



**“IP8 (A26) – LIGAÇÃO ENTRE SINES E A A2  
- LANÇO IP8 ENTRE RONÇÃO E GRÂNDOLA-  
AUMENTO DA CAPACIDADE”**

**TRECHO 2 – ENTRE O PK 26+850 E O PK 48+304**

**PROJETO DE EXECUÇÃO**

**P07 – OBRAS DE ARTE DO TIPO PASSAGENS INFERIORES,  
AGRÍCOLAS E HIDRÁULICAS ESPECIAIS**

**P7.23 – PASSAGEM AGRÍCOLA PA 38-02**

**REVISÃO 00**

**MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA**



**dezembro 2023**

**“IP8 (A26) – LIGAÇÃO ENTRE SINES E A A2  
- LANÇO IP8 ENTRE RONÇÃO E GRÂNDOLA-  
AUMENTO DA CAPACIDADE”**

**TRECHO 2 – ENTRE O PK 26+850 E O PK 48+304**

**PROJETO DE EXECUÇÃO**

**P07 – OBRAS DE ARTE DO TIPO PASSAGENS INFERIORES, AGRÍCOLAS  
E HIDRÁULICAS ESPECIAIS**

**P7.23 – PASSAGEM AGRÍCOLA PA 38-02**

**REVISÃO 00**

**MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA**

<b>RVGR-PE-T2-P723-MD-R00</b>					
<b>Versão</b>	<b>Data</b>	<b>Elaborou</b>	<b>Verificou</b>	<b>Aprovou</b>	<b>Descrição de Alterações</b>
00	2023.12.15	DMM	MEG	FMV	Primeira entrega

**“IP8 (A26) – LIGAÇÃO ENTRE SINES E A A2  
- LANÇO IP8 ENTRE RONÇÃO E GRÂNDOLA-  
AUMENTO DA CAPACIDADE”  
TRECHO 2 – ENTRE O PK 26+850 E O PK 48+304  
PROJETO DE EXECUÇÃO  
REVISÃO 00  
ÍNDICE GERAL DO PROJETO**

**P01 - TERRAPLENAGENS**

P1.1 - Traçado

P1.1.1 –Traçado Geral

P1.1.2 – Nós de Ligação e Intersecções

P1.1.2.N4 – Nó do Roncão

P1.1.2.N5 – Nó de Melides

P1.1.2.N6 – Nó com a EN261-1

P1.1.2.N7 – Nó com o IC1

P1.1.3 - Restabelecimentos, serventias e caminhos paralelos (tipo I)

P1.2 - Geologia e Geotecnia

PE1.3 - Terraplenagens Gerais

**PE2 - DRENAGEM**

**PE3 - PAVIMENTAÇÃO**

**PE4 - OBRAS ACESSÓRIAS**

PE4.1 – Vedações e Caminhos Paralelos

PE4.2 - Obras de Contenção

PE4.3 - Serviços Afetados

PE4.4 - Canal Técnico Rodoviário

PE4.5 – Iluminação

PE4.8 – Outros projetos complementares (barreiras acústicas e passagens para a fauna)

**PE5 - SINALIZAÇÃO E SEGURANÇA**

P5.1 - Sinalização

P5.2 - Segurança

**PE6 - OBRAS DE ARTE INTEGRADAS - TIPO PASSAGENS SUPERIORES E OBRAS DE ARTE DOS NÓS**

P6.4 - PS 29-01

P6.5 - PI 38-01

P6.6 - PS 44-01

**PE7 - OBRAS DE ARTE INTEGRADAS - TIPO PASSAGENS INFERIORES, AGRÍCOLAS E HIDRÁULICAS ESPECIAIS**

P7.15 - PA30-01

P7.16 - PA31-01  
P7.17 – PA33-01  
P7.18 – PA33-02  
P7.19 – PA34-01  
P7.20 – PA35-01  
P7.21 – PA36-01  
P7.22 – PA37-01  
P7.23 – PA38-02  
P7.24 – PA39-01  
P7.25 – PA40-01  
P7.26 – PA42-01  
P7.27 – PA42-02  
P7.28 – PA44-02  
P7.29 – PA48-01

**PE10 - DIVERSOS**

PE10.1 - Desvios Provisórios de Tráfego

**PE11 - EXPROPRIAÇÕES**

**PE12 - PLANO DE SEGURANÇA E SAÚDE E COMPILAÇÃO TÉCNICA**

PE12.1 - Plano de Segurança e Saúde

PE12.2 - Compilação Técnica

**P13 - RENTABILIDADE ECONÓMICA**

**PE14 - TRABALHOS AUXILIARES**

PE14.1 - Cartografia

PE14.2 - Topografia

PE14.3 - Prospeção Geotécnica Especial

**PE16 - ESTUDOS AMBIENTAIS**

PE16.3 – Estudo de Impacte Ambiental (EIA)

**PE17 - SISTEMA TELEMÁTICA RODOVIARIA (STR)**

**P21 – PLANO DE PREVENÇÃO E GESTÃO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO**

**“IP8 (A26) – LIGAÇÃO ENTRE SINES E A A2  
- LANÇO IP8 ENTRE RONÇÃO E GRÂNDOLA -  
AUMENTO DA CAPACIDADE”  
TRECHO 2 – ENTRE O PK 26+850 E O PK 48+304  
PROJETO DE EXECUÇÃO  
REVISÃO 00**

**P07 – OBRAS DE ARTE DO TIPO PASSAGENS INFERIORES,  
AGRÍCOLAS E HIDRÁULICAS ESPECIAIS  
P7.23 – PASSAGEM AGRÍCOLA PA 38-02**

## **ÍNDICE**

### **PEÇAS ESCRITAS**

RVGR-PE-T2-P723-MD-R00	MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA
RVGR-PE-T2-P723-CJ-R00	CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS
RVGR-PE-T2-P723-EGG-R00	ESTUDO GEOLÓGICO E GEOTÉCNICO

### **PEÇAS DESENHADAS**

RVGR-PE-T2-P723-00-R00	ESBOÇO COROGRÁFICO. PLANTA DE LOCALIZAÇÃO.
RVGR-PE-T2-P723-01-R00	IMPLANTAÇÃO E GEOMETRIA DO TRAÇADO. PLANTA DE IMPLANTAÇÃO E PERFIS LONGITUDINAIS.
RVGR-PE-T2-P723-02-R00	IMPLANTAÇÃO E LOCALIZAÇÃO DAS SONDAgens.
RVGR-PE-T2-P723-03-R00	DIMENSIONAMENTO GERAL. PLANTAS E CORTES.
RVGR-PE-T2-P723-04-R00	DIMENSIONAMENTO. QUADRO E MUROS.
RVGR-PE-T2-P723-05-R00	BETÃO ARMADO. QUADRO E MUROS.
RVGR-PE-T2-P723-06-R00	REABILITAÇÃO ESTRUTURAL.
RVGR-PE-T2-P723-07-R00	PORMENORES.
RVGR-PE-T2-P723-08-R00	FASEAMENTO CONSTRUTIVO.

