

PROJETO DE EXECUÇÃO DO EIXO RODOVIÁRIO AVEIRO/ÁGUEDA

08/02/2024, Cabanas de Viriato



RIPORTICO

Projeto: Eixo Rodoviário Aveiro/Águeda

Cliente: Municípios de Aveiro e Águeda

Especialidade: P00 – Projeto Geral

Tomo: P01- Memória Geral

Designação: ERAA

Fase: Projeto de execução

Tipo: Memória Descritiva e Justificativa

Diretor de Projeto: Eng.º Abel Gomes

Coordenador de Projeto: Eng.º Davide Borges

Autor: Eng.º José Manuel Henriques

Co-autores: Eng.º Edgar Cuco

Revisão:

[08/02/2024]

Índice

1. INTRODUÇÃO	6
2. ENQUADRAMENTO	6
3. PROJETO GERAL DO TRAÇADO	7
4. SINGULARIDADES DE TRAÇADO	8
5. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DO TRAÇADO	12
5.1. TRAÇADO EM PLANTA	12
5.2. TRAÇADO EM PERFIL LONGITUDINAL	17
5.3. SOBRELARGURA E SOBREELEVAÇÃO	21
6. ROTUNDAS	21
7. RESTABELECIMENTOS	23
8. CAMINHOS PARALELOS	24
9. PERFIS TRANSVERSAIS TIPO	25
10. OBRAS ACESSÓRIAS	30
10.1. ZONAS DE ATRAVESAMENTO DE PEÕES	31
11. ESTUDO GEOLÓGICO E GEOTÉCNICO GERAL	31
11.1. LITOESTRATIGRAFIA	32
11.2. ESTRUTURA E TECTÓNICA	34
12. TERRAPLANAGENS GERAIS	34
12.1. LIMPEZA E DESMATAÇÃO	34
12.2. DECAPAGEM	34
12.3. ESCAVAÇÕES	36
12.4. ATERROS	46
12.5. CONDIÇÕES DE FUNDAÇÃO DO PAVIMENTO	62
13. DRENAGEM	62
13.1. HIDROLOGIA	62
13.2. CARATERIZAÇÃO DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS	63
13.3. PRECIPITAÇÃO	64
13.4. CAUDAL DE PONTA DE CHEIA	65
13.5. DRENAGEM TRANSVERSAL	66
13.6. DRENAGEM LONGITUDINAL	71

14. PAVIMENTAÇÃO.....	73
14.1. PLENA VIA.....	73
14.2. ROTUNDAS.....	73
14.3. PAVIMENTO ENTRE ROTUNDA DA MOITA E ROTUNDA DE AZENHAS E RAMOS DE LIGAÇÃO A A17	73
14.4. RUÍDO	74
14.5. MATERIAIS PARA CAMADA DE LEITO DO PAVIMENTO	74
14.6. ESTRUTURAS DE PAVIMENTO ADOTADAS	74
15. REGIME GERAL DA GESTÃO DE RESÍDUOS	83
16. OBRAS ACESSÓRIAS.....	83
16.1. VEDAÇÕES E CAMINHOS PARALELOS	83
16.2. CAMINHOS PARALELOS.....	88
16.3. PASSAGENS DE FAUNA	90
16.4. OBRAS DE CONTENÇÃO.....	91
16.5. SERVIÇOS AFETADOS	91
16.6. CANAL TÉCNICO RODOVIÁRIO.....	98
16.7. ILUMINAÇÃO.....	99
17. SINALIZAÇÃO E SEGURANÇA	99
17.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS	99
17.2. SINALIZAÇÃO VERTICAL.....	100
17.3. SINALIZAÇÃO DE ORIENTAÇÃO	105
17.4. ESTRUTURAS DE SUPORTE.....	106
17.5. SINALIZAÇÃO HORIZONTAL.....	106
17.6. EQUIPAMENTO DE GUIAMENTO, BALIZAGEM E DEMARCAÇÃO	108
18. EQUIPAMENTO DE SEGURANÇA	110
18.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS	110
18.2. MARCAÇÃO CE.....	111
18.3. BARREIRA DE SEGURANÇA (BS).....	112
18.4. CARACTERÍSTICAS DAS BARREIRAS DE SEGURANÇA	116
18.5. TERMINAIS.....	117
18.6. TRANSIÇÕES.....	118
18.7. ATENUADORES DE IMPACTO.....	119
18.8. BARREIRAS ANTI-ENCANDEAMENTO	119
19. OBRAS DE ARTE TIPO PASSAGENS SUPERIORES	119

19.1.	PASSAGEM SUPERIOR 1	120
19.2.	PASSAGEM SUPERIOR 2	121
19.3.	PASSAGEM SUPERIOR 3	123
19.4.	PASSAGEM SUPERIOR 4	124
20.	OBRAS DE ARTE TIPO PASSAGENS INFERIORES	125
20.1.	PASSAGEM INFERIOR 1	125
20.2.	PASSAGEM INFERIOR 2	126
20.3.	PASSAGEM INFERIOR 3	127
20.4.	PASSAGEM INFERIOR 4	128
20.5.	PASSAGEM INFERIOR 5	129
20.6.	PASSAGEM INFERIOR 6	130
20.7.	PASSAGEM INFERIOR 7	131
21.	OBRAS DE ARTE ESPECIAIS	132
21.1.	VIADUTO DA MOITA	133
21.2.	PONTE DA RIBEIRA DA HORTA	135
21.3.	PONTE SOBRE O RIO ÁGUEDA.....	138
22.	EXPROPRIAÇÕES	140
22.1.	LEVANTAMENTO CADASTRAL	140
23.	ERROS E OMISSÕES.....	141

Memória descritiva e justificativa

1. Introdução

O projeto de Rede Rodoviária é referente à fase de projeto de execução da construção do **Eixo Rodoviário Aveiro-Águeda**, a localizar entre os municípios de **Aveiro e Águeda**, requerido pela **Câmara Municipal de Aveiro e Câmara Municipal de Águeda**, e está abrangido pelas áreas NUT1 (Portugal continental), NUT2 (região norte) e NUT3 (região de Aveiro e baixo Vouga). O projeto foi executado cumprindo todas as disposições legais e regulamentares aplicáveis nomeadamente as normas de traçado JAE, normas AASHTO, critérios técnicos e disposições legais em vigor.

2. Enquadramento

O presente projeto respeita à fase de projeto base do Eixo Rodoviário Aveiro-Águeda. O desenvolvimento do projeto insere-se no Plano de Recuperação e Resiliência, integrado no Plano Nacional de Investimentos 20/30 com desígnio à criação de valor para as empresas e para a economia portuguesa.

Pretende-se nesta intervenção, o desenvolvimento da construção do novo Eixo Rodoviário Aveiro/Águeda com uma extensão de aproximadamente 15km, que permitirá o estabelecimento de uma ligação direta entre as duas sedes de concelho, Aveiro e Águeda.

Atualmente a circulação entre Águeda e Aveiro realiza-se a partir da EN 230 ou pelas EN 235 e 333, no entanto verifica-se que as vias atuais não disponibilizam a rapidez, comodidade e segurança desejáveis aos seus utilizadores e encontram-se num ponto de saturação.

Devido ao aumento do crescimento das duas cidades, a questão da rede viária assume um papel fundamental e determinante. O estudo desta intervenção tem o seu início no eixo estruturante de Aveiro e permitirá em conjunto com o IC1/A17 corrigir a estrutura viária à escala municipal e sub-regional, melhorando as condições de acessibilidade entre os dois concelhos.

A nova via em estudo permitirá uma redução em 65% do tempo atual de percurso, assim como, uma diminuição da extensão entre os dois concelhos. Deste modo, constituirá um corredor de ligação rápida entre as cidades de Aveiro e Águeda desempenhando uma função importante na reestruturação urbanística entre as áreas centrais das duas cidades, assim como das freguesias periféricas.

A memória descritiva e justificativa deste projeto incluirá informação sobre:

- A solução orgânica, funcional e estética da obra;
- Os sistemas e processos de construção previstos para a sua execução;
- Características técnicas e funcionais dos materiais, elementos de construção, sistemas e equipamentos;
- Os traçados da via, ligações, intersecções e restabelecimentos

3. Projeto geral do traçado

O desenvolvimento deste projeto tem como base o estudo prévio do eixo rodoviário Aveiro/Águeda, que foi desenvolvido no ano de 2008.

O projeto visa a realização de uma estrada com perfil 2x2 com características de velocidade base de 100Km/h e interligação com a rede viária existente.

O traçado desenvolve-se ao longo de uma extensão de 15 km, onde as soluções técnicas aplicadas estão de acordo com a beneficiação estrutural mais adequada em termos de custo/benefício, circulação e segurança.

O eixo rodoviário Aveiro-Águeda constitui uma via que se desenvolve entre as vias já existentes EN 230 e as EN 235 e 333 e que tem como objetivo retirar o tráfego de longo curso entre as cidades de Aveiro e Águeda, assim como, canalizar o tráfego pesado com origem/destino nas zonas industriais existentes em Eixo e Oliveira. A via em estudo dará continuidade ao eixo estruturante já existente na cidade de Aveiro, e ao IC2 variante de Águeda.

No projeto de estudo prévio desenvolvido no ano de 2008, foram apresentadas três opções de traçado possíveis. A opção de traçado que foi aprovada e que agora é desenvolvida neste projeto, encontra-se representada na figura 1. A opção de traçado aprovada é muito semelhante às apresentadas em estudo prévio, unicamente varia na zona de viaduto de ligação à A17.

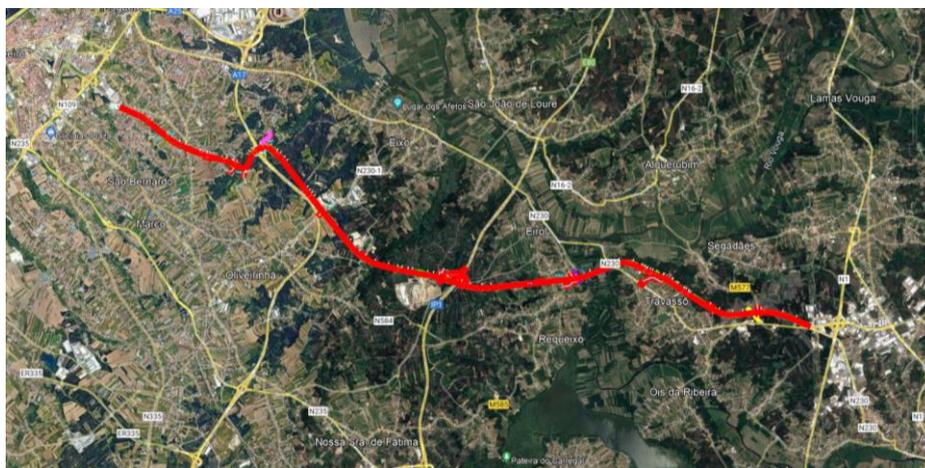


Figura 1 - Traçado

O novo eixo rodoviário Aveiro-Águeda em termos gerais desenvolve-se com a orientação poente-nascente, apresentando uma extensão de cerca de 15km de traçado novo que se articula e dará continuidade ao eixo estruturante já construído pela Câmara Municipal de Aveiro e o IC2 variante de Águeda.

O novo ERAA, tem início na rotunda de Santa Joana (ver figura 2) junto ao parque de exposições de Aveiro e término no nó de Águeda (ver figura 3).



Figura 2 - Rotunda de santa joana - Aveiro



Figura 3 - Nó de Águeda

4. Singularidades de traçado

Para o traçado do eixo rodoviário Aveiro-Águeda torna-se essencial a realização de nós de ligação e interseções com vias existentes de grande importância, citando a A17 e A1. Nestas condições a via em estudo permitirá a ligação do tráfego às principais vias que passam na região do distrito de Aveiro.

A via em intervenção fará a ligação às vias existentes no início PK0+000 e final PK15+010 através da ligação a duas rotundas já existentes, a primeira na zona de Presa em Aveiro, e a segunda na zona industrial de Águeda.

Propõe-se a realização de nove rotundas ao longo do traçado, as quais se citam na tabela 1.

Tabela 1 - Rotundas propostas

Rotunda	PK	Descrição
01	1+525	Rotunda dos Campinhos 01
02	2+696	Rotunda da Moita 02
03	3+300	Rotunda de Azenhas 03
04	4+988	Rotunda de Eixo 04
05	7+600	Rotunda de Eirol 05
06	10+145	Rotunda galgável 06
07	11+700	Rotunda de Travassô 07
08	12+018	Rotunda de Ligação a Travassô 08
09	15+009	Rotunda de Águeda 09

- 01 – Rotunda dos Campinhos

A rotunda dos Campinhos vai permitir o acesso local às localidades de Santa Joana e São Bernardo.

- 02 – Rotunda da Moita

A rotunda da Moita é uma rotunda já existente, que permitirá o acesso do novo eixo rodoviário à localidade de Oliveirinha e acesso à A17.

- 03 - Rotunda de Azenhas

Esta rotunda permitirá futuramente a articulação do eixo rodoviário Aveiro-Águeda com a A17 (que liga Aveiro à Marinha Grande). Relativamente à rede local permitirá a ligação à povoação da zona de Azenhas de baixo e Feira do Eixo.

- 04 - Rotunda de Eixo

Esta rotunda vai permitir a ligação do eixo rodoviário com a EN230-1, e assim fornecer acessibilidades às localidades de Eixo e Oliveirinha, assim como a localidades de menor importância, tais como Horta, Feira de Eixo e Picoto. Também vai permitir o acesso à zona industrial.

- 05 - Rotunda de Eirol

A rotunda de Eirol vai permitir a ligação futura do eixo rodoviário com a A1 e também à rede viária local às localidades de Eirol, Horta, Carcavelos e Taipa.

- 06- Rotunda galgável

A rotunda galgável 06 permite o acesso aos restabelecimentos 28 e 31, presentes na entrada de nível de Eirol 01. Esta rotunda permite o acesso às localidades de Eirol e Requeixo.

- 07 - Rotunda de Travassô

A rotunda de Travassô vai permitir o acesso à EN230 e às localidades de Travassô e Almeiar.

- 08 - Rotunda de ligação a Travassô

A rotunda permitirá a ligação local a Travassô e a articulação com a EN230 através do acesso à rotunda 07.

- 09 – Rotunda de Águeda

A rotunda de Águeda é a rotunda já existente que permite a ligação a Águeda e à zona industrial.

Também será necessária a realização de obras de arte que serão realizadas nos PK's referidos na tabela 2.

Tabela 2 - Obras de arte

OOAA	PK	Descrição
01 (Viaduto 01)	2+375	Viaduto da Moita 01
02 (P.S.1)	3+139	Alargamento da OA em PS1 sobre a A17
03 (P.I.1)	3+575	Passagem inferior + caminho paralelo RT em P.I. 1
04 (P.I.2)	4+605	Passagem inferior

05	(P.I.3)	5+625	Passagem inferior
06	(Ponte 01)	6+325	Ponte sobre a Ribeira da horta
07	(P.I.4)	6+800	Passagem inferior
08	(P.I.5)	7+135	Passagem inferior
09	(P.S.2)	7+920	RT em PS2 sobre a A1
10	(P.I.6)	8+975	Passagem inferior
11	(Ponte 02)	10+250	Ponte sobre o Rio Águeda
12	(P.S.3)	12+018	P.S.3 sobre o Eixo Aveiro Águeda
13	(P.I.7)	13+178	RT em P.I.7
14	(P.S.4)	13+972	RT em P.S.4

As condições de circulação de todas as estradas nacionais e municipais, assim como, caminhos agrícolas que o traçado do eixo rodoviário Aveiro/Águeda faz interferência, serão repostos através de restabelecimentos e obras de arte (ver tabela 3).

Tabela 3 - Restabelecimentos

Restabelecimento	PK	Descrição
1	Rest.01 0+000	Rotunda existente
2	Rest.02 1+524	Restabelecimento Rua dos Campinhos
3	Rest.03 1+950	Restabelecimento Rua Velas/Rua da Azenha da Moita
4	Rest.04 2+484	Restabelecimento entre a Rua Azenha da Moita e Rua Maria da Póvoa
5	Rest.05 2+695	Restabelecimento acesso a Rua Circunvalação da Moita
6	Rest.06 2+950	Ramo de entrada A17 Norte-Sul
7	Rest.07 2+997	Ramo de saída A17 Norte-Sul
8	Rest.08 3+300	Via de acesso Rua da Azenha
9	Rest.09 3+300	Ramo de entrada A17 Sul-Norte
10	Rest.10 3+300	Ramo de saída A17 Sul-Norte
11	Rest.11 3+525	Restabelecimento de caminho florestal em P.I.
12	Rest.12 4+605	Restabelecimento de caminho florestal em P.I.
13	Rest.13 4+983	Restabelecimento EN230-1
14	Rest.14 5+625	Restabelecimento de caminho florestal em P.I.
15	Rest.15 6+338	Restabelecimento sob a Ponte da Ribeira da Horta
16	Rest.16 6+535	Restabelecimento sob a Ponte da Ribeira da Horta lado nascente
17	Rest.17 6+800	Restabelecimento de caminho florestal em P.I.
18	Rest.18 7+135	Restabelecimento de caminho florestal em P.I.

Restabelecimento	PK	Descrição
19	Rest.19 7+600	Restabelecimento Rua do Cabeço
20	Rest.20 7+600	Restabelecimento futura ligação à A1
21	Rest.21 8+104	Restabelecimento Rua Manuel Rodrigues Martins
22	Rest.22 8+975	Restabelecimento de caminho florestal em P.I.
23	Rest.23 9+550	Restabelecimento de caminho
24	Rest.24 9+900	Via de desaceleração para entrada no Rest.30 no sentido Aveiro-Águeda
25	Rest.25 10+000	Via de aceleração para entrada no ERAA no sentido Aveiro-Águeda
26	Rest.26 10+050	Via de aceleração para entrada no ERAA no sentido Águeda-Aveiro
27	Rest.27 10+100	Via de desaceleração para entrada no Rest.28 no sentido Águeda-Aveiro
28	Rest.28 10+057	Restabelecimento Rua Francisco Lopes
29	Rest.29 9+045	Restabelecimento Rua do Brejo
30	Rest.30 0+200	Restabelecimento Rua dos Rebelães
31	Rest.31 10+273	Restabelecimento Rua Francisco Lopes
32	Rest.32 11+525	Via de desaceleração de acesso à rotunda de Travassô sentido Aveiro-Águeda
33	Rest.33 11+718	Via de aceleração de acesso ao ERAA sentido Águeda/Aveiro
34	Rest.34 12+356	Via de desaceleração de acesso à rotunda de Travassô sentido Águeda-Aveiro
35	Rest.35 Rot. 07	Restabelecimento EN230-1 na Rotunda de Travassô
36	Rest.36 12+018	Restabelecimento com a EN230 e localidade de Travassô
37	Rest.37 12+356	Via de aceleração de acesso ao ERAA sentido Aveiro/Águeda
38	Rest.38 13+178	Restabelecimento de caminho florestal em P.I.
39	Rest.39 13+972	Restabelecimento da M577 em P.S.
40	Rest.40 15+010	Restabelecimento via de acesso a industrial local
41	Rest.41 15+010	Restabelecimento acesso à N1
42	Rest.42 15+010	Restabelecimento de acesso EN230 sentido Aveiro-Águeda
43	Rest.43 15+010	Restabelecimento de acesso EN230 sentido Águeda-Aveiro
44	Rest.44 15+010	Restabelecimento de ligação à indústria local

A numeração dos restabelecimentos apresentados foi definida na fase anterior do estudo. Os restabelecimentos 1, 24, 25, 26 e 27 foram, entretanto, suprimidos do projeto. No entanto mantém-se a numeração sequencial definida anteriormente, de modo a não criar dúvidas na interpretação das peças de projeto.

5. Caraterísticas geométricas do traçado

5.1. Traçado em planta

O traçado proposto tem em conta a orografia existente e resulta do compromisso de garantia as condições técnicas exigidas, da minimização dos custos de execução e preservação do meio ambiente.

Para o nível de serviço pretendido para a ligação em estudo, e atendendo ao volume horário do tráfego do projeto, as principais condicionantes do traçado foram a velocidade, as características geotécnicas, a topografia, os custos e o meio ambiente.

De acordo com as normas de projeto da JAE, para uma velocidade base de 100 km/h, o ERAA deve cumprir os seguintes requisitos (ver tabela 4).

Tabela 4 - Parâmetros regulamentares do traçado adotados

Parâmetro		Velocidade base Vb (km/h)										
		40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
Alinhamentos retos	Extensão mínima (m)	-	-	360	420	480	540	600	660	720	780	840
	Extensão máxima (m)	-	-	1200	1400	1600	1800	2000	2200	2400	2600	2800
Alinhamentos curvos de concordância e de transição	Raio mínimo absoluto	55	85	130	180	240	320	420	560	700	900	1200
	Raio mínimo normal (m)	110	180	250	350	450	550	700	850	1000	1200	1400
	Extensão mínima das curvas (m)	30	40	50	65	90	115	150	190	250	320	400
	Parâmetro mínimo da clotóide	35	50	70	90	110	140	170	220	270	330	410
	Raio mínimo sem sobrelevação (m)	2500						5000				

Tendo em consideração os parâmetros expostos anteriormente, a ligação entre Aveiro e Águeda terá uma extensão total aproximada de 15 km, e será constituída por 16 alinhamentos retos, concordados por 16 curvas com o raio máximo e mínimo de 2100 e 95 respetivamente. Os alinhamentos retos e as curvas do traçado são apresentados nas tabelas 5 e 6.

De registar que a curva de raio 95 m coincide em planta com a Rotunda das Azenhas, pelo que não representará um ponto condicionante do traçado.

Sendo a velocidade base deste projeto de $V_b=100$ km/h, foram considerados os raios mínimos em planta das curvas de:

- RA (raio mínimo absoluto): 420 m
- RN (raio mínimo normal): 700 m

Nas zonas de singularidades ao longo do traçado, nas zonas de nós de ligação e interseções (rotundas e zona de ligação à A17) a velocidade base desce para $V_b=60$ km/h, sendo que nestes casos, foram considerados os raios mínimos em planta das curvas de:

- RA (raio mínimo absoluto): 130 m
- RN (raio mínimo normal): 250 m

5.1.1. Alinhamentos retos

O traçado é composto por 13 alinhamentos retos, que estão descritos na tabela 5.

Tabela 5 – Tabela 5 - Alinhamentos retos

Alinhamento Reto	Comprimento (m)	PK (km)		Velocidade base (V_b) km/h
		Início	Fim	
A1	366,86	0+000	0+366,86	60
A2	328,49	0+655,55	0+984,04	60
A3	384,72	1+421,37	1+806,09	100
A4	567,55	2+420,74	2+988,29	100
A5	140,53	3+128,2	3+268,73	100
A6	161,73	3+380,58	3+542,31	100
A7	1869,74	3+782,05	5+651,79	100
A8	1317,34	6+679,79	7+997,13	100
A9	1654,6	8+531,39	10+185,99	100
A10	356,55	10+601,52	10+958,07	100
A11	68,9	11+837,41	11+906,31	100
A12	449,87	12+567,16	13+017,03	100
A13	347,82	14+662,09	15+009,91	100
TOTAL	8014,7			

5.1.2. Curvas

O traçado é composto por 16 curvas, que estão descritas na tabela 6.

Tabela 6 - Curvas

Curva	Raio (m)	Comprimento (m)	PK (km)		Velocidade base (km/h)	Raio mínimo absoluto (m)	Raio mínimo normal (m)	Verificação $R > R_{min}$	Observação
			Início	Fim					

C1	700	117,195	0+452,61	0+569,80	100	420	700	Verifica	
C2	1000	178,126	1+113,63	1+291,76				Verifica	
C3	1000	105,145	1+884,48	1+989,63				Verifica	
C4	1000	148,707	2+169,63	2+318,34				Verifica	
C5	130	41,466	3+37,517	3+78,983	60	130	250	Verifica	Consideração do raio mínimo absoluto
C6	95	111,85	3+268,73	3+380,58				Não verifica	Zona de ligação já existente
C7	800	101,68	3+611,34	3+713,02	100	420	700	Verifica	
C8	1000	422,999	5+954,29	6+377,29				Verifica	
C9	700	223,126	8+152,69	8+375,82				Verifica	
C10	1000	170,536	10+308,48	10+479,02				Verifica	
C11	440	235,495	11+123,75	11+359,24				Verifica	Consideração do raio mínimo absoluto
C12	2100	211,159	11+576,26	11+787,43				Verifica	
C13	1200	219,438	12+056,83	12+276,27				Verifica	
C14	1200	86,638	12+436,44	12+523,07				Verifica	
C15	900	513,406	13+086,47	13+599,88	Verifica				
C16	1200	467,765	13+985,99	14+453,76	Verifica				
TOTAL		3354,731							

5.1.3. Curvas de transição

A transição entre os alinhamentos retos e curvos é garantida por curvas de transição, sendo adotadas as clotóides devido a questões de comodidade e segurança. Para este projeto as curvas de transição adotadas encontram-se representadas na tabela 7.

Tabela 7 - Curvas de transição

Curva de Transição	Comprimento (m)	PK (km)		Parâmetro	Raio (m)	Velocidade base (Vb) km/h
		Início	Fim	A		
CT1	85,75	0+366,857	0+452,607	245,00	700	100
	85,75	0+569,803	0+655,553			
CT2	129,6	0+984,039	1+113,639	360,00	1000	100
	129,6	1+291,765	1+421,365			
CT3	78,4	1+806,086	1+884,486	280,00	1000	100
	90	1+989,630	2+079,630	300,00		
CT4	90	2+079,630	2+169,630	300,00	1000	100
	102,4	2+318,338	2+420,738	320,00		
CT5	49,231	2+988,286	3+037,517	80,00	130	60
	49,231	3+078,983	3+128,214			
CT7	69,031	3+542,309	3+611,340	235,00	800	100
	69,031	3+713,020	3+782,051			
CT8	302,5	5+651,793	5+954,293	550,00	1000	100
	302,5	6+377,292	6+679,792			
CT9	155,571	7+997,125	8+152,697	330,00	700	100
	155,571	8+375,823	8+531,394			
CT10	122,5	10+185,988	10+308,488	350,00	1000	100
	122,5	10+479,024	10+601,524			
CT11	165,682	10+958,066	11+123,748	270,00	440	100
	165,683	11+359,242	11+524,925			
CT12	51,342	11+524,925	11+576,267	328,36	2100	100
	49,99	11+787,424	11+837,414	324,01		
CT13	150,521	11+906,313	12+056,834	425,00	1200	100
	80,083	12+276,273	12+356,356	310,00		
CT14	80,083	12+356,356	12+436,439	310,00	1200	100
	44,083	12+523,077	12+567,160	230,00		
CT15	69,444	13+017,029	13+086,474	250,00	900	100
	177,778	13+599,880	13+777,657	400,00		
CT16	208,333	13+777,657	13+985,991	500,00	1200	100
	208,333	14+453,756	14+662,089			
TOTAL	3640,521					

5.1.4. Parâmetros de traçado em planta

Na definição do traçado em planta do ERAA, os parâmetros de traçado foram sempre ajustados às velocidades base correspondentes em cada troço. No entanto, existem algumas imposições físicas que levam à não verificação de alguns dos parâmetros técnicos de traçado em zonas específicas.

Para uma apresentação sintetizada dos parâmetros ao longo do traçado apresenta-se a Tabela 8, com a descrição dos parâmetros correspondentes.

A velocidade base considerada para o ERAA é de 100km/h, no entanto existem algumas particularidades no traçado que levaram à consideração de velocidades mais baixas em algumas zonas específicas.

O troço inicial é considerado como um troço com características mais urbanas, devido principalmente à proximidade de zonas habitacionais. Esta característica motivou a consideração de uma velocidade base mais baixa no troço inicial, que compreende o PK 0+000 a PK 1+421.37 sendo considerado para este troço uma velocidade base de 60km/h.

Há também a destacar o troço do projeto entre a Rotunda da Moita e a Rotunda das Azenhas, onde o traçado se desenvolve sobre o traçado existente na zona do Nó com a A17, estando este projetado para velocidades inferiores ao troço do ERAA em projeto.

Também nas zonas onde existem singularidades, ou seja, rotundas e zonas de aproximação de rotundas, a velocidade base considerada é de 60km/h.

Analisando a Tabela 8, verifica-se que em algumas zonas a extensão dos alinhamentos não é suficiente de acordo com os parâmetros de extensão mínima e máxima função da velocidade base, que indicam as normas.

No caso dos alinhamentos retos, a própria norma menciona que o valor relativo à extensão mínima é indicativo, pelo que a adoção dos valores que constam do projeto em função das condicionantes no local é perfeitamente aceitável.

Constata-se que nas curvas circulares C3, C4, C6, C7 e C14 a extensão mínima do alinhamento não cumpre as normas. Este incumprimento deve-se principalmente a imposições físicas existentes na envolvente, como a existência de zonas habitacionais nas proximidades e da necessidade de implementação das concordâncias entre transições consecutivas no desenho de traçado. Também se pode citar o facto da existência da necessidade de implantação de intersecções (rotundas) em zonas específicas, que não poderiam sofrer grandes alterações de mudança de posição.

5.2. Traçado em perfil longitudinal

O traçado da estrada em perfil longitudinal é definido pela rasante, que se define como uma linha contínua formada por um conjunto de segmentos retos chamados trainéis, e pelas respetivas curvas de concordância, que devem estender-se de forma suave e sem grandes variações ao longo de todo o traçado.

A principal regra que foi tida em consideração no lançamento da rasante foi a racionalidade do movimento de terras, consistindo na obtenção do equilíbrio entre os volumes de aterro e de escavação, assim como o escoamento eficaz das águas pluviais. No entanto, a observância desta regra verificou-se sem prejuízo de outros aspetos de grande importância, de entre os quais se destaca a coordenação do traçado em planta e em perfil, pois, eventuais benefícios obtidos pela melhoria da estrada em perfil longitudinal poderiam conduzir a zonas de algum perigo devido à redução de visibilidade em zonas de concordância e assim, ao aumento do risco de sinistralidade. Pelo que houve especial atenção para esta componente.

Os parâmetros fundamentais a ter em consideração no traçado do perfil longitudinal, encontram-se representados na Tabela 9.

Tabela 9 - Parâmetros fundamentais do traçado em perfil longitudinal

Parâmetro	Velocidade base Vb (km/h)									
	40	50	60	70	80	90	100	110	120	140
Trainel máximo	8%	8%	7%	7%	6%	5%	5%	4,5%	4%	3%
Extensão crítica	120	120	150	150	180	230	230	265	300	420
Raio mínimo normal r, das concordâncias convexas (m)	1500	2100	3000	4200	6000	8500	12500	13000	16000	20000
Raio mínimo rmin das concordâncias côncavas (m)	800	1200	1600	2500	3500	4500	5500	6000	7000	8000
Desenvolvimento mínimo normal das curvas de concordância (m)	60		120					140		

Com base nestes conceitos efetuou-se o estudo da rasante, recorrendo ao cálculo automático.

A inclinação máxima dos trainéis para a velocidade máxima de 100km/h é de 5%, o que se encontra cumprido no traçado realizado, e que se pode observar na tabela 15. A inclinação mínima é de 0.5% para garantir uma drenagem satisfatória.

5.2.1. Trainéis e curvas

Em perfil longitudinal, o ERAA é constituído por 38 trainéis com inclinações indicadas na Tabela 10, concordados por curvas verticais concavas e curvas convexas com raios indicados na Tabela 11 e conforme perfil longitudinal.

Tabela 10 - Trainéis, declives e comprimentos

Trainel	Declive	Comprimento (m)	PK (km)		Observações
	(%)		Início	Fim	
T1	2,20%	15,761	0	15,761	
T2	-1,35%	2,444	15,761	85,205	
T3	2,00%	337,46	85,205	551,29	
T4	3,45%	128,627	551,29	907,167	
T5	0,80%	85,85	907,167	1218,642	
T6	0,60%	218,321	1218,642	1496,963	
T7	0,00%	53,801	1496,963	1550,764	Rotunda 01
T8	-0,60%	268,775	1550,764	1879,539	
T9	-1,20%	337,532	1879,539	2352,696	
T10	1,55%	230,108	2352,696	2658,429	
T11	-0,52%	72,609	2658,429	2731,038	Rotunda 02
T12	-2,60%	13,821	2731,038	2768,794	
T13	-5,03%	188,0665	2768,794	3027,555	
T14	1,52%	38,837	3027,555	3154,538	
T15	-4,00%	70,6725	3154,538	3266,597	
T16	-3,27%	71,944	3266,597	3338,541	Rotunda 03
T17	-2,00%	39,202	3338,541	3561,993	
T18	4,70%	79,939	3561,993	4085,557	
T19	0,55%	601,598	4085,557	4946,53	
T20	-0,08%	72,588	4946,53	5019,118	Rotunda 04
T21	-1,00%	112,443	5019,118	5250,311	
T22	-2,90%	877,092	5250,311	6440,028	
T23	4,15%	164,532	6440,028	6948,435	
T24	1,75%	49,734	6948,435	7237,544	
T25	5,00%	232,782	7237,544	7559,701	
T26	3,51%	80,2	7559,701	7639,901	Rotunda 05
T27	3,90%	4,378	7639,901	7845,779	

Trainel	Declive	Comprimento (m)	PK (km)		Observações
	(%)		Início	Fim	
T28	-2,30%	573,408	7845,779	8815,687	
T29	-1,00%	133,424	8815,687	9369,111	
T30	-4,60%	76,493	9369,111	9772,354	
T31	-0,90%	163,117	9772,354	10171,97	
T32	4,00%	607,798	10171,97	11205,14	
T33	-0,65%	129,807	11205,14	11698,45	
T34	2,00%	121,726	11698,45	12305,55	
T35	-4,60%	42,992	12305,55	13097,04	
T36	5,00%	302,454	13097,04	14125,5	
T37	-1,00%	176,609	14125,5	14760,86	
T38	1,50%	180,301	14760,86	15009,91	
TOTAL		6957,246			

Tabela 8 - Curvas, raios e cotas

Curva	Tipo Curva	Raio (m)	Comprimento (m)	Cota (m)	PK (Km)
C1	Côncava	4000	134	23,313	0+085,205
C2	Côncava	8500	123,25	32,634	0+551,290
C3	Convexa	12500	331,25	44,912	0+907,167
C4	Convexa	60000	120	47,404	1+218,642
C5	Convexa	20000	120	47,101	1+879,539
C6	Côncava	5500	151,25	41,423	2+352,696
C7	Convexa	1966,137	47,87	44,805	2+768,794
C8	Côncava	1427,137	93,519	31,777	3+027,555
C9	Convexa	1500	82,773	33,704	3+154,538
C10	Côncava	5500	368,5	22,404	3+561,993
C11	Convexa	12500	518,75	47,011	4+085,557
C12	Convexa	12500	237,5	49,375	5+250,311
C13	Côncava	5500	387,75	14,874	6+440,028
C14	Convexa	12500	300	35,973	6+948,435
C15	Côncava	5500	178,75	41,032	7+237,544
C16	Convexa	6500	403	67,987	7+845,779

Curva	Tipo Curva	Raio (m)	Comprimento (m)	Cota (m)	PK (Km)
C17	Côncava	30000	390	45,679	8+815,687
C18	Convexa	12500	450	40,145	9+369,111
C19	Côncava	5500	203,5	21,596	9+772,354
C20	Côncava	5500	269,5	17,999	10+171,971
C21	Convexa	12500	581,25	59,326	11+205,144
C22	Côncava	5500	145,75	56,12	11+698,451
C23	Convexa	12500	825	68,262	12+305,552
C24	Côncava	7000	672	31,853	13+097,044
C25	Convexa	13000	780	83,276	14+125,498
C26	Côncava	5500	137,5	76,922	14+760,857
TOTAL			8052,662		

5.2.2. Parâmetros de traçado em perfil longitudinal

Na definição do traçado em perfil longitudinal do ERAA, os parâmetros de traçado foram ajustados às velocidades base correspondentes. No entanto, existem algumas imposições físicas que levam à não verificação de alguns dos parâmetros técnicos de traçado longitudinal em zonas específicas.

Para uma apresentação sintetizada dos parâmetros fundamentais do traçado em perfil longitudinal, apresenta-se a tabela 19 com a descrição dos parâmetros correspondentes.

Analisando as características dos trainéis, são identificadas 3 zonas onde são ultrapassadas as extensões críticas dos trainéis em perfil longitudinal:

- Entre o km 2+793 e o km 2+981 (inclinação 5.03%);
- Entre o km 10+307 e o km 10+915 (inclinação 4.0%);
- Entre o km 13+433 e o km 13+735 (inclinação 5.0%).

A primeira zona enquadra-se no troço de aproveitamento de via existente na zona do Nó da A17, onde o traçado do projeto reproduz aproximadamente o traçado da via existente e, devido às condicionantes locais, a velocidade será limitada.

Como tal, considera-se que nesta zona não será necessária a implantação de vias de lentos.

As restantes duas zonas enquadram-se na zona final do troço em estudo, sendo o segundo troço coincidente com a Ponte de Águeda.

Tendo em consideração que se trata de uma via com perfil 2x2, onde usualmente não são consideradas vias adicionais para lentos, que o tráfego é apenas ligeiramente superior ao recomendado e que os

custos de implantação da via adicional serão seguramente elevados para pequenas alterações no nível de serviço da via, considera-se dispensável a implantação de uma via de lentos.

Relativamente aos raios de concordância, verifica-se a existência de não cumprimento nas curvas C7, C8 e C9. Esta zona do eixo rodoviário é uma zona existente que foi inserida no novo ERAA, sendo esta a razão do incumprimento nesta zona.

Também se verifica na curva C16 o incumprimento do raio de concordância. Este incumprimento deve-se à necessidade de criação da passagem superior sobre a A1, o que impõe condições físicas para o cumprimento do gabarit necessário na obra de arte.

No que toca à verificação do desenvolvimento mínimo normal das curvas de concordância, não existe cumprimento das normas nas curvas C7, C8 e C9. Este, deve-se principalmente à necessidade de ajuste ao traçado existente na zona do Nó com a A17.

5.3. Sobrelargura e sobrelevação

Ao longo da estrada foram efetuados estudos para introdução de sobrelevações e sobrelarguras necessárias, com o objetivo de proporcionar comodidade e segurança ao longo das curvas, implicando a necessidade de proceder ao seu disfarce.

Em reta, as vias apresentam uma sobrelevação de 2,50 % para o extradorso da via. Nos alinhamentos circulares, foi prevista a transição da sobrelevação ao longo das clotóides e valores de sobrelevação nas curvas circulares de acordo com as normas em vigor.

Relativamente às sobrelarguras, de referir que estas serão marcadas no intradorso das curvas, e que estas têm uma particular importância nas curvas com raio mais reduzido, por ser nesses casos em que a diferença das trajetórias dos rodados da frente e de trás dos veículos pesados é mais significativa.

A sobrelargura foi calculada de acordo com as normas em vigor.

6. Rotundas

Como citado anteriormente, ao longo do ERAA foram propostas nove novas rotundas, não considerando a ligação à rotunda no início do troço em estudo.

Apresentamos seguidamente as características da geometria de traçado das rotundas propostas.

As rotundas são definidas pelo diâmetro do círculo inscrito (DCI), que corresponde ao maior diâmetro que se consegue inscrever no interior da rotunda (incluindo bermas) e que passe tangencialmente à delimitação da entrada em estudo, ao qual corresponde um raio da ilha central e uma largura da faixa de rodagem, em função do número de vias do anel de circulação da rotunda. No valor do DCI está incluída uma largura de 1,0 m para a berma exterior.

De um modo geral, sempre que possível, foram adotados:

- raios de entrada com um valor mínimo de 15m;
- larguras das vias de entrada de 7,0 m para via dupla e 4,0 m para via única;
- raios de saída com um valor mínimo de 40 m;

- larguras das vias de saída de 9,0 m para via dupla e de 5,0 m para via única;
- berma direita com uma largura mínima de 1,0 m;
- berma esquerda com uma largura mínima de 1,0 m.

Estes valores poderão sofrer ajustes em função das condicionantes de implantação de todos os elementos geométricos da rotunda e dos restabelecimentos associados.

Na tabela seguinte são apresentadas as características geométricas das rotundas.

Tabela 9 - características geométricas das rotundas

Rotunda	Descrição	Diâmetro de círculo interno (DCI)	Raio ilha central	Largura da faixa de rodagem	Nº de ramos afluentes
1	Rotunda dos Campinhos	55,8 m	17 m	2x4,95 m	4
2	Rotunda da Moita	74,6 m	27 m	2x4,65 m	3
3	Rotunda de Azenhas	74,6 m	27m	2x4,65 m	4
4	Rotunda de Eixo	74,6 m	27m	2x4,65 m	4
5	Rotunda de Eirol	82,2	31m	2x4,55 m	5
6	Rotunda galgável	28	3m	7,50 m + 2,50 m (galg)	4
7	Rotunda de Travassô	48,6	13m	2x5,15m	3
8	Rotunda de lig. a Travassô	36	10m	7,00 m	2
9	Rotunda de Águeda	70,8	25m	2x4,70 m	5

Na rotunda 6, dadas as dimensões da rotunda, foi prevista a subdivisão da faixa de rodagem, com uma largura interior de 2,50 m com pavimento galgável de modo a facilitar a circulação de viaturas de maior dimensão.

Todo o traçado em planta e perfis associados a cada uma das rotundas, são apresentados nas peças desenhadas.

7. Restabelecimentos

Para além das interseções previstas no âmbito do projeto, nomeadamente as novas rotundas, o traçado do ERAA intersecta a rede viária existente, existindo a necessidade de proceder a diversos restabelecimentos de modo a garantir a circulação e acessos nas zonas adjacentes à via em estudo, por vezes associados a Obras de Arte.

Na tabela seguinte é apresentado um resumo das características dos restabelecimentos rodoviários.

