



**“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

**P06 – OBRAS DE ARTE DO TIPO PASSAGENS SUPERIORES E
OBRA DE ARTE DOS NÓS**

P6.4 – PASSAGEM SUPERIOR PS29-01

REVISÃO 02

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

**P06 – OBRAS DE ARTE DO TIPO PASSAGENS SUPERIORES E
OBRA DE ARTE DOS NÓS**

P6.4 – PASSAGEM SUPERIOR PS29-01

REVISÃO 02

MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA

RVGR-PE-T2-P64-MD-R02					
Versão	Data	Elaborou	Verificou	Aprovou	Descrição de Alterações
00	2023.12.15	DMM	MEG	FMV	Primeira entrega
01	2024.04.24	DMM	MEG	FMV	Revisão geral
02	2024.06.17	DMM	MEG	FMV	Resposta aos comentários da IP de 2024.06.14.

**“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 02
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 43-01

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
P7.30 – PH47-01

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 02**

**P06 – OBRAS DE ARTE DO TIPO PASSAGENS SUPERIORES E
OBRA DE ARTE DOS NÓS**

P6.4 – PASSAGEM SUPERIOR PS29-01

ÍNDICE

PEÇAS ESCRITAS

RVGR-PE-T2-P64-MD-R02	MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA
RVGR-PE-T2-P64-CJ-R02	CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS
RVGR-PE-T2-P64-EGG-R01	ESTUDO GEOLOÓGICO E GEOTÉCNICO

PEÇAS DESENHADAS

RVGR-PE-T2-P64-00-R02	ESBOÇO COROGRÁFICO. PLANTA DE LOCALIZAÇÃO
RVGR-PE-T2-P64-01-R02	IMPLANTAÇÃO E GEOMETRIA DO TRAÇADO. PLANTA DE IMPLANTAÇÃO E PERFIS LONGITUDINAIS.
RVGR-PE-T2-P64-02-R02	IMPLANTAÇÃO E LOCALIZAÇÃO DAS SONDAGENS.
RVGR-PE-T2-P64-03-R02	CONJUNTO. PLANTA E ALÇADO.
RVGR-PE-T2-P64-04-R02	DIMENSIONAMENTO GERAL. PLANTA DE FUNDAÇÕES E CORTE LONGITUDINAL.
RVGR-PE-T2-P64-05-R02	ENCONTRO E1. FOLHA 1/2.
RVGR-PE-T2-P64-06-R02	ENCONTRO E1. FOLHA 2/2.
RVGR-PE-T2-P64-07-R02	ENCONTRO E2. FOLHA 1/2.
RVGR-PE-T2-P64-08-R02	ENCONTRO E2. FOLHA 2/2.

RVGR-PE-T2-P64-09-R02	DIMENSIONAMENTO. PILARES E TABULEIRO.
RVGR-PE-T2-P64-10-R02	BETÃO ARMADO. ENCONTRO E1. FOLHA 1/2.
RVGR-PE-T2-P64-11-R02	BETÃO ARMADO. ENCONTRO E1. FOLHA 2/2.
RVGR-PE-T2-P64-12-R02	BETÃO ARMADO. ENCONTRO E2. FOLHA 1/2.
RVGR-PE-T2-P64-13-R02	BETÃO ARMADO. ENCONTRO E2. FOLHA 2/2.
RVGR-PE-T2-P64-14-R02	BETÃO ARMADO. PILARES.
RVGR-PE-T2-P64-15-R02	VIGAS PRÉ-FABRICADAS. DIMENSIONAMENTO E BETÃO ARMADO. FOLHA 1/3.
RVGR-PE-T2-P64-16-R02	VIGAS PRÉ-FABRICADAS. DIMENSIONAMENTO E BETÃO ARMADO. FOLHA 2/3.
RVGR-PE-T2-P64-17-R02	VIGAS PRÉ-FABRICADAS. DIMENSIONAMENTO E BETÃO ARMADO. FOLHA 3/3.
RVGR-PE-T2-P64-18-R02	VIGAS PRÉ-FABRICADAS. ARMADURA ACTIVA. FOLHA 1/2.
RVGR-PE-T2-P64-19-R02	VIGAS PRÉ-FABRICADAS. ARMADURA ACTIVA. FOLHA 2/2.
RVGR-PE-T2-P64-20-R02	PRÉ-LAJES. DIMENSIONAMENTO E BETÃO ARMADO.
RVGR-PE-T2-P64-21-R02	TABULEIRO. BETÃO ARMADO. FOLHA 1/3.
RVGR-PE-T2-P64-22-R02	TABULEIRO. BETÃO ARMADO. FOLHA 2/3.
RVGR-PE-T2-P64-23-R02	TABULEIRO. BETÃO ARMADO. FOLHA 3/3.
RVGR-PE-T2-P64-24-R02	TABULEIRO. ARMADURA ACTIVA. FOLHA 1/2.
RVGR-PE-T2-P64-25-R02	TABULEIRO. ARMADURA ACTIVA. FOLHA 2/2.
RVGR-PE-T2-P64-26-R03	FASEAMENTO CONSTRUTIVO. FASE 1.
RVGR-PE-T2-P64-27-R02	FASEAMENTO CONSTRUTIVO. FASE 2.
RVGR-PE-T2-P64-28-R02	FASEAMENTO CONSTRUTIVO. FASES 3 A 5.
RVGR-PE-T2-P64-29-R02	FASEAMENTO CONSTRUTIVO. FASES 6 E 7.
RVGR-PE-T2-P64-30-R02	FASEAMENTO CONSTRUTIVO. FASE 8.
RVGR-PE-T2-P64-31-R02	FASEAMENTO CONSTRUTIVO. FASE 9.
RVGR-PE-T2-P64-32-R02	PORMENORES. FOLHA 1/3.
RVGR-PE-T2-P64-33-R02	PORMENORES. FOLHA 2/3.
RVGR-PE-T2-P64-34-R02	PORMENORES. FOLHA 3/3.

