIE - Plataforma Logística de Iniciativa Empresarial da Guarda e ainda a adaptação do layout ferroviário da Estação da Guarda (lado nascente).

Para além da melhoria das condições da infraestrutura existente, a qual se encontra em mau estado em algumas zonas, é do senso comum que o investimento preconizado pretende no essencial concretizar o “fecho da malha”, estabelecendo uma ligação alternativa à cidade da Guarda e potenciando a geração de novos fluxos de passageiros, em especial para o serviço de longo curso, nomeadamente para ligação à futura rede de Alta Velocidade (com paragem na cidade da Guarda) e para o tráfego de mercadorias.

1.2 - ESTRUTURA DO DOCUMENTO

O presente documento considera 10 capítulos, cujo conteúdo se sintetiza em seguida:

- Capítulo 1, INTRODUÇÃO – Enquadramento do tema, onde são igualmente explicados o âmbito do projeto e a sua organização;
- Capítulo 2, ELEMENTOS DE SUPORTE E PRINCIPAIS CONDICIONANTES – Identificação da informação de suporte à realização do Projeto e descrição das principais condicionantes identificadas no troço;
- Capítulo 3, CRITÉRIOS DE PROJETO – Explicitação e delimitação dos critérios de Projeto, designadamente ao nível dos parâmetros geométricos e dinâmicos e dos materiais de via a aplicar;
- Capítulo 4, TRAÇADO – Definição e descrição do traçado em termos planimétricos e altimétricos;
- Capítulo 5, ESTAÇÕES E APEADEIROS – Caracterização e descrição das soluções previstas para a estação da Guarda e apeadeiros de Maçainhas, Benespera e Barracão / Sabugal;
- Capítulo 6, PONTES E TÚNEIS – Caracterização e descrição das soluções previstas para as 14 pontes e pontões metálicos e ainda para o túnel do Sabugal;
- Capítulo 7, MATERIAIS DE VIA – Definição dos materiais de via, tanto ao nível da plena Via (Carril, travessas e Fixações) como em situações particulares associadas a pontos fixos (Aparelhos de Dilatação e Aparelhos Carriladores);
- Capítulo 8, TRABALHOS – Identificação dos trabalhos de via necessários à materialização do projeto;
- Capítulo 9, CONDIÇÕES TÉCNICAS – Informação relativa às Condições Técnicas aplicáveis (trabalhos e materiais) para a realização do presente projeto;
- Capítulo 10, CONCLUSÕES – Conclusões decorrentes do projeto realizado;
- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS – Identificação das referências bibliográficas utilizadas para a produção do documento.

1.3 - ÂMBITO DO PROJETO

O troço Covilhã/Guarda, em via simples não eletrificada e bitola ibérica (1668 mm), tem uma extensão cerca de 46.5 km e encontra-se inserido numa zona caracterizada por uma orografia desfavorável de que resulta um traçado sinuoso a que se associam trainéis com inclinações elevadas, bem como a existência de diversos pontos fixos, designadamente pontes e pontões metálicos e o túnel do Sabugal.

As características referidas, a que se associa a degradação da linha, conduzem a fortes constrangimentos à circulação ferroviária, que antes do encerramento entretanto decidido pela REFER, se traduziam em 6 circulações (automotoras) para serviço de passageiros, não havendo lugar à circulação de comboios de mercadorias.

No âmbito da modernização do troço Covilhã/Guarda da Linha da Beira Baixa, e no seguimento da intervenção já realizada entre o Pk 178+400 e o Pk 188+500, preconizam-se as seguintes intervenções:

- Renovação integral de via em que se pretende a manutenção do atual canal, embora com pequenas retificações (ripagens) por forma a garantir velocidades de circulação entre os 80 km/h e os 90 km/h para comboios convencionais e os 100 km/h a 110 km/h para comboios pendulares;
- Instalação de novo armamento de via, constituído por carril 60 E1, travessas bi-bloco de betão (Satepor) equipadas com fixações do tipo Nabla, assente sobre balastro granítico;
- Eletrificação do traçado com catenária do tipo LP10, conforme a Nota Técnica da DGECC de Abril de 2009;
- Alargamento das zonas em escavação e aterro de modo a permitir a implantação dos futuros postes de catenária;
- Tratamento da plataforma da via, nas zonas identificadas como instáveis;
- Melhoria das condições de drenagem longitudinal e profunda da plataforma e da drenagem transversal;
- Estabilização de taludes;
- Alteamento e prolongamento das plataformas de passageiros e intervenções nos Apeadeiros de Maçainhas, Benespera e Barracão/Sabugal;
- Vedação da infraestrutura;

- Adaptação do layout da estação da Guarda (lado nascente) por forma a permitir o acesso direto, a partir da Linha da Beira Baixa, às linhas II, III e IV desta estação.

Tal como foi considerado para a RIV realizada entre o Pk 178+400 e o Pk 188+500, as obras decorrentes deste projeto serão executadas com a linha encerrada à exploração.

Constituem exceção os trabalhos previstos para a ligação à futura concordância entre a Linha da Beira Baixa e a Linha da Beira Alta, bem como a intervenção no lado nascente da estação da Guarda, sendo que estes trabalhos serão executados em períodos de interdição (noturnos e fins de semana).

1.4 - ORGANIZAÇÃO DO PROJETO

A organização delineada para este projeto, contempla 13 Volumes, alguns desagregados por tomos, conforme indicado no **Quadro 1.1**.

Quadro 1.1 – Organização do Projeto

Volume	Tomo	Descrição
00	00	Descrição Geral do Projeto
01		Cartografia, Topografia
	01	Cartografia
	02	Plataforma de Passageiros
	03	Coordenação de Via
	04	Perfil Longitudinal
	05	Perfil Transversal
	06	Caracterização de Passagens Superiores e Inferiores
	07	Caracterização de Passagens Hidráulicas e Linhas de Água
	08	Levantamentos de Passagens de Nível
02	00	Estudo Geológico e Geotécnico
03	00	Via Férrea
04		Terraplenagem e Drenagem
	01	Terraplenagem e Drenagem
	02	Estudo Hidrológico
05	00	Restabelecimentos e Caminhos Paralelos
	01	Restabelecimentos e Caminhos paralelos
	02	PN - Restabelecimentos e Caminhos Paralelos

Volume	Tomo	Descrição
06		Obras Acessórias e Complementares
	01	Passagens Hidráulicas
	02	Estruturas de Contenção
07	00	Instalações Fixas de Tração Elétrica
08	00	Edifícios, Plataformas de Passageiros
09	00	Vedações
10	00	Serviços Afetados
11		Estudos de Ambiente
	01	Plano Prevenção e Gestão de Resíduos de Demolição
	02	Sumário Técnico Ambiental
12		Plano de Segurança e Saúde e Compilação Técnica
	01	Plano de Segurança e Saúde
	02	Compilação Técnica
13	00	Projeto de Expropriações - Lev. Cadastral

À especialidade de Via, corresponde o Volume 03 - Tomo 00, sendo que este contempla os seguintes elementos¹:

- MJD – Memoria Descritiva e Justificativa;
- MD – Medições Detalhadas;
- MQT – Mapa de Quantidades de Trabalho;
- DPU – Definição de Preços Unitários;
- EO – Estimativa Orçamental;

73 Peças desenhadas, conforme indicado no **Quadro 1.2**.

¹ Por razões de confidencialidade a informação relativa a Medições, Mapa de Quantidades de Trabalho, Definição de Preços Unitários e Estimativa Orçamental, não é apresentada no presente documento.

INTRODUÇÃO

Quadro 1.2 – Peças Desenhadas

Desenho nº	Designação
20130130-01	Planta e Perfil Longitudinal - Km 165+500 ao Km 166+000
20130130-02	Planta e Perfil Longitudinal - Km 166+000 ao Km 166+500
20130130-03	Planta e Perfil Longitudinal - Km 166+500 ao Km 167+000
20130130-04	Planta e Perfil Longitudinal - Km 167+000 ao Km 167+500
20130130-05	Planta e Perfil Longitudinal - Km 167+500 ao Km 168+000
20130130-06	Planta e Perfil Longitudinal - Km 168+000 ao Km 168+500
20130130-07	Planta e Perfil Longitudinal - Km 168+500 ao Km 169+000
20130130-08	Planta e Perfil Longitudinal - Km 169+000 ao Km 169+500
20130130-09	Planta e Perfil Longitudinal - Km 169+500 ao Km 170+000
20130130-10	Planta e Perfil Longitudinal - Km 170+000 ao Km 170+500
20130130-11	Planta e Perfil Longitudinal - Km 170+500 ao Km 171+000
20130130-12	Planta e Perfil Longitudinal - Km 171+000 ao Km 171+500
20130130-13	Planta e Perfil Longitudinal - Km 171+500 ao Km 172+000
20130130-14	Planta e Perfil Longitudinal - Km 172+000 ao Km 172+500
20130130-15	Planta e Perfil Longitudinal - Km 172+500 ao Km 173+000
20130130-16	Planta e Perfil Longitudinal - Km 173+000 ao Km 173+500
20130130-17	Planta e Perfil Longitudinal - Km 173+500 ao Km 174+000
20130130-18	Planta e Perfil Longitudinal - Km 174+000 ao Km 174+500
20130130-19	Planta e Perfil Longitudinal - Km 174+500 ao Km 175+000
20130130-20	Planta e Perfil Longitudinal - Km 175+000 ao Km 175+500
20130130-21	Planta e Perfil Longitudinal - Km 175+500 ao Km 176+000
20130130-22	Planta e Perfil Longitudinal - Km 176+000 ao Km 176+500
20130130-23	Planta e Perfil Longitudinal - Km 176+500 ao Km 177+000
20130130-24	Planta e Perfil Longitudinal - Km 177+000 ao Km 177+500
20130130-25	Planta e Perfil Longitudinal - Km 177+500 ao Km 178+000
20130130-26	Planta e Perfil Longitudinal - Km 178+000 ao Km 178+500
20130130-27	Planta e Perfil Longitudinal - Km 188+500 ao Km 189+000
20130130-28	Planta e Perfil Longitudinal - Km 189+000 ao Km 189+500
20130130-29	Planta e Perfil Longitudinal - Km 189+500 ao Km 190+000
20130130-30	Planta e Perfil Longitudinal - Km 190+000 ao Km 190+500
20130130-31	Planta e Perfil Longitudinal - Km 190+500 ao Km 191+000
20130130-32	Planta e Perfil Longitudinal - Km 191+000 ao Km 191+500
20130130-33	Planta e Perfil Longitudinal - Km 191+500 ao Km 192+000
20130130-34	Planta e Perfil Longitudinal - Km 192+000 ao Km 192+500
20130130-35	Planta e Perfil Longitudinal - Km 192+500 ao Km 193+000
20130130-36	Planta e Perfil Longitudinal - Km 193+000 ao Km 193+500
20130130-37	Planta e Perfil Longitudinal - Km 193+500 ao Km 194+000
20130130-38	Planta e Perfil Longitudinal - Km 194+000 ao Km 194+500
20130130-39	Planta e Perfil Longitudinal - Km 194+500 ao Km 195+000
20130130-40	Planta e Perfil Longitudinal - Km 195+000 ao Km 195+500
20130130-41	Planta e Perfil Longitudinal - Km 195+500 ao Km 196+000
20130130-42	Planta e Perfil Longitudinal - Km 196+000 ao Km 196+500
20130130-43	Planta e Perfil Longitudinal - Km 196+500 ao Km 197+000
20130130-44	Planta e Perfil Longitudinal - Km 197+000 ao Km 197+500

Desenho nº	Designação
20130130-45	Planta e Perfil Longitudinal - Km 197+500 ao Km 198+000
20130130-46	Planta e Perfil Longitudinal - Km 198+000 ao Km 198+500
20130130-47	Planta e Perfil Longitudinal - Km 198+500 ao Km 199+000
20130130-48	Planta e Perfil Longitudinal - Km 199+000 ao Km 199+500
20130130-49	Planta e Perfil Longitudinal - Km 199+500 ao Km 200+000
20130130-50	Planta e Perfil Longitudinal - Km 200+000 ao Km 200+500
20130130-51	Planta e Perfil Longitudinal - Km 200+500 ao Km 201+000
20130130-52	Planta e Perfil Longitudinal - Km 201+000 ao Km 201+500
20130130-53	Planta e Perfil Longitudinal - Km 201+500 ao Km 202+000
20130130-54	Planta e Perfil Longitudinal - Km 202+000 ao Km 202+500
20130130-55	Planta e Perfil Longitudinal - Km 202+500 ao Km 203+000
20130130-56	Planta e Perfil Longitudinal - Km 203+000 ao Km 203+500
20130130-57	Planta e Perfil Longitudinal - Km 203+500 ao Km 204+000
20130130-58	Planta e Perfil Longitudinal - Km 204+000 ao Km 204+500
20130130-59	Planta e Perfil Longitudinal - Km 204+500 ao Km 205+000
20130130-60	Planta e Perfil Longitudinal - Km 205+000 ao Km 205+500
20130130-61	Planta e Perfil Longitudinal - Km 205+500 ao Km 206+000
20130130-62	Planta e Perfil Longitudinal - Km 206+000 ao Km 206+500
20130130-63	Planta e Perfil Longitudinal - Km 206+500 ao Km 207+000
20130130-64	Planta e Perfil Longitudinal - Km 207+000 ao Km 207+500
20130130-65	Planta e Perfil Longitudinal - Km 207+500 ao Km 208+000
20130130-66	Planta e Perfil Longitudinal - Km 208+000 ao Km 208+500
20130130-67	Planta e Perfil Longitudinal - Km 208+500 ao Km 209+000
20130130-68	Planta e Perfil Longitudinal - Km 209+000 ao Km 209+500
20130130-69	Planta e Perfil Longitudinal - Km 209+500 ao Km 210+000
20130130-70	Planta e Perfil Longitudinal - Km 210+000 ao Km 210+500
20130130-71	Planta e Perfil Longitudinal - Km 210+500 ao Km 211+000
20130130-72	Planta e Perfil Longitudinal - Km 211+000 ao Km 211+500
20130130-73	Bordadura das Plataformas

As folhas de planta e perfil longitudinal do Projeto de Via, peças desenhadas 20130130-01 a 20130130-72, contêm a informação necessária à definição e materialização do presente projeto, nomeadamente:

- Traçado em planta sobre base cartográfica na escala 1:1000;
- Linhas existentes em representação bifilar;
- Linhas projetadas em representação unifilar;
- Identificação das curvas em planta e dos correspondentes pontos notáveis;
- Quadros com a indicação das características geométricas e parâmetros dinâmicos das curvas;
- Perfil longitudinal existente e de projeto;
- Quilometragem existente e de projeto;

- Localização dos perfis transversais;
- Localização dos Apeadeiros e inerentes plataformas de passageiros;
- Localização de Obras de Arte (Pontes, Pontões, PS – Passagens Superiores e PI – Passagens Inferiores);
- Localização do túnel do Sabugal;
- Localização de PN – Passagens de Nível;
- Localização de AMV – Aparelhos de Mudança de Via incluindo as suas estacas limite;
- Indicação da velocidade máxima nos ramos desviados dos AMV;
- Quadro com as características dos AMV;
- Caracterização dos materiais de via (Armamento de Via);
- Norte cartográfico e coordenadas;
- Vértices e quadros de coordenadas da rede de apoio topográfico;
- Legenda.

Para a implantação das novas plataformas de passageiros, foi produzida a peça desenhada 20130130-73, à escala 1/500, onde para cada apeadeiro se apresentam as coordenadas correspondentes às bordaduras.

2 - ELEMENTOS DE SUPORTE E PRINCIPAIS CONDICIONANTES

2.1 - ELEMENTOS DE SUPORTE

Para a elaboração do presente Projeto de Via foi necessário a coordenação de diversos estudos/projetos, envolvendo diferentes especialidades, nomeadamente:

- Projeto de Execução de Terraplenagem e Drenagem - desenvolvido pela especialidade de Terraplenagem e Drenagem;
- Projetos do reforço das Pontes Metálicas – Projetos fornecidos pela REFER;
- Projeto do reforço do Túnel do Sabugal – Projeto fornecido pela REFER;
- Projeto de execução da nova Ponte do Corge – Projeto fornecido pela REFER.

Para além dos elementos referidos foram ainda considerados:

- Diagrama geral da linha – Elemento disponibilizado pela REFER, que contém informação relativa ao traçado de via existente, concretamente, a descrição do traçado em planta e perfil longitudinal, armamento de via e localização de OA;
- Diagrama das velocidades praticadas no Troço Covilhã – Guarda;
- Diagrama de sinalização da Estação da Guarda;
- Programa base, intervenção em Estações e Apeadeiros;
- Lista das infraestruturas existentes;
- Lista de projetos de Passagens Desniveladas;
- Elementos referentes ao Reconhecimento Geotécnico;
- Coordenação, levantamento topográfico por método clássico, das linhas existentes;
- Cartas Militares à escala 1/25000 com a diretriz do troço Covilhã – Guarda;
- Nivelamento geométrico;
- Perfis transversais levantados no campo;
- Visitas de campo multidisciplinares;
- Orientações complementares transmitidas em reuniões de acompanhamento do projeto.

2.1.1 - Topografia

A base topográfica utilizada para a apresentação do projeto são plantas à escala 1:1000. O sistema de coordenadas corresponde ao Datum 73 (utiliza como origem na Rede Geodésica Nacional o vértice da Melriça), encontrando-se indicados nas folhas de planta e perfil longitudinal os vértices da rede de apoio topográfico e correspondente quadro de coordenadas.

Para além da cartografia na escala 1:1000, obtida por restituição aerofotogramétrica realizada a partir de voo com equipamento suportado em tecnologia de varrimento laser, foi ainda considerada a informação de ortofotomapas, obtidos durante o mesmo levantamento.

A localização dos perfis transversais encontra-se representada nos desenhos de planta e perfil longitudinal.

Para toda a totalidade do Troço Covilhã – Guarda, procedeu-se ao nivelamento a clássico, bem como a levantamentos de pormenor. Este tipo de levantamentos foi realizado nas zonas dos encontros da OA, túneis e em todos os pontos singulares que foram entendidos como necessários.

Em todas as Pontes Metálicas existentes realizaram-se levantamentos tridimensionais de todos os elementos constituintes destas.

2.1.2 - Referências quilométricas

As plantas de via e o perfil longitudinal, para além da quilometragem de projeto, contêm igualmente a quilometragem existente, elemento fundamental para a localização expedita no terreno de todos os elementos projetados, particularmente os localizados na proximidade da via, bem como toda a informação cadastral (PS, PI, Pontes, Pontões, etc.) se encontrar associada à quilometragem atual.

- No sub-troço 1, o Km Projeto 165+600 corresponde ao Km Existente 165+600.
- No sub-troço 2, o Km Projeto 188+500 corresponde ao Km Existente 188+500.

2.2 - PRINCIPAIS CONDICIONANTES

Conforme referido anteriormente, a ligação ferroviária entre a Covilhã e a Guarda insere-se numa zona de orografia difícil, de que resulta um traçado sinuoso, com raios reduzidos bem com elevado número de traineis a que, regra geral estão associadas inclinações elevadas.

Tendo presentes as indicações recebidas, realização de uma RIV, o atual espaço canal surge assim como a principal condicionante, a que está associado um número significativo de pontos fixos, de que se destacam:

- Pontes e pontões metálicos;
- Túnel do Sabugal;
- Localização dos Apeadeiros de Maçainhas, Benespera e Barracão / Sabugal e da Estação da Guarda;

Para além destes, assumem igualmente importância aspetos relacionados com:

- Necessidades decorrentes da futura eletrificação (Maciços para postes de catenária);
- Geotecnia da zona;
- Atual Domínio Público Ferroviário;
- Atravessamentos de nível existentes (e a manter);
- Ambiente.

Em termos de exploração, a intervenção prevista não se afigura preocupante, uma vez que, com exceção dos trabalhos a realizar na zona de ligação à futura Concordância entre a Linha da Beira Baixa e a Linha da Beira Alta, bem como no lado nascente da estação da Guarda, durante a intervenção, a linha será encerrada.

3 - CRITÉRIOS DE PROJETO

Para a definição da diretriz e respetiva rasante, foram considerados os parâmetros de projeto de traçado de via usuais para o tipo de infraestrutura ferroviária em questão.

Como referência foram consideradas a norma EN 13803-1 (2010) [5], bem como toda a regulamentação e legislação aplicável e em vigor como sejam as instruções, recomendações e regulamentos oficiais, as normas técnicas das fichas UIC, INTF, REFER [2] [10] [11] [15], CP, IPQ [13] [14], Especificações do LNEC e normas CEN [3] [4] [5] [6] [7] [8] [9] ou outras aplicáveis, assim como instruções transmitidas pela REFER, quando não existam outras sobre os assuntos em análise.

3.1 - BITOLA

A bitola corresponde à distância entre as faces internas da cabeça dos carris (faces de guiamento), medida em esquadria com estes e a uma distância do plano de rolamento de 15 mm. No presente projeto foi considerada a bitola de 1668 mm tanto em alinhamento reto como em curva².

3.2 - VELOCIDADE MÁXIMA ($V_{MÁX}$)

A redefinição da geometria de traçado considera as seguintes velocidades máximas:

- 90 Km/h para comboios convencionais
- 110 Km/h para comboios basculantes.

Relativamente aos comboios basculantes, não é objetivo da REFER a utilização de comboios basculantes nesta ligação, pelo que a análise a efetuar será apenas na ótica de não condicionar em absoluto, numa perspetiva de longo prazo, uma eventual alteração deste pressuposto.

² Em situações de curvas com raio inferior a 300 m será necessário considerar sobre bitola, a qual será ajustada ao tipo de travessa e fixação utilizadas.

3.3 - GABARITS

Entende-se por gabarit (ou gabarito), um contorno de referência e um conjunto de regras associadas que define o máximo espaço de ocupação possível dos veículos (motores ou rebocados) quando circulam na via. Este espaço é mais amplo do que o que resulta das dimensões dos veículos porque considera as suas dimensões de inscrição na geometria da via (**Figura 3.1**).

O Gabarit considera 3 situações:

- Estático (GE);
- Cinemático ou Dinâmico (GD);
- Obstáculos (GLO).

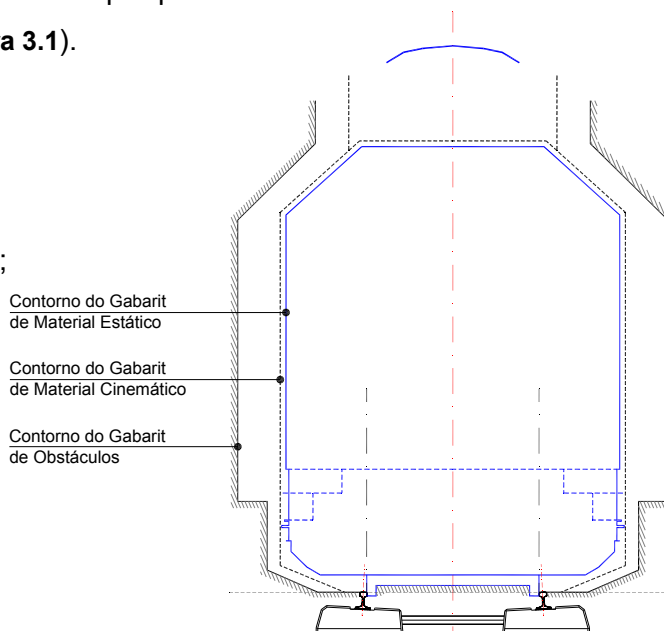


Figura 3.1 – Gabarits [8] [9]

Apresenta-se em seguida uma breve descrição para cada um dos gabarits referidos anteriormente.

Gabarit Estático (GE)

Corresponde à linha geométrica teórica que envolve o material circulante num plano transversal numa via reta (**Figura 3.2**).

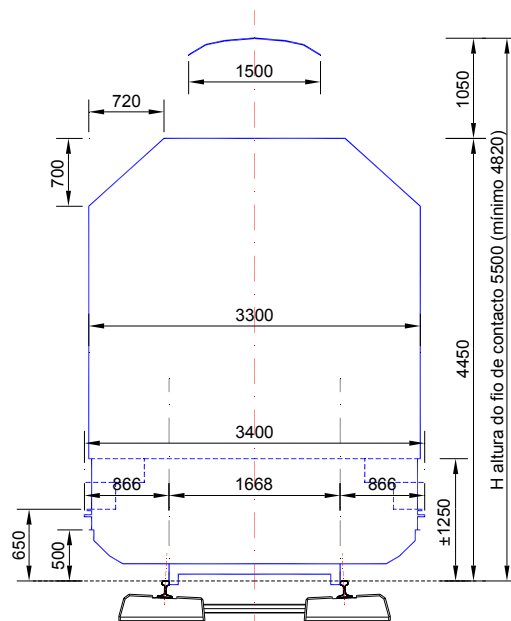


Figura 3.2 – Gabarit Estático (GE)

Gabarit Dinâmico (GD)

Considera as dimensões dos veículos, laterais e verticais, e ainda o espaço de inscrição dos veículos em curva quando estes se encontram em movimento (Figura 3.3).

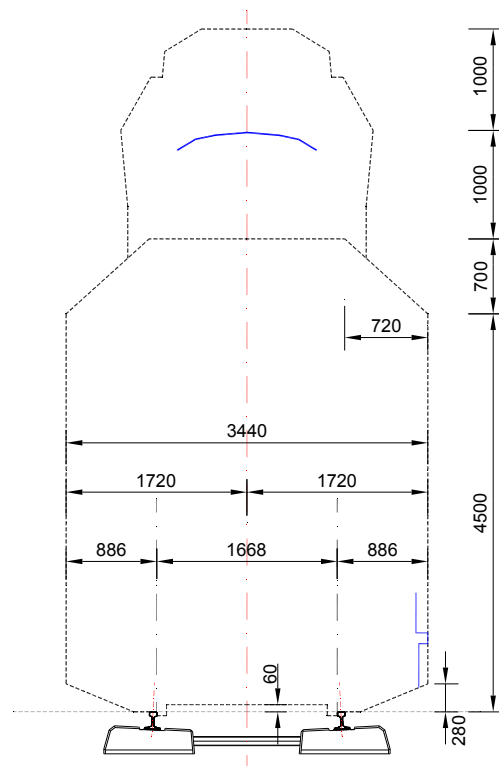


Figura 3.3 – Gabarit Dinâmico (GD)

Gabarit Limite de Obstáculos (GLO)

Define a distância mínima a considerar na implantação dos obstáculos ao longo da via (Figura 3.4).

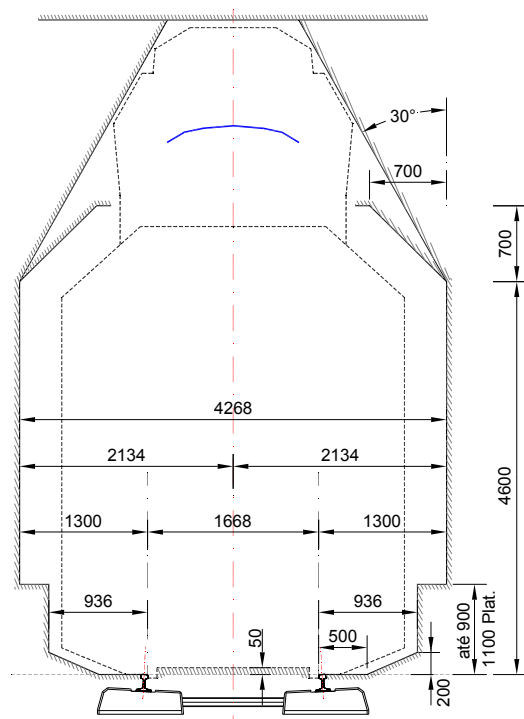


Figura 3.4 – Gabarit Limite de Obstáculos (GLO)

3.4 - INCLINAÇÃO MÁXIMA

Para o tipo de tráfego que circulará nesta linha, o declive máximo recomendado é de 18‰. Dada a orografia da zona, a rasante atual contempla valores de inclinação que chagam a atingir os 20.5‰.