Tabela 14 -Resumos das características dos Restabelecimentos Rodoviários

Restab.	Extensão (m)	PTT	Planta		Perfil Longitudinal		Observações
			R _{min} (m)	R _{max} (m)	I _{min} (%)	I _{max} (%)	
Rest.01	-	-	-	-	-	-	
Rest.02	189,71	Passeio + 0,50+3,0+3,0+0,50 + Passeio	19,00	30,00	0,30	2,50	Rotunda 01
Rest.03	277,34	3,0+3,0	50,00	100,00	0,30	0,30	
Rest.04	375,60	0,50+3,0+3,0+0,50	50,00	50,00	4,00	11,50	OOAA.01
Rest.05	155,84	2,50+3,50+3,50+2,50	152,00	152,00	1,65	2,01	Rotunda 02
Rest.06	166,42	1,0+4,0+2,50	110,00	110,00	5,30	5,30	Nó com a A17
Rest.07	161,72	1,0+4,0+2,50	180,00	1000,00	5,40	5,40	Nó com a A17
Rest.08	344,59	1,0+4,0+4,0+1,0	45,00	58,00	3,00	8,00	Rotunda 03
Rest.09	150,80	1,0+5,0+2,50	25,00	45,00	3,75	8,05	Rotunda 03
Rest.10	139,22	1,0+4,0+2,50	20,00	300,00	1,40	6,00	Rotunda 03
Rest.11	159,41	0,50+2,0+2,0+0,50	20,00	20,00	0,50	10,40	OOAA.03
Rest.12	150,86	0,50+2,0+2,0+0,50	15,00	20,00	0,50	10,00	OOAA.04
Rest.13	280,70	0,25+2,5+2,50+0,25 / 1,0+3,5+3,35+1,0	200,00	200,00	0,50	4,00	Rotunda 04
Rest.14	148,76	0,50+2,0+2,0+0,50	10,00	50,00	1,00	10,00	OOAA.05
Rest.15	43,02	0,50+2,0+2,0+0,50	-	-	0,50	0,50	OOAA.06
Rest.16	78,81	0,50+2,0+2,0+0,50	62,50	62,50	3,35	3,35	OOAA.06
Rest.17	301,21	0,50+2,0+2,0+0,50	20,00	30,00	2,00	9,00	OOAA.07
Rest.18	193,77	0,50+2,0+2,0+0,50	30,00	30,00	1,00	10,00	OOAA.08
Rest.19	400,52	1,0+4,0+4,0+1,0	100,00	100,00	0,50	0,50	Rotunda 05
Rest.20	112,34	2,50+7,0+1,0+0,6+1,0+7,0+2,50	-	-	0,50	2,50	Rotunda 05
Rest.21	170,30	0,5+3,0+3,0+0,5	100,00	100,00	1,50	1,60	OOAA.09

Restab.	Extensão (m)	PTT	Planta		Perfil Longitudinal		Observações
			R _{min} (m)	R _{max} (m)	I _{min} (%)	I _{max} (%)	
Rest.22	326,69	1,0+4,0+4,0+1,0	10,00	10,00	0,50	1,30	OOAA.10
Rest.23	307,42	1,0+4,0+4,0+1,0	15,00	119,13	1,00	6,35	
Rest.24	-	-	-	-	-	-	
Rest.25	-	-	-	-	-	-	
Rest.26	-	-	-	-	-	-	
Rest.27	-	-	-	-	-	-	
Rest.28	215,43	Passeio + 1,0+3,25+3,25+1,0 + Passeio	40,00	150,00	0,30	2,50	Nó de Eirol
Rest.29	49,46	Passeio + 1,0+3,75+3,75+1,0 + Passeio	-	-	1,75	6,30	Nó de Eirol
Rest.30	192,59	Passeio + 1,0+4,0+4,0+1,0 + Passeio	200,00	200,00	2,50	7,25	Nó de Eirol
Rest.31	578,38	1,0+4,0+4,0+1,0 + Passeio	50,00	100,00	0,50	6,65	OOAA.11
Rest.32	284,29	1,0+4,0+2,50	100,00	100,00	0,50	7,00	Nó de Travassô
Rest.33	296,98	1,0+4,0+2,50	35,00	500,00	3,00	8,00	Nó de Travassô
Rest.34	339,03	1,0+4,0+2,50	35,00	2500,00	1,00	6,00	Nó de Travassô
Rest.35	142,70	0,25+2,75+2,75+0,25	-	-	0,50	0,70	Nó de Travassô
Rest.36	574,58	0,50+4,0+4,0+0,50	55,00	148,80	0,50	1,80	Nó de Travassô
Rest.37	341,85	1,0+4,0+2,50	30,00	4000,00	0,50	6,00	Nó de Travassô
Rest.38	389,43	0,50+2,0+2,0+0,50	15,00	20,00	1,00	9,00	OOAA.13
Rest.39	287,47	0,5+3,5+3,5+0,5	-	-	0,50	6,50	OOAA.14
Rest.40	102,03	0,50+3,0+3,0+0,50	150,00	150,00	0,30	2,50	Rotunda 09
Rest.41	73,81	0,50+4,0+0,50+1,0+0,50+4,0+0,50	-	-	0,50	2,50	Rotunda 09
Rest.42	76,87	0,5+3,5+3,5+0,5	40,00	40,00	0,80	2,50	Rotunda 09
Rest.43	224,34	1,0+3,5+3,5+1,0	46,00	46,00	1,80	2,80	Rotunda 09
Rest.44	90,03	3,0+3,0	18,00	18,00	0,50	3,50	

8. Caminhos paralelos

Nas zonas onde o traçado das novas vias intersecta o acesso a propriedades privadas, existiu a necessidade de restabelecer esses acessos mediante a criação de caminhos paralelos.

Conjugando a rede de caminhos existentes com a planta parcelar, foram definidas as necessidades de acesso às diversas parcelas existentes.

Estes caminhos apresentam características de traçado modestas, contornando os limites das saias de talude e, sempre que possível, acompanhando o andamento do terreno existente.

9. Perfis transversais tipo

O perfil transversal da estrada, é composto por diversos elementos, tais como, faixas de rodagem, bermas, valetas revestidas e taludes. A definição do perfil transversal é condicionada pela intensidade de tráfego e pela velocidade de circulação neste caso de 100km/h. Para a geometria do perfil transversal tipo da variante, propõe-se:

9.1.1. Perfil transversal tipo I – em alinhamento reto

Para o pavimento novo na via com dois sentidos de circulação, considerou-se a seguinte estrutura:

- Separador central em guarda rígida – New Jersey – com 0.60m de largura;
- Bermas esquerdas interiores com 1.0m de largura cada;
- Duas faixas de rodagem com 7m de largura (2 vias com 3.50m de largura), formando dois planos com inclinação transversal de 2.5% para o exterior a partir do eixo, e nas curvas serão adotadas sobrelevações;
- Bermas direitas exteriores com 2.50m de largura;
- Concordâncias das bermas com os taludes de aterro, inclusão de faixa com 1.10m de largura e com 10% de pendente;
- Valetas reduzidas em betão com 1.20m de largura contíguas às bermas esquerdas e associadas a drenagem longitudinal em zonas de escavação;
- Realização de concordância das valetas com os taludes de escavação com a introdução de uma faixa com relva com 1.0m de largura e 10% de pendente transversal;
- Em taludes de escavação de grande altura (>8-10m) serão executadas banquetas de estabilização com 3.0m de largura e pendente transversal para o interior do talude;

Nas zonas dos nós de ligação estão previstas vias de abrandamento ou aceleração com 3,5m de largura.

9.1.2. Perfil transversal tipo II -Perfil transversal tipo em curva

O perfil transversal-tipo em curva da via será constituído por:

- Separador central em guarda rígida – New Jersey – com 0.60m de largura;
- Bermas esquerdas interiores com 1m de largura cada;

- Duas faixas de rodagem com 7m de largura (2 vias com 3.50m de largura), formando um plano com inclinação transversal variável para o exterior dependendo das sobrelevações;
- Bermas direitas exteriores com 2.50m de largura;
- Concordâncias das bermas com os taludes de aterro, inclusão de faixa com 0.60m de largura e com 10% de pendente;
- Valetas reduzidas em betão com 1.20m de largura contíguas às bermas esquerdas e associadas a drenagem longitudinal em zonas de escavação;
- Realização de concordância das valetas com os taludes de escavação com a introdução de uma faixa com relva com 1.0m de largura e 10% de pendente transversal;
- Em taludes de escavação de grande altura (>8-10m) serão executadas banquetas de estabilização com 3.0m de largura e pendente transversal para o interior do talude;

9.1.3. Perfil transversal tipo III -ramos unidirecionais em curva

O perfil transversal-tipo dos ramos unidirecionais em curva é constituído por:

- Bermas esquerdas com 1.0m de largura;
- Faixa de rodagem com 4m de largura, acrescida de sobrelargura de acordo com as normas em vigor;
- Bermas direitas com 2.50m de largura;
- Valetas reduzidas em betão com 1.20m de largura contíguas às bermas e associadas a drenagem longitudinal em zonas de escavação;
- Realização de concordância das valetas com os taludes de escavação com a introdução de uma faixa com relva com 1.0m de largura e 10% de pendente transversal;

9.1.4. Perfil transversal tipo IV – Perfil transversal tipo com vias de aceleração e abrandamento em reta

O perfil transversal-tipo em zonas de aceleração e abrandamento é constituído por:

- Separador central em guarda rígida – New Jersey – com 0.60m de largura;
- Bermas esquerdas interiores com 1.0m de largura cada;
- Duas faixas de rodagem com 7m de largura (2 vias com 3.50m de largura), formando dois planos com inclinação transversal de 2.5% para o exterior a partir do eixo;
- Vias de abrandamento/aceleração com 3.50m de largura cada;
- Bermas direitas exteriores com 2.50m de largura;

- Concordâncias das bermas com os taludes de aterro, inclusão de faixa com 0.60m de largura e com 10% de pendente;
- Valetas reduzidas em betão com 1.20m de largura contíguas às bermas esquerdas e associadas a drenagem longitudinal em zonas de escavação;
- Realização de concordância das valetas com os taludes de escavação com a introdução de uma faixa com relva com 1.0m de largura e 10% de pendente transversal;
- Em taludes de escavação de grande altura (>8-10m) serão executadas banquetas de estabilização com 3.0m de largura e pendente transversal para o interior do talude;

9.1.5. Perfil transversal tipo V -perfil transversal tipo rotundas 02, 03, 04 e 05

Intersecção giratória com:

- Berma interior de 1.0m de largura;
- Faixa de rodagem com 9.30m com inclinação variável conforme indicação dos perfis transversais para as rotundas 02, 03 e 04. Faixa de rodagem com 9.10m com inclinação variável conforme indicação dos perfis transversais para a rotunda 05;
- Berma direita exterior de 2.50m de largura;
- Valeta reduzida em betão com 1.20m de largura;

9.1.6. Perfil transversal tipo VI – Perfil transversal tipo rotunda 01

Intersecção giratória com:

- Berma interior de 1.0m de largura;
- Faixa de rodagem com 9.90m com inclinação variável conforme indicação dos perfis transversais;
- Berma direita exterior de 2.50 m de largura;
- Valeta reduzida em betão com 1.20m de largura;

9.1.7. Perfil transversal tipo VII – Perfil transversal tipo rotunda 07

Intersecção giratória com:

- Berma interior de 1.0m de largura;
- Faixa de rodagem com 10.30m com inclinação variável conforme indicação dos perfis transversais;

- Berma direita exterior de 2.5m de largura;
- Valeta reduzida em betão com 1.0m de largura;

9.1.8. Perfil transversal tipo VIII – Perfil transversal tipo rotunda 08

Intersecção giratória com:

- Berma interior de 1.0m de largura;
- Faixa de rodagem com 7m com inclinação variável conforme indicação dos perfis transversais;
- Berma direita exterior de 2.5m de largura;
- Valeta reduzida em betão com 1.0m de largura.

9.1.9. Perfil transversal tipo IX – Perfil transversal tipo rotunda 09

Intersecção giratória com:

- Berma interior de 1.0m de largura;
- Faixa de rodagem com 9.40m com inclinação variável conforme indicação dos perfis transversais;
- Berma direita exterior de 2.5 m de largura;
- Valeta reduzida em betão com 1.0m de largura.

9.1.10. Perfil transversal tipo X -via de restabelecimento nº36

O perfil transversal da via de restabelecimento nº36 será constituído por:

- Separador central em guarda rígida – New Jersey – com 0.60m de largura;
- Bermas esquerdas interiores com 0.50m de largura cada;
- Duas faixas de rodagem uma com 8m de largura (2 vias com 4m de largura) e a outra com 4m de largura, formando dois planos com inclinação transversal de 2.5% para o exterior a partir do eixo, e nas curvas serão adotadas sobreelevações;
- Bermas direitas exteriores com 2.50m de largura;
- Valeta reduzida em betão com 1.0m de largura.

O perfil transversal da via de restabelecimento nº36 para a zona de curva será constituído por:

- Valeta reduzida em betão com 1.0m de largura.

- Berma com 1.0m de largura;
- Faixa de rodagem com 8m+SL de largura (2 vias com 4m de largura mais a sobrelargura), formando um plano com inclinação transversal de Se% para o exterior;
- Berma com 2.50m de largura;

9.1.11. Perfil transversal tipo XI e XII – Via de restabelecimento em reta e em curva

Faixa de rodagem com largura de 8m com berma pavimentada de 0.5m de largura, formando no geral dois planos com inclinação transversal de 2.5% para o exterior a partir do eixo, nas curvas serão adotadas sobrelevações conforme norma em vigor.

As valetas serão triangulares situando-se o seu fundo a pelo menos 0.25m abaixo do nível do leito do pavimento. O pano interior deve ter inclinação máxima de ¼ e o pano exterior pode ter a inclinação do talude de escavação.

9.1.12. Perfil transversal tipo XIII -estradas municipais e nacional N230

Nas interseções com a rede viária local, as larguras dos restabelecimentos estão condicionadas pela geometria das vias existentes, apresentando larguras e dimensões variáveis.

Deste modo, estes restabelecimentos apresentam geometrias semelhantes às descritas anteriormente, mas com ligeiras alterações na largura das vias e das bermas.

Alguns dos restabelecimentos apresentam atualmente passeios, cujo restabelecimento está também previsto no projeto.

Estes restabelecimentos apresentam as larguras de faixa de rodagem e bermas pavimentadas apresentadas na tabela seguinte, formando no geral dois planos com inclinação transversal de 2.5% para o exterior a partir do eixo.

Tabela 10 -Características dos restabelecimento tipo XIII

Restabelecimento	Faixa de Rodagem		Passeio
	L1 (m)	L2 (m)	L3 (m)
Rest.02	3,00	0,50	1,50
Rest.03	3,00	-	-
Rest.04	3,00	0,50	-
Rest.05	3,50	2,50	-
Rest.13	2,5 / 3,5	0,25 / 1,0	-
Rest.21	3,00	0,50	-
Rest.28	3,25	1,00	1,50

Restabelecimento	Faixa de Rodagem		Passeio
	L1 (m)	L2 (m)	L3 (m)
Rest.29	3,75	1,00	1,50
Rest.35	2,75	0,25	-
Rest.39	3,50	0,50	-
Rest.40	3,00	0,50	-
Rest.42	3,50	0,50	-
Rest.43	3,50	1,00	-
Rest.44	3,00	-	-

9.1.13. Perfil transversal tipo XIV – Caminhos paralelos, rurais e passagens agrícolas

Faixa de rodagem com largura de 4m com berma exterior de 0.5m de largura e valeta não revestida de 0.80m de largura.

9.1.14. Perfil transversal tipo XV – Perfil transversal tipo rotunda 06

Intersecção giratória com:

- Zona galgável de 2.50m de largura;
- Faixa de rodagem com 7.50m com inclinação variável conforme indicação dos perfis transversais;
- Berma direita exterior de 2.5 m de largura;
- Valeta reduzida em betão com 1.0m de largura.

9.1.15. Perfil transversal tipo XIV – Caminhos paralelos, rurais e passagens agrícolas

Faixa de rodagem com largura de 4m e valeta com 0,50 m de largura.

10. Obras acessórias

Com base no reconhecimento geológico de superfície e nos resultados obtidos nas campanhas de prospeção geotécnica, foi elaborado o Estudo Geológico-Geotécnico que se inclui no PE1 – Parte 1.2.

Na Parte 1.3 – Terraplenagens Gerais detalham-se e justificam-se os cuidados a assegurar na execução dos trabalhos de terraplenagem e define-se a forma de reutilização os materiais provenientes das escavações.

10.1. Zonas de atravessamento de peões

Dado as características do eixo rodoviário Aveiro-Águeda, apenas se considera necessário considerar uma zona de atravessamento de peões na zona mais urbana do traçado. Nesse sentido, apenas se considera nesta fase uma zona de atravessamento de peões na rotunda dos Campinhos.

No sentido de garantir a continuidade pedonal na rua dos Campinhos, propomos a colocação de passadeira semaforizada com acionamento por botoneira do lado nascente da rotunda dos campinhos.

O atravessamento poderá ser faseado com local de paragem no ilhéu da rotunda, que possui dimensão adequada por forma a cumprir com a lei das acessibilidades.

Propomos apenas colocar uma passadeira, pois apenas do lado nascente existe continuidade de passeio ou berma na rua dos Campinhos.

No sentido de promover a redução de velocidade na aproximação da passadeira semaforizada, propomos a colocação de sinalização luminosa.

O atravessamento poderá ser faseado com local de paragem no ilhéu da rotunda, que possui dimensão adequada por forma a cumprir com a lei das acessibilidades.

O sistema luminoso automático de trânsito será composto por diversos equipamentos, que permitem a gestão e controlo do tráfego, devidamente coordenado e integrado no sistema de gestão central usado pela Câmara Municipal de Aveiro, obedecendo às normas nacionais em vigor, nomeadamente ao Decreto Regulamentar n.º 22-A/98 de 1 de Outubro, que aprova o Regulamento de Sinalização de Trânsito, Alterado pelo artigo 1.º do Decreto Regulamentar n.º 41/2002, de 20 de Agosto e aditado pelo artigo único do Decreto Regulamentar n.º 13/2003, de 26 de Junho.

11. Estudo geológico e geotécnico geral

O Eixo Rodoviário em estudo, situado a sul do rio Vouga, entre Aveiro e Águeda, desenvolve-se a poente da faixa de transição dos relevos antigos, vincados, com substrato xistento, já na orla cenozóica ocidental, sendo predominantes, quando se caminha para o litoral, as superfícies aplanadas, por vezes com talwegues algo profundos.

De um modo geral, a região apresenta uma topografia aplanada e suave, sobressaindo na paisagem os inúmeros braços da ria, dispostos numa intrincada rede.

A formação da ria está ligada ao estabelecimento do extenso cordão litoral que dificultou a saída das águas do Vouga para o mar, dando origem a uma laguna em que, pouco a pouco, foi acumulando os materiais carreados pelas águas fluviais. Esta acumulação de material sedimentar deu origem a um haff-delta com os seus sinuosos braços e inúmeras ilhas formadas.

As cotas da região oscilam entre os 20 e os 65 m, com algumas elevações atingindo 84 m no sector Este. A plataforma do traçado, entre as cotas de 50 a 65 m, é entalhada pelos vales do rio Águeda e da ribeira da Horta, que correm para Norte desaguando no Vouga, e que o traçado terá de transpor.

A rede de drenagem subsidiária mostra um controlo estrutural marcado, correndo paralelamente às fraturas regionais desenvolvidas durante a orogenia alpina, com rumo NE-SW. Os rios Vouga e Águeda, serpenteantes em vales estreitos e moderadamente encaixados, refletem os lineamentos estruturais anteriores, hercínicos mas com eventual rejogo mais recente, de direções NW-SE e E W.

Os terrenos interessados por este estudo pertencem a três conjuntos distintos, e em geral dispostos sub-horizontalmente: o dos sedimentos da Bacia Ocidental (Triásico e Cretácico), aqueles que os recobrem em discordância clara, do Plio-Quaternário, e os terrenos aluvionares recentes e atuais.

O Triásico está presente desde a margem esquerda do rio Águeda até ao fim do corredor em estudo, sendo constituído por grés micáceos avermelhados e esbranquiçados, com níveis de calhaus rolados, enquanto na metade poente da faixa o substrato é Cretácico, formado pelos arenitos, argilas e siltes bem consolidados.

Sobre este conjunto encontram-se os sedimentos silto-argilosos e arenosos do Pliocénico, a nascente, e os depósitos areno-argilosos com cascalheiras espessas, do Quaternário, reconhecidos na parte central e a poente.

Os vales mais importantes são preenchidos por materiais aluvio-coluvionares, areno-siltosos com lodos, recentes, por vezes com espessuras métricas.

11.1. Litoestratigrafia

Nos parágrafos seguintes faz-se uma breve descrição das unidades atravessadas pelo traçado em estudo.

DEPÓSITOS ALUVIONARES RECENTES: Os depósitos aluvionares mais significativos estão associados com as principais linhas de água, nomeadamente a ribeira da Horta e o Rio Águeda. Estes materiais são compostos essencialmente por alternâncias de areias lodosas acinzentadas, por vezes micáceas, com calhaus rolados. Ao longo do traçado também foram identificados pequenos depósitos aluvionares/coluvionares, associados às linhas de água secundárias afluentes dos principais cursos de água.

DEPÓSITOS PLIO-PLISTOCÉNICOS (Q):

- **Depósitos de praias antigas:** Estes depósitos de praia são formados por leitos de areias e cascalheiras de calhaus rolados, por vezes com espessuras significativas. As areias podem ser finas ou grosseiras e apresentam tonalidades habitualmente claras. Estes depósitos encontram-se escalonados em diversos níveis, para a presente fase de projeto agruparam-se numa única unidade.

DEPÓSITOS PLIOCÉNICOS (P): Trata-se de depósitos de cobertura que são constituídos por areias, areias siltosas e argilosas, com intercalações de cascalho e calhaus rolados, com cores amareladas, avermelhadas e acastanhadas. Pontualmente estes depósitos apresentam níveis francamente argilosos com tonalidades avermelhadas.

GRÉS CRETÁVICOS (C): Os terrenos cretácicos apresentam um importante desenvolvimento na região em análise. São formados essencialmente por arenitos, argilas e pontualmente calcários. Estas camadas inclinam ligeiramente para NW.

De acordo com a cartografia geológica representada na Carta Geológica de Portugal 16-A (escala 1/50.000) e com base no reconhecimento de campo efetuado, o traçado interfere com 3 destas unidades, nomeadamente:

- **C5 – Arenitos e Argilas de Aveiro:** Esta unidade é formada essencialmente por arenitos margosos e argilas, dispostos alternadamente. Como observado em campo, esta unidade encontra-se coberta por depósitos modernos, sendo apenas identificável nas zonas das linhas de água que erosionaram as formações de cobertura. Estas camadas inclinam geralmente cerca de 10º para NW.
- **C4 – Arenitos do Mamodeiro:** Os arenitos de Mamodeiro são formados por uma série espessa de arenitos claros, com intercalações de argilas e alguns leitos com níveis conglomeráticos. No corte de Carrajão foi encontrado a seguinte sequência: seixos e cascalheiras; areias com lenticulas de cascalheiras; margas folheadas com leitos micáceos e vegetais; areias e areias argilosas com seixos com lenticulas de margas cinzentas [1].
- **C2 – Arenitos do Requeixo:** Entre as povoações de Fermentelos, Azurva, Taboeira e Salreu, e com vários desenvolvimentos na região de Requeixo, encontram-se arenitos caulíníticos, brancos ou róseos, apresentam alternâncias de camadas de granulometrias mais finas com camadas mais grosseiras, ocorrendo ocasionalmente leitos argilosos.

A cartografia geológica apresentada foi elaborada essencialmente com base na carta geológica do local em estudo à escala 1/50.000 e no reconhecimento geológico de superfície. Face aos poucos afloramentos existentes e à difícil distinção entre os materiais pertencentes às formações cretácicas C5, C4 e C2, que apresentam litologias muito semelhantes, considerou-se adequado em algumas zonas representar a cartografia geológica que está definida na Carta Geológica 1/50.000 da zona. Com base nessa cartografia procedeu-se à elaboração dos perfis geológicos e à interpretação e enquadramento das litologias detetadas nas sondagens nas unidades geológicas definidas.

ARENITOS TRIFÁSICOS (T):

- **ARENITOS DE EIROL:** Os arenitos de Eirol, tornam-se notados pela natureza dos sedimentos e pela coloração avermelhada que apresentam. Na parte inferior predominam os conglomerados, entre os quais se observam blocos de granito porfiróide e de quartzitos. Além dos conglomerados observam-se bancadas areníticas, quase sempre com intercalações de calhaus mal rolados. Para o cimo desta unidade os materiais detríticos presentes tornam-se mais finos, argilosos e a estratificação mais regular. As camadas inclinam em geral 10º a 15º para SW.

11.2. Estrutura e tectónica

Na zona de Aveiro as formações cretácicas apresentam-se pouco deformadas, formando um sinclinal muito aberto que mergulha suavemente para o litoral. O flanco norte está controlado pelo soco hercínico, e o flanco sul reflete a influência do anticlinal de Palhaça.

As formações cretácicas na bacia do Rio Vouga enquadram-se no rejogo da rede de fracturação tardi-hercínica que condicionou um conjunto de blocos. A fracturação existente apresenta como principais direcções: a N-S, paralela ao bordo oeste do maciço hespérico, concretizada na área pela falha existente entre a serra de Montemor e Mamordeiro; e a NNW-SSE, coincidente com a orientação dos grandes desligamentos tardi-hercínicos e que se manifestam na parte terminal do rio Vouga (onde se instalou na parte final do seu curso)

Os depósitos plio-quadernários apresentam-se praticamente indeformados sem deslocações tectónicas evidentes.

12. Terraplanagens gerais

12.1. Limpeza e desmatção

Toda a área de intervenção deverá ser previamente limpa de construções, pedra grossa, detritos e vegetação lenhosa (arbustos e árvores, conservando a vegetação subarbusiva e herbácea, a remover com a decapagem apenas onde tal se revelar necessário.

12.2. Decapagem

A espessura da camada a decapar, normalmente designada por "terra vegetal" e que corresponde ao horizonte superficial de solos que apresenta matéria orgânica, com condições para ser reutilizada no revestimento de taludes, depende essencialmente da natureza das formações geológicas existentes, da morfologia do terreno e do tipo de vegetação que as reveste.

O trabalho da decapagem é executado com o duplo objetivo de garantir a necessária preparação das fundações dos aterros e de guardar, sempre que possível, terra vegetal para posterior reutilização no revestimento dos taludes.

A extensão e variação das formações geológicas superficiais ao longo do traçado conduzem, necessariamente, a variações longitudinais e transversais nas espessuras a decapar. Desta forma, a possança é maior nas zonas baixas constituídas por depósitos colúvio-aluvionares e onde a espessura de solos é mais desenvolvida. Por outro lado, ela é menor nos locais onde os maciços rochosos se encontram aflorantes.

Prevê-se que a "terra vegetal" decapada seja transportada a depósito provisório próximo, com vista à sua reutilização no revestimento vegetal dos taludes de aterro e escavação com inclinações compatíveis à sua fixação, ou seja, com inclinação de 1/2 ou 1/1,5 (V/H).

De acordo com a prospeção realizada prevê-se que a profundidade dos trabalhos de decapagem esteja compreendida, em média, entre 0,20 m e 1,00 m.

Para efeitos de medição, considerou-se o seguinte zonamento:

Tabela 23 – Espessura de terra vegetal considerada – Plena Via

PK (km)		Espessura tv (m)
Início	Fim	
0+000	2+915	0,7
2+915	5+562	0,2
5+562	6+478	0,4
6+478	9+421	0,3
9+421	12+594	0,2
12+594	13+178	0,7
13+178	15+010	0,2

Tabela 24 – Espessura de terra vegetal considerada – Restabelecimentos

Restabelecimento	PK (km)		Espessura tv (m)
	Início	Fim	
1		Sobre via existente	
2		Sobre via existente	
3	0+000	0+277	0,50
4	0+000	0+375	0,20
5		Sobre via existente	
6		Sobre via existente	
7		Sobre via existente	
8	0+000	0+344	0,20
9		Sobre via existente	
10		Sobre via existente	
11	0+000	0+159	0,40
12	0+000	0+150	0,20
13	0+000	0+280	0,20
14	0+000	0+248	0,40
15	0+000	0+043	1,0
16	0+000	0+078	0,20
17	0+000	0+301	0,30
18	0+000	0+193	0,20
19	0+000	0+400	0,20
20	0+000	0+112	0,20
21	0+000	0+170	0,20
22	0+000	0+326	0,40

Restabelecimento	PK (km)		Espessura tv (m)
	Início	Fim	
23	0+000	0+307	0,20
24	0+000	0+060	0,20
25		Sobre via existente	
26	0+000	0+058	0,20
27	0+000	0+055	0,20
28		Sobre via existente	
29		Sobre via existente	
30		Sobre via existente	
31	0+000	0+578	0,20
32	0+000	0+284	0,20
33	0+000	0+296	0,20
34	0+000	0+339	0,20
35		Sobre via existente	
36	0+000	0+575	0,20
37	0+000	0+341	0,20
38	0+000	0+389	0,80
39		Sobre via existente	
40		Sobre via existente	
41		Sobre via existente	
42		Sobre via existente	
43		Sobre via existente	
44		Sobre via existente	

Recomenda-se que uma vez executada a decapagem da terra vegetal, esta seja conduzida a depósito provisório, com o objetivo de ser reutilizada como revestimento de proteção dos taludes de aterro e escavação, sempre que estes tenham inclinações compatíveis com a sua fixação. Nesta fase do estudo prevê-se que a generalidade da terra vegetal proveniente da decapagem tenha qualidade para ser reutilizada no revestimento de taludes.

12.3. Escavações

As escavações a realizar para a execução do traçado em estudo envolvem algumas escavações com alturas significativas, chegando a atingir os 18,8 m ao eixo.

No Quadro seguinte apresenta-se uma síntese das características das principais escavações preconizadas (escavações com mais de 2m de altura) onde, para além da localização, se inclui a altura máxima ao eixo, as formações geológicas interessadas, a prospeção realizada, a escavabilidade previsível dos terrenos, a inclinação adotada para os taludes e uma referência à eventual necessidade de trabalhos de reforço de taludes e drenagem.

Tabela 25 – Características dos troços de escavação mais expressivos (escavações com mais de 2m de altura)

Traçado	Localização aproximada (Km)		Extensão (m)	Formação geológica	Altura máxima ao eixo (m)	Trabalhos de prospeção	Escavabilidade		Inclinação de taludes (V/H)		Possível aproveitamento de materiais
	Km Inicial	Km Final					Mec. (%)	Exp. (%)	Lado esquerdo	Lado direito	
Plena Via	1+512	2+175	663	Q, C4	4,5	DPSH6, P2(EP), P2	100	0	1/1,5	1/1,5	PIA, Corpo, PSA
	3+617	4+466	849	Q, C4	10,2	P3, S5, PS1, PS2, S6	100	0	1/1,5 c/ Banquetas	1/1,5 c/ Banquetas	PIA, Corpo, PSA
	5+147	5+571	424	Q, C4	7,9	P4, PS3, S7	100	0	1/1,5 c/ Banquetas	1/1,5	PIA, Corpo, PSA
	6+568	6+776	208	C2, C4	12,3	S8, PS4, S9	100	0	1/1,5 c/ Banquetas	1/1,5 c/ Banquetas	PIA, Corpo, PSA
	6+902	7+118	216	Q, C4	18,8	S10, PS5, S11, P5	100	0	1/1,5 c/ Banquetas	1/1,5 c/ Banquetas	PIA, Corpo, PSA
	7+539	7+615	76	Q	2,8	P12(EP)	100	0	1/1,5	1/1,5	PIA, Corpo, PSA
	8+550	8+680	130	Q	3,3	-	100	0	1/1,5	1/1,5	PIA, Corpo, PSA
	8+790	8+906	116	C4	2,5	P6	100	0	1/1,5	1/1,5	PIA, Corpo, PSA
	9+262	9+655	393	Q	9,3	PS6, P6(EP), S15	100	0	1/1,5 c/ Banquetas	1/1,5 c/ Banquetas	PIA, Corpo, PSA
	10+984	11+294	310	Q, T	7,2	SS(EP), PS7, P7	80	20	1/1	1/1	PIA, Corpo, PSA
	11+694	12+219	525	Q, T	7,1	P8, S17, SPS3-1, SPS3-2, S18	90	10	1/1	1/1	PIA, Corpo, PSA
	12+305	12+609	304	Q, T	9,8	S19, PS8, S20	100	0	1/1,5 c/ Banquetas	1/1,5 c/ Banquetas	PIA, Corpo, PSA
	12+935	13+122	187	T	4,2	S23, PS9	100	0	1/1,5	1/1,5 c/ Banquetas	PIA, Corpo, PSA
	13+226	13+390	164	T	9,5	PS10, S24, P9	90	10	1/1,5	1/1,5 c/ Banquetas	PIA, Corpo, PSA
13+684	13+990	306	T	5,2	PS11	100	0	1/1,5	1/1,5 c/ Banquetas	PIA, Corpo, PSA	
Rest. 17	0+062	0+110	48	C2	2,4	-	100	0	1/1,5	1/1,5	PIA, Corpo, PSA
Rest. 18	0+040	0+120	80	Q, C4	4,7	-	100	0	1/1,5	1/1,5 c/ Banquetas	PIA, Corpo, PSA
Rest. 19	0+000	0+256	256	Q	2,3	-	100	0	1/1,5	1/1,5	PIA, Corpo, PSA
Rot. Eiroil	0+000	0+078	78	Q	2,8	-	100	0	1/1,5	1/1,5	PIA, Corpo, PSA
	0+172	0+252	80	Q	2,8	-	100	0	1/1,5	1/1,5	PIA, Corpo, PSA
Rest. 22	0+000	0+327	327	C4	3,1	SP16-1, SP16-2	100	0	1/1,5	1/1,5	PIA, Corpo, PSA
Rest. 31	0+000	0+233	233	Q	4,9	-	100	0	1/1,5	1/1,5	PIA, Corpo, PSA
	0+384	0+474	90	Q	3,7	-	100	0	1/1,5	1/1,5	PIA, Corpo, PSA
Rest. 34	0+072	0+302	230	Q/T	5,5	-	100	0	1/1,5	1/1,5	PIA, Corpo, PSA
Rest. 37	0+058	0+255	197	Q/T	7,2	S19	90	10	1/1	1/1 c/ Banquetas	PIA, Corpo, PSA

As escavações preconizadas interferem na sua totalidade com materiais sedimentares detríticos compostos essencialmente por materiais arenosos e silto-argilosos, em que é previsível a existência duma rede de aquíferos e nível freático próximo da superfície que podem requerer tratamento pontual para aliviar pressões intersticiais e drenar a água.

Tendo em atenção os fenómenos de erosão interna e ravinamento típico neste tipo de terrenos, que uma vez instalados podem conduzir à degradação dos taludes e instabilização dos mesmos, é importante prever órgãos ou dispositivos de drenagem superficial e profunda que evitem essa degradação dos taludes. Estes dispositivos, do tipo esporões e/ou máscaras drenantes, de execução rápida e fácil, podem ser executados com equipamento pouco específico e em todos os locais, uma vez

detetada a situação – esta situação preconiza-se especialmente nos taludes de escavação entre o km 11+850 e 12+250 da plena via e nos taludes de escavação do Restabelecimento 37, que para efeitos de medição estima-se o recurso a máscaras drenantes em 50% da face dos taludes.

No que se refere ao processo construtivo em escavação de grande a médio porte (com duas banquetas), o desmonte deverá ser iniciado a cerca de 5 metros da crista do talude, até se atingir a cota da banquetta, de modo a permitir a observação direta dos materiais ocorrentes e a permitir introduzir eventuais correções na geometria do talude ou nas obras de construção projetadas. Nestes casos o processo construtivo será, pois, faseado.

12.3.1. Escavabilidade

As características de desmonte dos materiais geológicos interessados ao longo do traçado estão intimamente relacionadas com a natureza das formações e com os estados de alteração e de fracturação dos maciços.

Com o objetivo de se avaliar, em termos gerais, a escavabilidade dos terrenos, considerou-se quer a informação proveniente dos trabalhos de prospeção (nomeadamente, sísmica de refração e sondagens mecânicas), quer os elementos obtidos no decurso do reconhecimento de superfície.

A partir do conhecimento que se possui de escavações realizadas neste tipo de terrenos e levando em linha de conta os equipamentos de terraplenagem habitualmente utilizados, apresentam-se genericamente os seguintes valores limite de VL, devendo este critério ser aferido e validado em fase de construção:

- Utilização de meios mecânicos ligeiros (pás escavadoras, etc.) $VL \leq 1500\text{m/s}$ (escavável)
- Utilização de outros meios mecânicos (“rippers” do tipo D8L) $1500 < VL < 2000\text{m/s}$ (ripável)
- Desmonte a fogo (explosivos) $VL \geq 2000\text{m/s}$

Com base nos resultados da prospeção geofísica de refração, é possível estabelecer, para cada um dos horizontes detetados, uma relação empírica entre as velocidades de propagação das ondas sísmicas longitudinais (VL) e o tipo de desmonte a realizar.

Considerou-se, portanto o valor $VL = 2000\text{m/s}$ como limite de referência para separar maciço “ripável” de maciço a “desmontar a fogo”. Este critério foi aferido mediante a análise da informação proveniente das sondagens mecânicas realizadas.

O emprego de explosivos deverá ser particularmente cuidado de modo a não danificar o maciço para além da zona de escavação pretendida, sendo para tal necessário adequar criteriosamente o plano de fogo às características geomecânicas evidenciadas pelo maciço, nomeadamente no que diz respeito ao esquema de compartimentação dos blocos ou existência de bancadas de diferentes resistências.

Nesse sentido, deverá sempre ser utilizada a técnica de pré-corte, fundamental para garantir o corte do talude de forma correta e de acordo com a geometria preconizada, reduzindo-se, simultaneamente, a propagação de vibrações ao maciço, por forma a evitar os efeitos de descompressão e consequente instabilidade.

12.3.2. Geometria dos taludes de escavação

A inclinação dos taludes de escavação foi definida não apenas em função da sua altura, mas também das características geomecânicas das formações interessadas, da integração paisagística e das características intrínsecas do traçado, em especial no que concerne ao balanço de volumes escavação/aterro.

Do ponto de vista geotécnico ponderaram-se fatores como a estrutura geológica do maciço, reologia dos materiais e características hidrogeológicas. Para a sua obtenção concorreram, por um lado, o reconhecimento de campo efetuado, por outro, a informação recolhida em profundidade a partir da prospeção geofísica conjugada com a prospeção mecânica (sondagens).

Tendo em conta o défice de terras presente no lote em questão, considerou-se adotar nas escavações, e como critério geral, uma geometria de 1/1,5 (V/H) para os taludes que interferem com as formações Q, P, C4 e C2. Sempre e quando se interferira com a Formação Triássica T poder-se-á adotar geometrias de 1/1 (V/H).

Sempre que os taludes apresentam alturas superiores a 10 m, considerou-se a execução de banquetas de 8 em 8 m com 3,0 m de largura como forma de diminuir a inclinação média do talude, conferindo assim uma maior estabilidade e uma melhor integração paisagística.

Os taludes de escavação deverão ser concordados com o terreno natural, procedendo-se a um arredondamento nos últimos 2 metros do talude, na zona da crista. O desenvolvimento da respetiva curva de concordância deverá ser aferido em obra em função da capa rochosa ou da espessura dos solos de recobrimento.

Sempre que possível recorreu-se a geometrias de taludes de escavação que permanecessem no seu estado natural a longo prazo.

12.3.3. Estabilidade dos taludes de escavação

A própria estabilidade do talude de escavação depende fundamentalmente da pendente dos taludes, da sua altura e as características resistentes do material que é escavado.

A análise de estabilidade global foi avaliada através da possibilidade de formação de um mecanismo de rotura circular (superfície de escorregamento), recorrendo ao programa de cálculo SLIDE (v6.005) da Rocscience.

Os cálculos de estabilidade realizados para os taludes de escavação seguiram a metodologia do Eurocódigo 7 (EC7).

Na determinação da estabilidade global segundo as combinações do EC7 foram considerados os parâmetros geotécnicos definidos no capítulo 8.8 da presente memória descritiva.

O coeficiente sísmico foi determinado de acordo com o EC-8, nomeadamente:

- Coeficiente sísmico horizontal (KH) = 0,09
- Coeficiente sísmico vertical (Kv) = ±0,04

Para o cálculo de estabilidade escolheram-se os perfis mais condicionantes, nomeadamente:

- O talude de escavação de maior altura (com 19,3m no talude esquerdo) e que interfere com os materiais Plio-Plistocénicos – Perfil ao km 7+000. Face ao tipo de materiais existentes considerou-se a presença de nível freático no cálculo efetuado.

Na Tabela seguinte apresentam-se os resultados obtidos nos cálculos de estabilidade realizados.

Tabela 26 – fatores de segurança obtidos nos cálculos de estabilidade realizados

Perfil	Combinação (EC-7)	
	Combinação	FS obtido
7+000 (LE)	1.1	1,4
	1.2	1,0
	Sismo	1,2

Nas figuras seguintes apresentam-se os layouts de cálculo.