## ÍNDICE

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>ELEMENTOS BASE</b>	<b>9</b>
<b>3</b>	<b>NORMAS E LEGISLAÇÃO APLICÁVEL</b>	<b>10</b>
<b>4</b>	<b>CONDICIONAMENTOS E REQUISITOS</b>	<b>12</b>
4.1	CONDICIONAMENTOS RODOVIÁRIOS	12
4.2	CONDICIONAMENTOS TOPOGRÁFICOS	12
4.3	CONDICIONAMENTOS GEOLÓGICOS E GEOTÉCNICOS	13
4.3.1	CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA	13
4.3.2	ZONAMENTO GEOTÉCNICO	13
4.3.3	PARÂMETROS GEOTÉCNICOS	15
4.3.4	RECOMENDAÇÕES DE FUNDAÇÃO	15
4.4	CONDICIONAMENTOS HIDRÁULICOS E DE DRENAGEM	15
4.5	CONDICIONAMENTOS AMBIENTAIS	15
4.6	REGULAMENTARES	16
4.6.1	BARREIRAS DE SEGURANÇA RODOVIÁRIA	16
4.6.2	GABARIT	16
4.7	CONDICIONAMENTOS CONSTRUTIVOS	16
4.8	CONDICIONAMENTOS RELATIVOS À DURABILIDADE E MANUTENÇÃO	16
4.9	CONDICIONAMENTOS DE SEGURANÇA E SAÚDE	16
<b>5</b>	<b>DESCRIÇÃO E JUSTIFICAÇÃO DA SOLUÇÃO ESTRUTURAL PROPOSTA</b>	<b>17</b>
5.1	PROLONGAMENTO DA PASSAGEM AGRÍCOLA	17
5.2	PASSAGEM AGRÍCOLA EM SERVIÇO	18
5.3	TRABALHOS DE REABILITAÇÃO	18
5.3.1	REPARAÇÃO DE DANOS NO BETÃO	19
5.3.2	REPARAÇÃO DE FISSURAS COM ABERTURA ENTRE 0.2 MM E 0.3 MM	20
5.3.3	REPARAÇÃO E INJEÇÃO DE FISSURAS COM ABERTURA SUPERIOR A 0.3 MM	20
5.3.4	REPARAÇÃO DA ARMADURA EXPOSTA, COM CORROSÃO	20
5.3.5	TRABALHOS DE REPARAÇÃO GERAL	21
5.4	PROCESSOS CONSTRUTIVOS	21

<b>6</b>	<b>MATERIAIS ESTRUTURAIS .....</b>	<b>23</b>
6.1	PROLONGAMENTO DA PASSAGEM AGRÍCOLA .....	23
6.1.1	BETÃO .....	23
6.1.2	AÇO .....	23
6.1.3	CLASSIFICAÇÃO DAS ESTRUTURAS DE BETÃO .....	23
6.2	PASSAGEM AGRÍCOLA EM SERVIÇO.....	23
6.2.1	BETÃO .....	23
6.2.2	AÇO .....	24
<b>7</b>	<b>VERIFICAÇÃO DA SEGURANÇA .....</b>	<b>25</b>
7.1	PROLONGAMENTO DA PASSAGEM AGRÍCOLA .....	25
7.1.1	QUANTIFICAÇÃO DAS AÇÕES .....	25
7.1.2	COMBINAÇÕES DE AÇÕES .....	25
7.1.3	CRITÉRIOS UTILIZADOS NA VERIFICAÇÃO DA SEGURANÇA.....	26
7.2	PASSAGEM AGRÍCOLA EM SERVIÇO.....	27
7.2.1	QUANTIFICAÇÃO DAS AÇÕES .....	27
7.2.2	COMBINAÇÕES DE AÇÕES .....	28
7.2.3	CRITÉRIOS UTILIZADOS NA VERIFICAÇÃO DA SEGURANÇA.....	28

## ÍNDICE FIGURAS

FIGURA 1 – LOCALIZAÇÃO DA PA 38-02 SOBRE A CARTA MILITAR. ....	7
FIGURA 2 – GRÁFICO DE BIGODES DOS VALORES DE $N_{SPT}$ OBTIDOS NA ZG2 .....	14
FIGURA 3 – GRÁFICO DE BIGODES DOS VALORES DE $N_{SPT}$ OBTIDOS NA ZG1 .....	14
FIGURA 4 – CORTE TRANSVERSAL DA PA EM SERVIÇO .....	18
FIGURA 5 – ESQUEMAS TIPO DE REPARAÇÃO DO BETÃO. ....	20

## ÍNDICE TABELAS

TABELA 1 – PARÂMETROS GEOTÉCNICOS PROPOSTOS. ....	15
TABELA 2 – QUADRO DE MATERIAIS.....	23
TABELA 3 – VALORES MÁXIMOS DA LARGURA DE FENDAS EM FUNÇÃO DA CLASSE DE EXPOSIÇÃO. ....	27

## 1 INTRODUÇÃO

O presente documento corresponde à memória descritiva e justificativa do projeto de execução da substituição de uma passagem agrícola, denominada PA 38-02 incluída no Trecho 2 (entre o pk 26+850 e o pk 48+304) do projeto geral do Aumento da Capacidade do IP8 (A26) - Ligação entre Sines e a A2, Lanço IP8 entre Roncão e Grândola.

Trata-se de uma passagem agrícola localizada ao km 38+894,505 do IP8/IC33, inserida no restabelecimento 38-02, permitindo o cruzamento desnivelado deste com a via principal. A intersecção das diretrizes faz-se ao km 0+055,909 do restabelecimento, com um viés de 98,700 graus.

Na figura seguinte apresenta-se a localização da obra de arte, sobre a carta militar.

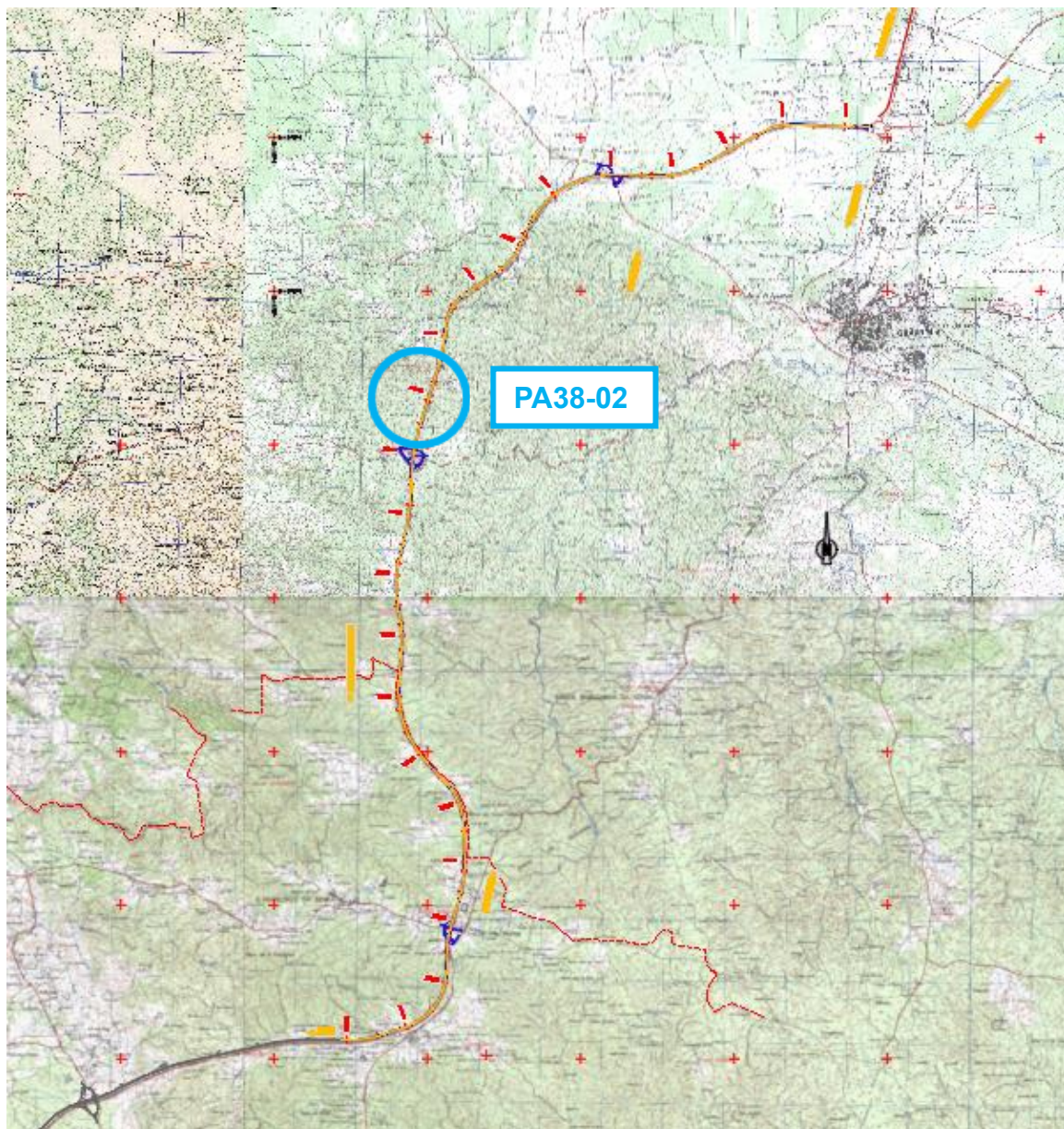


FIGURA 1 – LOCALIZAÇÃO DA PA 38-02 SOBRE A CARTA MILITAR.