3.5 - SOBREPOSIÇÃO DE CURVAS VERTICAIS COM TRANSIÇÕES EM PLANTA

Tendo como objetivo evitar que as circulações estejam sujeitas, em simultâneo a variações de raio em planta e em curvas verticais, é desejável que não ocorram sobreposições destas últimas com curvas de transição em planta.

Dada a especificidade da linha a intervencionar (linha já existente e que será objeto de uma RIV) este princípio será adotado sempre que possível.

3.6 - ESTAÇÕES E APEADEIROS

No troço a intervencionar existem 3 apeadeiros (Maçainhas, Benespera e Barracão/Sabugal) e uma estação (Guarda), em relação às quais foram preconizados os seguintes pressupostos (**Quadro 3.1**):

Quadro 3.1 – Critérios em Estações e Apeadeiros

Plataformas de passageiros	• Extensão total: 80 m • Largura: 3 m • Altura³: 0.685 m • Afastamento em relação ao eixo da via mais próximo⁴: 1.77 m
Inclinação máxima na zona das plataformas de passageiros	• Inclinação máxima desejável: 0,2%
Plataformas em curva	• Raio mínimo Recomendado: 500 m • Dadas as condicionantes existentes, este valor foi reduzido para 300 metros • Escala máxima: 125 mm

³ Em relação ao Plano de Rolamento.

⁴ Em reta. Se em curva deverá ser considerado o efeito da curva e a correspondente escala.

3.7 - PARÂMETROS GEOMÉTRICOS E DINÂMICOS

Os valores limite associados aos parâmetros geométricos e dinâmicos considerados no presente projeto tiveram por base a EN 13803-1 (2010) [5].

3.7.1 - Raio mínimo em planta

Como forma de minimizar o efeito da força centrífuga e as suas consequências, na definição de um traçado em planta devem ser utilizados raios de valor elevado.

Na determinação do valor do Raio devem ser consideradas as seguintes grandezas:

- Velocidades de circulação (máxima e mínima);
- Escala prática;
- Valores limite de insuficiência e de excesso de escala permitidos.

Assim, o valor mínimo para o raio em curva deve ser determinado de tal forma que os valores da escala (D), da insuficiência de escala (I) e do excesso de escala (E) respeitem os limites mínimos implementados pela norma e que satisfaçam a seguinte condição.

$$R = \frac{C \cdot V_{máx}^2}{D + I} \text{ (m)} \quad \text{com } C = \frac{e}{12.96 \cdot g} \quad (3.1)$$

Tendo presente a sinuosidade do traçado bem como o armamento de via pretendido e a inclusão de BLS, o raio mínimo em planta a considerar é de 300 metros.

3.7.2 - Escala

Tal como numa estrada, também a diretriz de uma linha de caminho-de-ferro é formada por alinhamentos retos e por curvas circulares, podendo estes dois elementos ser ligados por curvas de transição⁵.

Ao descrever uma curva, o veículo, para além da força de tração e do correspondente atrito, fica sujeito à ação de duas forças dominantes, a força centrífuga e a força associada ao seu peso (**Figura 3.5**).

⁵ Curvas de raio variável.

Quando a resultante destas forças é perpendicular ao plano de rolamento diz-se que o veículo se encontra em equilíbrio, pois este não está submetido a uma força centrífuga não compensada.

No entanto, esta condição só pode ser obtida mediante a implementação de uma sobre-elevação (Escala), determinada em função do valor do raio da curva e da velocidade de circulação dos veículos. Numa situação de equilíbrio esta sobre elevação designa-se por Escala Teórica (D_t).

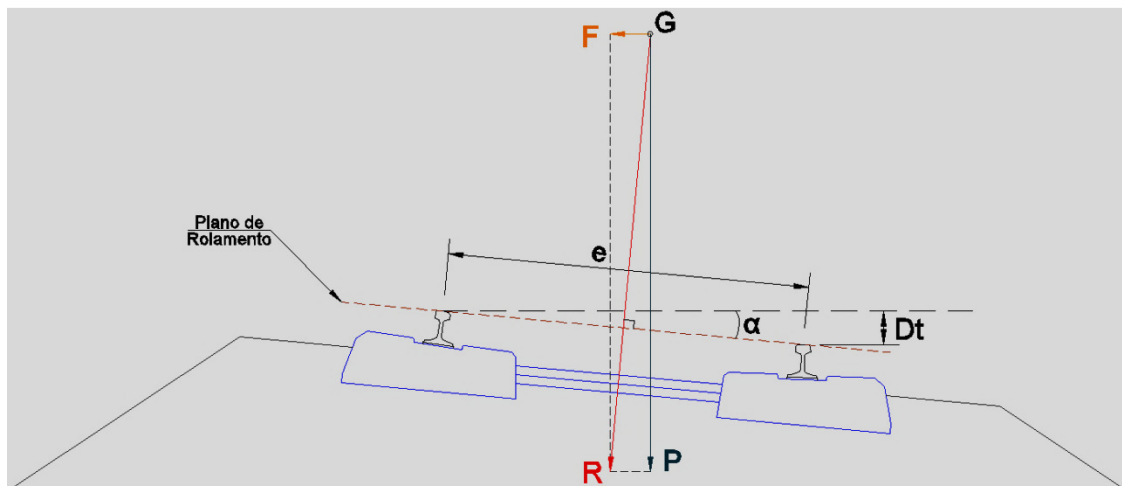


Figura 3.5 – Equilíbrio das forças atuantes em curva [1]

Sendo:

- G – Centro de gravidade do veículo
- F – Força centrífuga ($F=m \cdot V^2/R$)
- P – Peso do veículo ($P=m \cdot g$)
- m – Massa do veículo
- V – Velocidade do veículo
- R – Raio da curva (m)
- e – Distância entre os eixos dos carris (m)

Tendo em conta que o ângulo α é muito pequeno, o seno α é praticamente igual à $\tan(\alpha)$ e assim:

$$D_t = e \cdot \sin \alpha \quad (3.2)$$

$$\tan \alpha = \frac{G \cdot F}{G \cdot P} \quad (3.3)$$

$$D_t = e \cdot \tan \alpha = e \cdot \frac{G \cdot F}{G \cdot P} \quad (3.4)$$

$$D_t = e \cdot \frac{\frac{m \cdot v^2}{r}}{m \cdot g} = \frac{e}{g} \cdot \frac{v^2}{r} \quad (3.5)$$

Convertendo para km/h:

$$v = \frac{v}{3.6} \quad (3.6)$$

$$D_t = \frac{1,733}{9.8} \cdot \frac{v^2}{r} = \frac{1,733}{9.8} \cdot \frac{v^2}{12,96 \cdot r} \quad (3.7)$$

$$D_t = \frac{0.01364 \cdot v^2}{r} \text{ (m)} \quad (3.8)$$

$$D_t = \frac{13.64 \cdot v^2}{r} \text{ (mm)} \quad (3.9)$$

A escala prática (ou real) é a escala que será materializada em cada curva e que traduz a diferença de cotas entre as duas filas de carril⁶.

Segundo a norma EN 13803-1:2010 [5], o valor limite recomendado para a escala é de 185 mm e o valor excecional é 205 mm. Deve-se ainda ter em conta que para evitar o risco de descarrilamento dos vagões com grande rigidez à torção em curvas de pequeno raio, se recomenda que a escala não ultrapasse o limite decorrente da seguinte equação.

$$D_l = (r - 50) \cdot 0,9 \text{ (mm)} \quad (3.10)$$

Para vias adjacentes aos cais de passageiros, a escala deve ser limitada a 125 mm [5].

No presente projeto, o valor máximo de escala preconizado foi de 150 mm.

3.7.3 - Excesso de Escala (E)

O excesso de escala corresponde à diferença excessiva da altura entre o carril da fila baixa (carril interior da curva) e o carril da fila alta (carril exterior da curva). Trata-se de uma questão relevante com especial enfoque nos comboios lentos (mercadorias ou de manutenção), dado o surgimento de uma força centrípeta, originando um esforço superior no carril da fila baixa, podendo mesmo causar defeitos na via bem como um maior desgaste no carril da fila interior, ou em situação extrema o derrube da composição para o interior da curva.

No presente projeto o excesso de escala foi limitado a 125 mm.

⁶ Fila Alta e Fila Baixa.

3.7.4 - Insuficiência de Escala (I)

Ao contrário do excesso de escala, a insuficiência de escala numa via corresponde ao valor de escala em falta para que os comboios circulem sem serem afetados pelo efeito da força centrífuga.

Em situações em que o valor da escala teórica (D_t) é superior ao valor da escala prática (D) são exercidos esforços transversais no sentido exterior à curva e proporcionais à referida insuficiência.

$$I = D_t - D \text{ (mm)} \quad (3.11)$$

$$I = (13.64 \cdot V(\text{máx.})^2)/r - D \text{ (mm)} \quad (3.12)$$

$$I \leq I_{\text{lim}} \text{ (mm)} \quad (3.13)$$

Decorrente desta situação, o carril da fila exterior fica submetido a um esforço superior relativamente ao carril da fila interior induzindo assim uma aceleração transversal.

A insuficiência de escala corresponde ao valor da aceleração lateral não compensada, que influencia diretamente na segurança da via, a conservação e manutenção da via bem como o conforto dos passageiros que a utilizam, principalmente os que viajam de pé.

Os valores recomendados pela norma EN 13803-1:2010 [5] são:

- Comboios convencionais que circulem com velocidades entre os 80 km/h e 120 km/h: limite normal de 150 mm e limite excecional de 211 mm.
- Comboios basculantes que circulem com velocidades entre os 80 km/h e os 260 km/h: limite normal de 318 mm e limite excecional de 354 mm.

3.7.5 - Variação da Escala em Função do Tempo (dD/dt)

A variação da escala em função do tempo corresponde à relação entre o aumento e diminuição da escala relativamente à velocidade máxima de um veículo circulando numa curva de transição.

Para variações de escala com declive uniforme, é desejável que se verifique a seguinte relação, sendo ΔD a variação da escala.

$$\frac{dD}{dt} = \frac{\Delta D \cdot V_{\text{máx}}}{3,6 \cdot L} \leq \left(\frac{dD}{dt}\right)_{\text{lim}} \text{ (mm/s)} \quad (3.14)$$

O valor limite normal recomendado é de 55 mm/s, sendo admissível 80 mm/s como valor limite excecional [5].

3.7.6 - Variação da Escala em Função do Comprimento (dD/dl)

A variação da escala em função do comprimento, também designado por disfarce de escala, segundo a qual aumenta ou diminui ao longo de um dado comprimento da curva de transição. Esta relação é verificada pela seguinte expressão.

$$\frac{dD}{dl} = \frac{3.6}{V_{\text{máx}}} \cdot \frac{dD}{dt} \quad (mm/m) \quad (3.15)$$

$$\frac{dD}{dl} = \frac{D}{l} \leq \left(\frac{dD}{dl} \right)_{\text{lim}} \left(\frac{mm}{m} \right) \quad (3.16)$$

O valor da variação de escala em função do comprimento deve ser inferior a 2.40 mm/m sem no entanto ultrapassar o valor limite máximo de 2.70 mm/m [5].

3.7.7 - Variação da Insuficiência de Escala em Função do Tempo (dl/dt)

A variação da insuficiência da escala em função do tempo traduz a relação do aumento ou redução da insuficiência de escala relativamente à velocidade máxima de um veículo circulando numa curva de transição.

Para transições com variações uniformes de curvatura e de escala, estabelece-se a seguinte relação, onde Δl é a variação da insuficiência de escala.

$$\frac{dl}{dt} = \frac{V_{\text{máx}}}{3,6 \cdot L} \cdot \Delta l \leq \left(\frac{dl}{dt} \right)_{\text{lim}} \quad (mm/s) \quad (3.17)$$

O valor da insuficiência de escala em função do tempo, para velocidades inferiores a 200 km/h e insuficiências de escala inferiores a 194 mm, é de 60 mm/s sem no entanto, ultrapassar o valor limite máximo de 115 mm/s [5].

3.7.8 - Comprimento dos Elementos de Traçado

O comprimento mínimo⁷ dos elementos de traçado deve obedecer ao seguinte [5]:

- Valor limite recomendado: $V_{\text{máx}}/3$ (m);
- Valor limite máximo: $V_{\text{máx}}/5$ (m).

⁷ Deve ser garantido um comprimento mínimo de 20 metros.

3.7.9 - Curvas de Transição

As curvas de transição têm como principal função evitar a existência de situações de variações bruscas de insuficiência ou de escala e podem ser consideradas entre alinhamentos retos e curvas circulares ou entre curvas circulares com diferentes raios.

O comprimento das curvas de transição decorre dos valores limites associados aos parâmetros da variação da insuficiência da escala em função do tempo (dl/dt) e do valor da variação da escala em função do comprimento (dD/dl), de acordo com as seguintes expressões:

$$L \geq \frac{V_{\max}}{3,6} \cdot \Delta I \cdot \left(\frac{dl}{dt} \right)^{-1} (m) \quad (3.18)$$

$$L \geq \Delta D \cdot \left(\frac{dD}{dl} \right)^{-1} (m) \quad (3.19)$$

O valor mínimo a considerar para comprimento as curvas de transição corresponderá ao maior valor resultante das expressões referidas [5], sendo que no presente projeto foi considerado um comprimento mínimo de 30 metros.

3.7.10 - Curvas Verticais

As curvas verticais, com um desenvolvimento mínimo de 20 metros, permitem estabelecer a concordância entre trainéis, sendo que em situações onde a diferença de inclinações entre trainéis sucessivos é inferior a 2 mm/m (2‰) as mesmas podem não sendo consideradas, dando assim origem às designadas "quebras" de trainel. O valor do raio mínimo vertical resulta da expressão seguinte [5]:

$$R_v = \frac{V_{\max}^2}{12,96 \cdot \vartheta_v} \geq (R_v)_{\lim} (m) \quad (3.20)$$

O valor limite recomendado para o raio vertical em situações onde os passageiros possam viajar de pé, é de $0,10 \cdot V_{\max}^2 (m)$, nunca baixando o valor de 2000 m.

Relativamente à Aceleração Vertical (a_v) esta deve ser calculada tendo em consideração o conforto e a segurança em relação ao descarrilamento. A aceleração vertical é determinada pela seguinte expressão:

$$\vartheta_v = \frac{V_{\max}^2}{12,96 \cdot R_v} \leq (\vartheta_v)_{\lim} (m/s^2) \quad (3.21)$$

O valor limite recomendado para a aceleração vertical em situações onde os passageiros possam viajar de pé, é de $0.10 (m/s^2)$.

3.8 - MATERIAIS DE VIA

3.8.1 - Carril

Deverá ser considerada a instalação de carril 60E1, devendo ser analisada a necessidade de utilização de carril 54E1 em pontes e pontões, designadamente em função de intervenções recentes.

3.8.2 - Travessas e Fixações

Deverá ser considerada a instalação na plena via de travessas bi-bloco de betão [13] [14], tipo Satepor VAX LU41 NG, equipadas com fixações do tipo Nabla.

Em pontes e pontões metálicos, bem como no túnel do Sabugal deverá ser feita uma análise individual por forma a considerar a solução mais ajustada a cada caso em presença.

3.8.3 - Aparelhos de Mudança de Via

A definição da geometria dos AMV a utilizar deve ter em consideração o seguinte:

- Programa de exploração definido pela REFER, incluindo a ligação da linha da Beira Baixa à linha da Beira Alta;
- Constrangimentos (espaço) nos locais de implantação.

No que se refere a sua localização, os AMV devem ser assentes em:

- Alinhamentos retos, com um afastamento mínimo de 20 m em relação as curvas de transição;
- Fora das zonas de atravessamentos rodoviários;
- Em trainel;

Relativamente a materiais, os referidos AMV a utilizar deverão incorporar:

- Carril 60E1;
- Travessas de Madeira (Azobé).

3.8.4 - Aparelhos de Dilatação

Considerar a colocação destes equipamentos (unidirecional e/ou bidirecional) nas extremidades das pontes⁸, de modo a permitir a dilatação das BLS.

Dada a sua heterogeneidade, designadamente em termos da sua localização, para cada ponte, deverá proceder-se a uma análise profunda da situação em presença, sendo que em termos globais não deve ser considerado o assentamento dos AD nas seguintes condições:

- Curvas de raio inferior a 800 m;
- Concordâncias verticais;
- Entre duas concordâncias verticais quando muito próximas.

Relativamente a materiais, os AD deverão ser constituídos por:

- Carril 60E1;
- Travessas de Madeira (Azobé).

3.8.5 - Aparelhos Carriladores

Equipamento a instalar na via com a finalidade de recolocar sobre os carris o material circulante que circule descarrilado. Este dispositivo deve ser instalado nas extremidades de pontes, túneis e, de um modo geral, em zonas onde a passagem de material descarrilado possa ter mais graves consequências.

3.8.6 - Contracarris

Entende-se por contracarril uma fração de carril colocada paralelamente a um dos carris da via, na parte interior deste, com o espaço necessário à passagem dos verdugos das rodas tendo como finalidade prevenir situações de descarrilamento, designadamente em pontes metálicas.

A fixação do contracarril será feita com suportes adequados, concretamente os que se encontram definidos pela Futrifer [16].

O contracarril será executado com o perfil 33C1/ U69, e os suportes serão colocados numa cadência de 3 em 3 travessas.

⁸ Onde a extensão de um tramo dilatável seja superior a 20 m.

3.8.7 - Lubrificadores de Via

Para contrariar o desgaste, sobretudo nas curvas de raios reduzidos, deverá ser analisada a necessidade de considerar a lubrificação da face de guiamento dos carris, utilizando dispositivos de lubrificação, a instalar na via.

Esta análise poderá ser realizada em documento autónomo ao presente projeto e ser considerada da manutenção.

3.8.8 - Juntas Isolantes Coladas (JIC)

Nas linhas equipadas com barras longas e a fim de não quebrar a sua continuidade, garantindo simultaneamente o isolamento necessário para efeitos de sinalização, serão consideradas juntas isolantes coladas⁹.

Estas juntas, que têm o mesmo comportamento de uma soldadura para efeito de resistência mecânica, são constituídas por uma junta eclissada com barretas de aço, mas em que as barretas, além de serem apertadas pelos parafusos, são também coladas ao carril com resina epóxica de alta resistência e isoladora.

A quantidade de JIC a instalar, bem como a sua localização será definida pela especialidade de sinalização.

3.8.9 - Pára-choques

Dispositivo colocado nos topos de linhas, principalmente em estações, não só para proteger plataformas ou edifícios que estejam por trás, mas também para impedir que as composições ultrapassem esses limites e descarrilem. Neste projeto não se antevê a necessidade de colocação deste equipamento.

3.8.10 - Balastro

Deverá ser considerada a aplicação de balastro granítico, em conformidade com os normativos em vigor, numa espessura de 0.25 m, medido na prumada dos carris, sob a face inferior das travessas.

⁹ Junta de via em que os topos dos carris são unidos através de um par de barretas (ou eclisses) de aço, aparafusadas às almas respetivas com 4 ou 6 parafusos. Em plena via, usa-se sempre 6 parafusos.

4 - TRAÇADO

Conforme referido, o troço Covilhã/Guarda já foi objeto de uma intervenção entre o Km 178+400 e o Km 188+500, pelo que, para se atingirem os objetivos pretendidos é ainda necessário intervencionar cerca de 35680 metros, correspondentes aos dois sub-troços em falta, concretamente:

- Sub-troço 1: Km 165+600 a 178+400
- Sub-troço 2: Km 188+500 a 211+330

4.1 - TRAÇADO EM PLANTA

Para ambos os sub-troços, a redefinição e ajustamento da diretriz foi suportada na coordenação de via (realizada por levantamento clássico) a que se seguiu um processo de regressões, realizadas de forma iterativa e interativa com as restantes especialidades, em particular com a terraplenagem e drenagem, obras de arte e ainda com as infraestruturas de tração elétrica.

A caracterização dos elementos de traçado, para além das peças desenhadas que integram o presente projeto pode igualmente ser observada no Anexo 1 – Parâmetros Geométricos e Dinâmicos – Diretriz.

4.1.1 - Sub-troço 1 – Km 165+600 a 178+400

Conforme referido, a zona em questão é caracterizada no essencial por uma orografia desfavorável, a que se associa um elevado número de pontos singulares, designadamente pontes e pontões, conforme se ilustra no esquema topológico apresentado na **Figura 4.1**.

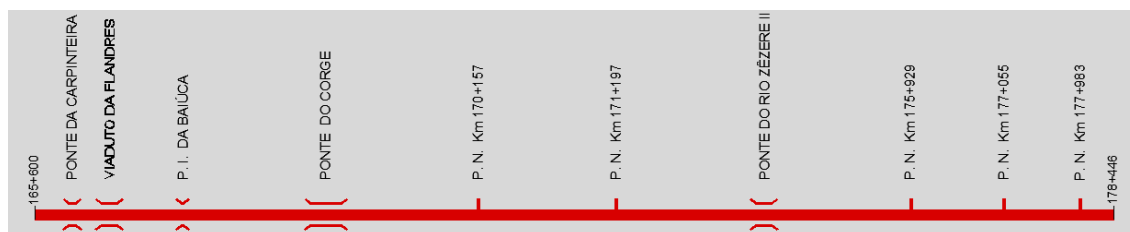


Figura 4.1 – Sub-troço 1 – Esquema Topológico

Tendo presentes as indicações inerentes à intervenção a considerar (RIV), onde apenas pontualmente de forma superficial se admitem intervenções exteriores ao atual Domínio Público Ferroviário, em termos gerais foi considerada uma diretriz similar à atual (**Figura 4.2**), onde se procedeu a ajustamentos, nomeadamente no que se refere aos comprimentos das curvas de transição.

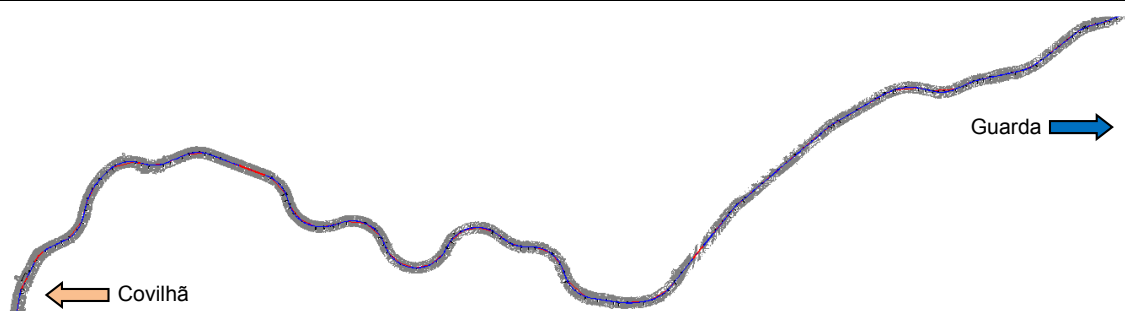


Figura 4.2 – Sub-troço 1 – Traçado em Planta

Este sub-troço, com uma extensão aproximada de 12850m, integra 28 curvas, com raios compreendidos entre os 300 e os 928 metros. A quantidade elevada de curvas nesta extensão conduz a um valor reduzido de alinhamentos retos (32.4% da extensão total), conforme se pode observar no Quadro 4.1 e na Figura 4.3.

Quadro 4.1 – Sub-troço 1 – Elementos de Traçado

	Reta	Transição	Curva
Extensão	4 160	3 615	5 072
%	32.4%	28.1%	39.5%
Total	12 847		

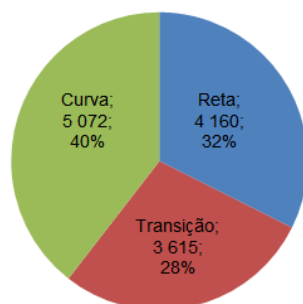


Figura 4.3 – Sub-troço 1 – Repartição dos Elementos do Traçado

Em termos espaciais, na zona inicial e sensivelmente na final predominam as zonas em curva, sendo que os alinhamentos retos mais significativas, incluindo o de maior extensão (977 metros) se localizam no último terço do traçado, conforme se pode observar no diagrama de sinuosidade (Figura 4.4).

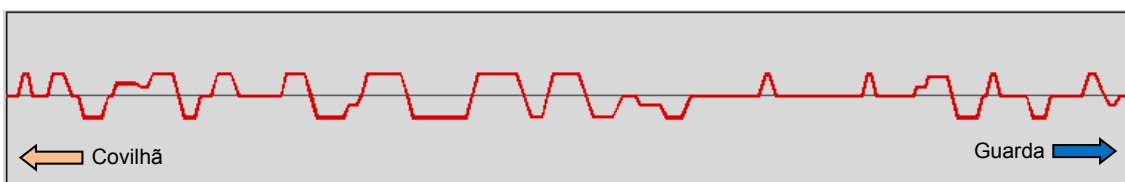


Figura 4.4 – Sub-troço 1 – Diagrama de Sinuosidade

Das 28 curvas que integram o traçado, verifica-se que 8 (28.6%) apresentam raio em planta de 300 metros, sendo que apenas 5 (17.9%) têm raio superior a 600 metros, sendo que o máximo raio aplicado foi de 928 metros. Quanto à extensão (e

Quadro 4.2 – Sub-troco 1 – Curvas Circulares

	R=300	300<R<=400	400<R<=500	500<R<=600	R>600
Qt	8	7	6	2	5
%	28.6%	25.0%	21.4%	7.1%	17.9%
Total	28				
Extensão	2 309	1 277	757	72	656
%	45.5%	25.2%	14.9%	1.4%	12.9%
Total	5 072				

Tal como o sub-troço 1, também este sub-troço se caracteriza pela existência de um elevado número de pontos singulares, conforme se pode observar no correspondente esquema topológico (**Figura 4.5**), a que se associa igualmente uma orografia desfavorável (**Figura 4.6**).

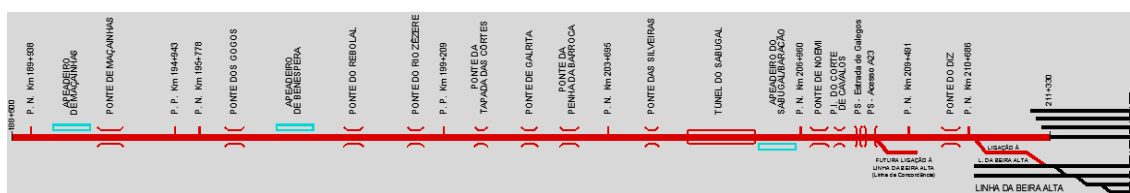


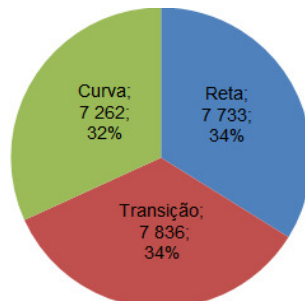
Figura 4.5 – Sub-troço 2 – Esquema Topológico

Figura 4.6 – Sub-troço 2 – Traçado em Planta

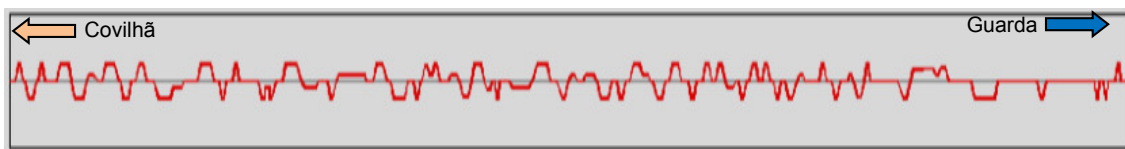
A quantidade elevada de curvas nesta extensão conduz igualmente a um valor reduzido de alinhamentos retos (33.9% da extensão total), conforme se pode observar no **Quadro 4.3** e na **Figura 4.7**.

Quadro 4.3 – Sub-troço 1 – Elementos de Traçado

	Reta	Transição	Curva
Extensão	7 733	7 836	7 262
%	33.9%	34.3%	31.8%
Total	22 831		

**Figura 4.7 – Sub-troço 2 – Repartição dos Elementos do Traçado**

Tal como para o sub-troço1 também para este sub-troço se verifica uma elevada sinuosidade, sendo que apenas na parte final se identifica uma zona com maior predomínio de alinhamentos retos (Figura 4.8).

