

# **LINHA DO TUA**

História, estruturas, acidentes, contexto  
geológico-geotécnico

**RICARDO NUNO OLIVEIRA DA SILVA**

Relatório de Projecto submetido para satisfação parcial dos requisitos do grau de  
**MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL — ESPECIALIZAÇÃO EM GEOTECNIA**

---

Orientador: Professor Doutor Manuel Matos Fernandes

JULHO DE 2008

## **MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA CIVIL 2007/2008**

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Tel. +351-22-508 1901

Fax +351-22-508 1446

✉ [miec@fe.up.pt](mailto:miec@fe.up.pt)

*Editado por*

FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

Rua Dr. Roberto Frias

4200-465 PORTO

Portugal

Tel. +351-22-508 1400

Fax +351-22-508 1440

✉ [feup@fe.up.pt](mailto:feup@fe.up.pt)

🌐 <http://www.fe.up.pt>

Reproduções parciais deste documento serão autorizadas na condição que seja mencionado o Autor e feita referência a *Mestrado Integrado em Engenharia Civil - 2007/2008 - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2008.*

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

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

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Arquivo Histórico do Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres, na pessoa do Sr. Dr. Gilberto Gomes, pela simpatia e disponibilidade com que me receberam.

À REFER – Engenharia, na pessoa do Sr. Eng. José Carlos Clemente.

Ao Arquivo Histórico da CP.

Ao Sr. Fernando da aldeia de Castanheiro, que me indicou lugares que jamais vou esquecer.

À minha mulher, que me acompanhou nas longas e duras caminhadas ao longo da linha e suas encostas.

Ao Professor José Miguel Castro (FEUP), pelos esclarecimentos prestados sobre estruturas metálicas.

Ao meu orientador Professor Manuel Matos Fernandes, pela sua preciosa ajuda.



## **RESUMO**

Este trabalho apresenta a Linha do Tua em termos históricos, de projecto, de construção e dos seus cenários geológico-geotécnicos. O objectivo é reunir os elementos de carácter histórico e científico disponíveis sobre a linha, num só documento.

O trabalho está dividido em oito capítulos. No primeiro faz-se uma pequena introdução sobre o tema do trabalho e o modo como foram obtidos os elementos apresentados. No segundo capítulo convida-se o leitor a fazer uma viagem pela linha e no terceiro apresentam-se conteúdos históricos sobre a mesma: o nascimento, a aprovação e a sua inauguração.

Nos capítulos quatro e cinco são apresentados elementos sobre o projecto e respectiva construção. Neles caracterizam-se a geometria do traçado e as obras de arte nele existentes, apresentam-se os cálculos de uma ponte metálica, quantifica-se a mão-de-obra e os veículos envolvidos na construção da linha e algumas alterações feitas ao projecto inicial.

O capítulo seis é dedicado ao viaduto das Fragas Más, onde se apresentam elementos sobre o projecto e construção do viaduto actual, ilustra-se o viaduto metálico original e faz-se referência ao acidente que o destruiu.

No capítulo sete é feita uma caracterização geológica do vale do Tua, apresentam-se alguns cenários de instabilidade e respectivas soluções. O capítulo oito contém uma pequena conclusão.

**PALAVRAS-CHAVE:** Tua, beleza, coragem e dedicação.



## **ABSTRACT**

This paper presents the history, project, construction and geological-geotechnical scenery of Linha do Tua. The aim is to bring together the historical and scientific elements of the line in a single document.

The work is divided into eight chapters. In the first a short introduction is made about the theme of work and how the evidence presented was obtained. The second chapter invites the reader to make a journey around the line, and in the third, the historical content: the birth, adoption and its inauguration is presented.

In chapters four and five the elements of the project and its construction are defined. The geometry of the track and the works of art still prevailing are described along with the calculations of a metal bridge, the quantification of hand labour and the vehicles involved in the construction and the changes made to the original Project.

Chapter six is dedicated to the Fragas Más overpass, where the details of the remaining project and its construction are set, the original metal overpass is illustrated and a reference is made to the accident that destroyed it.

In chapter seven a geological characterization of the valley of Tua is made, and some scenarios of instability and their solutions are presented. The chapter eight contains a short conclusion.

**KEYWORDS:** Tua, beauty, courage and dedication.



**ÍNDICE GERAL**

<b>AGRADECIMENTOS</b> .....	i
<b>RESUMO</b> .....	iii
<b>ABSTRACT</b> .....	v
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	1
<b>2. UMA VIAGEM PELA LINHA</b> .....	3
<b>3. A HISTÓRIA DA LINHA</b> .....	11
3.1. A IMPORTÂNCIA DA CONSTRUÇÃO DA LINHA E SUA APROVAÇÃO .....	11
3.2. O ESTUDO DO TRAÇADO .....	14
3.3. CONSTRUÇÃO .....	14
3.4. A INAUGURAÇÃO .....	16
<b>4. PROJECTO</b> .....	19
4.1. CARACTERÍSTICAS DO TRAÇADO .....	19
4.2. OBRAS DE ARTE .....	20
4.2.1. PONTES, VIADUTOS, PONTÕES E PASSAGENS SUPERIORES .....	20
4.2.2. TÚNEIS .....	32
4.2.3. MUROS .....	40
4.2.4. ESTAÇÕES E APEADEIROS .....	45
4.2.5. AQUEDUTOS .....	48
4.3. PROJECTO DE PONTE METÁLICA – DESENHOS E CÁLCULOS .....	52
4.4. TERRAPLENAGENS .....	72
<b>5. CONSTRUÇÃO</b> .....	73
5.1. MÃO-DE-OBRA E VEÍCULOS .....	73
5.2. ALTERAÇÕES AO TRAÇADO .....	75
5.2.1. INTRODUÇÃO .....	75
5.2.2. ALTERAÇÃO AO TRAÇADO ENTRE OS PK 4+500 E 4+700 .....	76

5.2.3. ALTERAÇÃO AO TRAÇADO ENTRE OS PK 5+450 E 5+720.....	76
<b>5.3. TÚNEIS .....</b>	<b>84</b>
<b>5.4. AVANÇOS DE OBRA .....</b>	<b>86</b>
<b>5.5. ACIDENTES DE TRABALHO .....</b>	<b>86</b>
<b>6. VIADUTO DAS FRAGAS MÁS .....</b>	<b>89</b>
<b>7. CENÁRIOS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS .....</b>	<b>107</b>
7.1. CARACTERÍSTICAS DO TERRENO .....	107
7.2. CENÁRIOS DE INSTABILIDADE .....	108
<b>8. CONCLUSÃO .....</b>	<b>115</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>119</b>
ANEXO 1. INSTRUÇÕES PARA A CONSTRUÇÃO DE AQUEDUTOS, CANOS DE REGA E SIFÕES .....	121
ANEXO 2. MAPA DE TERRAPLANAGENS – FASE DE ESTUDO .....	125

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 – Rede ferroviária nacional (fonte: REFER) com pormenor da Linha do Tua (fonte: Google Maps).....	4
Figura 2.2 – Foz do Tua (fotografia do autor).....	5
Figura 2.3 – Viaduto das Prezas (fotografia do autor).....	6
Figura 2.4 – Um dos vários muros de suporte existentes ao longo do traçado (fotografia do autor) .....	7
Figura 2.5 – Fragas Más vista da margem oposta (fotografia do autor).....	8
Figura 2.6 – Um troço da Linha do Tua visto da margem oposta (fotografia do autor).....	9
Figura 2.7 – Ponte de Abreiro (fotografia do autor).....	10
Figura 3.1 – Mapa da rede ferroviária portuguesa: Linha do Douro, Linha do Tua e a sua possível ligação à rede espanhola (fonte: Arquivo Histórico do Instituto da Mobilidade e dos Transportes).....	12
Figura 3.2 – Capa do Diário de Notícias de 27 de Setembro de 1887.....	16
Figura 3.3 – Notícia sobre a inauguração da Linha do Tua, no Diário Ilustrado de 30 de Setembro de 1887.....	17
Figura 3.4 – Mapa dos caminhos-de-ferro portugueses em 1895 (fonte: <i>Os Caminhos-de-Ferro Portugueses 1856-2006</i> ).....	18
Figura 4.1 – Passagem superior em betão armado, Pk 0+807 (fonte: REFER).....	21
Figura 4.2 – Viaduto das Prezas, Pk 1+409 (fotografia do autor).....	21
Figura 4.3 – Viaduto das Prezas, Pk 1+409 (fonte: Arquivo Histórico do Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres).....	22
Figura 4.4 – Viaduto das Fragas Más, Pk 5+800 (fotografia do autor).....	23
Figura 4.5 – Viaduto das Fragas Más, Pk 5+800 – vista lateral (fonte: REFER).....	23
Figura 4.6 – Ponte da Paradela, Pk 11+358 (fotografia do autor).....	24
Figura 4.7 – Pontão de Leiras, Pk 17+064 (fonte: REFER).....	24
Figura 4.8 – Pontão da Ferrada, Pk 17+311 (fonte: REFER).....	25
Figura 4.9 – Pontão da Ferrada, Pk 17+311 – alçado lateral e corte transversal (fonte: Arquivo Histórico do Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres).....	26
Figura 4.10 – Pontão da Ferrada, Pk 17+311 – muro ala (fonte: Arquivo Histórico do Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres).....	27
Figura 4.11 – Ponte da Brunheda – passagem superior em betão armado pré-esforçado, Pk 20+924 (fonte: REFER).....	28
Figura 4.12 – Ponte de Cabreira, Pk 26+642 (fonte: REFER).....	28
Figura 4.13 – Ponte do Vieiro, Pk 29+200 (fotografia do autor).....	29
Figura 4.14 – Ponte de Abreiro – passagem superior em betão armado pré-esforçado, Pk 29+332 (fotografia do autor).....	29

Figura 4.15 – Pontão, Pk 35+552 (fonte: REFER).....	30
Figura 4.16 – Ponte de Meireles, Pk 41+741 (fonte: REFER).....	30
Figura 4.17 – Pontão, Pk 42+028 (fonte: REFER).....	31
Figura 4.18 – Ponte Ribeira da Carvalha, Pk 45+778 (fonte: REFER).....	31
Figura 4.19 – Ponte Ribeira da Carvalha, Pk 45+778 – vista lateral (fonte: REFER).....	32
Figura 4.20 – Alçado e corte transversal do pontão (fonte: Arquivo Histórico do Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres).....	33
Figura 4.21 – Planta e corte longitudinal do pontão (fonte: Arquivo Histórico do Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres).....	34
Figura 4.22 – Túnel das Prezas, Pk 1+529 (fotografia do autor).....	35
Figura 4.23 – Túnel de Tralhariz, Pk 4+467 (fotografia do autor).....	35
Figura 4.24 – Túnel das Fragas Más I, Pk 5+506 (fotografia do autor).....	36
Figura 4.25 – Túnel das Fragas Más II, Pk 5+863 (fotografia do autor).....	36
Figura 4.26 – Túnel do Falcoeiro, Pk 9+292 (fotografia do autor).....	37
Figura 4.27 – Túnel de Frechas, Pk 46+170 (fotografia do autor).....	37
Figura 4.27 – Túnel tipo – alçado e corte transversal (fonte: Arquivo Histórico do Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres).....	38
Figura 4.27 – Túnel tipo – corte longitudinal (fonte: Arquivo Histórico do Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres).....	39
Figura 4.28 – Muro de suporte (fonte: Arquivo Histórico do Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres).....	40
Figura 4.29 – Muro de espera (fonte: Arquivo Histórico do Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres).....	41
Figura 4.30 – Muro de suporte tipo (fonte: Arquivo Histórico do Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres).....	42
Figura 4.31 – Muro de espera tipo (fonte: Arquivo Histórico do Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres).....	43
Figura 4.32 – Muro de Suporte, Pk 4,000-5,000 (fotografia do autor).....	44
Figura 4.33 – Muro de Suporte, Pk 9,000-10,000 (fotografia do autor).....	44
Figura 4.34 – Muro de suporte, Pk 15,000-16,000 (fotografia do autor).....	45
Figura 4.35 – Estação do Tua, Pk 0+000 (fotografia do autor).....	46
Figura 4.36 – Estação de Santa Luzia, Pk 13+410 (fotografia do autor).....	46
Figura 4.37 – Estação de Abreiro, Pk 29+253 (fotografia do autor).....	47
Figura 4.38 – Estação de Mirandela, Pk 54+091 (fotografia do autor).....	47
Figura 4.39 – Apeadeiro tipo (fonte: Arquivo Histórico do Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres).....	48

Figura 4.40 – Aqueduto tipo 1 (fonte: Arquivo Histórico do Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres) .....	49
Figura 4.41 – Aquedutos tipo 2 e 3 (fonte: Arquivo Histórico do Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres).....	50
Figura 4.42 – Aqueduto tipo 4 (fonte: Arquivo Histórico do Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres) .....	51
Figura 4.43 – Ponte metálica com 35,0 m de vão – corte transversal (fonte: Arquivo Histórico do Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres) .....	52
Figura 4.44 – Ponte metálica com 35,0 m de vão – corte longitudinal (fonte: Arquivo Histórico do Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres) .....	53
Figura 4.45 – Ponte metálica com 35,0 m de vão – elevação sobre o encontro (fonte: Arquivo Histórico do Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres) .....	54
Figura 4.46 – Ponte metálica com 35,0 m de vão – elevação sobre o encontro (fotografia do autor) .	55
Figura 4.47 – Ponte metálica com 35,0 m de vão – contraventamento inferior e nível das longarinas (fonte: Arquivo Histórico do Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres).....	56
Figura 4.48 – Ponte metálica com 35,0 m de vão – contraventamento inferior (fotografia do autor)...	57
Figura 4.49 – Ponte metálica com 35,0 m de vão – carris (fotografia do autor).....	57
Figura 4.50 – Ponte metálica com 35,0 m de vão – nível dos carris – (fonte: Arquivo Histórico do Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres) .....	58
Figura 4.51 – Tipo de encontros – alçado longitudinal (fonte: Arquivo Histórico do Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres).....	59
Figura 4.52 – Tipo de encontros – alçado lateral – corte transversal (fonte: Arquivo Histórico do Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres) .....	60
Figura 4.53 – Tipo de encontros – corte longitudinal (fonte: Arquivo Histórico do Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres).....	61
Figura 4.54 – Ponte metálica de 35,0 m de vão – encontro (fotografia do autor) .....	62
Figura 4.55 – Ponte de Meireles, 15,0 m de vão (fonte: Arquivo Histórico do Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres) .....	63
Figura 4.56 – Modelo de cálculo das vigas principais .....	65
Figura 4.57 – Rebites e chapas de ligação (foto do autor).....	65
Figura 4.58 – Dimensões (mm) da secção das vigas principais .....	66
Figura 4.59 – Linhas de resistência da viga principal (fonte: Arquivo Histórico do Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres).....	67
Figura 4.60 – Modelo de cálculo das longarinas .....	67
Figura 4.61 – Dimensões (mm) da secção das longarinas .....	68
Figura 4.62 – Modelo de cálculo das carlingas .....	68
Figura 4.63 – Dimensões (mm) da secção das carlingas.....	68

Figura 4.64 – Cálculos justificativos da ponte metálica com 15,0 m de vão (fonte: Arquivo Histórico do Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres) .....	69
Figura 4.65 – Cálculos justificativos da ponte metálica com 15,0 m de vão – (continuação) (fonte: Arquivo Histórico do Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres) .....	70
Figura 4.66 – Cálculos justificativos da ponte metálica com 15,0 m de vão – (continuação) (fonte: Arquivo Histórico do Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres) .....	71
Figura 4.67 – Cálculos justificativos da ponte metálica com 15,0 m de vão – (continuação) (fonte: Arquivo Histórico do Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres) .....	72
Figura 5.1 – Perfil longitudinal do Pk 4+500 ao Pk 4+700 (fonte: Arquivo Histórico do Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres) .....	77
Figura 5.2 – Perfis transversais pertencentes ao troço Pk 4+500 - Pk 4+700 (fonte: Arquivo Histórico do Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres) .....	78
Figura 5.3 – Perfis transversais pertencentes ao troço Pk 4+500 - Pk 4+700 (fonte: Arquivo Histórico do Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres) .....	79
Figura 5.4 – Planta do traçado entre o Pk 5+450 e o Pk 5+720 (fonte: Arquivo Histórico do Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres) .....	80
Figura 5.5 – Perfil longitudinal do Pk 5+450 ao Pk 5+720 (fonte: Arquivo Histórico do Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres) .....	81
Figura 5.6 – Perfis transversais pertencentes ao troço Pk 5+450 - Pk 5+720 (fonte: Arquivo Histórico do Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres) .....	82
Figura 5.7 – Perfis transversais pertencentes ao troço Pk 5+450 - Pk 5+720 (fonte: Arquivo Histórico do Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres) .....	83
Figura 5.8 – Túnel de Frechas (fotografia do autor) .....	84
Figura 5.9 – Túnel sem revestimento interior (fotografia do autor) .....	85
Figura 5.10 – Túnel com acabamento interior (fotografia do autor) .....	85
Figura 5.11 – Fractura do maciço (fotografia do autor) .....	86
Figura 5.12 – Avanços no muro nº 2 (fonte: Arquivo Histórico do Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres) .....	87
Figura 5.13 – Avanços no muro nº 131 (fonte: Arquivo Histórico do Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres) .....	88
Figura 6.1 – Viaduto das Fragas Más original (fonte: REFER) .....	89
Figura 6.2 – Desenho do viaduto das Fragas Más original (fonte: Arquivo Histórico do Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres) .....	90
Figura 6.3 – Estragos no viaduto das Fragas Más causados pela queda de um bloco rochoso (fonte: REFER) .....	91
Figura 6.4 – Diaclasamento do maciço (fonte: REFER) .....	92
Figura 6.5 – Esquema do diaclasamento .....	92

Figura 6.6 – Viaduto das Fragas Más – estrutura de betão armado – planta com perfis (fonte: REFER).....	93
Figura 6.7 – Viaduto das Fragas Más – estrutura de betão armado – alçado (fonte: REFER) .....	95
Figura 6.8 – Viaduto das Fragas Más – estrutura de betão armado – travessas (fonte: REFER) .....	96
Figura 6.9 – Viaduto das Fragas Más – estrutura de betão armado – vigas sob as paredes longitudinais (fonte: REFER) .....	96
Figura 6.10 – Viaduto das Fragas Más – estrutura de betão armado – gigantes (fonte: REFER) .....	97
Figura 6.11 – Viaduto das Fragas Más – estrutura de betão armado – parede transversal (fonte: REFER).....	98
Figura 6.12 – Viaduto das Fragas Más – estrutura de betão armado – parede longitudinal (fonte: REFER).....	99
Figura 6.13 – Viaduto das Fragas Más – betão ciclópico no tramo do lado de Mirandela (fonte: REFER).....	100
Figura 6.14 – Viaduto das Fragas Más – cofragem da laje de travacção e apoio da estrutura celular no tramo de Foz Tua – armaduras dos contrafortes (fonte: REFER).....	101
Figura 6.15 – Viaduto das Fragas Más – contrafortes contraventados no tramo do lado da Foz do Tua (fonte: REFER) .....	102
Figura 6.16 – Viaduto das Fragas Más – cofragem e armaduras prontas a receber betão na estrutura celular no tramo do lado da Foz do Tua (fonte: REFER) .....	102
Figura 6.17 – Viaduto das Fragas Más – cofragem da estrutura celular – 2ª betonagem de 1,20 m no tramo do lado da Foz do Tua (fonte: REFER) .....	103
Figura 6.18 – Viaduto das Fragas Más – betonagem do pilar central – cofragem e armaduras da laje de travacção e apoio da estrutura celular no tramo do lado da Foz do Tua (fonte: REFER).....	104
Figura 6.19 – Viaduto das Fragas Más – vista geral da estrutura em fase de construção (fonte: REFER).....	105
Figura 7.1 – Carta geológica de Portugal – vale do rio Tua .....	107
Figura 7.2 – Vista a partir da margem oposta (fotografia do autor).....	108
Figura 7.3 – Blocos rochosos potencialmente instáveis (fotografia do autor) .....	109
Figura 7.4 – Contenção de bloco rochoso (fotografia do autor) .....	110
Figura 7.5 – Calçamento de bloco rochoso (fotografia do autor) .....	110
Figura 7.6 – Rede para controlo de queda de pedras (fotografia do autor) .....	111
Figura 7.7 – Queda de pedra que rolou até à linha (fotografia do autor) .....	111
Figura 7.8 – Acidente de Fevereiro de 2007 (fonte: <a href="http://eujornalista.blogs.sapo.pt">eujornalista.blogs.sapo.pt</a> ) .....	112
Figura 7.9 – Acidente de Fevereiro de 2007 – estragos causados na via (fonte: <a href="http://eujornalista.blogs.sapo.pt">eujornalista.blogs.sapo.pt</a> ).....	112
Figura 7.10 – Encosta com zona de potencial deslizamento planar (fotografia do autor).....	113

Figura 7.11 – Estabilização e recalçamento de blocos rochosos com reforço de pregagens (fonte: Estabilização de Taludes – Experiência Brasileira em Maciços de Solos Residuais) ..... 113

Figura 7.12 – Estragos na via causados pelo escorregamento de grandes massas de Abril de 2000 (fonte: REFER)..... 114

Figura 7.13 – Estragos na via causados pelo escorregamento de grandes massas de Abril de 2000 – visto de baixo (fonte: REFER)..... 114

**ÍNDICE DE QUADROS (OU TABELAS)**

Quadro 3.1 – Resumo das datas de abertura de troços importantes para o Porto (fonte: <i>Associação Comercial do Porto – Resumo Histórico da sua Actividade desde a sua Fundação</i> ) .....	11
Quadro 3.2 – Orçamento geral previsto por capítulos do ano de 1880 (fonte: Arquivo Histórico do Instituto da Mobilidade e dos Transportes).....	13
Quadro 4.1 – Extensão dos alinhamentos rectos e curvos – (fonte: <i>Apontamentos para a História dos Caminhos de Ferro Portuguezes</i> ).....	19
Quadro 4.2 – Extensão das inclinações e patamares – (fonte: <i>Apontamentos para a História dos Caminhos de Ferro Portuguezes</i> ).....	19
Quadro 4.3 – Resumo do cadastro de pontes, viadutos, pontões e passagens superiores (fonte: REFER).....	20
Quadro 4.4 – Resumo do cadastro de túneis (fonte: REFER) .....	32
Quadro 4.5 – Mapa de estações e apeadeiros.....	45
Quadro 4.6 – Mapa de aquedutos (fonte: Arquivo Histórico do Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres).....	49
Quadro 5.1 – Resumo do movimento dos veículos usados na construção da linha Tua-Mirandela (fonte: Diário de Notícias de 27 de Setembro de 1887) .....	73
Quadro 5.2 – Resumo do movimento de operários usados na construção da linha Tua-Mirandela (fonte: Diário de Notícias de 27 de Setembro de 1887) .....	74
Quadro 5.3 – Valores médios diários de mão-de-obra.....	75
Quadro 5.4 – Valores médios diários de veículos .....	75



# 1

## INTRODUÇÃO

Este trabalho procura apresentar a Linha do Tua no seu contexto histórico, de projecto, de construção e os seus cenários geotécnicos.

O estudo é direccionado ao troço Tua-Mirandela, pois o troço Mirandela-Bragança encontra-se desactivado. Para a elaboração do mesmo foram realizados dois tipos de trabalho, investigação e campo.

O trabalho de investigação centrou-se na recolha de elementos sobre a linha. Os elementos foram obtidos no Arquivo Histórico do Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres, no Arquivo Histórico da CP – Comboios de Portugal, na Divisão de Pontes da REFER Engenharia, no Centro de Documentação e Biblioteca da Associação Comercial do Porto e na Hemeroteca Municipal de Lisboa.

O trabalho de campo consistiu em visitas ao local para efectuar o levantamento das estruturas e dos cenários geotécnicos existentes ao longo do traçado.

O trabalho é formado por oito capítulos. No capítulo 2 é feita uma descrição da linha. O capítulo 3 trata a história da linha: como nasceu e porquê, a sua inauguração. Nos capítulos 4 e 5 apresentam-se, respectivamente, o projecto e a construção da linha. O capítulo 6 é dedicado ao viaduto das Fragas Más e o capítulo 7 aborda os cenários geológico-geotécnicos existentes. O capítulo 8 contém uma pequena conclusão.



# 2

## UMA VIAGEM PELA LINHA

A Linha do Tua – no seu troço actualmente em serviço – é uma infra-estrutura ferroviária de via única e estreita sem electrificação, construída entre 1885 e 1887. O seu traçado com um comprimento total de 54,1 km, tem início na Linha do Douro, mais precisamente na estação do Tua, e desenvolve-se ao longo da margem esquerda do rio Tua até alcançar Mirandela.

A figura 2.1 mostra a Linha do Tua inserida na rede ferroviária nacional actual.

A viagem desde o Tua até Mirandela é de uma beleza extraordinária, talvez única em Portugal. Sem dúvida que o troço mais imponente em termos de beleza e arrojo do traçado são os primeiros vinte e um quilómetros. As características do terreno nesse troço levaram a que o traçado fosse assente em muros de suporte de alturas apreciáveis ou a trespassar enormes maciços rochosos.

Existe um texto do arqueólogo e esteta Manuel Monteiro [1] que descreve de um modo expressivo, a sensação que se tem ao percorrer a linha.

Convida-se o leitor a acompanhar um excerto desse texto, relativo aos primeiros quilómetros da linha.

«Para se fazer uma viagem a Bragança no ano pouco remoto de 1903 escolhia-se o Verão, seguia-se pela linha férrea do Douro, fazia-se um transbordo na estação do Tua e subia-se pela via reduzida, aberta na margem esquerda deste rio. Pelo arrostar ofegante e moroso do comboio através da penedia britada a golpes de dinamite sobre a corrente coleante, profunda e torva, chegava-se a Mirandela ao cair da tarde. (...)

A linha, como ramificação da Linha do Douro tem o seu ponto de partida junto da confluência do — *Tua*, estação (E.), na margem direita do rio Douro.

O sítio é, ao mesmo tempo, grandioso e tristonho. Junto do entroncamento não há povoação alguma. O rio, enorme e de leito xistoso, corre a dois passos. De um lado e outro, despenhadeiros. Defronte, ao cimo, situa-se a aldeia vinhateira de *Negoselo*. Mais no alto, à direita, oculta-se a antiga vila de *Soutelo do Douro*.

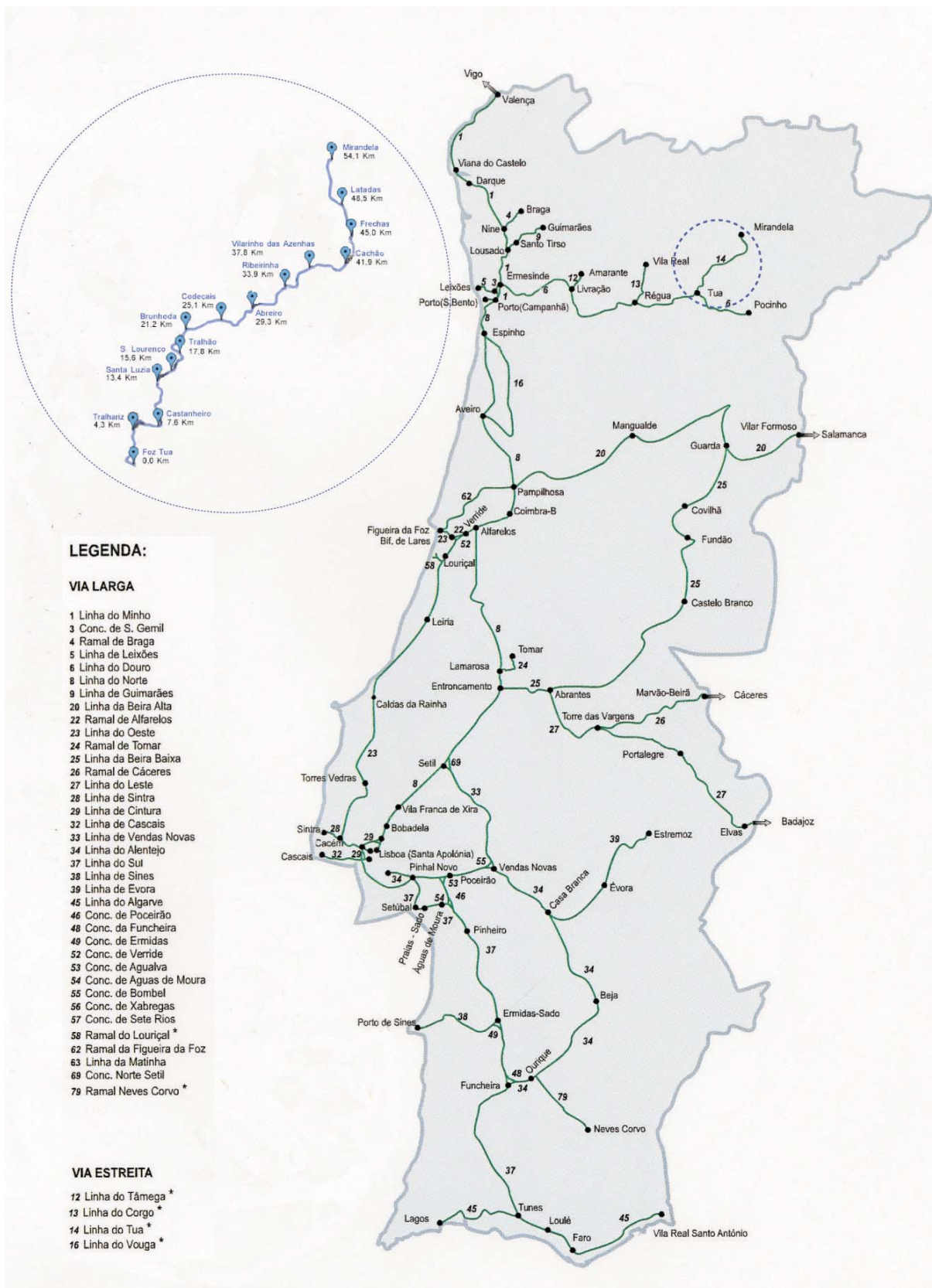


Figura 2.1 – Rede ferroviária nacional (fonte: REFER) com pormenor da Linha do Tua (fonte: Google Maps)

O comboio, de material antiquado, com locomotivas da era do Fontismo, ou as automotoras, movidas a *gasoil*, um pouco mais rápidas mas muito baloiçantes, saem da estação em sentido inverso (isto é, na direcção do Poente), acompanhando por momentos a margem direita do rio Douro. A estrada para Carrazeda de Ansiães passa por cima da linha. Eis a confluência. Afastamo-nos do Douro e entramos na garganta pedregosa e alcantilada do afluente. De relance vê-se a graciosa ponte moderna, de betão, que dá passagem à estrada de Carrazeda para Alijó, assim como o longo viaduto, misto, de pilares de granito e tabuleiro metálico, de vigas encanastradas, da Linha do Douro (figura 2.2), cuja vista rapidamente se perde. Transpõe-se um pequeno *viaduto* e imediatamente se trespassa um breve *túnel*, cortado no flanco rochoso do despenhadeiro (figura 2.3). À saída surge a garganta encaixada entre caóticas penedias. Alcantis formidáveis! O Tua corre em baixo, num leito pedregoso, de xisto, poído por mil enxurradas. A linha contorce-se, em arriscada cornija, talhada à custa de intrépidos trabalhos em que, por vezes, os engenheiros e os operários jogaram às escondidas com a Velha da Foice. É ver, por exemplo, este pedaço de patamar, suspenso sobre um muro de suporte que parece uma verdadeira varanda-do-diabo. O rio, em baixo, referve em pequenas cachoeiras.



Figura 2.2 – Foz do Tua (fotografia do autor)

— 4 km *Tralhariz*, estação (D.).

A povoação desse nome está no alto, na cota dos 500 m, oculta pelo declivoso monte alcandorado em face do enorme anfiteatro do Padrão. Não tem estrada de acesso para a via férrea. Existe apenas um rude e íngreme carreiro que requer, a pé, uma hora de caminhada. O acesso, de carro, faz-se pela estrada de Carrazeda, na bifurcação do *Castanheiro do Norte*.



Figura 2.3 – Viaduto das Prezas (fotografia do autor)

Prosseguindo, descobrem-se novas e impressionantes perspectivas da alcantilada garganta. A via férrea continua na audaciosa cornija, assente em consecutivos muros de suporte (figura 2.4). Trespõem-se três pequenos túneis e um breve viaduto. Paisagem de insólita beleza, geológica e mais que geológica: sideral, pois o céu visto daqui, deste corredor de fragedos, tem um novo e indefinido sabor transcendente que não se experimenta, de modo algum, quando se percorre uma região plana e simplória. O firmamento é realmente astral e não um simples pano-de-fundo.

Ao cimo descobre-se o casario de S. Mamede do Tua; vila morta, rodeada de três ou quatro centenas de laranjeiras que lhe dão fama suficiente para poder deitar-se na cama, *esquecendo-se* de plantar as três ou quatro mil que lhe eram possíveis. Defronte ergue-se um bronco promontório, esqualido e agigantado, que vai, quase a prumo, sobre o contorcido leito. Do lado de cá, os lajedos não são menos declivosos. Estamos no difícil passo, rico de despenhadeiros, conhecido pelo nome de *Fragas Más* (figura 2.5). (O viaduto que acabamos de passar ainda há meia dúzia de anos foi demolido, durante uma invernada, por uma avalanche de pedregulhos.)

Os montes, que se sobrepõem de um lado e outro, parecem carcaças titânicas, restos da frustrada escalada aos domínios de Júpiter. O promontório, que há instantes nos oferecia um aspecto feio e informe, revela agora, num instante fugitivo, o fino perfil de uma alada penedia que bem merecia ser desenhada pela fantasmática pupila do ilustrador do *Inferno* de Dante.

A linha segue na base da selvática garganta.

Por momentos, a penedia parece querer esmorecer. É, porém, por enquanto, rebate falso. Mais um túnel (*túnel das Falcoeirás*). Volta a cornija quase suspensa sobre o profundo barranco. Agora surge

um paredão estranho cujas raízes mergulham no leito tortuoso e cascalhento do rio, cujas águas, pueris e rápidas, resvalam e brincam em consecutivos assaltos de espuma e granito.



Figura 2.4 – Um dos vários muros de suporte existentes ao longo do traçado (fotografia do autor)

De vez em quando o afluente recebe de um lado ou de outro algum córrego, nascido sabe-se lá onde, nalgum recôndito lameirinho só conhecido de alguma lontra lampeira, ou de algum silvado vizinho do Reino dos Quintos. Ali temos, por exemplo, um desses ribeiros que vem das bandas de Carrazeda, e que dá pelo nome bíblico de *Barrabás!*

Cortes e mais cortes em esporões rochosos, amarelados, como que concentrados num inviolável mutismo.

Tanto no cimo do monte fronteiro como no lado de cá, há, nos cimos, patentes restos de remotíssimas moradias. Só na cumeeira do imponente *espinhaço da Cunha* (daqui invisível) contam-se cerca de duas dezenas de ruínas pré-históricas. Resta saber se algum dia se descobrirá o fio de comunicação que estes e muitos outros fragedos esfíngicos guardam, no seu mutismo, há milénios.

Ao dobrar de um dos cotovelos do apertado e pedregoso vale, descobre-se na margem direita do rio, num recôncavo montanhoso, uma povoação empoleirada. É a aldeia de Amieiro.

— 13,5 km *Santa Luzia*, estação (D.).

O «desfiladeiro» começa a perder um pouco seus ímpetos dantescos. Ainda surge, porém, uma vez por outra, um ou outro trecho de penedia grimpante.

— 15,5 km *S. Lourenço*, estação (D.).



Figura 2.5 – Fragas Más vista da margem oposta (fotografia do autor)

Desenham-se, à volta, alterosos cabeços e montados.

No Estio, o rio corre límpido e um pouco brincalhão; no Inverno, parece uma torrente enlouquecida, com redemoinhos temerosos.

Aparecem, a meia encosta, alguns trechos de vinha.

O vale, discretamente, vai-se alargando.

Segue-se em demorada horizontal. Estamos em

— 21 km *Brunheda*, estação (D.).

A povoação situa-se num alto, à direita. Mais acima, num plaine relativamente fértil, está a aldeia de *Pinhal do Norte*. Na margem oposta, distingue-se a *Quinta das Cortinhas*, sobranceira à confluência do rio Tinhela. Daqui se pode alcançar a modesta estância hidroterápica do Carlão (7,5 km NO.), com uma nascente de águas sulfúreas e mesotermiais mal aproveitadas.