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO	8
2	ELEMENTOS BASE	10
3	NORMAS E LEGISLAÇÃO APLICÁVEL	11
4	CONDICIONAMENTOS E REQUISITOS	12
4.1	CONDICIONAMENTOS RODOVIÁRIOS	12
4.2	CONDICIONAMENTOS TOPOGRÁFICOS	13
4.3	CONDICIONAMENTOS GEOLÓGICOS E GEOTÉCNICOS	13
4.3.1	CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA	13
4.3.2	ZONAMENTO GEOTÉCNICO	13
4.3.3	PARÂMETROS GEOTÉCNICOS	14
4.4	CONDICIONAMENTOS HIDRÁULICOS E DE DRENAGEM	14
4.5	SERVIÇOS AFETADOS	15
4.6	REGULAMENTARES	15
4.6.1	BARREIRAS DE SEGURANÇA RODOVIÁRIA	15
4.6.2	PASSEIOS/PASSADIÇOS	15
4.6.3	GUARDA-CORPOS	16
4.6.4	GABARIT	16
4.7	CONDICIONAMENTOS CONSTRUTIVOS	16
4.8	CONDICIONAMENTOS RELATIVOS À DURABILIDADE	16
4.9	CONDICIONAMENTOS DE SEGURANÇA E SAÚDE	16
5	DESCRIÇÃO E JUSTIFICAÇÃO DA SOLUÇÃO ESTRUTURAL PROPOSTA	17
5.1	TABULEIRO	17
5.2	PILARES	17
5.3	ENCONTROS	17
5.4	LAJES DE TRANSIÇÃO	18
5.5	PROCESSO CONSTRUTIVO	18
5.6	PROCESSO DE DEMOLIÇÃO DA OBRA A SUBSTITUIR	18
6	MATERIAIS ESTRUTURAIS	21
6.1	BETÃO	21
6.2	AÇO	21

6.3	CLASSIFICAÇÃO DAS ESTRUTURAS DE BETÃO.....	21
7	ACABAMENTOS	22
8	VERIFICAÇÃO DA SEGURANÇA	23
8.1	QUANTIFICAÇÃO DAS AÇÕES	23
8.2	COMBINAÇÕES DE AÇÕES	23
8.3	CRITÉRIOS UTILIZADOS NA VERIFICAÇÃO DA SEGURANÇA.....	24
8.3.1	ESTADOS LIMITES ÚLTIMOS	24
8.3.2	ESTADOS LIMITES DE UTILIZAÇÃO	24
8.3.3	VERIFICAÇÃO DA SEGURANÇA DAS FUNDAÇÕES	25

ÍNDICE FIGURAS

FIGURA 1 - LOCALIZAÇÃO DA PS 29-01 SOBRE A CARTA MILITAR.....	8
---	---

ÍNDICE TABELAS

TABELA 1 – PARÂMETROS GEOTÉCNICOS PROPOSTOS.....	14
TABELA 2 – QUADRO DE MATERIAIS	21
TABELA 3 – VALORES MÁXIMOS DA LARGURA DE FENDAS EM FUNÇÃO DA CLASSE DE EXPOSIÇÃO.....	24

1 INTRODUÇÃO

O presente documento corresponde à memória descritiva e justificativa do projeto de execução de uma passagem superior, denominada PS 29-01, incluída no Trecho 2 (entre o pk 26+850 e o pk 48+304) do projeto geral de Aumento de Capacidade do IP8 (A26) – Ligação entre Sines e a A2, Lanço IP8 entre Roncão e Grândola.