**Figura 4.8 – Sub-troço 2 – Diagrama de Sinuosidade**

Da comparação com o sub-troço anterior, verifica-se uma ligeira melhoria das condições de inserção, uma vez que as 68 curvas que integram o traçado, verifica-se que apenas 7 (10.3%) apresentam raio em planta de 300 metros, sendo 37 (54.4%) têm raio compreendido entre os 300 e os 400 metros.

Quanto à extensão (e considerando apenas a zona circular) verifica-se que às 37 curvas com raio compreendido entre os 300 e os 400 metros correspondem 46.6% do somatório das extensões das curvas circulares (Quadro 4.4).

Quadro 4.4 – Sub-troço 1 – Curvas Circulares

	R=300	300<R<=400	400<R<=500	500<R<=600	R>600
Qt	7	37	8	6	10
%	10.3%	54.4%	11.8%	8.8%	14.7%
Total	68				
Extensão	1 389	3 387	1 043	470	973
%	19.1%	46.6%	14.4%	6.5%	13.4%
Total	7 262				

4.2 - TRAÇADO EM PERFIL LONGITUDINAL

A redefinição e ajustamento da rasante, teve igualmente como suporte a coordenação de via, complementada com o nivelamento geométrico, ambos realizados por métodos clássicos.

De igual forma, procedeu-se a uma análise iterativa e interativa com as restantes especialidades.

À semelhança da diretriz, também a caracterização dos elementos da rasante, para além das peças desenhadas que integram o presente projeto pode igualmente ser observada no Anexo 2 – Parâmetros Geométricos e Dinâmicos – Rasante.

4.2.1 - Sub-troço 1 – Km 165+600 a 178+400

Em termos gerais, a rasante deste sub-troço, com origem e fim respetivamente nas cotas 525 e 450 metros, considera 2 patamares, sensivelmente entre os Km 168+500 / 170+000 e 173+500 / 175+000, onde se localizam respetivamente as pontes de Corge e do Zêzere II (Figura 4.9).

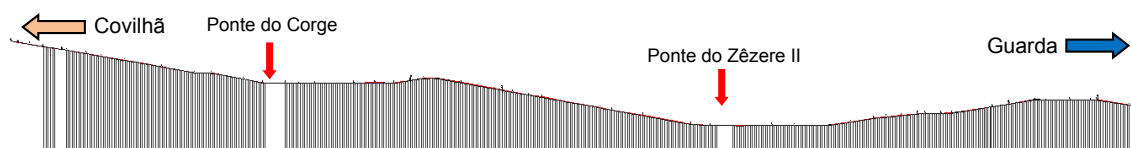


Figura 4.9 – Sub-troço 1 – Perfil Longitudinal

Para vencer os desníveis existentes é necessário considerar traineis com inclinações elevadas, maioritariamente da ordem dos 16‰ sendo mesmo atingidos valores de 20.5‰.

Na ligação entre traineis foram consideradas 15 curvas verticais, com raios compreendidos entre 3500 e 13000 metros e ainda 45 “quebras” nas situações onde a diferença entre inclinações é inferior a 2‰.

O trainel mais extenso tem 541 metros ao qual está associada uma inclinação de 18.5‰, sendo que ao trainel com maior inclinação (20.5‰) corresponde uma extensão de 226 metros.

O valor máximo da aceleração vertical que foi observado é de 0.16 m/s² e está associado a uma curva de 4000 metros de raio, localizada numa zona onde a velocidade de projeto é de 90 km/h.

4.2.2 - Sub-troço 2 – Km 188+500 a 211+330

Em comparação com a rasante do sub-troço anterior, verifica-se que a rasante do sub-troço 2, apenas contempla um patamar significativo¹⁰ (na zona da chegada à estação da Guarda), pelo que entre a cota inicial de 517 metros e a final de 810 metros se observa uma sequência de traineis consecutivos (**Figura 4.10**).

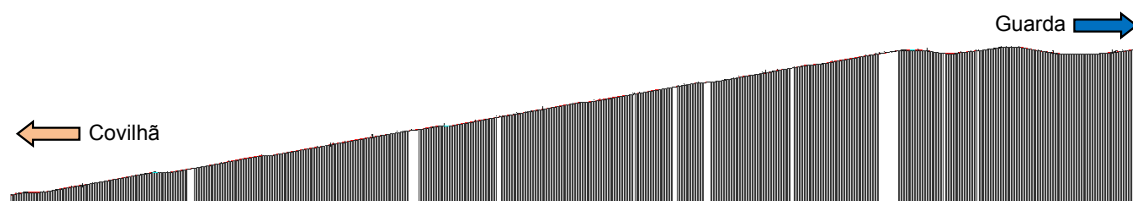


Figura 4.10 – Sub-troço 2 – Perfil Longitudinal

Para vencer os desníveis existentes é necessário considerar traineis com inclinações elevadas, maioritariamente da ordem dos 15‰ tendo mesmo atingido valores de 20.1‰.

Na ligação entre traineis foram consideradas 34 curvas verticais, com raios compreendidos entre 3500 e 15000 metros e ainda 82 “quebras” nas situações onde a diferença entre inclinações é inferior a 2‰.

O trainel mais extenso tem 815 metros ao qual está associada uma inclinação de 17.5‰, sendo que ao trainel com maior inclinação (20.1‰) corresponde uma extensão de 195 metros.

O valor máximo da aceleração vertical que foi observado é de 0.16 m/s² e está associado a uma curva de 4000 metros de raio, localizada numa zona onde a velocidade de projeto é de 90 km/h.

¹⁰ Os patamares intermédios de extensão reduzida, regra geral correspondem a pontos singulares, designadamente pontes e pontões.

4.3 - PARÂMETROS GEOMÉTRICOS E DINÂMICOS

Tendo por base os pressupostos e os normativos em vigor procedeu-se à definição dos parâmetros geométricos para a diretriz e rasante e que se sintetizam no **Quadro 4.5**.

Quadro 4.5 – Parâmetros Geométricos e Dinâmicos

	Valor Projeto		Limite Normal	Limite Excecional
	Sub-troço 1	Sub-troço 2		
DIRETRIZ:				
Raio máximo	915 m	1682 m		
Raio mínimo	300 m	300 m		
Velocidade máxima	100 km/h	100 km/h		
Velocidade mínima	80 km/h	80 km/h		
Escala máxima	145 mm	150 mm	185 mm	205 mm
Insuficiência de escala máxima	147 mm	181 mm	150 mm	211 mm
Variação de escala máxima em função do tempo (dD/dt)	53 mm/m	60 mm/m	55 mm/s	80 mm/s
Variação de escala máxima em função do comprimento (dD/ds)	2.40 mm/s	2.70 mm/s	2.40 mm/m	2.70 mm/m
Variação da insuficiência de escala máxima em função do tempo (dl/dt)	60 mm/s	88 mm/s	60 mm/s	115 mm/s
RASANTE:				
Rampa máxima (sentido Covilhã / Guarda)	16.7 ‰	20.40 ‰	20 ‰	
Rampa máxima (sentido Guarda / Covilhã)	20.50 ‰	18.5 ‰	20 ‰	
Raio vertical máximo	13000 m	15000 m		
Raio vertical mínimo	3500 m	3500 m		
Aceleração vertical máxima	0.16 m/s ²	0.16 m/s ²	0.10 m/s ²	0.31 m/s ²

A evolução dos referidos parâmetros ao longo do traçado pode ser observada no Anexo 1 e Anexo 2, respetivamente para a diretriz e para a rasante.

Regra geral, todos os parâmetros cumprem o estipulado nas Normas, havendo situações pontuais onde o limite normal foi ultrapassado, mas não sendo ultrapassado o limite excecional, como é o caso do dl/dt e que, sendo que tal deriva da existência de pontos fixos, como sejam pontes e pontões metálicos.

Nos anexos 1 e 2, as situações em que o limite normal é ultrapassado estão assinaladas com o texto a vermelho.

4.4 - DIAGRAMA DE ESCALAS E DE VELOCIDADES

Conforme já referido no âmbito dos pressupostos, constitui objetivo assegurar as condições para a circulação de comboios convencionais à velocidade de projeto de 80 km/h.

Da análise dos gráficos apresentados na **Figura 4.11** e na **Figura 4.12**, verifica-se que, para ambos os sub-troços, o objetivo foi cumprido (patamar mínimo de 80 km/h), tendo igualmente sido cumprido o pressuposto de aplicação de uma escala máxima de 150 mm.

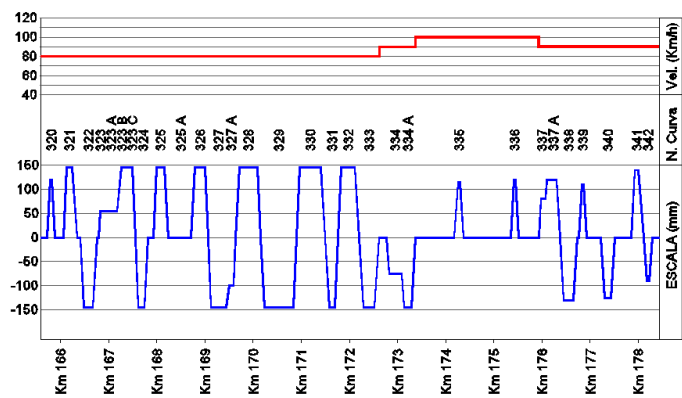


Figura 4.11 – Sub-troço 1 – Diagrama de Escalas e Velocidades

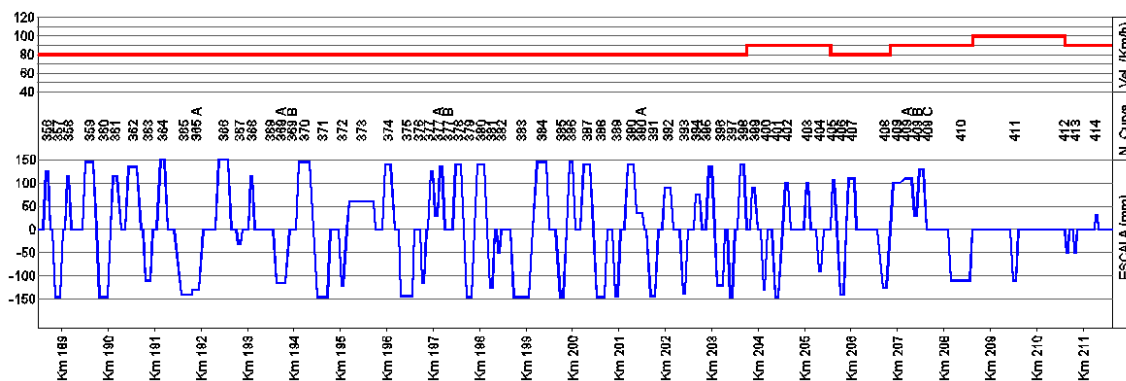


Figura 4.12 – Sub-troço 2 – Diagrama de Escalas e Velocidades

5 - ESTAÇÕES E APEADEIROS

Na zona a intervencionar situam-se 3 apeadeiros¹¹ e 1 estação, concretamente Maçainhas, Benespera e Barracão/Sabugal, e a estação da Guarda.

A estação da Guarda assume um papel importante na Linha da Beira Alta, sendo que no âmbito do presente projeto apenas será objeto de intervenção no lado nascente, para ajustamentos de layout.

5.1 - MAÇAINHAS

Localizado ao Km 191+403 (**Figura 5.1**), será intervencionado por forma a garantir a existência, no lado esquerdo, de uma nova plataforma de passageiros, sensivelmente no mesmo local da atual e com as dimensões de 80,0 m x 3,0 m x 0,685 m.

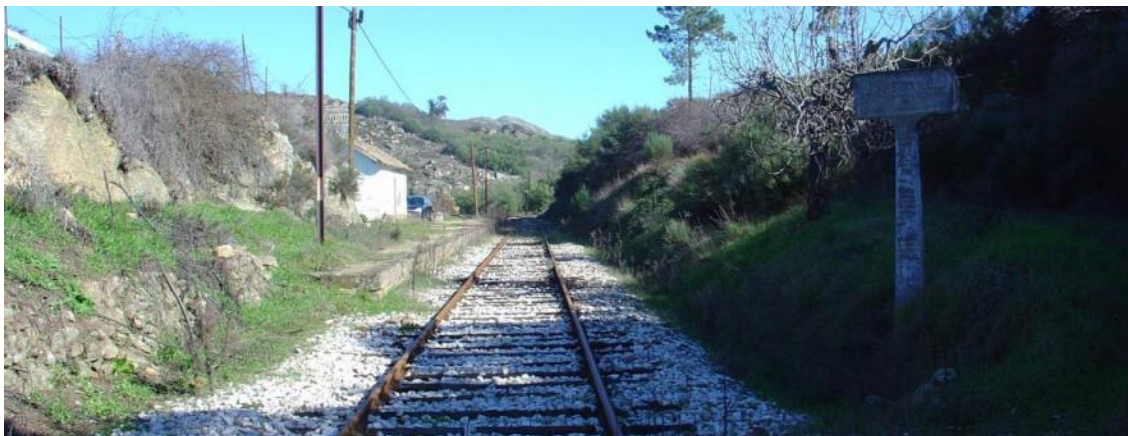


Figura 5.1 – Apeadeiro de Maçainhas

5.2 - BENESPERA

Para este apeadeiro localizado ao Km 197+260 (**Figura 5.2**), foram estudadas duas soluções:

- Solução 1: Plataforma com 150,0 m x 3,0 m x 0,685 m implantada do lado esquerdo da via, e que obrigava à intervenção no talude confinante, talude esse com inclinação agressiva e porte significativo.
- Solução 2: Plataforma com 80,0 m x 3,0 m x 0,685 m implantada do lado direito da via no local da plataforma existente e que necessita apenas de reposicionamento do caminho existente.

¹¹ Trata-se de apeadeiros com características normais, designadamente no que se refere à implantação das novas plataformas de passageiros.

Ponderadas as duas soluções, a decisão recaiu sobre a segunda, ou seja a implantação, na zona da plataforma atual de uma nova plataforma com 80,0 m x 3,0 m x 0,685 m.



Figura 5.2 – Apeadeiro de Benespera

5.3 - BARRACÃO / SABUGAL

Apeadeiro localizado ao Km 206+710 (**Figura 5.3**), onde foi considerada uma ripagem para o interior da curva (sensivelmente para a posição ocupada pela antiga linha desviada), melhorando o valor do raio da curva na zona da futura plataforma, com 80,0 m x 3,0 m x 0,685 m e que será construída no lado direito, imediatamente a sul das atuais.



Figura 5.3 – Apeadeiro de Barracão / Sabugal

5.4 - ESTAÇÃO DA GUARDA

A linha da Beira Baixa tem o seu término na estação da Guarda, onde atualmente é possível o transbordo de passageiros para a linha da Beira Alta.

Em termos de via propriamente dita, atualmente a ligação da Linha da Beira Baixa à Linha da Beira Alta é feita através dos AMV 8I e 8II (carril 54, tg 0.09, tipo ALPINE de raio 250 m). Esta ligação (**Figura 5.4**) permite o acesso direto a partir da Linha da Beira Baixa apenas à linha I da Beira Alta.

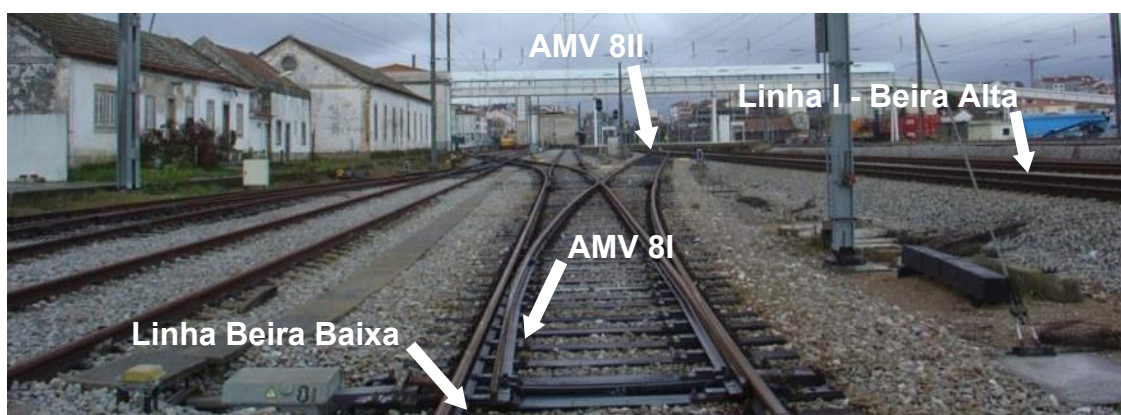


Figura 5.4 – AMV 8/I de ligação entre a LBB e a LBA

No âmbito da intervenção preconizada para a linha entre a Covilhã e a Guarda foram consideradas alterações na atual ligação entre a linha da Beira Baixa e a da Beira Alta na estação da Guarda de modo a permitir a ligação direta às linhas I, II, III e IV da LBA;

Tendo presente que a zona da atual ligação se localiza muito próximo do cais de passageiros, não existindo espaço para permitir as ligações pretendidas, foi necessário estudar uma nova ligação a montante da atual.

Assim, tendo em conta as condicionantes locais, foi desenvolvida uma solução (**Figura 5.6**) que contempla:

- A colocação, na LBB, sensivelmente ao Pk 210+725 (**Figura 5.6**) de um AMV tg 0,11 para ligação a outro AMV, este localizado na LBA. O afastamento em cerca de 260 metros entre estes dois AMV resulta da necessidade de compatibilizar esta nova ligação com a diferença de cotas altimétricas (cerca de 6 metros) que se verifica entre as duas linhas, tendo no entanto esta ligação conduzido a uma inclinação máxima de 16.3‰. Esta nova ligação considera no seu traçado em planta uma curva com um raio em planta de 350 metros.

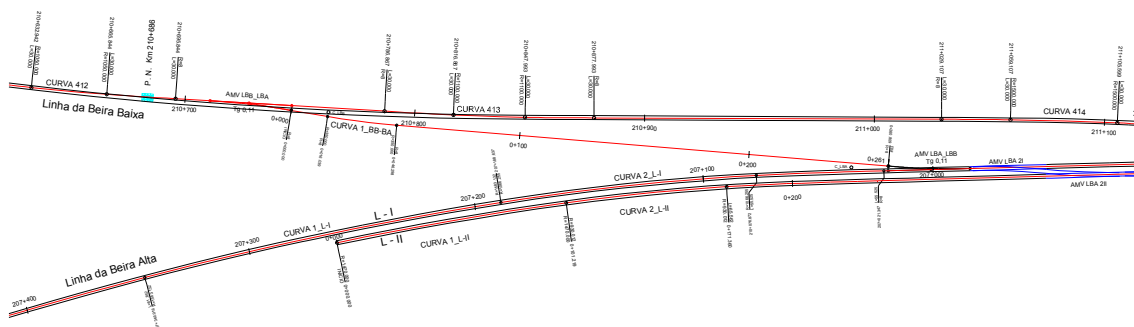


Figura 5.5 - Solução estudada para a ligação entre a LBB e a LBA.



Figura 5.6 – Zona de derivação para a nova ligação da LBB à LBA

- Colocação de um AMV tg 0.11 na linha I (LBA), permitindo a ligação à linha I da Estação da Guarda. Esta ligação permite nomeadamente a ligação às restantes linhas (II, III, e IV);
- A ligação a partir da linha I da Beira Alta às restantes linhas é feita a partir do AMV LBA 2/I-2II existente, permitindo assim a ligação à linha II. Através desta linha e dos AMV 4 e 6 existentes, é possível a ligação às restantes linhas (III e IV);
- A ligação existente entre a LBB e LBA (AMV 8/I e 8/II), poderá manter-se, permitindo o acesso direto das composições provenientes de Celorico da Beira à LBB, bem como ao parque de linhas existente, contíguo à LBB. Desta forma não é necessária a manobra pelo novo acesso de ligação da LBB-LBA.

Ainda na LBB, foi considerado o espaço necessário, em alinhamento reto e em trainel para o futuro assentamento de um AMV para ligação prevista da Concordância entre a LBB (Km 208+690) e a LBA, sendo no entanto que este projeto não fará parte desta empreitada.

6 - PONTES, VIADUTOS, PASSAGENS INFERIORES E TÚNEIS

Em maior ou menor grau todos os atravessamentos desnivelados, inferiores à Via Férrea, se traduzem em pontos com características especiais e que têm que ser merecedores de uma maior atenção tanto na fase de projeto como nas ações de manutenção ao longo da sua vida útil.

Fruto da orografia associada ao troço em estudo constata-se a existência de um número significativo desses pontos singulares do traçado e que se traduz em:

- 1 Viaduto;
- 2 Passagens Inferiores;
- 11 Pontes Metálicas.

No **Quadro 6.1** apresentam-se as principais características das referidas Obras de Arte.

Quadro 6.1 – Pontes, Viadutos e Passagens Inferiores no troço Covilhã – Guarda

Designação	Tipo	Pk (meio vão)	Estrutura	Comp. Total (m)	Nº de Tramos	Nº de Travessas			AD's Existentes	
						Encontro (lado Covilhã)	Tabuleiro	Encontro (lado Guarda)	Lado Covilhã	Lado Guarda
Flandres	Viaduto	166+162	Alvenaria	121	-	0	202	0	-	-
Baiuca	PI	167+524	Betão Armado	13.8	1	0	23	0	-	-
Corge	Ponte	168+612	Metálica	221	6	7	318	5	Bi	-
Rio Zêzere II	Ponte	173+739	Metálica	121	3	14	171	15	Bi	-
Maçainhas	Ponte	192+127	Metálica	148	3	14	210	16	-	Bi
Gogos	Ponte	196+634	Metálica/Alvenaria	176	3	105	209	17	-	Bi
Rebolal	Ponte	198+317	Metálica/Alvenaria	84	1	53	45	52	-	-
Tapada das Côrtes	Ponte	201+051	Metálica	32	1	18	52	17	-	-
Galrita	Ponte	201+867	Metálica	79	3	11	132	11	-	-
Penha da Barroca	Ponte	202+527	Metálica	121	3	17	160	15	-	-
Silveiras I	Ponte	204+226	Metálica	32	1	13	62	12	-	-
Noémi	Ponte	207+309	Alvenaria	55	-	-	99	-	-	-
Corte de Cavalos	PI	207+975	Metálica	11	1	15	18	14	-	-
Rio Diz	Ponte	210+562	Metálica	22	1	7	36	7	-	-

Para além dos pontos singulares identificados anteriormente, existe ainda neste troço um túnel (túnel do Sabugal) que necessita igualmente de uma análise específica, designadamente no que se refere às implicações no traçado, decorrentes das necessidades para a criação de condições compatíveis com a sua futura eletrificação.

Para cada uma das situações identificadas, procedeu-se à caracterização da situação em presença e à posterior definição da solução a materializar, nomeadamente no que se refere à necessidade de inclusão considerar:

- Aparelhos carriladores (entrada e saída);
- Aparelhos de dilatação;

- Fixações permissivas;
- Ajustamento ao nível da diretriz e/ou da rasante, nomeadamente para correção de situações anómalas.

As soluções previstas são apresentadas de forma sintética, podendo no entanto ser observadas com maior detalhe nas peças desenhadas.

6.1 - VIADUTO DA FLANDRES – PK 166+162

O viaduto da Flandres (**Figura 6.1**, **Figura 6.2** e **Figura 6.3**), em curva, situa-se ao km 166+162, imediatamente à saída da Estação da Covilhã. Com uma estrutura em alvenaria e tabuleiro balastrado tem um comprimento total é de 121 metros repartidos por 8 vãos.



Figura 6.1 – Viaduto da Flandres



Figura 6.2 – Viaduto da Flandres - Tabuleiro

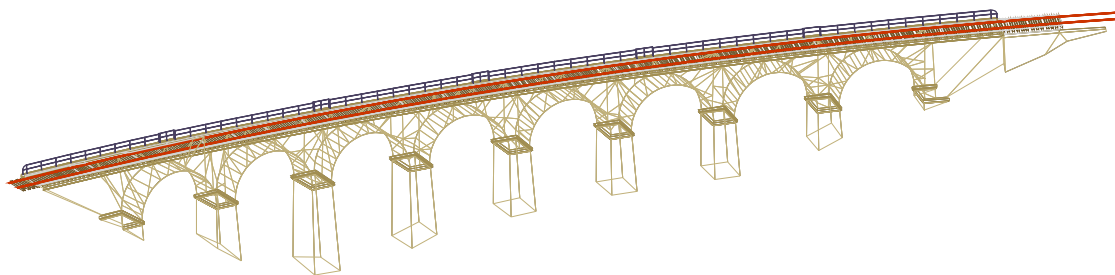


Figura 6.3 – Viaduto da Flandres – Modelo Tridimensional

A solução projetada considera o assentamento de via com barra longa soldada e travessas de betão bi-bloco Satepor com fixações do tipo NABLA.

Não sendo uma estrutura metálica e dadas as suas características, optou-se pela não aplicação de AD, AC ou contracarril.

6.2 - PI DA BAIUCA – PK 167+524

A P.I. da Baiuca (**Figura 6.4**, **Figura 6.5** e **Figura 6.6**) localiza-se ao km 167+524 e foi objeto de intervenção estrutural recente, que se traduziu na substituição do anterior tabuleiro (metálico) por um novo tabuleiro vigado composto por duas vigas em betão pré-esforçado, com um comprimento de 13.80m, permitindo assim o assentamento de via balastrada.



Figura 6.4 – PI da Baiúca

Tal como para o Viaduto da Flandres, a solução prevista consiste no assentamento de via com barra longa soldada e travessas de betão bi-bloco Satepor com fixações do tipo NABLA.



Figura 6.5 – PI da Baiúca - Tabuleiro

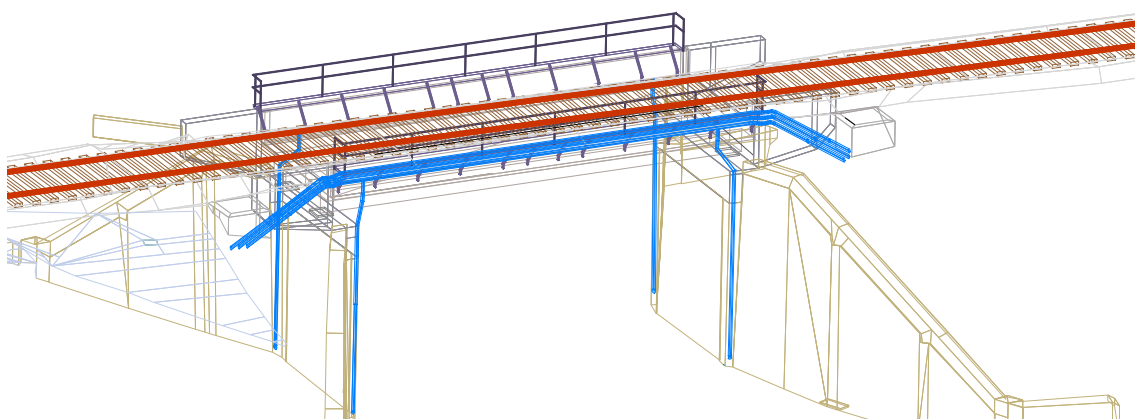


Figura 6.6 – PI da Baiúca – Modelo Tridimensional

6.3 - PONTE DO CORGE – PK 168+612

A Ponte do Corge (Figura 6.7, Figura 6.8 e Figura 6.9), em reta, situa-se ao Km 168+612 da Linha da Beira Baixa. Contempla 6 vãos e uma extensão total de 221 metros.



Figura 6.7 – Ponte do Corge

Possui um tabuleiro em estrutura metálica (Figura 6.8) e encontros e pilares em alvenaria de pedra. A estrutura metálica encontra-se em estado avançado de degradação.