O troço mais pedregoso e difícil da via férrea está a terminar. Os relevos são já mais macios (figura 2.6). Entra-se nitidamente na zona dos xistos. A nota verdejante dos vinhedos acentua-se. Ao longo do rio, de margens relativamente acessíveis, há longas esteiras de areal esbranquiçado. Ao fundo ergue-se um promontório, escaldado, de grande vulto, sobranceiro a

— 25 km *Codeçais*, estação (D.).

A povoação está a 2 km da estrada, por estrada rural.

Junto da estrada, uma árvore florida e dois palmos de jardim.

Como em todo o Douro, notam-se aqui e além trechos de encostas que, antes da *filoxera*, teriam sido prósperos vinhedos e, desde então, foram votados ao abandono. São os melancólicos *mortórios*.



Figura 2.6 – Um troço da Linha do Tua visto da margem oposta (fotografia do autor)

Aparecem, ao longo do rio, alguns renques de densa folhagem — salgueiros, freixos, cerejeiras, figueiras — que são um verdadeiro regalo para os olhos, para não dizer antes, como diria o velho Pedro Hispano, o terapeuta (médico de um imperador e de um papa, antes de ser, ele mesmo, pontífice) um discreto lenitivo oftálmico! Entretanto, no alto, subsiste o monte já apontado, com o seu arcaboço desnudo a abaulado. Segue-se um demorado trecho de terra inóspita, de volumosos montes: monte da Dona, de Freixiel, do Ferrado, relativamente próximos.

— 29 km *Abreiro*, estação (D.).

A povoação, antiga e recolhida, oculta-se, na margem direita, por detrás de um escalvado serro, a pouco mais de um quilómetro. Uma estrada de construção recente, talhada no flanco do monte fraguento e assente em extensos muros de suporte, liga a povoação à linha férrea, transpondo o rio sobre uma *ponte nova*, de betão, de arco excepcionalmente abatido, de 91 metros de vão, nove metros de flecha e parapeito horizontal de oito metros de largura. Projecto do Engenheiro Correia Araújo, da Universidade do Porto (figura 2.7).»

(...)



Figura 2.7 – Ponte de Abreiro (fotografia do autor)

## 3

## A HISTÓRIA DA LINHA

**3.1. A IMPORTÂNCIA DA CONSTRUÇÃO DA LINHA E SUA APROVAÇÃO**

No plano ferroviário nacional do reinado de D. Luís I estava projectada uma ligação ferroviária entre o Porto e a fronteira espanhola por Trás-os-Montes. Com a abertura da Linha do Norte até Vila Nova de Gaia, a 7 de Julho de 1864, a Associação Comercial do Porto pressionou o governo para a construção da Linha do Douro. [2]

Após a conclusão do troço Porto-Pinhão (1879), as opiniões divergiram na zona onde a linha deveria atingir a fronteira. Alguns engenheiros defendiam que a linha ao atingir o Tua deveria flectir para norte, alcançando nas proximidades de Bragança a fronteira. Outros acreditavam que o melhor seria a linha seguir directa a Barca d'Alva. Esta indecisão foi aproveitada por Clemente Menéres, conhecido empresário do Porto com investimentos em Trás-os-Montes, para iniciar a luta pela aprovação da construção da Linha do Tua. A decisão sobre onde a linha deveria alcançar a fronteira recaiu sobre Barca d'Alva, porém a união das redes ferroviárias mais a norte não foi esquecida. Mais tarde durante a construção da Linha do Tua até Mirandela, e com a certeza de que esta seria prolongada até Bragança, surgiu a possibilidade de unir a linha à rede espanhola. Macedo de Cavaleiros seria o ponto de partida e Miranda do Douro o local onde atingiria a fronteira.

Na figura 3.1 apresenta-se a Linha do Douro e a Linha Tua, com a possível ligação da última a Miranda do Douro. A Linha do Douro está representada a preto e é visível a sua ligação à Linha do Norte. A vermelho aparece o troço Foz Tua-Mirandela pertencente à Linha do Tua, e a tracejado a continuação da linha até Bragança e o possível troço de ligação à rede espanhola Macedo de Cavaleiros-Miranda do Douro. Note-se que este último troço nunca chegou a ser construído, tendo-se mais tarde construído faseadamente a Linha do Sabor (1911-1938) para servir aquela zona do país.

No quadro 3.1 apresenta-se por ordem cronológica a abertura dos troços ferroviários.

Quadro 3.1 – Resumo das datas de abertura de troços importantes para o Porto (fonte: Associação Comercial do Porto – *Resumo Histórico da sua Actividade desde a sua Fundação*)

Ano	Designação
1864	Linha do Norte – Lisboa-V. N. Gaia
1877	Linha do Norte – Lisboa-Porto
1879	Linha do Douro – Porto-Pinhão
1882	Linha do Douro – Porto-Tua
1887	Linha do Tua – Foz Tua-Mirandela
1887	Linha do Douro – Porto-Barca d'Alva

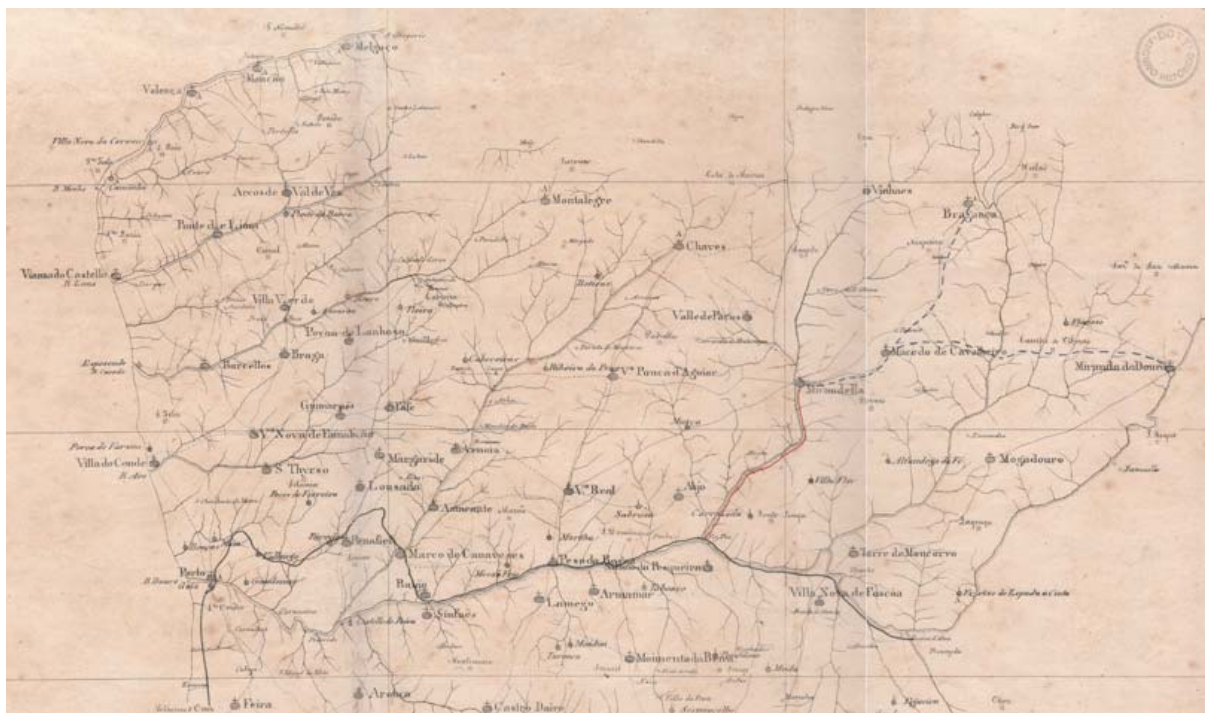


Figura 3.1 – Mapa da rede ferroviária portuguesa: Linha do Douro, Linha do Tua e a sua possível ligação à rede espanhola (fonte: Arquivo Histórico do Instituto da Mobilidade e dos Transportes)

Como foi atrás referido, em finais de 1881 Clemente Menéres, aproveitando a indecisão sobre o local onde a ligação ferroviária entre o Porto e a fronteira deveria ser feita, iniciou a luta pela aprovação da construção da Linha do Tua, evocando razões comerciais e culturais. [3]

A 22 de Junho de 1882 em sessão da Câmara Municipal de Mirandela é decidido apresentar à Câmara dos Pares o pedido de aprovação do projecto de lei para a subvenção de cento e trinta e cinco contos de réis para cobrir a garantia de juro de 5% para a empresa que construísse a via.

A apresentação contou com o apoio de várias personalidades do comércio do Porto, de entre as quais Clemente Menéres, tendo sido mesmo considerado como um dos pais da Linha do Tua.

A 11 de Janeiro de 1883 a Câmara Municipal de Mirandela, juntamente com a Associação Comercial do Porto, apela ao Rei D. Luís I, a aprovação do projecto de construção da linha.

O interesse da construção da linha era essencialmente comercial, pois temia-se que o poder comercial da zona do Douro pudesse ser prejudicado com o desvio das rotas para a Linha da Beira Alta, inaugurada em 1882.

A 26 de Abril de 1883, durante a sessão legislativa, teve lugar a discussão e a aprovação das bases para a construção por concurso público, da linha Foz Tua a Mirandela.

A apresentação e discussão da proposta teve lugar na Câmara dos Pares. Durante a sessão não foi posta em dúvida a urgente e inadiável necessidade de dotar a região transmontana deste indispensável instrumento de trabalho. Antes e pelo contrário, muitos defendiam que se esta linha terminasse em Mirandela ficaria muito aquém da região que era necessário servir, e não satisfazia as reclamações do povo e dos seus interesses agrícolas e comerciais.

Razões financeiras impediram que se realizasse a construção da linha até à capital do distrito, Bragança, uma distância de 73,5 km de caminho de ferro (troço Mirandela-Bragança), cuja despesa tinha sido calculada em 1.447:000\$000 réis, ou seja 19:687\$000 réis por quilómetro.

A 29 de Setembro de 1883 abriu o concurso para a construção e exploração da linha, ficando estipuladas as seguintes condições: [4]

- linha de uma só via;
- a largura de caminho ao nível da plataforma seria de 3,5 m em aterro e 4,3 m em desaterro, e ao nível dos carris de 1,9 m em qualquer um dos casos;
- o declive máximo seria de 18 mm/m e as curvas de concordância teriam raio nunca inferior a 150 m;
- os carris seriam de aço e o seu peso nunca inferior a 20 kg/m, sendo as travessas creosetadas;
- a empresa a quem fosse adjudicada a construção teria a sua exploração por 99 anos, garantindo o Governo 5,5% do valor total da obra como complemento do rendimento líquido em relação ao custo por quilómetro;
- passados 15 anos após a conclusão da linha, o Governo poderia resgatar a linha, mediante o pagamento de uma anuidade pelo tempo que restasse.

Foi então a 26 de Maio de 1884 que o contrato foi aprovado e tornado definitivo, com o custo por quilómetro de 19:692\$000 réis. No quadro 3.2 apresenta-se o orçamento geral por capítulos elaborado em 1880. Este orçamento está cerca de 25% mais caro do que o aprovado. Não se encontraram dados que justificassem a diferença de valores.

Quadro 3.2 – Orçamento geral previsto por capítulos do ano de 1880  
(fonte: Arquivo Histórico do Instituto da Mobilidade e dos Transportes)

Capítulo	Designação	Valor (em réis)
1	Pessoal constructor	25:290\$000
2	Construção da linha	989:340\$000
3	Material fixo	187:726\$000
4	Material circulante	68:840\$000
5	Construções acessórias	65:073\$000
	Total (com arredondamento)	1.336:300\$000

O contrato foi lavrado a 30 de Junho de 1884 em favor de Tristão Guedes Correia de Queirós, mais conhecido por Conde da Foz. O Conde da Foz tinha muita experiência na construção de caminhos-de-ferro, pois já tinha sido responsável pela construção da Linha do Dão.

Apercebendo-se da dificuldade da empreitada, o Conde da Foz achou por bem criar uma companhia para a construção e exploração desta e de outras linhas.

A 1 de Outubro de 1885 foram aprovados os estatutos da «Companhia Nacional de Caminhos de Ferro» e autorizado o trespasse da concessão da Linha do Tua à empresa criada pelo Conde da Foz.

### 3.2. O ESTUDO DO TRAÇADO

O primeiro estudo do traçado foi realizado em 1878 pelo Engenheiro Militar João José Pereira Dias e pelo condutor Bernabé Roxo, sob a direcção do Engenheiro Sousa Brandão. O traçado desenvolvia-se pela margem direita do rio Tua.

Mais tarde foi apresentado um outro projecto, desta feita pela margem esquerda do rio, pelo Engenheiro António Xavier de Almeida Pinheiro.

Após análise cuidada, tendo em conta as populações que a linha iria servir, ficou decidido que o traçado mais vantajoso seria o que se desenvolveria pela margem esquerda do Tua.

Devido à necessidade urgente de construção da linha, o estudo do traçado teve de ser feito de modo acelerado. Esse facto, aliado às dificuldades existentes no terreno, fez com que o estudo ficasse pouco preciso, tendo sido necessário fazer alguns ajustes ao traçado durante a construção.

Um exemplo disso é o viaduto das Fragas Más. Esta obra de arte fica encaixada entre dois túneis e só após a abertura destes, o acesso ao local foi possível. Portanto quando se procedeu aos estudos, não se pôde definir o traçado neste ponto. O mesmo sucedeu nos montes do Barraba, entre os km's 12 e 13.

### 3.3. CONSTRUÇÃO

A construção da linha iniciou-se a 1 de Abril de 1885 e terminou a 1 de Julho de 1887.

A empreitada foi entregue aos espanhóis Llort & Villagelin, há muito radicados em Portugal, e a construção ficou a cargo do Engenheiro Diniz Moreira da Motta, que contou com a ajuda de quatro condutores chefes de lanço: os Srs. Joaquim de Oliveira Moraes, Manuel Pedro Coelho, Francisco Damásio e Arthur Cruz. Nos elementos consultados não é claro se o Engenheiro Diniz da Motta trabalhava para a Companhia Nacional de Caminhos de Ferro ou para o empreiteiro.

A obra envolveu um total de 917.147 jornas de operários, 70.839 jornas de animais de tiro e veículos e um total de 10.883 jornas de locomotivas e vagões. Se se considerar 6 dias de trabalho por semana e 48 semanas por ano, estes valores levam a um número médio de 1.470 jornas de operários, 114 jornas de animais de tiro e veículos e 18 jornas de locomotivas e vagões a trabalhar diariamente na obra.

A 16 de Junho de 1887 a locomotiva percorreu pela primeira vez toda a extensão da linha.

Os textos que a seguir se apresentam demonstram bem as dificuldades que engenheiros, técnicos e operários tiveram que vencer na construção da linha.

«A abertura dos primeiros vinte quilómetros do primeiro troço constituiu uma tarefa de engenharia e de execução difícil e arrojada, tão selvática e aparentemente inaproveitável se apresentava a pedregosa e alcantiladíssima garganta que o rio Tua escavou para alcançar o gigantesco desfiladeiro do Douro. No parecer dos melhores técnicos, essa obra não é inferior, em responsabilidade, a algumas vias helvéticas ou francesas das cercanias dos Alpes. É particularmente impressionante o trecho das chamadas *Fragas Más*. A construção da linha nesse despenhadeiro exigiu vigoroso ânimo aos

engenheiros e trabalhadores que aí formigaram por algum tempo, a romper rochedos e esporões, muitas vezes dependurados por cordas e empoleirados em pranchas rapidamente guindadas quando se acendiam os rastilhos.» [5]

«As margens do Tua apresentam-se nos primeiros 30 quilómetros da linha sob um aspecto imponente como vista panorâmica, mas de uma dificuldade extraordinária para a construção de uma estrada férrea, embora de via reduzida. Não faz ideia dessas dificuldades extraordinárias quem for de comboio, senão olhando para a margem direita do Tua semeada de anfractuosidades, cortadas por abruptas ravinas que gemelha gargantas de monstros, ou formada por extensas rochas graníticas levemente inclinadas para o monte e perfeitamente lisas, chamadas vulgarmente *lisos*, atestando à evidência que nunca foram pisadas pelo pé do homem.

Logo à saída de Foz Tua, e a um quilómetro, temos o viaduto das *Prezas*, cuja situação é em extremo curiosa, não é um curso de água nem um vale que se atravessa: é uma forte depressão, toda ela no sentido vertical, que tem a margem do Tua naquele ponto, e que só por meio de um tabuleiro de ferro se podia saltar. Parece mais uma varanda do que um viaduto, assim como o das *Fragas Más*, outro precipício dos mais sérios que teve a linha. Os operários desciam para o trabalho ligados por fortes cordas, sustentadas superiormente; esta precaução durava até terem recortado na rocha um caminho, ou antes um carreiro de formigas, cuja passagem era sempre evitada pelos menos destros.

Alguns desgraçados operários foram vítimas, pela sua temeridade, tendo a maior parte dos acidentes sido motivados pela natureza do terreno: uma vez um rebanho de ovelhas que pascia pela parte superior da linha fez mover uma pedra que veio a rolar pela margem abaixo; um operário, procurando fugir-lhe, fê-lo precipitadamente e caiu no abismo. Como este, outros desgraçados pagaram com a vida os benefícios que hoje gozamos, permitindo-nos fazer comodamente uma viagem que ainda ontem era das mais penosas do país — a do Pinhão a Mirandela.

Nos primeiros 21 quilómetros a linha férrea é quase totalmente sustentada por uma muralha: nesta extensão constam-se 118 muros de suporte todos de pedra seca, formando um volume de 170.000 metros cúbicos de alvenaria! Foi um verdadeiro trabalho de titans, a construção destes muros, cuja solidez atesta os cuidados que mereceram aos construtores. O trabalho tanto em planta como em perfil destes 21 quilómetros, tinha fatalmente de ser atormentadíssimo: o desenvolvimento das curvas atinge nesta parte justamente a metade da extensão do traçado, isto é 10.500 metros; o resto em alinhamentos rectos, o maior dos quais não chega a ter 500 metros.

Referindo-nos ainda aos 21 primeiros quilómetros devemos acrescentar que existia apenas em toda essa extensão um único caminho, o que descia de Castanheiro do Norte a Barca do Tua. Este caminho que era para peões e cavaleiros, foi necessário arranjá-lo para carros: ainda assim os declives mais suaves que se logrou obter foram os de 0,50 metros por metro! Os ferros para os viadutos das *Prezas*, *Fragas Más* e *Paradela*, pesando cerca de 260 toneladas, havendo peças que pesavam mais de uma tonelada, foram conduzidos por esta vereda que desemboca hoje no quilometro 9 da linha, onde há uma casa de guarda. Para que os carros pudessem descer à linha por esta ladeira sem se despenharem no Tua, era necessário irem atrás deles sustentando uma forte espia 20 a 30 trabalhadores, um dos quais o que servia de carreiro, ficou numa dessas descensões num estado miserável, ficando também feridos os engenheiros que pessoalmente dirigiam este trabalho penosíssimo, tão rude quanto inglório.» [5]

### 3.4. A INAUGURAÇÃO

A linha foi oficialmente inaugurada a 29 de Setembro de 1887, tendo contudo sido aberta ao serviço de mercadorias a 15 de Setembro. [6]

Na cerimónia de inauguração esteve presente a família real, com excepção da princesa D. Amélia, e o Ministro das Obras Públicas Barjona de Freitas. Na estação do Tua compareceram as Câmaras Municipais de Alijó, Carrizada de Ansiães e Pesqueira. O comboio real partiu da estação do Tua às 9 horas e 15 minutos, chegando a Mirandela às 12 horas e 10 minutos. O Engenheiro Chefe Diniz Moreira da Motta teve a honra de conduzir a locomotiva nº1, baptizada de «Trás-os-Montes», que rebocou o comboio real até Mirandela. À chegada a Mirandela aguardavam o Governador Civil e Bispo de Bragança, as Câmaras Municipais de Mirandela, Macedo de Cavaleiros, Bragança, Valpaços, Vila Flor e Alfândega da Fé, os membros da Companhia Nacional de Caminhos de Ferro, acompanhados de seis bandas de música e milhares de pessoas muito entusiasmadas. Para a recepção aos reis foi montado um pavilhão na estação, onde foi servido um «lunch» preparado pela casa Ferrari, de Lisboa. Um «lunch» de duzentos e cinquenta talheres, com um custo de 5:000\$000 réis.

A obra era de tal forma importante que foi noticiada em jornais de Lisboa, tendo destaque de primeira página no Diário de Notícias. As figuras 3.2 e 3.3 mostram, respectivamente, as notícias publicadas no Diário de Notícias e no Diário Illustrado.



Figura 3.2 – Capa do Diário de Notícias de 27 de Setembro de 1887

**Viagem de Suas Magestades e Altezas**

**Inauguração do caminho de ferro de Mirandella**

Porto, 29, ás 10 h. da n.

Conforme fôra annuciado, Suas Magestades e Altezas, com excepção da princeza D. Amelia, que ficou levemente incommodada, partiram para Mirandella ás 5 horas e meia da manhã de hoje. O comboio dos convidados tinha partido meia hora antes.

A guarda de honra em Penafiel, a passagem do comboio real, era feita pelo regimento de infantaria 6, com a respectiva banda; na Regua, pelo regimento de infantaria 13 e por um destacamento de infantaria 19, por um destacamento e por 2 esquadras de cavallaria 7.

S. M. el-rei e seus augustos filhos entraram na villa.

S. M. a rainha não passou da estação, a fim de se não fatigar com um percurso a pé.

O comboio real parou 3 minutos em Valtongo, 3 em Paredes, 5 em Penafiel, 3 em Cahido, 3 em Marco, 3 em Mosteiró, 5 na Ermida, 5 na Regua, 8 no Pinhão, chegando ao Tua ás 9 horas e 15 minutos e a Mirandella ás 12 e 10 minutos.

Os dos convidados chegou ali pouco antes.

As camaras e auctoridades locais onde parou o comboio real vieram cumprimentar Suas Magestades e Altezas.

A camara de Mirandella offereceu um «lunch», em um pavilhão levantado na estação do caminho de ferro.

A volta de Mirandella realison-se ás 5 horas e 40 minutos da tarde, chegando o comboio ao Porto ás 9 e 30 minutos da noite.

Em todas as estações do percurso, muito povo e muito entusiasmo.

O «lunch» offerecido em Mirandella a Suas Magestades pela Companhia Nacional dos Caminhos de Ferro foi magnificamente servido pela casa Ferrari, de Lisboa. Este «lunch» foi de 250 talheres, e dizem-nos que custou 5.000.000 réis.

O chefe da casa Ferrari estava em Mirandella desde sabhado, acompanhado de 50 criados.

A estação de Mirandella achava-se vistosamente adornada, produzindo um magnifico effeito.

Sua Magestade, o principe D. Carlos e o infante D. Affonso assistiram a um «Te-Deum» cantado na igreja matriz da villa, e a benção das machinas.

A direcção do caminho de ferro envidou todos os esforços para que a solemnidade se effectuasse com a maior pompa.

(D'um nosso correspondente)

Damos as seguintes curiosas informações acerca do caminho de ferro de Mirandella, hontem inaugurado:

O traçado, tanto em planta como em perfil, dos 21 primeiros kilometros, tinha fatalmente de ser atormentadissimo: o desenvolvimento das curvas attinge nesta parte justamente a metade da extensão do traçado, isto é, 10.500 metros; o resto em alinhamentos rectos, o maior dos quaes não chega a ter 500 metros.

N'esses 21 kilometros existia apegas em toda essa extensão um unico caminho, o que desce de Castanheiro do Norte à Barca da Tua. Este caminho, que era para seões e cavalleiros, foi necessario arranjar-o para carros; ainda assim os declives mais suaves que se logrou obter foram uns 0",50 por metro! Os ferros para os viaductos das Presas, Fragas Más e Paradella, pesando cerca de 260 toneladas, havendo peças que pesavam mais de uma tonelada, foram conduzidos por esta vereda que desemboca no kilometro 9 da linha, onde ha uma casa de guarda. Para que os carros podessem descer à linha por esta ladeira sem se despenharem no Tua, era necessario irem atraz d'elles, sustentando uma forte espia, 20 a 30 operarios, um dos quaes o que servia de carreiro, ficou n'uma d'estas excursões em estado deploravel, ficando tambem feridos os engenheiros que dirigiam este trabalho penosissimo, tão rude quanto inglorio. Sobre estes 21 kilometros ha 3 viaductos (Presas Fragas Más e Paradella) e 5 tneis medindo juntos 450 metros.

O viaducto das Fragas Más fica mettido ou antes encaixado entre dois tneis. Enquanto estes não foram perforados o accesso ao local do viaducto foi sempre impossivel; quando se procedeu aos estudos, não se pôde assentar o traçado n'este ponto inaccessivel. Outro tanto succedeu nos montes do Barraba, entre os kilometros 12 e 13; foi indispensavel abrir as trincheiras para estabelecer a directriz que o gymnasta mais ousado não lograria percorrer antes!

O numero total de jornaes de operarios occupados nas obras de construção d'esta linha desde 1 de abril de 1875 a 1 de julho do corrente anno, foi o seguinte: Carpatezes, 57.769 jornaes; cabouqueiros, 178.438; mineiros, 135.787 pedreiros, 143.677; canteiros, 49.927; carreiros, 41.629; molheires, e creanças, 95.573; assentadores, 40.877; serradores, 701; carpateiros, 8.310; marceneiros, 450; ferreiros, 48.639; ajustadores 3.676; montadores, 4.789; pintores, 484; diversos, 201.721.—Total, 917.147 jornaes.

O numero total de jornaes de animaes de tiro, vehiculos, locomotivas e wagons, foi: Cavallos e muares, 6.687; juntas de bois, 11.629; carroças, 7.358; carros, 11.629; carrinhos, 33.530; machinas, 395; wagons, 10.488.—Total, 81.716 jornaes.

Os preços das passagens no caminho de ferro de Mirandella são os seguintes: De Foz de Tua a Tralhariz, 1.ª classe 120 réis, 2.ª 200, 3.ª 70; a Amieiro, 270, 230 e 160; a S. Lourenço, 310, 260 e 180; a Brunheda, 420, 360 e 250;

a Abreiro, 570, 480 e 330; a Villarinho, 710, 600 e 410; a Carção, 800, 680 e 470; a Frechas, 860, 730 e 500; e a Mirandella, 1.030, 870 e 610.

**Visita ao estabelecimento hortícola das Virtudes**

SS. MM. el-rei e a rainha visitaram na 4.ª feira de manhã o estabelecimento hortícola do sr. José Marques Loureiro, installado na quinta da sVirtudes, onde estão reunidas verdadeiras maravilhas da flora.

Foi principalmente na visita ás estufas que SS. MM. encontraram maior numero de exemplares que lhe provocaram a admiração.

Com as flores colhidas por diversas partes do estabelecimento, S. M. a rainha compoz um gracioso «bouquet». A augusta princeza mostrou-se surpreendida pela belleza das colleções que admirou, confessando que não esperava encontrar no Porto e no paiz um estabelecimento de tão vastos recursos como aquelle.

SS. MM. fizeram aquisição de algumas plantas e pelo sympathico horticultor foram lhes offerecidas outras.

S. M. el rei teceu os mais elevados elogios ao sr. Marques Loureiro, pelo modo distincto como continua a manter o seu estabelecimento.

SS. MM. retiraram-se depois de uma visita de quasi uma hora.

Na 3.ª feira foi este estabelecimento tambem visitado pelo sr. conselheiro Emygdio Navarro, ministro das obras publicas, que fez aquisição de diversas plantas com destino à sua bella propriedade no Luso.

**Missa na capella de Carlos Alberto**

Pelas 11 horas (da manhã de 4.ª feira, os régios personagens dirigiram-se ao palacio de Crystal, onde na capella de Carlos Alberto, ouviram missa. Foi celebrante o rev. Antonio José Rodrigues de Sousa, vigario da Ordem Terceira de Nossa Senhora do Carmo e capellão da casa real, acolitado por dois alumnos das escholhas da mesma Ordem revestidos de batina, sobrepeliz e murça. Seguidamente regressaram ao paço.

**O jantar de gala**

O jantar offerecido pela familia real, ante-hontem, começou ás 8 horas da noite e era de 65 talheres.

A meza estava esplendida. Ao centro um maravilhoso «plateau» pertencente ao paço do Porto: fundo de crystal com ornamentações de bronze dourado, e composto de quatro bellissimas jarras do mesmo metal. Completava a formosa joia 10 serpentinhas com 34 vellas. Muitas jarras com flores e fructeiras riquissimas completavam o adorno da meza.

O serviço era o chamado de D. Maria II, marcado com a inicial M., e os pratos eram os de el-rei, que tem a inicial L. encimada pela coroa real.

Um grande tecto, com 46 tinas de casuigo do apparato de D. I. vam as ornamentos.

Occupava o M. el-rei, tenente princeza D. Ar. conselho de D. de Seisal, governador da camadaes, D. Frar procurador reg da Academia I gente da casa Gaya, dr. Jos dos Reis, comdadores 9, direct de Tarouca conde do Fical Emilia Seabra do sr. presidente do sr. seador nistro das obras de Rezende, lação, conde ral Pinheiro

Martins, Autor director da E-coli João Joaquim dor da Serra

dante da guar mandante da conde de Moss

Sua Magesta va logar em In nha a sua direi o Principe D. ( Mossamedes, condessa de S

Albuquerque, Vaz, general M conde de Sei fandega e chef maritimo, com naval da corve mandante de in ctor de fazenda; vara; e á esq

o sr. cardeal I nestina Navarr jona de Freitas mara dos depu Miguel, conde conselheiro N. rillo Machado

Victor Moreira mede, comman 18, Duval Telle terno da guar

A «toilette» a Rainha era d azul com lhan cauda de vellu

A «toilette» lia era de broc palha com cau

Ao «desert El-Rei brindou da cidade do pre consagrar: Recordou o a dynastia de B ças por ella p liberdade. Diss annos que fô cidade pela pri tando por ess lho primogeni trazia em sua que era um r nastia. Congr de, durante e reinado, ter i paz e a tranq reino, tendo s

Figura 3.3 – Notícia sobre a inauguração da Linha do Tua, no Diário Illustrado de 30 de Setembro de 1887

A figura 3.4 apresenta o mapa de caminhos-de-ferro portugueses de 1895. A rede ferroviária tinha a extensão de 2344 km, repartidos entre via larga e via reduzida. [7]

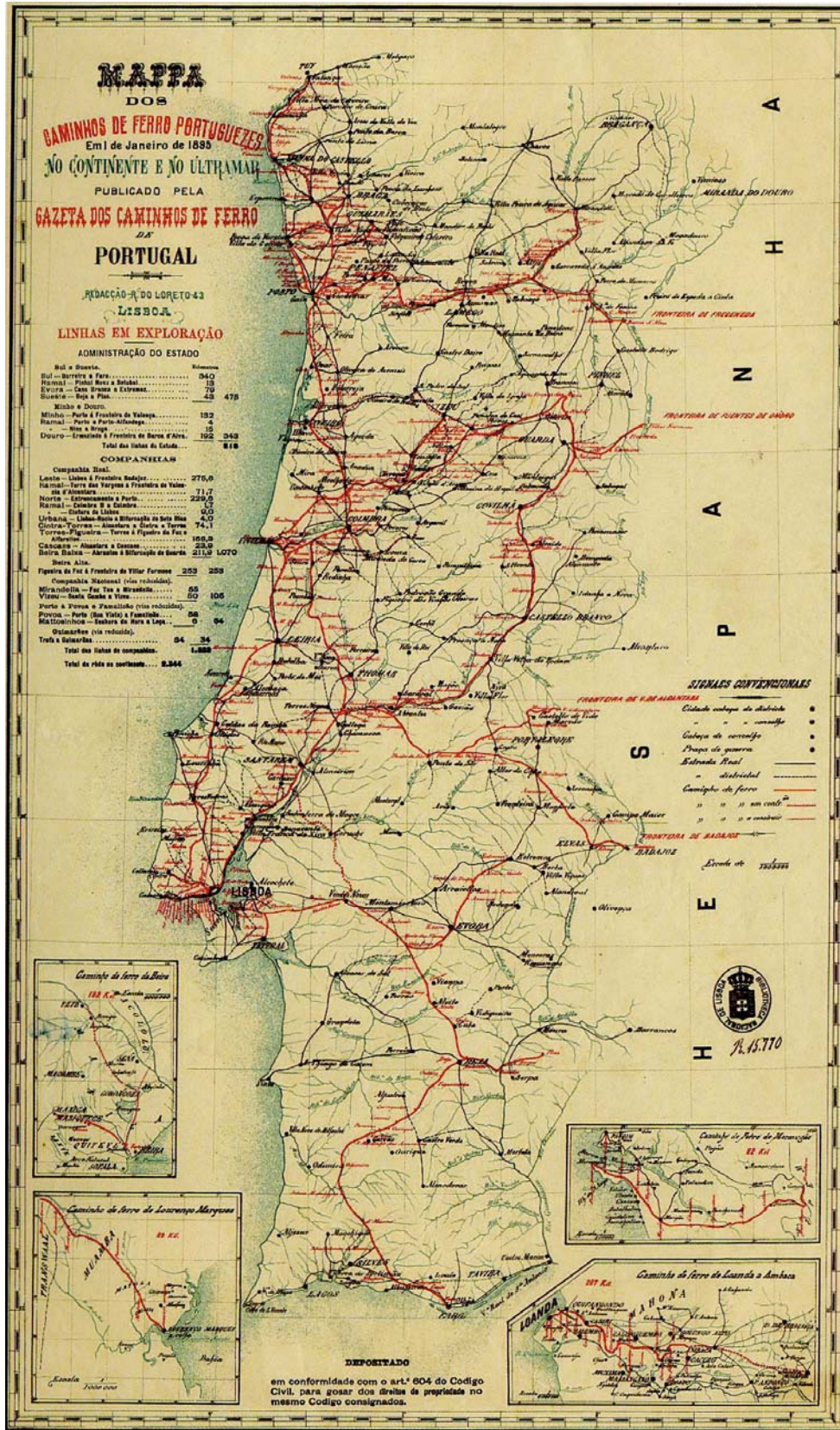


Figura 3.4 – Mapa dos caminhos-de-ferro portugueses em 1895  
(fonte: Os Caminhos-de-Ferro Portuguezes 1856-2006)

## 4

## PROJECTO

## 4.1. CARACTERÍSTICAS DO TRAÇADO

A directriz da linha parte da Estação do Tua, na linha do Douro, com a cota de 92,7 m, e desenvolve-se sempre na margem esquerda do rio Tua. Tem um percurso de 54,1 Km, tendo como fim a Estação de Mirandela à cota de 224,7 m.

O quadro 4.1 resume a extensão dos alinhamentos rectos e curvos existentes no traçado.

Quadro 4.1 – Extensão dos alinhamentos rectos e curvos – (fonte: *Apontamentos para a História dos Caminhos de Ferro Portuguezes*)

	Rectos	Curvas de raio						Total
		150 m	150-200 m	200-250 m	250-300 m	300-400 m	> 400 m	
Extensão (m)	33.799,59	2.023,22	8.703,25	2.917,84	3.369,73	1.670,78	1.603,23	54.087,64
Percentagem do total (%)	62,44	3,74	16,09	5,39	6,23	3,09	2,97	100

A estes valores tem que se somar 345,20 m, correspondentes à distância desde o princípio da linha ao eixo da estação do Tua e mais 246,71 m, correspondentes à distância do eixo da estação de Mirandela ao fim da linha.

No quadro 4.2 é apresentado o resumo da extensão das inclinações e dos patamares existentes no traçado. Lê-se no quadro que praticamente metade do traçado é feito em patamar e quase um quarto do trajecto é feito com inclinação compreendida entre 0 e 0,005, pelo que se pode deduzir que são boas as condições de tracção em relação ao perfil longitudinal.

Quadro 4.2 – Extensão das inclinações e patamares – (fonte: *Apontamentos para a História dos Caminhos de Ferro Portuguezes*)

	Patamares	Inclinações de:				Total
		0-0.005	0.005-0.010	0.010-0.015	0.015-0.0175	
	26382,45 m	12.782,58 m	7.700,01 m	3.813,05 m	4.001,46 m	54.679,55 m
Percentagem do total (%)	48,24	23,37	14,12	7,00	7,27	100

## 4.2. OBRAS DE ARTE

### 4.2.1. PONTES, VIADUTOS, PONTÕES E PASSAGENS SUPERIORES

O quadro 4.3 apresenta o resumo do cadastro de pontes, viadutos, pontões e passagens superiores existentes no traçado e indica as figuras (fotografias e/ou desenhos) correspondentes às obras de arte.