Trata-se de uma passagem superior localizada ao km 29+891,739 do IP8/IC33, inserida no Nó de Roncão (Nó 4), permitindo o cruzamento desnivelado deste com a via principal. A intersecção das diretrizes faz-se ao km 0+185,937 do restabelecimento 29-1, com um viés de 99,967 grados.

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

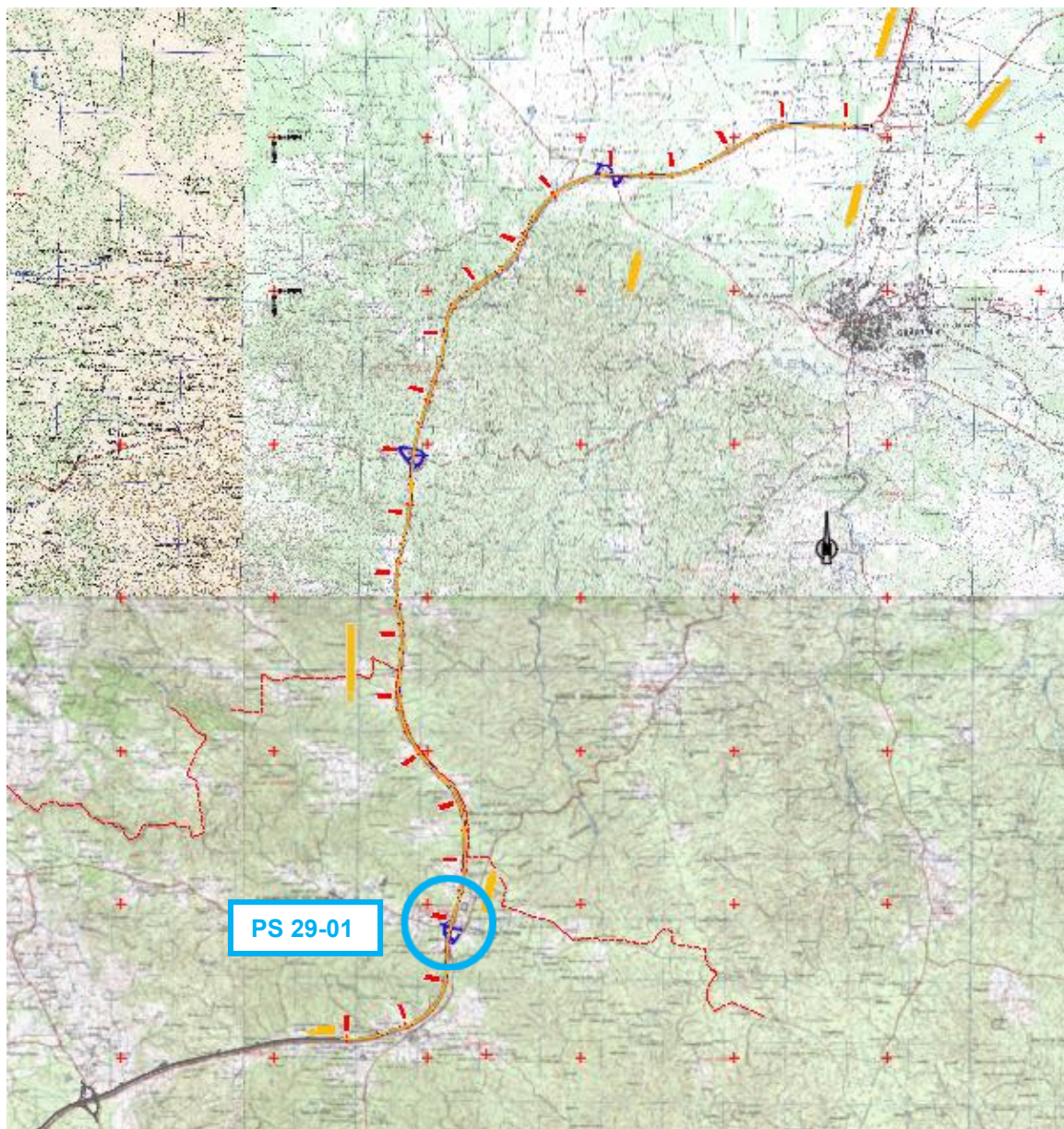


FIGURA 1 - LOCALIZAÇÃO DA PS 29-01 SOBRE A CARTA MILITAR

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 de 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 de 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 adotadas para a passagem inferior em análise, bem como os materiais e acabamentos especificados e os critérios utilizados nas verificações de segurança.

2 ELEMENTOS BASE

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

- 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

Foram adotados os critérios de verificação da segurança preconizados na regulamentação portuguesa de estruturas.

Os Eurocódigos integram a maioria das normas e recomendações existentes, pelo que foram considerados como as principais diretivas para definição de ações e critérios de dimensionamento.

Assim, no desenvolvimento dos estudos e projetos foi observado o estipulado na seguinte regulamentação:

a) Normas Europeias e Eurocódigos Estruturais (utilizar a versão em vigor):

- 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.

b) 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.

c) 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 da presente passagem inferior, 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.

As obras acompanham e respeitam 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= -44 619,178 e P= -175 375,271.

Em termos de perfil transversal, o trecho 2 do IP8, na PS 29-01 (Nó de Roncão) 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

O perfil transversal do restabelecimento 38-1 tem as seguintes características:

- Faixa de rodagem (sentido S. Francisco da Serra – Cruz de João Mendes) = 4,00 m
- Faixa de rodagem (sentido Cruz de João Mendes - S. Francisco da Serra) = Var.
- Berma exterior (sentido S. Francisco da Serra – Cruz de João Mendes)..... = 0,50 m