Figura 6.8 – Ponte do Corge - Tabuleiro

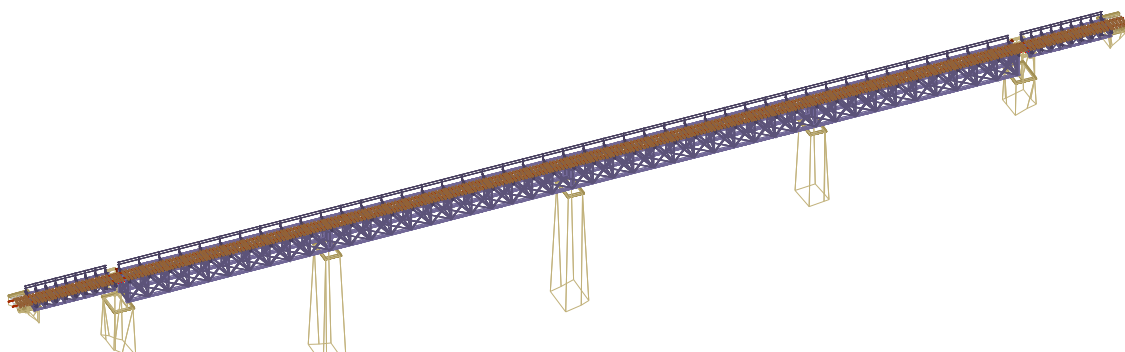


Figura 6.9 – Ponte do Corge – Modelo Tridimensional

Face ao seu estado de degradação, a REFER optou por substituir a atual estrutura por uma estrutura de betão pré-esforçado (**Figura 6.10**). De acordo com o projetista da nova obra de arte, o tabuleiro terá uma secção em caixão de altura constante e igual a 2.80 m.

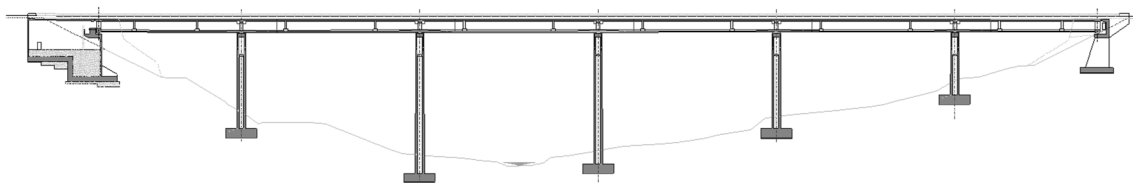


Figura 6.10 – Futura Ponte do Corge - Alçado

A intervenção prevista no projeto de via traduz-se no seguinte (**Figura 6.11**):

- Assentamento de 1 AD Bidirecional no encontro do lado da Guarda, sendo que o seu posicionamento decorre da geometria do traçado que considera uma curva de transição imediatamente à saída do tabuleiro;

- Assentamento de via em barra longa soldada e travessas de betão bi-bloco Satepor com fixações do tipo NABLA.

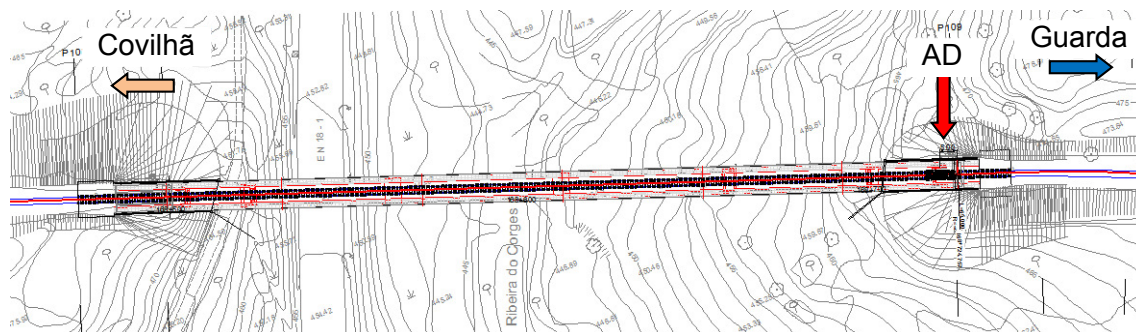


Figura 6.11 – Ponte do Corge – Traçado em Planta

6.4 - PONTE DO RIO ZÊZERE II – PK 173+739

A Ponte do Rio Zêzere II (Figura 6.12, Figura 6.13 e Figura 6.14), em alinhamento reto, situa-se ao Km 173+739 da Linha da Beira Baixa e tem um comprimento de 121 m, distribuídos por 3 vãos.



Figura 6.12 – Ponte do Zêzere II



Figura 6.13 – Ponte do Zêzere II - Tabuleiro

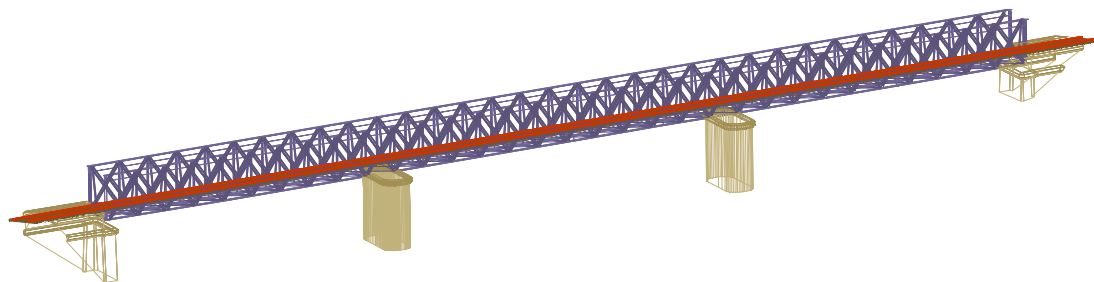


Figura 6.14 – Ponte do Zêzere II – Modelo Tridimensional

Atualmente nos dois pilares e no encontro do lado da Covilhã existem apoios móveis sendo que no encontro do lado da Guarda o apoio é fixo. Esta ponte, presentemente está equipada com um AD-Bi no encontro do lado da Covilhã.

No que se refere à Via Férrea foi considerada a seguinte solução (**Figura 6.15**):

- Colocação de um AD Bidirecional no encontro do lado da Covilhã na zona do apoio móvel;
- Colocação de um AD Unidirecional no encontro do lado da Guarda na zona do apoio fixo;
- Colocação de Aparelhos Carriladores à entrada e saída da ponte;
- Entre os Aparelhos Carriladores e os Aparelhos de Dilatação, colocação de travessas de madeira (Pinho tratado) com fixações do tipo NABLA;
- Travessas de madeira (Azobé) para pontes, com fixações do tipo Nabla na totalidade do tabuleiro;
- Travessas de madeira (Azobé) para pontes, com fixações permissivas do tipo Vossloh SKLU-12 [16], ancoradas às travessas do AD-Bi a ser colocado do lado da Covilhã;
- Contra carril, com fixação às travessas (3 em 3 travessas), dotado de junta de dilatação na zona do AD bem como sobre o tabuleiro da ponte.

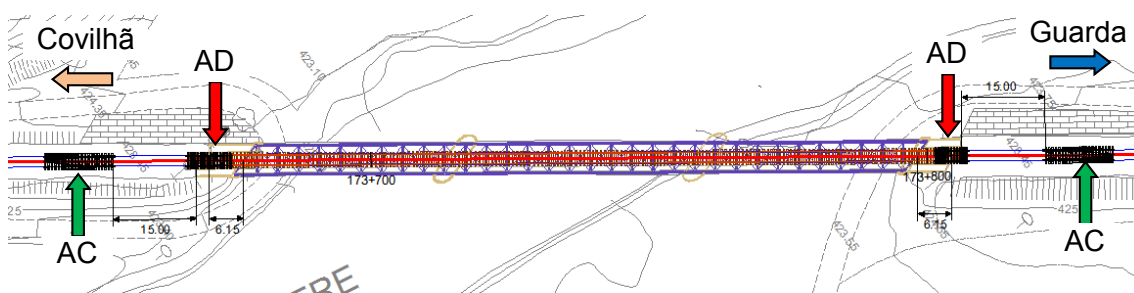


Figura 6.15 – Ponte do Zêzere II – Traçado em Planta

6.5 - PONTE DE MAÇAINHAS – PK 192+127

A Ponte de Maçainhas (Figura 6.16, Figura 6.17 e Figura 6.18), em alinhamento reto, situa-se ao Km 192+127 da Linha da Beira Baixa, tem um comprimento total de 148 metros, repartidos por 3 vãos.



Figura 6.16 – Ponte de Maçainhas



Figura 6.17 – Ponte de Maçainhas - Tabuleiro

Em termos de modelo estrutural, a ponte está dotada de apoios móveis nos dois pilares e no encontro do lado da Guarda, sendo fixo o apoio do lado da Covilhã. Atualmente está equipada com um AD Bidirecional no encontro do lado da Guarda.

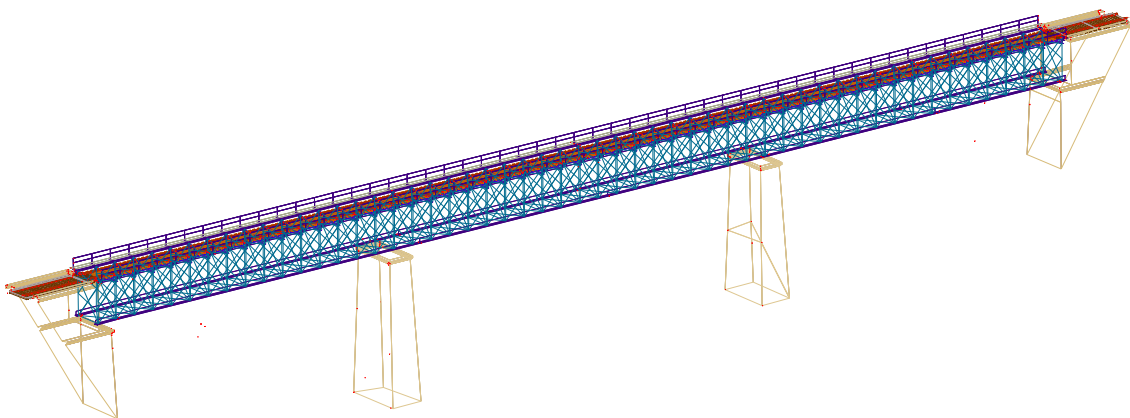


Figura 6.18 – Ponte de Maçainhas – Modelo Tridimensional

A ponte será objeto de reforço estrutural e segundo o projetista do reforço da ponte, as novas longarinas serão montadas de cerca de 75 mm acima do nível das atuais, passando assim a ficar alinhadas superiormente com as carlingas.

No que se refere aos apoios o modelo estrutural será mantido, pelo que no projeto de via foi considerada a seguinte solução (**Figura 6.19**):

- Colocação de um AD Unidirecional no encontro do lado da Covilhã na zona do apoio fixo;
- Colocação de um AD Bidirecional no encontro do lado da Guarda na zona do apoio móvel;
- Colocação de Aparelhos Carriladores à entrada e saída da ponte;
- Entre os Aparelhos Carriladores e os Aparelhos de Dilatação, colocação de travessas de madeira (Pinho tratado) com fixações do tipo NABLA;
- Colocação de travessas de madeira Azobé para pontes com fixações do tipo Nabla na totalidade do tabuleiro;
- Colocação de travessas de madeira Azobé para pontes com fixações permissivas do tipo Vossloh SKLU-12 [16] ancoradas às travessas do AD-Bi a ser colocado do lado da Guarda;
- Contra carril com fixação às travessas (de 3 em 3 travessas), dotado de junta de dilatação na zona do AD bem como sobre o tabuleiro da ponte.

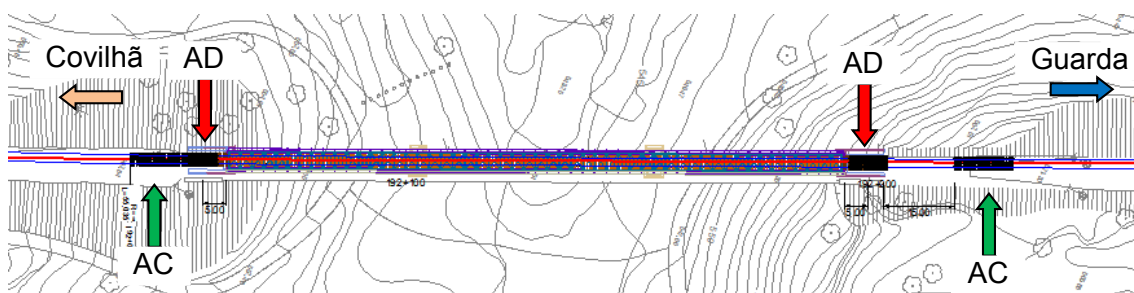


Figura 6.19 – Ponte de Maçainhas – Traçado em Planta

6.6 - PONTE DOS GOGOS – PK 196+634

A Ponte dos Gogos (**Figura 6.20**, **Figura 6.21** e **Figura 6.22**), parcialmente em curva, situa-se ao km 196+634 da Linha da Beira Baixa, tem um comprimento de 131 metros distribuídos por 3 vãos.



Figura 6.20 – Ponte dos Gogos

No lado da Covilhã integra ainda um pontão em alvenaria, com uma extensão de 45 metros distribuídos por 3 vãos.

O modelo estrutural desta ponte considera apoios móveis nos dois pilares e no encontro do lado da Guarda, onde se encontra instalado um AD bidirecional, e um apoio fixo no lado da Covilhã.

Na zona do encontro sul a geometria do traçado existente, na zona do pontão de alvenaria, é em curva (incluindo as inerentes curvas de transição) curva essa que ainda se prolonga para a zona inicial do tabuleiro metálico (**Figura 6.21**).



Figura 6.21 – Ponte dos Gogos – Tabuleiro

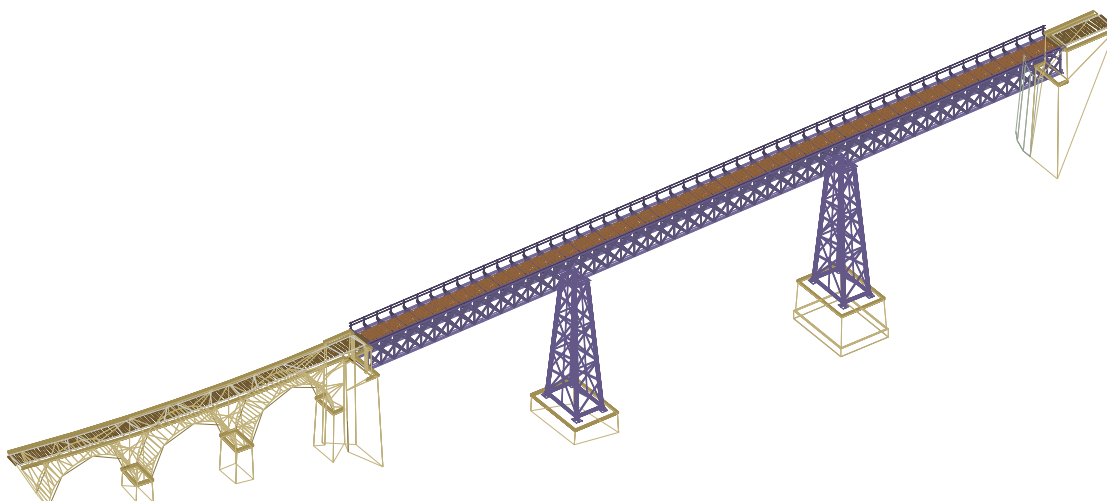


Figura 6.22 – Ponte dos Gogos – Modelo Tridimensional

Decorrente da situação existente, procedeu-se ao ajustamento do traçado, o qual passou a considerar:

- Alinhamento Reto - km 196+182 e o km 196+245 ($L = 63$ m);
- Clotoíde – Km 196+245 e o km 196+315 ($L = 70$ m);
- Raio de 300m – km 196+315 e o km 196+541 ($L = 226$ m);
- Clotoíde – km 196+541 e o km 196+594 ($L = 53$ m);
- Escala prática de 143 mm.

Tendo como objetivo garantir a velocidade de projeto preconizada (80 km/h) e por se tratar de uma situação pontual, alguns dos parâmetros estabelecidos na EN 13803-1 de Junho de 2010 [5] apresentam valores acima dos limites normais, mas abaixo dos limites excecionais, concretamente:

- Variação escala em função do tempo (dD/dt): 60.0 mm/s [55 – 80];
- Variação da escala em função do comprimento (dD/dl): 2.7 mm/m [2.4 – 2.7];
- Variação insuficiência escala em função do tempo (dl/dt): 62.6 mm/s [60 – 115].

Esta ponte será igualmente objeto de reforço estrutural, sendo que de acordo com o projetista, as novas longarinas serão montadas cerca de 75 mm acima do nível das atuais para passarem a ficar alinhadas superiormente com as carlingas.

Ainda no âmbito do reforço desta obra de arte proceder-se-á ao reposicionamento dos apoios, que passarão a ser:

- Apoios móveis nos pilares e no encontro do lado da Covilhã
- Apoio fixo no lado da Guarda

Função das alterações previstas em termos estruturais, a solução preconizada no projeto de via, traduz-se no seguinte (**Figura 6.23**):

- Colocação de um AD Unidirecional no encontro do lado da Guarda;
- Colocação de um AD Unidirecional no tabuleiro metálico do lado da Covilhã na zona do apoio móvel;
- Colocação de Fixações permissivas, do tipo AD (*longitudinal rail restraint=0 kN*) equipadas com grampos 60C9, entre o AD-Uni e a zona do encontro do pontão em alvenaria;
- Colocação de Aparelhos Carriladores à entrada e saída da ponte, sendo que o seu posicionamento foi condicionado pela geometria do traçado;

- Entre os Aparelhos Carriladores e o início do tabuleiro aplicação de travessas de madeira (Pinho tratado) com fixações do tipo NABLA;
- Colocação de Contra Carril, com fixação às travessas (de 3 em 3 travessas) dotado de junta de dilatação na zona do AD e sobre o tabuleiro da ponte.

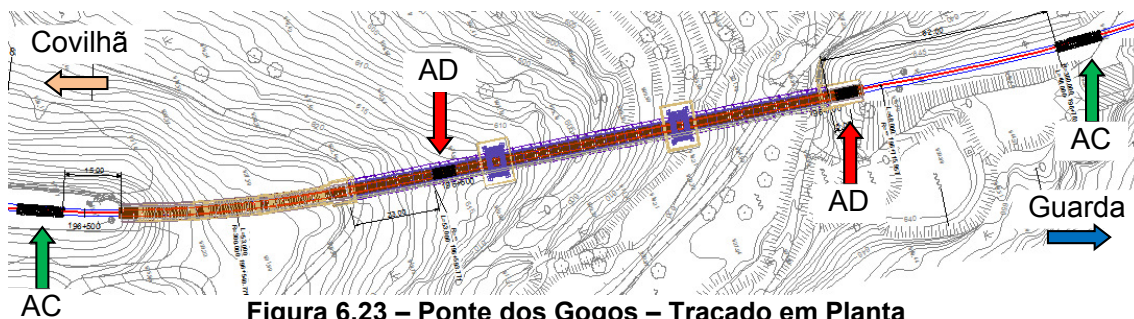


Figura 6.23 – Ponte dos Gogos – Traçado em Planta

A localização dos AD respetivamente no tabuleiro do lado Sul e no encontro Norte, bem como dos aparelhos Carriladores (na zona em curva) foi motivada pela geometria do traçado, a qual não permitiu a colocação nas condições desejáveis, que seriam em reta e fora da estrutura metálica.

6.7 - PONTE DO REBOLAL – Pk 198+317

A Ponte do Rebolal, parcialmente em curva, (Figura 6.24, Figura 6.25 e Figura 6.26) situa-se ao km 198+317 e tem um comprimento de 27 metros.



Figura 6.24 – Ponte do Rebolal

Ambos os encontros são de alvenaria sendo o encontro do lado da Covilhã constituído por dois vãos com um comprimento total de 29 metros e com uma geometria em curva. O encontro do lado da Guarda considera igualmente dois vãos para um comprimento total de 28 metros.



Figura 6.25 – Ponte do Rebolal – Tabuleiro



Figura 6.26 – Ponte do Rebolal – Modelo Tridimensional

Dada a situação em presença e tendo como objetivo garantir a velocidade de 80 Km/h procedeu-se a um ajustamento do traçado, sendo que o mesmo passou a considerar:

- Ponto de inflexão - km 198+156;
- Clotoíde – Km 198+156 e o km 198+213 (L= 57m);
- Raio de 308m – km 198+213 e o km 198+274 (L= 61m);
- Clotoíde – km 198+274 e o km 198+326 (L= 52m);
- Escala prática de 125mm.

De acordo com a EN 13803-1 de Junho de 2010 [5], os parâmetros da curva 381 apresentam valores acima dos limites normais, mas no entanto abaixo dos excecionais, concretamente:

- Insuficiência de Escala (I): 159 mm [150 – 177];
- Variação insuficiência de escala em função do tempo, na clotoíde de entrada, (dl/dt) 61.6 mm/s [60 - 80];
- Variação insuficiência de escala em função do tempo, na clotoíde de saída, (dl/dt) 67.4 mm/s [60 - 80].

A solução preconizada no projeto de via foi a seguinte (**Figura 6.27**):

- Colocação de fixações permissivas em toda a extensão do tabuleiro metálico;
- Colocação de travessas de madeira de Azobé para pontes, com fixação permissiva - tipo Vossloh SKLU-12 [16];
- Colocação de Contra Carril, com fixação às travessas (de 3 em 3 travessas) dotado de junta de dilatação na zona do AD e sobre o tabuleiro da ponte;
- Colocação de AC à entrada e saída da ponte, sendo que os mesmos, em função da geometria do traçado, serão assentes em curva (zona circular);
- Dada a extensão da ponte e os esforços em presença foi considerada desnecessária a colocação de AD.

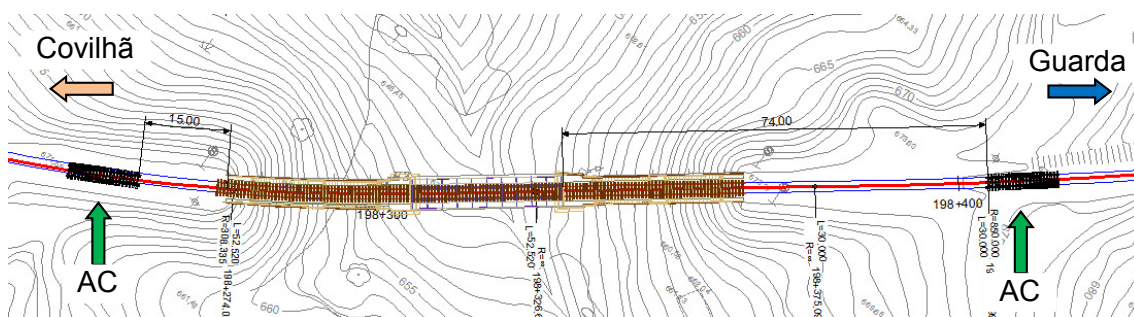


Figura 6.27 – Ponte do Rebolal – Traçado em Planta

6.8 - PONTE DA TAPADA DAS CÔRTEES – PK 201+051

A Ponte da Tapada das Côrtes (**Figura 6.28**, **Figura 6.29** e **Figura 6.30**), em alinhamento reto, situa-se ao km 201+051 e tem uma extensão de 32 metros.



Figura 6.28 – Ponte da Tapada das Côrtes



Figura 6.29 – Ponte da Tapada das Côrtes - Tabuleiro

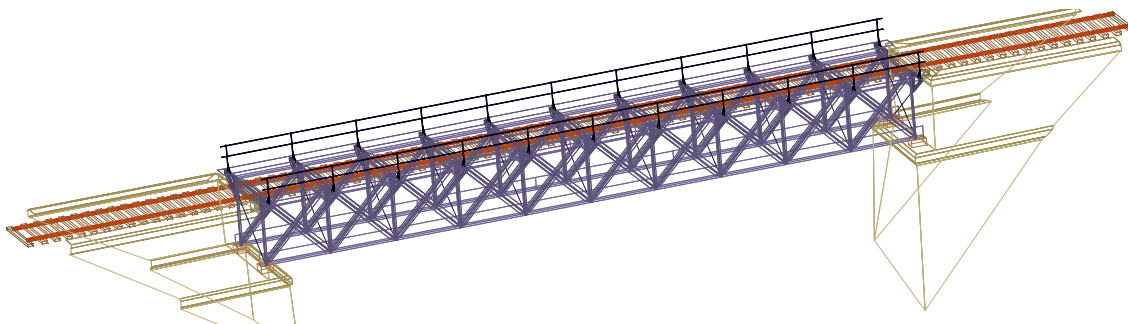


Figura 6.30 – Ponte da Tapada das Côrtes – Modelo Tridimensional

Não foram identificadas características geométricas que condicionem a velocidade pretendida, sendo que a solução preconizada no projeto de via para esta ponte foi a seguinte (**Figura 6.31**):

- Colocação de fixações permissivas em toda a extensão do tabuleiro metálico;
- Colocação de travessas de madeira de Azobé para pontes, com fixações permissivas do tipo Vossloh SKLU-12 [16];
- Colocação de AC à entrada e saída da ponte, sendo que o do lado da Covilhã será assente no troço circular da curva que antecede a ponte;
- Colocação de Contra Carril, com fixação às travessas (de 3 em 3 travessas) dotado de junta de dilatação sobre o tabuleiro da ponte.
- Dada a extensão da ponte e os esforços em presença foi considerada desnecessária a colocação de AD.

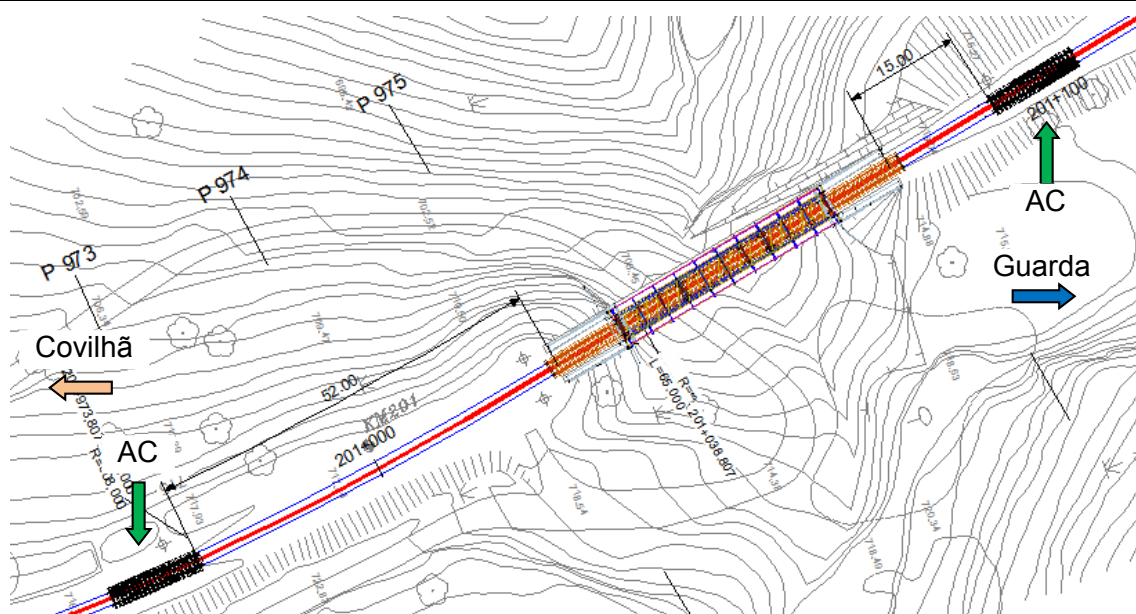


Figura 6.31 – Ponte da Tapada das Cortes – Traçado em Planta

6.9 - PONTE DA GALRITA – PK 201+867

A Ponte da Galrita (Figura 6.32, Figura 6.33 e Figura 6.34) situa-se ao km 201+867, em alinhamento reto, tem uma extensão de 79 metros, repartidos por 3 vãos.