Com o desenvolvimento do projeto, procurou-se uma conceção geral de soluções estruturais e processos construtivos que, respeitando todos os condicionamentos identificados ao longo desta fase e das anteriores,



otimize os aspetos da funcionalidade, qualidade, custos e prazos de execução, com os consequentes benefícios para o Dono da Obra.

Na conceção global das estruturas e no seu dimensionamento, consideraram-se, para além dos aspetos da segurança estrutural e economia, os conhecimentos e as indicações, em termos de qualidade do comportamento estrutural e de durabilidade.

Tendo por base o Caderno de Encargos e o enquadramento regulamentar e normativo aplicável, descrevem-se nos pontos seguintes forma detalhada os elementos base utilizados no desenvolvimento deste projeto de execução, a regulamentação adotada, os condicionamentos e requisitos relevantes, as soluções estruturais e de faseamento construtivo adotados para a passagem agrícola em estudo, bem como os materiais e acabamentos especificados e os critérios utilizados nas verificações da segurança.

## 2 ELEMENTOS BASE

Os principais elementos de base utilizados no desenvolvimento deste projeto de execução, foram os seguintes:

- Peças desenhadas dos projetos de execução de PA's semelhantes às PA's em serviço, desenvolvidos por ASPA – Análise de Projectos Industriais, Lda., com data de 1972, facultados por IP;
- Inspeção especial e mapeamento de anomalias em obras de arte, documento RVGR-CSE-T1-OAC-RI-00, de janeiro 2022;
- Ensaio de caracterização das obras de arte, documento RVGR-CSE-T2-OAC-RI-00, de fevereiro 2022;
- Projeto de execução de Traçado, desenvolvido por Engimind, com data de dezembro 2023;
- Volume de Cartografia, P14.1, à escala 1:1000, que serviram de base ao estudo do traçado da via e respetivos restabelecimentos, desenvolvidos por Viamapa, com data de dezembro 2023;
- Volume de Topografia, P14.2, desenvolvido por Viamapa, com data de dezembro 2023;
- Estudo Geológico e Geotécnico desenvolvido por GEO2E, com data de dezembro 2023;
- Elementos patenteados no processo de contratação da IP, nomeadamente, Nota Técnica das Infraestruturas de Portugal: P07 – Obras do Tipo Passagens Inferiores, Agrícolas e Hidráulicas Especiais;
- Outros elementos e informação considerada no desenvolvimento do estudo.

### 3 NORMAS E LEGISLAÇÃO APLICÁVEL

O estudo consiste na verificação, reforço estrutural e prolongamento de uma passagem agrícola em funcionamento, cujo projeto se admite ser igual ao facultado pelo IP, datado de 1972, relativo a obras idênticas

Tendo em conta as “INSTRUÇÕES GERAIS” descritas na peça desenhada 1-038, intitulada “Passagens Agrícolas – Plano de Conjunto”, com data de 10/72, a regulamentação considerada no desenvolvimento do projeto da PA em funcionamento foi a seguinte:

- Regulamentos cargas de acordo com “Regulamento de solicitações em edifícios e pontes” (R.S.E.P.) de 18.11.1961 e “Regulamento de segurança das construções contra sismos” (R.S.C.S.) de 31.5.1958 com modificações de acordo com R.E.B.A. de 20.5.1967.
- Ponte da classe A
- “Regulamento das estruturas de betão armado” (R.E.B.A.) de 20.5.1967.
- “Cimento Portland normal caderno de encargos para o seu fornecimento e recepção de 22.11.1967”
- “Regulamento de estruturas de aço para edifícios” (R.E.A.E.) de 19.1.1965.

Sempre que possível, e desde que não inviabilize o aproveitamento dos elementos já construídos, foram considerados os Eurocódigos como as principais diretivas para definição de ações e critérios de dimensionamento e a regulamentação portuguesa foi respeitada nas matérias em que é aplicável a este tipo de estruturas. Nas obras novas, foram aplicados os Eurocódigos na definição das ações, combinações e critérios de dimensionamento.

Assim, na verificação estrutural e estudos a realizar em estruturas existentes, foi observado o estipulado na seguinte regulamentação:

a) Regulamentação e bibliografia utilizada na verificação estrutural da obra em funcionamento, cujo projeto é de 1972:

- RSAEEP - Regulamento de Segurança e Acções em Estruturas de Edifícios e Pontes;
- REBAP - Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-Esforçado;

No desenvolvimento dos estudos e projetos de obras novas foi observado o estipulado na seguinte regulamentação:

b) Normas Europeias e Eurocódigos Estruturais (versões atualmente em vigor) utilizada como base nos prolongamentos e obras novas:

- NP EN 1990: 2009 - "Eurocódigo 0 – Bases para o projeto de estruturas";
- EN 1990: 2005 - "Eurocode 0 - Basis of Structural Design – Annex A2 - Application for Bridges";
- NP EN 1991-2: 2017 - "Eurocódigo 1 – Ações em Estruturas - Parte 2 – Ações de Tráfego em Pontes.";
- NP EN 1992-1-1: 2010 - “Eurocódigo 2: Projeto de estruturas de betão - Parte 1.1: Regras gerais e regras para edifícios”;
- NP EN 1992-2: 2018 - "Eurocódigo 2 – Projeto de Estruturas de betão - Parte 2 – Pontes de betão: Projeto e Disposições Construtivas";

- NP EN 1997-1: 2010 – “Eurocódigo 7: Projeto geotécnico – Parte 1: Regras gerais”;
  - NP EN 1998-1: 2010 e anexos – “Eurocódigo 8: Projeto de estruturas para resistência aos sismos – Parte 1: Regras gerais, ações sísmicas e regras para edifícios”;
  - EN 1998-2: 2005 – “Eurocode 8: Design of Structures for Earthquake Resistance – Part 2: Bridges”;
  - NP EN 1998-5: 2010 – “Eurocódigo 8: Projeto de estruturas para resistência aos sismos – Parte 5: Fundações, estruturas de suporte e aspetos geotécnicos.
- c) Regulamentação Nacional (no omissão em relação aos Eurocódigos estruturais):
- NP EN206-1-2007 – Betão - Desempenho, especificação, produção e conformidade e a especificação do LNEC E 378, bem como a NP ENV 13670:2011 e Anexos – “Execução de Estruturas em Betão – Parte 1 – Regras Gerais”, em consonância com o Decreto-Lei nº 301/2007 de 23 de Agosto, sendo ainda cumpridas as especificações LNEC E 464-2007 e LNEC E 465-2007.
- d) Bibliografia:
- Bowles, J. “Foundation Analysis and Design” – McGraw Hill, 1996;
  - Mineiro, António J.C. - “Curso de Mecânica dos Solos e Fundações” - IST.

## 4 CONDICIONAMENTOS E REQUISITOS

Na definição das soluções, foi tido em conta o processo construtivo, a facilidade de execução, a durabilidade da obra, os custos de construção e de manutenção, interferências com o funcionamento das vias e a integração estética.

Nos pontos seguintes apresentam-se os principais condicionamentos e requisitos a considerar no desenvolvimento do projeto desta passagem agrícola, indicando-se a *itálico* as transcrições do Caderno de Encargos e estudos complementares listados como elementos base.