- Berma interior (sentido Cruz de João Mendes - S. Francisco da Serra) = 1,00 m
- TOTAL = 5,50 m + Var.

No perfil transversal do tabuleiro, foi ainda acrescentado um passeio com 1,035 m de largura no sentido S. Francisco da Serra – Cruz de João Mendes e um passeio com 2,00 m de largura no outro sentido.

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 de cada 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 GEO2E, com data de dezembro 2023, seguindo-se uma breve transcrição desse estudo, desenvolvido especificamente para a PS 29-01.

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 superior em estudo interfere com a seguinte unidade litoestratigráfica:

- *Paleozóico:*
 - *Carbónico:*
 - ***H_{Mt} – 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 5 (ZG5)

A Zona Geotécnica 5 corresponde aos materiais de aterro detetados na sondagem S15 até cerca dos 3,5m de profundidade. Sobre estes materiais foram realizados dois ensaios SPT tendo-se obtido valor de N_{SPT} de 13 e 21.

4.3.2.2 ZONA GEOTÉCNICA 4 (ZG4)

A Zona Geotécnica 4, corresponde aos solos residuais à Formação de Mértola (H_{MT}) detetados na sondagem S14, entre os 0,0 e 3,5m, com valores de N_{SPT} inferiores a 25. Sobre estes materiais foram realizados 2 ensaios SPT, tendo-se obtido valores compreendidos entre 16 e 24 pancadas.

4.3.2.3 ZONA GEOTÉCNICA 3 (ZG3)

A Zona Geotécnica 3 corresponde aos solos residuais à Formação de Mértola (H_{MT}) detetados na sondagem S14 e S15, entre os 3,5 e 5,0m e entre os 3,5 e 6,5m, respetivamente. Com valores de N_{SPT} compreendidos entre 38 e 48.

4.3.2.4 ZONA GEOTÉCNICA 2 (ZG2)

A Zona Geotécnica 2, corresponde ao maciço xistento decomposto recuperado como solo silto-argiloso a silto-arenoso. Este horizonte foi detetado nas sondagens S14 e S15, a partir dos 5,0m e 6,5m, respetivamente. Sobre estes materiais foram realizados 9 ensaios SPT, tendo-se obtido sistematicamente a “nega”.

4.3.2.5 ZONA GEOTÉCNICA 1 (ZG1)

A Zona Geotécnica 1 corresponde ao maciço xisto-grauvácico muito a medianamente alterado, com fraturação F4-5 a F5 e com valores de RQD entre 0 e 20%, com passagens decompostas. Estes materiais foram detetados unicamente na sondagem S12, a partir dos 0,5m de profundidade.