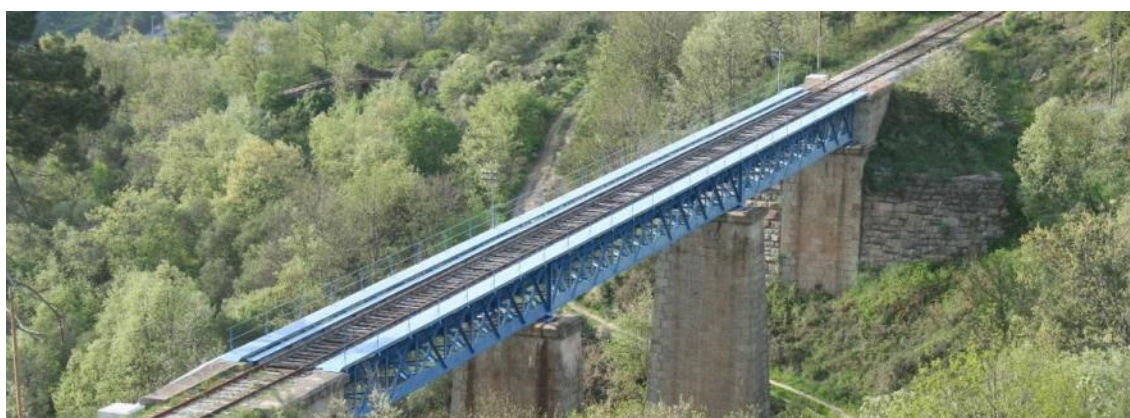


Figura 6.32 – Ponte da Galrita



Figura 6.33 – Ponte da Galrita - Tabuleiro

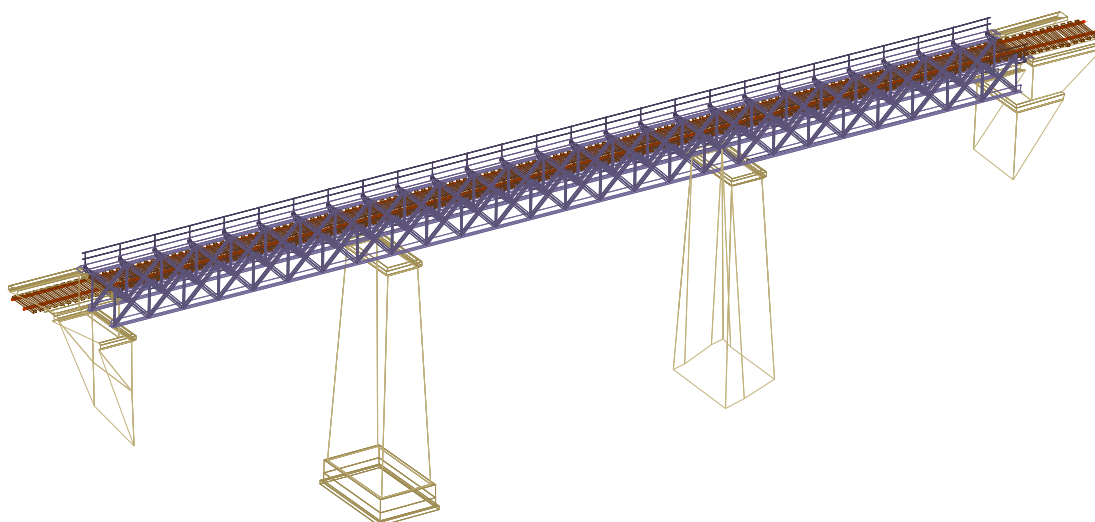


Figura 6.34 – Ponte da Galrita – Modelo Tridimensional

Não está prevista qualquer intervenção de reforço para esta ponte, pelo que se mantém o atual modelo estrutural.

As características geométricas do traçado no local não condicionam a velocidade pretendida, sendo que a solução preconizada no projeto de via para esta ponte foi a seguinte (**Figura 6.35**):

- Colocação de um AD Unidirecional, no tabuleiro metálico do lado da Covilhã;
- Colocação de um AD Bidirecional, no encontro do lado da Guarda na zona do apoio móvel;
- Travessas de madeira de Azobé para pontes com fixações permissivas do tipo Vossloh SKLU-12 [16] entre o AD Uni e o encontro do lado da Covilhã;
- Colocação de travessas de madeira de Azobé para pontes, com fixações do tipo Nabla na restante extensão do tabuleiro metálico;
- Colocação de travessas de madeira de Azobé para pontes, com fixações permissivas do tipo Vossloh SKLU-12 [16] ancoradas às travessas do AD Bidirecional;
- Colocação de AC à entrada e saída da ponte, sendo que o AC do lado da Covilhã será assente no troço circular da curva que antecede a ponte;
- Colocação de Contra Carril, com fixação às travessas (de 3 em 3 travessas) dotado de junta de dilatação na zona do AD e sobre o tabuleiro da ponte.

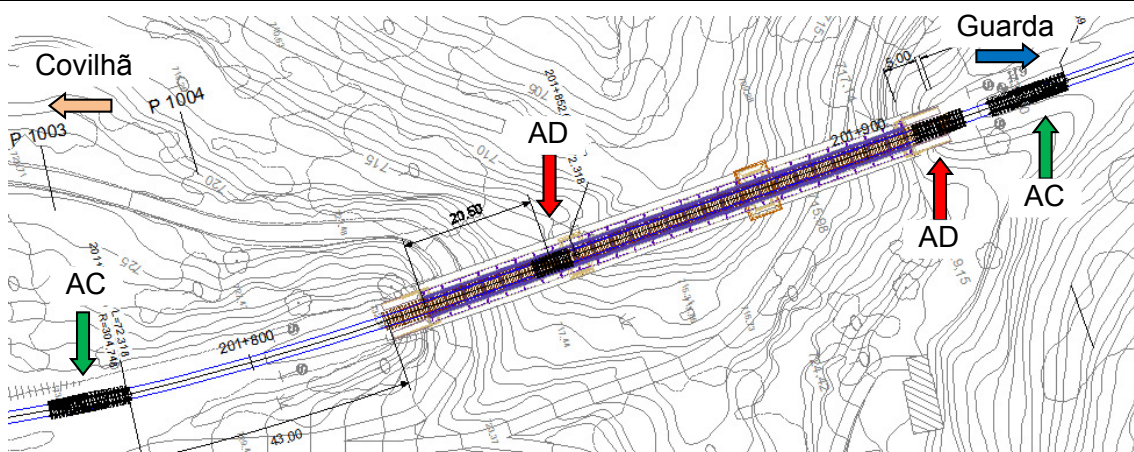


Figura 6.35 – Ponte da Galrita – Traçado em Planta

6.10 - PONTE DA PENHA DA BARROCA – PK 202+527

A Ponte da Penha da Barroca (Figura 6.36, Figura 6.37 e Figura 6.38) situa-se ao km 202+527, em alinhamento reto, tem uma extensão de 121 metros repartida por 3 vãos.

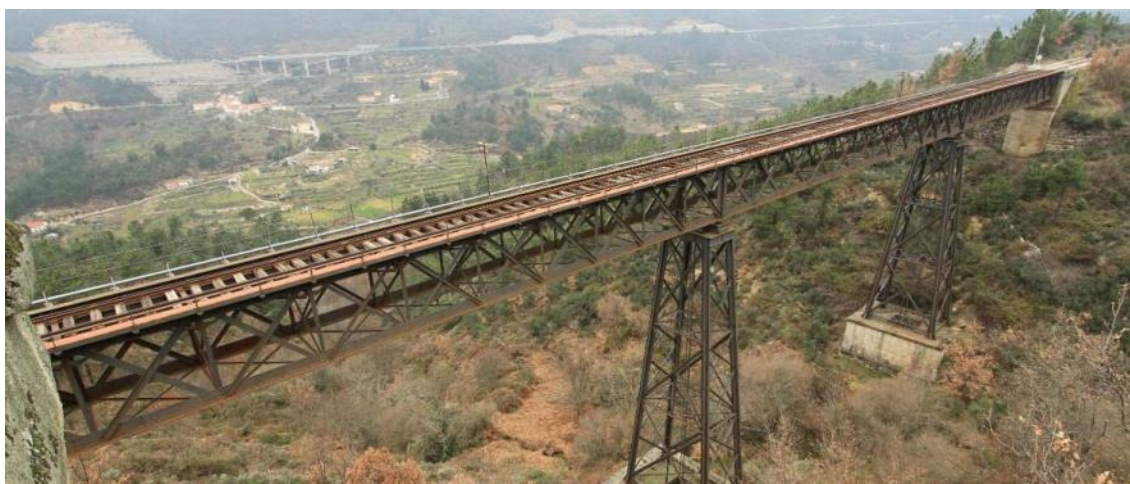


Figura 6.36 – Ponte da Penha da Barroca

Em termos estruturais, a ponte possui apoios móveis nos encontros e no pilar P1 e apoios fixos no pilar P2. No projeto de reforço estrutural previsto para esta obra de arte, os atuais apoios serão objeto de alteração.



Figura 6.37 – Ponte da Penha da Barroca - Tabuleiro

De acordo com o projetista encarregue do reforço da ponte, as novas longarinas serão niveladas pelo banzo superior com as carlingas. No que refere aos novos apoios, serão colocados apoios móveis em todos os pilares e no encontro do lado da Guarda, no encontro do lado da Covilhã será colocado o apoio fixo.

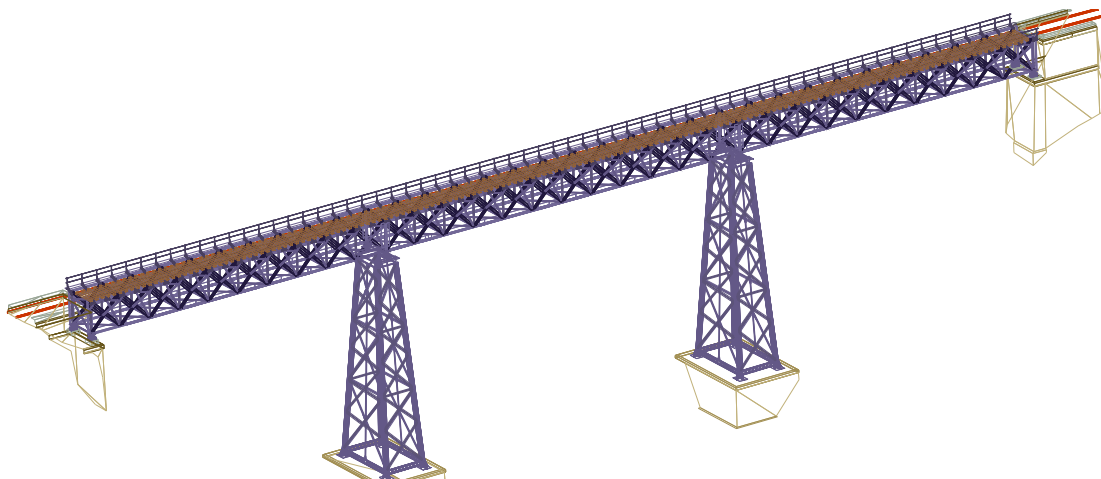


Figura 6.38 – Ponte da Penha da Barroca – Modelo Tridimensional

As características geométricas do traçado no local não condicionam a velocidade pretendida, sendo que a solução preconizada no projeto de via para esta ponte foi a seguinte (**Figura 6.39**):

- Colocação de um AD Unidirecional no tabuleiro da ponte do lado da Covilhã;
- Colocação de um AD Bidirecional no encontro do lado da Guarda, na zona do apoio móvel;
- Colocação de travessas de madeira de Azobé para pontes, com fixações permissivas do tipo Vossloh SKLU-12 [16] entre o AD Uni e o encontro do lado da Covilhã;
- Colocação de travessas de madeira de Azobé para pontes, com fixações do tipo Nabla na restante extensão do tabuleiro metálico;
- Travessas de madeira de Azobé para pontes com fixações permissivas do tipo Vossloh SKLU-12 [16] ancoradas às travessas do AD-Bi;
- Instalação de AC à entrada e saída da ponte, sendo que o AC a assentar no lado da Covilhã será assente na zona circular da curva que antecede a ponte;
- Entre os Aparelhos Carriladores e o início do tabuleiro foi considerada a colocação de travessas de madeira (Pinho tratado) equipadas com fixações do tipo NABLA;
- Colocação de Contra Carril, com fixação às travessas (de 3 em 3 travessas) dotado de junta de dilatação na zona do AD e sobre o tabuleiro da ponte.

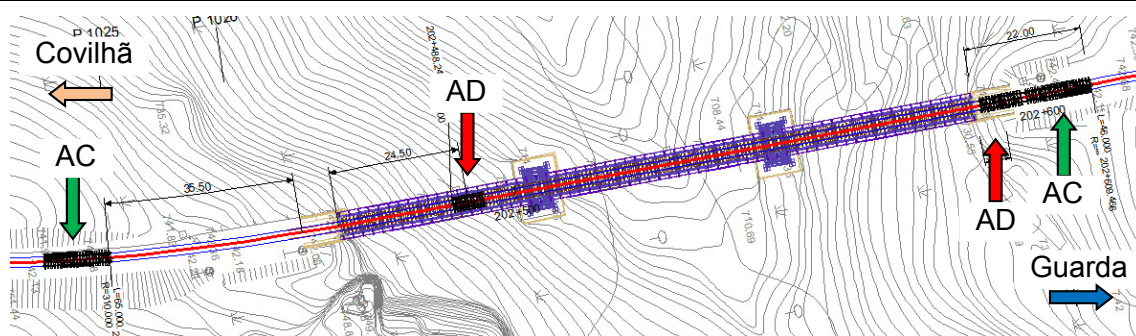


Figura 6.39 – Ponte da Penha da Barroca – Traçado em Planta

6.11 - PONTE DE SILVEIRAS I – PK 204+226

A Ponte de Silveiras (Figura 6.40, Figura 6.41, e Figura 6.42) situa-se ao km 204+226, em reta, tem uma extensão de 32 metros e um único vão e em relação à qual não está prevista qualquer intervenção em termos de reforço estrutural.



Figura 6.40 – Ponte de Silveiras I



Figura 6.41 – Ponte de Silveiras I - Tabuleiro

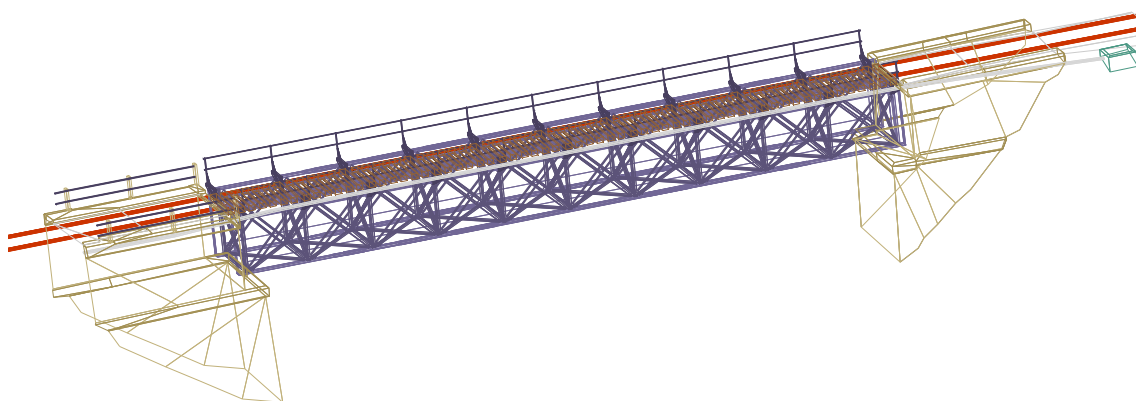


Figura 6.42 – Ponte de Silveiras I – Modelo Tridimensional

As características geométricas do traçado no local não condicionam a velocidade pretendida, sendo que a solução preconizada no projeto de via para esta ponte foi a seguinte (**Figura 6.43**):

- Colocação de fixações permissivas em toda a extensão do tabuleiro metálico;
- Colocação de travessas de madeira de Azobé para pontes, com fixações permissivas do tipo Vossloh SKLU-12 [16];
- Instalação de AC à entrada e saída da ponte, sendo que o AC a assentar do lado da Covilhã será assente na zona circular da curva que antecede a ponte;
- Colocação de Contra Carril, com fixação às travessas (de 3 em 3 travessas) dotado de junta de dilatação na zona do AD e sobre o tabuleiro da ponte.
- Dada a extensão da ponte e os esforços em presença foi considerada desnecessária a colocação de AD.

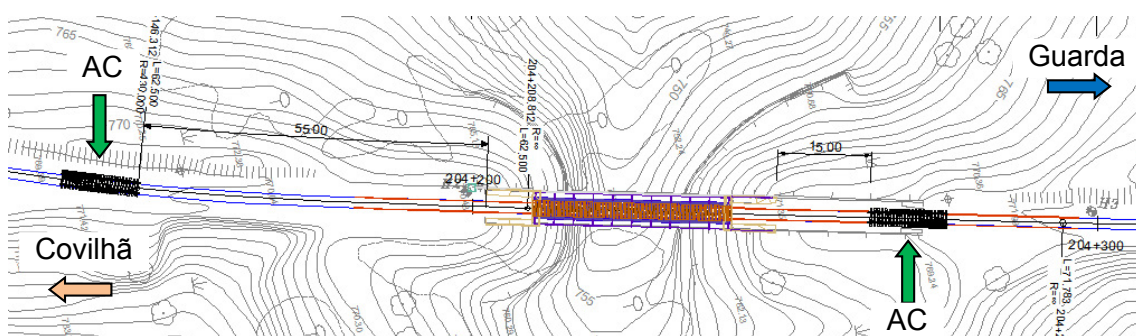


Figura 6.43 – Ponte de Silveiras I – Traçado em Planta

6.12 - PONTE DE NOÉMI – Pk 207+309

A Ponte de Noémi (**Figura 6.44**, **Figura 6.45** e **Figura 6.46**), em curva, situa-se ao km 207+309, imediatamente à saída do Apeadeiro do Sabugal/Barracão. Com uma estrutura em alvenaria e tabuleiro balastrado, tem um comprimento total de 55 metros repartidos por 3 vãos.



Figura 6.44 – Ponte de Noémi



Figura 6.45 – Ponte de Noémi - Tabuleiro

A solução projetada considera o assentamento de via com barra longa soldada e travessas de betão bi-bloco Satepor com fixações do tipo NABLA.

Não sendo uma estrutura metálica e dadas as suas características, optou-se pela não aplicação de AD, AC ou contracarril.

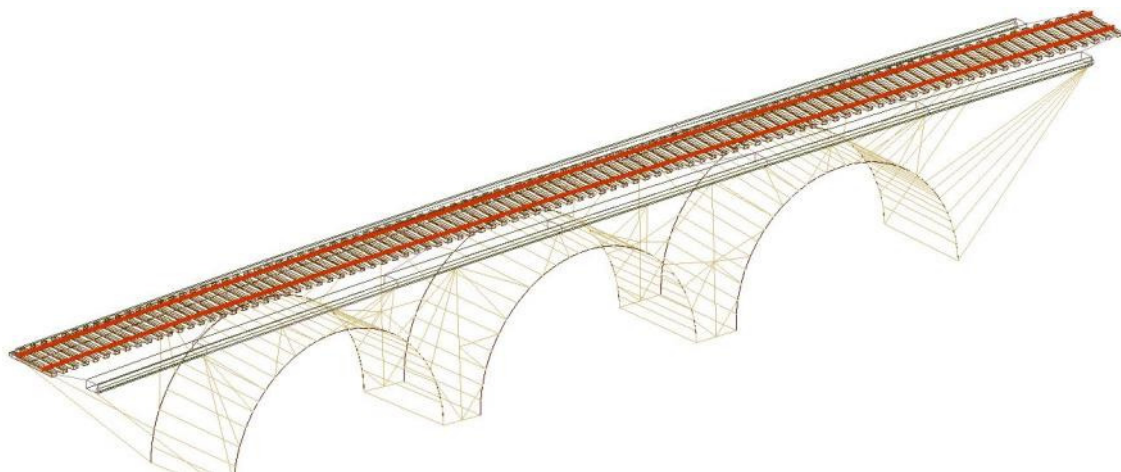


Figura 6.46 – Ponte de Noémi – Modelo Tridimensional

Não foi prevista qualquer intervenção a nível estrutural para esta obra de arte.

6.13 - PI DO CORTE DE CAVALOS – PK 207+975

A PI do Corte de Cavalos (Figura 6.47, Figura 6.48 e Figura 6.49) em alinhamento reto situa-se ao Km 207+975 da Linha da Beira Baixa e tem um único vão e um comprimento de 11 metros.



Figura 6.47 – Ponte de Corte de Cavalos



Figura 6.48 – Ponte de Corte de Cavalos - Tabuleiro

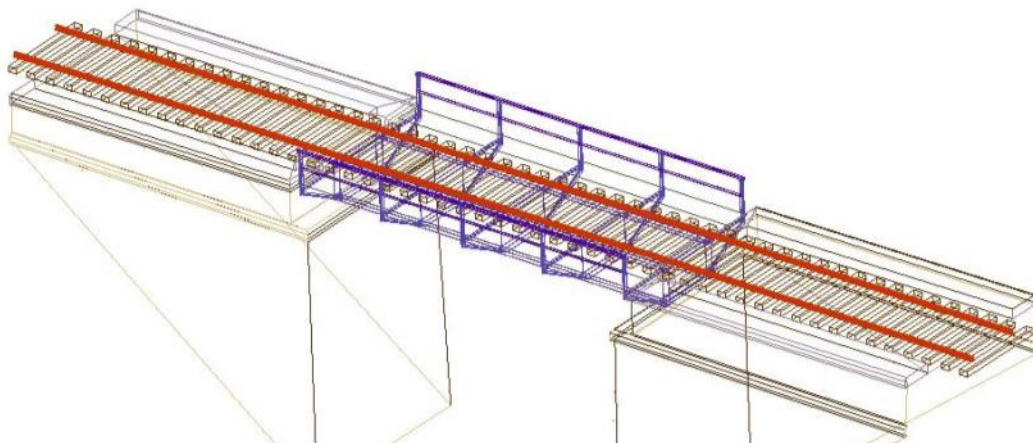


Figura 6.49 – Ponte de Corte de Cavalos – Modelo Tridimensional

As características geométricas do traçado no local não condicionam a velocidade pretendida, sendo que a solução preconizada no projeto de via para esta ponte foi a seguinte:

- Colocação de fixações não permissivas em toda a extensão do tabuleiro metálico;
- Colocação de travessas de madeira de Azobé para pontes com fixações do tipo Nabla.

Não está prevista qualquer intervenção de natureza estrutural para esta obra de arte.

6.14 - PONTE DO RIO DIZ – PK 210+562

A Ponte do Rio Diz (**Figura 6.50** e **Figura 6.51**) situa-se ao km 210+562, em reta, tem um único vão e uma extensão total de 22 metros, não estando prevista intervenção para reforço estrutural.



Figura 6.50 – Ponte do Rio Diz

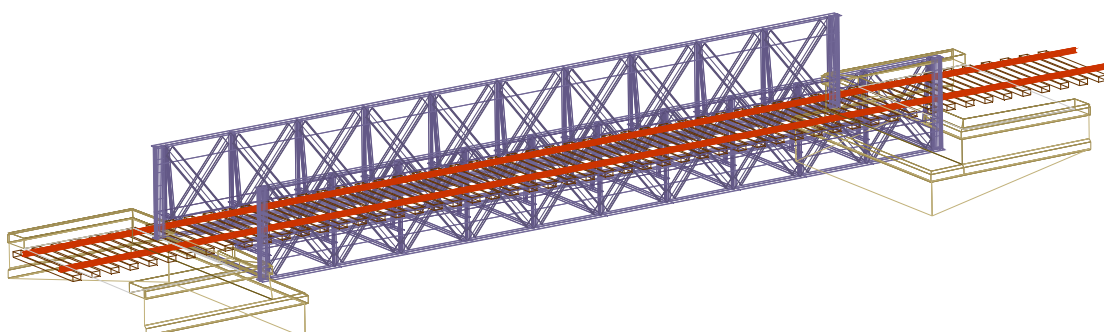


Figura 6.51 – Ponte do Rio Diz – Modelo Tridimensional

As características geométricas do traçado no local não condicionam a velocidade pretendida, sendo que a solução preconizada no projeto de via para esta ponte foi a seguinte:

- Colocação de travessas de madeira de Azobé para pontes com fixações permissivas do tipo Vossloh SKLU-12 [16] numa extensão de 10 m do lado do apoio móvel (lado da Guarda);
- Colocação de travessas de madeira de Azobé para pontes com fixações do tipo Nabla na restante extensão do tabuleiro metálico;
- Dada a extensão da ponte e os esforços em presença foi considerada desnecessária a colocação de AD, AC e contra carril.

6.15 - TÚNEL SABUGAL - Km 205+960 A Km 206+370

O Túnel do Sabugal, com uma extensão aproximada de 400 metros localiza-se no sub-troço 2, entre o Km 205+960 (**Figura 6.52**) e o Km 206+370.

Este túnel foi objeto de reforço em toda a sua extensão tendo como objetivo melhorar a segurança estrutural e durabilidade, incluindo a colocação de drenos para resolução das infiltrações verificadas (**Figura 6.53**)¹².

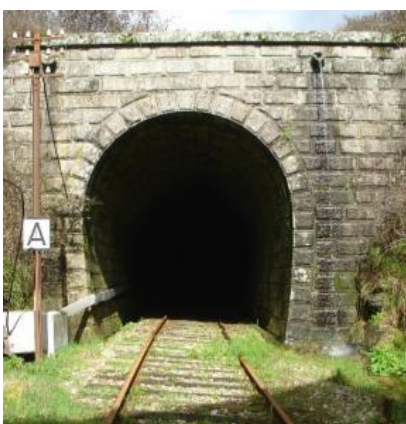


Figura 6.52 – Túnel do Sabugal – Boca Sul



Figura 6.53 – Túnel do Sabugal – Interior

Para além das questões de reforço estrutural referidas, foi igualmente necessário criar as condições necessárias para a colocação dos equipamentos de catenária (amarrações) bem como garantir o correspondente Gabarit, designadamente para efeitos de passagem do pantógrafo.

¹² Adicionalmente foi considerada a aplicação de betão projetado numa espessura compreendida entre 50 e 150 mm.

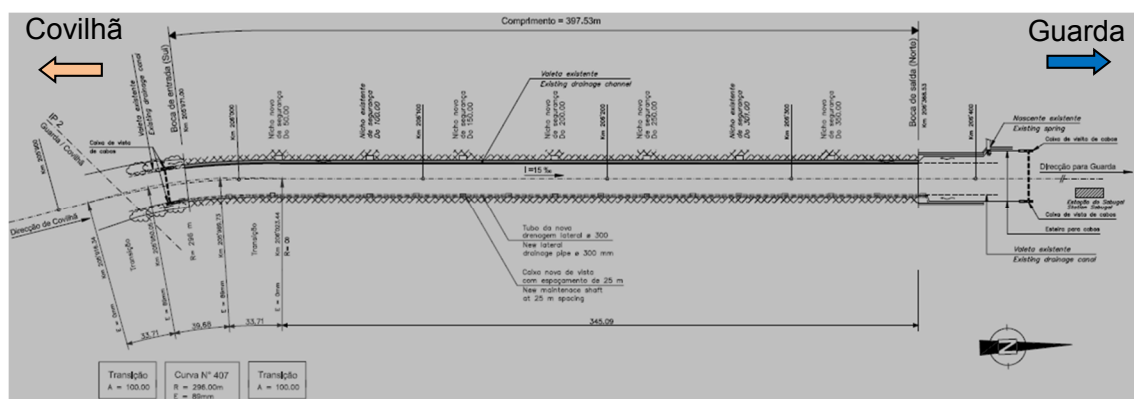


Figura 6.54 – Túnel do Sabugal – Planta

No interior do túnel, o traçado em planta caracteriza-se pela existência de uma curva de raio reduzido (296 metros), localizada no lado sul (lado da Covilhã) (**Figura 6.54**).