### 4.1 CONDICIONAMENTOS RODOVIÁRIOS

No desenvolvimento do projeto da obra de arte, foram tidos em conta os elementos do traçado rodoviário, no que se refere à diretriz e perfil longitudinal da via principal e do restabelecimento 38-02.

A obra acompanha e respeita a diretriz, rasante e perfis transversais definidos no traçado.

O ponto de intersecção do eixo da via principal com o eixo do restabelecimento tem as seguintes coordenadas: M= -44 990,494 e P= -166 785,631.

Em termos de perfil transversal, na zona sobre a passagem agrícola, o IP8 tem, as seguintes características:

- Faixa de rodagem (sentido Grândola - Sines): .....  $2 \times 3,75 = 7,50$  m
- Faixa de rodagem (sentido Sines - Grândola): .....  $2 \times 3,75 = 7,50$  m
- Bermas exteriores.....  $2 \times 2,50 = 5,00$  m
- Bermas interiores.....  $2 \times 1,00 = 2,00$  m
- Separador Central (*new jersey*)..... = 0,60 m
- TOTAL ..... = 22,6 m

O perfil transversal do restabelecimento tem as seguintes características:

- Faixa de rodagem..... = 4,00 m
- Bermas .....  $2 \times 0,50 = 1,00$  m
- TOTAL ..... = 5,00 m

### 4.2 CONDICIONAMENTOS TOPOGRÁFICOS

Os condicionamentos Topográficos e Geométricos são os que resultam da orografia do terreno e da geometria de obstáculos de diversa ordem na área de implantação da obra.

O estudo baseia-se na cartografia à escala 1:1000 e topografia à escala 1:500, realizadas para o desenvolvimento do projeto.

#### 4.3 CONDICIONAMENTOS GEOLÓGICOS E GEOTÉCNICOS

Foi considerado como base o Estudo Geológico e Geotécnico desenvolvido por Nuno Lima, com data de dezembro 2023, seguindo-se uma breve transcrição desse estudo, desenvolvido especificamente para a PA 38-02:

##### 4.3.1 CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA

*Do ponto de vista geológico, o traçado em estudo desenvolve-se entre a Orla Mesocenozóica Ocidental e a Zona Sul Portuguesa.*

*De acordo com a carta geológica, na escala 1/50.000, Folha 42-A de Grândola, apoiada pela cartografia geológica de campo realizada, verifica-se que a passagem agrícola em estudo interfere com a seguinte unidade litoestratigráfica:*

- *Paleozóico:*
  - *Carbónico:*
    - ***H<sub>Mt</sub> – Formação de Mértola:** A Formação de Mértola está inserida no Grupo Flish do Baixo Alentejo, sendo composta por grauvaques grosseiros cinzentos acastanhados em bancadas decimétricas a métricas com intercalações de xistos, xistos argilosos a ardosíferos. Pontualmente foram detetados veios de quartzo de exsudação.*

##### 4.3.2 ZONAMENTO GEOTÉCNICO

###### 4.3.2.1 ZONA GEOTÉCNICA 2 (ZG2)

*A Zona Geotécnica 2 corresponde aos materiais de aterro detetados na sondagem S44 até cerca dos 3,5m de profundidade. Sobres estes materiais foram realizados dois ensaios SPT tendo-se obtido valores de  $N_{SPT}$  compreendidos entre 20 e 39, com um valor médio de 30. Os resultados de  $N_{SPT}$  obtidos foram tratados estatisticamente, tendo-se obtido os seguintes resultados:*

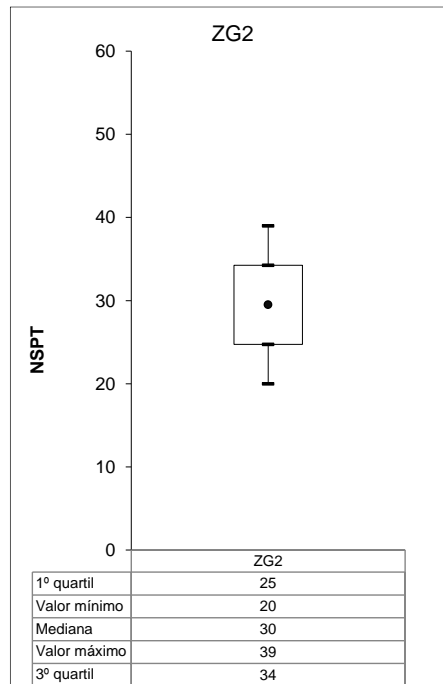


FIGURA 2 – GRÁFICO DE BIGODES DOS VALORES DE  $N_{SPT}$  OBTIDOS NA ZG2

#### 4.3.2.2 ZONA GEOTÉCNICA 1 (ZG1)

A Zona Geotécnica 1, corresponde aos materiais pertencentes à Formação de Mértola, compostos por xistos e grauaques decompostos, recuperados como materiais areno-siltosos. Estes materiais foram detetados na sondagem S44 a partir dos 3,5m de profundidade. Sobre estes materiais foram realizados três ensaios SPT, tendo-se obtido sistematicamente a “nega”. Os resultados de  $N_{SPT}$  obtidos foram tratados estatisticamente, tendo-se obtido os seguintes resultados:

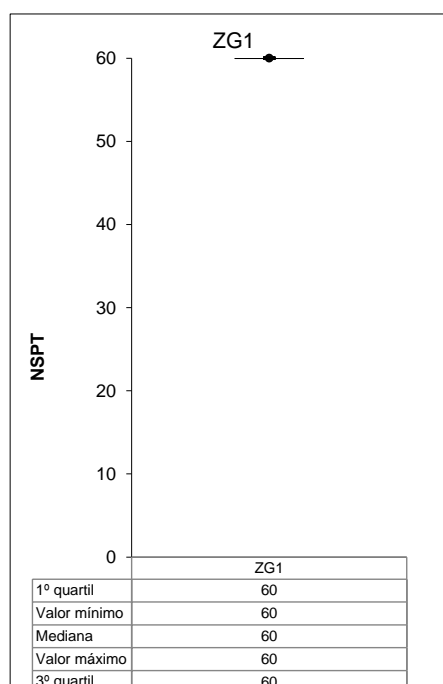


FIGURA 3 – GRÁFICO DE BIGODES DOS VALORES DE  $N_{SPT}$  OBTIDOS NA ZG1

#### 4.3.3 PARÂMETROS GEOTÉCNICOS

Com base no exposto anteriormente apresenta-se na Tabela seguinte os parâmetros geotécnicos estimados para os materiais das diferentes zonas geotécnicas definidas.

TABELA 1 – PARÂMETROS GEOTÉCNICOS PROPOSTOS.

Zona Geotécnica	Descrição	$N_{SPT}$	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\phi'$ (°)	$C'$ (kPa)	$E$ (MPa)
ZG2	Materiais de aterro (At)	20 a 39	20	35	0	30
ZG1	Maciço xisto-grauváquico decomposto ( $H_{mt}$ )	>60	22	38	10	250

#### 4.3.4 RECOMENDAÇÕES DE FUNDAÇÃO

De acordo com a prospeção realizada e do observado em campo, e como referido anteriormente constata-se que o prolongamento da obra de arte em apreço interfere com materiais de aterro associados à construção da estrada atual e respetivos caminhos paralelos. Considera-se que estes aterros foram devidamente executados com os materiais provenientes das escavações. Não obstante, e devido ao valor de  $N_{SPT}$  de 20 pancadas, preconiza-se a substituição de solos numa espessura de 1,0m, por agregado britado de granulometria extensa, com características de Leito de Pavimento.

#### 4.4 CONDICIONAMENTOS HIDRÁULICOS E DE DRENAGEM

Foram tidos em conta os condicionamentos que decorrem da natural necessidade de garantir a adequada drenagem das águas incidentes na travessia bem como no tardo dos montantes e dos muros de ala.

As águas que escoam nas valetas que afluem à obra de arte a montante, são encaminhadas antes desta para tubos implantados sob os passadiços de fauna da obra de arte. No final destes, existirá novamente uma transição para o sistema de drenagem da via em valeta, a jusante.