Quadro 4.3 – Resumo do cadastro de pontes, viadutos, pontões e passagens superiores (fonte: REFER)

Designação	Pk (meio vão)	Tipo de Obra	Nº de vãos	Vãos teóricos (m)				Comprimento (m)	Ano de Construção	Figuras
Passagem superior	0+807	B.A. (2)	1	5,10				28,000		4.1
Viaduto das Prezas	1+409	Metálica	2	42,53	42,53			86,000	1887	4.2 e 4.3
Viaduto das Fragas Más (1)	5+800	B.A. (2)	14	(4)				49,000	1962	4.4 e 4.5
Ponte da Paradela	11+358	Metálica	1	26,02				27,000	1887	4.6
Pontão de Leiras	17+064	Alvenaria	1	3,00				3,000	1887	4.7
Pontão da Ferrada	17+311	Alvenaria	1	4,00				4,000	1887	4.8; 4.9 e 4.10
Pontão do Freixo	20+371	Alvenaria	1	2,00				6,000	1887	4.20 e 4.21
Passagem superior	20+924	B.A.P.E. (3)	4	57,46	19,61	57,46	57,46	192,000		4.11
Pontão	23+715	Alvenaria	1	2,00				12,000	1887	4.20 e 4.21
Ponte de Cabroira	26+642	Metálica	1	20,00				21,000	1887	4.12
Ponte do Vieiro	29+200	Metálica	1	35,02				36,000	1887	4.13
Ponte de Abreiro	29+332	B.A.P.E. (3)	1					104,000		4.14
Pontão	32+583	Alvenaria	1	2,00				3,000	1887	4.20 e 4.21
Pontão	35+552	Alvenaria	2	1,50	1,50			11,000	1887	4.15
Ponte de Meireles	41+741	Metálica	1	15,20				16,000	1887	4.16
Pontão	42+020	Alvenaria	1	2,00				0,000	1887	4.17
Ponte Ribeira da Carvalha	45+778	Alvenaria	1	12,00				13,000	1887	4.18 e 4.19
Pontão	47+696	Alvenaria	1	2,00				4,000	1887	4.20 e 4.21
Passagem superior	53+595	Alvenaria	—					—	—	—

(1) O Viaduto das Fragas Más construído em 1887 ficou destruído em 1962 devido à queda de um bloco rochoso. O viaduto era formado por um misto de tabuleiro metálico de dois tramos de 22,50 m cada um e um pilar de alvenaria ao centro.

(2) Betão Armado.

(3) B.A.P.E. – Betão Armado Pré-Esforçado.

(4) Ver capítulo 6.

Ao longo de todo o traçado existe um total de 2 viadutos, 5 pontes, 8 pontões e 4 passagens superiores.

A figura 4.1 mostra a passagem superior em betão armado (Pk 0+807).



Figura 4.1 – Passagem superior em betão armado, Pk 0+807 (fonte: REFER)

Nas figuras 4.2 e 4.3 apresentam-se, respectivamente, uma fotografia actual da estrutura e peça desenhada referente ao projecto do viaduto das Prezas (Pk 1+409).



Figura 4.2 – Viaduto das Prezas, Pk 1+409 (fotografia do autor)



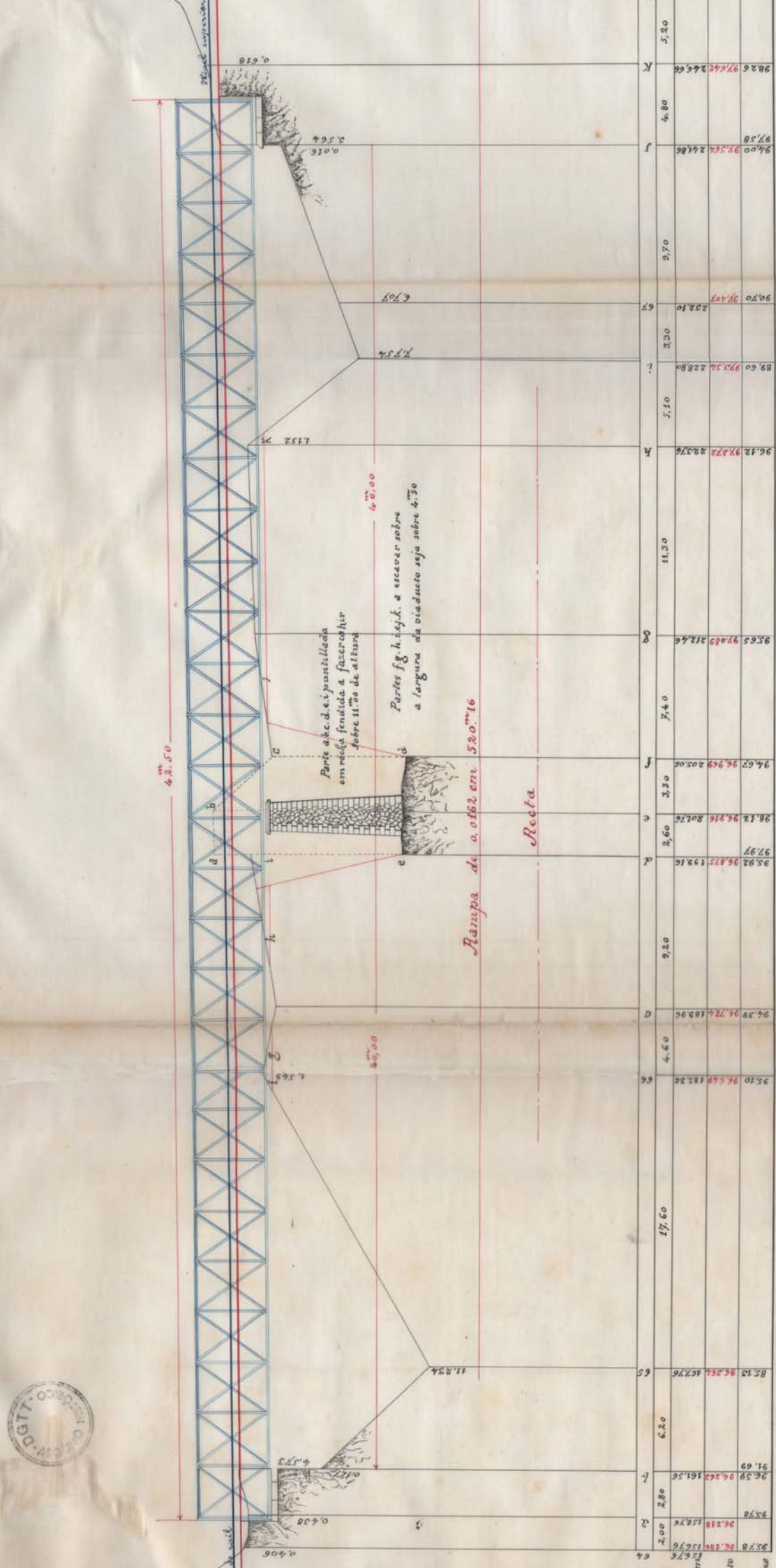


Figura 4.3 – Viaduto das Prezas, Pk 1+409 (fonte: Arquivo Histórico do Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres)



As figuras 4.4 e 4.5 são referentes ao viaduto das Fragas Más (Pk 5+800). São apresentadas fotografias actuais da estrutura. Os elementos sobre esta obra de arte serão apresentados no capítulo 6, capítulo inteiramente dedicado ao viaduto das Fragas Más.



Figura 4.4 – Viaduto das Fragas Más, Pk 5+800 (fotografia do autor)



Figura 4.5 – Viaduto das Fragas Más, Pk 5+800 – vista lateral (fonte: REFER)

Na figura 4.6 é apresentada uma fotografia da ponte da Paradela (Pk 11+358).

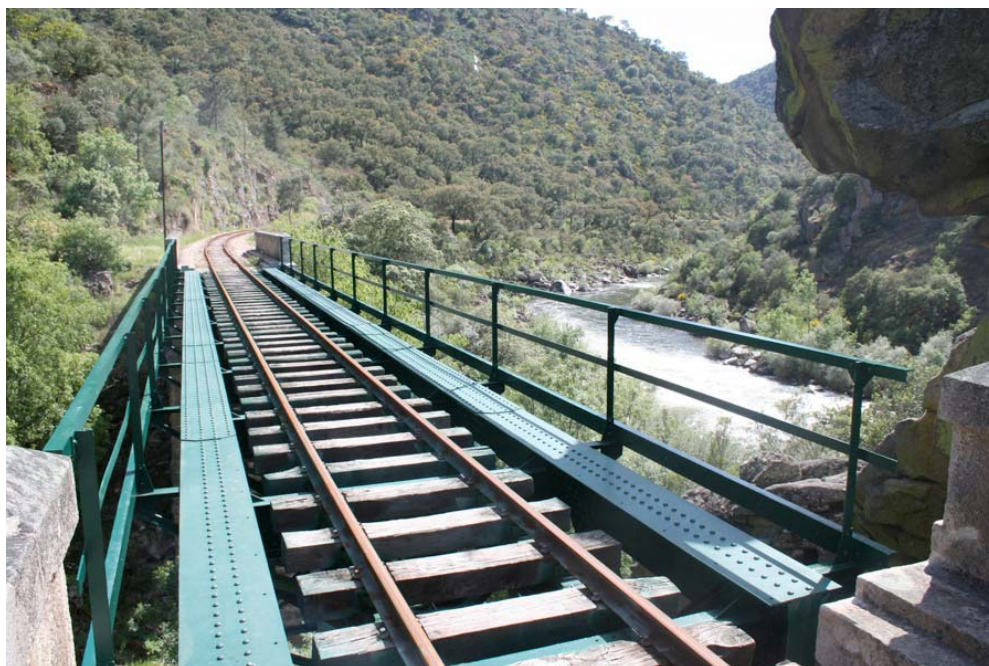


Figura 4.6 – Ponte da Paradela, Pk 11+358 (fotografia do autor)

A figura 4.7 mostra o pontão de Leiras (Pk 17+064).



Figura 4.7 – Pontão de Leiras, Pk 17+064 (fonte: REFER)

As figuras 4.8, 4.9 e 4.10 são referentes ao pontão da Ferrada (Pk 17+311). A figura 4.8 é uma fotografia do pontão e as figuras 4.9 e 4.10 são peças desenhadas do projecto.



Figura 4.8 – Pontão da Ferrada, Pk 17+311 (fonte: REFER)

A ponte da Brunheda (Pk 20+924) é uma das passagens superiores ao longo do traçado. A figura 4.11 ilustra a ponte.

Na figura 4.12 apresenta-se a fotografia da ponte de Cabreira (Pk 26+642). No ponto 4.3.2. vão ser apresentados os cálculos desta ponte (15,0 m de vão).

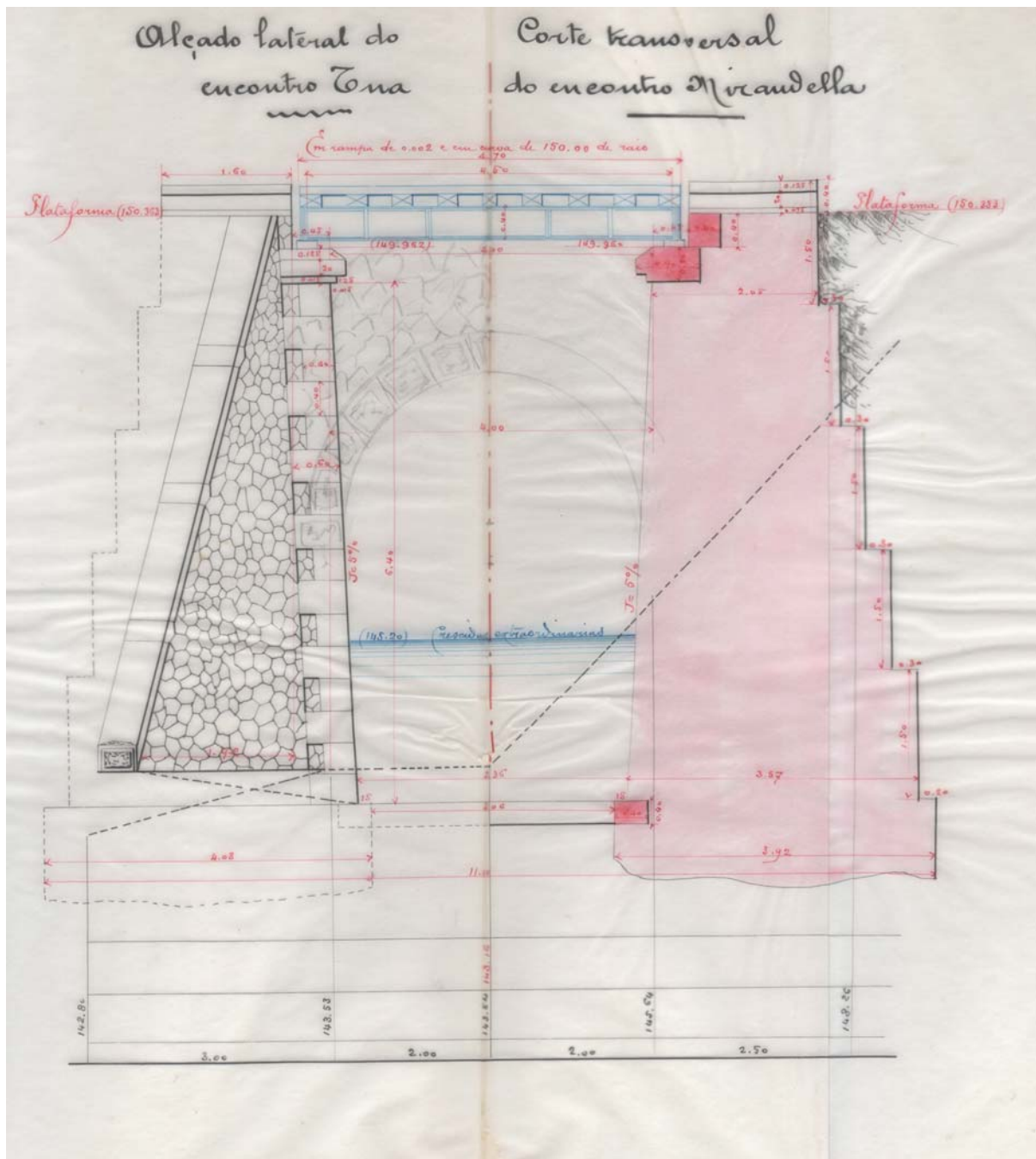


Figura 4.9 – Pontão da Ferrada, Pk 17+311 – alçado lateral e corte transversal (fonte: Arquivo Histórico do Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres)





Figura 4.11 – Ponte da Brunheda – passagem superior em betão armado pré-esforçado, Pk 20+924 (fonte: REFER)



Figura 4.12 – Ponte de Cabreira, Pk 26+642 (fonte: REFER)

A figura 4.13 ilustra a ponte do Vieiro (Pk 29+200).



Figura 4.13 – Ponte do Vieiro, Pk 29+200 (fotografia do autor)

Na figura 4.14 apresenta-se a ponte de Abreiro (Pk 29+332) famosa pelo seu arco de raio elevado.



Figura 4.14 – Ponte de Abreiro – passagem superior em betão armado pré-esforçado, Pk 29+332 (fotografia do autor)

As figuras 4.15 e 4.16 ilustram, respectivamente, o pontão de menor vão do traçado (Pk 35+552) e a ponte de Meireles (Pk 41+741).



Figura 4.15 – Pontão, Pk 35+552 (fonte: REFER)



Figura 4.16 – Ponte de Meireles, Pk 41+741 (fonte: REFER)

A figura 4.17 apresenta um pontão de 2,0 m de vão (Pk 42+028).



Figura 4.17 – Pontão, Pk 42+028 (fonte: REFER)

As figuras 4.18 e 4.19 são fotografias da ponte Ribeira da Carvalho (Pk 45+778)



Figura 4.18 – Ponte Ribeira da Carvalho, Pk 45+778 (fonte: REFER)



Figura 4.19 – Ponte Ribeira da Carvalha, Pk 45+778 – vista lateral (fonte: REFER)

Nas figuras 4.20 e 4.21 apresentam-se as peças desenhadas de um pontão de 2,0 m. As peças correspondem ao pontão do Freixo (Pk 20+371) e aos pontões existentes nos Pk 23+715, 32+583, 42+028 e 47+696.

#### 4.2.2. TÚNEIS

O quadro 4.4 apresenta o resumo do cadastro de túneis existentes no traçado.

Quadro 4.4 – Resumo do cadastro de túneis (fonte: REFER)

Designação	Pk (meio vão)	Comprimento entre testas (m)	Abertura (m)		Raio do intradorso (m)	Figuras
			base dos encontros	base das nascenças		
Túnel das Prezas	1+529	138,32	3,95	4,29	2,145	4.22
Túnel de Tralhariz	4+467	44,85	3,95	4,29	2,145	4.23
Túnel das Fragas Más I	5+506	112,41	3,95	4,29	2,145	4.24
Túnel das Fragas Más II	5+863	37,91	3,95	4,29	2,145	4.25
Túnel do Falcoeiro	9+292	136,31	3,95	4,29	2,145	4.26
Túnel de Frechas	46+170	71,95	3,95	4,29	2,145	4.27

Este traçado tem 6 túneis num total de 541,75 metros lineares.

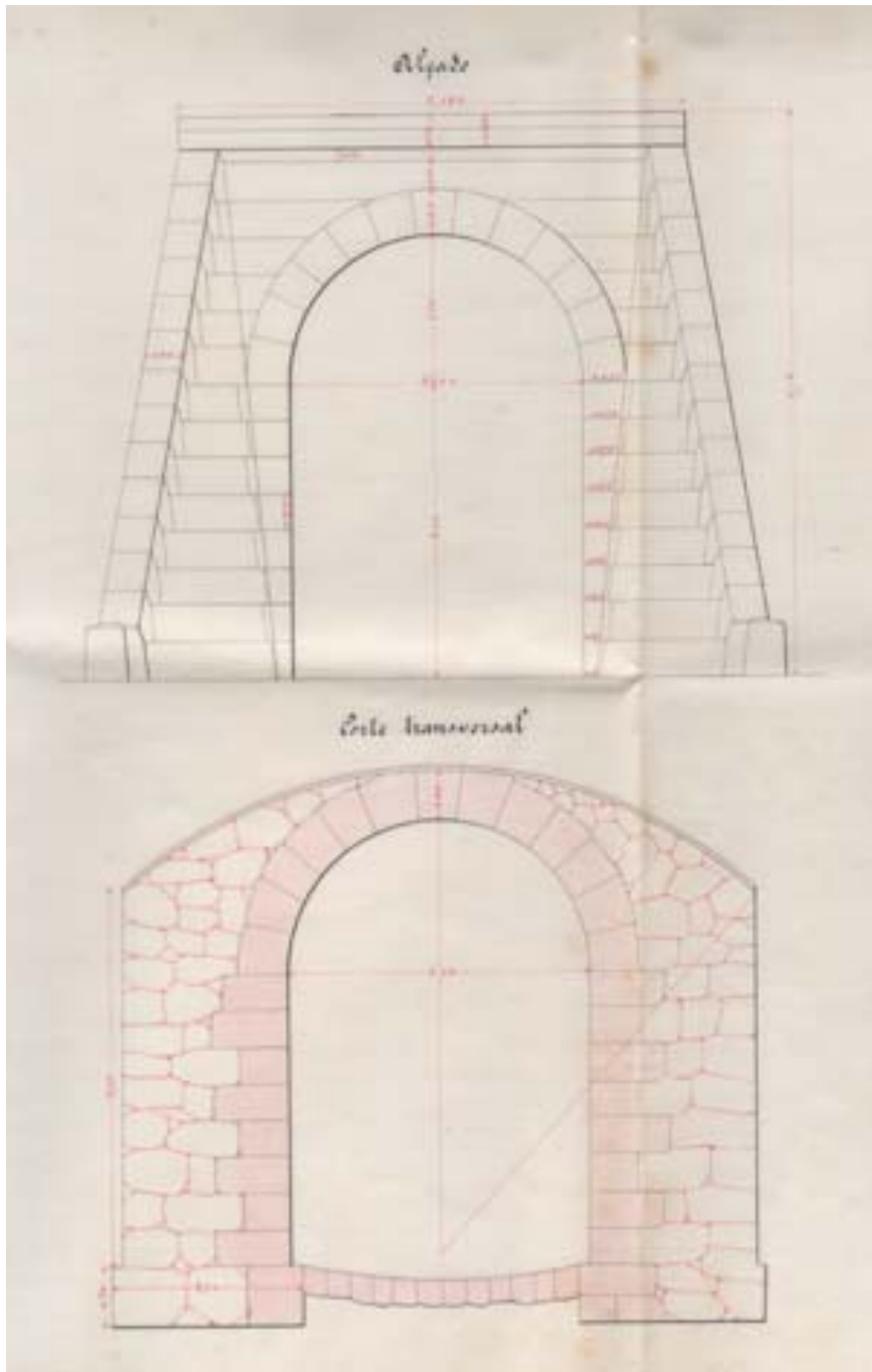


Figura 4.20 – Alçado e corte transversal do pontão (fonte: Arquivo Histórico do Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres)

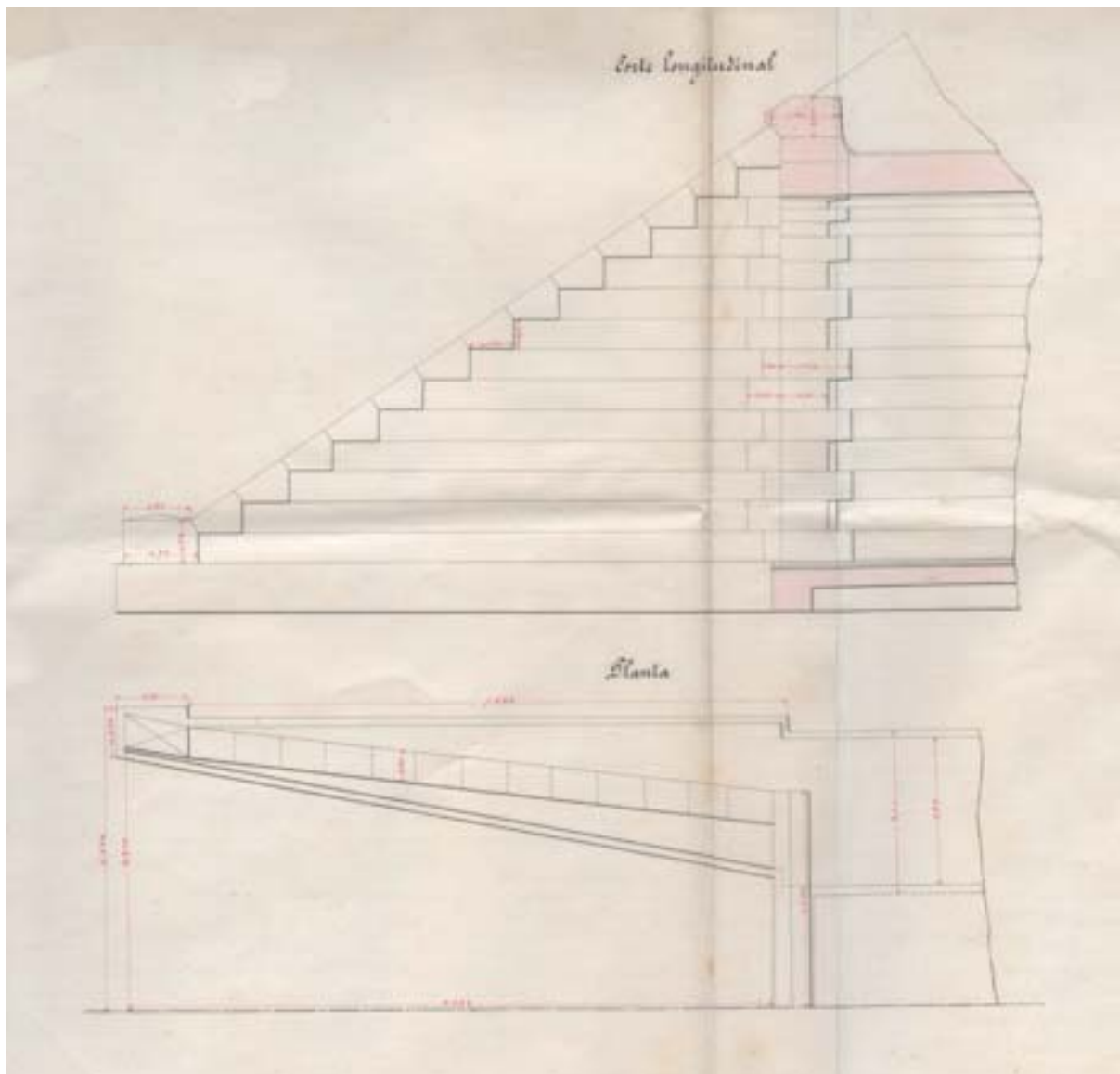


Figura 4.21 – Planta e corte longitudinal do pontão (fonte: Arquivo Histórico do Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres)

As figuras 4.22, 4.23, 4.24, 4.25, 4.26 e 4.27 apresentam, respectivamente, os túneis das Prezas, Tralhariz, Fragas Más I, Fragas Más II, Falcoeiro e Frechas.



Figura 4.22 – Túnel das Prezas, Pk 1+529 (fotografia do autor)



Figura 4.23 – Túnel de Tralhariz, Pk 4+467 (fotografia do autor)



Figura 4.24 – Túnel das Fragas Más I, Pk 5+506 (fotografia do autor)



Figura 4.25 – Túnel das Fragas Más II, Pk 5+863 (fotografia do autor)



Figura 4.26 – Túnel do Falcoeiro, Pk 9+292 (fotografia do autor)



Figura 4.27 – Túnel de Frechas, Pk 46+170 (fotografia do autor)

As figuras 4.28 e 4.29 são as peças desenhadas do projecto referente ao túnel tipo.

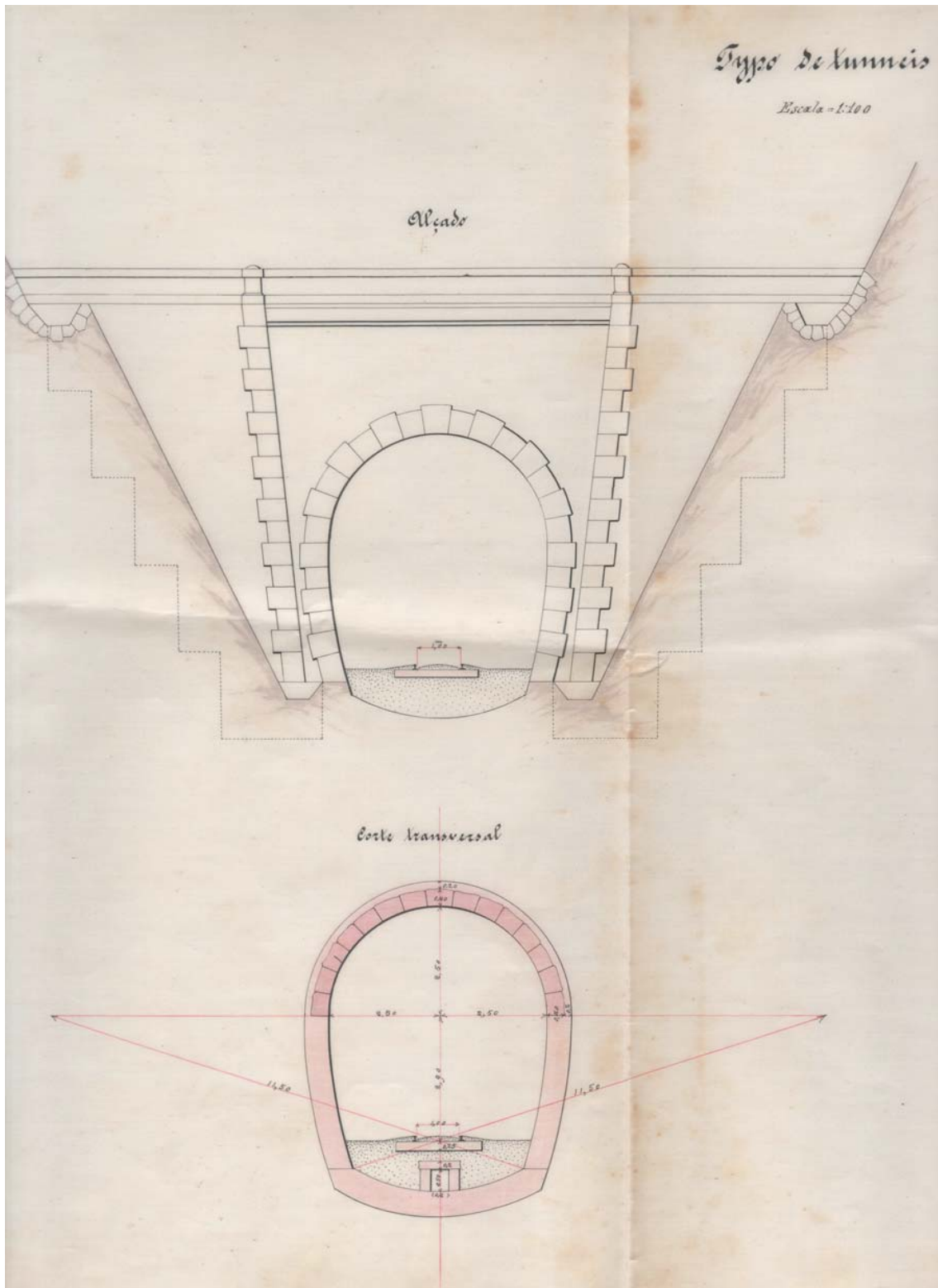


Figura 4.27 – Túnel tipo – alçado e corte transversal (fonte: Arquivo Histórico do Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres)

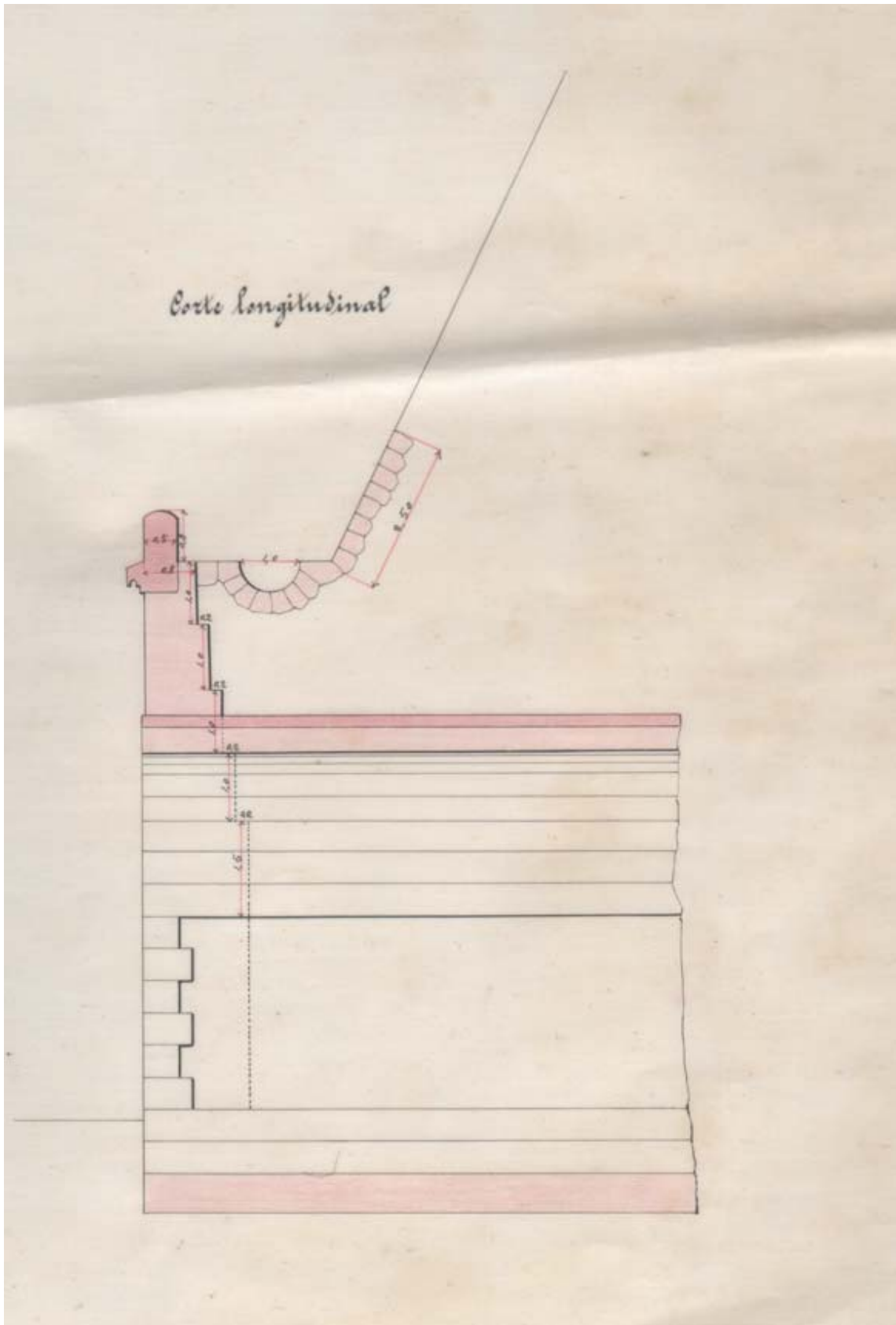


Figura 4.27 – Túnel tipo – corte longitudinal (fonte: Arquivo Histórico do Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres)

### 4.2.3. MUROS

Existem dois tipos de muros ao longo do traçado: muros de suporte e muros de espera.

Na época dava-se o nome de muro de suporte quando este suportava directamente a linha, isto é, quando a linha era assente imediatamente acima do muro (figura 4.28). Um muro era chamado de espera quando sobre este era criado um talude onde a linha era assente (figura 4.29).

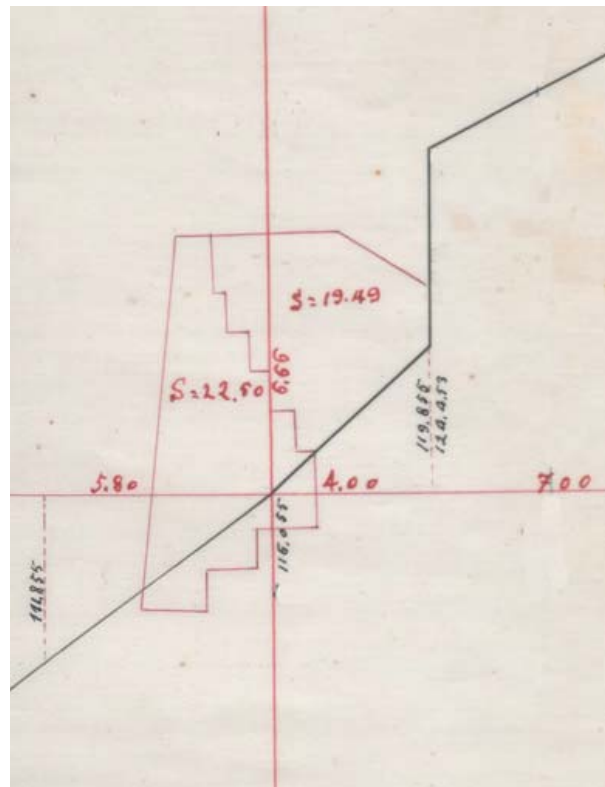


Figura 4.28 – Muro de suporte (fonte: Arquivo Histórico do Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres)

Nas figuras 4.30 e 4.31 são apresentados os muros tipo. A principal diferença estrutural entre eles está na largura dos “degraus”, que é maior no muro de espera.

Nos documentos consultados não há registo do cadastro dos muros existentes ao longo da linha.

No entanto, foi possível apurar que foram construídos 10.049,41 metros lineares de muros e que nos primeiros vinte e um quilómetros foram construídos cento e dezoito muros, com um total de 170.000 m<sup>3</sup> de alvenaria em pedra seca.