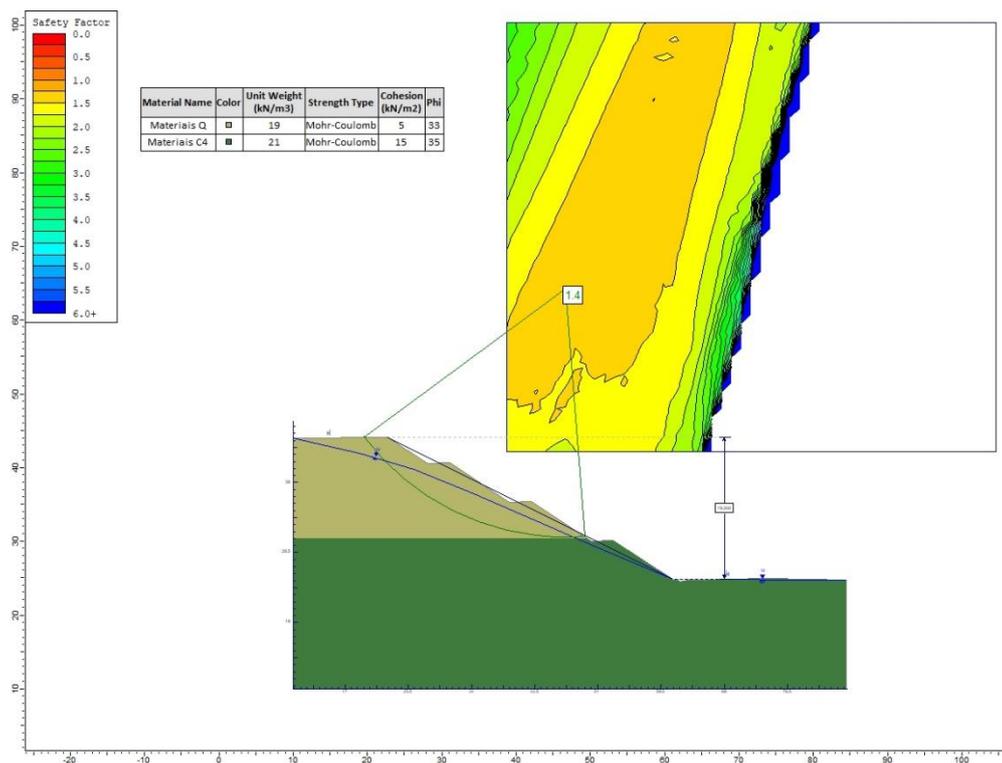


Figura 32 – Cálculo de estabilidade Combinação 1.1 – escavação lado esquerdo ao km 7+000

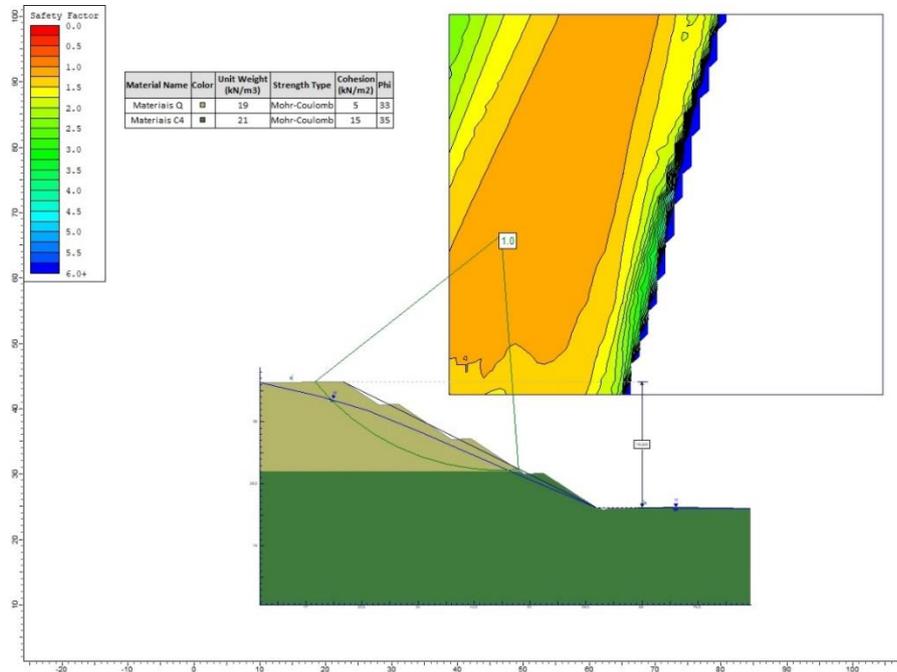


Figura 33 – Cálculo de estabilidade Combinação 1.2 – escavação lado esquerdo ao km 7+000

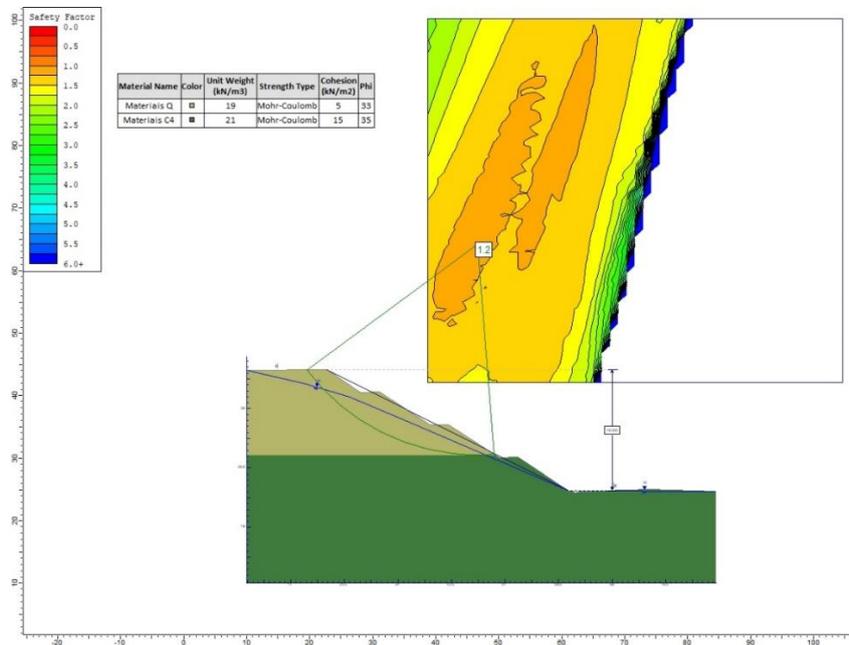


Figura 34 – Cálculo de estabilidade Combinação sismo – escavação lado esquerdo ao km 7+000

Como se pode constatar para o cenário geotécnico definido e com a geometria preconizada, obteve-se segundo a metodologia do EC-7 um fator de segurança superior ou igual a 1.

- O talude de maior altura (com 7,5m no talude direito), com geometria de 1/1 (V/H) e que interfere com os materiais Triássicos – Perfil ao km 11+805. Face ao tipo de materiais existentes considerou-se a presença de nível freático no cálculo efetuado.

Na Tabela seguinte apresentam-se os resultados obtidos nos cálculos de estabilidade realizados.

Tabela 27 – fatores de segurança obtidos nos cálculos de estabilidade realizados

Perfil	Combinação (EC-7)	FS obtido
11+805 (LD)	1.1	2,0
	1.2	1,8
	Sismo	1,8

Nas figuras seguintes apresentam-se os layouts de cálculo.

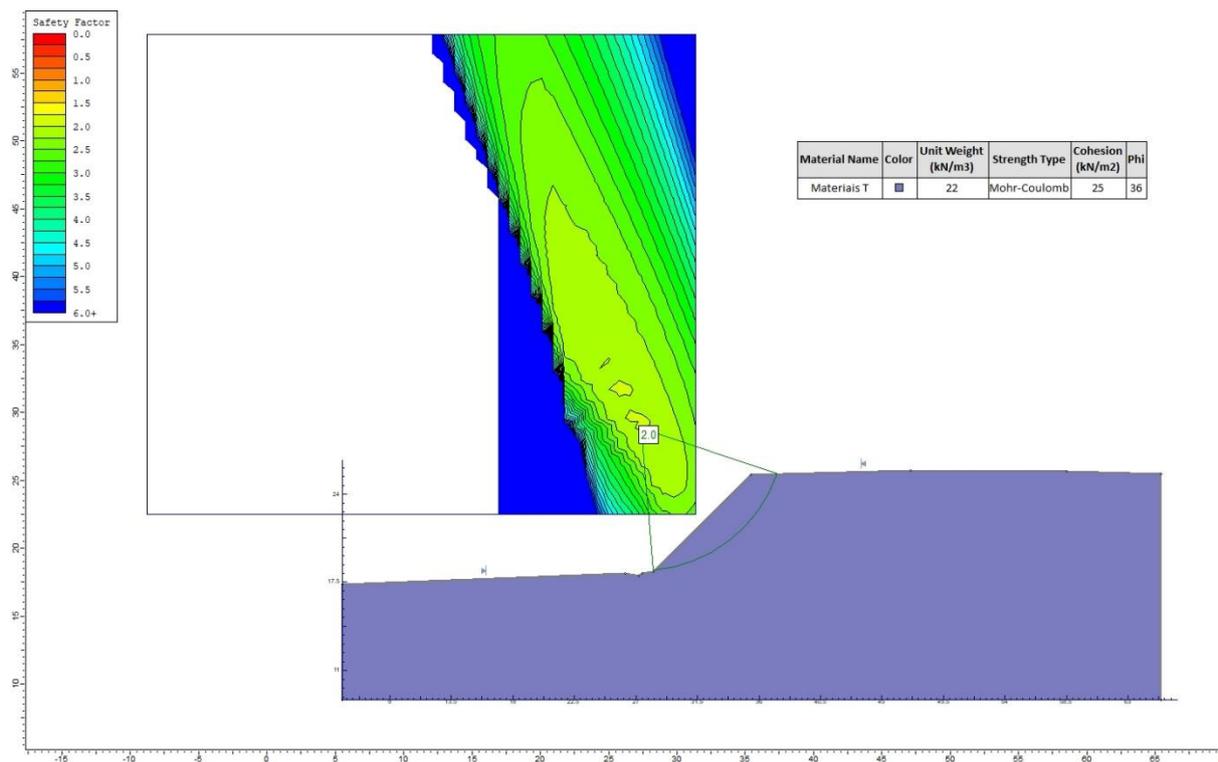


Figura 35 – Cálculo de estabilidade Combinação 1.1 – escavação lado direito ao km 11+805

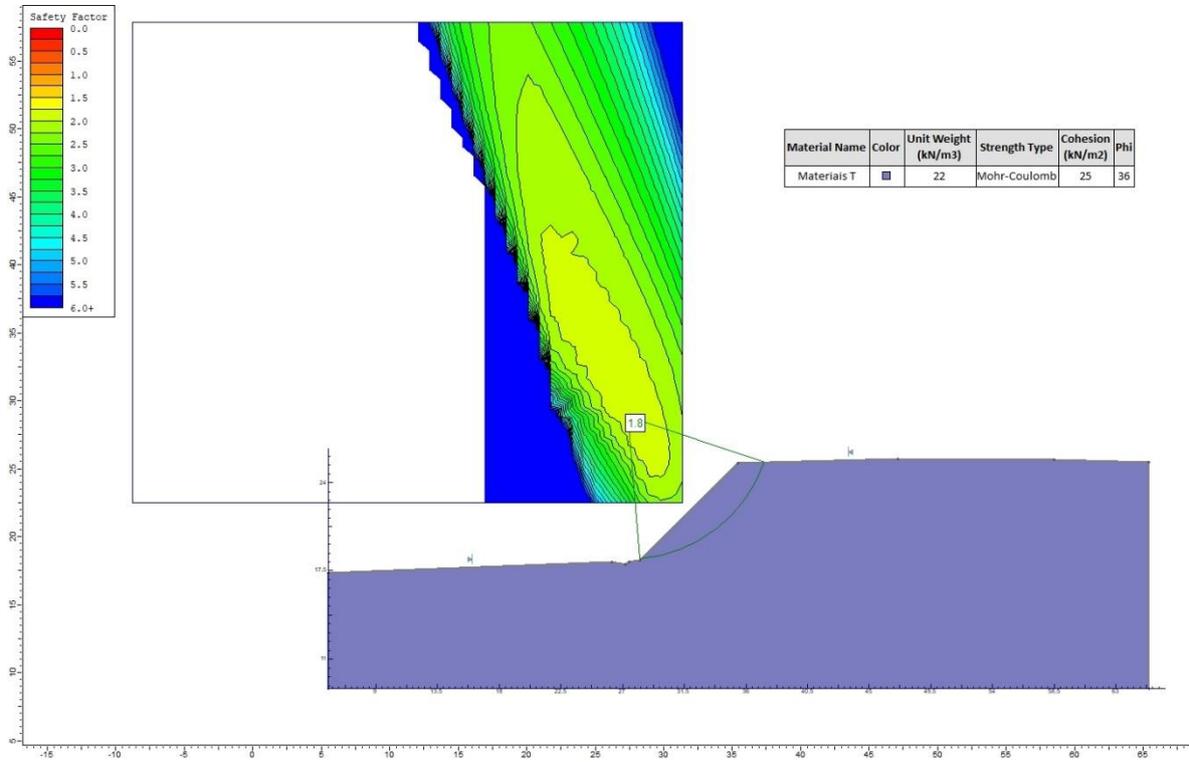


Figura 36 – Cálculo de estabilidade Combinação 1.2 – escavação lado direito ao km 11+805

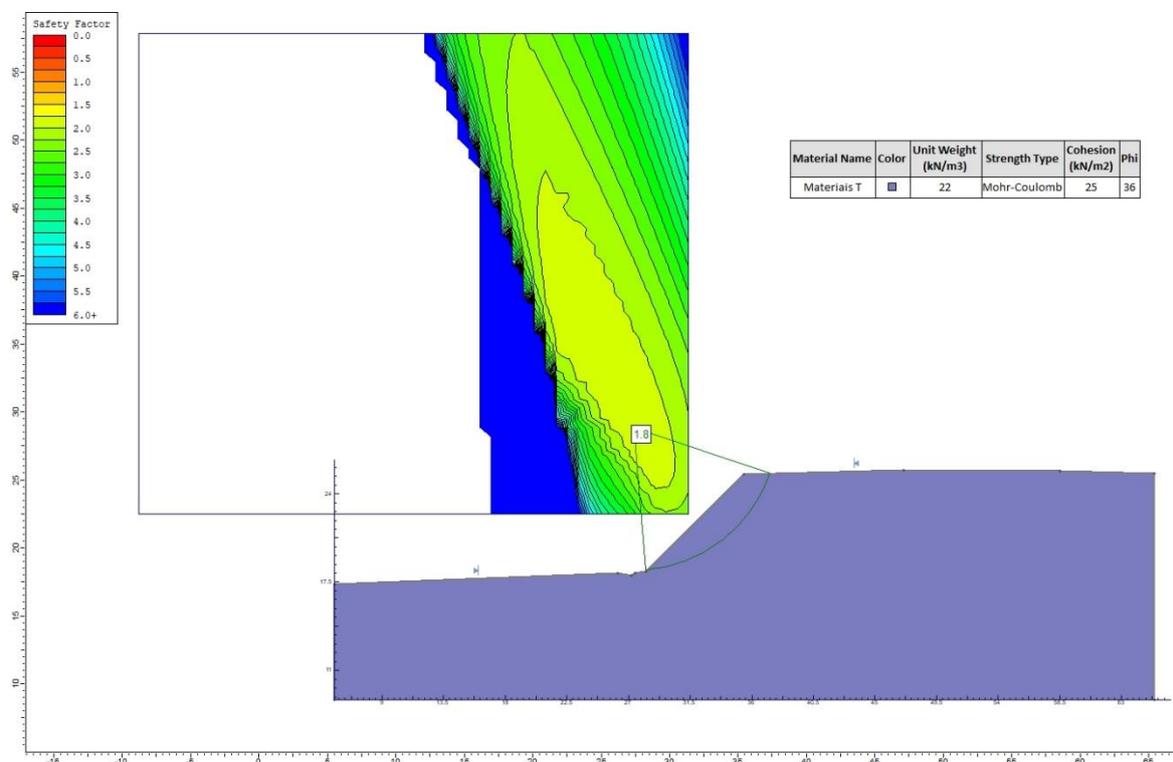


Figura 37 – Cálculo de estabilidade Combinação sismo – escavação lado direito ao km 11+805

Como se pode constatar para o cenário geotécnico definido e com a geometria preconizada, obteve-se segundo a metodologia do EC-7 um fator de segurança superior ou igual a 1.

12.3.4. Reutilização dos materiais de escavação

De acordo com o anteriormente exposto e com as especificações técnicas da IP os materiais que serão escavados nas Formação Q, P, C5, C4, C2 e T poderão ser reutilizados na Parte Inferior do Aterro (PIA), no corpo e na Parte Superior do Aterro (PSA). Apesar de todos os materiais darem como aplicáveis em PIA, chama-se a atenção que não darão para utilizar como PIA em zonas muito húmidas ou inundáveis, pois para esta aplicação a PIA tem que ser composta por materiais com menos de 5% de finos (situação que ocorre em apenas 2 amostras das 21 ensaiadas).

No que se refere ao seu aproveitamento para Leito de Pavimento (LP) constata-se que das 21 amostras ensaiadas apenas 5 amostras (cerca de 23%) cumprem com as especificações do Caderno de Encargos da IP para LP em solos, pelo que se considera que os materiais para Leito de Pavimento deverão provir de empréstimo.

No que se refere à reutilização dos materiais escavados considera-se que parte dos materiais escavados, sempre e quando não cumpram com as especificações do Caderno de Encargos, deverão ser levados a depósito definitivo. Com base na informação existente consideraram-se as seguintes percentagens:

- Formação al: 100% do material escavado (saneado) deverá ir a depósito definitivo;
- Formação Q: De acordo com os ensaios de laboratório realizados trata-se de materiais que poderão ser reutilizados na sua íntegra na construção dos aterros, no entanto considera-se de modo conservador, que cerca de 5% dos materiais escavados nesta Formação poderão ir a depósito definitivo;
- Formação C4: das 3 amostras ensaiadas há uma que dá um material de pior qualidade (enquadra-se na classe A-6), pelo que se considera que cerca de 20% dos materiais escavados nesta Formação poderão ir a depósito definitivo;
- Formação C5: só há uma amostra ensaiada, que se enquadra na classe A-6, pelo que se considera que cerca de 50% dos materiais escavados nesta Formação poderão ir a depósito definitivo;
- Formação T: De acordo com os ensaios de laboratório realizados trata-se de materiais que poderão ser reutilizados na sua íntegra na construção dos aterros, no entanto considera-se de modo conservador, que cerca de 5% dos materiais escavados nesta Formação poderão ir a depósito definitivo;
- Formação P: De acordo com os ensaios de laboratório realizados trata-se de materiais que poderão ser reutilizados na sua íntegra na construção dos aterros, no entanto considera-se de modo conservador, que cerca de 5% dos materiais escavados nesta Formação poderão ir a depósito definitivo;

12.3.5. Revestimentos dos taludes

A terra vegetal colocada em depósito provisório deverá ser utilizada para recobrimento dos taludes de escavação, associado ao plantio de espécies vegetais adequadas, para que constitua uma proteção contra o ravinamento induzido pela escorrência da água das chuvas no caso dos maciços com comportamento terroso. Pretende-se ainda com esta medida favorecer a integração paisagística dos taludes de escavação.

Esta ação será levada a cabo quando a inclinação dos taludes é compatível com a fixação da terra vegetal, ou seja, para inclinações de talude máximas de 1/1,5 (v/h).

12.3.6. Drenagem longitudinal

A análise dos dados disponíveis, incluindo o reconhecimento de superfície, permitiram estabelecer um cenário provável, com base no qual se julga necessário considerar uma série de medidas que possam eliminar ou minimizar as consequências resultantes da atuação das águas subterrâneas e superficiais nos taludes de escavação, preconizando-se como metodologia geral o seguinte:

- Construção de valetas de crista que terão como função proteger os taludes dos fenómenos de ravinamento, frequentes nas formações mais erodíveis por ação das águas superficiais;

- Valetas de plataforma associadas a drenos longitudinais, cuja profundidade varia em função das condições hidráulicas e geotécnicas do maciço onde irão ser colocados os drenos. Estes órgãos têm como função facilitar a drenagem na plataforma da via, evitando a eventual ação de subpressões.
- Órgãos de drenagem especiais do tipo "máscara drenante" e "esporão drenante" em zonas onde se tenha detetado a ocorrência de pontos de água nos taludes de escavação e/ou onde exista uma probabilidade significativa de ocorrência de fenómenos de instabilização dos taludes, quer por ravinamento, quer por erosão interna.

12.4. Aterros

Neste capítulo são tecidas considerações relativas aos aterros preconizados, às condições de fundação dos aterros, à geometria dos taludes e aos materiais a utilizar na sua construção.

Na Tabela seguinte apresenta-se uma síntese das principais características dos aterros a construir, referindo-se a sua localização, altura máxima ao eixo da via, formação sobre a qual assentará o aterro, inclinação dos taludes, prospeção realizada e trabalhos na fundação.

Tabela 28 – Características dos traços de aterro mais importantes

Traçado	Localização aproximada (Km)		Extensão (m)	Formação geológica	Altura máxima (m)	Trabalhos de prospeção	Inclinação de taludes (V/H)		Trabalhos na fundação		
	Km Inicial	Km Final					Lado Esquerdo	Lado direito	Tipo	Localização (km)	Espessura (m)
Plena Via	2+175	2+384	209	C4	9	DPSH7	1/1,5 c/ Banquetas	1/1,5 c/ Banquetas	End.	2+180 a 2+375	-
	3+245	3+617	372	C4	16,7	-	1/1,5 c/ Banquetas	1/1,5 c/ Banquetas	End. San.	3+245 a 3+270 3+438 a 3+519	- 3,5m
	4+466	5+147	681	Q/C4	11,1	SPI2-1, SPI2-2	1/1,5 c/ Banquetas	1/1,5 c/ Banquetas	End.	4+660 a 4+690 4+710 a 4+730 4+865 a 4+905	-
	5+571	5+682	111	al/C4	4,6	SPI3-1, SPI3-2	1/1,5	1/1,5	End. San.	5+571 a 5+580 5+640 a 5+682 5+595 a 5+670	- - 3,5m
	5+717	6+115	398	Q/C4	3,3	DPSH12, P10(EP)	1/1,5	1/1,5	End.	6+040 a 6+070	-
	6+215	6+315	100	Q/C2	6,1	-	1/1,5	1/1,5	End. San.	6+220 a 6+240 6+305 a 6+315	- 3,5m
	6+776	6+902	126	C2	10,7	SPI4-2	1/1,5 c/ Banquetas	1/1,5 c/ Banquetas	End. San.	6+776 a 6+800 8+860 a 6+895 6+803 a 6+839	- - 4,0m
	7+118	7+539	421	Q/C4/C2	24,1	S12, DPSH13, DPSH14, S13, DPSH15, DPSH16, S14	1/1,5 c/ Banquetas	1/1,5 c/ Banquetas	End.	7+110 a 7+160 7+270 a 7+365 7+405 a 7+520	-
	7+615	7+924	309	Q	17,2	DPSH17, DPSH18, SPS2-1	1/1,5 c/ Banquetas	1/1,5 c/ Banquetas	End.	7+835 a 7+850	-
	8+150	8+403	253	Q	7,5	DPSH19	1/1,5	1/1,5 c/ Banquetas	End.	8+210 a 8+250	-
	8+680	8+790	110	C4	4,2	DPSH20	1/1,5	1/1,5	-	-	-
	8+906	9+262	356	C4/C2	4,5	SPI6-1, SPI6-2, DPSH21	1/1,5	1/1,5	-	-	-
	9+655	10+257	602	Q	9,1	DPSH22, DPSH23	1/1,5 c/ Banquetas	1/1,5 c/ Banquetas	-	-	-
	11+294	11+694	400	T	17,1	DPSH24, DPSH25, DPSH26, S16, P7(EP)	1/1,5 c/ Banquetas	1/1,5	End.	11+294 a 11+630	-
	12+219	12+305	86	T	4,9	DPSH28	1/1,5	1/1,5	End.	12+219 a 12+285	-
12+609	12+935	326	T	12,2	P8(EP), DPSH29, S21, DPSH30, S22, DPSH31	1/1,5 c/ Banquetas	1/1,5	End.	12+609 a 12+935	-	
13+122	13+226	104	T	5,8	SPI7-1, SPI7-2	1/1,5	1/1,5	End.	13+122 a 13+140	-	
13+390	13+684	294	T	11,7	DPSH33, DPSH34, DPSH35	1/1,5 c/ Banquetas	1/1,5 c/ Banquetas	End.	13+390 a 13+640	-	
Rest.04	0+032	0+293	261	C4	6,7	SVM4, SVM5	1/1,5	1/1,5	End. San.	0+035 a 0+165 0+035 a 0+183	- 2,0m
Rest.08	0+000	0+345	345	al/C4/C4	16,0	S1, S2, DPSH8, DPSH9	1/1,5 c/ Banquetas	1/1,5 c/ Banquetas	End. San.	0+125 a 0+175 0+074 a 0+268	- 4,0m
Rot. Azenhas	0+000	0+228	228	Al/C4	12,2	S1	1/1,5 c/ Banquetas	1/1,5 c/ Banquetas	-	-	-
Rest.10	0+104	0+139	35	Al/C4	6,9	-	1/1,5	1/1,5	End.	0+104 a 0+139	-
Rest.11	0+000	0+159	159	al/C4/C2	3,6	SPI21-2	1/1,5	1/1,5	End. San.	0+075 a 0+159 0+000 a 0+048	- 3,5m
Rest.13	0+018	0+205	187	Al/Q	2,2	-	1/1,5	1/1,5	-	-	-
Rot. Eixo	0+000	0+228	228	Al/Q	4,4	-	1/1,5	1/1,5	-	-	-
Rest.17	0+110	0+183	73	Q/C4	4,1	SPI4-2	1/1,5	1/1,5	End. San.	0+105 a 0+183 0+134 a 0+146	- 4,0m
Rest.32	0+000	0+284	284	Q/T	12,5	S16	1/1,5 c/ Banquetas	1/1,5 c/ Banquetas	End.	0+000 a 0+220	-
Rest.33	0+100	0+225	125	T	7,5	S17	1/1,5	1/1,5	End.	0+100 a 0+225	-
Rest.34	0+051	0+172	121	T	8,5	DPSH28, S18	1/1,5	1/1,5	-	-	-
Rest.36	0+000	0+325	325	Q	2,3	SPS3-1, SPS3-2	1/1,5	1/1,5	-	-	-
Rot.08	0+000	0+107	107	Q	7,2	SPS3-2, DPSH27	1/1,5	1/1,5	-	-	-
Rest.38	0+072	0+233	161	T	3,2	DPSH32, SPI7-1, SPI7-2	1/1,5	1/1,5	End.	0+085 a 0+165	-
Rest.39	0+000	0+300	300	T	7	SPS4-1, SPS4-2	1/1,5	1/1,5	-	-	-

Nota: SAN - Saneamento; END - Endentamento

Com base na informação existente, os terrenos de fundação dos traçados preconizados são constituídos essencialmente por depósitos sedimentares de idades cretácicas (C) e triásicas (T), formados essencialmente por arenitos. Os traçados interferem também com depósitos aluvionares (al) existentes nas principais linhas de água.

12.4.1. Fundação dos aterros

Da análise efetuada durante o reconhecimento de campo, e dos resultados obtidos na prospeção executada considera-se que de um modo geral os materiais existentes permitem a correta fundação dos aterros preconizados.

Na construção de aterros, podem levantar-se questões de estabilidade global relacionadas com o aterro em si, a interface aterro-fundação e com a própria fundação. Nestas situações interessa conhecer a espessura dos depósitos superficiais e a qualidade do maciço subjacente, uma vez que a fundação dos aterros deverá ser feita em materiais com características adequadas.

Nesse sentido, em zonas de forte pendente transversal, com inclinações naturais superiores a 1/5 (V/H) ou com aterros já existentes, preconiza-se que se efetue um endentamento da fundação (criação de degraus), com o objetivo de melhorar as condições de fundação e de estabilidade dos aterros. A altura dos degraus não deve em geral ser inferior à espessura de duas camadas. Estas situações encontram-se identificadas nas Tabelas seguintes, assim como no "pente" das peças desenhadas.

Tabela 29 – Zonas onde de preconiza endentamento – Plena Via

PK (km)		Endentamento
Início	Fim	
2+180	2+375	Terreno natural
2+975	3+130	Aterro Nó A17
3+195	3+270	Aterro Nó A17
3+610	3+625	Terreno natural
3+640	3+660	Terreno natural
4+660	4+690	Terreno natural
4+710	4+730	Terreno natural
4+865	4+905	Terreno natural
5+565	5+580	Terreno natural
5+640	5+690	Terreno natural
6+040	6+070	Terreno natural
6+220	6+240	Terreno natural
6+555	6+560	Terreno natural
6+775	6+800	Terreno natural
6+860	6+895	Terreno natural
7+110	7+160	Terreno natural
7+270	7+365	Terreno natural
7+405	7+520	Terreno natural
7+835	7+850	Terreno natural
8+210	8+250	Terreno natural
10+960	10+985	Terreno natural
11+220	11+630	Terreno natural
11+790	11+885	Terreno natural
12+185	12+285	Terreno natural

12+510	12+525	Terreno natural
12+600	12+935	Terreno natural
12+980	13+005	Terreno natural
13+035	13+065	Terreno natural
13+120	13+140	Terreno natural
13+375	13+640	Terreno natural
13+665	13+710	Terreno natural

Tabela 30 – Zonas onde de preconiza endentamento – Restabelecimentos

Restabelecimento	PK (km)		Endentamento
	Início	Fim	
Rest.04	0+035	0+165	Terreno Natural
Rest.07	0+000	0+161	Aterro Nó A17
Rest.08	0+125	0+175	Terreno natural
Rest.09	0+000	0+050	Aterro Nó A17
Rest.10	0+000	0+035	Aterro Nó A17
Rest.10	0+095	0+139	Aterro Nó A17
Rest.11	0+075	0+159	Terreno natural
Rest.12	0+050	0+100	Terreno natural
Rest.17	0+025	0+065	Terreno Natural
Rest.17	0+105	0+185	Terreno Natural
Rest.18	0+000	0+035	Terreno Natural
Rest.18	0+120	0+160	Terreno Natural
Rest. 32	0+000	0+220	Terreno Natural
Rest. 33	0+100	0+225	Terreno Natural
Rest.34	0+320	0+339	Terreno natural
Rest.38	0+000	0+015	Terreno Natural
Rest.38	0+085	0+165	Terreno Natural

De acordo com o reconhecimento de campo efetuado e informação obtida na prospeção realizada, identificaram-se algumas zonas onde poderão existir materiais com características inadequadas para a fundação dos aterros (materiais aluvionares e/ou coluvionares) e que poderão carecer de saneamento. Estes locais encontram-se identificados nas Tabelas seguintes, assim como no “pente” das peças desenhadas.

Tabela 31 – Zonas onde de preconiza saneamento dos materiais existentes – Plena Via

PK (km)		Saneamento (espessura média)
Início	Fim	
0+018	0+130	2,0m
3+438	3+519	3,5m

5+595	5+670	3,5m
6+305	6+315	3,5m
6+803	6+839	4,0m
7+801	7+808	1,0m

Tabela 32 – Zonas onde de preconiza Saneamento – Restabelecimentos

Restabelecimento	PK (km)		Saneamento (espessura média)
	Início	Fim	
Rest.04	0+093	0+183	2,0m
Rest.08	0+074	0+268	4,0m
Rest.11	0+000	0+048	3,5m
Rest.14	0+010	0+105	3,5m
Rest.15	0+000	0+043	3,5m
Rest.16	0+025	0+079	3,5m
Rest.17	0+134	0+146	4,0m

Relativamente aos aterros de pequeno porte (altura inferior a 2 metros) e após a execução da decapagem, dever-se-á executar uma sobreescavação, até uma cota que permita a execução de pelo menos duas camadas de aterro subjacentes ao Leito de Pavimento.

De salientar que podem ocorrer outras situações não detetadas nesta fase de estudo, pelo que em fase de obra poderão identificar-se outras eventuais situações em função das reais condições encontradas.

12.4.2. Materiais dos aterros

Com base no reconhecimento geológico e geotécnico efetuado e nos resultados dos trabalhos de prospeção e ensaios laboratoriais realizados em ambas as fases, prevê-se que a quase totalidade dos materiais provenientes das escavações possam ser aplicados em aterro, nas seguintes condições:

- Os solos arenosos, areno-siltosos e silto-arenosos resultantes de escavações nas formações Q, C5, C4, C2 e T podem ser aplicados no corpo de aterros, PIA e PSA – sempre e quando cumpram com as especificações do Caderno de Encargos. No caso de que se detetem níveis mais argilosos com espessuras significativas dever-se-á proceder à sua homogeneização prévia e/ou serem misturados com outros materiais de fração grosseira.
- Para os aterros de maior altura e em zonas de forte pendente dever-se-á recorrer aos materiais com melhor qualidade provenientes das escavações preconizadas, devendo para o efeito ser efetuada uma avaliação criteriosa dos materiais escavados e se necessário recorrer a depósitos provisórios. Nestas situações dever-se-á usar preferencialmente materiais como mínimo pertencentes às classes A-2-4 (classificação AASHTO).

12.4.3. Geometria dos taludes de aterro

Tendo em consideração as características dos materiais a utilizar nos aterros, o balanço de terras, suas alturas e integração paisagística, preconiza-se para os taludes de aterro uma inclinação geral de 1/1,5 (v/h).

A inclinação geral de 1/1,5 (v/h) adotada representa um compromisso entre a necessidade de assegurar o bom comportamento mecânico dos aterros e o imperativo de otimizar o balanço escavação/aterro, tendo ainda em consideração condicionantes de natureza ambiental e paisagística, garantindo maior sucesso no revestimento vegetal dos taludes por espécies vegetais devido à menor inclinação e menor impacte visual no conjunto da paisagem.

12.4.4. Estabilidade dos taludes de aterro

A estabilidade dos aterros depende principalmente de dois fatores: a estabilidade própria do aterro e a estabilidade do conjunto aterro-fundação.

A própria estabilidade do aterro depende fundamentalmente da pendente dos taludes, da sua altura e as características resistentes do material disponível para a sua construção.

Serão as condições de estabilidade as determinantes para o comportamento dos aterros, uma vez que as condições de fundação são, no geral, favoráveis.

A análise de estabilidade global foi avaliada através da possibilidade de formação de um mecanismo de rotura circular (superfície de escorregamento), recorrendo ao programa de cálculo SLIDE (v6.005) da Rocscience.

Os cálculos de estabilidade realizados para os taludes de aterro seguiram a metodologia do Eurocódigo 7 (EC7).

Na determinação da estabilidade global segundo as combinações do EC7 foram considerados os parâmetros geotécnicos definidos no capítulo 8.8 da presente memória descritiva. Para os materiais dos aterros a construir considerou-se os seguintes parâmetros geotécnicos:

Tabela 33 – Parâmetros Geotécnicos estimados – Aterros a construir

	γ (kN/m ³)	ϕ ($^{\circ}$)	c (kPa)
Aterros a construir	20,0	34	0

O coeficiente sísmico foi determinado de acordo com o EC-8, nomeadamente:

- Coeficiente sísmico horizontal (KH) = 0,09
- Coeficiente sísmico vertical (Kv) = 0,04

Os cálculos foram efetuados considerando uma sobrecarga de 10 kN/m².

Para o cálculo de estabilidade escolheram-se os perfis mais condicionantes, nomeadamente:

- O talude de aterro de maior altura, com cerca de 24,1m de altura, ao km 7+230 do lado esquerdo.

Na Tabela seguinte apresentam-se os resultados obtidos nos cálculos de estabilidade realizados.

Tabela 34 – fatores de segurança obtidos nos cálculos de estabilidade realizados

Perfil	Combinação (EC-7)	FS obtido
7+230 (LE)	1.1	1,3
	1.2	1,0
	Sismo	1,1

Nas figuras seguintes apresentam-se os layouts de cálculo.

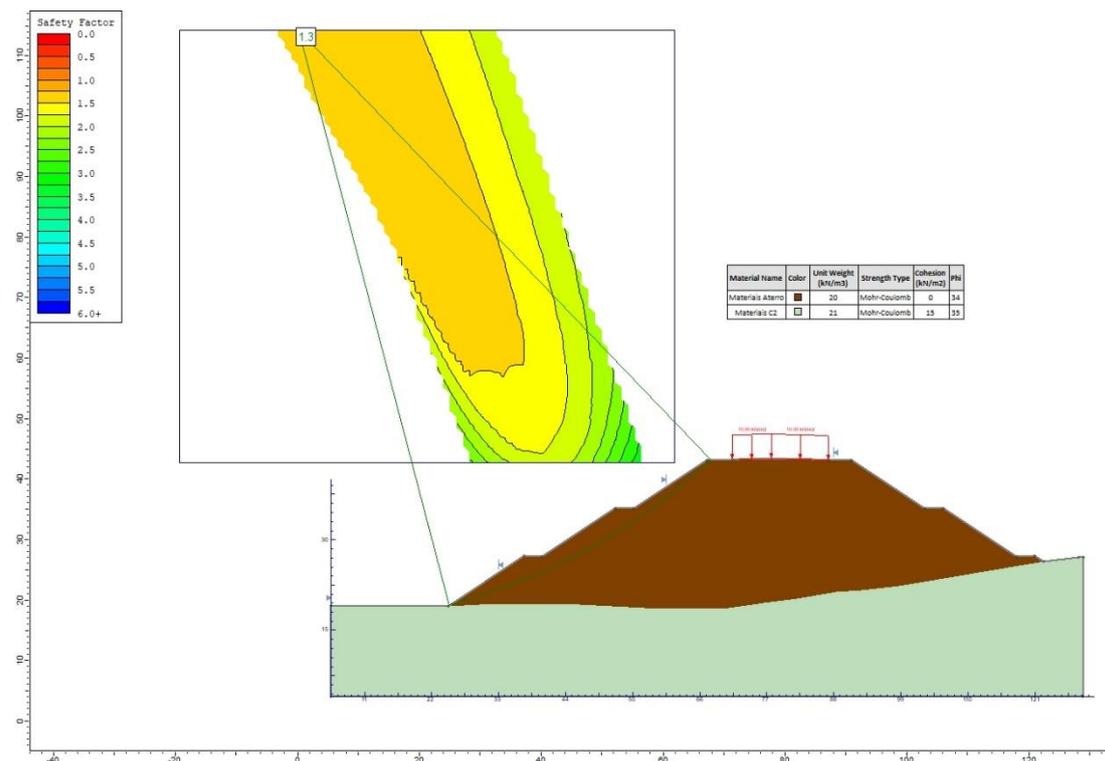


Figura 38 – Cálculo de estabilidade Combinação 1.1 – Aterro lado esquerdo ao km 7+230

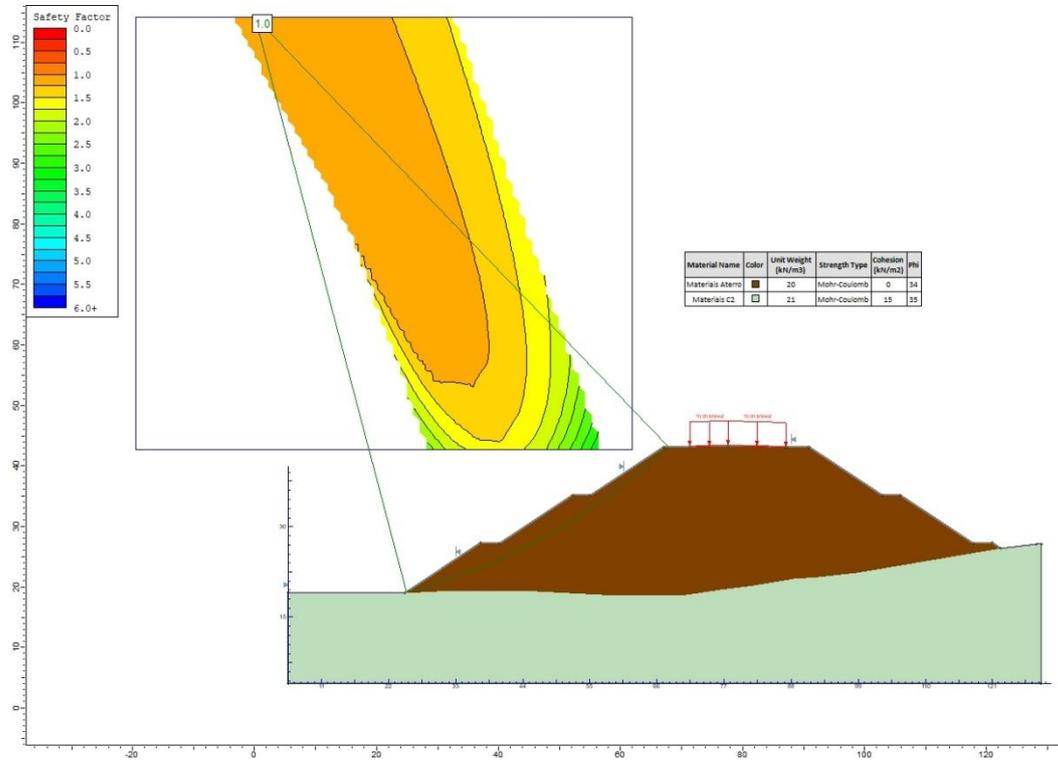


Figura 39 – Cálculo de estabilidade Combinação 1.2 – Aterro lado esquerdo ao km 7+230

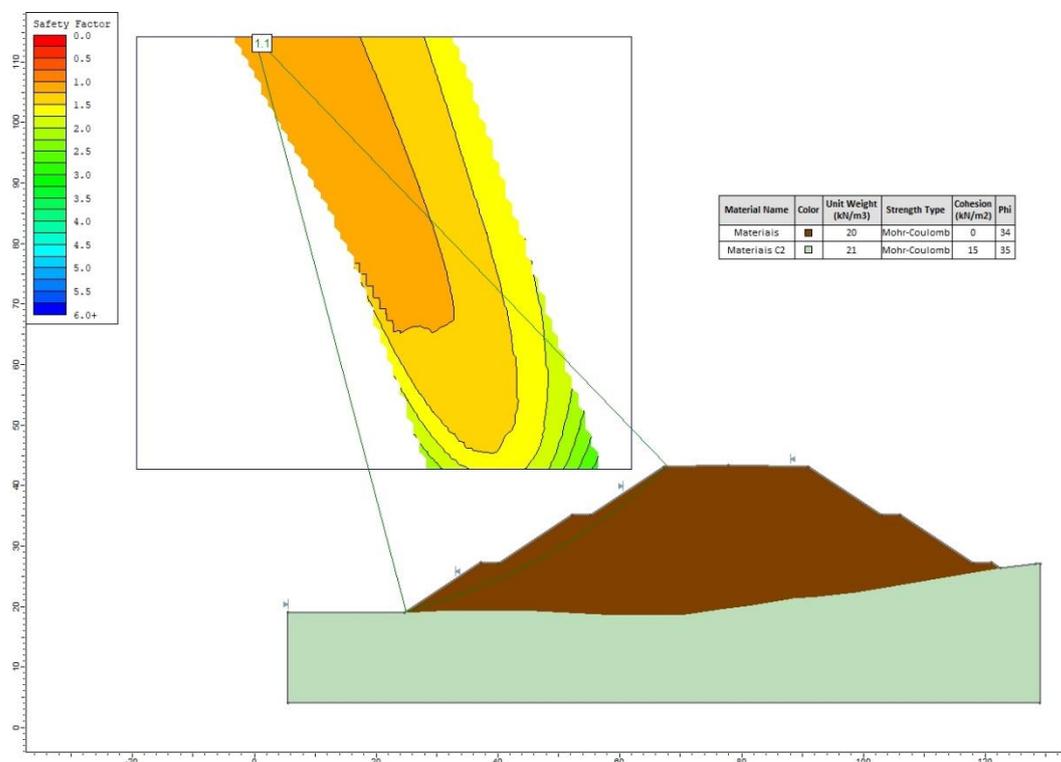


Figura 40 – Cálculo de estabilidade Combinação sismo – Aterro lado esquerdo ao km 7+230

Como se pode constatar para o cenário geotécnico definido e com a geometria preconizada, obteve-se segundo a metodologia do EC-7 um fator de segurança superior ou igual a 1.