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}	γ (kN/m ³)	ϕ' (°)	C' (kPa)	E (MPa)
ZG5	Materiais de Aterro (At)	13 a 21	19	33	0	25
ZG4	Solos residuais xistentos	16 a 24	19	30	5	20
ZG3	Solos residuais xistentos	38 a 48	20	33	10	30
ZG2	Maciço xistento decomposto	>60	22	38	10	250
ZG1	Maciço xisto-grauvácico muito a medianamente alterado	-	24	50	30	360

4.4 CONDICIONAMENTOS HIDRÁULICOS E DE DRENAGEM

Foram tidos em consideração os condicionamentos que decorrem da natural necessidade de garantir a adequada drenagem das águas incidentes no tabuleiro ou que a ele afluem, bem como no tardo de estruturas de contenção e encontros.

O tabuleiro é dotado dos dispositivos de drenagem necessários para evitar que se formem sobre ele toalhas de água nocivas tanto à conservação como à circulação rodoviária.

4.5 SERVIÇOS AFETADOS

Os serviços afetados estão incluídos no Volume PE4.3 – Serviços afetados, e listam os diversos serviços e infraestruturas que poderão ser afetados com a realização da obra.

No local de implantação da obra, existe uma passagem hidráulica que irá ser demolida e que será substituída por uma nova passagem, a construir a cerca de 3 m de distância da existente. A localização prevista para a nova PH não interfere com as fundações nem com a superestrutura da PS.

Nos passeios desta Obra de Arte são contempladas tubagens para futuros serviços, tendo sido adotados em ambos os passeios 3 tubos de PVC Ø110, 1 tritubo de PVC Ø40 e um tubo Ø125.

Foi também colocado um tubo Ø63 ao longo do passeio com candeeiros, para a instalação dos cabos de alimentação de energia.

4.6 REGULAMENTARES

4.6.1 BARREIRAS DE SEGURANÇA RODOVIÁRIA

As barreiras de segurança 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 do tipo “ASC-H2P30-SPM (A1)”, com nível de segurança de retenção H2 e largura de deformação W2 ($\leq 0,80$ m). A altura do passeio é compatível com as barreiras de segurança consideradas.

4.6.2 PASSEIOS/PASSADIÇOS

Por se tratar de uma Passagem Superior, será construído um passeio técnico no sentido “S. Francisco da Serra – Cruz de João Mendes”, com, aproximadamente 0,70 m de largura, acrescido de largura para a instalação de candeeiros, garantido a largura de deformação da barreira de segurança de 0,80 m.

Este passeio é sobrelevado em relação à face superior do tabuleiro, preenchido com betão de agregados leves entre o lancil de apoio da guarda de segurança e a viga de bordadura pré-fabricada e a sua superfície é inclinada 2% para o interior dos tabuleiros. As dimensões do passeio estão compatibilizadas com a deformação estimada para as barreiras de segurança.

No sentido “Cruz de João Mendes - S. Francisco da Serra”, será construído um passeio com uma largura útil de 2,00 m, o que permite garantir a largura de deformação da barreira de segurança de 0,80 m.

Este passeio será também sobrelevado em relação à face superior do tabuleiro e preenchido com betão de agregados leves. Será revestido com pavê em blocos de betão, inclinados 1,5 % para o interior do tabuleiro, idênticos aos que serão utilizados ao longo do traçado.

4.6.3 GUARDA-CORPOS

Foram adotados guarda-corpos com 1,10m de altura e que cumprem o disposto na NP 4491-2009 e especificação LNEC E 470-2005.

Para reforçar a segurança dos peões que circulam nos passeios, será instalada, atrás das barreiras de segurança, uma vedação em rede, com 1,5 m de altura.

4.6.4 GABARIT

O “Gabarit” mínimo disponível é de 5,62 m, superior ao mínimo a garantir de 5,50 m, medido entre o limite da berma, no ponto mais desfavorável, e a face inferior do tabuleiro.

4.7 CONDICIONAMENTOS CONSTRUTIVOS

Os condicionamentos construtivos são os que resultam da proximidade de estruturas existentes, vias rodoviárias em serviço, ou resultantes da geometria da própria obra, respetiva altura ao solo ou outros aspetos, sendo a sua consideração fundamental na conceção da obra e definição do faseamento construtivo.