As águas que afluem sobre o tabuleiro do quadro, provenientes da plena via, e no tardo dos muros de contenção são escoadas para as valetas do restabelecimento através de caleiras em meia cana ligadas às caixas de recepção e de ligação às valetas.

#### 4.5 CONDICIONAMENTOS AMBIENTAIS

Foi solicitado a introdução de passadiços de fauna nos dois passeios laterais, tendo sido adotado um preenchimento natural dos passeios, utilizando terra, para potenciar o atravessamento.

Os passeios têm uma largura de 50 cm uma sobrelevação de 15 cm em relação à faixa de rodagem do restabelecimento, com um lancil pré-fabricado assente sobre betão de enchimento. A sua superfície é inclinada 1% para o interior do restabelecimento.



## 4.6 REGULAMENTARES

### 4.6.1 BARREIRAS DE SEGURANÇA RODOVIÁRIA

As barreiras de segurança na plena via foram dimensionadas de acordo com os critérios definidos no Manual de Aplicação do INIR relativo a “Sistemas de Retenção Rodoviários – Disposições Normativas”.

Foram consideradas barreiras de segurança com nível de segurança de retenção H2, largura de deformação W2 ( $\leq 0,80$  m) e nível de gravidade do embate do tipo “A”.

### 4.6.2 GABARIT

O “Gabarit” mínimo disponível é de 4,0 m, medido entre o limite da berma, no ponto mais desfavorável, e a face inferior da travessa do quadro.

## 4.7 CONDICIONAMENTOS CONSTRUTIVOS

Os condicionamentos construtivos são os que resultam da proximidade de estruturas existentes e de vias rodoviárias em serviço, sendo a sua consideração fundamental na conceção da obra e definição do faseamento construtivo.

Na definição da solução apresentada, foi tida em conta a necessidade de manter o IP8 em funcionamento. Assim, a solução desenvolvida permite a construção faseada da obra, através de processos construtivos correntes e económicos, de forma a não interromper a circulação no IP8.

## 4.8 CONDICIONAMENTOS RELATIVOS À DURABILIDADE E MANUTENÇÃO

Na definição dos materiais e recobrimentos das armaduras, foi considerado um período de vida útil de 100 anos.

## 4.9 CONDICIONAMENTOS DE SEGURANÇA E SAÚDE

A necessidade de conceber soluções que incorporem a prevenção de riscos está interiorizada por toda a equipa de projeto, no conhecimento das especificações do Caderno de Encargos, da legislação aplicável e dos documentos orientadores da IP.

## 5 DESCRIÇÃO E JUSTIFICAÇÃO DA SOLUÇÃO ESTRUTURAL PROPOSTA

### 5.1 PROLONGAMENTO DA PASSAGEM AGRÍCOLA

Após a análise do levantamento topográfico, estado de conservação, caracterização geométrica e capacidade estrutural da obra existente, e sua compatibilização com o traçado da ampliação do IP8, optou-se pela reabilitação e o reforço estrutural do quadro existente e o seu prolongamento, recorrendo a um quadro e muros de ala betonados *“in situ”*.

Para a construção do novo quadro, será necessário demolir os muros de ala localizados no sentido do prolongamento.

O quadro a construir apresenta uma abertura livre de 5 x 4,06 m (b x h), de forma a dar continuidade à abertura do quadro existente e será formado por montantes com 0,40 m, laje de fundo com espessura variável, e travessa superior com espessura variável transversalmente entre 0,40 m e 0,44 m, função da pendente do tabuleiro para escoamento das águas que é de 1,5%. Na ligação da travessa com montantes serão introduzidos esquadros com 0,55 m, fazendo variar a espessura desses elementos nessas zonas.

O quadro estende-se para o lado do prolongamento, para contenção dos aterros da via principal, através de muros de ala em betão armado betonado *“in situ”*.

Os muros têm uma altura variável e uma abertura de 15 gr com a diretriz do restabelecimento e uma secção transversal em forma de U, formada pelas paredes e pela laje de fundação. As paredes têm 0,35 m de espessura a partir da base até uma distância de 0,50 m do topo, onde passam a ter 0,20 m. A laje de fundação tem uma espessura variável.

Os muros de ala estão divididos em duas zonas, Zonas 1 e 2, em função da altura.

A Zona 1 corresponde às paredes de maior altura, superior a 3,0 m. A Zona 2 corresponde a muros com alturas inferiores.

A fundação de todas as peças estruturais é do tipo direto, através da laje de fundo para o quadro, e laje de fundação a unir as paredes dos muros.

O terreno de fundação consiste em materiais de aterro associados à construção do atual IP8 e dos respetivos caminhos paralelos. Face aos resultados obtidos nos ensaios de prospeção geotécnicos e as condições observadas no local, será feita a substituição de solos de fundação da ampliação, numa espessura de 1,0 m, por agregado britado de granulometria extensa, com características de Leito de Pavimento.

As juntas entre o quadro a construir e o quadro existente serão preenchidas por uma folha de aglomerado negro de cortiça e seladas através de um perfil hidroexpansivo. De forma a compatibilizar os deslocamentos verticais entre as duas obras, serão colocados ferrolhos ao nível das lajes superiores e de fundação, selados com ancoragem química na obra existente e encamisadas por um tubo em PVC na obra a construir.

Por sua vez, as juntas entre o quadro a construir e os muros de ala serão impermeabilizadas por uma junta *“water stop”*, preenchidas por uma folha de aglomerado negro de cortiça e seladas através de um perfil hidroexpansivo.

## 5.2 PASSAGEM AGRÍCOLA EM SERVIÇO

Tendo como base os projetos facultados por IP, datados de 1972, e partindo do princípio que no caso das passagens agrícolas não existiram projetos de substituição dada a semelhança aparente do projeto facultado com a obra construída, tendo como base os levantamentos de caracterização das obras existentes elaborados pela Subconcessão do Baixo Alentejo em 2010, o projeto desta PA corresponde ao projeto de execução da P.A. 18 ao km 24200 da Variante à EN 120 Grândola- Vila Nova de Mil Fontes (Prox) – Projeto (Sines 1º e 2º Lanço), datado de 1972 e da autoria do gabinete ASPA, Análise e Projectos Industriais, Lda.

A solução estrutural consiste num quadro em betão armado, betonado “in situ”, com secção transversal retangular oca, com 5,0 m de largura útil e 4,0 m de *gabarit* mínimo. A espessura dos montantes, travessa e laje de fundo á constante e igual a 0,5 m. Na união entre os montantes e a travessa existe um chanfro de 0,15 m.

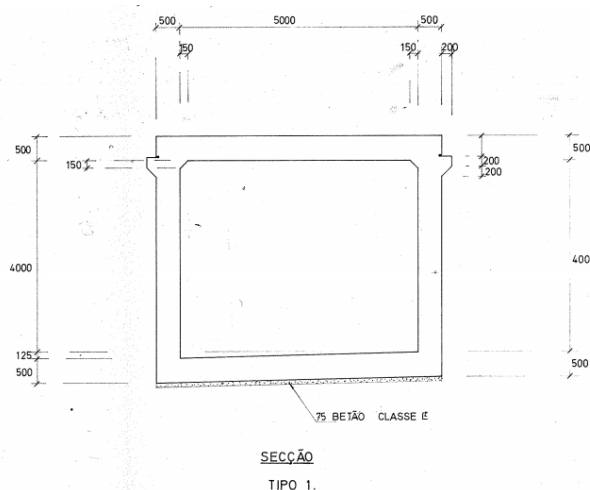


FIGURA 4 – CORTE TRANSVERSAL DA PA EM SERVIÇO

Os muros de ala são em betão armado, betonado “in situ”, de altura variável, que atualmente acompanham a cota do talude, no entanto estava previsto o talude iniciar 0,3 m abaixo do topo do muro. Os muros têm espessura variável, entre 0,60 m (espessura para a altura máxima) e 0,20 m no topo. A fundação é direta através de sapatas de espessura constante igual a 0,60 m e largura variável, entre 1,20 m e 3,50 m, em função da altura do muro. Entre os muros de ala e o quadro existem juntas de dilatação.