- Os taludes de aterro em meio encosta com a orografia mais gravosa – Perfil ao km 11+520 e o perfil ao km 13+405

Na Tabela seguinte apresentam-se os resultados obtidos nos cálculos de estabilidade realizados.

Tabela 35 – fatores de segurança obtidos nos cálculos de estabilidade realizados

Perfil	Combinação (EC-7)	
	Combinação (EC-7)	FS obtido
11+805 (LE)	1.1	1,3
	1.2	1,1
	Sismo	1,2
13+405 (LE)	1.1	1,2
	1.2	1,0
	Sismo	1,1

Nas figuras seguintes apresentam-se os layouts de cálculo.

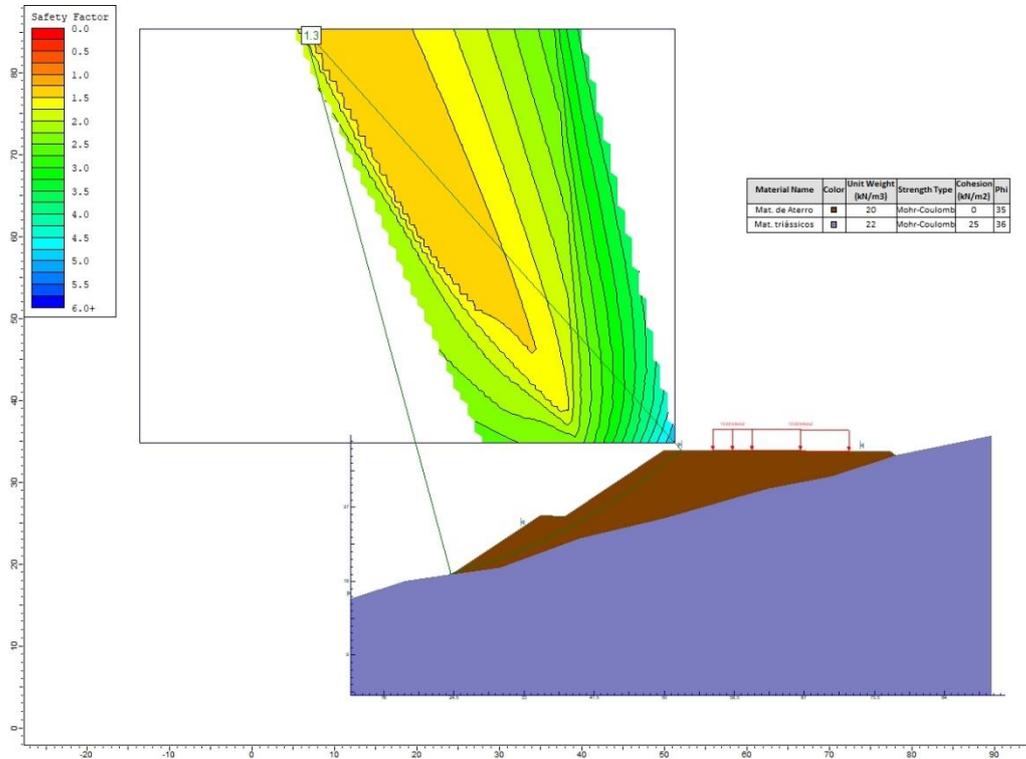


Figura 41 – Cálculo de estabilidade Combinação 1.1 – Aterro lado esquerdo ao km 11+520

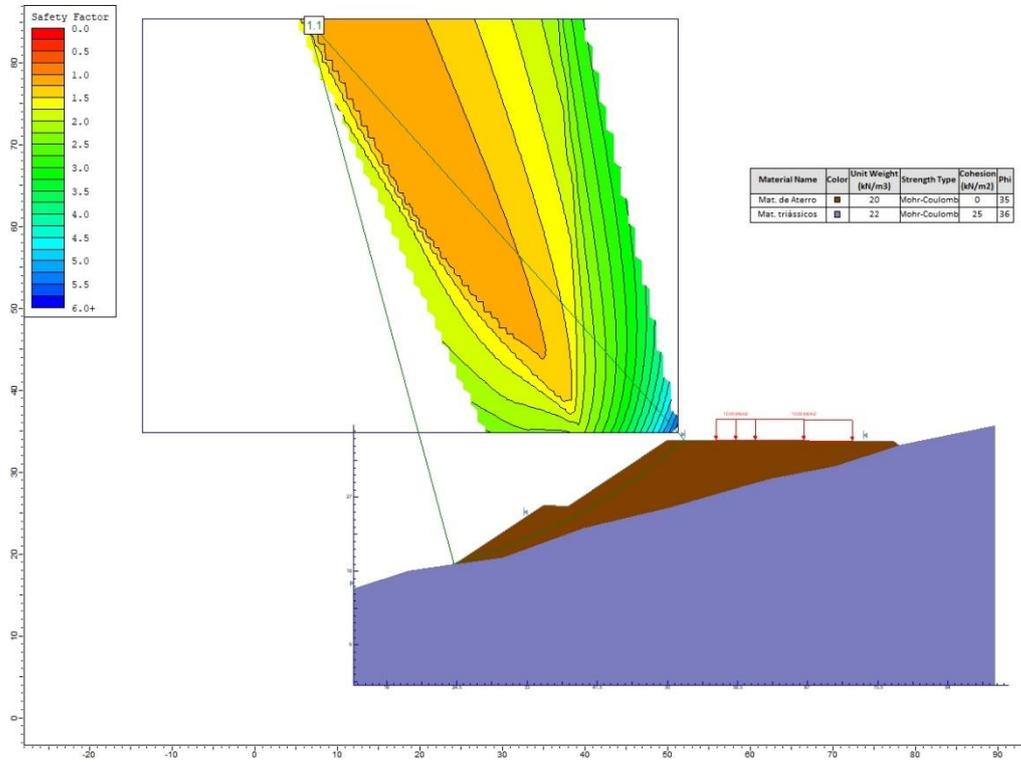


Figura 42 – Cálculo de estabilidade Combinação 1.2 – Aterro lado esquerdo ao km 11+520

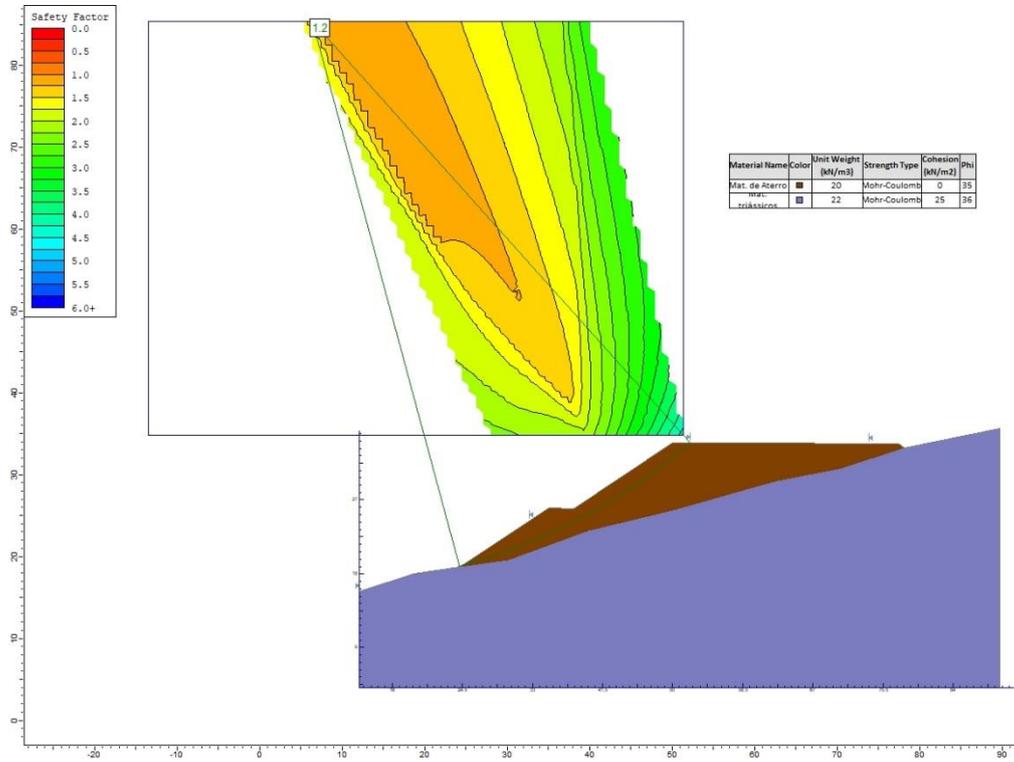


Figura 43 – Cálculo de estabilidade Combinação sismo – Aterro lado esquerdo ao km 11+520

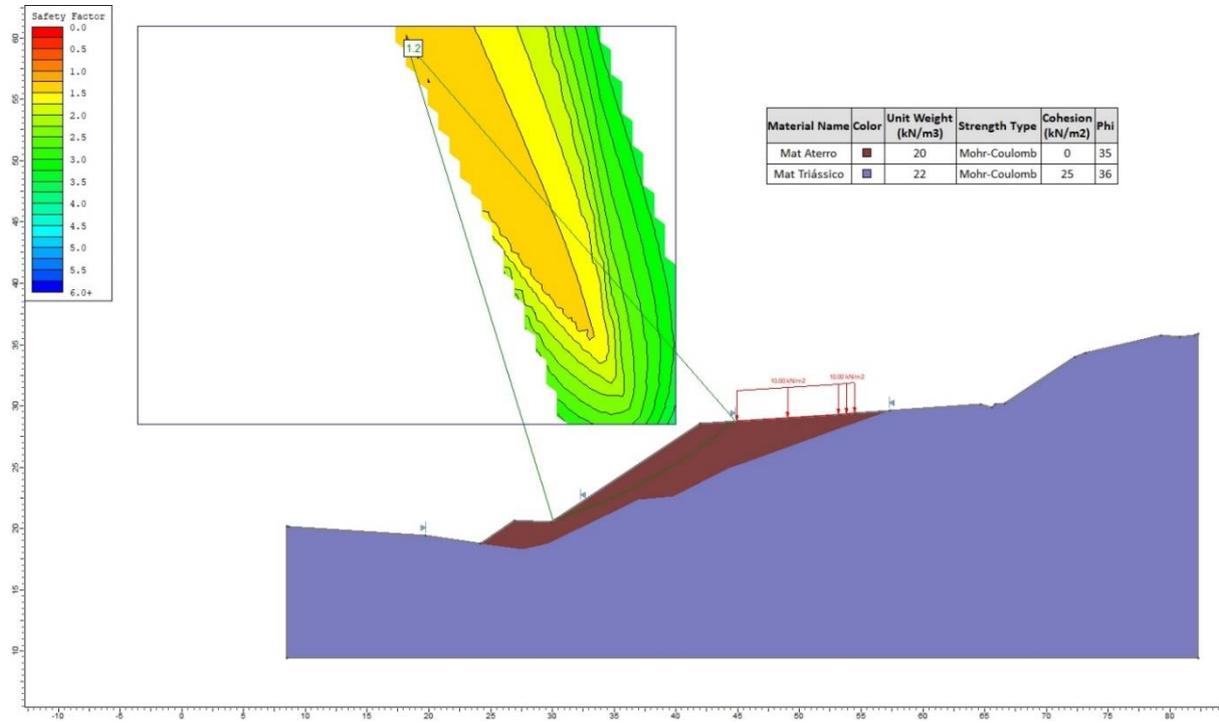


Figura 44 – Cálculo de estabilidade Combinação 1.1 – Aterro lado esquerdo ao km 13+405

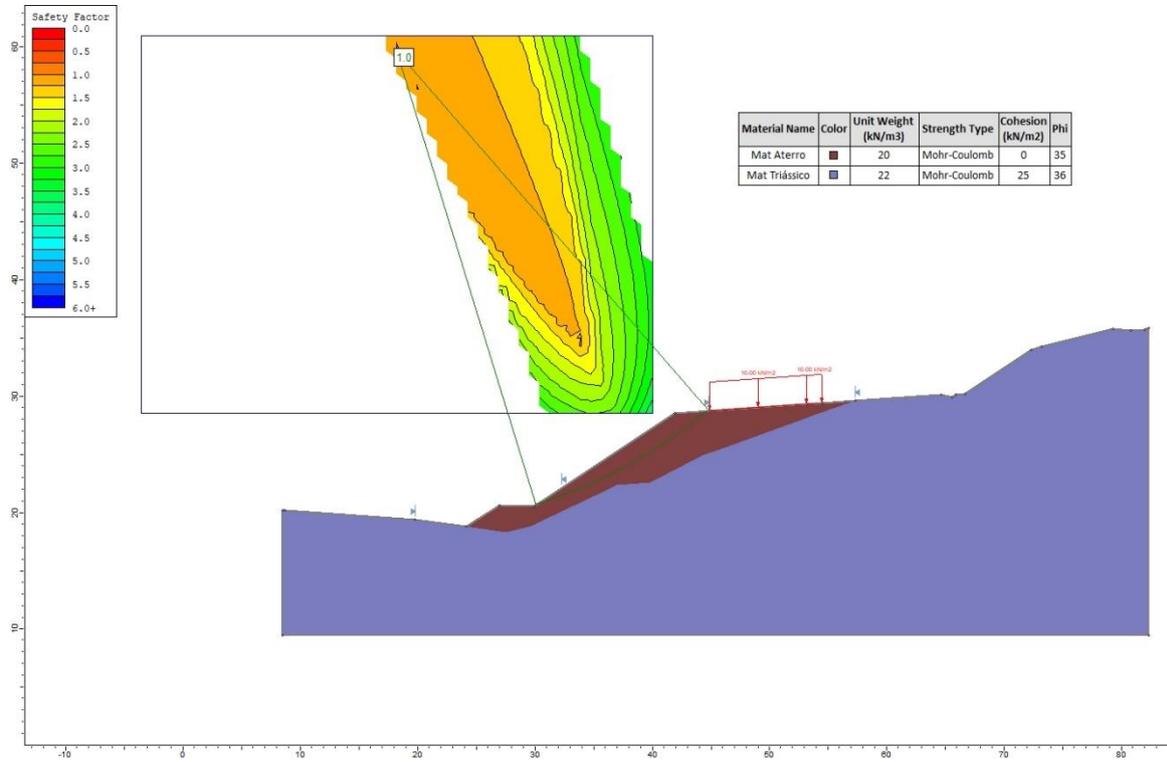


Figura 45 – Cálculo de estabilidade Combinação 1.2 – Aterro lado esquerdo ao km 13+405

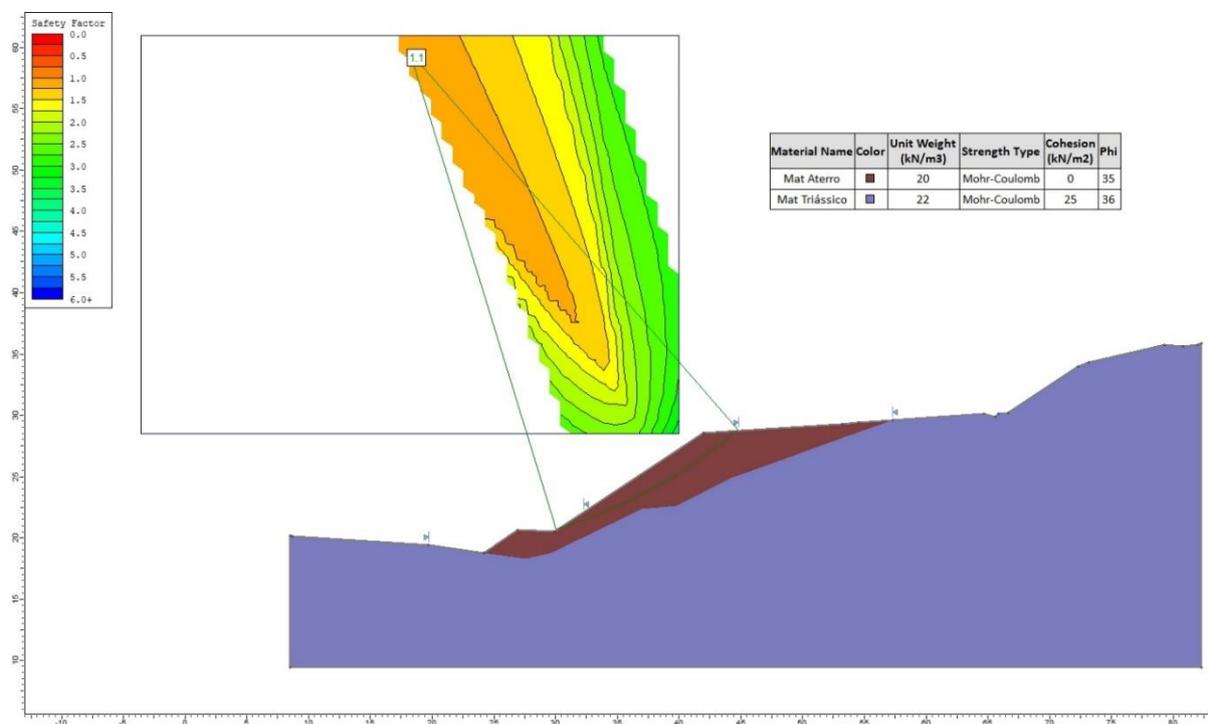


Figura 46 – Cálculo de estabilidade Combinação sismo – Aterro lado esquerdo ao km 13+405

Como se pode constatar para os cenários geotécnicos definidos e com as geometrias preconizadas, obteve-se segundo a metodologia do EC-7 um fator de segurança superior ou igual a 1.

12.4.5. Revestimento dos taludes de aterro

À semelhança do que se definiu para os taludes de escavação e com o objetivo de evitar o ravinamento provocado pela escorrência das águas superficiais, preconiza-se o revestimento dos taludes de aterro com terra vegetal, a qual deverá ser recoberta com espécies vegetais adequadas. Pretende-se ainda com esta medida favorecer a integração paisagística dos taludes de aterro.

Recomenda-se que essa proteção seja realizada o mais cedo possível após a conclusão dos trabalhos, a fim de evitar a degradação e erosão da superfície dos taludes com as primeiras chuvas.

12.4.6. Drenagem longitudinal

As características hidrológicas da região levam a considerar necessárias a adoção de uma série de medidas, nomeadamente:

- Construção de valas de pé de talude, sempre que o estudo hidráulico o justifique, de modo a evitar a acumulação das águas da chuva no pé dos taludes.

12.4.7. Aterros técnicos

Designam-se por “aterros técnicos” os aterros a realizar em zonas de difícil acesso, e onde não é possível que o equipamento correntemente utilizado no espalhamento e compactação dos materiais de aterro opere normalmente. Entre outros, são igualmente considerados aterros técnicos, aqueles situados junto a encontros de obras de arte ou a outro tipo de estruturas enterradas, aterros junto a muros de suporte e passagens hidráulicas de pequeno ou de grande diâmetro, passagens agrícolas.

Os aterros técnicos terão as seguintes geometrias, em função das estruturas adotadas:

- Estruturas enterradas de pequena dimensão (diâmetro ou lado “D” $\leq 2.50\text{m}$) – Nestas situações o aterro técnico será constituído por um prisma de secção trapezoidal que envolverá a estrutura e cuja secção terá a seguinte geometria:
 - ✓ Base maior 5d
 - ✓ Base menor 2d
 - ✓ Altura 1,5d
- Estruturas enterradas de média a grande dimensão (altura “H” $\leq 2.50\text{m}$) – No caso em que estas estruturas tiverem curvaturas junto à fundação proceder-se-á ao seu enchimento prévio. Seguidamente será construída uma cunha de cada lado da estrutura que terá a seguinte geometria:
 - ✓ Base 3m
 - ✓ Altura h+1m
 - ✓ Lado superior $2xh + 3\text{m}$
- Encontros, montantes de obras de arte e muros de suporte – Nestas situações será construído por um prisma de secção trapezoidal com a seguinte geometria:
 - ✓ Base maior h+10m
 - ✓ Base menor 10m
 - ✓ Altura h igual à altura da estrutura

Estes aterros devem ser cuidadosamente construídos. As camadas devem ser executadas simetricamente em relação à estrutura, e a sua espessura deve ser ajustada às características do aterro, da estrutura a envolver, das condições de execução e do material do aterro utilizado.

Estes materiais a aplicar nos aterros técnicos deverão cumprir com as exigências especificadas no Caderno de Encargo. A extensão do aterro técnico deverá ser definida em função das obras de arte preconizadas.

A ligação entre os aterros técnicos e os aterros confinantes deve ser feita através do endentamento das camadas que constituem o segundo aterro, no primeiro através de degraus recortados no primeiro aterro com espessura igual à espessura das camadas.

12.5. Condições de fundação do pavimento

O estudo da pavimentação foi elaborado tendo em consideração uma fundação com um módulo de deformabilidade de 100 MPa – Classe de Fundação F3. Face aos tipos de materiais que serão utilizados em PSA (numa espessura de 0,80m, com solos no mínimo pertencentes à classe S3), é possível prever que se poderá alcançar o módulo de deformabilidade considerado construindo a camada de Leito de Pavimento (LP) em ABGE numa espessura de 0,20 m.

Nos trechos em escavação em rocha (arenitos) utilizar-se-á a mesma espessura (0,15m) de Leito de Pavimento em ABGE para regularização da superfície.

13. Drenagem

O estudo de drenagem tem como objetivo definir um sistema de drenagem eficaz, que garanta a proteção da obra dos efeitos nocivos da água, melhorando as condições de drenagem longitudinal e profunda da plataforma e da drenagem transversal (passagens hidráulicas). Pretende-se ainda que durante a ocorrência da cheia de dimensionamento não ocorram prejuízos graves nem nas infraestruturas projetadas nem nas áreas envolventes.

As obras hidráulicas previstas neste projeto destinam-se a dar continuidade ao sistema de drenagem natural da zona interferida pela via em projeto, impedindo que a mesma venha a ser afetada pelas águas provenientes de infiltrações de ocorrência superficial e subterrânea, evitando a sua desagregação e destruição.

No estudo dos órgãos de drenagem transversal e longitudinal adotaram-se as soluções consideradas as mais eficazes, tendo em consideração a tipologia das estruturas constantes no Manual de Drenagem Superficial de Vias de Comunicação.

As águas superficiais serão desviadas da plataforma para minimizar a erosão dos taludes. Prevê-se a implantação de órgãos de drenagem longitudinal e transversal descritos no projeto P02-Drenagem.

De realçar que os órgãos de drenagem longitudinal, definitivos e/ou provisórios, devem ser executados antes das operações de escavação de forma a evitar infiltrações que ponham em causa a capacidade de carga da fundação e caso sejam encontrados níveis freáticos elevados deverão ser executados camadas drenantes de material grosso britado.

13.1. Hidrologia

O presente capítulo tem como objetivo a validação dos caudais de ponta de cheia, associados às linhas de água intercetadas pelo eixo rodoviário, para um período de retorno de 100 anos (drenagem transversal) e período de retorno de 20 anos (drenagem longitudinal).

O desenvolvimento do projeto rodoviário e a localização das linhas d'água existentes permitiu avaliar as bacias hidrográficas que contribuem com o próprio escoamento para as obras hidráulicas a implantar.

São igualmente definidas as condições de cálculo para a drenagem longitudinal.

13.2. Caracterização das bacias hidrográficas

A caracterização das bacias hidrográficas através do método de determinação de linhas de separação de águas topográficas. A partir da cartografia seguiu-se a demarcação das linhas de festo e talvegue, demonstrando o sentido do escoamento através de setas indicativas. Considerou-se ainda a especificação das bacias formadas no pavimento em conformidade com os declives existentes para posterior dimensionamento dos equipamentos de drenagem.

13.2.1. Coeficiente de escoamento

O coeficiente de escoamento da bacia hidrográfica C é a relação entre o caudal por unidade de área da bacia e a intensidade média da chuvada. Não tem dimensões e considera-se constante na bacia considerada e durante a chuvada.

O seu valor é dado em tabelas publicadas na literatura da especialidade, tendo, neste projeto, sido adotada a metodologia de Chow (1988), que de acordo com o autor o coeficiente de escoamento assume valor variável em função do tipo de ocupação, do declive do solo e ainda em função do período de retorno considerado. Valores determinados pela consulta da seguinte tabela:

Tipo de ocupação	Período de retorno, T (anos)						
	2	5	10	25	50	100	500
Zona urbana							
Asfalto	0,73	0,77	0,81	0,86	0,90	0,95	1,00
Betão/telhados	0,75	0,80	0,88	0,88	0,92	0,97	1,00
Relvados							
Ocupando menos de 50% da área							
Declive de 0 a 2%	0,32	0,34	0,37	0,40	0,44	0,47	0,58
Declive de 2 a 7%	0,37	0,40	0,43	0,46	0,49	0,53	0,61
Declive superior a 7%	0,430	0,43	0,45	0,49	0,52	0,55	0,62
Ocupando de 50 a 75% da área							
Declive de 0 a 2%	0,25	0,28	0,30	0,34	0,37	0,41	0,53
Declive de 2 a 7%	0,33	0,36	0,38	0,42	0,45	0,49	0,58
Declive superior a 7%	0,37	0,40	0,42	0,46	0,49	0,53	0,60
Ocupando mais de 75% da área							
Declive de 0 a 2%	0,21	0,23	0,25	0,29	0,32	0,36	0,49
Declive de 2 a 7%	0,29	0,32	0,35	0,39	0,42	0,46	0,56
Declive superior a 7%	0,34	0,37	0,40	0,44	0,47	0,51	0,58
Zona não urbana							
Terreno cultivado							
Declive de 0 a 2%	0,31	0,34	0,36	0,40	0,43	0,47	0,57
Declive de 2 a 7%	0,35	0,38	0,41	0,44	0,48	0,51	0,60
Declive superior a 7%	0,39	0,42	0,44	0,48	0,51	0,54	0,61
Pastagem							
Declive de 0 a 2%	0,25	0,28	0,30	0,34	0,37	0,41	0,53
Declive de 2 a 7%	0,33	0,36	0,38	0,42	0,45	0,49	0,58
Declive superior a 7%	0,37	0,40	0,42	0,46	0,49	0,53	0,60
Floresta							
Declive de 0 a 2%	0,22	0,25	0,28	0,31	0,35	0,39	0,48
Declive de 2 a 7%	0,31	0,34	0,36	0,40	0,43	0,47	0,56
Declive superior a 7%	0,35	0,39	0,41	0,45	0,48	0,52	0,58

Quadro 2.1: Valores de coeficiente de escoamento da fórmula racional (adaptado de chow et al., 1988)

13.2.2. Tempo de Concentração

No que concerne ao tempo de concentração (t_c), propõe-se a utilização da expressão de Temez, cuja fórmula é habitualmente adequada para bacias situadas na Península Ibérica e que se apresenta de seguida.

$$t_c = 0.30 \left(\frac{L_b}{i_m^{0.25}} \right)^{0.76}$$

Onde:

- t_c - tempo de concentração (h);
- L_b - comprimento da linha de água principal (km);
- i_m - declive da linha de água principal (km).

Admite-se, para efeitos de cálculo e perante a dimensão das bacias hidrográficas em estudo, um valor mínimo para o tempo de concentração equivalente a 10 minutos.

13.3. Precipitação

A totalidade das bacias presentes neste estudo são de pequena dimensão (inferiores a 2 km²) e, para bacias desta natureza, considera-se, como princípio de cálculo, que a duração da precipitação (duração da chuvada) deve igualar o tempo de concentração da bacia hidrográfica.

A intensidade da precipitação é obtida por aplicação das curvas de intensidade-duração-frequência (IDF) do tipo exponencial, propostas por BRANDÃO et al. (2001), Análise de fenómenos extremos precipitações intensas em Portugal continental. A expressão para as curvas IDF é a seguinte:

$$I (t_c T) = a t^b$$

Em que:

I - intensidade máxima da precipitação (mm / hora)

t_c – tempo de concentração (minutos)

T - período de retorno (anos)

$a = a (T)$
 $b = b (T)$ } Parâmetros

Para o cálculo, é selecionado o posto udográfico de Aveiro (10F/01), cujos parâmetros "a" e "b", para um período de retorno, T, e para durações de chuvadas de 5 a 30 minutos e 30 minutos a 6 horas, são apresentados no Quadro 13.2.

Quadro 13.2 - Dados posto udográfico de Aveiro

Cód	Posto Udográfico	Período de retorno em anos											
		2		5		10		20		50		100	
Parâmetros das curvas IDF – duração de 5 a 30 minutos													
		a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
10F/01	Aveiro	168.740	-0.529	213.700	-0.530	243.440	-0.531	271.900	-0.531	308.880	-0.531	336.530	-0.531
Parâmetros das curvas IDF – duração de 30 minutos a 6 horas													
10F/01	Aveiro	253.700	-0.654	361.630	-0.683	435.950	-0.697	508.780	-0.707	604.760	-0.718	677.670	-0.725

13.4. Caudal de ponta de cheia

Para o presente estudo, é adotado o Método Racional para o cálculo dos caudais de ponta, que assume um regime do escoamento uniforme, e que tem como dados de entrada a área da bacia, a intensidade de precipitação e o coeficiente de escoamento da bacia.

$$Q = \frac{KCIA}{3.6}$$

Onde:

- Q - Caudal de ponta de cheia (m³/s);
- K - Coeficiente de ajustamento;
- C - Coeficiente de escoamento da bacia;
- I - Intensidade de precipitação (mm/h);
- A - Área da bacia (km²).

O coeficiente de ajustamento K, funciona como um valor corretivo para ter em conta situações mais gravosas do que as que seria de esperar em ocorrências normais e que resultam, por exemplo, de certas áreas permeáveis ou semipermeáveis se poderem comportar como áreas impermeabilizadas, sendo conseqüentemente menor o efeito de perdas por infiltração ou interceção. Toma os seguintes valores, em função do tempo de retorno:

Quadro 13.3 – Coeficiente de ajustamento, relativamente ao período de retorno

Tempo de Retorno (anos)	K
25	1,1
50	1,2
100	1,25

Será adotado o valor de $K=1,1$ para o dimensionamento de órgãos de drenagem longitudinal e $K=1,25$ para os órgãos de drenagem transversal.

A Agência Portuguesa do Ambiente indica que no contexto do PGRI, consideraram-se os valores de precipitação média mensal referentes ao período de anos 2041-2070, de modo a considerar cenários aplicáveis a um futuro intermédio. Para cada região hidrográfica e para ambos os cenários RCP 4.5 e RCP 8.5 foram calculadas as médias das anomalias dos meses de inverno, entre dezembro a fevereiro, e selecionada a média mais elevada, que se definiu como a percentagem de majoração a aplicar aos hidrogramas de cheia. Para cada ARPSI, o cenário de alterações climáticas resulta da majoração, dos respetivos hidrogramas resultantes da simulação hidrológica correspondentes ao período de retorno de 100 anos, sugere o incremento de 6% nos caudais de ponta de cheia, para a bacia hidrográfica do Rio Vouga, de modo a ter em consideração os efeitos das alterações climáticas.

Quadro 13.4 – Variação expectável dos caudais de ponta de cheia nas ARPSI da RH4A

ARPSI	Incremento
Águeda	6%
Aveiro	6%
Coimbra-Estuário do Mondego	6%
Leiria	6%
Pombal	6%

13.5. Drenagem Transversal

13.5.1. Dimensionamento hidráulico dos aquedutos

Os órgãos do sistema de drenagem que constituem a drenagem transversal (PH) estão dimensionados e/ou verificados para uma cheia centenária, pelo que, durante a maior parte da vida útil do sistema de drenagem, os caudais afluentes serão inferiores aos de dimensionamento.

A metodologia adotada no dimensionamento hidráulico das PH's baseia-se no pressuposto de que o controle do escoamento se processa a montante ou a jusante, adotando a situação mais desfavorável.

No controle a montante, o escoamento passa de regime lento a regime rápido, ocorrendo a secção crítica à entrada da secção da PH. Nestas condições, o nível de água a montante é igual à soma da altura crítica, da energia cinética crítica e da cota da soleira à entrada da PH.

Caso se processe com controlo a jusante, o escoamento afoga a entrada e este processa-se em pressão dentro da PH. Nestas condições o nível de água a montante é igual à soma do nível de água a jusante

da PH, da perda de carga à entrada, geralmente considerada metade da energia cinética, da perda de carga distribuída e da energia cinética à saída. No caso de não se conhecer o nível de água a jusante, a documentação do "American Society of Civil Engineers – Manuals and Reports of Engineering Practice Nº 77" dos Estados Unidos recomenda que o valor adotado para este seja igual a metade da soma da altura da secção com a altura crítica mais a cota do fundo.

$$H_w = \Delta H + h_0 - L \times i$$

Onde:

H_w – altura de água acima da soleira na secção de montante;

ΔH – perda de carga total entre as secções de montante e jusante;

h_0 – parâmetro que depende da altura de água a jusante;

L – comprimento da PH;

i – inclinação da soleira da PH

A perda de carga total entre as secções de montante e jusante é determinada pela seguinte expressão que contém uma parcela de perda de carga distribuída e outra de perda de carga concentrada:

$$\Delta H = L \frac{f U^2}{D} + k_e \frac{U^2}{2g}$$

Onde:

f – factor de resistência ou de Darcy-Weisbach ($f = \frac{12.7g}{K^2} D^{-1/3}$);

U – velocidade média;

D – diâmetro da secção transversal;

g – aceleração da gravidade;

k_e – coeficiente de perda de carga à entrada.

Os órgãos de drenagem transversal e o seu funcionamento hidráulico, garantindo os seguintes critérios:

- A relação entre a altura de água a montante e a altura do aqueduto não deve exceder 1,35, de forma a evitar prejuízos, quer na via, quer nas propriedades adjacentes;
- Atendendo aos problemas associados ao assoreamento, é limitada inferiormente a inclinação das PH's a 0,50 %;

- A velocidade de saída não deve exceder a 4,5 m/s;
- A altura de água a jusante tem de ser inferior a altura crítica na mesma secção, condicionando a possibilidade de ressalto hidráulico.
- Sempre que possível, o sistema de drenagem conduz superficialmente a água intercetada.
- As passagens hidráulicas deverão apresentar um único vão livre e a secção mínima deverá ser condicionada pelas necessidades de manutenção e limpeza, não devendo a altura ou o diâmetro mínimo ser inferior a 1,0 m (ou secção equivalente).
- Será adotado um valor de diâmetro mínimo de **1,50m** para **PHs com uma extensão superior a 30m**.

A drenagem transversal é fundamentalmente constituída pelos seguintes elementos:

- Passagem Hidráulica (PH) em betão de seção circulares, não serão adotadas PHs com secções múltiplas;
- Bocas de lobo ou recipientes de entrada e saída para PH's circulares em betão;
- Órgãos da dissipação de energia e proteção contra a erosão a jusante.

OBRAS DE DRENAGEM TRANSVERSAL

A drenagem transversal é fundamentalmente constituída pelos seguintes elementos:

- Passagem Hidráulica (PH) em betão de seção circulares com dimensões $\varnothing 1.00$ m, $\varnothing 1.20$ m, $\varnothing 1.50$ m e $\varnothing 2.00$ m;
- Bocas ou recipientes de entrada e saída para PH's circulares em betão;
- Órgãos da dissipação de energia e proteção contra a erosão a jusante;

13.5.2. Dimensionamento Hidráulico de Bacias de Retenção

Encontra-se previsto um sistema de retenção de hidrocarbonetos na zona dos encontros da Ponte do Rio Águeda por forma a permitir a retenção de óleos antes do lançamento na linha de água.

Este sistema é constituído pelos órgãos de drenagem na zona dos encontros que encaminham a água contaminada para uma bacia de retenção que após atingida uma determinada cota na bacia passa pelos separadores de hidrocarbonetos onde irá ocorrer a separação de óleos, antes do lançamento na linha de água.

A metodologia adotada no dimensionamento hidráulico das bacias de retenção baseia-se na definição do volume necessário a regularizar o caudal efluente, por forma a que o caudal máximo efluente não ultrapasse, para um determinado período de retorno, um limite pré-estabelecido.

Recorreu-se ao método simplificado para o cálculo. Este método baseia-se no conhecimento das curvas IDF da zona em estudo. Com estes dados é possível determinar o volume necessário para armazenar o caudal afluente resultante da precipitação crítica, de período de retorno t , para garantir um caudal q , que corresponde a capacidade máxima de vazão da estrutura à jusante.

O método simplificado pode ser obtido através da seguinte equação:

$$V = 10 \cdot A \cdot C \cdot -b \cdot q_s / (1+b) \cdot [q_s / a \cdot (1+b)]^{1/b}$$

Onde:

V – Volume mínimo necessário da bacia de retenção (m³);

A - Área da bacia afluente (ha);

C – Coeficientes:

a, b , - parâmetros da curva intensidade-duração-frequência, para um determinado período de retorno, expressa por $I = a \cdot t^b$, com I dado em mm/min e t em minutos. Q_s - caudal específico efluente (caudal por unidade de área impermeabilizada), considerado constante e dado pela expressão: $q_s = [q / (CA)] \times 6 \times 10^{-3}$ (mm/min), em que q é o caudal efluente em l/s.

Para definição do tempo crítico de duração (t_c), recorre-se a seguinte expressão:

$$t_c = [q_s / a \cdot (1 + b)]^{1/b}$$

Ou definir um período de retorno entre 10 e 50 anos.

Para o projeto em questão, definiu-se um período de retorno de 20 anos.

Conforme quadro 2.1, verificou-se para um T de 25 anos e terreno em floresta com inclinação entre 2 e 7%, têm-se um coeficiente de escoamento de 0.4.

Caudais - Bacias de contribuições													
Bacia	Linha de água	Área (Ab) (m ²)	Área Acumuladas (m ²)	Comprimento do curso de água principal (Lb) (km)	Hmáx (m)	Hmín (m)	ΔH (m)	Declive médio (m/m)	Tempo de concentração (min)	Coef. Ajustamento (K)	Coef. de Esc. (C)	Intensidade (l/min.m ²)	Caudal (m ³ /s)
B Dir	LA01	18352	18352	0,01	46,00	5,00	41,00	4,1000	10,20	1,25	0,52	1,32	0,26
B Esq	LA02	214000	214000	0,92	38,00	9,00	29,00	0,0317	32,42	1,25	0,52	0,72	1,68

Bacia	Linhas de água	Área drenada (A) (m ²)	Área drenada (A) (ha)	Coef. de Esc. (C)	Caudal efluente (l/s)	Caudal específico efluente qs (mm/min)	Volume da bacia (m3)	Tempo de concentração (tc) (min)	área da bacia (m)	Profundidade da bacia (m)	Volume (m3)
B Dir	LA01 a 04	18352	1,8352	0,52	262,50	1,65	28,711	1,610	20,000	1,000	20,000

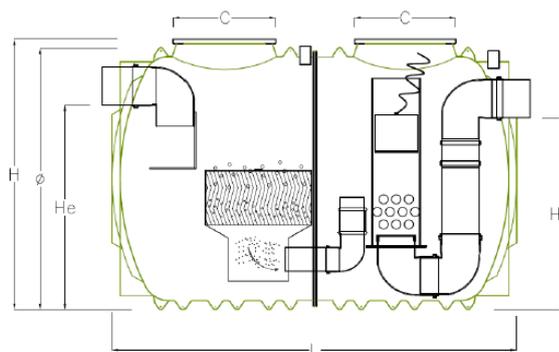
Bacia	Linhas de água	Área drenada (A) (m ²)	Área drenada (A) (ha)	Coef. de Esc. (C)	Caudal efluente (l/s)	Caudal específico efluente qs (mm/min)	Volume da bacia (m3)	Tempo de concentração (tc) (min)	área da bacia (m2)	Profundidade da bacia (m)	Volume (m3)
B Esq	LA01 a 04	214000	21,4	0,52	2880,00	1,55	810,603	1,944	300,000	2,000	600,000

Quadro 13.5 – Dimensionamento hidráulico – bacias de retenção

Obtendo assim na bacia de retenção, do lado direito da passagem superior, dimensões de 20 metros quadrados a montante do separador de hidrocarbonetos. Com uma geometria de 4 de largura por 5 metros de comprimento.