Na definição da solução apresentada, foi tida em conta a proximidade ao atual IP8 e demais vias em serviço e a necessidade de manter aquelas vias em funcionamento ou definir caminhos alternativos.

A solução desenvolvida recorre a processos construtivos correntes, económicos e que permitem manter a circulação rodoviária na via, com desvios de tráfego quando necessário.

Foi desenvolvida uma solução em betão armado betonado com vigas pré-fabricadas de modo a minimizar os constrangimentos na circulação no IP8, pois esta solução, além de ser mais rápida de executar do que soluções com tabuleiros betonados “in situ”, só pontualmente é que recorre a cimbramentos ao solo.

4.8 CONDICIONAMENTOS RELATIVOS À DURABILIDADE

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

A passagem superior desenvolve-se no restabelecimento 29-1 do Nó de Roncão (Nó 4), entre os kms 0+152,237 e 0+219,637, permite o cruzamento desnivelado deste com a via principal com um viés de 99,967 gr, tem uma extensão total de 67,40 m e um gabarito mínimo de 5,50 m.

A obra de arte, em betão armado pré-esforçado, é formada por um tabuleiro e 3 vãos contínuos, rigidamente ligados aos pilares, apoiados sobre os encontros (com um vão central de 33,40 m e vãos de extremidade com 17,0 m). O tabuleiro será parcialmente pré-fabricado com recurso a vigas em “U” e pré-lajes, e pré-esforçado longitudinalmente.

5.1 TABULEIRO

O tabuleiro, com 13,05 m de largura, é constituído por dois alinhamentos de vigas pré-fabricadas do tipo “U” com 1,40 m de altura, sobre as quais assentam pré-lajes colaborantes, com 0,08 m de espessura, completadas por uma camada de betão betonado “in situ” com espessura variável. Sobre as vigas, a laje tem uma espessura constante, igual a 0,30 m e entre as vigas a espessura da laje varia entre 0,30 m e 0,33 m. O afastamento entre o eixo longitudinal das vigas é de 6,25 m.

As consolas têm uma espessura variável, sendo a espessura à nascença igual a 0,30 m e no topo de 0,20 m e um vão variável entre 1,90 m e 2,00m.

Nas extremidades do tabuleiro, junto aos encontros, existem carlingas de altura variável para acompanhar a inclinação do tabuleiro, com mínimo de 2,00 m e largura constante de 1,00 m.

5.2 PILARES

Os pilares estão monoliticamente ligados ao tabuleiro e são constituídos por fustes de ϕ 1,20 m, afastados de 6,25 m, centrados com as nervuras e fundam a cerca de 3 m de profundidade abaixo da cota do terreno natural, através de sapatas de fundação. Em cada eixo transversal de pilar, existe uma sapata contínua que transmite os esforços dos dois pilares deste eixo ao terreno de fundação.

As sapatas têm a forma de um paralelepípedo, com dimensões em planta de 5,00 m \times 11,25 m e com 1,50 m de altura.

5.3 ENCONTROS

Os encontros são constituídos por viga de estribo, com secção de 1,75 m \times 1,70 m, que serve de apoio ao tabuleiro, ligada às fundações através de dois fustes de espessura constante igual a 0,60 m e largura variável com o mínimo de 1,70 m e máximo de 3,25 (no Encontro E1) e 4,05 m (no Encontro E2).

A fundação de ambos os encontros é direta, através de sapatas em forma de um paralelepípedo. No encontro E1 a sapata apresenta dimensões de 9,50 m \times 6,50 m \times 1,60 m. No encontro E2 a sapata apresenta dimensões de 9,50 m \times 7,05 m \times 1,60 m. Para contenção de terras, em ambos os extremos do encontro existem consolas laterais.

A ligação do tabuleiro aos encontros será com aparelhos de apoio, de forma a permitir o livre deslocamento do tabuleiro na direção longitudinal. Os aparelhos de apoio são do tipo panela, unidirecionais, permitindo o livre deslocamento segundo a direção longitudinal e fixos na direção transversal.

5.4 LAJES DE TRANSIÇÃO

As lajes de transição de ambos os lados da obra de arte terão uma espessura de 0,25 m e são articuladas no apoio à consola saliente das faces de tardo das vigas estribo. Em planta, a área das lajes de transição corresponde à delimitada pelas faixas de rodagem acrescidas das bermas conforme perfil transversal definido anteriormente e pelo seu comprimento, que é de 5 metros.