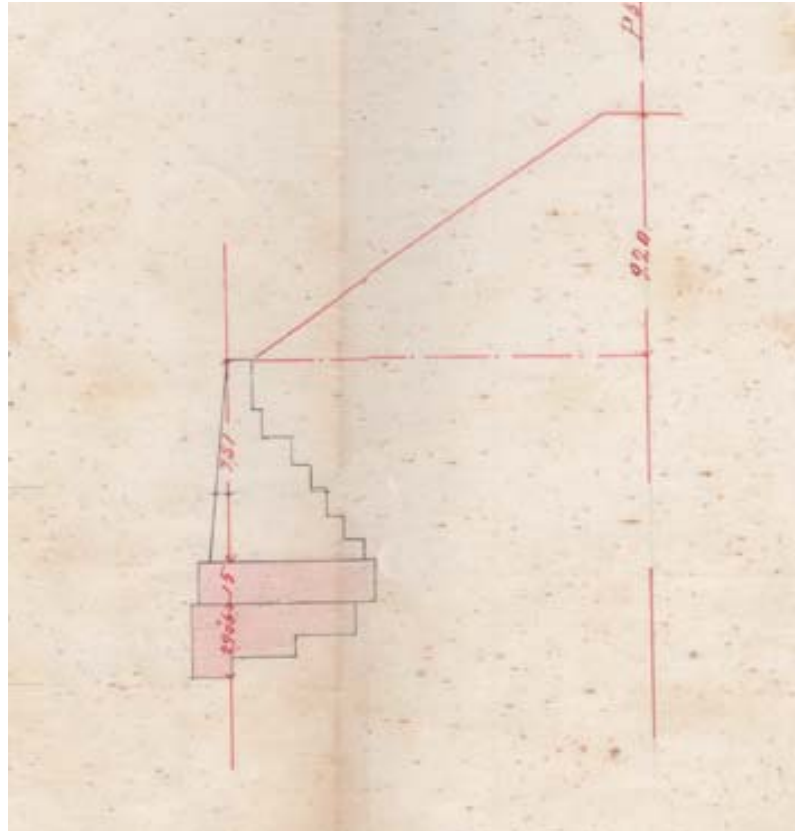


Figura 4.29 – Muro de espera (fonte: Arquivo Histórico do Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres)

Nas figuras 4.32 a 4.34 são apresentados alguns exemplos dos muros de suporte mais notáveis que se puderam observar durante o trabalho de campo efectuado.

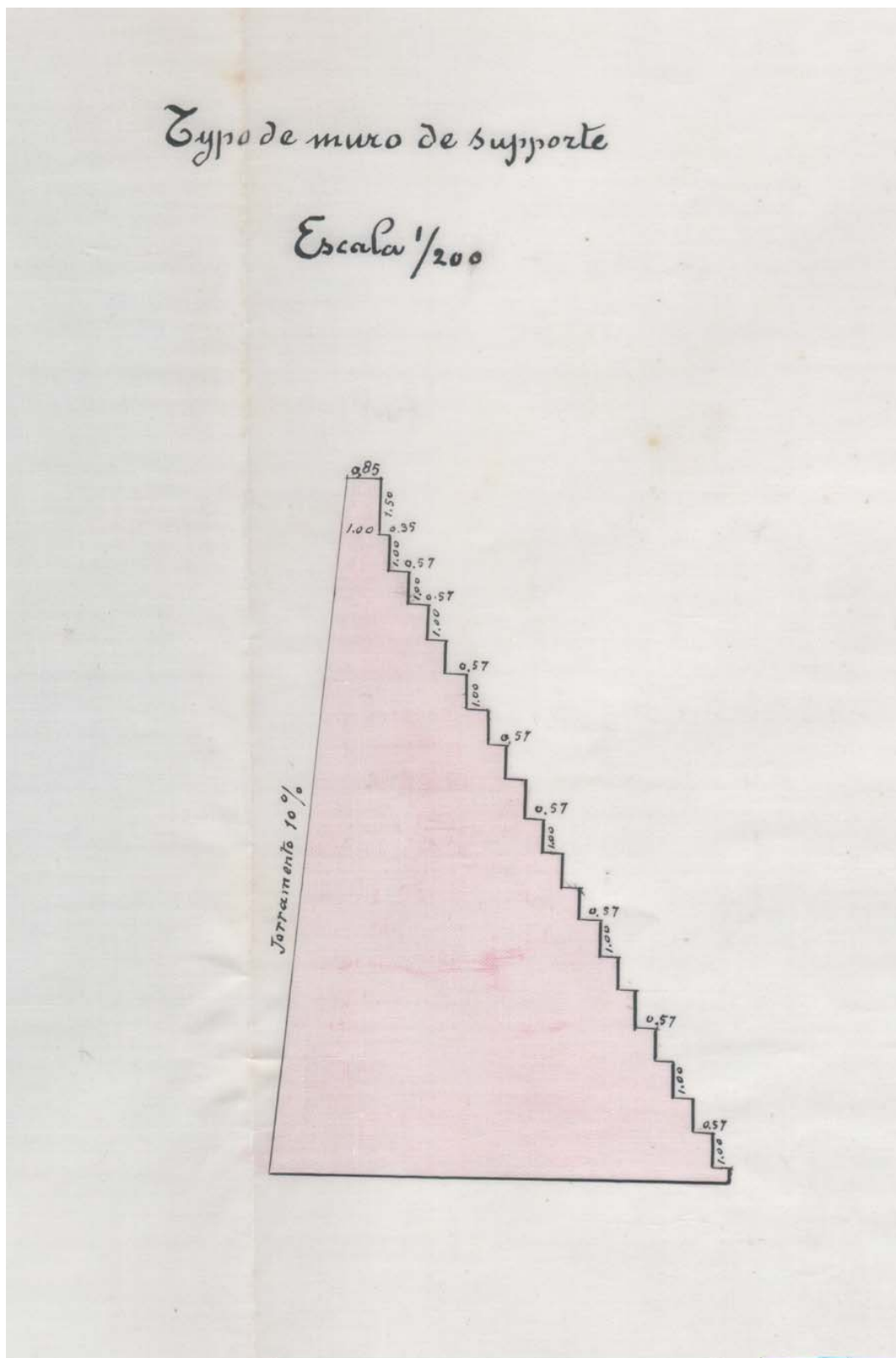


Figura 4.30 – Muro de suporte tipo (fonte: Arquivo Histórico do Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres)

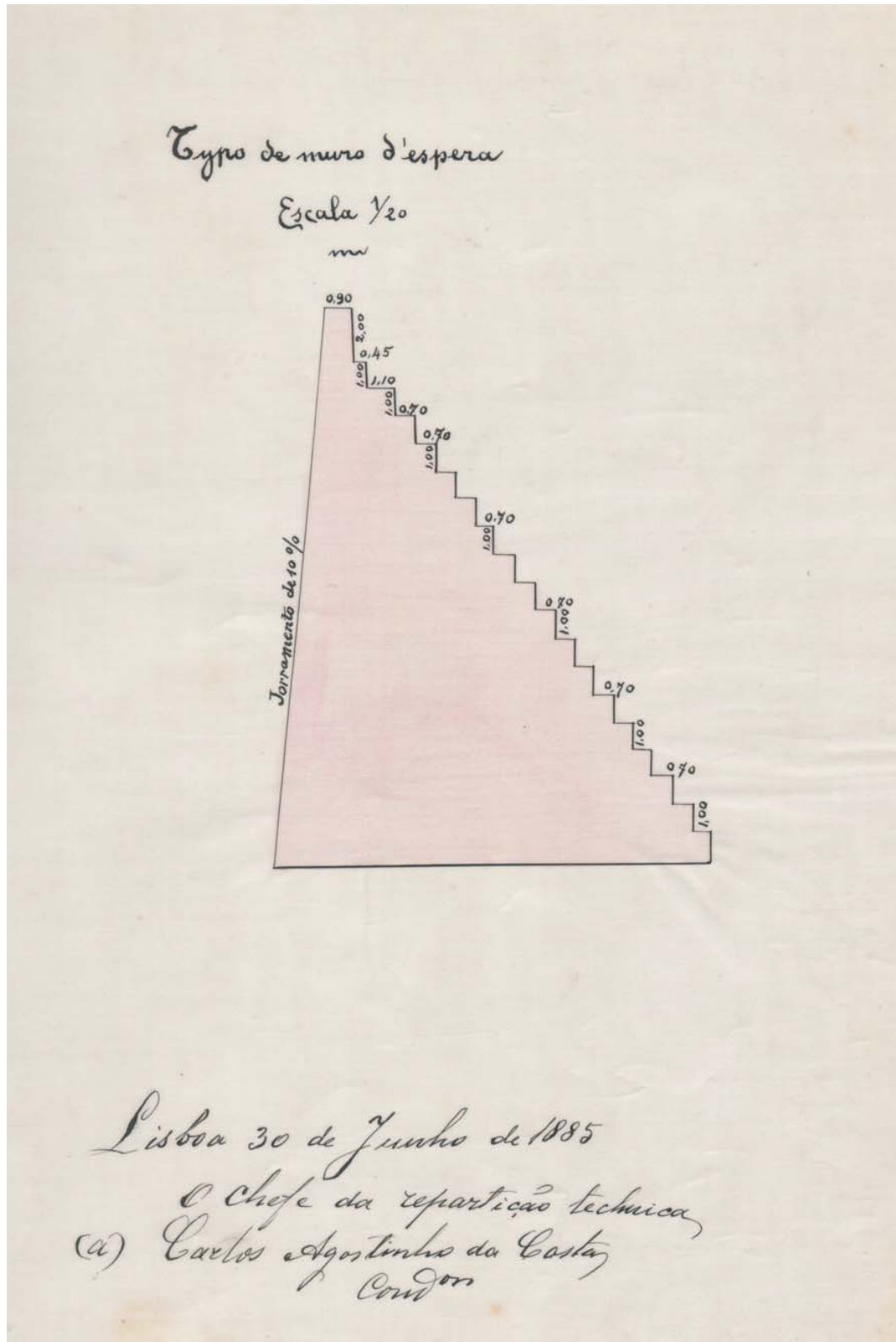


Figura 4.31 – Muro de espera tipo (fonte: Arquivo Histórico do Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres)



Figura 4.32 – Muro de Suporte, Pk 4,000-5,000 (fotografia do autor)



Figura 4.33 – Muro de Suporte, Pk 9,000-10,000 (fotografia do autor)



Figura 4.34 – Muro de suporte, Pk 15,000-16,000 (fotografia do autor)

#### 4.2.4. ESTAÇÕES E APEADEIROS

Existem cinco estações e dez apeadeiros ao longo da linha. O quadro 4.5 resume o cadastro dessas estruturas.

Quadro 4.5 – Mapa de estações e apeadeiros

Designação	PK	Tipo
Tua	0+000	estação
Tralhariz	4+301	apeadeiro
Castanheiro	7+750	apeadeiro
Santa Luzia	13+410	estação
São Lourenço	15+517	apeadeiro
Tralhão	17+620	apeadeiro
Brunheda	21+180	apeadeiro
Codeçais	25+028	apeadeiro
Abreiro	29+253	estação
Ribeirinha	33+900	apeadeiro
Vilarinho	37+810	apeadeiro
Cachão	41+870	estação
Frechas	44+966	apeadeiro
Latadas	48+400	apeadeiro
Mirandela	54+091	estação

As figuras 4.35 a 4.38 ilustram, as estações do Tua, Santa Luzia, Abreiro e Mirandela.



Figura 4.35 – Estação do Tua, Pk 0+000 (fotografia do autor)



Figura 4.36 – Estação de Santa Luzia, Pk 13+410 (fotografia do autor)



Figura 4.37 – Estação de Abreiro, Pk 29+253 (fotografia do autor)



Figura 4.38 – Estação de Mirandela, Pk 54+091 (fotografia do autor)

Na figura 4.39 são apresentadas os desenhos de arquitectura do apeadeiro tipo.

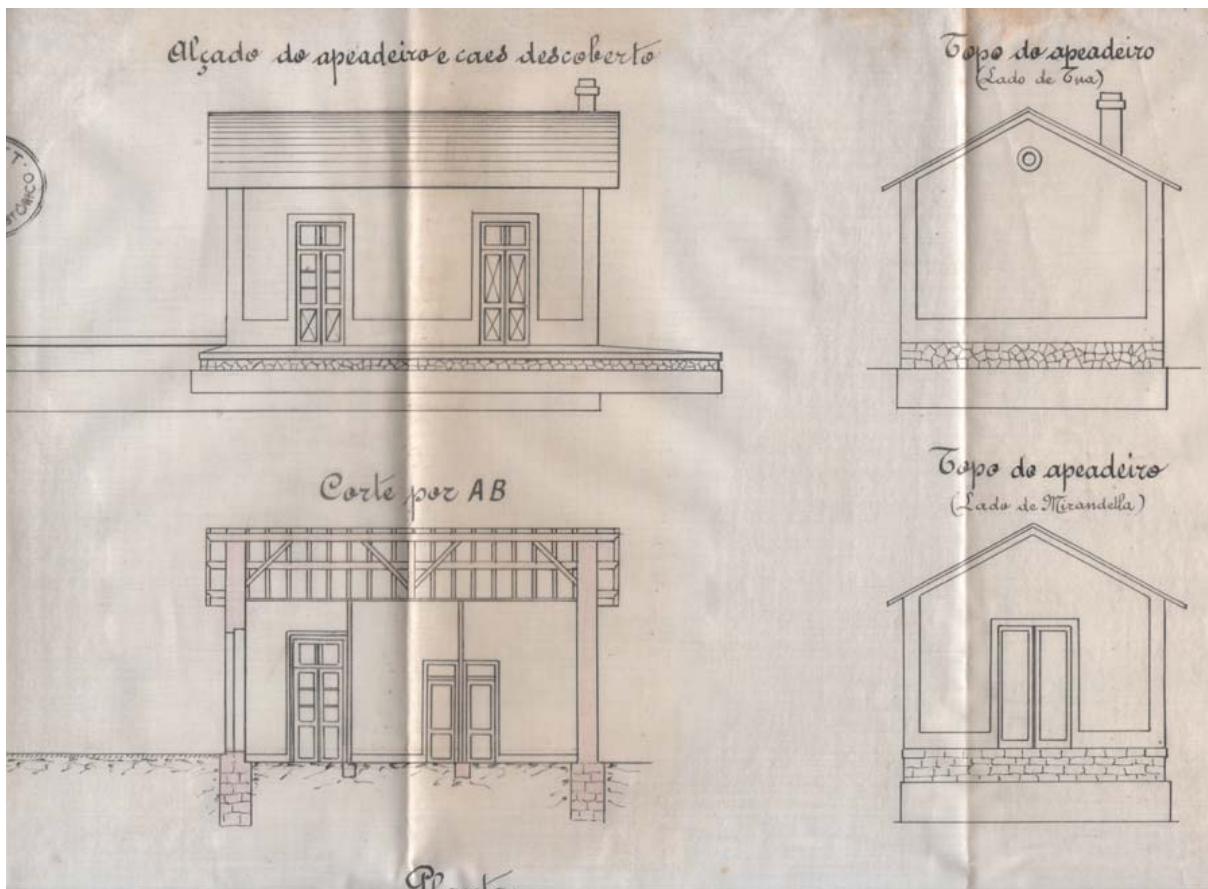


Figura 4.39 – Apeadeiro tipo (fonte: Arquivo Histórico do Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres)

#### 4.2.5. AQUEDUTOS

O quadro 4.6 apresenta o tipo e a respectiva quantidade de aquedutos existentes em todo o traçado, num total de 207 aquedutos.

As figuras 4.40 a 4.42 são peças desenhadas dos aquedutos tipo 1, 2, 3 e 4.

Apresenta-se no Anexo 1 as instruções para a construção de aquedutos, canos de rega e sifões.

Quadro 4.6 – Mapa de aquedutos (fonte: Arquivo Histórico do Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres)

Tipo	Quantidade
0,30 m	6
0,30 m com cano de rega	2
0,60 m	144
0,80 m	32
1,00 m	3
1,00 m abobadado	2
1,00 m capeado	5
1,20 m capeado	6
1,50 m de duas bocas	1
1,50 m abobadado	6

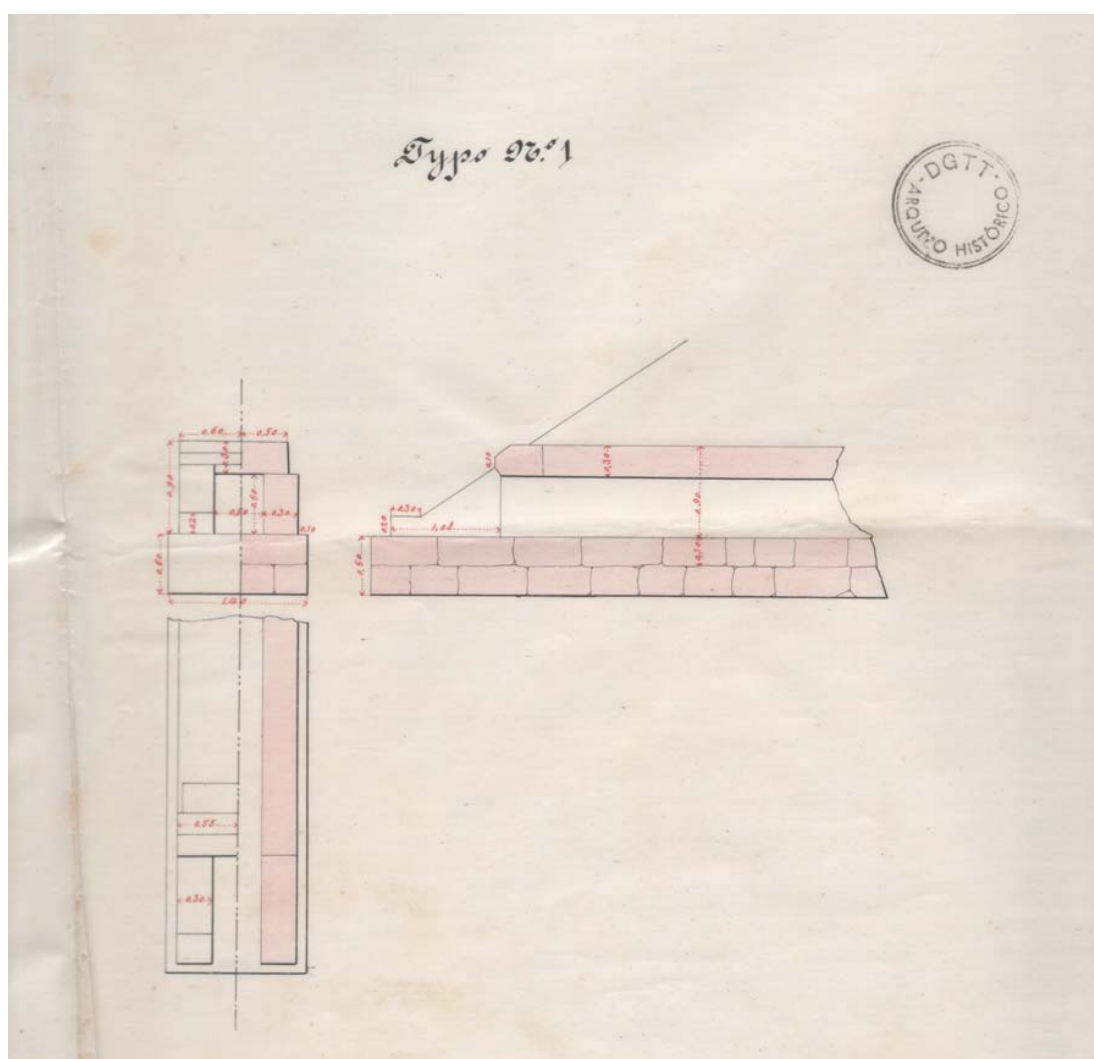


Figura 4.40 – Aqueduto tipo 1 (fonte: Arquivo Histórico do Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres)

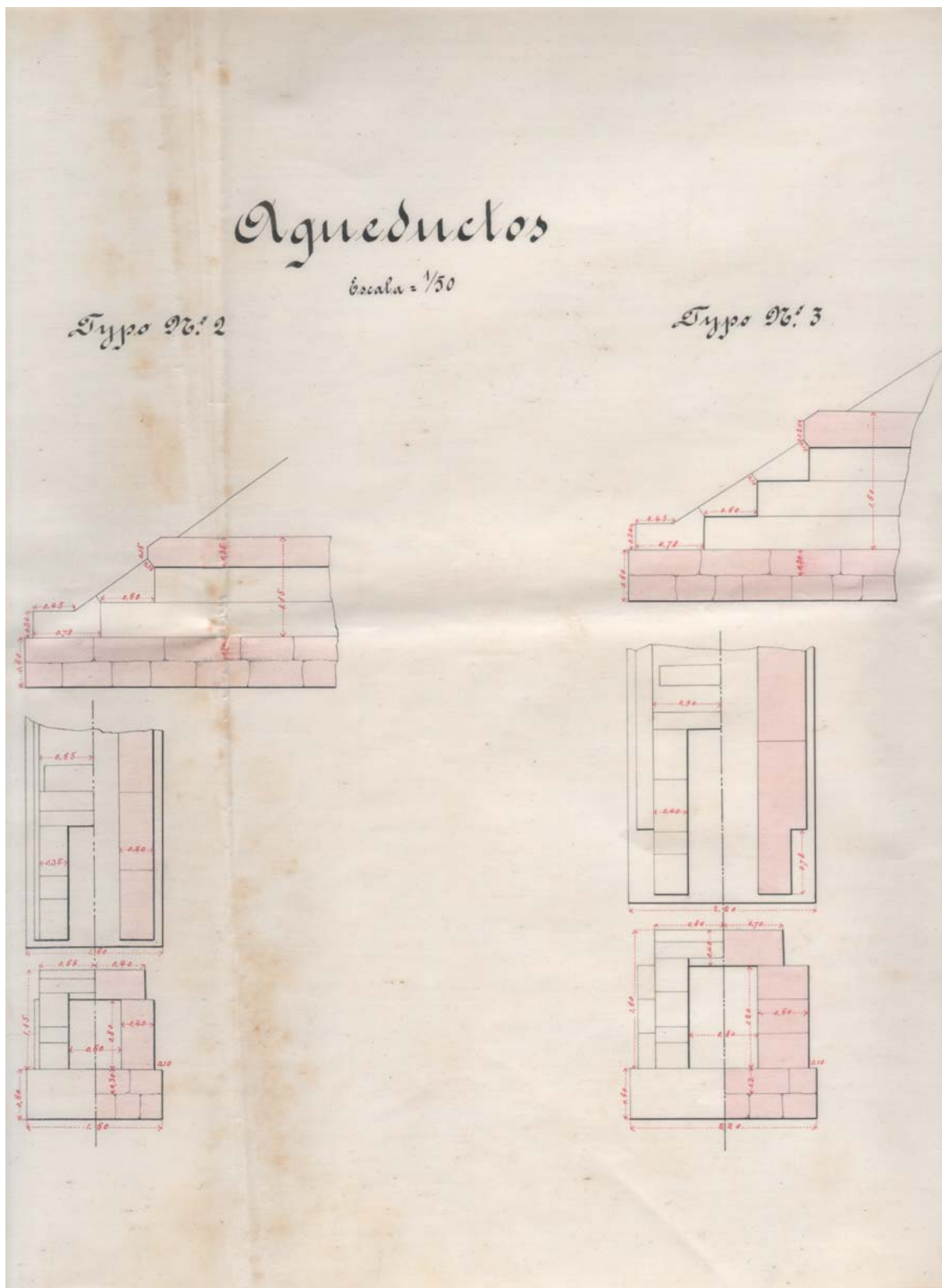


Figura 4.41 – Aquedutos tipo 2 e 3 (fonte: Arquivo Histórico do Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres)



### 4.3. PROJECTO DE PONTE METÁLICA – DESENHOS E CÁLCULOS

Seria desejável apresentar os cálculos e os desenhos da mesma ponte, mas tal não é feito porque os desenhos em melhor estado (ponte metálica com 35,0 m de vão) não correspondem aos cálculos mais completos (ponte metálica com 15,0 m de vão). Assim sendo, neste subcapítulo apresentam-se os desenhos de pormenor da ponte metálica com 35,0 m de vão (ponte do Vieiro) e os cálculos justificativos da ponte metálica com 15,0 m de vão (ponte de Meireles e ponte de Cabreira).

Nas figuras 4.43 e 4.44 apresentam-se o corte transversal e o corte longitudinal da ponte metálica com 35,0 m de vão.

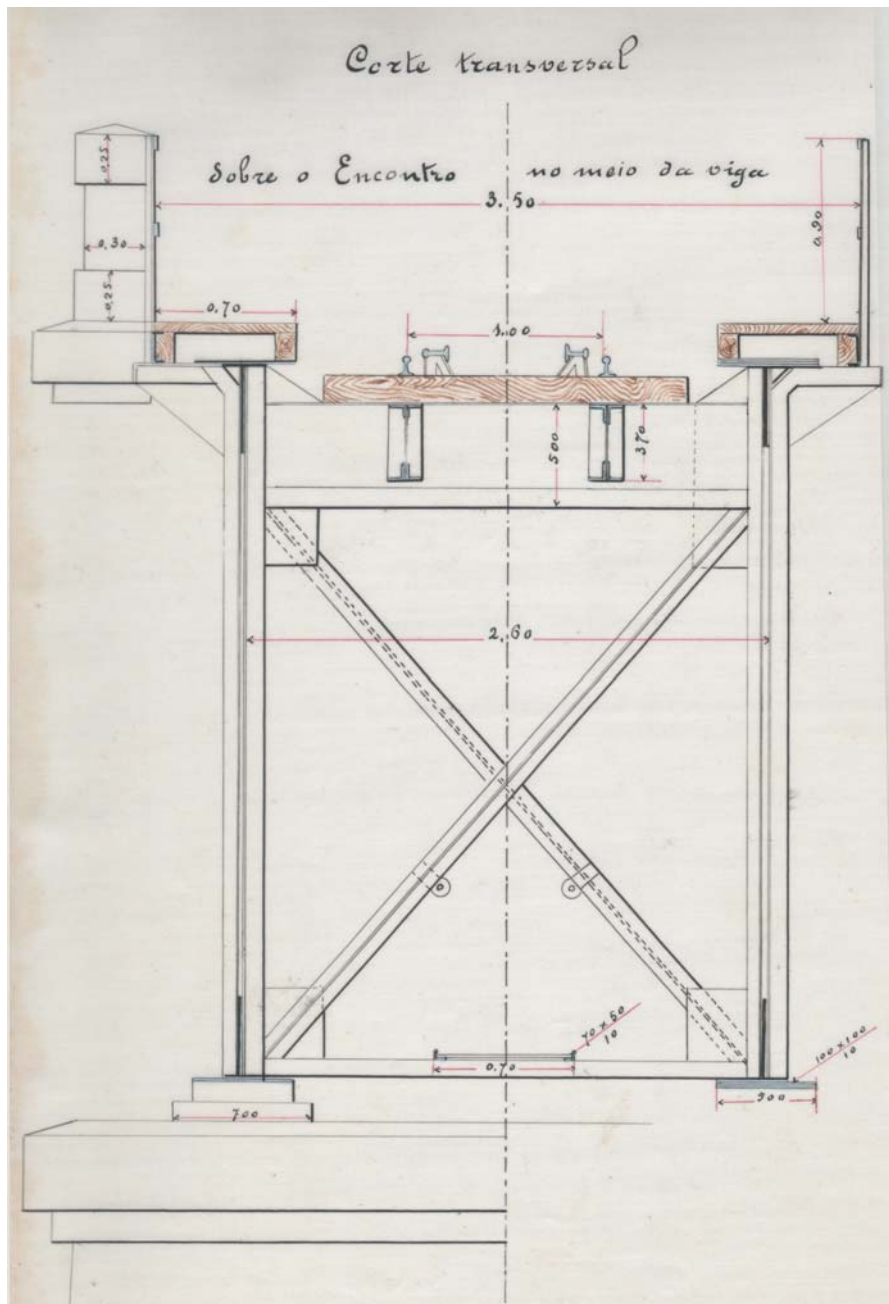


Figura 4.43 – Ponte metálica com 35,0 m de vão – corte transversal (fonte: Arquivo Histórico do Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres)

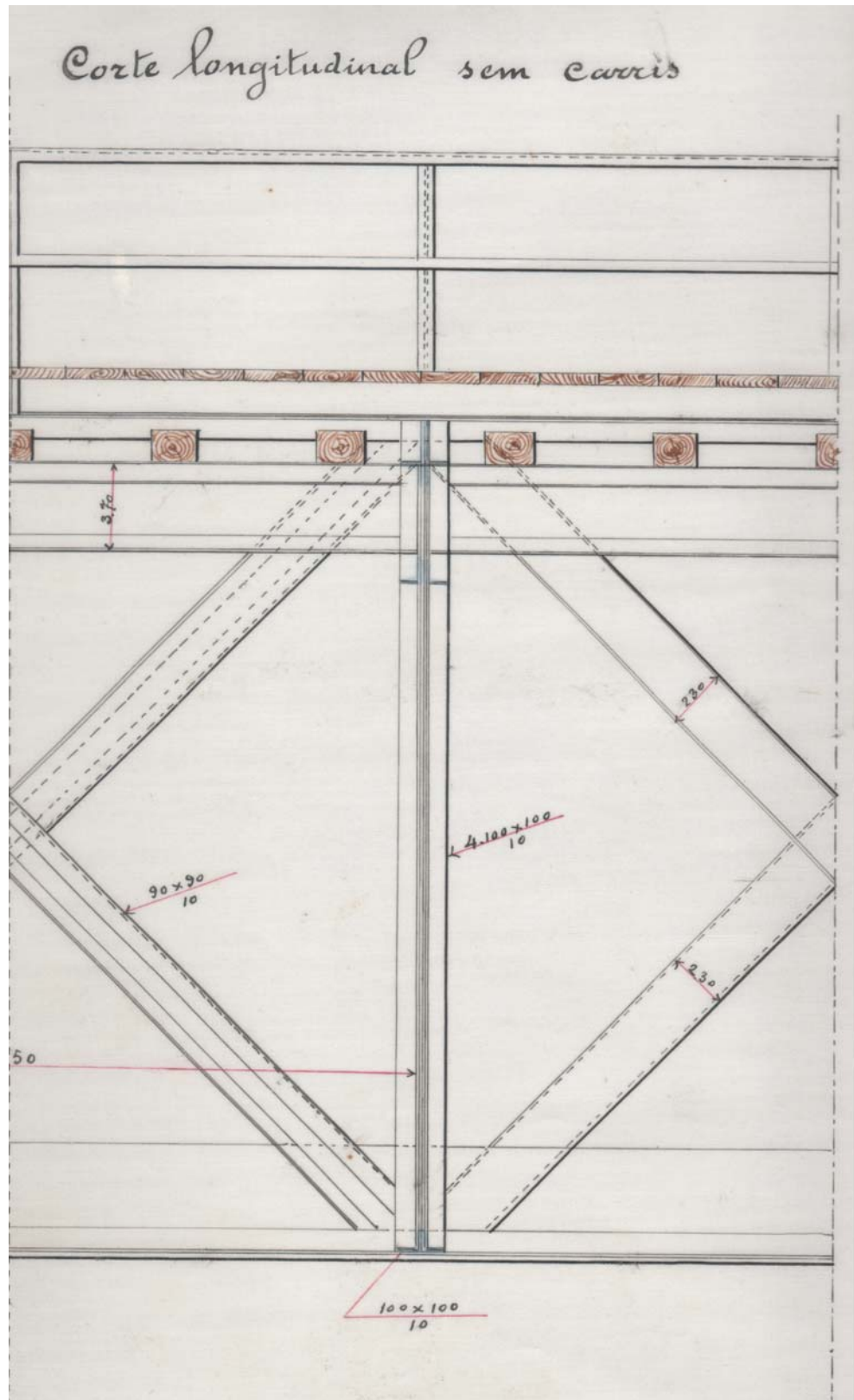


Figura 4.44 – Ponte metálica com 35,0 m de vão – corte longitudinal (fonte: Arquivo Histórico do Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres)





Figura 4.46 – Ponte metálica com 35,0 m de vão – elevação sobre o encontro (fotografia do autor)

As figuras 4.47 e 4.48 apresentam, respectivamente, o contraventamento inferior e nível das longarinas e a fotografia do contraventamento inferior da ponte metálica com 35,0 m de vão.

Nas figuras 4.49 e 4.50 apresentam-se, respectivamente, a fotografia e o desenho do nível dos carris correspondentes à ponte metálica de 35,0 m de vão.