Já na bacia de retenção do lado esquerdo do rio Águeda, dado o seu caudal efluente ser muito superior, é necessário implementar uma bacia com 300 m², de 15 metros de largura por 20 de comprimento.

O Separador de Hidrocarbonetos, dotado de câmara para decantação e separação independentes, brise-jet à entrada para redução da velocidade de escoamento e regularização do fluxo, filtro coalescente lamelar e válvula obturadora de segurança, volume total de 10.000 litros, volume de decantação de 5.000 litros e volume de armazenamento de hidrocarbonetos de 5.000 litros. Inclui um depósito fabricado em Polietileno por rotomoldagem e tampas de proteção. Inclui ainda conexões de entrada e saída 315 mm assim como todos os acessórios necessários à boa instalação. O separador tem a forma cilíndrica com 2,19m de diâmetro e 3,44m de extensão.



MODELO	NS (l/s)	VOLUME (l)	Ø (mm)	L (mm)	H (mm)	He (mm)	Hs (mm)	C (mm)	Ø TUBAGEM (mm)	PESO (kg)
TECHNOIL® NS50	50	10.000	2.190	3.440	2.265	1.685	1.585	790	315	580

Quadro 13.6 – Características separador de hidrocarbonetos

O aterro sobre a parte superior do separador de hidrocarbonetos, nunca deverá ser superior a 30cm. Deverá ser executada uma laje em betão armado C30/37 XC2, com uma malha inferior e superior de ferro 12mm, afastado a 20 cm e com uma espessura de 30 cm, a laje deverá estar na horizontal, perfeitamente nivelada e sem qualquer recanto que possa danificar o equipamento. Após a execução de uma laje de betão deverá ser colocada uma camada de areia com cerca de 20 cm de altura, em toda a extensão da vala, de forma a criar uma almofada, para colocação do reservatório.

13.6. DRENAGEM LONGITUDINAL

As águas provenientes da plataforma, dos taludes e dos terrenos adjacentes à estrada são recolhidos em valetas, valas de crista, de banquetas ou de pé de talude a fim de serem conduzidas para a linha de água ou para as passagens hidráulicas.

Para dimensionamento dos órgãos de drenagem longitudinal é feita a comparação entre o caudal afluente (Q_a), calculado pelo método racional generalizado apresentado no capítulo 2.1 deste documento, e a capacidade de vazão, Q_e , dos dispositivos em questão, feito através da conhecida fórmula de Manning-Strickler.

$$Q_e = KSR^{2/3}i^{1/2} (m^3 / s)$$

em que:

K - coeficiente de rugosidade ($m^{1/3}s^{-1}$)

S - seção molhada (m^2)

R - raio hidráulico (m)

i - declive (m/m)

Nos dispositivos em betão considerou-se $K = 75 m^{1/3}s^{-1}$

A drenagem longitudinal é fundamentalmente constituída pelos seguintes elementos:

Valeta de plataforma, revestida, de secção triangular - valeta triangular de betão de 0,2 m de altura e com 1,2 m de boca, tendo a inclinação de 1:5 (V:H) no lado contíguo à berma e 1:1 no lado contrário, a aplicar em zonas de escavação de acordo com as Peças Desenhadas.

Valeta de bordadura - valeta meia cana de betão de 300 mm de diâmetro, a aplicar sempre que a pendente transversal da estrada inclina na direção da berma do aterro e este tiver uma altura superior a 3,0 m. Foi adotado um diâmetro de 300mm recomendados pela IP por questões de

funcionamento e limpeza, de forma a precaver obstruções uma vez que existem valetas de grandes extensões (superiores a 100 m) sem possibilidade de efetuar descargas ao longo do troço.

Valeta de Banqueta - valeta meia-cana de betão de 400 mm de diâmetro a aplicar no lado interior da banquetta de acordo com as Peças Desenhadas.

Valeta de pé de talude - valeta triangular de betão de 0,5 m de altura e com 1,0 m de boca e de geometria simétrica, a aplicar, como o nome indica, no pé de talude de acordo com as Peças Desenhadas.

Valeta de desvio - valeta trapezoidal de betão de 0,5 m de altura e 1,40 m de abertura a aplicar no pé de talude de acordo com as Peças Desenhadas.

Vala de crista – Vala meia cana de betão de 500 mm de diâmetro a aplicar em taludes de escavação de acordo com as Peças Desenhadas.

Vala de descida de taludes – Vala meia cana de betão de 400 mm de diâmetro a aplicar de acordo com as Peças Desenhadas;

Vala de descida de taludes – Vala retangular de betão de 1,00b/0,50h e 0,80b/0,50h, a aplicar de acordo com as Peças Desenhadas;

Caixas de Receção, de Ligação ou de Derivação – Estas caixas recebem e encaminham as águas pluviais para a jusante.

Caixas de visitas – As caixas serão de secção circular, que permitirá o acesso para limpeza e/ou manutenção. As tampas serão em betão, de geometria simples ou em grelha, e serão aplicadas com a inclinação da valeta de plataforma reduzida.

Bocas de Lobo - Na drenagem longitudinal as bocas de lobo estão associadas aos coletores de evacuação lateral e a passagens hidráulicas.

14. PAVIMENTAÇÃO

14.1. PLENA VIA

As bermas internas têm um pavimento igual ao da faixa de rodagem em toda a sua largura. As bermas exteriores, serão constituídas por duas camadas de agregado britado de granulometria extensa, resultantes do prolongamento das camadas de sub-base e base da plena via, sob uma camada de enchimento em agregado britado de granulometria extensa, revestida por duas camadas resultantes do prolongamento das camadas de ligação e de desgaste da faixa de rodagem sobre a berma. A camada de ligação será em AC14 bin ligante 35/50 (BB) com 5 cm. Já a camada de desgaste será em AC14 surf PMB 45/80-65 (BBr) com 5 cm.

O pavimento da faixa de rodagem inclui habitualmente uma largura adicional (sobrelargura de pavimentação) para o lado exterior da guia direita. A sobrelargura varia entre um valor mínimo de 0.30 m e um valor máximo de 0.50 m. Neste projeto é considerada uma sobrelargura de pavimentação de 0.30m.

14.2. ROTUNDAS

As bermas internas e externas têm o pavimento igual ao da faixa de rodagem em toda a sua largura.

14.3. PAVIMENTO ENTRE ROTUNDA DA MOITA E ROTUNDA DE AZENHAS E RAMOS DE LIGAÇÃO A A17

O pavimento novo da faixa de rodagem e ramos possuirá uma estrutura igual a existente, composta por uma camada de sub-base em ABGE com 15 cm de espessura, camada de base em ABGE com 15 cm de espessura. A camada betuminosa será composta por uma camada de base em AC 20 base ligante 35/50 RA 10% (MB) com 6 cm de espessura, por uma camada de ligação em AC 20 bin ligante 35/50 RA 10% (MB) com 6 cm de espessura e camada de desgaste em AC14 surf PMB 45/80-65 (BBr) com 5 cm.

As bermas internas têm um pavimento igual ao da faixa de rodagem em toda a sua largura. As bermas exteriores, serão constituídas por duas camadas de agregado britado de granulometria extensa, resultantes do prolongamento das camadas de sub-base e base da plena via, sob uma camada de enchimento em agregado britado de granulometria extensa, revestida por duas camadas resultantes do prolongamento das camadas de ligação e de desgaste da faixa de rodagem sobre a berma. A camada de ligação será em AC20 bin ligante 35/50 RA 10% (MB) com 5 cm de espessura e a camada de desgaste em AC14 surf PMB 45/80-65 (BBr) com 5 cm de espessura.

14.4. RUÍDO

Atendendo ao estudo de viabilidade ambiental realizado, verificou-se que existem zonas do traçado com setores sensíveis relativamente à receção de ruído que necessitam de implementação medidas de mitigação. Para diminuir a emissão de ruído propõe-se a implantação de uma camada de desgaste que confere uma redução de até 3dB nos troços afetados, PK 0+000 a 2+500, PK 9+500 a 10+250, PK 11+000 a 12+300 e PK 13+000 a 13+500.

Propõe-se a aplicação de uma camada de desgaste SMA 11 surf PMB 45/80 com 5cm de espessura em substituição a camada de AC14 surf PMB 45/80-65, que confere uma redução de até 3 dB (A) em função da velocidade de circulação nos troços afetados.

14.5. MATERIAIS PARA CAMADA DE LEITO DO PAVIMENTO

O leito do pavimento é a camada de transição entre o solo de fundação e o corpo do pavimento, tendo como principal função a homogeneização e melhoria das condições de fundação do pavimento.

De acordo com os cálculos apresentados no subcapítulo 3.2.2, optou-se pelo reforço da fundação do pavimento com 20 cm de espessura do solo S4, a considerar que o CBR deste é de 20 %, o que garante uma fundação com módulo de deformabilidade de 100 MPa (F3) em toda extensão da plena via.

14.6. ESTRUTURAS DE PAVIMENTO ADOTADAS

14.6.1. INTERVENÇÃO TIPO A - Pavimento novo na via de circulação

Para o pavimento novo na via com dois sentidos de circulação, considerou-se a seguinte estrutura:

- Camada de leito em agregado britado de granulometria extensa ABGE com 20 cm de espessura;
- Camada de sub-base em agregado britado de granulometria extensa ABGE com 20 cm de espessura;
- Camada de base em agregado britado de granulometria extensa ABGE com 20 cm de espessura;
- Rega de impregnação em emulsão betuminosa catiónica de rotura lenta, com a atual designação de C60BF4, à taxa de espalhamento de betume residual de 1,00 kg/m²;
- Camada de ligação do tipo AC20 bin ligante 35/50 RA 10% (MB) com 9cm de espessura;
- Rega de colagem de rotura rápida termoaderente em emulsão betuminosa modificada com polímeros, com a atual designação de C60BP3 TA, com uma taxa de aplicação de betume residual de 0.50 kg/m²;
- Camada de desgaste em betão betuminoso do tipo AC14 surf PMB 45/80-65 (BBr) com 5cm de espessura.

14.6.2. INTERVENÇÃO TIPO B - Pavimento novo na via de circulação

Para o pavimento novo na via com dois sentidos de circulação com redução de ruído, considerou-se a seguinte estrutura:

- Camada de leito em agregado britado de granulometria extensa ABGE com 20 cm de espessura;
- Camada de sub-base em agregado britado de granulometria extensa com 15 cm de espessura;
- Camada de base em agregado britado de granulometria extensa ABGE com 15 cm de espessura após compactação;
- Rega de impregnação com emulsão betuminosa catiónica de rotura lenta, com a atual designação de C60BF4, à taxa de espalhamento de betume residual de 1,00 kg/m²;
- Camada de base betuminoso AC20 base 35/50 RA 10% (MB) com 6 cm de espessura;
- Rega de colagem de rotura rápida termoadescente em emulsão betuminosa modificada com polímeros, com a atual designação de C60BP3 TA, com uma taxa de aplicação de betume residual de 0.50 kg/m²;
- Camada de ligação betuminoso do tipo AC20 bin ligante 35/50 RA (MB) com 6 cm de espessura;
- Rega de colagem de rotura rápida termoadescente em emulsão betuminosa modificada com polímeros, com a atual designação de C60BP3 TA, com uma taxa de aplicação de betume residual de 0.50 kg/m²;
- Camada de desgaste AC14 surf PMB 45/80-65 (BBr) com 5cm de espessura.

14.6.3. INTERVENÇÃO TIPO C - Pavimento novo c/ redução de ruído

Para o pavimento novo nas rotundas dos Campinhos, rotunda da Moita, rotunda de Azenhas, considerou-se a seguinte estrutura:

- Camada de leito em agregado britado de granulometria extensa ABGE com 20 cm de espessura após compactação;
- Camada de sub-base em agregado britado de granulometria extensa ABGE com 20 cm de espessura;
- Camada de base em agregado britado de granulometria extensa ABGE com 20 cm de espessura;
- Rega de impregnação em emulsão betuminosa catiónica de rotura lenta, com a atual designação de C60BF4, à taxa de espalhamento de betume residual de 1,00 kg/m²;
- Camada de ligação betuminoso do tipo AC 20 bin ligante 35/50 RA 10% (MB) com 9 cm de espessura;
- Rega de colagem de rotura rápida termoadescente em emulsão betuminosa modificada com polímeros, com a atual designação de C60BP3 TA, com uma taxa de aplicação de betume residual de 0.50 kg/m²;
- Camada de desgaste em betão betuminoso do tipo SMA 11 surf PMB 45/80-65, com 5 cm de espessura.

14.6.4. INTERVENÇÃO TIPO D - Pavimento novo nas rotundas com redução de ruído

Para o pavimento novo nas rotundas com redução de ruído, considerou-se a seguinte estrutura:

- Camada de leito em agregado britado de granulometria extensa ABGE com 20 cm de espessura;
- Camada de sub-base em agregado reciclado AGER 2B com 20 cm de espessura;
- Camada de base em agregado reciclado AGER 3B com 20 cm de espessura;
- Rega de impregnação em emulsão betuminosa catiónica de rotura lenta, com a atual designação de C60BF4, à taxa de espalhamento de betume residual de 1.00 kg/m²;
- Camada de ligação betuminoso do tipo AC 20 bin ligante 35/50 RA 10% (MB) com 9 cm de espessura;
- Rega de colagem de rotura rápida termoaderente em emulsão betuminosa modificada com polímeros, com a atual designação de C60BP3 TA, com uma taxa de aplicação de betume residual de 0.50 kg/m²;
- Camada de desgaste AC14 surf PMB 45/80-65 (BBr) com 5 cm de espessura.

14.6.5. INTERVENÇÃO TIPO E – Plena via c/ redução de ruído

- Camada de leito em agregado britado de granulometria extensa ABGE com 20 cm de espessura;
- Camada de sub-base em agregado reciclado AGER 2B com 20 cm de espessura;
- Camada de base em agregado reciclado AGER 3B com 20 cm de espessura;
- Rega de impregnação em emulsão betuminosa catiónica de rotura lenta, com a atual designação de C60BF4, à taxa de espalhamento de betume residual de 1.00 kg/m²;
- Camada de ligação betuminoso do tipo AC 20 bin ligante 35/50 RA 10% (MB) com 9 cm de espessura;
- Rega de colagem de rotura rápida termoaderente em emulsão betuminosa modificada com polímeros, com a atual designação de C60BP3 TA, com uma taxa de aplicação de betume residual de 0.50 kg/m²;
- Camada de desgaste SMA 11 surf PMB 45/80-65 (BBr) com 5 cm de espessura.

14.6.6. INTERVENÇÃO TIPO F – Pavimento de Rotundas (secções 1 e 2)

Para as obras de arte, considerou-se a seguinte estrutura:

- Camada de leito em agregado britado de granulometria extensa ABGE com 20 cm de espessura;
- Camada de sub-base em agregado britado de granulometria extensa ABGE com 20 cm de espessura;

- Camada de base em agregado britado de granulometria extensa ABGE com 20 cm de espessura
- Rega de impregnação em emulsão betuminosa catiónica de rotura lenta, com a atual designação de C60BF4, à taxa de espalhamento de betume residual de 1.00 kg/m²;
- Camada de base em agregado reciclado AC20 base 35/50 RA 10% (MB) com 7 cm de espessura
- Rega de colagem de rotura rápida termoaderente em emulsão betuminosa modificada com polímeros, com a atual designação de C60BP3 TA, com uma taxa de aplicação de betume residual de 0.50 kg/m²;
- Camada de ligação betuminoso do tipo AC 20 bin ligante 35/50 RA 10% (MB) com 6 cm de espessura;
- Rega de colagem de rotura rápida termoaderente em emulsão betuminosa modificada com polímeros, com a atual designação de C60BP3 TA, com uma taxa de aplicação de betume residual de 0.50 kg/m²;
- Camada de desgaste AC14 surf PMB 45/80-65 (BBr) com 5 cm de espessura.

14.6.7. INTERVENÇÃO TIPO G – Pavimento de Rotundas c/ redução de ruídos (secções 1 e 2)

Para o pavimento novo dos restabelecimentos, considerou-se a seguinte estrutura:

- Camada de leito em agregado britado de granulometria extensa ABGE com 20 cm de espessura;
- Camada de sub-base em agregado britado de granulometria extensa ABGE com 20 cm de espessura;
- Camada de base em agregado britado de granulometria extensa ABGE com 20 cm de espessura
- Rega de impregnação em emulsão betuminosa catiónica de rotura lenta, com a atual designação de C60BF4, à taxa de espalhamento de betume residual de 1.00 kg/m²;
- Camada de base AC20 base 35/50 RA 10% (MB) com 7 cm de espessura
- Rega de colagem de rotura rápida termoaderente em emulsão betuminosa modificada com polímeros, com a atual designação de C60BP3 TA, com uma taxa de aplicação de betume residual de 0.50 kg/m²;
- Camada de ligação betuminoso do tipo AC20 bin ligante 35/50 RA 10% (MB) com 6 cm de espessura;
- Rega de colagem de rotura rápida termoaderente em emulsão betuminosa modificada com polímeros, com a atual designação de C60BP3 TA, com uma taxa de aplicação de betume residual de 0.50 kg/m²;
- Camada de desgaste AC14 surf PMB 45/80-65 com 5 cm de espessura.

14.6.8. INTERVENÇÃO TIPO H – Pavimento de rotundas (secções 3 a 5)

Para o pavimento das rotundas, considerou-se a seguinte estrutura:

- Camada de leito em agregado britado de granulometria extensa ABGE com 20 cm de espessura;
- Camada de sub-base em agregado reciclado AGER 2B com 20 cm de espessura;
- Camada de base em agregado reciclado AGER 3B com 20 cm de espessura
- Rega de impregnação em emulsão betuminosa catiónica de rotura lenta, com a atual designação de C60BF4, à taxa de espalhamento de betume residual de 1.00 kg/m²;
- Camada de base AC20 base 35/50 RA 10% (MB) com 6 cm de espessura
- Rega de colagem de rotura rápida termoadescente em emulsão betuminosa modificada com polímeros, com a atual designação de C60BP3 TA, com uma taxa de aplicação de betume residual de 0.50 kg/m²;
- Camada de ligação betuminosa do tipo AC20 bin ligante 35/50 RA 10% (MB) com 5 cm de espessura;
- Rega de colagem de rotura rápida termoadescente em emulsão betuminosa modificada com polímeros, com a atual designação de C60BP3 TA, com uma taxa de aplicação de betume residual de 0.50 kg/m²;
- Camada de desgaste AC14 surf PMB 45/80-65 (BBr) com 5 cm de espessura

14.6.9. INTERVENÇÃO TIPO I – Restabelecimentos entre secção 2 e 3

Para o pavimento, considerou-se a seguinte estrutura:

- Camada de leito em agregado britado de granulometria extensa ABGE com 20 cm de espessura;
- Camada de sub-base em agregado reciclado AGER 2B com 20 cm de espessura;
- Camada de base em agregado reciclado AGER 3B com 20 cm de espessura
- Rega de impregnação em emulsão betuminosa catiónica de rotura lenta, com a atual designação de C60BF4, à taxa de espalhamento de betume residual de 1.00 kg/m²;
- Camada de ligação betuminosa do tipo AC20 bin ligante 35/50 RA 10% (MB) com 5 cm de espessura;
- Rega de colagem de rotura rápida termoadescente em emulsão betuminosa modificada com polímeros, com a atual designação de C60BP3 TA, com uma taxa de aplicação de betume residual de 0.50 kg/m²;
- Camada de desgaste AC14 surf 35/50 RA 5% (BB) com 5 cm de espessura

14.6.10. INTERVENÇÃO TIPO J – restabelecimentos (1 a 5, 13,19,21,24 a 35, 37,39 a 44)

Para o pavimento, considerou-se a seguinte estrutura:

- Camada de sub-base em agregado reciclado AGER 2B com 15 cm de espessura;
- Camada de base em agregado reciclado AGER 3B com 15 cm de espessura
- Rega de impregnação em emulsão betuminosa catiónica de rotura lenta, com a atual designação de C60BF4, à taxa de espalhamento de betume residual de 1.00 kg/m²;

- Camada de ligação betuminoso do tipo AC20 bin ligante 35/50 RA 10% (MB) com 5 cm de espessura;
- Rega de colagem de rotura rápida termoaderente em emulsão betuminosa modificada com polímeros, com a atual designação de C60BP3 TA, com uma taxa de aplicação de betume residual de 0.50 kg/m²;
- Camada de desgaste AC14 surf 35/50 RA 5% (BB) com 5 cm de espessura

14.6.11. INTERVENÇÃO TIPO K – Troço de ligação à en230 (rest.36)

Para o pavimento, considerou-se a seguinte estrutura:

- Camada de sub-base em agregado reciclado AGER 1C com 15 cm de espessura;
- Camada de base em agregado britado ABGE com 15 cm de espessura
- Rega de impregnação em emulsão betuminosa catiónica de rotura lenta, com a atual designação de C60BF4, à taxa de espalhamento de betume residual de 1.00 kg/m²;
- Camada de ligação betuminoso do tipo AC20 bin ligante 35/50 RA 10% (MB) com 5 cm de espessura;
- Rega de colagem de rotura rápida termoaderente em emulsão betuminosa modificada com polímeros, com a atual designação de C60BP3 TA, com uma taxa de aplicação de betume residual de 0.50 kg/m²;
- Camada de desgaste AC14 surf 35/50 RA 5% (BB) com 5 cm de espessura

14.6.12. INTERVENÇÃO TIPO L – Rotunda de travassô

Para o pavimento, considerou-se a seguinte estrutura:

- Camada de sub-base em agregado reciclado AGER 2C com 15 cm de espessura;
- Camada de base em agregado reciclado AGER 2B com 15 cm de espessura
- Rega de impregnação em emulsão betuminosa catiónica de rotura lenta, com a atual designação de C60BF4, à taxa de espalhamento de betume residual de 1.00 kg/m²;
- Camada de ligação betuminoso do tipo AC20 bin ligante 35/50 RA 10% (MB) com 5 cm de espessura;
- Rega de colagem de rotura rápida termoaderente em emulsão betuminosa modificada com polímeros, com a atual designação de C60BP3 TA, com uma taxa de aplicação de betume residual de 0.50 kg/m²;
- Camada de desgaste AC14 surf 35/50 RA 5% (BB) com 5 cm de espessura

14.6.13. INTERVENÇÃO TIPO M – Bermas

Para o pavimento, considerou-se a seguinte estrutura:

- Camada de leito em agregado britado de granulometria extensa ABGE com 20 cm de espessura;

- Camada de sub-base em agregado britado de granulometria extensa ABGE com 15 cm de espessura;
- Camada de base em agregado britado de granulometria extensa ABGE com 24 cm de espessura
- Rega de impregnação em emulsão betuminosa catiónica de rotura lenta, com a atual designação de C60BF4, à taxa de espalhamento de betume residual de 1.00 kg/m²;
- Camada de ligação betuminoso do tipo AC20 bin ligante 35/50 RA 10% (MB) com 5 cm de espessura;
- Rega de colagem de rotura rápida termoadescente em emulsão betuminosa modificada com polímeros, com a atual designação de C60BP3 TA, com uma taxa de aplicação de betume residual de 0.50 kg/m²;
- Camada de desgaste AC14 surf PMB 45/80-65 RA 5% (BBr) com 5 cm de espessura;

14.6.14. INTERVENÇÃO TIPO N – bermas (Pk 2+731 – 3+266)

Para o pavimento, considerou-se a seguinte estrutura:

- Camada de leito em agregado britado de granulometria extensa ABGE com 20 cm de espessura;
- Camada de sub-base em agregado britado de granulometria extensa ABGE com 15 cm de espessura;
- Camada de base em agregado britado de granulometria extensa ABGE com 22 cm de espessura
- Rega de impregnação em emulsão betuminosa catiónica de rotura lenta, com a atual designação de C60BF4, à taxa de espalhamento de betume residual de 1.00 kg/m²;
- Camada de ligação betuminoso do tipo AC20 bin ligante 35/50 RA 10% (MB) com 5 cm de espessura;
- Rega de colagem de rotura rápida termoadescente em emulsão betuminosa modificada com polímeros, com a atual designação de C60BP3 TA, com uma taxa de aplicação de betume residual de 0.50 kg/m²;
- Camada de desgaste AC14 surf PMB 45/80-65 RA 5% (BBr) com 5 cm de espessura;

14.6.15. INTERVENÇÃO TIPO O – CAMINHOS PARALELOS/RURAIS

Para o pavimento, considerou-se a seguinte estrutura:

- Camada de base em agregado britado de granulometria extensa ABGE com 15 cm de espessura;

14.6.16. INTERVENÇÃO TIPO P – Pavimento novo obras de arte

Para o pavimento, considerou-se a seguinte estrutura:

- Rega de colagem de rotura rápida termoaderente em emulsão betuminosa modificada com polímeros, com a atual designação de C60BP3 TA, com uma taxa de aplicação de betume residual de 0.50 kg/m²;
- Camada de regularização betuminoso do tipo AC20 reg ligante 35/50 (MB) com 4 cm de espessura média;
- Rega de colagem de rotura rápida termoaderente em emulsão betuminosa modificada com polímeros, com a atual designação de C60BP3 TA, com uma taxa de aplicação de betume residual de 0.50 kg/m²;
- Camada de desgaste AC14 surf PMB 45/80-65 RA 5% (BBr) com 5 cm de espessura;

14.6.17. INTERVENÇÃO TIPO Q – Pavimento novo obras de arte

Para o pavimento, considerou-se a seguinte estrutura:

- Rega de colagem de rotura rápida termoaderente em emulsão betuminosa modificada com polímeros, com a atual designação de C60BP3 TA, com uma taxa de aplicação de betume residual de 0.50 kg/m²;
- Camada de regularização betuminoso do tipo AC20 reg ligante 35/50 (MB) com 4 cm de espessura média;
- Rega de colagem de rotura rápida termoaderente em emulsão betuminosa modificada com polímeros, com a atual designação de C60BP3 TA, com uma taxa de aplicação de betume residual de 0.50 kg/m²;
- Camada de desgaste SMA 11 surf PMB 45/80-65 (BBr) com 5 cm de espessura;

14.6.18. INTERVENÇÃO TIPO R – Restabelecimento 06

Para o pavimento, considerou-se a seguinte estrutura:

- Rega de colagem de rotura rápida termoaderente em emulsão betuminosa modificada com polímeros, com a atual designação de C60BP3 TA, com uma taxa de aplicação de betume residual de 0.50 kg/m²;
- Camada de regularização betuminoso do tipo AC20 reg ligante 35/50 (MB) com 4 cm de espessura média;
- Rega de colagem de rotura rápida termoaderente em emulsão betuminosa modificada com polímeros, com a atual designação de C60BP3 TA, com uma taxa de aplicação de betume residual de 0.50 kg/m²;
- Camada de desgaste AC14 surf PMB 45/80-65 RA 5% (BBr) com 5 cm de espessura;

14.6.19. INTERVENÇÃO ilhéus de betão

Para o pavimento, considerou-se a seguinte estrutura:

- Camada de base em agregado reciclado com 15 cm de espessura;
- Camada de betão C16/20 com 10 cm de espessura;
- Camada de betonilha de argamassa de cimento ao traço 1:2 (volume) com uma dosagem de 600 kg/m³ com 2 cm de espessura;

14.6.20. INTERVENÇÃO passeios

Para o pavimento, considerou-se a seguinte estrutura:

- Camada em agregado reciclado com 15 cm de espessura;
- Almofada de areia com 5 cm de espessura;
- Camada de desgaste em paralelepípedo 200x100x60mm, incluindo preenchimento de juntas com enchimento em areia natural;

14.6.21. ENCAIXE LONGITUDINAL COM PAVIMENTO EXISTENTE (1)

Para o pavimento, considerou-se a seguinte estrutura:

- Camada de sub-base em agregado reciclado AGER 2B com 15 cm de espessura;
- Camada de base em agregado reciclado AGER 3B com 15 cm de espessura
- Rega de impregnação em emulsão betuminosa catiónica de rotura lenta, com a atual designação de C60BF4, à taxa de espalhamento de betume residual de 1.00 kg/m²;
- Camada de ligação betuminoso do tipo AC20 bin ligante 35/50 RA 10% (MB) com 5 cm de espessura;
- Rega de colagem de rotura rápida termoaderente em emulsão betuminosa modificada com polímeros, com a atual designação de C60BP3 TA, com uma taxa de aplicação de betume residual de 0.50 kg/m²;
- Camada de desgaste AC14 surf 35/50 RA 5% (BB) com 5 cm de espessura;

14.6.22. ENCAIXE LONGITUDINAL COM PAVIMENTO EXISTENTE (2)

Para o pavimento, considerou-se a seguinte estrutura:

- Camada de sub-base em agregado reciclado AGER 2B com 20 cm de espessura;
- Camada de base em agregado reciclado AGER 3B com 20 cm de espessura
- Rega de impregnação em emulsão betuminosa catiónica de rotura lenta, com a atual designação de C60BF4, à taxa de espalhamento de betume residual de 1.00 kg/m²;
- Camada de ligação betuminoso do tipo AC20 bin ligante 35/50 RA 10% (MB) com 5 cm de espessura;

- Rega de colagem de rotura rápida termoaderente em emulsão betuminosa modificada com polímeros, com a atual designação de C60BP3 TA, com uma taxa de aplicação de betume residual de 0.50 kg/m²;
- Camada de desgaste AC14 surf 35/50 RA 5% (BB) com 5 cm de espessura;

15. REGIME GERAL DA GESTÃO DE RESÍDUOS

Para o aumento da sustentabilidade, deve ser privilegiada a reutilização e gestão de materiais, prolongando o seu ciclo de vida.

Tendo em vista o cumprimento do novo Regime Geral da Gestão de Resíduos – Anexo I do Decreto-Lei n.º.102-D/2020 de 10 de dezembro, propõe-se que as misturas betuminosas da camada base e ligação compostas por AC20 35/50 (MB) sejam aplicadas com a incorporação de até 5% de mistura betuminosa recuperada (RA). As misturas betuminosas recuperadas (RA) podem ser provenientes da desagregação de pavimentos betuminosos por fresagem ou demolição, ou materiais excedentários da produção de misturas betuminosas. Esta mistura final, deve ser certificada pelas entidades competentes, de acordo com a legislação aplicável, sendo necessário que o adjudicatário apresente a documentação necessária de certificação.

Nos casos onde o tráfego previsto TMD_p é ≤ à classe de tráfego T5 e visando também o cumprimento do novo DL n.º. 102-D/2020, propõe-se que para as camadas granulares de base e sub-base nestes casos sejam utilizados agregados reciclados. Os agregados reciclados devem ser de categoria AGER3 com natureza dos constituintes na classe B, cumprindo os requisitos do caderno de encargos (CETO). A utilização dos agregados reciclados deve ser acompanhada da respetiva documentação de certificação.

16. Obras acessórias

16.1. Vedações e caminhos paralelos

16.1.1. Critérios Adotados e Aspetos Gerais

A área envolvente ao corredor do traçado do ERAA possui, ocupação agrícola, florestal e semiurbana, salientando-se a existência de algumas localidades e aglomerados populacionais ao longo do traçado, que atualmente são ligados por uma rede de estradas, caminhos ou serventias agrícolas. Deste modo propõe-se a adoção de vedação em rede de malha variável progressiva, fixada a postes de madeira, coroada com uma fiada de arame liso de acordo com as peças desenhadas do projeto.

A rede é de malha progressiva sobre postes de madeira, adaptando-se bem aos ambientes atravessados, uma vez que este tipo de malha é o ideal para impedir a entrada de animais, pelo pequeno afastamento dos fios horizontais inferiores. Por outro lado, existe uma

continuidade com o tipo de vedação atualmente existente nos lanços contíguos com a A17 e A1.

Relativamente à altura da vedação deverá ter pelo menos 1,70 m de altura acima do solo. A vedação deverá possuir rede de malha progressiva, cuja malha basal seja estreita, preferencialmente menor ou igual a 5 cm. Deverá ser reforçada através de acoplagem de uma rede de malha hexagonal extra colocada em “L” a qual deverá ficar parcialmente deitada sobre o solo, para deste modo dificultar o processo de escavação e transposição inferior por animais.

O reforço da vedação será executado mediante colocação de uma rede de malha mais apertada, dobrada em L e acoplada à vedação, com de 60 cm de altura e uma pala de topo com 10 cm de largura (a aplicar apenas na proximidade de linhas de água), e deitada sobre o solo em cerca de 40 cm. A base deve ser posteriormente coberta com uma camada de 10 cm de terra bem compactada ou betão pobre (zonas rochosas).

Este reforço deverá ser aplicado em toda a extensão da vedação a aplicar e nos seus portões.

A rede da vedação deverá ficar bem esticada. Junto às passagens hidráulicas (PH) e inferiores (PI), a instalação deve ser executada de forma a contornar as mesmas com uma orientação oblíqua, com o objetivo de encaminhar os animais para as aberturas. Se não for possível fazer esta circunscrição, deverá garantir-se que a vedação remate bem encostada às paredes das passagens, não deixando nenhum espaço que permita a passagem dos animais.

16.1.2. características dos elementos

16.1.2.1. Postes

Os postes de madeira são obtidos a partir de pinheiros selecionados. Os fustes são descascados e abicados e, depois de secos até 20% máximo de humidade, são impregnados em autoclave pelo processo VP e de acordo com o Caderno de Encargos.

Todos os postes serão marcados a fogo com o símbolo da firma fornecedora e o ano de tratamento.

16.1.2.2. Postes de fiada

Terão um comprimento total de 2.20 m ou 3.40 m conforme se trate de vedação de 1.70 m acima do solo e 7,5 a 10 cm de diâmetro (no topo de menor diâmetro). Serão cravados diretamente no solo com um afastamento entre si de 4,00 m no máximo. Os fustes serão

descascados e abicados, com um bico máximo de 0,15 m de altura. Os postes quando instalados em zona rochosa não serão abicados, devendo ser betonados com betão C12/15. Serão também betonados os postes de fiada, quando o terreno apresentar irregularidades que justifiquem ligeiro esforço de escoramento. Neste caso os postes deverão ter 8,5 a 10 cm de diâmetro.

16.1.2.3. Escoramento inicial

É constituído por três postes enterrados no solo a profundidade variável, consoante a altura da vedação (indicado nos desenhos de pormenor) e amaciados com betão C12/15. Terão um comprimento total de 2,50 m e 8,5 a 10 cm de diâmetro.

Serão aplicados na vertical com um afastamento entre si de 2,00 m e serão ligados por escoras horizontais de 7,5 x 10 cm de diâmetro, fixados com troços de varão de ferro de 5/16" e 0,10 m de comprimento.

16.1.2.4. Escoramento de canto ou de ângulo

Idêntico ao escoramento inicial.

16.1.2.5. Escoramento intermédio

É constituído por dois postes com de comprimento variável, consoante a altura da vedação (indicado nos desenhos de pormenor) e 8,5 a 10 cm de diâmetro, amaciados com betão C12/15 e enterrados no solo à profundidade de 1,00 m. Terão um afastamento de 2,00 m entre si e ficarão ligados por um poste-escora horizontal de 7,5 a 10 cm de diâmetro, fixado com troço de ferro de 5/16" e 0,10 m de comprimento.

O afastamento máximo entre escoramentos intermédios é de 50 metros.

16.1.2.6. Escoras diagonais

Nos escoramentos iniciais, de canto ou de ângulo, e nos escoramentos intermédios, são aplicadas escoras diagonais constituídas por dois pares de fios de arame n.º 12, de aço macio com galvanização 3 Zn, esticados com torcedor de madeira tratada, o qual não será retirado após o esticamento, para se proceder a ajustes posteriores.

16.1.2.7. Rede

A rede será de malha retangular, flexível, com 1,65 m, constituídas por fiadas horizontais, dispostas como indicado nas peças desenhadas do projeto e com os fios verticais afastados de 15 cm.

Para garantia de flexibilidade da rede, a ligação dos fios horizontais e verticais não deverá ser obtida por meio de soldadura.

Os fios da rede deverão ser em aço de alta resistência e galvanizado de acordo com o especificado no Caderno de Encargos.

Os fios verticais e os horizontais intermédios deverão ter aproximadamente um $\varnothing 3$ mm. Os fios horizontais de cima e de baixo deverão ter um $\varnothing 3,6$ mm. Admitem-se valores que variem de $\pm 10\%$ conforme o fabricante.

16.1.2.8. Esticamento

O esticamento da rede deve ser efetuado de acordo com as normas recomendadas pelo fabricante, após 21 dias de cura do betão de fundação. A rede será fixada a todos os postes, em todos os fios da mesma, por grampos zincados laminados 10/38, introduzidos diagonalmente na madeira.

Fixam-se primeiro os fios horizontais extremos e só depois os intermédios. Critérios adoptados na escolha do tipo de vedação.

16.1.3. instalação da vedação

A instalação de vedações foi prevista para ambos os lados do traçado em toda a sua extensão. Os restabelecimentos das vias interferidas não serão vedados.

A poligonal da vedação distará cerca de 0,40 m à poligonal de expropriação, para o interior desta, uma vez que a aba horizontal do reforço da vedação deverá estar totalmente incluída na área a expropriar, com exceção de zonas particulares como obras de arte, obras hidráulicas e caminhos paralelos.

Os vértices assinalados nas plantas de localização com a letra P no interior de um círculo, dizem respeito a pontos situados, normalmente, junto às passagens hidráulicas, muros e obras de arte. Estes vértices deverão ser ajustados no local, em função da abertura dos muros de ala e de outros pontos singulares, de modo a permitirem uma vedação a mais completa possível da zona.

Entre a vedação e a crista ou o pé de talude (ou a vala de crista e de pé de talude, se as houver) deverá manter-se, sempre que possível, um espaço livre mínimo de 2,00 m, a não ser em situações pontuais em que a ocupação existente limite esta distância.

A instalação das vedações será precedida do desimpedimento do terreno de todas as árvores e arbustos que estejam no seu alinhamento e estorvem a sua implantação.

Nos locais onde existem caminhos paralelos, a vedação implantar-se-á entre o caminho e o limite do talude da estrada, de modo que os caminhos paralelos fiquem fora da zona vedada.

Em resultado das características orográficas do terreno onde se desenvolve este troço, foram previstos escoramentos intermédios nas situações mais irregulares do terreno. Consegue-se assim um melhor encastramento da vedação, facilitando a sua manutenção.

16.1.4. portões de manutenção

Prevê-se a colocação de dois tipos de portões na vedação:

- Portões de homem basculantes;
- Portões metálicos para acesso rodoviário de emergência.

16.1.5. Portões basculantes

Prevê-se a colocação de portões basculantes para permitir o acesso à zona dos taludes e da estrada do pessoal em trabalhos de manutenção e limpeza. Estes portões serão colocados nas proximidades das obras de arte e das passagens hidráulicas. O seu espaçamento não deve exceder os 250 m.

O portão basculante é constituído por um quadro metálico fechado com 1,00 m de largura e altura igual à da vedação na zona onde for instalado.

Ao quadro do portão será soldada uma chapa de aço com 25 mm de largura e espessura de 2 mm, formando uma aba interior à qual será fixada por soldadura, uma rede de malha tremida electrossoldada de 50 x 50 mm, com arame de 3 mm de espessura. Todo o conjunto será galvanizado e pintado.

Para a aplicação destes portões, o afastamento entre os postes de escoramento, em madeira, deverá ser de 1,085 a 1,10 m.

O portão bascula sobre um eixo horizontal situado na sua parte superior, sendo o eixo posicionado à distância de 1,45 m ou 2,15 m do solo (consoante a altura da vedação) e constituído por um ferro roscado de 10 mm de diâmetro, ao qual serão aplicadas porcas sextavadas para fixação do portão e para amarração aos postes de escoramento.

Entre o quadro do portão e os postes de escoramento será aplicada sobre o eixo uma manga em tubo metálico galvanizado e pintado.

Na parte inferior da abertura do portão será aplicada, entre postes de escoramento, rede de malha progressiva, idêntica à utilizada na vedação, até à altura máxima de 0,5 m.

As fiadas de arame liso, superior e inferior, utilizadas na vedação, não sofrem interrupção na zona do portão.

16.1.6. Portões metálicos (emergência)

Os portões metálicos são utilizados em situações de emergência para permitirem o acesso de ambulâncias e carros de bombeiros à faixa de rodagem, estando por isso colocados em

locais em que a altura do aterro ou da escavação é pequena e na proximidade de vias paralelas próximas.

Neste enquadramento, foram selecionados os seguintes locais para instalação deste tipo de portões.

A pormenorização destes portões consta das peças desenhadas.

16.1.7. Implantação da vedação

Nas peças desenhadas para a plena-via, para os nós de ligação, encontram-se definidos os vértices da vedação, através da sua localização em planta.

Nestas peças desenhadas estão também assinalados os portões basculantes e metálicos (de emergência) previstos ao longo do ERRA.

16.2. Caminhos paralelos

16.2.1. Considerações Gerais

Os caminhos paralelos objeto deste projeto são os do Tipo II, ou seja, prevê-se a sua implantação sem recurso a terraplenagens especiais (superiores a 2 m em 10% da sua extensão) não sendo necessário projeto específico para a sua materialização no terreno. Deste modo, tendo em conta o cadastro da zona afetada e a respetiva poligonal de expropriação, analisou-se a necessidade de prever caminhos paralelos, os quais se desenvolvem geralmente ao longo das cristas e pés de talude da plena via e, eventualmente, de alguns ramos dos nós. A definição destes caminhos atendeu não só à necessidade de repor a rede viária rural existente como também à necessidade de garantir as acessibilidades individuais às parcelas identificadas no levantamento cadastral. Para a elaboração do estudo foram utilizados os ortofotomapas e a cartografia do projeto à escala 1:1000.