A intervenção preconizada para o túnel, de acordo com as indicações da REFER, assentou nos seguintes pressupostos:

- Garantir a velocidade de 80 km/h;
- Deslocar, na medida do possível, o troço circular da curva 407 para fora do túnel, (sentido Covilhã). Esta análise, em termos de traçado foi efetuada para o conjunto das curvas nº 405, 406 e 407;¹³
- Assegurar os Gabarits estático, dinâmico e de obstáculos;
- Assegurar a existência de condições para a posterior eletrificação;
- Compatibilização com o projeto de reforço, incluindo a colocação da camada de betão projetado, com uma espessura variável entre 50 e 150 mm (**Figura 6.55 e Figura 6.56**).¹⁴
- Instalação do seguinte armamento de via:
 - Carril 60E1, com 172 mm de altura;
 - Palmilha de borracha com 5 mm;
 - Chapim com tombo 1/20 com 20 mm;
 - Travessa de madeira, Azobé com 160 mm;
 - Camada de balastro, com uma espessura de 25 cm, abaixo da face inferior da travessa, medida na prumada do carril da fila baixa.

¹³ A análise desta curva obriga a uma análise conjunta com as curvas 405, 406 e 407.

¹⁴ Como critério de análise foi considerada a situação mais desfavorável (espessura máxima de 150 mm ao longo de todo o túnel).

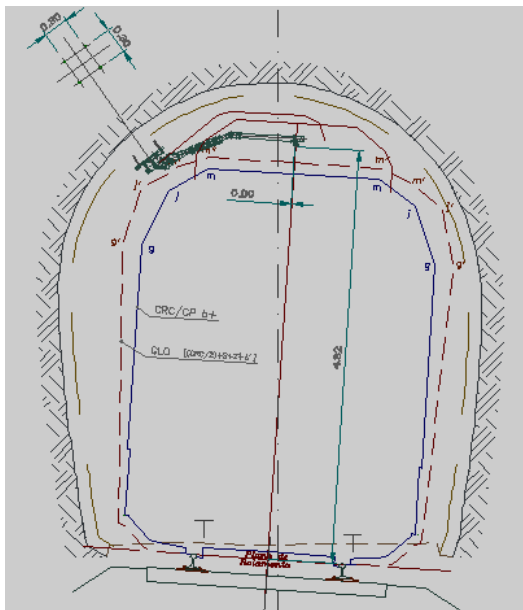


Figura 6.55 – Revestimento – Boca Sul



Figura 6.56 – Revestimento – Interior

Tendo em conta os constrangimentos do traçado em planta, não só no interior do túnel, mas também nas suas zonas confinantes, a criação das condições para a posterior eletrificação passou, embora com ligeiros ajustamentos a nível planimétrico, no essencial por alterações ao nível da rasante, conforme se ilustra nos perfis transversais apresentados na Figura 6.57 e na Figura 6.58.



6.15.1 - Solução 1 – Sem abertura de nichos

Traçado em planta

Procedeu-se à redefinição da diretriz, envolvendo as curvas 405, 406 e 407 (

Figura 6.59), ligadas entre si por pontos de inflexão e retirando a zona circular desta última do interior do túnel, sendo que os correspondentes parâmetros permitem assegurar a velocidade pretendida de 80 km/h.

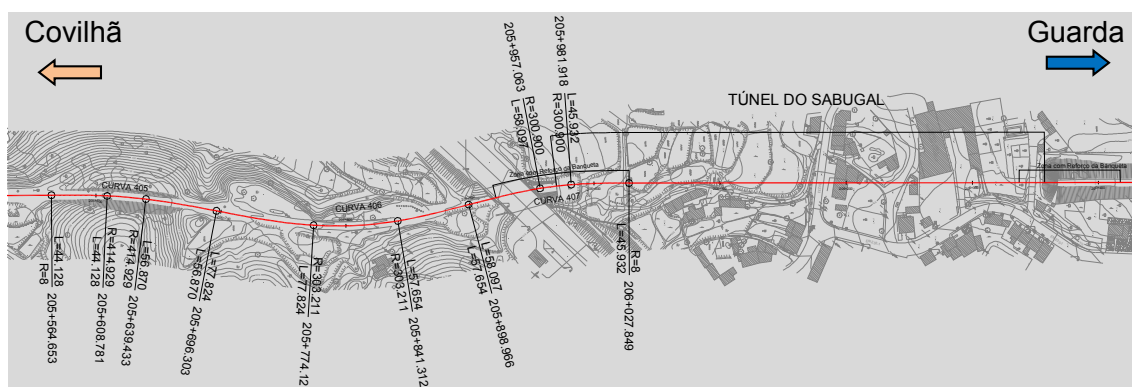


Figura 6.59 – Túnel do Sabugal - Traçado em Planta

Perfil Longitudinal

A rasante projetada sofreu, relativamente à atual, um rebaixamento máximo de 40 cm para obtenção dos necessários gabarits de eletrificação (amarrações e passagem do pantógrafo) sem ser necessário a abertura de nichos para a colocação da suspensão elástica.

Nesta nova rasante (**Figura 6.60**), com 6 trainéis, as inclinações situam-se entre os 11.9 ‰ e os 19.2 ‰, ou seja, com valores semelhantes aos da rasante atual, sendo que nas zonas a jusante e a montante foi necessário considerar rampas de disfarce entre as novas cotas e as definidas para a zona exterior do túnel.

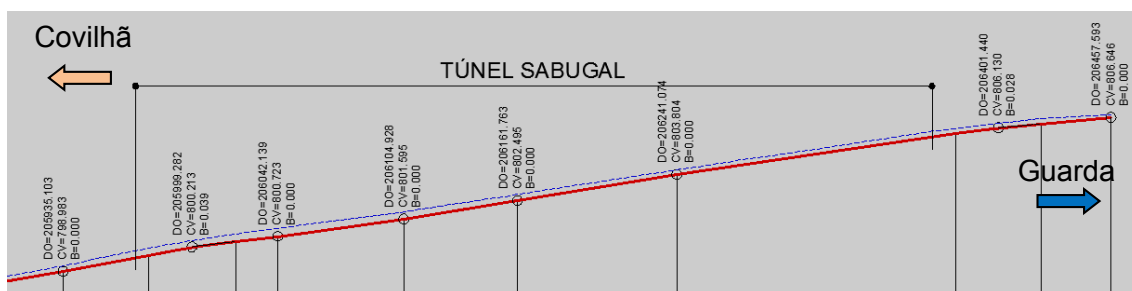


Figura 6.60 – Perfil Longitudinal – Sem necessidade de nichos

6.15.2 - Solução 2 – Com abertura de nichos

Traçado em planta

Esta solução considera igualmente o estudo das 3 curvas que antecedem o túnel, nas mesmas condições definidas para a solução 1.

Perfil Longitudinal

A rasante projetada (Figura 6.61) sofreu, relativamente à atual, um rebaixamento máximo de 27 cm para obtenção dos gabarits de eletrificação, sendo no entanto necessário proceder à abertura de nichos para a colocação da suspensão elástica.

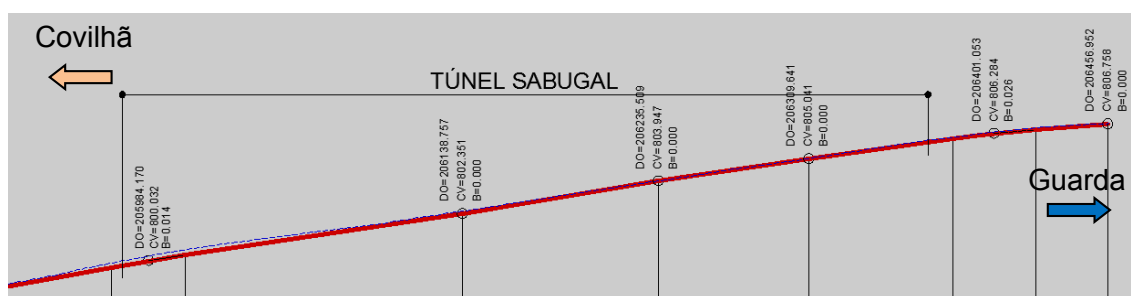


Figura 6.61 – Perfil Longitudinal – Com necessidade de nichos

Nesta nova rasante, com 4 trainéis, as inclinações situam-se entre os 13.6‰ e os 16.5‰, ou seja, com valores semelhantes aos da rasante atual, sendo que nas zonas a jusante e a montante foi necessário considerar rampas de disfarce entre as novas cotas e as definidas para a zona exterior do túnel.

6.15.3 - Solução desenvolvida

Da análise das duas soluções e tendo em conta a pequena diferença altimétrica entre rasantes (máximo de 13 cm), face à implicação de execução de nichos para a colocação dos equipamentos de catenária, optou-se por desenvolver a solução 1, ou seja, o rebaixamento compatível com a não necessidade de execução de nichos.

Do “varrimento” dos diversos gabarits com as diferentes seções do túnel (Perfis Transversais) concluiu-se que não existe qualquer interferência entre os hasteais e os referidos gabarits, nomeadamente o GLO [5] [6].

7 - MATERIAIS DE VIA

No presente capítulo apresentam-se e caracterizam-se os materiais de via preconizados no presente projeto.

Para todos os materiais foram seguidas as indicações da REFER, sendo que em algumas situações, designadamente na zona das pontes, foi necessário realizar consultas junto de fornecedores para uma avaliação ajustada à situação em presença.

7.1 - CARRIL

Na presente empreitada foi considerada a utilização do carril Vignole 60E1, conformidade com a EN 13674-1:2010 [3] (**Figura 7.1**). Devido à sinuosidade do corredor existente, considerou-se o fornecimento de barras soldadas com 72 m.

Todas as soldaduras serão do tipo aluminotérmico respeitando a N.R.V. 3-3-2.1 [12].

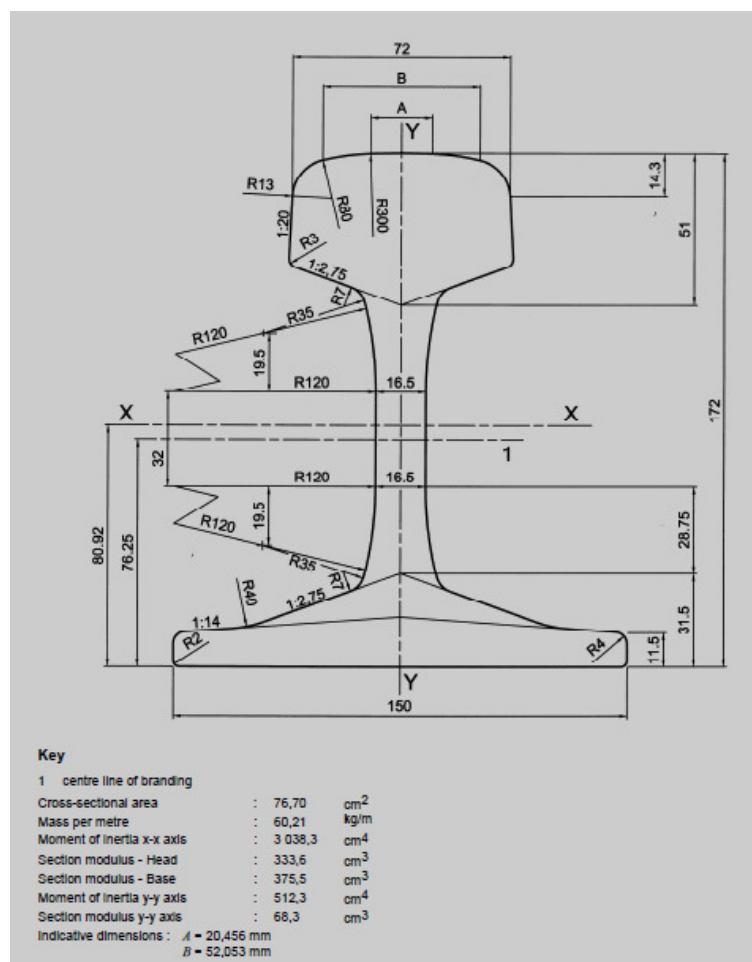


Figura 7.1 – Carril Vignole 60E1

7.2 - TRAVESSAS E FIXAÇÕES

Considerada a aplicação de uma travessa bi-bloco, tipo Satepor VAX LU41 NG (**Figura 7.2**), para carril 60E1, tendo em conta as especificações da NP EN 13230-1:2004 [13] e NP EN 13230-3:2009 [14]. Esta travessa apresenta as seguintes características:

- Carga Máxima por eixo: 250 kN;
- Peso: 248 kg;
- Bitola: 1668 mm;
- Inclinação do plano de apoio do carril (Tombo): 1/20;
- Velocidade máxima: 350 km/h.

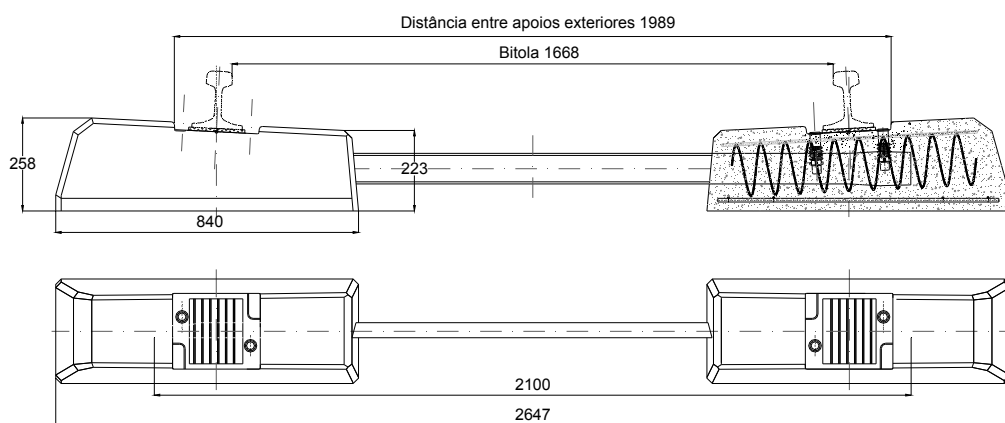


Figura 7.2 – Travessa de betão bi-bloco, tipo Satepor VAX LU 41 NG-Carril 60E1

Para a plena via foram consideradas fixações do tipo Nabla, sendo que, conforme já referido no Capítulo 7, para pontes e pontões metálicas foram previstas fixações Vossloh com sistema KS com grampos SKL-12 (**Figura 7.3**), para aplicação em travessas de madeira de Azobé ou Pinho tratado, com 2600 mm x 260 mm x 140 mm (min). Complementarmente, em algumas situações foram consideradas fixações especiais, do tipo das usadas em AD.

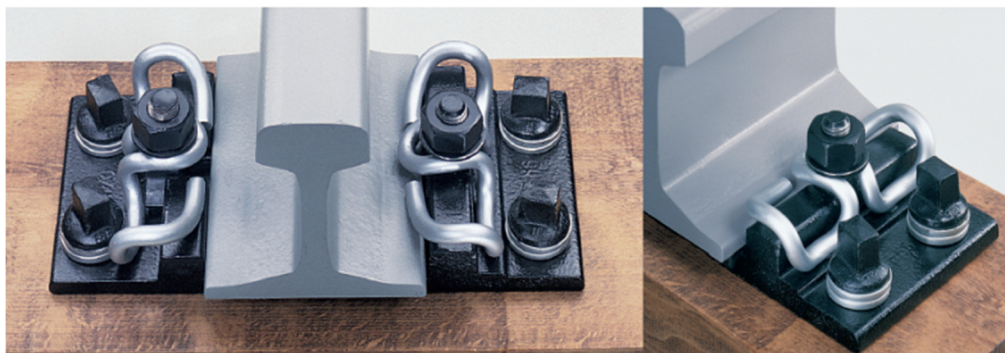


Figura 7.3 – Fixações Vossloh com sistema KS com grampos SKL-12 [16]

Em todas as pontes metálicas, considerou-se a utilização de contracarril, com o perfil 33C1/U69 (**Figura 7.4** e **Figura 7.5**), em conformidade com a norma EN 13674-3:2003 [4].



7.4 - APARELHOS DE MUDANÇA DE VIA

Foram considerados AMV com carril 60E1 e travessas de madeira, de geometria Cogifer, a assentar em reta, com as seguintes Tangentes e Raios desviados:

- Tangente 0.11 / Raio de 300 metros (**Figura 7.6**)
- Tangente 0.0728 / Raio de 500 metros (**Figura 7.7**)

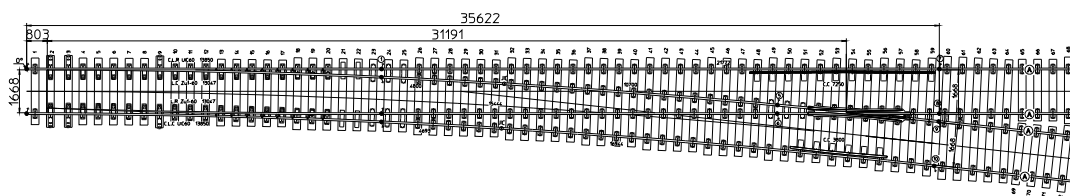


Figura 7.6 – AMV Tangente 0.11 / Raio 300

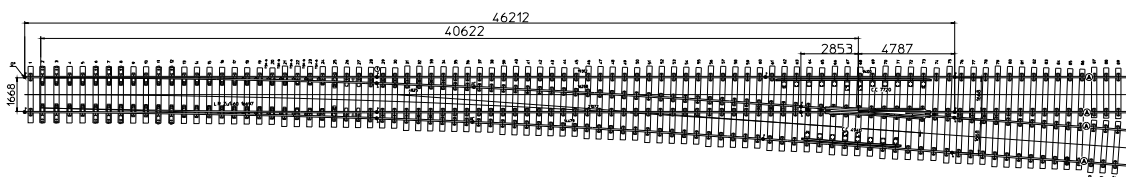


Figura 7.7 – AMV Tangente 0.0728 / Raio 500

7.5 - APARELHOS DE DILATAÇÃO

Aplicação de AD unidirecionais e bidirecionais (**Figura 7.8 e Figura 7.9**), de geometria tipo Cogifer, equipados com contracarril, travessas de madeira e carril 60E1.

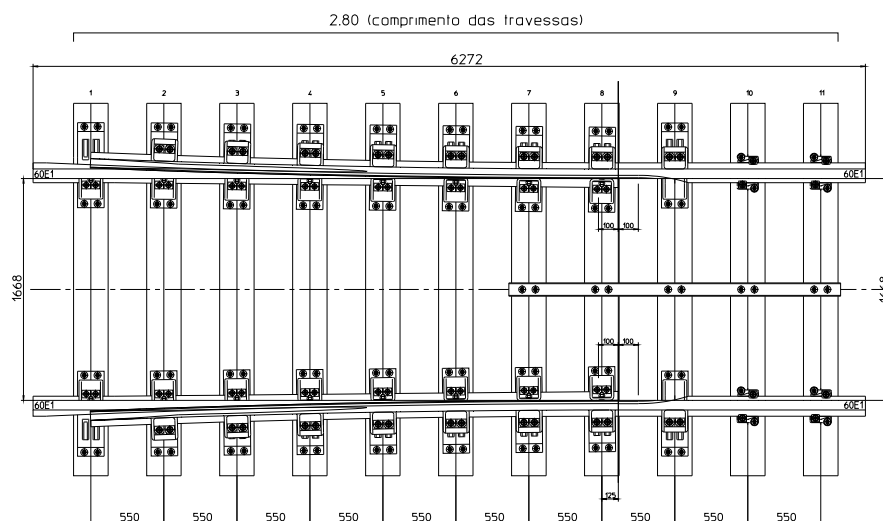


Figura 7.8 - AD Unidirecional – Curso 200mm

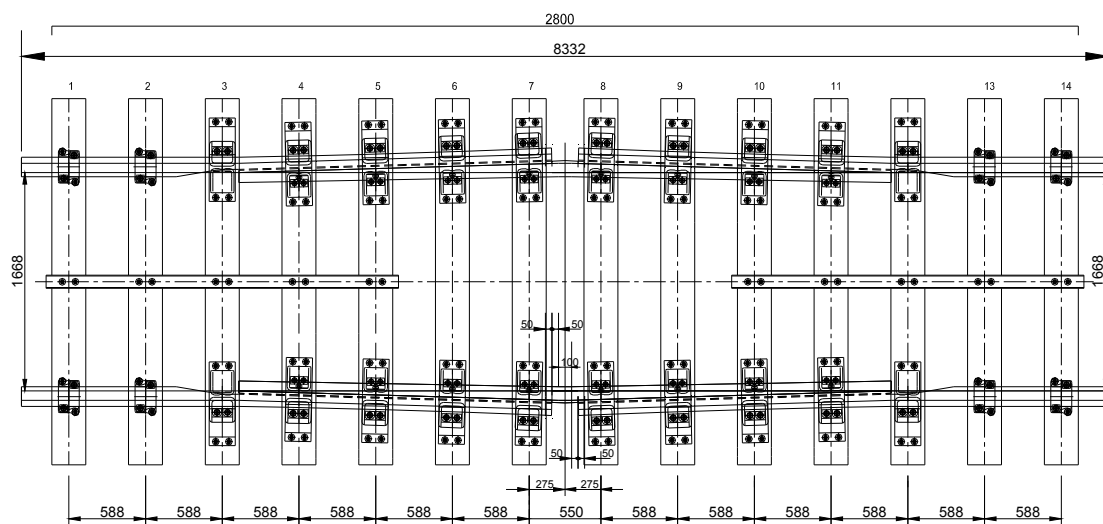


Figura 7.9 – AD Bidirecional – Curso 200mm

Os aparelhos serão utilizados nas pontes metálicas com tramos dilatáveis cujo comprimento seja superior a 20 metros.

As fixações deverão garantir o isolamento do carril.

7.6 - APARELHOS CARRILADORES

De acordo com as indicações da REFER, os aparelhos carriladores (**Figura 7.10**) serão colocados em todas as pontes metálicas.

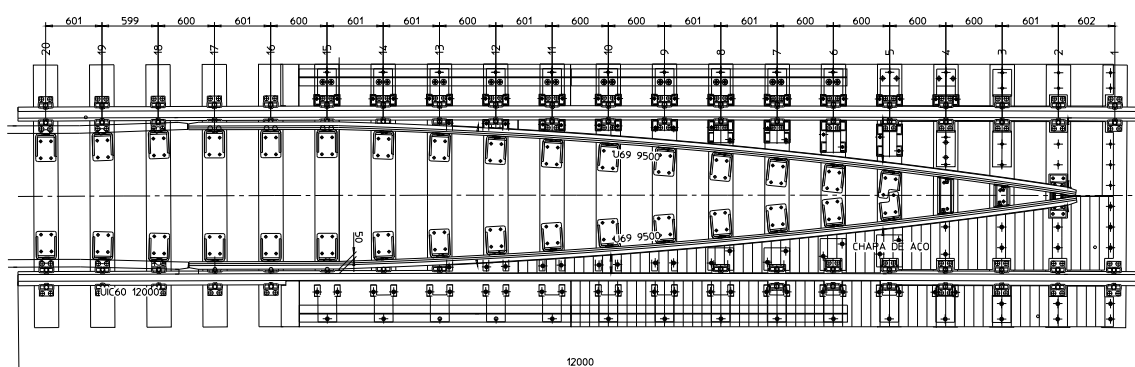


Figura 7.10 – Aparelho Carrilador

7.7 - ESTRADOS PRÉ-FABRICADOS EM PN

Não tendo sido possível nesta fase suprimir os atravessamentos de nível existentes, considerou-se, nos que se mantêm, a aplicação de estrados pré-fabricados (**Figura 7.11** e **Figura 7.12**), em borracha do tipo STRail [17], sendo que nestes locais as travessas de betão bi-bloco serão substituídas por travessas de betão monobloco, tipo Satepor.



Figura 7.11 – Módulos dos estrados pré-fabricados [17]



Figura 7.12 – PN com estrados pré-fabricados

Nas folhas de Planta e Perfil, peças desenhadas 20130130-01 a 20130130-72, apresenta-se o diagrama do Armamento de Via, que permite a quantificação e distribuição espacial dos Materiais de Via considerados.

7.8 - BALASTRO

As travessas serão assentes sobre uma camada de balastro granítico, de acordo com as prescrições da IT.GEO.001.03 – REFER – “Fornecimento de Balastro e Gravilha” [10], com uma espessura mínima de 0.25 m, sob a sua face inferior, medido na prumada dos carris.

8 - TRABALHOS DE VIA

Regra geral, este capítulo pretende desatacar alguns aspetos relevantes nos trabalhos a realizar, sendo que o mesmo deve ter uma leitura conjunta com as restantes peças de projeto, em particular as Medições, Mapa de Quantidades e Definição de Preços Unitários.

No entanto, conforme já foi referido anteriormente, por razões de confidencialidade a informação relativa a Medições, Mapa de Quantidades de Trabalho e Definição de Preços Unitários, não é apresentada no presente documento.

Assim, as referências feitas em seguida traduzem apenas alguns pressupostos a observar no âmbito dos trabalhos previstos para a materialização da intervenção preconizada para este troço da Linha da Beira Baixa.

8.1 - LEVANTAMENTO DE VIA

Neste artigo considera-se incluído o levantamento e transporte dos materiais das vias existentes, em toda a zona onde o novo traçado se desenvolve sobre o canal existente.

Os materiais levantados são pertença do Dono de Obra e serão depositados em local indicado por este.

8.2 - LEVANTAMENTO DE AMV

Refere-se ao levantamento dos AMV existentes, de qualquer tangente, travessas ou tipo de carril.

Os AMV levantados (com os seus elementos constituintes devidamente acondicionados e numerados) são pertença do Dono de Obra e serão depositados em local indicado por este, cabendo ao Adjudicatário os custos de levantamento e de transporte até ao local indicado por este.

8.3 - REMOÇÃO DE BALASTRO

Foi prevista a remoção de balastro nas linhas existentes e a levantar. Neste artigo, para além do levantamento e transporte, está incluída a sua colocação em depósito devidamente legalizado e em conformidade com as normas ambientais em vigor.

8.4 - ASSENTAMENTO DE VIA

O assentamento de via contempla todas as tarefas inerentes à sua colocação em serviço, nomeadamente ataques de enchimento, esmerilagem preventiva, regularização de barras e as inerentes soldaduras decorrentes da regularização.

As soldaduras para ligação de barras serão objeto de artigo próprio (8.9 - Soldaduras para ligação de barras), sendo que as soldaduras para ligação de AC e AD são consideradas no assentamento desses mesmos equipamentos.

Embora em alguns locais, a nova posição da linha seja próxima da linha atual, considerou-se desejável quantificar como trabalhos de levantamento e posterior assentamento em detrimento da ação de ripagem de via. Esta opção permitirá ainda a realização dos trabalhos previstos no âmbito da Terraplenagem e Drenagem.

Para o assentamento de via em pontes metálicas, constitui responsabilidade do Adjudicatário a definição rigorosa de todas as cotas dos entalhes, cabendo-lhe igualmente o custo de todas as travessas inutilizadas durante a execução dos mesmos.

O Adjudicatário deverá proceder a um ensaio prévio para a adaptação dos esquadros atuais, incluindo a colocação de todos os elementos de ligação e suporte. Os trabalhos iniciar-se-ão apenas após a aprovação da solução por parte do Dono de Obra.

Os carris, travessas e fixações serão fornecidos pelo Dono de Obra, cabendo ao Adjudicatário o seu transporte desde o local de disponibilização, até ao local de realização dos trabalhos.

8.5 - ASSENTAMENTO DE AMV

Refere-se ao assentamento de cada um dos AMV previstos no projeto, estando nele incluída a realização das soldaduras internas e de ligação às vias colaterais, bem como o ataque definitivo.

De acordo com a Norma dos Ativos Fixos, no âmbito do Mapa de Quantidades, e por constituírem elementos discretos, a identificação dos AMV será individual.

Os AMV serão fornecidos pelo Dono de Obra, cabendo ao Adjudicatário o seu transporte desde o local de disponibilização, até ao local de realização dos trabalhos.

8.6 - ASSENTAMENTO DE AD

Refere-se ao assentamento dos AD definidos no projeto, (uni ou bidirecionais), em qualquer tipo de carril ou travessa, compreendendo todas as ações necessárias à sua colocação em serviço, incluindo a execução das soldaduras às vias colaterais.

Os aparelhos de dilatação serão fornecidos pelo Dono de Obra, cabendo ao Adjudicatário o seu transporte desde o local de disponibilização, até ao local de realização dos trabalhos.