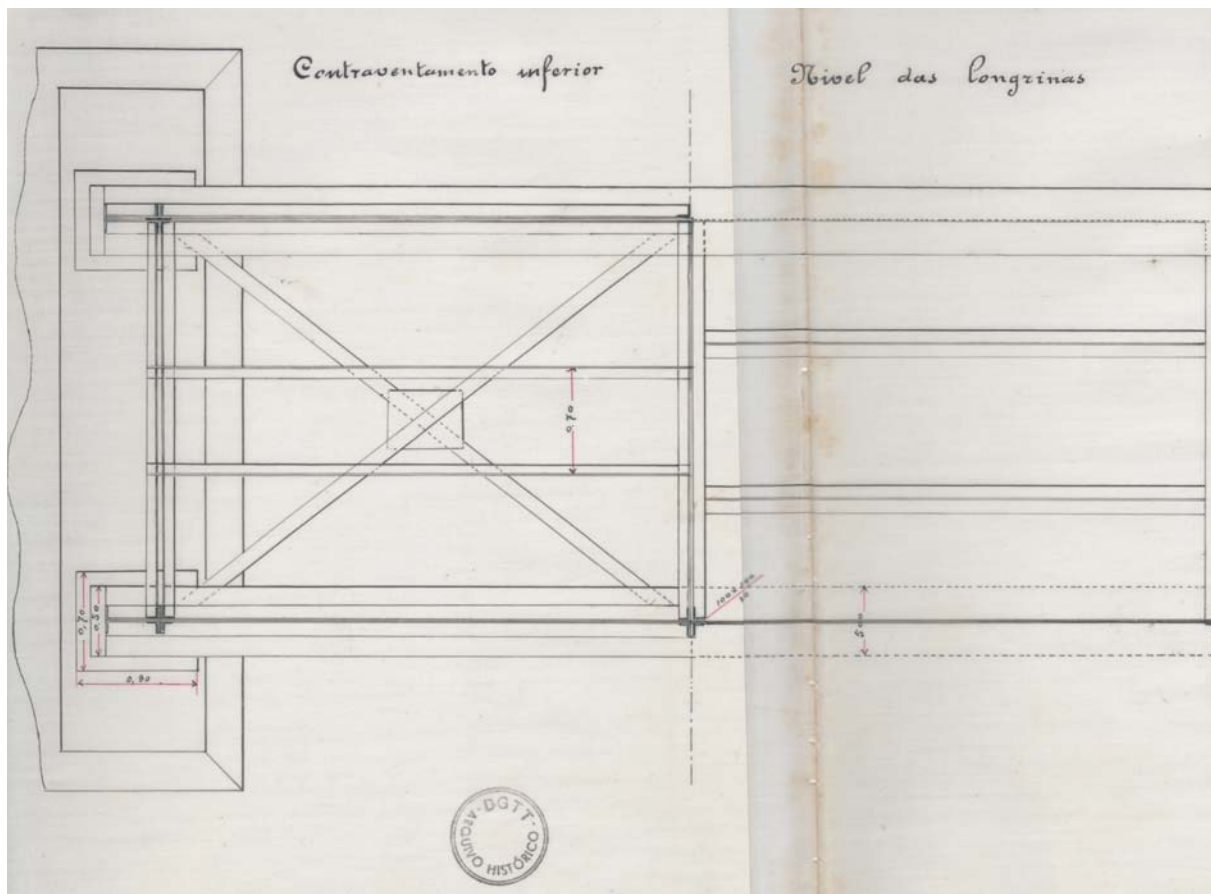


Figura 4.47 – Ponte metálica com 35,0 m de vão – contraventamento inferior e nível das longrinas  
(fonte: Arquivo Histórico do Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres)

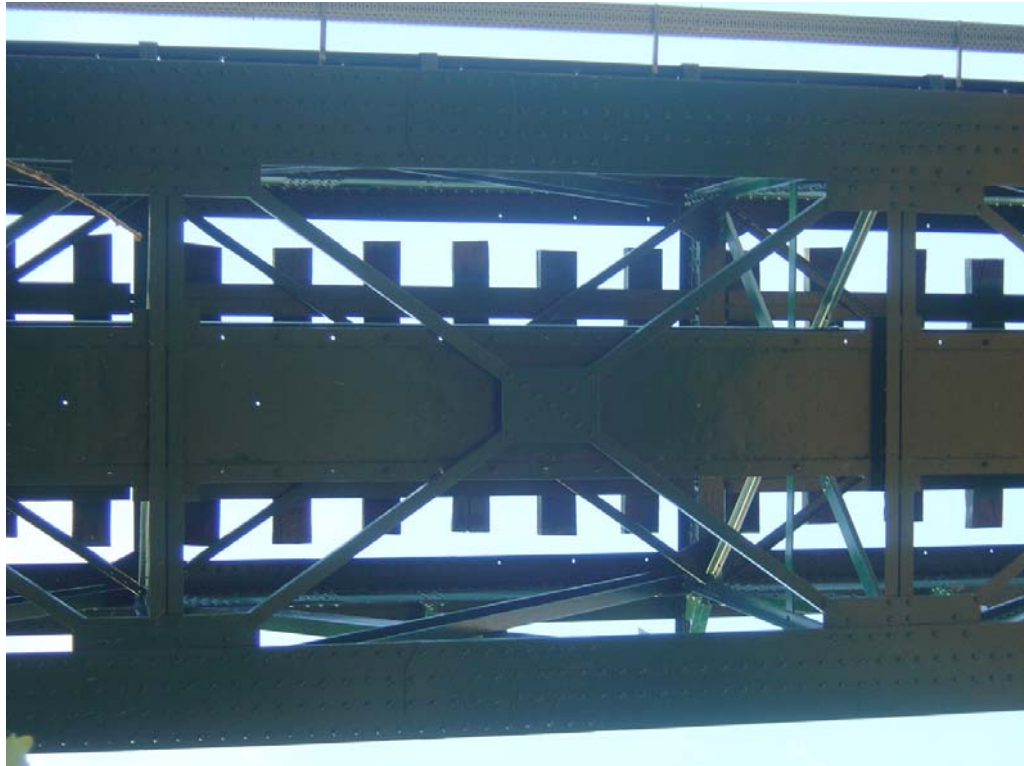


Figura 4.48 – Ponte metálica com 35,0 m de vão – contraventamento inferior (fotografia do autor)



Figura 4.49 – Ponte metálica com 35,0 m de vão – carris (fotografia do autor)

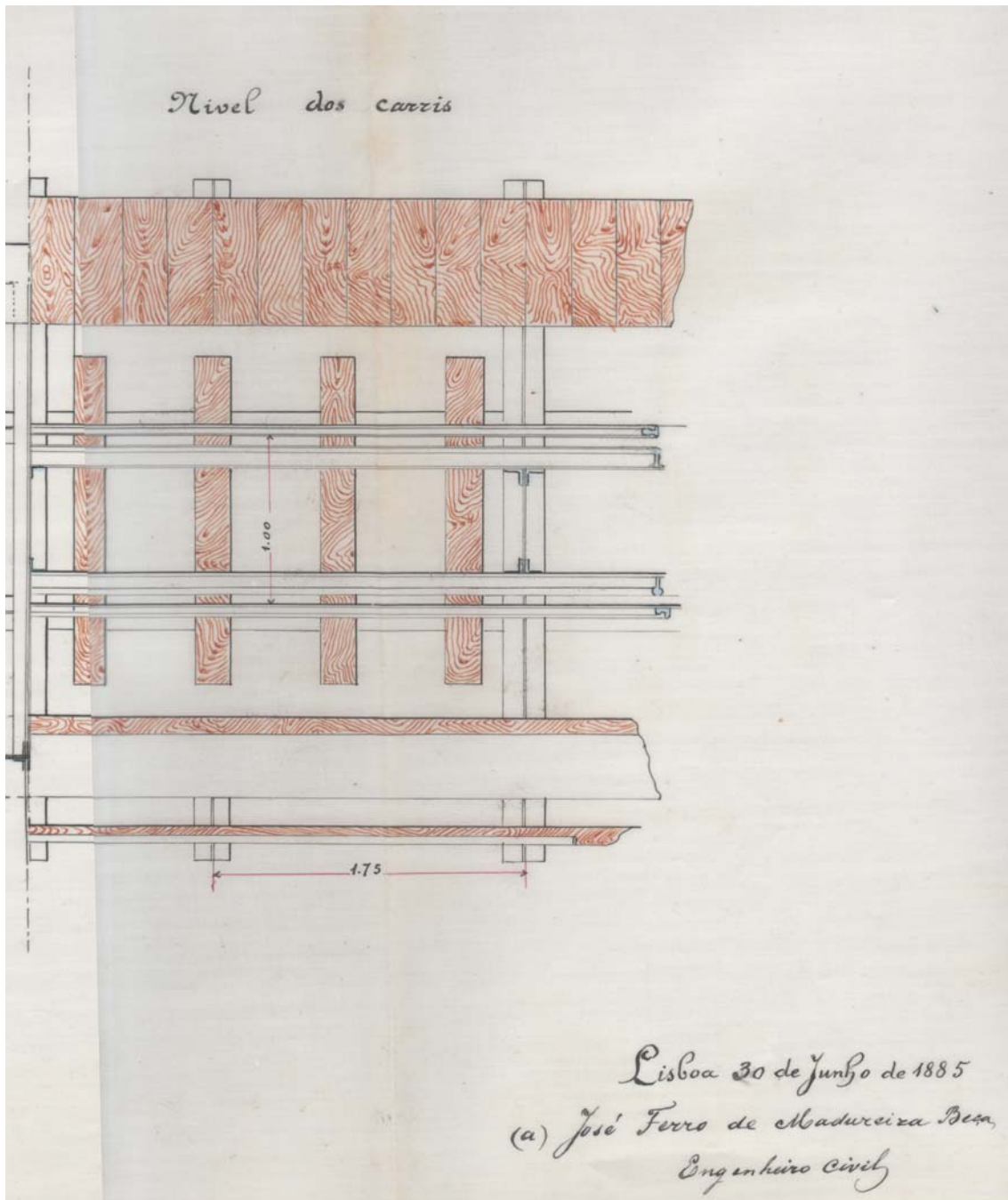


Figura 4.50 – Ponte metálica com 35,0 m de vão – nível dos carris – (fonte: Arquivo Histórico do Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres)

Nas figuras 4.51 a 4.53 apresentam-se diferentes vistas do tipo de encontros para as pontes. A figura 4.54 apresenta uma fotografia do encontro da ponte metálica de 35,0 m de vão.



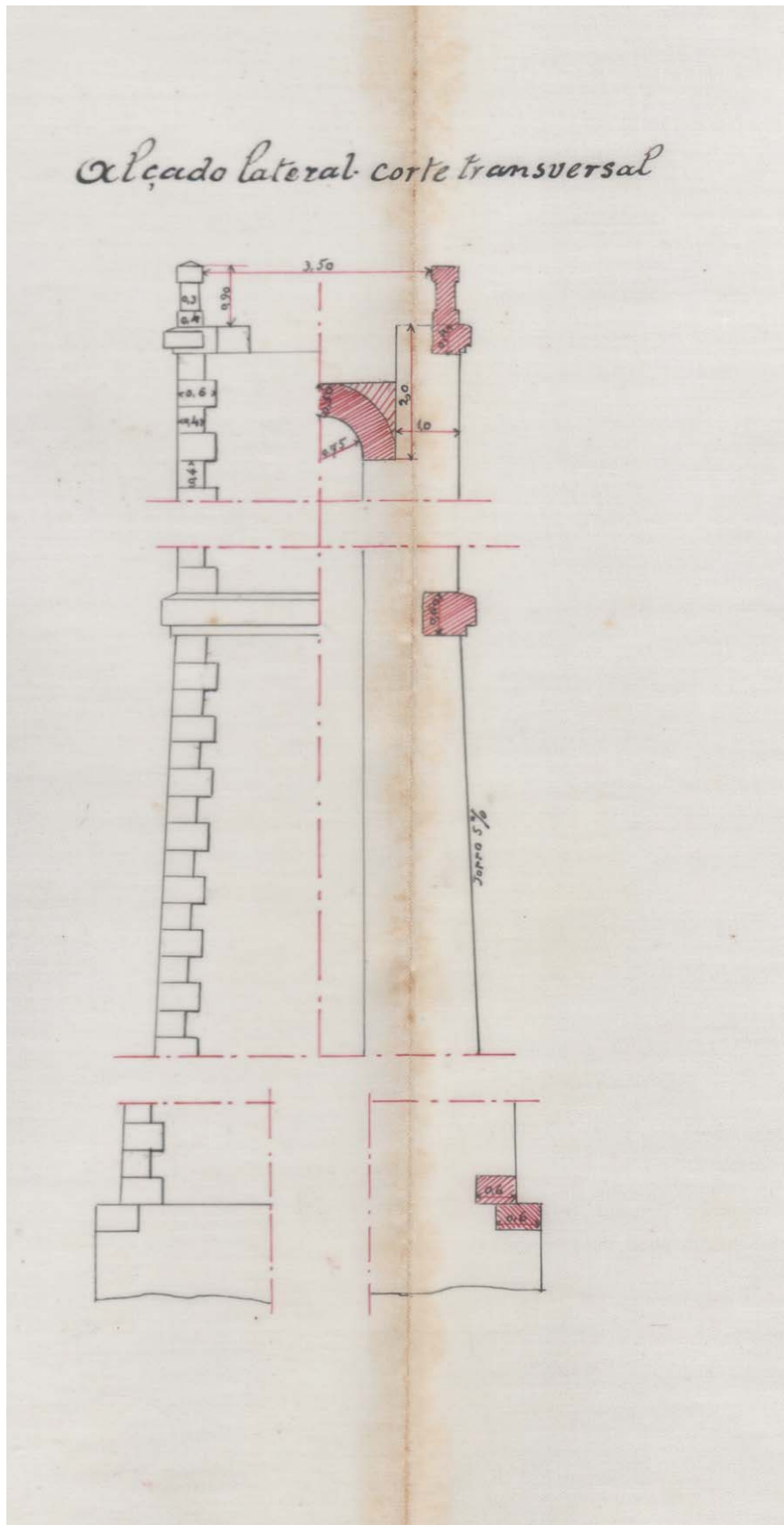


Figura 4.52 – Tipo de encontros – alçado lateral – corte transversal (fonte: Arquivo Histórico do Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres)

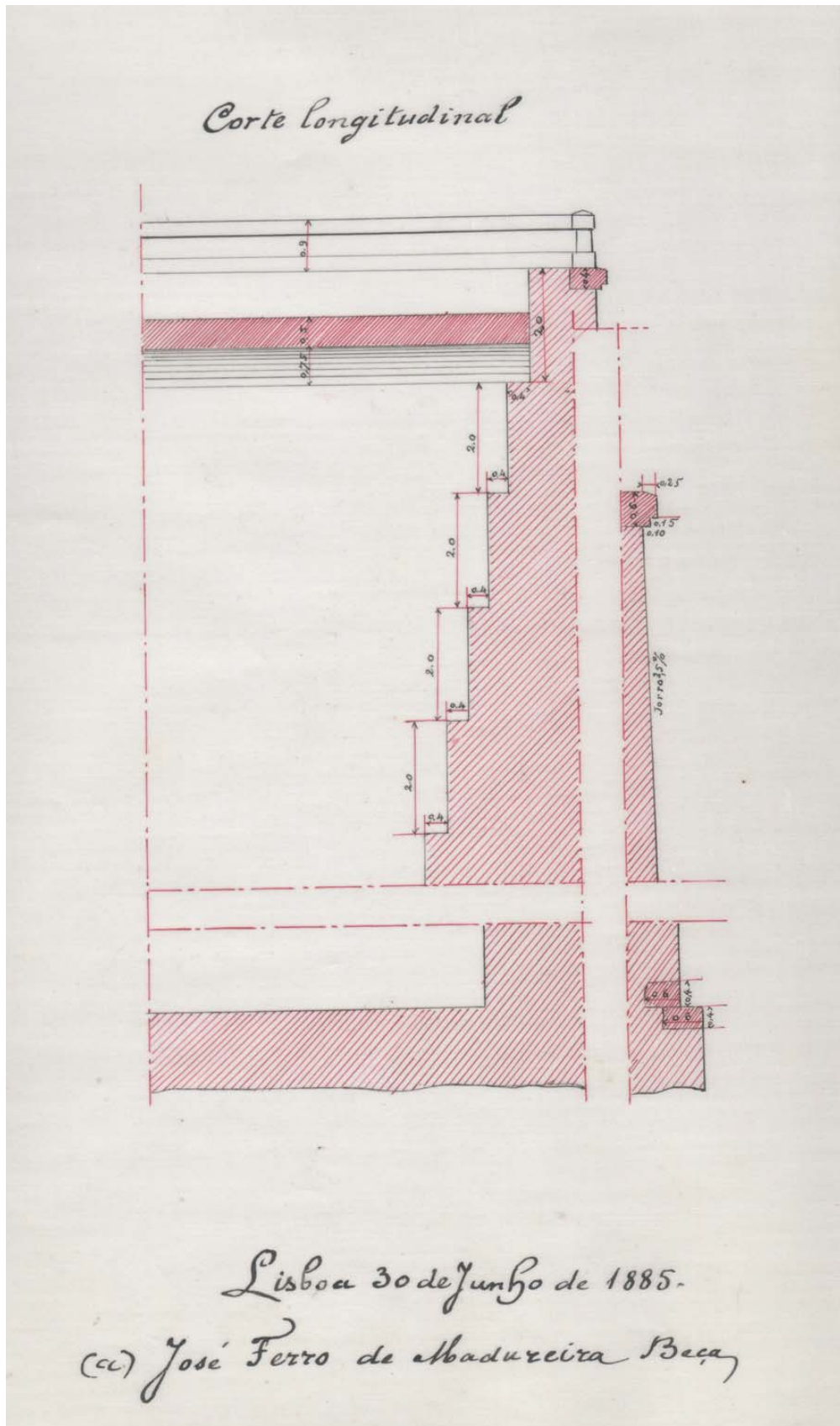


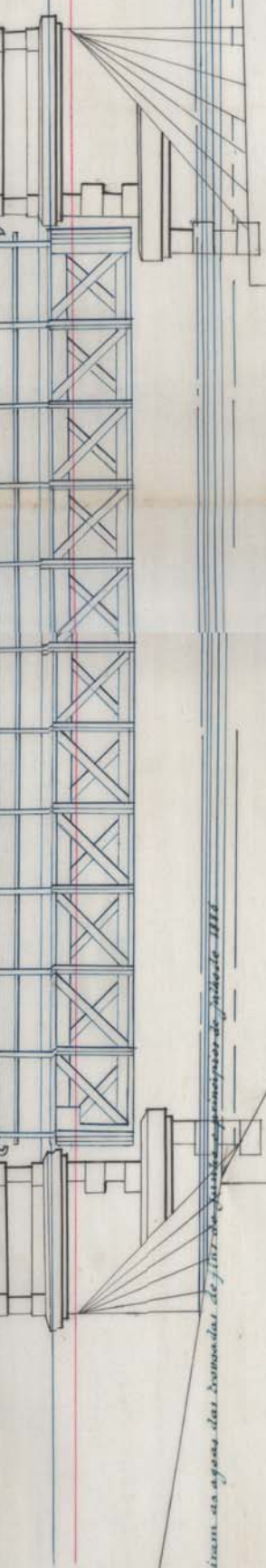
Figura 4.53 – Tipo de encontros – corte longitudinal (fonte: Arquivo Histórico do Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres)



Figura 4.54 – Ponte metálica de 35,0 m de vão – encontro (fotografia do autor)

Os cálculos justificativos do dimensionamento da estrutura metálica que se apresentam resumidamente são relativos a pontes de 15,0 m de vão (ponte de Cabreira e ponte de Meireles). A figura 4.55 apresenta o desenho da ponte de Meireles.

Linha 30 de Junho de 1885.



N.º 309 da 1.ª seção de fiscalização da linha de Junho de Julho de 1886.

397,20 186,872 189,995 469

390,30 186,737 189,995 468

378,65 185,577 189,995 469

375,15 187,392 189,995 470

7,00

11,65 11,65

3,50

10,00



O modelo de cálculo utilizado no dimensionamento das vigas principais foi uma viga simplesmente apoiada solicitada por uma carga uniformemente distribuída de 2740 Kg/m (figura 4.56), correspondente a uma acção permanente de 650 Kg/m (peso próprio da estrutura) e a uma sobrecarga de 2090 Kg/m. Com esta carga atinge-se um momento flector máximo de 77062 Kgm e um esforço transversal máximo de 20550 Kg. Note-se que o modelo de cálculo usado não corresponde ao que se usaria nos dias de hoje. Actualmente calcular-se-ia uma treliça de 1,20 m de altura em Cruz de Santo André.

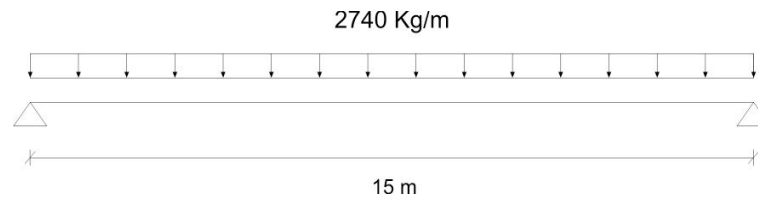


Figura 4.56 – Modelo de cálculo das vigas principais

Os valores das cargas não foram majorados pois na altura em que a linha foi construída (finais do século XIX) o dimensionamento era baseado em tensões de segurança ou admissíveis. Nessa altura não existiam os perfis metálicos que hoje se comercializam (perfil I, H, U, etc.), por isso a secção das vigas era composta por chapas e cantoneiras em ferro ligadas por rebites e chapas de ligação (figura 4.57). Na figura 4.58 ilustra-se a secção da viga principal.



Figura 4.57 – Rebites e chapas de ligação (foto do autor)

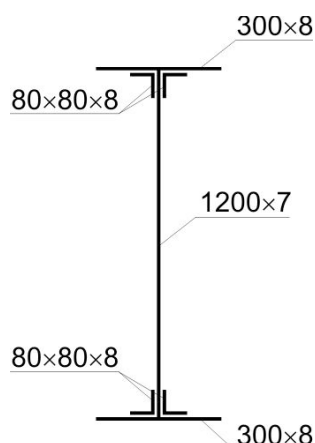


Figura 4.58 – Dimensões (mm) da secção das vigas principais

A secção da viga principal tem um módulo de flexão ( $\omega=I/V$ ) de 0,007264 m<sup>3</sup>. Na secção de compressão máxima usaram-se duas chapas suplementares de 300x8 mm<sup>2</sup> conferindo à secção um módulo de flexão de 0,013024 m<sup>3</sup>, logo a tensão instalada a meio vão (flexão) é de 5,92 Kg/mm<sup>2</sup> ( $\sigma = M/(I/V)$ ). A tensão instalada nos apoios (esforço transversal) é de 2,45 Kg/mm<sup>2</sup>.

Na figura 4.59 ilustram-se as linhas de resistência de momentos flectores e de esforços transversos da viga principal (15,0 m).

Com base nos diagramas de resistência e no valor do módulo de flexão da viga principal, pode-se obter uma estimativa do valor da tensão admissível adoptada no cálculo ( $\sigma_{adm} = 6,75 \text{ Kg/mm}^2$ ). Não estando disponível a razão entre a tensão nominal e a tensão admissível mas assumindo para esta um rácio de dois, a tensão nominal será próxima dos 130 MPa. Comparativamente com os aços usados actualmente, o valor da tensão nominal do aço utilizado na estrutura é bastante baixo pois os aços existentes no mercado apresentam tensões nominais superiores a 200 MPa.

Nos aços a verificação ao corte (esforço transversal) é feita pela razão da tensão admissível pela raiz quadrada de três ( $\sigma = \sigma_{adm}/\sqrt{3} = 3,9 \text{ Kg/mm}^2$ ). Em ambos os casos, flexão e corte, está verificada a segurança da viga.

No dimensionamento das longarinas o modelo de cálculo usado foi uma viga simplesmente apoiada solicitada por uma carga uniformemente distribuída (carga permanente) de 120 Kg/m e por três cargas pontuais (sobrecarga) de 4500 Kg cada (figura 4.60), provocando um momento máximo de 4410 Kgm.

A secção das longarinas apresenta um módulo de resistência à flexão de 0,000743 m<sup>3</sup>, portanto a tensão instalada é de 5,94 Kg/mm<sup>2</sup>. A figura 4.61 ilustra a secção das longarinas.

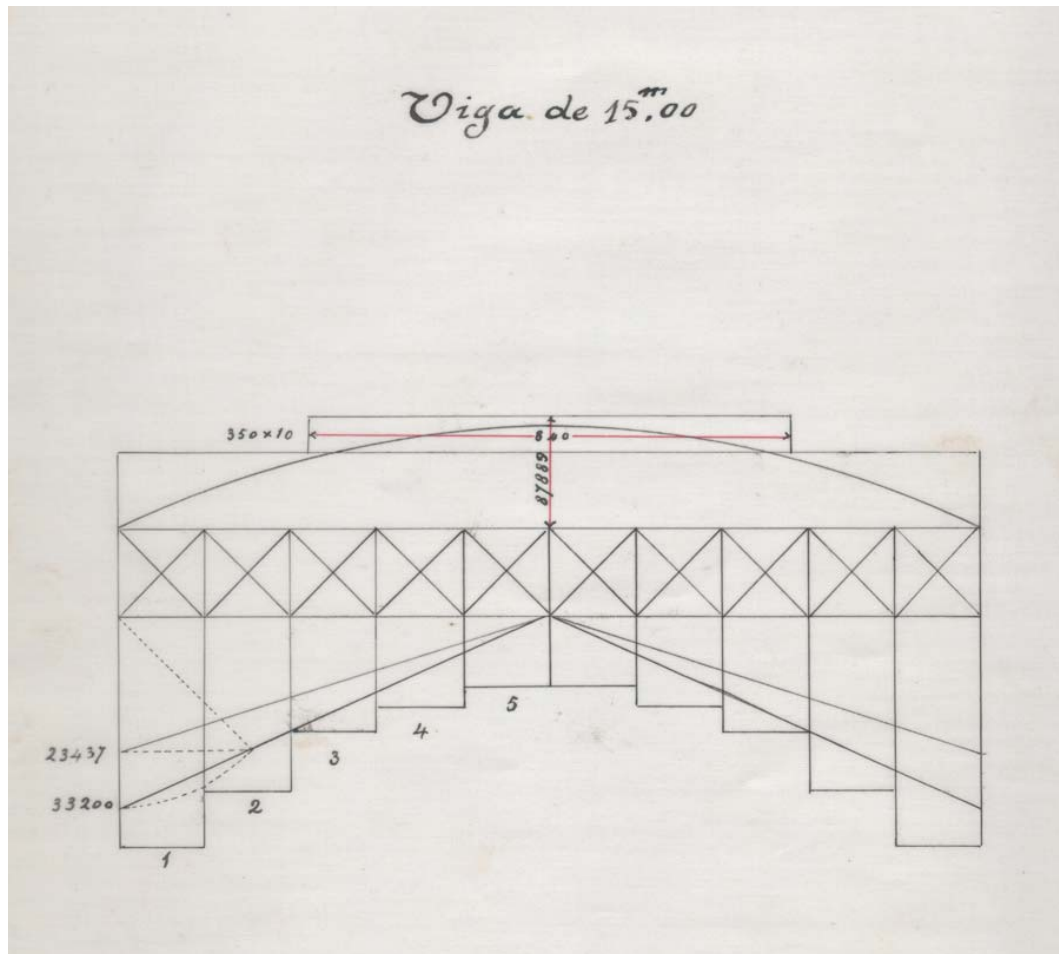


Figura 4.59 – Linhas de resistência da viga principal (fonte: Arquivo Histórico do Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres)

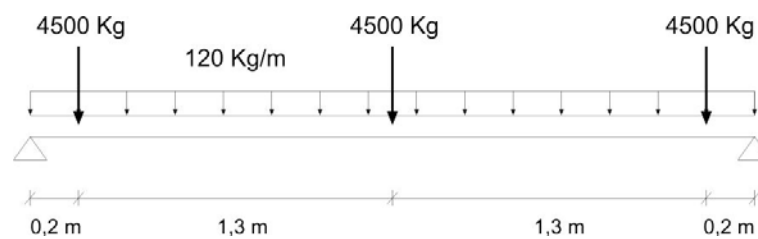


Figura 4.60 – Modelo de cálculo das longarinas

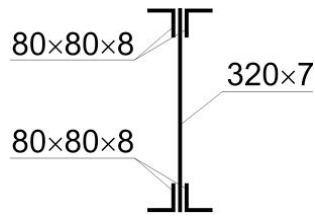


Figura 4.61 – dimensões (mm) da secção das longarinas

No dimensionamento das carlingas o modelo de cálculo usado foi uma viga simplesmente apoiada solicitada por uma carga uniformemente distribuída (carga permanente) de 100 Kg/m e por duas cargas pontuais (sobrecarga) de 10035 Kg cada (figura 4.62), provocando um momento máximo de 3856 Kgm. Note-se que as carlingas recebem os esforços das longarinas.

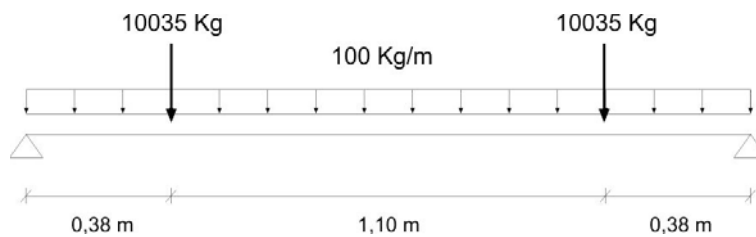


Figura 4.62 – Modelo de cálculo das carlingas

A secção das carlingas apresenta um módulo de resistência à flexão de 0,000664 m<sup>3</sup>, logo a tensão instalada é de 5,81 Kg/mm<sup>2</sup>. A figura 4.63 ilustra a secção das carlingas.

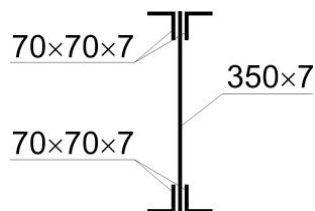


Figura 4.63 – Dimensões (mm) da secção das carlingas

As figuras 4.64 a 4.67 apresentam os cálculos justificativos originais do dimensionamento da ponte de 15,0 m de vão.

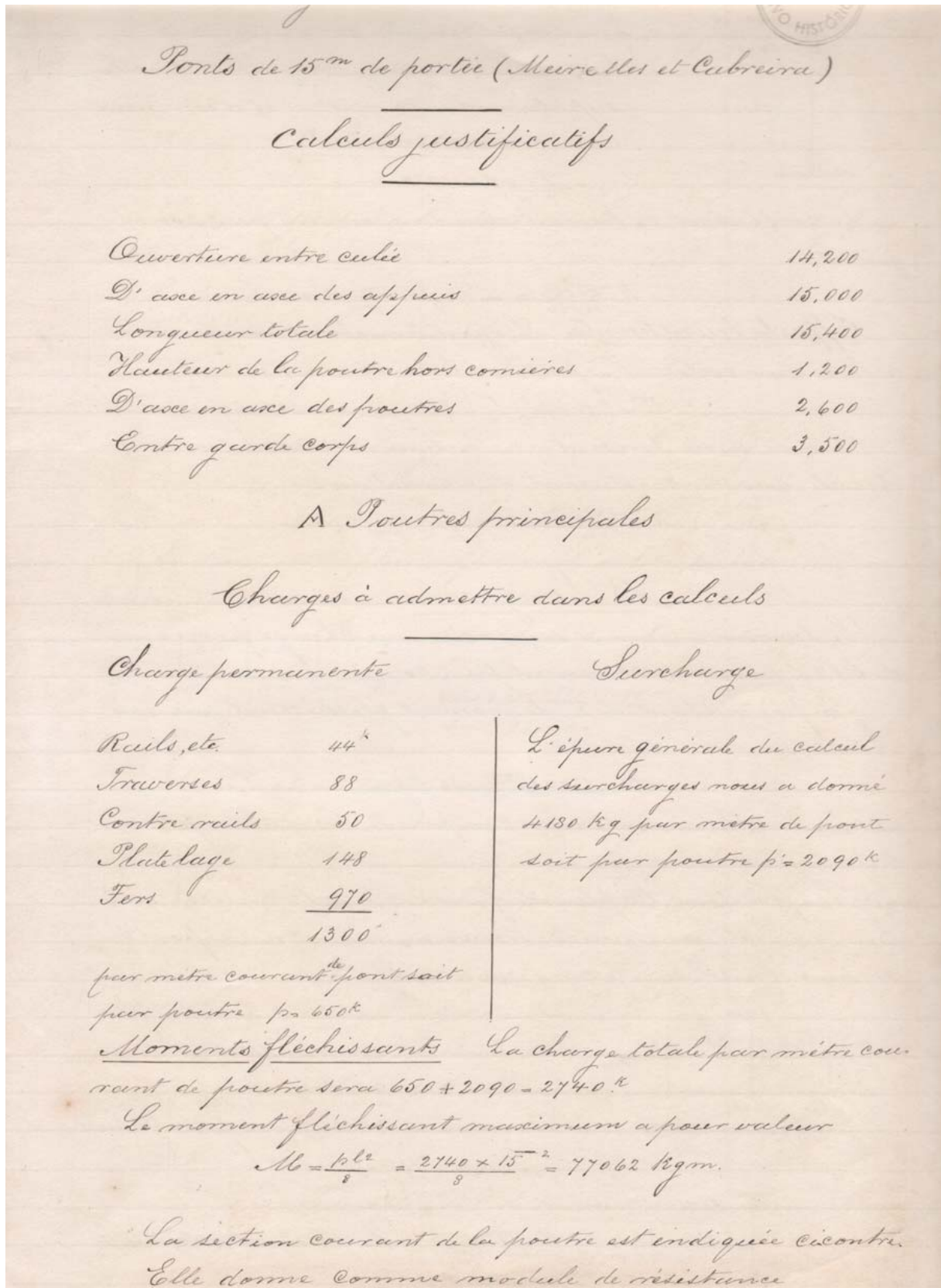
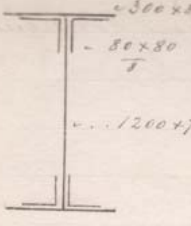


Figura 4.64 – Cálculos justificativos da ponte metálica com 15,0 m de vão (fonte: Arquivo Histórico do Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres)



$\frac{I}{V} = 0,007264$

La section maxima comprend 2 serroelles  
supplémentaires de 300x8 et a un mo-  
dulo de resistance de

$\frac{I}{V} = 0,013024$

Le coefficient de travail maximum sera par consé-  
quent:

$R = \frac{77062}{13024} = 5,92$  par  $\frac{mm^2}{mm}$  Carri.

Efforts tranchants L'effort tranchant maximum  
a lieu sur culée et a pour valeur:

$T = (p + p') \frac{l}{2} = \frac{2740 \times 15}{2} = 20550$  kg

L'âme seule present une section de 1200x7 = 8400  $\frac{mm^2}{mm}$   
de sorte que son coefficient de travail sera:

$R = \frac{20550}{8400} = 2,45$  par  $\frac{mm^2}{mm}$  Carri.

### B Longérons

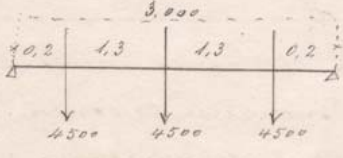
Le longeron aura a supporter une charge permanente  
de 120 kg par metre courant tout compris.

La portée étant de 3<sup>m</sup> le moment fléchissant qui en  
résulte sera de:

$M = \frac{120 \times 3^2}{8} = 135$  kgm

La machine d'essieu comprend des essieux de 9 ton-  
nes écartés a 1,30.

La position la plus défavorable de la machine a  
lieu quand un essieu se trouve au milieu de la portée  
comme l'indique le croquis ci-contre.

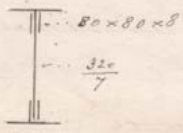


Le moment qui résulte sera:

$M = 6750 \times 1,5 - 4500 \times 1,3 = 4275$  kgm

Le moment total a donc pour valeur:

$4275 + 135 = 4410$  kgm.




La section de la pièce est représentée  
ci-contre.

Figura 4.65 – Cálculos justificativos da ponte metálica com 15,0 m de vão – (continuação)  
(fonte: Arquivo Histórico do Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres)

Elle donne comme module de resistance:  $\frac{I}{V} = 0,000743$ .  
 Le coefficient de travail maximum sera par consequent de  

$$R = \frac{4410}{743} = 5,94 \text{ par } \frac{\text{m}^2}{\text{m}} \text{ carré.}$$



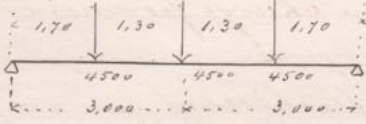
C Entretroises

Le poids propre de l'entretroise sera d'environ 100 kg par  
 metre courant:  
 La portée entre goussets est de 1,86  
 Le moment qui en résulte sera de  

$$M = \frac{100 \times 1,86^2}{8} = 43 \text{ kgm.}$$

La réaction du longeron sera de  $120 \times 3 = 360 \text{ kg}$   
 Celle du contre rail de  $25 \times 3 = 75 \text{ kg}$   
 Total  $435 \text{ kg}$

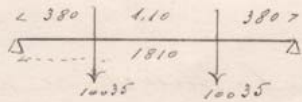
La position la plus défavorable de la machine est re-  
 présentée ci-contre.



Elle donne sur l'entretroise au mi-  
 lieu une réaction de:  

$$\frac{4500 + 2 \times 4500 \times 1,70}{3}$$
 soit 9600 kg

La réaction totale sera de  $9600 + 435 = 10035 \text{ kg}$



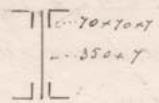
L'écartement des longerons est de 1,10 d'axe  
 en axe, de manière que la charge est  
 distribuée comme l'indique le croquis ci-contre.

Le moment qui en résulte est de:  

$$M' = 10035 \times 0,38 = 3813 \text{ kgm}$$

Le moment total est par consequent de  

$$3813 + 43 = 3856 \text{ kgm}$$



L'entretroise a la section indiquée ci-contre.  
 Elle donne comme module de resistance:  

$$\frac{I}{V} = 0,000664$$

Le coefficient de travail maximum sera  
 par consequent de

Figura 4.66 – Cálculos justificativos da ponte metálica com 15,0 m de vão – (continuação)  
 (fonte: Arquivo Histórico do Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres)

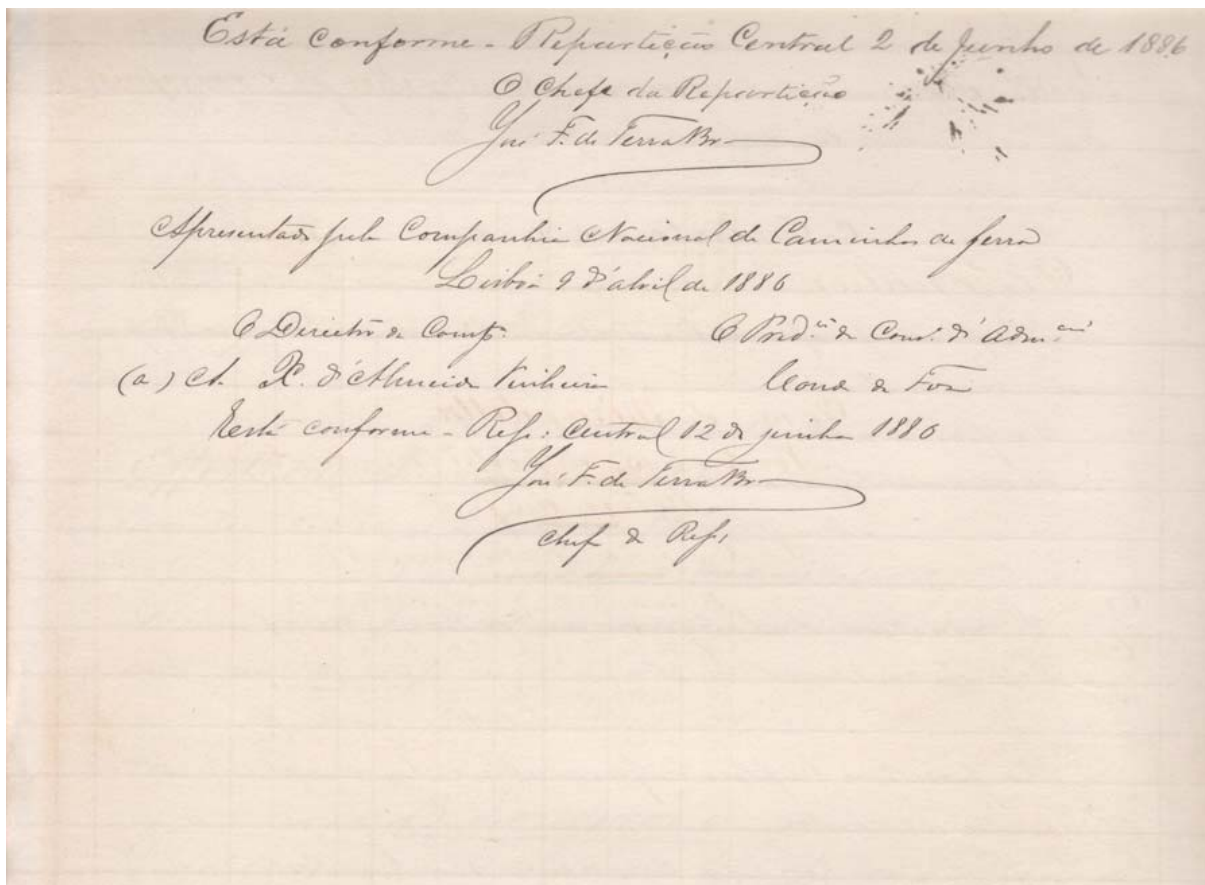


Figura 4.67 – Cálculos justificativos da ponte metálica com 15,0 m de vão – (continuação)  
(fonte: Arquivo Histórico do Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres)

#### 4.4. TERRAPLENAGENS

A obra teve um total de 720.000 m<sup>3</sup> de terraplenagem e o projecto apontava para 910.000 m<sup>3</sup>.