O traçado destes caminhos deverá ser ajustado às reais condições topográficas. Todos os trechos de caminhos paralelos com inclinação longitudinal superior a 10% deverão ser pavimentados.

16.2.2. Perfil Transversal Tipo

O perfil transversal tipo dos caminhos paralelos terá uma faixa de rodagem bidirecional com 4,00 m de largura. A plataforma terá no total 5,00 m de largura, incluindo valetas de 0,5 m de largura em escavação, quando necessário, ou uma berma de 0,5 m de largura, em aterro. Nas zonas em escavação a berma será substituída pela valeta.

A inclinação transversal da faixa de rodagem e bermas será de 2.50%, com pendente para os dois lados.

16.2.3. Barreiras acústicas

A implementação de Barreiras Acústicas no presente projeto, será avaliada na fase de projeto de execução pois pretende dar resposta ao requerido na Declaração de Impacte Ambiental (DIA) com data de 30 de janeiro de 2009.

Excerto da DIA:

“O projeto das medidas de minimização, a apresentar em fase de Projeto de Execução, deverá considerar os seguintes aspetos:

- As medidas de minimização devem privilegiar a atuação na fonte de ruído e, só depois, atuar no caminho de propagação do ruído;
- Nas situações em que a atuação na fonte de ruído (designadamente a aplicação de pavimento com características de absorção acústica) não for suficiente para dar cumprimento aos valores limite, deverá ser verificada a possibilidade de modelação de taludes. Quando tal não for possível, deverá ser verificado se a aplicação conjunta de pavimento e de barreiras acústicas não é mais vantajosa que a implementação apenas de barreiras, uma vez que estas podem introduzir impactes visuais, estéticos e alterações das condições ambientais;
- O dimensionamento das medidas deverá ser efetuado para os valores resultantes para o ano intermédio.”

Atualmente o projeto base já considera um pavimento com uma camada de desgaste SMA 11 surf PMB 45/80, que confere uma redução de até de 3 dB(A) em função da velocidade de circulação.

Nesta fase de projeto base já identificamos zonas para eventual localização de barreiras acústicas, no entanto serão objeto de estudo em EIA.

As Barreiras Acústicas deverão possuir as seguintes características genéricas:

- Material: Qualquer que cumpra os requisitos das seguintes normas:
 - European Committee for Standardization – EN 1794-1: Road traffic noise reducing devices: Non-acoustic performance: Part 1: Mechanical performance and stability requirements. 2018. (AC:2018)
 - European Committee for Standardization – EN 1794-2: Road traffic noise reducing devices: Non-acoustic performance: Part 2: General safety and environmental requirements. 2020.
 - European Committee for Standardization – EN 1794-3: Road traffic noise reducing device: Non-acoustic performance: Part 3: Reaction to fire - Burning behaviour of noise reducing devices and classification. 2016.

- Todas as Barreiras deverão ser devidamente instaladas de maneira que todas as cotas de topo cumpram no mínimo as alturas indicadas.
- Todas as barreiras não poderão possuir frinchas, ou outras fragilidades, que comprometam o seu desempenho acústico.
- Qualquer necessidade de aberturas, por razões de drenagem, ou outra, deverão ser minimizadas e analisadas adequadamente relativamente ao seu efeito na perda do desempenho acústico. Como princípio geral e se não evitável, eventuais aberturas deverão ser no menor número possível e ter a menor dimensão possível, e a área total, considerando todas as aberturas, não poderá ser superior a 5% da área total da Barreira.
- Quaisquer eventuais medições acústicas in situ de desempenho da Barreira Acústica terão de ser realizadas depois da Barreira Acústica completamente finalizada, em especial eventuais aberturas de drenagem, ou outras. Qualquer eventual alteração posterior deverá obrigar à realização de nova medição acústica in situ de desempenho.
- Todos os painéis que constituem as Barreiras Acústicas, sejam eles absorventes, refletores opacos ou refletores transparentes, deverão ter um Isolamento Sonoro mínimo de DLR ≥ 17 dB (Categoria B2, de acordo com NP EN 1793-2, de 2018).
- Todas as barreiras deverão ser absorventes sonoras, pelo menos do lado do Eixo. As faces absorventes deverão verificar DLa ≥ 8 dB (Categoria A3, de acordo com a NP EN 1793-1, de 2017).

16.3. Passagens de fauna

A implementação de passagens de fauna no presente projeto, será efetuada com recurso às passagens inferiores previstas para o restabelecimento de caminhos florestais que no nosso projeto são 7.

- PI 01 – PK 3+518,03
- PI 02 – PK 4+649,66
- PI 03 – PK 5+625,00
- PI 04 – PK 6+826,03
- PI 05 – PK 7+134,54
- PI 06 – PK 8+975,05
- PI 07 – PK 13+178,00

Nas passagens inferiores que possuem dupla função, de restabelecimento de caminhos florestais e passagem de fauna, as vedações são implantadas de forma a encaminhar a fauna diretamente para essas passagens.

As vedações, devem ter uma malha progressiva descendente e respeitaram as seguintes dimensões:

- até 50-60 cm não ultrapassar a dimensão 2X2;
- até 1 metro não ultrapassar a dimensão 4X4;

- até final (1,7 a 2 m) dimensão 5X5.

A vedação prevista ao longo do eixo rodoviário pretende garantir que a fauna não a ultrapassa, encaminhando-a para as passagens inferiores.

Estas passagens de fauna pretendem dar resposta ao requerido na Declaração de Impacte Ambiental (DIA) com data de 30 de janeiro de 2009.

16.4. Obras de contenção

Tendo em atenção a topografia do terreno existente ao longo do traçado do eixo rodoviário a implantar, estão previstos neste projeto a construção de quatro troços de contenção, com recurso a Muros de Solo Reforçado.

Os muros de solo reforçado são construídos com base em reforços metálicos dispostos entre camadas de aterro colocado e compactado sob condições especiais e completada com um paramento semi-flexível, formado por painéis pré-fabricados de betão ligados entre si, com o objetivo de conter o solo entre as camadas de reforço e proteger o aterro em relação à erosão. Como referido anteriormente, estão previstos quatro muros recorrendo a esta solução, sendo eles:

- O muro MS1 de grande porte, com um desenvolvimento em planta de 76,48m, e uma altura variável sendo que, na zona mais alta, atinge os 12,09 metros de altura.
- O muro MS2 de médio porte, tem um desenvolvimento em planta de 126,00 metros, de altura variável, atingindo 7,77 metros na zona mais alta.
- O muro MS3 de grande porte, tem um desenvolvimento em planta de 117,00 metros, de altura variável, atingindo 12,24 metros na zona mais alta.
- O muro MS4 de pequeno porte, tem um desenvolvimento em planta de 40,50 metros, de altura variável, atingindo 6,27 metros na zona mais alta.

Estão previstos de muros de suporte em betão armado, com geometria em "T" invertido, para confinamento da plataforma, conforme indicado nas peças desenhadas.

Estão previstos assim os muros de suporte MSBA 01, 02 e 03 para confinamento de terras junto ao Rest. 02, conforme indicado nas peças desenhadas.

16.5. Serviços afetados

16.5.1. Identificação dos serviços afetados existentes

Os cadastros utilizados nesta fase de projeto foram disponibilizados pela CM Aveiro, e foram identificadas as interferências que se apresentam na tabela 1.

Na tabela 1, também se identificam as propostas de reposição para cada uma das especialidades. As soluções encontradas serão analisadas em contacto com as entidades

responsáveis, e as soluções para o seu restabelecimento serão estudadas de forma a minimizar as intervenções nas redes existentes, para garantir uma fácil exploração e manutenção no futuro.

Tabela 11 – Serviços afetados identificados

SERVIÇOS AFETADOS		
Localização (km)	Serviço afetado	Solução proposta
PK 0+200	Rede abastecimento água	Desvio e reposição
	Rede saneamento	Desvio e reposição
	Rede de gás	Desvio e reposição
	Rua da Patela	Corte da rua da Patela na zona afetada. O acesso às habitações será realizado pelo arruamento existente
	Rede de iluminação pública	Passagem das Infraestruturas Elétricas da Rede de Iluminação Pública para o subsolo na interseção com o Eixo Rodoviário
	Rede de baixa tensão	Passagem das infraestruturas elétricas da rede de baixa tensão para o subsolo na interseção com o eixo rodoviário
	Rede de média/alta tensão	Desvio das infraestruturas elétricas da rede de média tensão, apoio e respetivas linhas, incluindo todos os acessórios necessários à ligação da rede de MT conforme a já existente no local
	Rede de telecomunicações	Passagem das Infraestruturas de Telecomunicações da Rede Aérea para o subsolo na interseção com o Eixo Rodoviário. Manter a Rede Subterrânea de Telecomunicações existente neste local, porém deve ter-se em atenção a profundidade mínima de 1m em relação à geratriz exterior superior da tubagem, para as travessias dos arruamentos ou das vias rodoviárias e uma profundidade mínima de 0,8 m em relação à geratriz exterior superior da tubagem para os passeios.

PK 0+450	Rua da Quinta Nova	Corte da Rua da Quinta Nova na zona de passagem do ERAA. O acesso local às habitações será realizado pelo arruamento já existente
	Rede abastecimento água	Desvio e reposição
	Rede de saneamento	Desvio e reposição
	Rede de iluminação pública	Passagem das Infraestruturas Elétricas da Rede de Iluminação Pública para o subsolo na interseção com o Eixo Rodoviário
	Rede de baixa tensão	Passagem das Infraestruturas Elétricas da Rede de Baixa Tensão para o subsolo na interseção com o Eixo Rodoviário
	Rede de telecomunicações	Passagem das Infraestruturas de Telecomunicações para o subsolo na interseção com o Eixo Rodoviário
PK 1+036	Rua do Chão de Além	Corte da rua do Chão de Além na zona afetada. O acesso às habitações será efetuado pelo arruamento existente.
	Rede abastecimento água	Desvio e reposição
	Rede de saneamento	Desvio e reposição
	Rede de gás	Desvio e reposição
	Rede de iluminação pública	Passagem das Infraestruturas Elétricas da Rede de Iluminação Pública para o subsolo na interseção com o Eixo Rodoviário
PK 1+300	Rede de telecomunicações	Passagem das Infraestruturas de Telecomunicações para o subsolo na interseção com o Eixo Rodoviário
	Rede de telecomunicações	Passagem das Infraestruturas de Telecomunicações para o subsolo na interseção com o Eixo Rodoviário
PK 1+500	Rede abastecimento água	Desvio e reposição
	Rede saneamento	Desvio e reposição
	Rede de iluminação pública	Retirada das Infraestruturas Elétricas da Rede de Iluminação Pública existente no local. Construção da Rede de Iluminação Pública subterrânea, após construção da rotunda dos Campinhos 01 na interseção com o Eixo Rodoviário

	Rede de baixa tensão	Passagem das Infraestruturas Elétricas da Rede de Baixa Tensão para o subsolo na interseção com o Eixo Rodoviário
	Rede de média/alta tensão	Desvio do Posto de Transformação da Rede de Média Tensão, Apoio de Betão, Transformador de Potência, QGBT, subidas no Apoio e respetiva Linha, incluindo todos os acessórios necessários à ligação da Rede de MT conforme a já existente no local. Execução de Terras de Proteção e de Serviço no Posto de Transformação
	Rede de telecomunicações	Passagem das Infraestruturas de Telecomunicações para o subsolo na interseção com o Eixo Rodoviário
PK 1+887	Rede abastecimento água	Desvio e reposição
	Rede abastecimento água	Desvio e reposição
PK 1+950	Rede de iluminação pública	Retirada das Infraestruturas Elétricas da Rede de Iluminação Pública existente na interseção com o Eixo Rodoviário. Construção da Rede de Iluminação Pública subterrânea, após construção da ligação da Rua Velas à Rua da Azenha da Moita, junto à interseção com o Eixo Rodoviário
PK 2+700	Rede de iluminação pública	Retirada das Infraestruturas Elétricas da Rede de Iluminação Pública existente na rotunda da Moita na ligação à A17. Construção da Rede de Iluminação Pública subterrânea, após construção para alargamento da rotunda da Moita na interseção com o Eixo Rodoviário
PK 3+050 até 3+350	Rede de iluminação pública	Retirada das Infraestruturas Elétricas da Rede de Iluminação Pública existente no nó de ligação à A17. Construção da Rede de Iluminação Pública subterrânea, após construção da nova rotunda de Azenhas e alargamento da passagem superior 1 por cima da A17 e respetivos acessos a este nó de ligação da A17 com a interseção do Eixo Rodoviário
PK 4+710	Rede de média/alta tensão	Contruir Apoio Novo da Rede de Média Tensão, incluindo todos os acessórios necessários à ligação da Rede de MT conforme o já existente no local

	Rede abastecimento água	Desvio e reposição
	Rede de saneamento	Desvio e reposição
PK 4+983	Rede de iluminação pública	Retirada das Infraestruturas Elétricas da Rede de Iluminação Pública existente na Rua de Santo António (N230-1), com a interseção do Eixo Rodoviário. Construção da Rede de Iluminação Pública subterrânea, após construção da nova rotunda de Eixo 04 e respetivos acessos com a interseção do Eixo Rodoviário
	Rede de telecomunicações	Passagem das Infraestruturas de Telecomunicações para o subsolo na interseção com o Eixo Rodoviário
PK 5+125	Rede de telecomunicações	Passagem das Infraestruturas de Telecomunicações para o subsolo na interseção com o Eixo Rodoviário
PK 5+715	Rede de média/alta tensão	Manter as Infraestruturas da Rede de MT existente na interseção com o Eixo Rodoviário
	Rede de iluminação pública	Passagem das Infraestruturas Elétricas da Rede de Iluminação Pública para o subsolo na interseção com o Eixo Rodoviário
	Rede de baixa tensão	Passagem das Infraestruturas Elétricas da Rede de Baixa Tensão para o subsolo na interseção com o Eixo Rodoviário
PK 6+110	Rede de média/alta tensão	Desvio do Apoio de Betão da Rede de Média Tensão, subidas no Apoio e respetiva Linha, incluindo todos os acessórios necessários à ligação da Rede de MT conforme a já existente no local. Manter a linha de MT subterrânea existente neste local, porém deve ter-se em atenção a profundidade mínima de 1,2 m em relação ao nível do solo, para o perfil de vala de MT, após a execução do Eixo Rodoviário.
	Rede de saneamento	Desvio e reposição
PK 7+600	Rede de iluminação pública	Construção de Infraestruturas Elétricas de Iluminação Pública novas para iluminar a rotunda a ser construída de Eirol
PK 7+693		Rede de Alta Velocidade B
PK 8+190		Rede de Alta Velocidade A

PK 9+750	Rede de iluminação pública	Passagem das Infraestruturas Elétricas da Rede de Iluminação Pública para o subsolo na interseção com o Eixo Rodoviário
	Rede de baixa tensão	Passagem das Infraestruturas Elétricas da Rede de Baixa Tensão para o subsolo na interseção com o Eixo Rodoviário
PK 9+775	Rede de saneamento	Desvio e reposição
	Rua do Brejo	Corte da rua do Brejo. O acesso será efetuado pelo arruamento existente e através do Rest.30
PK 9+975	Rede de iluminação pública	Passagem das Infraestruturas Elétricas da Rede de Iluminação Pública para o subsolo nos Restabelecimentos Nº 29, 30 e 31
	Rede de baixa tensão	Passagem das Infraestruturas Elétricas da Rede de Baixa Tensão para o subsolo nos Restabelecimentos Nº 29, 30 e 31
	Rede de telecomunicações	Passagem das Infraestruturas de Telecomunicações para o subsolo nos Restabelecimentos Nº 29, 30 e 31
PK 10+050	Rede abastecimento água	Desvio e reposição
	Rede de saneamento	Desvio e reposição
	Rua Francisco Lopes	Corte da Rua Francisco Lopes. O acesso será efetuado pelo arruamento existente e através do Rest.30
	Rede de iluminação pública	Retirada das Infraestruturas Elétricas da Rede de Iluminação Pública na interseção com o Eixo Rodoviário
	Rede de baixa tensão	Passagem das Infraestruturas Elétricas da Rede de Baixa Tensão para o subsolo na interseção com o Eixo Rodoviário
	Rede de telecomunicações	Passagem das Infraestruturas de Telecomunicações para o subsolo na interseção com o Eixo Rodoviário
PK 10+150	Rede de iluminação pública	Retirada das Infraestruturas Elétricas da Rede de Iluminação Pública no fim da Rua Francisco Lopes, com a Rua Nossa Senhora das Dores. Construção da Rede de Iluminação Pública subterrânea, após construção da nova rotunda Galgável 06 e respetivos acessos nos Restabelecimentos Nº 28 e 31

	Rede de baixa tensão	Passagem das Infraestruturas Elétricas da Rede de Baixa Tensão para o subsolo nos Restabelecimentos Nº 28 e 31
	Rede de telecomunicações	Passagem das Infraestruturas de Telecomunicações para o subsolo nos Restabelecimentos Nº 28 e 31
PK 10+280	Linha Ferroviária existente na intersecção com o Eixo Rodoviário (a manter)	
PK 10+910	Rede de iluminação pública	Passagem das Infraestruturas Elétricas da Rede de Iluminação Pública para o subsolo na interseção com o Eixo Rodoviário
	Rede de telecomunicações	Passagem das Infraestruturas de Telecomunicações para o subsolo na interseção com o Eixo Rodoviário
PK 11+025	Rede abastecimento água	Desvio e reposição
	Rua de São Caetano	Corte da rua de São Caetano. O acesso local será efetuado pelo arruamento existente.
PK 11+250	Rede de telecomunicações	Passagem das Infraestruturas de Telecomunicações para o subsolo na interseção com o Eixo Rodoviário
PK 11+360	Rede de média/alta tensão	Construir Apoio Novo da Rede de Média Tensão, incluindo todos os acessórios necessários à ligação da Rede de MT conforme o já existente no local
PK 11+750	Rede de iluminação pública	Retirada das Infraestruturas Elétricas da Rede de Iluminação Pública existente na Rua de João Batista (N230), com a interseção dos acessos ao Eixo Rodoviário. Construção da Rede de Iluminação Pública subterrânea, após construção da nova rotunda de Travassô 07 e respetivos acessos nos Restabelecimentos Nº 35 e 36
	Rede de baixa tensão	Passagem das Infraestruturas Elétricas da Rede de Baixa Tensão para o subsolo nos Restabelecimentos Nº 35 e 36
	Rede de telecomunicações	Passagem das Infraestruturas de Telecomunicações para o subsolo nos Restabelecimentos Nº 35 e 36
PK 13+975	Estrada Municipal M577	O restabelecimento da M577 será realizado através do Rest.38, realização de passagem superior
	Rede abastecimento água	Desvio e reposição

PK 15+000	Rede de iluminação pública	Retirada das Infraestruturas Elétricas da Rede de Iluminação Pública junto à rotunda de Águeda 09 (N230 na Zona Industrial), com a interseção dos acessos ao Eixo Rodoviário, à Zona Industrial, à N230 e à N1/IC2. Construção da Rede de Iluminação Pública subterrânea, após construção da nova rotunda de Águeda 09 (N230 na Zona Industrial) e respetivos acessos com a interseção do Eixo Rodoviário
	Rede de baixa tensão	Passagem das Infraestruturas Elétricas da Rede de Baixa Tensão para o subsolo na interseção com o Eixo Rodoviário
	Rede de média/alta tensão	Desvio das Infraestruturas Elétricas da Rede de Média Tensão, Apoio e respetivas Linhas, incluindo todos os acessórios necessários à ligação da Rede de MT conforme a já existente no local
	Rede de telecomunicações	Passagem das Infraestruturas de Telecomunicações para o subsolo na interseção com o Eixo Rodoviário

16.6. Canal técnico rodoviário

Prevê-se a execução de um canal técnico rodoviário ao longo do traçado conforme previsto no projeto P4.4.

A infraestrutura a construir ao longo da estrada, contempla a interligação através de nós de ligação, intersecções e rotundas.

A infraestrutura a construir será constituída por câmaras de visita, tubos e acessórios.

O canal técnico rodoviário considerado neste projeto terá uma configuração tipo 2, composta por 3 tritubos Ø40mm e 3 tubos Ø 110mm. Isto aplica-se a toda a sua extensão, obras de arte e travessias.

- Ao longo da infraestrutura a configuração deverá manter-se constante, tanto ao longo da estrada e travessias, como nas obras de arte.
- Nas obras de arte e sempre que seja tecnicamente possível, a infraestrutura de CTR deverá ser instalada nos dois lados, havendo sempre a preocupação de compatibilizar esta infraestrutura com as restantes infraestruturas, tais como, drenagem e iluminação pública.
- A colocação de infraestruturas CTR nas obras de arte deverá ser executada de forma a não comprometer a instalação, a observação e a manutenção de outras infraestruturas, tais como, drenagem e iluminação pública.

- Um dos tritubos a instalar deverá ser instalado sem cortes à face das caixas de visita em todo o troço, de forma a possibilitar a instalação de cabos de fibra óptica pelo método de sopro.

16.7. Iluminação

Na elaboração da rede de iluminação foram consideradas as indicações fornecidas pelo operador da rede BT local, bem como as suas especificações para os materiais a utilizar na integração destas redes na infraestrutura existente.

A rede de iluminação pública será executada a cabo LSVAV, com 16 mm² de secção, em tubo PEAD Φ 63 6kgf/cm² em vala, protegido nas travessias de arruamentos por tubagem PEAD.

Os cabos serão instalados em tubo de acordo com a regulamentação em vigor, com as Normas seguidas pela Empresa Distribuidora e com os desenhos de pormenor apresentados nas peças desenhadas.

Foram previstas colunas com a altura útil de 8 e 10, equipadas com luminárias para lâmpadas do tipo LED. As colunas de iluminação serão dotadas de portinhola com caixas de proteção/secionamento. Todas as colunas serão dotadas de elétrodo de terra de proteção.

Estes serão constituídos por piquetes de aço, com 15 mm de diâmetro, 2m de comprimento e uma camada de cobre de 0,5 mm, enterrados no solo de modo que a distância da borda superior fique pelo menos a 0,80m da superfície. O valor da resistência de terra dos elétrodos deverá ser inferior a 10 ohms. Os piquetes serão ligados aos bornes de terra das colunas em cabo H1VV-R1G35mm² com isolamento verde e amarelo e bainha exterior preta.

17. Sinalização e segurança

17.1. Considerações Gerais

A Sinalização e o Equipamento de Segurança assumem-se como um fator importante na prevenção da sinistralidade, pelo que foram adotados critérios para o desenvolvimento deste estudo, salientando-se a implantação da sinalização vertical de código e horizontal nova, a aplicação de sinalização semafórica na regulação da circulação de peões (Rotunda dos Campinhos) e a implantação da sinalização de orientação, de acordo com a proposta de destinos aprovada.

O estudo de Sinalização compreende:

- A Sinalização Vertical que inclui a sinalização de perigo, a de regulamentação e a de orientação;
- A Sinalização Horizontal que inclui um conjunto de marcas rodoviárias em que consta fundamentalmente, as marcas longitudinais contínuas e descontínuas, as transversais, as orientadoras de sentidos de trânsito, as marcas diversas e guias, e os dispositivos retrorrefletores complementares.

A Sinalização Vertical e as Marcas Rodoviárias adotadas no projeto estão de acordo com a Sinalização de Trânsito, considerando o quadro seguinte:

Tabela 12 – Sinalização de trânsito

SINALIZAÇÃO DE TRÂNSITO	
Sinalização Vertical	Sinalização de Perigo
	Sinalização de regulamentação
	Sinalização de indicação (orientação)
Marcas Rodoviárias	

	Sinalização de Perigo
	Sinais de cedência de passagem Sinais de proibição Sinais de obrigação Sinais de prescrição específica
	Sinais de informação Sinais de pré-sinalização Sinais de direção Sinais de confirmação Sinais de identificação de localidades Sinais complementares Sinais adicionais
Marcas Rodoviárias	Marcas longitudinais (contínuas e descontínuas) Marcas transversais Marcas reguladoras de estacionamento e paragem Marcas orientadoras de sentidos de trânsito Marcas diversas e guias Dispositivos retrorrefletores complementares

A definição das marcas rodoviárias e da sinalização vertical é efetuada de acordo com as características da estrada a sinalizar, nomeadamente no que respeita ao número de vias, à velocidade de projeto e à classificação da estrada na rede viária.

No presente projeto foi considerada uma velocidade máxima de 100 km/h.

17.2. Sinalização Vertical

17.2.1. Características Gerais

Na elaboração do projeto, a localização da sinalização vertical foi analisada sobretudo para garantir a sua visibilidade e legibilidade, mantendo a segurança da circulação rodoviária.

A sinalização vertical deverá ser refletorizada, devendo os materiais e técnicas utilizadas na pintura e refletorização garantir a retrorreflexão a uma distância não inferior a 400 m. As características dos materiais necessários à execução dos trabalhos, são definidas em pormenor no Caderno de Encargos.

O sistema de sinalização vertical adotado compreende a sinalização de perigo, a de regulamentação e a de indicação.

17.2.1.1. Critérios de Seleção do Nível de Retrorreflexão

A sinalização vertical a empregar deverá corresponder às classes de retrorreflexão indicadas no Sistema Geral de Rúbricas.

Os níveis de retrorreflexão indicados devem obedecer aos requisitos constantes na norma NP EN 12899-1: 2017 no que respeita ao seu desempenho diurno (Cor e Fator de Luminância) e noturno (Coeficiente de Retrorreflexão).

17.2.1.2. Características dos Materiais

• Substrato dos Sinais

O substrato dos sinais deverá ser fabricado em ligas metálicas, de alumínio ou em aço, de acordo com as características definidas no normativo correspondente, nomeadamente EN 1999-1-1 e EN 19993-1-1, e no presente documento.

A utilização de substratos não metálicos fica condicionada a procedimento específico de aprovação a submeter ao dono de obra, devendo, contudo, obedecer aos requisitos da norma EN 12899-1.

No caso da utilização de chapa lisa em liga de alumínio no fabrico do substrato de sinais de código, deverão ser colocados, no tardo dos mesmos, perfis para reforço da rigidez. Estes perfis de alumínio extrudido, em forma de calha, servirão igualmente para fixação do corpo do respetivo sinal ao respetivo poste.

As placas dos sinais de pequena dimensão (sinais de código, demarcação e baias direcionais) serão fabricadas em chapa de ferro polido ou alumínio com a espessura mínima de 2,0 mm (espessura de chapa sem tela).

Os sinais complementares de demarcação poderão adotar, em alternativa, o processo de fabrico dos sinais de média dimensão.

As placas dos sinais de média dimensão (sinais de direção J1 e J2 para interseções de nível e sinais de aproximação de saídas) deverão ser fabricadas em ligas de alumínio (AlMg2) com espessura mínima de 2,0 mm (espessura de chapa sem tela), enquadradas por uma moldura tipo "all round" em perfil de alumínio extrudido (AlMg5).

Os painéis dos sinais de grande dimensão (sinais de pré-avisos, sinais de direção J1 e J2 em interseções desniveladas, sinais de confirmação, sinais de seleção de vias laterais, de afetação de vias e sinais colocados sobre a via) serão executados em alumínio devendo obedecer aos seguintes requisitos:

- Painéis com área até 1,5 m²: uma ou mais chapas em alumínio (AlMg2) com espessura mínima de 2,0 mm (espessura de chapa sem tela);

- Painéis com áreas superiores a 1,5 m²: uma ou mais chapas de alumínio (AlMg2) com espessura mínima de 3,0 mm (espessura de chapa sem tela);
- Os painéis dos sinais colocados por cima da via serão constituídos por módulos de perfil de alumínio extrudido, com espessura mínima de 2,0 mm (espessura de chapa sem tela), com 17,5 cm a 22,5 cm de altura;
- Os painéis de altura igual ou inferior a 1,50 m serão realizados numa só chapa, sendo reforçados por um perfil em Z;
- Os painéis de altura superior a 1,50 m serão seccionados, sendo a junção das chapas realizada por dois perfis em U;
- Os painéis serão enquadrados por uma moldura tipo "all round" em perfil de alumínio extrudido (AlMg5);
- A junção dos perfis e da moldura à chapa é feita com rebites da liga AlMg4, roscados e soldados; na moldura, para além dos rebites, deve ainda ser utilizada uma cola a dois componentes para total aderência.

• Face dos Sinais

As faces dos sinais serão, à exceção dos casos expressamente indicados, revestidas com telas retrorrefletoras (de esferas embebidas, encapsuladas ou micro-prismáticas), não sendo permitido outro processo construtivo, nomeadamente serigrafia.

A durabilidade das telas associadas a cada um dos níveis de nível de retroreflexão (RA1: 7 anos / RA2: 10 anos / RA3: 12 anos) deverão igualmente garantir que, ao fim do período temporal especificado, as telas dos sinais deverão apresentar pelo menos 50% da sua reflexão inicial.

A perfuração da face do sinal deverá obedecer à classe P3 definida na EN 12899-1 (tabela 13), ou seja, a face do sinal não deve, em caso algum, ser perfurada.

Os bordos dos sinais terão acabamento da classe E2 definida na parte 1 da EN 12899 (tabela 14 – bordo do substrato do sinal), ou seja, terão de ser protegidos, com o bordo moldado, dobrado, embutido, ou coberto por um perfil de bordadura. Excetua-se os sinais em painéis constituídos por régua que deverão ter acabamento da classe E1 (não protegido).

As diferentes cores adotadas, tanto em tintas como em telas refletoras devem ser as previstas no Regulamento de Sinalização de Trânsito, devendo obedecer igualmente às coordenadas do Código Cromático, expresso nas tabelas 1 e 2 da EN12899-1, onde constam igualmente os Fatores de Luminância a observar.

As características das inscrições utilizadas nas mensagens da sinalização, são obtidas a partir dos abecedários e numéricos tipo (unitários) constantes do RST e das disposições normativas em vigor na IP.

Os materiais que constituem a face do sinal deverão estar de acordo com o preconizado na norma EN 12899-1. Enquanto não se encontrarem enquadradas por normativo CEN, as telas refletoras com base em tecnologia micro-prismáticas deverão obedecer ao preconizado na BS 8408:2005.

As telas retrorrefletoras deverão possuir em marca de água o símbolo do fabricante com a indicação do período de durabilidade devendo, quando isto não acontecer, ser apresentados os documentos de homologação ou resultados de ensaios laboratoriais das suas características, nomeadamente óticas, cromáticas e de durabilidade.

- **Parte posterior dos sinais**

A pintura da parte posterior dos sinais deverá ser executada em tinta de esmalte na cor cinzenta, adotada pela IP (RAL 9018).

Na parte posterior dos sinais deverá ser inscrito um Código de Sinal (CS) e respetivo código de barras (Norma 128 C) e data de fabrico do mesmo, constituindo assim uma etiqueta tecnicamente não removível, respeitando as especificações indicadas em anexo I.

A colocação do Código de Sinal será da responsabilidade do fornecedor/fabricante, ficando a numeração condicionada a um intervalo de valores que será indicado pela respetiva fiscalização.

Deverá igualmente ser marcado de forma duradoura, na parte traseira das placas dos sinais acabados (com a face do sinal aplicada) a designação da Norma Europeia que o enquadra, a classificação de desempenho do produto, bem como o nome, marca registada ou outro meio de identificação do produto ou fornecedor no caso de este não ser o produtor, de acordo com o estipulado na EN 12899-1.

De igual modo deverão ser marcados os suportes verticais, que devem cumprir os requisitos da norma EN 12767.

- **Suportes dos sinais e peças de ligação**

Os postes dos sinais da sinalização deverão ser sempre, depois de devidamente limpos, sujeitos a zincagem por galvanização a quente, com espessura mínima de 84 μ . Os tipos de parafusos, suas formas e dimensões devem satisfazer as normas portuguesas em vigor, sendo dos tipos indicados nessas normas.

As peças de ligação da placa dos sinais de pequena dimensão aos respetivos postes, serão em chapa de aço com 3 mm de espessura (charneiras, parafusos, anilhas e porcas) são normalizadas.

Para a sinalização de demarcação, de forma geral, o processo de fixação far-se-á por meio de rebitagem a uma chapa soldada em prumo ou poste. Em situações particulares, admite-se um sistema de fixação direto ao prumo de suporte da guarda de segurança semi-flexível.

No caso dos sinais de média dimensão, as peças de ligação ao poste são braçadeiras apropriadas, de aço ou alumínio, de espessura variável, em função da espessura do tubo ou poste, não devendo permitir, depois do aperto, a rotação da seta no poste.

Para os sinais de grandes dimensões a espessura destas braçadeiras será função da área do painel.

As peças de ligação aos postes dos painéis perfilados, que promovem simultaneamente o aperto dos perfis entre si, serão constituídas por braçadeiras apropriadas, de aço ou alumínio.

17.2.1.3. Sinalização de Perigo

A sinalização de perigo indica a existência ou a possibilidade de aparecimento de condições potencialmente perigosas para o trânsito que imponham especial atenção e prudência ao condutor.

De acordo com a regulamentação, os sinais de perigo não devem ser colocados a menos de 150 m nem a mais de 300 m do ponto da via a que se referem, devendo em caso contrário ser utilizado um painel adicional indicador da distância.

17.2.2. Sinalização de Regulamentação

17.2.2.1. Sinais de Cedência de Passagem

Os sinais de cedência de passagem informam os condutores da existência de uma interseção ou passagem estreita, onde lhes é imposto um determinado comportamento ou uma especial atenção.

17.2.2.2. Sinais de Proibição

Os sinais de proibição transmitem aos utentes a interdição de determinados comportamentos, nomeadamente sentidos e trânsitos proibidos, paragens, estacionamento, manobras, ultrapassagens e velocidades, entre outros.

17.2.2.3. Sinais de Obrigação

Os sinais de obrigação transmitem aos utentes a imposição de determinados comportamentos, nomeadamente sentidos, vias, pistas e velocidades obrigatórias, entre outros.

17.2.2.4. Sinais de Prescrição Específica

Os sinais de prescrição específica transmitem aos utentes a imposição ou proibição de determinados comportamentos.

17.2.3. Características dos Sinais de Perigo e de Regulamentação

Os sinais a instalar, serão triangulares, circulares, quadrados e octogonais em chapa de ferro polido, com a espessura de 1.8 ± 0.2 mm, refletorizados, com as dimensões $\varnothing 0.90$, e $L = 0.90$ m na seção corrente e de $0,70$ m nos restabelecimentos, de acordo com as normas em vigor, e a sua colocação será feita em perfil metálico tubular circular ou retangular implantado em maciços de betão.

Os sinais a colocar no separador central vão ter dimensão de 0.60 m.

Os postes de fixação serão executados em chapa de aço de 1.8 ± 0.2 mm de espessura e com formato tubular. As peças de ligação das placas aos postes serão em chapa de aço de 3 mm de espessura. Os parafusos, anilhas e porcas serão de formatos e dimensões normalizados para o efeito.

17.3. Sinalização de Orientação

Considerou-se que a sinalização de orientação contempla a velocidade de projeto, o número de inscrições ou mensagens nos painéis e a implantação dos sinais. Nas peças desenhadas foi apresentada a localização e inscrições dos painéis e setas que integram o sistema de orientação.

A sinalização vertical de orientação assume uma função fundamental, de forma coerente, simples, legível e obedecendo a critérios de homogeneidade, por forma a fornecer ao utente toda a informação necessária, assim os destinos indicados são em geral os já adotados em alguns dos painéis existentes, considerando, no entanto, uniformização e hierarquização com base nos critérios definidos nas normas em vigor.

De acordo com o número de inscrições e com o número de letras de cada uma delas é realizado o dimensionamento de todos os painéis e setas de direção.

Neste caso, em particular, foram adotadas, para efeitos de dimensionamento, as seguintes alturas de letra maiúscula (H):

- Painéis Laterais H = 0.30 m
- Painéis em Pórtico ou Semi-Pórtico H = 0.35 m
- Setas de Direção H = 0.20 m

Foi ainda considerado que a altura da letra maiúscula (H) é $1.4 h$ sendo h a altura da letra minúscula.

Os painéis e as setas de direção serão refletorizados com uma tela do tipo H.I.,

Os painéis laterais a instalar, que estão associados às três rotundas, bem como as setas de direção, serão constituídos por perfilados de alumínio de 175 mm de altura, sendo a altura dos painéis um múltiplo deste valor, de modo a garantir, não só a robustez necessária, mas também uma superfície adequada para a pintura e fácil montagem e desmontagem.

Todas as setas de direção e painéis laterais serão colocadas a uma altura de 1,50 m da base ao solo. No entanto, quando houver interferência com peões, esta distância deverá ser de 2.20 m, nomeadamente no caso das setas de direção.

Os prumos de suporte dos painéis e setas serão constituídos por perfilados de aço INP ou tubulares, de acordo com o definido nos desenhos do projeto.

17.4. Estruturas de Suporte

17.4.1. Considerações Gerais

As estruturas de suporte dos sinais verticais em geral, são constituídas por elementos metálicos verticais fixos em fundação de betão.

Relativamente à sinalização vertical de código, os elementos metálicos são constituídos por um prumo tubular retangular (RHS) ou poste tubular circular associados a uma fundação de betão simples. As setas de direção são suportadas por um poste tubular circular encastrado em fundação de betão armado.

Os painéis laterais terão como elementos de suporte um ou mais prumos metálicos (IPN) fixados em fundação de betão armado.

A solução adotada para os semi-pórticos é a de uma estrutura metálica materializada com secções RHS (secção quadrada), quer na travessa quer nos montantes, dependendo para cada estrutura dos vãos a vencer e dos painéis a suportar. As fundações são diretas, constituídas por sapatas de betão armado.

17.5. Sinalização Horizontal

As marcas rodoviárias destinam-se a regular a circulação e a advertir e orientar os utentes das vias públicas, podendo ser complementadas com outros meios de sinalização. São materializadas por pintura em material termoplástico de cor branca, retrorrefletora e devem obedecer aos requisitos do Caderno de Encargos.

17.5.1. Marcas Longitudinais

17.5.1.1. Linhas Longitudinais Contínuas

Utilizaram-se as linhas longitudinais contínuas desempenhando as seguintes funções:

- Separação absoluta das vias na proximidade das entradas da secção corrente, na sequência das "zonas mortas" triangulares das vias de aceleração;
- Separação de vias da secção corrente na aproximação de ramos de saída de nós;
- Separação de vias nos restabelecimentos, em zonas de pouca visibilidade ou aproximação a zonas de entroncamento;
- Guias laterais para delimitação das faixas de rodagem da secção corrente, ramos dos nós, intersecções, ligações a estradas nacionais e em alguns restabelecimentos. A sua nomenclatura é (G).

17.5.1.2. Linhas Longitudinais Descontínuas

Neste projecto foram utilizadas marcas deste tipo para:

- Separação de vias na secção corrente e restabelecimentos (LBT);
- Delimitação das vias de aceleração e abrandamento (LBTg);
- Pré-sinalização de aviso do surgimento de uma linha contínua de separação absoluta de vias (linhas de aviso - LBTa);
- Sinalização das zonas de cruzamento e entroncamento (linhas de cedência de prioridade - LBTc).

17.5.1.3. Características Geométricas

Atendendo às suas funções, e seguindo os critérios das normas já referidas, previram-se, para as linhas longitudinais, as seguintes características geométricas:

- LBC (0,12) - Separação absoluta de vias de trânsito no mesmo sentido da faixa de rodagem;
- LBTa (0,12) 5/2 - Linha descontínua de aviso pré-sinalização da aproximação de uma linha contínua de separação absoluta de vias.
- LBT (0,12) 4/10 - Separação de vias no mesmo sentido da faixa de rodagem;
- LBT (0,25) 1,5/2 – Linha de abrandamento, aceleração e entrecruzamento.
- G (0.15) - linhas contínuas colocadas junto dos bordos da faixa de rodagem, com vista à sua delimitação marginal.

17.5.2. Marcas transversais

As marcas transversais, são colocadas no sentido da largura das vias e podem ser completadas por símbolos ou inscrições. No projeto foram consideradas as seguintes principais marcas transversais:

- Linha transversal de paragem "STOP";
- Linha de cedência de passagem com símbolo triangular. Foi adotado a linha transversal de cedência de passagem, descontínua, designada por LBTc (0.30) 0.40/0.30.

17.5.3. Marcas Orientadoras de sentido de trânsito

As setas de seleção adotadas são colocadas sobre o eixo da via a que respeitam e utilizam-se para orientar os sentidos de trânsito na proximidade de cruzamentos ou entroncamentos. São colocadas sempre que uma via de trânsito dá acesso a vias que se destinam a movimentos distintos, expressando as mudanças de direção possíveis.

O critério de aplicação do espaçamento das setas de seleção é determinado pela velocidade "V15" na via em causa, velocidade que define também o comprimento das próprias setas, sendo o afastamento entre setas em função da velocidade praticada na via, o seguinte:

Tabela 13 – Implantação de Setas de Seleção

Velocidade (V15) (km/h)	Comprimento da Seta (m)	Espaçamento (m)		
		1ª à 2ª seta	2ª à 3ª seta	3ª à 4ª seta
$90 \leq V15 < 110$	7.50	28 m	56 m	84 m

17.5.4. Marcas Diversas

17.5.4.1. Raias Oblíquas

As raias oblíquas são inscrições constituídas por barras oblíquas definindo áreas cujo bordo é normalmente constituído por guias. As raias definem zonas "mortas", não utilizáveis, com o objetivo de proteger um potencial ou real obstáculo físico, encaminhando o tráfego nos sentidos de trânsito.

17.5.4.2. Passadeiras de Peões

As passadeiras de peões previstas são constituídas por barras paralelas precedidas por uma barra de paragem e de sinalização vertical adequada.

As barras de paragem distam, normalmente, 2,00m dos limites das barras das passadeiras.