5.5 PROCESSO CONSTRUTIVO

A PS 29-01 irá substituir uma passagem superior, que se encontra muito próxima, e que será demolida. Na definição do processo construtivo, foi necessário prever o escoamento do tráfego que circula no IP8 e no restabelecimento que passa pela obra a demolir. A demolição desta obra só será feita depois da execução do restabelecimento sobre a PS. O processo construtivo permite a circulação do IP8 se necessidade de recorrer a basculamento de 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.

A Entidade Executante 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 para a construção da obra nova encontra-se definido nas peças desenhadas e nos Cálculos Justificativos:

Quando a PS estiver executada e o restabelecimento estiver construído sobre a obra de arte, o tráfego que circula sobre a obra existente será desviado para o novo traçado e a obra a substituir será demolida. Posteriormente, o aterro antigo será escavado, nas zonas em que não é necessário para o novo traçado.

5.6 PROCESSO DE DEMOLIÇÃO DA OBRA A SUBSTITUIR

Os trabalhos de demolição previstos deverão revestir-se de especial cuidado pelos riscos que lhe estão associados.

Os trabalhos de demolição só poderão ter início depois de assegurado que:

- A área de demolição está sinalizada e vedada;
- Eventuais zonas perigosas para lá da vedação estão protegidas com barreiras;
- Os elementos devem ser escorados antes de se começarem os trabalhos de demolição.

- O estado de conservação da obra deverá ser inspecionado, de modo a identificar possíveis mecanismos de instabilidade durante a demolição.
- Sempre que os trabalhadores tenham de atuar em locais que apresentem riscos de queda, devem esses mesmos locais ter proteções coletivas, como guarda-corpos e palas de proteção. Na sua impossibilidade, ou tratando-se de trabalhos excepcionais, de duração tão curta que tiram sentido à instalação de proteções coletivas, devem utilizar-se cintos de segurança e arneses de proteção, entre outros equipamentos.

Para as demolições, deverá ser seguido o seguinte processo de execução:

1. Delimitação e vedação do estaleiro e de uma zona de segurança junto à obra.
2. Basculamento do tráfego para um dos sentidos do IP8. Nesta fase, a circulação far-se-á, nos dois sentidos, de forma alternada numa só via.
3. Escoramento do tabuleiro, com a colocação de um apoio a meio vão e sobre a via do IP8 encerrada ao tráfego.
4. Demolição do tabuleiro sobre a via do IP8 encerrada ao tráfego, dos pilares e respetivas fundações.
5. Aterro e reposição do pavimento na via encerrada ao tráfego.
6. Abertura da via anteriormente encerrada e basculamento do tráfego.
7. Escoramento e demolição do tabuleiro, dos pilares e respetivas fundações em falta.
8. Aterro e reposição do pavimento na via encerrada ao tráfego.
9. Abertura das vias nos dois sentidos.
10. Demolição dos encontros.

Nos trabalhos de demolição, deverão ser seguidos os seguintes princípios:

- O processo de demolição deverá ser faseado, não devendo ser demolido nenhum elemento estrutural sem que antes tenham sido retiradas as ações nele aplicadas, ou recorrendo a escoramentos provisórios que garantam a sua estabilidade.
- A execução de trabalhos em simultâneo não poderão sobrepor-se fisicamente.
- Não é permitido lançar ou deixar cair materiais. Sempre que necessário, os resíduos deverão ser retirados com recurso a meios mecânicos de elevação.
- Os elementos verticais a demolir deverão ser escorados de modo a garantir a sua estabilidade para as ações horizontais.
- No local da obra, os resíduos deverão ser acondicionados em local próprio e separados em função da sua natureza.
- Sempre que possível os resíduos provenientes da demolição deverão ser reciclados.

- Os resíduos provenientes das demolições deverão ser encaminhados para centros de tratamento de resíduos ou para aterros adequados à sua natureza.

6 MATERIAIS ESTRUTURAIS

Os materiais a utilizados 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 BETÃO

TABELA 2 – QUADRO DE MATERIAIS

Elemento	Classe de Resistência	Classe de Exposição	Teor de Cloretos	Dmax (mm)	Classe Consist.	Rec. (cm)
Elementos pré-fabricados	C 40/50	XC4	Cl 0.20	D16	S3	5.0 (*)
Pilares	C 35/45	XC4	Cl 0.40	D22	S3	5.0
Fundação	C 30/37	XC2	Cl 0.40	D22	S3	7.5
Regularização e enchimentos	C 16/20	X0	Cl 1.0			5.0
Restantes elementos	C 30/37	XC4	Cl 0.40	D22	S3	5.0
(*) – Nas pré-lajes, o recobrimento será de 4.0 cm,						

6.2 AÇO

- Aço para armaduras ordinárias da classe A500 NR SD de ductilidade especial de acordo com a especificação E460:2017 / EN 10080:2005.
- Aço de pré-esforço $f_{pk} \geq 1860$ MPa; $f_{p0.1k} \geq 1600$ MPa.