Houve uma clara poupança de movimento de terras. Esse facto explica-se pelo desvio do eixo do traçado. Este assunto irá ser abordado no capítulo 5.

Apresenta-se no Anexo 2 o mapa de terraplenagens previstas na fase de estudo do projecto.

# 5

## CONSTRUÇÃO

Existem poucos elementos sobre a construção da linha. Os elementos disponíveis pertencem à fiscalização e prendem-se essencialmente com questões relacionadas com a implantação do traçado.

Através dos jornais da época foi possível recolher algumas informações relativas à construção da linha.

### 5.1. MÃO-DE-OBRA E VEÍCULOS

Apresentam-se em seguida os quadros 5.1 e 5.2 que resumem o movimento de veículos e pessoas envolvidas na construção da linha.

Quadro 5.1 – Resumo do movimento dos veículos usados na construção da linha Tua-Mirandela  
(fonte: Diário de Notícias de 27 de Setembro de 1887)

Classificação das obras	Número total de jornaes de								
	Animais de tiro e veículos						Locomotivas e wagons		
	Cavalos	Juntas de bois	Carroças	Carros	Carrinhos	Total	Máquinas	Wagons	Total
Escavações	3888	5862	5408	5862	30191	51211	284	6877	7161
Obras de arte	209	1308	190	1308	379	3394	—	88	88
Muros	981	1504	627	1504	870	5486	—	1146	1146
Túneis	902	929	902	929	525	4187	—	1474	1474
Pontes	—	479	—	479	70	1028	—	—	—
Viadutos	10	240	10	240	200	700	—	56	56
Edifícios	79	1241	96	1241	717	3374	—	—	—
Balastragem e assentamento	618	66	125	66	578	1453	111	847	958
Total	6687	11629	7358	11629	33530	70833	395	10488	10883

Quadro 5.2 – Resumo do movimento de operários usados na construção da linha Tua-Mirandela (fonte: Diário de Notícias de 27 de Setembro de 1887)

Classificação das obras	Número total de jornaes de operários ocupados nas obras																Total
	Capatazes	Caboqueiros	Mineiros	Pedreiros	Canteiros	Carreiros	Mulheres e crianças	Assentadores	Serradores	Carpinteiros	Marceneiros	Ferreiros	Ajustadores	Montadores	Pintores	Diversos	
Escavações	38092	141463	89189	822	455	5862	62500	—	407	4852	24	11109	1314	478	—	158019	514586
Obras de arte	2980	9484	827	16499	13982	1308	3231	—	18	328	—	486	4	—	—	957	50104
Muros	8898	13072	20161	94783	19108	1504	18345	—	24	266	—	1724	106	—	11	18829	196831
Túneis	2649	2488	21061	12620	723	929	3814	93	—	701	—	2344	—	—	—	6282	53704
Pontes	811	2102	101	378	7644	479	633	236	—	84	57	88	59	128	—	216	13016
Viadutos	1151	2954	639	6285	1333	240	1100	20	20	643	—	323	509	1183	90	1753	18243
Edifícios	1256	4432	3777	12290	6680	1241	3432	—	232	1424	69	439	80	—	383	4555	40290
Balastragem e assentamento	1932	2443	32	—	2	66	2518	10528	—	12	—	126	1604	—	—	11110	30373
Total	57769	178438	135787	143677	49927	11629	95573	10877	701	8310	150	16639	3676	1789	484	201721	917147

Um dos aspectos que chama a atenção no quadro 5.2 é o facto de mulheres e crianças constarem na lista de operários, facto que na altura era perfeitamente normal.

Nos quadros 5.3 e 5.4 apresentam-se, respectivamente, os valores médios diários de mão-de-obra e de veículos afectos à obra. O critério utilizado para se chegar a estes valores foi o definido no capítulo 3 (6 dias de trabalho por semana e 48 semanas por ano).

Quadro 5.3 – Valores médios diários de mão-de-obra

Mão-de-obra	Valor médio diário
Capatazes	93
Cabouqueiros	286
Mineiros	218
Pedreiros	230
Canteiros	80
Carreiros	19
Mulheres e crianças	153
Assentadores	17
serradores	1
Carpinteiros	13
Marceneiros	0
Ferreiros	27
Ajustadores	6
Montadores	3
Pintores	1
Diversos	323

Quadro 5.4 – Valores médios diários de veículos

Veículos	Valor médio diário
Cavalos	11
Juntas de bois	19
Carroças	12
Carros	19
Carrinhos	54
Máquinas	1
Vagões	17

## 5.2. ALTERAÇÕES AO TRAÇADO

### 5.2.1. INTRODUÇÃO

Como já foi dito anteriormente o traçado foi sendo alterado à medida que iam aparecendo grandes dificuldades na execução do projecto e/ou por questões de economia de construção.

Em algumas zonas do traçado o eixo da linha foi chegado para a direita (sentido Tua-Mirandela), provocando assim mais escavação e menos aterro, diminuindo consideravelmente as alturas dos muros de suporte.

Em seguida são apresentados alguns exemplos dessas alterações feitas em obra.

#### 5.2.2. ALTERAÇÃO AO TRAÇADO ENTRE OS Pk 4+500 E 4+700

Na figura 5.1 apresenta-se o perfil longitudinal do Pk 4+500 ao Pk 4+700, podendo observar-se um muro de suporte com cerca de 66,0 m de comprimento.

A figura 5.2 mostra perfis transversais da zona onde o muro atrás referido iria ter uma altura considerável, cerca de 30,0 m de altura. Os muros projectados inicialmente estão representados a vermelho enquanto a azul estão representados os novos muros após o desvio do traçado. A diminuição da altura do muro é bem visível nos perfis transversais.

A figura 5.3 apresenta outros perfis transversais no mesmo troço em que se pode observar que o ajuste no traçado implicou a alteração de um aterro sustentado por muros para uma escavação.

#### 5.2.3. ALTERAÇÃO AO TRAÇADO ENTRE OS Pk 5+450 E 5+720

A figura 5.4 mostra a planta do traçado entre o Pk 5+450 e o Pk 5+720. Este troço situa-se na zona conhecida como Fragas Más. A vermelho representa-se o traçado original e a azul o novo traçado, podendo observar-se o desvio que o eixo do traçado sofreu para o interior da curva.

O perfil longitudinal do troço em análise está ilustrado na figura 5.5. Na figura vê-se muito bem o viaduto original das Fragas Más e os seus dois túneis.

Na figura 5.6 são apresentados perfis transversais situados na saída do túnel nº4, sentido Foz Tua-Mirandela (canto inferior direito da planta) pertencentes ao troço em causa. Observa-se que o desvio do eixo do traçado é mínimo (a azul está representado o novo eixo do traçado e a vermelho está representado o eixo original do mesmo), havendo por isso pouca diferença no movimento de terras. Verifica-se também que o desvio da boca do túnel é inferior a 1,0 m e que a zona se mantém em escavação.

A figura 5.7 mostra os perfis transversais da zona onde foi assente o viaduto metálico das Fragas Más, sendo possível ver o desbaste que foi feito em rocha para se poder assentar o viaduto. Tal como nos perfis anteriores a vermelho está representado o eixo do traçado original e a azul está representado o novo eixo do traçado.



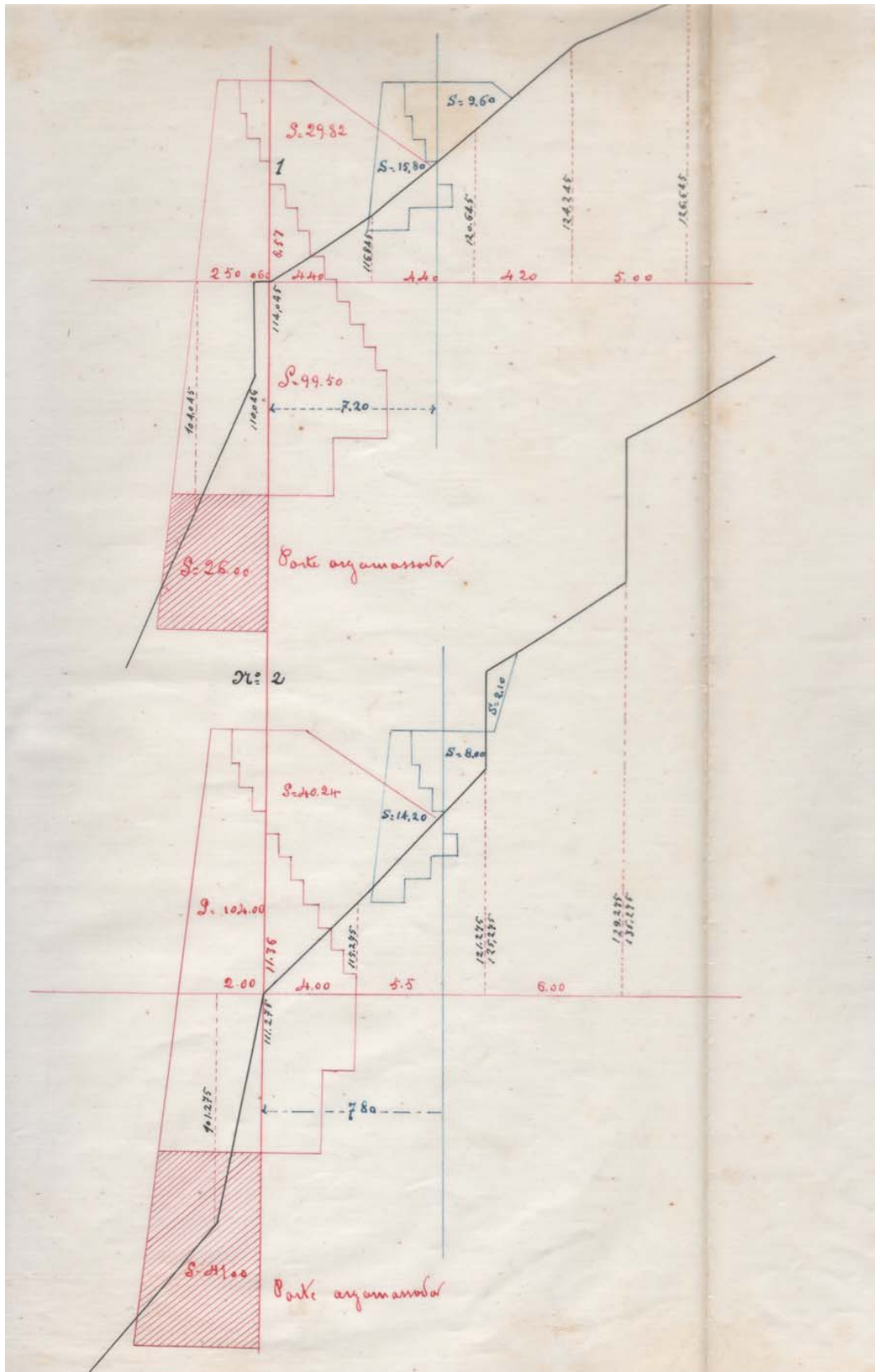
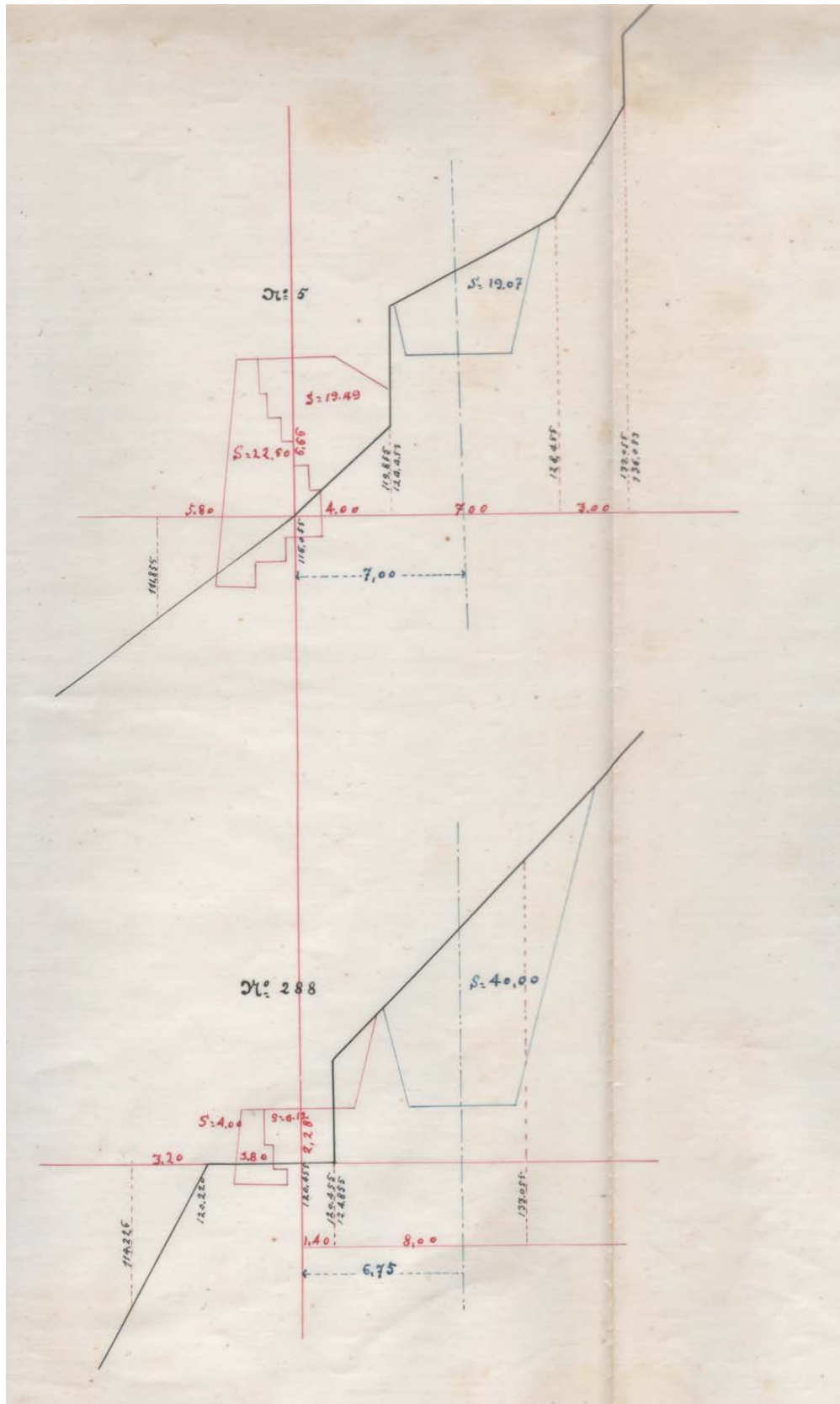
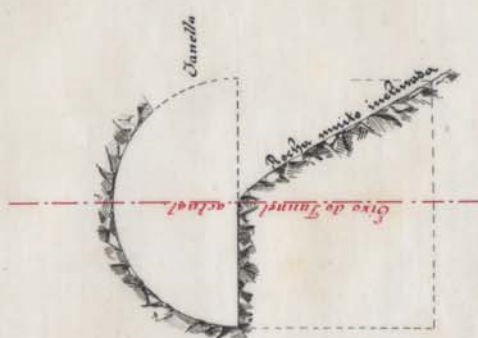


Figura 5.2 – Perfis transversais pertencentes ao troço Pk 4+500 - Pk 4+700 (fonte: Arquivo Histórico do Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres)

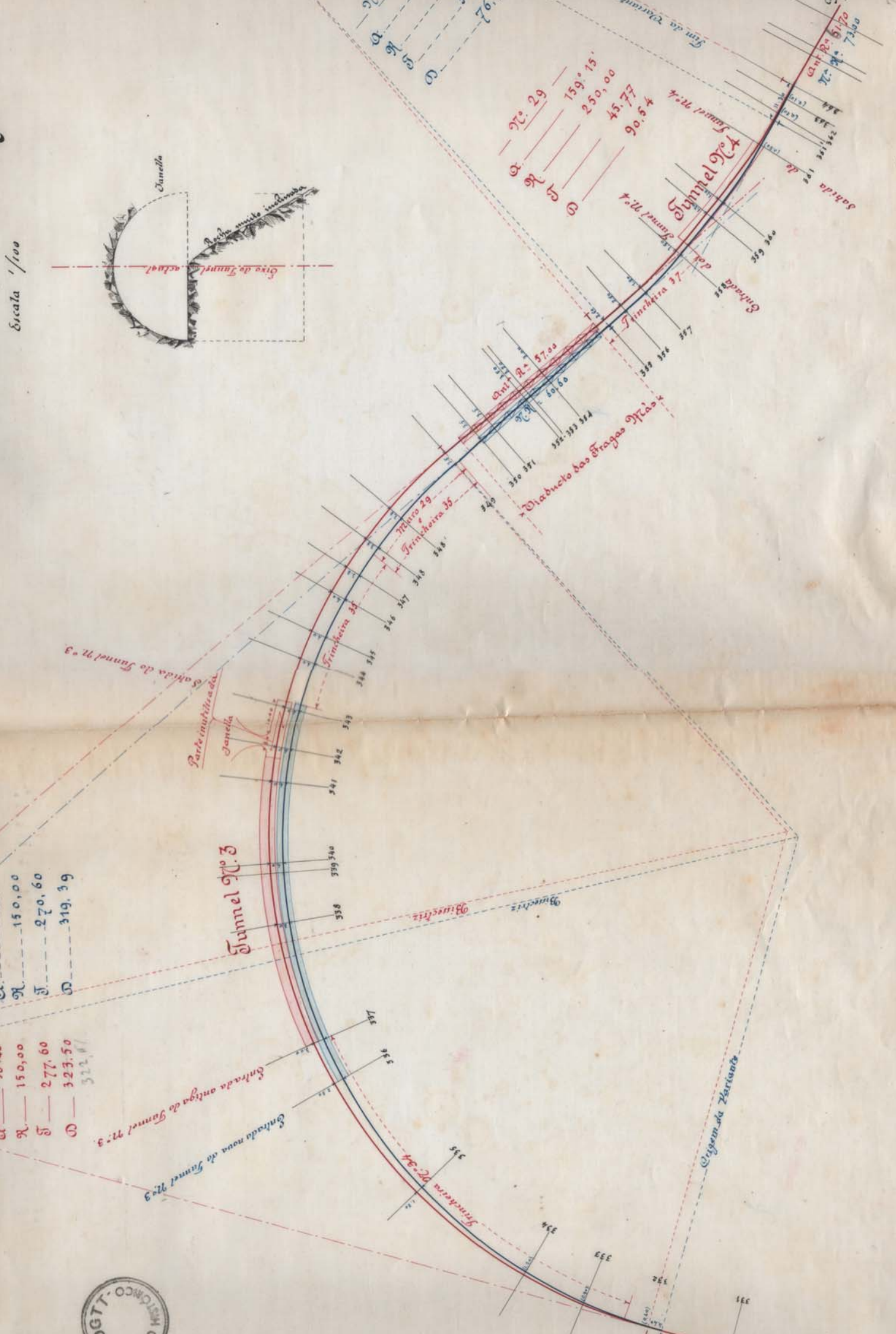




Escala 1/100



150,00
277,60
323,50
322,00
150,00
270,60
319,39



Escala de 0,001 por metro.



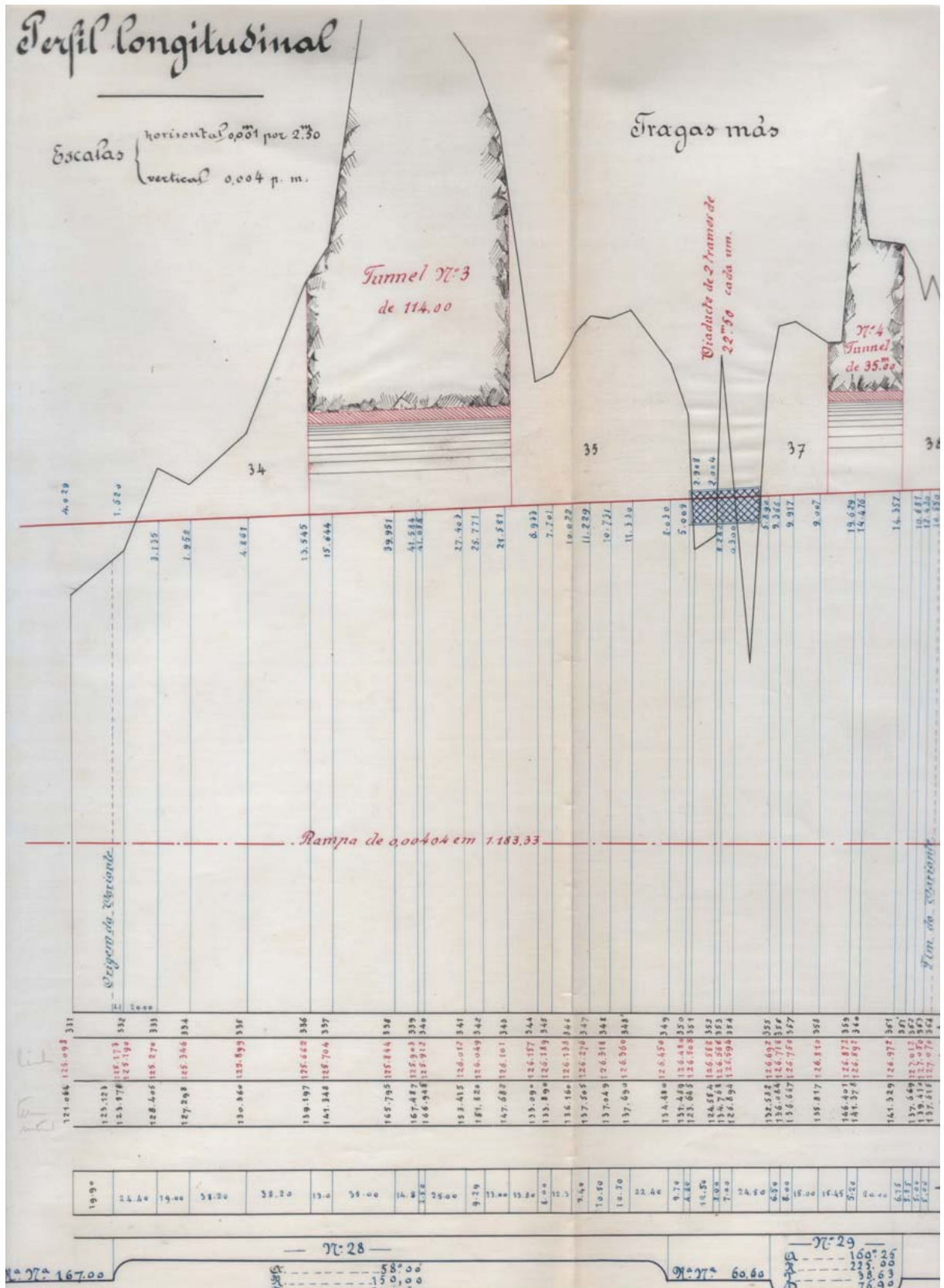


Figura 5.5 – Perfil longitudinal do Pk 5+450 ao Pk 5+720 (fonte: Arquivo Histórico do Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres)

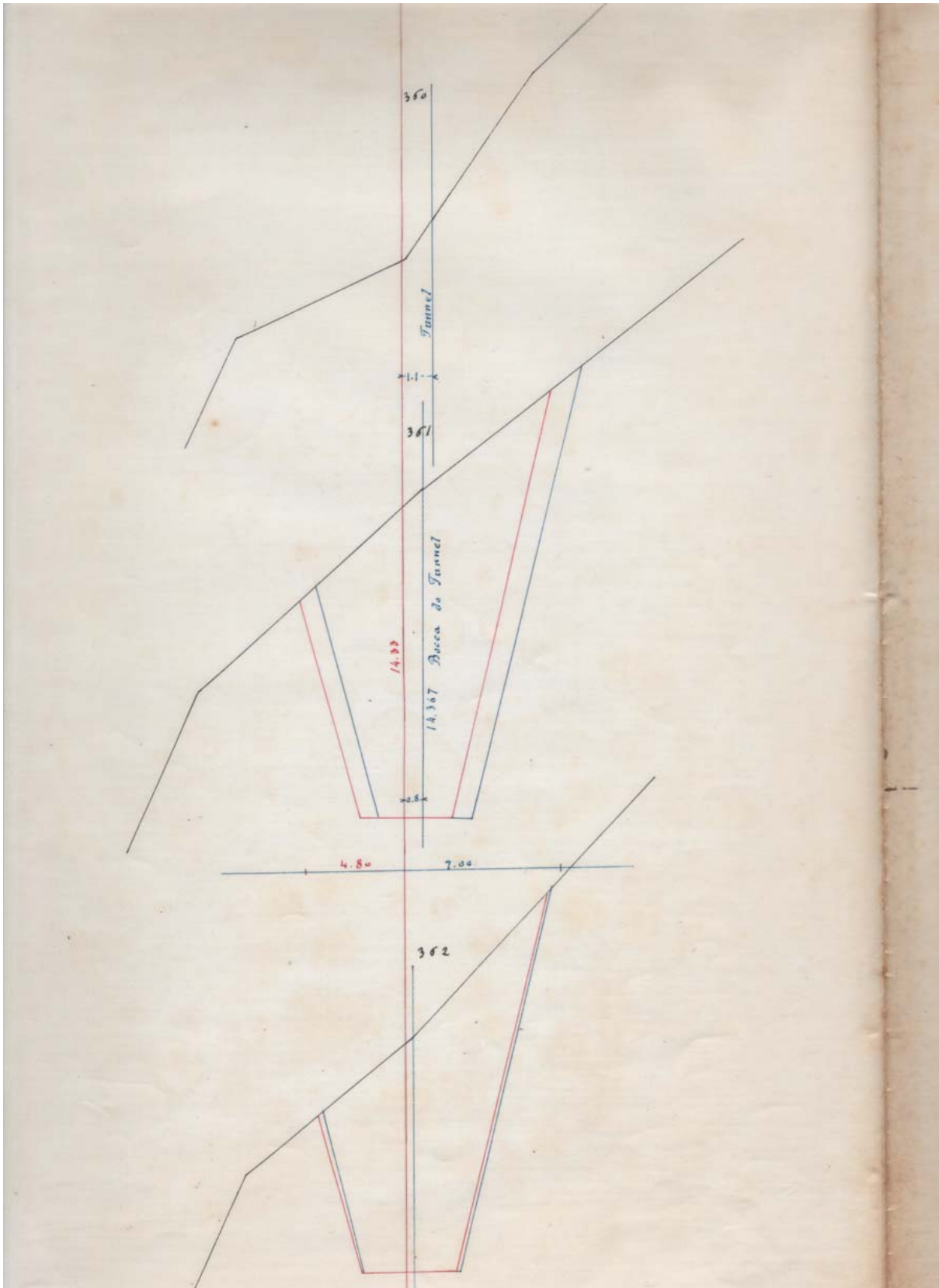


Figura 5.6 – Perfis transversais pertencentes ao troço Pk 5+450 - Pk 5+720 (fonte: Arquivo Histórico do Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres)

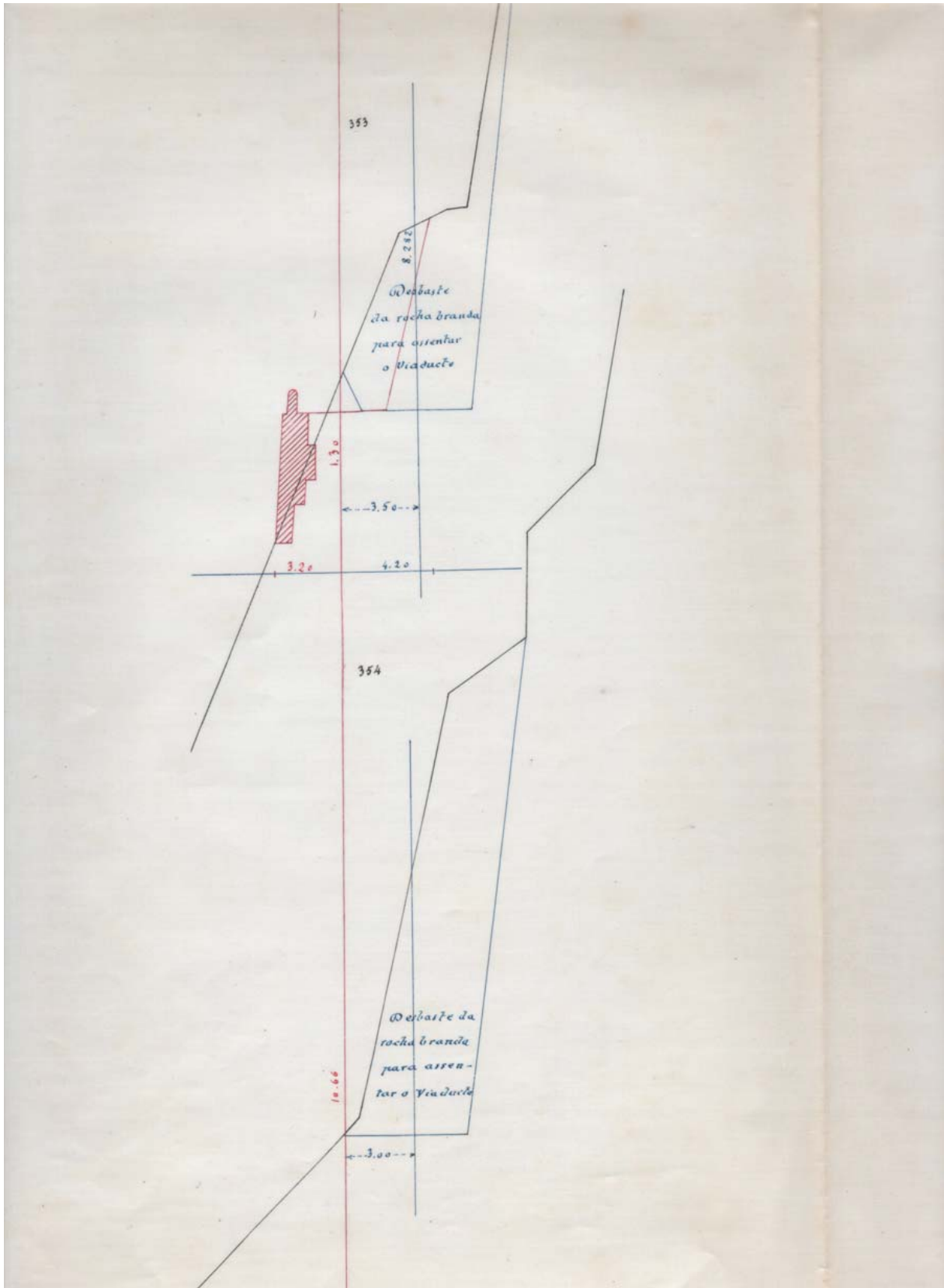


Figura 5.7 – Perfis transversais pertencentes ao troço Pk 5+450 - Pk 5+720 (fonte: Arquivo Histórico do Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres)

### 5.3. TÚNEIS

Em termos de método de construção existem dois tipos de túneis: o mineiro (ou verdadeiro) e o falso túnel (ou «cut-and-cover»). Chama-se falso túnel quando este é construído a céu aberto e depois de estar pronto se procede ao aterro sobre a abóbada. O túnel de Frechas é exemplo de um falso túnel (figura 5.8).



Figura 5.8 – Túnel de Frechas (fotografia do autor)

Túnel mineiro é aquele que envolve a execução de uma abertura totalmente envolvida pelo maciço rochoso ou terroso. Todos os túneis presentes no traçado, com exceção ao de Frechas, são deste tipo. O método que foi usado para escavar a rocha foi o uso de explosivos.

A maioria dos túneis existentes na linha não é revestido no seu interior. A figura 5.9 mostra um desses casos. Somente três túneis têm revestimento no seu interior (figura 5.10), o de Tralhariz, o das Fragas Más II e o de Frechas, este último por se tratar de um falso túnel, como foi acima referido. O revestimento das paredes é em alvenaria de pedra e o revestimento da abóbada é feito com blocos de cimento. O túnel de Tralhariz está revestido talvez porque a altura do maciço que ele perfura é baixa e o revestimento confere maior estabilidade interior ao maciço. O túnel das Fragas Más II está revestido no seu interior muito provavelmente devido à fractura que existe no maciço rochoso que ele atravessa. O revestimento para além de conferir maior estabilidade ao maciço, evita infiltrações de água para o interior do túnel. Na figura 5.11 pode-se observar a fractura no maciço.



Figura 5.9 – Túnel sem revestimento interior (fotografia do autor)



Figura 5.10 – Túnel com acabamento interior (fotografia do autor)



Figura 5.11 – Fractura do maciço (fotografia do autor)

#### 5.4. AVANÇOS DE OBRA

Nas figuras 5.12 e 5.13 são dados alguns exemplos da maneira como eram anotados os avanços de obra. A traço contínuo está representada a fase construtiva do muro em Novembro de 1885 enquanto a tracejado está representada a fase construtiva do mesmo muro após um mês.

#### 5.5. ACIDENTES DE TRABALHO

Ficaram feridos sessenta e um operários e perderam a vida vinte e um. A grande maioria dos acidentes durante a construção deveu-se à queda de pedras provocada pelo rebentamento de explosivos, que foram intensamente usados em especial ao longo dos primeiros vinte e um quilómetros.