17.5.4.3. Bandas cromáticas

Sempre que se considerou necessidade da prática de velocidades mais lentas, foram utilizadas barras transversais, dado o seu efeito visual, com espessura inferior a 3mm, em zonas de aproximação às rotundas associadas a sinalização para redução de velocidade.

17.6. Equipamento de Guiamento, Balizagem e Demarcação

Considerou-se a implantação dos seguintes elementos:

- Marcadores;
- Delineadores;
- Demarcação quilométrica da via;
- Baias direcionais para balizamento de pontos de divergência;
- Baias direcionais simples ou múltiplas;
- Balizas de posição.

17.6.1. Marcadores

Os marcadores são unidirecionais ou bidirecionais, de acordo com o local de aplicação, as suas características devem respeitar o disposto norma NP EN 1463-1:2007 e NP EN 1463-2:2008 garantindo que será um marcador permanente não deformável e com marcação CE.

Admitem-se equipamentos com requisitos máximos de desempenho nas classes H2 (altura do marcador) e HD1 (dimensões horizontais máximas).

No que se refere aos marcadores retrorrefletores com o corpo em matéria plástica a dimensão máxima da superfície de contacto com o pavimento será de 10 x 10 cm².

Cada face retrorrefletores deverá ter um Coeficiente de Intensidade Luminosa (CIL) correspondente à classe PRP1.

Salvo exceções devidamente fundamentadas, a radiação retrorrefletida dos marcadores deverá ser de cor branca, obedecendo aos requisitos da classe NCR1.

Por forma a complementar e realçar as marcas rodoviárias materializadas no pavimento foi considerada a implantação de marcadores, designados por "olhos de gato".

Estes dispositivos de guiamento serão essencialmente aplicados para delimitar e antecipar a presença de "zonas mortas".

Considerou-se a colocação de marcadores unidirecionais de cor branca, os quais devem ser aplicados na envolvente das zonas mortas onde se localizam as raias pintadas.

Apresentam-se nas peças desenhadas pormenores de colocação dos marcadores.

17.6.2. Delineadores

Foi considerada a aplicação de delineadores ao longo da secção corrente do eixo rodoviário em estudo.

Tratando-se de faixas unidirecionais, os delineadores a utilizar serão unidirecionais, possuindo na face virada para o sentido de tráfego a que respeitam retrorrefletores retangulares, de cores branca à direita e amarela à esquerda, com um espaçamento definido de acordo com as normas em vigor.

17.6.3. Baias Direcionais Simples

Foi considerada a implantação de baias direcionais simples na sinalização dos alinhamentos circulares de parâmetros mais reduzidos, nas zonas dos nós de ligação e restabelecimentos.

Na plena via foram consideradas baias com dimensão de 0.90m na zona lateral e de dimensão 0.60m no separador central.

Nos restabelecimentos foram consideradas baias com dimensão de 0.60m.

17.6.4. Baías Direcionais Múltiplas

Estes sinais são elementos retangulares, constituídos por múltiplos “chevrons” (4 módulos), de fundo preto e inscrições a amarelo com a dimensão de $L = 0.90$ m e serão implantadas no interior da rotunda na direção da trajetória de entrada dos veículos na rotunda, sempre associadas aos sinais de código indicativo de sentido obrigatório.

17.6.5. Balizas Laterais de Posição

Foi considerada a implantação de balizas laterais de posição na cabeça dos ilhéus direcionais das rotundas associadas ao sinal D3 – Obrigação de contornar o obstáculo.

18. Equipamento de Segurança

18.1. Considerações Gerais

Este projeto de Equipamento de Segurança tem como objetivo definir o tipo e a localização dos equipamentos de segurança a instalar, bem como as características que devem possuir os vários elementos que os constituem, indicando ainda as condições relativas à sua utilização.

A aplicação de barreiras de segurança visa mitigar a gravidade das vítimas em caso de eventual acidente por despiste, sendo instaladas longitudinalmente ao longo da área adjacente à faixa de rodagem, e têm por objetivo conter ou, em alternativa conter e redirecionar veículos desgovernados que saiam da faixa de rodagem, impedindo-os de embater em obstáculos perigosos.

De modo a evitar alterações no ambiente rodoviário existente (homogeneidade), bem como por razões de manutenção e substituição das barreiras de segurança danificadas, os equipamentos a instalar deverão respeitar a tipologia das barreiras de segurança metálicas existentes, nomeadamente a secção da viga comumente utilizado na plena via da rede de estradas da IP, Infraestruturas de Portugal, SA.

Serão utilizados Dispositivos de Proteção a Motociclistas, com ecrãs metálicos planos, aplicados em amortecedores próprios associados às barreiras de segurança.

O Projeto do troço a intervencionar contempla a implantação de barreiras de segurança metálicas novas, considerando a sua aplicação nos locais que oferecem maior perigo aos utentes da via ao longo do traçado, sobretudo nas situações de aterro e junto a obstáculos.

A aplicação de barreiras de segurança está considerada no limite exterior das bermas pavimentadas, quando necessário, de acordo com o definido nos respetivos perfis transversais tipo e desenhos de pormenor. Salienta-se que em fase de obras, o sistema de barreiras de segurança a aplicar deverá compreender a classe de desempenho definida no presente projeto e deverá salvaguardar, sempre a proteção dos órgãos de drenagem.

Foram considerados em geral terminais de montante e jusante com extremidades enterradas a cota variável sempre que o local permitiu a sua implantação.

Nas peças desenhadas estão indicados os locais onde deverão ser implantadas as barreiras de segurança da secção corrente, com indicação do respetivo desempenho.

A localização considerada para as barreiras de segurança poderá ter de sofrer pequenos ajustes aquando da construção, caso se verifiquem algumas discrepâncias no local.

A instalação de barreiras de segurança é regida por documentos normativos nacionais e o seu desempenho é estabelecido pela norma NP EN 1317 (partes 1 e 2), relativa a Sistemas de Segurança Rodoviária, na qual as barreiras de segurança são definidas segundo três níveis:

- **Nível de contenção**, desde o nível mais baixo (T1) até ao mais elevado (H4b), que traduzem a capacidade de uma barreira de segurança redirecionar um veículo de ensaio com uma determinada massa, velocidade e ângulo de embate;
- **Nível de largura útil (W)**, distância expressa em metros, entre o lado virado para o trânsito antes da colisão do sistema de segurança rodoviária e a posição dinâmica lateral máxima de qualquer parte importante do sistema, variando entre o valor de deformação mais baixo ($W1 \leq 0,6$ m) e o mais elevado ($W8 \leq 3,5$ m);
- **Nível de gravidade de colisão**, definido com base em índices de avaliação da gravidade da colisão nos ocupantes do veículo, classificado em três níveis:
 - A, como aquele que confere maior nível de segurança para os ocupantes de um veículo em movimento, no qual, ocorrem com frequência, dores de cabeça e vertigens;
 - B, como um nível intermédio, no qual se pode verificar de entre um conjunto de sintomas, a inconsciência inferior a 15 minutos, o deslocamento da retina e a fratura do rosto ou do nariz;
 - e C, como o nível mais gravoso, em que pode ocorrer a inconsciência superior a 15 minutos, a perda de visão e fraturas múltiplas.

18.2. Marcação CE

Sendo obrigatório que os sistemas de retenção rodoviários aponham Marcação CE, desde o dia 1 de janeiro de 2011, no que diz respeito às barreiras de segurança, esta empreitada apresenta como requisitos, os pressupostos para o cumprimento da Norma Europeia 1317.

Assim, as barreiras de segurança fornecidas e colocadas no âmbito desta empreitada têm que ser certificadas (Marcação CE) por um organismo competente com valências de verificar e avaliar a conformidade dos requisitos constantes na Norma Europeia 1317.

Deverão ser apresentados os certificados de conformidade CE das barreiras de segurança a aplicar e respetivos relatórios de ensaio emitidos pelo laboratório credenciado, onde conste informação resultante dos ensaios, com o intuito de conhecer:

- A extensão total de barreira ensaiada (L), e que corresponderá à extensão mínima de troço de barreira a instalar;

- Comprimento mínimo de funcionamento ($D_{min.}$), ou seja, a distância entre o início da barreira e o ponto de impacto do veículo de ensaio;
- Condições/características do solo de fundação do ensaio;
- Ensaio de avaliação de resistência do solo de fundação, caso tenha sido realizado.

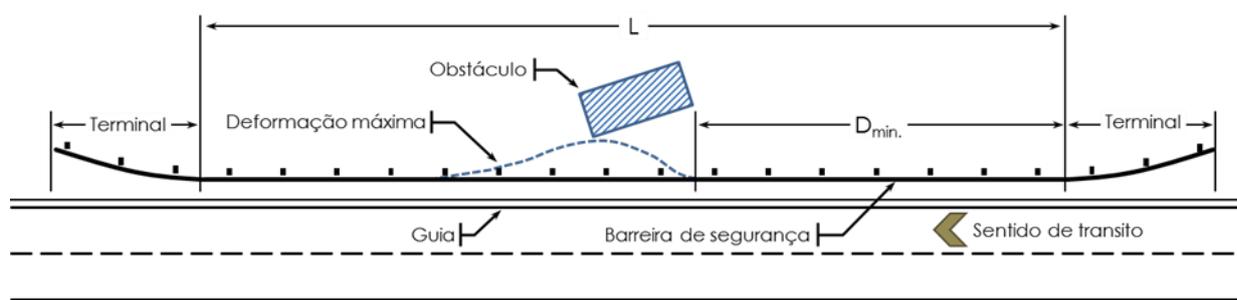


Figura 4 – Distâncias D_{min} e L

Deverão ser ainda apresentadas todas as peças escritas e desenhadas necessárias à boa compreensão dos aspetos constantes nos documentos anteriormente mencionados, bem como fotografias e outros elementos que sejam considerados convenientes para tal fim.

Considera-se imprescindível a apresentação destes documentos que permitirão, no decorrer dos trabalhos previstos na empreitada, uma correta avaliação e compatibilização dos requisitos da barreira de segurança

18.3. Barreira de Segurança (BS)

18.3.1. Barreiras de Segurança Rígidas

Neste estudo está previsto a colocação de barreiras rígidas, do tipo New Jersey, no separador central, para a divisão das duas plataformas do eixo rodoviário.

Deverão ser aplicadas barreiras de segurança com um nível de contenção elevado H2, submetidos a ensaios de aceitação sob os testes TB51 ($V_{emb.}=70$ km/h; $\hat{A}ng_{emb.}=20^\circ$; $m_{veic.}=13.000$ kg) e TB11 ($V_{emb.}=100$ km/h; $\hat{A}ng_{emb.}=20^\circ$; $m_{veic.}=900$ kg), de acordo com a norma EN 1317-2: 2010 (quadros 1 e 2).

Serão consideradas barreiras de segurança rígidas, observando todos os requisitos estabelecidos na norma EN1317: 2010, para barreiras com nível de largura útil W1 ($\leq 0,60$ m) e índice de severidade B (abreviadamente designadas por H2-W1-B) para a secção corrente.

Ao longo da secção corrente foi considerada a aplicação de uma barreira de segurança em betão simétrica e nas obras de arte, devido à necessidade de espaço entre os tabuleiros, foi considerada a implantação de duas barreiras assimétricas em betão.

18.3.2. Barreiras de Segurança Flexíveis

Em termos de barreiras de segurança flexíveis, foram consideradas 3 situações:

- Secção corrente e nós de ligação;
- Obras de arte;
- Restabelecimentos rurais e caminhos paralelos.

Nas Obras de Arte, sobre as bermas direitas, foram consideradas barreiras com um nível de contenção elevado H2, submetidos a ensaios de aceitação sob os testes TB51 ($V_{emb.}=70$ km/h; $\hat{A}ng_{emb.}=20^{\circ}$; $m_{veic.}=13.000$ kg) e TB11 ($V_{emb.}=100$ km/h; $\hat{A}ng_{emb.}=20^{\circ}$; $m_{veic.}=900$ kg), de acordo com a norma EN 1317-2: 2010 (quadros 1 e 2).

Nos outros dois cenários foram consideradas barreiras de segurança com um nível de contenção normal N2, cujos ensaios de aceitação são os testes TB32 ($V_{emb.}=110$ km/h; $\hat{A}ng_{emb.}=20^{\circ}$; $m_{veic.}=1.500$ kg) e TB11 ($V_{emb.}=100$ km/h; $\hat{A}ng_{emb.}=20^{\circ}$; $m_{veic.}=900$ kg).

Nas zonas das bermas direitas das Obras de Arte foi considerada a aplicação de barreiras com nível de largura útil W1 ($\leq 0,60$ m) e índice de severidade B.

Ao longo da secção corrente foi considerada a aplicação de barreiras com nível de largura útil W3 ($\leq 1,00$ m) e índice de severidade A.

Nos restabelecimentos rurais e nos caminhos paralelos foi considerada a aplicação de barreiras com nível de largura útil W5 ($\leq 1,70$ m) e índice de severidade A.

18.3.2.1. Posicionamento lateral na área adjacente à faixa de rodagem

A deformação das barreiras de segurança é caracterizada pela deflexão dinâmica (D) e pela largura útil (W), variáveis registadas durante o ensaio de choque. A deflexão dinâmica é o deslocamento dinâmico lateral máximo do lado do sistema de restrição virado para o trânsito. A largura útil é a distância entre o lado virado para o trânsito antes de uma colisão e a posição dinâmica lateral máxima de qualquer parte importante do sistema em consequência do embate do veículo.

Na instalação de barreiras de segurança, a largura útil é um dos parâmetros que determina as condições necessárias para um funcionamento satisfatório no que diz respeito à garantia da distância livre entre o obstáculo.

Tendo em conta que os trabalhos previstos são realizados em troços de estradas da rede rodoviária nacional em exploração, a AAFR apresenta inúmeros constrangimentos que condicionam o posicionamento lateral da barreira de segurança, nomeadamente o perfil transversal reduzido da plataforma da estrada. Os sistemas aplicados deverão ser compatibilizados de acordo com a distância

ao obstáculo/perigo existente, respeitando-se, a distância W que a barreira de segurança necessita para se deformar de acordo com os resultados dos ensaios de certificação.

Os sistemas aplicados deverão ser compatibilizados de acordo com a distância ao obstáculo/perigo existente, respeitando-se, a distância W que a barreira de segurança necessita para se deformar de acordo com os resultados dos ensaios de certificação.

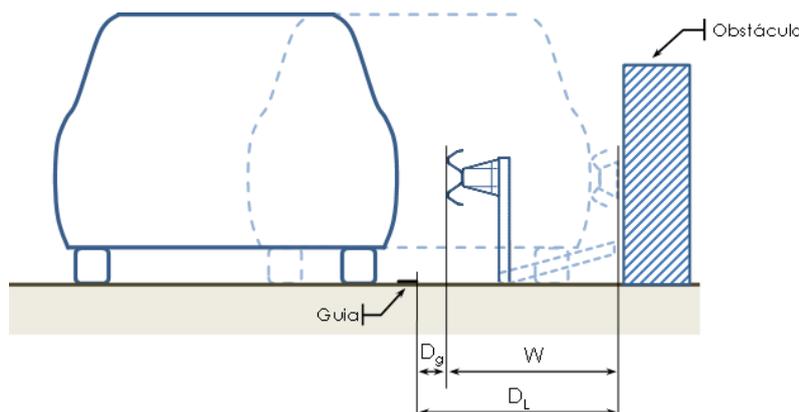


Figura 5 - Distâncias D_g , D_L e W medidas transversalmente ao sentido de trânsito

Considera-se a distância livre disponível (D_L) como a distância medida transversalmente ao sentido de trânsito, entre o lado direito/exterior da guia (quando existente) ou o fim da faixa de rodagem pavimentada e o obstáculo pontual/linear.

Os sistemas deverão ser aplicados de acordo com a distância ao obstáculo/perigo existente, respeitando-se a distância que a barreira de segurança necessita para se deformar – largura útil (W) e sempre que possível o mais afastado possível da via de circulação. Deverá ser privilegiada a colocação das barreiras de segurança fora da faixa de rodagem pavimentada sempre que a distância W for garantida.

Para as situações em que a barreira de segurança se destina exclusivamente à proteção de desníveis existentes ($\geq 1H:3V$) sem obstáculos perigosos na área adjacente à faixa de rodagem (taludes de aterro), a distância entre a face da barreira de segurança virada para o sentido de trânsito e a crista de talude não pode ser inferior ao valor da deflexão dinâmica. A distância entre a face da barreira de segurança virada para o sentido de trânsito e a crista do talude de aterro seja sempre igual ou superior ao valor da deflexão dinâmica da barreira de segurança a instalar. Deste modo o valor D passa a ser o valor de dimensionamento a verificar e não o valor W .

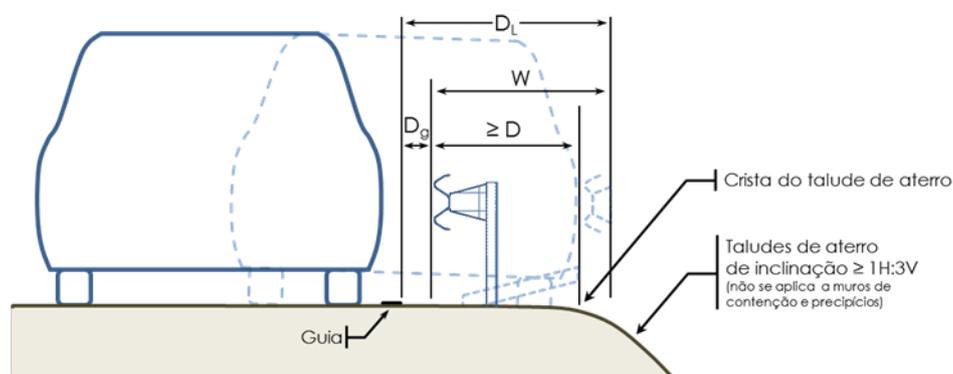


Figura 6 - Distâncias D , D_g , D_L e W medidas transversalmente ao sentido de trânsito

Deve-se procurar garantir uma distância mínima entre a guia e a barreira de segurança (D_g) de 0,50 m.

Em situações onde a AAFR apresente constrangimentos quanto à distância livre disponível ao obstáculo, a distância D_g pode ser reduzida até 0,30 m com o intuito de procurar garantir a distância W necessária.

Assim, foi adotada tipologias de barreiras de segurança em função da distância livre disponível apurada (D_L), estando previsto nesta empreitada para o de nível de retenção normal – N2, a largura útil $W \leq 1,0$ m.

18.3.2.2. Comprimento Mínimo

De forma a garantir que o comportamento da barreira de segurança na zona do obstáculo/perigo a proteger em caso de eventual acidente rodoviário corresponda ao desempenho certificado pelo fabricante do sistema, deve ser garantido um comprimento mínimo (D_{min}) antes/depois do local a proteger.

Este comprimento D_{min} deve ser maior ou igual ao comprimento considerado no relatório de ensaio da ficha de homologação, de acordo com a Norma NP EN 1317.

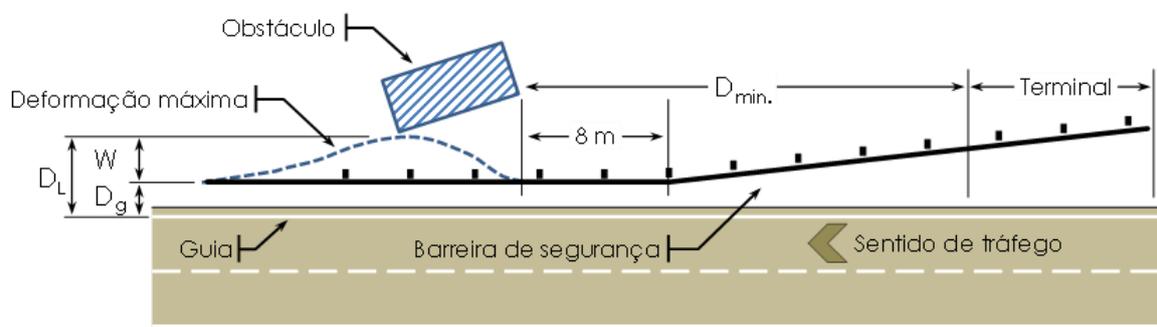


Figura 7 - Distâncias D_{min} , D_g , D_L , W em planta em estradas com uma faixa de rodagem (1x2)

Contudo, e em situações pontuais, como zonas que antecedem/precedem cruzamento de vias, acessos a propriedades particulares, entre outras, o comprimento D_{min} deverá ser maximizado de modo a aproximar-se ao definido pelo fabricante tanto quanto possível.

18.3.2.3. Dispositivos de Proteção para Motociclistas

De acordo com a legislação em vigor, no que diz respeito aos DPM, só são permitidos dispositivos que apresentem desempenhos ensaiados que satisfaçam o disposto no Anexo IV do Decreto Regulamentar n.º 3/2005 de 10 de maio, ou seja, o valor HIC (head injury criteria) obtido segundo as condições de ensaio descritas no referido anexo for menor ou igual a 1000 ($HIC \leq 1000$).

A IP aceita igualmente, um DPM que tenha sido ensaiado segundo os critérios de aceitação da CEN/TS 1317-8, considerando que os ensaios considerados são equivalentes ao definido na legislação em vigor.

Assim, deverão ser apresentados para os DPM a aplicar um documento contendo a entidade que o solicitou (fabricante), a data de realização do mesmo, a designação e a descrição do sistema ensaiado e dos elementos e materiais que o constituem, as especificações técnicas e de montagem desse sistema, o seu modo de funcionamento, a indicação e a descrição do ensaio e o respetivo critério de aceitação, bem como os resultados alcançados. Deverão ser ainda apresentadas todas as peças escritas e desenhadas necessárias à boa compreensão dos aspetos anteriormente mencionados, bem como fotografias e outros elementos que sejam considerados convenientes para tal fim.

18.4. Características das Barreiras de Segurança

As características geométricas e elementos constituintes das Barreiras de Segurança assim como o afastamento dos prumos será calculado em função dos ensaios realizados por cada fabricante.

Para a instalação de barreiras de segurança foram analisados todos os locais que oferecem maior perigo aos utentes da estrada, salientando-se:

- Nos limites da plataforma, junto de aterros com altura igual ou superior a 3,00 m.
- Junto a obstáculos fixos junto da faixa de rodagem, a menos de 6,0m;
- No extradorso das curvas de raio inferior a 75 m;
- Na proteção de painéis de sinalização;
- Na proteção de Postos SOS, de acordo com a figura seguinte.

Pormenor 1 :: Interrupção da barreira de segurança metálica para acesso pedonal ao posto SOS

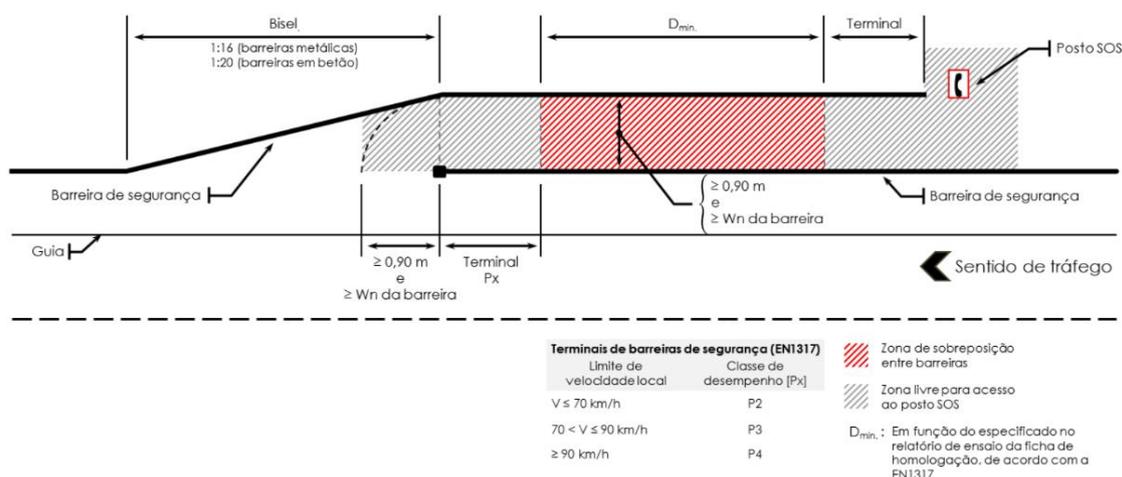


Figura 8 – interrupção da barreira de segurança metálica para acesso pedonal a posto SOS

Foi considerada a aplicação de barreiras de segurança no limite exterior das bermas pavimentadas essencialmente na proteção de obstáculos como painéis de sinalização e nas situações de aterros superiores ou iguais a 3,0 m.

As Barreiras de Segurança a instalar devem respeitar sempre a NP EN1317 e estar de acordo com as indicações do fabricante (inclui-se o afastamento entre prumos e outras características das BS).

Foram considerados dispositivos de proteção a motociclistas, compostos por um sistema de guarda metálica contínua, a instalar em todas as barreiras de segurança.

18.5. Terminais

Para que as barreiras de segurança não constituam um obstáculo perigoso no início e fim do seu desenvolvimento deve privilegiar-se o terminal do tipo "extremidade enterrada a cota constante" (conforme desenho de pormenor) sempre que as condições locais o permitam, ou seja a barreira de segurança começa/termina na continuidade de uma zona de escavação evitando o efeito de rampa que promove a utilização de terminal do tipo "extremidade enterrada a cota variável". No sentido de minimizar esse efeito, deve procurar-se afastar progressivamente a extremidade da barreira de segurança da faixa de rodagem em ambos os tipos de terminal.

O terminal a aplicar no isolamento do posto SOS deverá ter as seguintes características:

- Classe de desempenho: P4
- Classe de deslocamento lateral permanente: x1 ($DA < 0,5$) e y2 ($DD < 2,0$)
- Classe da zona de saída: Z1

- Índice de severidade do choque (ASI): A

Os terminais a aplicar deverão ser de Classe de desempenho P4, zona de redirecionamento Z1 e índice de severidade A, definido na norma EN1317-1.

No caso das barreiras de segurança rígidas, os terminais a aplicar consistem numa transição linear das cotas de topo das barreiras para as cotas do pavimento / separador central previsto no projeto.

18.5.1. Terminais de Dispositivos de Proteção para Motociclistas

No caso específico dos terminais dos DPM, e dado a empreitada se realizar em estradas de uma faixa de rodagem sem separador de sentidos de trânsito, considera-se que existe um risco em caso de eventual acidente rodoviário, dos motociclistas poderem embater nas barreiras de segurança implantadas no lado contrário à circulação do trânsito, nomeadamente os terminais das barreiras de segurança, onde se incluem os terminais dos DPM.

Assim, os terminais dos DPM a aplicar deverão ser preferencialmente os terminais comumente designados por "terminal padrão a montante" ou "terminal de entrada", uma vez que se mostram mais tolerantes ao embate que os terminais normalmente utilizados a jusante.

No entanto, no caso das ligações entre barreiras de segurança da zona de entrada e saída das obras de arte, onde existe uma transição de barreiras de segurança, foi considerada a aplicação de "terminais de saída" no limite dos passadiços das obras de arte de acordo com os pormenores apresentados nas peças desenhadas do projeto.

18.6. Transições

As transições são dispositivos empregues na ligação entre barreiras de segurança com diferentes características geométricas e níveis de contenção ou de deformação lateral, desenvolvidas para evitar alterações bruscas entre os desempenhos de cada barreira, no caso de um veículo descontrolado colidir na área compreendida entre os dois sistemas diferentes.

No presente projeto estão previstas as seguintes transições;

- Entre a barreira de segurança flexível colocada em lancil nas obras de arte com o nível de contenção H2 e a barreira de segurança flexível colocada no solo com nível de contenção N2;
- Entre barreiras de segurança rígidas na transição para Obras de Arte, transitando de uma seção única de betão para duas barreiras rígidas independentes no bordo central dos tabuleiros das Obras de Arte.

Esta última transição será garantida por uma peça de betão que garantirá a transição entre secções.

No caso da transição entre barreiras flexíveis, foram analisadas soluções de mercado que garantam a devida transição, sendo encontrada uma solução tipo que garante a transição ao longo de uma extensão de 24 m de barreira. Para os devidos efeitos, na execução do projeto foi considerada esta solução, podendo o adjudicatário de uma futura empreitada apresentar outras soluções, desde que devidamente certificadas de acordo com as normas em vigor para o efeito pretendido.

18.7. Atenuadores de Impacto

Os Atenuadores de Impacto são dispositivos concebidos para reduzirem a severidade do choque de um veículo com um obstáculo resistente (pilar de ponte, barreira rígida, muro e, de forma mais presente, nos narizes de divergência para as saídas de nós de ligação.

Estes dispositivos apresentam características diversas, desde logo pela sua forma (retos, triangulares, trapezoidais ou assimétricos) a fim de se adaptarem à geometria do local da sua instalação, dividindo-se em dois tipos:

- Não-redirecionável, funcionando apenas em caso de colisões frontais;
- Redirecionável (bidirecional ou não) que abrandam e redirecionam o veículo, incluindo em caso de colisões laterais.

Os Atenuadores de Impacto deverão considerar as características performativas definidas na norma EN 1317- 3: 2010. Road restraint systems. Part 3: Performance classes, impact test acceptance criteria and test methods for crash cushions.

No presente estudo estão previstos a colocação de amortecedores de choque redirecionantes nos pontos de divergência, entre a secção corrente e os ramos de saída, dada a proximidade das setas de direcção, e na secção corrente no final deste trecho a anteceder o separador central, barreira rígida em betão, aí colocado.

18.8. Barreiras Anti-encandeamento

As barreiras anti-encandeamento são dispositivos normalmente aplicados sobre as barreiras de segurança e visam impedir que os condutores sejam encadeados pela luz dos faróis dos veículos que circulam em sentido contrário.

Estes dispositivos têm sido utilizados em situações em que, pelo menos uma das faixas de rodagem possua 3 ou mais vias e em situações muito particulares de troços de estrada que se desenvolvam muito próximos de estradas de dupla faixa de rodagem, quer em termos de distância, quer em termos de cotas altimétricas.

Os locais de implantação das barreiras estão indicados nas peças desenhadas do projeto, assim como os pormenores construtivos para a sua implantação.

19. Obras de arte tipo passagens superiores

Está prevista a realização de quatro passagens superiores, alargamento e reforço da passagem superior sobre a A17 (PK 3+161), passagem superior sobre a A1 (PK 7+918), passagem superior sobre o eixo Aveiro-Águeda para ligação à EN230 (12+018) e passagem superior sobre a M577 (restabelecimento

39). Prevê-se a execução das passagens superiores descritas de acordo com o projeto P07 – Obras de Arte Correntes.

19.1. Passagem superior 1

De modo a manter dentro do possível a integração estética da nova obra no local, a solução desenvolvida procurou manter as características principais da obra existente, para que não se alterasse o comportamento da mesma, sobretudo no que diz respeito à rigidez do tabuleiro e o seu funcionamento em serviço.

Assim, implantou-se o pilar e encontros no mesmo alinhamento que os existentes e desenvolveu-se uma solução com um comprimento total, entre eixos de apoios extremos, de 58 m – do km 3+132.4 a km 3+190.4 – com a seguinte repartição de vãos:

29 m + 29 m

O alargamento do tabuleiro é composto por 1 viga-caixão com características semelhantes à solução existente, estabelecendo deste forma um tabuleiro final composto por 4 vigas-caixão constituídas a partir de elementos em “U” pré-fabricados e pré-tensionados. O tabuleiro de alargamento será construído independente do existente e posteriormente solidarizados através da betonagem “in situ” em junta longitudinal, previamente estabelecida. Cada viga-caixão apresenta uma altura de 1.65 m, resultante de 1.40 m de altura do elemento pré-fabricado mais 0.25 m de espessura da laje. Esta laje será realizada com o auxílio de pré-lajes colaborantes em betão armado. As vigas-caixão existentes estão afastadas 5.50 m entre eixos no sentido transversal e a viga-caixão do alargamento ficará afastada de 5.97 m da viga-caixão adjacente.

A laje da secção transversal do tabuleiro existente apresenta ainda consolas com cerca de 1.90 m nas extremidades e um vão livre de 2.30 m entre vigas e 2.45 m entre almas. Na zona de alargamento a consola ficará com 2.81 m, um vão livre de 2.76m entre vigas e a mesma distância entre almas das vigas.

O tabuleiro, na zona do alargamento, é monolítico com o pilar e encontra-se ligado aos encontros por aparelhos de apoio de deslizamento longitudinal com travamento transversal (aparelhos guiados), à semelhança da situação do tabuleiro existente. Nas extremidades da obra mantém-se o estabelecimento das juntas de dilatação que serão adequadas aos deslocamentos do tabuleiro devido aos efeitos térmicos, efeitos diferidos do betão e pré-esforço ao longo do tempo e restantes ações variáveis.

O pilar, de betão armado e com altura de cerca de 9.0 m, é constituído por uma secção de 2.20 m x 0.60 m, alargando no topo e formando um reduzido capitel para receber e apoiar as vigas-caixão, mantendo a solução existente. Junto à fundação, na zona enterrada, os fustes apresentam em cerca de 2.00 m uma secção de 2.20 m x 1.0 m. O fuste mantém a fundação independente.

A fundação do pilar é direta e constituídas por sapata de 1.50 m de altura com 4.80 m x 6.00 m em planta.

Os encontros são do tipo “perdido”, constituídos por uma viga de estribo de apoio do tabuleiro, a qual está rigidamente ligada a gigantes de espessura constante e largura variável em profundidade. As fundações dos encontros são diretas por intermédio de sapatas. Os encontros serão solidarizados aos encontros existentes, por intermédio de armaduras de costura, seladas no betão existente, após a solidarização dos tabuleiros.

Nos acessos imediatos à obra de arte são dispostas lajes de transição, tendo sido igualmente consideradas no estudo outros equipamentos habituais neste tipo de obras como sejam: juntas de dilatação, guarda-corpos, guardas de segurança, tubos para passagem de cabos, etc.

Os aterros de aproximação são constituídos pelos aterros rodoviários e aterros técnicos junto aos encontros. Estes serão revestidos sob a obra de arte com uma camada de revestimento que garanta a proteção superficial dos taludes.

Para o pavimento da faixa de rodagem e bermas está prevista uma camada de betuminoso com 9 cm de espessura.

19.2. Passagem superior 2

A solução desenvolvida consiste numa passagem de 5 vãos e apresenta um comprimento total entre eixos de apoios extremos de 207.5 m. A obra está localizada entre o km 7+917.7 e o km 8+125.2 do Eixo Rodoviário e apresenta a seguinte repartição de vãos:

$$32.5 \text{ m} + 46.75 \text{ m} + 3 \times 42.75 \text{ m}$$

Os tramos extremos da obra são consequência dos condicionamentos rodoviários existentes e da altura dos taludes de aterro, de forma a minimizar a altura dos muros laterais.

A plataforma transversal existente é estabelecida em duas obras de arte adjacentes afastadas entre si de 0.10 m, garantindo cada uma a circulação num sentido de tráfego. A separação do tabuleiro permite rentabilizar o processo construtivo e melhorar o comportamento estrutural da superestrutura e mesoestrutura, separando-o em 2 sistemas independentes, possibilitando um comportamento longitudinal distinto e evitando, do ponto de vista transversal, diferenças de rigidez no que respeita ao tabuleiro, às fundações e aos possíveis assentamentos de apoio.

Sendo os tabuleiros e pilares semelhantes em ambas as obras, nos parágrafos seguintes apenas se refere a solução estrutural adotada para um dos sentidos.

Para o tabuleiro optou-se por desenvolver uma solução híbrida. Assim, foi possível combinar as vantagens de uma solução mista aço-betão, em particular a diminuição dos trabalhos a realizar “in-situ”, com as de uma solução em betão armado pré-esforçado, nomeadamente o baixo custo deste material quando comparado com o aço estrutural.

Os vãos laterais do tabuleiro são em solução de viga contínua em betão armado pré-esforçado constituído por 2 caixões unicelulares com altura constante igual a 2.10 m.

A laje superior do tabuleiro possui duas consolas com 1.675 m de balanço e com espessura variável de 0.30 m na secção de ligação com a longarina a 0.20 m na extremidade livre. Na zona interior do caixão

e entre caixões, a laje superior apresenta um vão total livre de 2.20 m e 2.80 m, respetivamente, com uma espessura constante de 0.30 m aumentando para 0.45 m junto à secção de ligação com as almas. Estas possuem uma espessura constante de 0.45 m ao longo do tabuleiro aumentando para 0.50 m junto aos apoios intermédios.

A laje inferior do caixão apresenta uma largura total de 2.00 m e possui uma espessura uniforme de 0.25 m na zona central e esquadros de reforço junto às almas. Nas proximidades dos pilares a laje inferior do caixão apresenta uma espessura total de 0.60 m em toda a sua largura.

O tabuleiro em betão armado pré-esforçado prolonga-se 5.00 m em consola para o interior do vão sobre a Autoestrada (P1-P2) onde recebe as vigas metálicas em "U" do tabuleiro misto aço-betão.

O pré-esforço longitudinal é materializado por intermédio de cabos cujo traçado em perfil procura contrariar o sinal dos momentos fletores devidos às cargas permanentes, permitindo verificar a descompressão em situação de serviço.

Nos 30.75 m centrais do tramo intermédio, zona sobre a plataforma da Autoestrada, o tabuleiro apresenta-se em solução mista aço-betão. Este é formado por vigas metálicas em "U" com 1.80 m de altura cujos banzos superiores dispõem de conectores que permitem a ação mista com a laje de betão armado executada "in-situ" sobre pré-lajes colaborantes. Com o objetivo de evitar a distorção da secção transversal, o caixão apresenta diafragmas afastados 2.15 m entre si. As almas das vigas "U" estão distanciadas entre si de 2.00 m na base e 3.20 m junto aos banzos superiores, apresentando assim uma geometria exterior idêntica às nervuras de betão.

A ligação entre o tramo central metálico e os tramos laterais em betão será realizada por meio de conexão híbrida, para garantir robustez e ductilidade, do tipo perfbond e pernos de cabeça, soldados às extremidades das vigas "U" metálicas.

Nas secções junto aos encontros e sobre os pilares estão previstas carlingas de secção retangular com 0.6 m de largura destinadas a aumentar a rigidez de torção do tabuleiro e permitir um melhor encaminhamento das cargas para os aparelhos de apoio, os quais estão situados sensivelmente no alinhamento longitudinal das longarinas.

O tabuleiro encontra-se ligado aos pilares por aparelhos de apoio fixos e aos encontros por aparelhos de apoio de deslizamento longitudinal com travamento transversal. Nas extremidades da obra são estabelecidas juntas de dilatação que serão adequadas aos deslocamentos do tabuleiro devido aos efeitos térmicos, efeitos diferidos do betão e pré-esforço ao longo do tempo e restantes ações variáveis.

Os pilares, em betão armado e com alturas de cerca de 9.0m, são constituídos por um fuste circular com 1.2 m de diâmetro com secção constante e maciça. Por cada alinhamento de apoios do tabuleiro existem dois fustes, um por cada nervura, situados sensivelmente no alinhamento das longarinas. Cada um destes fustes possui uma fundação independente.

As fundações dos pilares são diretas e constituídas por sapatas de 1.25 m de altura com 4.50 m x 4.50 m em planta.

O encontro E1 é do tipo "perdido" constituído por uma viga de estribo de apoio do tabuleiro, a qual está rigidamente ligada a gigantes de espessura constante e largura variável em profundidade. O

encontro E2 é do tipo “aparente” em “cofre”, constituído por uma viga de estribo de apoio do tabuleiro, a qual está rigidamente ligada a um muro de testa e gigantes de espessura constante e largura variável em profundidade. As fundações dos encontros são diretas por intermédio de sapatas.

Nos acessos imediatos à obra de arte são dispostas lajes de transição, tendo sido igualmente consideradas no estudo outros equipamentos habituais neste tipo de obras como sejam: juntas de dilatação, guarda-corpos, guardas de segurança, tubos para passagem de cabos, etc.

Os aterros de aproximação são constituídos pelos aterros rodoviários e aterros técnicos junto aos encontros. Estes serão revestidos sob a obra de arte com uma camada de revestimento que garanta a proteção superficial dos taludes.

O pavimento da faixa de rodagem e bermas está prevista em uma camada de betuminoso com 9 cm de espessura.

19.3. Passagem superior 3

A solução desenvolvida consiste numa passagem superior de 3 vãos e apresenta um comprimento total entre eixos de apoios extremos de 46.5 m. A obra está localizada entre o km 0+12.015 e o km 0+58.515 da via de ligação da rotunda de Travassô ao novo Eixo Rodoviário e apresenta a seguinte repartição de vãos:

$$10.50 \text{ m} + 25.50 \text{ m} + 10.50 \text{ m}$$

Os tramos extremos da obra são consequência da inclinação e altura dos taludes de escavação.

O tabuleiro é uma solução em laje trapezoidal contínua, com vazamentos no vão central, em betão armado pré-esforçado com 1.10 m de espessura e largura variável de 6.80 m na base a 8.00 m no topo. A restante largura da plataforma é conseguida com consolas de 1.25 m de balanço e espessura variável entre 0.30 m na secção de encastramento a 0.20 m no bordo livre.

A laje é aligeirada na zona central do vão intermédio, numa extensão de 18 m. O aligeiramento é conseguido, através da introdução de sete vazados cilíndricos com 0.60m de diâmetro e 0.95m de afastamento entre eixos.

O pré-esforço longitudinal é materializado por intermédio de cabos cujo traçado em perfil procura contrariar o sinal dos momentos fletores devidos às cargas permanentes, permitindo verificar a não descompressão em situação de serviço. Além do pré-esforço longitudinal, existe também pré-esforço transversal sobre os pilares, procurando contrariar o sinal dos momentos fletores devidos às cargas permanentes, devidos ao encaminhamento das cargas, transversalmente, para o pilar, permitindo verificar a não descompressão em situação de serviço.