Na avaliação da capacidade resistente das estruturas a manter, verificou-se que a travessa do quadro não cumpre os critérios de segurança aos Estados Limites Últimos ao esforço transverso. A solução de reforço adotada consiste na construção de esquadros triangulares na ligação da travessa com os montantes, com 0,55 m de largura. Estes reforços serão em betão armado com recurso a microbetão.

## 5.3 TRABALHOS DE REABILITAÇÃO

No presente capítulo, definem-se as soluções de reabilitação, na estrutura em quadro betonado em funcionamento e nos muros de ala adjacentes, de forma a corrigir as patologias identificadas na inspeção e incrementar o período de vida útil da obra.

Em termos gerais, as patologias detetadas na estrutura são constituídas por:

- Zonas de segregação do betão;
- Zonas com fissuração do betão;
- Zonas com descasque/danos pontuais no betão com ou sem corrosão de armaduras;

Face ao detetado no local, estabelecem-se os seguintes trabalhos gerais com vista à reabilitação da estrutura existente, quando aplicável:

1. Remoção do terreno no interior da passagem agrícola, até atingir a laje de fundação do quadro existente e escavação até à cota da fundação do prolongamento a construir, na totalidade do comprimento;
2. Limpeza de toda a superfície, interior e exterior, com jato de água a pressão controlada nas duas estruturas;
3. Preparação da estrutura existente para implementar a ligação entre as 2 estruturas;
4. Marcação das zonas de betão danificado;
5. Identificação e caracterização de todas as fissuras a interencionar;
6. Reparação das fissuras (ver descrição abaixo);
7. Reparação dos danos no betão (ver descrição abaixo);
8. Reparação geral dos montantes e travessa do quadro em funcionamento e muros de ala adjacente, através da aplicação de produto passivante, seguido de barramento para selar porosidades (ver descrição abaixo).

#### 5.3.1 REPARAÇÃO DE DANOS NO BETÃO

Nas zonas de betão danificado, e onde foram identificados fenómenos de segregação, prevê-se a sua reparação com argamassas de formulação adequada, cuja aplicação será precedida da picagem superficial para saneamento das zonas a reabilitar e assegurar uma correta aderência entre materiais.

Durante as operações de reabilitação, sempre que se verifique a necessidade de tratamento das zonas de betão danificado, com ou sem de deteção de armaduras com indícios de corrosão, estabelece-se o seguinte procedimento, a adotar.

1. Delimitação das áreas de betão danificado, com indícios de segregação, ou com eventuais armaduras expostas a reparar;
2. Saneamento do betão (as eventuais armaduras a reparar devem ficar descobertas no mínimo 2 cm em toda a sua envoltória, para se poder garantir a correta decapagem e posterior proteção);
3. Decapagem das armaduras para remoção de toda a corrosão, por hidro-decapagem, até ao grau SA 2 ½, de acordo com a norma EN ISO 12944-4;
4. Aplicação de pintura de proteção das armaduras através de produto passivante adequado, aplicado com uma trincha em duas demãos;
5. Aplicação do mesmo produto como primário de aderência, aplicado fresco em fresco, seguido da argamassa de reparação estrutural não retrátil da classe R4, de acordo com a NP EN 1504.

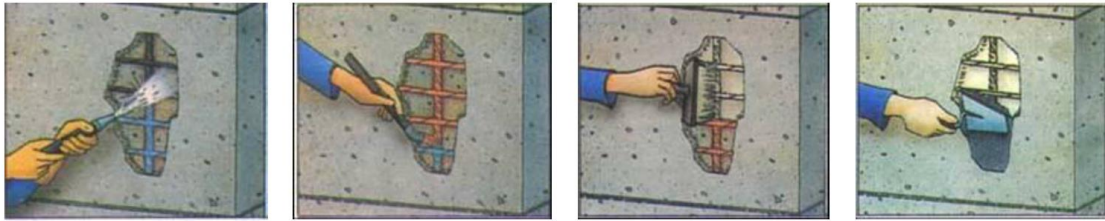


FIGURA 5 – ESQUEMAS TIPO DE REPARAÇÃO DO BETÃO.

### 5.3.2 REPARAÇÃO DE FISSURAS COM ABERTURA ENTRE 0.2 MM E 0.3 MM

Nas fissuras de menor expressão, com aberturas compreendidas entre 0.2 mm e 0.3 mm, prevê-se apenas a sua selagem superficial, devendo para tal ser seguido o seguinte procedimento de reparação:

1. Após a identificação e caracterização de todas as fissuras, estas deverão ser “avivadas” recorrendo a uma mó diamantada, para que seja perceptível a sua orientação;
2. Limpeza da fissura utilizando ar comprimido, devendo ser limpa do interior para o exterior;
3. Selagem superficial da fissura com produto para colagem estrutural, de acordo com os requisitos da norma NP EN 1504-4, à base de resina epoxi com cargas especiais, isento de solventes, tixotrópico.

### 5.3.3 REPARAÇÃO E INJEÇÃO DE FISSURAS COM ABERTURA SUPERIOR A 0.3 MM

Nas fissuras com abertura superior a 0.3 mm, valor limite regulamentar para a fissuração, face ao preconizado na NP EN 1992 para a classe de exposição ambiental em causa, prevê-se a sua total injeção para selagem e preenchimento, de acordo com o seguinte procedimento:

1. Após a identificação e caracterização de todas as fissuras com abertura superior a 0.3 mm, estas deverão ser “avivadas” recorrendo a uma mó diamantada, para que seja perceptível a sua orientação;
2. Execução de furação com broca, afastada da fissura metade da espessura de elemento a tratar e com inclinação entre 45° e 60° para que a fissura seja intersectada no seu eixo;
3. Limpeza da fissura e furos utilizando ar comprimido, a furação deverá ser limpa do interior para o exterior;
4. Após a limpeza, colocar nos furos os injetores, apropriados para a injeção com altas pressões;
5. Selagem superficial da fissura com produto para colagem estrutural, de acordo com os requisitos da norma NP EN 1504-4, à base de resina epoxi com cargas especiais, isento de solventes, tixotrópico;
6. Injeção das fissuras com fluido de injeção de baixa viscosidade, à base de resinas epóxi de elevada resistência e sem solventes, flexível e com grande poder de aderência ao betão (com declaração de desempenho de acordo com a EN 1504-5 - Injeção em betão).

### 5.3.4 REPARAÇÃO DA ARMADURA EXPOSTA, COM CORROSÃO

Nas zonas em que as armaduras se encontram expostas e corroídas, o intervalo de tempo entre o tratamento das armaduras e a betonagem deverá ser o menor possível, de forma a evitar o reaparecimento de corrosão e o procedimento a adotar é o seguinte

1. Decapagem das armaduras para remoção de toda a corrosão, por hidro-decapagem, até ao grau SA 2 ½, de acordo com a norma EN ISO 12944-4;
2. Aplicação de pintura de proteção das armaduras através de produto passivante adequado, aplicado com uma trincha em duas demãos;
3. Betonagem, da peça, respeitando as indicações do fabricante da pintura de proteção das armaduras.

#### 5.3.5 TRABALHOS DE REPARAÇÃO GERAL

A identificação das áreas a intervencionar encontra-se devidamente detalhada nas peças desenhadas do projeto, devendo, no entanto, ser realizada uma inspeção prévia à estrutura, por parte da Entidade Executante, com vista à marcação das áreas a reparar.

Após a decapagem do talude prevista nos trabalhos de plena via será efetuada a remoção dos elementos de impermeabilização na junta entre estruturas, caso existam. Após betonagem da nova estrutura e aplicação da pintura geral de impermeabilização do betão no tardo das estruturas a junta deverá ser refeita, através da sua selagem com material impermeabilizante (do tipo mástique elástico de poliuretano), seguido da aplicação de tiras de tela asfáltica aplicada a quente.