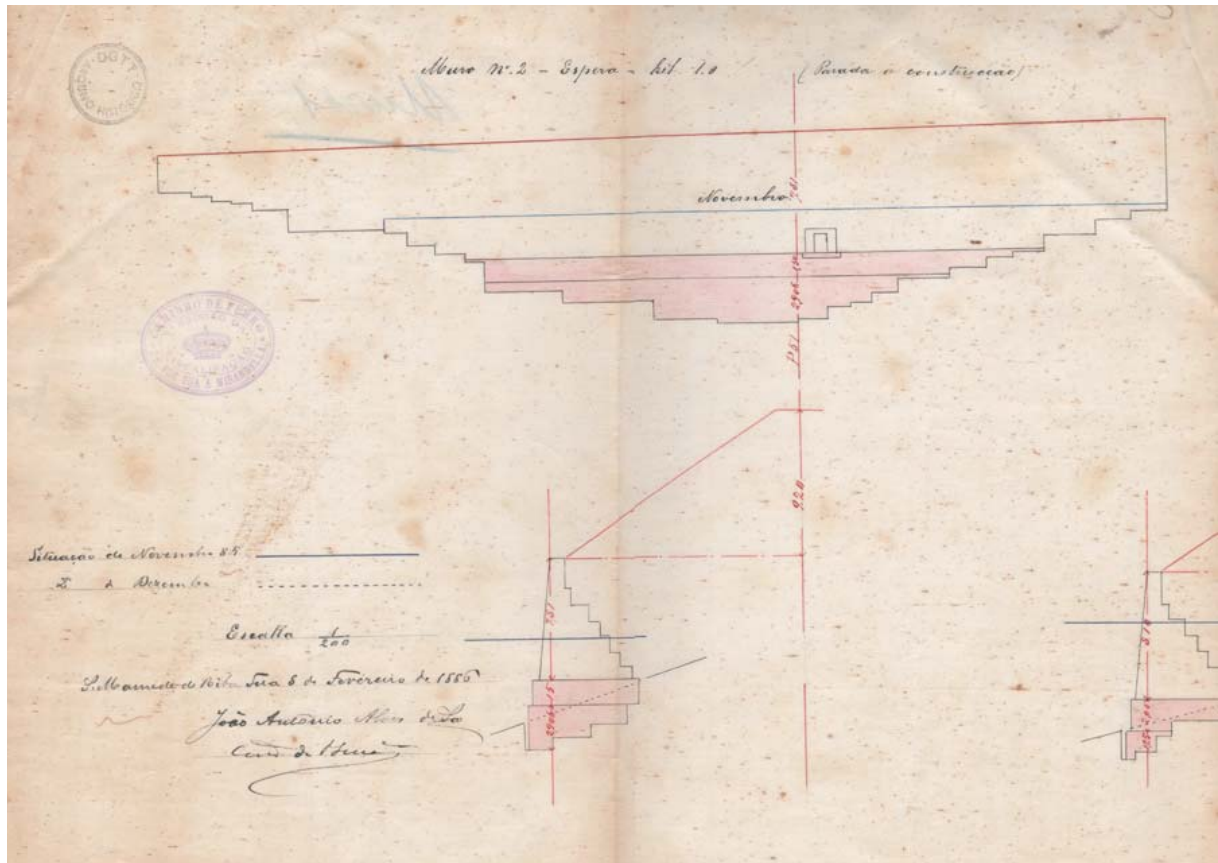


Figura 5.12 – Avanços no muro nº 2 (fonte: Arquivo Histórico do Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres)

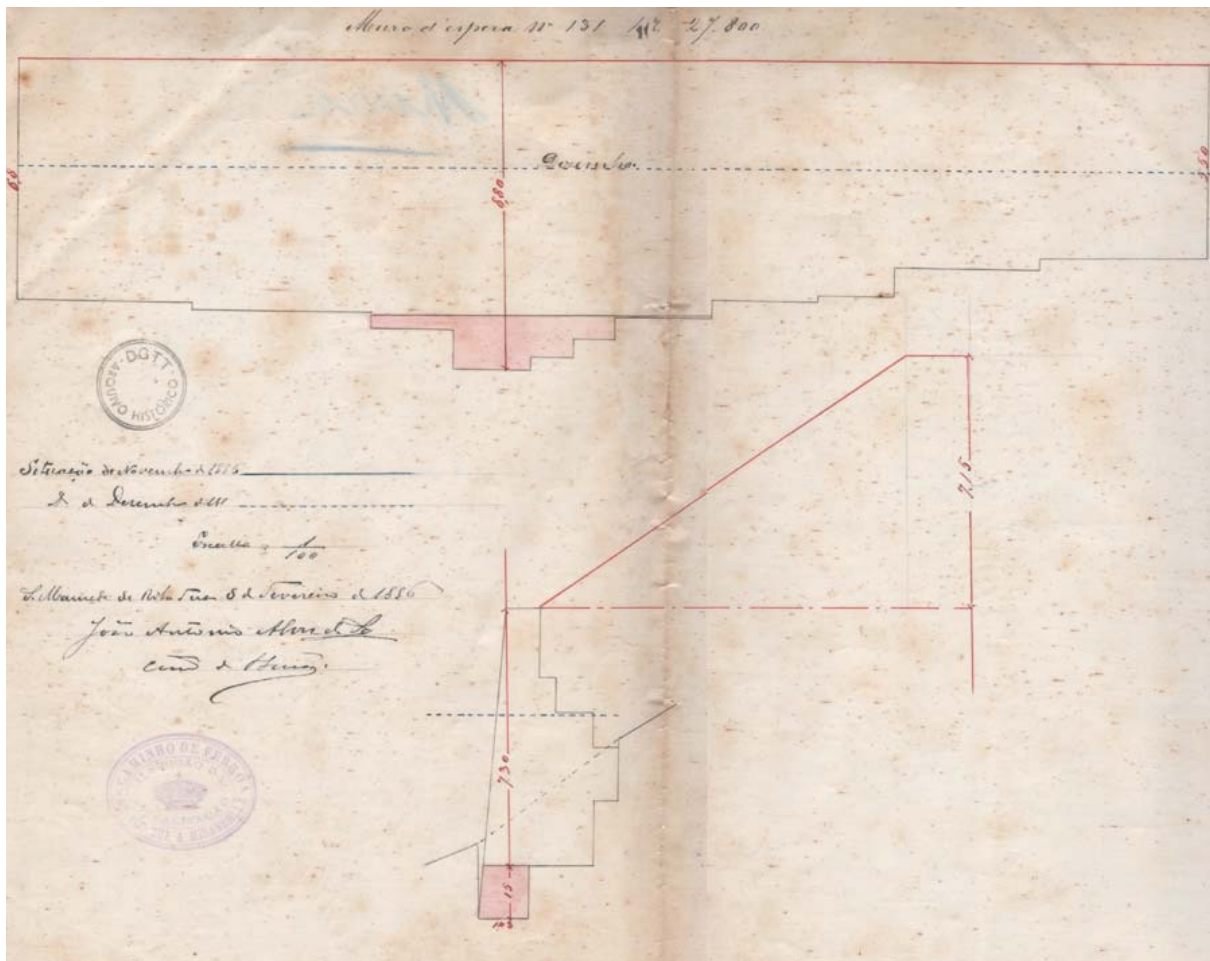


Figura 5.13 – Avanços no muro nº 131 (fonte: Arquivo Histórico do Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres)

# 6

## VIADUTO DAS FRAGAS MÁS

O viaduto original das Fragas Más era uma estrutura mista de tabuleiro metálico formado por dois tramos com 22,50 m de vão cada e um pilar de alvenaria ao centro. As figuras 6.1 e 6.2 mostram, respectivamente, uma fotografia da estrutura e a respectiva peça desenhada do projecto.



Figura 6.1 – Viaduto das Fragas Más original (fonte: REFER)



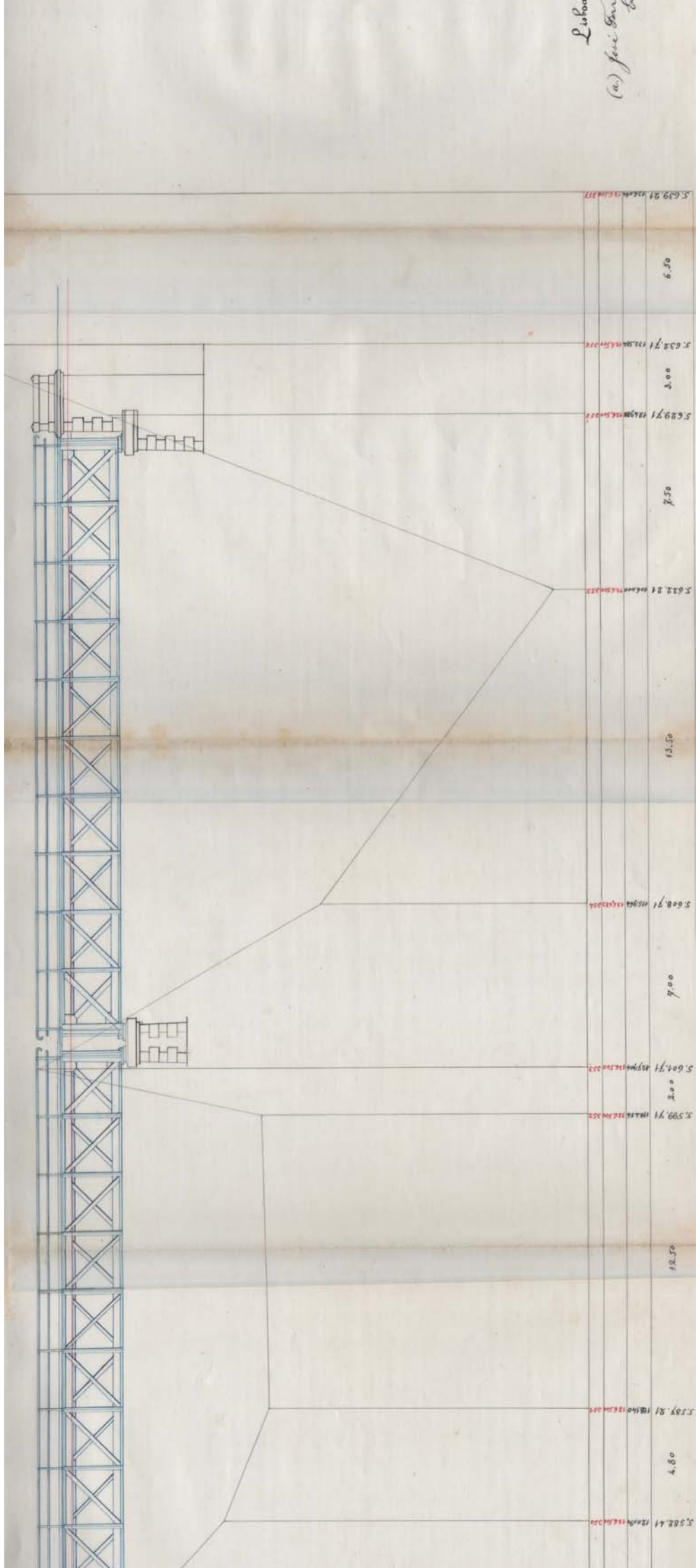


Figura 6.2 – Desenho do viaduto das Fragas Más original (fonte: Arquivo Histórico do Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres)



No dia 14 de Maio de 1962 o viaduto fica parcialmente destruído devido à queda de um bloco rochoso de grandes dimensões (figura 6.3). A estabilidade do talude estava comprometida pela existência de um sistema de diaclasamento. Duas das diaclases eram verticais e faziam um ângulo de  $90^\circ$  entre si e com a bissetriz do ângulo que formam com a normal do eixo da via. A terceira fazia um ângulo de  $45^\circ$  com o plano horizontal e subia praticamente paralela ao plano da encosta. Nas figuras 6.4 e 6.5 apresentam-se a fotografia do diaclasamento e o respectivo esquema.



Figura 6.3 – Estragos no viaduto das Fragas Más causados pela queda de um bloco rochoso (fonte: REFER)

A equipa enviada ao local para averiguar o estado da estrutura chegou à conclusão que seria melhor remover o viaduto metálico e o pilar em alvenaria, pois estes estavam bastante danificados. A solução passava por construir um viaduto em betão armado que ao mesmo tempo fizesse a contenção do maciço rochoso da encosta. As figuras 6.6 a 6.12 apresentam as peças desenhadas da estrutura em betão armado.

A remoção da ponte executou-se com grande dificuldade e parte da estrutura acabou mesmo por cair ao rio, sendo possível ainda hoje avistar alguns destroços do tabuleiro metálico quando o nível do rio está baixo.

Devido à presença do sistema de diaclasamento do maciço acima referido, não se pôde efectuar um corte no maciço para diminuir a inclinação do talude, pois o risco de desabamento era elevado. Assim procedeu-se apenas à demolição de todos os blocos rochosos que se encontravam soltos.



Figura 6.4 – Diaclasamento do maciço (fonte: REFER)

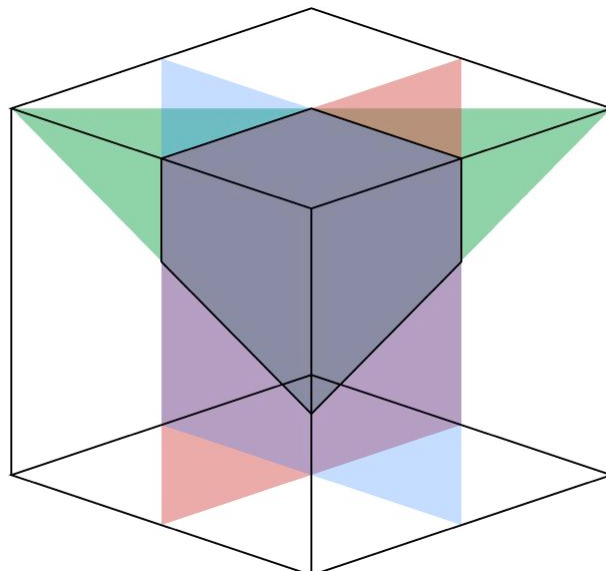
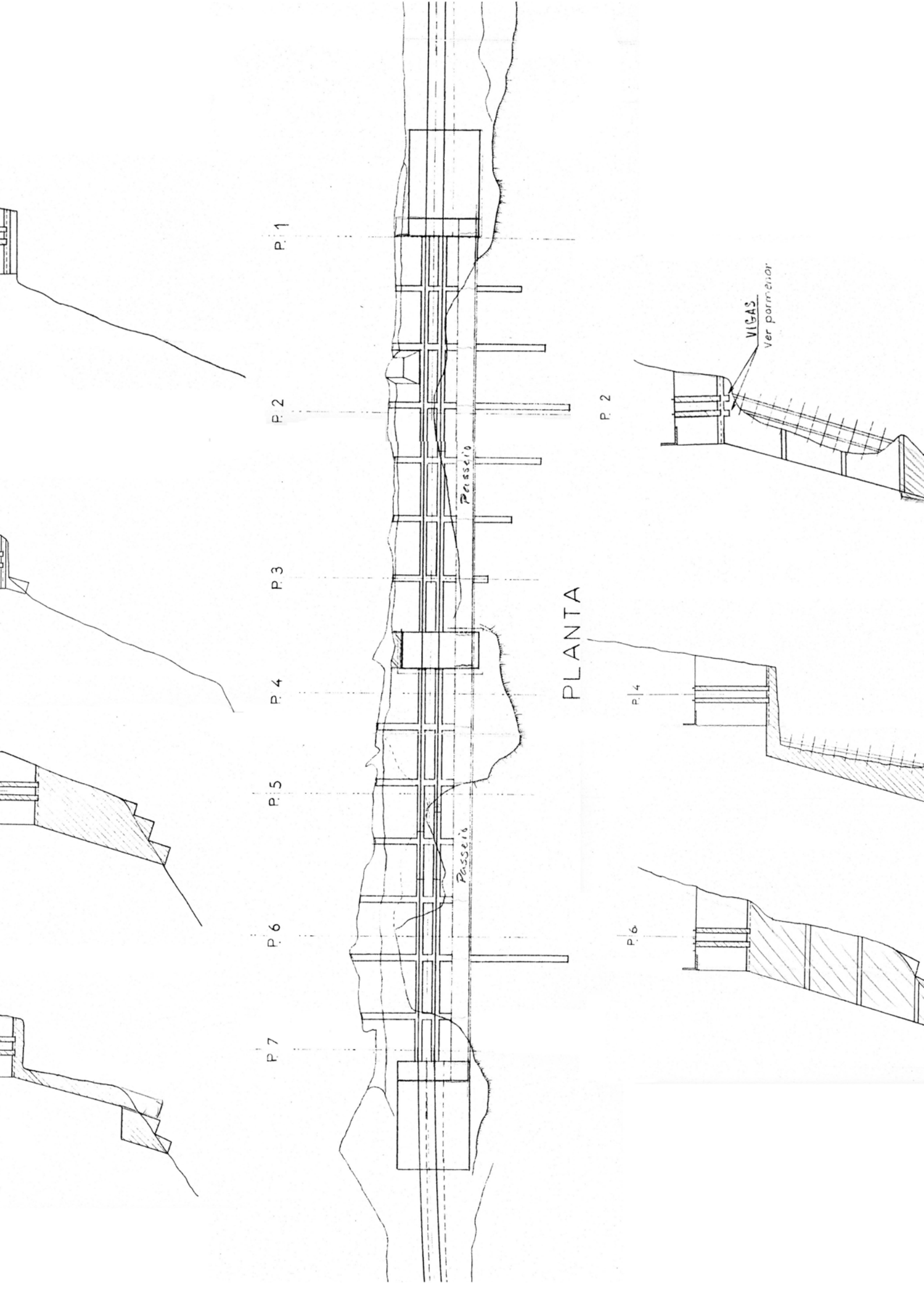


Figura 6.5 – Esquema do diaclasamento



P.1

P.2

P.3

P.4

P.5

P.6

P.7

Passeria

Passeria

PLANTA

P.2

P.4

P.6

VIGAS  
Ver pormenor



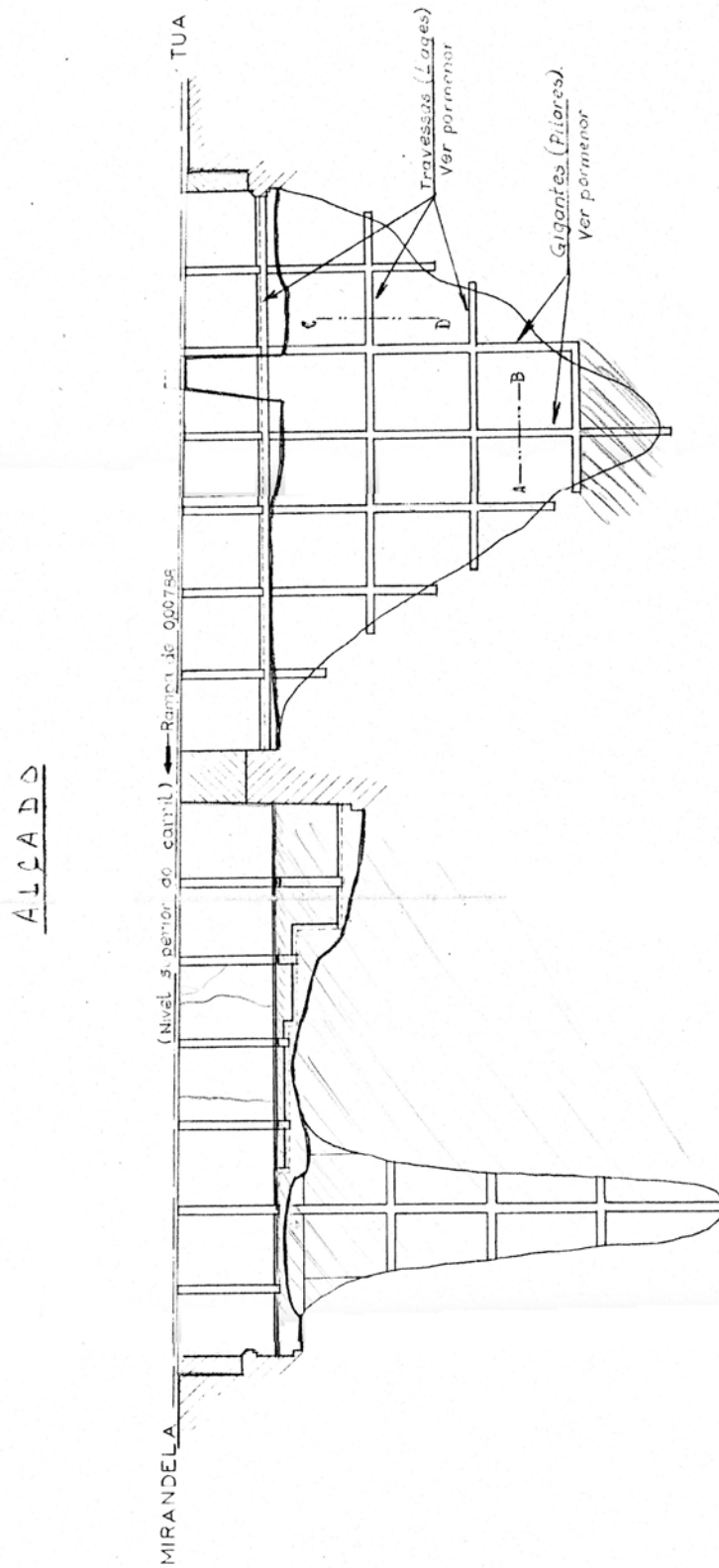


Figura 6.7 – Viaduto das Fragas Más – estrutura de betão armado – alçado (fonte: REFER)

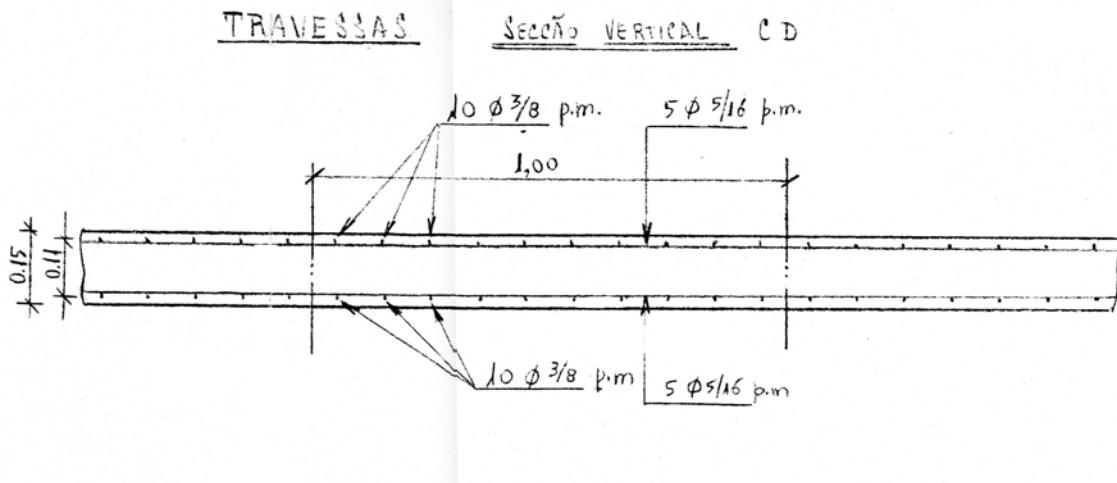


Figura 6.8 – Viaduto das Fragas Más – estrutura de betão armado – travessas (fonte: REFER)

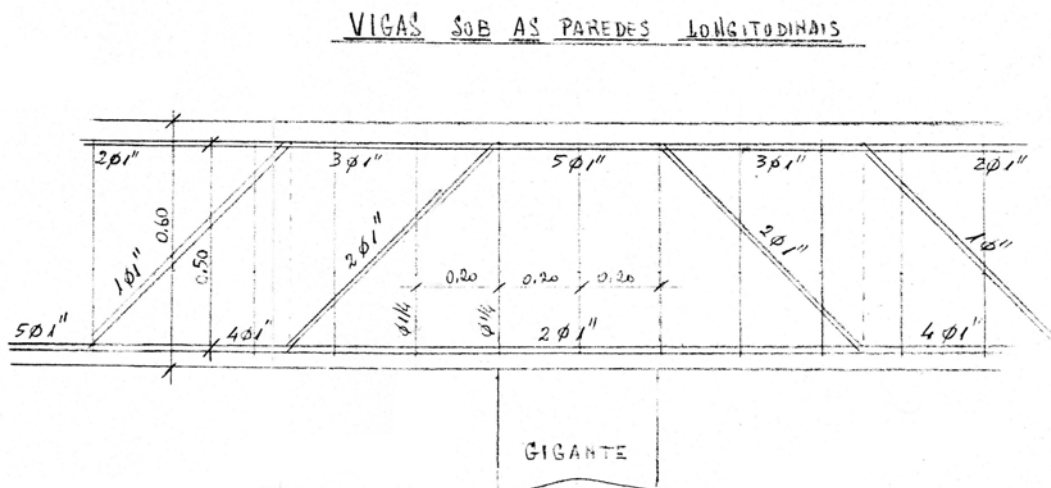


Figura 6.9 – Viaduto das Fragas Más – estrutura de betão armado – vigas sob as paredes longitudinais (fonte: REFER)

GIGANTES  
SECÇÃO HORIZONTAL AB

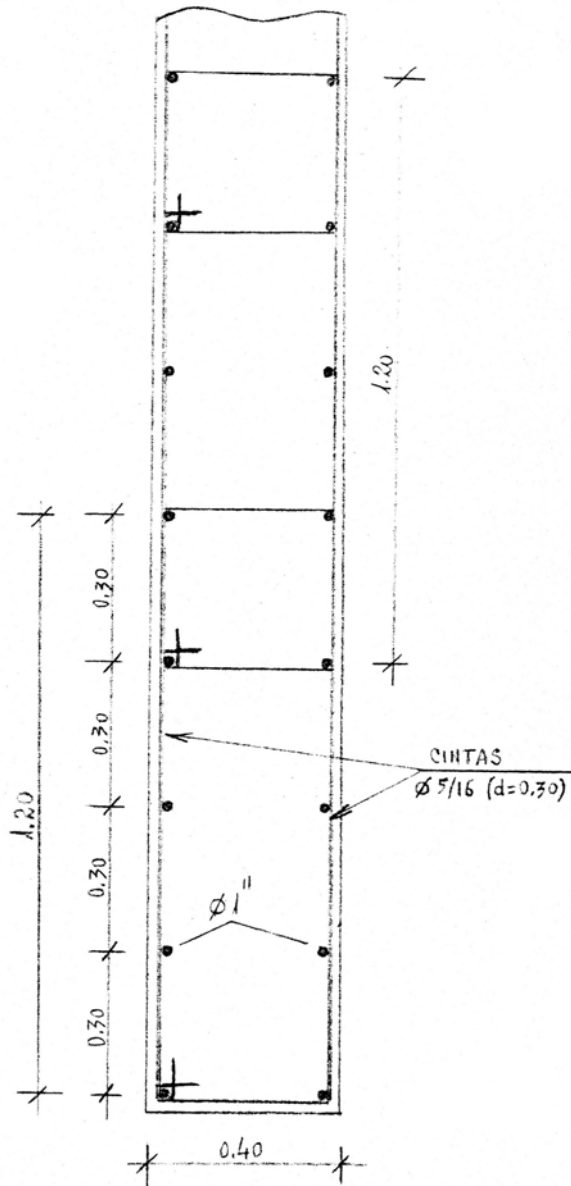


Figura 6.10 – Viaduto das Fragas Más – estrutura de betão armado – gigantes (fonte: REFER)

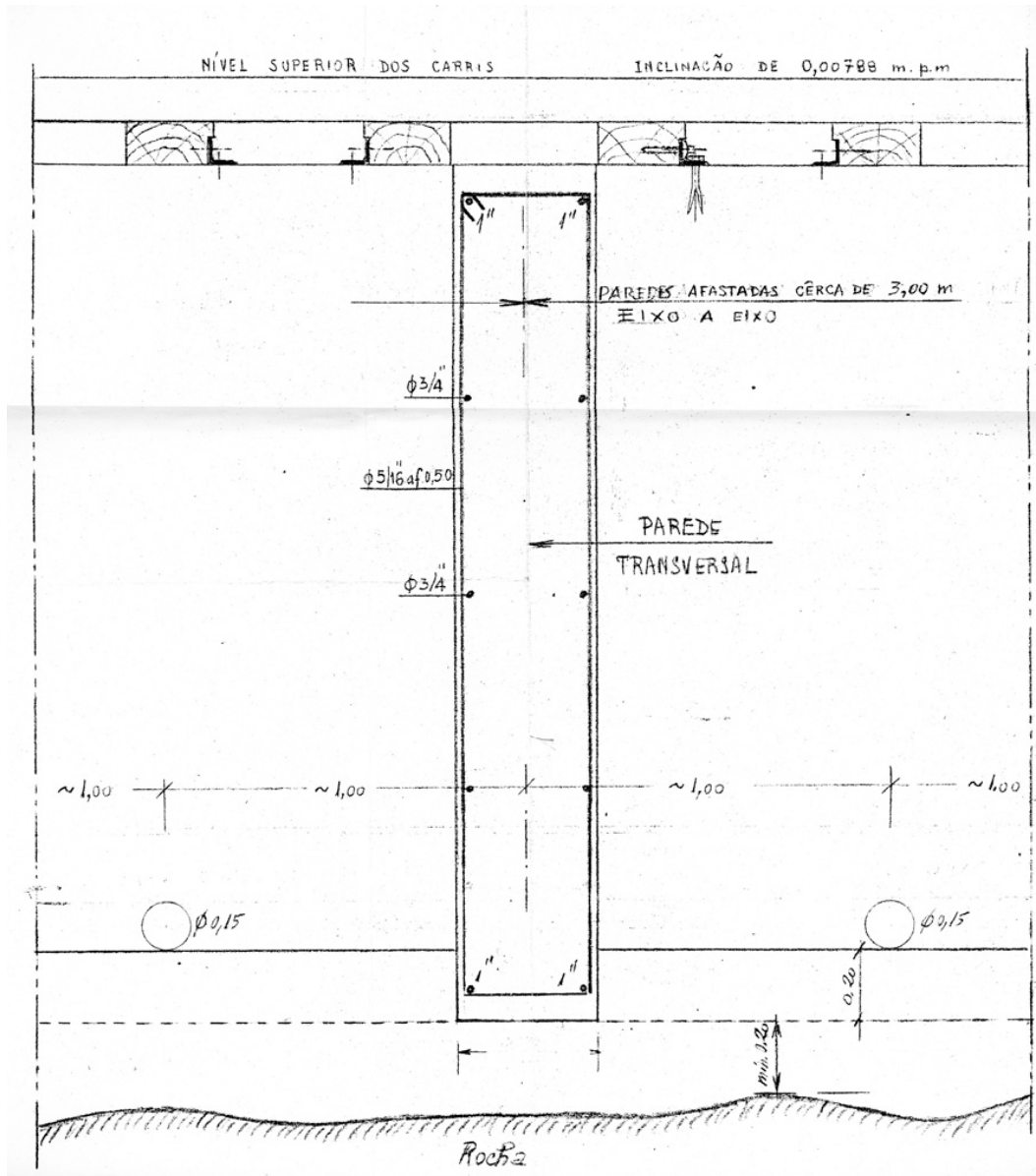


Figura 6.11 – Viaduto das Fragas Más – estrutura de betão armado – parede transversal (fonte: REFER)

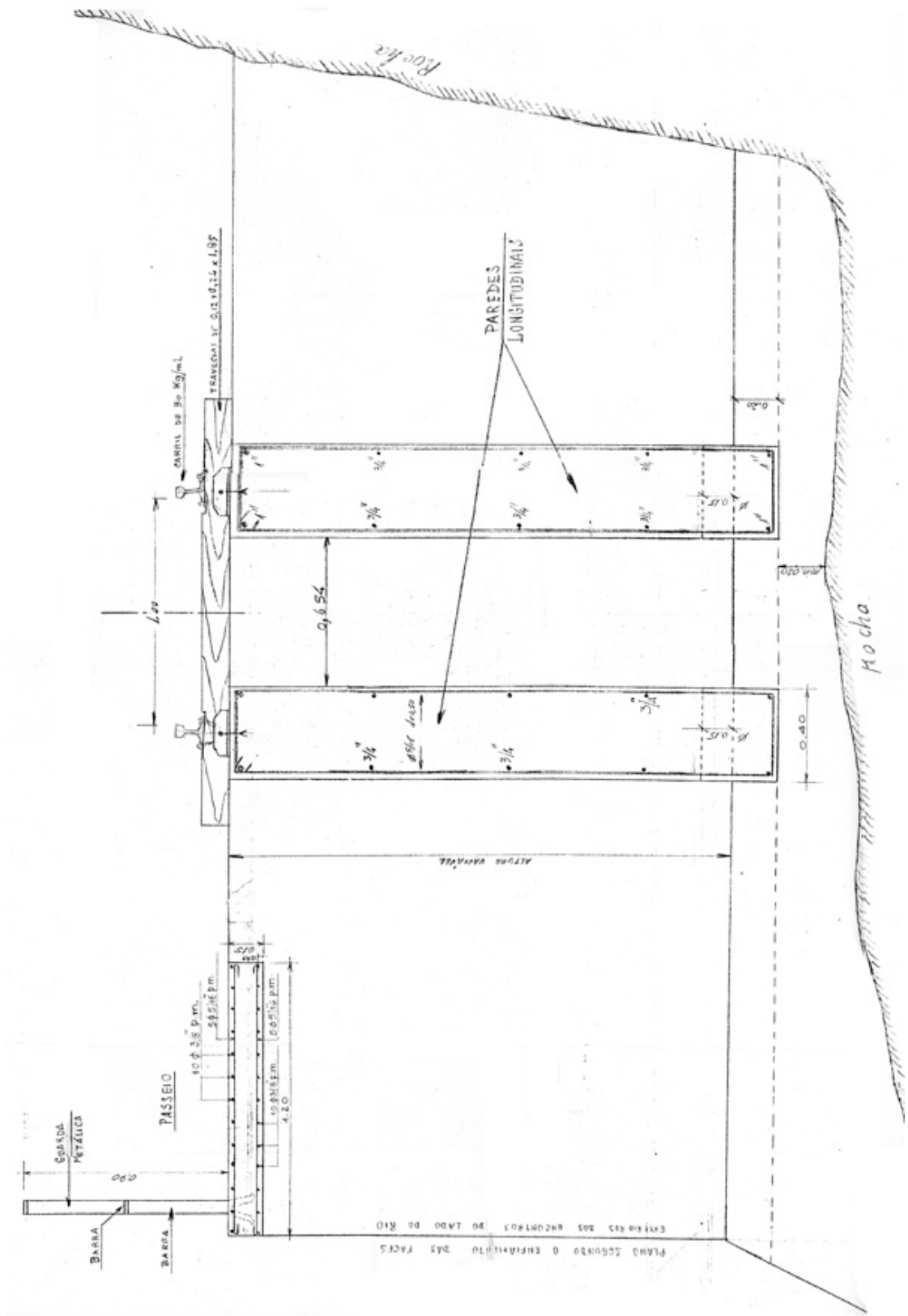


Figura 6.12 – Viaduto das Fragas Más – estrutura de betão armado – parede longitudinal (fonte: REFER)

Do lado de Mirandela, para a reconstituição da plataforma da via, criou-se um maciço de betão ciclópico de fundação (figura 6.13), e procedeu-se ao recalçamento e estabilização dos maciços rochosos também com betão.



Figura 6.13 – Viaduto das Fragas Más – betão ciclópico no tramo do lado de Mirandela (fonte: REFER)

O betão que se usou na estabilização do maciço rochoso foi fundado em granito de excelente qualidade, devidamente endentado, sendo a ligação à rocha garantida e reforçada à custa de pregagens com varões de aço. As profundidades nunca eram inferiores a 1,0 m e, por vezes, quando parecia aconselhável, atingiam os 2,5 m.

No tramo do lado da Foz do Tua criaram-se contrafortes de betão armado com vãos a rondar os 3,4 m. As cabeças dos contrafortes foram ligadas entre si por uma laje que envolveu também superiormente as cristas das massas rochosas existentes, criando um plano horizontal (figura 6.14 e figura 6.15) em que se apoiou a estrutura celular que, num tramo e noutro, forma a plataforma de assentamento das travessas (figura 6.16 e figura 6.17).