8.7 - ASSENTAMENTO DE AC

Refere-se ao assentamento dos AC definidos no projeto, em qualquer tipo de carril ou travessa, compreendendo todas as ações necessárias à sua colocação em serviço, incluindo a execução das soldaduras às vias colaterais.

Os aparelhos carriladores serão fornecidos pelo Dono de Obra, cabendo ao Adjudicatário o seu transporte desde o local de disponibilização, até ao local de realização dos trabalhos.

8.8 - ASSENTAMENTO DE CONTRACARRIL

Refere-se ao assentamento de contracarril, em perfil 33C1 / U69 [4], incluindo o assentamento e ligação aos suportes de fixação, e destes à travessa de madeira.

O contracarril, suportes e elementos de fixação serão fornecidos pelo Dono de Obra, cabendo ao Adjudicatário o seu transporte desde o local de disponibilização, até ao local de realização dos trabalhos.

8.9 - SOLDADURAS PARA LIGAÇÃO DE BARRAS

Refere-se às soldaduras para ligação de barras, a realizar por processo aluminotérmico, ou outro desde que realizadas por equipamentos homologados e com prévia autorização da REFER.

As soldaduras para ligação entre AMV, AC e AD e as barras colaterais estão incluídas no assentamento dos referidos equipamentos.

8.10 - ATAQUE DEFINITIVO EM VIA CORRENTE

Corresponde ao ataque definitivo para a totalidade da via a assentar.

8.11 - PIQUETAGEM DEFINITIVA

A piquetagem será feita para as Linhas Gerais e terá como elemento de referência a IT.VIA.005.01 – REFER, 03.07.04 – “Instruções de Piquetagem Definitiva da Via” [11].

8.12 - POSTES QUILOMÉTRICOS

Refere-se à execução e colocação dos postes quilométricos (de piquetagem e existentes quando a linha se mantém no canal ferroviário atual), de acordo com o normativo da REFER sobre esta matéria.

8.13 - MARCOS HECTOMÉTRICOS

Refere-se à execução e colocação dos marcos hectométricos (de piquetagem e existentes quando a linha se mantém no canal ferroviário atual), de acordo com o normativo da REFER sobre esta matéria.

8.14 - FORNECIMENTO DE BALASTRO

Corresponde ao fornecimento do balastro necessário nos trabalhos a realizar, Transporte, Descarga e Regularização de Balastro.

Dada a natureza dos trabalhos a realizar, que incluem intervenção em linhas existentes, a quantidade de balastro apresentada no mapa de medições é um valor estimado.

A metodologia para a quantificação rigorosa do balastro a aplicar deverá ser acordada com a Fiscalização.

8.15 - TRANSPORTE, DESCARGA E REGULARIZAÇÃO DE BALASTRO

Refere-se ao balastro transportado, em toneladas, considerando-se incluído o seu transporte, descarga e regularização em qualquer tipo de linha ou travessas, plena via ou estação.

No caso de reaplicação de balastro oriundo da zona a intervencionar, consideram-se igualmente incluídos todos os custos inerentes à sua movimentação, independentemente do modo de transporte utilizado.

8.16 - FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO DE ESTRADOS PRÉ-FABRICADOS

Corresponde ao assentamento de estrados em borracha, com elementos pré-fabricados em borracha (Tipo STRail) [17], de acordo com as especificações do fabricante e aprovação do Dono de Obra.

A ligação dos estrados a arruamentos e espaços confinantes será objeto de artigo próprio.

O Adjudicatário é responsável pelo fornecimento, transporte e montagem dos estrados, e de todos os componentes necessários às suas ligações colaterais e/ou de fixação.

8.17 - JIC

Refere-se ao fornecimento e colocação de juntas isolantes coladas previstas no projeto.

9 - CONDIÇÕES TÉCNICAS

No presente projeto são aplicáveis as Condições Técnicas Gerais de Via da REFER de 2006.

No presente projeto são igualmente referenciadas marcas comerciais de componentes da via, designadamente Satepor, Cogifer, Vossloh, STRail, Nabla, Futrifer, etc, com o objetivo de permitir especificar as características técnicas e geométricas desses componentes.

Outras marcas comerciais que disponibilizem componentes do mesmo tipo, quando apresentem características idênticas ou superiores, poderão igualmente ser utilizadas, desde que previamente autorizadas pelo Dono de Obra.

10 - CONCLUSÕES

Numa época em que a qualidade das infraestruturas de transportes é determinante para as condições de vida das sociedades e para o seu desenvolvimento, o transporte ferroviário tem potencialidade para retomar o importante papel que assumiu no século XIX e parte do século XX e voltar a assumir-se como um dos elementos chave nas políticas de transportes, quer a nível nacional, quer a nível europeu.

De facto, são vários os fatores que, relativamente a outras alternativas (rodovia, aérea e fluvial), podem diferenciar positivamente a utilização dos caminhos-de-ferro, sendo de destacar a segurança, rapidez, conforto, economia e a proteção ambiental (poupança de recursos naturais, diminuição da poluição atmosférica e descongestionamento dos aeroportos e estradas), sendo igualmente de destacar, no domínio das mercadorias, a capacidade de transporte de grandes cargas com um consumo energético relativamente moderado.

No entanto, a competitividade do transporte ferroviário, depende, entre outras, do material circulante, das condições de exploração, designadamente da existência de canal, da possibilidade de cumprir horários e em particular da condição da infraestrutura de modo a que esta permita uma deslocação em tempo aceitável e em condições de segurança e conforto satisfatórias.

No caso de linhas novas, estas deverão ser projetadas de acordo com os padrões associados ao tipo de serviço pretendido, tendo por base o horizonte de projeto, devendo igualmente ser preocupação a definição de políticas adequadas de manutenção ao longo da sua vida útil, por forma assegurar o retorno do investimento e minimizar as perturbações na sua exploração.

Em linhas existentes, como é o caso do presente projeto, e não sendo possível considerar intervenções traduzidas na realização de traçados variante, deverão manter-se as preocupações referidas anteriormente, devendo ainda ser objeto de atenção especial alguns pontos singulares, como seja o caso das pontes metálicas, as quais, regra geral, não sendo de construção recente, necessitam de programas de monitorização tendo como objetivo a definição atempada de ações de manutenção que impeçam que as mesmas se transformem em futuros pontos de estrangulamento de capacidade da referida infraestrutura.

Assim um processo de renovação de uma via existente envolve um conjunto de tarefas de alguma complexidade, quer a nível do projeto, quer a nível da sua materialização, envolvendo não só as obras de arte, mas também outras áreas

CONCLUSÕES

importantes, regra geral associadas à especificidade do local, como sejam a estabilização de taludes e drenagem, sem esquecer obviamente a plataforma ferroviária, incluindo as zonas de transição com as referidas obras de arte.

No presente projeto, concretamente a renovação da Linha da Beira Baixa, entre as cidades da Covilhã e da Guarda, para além da renovação propriamente dita, foi igualmente necessário criar as condições necessárias à sua posterior eletrificação, o que obrigou a um acréscimo de preocupações, designadamente em termos de espaço para a colocação dos postes de catenária e do cumprimento dos gabarits de eletrificação, aspeto que assume maior relevo em túneis, e neste caso concreto no túnel do Sabugal.

Apesar das condicionantes identificadas, nomeadamente a orografia da zona e os pontos singulares existentes, bem como as exigências definidas, considera-se que os objetivos preconizados pelo Dono de Obra foram cumpridos.

Assim, com a materialização do projeto, será possível a alocação de novo material circulante (elétrico), bem como a concretização de uma alternativa à Linha da Beira Alta, aumentando significativamente a capacidade da ligação à fronteira de Vilar Formoso e permitindo em definitivo o “fecho da malha”, aspeto de extrema importância, não pelo aumento da capacidade disponível destas duas linhas (ambas em via única), mas também como um itinerário alternativo em resultado de situações de interrupção da exploração, decorrentes quer de acidentes, quer de ações da manutenção devidamente programadas.

Do ponto de vista macroeconómico, é igualmente de admitir que a reabilitação (e colocação ao serviço) desta ligação possa gerar novos tráfegos de passageiros, nomeadamente de longo curso, e de mercadorias, com origem ou destino além fronteira, de forma mais rápida e eficiente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Coenraad Esveld, Modern Railway Track, 2th edition, 2001.
- [2] Condições Técnicas Gerais de Via, 2006, REFER.
- [3] EN 13674-1, 2011, Railway applications - Track - Rail - Part 1: Vignole railway rails 46 kg/m and above. CEN.
- [4] EN 13674-3, 2003, Railway applications - Track - Rail - Part 3: Check rails. CEN.
- [5] EN 13803-1+A1 - 2010, Railway applications – Track – Track alignment design parameters – Track gauges 1435 mm and wider – Part 1: Plain line. CEN.
- [6] EN 13803-2+A1 - 2009, Railway applications – Track – Track alignment design parameters – Track gauges 1435 mm and wider – Part 2: Switches and crossings and comparable alignment design situations with abrupt changes of curvature. CEN.
- [7] EN 15273-1, 2009, Railway applications - Gauges - Part 1: General - Common rules for infrastructure and rolling stock. CEN.
- [8] EN 15273-2, 2009, Railway applications - Gauges - Part 2: Rolling stock gauge. CEN.
- [9] EN 15273-3, 2009, Railway applications - Gauges - Part 3: Structure gauges. CEN.
- [10] IT.GEO.001.03, 2008, Fornecimento de balastro e gravilha, REFER.
- [11] IT.VIA.005.01, 18/03/2003, Instruções de Piquetagem Definitiva da Via, REFER.

- [12] N.R.V. 3-3-2.1, 1ª Edición: 1 de Marzo de 1992, Juntas de Carriles - Soldaduras Aluminotérmicas, RENFE.
- [13] EN 13230-1, 2009, Aplicações Ferroviárias, Via - Travessas de Betão, Parte 1: Requisitos Gerais. IPQ.
- [14] NP EN 13230-3, 2009, Aplicações Ferroviárias, Via - Travessas de Betão, Parte 3: Travessas bi-bloco de betão armado. IPQ.
- [15] TVM – Tabela de Velocidades Máximas para via larga, zona geográfica II – 48º Aditamento, REFER.
- [16] Vossloh, Fastening Systems – Rail Fastening for Ribbed Plates – System KS
http://www.vossloh-fastening-systems.com/en/produkte_2010/produkte.html.
- [17] <http://www.strail.de/index.php?id=160&L=1> – Catalogue STRail.

Anexos

Anexo 1 – Parâmetros Geométricos e Dinâmicos - Diretriz

ANEXO 1 – PARÂMETROS GEOMÉTRICOS E DINÂMICOS - DIRETRIZ

Parâmetros Geométricos e Dinâmicos - Diretriz												
Sub-troço 1 - Pk 165+600 ao Pk 178+446												
N. Curva	Tipo Elemento	PK Inicial	PK Final	L	V	R	D	Dteór	I	Dd/ds	dD/dt	dI/dt
		m	m	m	km/h	m	mm	mm	mm	mm/m	mm/s	mm/s
		Limite normal					185		150	2.40	55	60
		Limite excecional					205		211	2.70	80	115
	RT	165 600.000	165 721.403	121.403	80							
	TR	165 721.403	165 791.403	70.000	80					1.71	38	43
320	CV	165 791.403	165 829.831	38.428	80	345	120	254	134			
	TR	165 829.831	165 879.831	50.000	80					2.40	53	60
	RT	165 879.831	166 060.090	180.259	80							
	TR	166 060.090	166 123.090	63.000	80					2.30	51	52
321	CV	166 123.090	166 242.312	119.222	80	300	145	292	147			
	TR	166 242.312	166 347.312	105.000	80					1.38	31	31
	RT	166 347.312	166 411.624	64.312	80							
	TR	166 411.624	166 481.624	70.000	80					2.07	46	46
322	CV	166 481.624	166 675.724	194.100	80	301	145	291	146			
	TR	166 675.724	166 755.724	80.000	80					1.81	40	41
	RT	166 755.724	166 791.853	36.129	80							
	TR	166 791.853	166 849.705	57.852	80					0.95	21	35
323	CV	166 849.705	167 057.117	207.412	80	602	55	146	91			
	TR	167 057.117	167 120.909	63.792	80					0.00	0	17
323A	CV	167 120.909	167 194.404	73.495	80	915	55	96	41			
	TR	167 194.404	167 261.244	66.840	80					1.35	30	35
323B	CV	167 261.244	167 490.833	229.589	80	300	145	292	147			
	TR	167 490.833	167 554.488	63.655	80					2.28	51	51
	TR	167 554.488	167 618.126	63.638	80					2.28	51	51
324	CV	167 618.126	167 746.853	128.727	80	300	145	292	147			
	TR	167 746.853	167 812.249	65.396	80					2.22	49	50
	RT	167 812.249	167 930.534	118.285	80							
	TR	167 930.534	168 000.534	70.000	80					2.07	46	45
325	CV	168 000.534	168 153.151	152.617	80	305	145	287	142			
	TR	168 153.151	168 238.151	85.000	80					1.71	38	37
	RT	168 238.151	168 724.757	486.606	80							
	TR	168 724.757	168 789.757	65.000	80					2.23	50	50
326	CV	168 789.757	168 993.914	204.157	80	300	145	292	147			
	TR	168 993.914	169 062.124	68.210	80					2.13	47	48
	TR	169 062.124	169 130.304	68.181	80					2.13	47	48
327	CV	169 130.304	169 433.620	303.316	80	300	145	292	147			
	TR	169 433.620	169 500.416	66.796	80					0.67	15	15
327A	CV	169 500.416	169 591.495	91.079	80	433	100	202	102			

Parâmetros Geométricos e Dinâmicos - Diretriz													
Sub-troço 1 - Pk 165+600 ao Pk 178+446													
N. Curva	Tipo Elem ento	PK Inicial	PK Final	L	V	R	D	Dteór	I	Dd/ds	dD/dt	dI/dt	
		m	m	m	km/h	m	mm	mm	mm	mm/m	mm/s	mm/s	
		Limite normal						185		150	2.40	55	60
		Limite excepcional						205		211	2.70	80	115
	TR	169 591.495	169 642.170	50.674	80					1.97	44	45	
	TR	169 642.170	169 715.032	72.862	80					1.99	44	45	
328	CV	169 715.032	170 087.019	371.987	80	301	145	291	146				
	TR	170 087.019	170 162.256	75.237	80					1.93	43	43	
	TR	170 162.256	170 237.740	75.484	80					1.92	43	43	
329	CV	170 237.740	170 835.381	597.640	80	300	145	292	147				
	TR	170 835.381	170 902.305	66.925	80					2.17	48	49	
	TR	170 902.305	170 969.260	66.954	80					2.17	48	49	
330	CV	170 969.260	171 408.110	438.850	80	300	145	292	147				
	TR	171 408.110	171 495.892	87.782	80					1.65	37	37	
	TR	171 495.892	171 582.171	86.280	80					1.68	37	37	
331	CV	171 582.171	171 704.428	122.257	80	305	145	287	142				
	TR	171 704.428	171 767.546	63.118	80					2.30	51	50	
	TR	171 767.546	171 831.760	64.214	80					2.26	50	51	
332	CV	171 831.760	172 119.645	287.885	80	300	145	292	147				
	TR	172 119.645	172 203.637	83.993	80					1.73	38	39	
	TR	172 203.637	172 286.173	82.535	80					1.76	39	38	
333	CV	172 286.173	172 513.280	227.108	80	305	145	287	142				
	TR	172 513.280	172 626.751	113.471	80					1.28	28	28	
	RT	172 626.751	172 774.442	147.692	90								
	TR	172 774.442	172 822.263	47.821	90					1.57	39	38	
334	CV	172 822.263	173 047.109	224.845	90	751	75	148	73				
	TR	173 047.109	173 127.277	80.169	90					0.87	22	21	
334A	CV	173 127.277	173 297.998	170.721	90	389	145	286	141				
	TR	173 297.998	173 389.180	91.182	90					0.38	10	39	
	RT	173 389.180	174 174.570	785.390	100								
	TR	174 174.570	174 254.570	80.000	100					1.40	40	39	
335	CV	174 254.570	174 289.767	35.197	100	600	115	228	113				
	TR	174 289.767	174 369.767	80.000	100					1.40	40	39	
	RT	174 369.767	175 347.640	977.873	100								
	TR	175 347.640	175 412.640	65.000	100					1.85	51	51	
336	CV	175 412.640	175 449.442	36.802	100	575	120	238	118				
	TR	175 449.442	175 514.442	65.000	100					1.85	51	51	
	RT	175 514.442	175 932.959	418.516	100								
	TR	175 932.959	175 971.908	38.949	90					2.05	51	51	

ANEXO 1 – PARÂMETROS GEOMÉTRICOS E DINÂMICOS - DIRETRIZ

Parâmetros Geométricos e Dinâmicos - Diretriz												
Sub-troço 1 - Pk 165+600 ao Pk 178+446												
N. Curva	Tipo Elem ento	PK Inicial	PK Final	L	V	R	D	Dteór	I	Dd/ds	dD/dt	dI/dt
		m	m	m	km/h	m	mm	mm	mm	mm/m	mm/s	mm/s
		Limite normal					185		150	2.40	55	60
		Limite excecional					205		211	2.70	80	115
337	CV	175 971.908	176 075.183	103.275	90	693	80	160	80			
	TR	176 075.183	176 102.688	27.505	90					1.45	36	37
337A	CV	176 102.688	176 318.501	215.813	90	460	120	241	121			
	TR	176 318.501	176 380.846	62.344	90					1.92	48	49
	TR	176 380.846	176 448.362	67.516	90					1.93	48	49
338	CV	176 448.362	176 658.732	210.370	90	425	130	261	131			
	TR	176 658.732	176 728.732	70.000	90					1.86	46	47
	RT	176 728.732	176 760.333	31.601	90							
	TR	176 760.333	176 830.880	70.547	90					1.56	39	40
339	CV	176 830.880	176 868.840	37.960	90	499	110	222	112			
	TR	176 868.840	176 928.033	59.193	90					1.86	46	47
	RT	176 928.033	177 225.294	297.261	90							
	TR	177 225.294	177 307.134	81.840	90					1.53	38	37
340	CV	177 307.134	177 429.237	122.102	90	450	125	247	122			
	TR	177 429.237	177 508.263	79.026	90					1.58	40	38
	RT	177 508.263	177 850.454	342.192	90							
	TR	177 850.454	177 934.088	83.634	90					1.67	42	39
341	CV	177 934.088	178 014.184	80.095	90	412	140	270	130			
	TR	178 014.184	178 111.252	97.068	90					1.44	36	33
	TR	178 111.252	178 176.170	64.918	90					1.39	35	35
342	CV	178 176.170	178 222.705	46.535	90	616	90	180	90			
	TR	178 222.705	178 293.991	71.286	90					1.26	32	32
	RT	178 293.991	178 446.127	152.136	90							

Parâmetros Geométricos e Dinâmicos - Diretriz												
Sub-troço 2 - Pk 188+500 ao Pk 211+330												
N. Curva	Tipo Elemento	PK Inicial	PK Final	L	V	R	D	Dteór	I	Dd/ds	dD/dt	dl/dt
		m	m	m	km/h	m	mm	mm	mm	mm/m	mm/s	mm/s
		Limite normal					185		150	2.40	55	60
		Limite excecional					205		211	2.70	80	115
	RT	188 500.000	188 597.210	97.210	80							
	TR	188 597.210	188 657.210	60.000	80					2.08	46	46
356	CV	188 657.210	188 697.390	40.180	80	350	125	251	126			
	TR	188 697.390	188 757.390	60.000	80					2.08	46	46
	RT	188 757.390	188 796.119	38.729	80							
	TR	188 796.119	188 864.119	68.000	80					2.13	47	47
357	CV	188 864.119	188 962.690	98.571	80	305	145	287	142			
	TR	188 962.690	189 030.690	68.000	80					2.13	47	47
	RT	189 030.690	189 064.446	33.756	80							
	TR	189 064.446	189 122.722	58.276	80					1.97	44	44
358	CV	189 122.722	189 154.245	31.523	80	379	115	231	116			
	TR	189 154.245	189 208.046	53.802	80					2.14	47	48
	RT	189 208.046	189 444.826	236.779	80							
	TR	189 444.826	189 512.514	67.689	80					2.14	48	48
359	CV	189 512.514	189 680.298	167.784	80	300	145	292	147			
	TR	189 680.298	189 744.997	64.698	80					2.24	50	51
	TR	189 744.997	189 809.702	64.705	80					2.24	50	51
360	CV	189 809.702	189 988.651	178.949	80	300	145	292	147			
	TR	189 988.651	190 053.312	64.661	80					2.24	50	51
	TR	190 053.312	190 105.157	51.844	80					2.22	49	51
361	CV	190 105.157	190 187.878	82.721	80	374	115	234	119			
	TR	190 187.878	190 286.716	98.838	80					1.16	26	27
	RT	190 286.716	190 369.007	82.291	80							
	TR	190 369.007	190 440.020	71.013	80					1.90	42	37
362	CV	190 440.020	190 621.158	181.137	80	346	135	254	119			
	TR	190 621.158	190 707.181	86.024	80					1.57	35	31
	RT	190 707.181	190 748.796	41.614	80							
	TR	190 748.796	190 797.799	49.003	80					2.24	50	46
363	CV	190 797.799	190 908.399	110.600	80	415	110	211	101			
	TR	190 908.399	190 960.902	52.504	80					2.10	47	43
	RT	190 960.902	191 045.407	84.505	80							
	TR	191 045.407	191 124.926	79.519	80					1.89	42	40
364	CV	191 124.926	191 213.804	88.878	80	300	150	292	142			
	TR	191 213.804	191 282.040	68.236	80					2.20	49	46
	RT	191 282.040	191 421.647	139.607	80							
	TR	191 421.647	191 514.860	93.212	80					1.50	33	35

ANEXO 1 – PARÂMETROS GEOMÉTRICOS E DINÂMICOS - DIRETRIZ

Parâmetros Geométricos e Dinâmicos - Diretriz												
Sub-troço 2 - Pk 188+500 ao Pk 211+330												
N. Curva	Tipo Elemento	PK Inicial	PK Final	L	V	R	D	Dteór	I	Dd/ds	dD/dt	dl/dt
		m	m	m	km/h	m	mm	mm	mm	mm/m	mm/s	mm/s
		Limite normal					185		150	2.40	55	60
		Limite excecional					205		211	2.70	80	115
365	CV	191 514.860	191 766.123	251.264	80	304	140	288	148			
	TR	191 766.123	191 814.928	48.804	80					0.20	5	13
365A	CV	191 814.928	191 986.631	171.704	80	351	130	250	120			
	TR	191 986.631	192 041.667	55.035	80					2.36	52	48
	RT	192 041.667	192 313.809	272.142	80							
	TR	192 313.809	192 380.809	67.000	80					2.24	50	47
366	CV	192 380.809	192 583.577	202.768	80	300	150	292	142			
	TR	192 583.577	192 656.577	73.000	80					2.05	46	43
	RT	192 656.577	192 760.285	103.709	80							
	TR	192 760.285	192 800.285	40.000	80					0.75	17	16
367	CV	192 800.285	192 852.172	51.886	80	1500	30	58	28			
	TR	192 852.172	192 892.172	40.000	80					0.75	17	16
	RT	192 892.172	193 021.923	129.751	80							
	TR	193 021.923	193 073.923	52.000	80					2.21	49	59
368	CV	193 073.923	193 104.418	30.495	80	345	115	254	139			
	TR	193 104.418	193 156.418	52.000	80					2.21	49	59
	RT	193 156.418	193 553.260	396.842	80							
	TR	193 553.260	193 623.792	70.532	80					1.63	36	36
369	CV	193 623.792	193 688.241	64.449	80	382	115	230	115			
369A	CV	193 688.241	193 771.969	83.728	80	427	115	205	90			
369B	CV	193 771.969	193 816.297	44.327	80	382	115	229	114			
	TR	193 816.297	193 910.102	93.806	80					1.23	27	27
	RT	193 910.102	194 044.923	134.821	80							
	TR	194 044.923	194 111.352	66.429	80					2.18	49	49
370	CV	194 111.352	194 334.682	223.330	80	301	145	292	147			
	TR	194 334.682	194 420.625	85.943	80					1.69	37	38
	TR	194 420.625	194 506.475	85.851	80					1.69	38	38
371	CV	194 506.475	194 721.552	215.076	80	301	145	291	146			
	TR	194 721.552	194 786.552	65.000	80					2.23	50	50
	RT	194 786.552	194 963.044	176.492	80							
	TR	194 963.044	195 020.627	57.583	80					2.08	46	39
372	CV	195 020.627	195 056.498	35.871	80	396	120	222	102			
	TR	195 056.498	195 145.080	88.582	80					1.35	30	25
	TR	195 145.080	195 195.761	50.681	80					1.18	26	29
373	CV	195 195.761	195 715.210	519.449	80	692	60	127	67			
	TR	195 715.210	195 763.705	48.495	80					1.24	27	31

Parâmetros Geométricos e Dinâmicos - Diretriz												
Sub-troço 2 - Pk 188+500 ao Pk 211+330												
N. Curva	Tipo Elemento	PK Inicial	PK Final	L	V	R	D	Dteór	I	Dd/ds	dD/dt	dl/dt
		m	m	m	km/h	m	mm	mm	mm	mm/m	mm/s	mm/s
		Limite normal					185		150	2.40	55	60
		Limite excecional					205		211	2.70	80	115
	RT	195 763.705	195 900.540	136.835	80							
	TR	195 900.540	195 970.540	70.000	80					2.00	44	43
374	CV	195 970.540	196 081.859	111.319	80	320	140	274	134			
	TR	196 081.859	196 181.859	100.000	80					1.40	31	30
	RT	196 181.859	196 244.799	62.941	80							
	TR	196 244.799	196 314.799	70.000	80					2.04	45	47
375	CV	196 314.799	196 540.771	225.972	80	300	143	292	149			
	TR	196 540.771	196 593.771	53.000	80					2.70	60	63
	RT	196 593.771	196 715.957	122.186	80							
	TR	196 715.957	196 763.957	48.000	80					2.40	53	60
376	CV	196 763.957	196 811.431	47.473	80	360	115	244	129			
	TR	196 811.431	196 859.431	48.000	80					2.40	53	60
	RT	196 859.431	196 888.687	29.256	80							
	TR	196 888.687	196 941.886	53.199	80					2.35	52	59
377	CV	196 941.886	196 995.953	54.067	80	330	125	266	141			
	TR	196 995.953	197 040.953	45.000	80					2.11	47	55
377A	CV	197 040.953	197 097.120	56.167	80	1500	30	58	28			
	TR	197 097.120	197 149.120	52.000	80					2.02	45	52
377B	CV	197 149.120	197 190.787	41.666	80	308	135	285	150			
	TR	197 190.787	197 251.405	60.618	80					2.23	49	55
	RT	197 251.405	197 417.522	166.117	80							
	TR	197 417.522	197 484.697	67.175	80					2.08	46	47
378	CV	197 484.697	197 597.508	112.811	80	309	140	283	143			
	TR	197 597.508	197 659.244	61.736	80					2.27	50	52
	TR	197 659.244	197 722.216	62.972	80					2.30	51	51
379	CV	197 722.216	197 831.818	109.602	80	303	145	289	144			
	TR	197 831.818	197 895.216	63.397	80					2.29	51	51
	TR	197 895.216	197 958.802	63.587	80					2.20	49	52
380	CV	197 958.802	198 097.864	139.061	80	302	140	290	150			
	TR	198 097.864	198 156.449	58.585	80					2.39	53	57
	TR	198 156.449	198 213.904	57.455	80					2.18	48	62
381	CV	198 213.904	198 274.083	60.179	80	308	125	284	159			
	TR	198 274.083	198 326.602	52.520	80					2.38	53	67
	RT	198 326.602	198 375.099	48.497	80							
	TR	198 375.099	198 405.099	30.000	80					1.67	37	39
382	CV	198 405.099	198 437.536	32.436	80	850	50	103	53			