6.3 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

7 ACABAMENTOS

O principal acabamento da passagem superior é o betão à vista descobrado. As superfícies de betão em contacto com o solo serão impermeabilizadas por aplicação de duas demãos cruzadas de emulsão betuminosa.

O extradorso do tabuleiro tem as inclinações transversal e longitudinal adequadas ao traçado viário e recebe diretamente a camada de regularização e de desgaste com 0,08 m de espessura total, constante.

As guardas de segurança são metálicas, galvanizadas a quente.

Os guarda-corpos serão metálicos e metalizados, com 1,1 m de altura, assentes sobre uma viga de bordadura pré-fabricada que dará um remate ao tabuleiro da obra.

Os passeios são materializados em betão e no seu interior ficam instaladas as tubagens do canal técnico, ligados nas extremidades a caixas de visita.

O enchimento dos passeios é feito com betão de agregados leves, sendo rematado de um lado pela viga de bordadura e do outro pelo lancil de apoio da guarda de segurança.

O acabamento do passeio do sentido S. Francisco da Serra – Cruz de João Mendes, com 1,035 m de largura, é formado por argamassa esquadrelada com 0,03 m de espessura. Por sua vez, no passeio oposto, o acabamento consiste em pavê em betão armado com 6 cm de espessura.

O escoamento das águas do tabuleiro faz-se junto aos pilares e encontros, através de sumidouros com saída horizontal, com tampa em grelha metálica, junto aos lancis dos passeios. O escoamento pluvial nos sumidouros faz-se através de tubos em PVC ϕ 120 amarrados com abraçadeiras, com descarga para caixas de dissipação ligadas às valetas da plena via.

As descidas de taludes das águas pluviais junto aos encontros são feitas através de meias canas em betão com diâmetro ϕ 300. Na base, a receção faz-se através de caixas de dissipação de energia ligadas às valetas da plena via.

8 VERIFICAÇÃO DA SEGURANÇA

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

8.1 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 encontram-se 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;
- Sobrecargas rodoviárias;
- Variação Uniforme de Temperatura;
- Variação Diferencial de Temperatura;
- Ação Sísmica;
- Impulsos de terras;
- Ações de Acidente;
- Substituição dos aparelhos de apoio.

8.2 COMBINAÇÕES DE AÇÕES

As combinações de ações baseiam-se nas regras dispostas no anexo A2 (2005) da NP EN 1990:2009, tal como descrito em detalhe no volume Cálculos Justificativos.

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.

8.3 CRITÉRIOS UTILIZADOS NA VERIFICAÇÃO DA SEGURANÇA

A análise da estrutura submetida às ações regulamentares, foi efetuada por métodos matemáticos realizados em computador através de programas de cálculo estruturais automáticos em que se modelaram as estruturas. A partir destes modelos são determinados 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.

A segurança dos elementos estruturais é verificada em relação aos estados limites últimos de rotura e aos estados limites de utilização, de acordo com os critérios descritos em detalhe no volume dos Cálculos Justificativos.

8.3.1 ESTADOS LIMITES ÚLTIMOS

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.

8.3.2 ESTADOS LIMITES DE UTILIZAÇÃO

Em relação ao tabuleiro são verificados os seguintes estados:

- Estados Limites de Fendilhação;
- Estados Limites de Deformação.

8.3.2.1 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

8.3.2.2 ESTADOS LIMITES DE DEFORMAÇÃO

De acordo com a cláusula A2.4.2 do anexo A2 da EN 1990:2005, a verificação dos estados limites de deformação e vibração para pontes rodoviárias é necessária apenas em casos especiais. Ainda assim, foi

estabelecido o critério de forma a garantir que a flecha a longo prazo (após fluência), calculada para combinações frequentes de ações, não exceda $L / 400$.

8.3.3 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.

Lisboa, 17 de junho de 2024

EDGAR CARDOSO, LABORATÓRIO DE ESTRUTURAS LDA