Figura 6.14 – Viaduto das Fragas Más – cofragem da laje de travação e apoio da estrutura celular no tramo de Foz Tua – armaduras dos contrafortes (fonte: REFER)



Figura 6.15 – Viaduto das Fragas Más – contrafortes contraventados no tramo do lado da Foz do Tua (fonte: REFER)

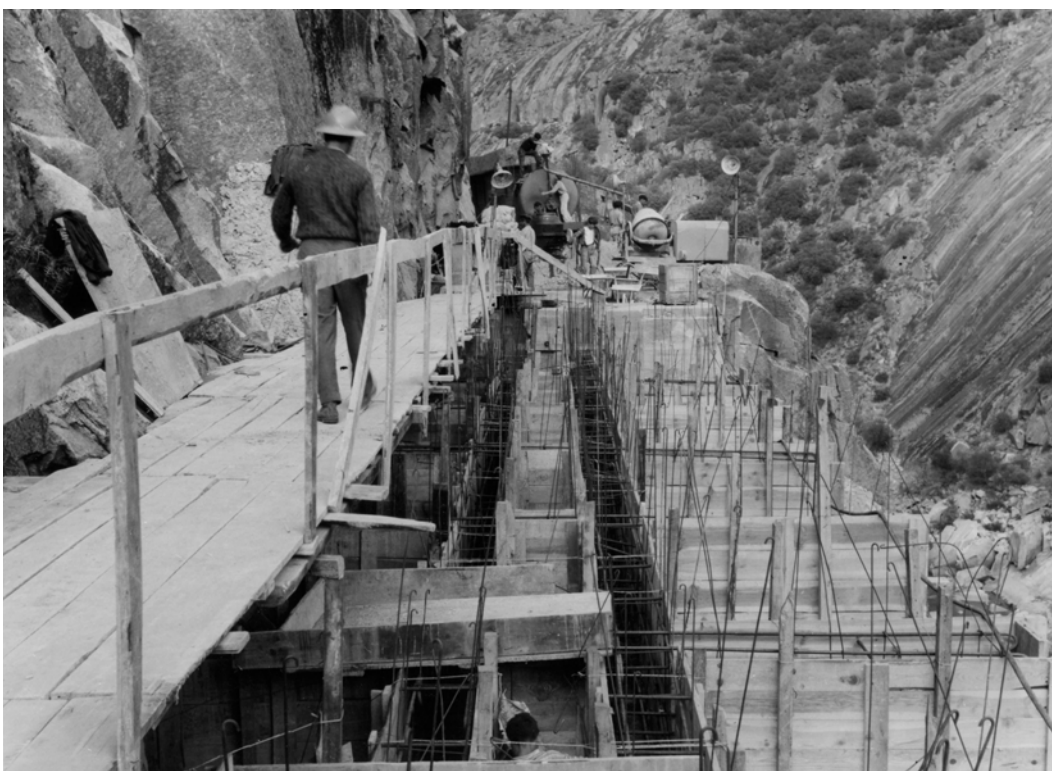


Figura 6.16 – Viaduto das Fragas Más – cofragem e armaduras prontas a receber betão na estrutura celular no tramo do lado da Foz do Tua (fonte: REFER)

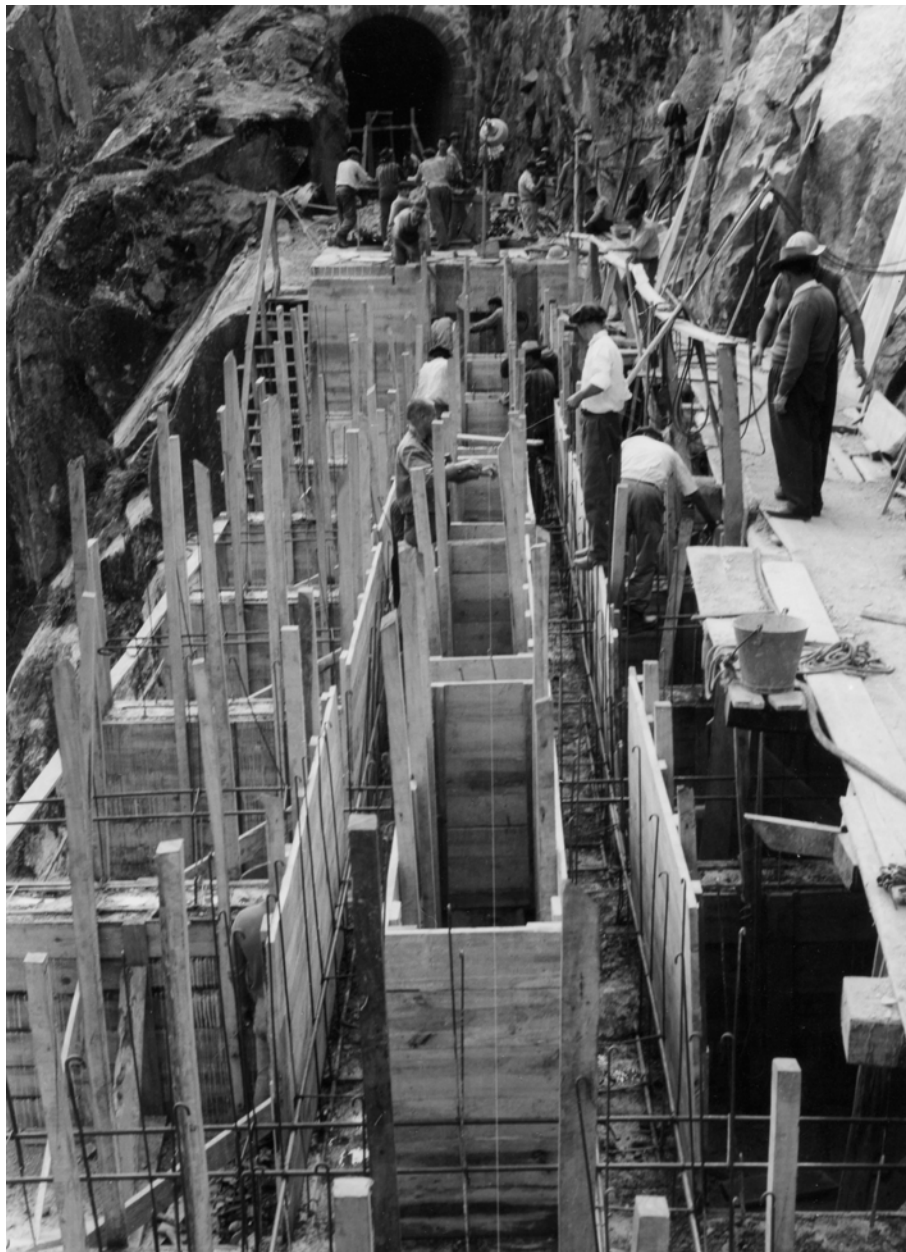


Figura 6.17 – Viaduto das Fragas Más – cofragem da estrutura celular – 2ª betonagem de 1,20 m no tramo do lado da Foz do Tua (fonte: REFER)

Os encontros existentes e o pilar central, que davam antes apoio ao viaduto metálico, foram reconstituídos em betão (figura 6.18) perfeitamente ligado às alvenarias ainda existentes, por meio de armaduras travadas entre si por pregagens.

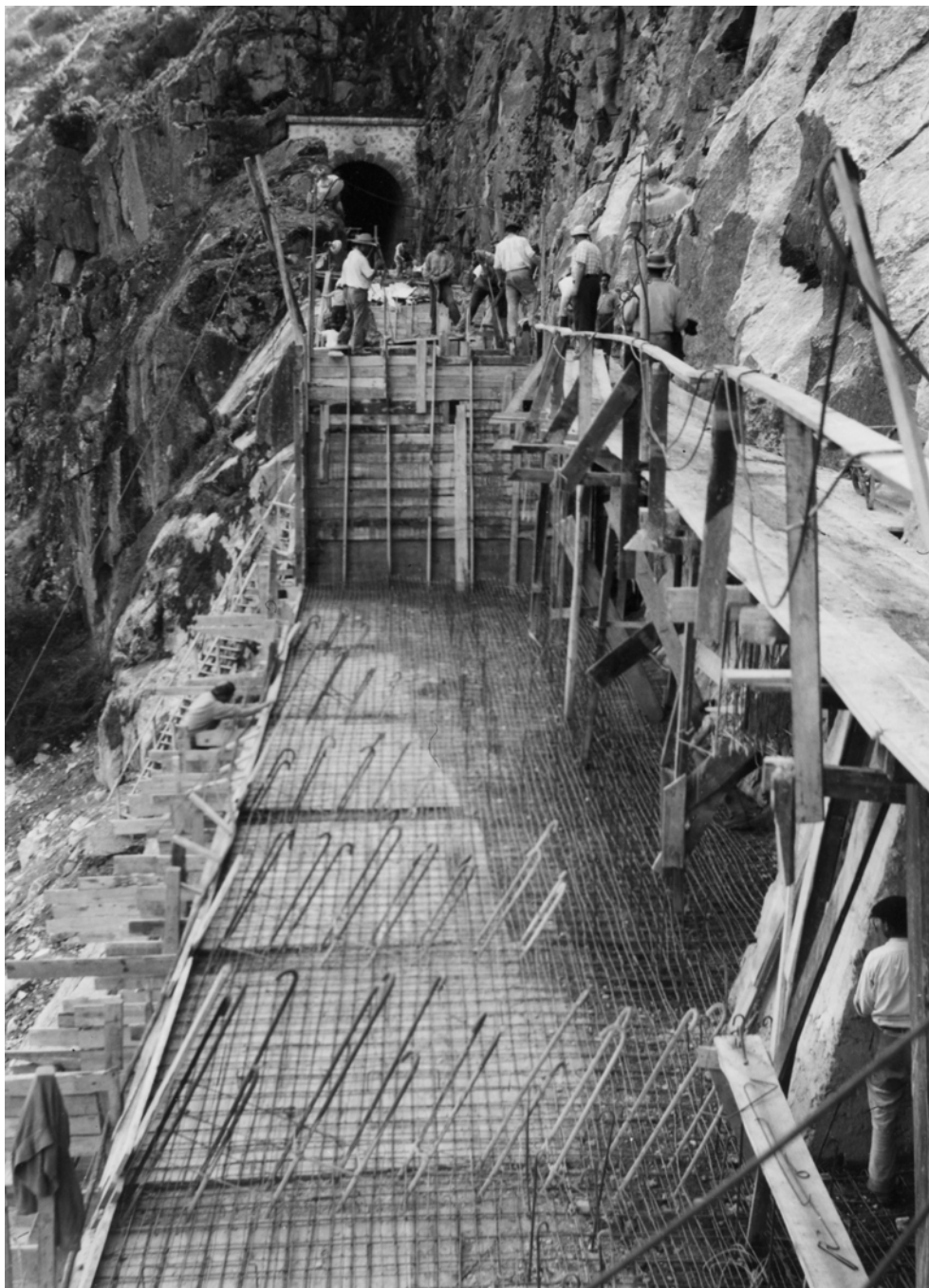


Figura 6.18 – Viaduto das Fragas Más – betonagem do pilar central – cofragem e armaduras da laje de travessão e apoio da estrutura celular no tramo do lado da Foz do Tua (fonte: REFER)

A figura 6.19 apresenta uma vista geral da estrutura em fase de construção.



Figura 6.19 – Viaduto das Fragas Más – vista geral da estrutura em fase de construção (fonte: REFER)



## 7

**CENÁRIOS  
GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS****7.1. CARACTERÍSTICAS DO TERRENO**

O vale do rio Tua situa-se na Zona Centro Ibérica. Na figura 7.1 apresenta-se a carta geológica do local.

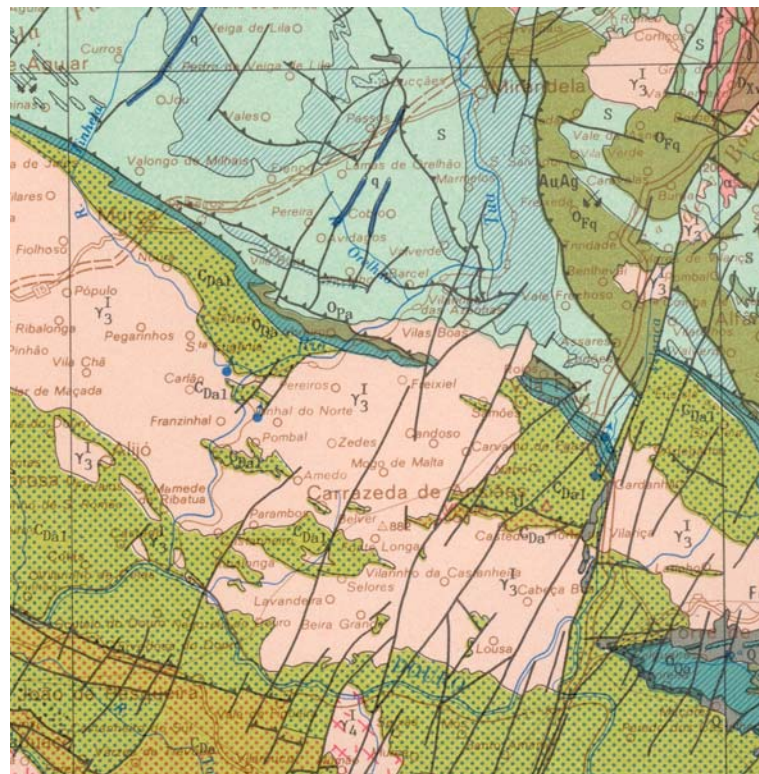


Figura 7.1 – Carta geológica de Portugal – vale do rio Tua

Os primeiros vinte e um quilómetros do traçado situam-se no Complexo Xisto-Grauváquico e nos maciços graníticos, ambos pertencentes ao período Câmbrico. Nesses quilómetros as encostas do vale são essencialmente formadas por blocos rochosos de grandes dimensões e de declives bastante acentuados (figura 7.2).

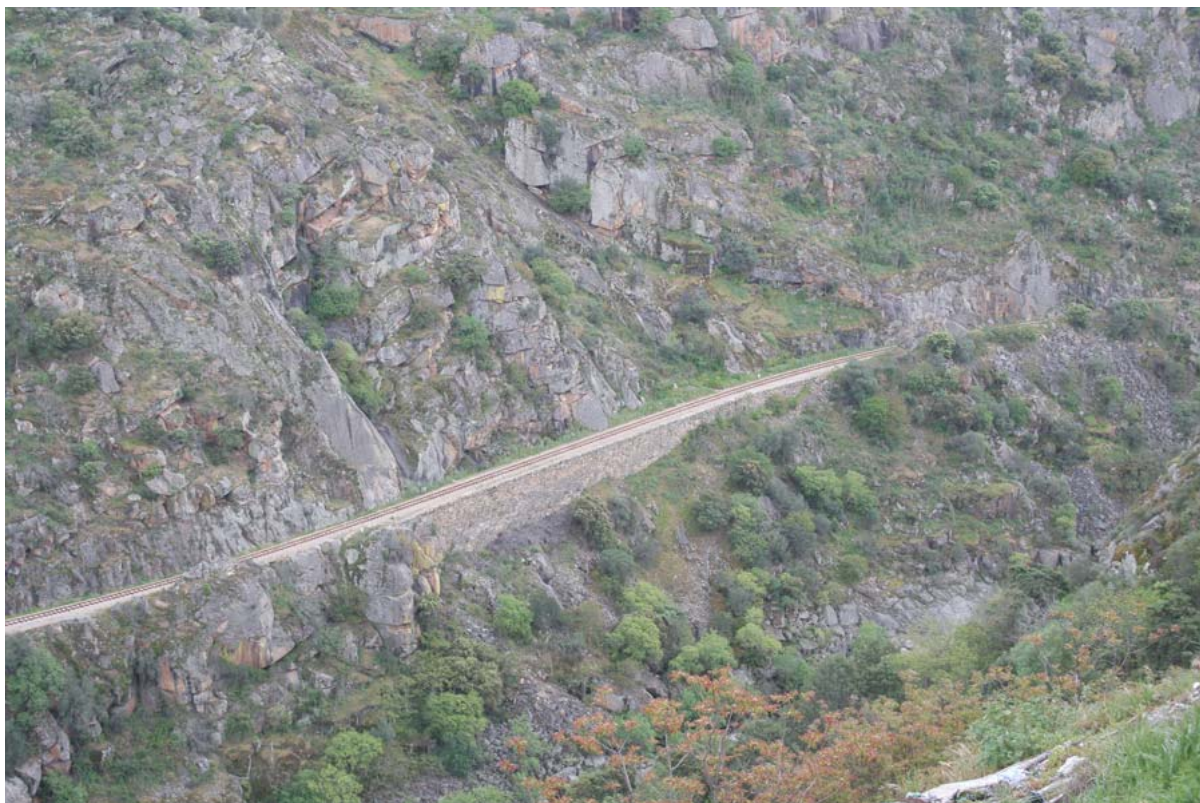


Figura 7.2 – Vista a partir da margem oposta (fotografia do autor)

De facto, a partir da Brunheda (Pk 21+180) até Mirandela as condições mudam. Os declives das encostas do vale do Tua são menos acentuados e predominam os arenitos, xistos e quartzitos (período Silúrico). A exceção é a zona imediatamente a montante da estação de Abreiro, num comprimento de aproximadamente dois quilómetros, onde predominam os granitos e os declives voltam a acentuar-se.

## **7.2. CENÁRIOS DE INSTABILIDADE**

Existem dois tipos de cenários de instabilidade nas condições locais: blocos rochosos potencialmente instáveis e escorregamentos planares de grandes massas.

Quando os blocos rochosos potencialmente instáveis estão devidamente identificados (figura 7.3) as soluções passam por soluções de contenção (figura 7.4) e/ou calçamento (figura 7.5) dos blocos ou pela remoção controlada dos mesmos. A última solução já foi realizada em 2000/2001 entre os Pk 1+850 e 10+950. Quando é difícil identificar a previsibilidade da queda de blocos a solução passa pela colocação de redes (figura 7.6).

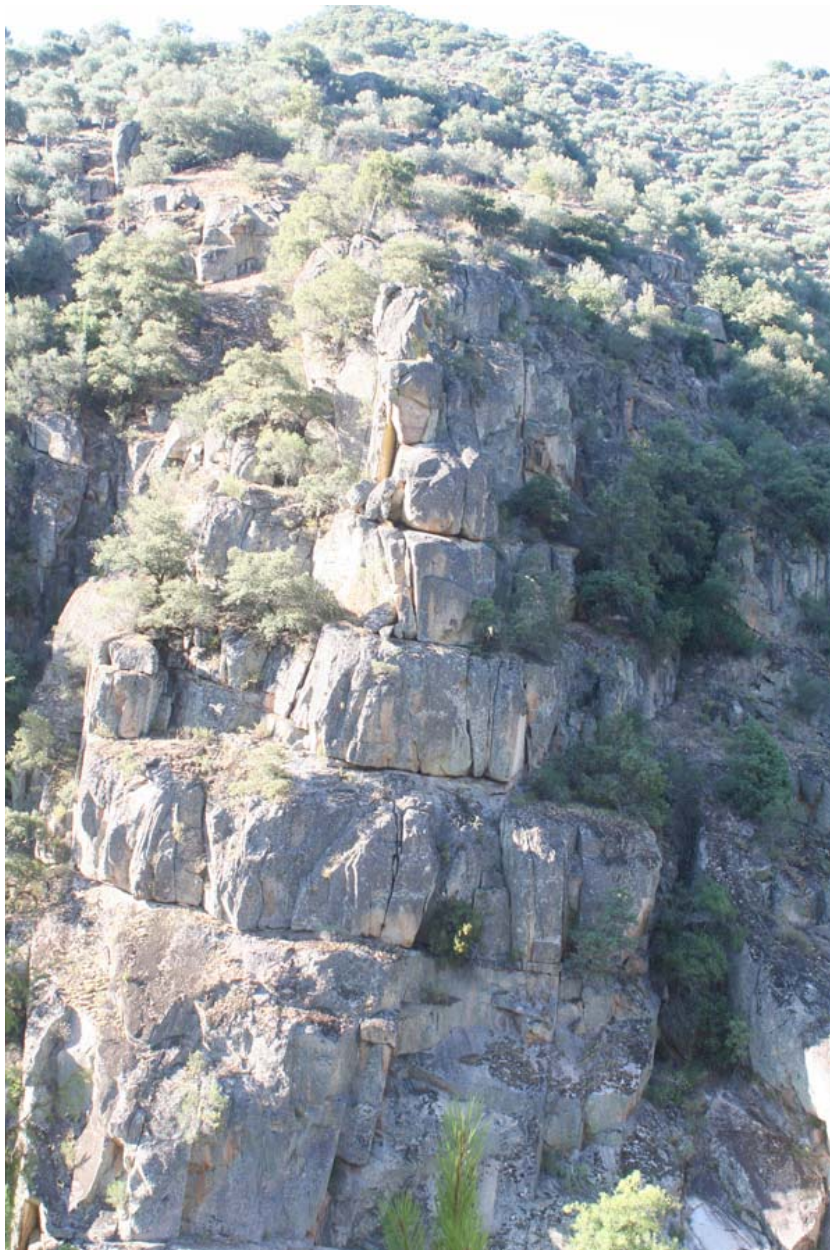


Figura 7.3 – Blocos rochosos potencialmente instáveis (fotografia do autor)

Já se registaram vários acidentes e incidentes devido à queda de blocos (figura 7.7). Um deles já foi exposto no capítulo 6 e refere-se ao acidente que provocou a destruição do viaduto metálico das Fragas Más (ver figura 6.3). Em Janeiro de 1967 ocorreu um descarrilamento sem vítimas mortais. Mais recentemente em Fevereiro de 2007, ocorreu outro descarrilamento desta vez provocando três mortos e dois feridos (figuras 7.8 e 7.9). O último registo de queda de blocos foi em Abril de 2008, causando o descarrilamento de uma drezine.



Figura 7.4 – Contenção de bloco rochoso (fotografia do autor)



Figura 7.5 – Calçamento de bloco rochoso (fotografia do autor)



Figura 7.6 – Rede para controlo de queda de pedras (fotografia do autor)

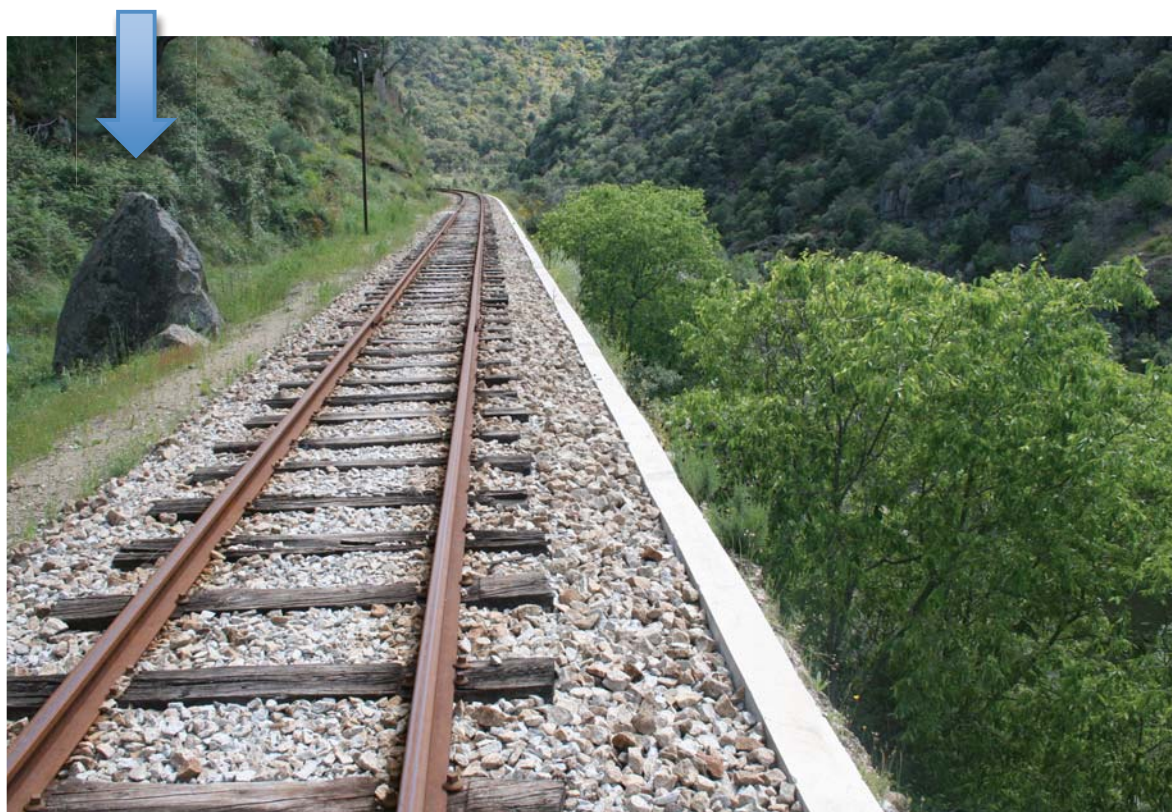


Figura 7.7 – Queda de pedra que rolou até à linha (fotografia do autor)



Figura 7.8 – Acidente de Fevereiro de 2007 (fonte: [eujornalista.blogs.sapo.pt](http://eujornalista.blogs.sapo.pt))



Figura 7.9 – Acidente de Fevereiro de 2007 – estragos causados na via  
(fonte: [eujornalista.blogs.sapo.pt](http://eujornalista.blogs.sapo.pt))

Existem dois tipos de soluções para diminuir os riscos de escorregamentos planares de grandes dimensões (figura 7.10): efectuar pregagens (figura 7.11) ou proceder à remoção de blocos que não escorregaram. Há registo de um acidente devido a escorregamentos planares de grandes massas junto ao Pk 9+950 em Abril de 2000. As figuras 7.12 e 7.13 são fotografias do local do acidente.



Figura 7.10 – Encosta com zona de potencial deslizamento planar (fotografia do autor)

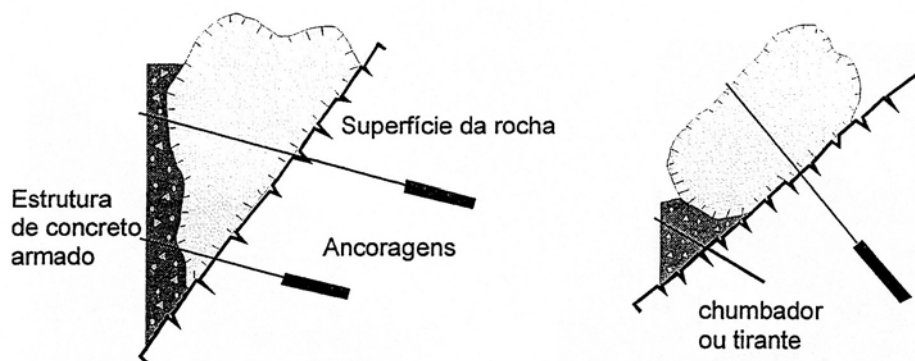


Figura 7.11 – Estabilização e recalçamento de blocos rochosos com reforço de pregagens (fonte: Estabilização de Taludes – Experiência Brasileira em Maciços de Solos Residuais)

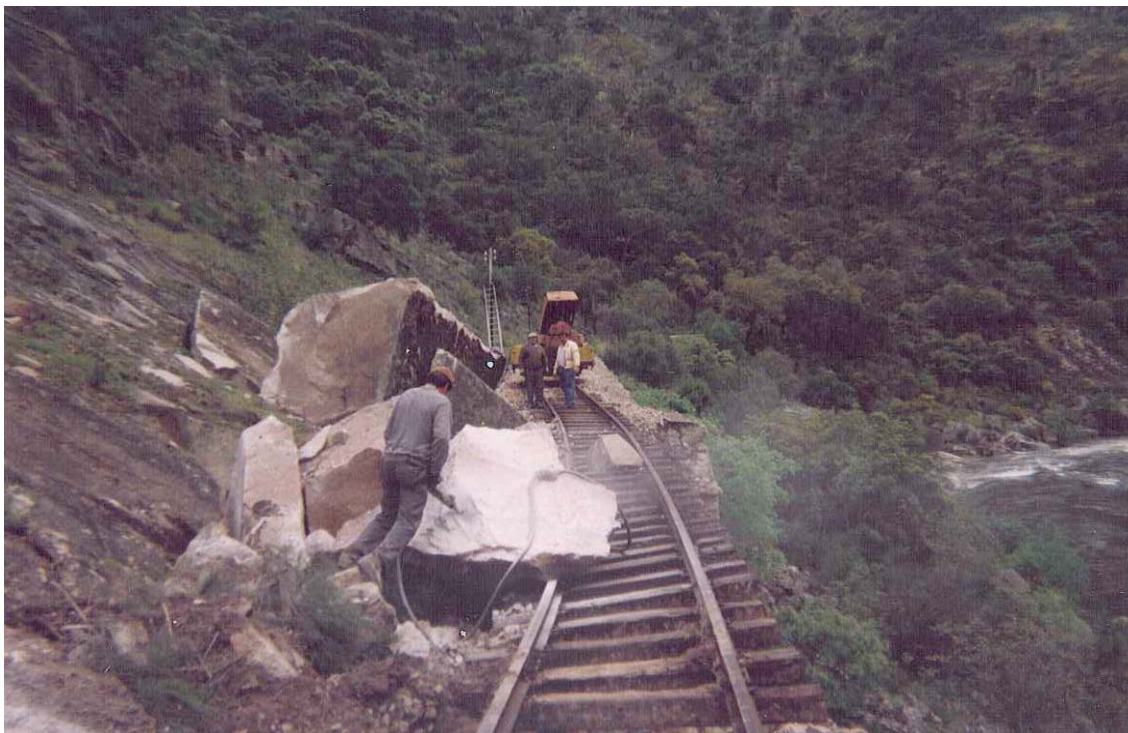


Figura 7.12 – Estragos na via causados pelo escorregamento de grandes massas de Abril de 2000  
(fonte: REFER)



Figura 7.13 – Estragos na via causados pelo escorregamento de grandes massas de Abril de 2000 –  
visto de baixo (fonte: REFER)

# 8

## CONCLUSÃO

Neste trabalho procurou-se apresentar a Linha do Tua em diversos contextos: histórico, de projecto, de construção e dos seus cenários geotécnicos.

No seu contexto histórico salienta-se a importância da linha no desenvolvimento social e económico da região de Trás-os-Montes. Apesar de nos dias de hoje a linha ter pouco uso (duas viagens por dia em cada um dos sentidos) e poucos passageiros (a automotora circula praticamente vazia com excepção aos fins-de-semana), durante muitos anos a Linha do Tua foi a via de comunicação de eleição daquela região transmontana.

Os primeiros vinte um quilómetros do traçado tornam a Linha do Tua uma obra de referência. Os seus dois viadutos, a ponte, os cinco túneis e os cento e setenta mil metros cúbicos de alvenaria em pedra seca, divididos entre muros de suporte e muros de espera, demonstram bem as dificuldades que as características do terreno criaram na construção da linha. Impressionante é também o número de pessoas envolvidas na sua construção: uma média diária de mil quatrocentas e setenta pessoas.

Aliando os números atrás apresentados com o facto de a linha ter sido construída em finais do século XIX, onde os recursos técnicos e materiais eram reduzidos, comparativamente aos actuais, a obra é de uma grandeza inquestionável.

Para terminar, saliente-se o facto de a linha ter 120 anos de existência e as estruturas nela existentes apresentarem um elevado nível de conservação.



## BIBLIOGRAFIA

- [1] Vários. Linha do Tua. In *Guia de Portugal V – Trás-os-Montes e Alto Douro, II – Lamego, Bragança e Miranda*, páginas 910 a 917, Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 1995.
- [2] Carlos Bastos. Segunda Parte – 1870-1910, Capítulo I – Comunicações Ferroviárias e Marítimas. In *Associação Comercial do Porto – Resumo Histórico da sua Actividade desde a Fundação*, páginas 129 a 131, Porto.
- [3] Jorge Alves Fernandes. Clemente Meneres – O Percorso Empresarial. In *O Tripeiro – 7ª série, Vol. XIV*, páginas 115,116,148 a 150, Porto, 1995.
- [4] Frederico Pimentel. In *Apontamentos para a História dos Caminhos de Ferro Portuguezes*, Lisboa, 1892.
- [5] Eduardo Coelho. *O Caminho de Ferro de Foz-Tua a Mirandella*. Diário de Notícias, 27/09/1887, página 1, Visconde de S. Marçal, Lisboa.
- [6] *Viagem de Suas Majestades e Altezas – Inauguração do caminho de ferro de Mirandela*. Diário Ilustrado, 30/09/1887, Lisboa.
- [7] Vários. 1844 à 1ª Guerra Mundial. In *Os Caminhos-de-Ferro Portugueses 1856-2006*, página 45, CP – Comboios de Portugal e Público, Lisboa, 2006.



## **ANEXOS**



**ANEXO 1:** Instruções para a construção de aquedutos, canos de rega e sifões

## Artigo 1º – Argamassas

- A cal, areia ou saibro, a pozzulana e o cimento a empregar serão previamente examinados. A cal deve ser bem cosida, sem fragmentos encruados ou recosidos e isenta de cinza, materiais terrosos, fragmentos calcários, etc.
- Para o betão e alvenaria de enchimento deve empregar-se areia ou saibro e grão mais grosso.
- Para o assentamento de cantarias e rebocos deve empregar-se areia de grão fino.
- É expressamente proibido usar areias argilosas nas argamassas hidráulicas.
- Pozzulana: deve ser feita com partes iguais de pozzulana, cal gorda em pasta e areia. Deve fazer presa quinze horas após a imersão em água, resistindo à penetração da agulha de Vicat. Deverá resistir a um esforço de tracção não inferior a 5 Kg/cm<sup>2</sup> depois de seis dias de imersão.
- Cimento:
  - Presa rápida: quando amassados e imersos em água, deve fazer presa entre cinco e vinte e cinco minutos, resistindo à agulha de Vicat, sem depressão. A resistência à tracção não deve ser inferior a 7 Kg/cm<sup>2</sup>, depois de dez dias de imersão.
  - Presa lenta: quando amassados e imersos em água, deve fazer presa entre quatro e dez horas, resistindo à agulha de Vicat, sem depressão. A resistência à tracção não deve ser inferior a 30 Kg/cm<sup>2</sup>, depois de dez dias de imersão.
- Argamassas ordinárias: devem ser feitas com duas partes de areia ou saibro e uma parte de cal.
- Argamassas hidráulicas: junta-se à argamassa ordinária, pozzulana ou cimento de presa lenta, ou poderão ser só de cimento de presa lenta ou rápida conforme a natureza das obras, devendo o engenheiro chefe indicar.
- Argamassas de cal e cimento: junta-se à argamassa ordinária cimento. Quando a proporção de cimento não exceder 1/20 da argamassa e o cimento for de presa lenta a mistura pode ser feita sobre o estrado de madeira. Se a proporção de cimento exceder 1/20 ou o cimento for de presa rápida a mistura deve ser feita pelo pedreiro na hora.

Nota: todas as argamassas têm de ser feitas em locais abrigados da chuva e do sol.

## Artigo 2º – Escavações para caboucos

- Método:
  - Traçar plano de fundo sobre o terreno, colocando-se a pequena distância uma estaca de referência cuja cabeça, marcará um número exacto de decímetros acima do fundo da escavação.

- Como evitar desastres:
  - Mediante a natureza do terreno, o engenheiro chefe indicará as inclinações, e se é ou não preciso escorar.
  - Quando leva fogo, se perto de uma povoação ou caminho com muita gente, precede-se um aviso.

#### Artigo 3º – Fundações

- Só se constrói em terreno resistente, tendo este de ser fiscalizado.
- Quando é em rocha as fundações têm de ter mais de vinte centímetros de largura para cada lado das arestas de cada um dos pés-direitos de aquedutos ou canos de rega.
- Quando é em terreno menos resistente aumenta-se a largura. Vão-se fazendo experiências no terreno tendo em atenção à carga que vai suportar: tipo de aterro e aqueduto.
- Até cinco metros abaixo do terreno natural usa-se argamassa ordinária na execução de alvenarias de fundação.
- Usa-se argamassa hidráulica no caso de se encontrar nas fundações grandes nascentes de água.
- A pedra a usar tem de ser resistente. Usa-se a que se tira das trincheiras depois de devidamente fiscalizadas.
- A alvenaria de fundações é disposta em degraus, para poder vencer o declive do terreno. Excepcionalmente atingirão um metro de altura.
- As estacas são sempre cravadas verticalmente.
- O betão será feito misturando previamente e lançado depois numa betoneira, uma parte e meia de pedra britada com uma parte de argamassa hidráulica.
- Sobre uma camada de betão assenta-se a alvenaria de fundação e sobre esta as soleiras.

#### Artigo 4º – Soleiras

- Inteiriças e com pelo menos 0,20 metros de cada lado debaixo dos pés-direitos.
- São assentes sobre alvenaria de fundação com argamassa ordinária
- A pedra a usar tem de ser de baixa qualidade, resistente e sem fendas.
- Sempre que o terreno o exija, podem ser dispostas em degraus nunca superiores a um metro.
- A entrega para o degrau superior tem de ter 0,20 metros.

#### Artigo 6º – Capas

- Inteiriças e assentarão de 0,30 metros de cada lado sobre os pés-direitos.
- Serão assentes com argamassa ordinária e as juntas devidamente tomadas.
- A pedra a usar tem de ser de boa qualidade, resistente e sem fendas.

Artigo 8º – Canos de rega

- Para altura de aterro menor que 1,5 metros, usam-se tubos de ferro fundido com diâmetros entre 0,15 e 0,20 metros.
- Os tubos têm de ser ligados com cimento e chumbo.
- Estes tubos só se podem usar em terrenos com pequena inclinação e sempre em linha recta.
- Os tubos têm de ter uma inclinação de 0,005 metros por metro.
- Os tubos serão assentes em terreno batido a maço e consolidado, sobre uma cama de pedra seca.
- As bocas de entrada serão resguardadas por meio de grades de ferro.

Artigo 9º – Sifões

- Serão feitos com encastramento de tubos de grés convenientemente assente e com juntas tomadas a cimento.



## ANEXO 2: Mapa de terraplenagens – fase de estudo

*Terraplenagens*

<i>Volume de escavação</i>	<i>484: 364,48</i>
<i>Empolamento</i>	<i>48: 436,44</i>
<i>Total</i>	<i>532: 800,92</i>
<i>Volume de aterro</i>	<i>425: 693,17</i>
<i>Excesso das escavações sobre os aterros</i>	<i>107: 107,75</i>

*Regua 29 de Agosto de 1113*

*O chefe de serviço*

*Carlos Augusto de Castro*

*com.*

*Vito*

*Alameda Figueira*

*Enf.ª D.ª*

DIRECCAO DE ESTADOS  
CAMINHOS DE FERRO

DGTT-O  
1.º QUONO  
HISTÓRICO