Nos montantes e travessa do quadro em funcionamento e muros de ala adjacentes, em que o recobrimento é da ordem dos 2 a 3 cm, regulamentar aquando da sua execução e onde se observam algumas zonas descasque do betão com exposição de armadura, deverá ser aplicado, na totalidade da área interior da estrutura, produto impregnante para proteção do aço no interior do betão, formando uma camada protetora na superfície do aço, retardando ou reduzindo a velocidade de corrosão. Posteriormente será materializado um barramento na ordem de 1-2 mm com argamassa de selagem de poros e nivelamento de superfícies, para selar porosidades .

Após a execução do aterro rodoviário, procede-se à selagem das juntas inacessíveis pelo tardo, pelo interior da estrutura.

Como acabamento final em toda a estrutura, preconiza-se a aplicação de pintura de proteção nos elementos aparentes, constituída por produto de revestimento acrílico aquoso elástico para proteção de betão.

#### 5.4 PROCESSOS CONSTRUTIVOS

Durante a execução dos trabalhos de prolongamento da PA 38-02, a via que se encontra sobre a obra em serviço estará aberta ao tráfego.

A Entidade Executante terá de apresentar um Planeamento dos Trabalhos antes do início dos mesmos, sujeito à aprovação da Fiscalização, com a indicação do faseamento construtivo, medidas de proteção, travamentos e escoramentos a executar na obra a demolir, equipamento a utilizar e sistema de remoção de entulhos, incluindo a respetiva justificação em termos de Segurança das estruturas.

O empreiteiro terá também de apresentar o Projeto de Escavação e de Contenções Provisórias, que terá de ser aprovado pela fiscalização, antes de se iniciarem os trabalhos de demolição.

O faseamento construtivo proposto encontra-se definido nas peças desenhadas e consiste no seguinte:

1. Montagem do estaleiro;
2. Limpeza geral, desmatação dos taludes e remoção de toda a vegetação na estrutura e envolvente;
3. Basculamento do tráfego do sentido Sines-Grândola para o lado oeste da via incluindo a instalação de barreiras de segurança e de sinalização provisórias.
4. Execução de contenção provisória do lado da duplicação do IP8 (lado este), de forma a garantir a estabilidade do aterro e a segurança da plena via.
5. Escavação do aterro rodoviário e demolição dos muros de ala e do tímpano do lado este, incluindo carga, transporte e depósito em vazadouro.
6. Escavação do terreno de fundação, numa espessura de 1,0 m e substituição do solo por agregado britado de granulometria extensa, com características de Leito de Pavimento
7. Regularização da base do terreno de fundação e colocação de betão de regularização.
8. Execução do quadro e dos muros de ala.
9. Instalação do sistema de drenagem no tardo dos muros e montantes novos e impermeabilização das superfícies em contacto com o terreno.
10. Aterro sobre a estrutura nova, desativação das ancoragens e demolição da contenção provisória.
11. Colocação das caleiras e das caixas de drenagem sobre os taludes.
12. Execução das passagens de fauna no interior da PA.
13. Conclusão do novo traçado do IP8 e do restabelecimento.
14. Colocação das barreiras de segurança na plena via, implantação, fornecimento e colocação de marcas rodoviárias, incluindo pré-marcação e conclusão da obra.

## 6 MATERIAIS ESTRUTURAIS

### 6.1 PROLONGAMENTO DA PASSAGEM AGRÍCOLA

Os materiais a utilizar são os indicados em seguida. Os valores correspondentes às respetivas características serão os constantes na NP EN 206-1 e no Eurocódigo 2.

#### 6.1.1 BETÃO

TABELA 2 – QUADRO DE MATERIAIS.

Elemento	Classe de Resistência	Classe de Exposição	Teor de Cloretos	Dmax (mm)	Classe Consist.	Rec. (cm)
Fundações de muros de contenção	C 25/30	XC2	Cl 0.20	D22	S3	5.0
Elementos estruturais e fundações pré-fabricadas	C 30/37	XC4	Cl 0.20	D22	S3	5.0
Regularização e enchimentos	C 16/20	X0	Cl 1.0			

#### 6.1.2 AÇO

- Aço para armaduras ordinárias da classe A500 NR SD de ductilidade especial de acordo com a especificação LNEC E455-2002 e E460-2002.

#### 6.1.3 CLASSIFICAÇÃO DAS ESTRUTURAS DE BETÃO

- Vida Útil da Estrutura (NP EN 206-1 - DNA 5.3.1): Categoria 5 (100 anos)
- Classe Estrutural (EC 2): S6
- Classe de Inspeção (NP EN 13670-1 – Quadro G.1): 2

### 6.2 PASSAGEM AGRÍCOLA EM SERVIÇO

Na avaliação estrutural realizada nas obras em serviço, foram adotados materiais equivalentes aos indicados no projeto de 1972, tendo em conta as características dos materiais descritas nos regulamentos da época e os ensaios realizados no âmbito deste projeto.

#### 6.2.1 BETÃO

##### - Classe de resistência:

- Betão B225 - REBA de 1967
  - Valor característico da tensão de rotura  $\geq 225 \text{ kgf/cm}^2 \approx 22,5 \text{ MPa}$
  - Tensão de segurança à compressão  $\sigma_{bs} = 85 \text{ kgf/cm}^2 \approx 8,5 \text{ MPa}$



- Módulo de elasticidade do betão  $E_b = 290000 \text{ kgf/cm}^2 \approx 29 \text{ GPa}$
- Ensaio de caracterização
  - Valor médio de tensão de rotura,  $f_{cm}$ , igual a 57,8 MPa
  - Valor médio do módulo de elasticidade, obtido em laboratório, foi de 43,4 GPa
- Betão B25 – REBAP
  - Valor característico da tensão de rotura,  $f_{ck} \geq 25 \text{ MPa}$
  - Tensão de cálculo à compressão  $\sigma_{bs} = 13,3 \text{ MPa}$
  - Módulo de elasticidade do betão  $E_{c,28} = 29 \text{ GPa}$

Com base nos resultados apresentados, no geral, adota-se conservativamente o betão B25.

**- Recobrimento:**

- REBA de 1967 – 2 cm para os elementos não protegidos.
- Considerado no projeto de 1972 - 3,0 cm em fundações, muros de contenção, laje de fundo, encontros e tabuleiro.
- Ensaio de caracterização – valor médio 26 mm com o mínimo de 20 mm.

## 6.2.2 Aço

- Aço A40T - REBA de 1967
  - Valor característico da tensão de rotura  $\geq 48 \text{ kgf/mm}^2 \approx 480 \text{ MPa}$
  - Valor característico da tensão de cedência  $\geq 40 \text{ kgf/mm}^2 \approx 400 \text{ MPa}$
  - Tensão de segurança à tração ou à compressão  $\sigma_{as} = 2400 \text{ kgf/cm}^2 \approx 240 \text{ MPa}$
  - Módulo de elasticidade do aço  $E_a = 2,1 \times 10^6 \text{ kgf/cm}^2 \approx 210 \text{ GPa}$
- Aço A400 – REBAP
  - Valor característico da tensão de rotura  $\geq 460 \text{ MPa}$
  - Valor característico da tensão de cedência  $\geq 400 \text{ MPa}$
  - Módulo de elasticidade do aço  $E_a = 200 \text{ GPa}$

Com base nos resultados apresentados foi adotado o aço A400.

## 7 VERIFICAÇÃO DA SEGURANÇA

### 7.1 PROLONGAMENTO DA PASSAGEM AGRÍCOLA

Os critérios de dimensionamento adotados baseiam-se nos Eurocódigos, tanto para a definição das ações como para os critérios de verificação da segurança estrutural. Apesar de se descreverem de forma sumária nos pontos seguintes, os mesmos estão descritos em detalhe no volume de Cálculos Justificativos que se considera o documento efetivo de referência para estas definições.

#### 7.1.1 QUANTIFICAÇÃO DAS AÇÕES

Para a determinação e quantificação das ações de dimensionamento consideram-se os critérios de avaliação de segurança preconizados pelas normas europeias e regulamentação nacional no omissa em relação à regulamentação europeia.