ANEXO 1 – PARÂMETROS GEOMÉTRICOS E DINÂMICOS - DIRETRIZ

Parâmetros Geométricos e Dinâmicos - Diretriz												
Sub-troço 2 - Pk 188+500 ao Pk 211+330												
N. Curva	Tipo Elemento	PK Inicial	PK Final	L	V	R	D	Dteór	I	Dd/ds	dD/dt	dl/dt
		m	m	m	km/h	m	mm	mm	mm	mm/m	mm/s	mm/s
		Limite normal					185		150	2.40	55	60
		Limite excecional					205		211	2.70	80	115
	TR	198 437.536	198 467.536	30.000	80					1.67	37	39
	RT	198 467.536	198 670.068	202.532	80							
	TR	198 670.068	198 734.690	64.622	80					2.24	50	51
383	CV	198 734.690	199 063.820	329.131	80	300	145	292	147			
	TR	199 063.820	199 150.442	86.622	80					1.67	37	38
	TR	199 150.442	199 237.094	86.652	80					1.67	37	38
384	CV	199 237.094	199 432.307	195.213	80	300	145	292	147			
	TR	199 432.307	199 504.796	72.489	80					2.00	44	45
	RT	199 504.796	199 636.063	131.267	80							
	TR	199 636.063	199 742.024	105.960	80					1.37	30	30
385	CV	199 742.024	199 805.515	63.491	80	304	145	289	144			
	TR	199 805.515	199 875.937	70.422	80					2.06	46	45
	TR	199 875.937	199 945.521	69.584	80					2.08	46	45
386	CV	199 945.521	199 997.544	52.023	80	307	145	285	140			
	TR	199 997.544	200 071.219	73.675	80					1.97	44	42
	RT	200 071.219	200 169.704	98.485	80							
	TR	200 169.704	200 240.245	70.541	80					1.98	44	46
387	CV	200 240.245	200 383.641	143.397	80	307	140	285	145			
	TR	200 383.641	200 453.420	69.779	80					2.01	45	46
	TR	200 453.420	200 524.708	71.288	80					2.03	45	46
388	CV	200 524.708	200 691.366	166.658	80	301	145	291	146			
	TR	200 691.366	200 756.298	64.932	80					2.23	50	50
	RT	200 756.298	200 861.926	105.628	80							
	TR	200 861.926	200 926.926	65.000	80					2.23	50	48
389	CV	200 926.926	200 973.807	46.881	80	308	145	285	140			
	TR	200 973.807	201 038.807	65.000	80					2.23	50	48
	RT	201 038.807	201 123.883	85.075	80							
	TR	201 123.883	201 199.058	75.176	80					1.86	41	42
390	CV	201 199.058	201 325.519	126.461	80	309	140	283	143			
	TR	201 325.519	201 386.403	60.884	80					1.72	38	41
390A	CV	201 386.403	201 499.871	113.468	80	1344	35	65	30			
	TR	201 499.871	201 547.939	48.069	80					0.73	16	14
	RT	201 547.939	201 590.022	42.083	80							
	TR	201 590.022	201 685.855	95.833	80					1.51	34	33
391	CV	201 685.855	201 780.295	94.440	80	305	145	288	143			
	TR	201 780.295	201 852.613	72.318	80					2.01	45	44

ANEXO 1 – PARÂMETROS GEOMÉTRICOS E DINÂMICOS - DIRETRIZ

Parâmetros Geométricos e Dinâmicos - Diretriz												
Sub-troço 2 - Pk 188+500 ao Pk 211+330												
N. Curva	Tipo Elemento	PK Inicial	PK Final	L	V	R	D	Dteór	I	Dd/ds	dD/dt	dl/dt
		m	m	m	km/h	m	mm	mm	mm	mm/m	mm/s	mm/s
		Limite normal					185		150	2.40	55	60
		Limite excecional					205		211	2.70	80	115
	RT	201 852.613	201 932.618	80.005	80							
	TR	201 932.618	201 990.377	57.759	80					1.56	35	33
392	CV	201 990.377	202 115.260	124.882	80	499	90	176	86			
	TR	202 115.260	202 172.621	57.361	80					1.57	35	33
	RT	202 172.621	202 314.914	142.293	80							
	TR	202 314.914	202 379.914	65.000	80					2.15	48	49
393	CV	202 379.914	202 423.247	43.333	80	310	140	283	143			
	TR	202 423.247	202 488.247	65.000	80					2.15	48	49
	RT	202 488.247	202 609.466	121.219	80							
	TR	202 609.466	202 655.466	46.000	80					1.63	36	38
394	CV	202 655.466	202 742.826	87.360	80	570	75	154	79			
	TR	202 742.826	202 791.826	49.000	80					1.53	34	36
	RT	202 791.826	202 876.723	84.897	80							
	TR	202 876.723	202 936.976	60.253	80					2.24	50	54
395	CV	202 936.976	203 000.118	63.142	80	312	135	281	146			
	TR	203 000.118	203 066.790	66.672	80					2.02	45	49
	TR	203 066.790	203 123.032	56.242	80					2.13	47	46
396	CV	203 123.032	203 230.711	107.679	80	369	120	237	117			
	TR	203 230.711	203 298.504	67.793	80					1.77	39	38
	RT	203 298.504	203 336.786	38.283	80							
	TR	203 336.786	203 399.277	62.490	80					2.32	52	51
397	CV	203 399.277	203 440.284	41.007	80	303	145	290	145			
	TR	203 440.284	203 503.751	63.466	80					2.28	51	51
	RT	203 503.751	203 560.118	56.368	80							
	TR	203 560.118	203 624.088	63.970	80					2.19	49	49
398	CV	203 624.088	203 689.709	65.621	80	313	140	280	140			
	TR	203 689.709	203 751.901	62.193	80					2.25	50	50
	RT	203 751.901	203 825.929	74.028	90							
	TR	203 825.929	203 873.419	47.489	90					1.90	47	51
399	CV	203 873.419	203 921.108	47.689	90	593	90	187	97			
	TR	203 921.108	203 990.993	69.885	90					1.29	32	35
	RT	203 990.993	204 052.788	61.795	90							
	TR	204 052.788	204 115.288	62.500	90					2.08	52	51
400	CV	204 115.288	204 146.312	31.023	90	430	130	258	128			
	TR	204 146.312	204 208.812	62.500	90					2.08	52	51
	RT	204 208.812	204 294.382	85.570	90							

ANEXO 1 – PARÂMETROS GEOMÉTRICOS E DINÂMICOS - DIRETRIZ

Parâmetros Geométricos e Dinâmicos - Diretriz												
Sub-troço 2 - Pk 188+500 ao Pk 211+330												
N. Curva	Tipo Elemento	PK Inicial	PK Final	L	V	R	D	Dteór	I	Dd/ds	dD/dt	dl/dt
		m	m	m	km/h	m	mm	mm	mm	mm/m	mm/s	mm/s
		Limite normal					185		150	2.40	55	60
		Limite excecional					205		211	2.70	80	115
	TR	204 294.382	204 366.165	71.783	90					2.02	50	49
401	CV	204 366.165	204 435.336	69.171	90	387	145	287	142			
	TR	204 435.336	204 526.713	91.377	90					1.59	40	39
	TR	204 526.713	204 592.801	66.087	90					1.51	38	41
402	CV	204 592.801	204 644.983	52.183	90	535	100	207	107			
	TR	204 644.983	204 699.936	54.952	90					1.82	45	49
	RT	204 699.936	204 986.256	286.320	90							
	TR	204 986.256	205 040.302	54.047	90					1.85	46	42
403	CV	205 040.302	205 081.481	41.179	90	584	100	190	90			
	TR	205 081.481	205 135.878	54.396	90					1.84	46	41
	RT	205 135.878	205 242.100	106.222	90							
	TR	205 242.100	205 304.806	62.706	90					1.44	36	36
404	CV	205 304.806	205 354.488	49.682	90	612	90	181	91			
	TR	205 354.488	205 420.700	66.212	90					1.36	34	35
	RT	205 420.700	205 564.653	143.952	90							
	TR	205 564.653	205 608.781	44.128	80					2.38	53	54
405	CV	205 608.781	205 639.433	30.652	80	415	105	211	106			
	TR	205 639.433	205 696.303	56.870	80					1.85	41	42
	TR	205 696.303	205 774.127	77.824	80					1.80	40	43
406	CV	205 774.127	205 841.312	67.185	80	303	140	289	149			
	TR	205 841.312	205 898.966	57.654	80					2.43	54	57
	TR	205 898.966	205 957.063	58.097	80					1.89	42	69
407	CV	205 957.063	205 981.918	24.855	80	301	110	291	181			
	TR	205 981.918	206 027.849	45.932	80					2.39	53	88
	RT	206 027.849	206 584.822	556.973	80							
	TR	206 584.822	206 693.677	108.855	80					1.15	26	30
408	CV	206 693.677	206 758.724	65.047	80	320	125	274	149			
	TR	206 758.724	206 846.742	88.018	80					1.42	32	38
	TR	206 846.742	206 901.355	54.613	90					1.83	46	53
409	CV	206 901.355	207 097.539	196.184	90	516	100	215	115			
	TR	207 097.539	207 138.282	40.743	90					0.25	6	2
409A	CV	207 138.282	207 307.180	168.898	90	485	110	229	119			
	TR	207 307.180	207 373.164	65.984	90					1.21	30	31
409B	CV	207 373.164	207 412.094	38.930	90	1682	30	66	36			
	TR	207 412.094	207 478.947	66.853	90					1.50	37	39
409C	CV	207 478.947	207 561.701	82.753	90	411	130	270	140			

ANEXO 1 – PARÂMETROS GEOMÉTRICOS E DINÂMICOS - DIRETRIZ

Parâmetros Geométricos e Dinâmicos - Diretriz												
Sub-troço 2 - Pk 188+500 ao Pk 211+330												
N. Curva	Tipo Elem ento	PK Inicial	PK Final	L	V	R	D	Dteór	I	Dd/ds	dD/dt	dl/dt
		m	m	m	km/h	m	mm	mm	mm	mm/m	mm/s	mm/s
		Limite normal					185		150	2.40	55	60
		Limite excepcional					205		211	2.70	80	115
	TR	207 561.701	207 626.013	64.312	90					2.02	51	54
	RT	207 626.013	208 087.194	461.181	90							
	TR	208 087.194	208 154.194	67.000	90					1.64	41	44
410	CV	208 154.194	208 565.086	410.892	90	489	110	227	117			
	TR	208 565.086	208 620.086	55.000	90					2.00	50	53
	RT	208 620.086	209 430.544	810.458	100							
	TR	209 430.544	209 500.544	70.000	100					1.57	44	55
411	CV	209 500.544	209 546.068	45.523	100	550	110	249	139			
	TR	209 546.068	209 616.068	70.000	100					1.57	44	55
	RT	209 616.068	210 602.942	986.874	100							
	TR	210 602.942	210 632.942	30.000	90					1.67	42	46
412	CV	210 632.942	210 665.844	32.903	90	1050	50	106	56			
	TR	210 665.844	210 695.844	30.000	90					1.67	42	46
	RT	210 695.844	210 786.867	91.023	90							
	TR	210 786.867	210 816.867	30.000	90					1.67	42	42
413	CV	210 816.867	210 847.993	31.126	90	1100	50	101	51			
	TR	210 847.993	210 877.993	30.000	90					1.67	42	42
	RT	210 877.993	211 029.107	151.114	90							
	TR	211 029.107	211 059.107	30.000	90					1.00	25	37
414	CV	211 059.107	211 105.599	46.492	90	1500	30	74	44			
	TR	211 105.599	211 135.599	30.000	90					1.00	25	37
	RT	211 135.599	211 330.482	194.883	90							

RT - Reta

TR - Transição

CV - Curva

Anexo 2 – Parâmetros Geométricos e Dinâmicos - Rasante

ANEXO 2 – PARÂMETROS GEOMÉTRICOS E DINÂMICOS - RASANTE

Parâmetros Geométricos e Dinâmicos - Rasante									
Sub-troço 1 - Pk 165+600 ao Pk 178+446									
Elemento	Pk (m)	Cota (m)	Inclinação (‰)		Δi (‰)	Rv (m)	L Rv (m)	V (Km/h)	av (m/s²)
			entrada	saída					
Limite normal									0.10
Limite excecional									0.31
Quebra	165+600.000	524.714	-15.80	-15.80	0.00			80	
Quebra	165+602.617	524.673	-15.80	-17.20	-1.40			80	
Quebra	165+685.808	523.246	-17.20	-16.70	0.50			80	
Quebra	165+818.741	521.032	-16.70	-16.60	0.10			80	
Quebra	165+969.925	518.525	-16.60	-16.30	0.30			80	
Quebra	166+101.122	516.393	-16.30	-15.70	0.60			80	
Quebra	166+185.036	515.074	-15.70	-16.50	-0.80			80	
Quebra	166+237.977	514.203	-16.50	-16.00	0.50			80	
Quebra	166+457.890	510.682	-16.00	-17.90	-1.90			80	
Quebra	166+630.039	507.598	-17.90	-17.10	0.80			80	
Quebra	166+899.544	502.994	-17.10	-17.90	-0.80			80	
Quebra	167+140.757	498.678	-17.90	-17.60	0.30			80	
Quebra	167+324.411	495.446	-17.60	-18.60	-1.00			80	
CV	167+695.269	488.559	-18.60	0.30	18.90	5000	94.258	80	0.10
CV	167+883.136	488.612	0.30	-18.60	-18.90	5000	94.266	80	0.10
Quebra	168+247.572	481.843	-18.60	-20.50	-1.90			80	
CV	168+474.218	477.195	-20.50	0.40	20.90	4000	83.805	80	0.12
Quebra	168+723.748	477.307	0.40	-1.00	-1.40			80	
Quebra	168+881.805	477.144	-1.00	0.80	1.80			80	
Quebra	169+062.653	477.292	0.80	0.00	-0.80			80	
Quebra	169+507.941	477.273	0.00	0.50	0.50			80	
Quebra	169+751.573	477.391	0.50	-1.10	-1.60			80	
CV	169+966.395	477.153	-1.10	16.70	17.80	3500	62.343	80	0.14
Quebra	170+148.735	480.200	16.70	15.20	-1.50			80	
CV	170+302.822	482.541	15.20	0.80	-14.40	5000	71.804	80	0.10
CV	170+448.629	482.661	0.80	-18.30	-19.10	4000	76.343	80	0.12
Quebra	170+734.441	477.442	-18.30	-17.80	0.50			80	
Quebra	171+105.282	470.842	-17.80	-19.80	-2.00			80	
CV	171+320.425	466.588	-19.80	-15.60	4.20	13000	54.808	80	0.04
Quebra	171+498.329	463.820	-15.60	-17.50	-1.90			80	
Quebra	171+655.379	461.077	-17.50	-19.30	-1.80			80	
Quebra	171+940.318	455.568	-19.30	-17.40	1.90			80	
Quebra	172+316.224	449.018	-17.40	-19.10	-1.70			80	
Quebra	172+449.752	446.471	-19.10	-17.50	1.60			80	
Quebra	172+808.980	440.197	-17.50	-18.50	-1.00			90	
CV	173+350.242	430.197	-18.50	-6.40	12.10	12000	145.163	90	0.05
CV	173+570.589	428.793	-6.40	0.10	6.50	8500	55.263	100	0.09
Quebra	174+024.495	428.850	0.10	1.30	1.20			100	
Quebra	174+275.310	429.182	1.30	-0.70	-2.00			100	
Quebra	174+529.412	429.015	-0.70	-0.20	0.50			100	
CV	174+884.110	428.942	-0.20	12.60	12.80	12000	153.257	100	0.06

ANEXO 2 – PARÂMETROS GEOMÉTRICOS E DINÂMICOS - RASANTE

Parâmetros Geométricos e Dinâmicos - Rasante									
Sub-troço 1 - Pk 165+600 ao Pk 178+446									
Elemento	Pk (m)	Cota (m)	Inclinação (‰)		Δi (‰)	Rv (m)	L Rv (m)	V (Km/h)	av (m/s²)
			entrada	saída					
Limite normal									0.10
Limite excecional									0.31
Quebra	175+027.264	430.742	12.60	14.50	1.90			100	
Quebra	175+173.338	432.865	14.50	16.10	1.60			100	
CV	175+430.679	437.004	16.10	10.50	-5.60	6500	35.970	100	0.12
Quebra	175+579.918	438.578	10.50	9.30	-1.20			100	
Quebra	175+747.928	440.133	9.30	9.70	0.40			100	
CV	176+019.770	442.783	9.70	0.10	-9.60	6000	58.102	90	0.10
Quebra	176+200.270	442.794	0.10	1.70	1.60			90	
CV	176+324.816	443.006	1.70	15.50	13.80	6000	82.942	90	0.10
Quebra	176+460.490	445.114	15.50	16.50	1.00			90	
Quebra	176+782.986	450.450	16.50	15.40	-1.10			90	
Quebra	176+970.441	453.331	15.40	16.30	0.90			90	
CV	177+270.638	458.215	16.30	-1.30	-17.60	4000	70.140	90	0.16
Quebra	177+395.417	458.057	-1.30	-0.30	1.00			90	
Quebra	177+667.229	457.988	-0.30	0.60	0.90			90	
Quebra	177+902.316	458.124	0.60	-1.30	-1.90			90	
Quebra	177+976.619	458.026	-1.30	-16.20	-14.90	4500	66.867	90	0.14
Quebra	178+347.191	452.027	-16.20	-14.20	2.00			90	
Quebra	178+446.127	450.617	-14.20	-14.20	0.00			90	

ANEXO 2 – PARÂMETROS GEOMÉTRICOS E DINÂMICOS - RASANTE

Parâmetros Geométricos e Dinâmicos - Rasante									
Sub-troço 2 - Pk 188+500 ao Pk 211+330									
Elemento	Pk (m)	Cota (m)	Inclinação (‰)		Δi (‰)	Rv (m)	L Rv (m)	V (Km/h)	av (m/s²)
			entrada	saída					
Limite normal									0.10
Limite excecional									0.31
Quebra	188+500.000	517.090	17.80	17.80	0.00			80	
Quebra	188+609.605	519.046	17.80	19.10	1.30			80	
CV	188+804.384	522.758	19.10	-1.00	-20.10	4284	85.820	80	0.12
CV	189+093.546	522.474	-1.00	12.40	13.40	4250	57.026	80	0.12
Quebra	189+165.386	523.368	12.40	14.20	1.80			80	
CV	189+304.072	525.334	14.20	17.40	3.20	12500	40.439	80	0.04
Quebra	189+424.966	527.439	17.40	19.40	2.00			80	
Quebra	189+517.417	529.231	19.40	18.70	-0.70			80	
Quebra	189+723.338	533.090	18.70	17.50	-1.20			80	
Quebra	189+925.243	536.616	17.50	19.50	2.00			80	
Quebra	190+140.610	540.806	19.50	17.50	-2.00			80	
Quebra	190+955.805	555.107	17.50	18.60	1.10			80	
CV	191+336.056	562.162	18.60	-1.40	-20.00	5000	99.974	80	0.10
CV	191+657.344	561.697	-1.40	15.20	16.60	5000	83.369	80	0.10
Quebra	191+770.874	563.426	15.20	17.10	1.90			80	
Quebra	191+858.107	564.915	17.10	17.90	0.80			80	
Quebra	192+397.040	574.561	17.90	19.30	1.40			80	
Quebra	192+454.624	575.672	19.30	18.20	-1.10			80	
Quebra	192+747.748	581.021	18.20	20.10	1.90			80	
Quebra	192+896.016	583.997	20.10	18.70	-1.40			80	
Quebra	193+143.334	588.614	18.70	16.90	-1.80			80	
CV	193+558.329	595.624	16.90	3.70	-13.20	3602	47.525	80	0.14
CV	193+752.291	596.341	3.70	18.50	14.80	5000	73.859	80	0.10
Quebra	193+922.445	599.484	18.50	17.70	-0.80			80	
Quebra	194+365.545	607.340	17.70	17.10	-0.60			80	
Quebra	194+549.119	610.486	17.10	17.80	0.70			80	
Quebra	194+680.830	612.834	17.80	19.10	1.30			80	
Quebra	194+784.507	614.820	19.10	19.20	0.10			80	
Quebra	195+003.154	619.020	19.20	17.80	-1.40			80	
Quebra	195+235.344	623.143	17.80	18.90	1.10			80	
Quebra	195+385.786	625.988	18.90	18.10	-0.80			80	
Quebra	196+093.999	638.805	18.10	17.80	-0.30			80	
Quebra	196+291.591	642.329	17.80	16.40	-1.40			80	
Quebra	196+403.518	644.161	16.40	15.60	-0.80			80	
Quebra	196+496.626	645.613	15.60	13.70	-1.90			80	
Quebra	196+569.349	646.607	13.70	11.70	-2.00			80	
CV	196+772.211	648.986	11.70	17.50	5.80	10000	58.055	80	0.05
Quebra	196+998.741	652.958	17.50	15.90	-1.60			80	
CV	197+161.449	655.553	15.90	1.00	-14.90	7000	104.957	80	0.07
CV	197+374.135	655.756	1.00	18.50	17.50	6000	105.534	80	0.08
Quebra	197+863.063	664.824	18.50	19.00	0.50			80	

ANEXO 2 – PARÂMETROS GEOMÉTRICOS E DINÂMICOS - RASANTE

Parâmetros Geométricos e Dinâmicos - Rasante									
Sub-troço 2 - Pk 188+500 ao Pk 211+330									
Elemento	Pk (m)	Cota (m)	Inclinação (‰)		Δi (‰)	Rv (m)	L Rv (m)	V (Km/h)	av (m/s²)
			entrada	saída					
Limite normal									0.10
Limite excecional									0.31
Quebra	198+074.920	668.850	19.00	18.00	-1.00			80	
CV	198+290.771	672.743	18.00	11.70	-6.30	5000	31.488	80	0.10
CV	198+355.545	673.503	11.70	19.30	7.60	5000	37.682	80	0.10
Quebra	198+430.165	674.942	19.30	18.40	-0.90			80	
Quebra	198+542.776	677.019	18.40	17.60	-0.80			80	
Quebra	198+696.005	679.723	17.60	16.80	-0.80			80	
CV	198+875.314	682.729	16.80	20.00	3.20	12500	40.122	80	0.04
Quebra	198+999.979	685.219	20.00	18.40	-1.60			80	
Quebra	199+125.194	687.529	18.40	16.70	-1.70			80	
Quebra	199+251.316	689.639	16.70	18.00	1.30			80	
Quebra	199+668.845	697.160	18.00	18.90	0.90			80	
Quebra	199+825.301	700.117	18.90	17.60	-1.30			80	
CV	199+989.820	703.006	17.60	2.30	-15.30	7000	106.472	80	0.07
CV	200+113.033	703.296	2.30	11.40	9.10	7500	67.973	80	0.07
CV	200+255.734	704.925	11.40	19.50	8.10	7500	60.406	80	0.07
Quebra	200+373.296	707.214	19.50	17.60	-1.90			80	
Quebra	200+852.698	715.649	17.60	17.30	-0.30			80	
Quebra	201+035.427	718.819	17.30	17.20	-0.10			80	
Quebra	201+066.901	719.361	17.20	17.80	0.60			80	
Quebra	201+169.712	721.195	17.80	19.40	1.60			80	
Quebra	201+301.971	723.761	19.40	17.90	-1.50			80	
Quebra	201+416.406	725.815	17.90	17.30	-0.60			80	
Quebra	201+686.786	730.502	17.30	16.00	-1.30			80	
Quebra	201+786.221	732.095	16.00	17.80	1.80			80	
Quebra	201+944.216	734.907	17.80	19.70	1.90			80	
Quebra	202+068.759	737.356	19.70	18.30	-1.40			80	
CV	202+347.442	742.457	18.30	2.10	-16.20	4000	64.850	80	0.12
CV	202+639.553	743.066	2.10	18.90	16.80	3500	58.921	80	0.14
Quebra	202+878.413	747.587	18.90	17.80	-1.10			80	
Quebra	203+064.546	750.906	17.80	16.60	-1.20			80	
CV	203+171.688	752.689	16.60	20.40	3.80	15000	56.544	80	0.03
Quebra	203+300.752	755.323	20.40	18.40	-2.00			80	
Quebra	203+406.067	757.257	18.40	16.40	-2.00			80	
Quebra	203+646.884	761.204	16.40	17.00	0.60			80	
Quebra	203+842.450	764.525	17.00	18.90	1.90			90	
Quebra	203+944.879	766.462	18.90	18.20	-0.70			90	
Quebra	204+100.120	769.294	18.20	16.90	-1.30			90	
Quebra	204+281.055	772.352	16.90	19.20	2.30			90	
Quebra	204+448.493	775.560	19.20	19.40	0.20			90	
CV	204+561.930	777.762	19.40	4.50	-14.90	7000	104.445	90	0.09
CV	204+766.432	778.680	4.50	17.20	12.70	7000	88.933	90	0.09

ANEXO 2 – PARÂMETROS GEOMÉTRICOS E DINÂMICOS - RASANTE

Parâmetros Geométricos e Dinâmicos - Rasante									
Sub-troço 2 - Pk 188+500 ao Pk 211+330									
Elemento	Pk (m)	Cota (m)	Inclinação (‰)		Δi (‰)	Rv (m)	L Rv (m)	V (Km/h)	av (m/s²)
			entrada	saída					
Limite normal									0.10
Limite excepcional									0.31
Quebra	204+903.167	781.031	17.20	19.10	1.90			90	
Quebra	205+043.419	783.709	19.10	17.60	-1.50			90	
Quebra	205+537.580	792.424	17.60	16.90	-0.70			80	
Quebra	205+730.673	795.695	16.90	15.30	-1.60			80	
Quebra	205+836.035	797.303	15.30	17.20	1.90			80	
Quebra	205+933.865	798.983	17.20	19.20	2.00			80	
CV	205+998.044	800.213	19.20	11.90	-7.30	6000	43.502	80	0.08
Quebra	206+040.900	800.723	11.90	13.90	2.00			80	
Quebra	206+103.690	801.595	13.90	15.80	1.90			80	
Quebra	206+160.525	802.495	15.80	16.50	0.70			80	
Quebra	206+239.836	803.804	16.50	14.50	-2.00			80	
CV	206+478.589	807.267	14.50	-0.20	-14.70	8500	125.158	80	0.06
CV	206+777.500	807.201	-0.20	-4.80	-4.60	8000	36.795	80	0.06
CV	206+935.506	806.439	-4.80	-18.50	-13.70	5000	68.169	90	0.13
Quebra	207+100.494	803.394	-18.50	-17.20	1.30			90	
CV	207+265.786	800.546	-17.20	-1.10	16.10	5000	80.817	90	0.13
CV	207+509.807	800.286	-1.10	14.00	15.10	4000	60.416	90	0.16
Quebra	207+645.514	802.192	14.00	12.10	-1.90			90	
Quebra	207+848.228	804.645	12.10	11.30	-0.80			90	
Quebra	207+954.058	805.840	11.30	9.30	-2.00			90	
CV	208+002.390	806.291	9.30	13.90	4.60	8500	38.881	90	0.07
CV	208+449.302	812.501	13.90	2.40	-11.50	8000	92.244	90	0.08
Quebra	208+567.318	812.780	2.40	1.50	-0.90			90	
Quebra	208+660.967	812.922	1.50	-0.50	-2.00			100	
CV	208+813.982	812.853	-0.50	-16.20	-15.70	5000	78.874	100	0.15
Quebra	209+182.937	806.865	-16.20	-15.70	0.50			100	
CV	209+615.304	800.077	-15.70	-0.20	15.50	7000	108.780	100	0.11
CV	210+300.310	799.968	-0.20	5.90	6.10	9000	54.464	100	0.09
Quebra	210+546.438	801.418	5.90	7.60	1.70			100	
CV	210+654.082	802.239	7.60	12.30	4.70	8000	37.077	90	0.08
Quebra	210+898.274	805.234	12.30	14.20	1.90			90	
CV	211+102.939	808.149	14.20	7.20	-7.00	12000	84.020	90	0.05
Quebra	211+322.398	809.738	7.20	6.10	-1.10			90	
Quebra	211+330.482	809.787	6.10	6.10	0.00			90	

Anexo 3 – Peças Desenhadas