As referidas ações e seus valores característicos estão definidos em detalhe no volume de Cálculos Justificativos.

Foram devidamente consideradas todas as ações permanentes, variáveis e acidentais aplicáveis em termos regulamentares, nomeadamente:

- Peso Próprio;
- Restantes Cargas Permanentes;
- Retração e fluência do betão;
- Impulsos de terras em repouso e ativo;
- Sobrecargas Rodoviárias;
- Ação Sísmica.

#### 7.1.2 COMBINAÇÕES DE AÇÕES

As combinações de ações baseiam-se nas regras dispostas no anexo A2 (2005) da NP EN 1990:2009, para o dimensionamento do quadro e nas prescrições da NP EN 1997-1:2010, para o dimensionamento dos muros de ala. As combinações de ações consideradas foram descritas em detalhe no volume de Cálculos Justificativos.

Para o dimensionamento dos quadros, foram consideradas as seguintes combinações de ações:

- Combinações fundamentais;
- Combinações acidentais;
- Combinações características;
- Combinações frequentes;
- Combinações quase permanentes;

Os coeficientes parciais de segurança aplicados são os definidos na NP EN1990.

No dimensionamento dos muros de ala, adotou-se a Abordagem de Cálculo 1 do Anexo Nacional do EC7 e foram consideradas as seguintes combinações de ações:

- Combinação para a verificação do estado limite último de perda de equilíbrio (EQU);
- Combinação para a verificação do estado limite último de rotura estrutural e de perda de capacidade do terreno (STR e GEO);
- Combinações frequentes;
- Combinações quase permanentes.

Os coeficientes parciais de segurança aplicados são os definidos no Anexo A da NP EN1997-1.

### 7.1.3 CRITÉRIOS UTILIZADOS NA VERIFICAÇÃO DA SEGURANÇA

A análise das estruturas que compõem o prolongamento da passagem agrícola, submetida às ações regulamentares, foi efetuada por métodos matemáticos realizados em computador, através de programas de cálculo estruturais automáticos, em que se modelam as estruturas e a partir dos quais se determinam os esforços atuantes para as várias ações.

Os esforços resistentes são, em geral, determinados a partir de folhas de cálculo ou, em alternativa, a partir de programas de cálculo automático.

Verifica-se a segurança dos elementos estruturais em relação aos estados limites últimos de rotura e aos estados limites de utilização, de acordo com os critérios detalhadamente descritos no volume dos Cálculos Justificativos.

#### 7.1.3.1 ESTADOS LIMITES ÚLTIMOS

A verificação da segurança ao equilíbrio das obras geotécnicas e a capacidade resistente do solo de fundação é realizada cumprindo as disposições da NP EN 1997-1:2010.

A verificação da segurança aos estados limites últimos dos elementos de betão armado é efetuada de acordo com as disposições da NP EN 1992-1-1:2010 e NP EN 1992-2:2008.

#### 7.1.3.2 ESTADOS LIMITES DE FENDILHAÇÃO

De acordo com a cláusula 7.3.1 da NP EN 1992-2:2008, a verificação da segurança em relação ao estado limite de fendilhação considera-se satisfeita se o valor característico da largura de fendas, ao nível das armaduras mais tracionadas, não exceder os valores indicados no quadro seguinte:

TABELA 3 – VALORES MÁXIMOS DA LARGURA DE FENDAS EM FUNÇÃO DA CLASSE DE EXPOSIÇÃO.

Classe de Exposição	Combinação de ações quase-permanente		Combinação frequente de ações
	Betão Armado	Betão Pré-esforçado	Betão Pré-esforçado
X0, XC1	0,3	0,3	0,2
XC2, XC3, XC4	0,3	Descompressão	0,2
XD1, XD2, XD3, XS1, XS2, XS3	0,3	Descompressão	Descompressão

### 7.1.3.3 ESTADOS LIMITES DE DEFORMAÇÃO

Na definição dos critérios de verificação aos estados limites de deformação das passagens agrícolas, foram adotados os limites utilizados nas obras de nó que fazem parte do projeto.

Ainda assim, estabeleceu-se o critério de garantir que a flecha a longo prazo (após fluência), calculada para combinações frequentes de ações não excede  $L / 400$ .

### 7.1.3.4 VERIFICAÇÃO DA SEGURANÇA DAS FUNDAÇÕES

Na verificação da segurança das fundações utiliza-se a NP EN 1997-1:2010 (EC7), juntamente com a NP EN 1998-5:2010.

É verificado o estado limite último de rotura interna dos elementos de fundação ou rotura do terreno (STR/GEO), comparando os valores de cálculo dos efeitos das ações ( $E_d$ ) com os valores de cálculo das capacidades resistentes ( $R_d$ ):

$$E_d \leq R_d$$

Conforme estabelecido no Anexo Nacional do EC7, adotou-se a Abordagem de Cálculo 1.

## 7.2 PASSAGEM AGRÍCOLA EM SERVIÇO

Os critérios de dimensionamento e de verificação estrutural baseiam-se no RSAEEP e no REBAP. Nos pontos seguintes, descrevem-se de forma sucinta os critérios adotados. Os mesmos estão definidos em detalhe no volume de Cálculos Justificativos que se considera o documento efetivo de referência para estas definições.

### 7.2.1 QUANTIFICAÇÃO DAS AÇÕES

Para a determinação e quantificação das ações de dimensionamento consideraram-se os critérios de avaliação de segurança preconizados no RSAEEP.

Foram devidamente consideradas todas as ações permanentes, variáveis e sísmicas aplicáveis em termos regulamentares, nomeadamente:

- Peso Próprio;

- Restantes Cargas Permanentes;
- Retração e fluência do betão;
- Impulsos de terras em repouso e ativo:
- Sobrecargas Rodoviárias;
- Ação Sísmica.

### 7.2.2 COMBINAÇÕES DE AÇÕES

As combinações de ações baseiam-se nas regras dispostas no Capítulo II do RSAEEP. As combinações de ações consideradas foram descritas em detalhe no volume de Cálculos Justificativos.

Para o dimensionamento dos quadros, foram consideradas as seguintes combinações de ações:

- Combinações fundamentais;
- Combinações sísmicas;
- Combinações raras;
- Combinações frequentes;
- Combinações quase permanentes;

Os coeficientes parciais de segurança aplicados são os definidos no RSAEEP.

### 7.2.3 CRITÉRIOS UTILIZADOS NA VERIFICAÇÃO DA SEGURANÇA

A verificação estrutural das estruturas existentes foi efetuada por métodos matemáticos realizados em computador, através de programas de cálculo estruturais automáticos, em que se modelam as estruturas e a partir dos quais se determinam os esforços atuantes para as várias ações.

Os esforços resistentes são, em geral, determinados a partir de folhas de cálculo ou, em alternativa, a partir de programas de cálculo automático.

Verifica-se a segurança dos elementos estruturais em relação aos estados limites últimos de rotura e aos estados limites de utilização, de acordo com os critérios detalhadamente descritos no volume dos Cálculos Justificativos.

#### 7.2.3.1 ESTADOS LIMITES ÚLTIMOS

A segurança em relação aos estados limites últimos de resistência é verificada, determinando-se os esforços que resultam das combinações apresentadas e comparando-os com os esforços resistentes nas secções correspondentes, determinados segundo o REBAP e EC2 para estruturas de betão armado.

#### 7.2.3.2 ESTADOS LIMITES DE DEFORMAÇÃO

Considera-se satisfeita a verificação da segurança em relação aos estados limites de deformação para elementos de betão armado, de acordo com o REBAP, se não for excedida, para combinações frequentes de acções, a seguinte flechas,  $\delta_v$  (sendo  $l$  o vão do elemento em consideração):

- Lajes e vigas e em betão armado:  $\delta_v < l/400$
- Consolas em betão armado:  $\delta_v < l/200$

Lisboa, 15 de dezembro 2023

**EDGAR CARDOSO, LABORATÓRIO DE ESTRUTURAS LDA**