O tabuleiro encontra-se ligado aos pilares monoliticamente e aos encontros por aparelhos de apoio em neopreno cintado, retangulares. Nas extremidades da obra são estabelecidas juntas de dilatação que serão adequadas aos deslocamentos do tabuleiro devido aos efeitos térmicos, efeitos diferidos do betão e pré-esforço ao longo do tempo e restantes ações variáveis.

Os pilares, em betão armado e com alturas de cerca de 9.0m são constituídos por um fuste único retangular de 4.0 m de largura e 0.80 m de espessura com secção constante e maciça.

As fundações dos pilares são diretas e constituídas por sapatas de 1.30 m de altura com 7.80 m x 4.60 m em planta.

Os encontros são do tipo "perdido", constituídos por uma viga de estribo de apoio do tabuleiro, a qual está rigidamente ligada a gigantes de espessura constante e largura variável em profundidade. As fundações dos encontros são diretas por intermédio de sapatas.

Nos acessos imediatos à obra de arte são dispostas lajes de transição, que apoiam sobre um cachorro moldado no tardo do espelho dos encontros.

Os aterros de aproximação são constituídos pelos aterros rodoviários e blocos técnicos junto aos encontros.

19.4. Passagem superior 4

A solução desenvolvida consiste numa passagem superior de 3 vãos e apresenta um comprimento total entre eixos de apoios extremos de 46.5 m. A obra está localizada entre o km 0+132.156 e o km 0+178.656 da via de ligação M577 sobre o novo Eixo Rodoviário e apresenta a seguinte repartição de vãos:

$$10.50 \text{ m} + 25.50 \text{ m} + 10.50 \text{ m}$$

O tabuleiro é uma solução em laje trapezoidal contínua, com vazamentos no vão central, em betão armado pré-esforçado com 1.10 m de espessura e largura variável de 6.80 m na base a 8.00 m no topo. A restante largura da plataforma é conseguida com consolas de 1.25 m de balanço e espessura variável entre 0.30 m na secção de encastramento a 0.20 m no bordo livre.

A laje é aligeirada na zona central do vão intermédio, numa extensão de 18 m. O aligeiramento é conseguido, através da introdução de sete vazados cilíndricos com 0.60m de diâmetro e 0.95m de afastamento entre eixos.

O pré-esforço longitudinal é materializado por intermédio de cabos cujo traçado em perfil procura contrariar o sinal dos momentos fletores devidos às cargas permanentes, permitindo verificar a não descompressão em situação de serviço. Além do pré-esforço longitudinal, existe também pré-esforço transversal sobre os pilares, procurando contrariar o sinal dos momentos fletores devidos às cargas permanentes, devidos ao encaminhamento das cargas, transversalmente, para o pilar, permitindo verificar a não descompressão em situação de serviço.

O tabuleiro encontra-se ligado aos pilares monoliticamente e aos encontros por aparelhos de apoio em neopreno cintado, retangulares. Nas extremidades da obra são estabelecidas juntas de dilatação que serão adequadas aos deslocamentos do tabuleiro devido aos efeitos térmicos, efeitos diferidos do betão e pré-esforço ao longo do tempo e restantes ações variáveis.

Os pilares, em betão armado e com alturas de cerca de 11.0m são constituídos por um fuste único retangular de 4.0 m de largura e 0.80 m de espessura com secção constante e maciça.

As fundações dos pilares são diretas e constituídas por sapatas de 1.40 m de altura com 8.70 m x 5.20 m em planta.

Os encontros são do tipo "perdido", constituídos por uma viga de estribo de apoio do tabuleiro, a qual está rigidamente ligada a gigantes de espessura constante e largura variável em profundidade. As fundações dos encontros são diretas por intermédio de sapatas.

Nos acessos imediatos à obra de arte são dispostas lajes de transição, que apoiam sobre um cachorro moldado no tardo do espelho dos encontros.

Os aterros de aproximação são materializados por uma solução em terra armada, numa extensão de 92.0m antes do encontro E1, e de 59.0m após o encontro E2.

Nos troços inicial e final do restabelecimento, numa extensão de 25.0m cada, o aterro é contido por muros de betão armado, até uma altura máxima da consola de 2.70m.

20. Obras de arte tipo passagens inferiores

Prevê-se a execução de sete passagens inferiores, que se situam nos PK's 3+518, 4+650, 5+625, 6+825, 7+134, 8+975, 13+200. As passagens inferiores são maioritariamente para servidão agrícola e florestal.

Prevê-se a execução das passagens inferiores descritas de acordo com o projeto P06 – Obras de Arte tipo Passagens Inferiores.

20.1. Passagem inferior 1

A implantação da Passagem Inferior PI1 é fundamentalmente ditada por condicionamentos rodoviários, nomeadamente os relativos a geometria do perfil transversal do Eixo Rodoviário e aos gabaritos mínimos exigidos.

A obra localiza-se ao km 3+575.00 do Eixo Rodoviário a implantar e intersecta-o segundo um ângulo de viés de 100.0 gr, apresentando um comprimento mínimo de 28.0 m.

Em planta, o restabelecimento insere-se num alinhamento reto e, em perfil longitudinal, apresenta um trainel que pretende acompanhar o andamento do terreno, no entanto com alguma correção, com inclinação máxima de 0.5%. O restabelecimento apresenta um perfil transversal tipo constituído por:

- Uma faixa de rodagem de 4.00 m;
- Duas bermas exteriores com 0.50 m de largura cada.

O Eixo Rodoviário, ao km de intersecção com a obra, insere-se em planta numa reta e em perfil longitudinal na zona de concordância entre dois traineis, de -2.0% e 4.7%, através de um raio de côncavo de 5500 metros. O seu perfil transversal é constituído, em cada sentido e do centro para fora, por:

- Separador central de 0.60 m de largura;

- Berma interior com 1.00 m de largura;
- Duas vias de tráfego com 3.50 m de largura, totalizando assim 7.00 m;
- Berma exterior com 2.50 m de largura.

Garante-se uma largura livre de 5.0m no interior da obra de arte, de modo a acomodar o perfil transversal tipo do restabelecimento.

Em relação ao gabarito vertical, tratando-se de um caminho florestal, é garantida uma altura livre mínima de 4.50 m.

A solução consiste num quadro de betão armado, betonado "in situ". O quadro possui um vão livre de 5.00 m entre montantes, e altura livre de 5.00 m. O tabuleiro, montantes e soleira apresentam-se como uma laje maciça com 0.50 m de espessura. O quadro assenta sobre uma camada de betão de regularização com 0.10m de espessura.

A largura da plataforma rodoviária e inclinação dos taludes de aterro obrigam a que a obra tenha um comprimento mínimo de 28.0 m.

Os muros de ala, divergentes do alinhamento do Restabelecimento, são também betonados "in situ". Apresentam altura variável entre aproximadamente 1.00 e 6.00 m, e possuem consolas de espessura variável, com um mínimo de 0.30m no coroamento, e jorramento de 6% no tardo. São fundados diretamente por sapatas com 0.60m de espessura.

Os muros apoiam nos montantes do quadro através de um dente, sendo a junta preenchida por aglomerado negro de cortiça.

Para as obras com altura de aterro sobre o tabuleiro inferior a 2.0m, prevêem-se lajes de transição.

20.2. Passagem inferior 2

A implantação da Passagem Inferior PI2 é fundamentalmente ditada por condicionamentos rodoviários, nomeadamente os relativos a geometria do perfil transversal do Eixo Rodoviário e aos gabaritos mínimos exigidos.

A obra localiza-se ao km 4+605.01 do Eixo Rodoviário a implantar e intersecta-o segundo um ângulo de viés de 100 gr, apresentando um comprimento mínimo de 28.0 m.

Em planta, o restabelecimento insere-se num alinhamento reto e, em perfil longitudinal, apresenta um trainel que pretende acompanhar o andamento do terreno, no entanto com alguma correção, com inclinação máxima de 0.5%. O restabelecimento apresenta um perfil transversal tipo constituído por:

- Uma faixa de rodagem de 4.00 m;
- Duas bermas exteriores com 0.50 m de largura cada.

O Eixo Rodoviário, ao km de intersecção com a obra, insere-se em planta numa reta e em perfil longitudinal num trainel com inclinação de 0.55%. O seu perfil transversal é constituído, em cada sentido e do centro para fora, por:

- Separador central de 0.60 m de largura;
- Berma interior com 1.00 m de largura;
- Duas vias de tráfego com 3.50 m de largura, totalizando assim 7.00 m;
- Berma exterior com 2.50 m de largura.

Garante-se uma largura livre de 5.0m no interior da obra de arte, de modo a acomodar o perfil transversal tipo do restabelecimento.

Em relação ao gabarito vertical, tratando-se de um caminho florestal, é garantida uma altura livre mínima de 4.50 m.

A solução consiste num quadro de betão armado, betonado "in situ". O quadro possui um vão livre de 5.00 m entre montantes, e altura livre de 5.00 m. O tabuleiro, montantes e soleira apresentam-se como uma laje maciça com 0.50 m de espessura. O quadro assenta sobre uma camada de betão de regularização com 0.10m de espessura.

A largura da plataforma rodoviária e inclinação dos taludes de aterro obrigam a que a obra tenha um comprimento mínimo de 28.0 m.

Os muros de ala, divergentes do alinhamento do Restabelecimento, são também betonados "in situ". Apresentam altura variável entre aproximadamente 1.00 e 6.00 m, e possuem consolas de espessura variável, com um mínimo de 0.30m no coroamento, e jorramento de 6% no tardo. São fundados diretamente por sapatas com 0.60m de espessura.

Os muros apoiam nos montantes do quadro através de um dente, sendo a junta preenchida por aglomerado negro de cortiça.

Para as obras com altura de aterro sobre o tabuleiro inferior a 2.0m, prevêem-se lajes de transição.

20.3. Passagem inferior 3

A implantação da Passagem Inferior PI3 é fundamentalmente ditada por condicionamentos rodoviários, nomeadamente os relativos a geometria do perfil transversal do Eixo Rodoviário e aos gabaritos mínimos exigidos.

A obra localiza-se ao km 5+625.00 do Eixo Rodoviário a implantar e intersecta-o segundo um ângulo de viés de 100.0 gr, apresentando um comprimento mínimo de 26.0 m.

Em planta, o restabelecimento insere-se num alinhamento reto e, em perfil longitudinal, apresenta um trainel que pretende acompanhar o andamento do terreno, no entanto com alguma correção, com inclinação máxima de 1.0%. O restabelecimento apresenta um perfil transversal tipo constituído por:

- Uma faixa de rodagem de 4.00 m;
- Duas bermas exteriores com 0.50 m de largura cada.

O Eixo Rodoviário, ao km de intersecção com a obra, insere-se em planta numa reta e em perfil longitudinal num trainel com inclinação de -2.9%. O seu perfil transversal é constituído, em cada sentido e do centro para fora, por:

- Separador central de 0.60 m de largura;
- Berma interior com 1.00 m de largura;
- Duas vias de tráfego com 3.50 m de largura, totalizando assim 7.00 m;
- Berma exterior com 2.50 m de largura.

Garante-se uma largura livre de 5.0m no interior da obra de arte, de modo a acomodar o perfil transversal tipo do restabelecimento.

Em relação ao gabarito vertical, no caso desta obra em particular, foi acordado com o Dono de Obra garantir uma altura livre mínima de 4.00 m, de modo a evitar a formação de um ponto baixo e a consequente acumulação de águas pluviais no interior da obra.

A solução consiste num quadro de betão armado, betonado "in situ". O quadro possui um vão livre de 5.00 m entre montantes, e altura livre de 5.00 m. O tabuleiro, montantes e soleira apresentam-se como uma laje maciça com 0.50 m de espessura. O quadro assenta sobre uma camada de betão de regularização com 0.10m de espessura.

A largura da plataforma rodoviária e inclinação dos taludes de aterro obrigam a que a obra tenha um comprimento mínimo de 26.0 m.

Os muros de ala, divergentes do alinhamento do Restabelecimento, são também betonados "in situ". Apresentam altura variável entre aproximadamente 1.00 e 6.00 m, e possuem consolas de espessura variável, com um mínimo de 0.30m no coroamento, e jorramento de 6% no tardo. São fundados diretamente por sapatas com 0.60m de espessura.

Os muros apoiam nos montantes do quadro através de um dente, sendo a junta preenchida por aglomerado negro de cortiça.

Para as obras com altura de aterro sobre o tabuleiro inferior a 2.0m, prevêem-se lajes de transição.

20.4. Passagem inferior 4

A implantação da Passagem Inferior PI4 é fundamentalmente ditada por condicionamentos rodoviários, nomeadamente os relativos a geometria do perfil transversal do Eixo Rodoviário e aos gabaritos mínimos exigidos.

A obra localiza-se ao km 6+800.00 do Eixo Rodoviário a implantar e intersecta-o segundo um ângulo de viés de 100.0 gr, apresentando um comprimento mínimo de 32.0 m.

Em planta, o restabelecimento insere-se num alinhamento reto e, em perfil longitudinal, apresenta um trainel com inclinação de 2.0%. O restabelecimento apresenta um perfil transversal tipo constituído por:

- Uma faixa de rodagem de 4.00 m;

- Duas bermas exteriores com 0.50 m de largura cada.

O Eixo Rodoviário, ao km de intersecção com a obra, insere-se em planta numa reta e em perfil longitudinal numa curva convexa de raio 12500 metros. O seu perfil transversal é constituído, em cada sentido e do centro para fora, por:

- Separador central de 0.60 m de largura;
- Berma interior com 1.00 m de largura;
- Duas vias de tráfego com 3.50 m de largura, totalizando assim 7.00 m;
- Berma exterior com 2.50 m de largura.

Garante-se uma largura livre de 5.0m no interior da obra de arte, de modo a acomodar o perfil transversal tipo do restabelecimento.

Em relação ao gabarito vertical, tratando-se de um caminho florestal, é garantida uma altura livre mínima de 4.50 m.

A solução consiste num quadro de betão armado, betonado "in situ". O quadro possui um vão livre de 5.00 m entre montantes, e altura livre de 5.00 m. O tabuleiro, montantes e soleira apresentam-se como uma laje maciça com 0.50 m de espessura. O quadro assenta sobre uma camada de betão de regularização com 0.10m de espessura.

A largura da plataforma rodoviária e inclinação dos taludes de aterro obrigam a que a obra tenha um comprimento mínimo de 32.0 m.

Os muros de ala, divergentes do alinhamento do Restabelecimento, são também betonados "in situ". Apresentam altura variável entre aproximadamente 1.00 e 6.00 m, e possuem consolas de espessura variável, com um mínimo de 0.30m no coroamento, e jorramento de 6% no tardo. São fundados diretamente por sapatas com 0.60m de espessura.

Os muros apoiam nos montantes do quadro através de um dente, sendo a junta preenchida por aglomerado negro de cortiça.

Para as obras com altura de aterro sobre o tabuleiro inferior a 2.0m, prevêem-se lajes de transição.

20.5. Passagem inferior 5

A implantação da Passagem Inferior PI5 é fundamentalmente ditada por condicionamentos rodoviários, nomeadamente os relativos a geometria do perfil transversal do Eixo Rodoviário e aos gabaritos mínimos exigidos.

A obra localiza-se ao km 7+135.00 do Eixo Rodoviário a implantar e intersecta-o segundo um ângulo de viés de 100.0 gr, apresentando um comprimento mínimo de 30.0 m.

Em planta, o restabelecimento insere-se num alinhamento reto e, em perfil longitudinal, apresenta um trainel que pretende acompanhar o andamento do terreno, no entanto com alguma correção, com inclinação máxima de 1.0%. O restabelecimento apresenta um perfil transversal tipo constituído por:

- Uma faixa de rodagem de 4.00 m;
- Duas bermas exteriores com 0.50 m de largura cada.

O Eixo Rodoviário, ao km de intersecção com a obra, insere-se em planta numa reta e em perfil longitudinal num trainel com inclinação de 1.75%. O seu perfil transversal é constituído, em cada sentido e do centro para fora, por:

- Separador central de 0.60 m de largura;
- Berma interior com 1.00 m de largura;
- Duas vias de tráfego com 3.50 m de largura, totalizando assim 7.00 m;
- Berma exterior com 2.50 m de largura.

Garante-se uma largura livre de 5.0m no interior da obra de arte, de modo a acomodar o perfil transversal tipo do restabelecimento.

Em relação ao gabarito vertical, tratando-se de um caminho florestal, é garantida uma altura livre mínima de 4.50 m.

A solução consiste num quadro de betão armado, betonado "in situ". O quadro possui um vão livre de 5.00 m entre montantes, e altura livre de 5.00 m. O tabuleiro, montantes e soleira apresentam-se como uma laje maciça com 0.50 m de espessura. O quadro assenta sobre uma camada de betão de regularização com 0.10m de espessura.

A largura da plataforma rodoviária e inclinação dos taludes de aterro obrigam a que a obra tenha um comprimento mínimo de 30.0 m.

Os muros de ala, divergentes do alinhamento do Restabelecimento, são também betonados "in situ". Apresentam altura variável entre aproximadamente 1.00 e 6.00 m, e possuem consolas de espessura variável, com um mínimo de 0.30m no coroamento, e jorramento de 6% no tardo. São fundados diretamente por sapatas com 0.60m de espessura.

Os muros apoiam nos montantes do quadro através de um dente, sendo a junta preenchida por aglomerado negro de cortiça.

Para as obras com altura de aterro sobre o tabuleiro inferior a 2.0m, prevêem-se lajes de transição.

20.6. Passagem inferior 6

A implantação da Passagem Inferior PI6 é fundamentalmente ditada por condicionamentos rodoviários, nomeadamente os relativos a geometria do perfil transversal do Eixo Rodoviário e aos gabaritos mínimos exigidos.

A obra localiza-se ao km 8+975.06 do Eixo Rodoviário a implantar e intersecta-o segundo um ângulo de viés de 100 gr, apresentando um comprimento mínimo de 28.0 m.

Em planta, o restabelecimento insere-se num alinhamento reto e, em perfil longitudinal, apresenta um trainel que pretende acompanhar o andamento do terreno, no entanto com alguma correção, com inclinação máxima de 1.0%. O restabelecimento apresenta um perfil transversal tipo constituído por:

- Uma faixa de rodagem de 4.00 m;
- Duas bermas exteriores com 0.50 m de largura cada.

O Eixo Rodoviário, ao km de intersecção com a obra, insere-se em planta numa reta e em perfil longitudinal num trainel com inclinação -1.0%. O seu perfil transversal é constituído, em cada sentido e do centro para fora, por:

- Separador central de 0.60 m de largura;
- Berma interior com 1.00 m de largura;
- Duas vias de tráfego com 3.50 m de largura, totalizando assim 7.00 m;
- Berma exterior com 2.50 m de largura.

Garante-se uma largura livre de 5.0m no interior da obra de arte, de modo a acomodar o perfil transversal tipo do restabelecimento.

Em relação ao gabarito vertical, tratando-se de um caminho florestal, é garantida uma altura livre mínima de 4.50 m.

A solução consiste num quadro de betão armado, betonado "in situ". O quadro possui um vão livre de 5.00 m entre montantes, e altura livre de 5.00 m. O tabuleiro, montantes e soleira apresentam-se como uma laje maciça com 0.50 m de espessura. O quadro assenta sobre uma camada de betão de regularização com 0.10m de espessura.

A largura da plataforma rodoviária e inclinação dos taludes de aterro obrigam a que a obra tenha um comprimento mínimo de 28.0 m.

Os muros de ala, divergentes do alinhamento do Restabelecimento, são também betonados "in situ". Apresentam altura variável entre aproximadamente 1.00 e 6.00 m, e possuem consolas de espessura variável, com um mínimo de 0.30m no coroamento, e jorramento de 6% no tardo. São fundados diretamente por sapatas com 0.60m de espessura.

Os muros apoiam nos montantes do quadro através de um dente, sendo a junta preenchida por aglomerado negro de cortiça.

Para as obras com altura de aterro sobre o tabuleiro inferior a 2.0m, prevêem-se lajes de transição.

20.7. Passagem inferior 7

A implantação da Passagem Inferior PI7 é fundamentalmente ditada por condicionamentos rodoviários, nomeadamente os relativos a geometria do perfil transversal do Eixo Rodoviário e aos gabaritos mínimos exigidos.

A obra localiza-se ao km 13+178.01 do Eixo Rodoviário a implantar e intersecta-o segundo um ângulo de viés de 84.44 gr, apresentando um comprimento mínimo de 30.0 m.

Em planta, o restabelecimento insere-se num alinhamento reto e, em perfil longitudinal, apresenta um trainel que pretende acompanhar o andamento do terreno, no entanto com alguma correção, com inclinação máxima de 3.6%. O restabelecimento apresenta um perfil transversal tipo constituído por:

- Uma faixa de rodagem de 4.00 m;
- Duas bermas exteriores com 0.50 m de largura cada.

O Eixo Rodoviário, ao km de intersecção com a obra, insere-se em planta numa curva de raio 900m e em perfil longitudinal numa curva côncava de raio 7000m. O seu perfil transversal é constituído, em cada sentido e do centro para fora, por:

- Separador central de 0.60 m de largura;
- Berma interior com 1.00 m de largura;
- Duas vias de tráfego com 3.50 m de largura, totalizando assim 7.00 m;
- Berma exterior com 2.50 m de largura.

Garante-se uma largura livre de 5.0m no interior da obra de arte, de modo a acomodar o perfil transversal tipo do restabelecimento.

Em relação ao gabarito vertical, tratando-se de um caminho florestal, é garantida uma altura livre mínima de 4.50 m.

A solução consiste num quadro de betão armado, betonado "in situ". O quadro possui um vão livre de 5.00 m entre montantes, e altura livre de 5.00 m. O tabuleiro, montantes e soleira apresentam-se como uma laje maciça com 0.50 m de espessura. O quadro assenta sobre uma camada de betão de regularização com 0.10m de espessura.

A largura da plataforma rodoviária e inclinação dos taludes de aterro obrigam a que a obra tenha um comprimento mínimo de 30.0 m.

Os muros de ala, divergentes do alinhamento do Restabelecimento, são também betonados "in situ". Apresentam altura variável entre aproximadamente 1.00 e 6.00 m, e possuem consolas de espessura variável, com um mínimo de 0.30m no coroamento, e jorramento de 6% no tardo. São fundados diretamente por sapatas com 0.60m de espessura.

Os muros apoiam nos montantes do quadro através de um dente, sendo a junta preenchida por aglomerado negro de cortiça.

Para as obras com altura de aterro sobre o tabuleiro inferior a 2.0m, prevêm-se lajes de transição.

21. Obras de arte especiais

As obras de arte são condicionadas geometricamente pelas características do eixo rodoviário, pelo reconhecimento geológico e características geotécnicas dos terrenos de fundação e pelas condições de

escoamento hidráulico quando aplicável. Está contemplada a execução de três obras de arte especiais no decorrer do traçado. Nesta fase, são apresentadas diferentes soluções estruturais para o desenvolvimento das obras de arte, que correspondem às alternativas com a repartição de vãos e utilização de processos construtivos mais competitivos em termos técnicos e económicos, para os atravessamentos em causa.

21.1. Viaduto da Moita

A solução que se apresenta é aquela que garante melhor rendimento económico para realizar o atravessamento em causa sem descurar os diferentes aspetos como a funcionalidade, equilíbrio estético e eficiência estrutural, a curto e a longo prazo.

A relação entre a dimensão do vão e a altura dos pilares é estabelecida com base naqueles critérios. A proporcionalidade aconselha um tabuleiro com vão maior do que a altura dos pilares e ao mesmo tempo assegurar o atravessamento dos diferentes condicionamentos. O número de pilares vem em consequência, deve atender de forma estrutural e económica à tipologia de tabuleiro que melhor se ajusta ao vão mínimo definido pela proporcionalidade e pelos condicionalismos.

Constitui-se como solução correntemente usada em Portugal e com a possibilidade de recorrer a processos construtivos cuja experiência na execução destas obras está bem disseminada pela oferta do mercado.

As secções adotadas para os diferentes elementos estruturais têm formas simples e as ligações entre elementos não são muito exigentes do ponto de vista da sua construção, não carecendo, por isso, de mão-de-obra muito especializada para a sua boa execução.

Estes fatores permitem a construção com bons resultados, de forma faseada e sustentada, e assegurando com baixo risco o controlo de custos e do planeamento da sua construção.

A configuração da secção do pilar foi definida com base nos seguintes critérios:

- ter configuração com bom desempenho relativamente às ações do vento e hidrodinâmicas;
- atender à tipologia do tabuleiro que suportam - posição transversal dos apoios;
- ser função da esbelteza mínima e capacidade resistente do pilar em relação à altura que eles apresentam - as características mecânicas dos pilares foram escolhidas para serem adequadas aos requisitos que lhes é exigido em termos de deformações e resistência limites;
- quando se pretender manter a mesma secção, que poderá ser mais robusta (menor esbelteza) em pilares mais baixo, por pertencerem a um tabuleiro com pilares de alturas mais elevadas noutros apoios, haver necessidade de criar linhas verticais (com chanfros da secção) para os dotar de maior esbelteza aparente.

Nas fundações profundas, o diâmetro das estacas foi escolhido em função dos esforços na base dos pilares e da sua eficiência em termos de capacidade de carga versus volumetria do maciço de fundação, e do seu rendimento face ao afastamento entre elas, para evitar efeito de grupo (mínimo de 3 diâmetros, para efeitos da capacidade de carga vertical).

A solução desenvolvida com um comprimento total, entre eixos de apoios extremos, de 60 m – do km 2+371.3 ao km 2+631.3 – apresenta a seguinte repartição de vãos:

$$25.0 \text{ m} + 6 \times 35.0 \text{ m} + 25.0 \text{ m}$$

Os tramos extremos da obra são consequência da altura dos taludes de aterro, de forma a minimizar a altura dos muros laterais.

A plataforma transversal existente é estabelecida em duas obras de arte adjacentes afastadas entre si de 0.10 m, garantindo cada uma a circulação num sentido de tráfego. A separação do tabuleiro permite rentabilizar o processo construtivo e melhorar o comportamento estrutural da superestrutura e mesoestrutura, separando-o em 2 sistemas independentes, possibilitando um comportamento longitudinal distinto e evitando, do ponto de vista transversal, diferenças de rigidez no que respeita ao tabuleiro, às fundações e aos possíveis assentamentos de apoio.

Sendo os tabuleiros e pilares semelhantes em ambas as obras, nos parágrafos seguintes apenas se refere a solução estrutural adotada para um dos sentidos.

O tabuleiro apresenta solução de viga contínua em betão armado pré-esforçado constituído por duas longarinas de secção trapezoidal com altura constante igual a 2.20 m. A secção trapezoidal de cada longarina possui uma largura na base de 0.60 m, aumentando para 0.75 m junto à ligação com a laje da plataforma rodoviária.

Transversalmente, unindo as duas longarinas, existe uma laje maciça com um vão total livre de 6.05 m, com uma espessura constante de 0.25 m nos 2.80 m centrais aumentando para 0.40 m junto à secção de ligação com as longarinas.

Lateralmente, os tabuleiros são rematados por lajes em consola com 2.50 m de balanço e espessura variável de 0.40 m na secção de ligação com a longarina a 0.20 m na extremidade livre.

O pré-esforço longitudinal é materializado por intermédio de cabos cujo traçado em perfil procura contrariar o sinal dos momentos fletores devidos às cargas permanentes, permitindo verificar a descompressão em situação de serviço. O mesmo acontece com o pré-esforço transversal dos capitéis dos pilares.

Nas secções junto aos encontros e sobre os pilares estão previstas carlingas de secção retangular com 0.7 m de largura destinadas a aumentar a rigidez de torção do tabuleiro e permitir um melhor encaminhamento das cargas para os aparelhos de apoio, os quais estão situados sensivelmente no alinhamento longitudinal das longarinas.

O tabuleiro encontra-se ligado aos pilares P3 a P6 por aparelhos de apoio fixos e aos pilares P1, P2, P7 e encontros por aparelhos de apoio de deslizamento longitudinal com travamento transversal. Nas extremidades da obra são estabelecidas juntas de dilatação que serão adequadas aos deslocamentos do tabuleiro devido aos efeitos térmicos, efeitos diferidos do betão e pré-esforço ao longo do tempo e restantes ações variáveis. Estas juntas serão compostas por sistemas de redução de ruído com capacidade para limitar a +3 dB o acréscimo de ruído à passagem dos veículos.

Os pilares, em betão armado e com alturas variáveis entre cerca de 8 m e 17 m, apresentam todos um fuste de secção constante e maciço, com dimensões máximas em planta de 3.5 m x 1.60 m, sendo a

maior dimensão na direção transversal. No topo dos fustes e tendo em vista aumentar a sua dimensão na direção transversal, para receber a carga das duas vigas do tabuleiro, estão previstos capitéis em betão armado pré-esforçado, ou, em alternativa, poderão ser pensados em betão armado, de maior expressão.

As fundações dos pilares P1 a P7 são indiretas e constituídas por 6 estacas com ϕ 1.00 m e encabeçadas por maciços de 1.65 m de altura com 8.30 m x 4.90 m em planta.

O encontro E1 é do tipo "perdido" constituído por uma viga de estribo de apoio do tabuleiro, a qual está rigidamente ligada a gigantes de espessura constante e largura variável em profundidade. O encontro E2 é do tipo "aparente" em "cofre", constituído por uma viga de estribo de apoio do tabuleiro, a qual está rigidamente ligada a um muro de testa e gigantes de espessura constante e largura variável em profundidade. As fundações dos encontros são diretas por intermédio de sapatas.

Nos acessos imediatos à obra de arte são dispostas lajes de transição, tendo sido igualmente considerados no estudo outros equipamentos habituais neste tipo de obras como sejam: juntas de dilatação, guarda-corpos, guardas de segurança, tubos para passagem de cabos, etc.

Os aterros de aproximação são constituídos pelos aterros rodoviários e aterros técnicos junto aos encontros. Estes serão revestidos sob a obra de arte com uma camada de revestimento que garanta a proteção superficial dos taludes.

O pavimento da faixa de rodagem e bermas está previsto em uma camada de betuminoso com 9 cm de espessura

21.2. Ponte da Ribeira da Horta

A solução que se apresenta é aquela que garante melhor rendimento económico para realizar o atravessamento em causa sem descuidar os diferentes aspetos como a funcionalidade, equilíbrio estético e eficiência estrutural, a curto e a longo prazo.

A relação entre a dimensão do vão e a altura dos pilares é estabelecida com base naqueles critérios. A proporcionalidade aconselha um tabuleiro com vão maior do que a altura dos pilares e ao mesmo tempo assegurar o atravessamento dos diferentes condicionamentos. O número de pilares vem em consequência, deve atender de forma estrutural e económica à tipologia de tabuleiro que melhor se ajusta ao vão mínimo definido pela proporcionalidade e pelos condicionalismos.

Constitui-se como solução correntemente usada em Portugal e com a possibilidade de recorrer a processos construtivos cuja experiência na execução destas obras está bem disseminada pela oferta do mercado.

As secções adotadas para os diferentes elementos estruturais têm formas simples e as ligações entre elementos não são muito exigentes do ponto de vista da sua construção, não carecendo, por isso, de mão-de-obra muito especializada para a sua boa execução.

Estes fatores permitem a construção com bons resultados, de forma faseada e sustentada, e assegurando com baixo risco o controlo de custos e do planeamento da sua construção.

A configuração da secção do pilar foi definida com base nos seguintes critérios:

- ter configuração com bom desempenho relativamente às ações do vento e hidrodinâmicas;
- atender à tipologia do tabuleiro que suportam - posição transversal dos apoios;
- ser função da esbelteza mínima e capacidade resistente do pilar em relação à altura que eles apresentam - as características mecânicas dos pilares foram escolhidas para serem adequadas aos requisitos que lhes é exigido em termos de deformações e resistência limites;
- quando se pretender manter a mesma secção, que poderá ser mais robusta (menor esbelteza) em pilares mais baixo, por pertencerem a um tabuleiro com pilares de alturas mais elevadas noutros apoios, haver necessidade de criar linhas verticais (com chanfros da secção) para os dotar de maior esbelteza aparente.

Nas fundações profundas, o diâmetro das estacas foi escolhido em função dos esforços na base dos pilares e da sua eficiência em termos de capacidade de carga versus volumetria do maciço de fundação, e do seu rendimento face ao afastamento entre elas, para evitar efeito de grupo (mínimo de 3 diâmetros, para efeitos da capacidade de carga vertical).

A solução desenvolvida com um comprimento total, entre eixos de apoios extremos, de 225 m – do km 6+322.0 ao km 6+547.0 – apresenta a seguinte repartição de vãos:

$$25.0 \text{ m} + 5 \times 35.0 \text{ m} + 25.0 \text{ m}$$

Os tramos extremos da obra são consequência da altura dos taludes de aterro, de forma a minimizar a altura dos muros laterais.

A plataforma transversal existente é estabelecida em duas obras de arte adjacentes afastadas entre si de 0.10 m, garantindo cada uma a circulação num sentido de tráfego. A separação do tabuleiro permite rentabilizar o processo construtivo e melhorar o comportamento estrutural da superestrutura e mesoestrutura, separando-o em 2 sistemas independentes, possibilitando um comportamento longitudinal distinto e evitando, do ponto de vista transversal, diferenças de rigidez no que respeita ao tabuleiro, às fundações e aos possíveis assentamentos de apoio.

Sendo os tabuleiros e pilares semelhantes em ambas as obras, nos parágrafos seguintes apenas se refere a solução estrutural adotada para um dos sentidos.

O tabuleiro apresenta solução de viga contínua em betão armado pré-esforçado constituído por duas longarinas de secção trapezoidal com altura constante igual a 2.20 m. A secção trapezoidal de cada longarina possui uma largura na base de 0.60 m, aumentando para 0.75 m junto à ligação com a laje da plataforma rodoviária.

Transversalmente, unindo as duas longarinas, existe uma laje maciça com um vão total livre de 6.05 m, com uma espessura constante de 0.25 m nos 2.80 m centrais aumentando para 0.40 m junto à secção de ligação com as longarinas.

Lateralmente, os tabuleiros são rematados por lajes em consola com 2.50 m de balanço e espessura variável de 0.40 m na secção de ligação com a longarina a 0.20 m na extremidade livre.

O pré-esforço longitudinal é materializado por intermédio de cabos cujo traçado em perfil procura contrariar o sinal dos momentos fletores devidos às cargas permanentes, permitindo verificar a descompressão em situação de serviço. O mesmo acontece com o pré-esforço transversal dos capitéis dos pilares.

Nas secções junto aos encontros e sobre os pilares estão previstas carlingas de secção retangular com 0.7 m de largura destinadas a aumentar a rigidez de torção do tabuleiro e permitir um melhor encaminhamento das cargas para os aparelhos de apoio, os quais estão situados sensivelmente no alinhamento longitudinal das longarinas.

O tabuleiro encontra-se ligado aos pilares P2 a P5 por aparelhos de apoio fixos e aos pilares P1, P6 e encontros por aparelhos de apoio de deslizamento longitudinal com travamento transversal. Nas extremidades da obra são estabelecidas juntas de dilatação que serão adequadas aos deslocamentos do tabuleiro devido aos efeitos térmicos, efeitos diferidos do betão e pré-esforço ao longo do tempo e restantes ações variáveis.

Os pilares, em betão armado e com alturas variáveis entre cerca de 8 m e 13 m, apresentam todos um fuste de secção constante e maciço, com dimensões máximas em planta de 3.5 m x 1.60 m, sendo a maior dimensão na direção transversal. No topo dos fustes e tendo em vista aumentar a sua dimensão na direção transversal, para receber a carga das duas vigas do tabuleiro, estão previstos capitéis em betão armado pré-esforçado, ou, em alternativa, poderão ser pensados em betão armado, de maior expressão.

As fundações dos pilares P1 a P6 são indiretas e constituídas por 6 estacas com ϕ 1.00 m e encabeçadas por maciços de 2.10 m de altura com 8.70 m x 5.10 m em planta.

O encontro E1 é do tipo "perdido" constituído por uma viga de estribo de apoio do tabuleiro, a qual está rigidamente ligada a gigantes de espessura constante e largura variável em profundidade. O encontro E2 é do tipo "aparente" em "cofre", constituído por uma viga de estribo de apoio do tabuleiro, a qual está rigidamente ligada a um muro de testa e gigantes de espessura constante e largura variável em profundidade. As fundações dos encontros são diretas por intermédio de sapatas.

Nos acessos imediatos à obra de arte são dispostas lajes de transição, tendo sido igualmente considerados no estudo outros equipamentos habituais neste tipo de obras como sejam: juntas de dilatação, guarda-corpos, guardas de segurança, tubos para passagem de cabos, etc.

Os aterros de aproximação são constituídos pelos aterros rodoviários e aterros técnicos junto aos encontros. Estes serão revestidos sob a obra de arte com uma camada de revestimento que garanta a proteção superficial dos taludes.

O pavimento da faixa de rodagem e bermas está previsto em uma camada de betuminoso com 9 cm de espessura.

21.3. Ponte sobre o rio Águeda

A solução que se apresenta é aquela que garante melhor rendimento económico para realizar o atravessamento em causa sem descuidar os diferentes aspetos como a funcionalidade, equilíbrio estético e eficiência estrutural, a curto e a longo prazo.

A relação entre a dimensão do vão e a altura dos pilares é estabelecida com base naqueles critérios. A proporcionalidade aconselha um tabuleiro com vão maior do que a altura dos pilares e ao mesmo tempo assegurar o atravessamento dos diferentes condicionamentos. O número de pilares vem em consequência, deve atender de forma estrutural e económica à tipologia de tabuleiro que melhor se ajusta ao vão mínimo definido pela proporcionalidade e pelos condicionalismos.

Constitui-se como solução correntemente usada em Portugal e com a possibilidade de recorrer a processos construtivos cuja experiência na execução destas obras está bem disseminada pela oferta do mercado.

As secções adotadas para os diferentes elementos estruturais têm formas simples e as ligações entre elementos não são muito exigentes do ponto de vista da sua construção, não carecendo, por isso, de mão-de-obra muito especializada para a sua boa execução.

Estes fatores permitem a construção com bons resultados, de forma faseada e sustentada, e assegurando com baixo risco o controlo de custos e do planeamento da sua construção.

A configuração da secção do pilar foi definida com base nos seguintes critérios:

- ter configuração com bom desempenho relativamente às ações do vento e hidrodinâmicas;
- atender à tipologia do tabuleiro que suportam - posição transversal dos apoios;
- ser função da esbelteza mínima e capacidade resistente do pilar em relação à altura que eles apresentam - as características mecânicas dos pilares foram escolhidas para serem adequadas aos requisitos que lhes é exigido em termos de deformações e resistência limites;
- quando se pretender manter a mesma secção, que poderá ser mais robusta (menor esbelteza) em pilares mais baixo, por pertencerem a um tabuleiro com pilares de alturas mais elevadas noutros apoios, haver necessidade de criar linhas verticais (com chanfros da secção) para os dotar de maior esbelteza aparente.

Nas fundações profundas, o diâmetro das estacas foi escolhido em função dos esforços na base dos pilares e da sua eficiência em termos de capacidade de carga versus volumetria do maciço de fundação, e do seu rendimento face ao afastamento entre elas, para evitar efeito de grupo (mínimo de 3 diâmetros, para efeitos da capacidade de carga vertical).

A solução desenvolvida com um comprimento total, entre eixos de apoios extremos, de 700 m – do km 10+255.0 ao km 10+955.0 – apresenta a seguinte repartição de vãos:

$$50.0 \text{ m} + 10 \times 60.0 \text{ m} + 50.0 \text{ m}$$

Os tramos extremos da obra são consequência da altura dos taludes de aterro, de forma a minimizar a altura dos muros laterais.

A plataforma transversal existente é estabelecida em duas obras de arte adjacentes afastadas entre si de 0.15 m, garantindo cada uma a circulação num sentido de tráfego. A separação do tabuleiro permite rentabilizar o processo construtivo e melhorar o comportamento estrutural da superestrutura e mesoestrutura, separando-o em 2 sistemas independentes, possibilitando um comportamento longitudinal distinto e evitando, do ponto de vista transversal, diferenças de rigidez no que respeita ao tabuleiro, às fundações e aos possíveis assentamentos de apoio.

Sendo os tabuleiros e pilares semelhantes em ambas as obras, nos parágrafos seguintes apenas se refere a solução estrutural adotada para um dos sentidos.

O tabuleiro apresenta solução de viga contínua em betão armado pré-esforçado constituído por um caixão unicelular com altura constante igual a 3.50 m.

A laje superior do tabuleiro possui duas consolas com 3.05 m de balanço e com espessura variável de 0.45 m na secção de ligação com a longarina a 0.20 m na extremidade livre. Na zona interior do caixão, a laje superior apresenta um vão total livre de 5.50 m, com uma espessura constante de 0.25 m nos 2.40 m centrais aumentando para 0.45 m junto à secção de ligação com as almas. Estas possuem uma espessura constante de 0.45 m ao longo do tabuleiro aumentando para 1.00 m junto aos apoios intermédios.

A laje inferior do caixão apresenta uma largura total de 5.50 m e possui uma espessura uniforme de 0.25 m na zona central e esquadros de reforço junto às almas. Nas proximidades dos pilares a laje inferior do caixão apresenta uma espessura total de 0.60 m em toda a sua largura.

O pré-esforço longitudinal é materializado por intermédio de cabos cujo traçado em perfil procura contrariar o sinal dos momentos fletores devidos às cargas permanentes, permitindo verificar a decompressão em situação de serviço.

Nas secções junto aos encontros e sobre os pilares estão previstas carlingas de secção retangular com 1.50 m de largura destinadas a aumentar a rigidez transversal do tabuleiro e permitir um melhor encaminamento das cargas para os aparelhos de apoio. Em cada uma das carlingas existe uma abertura que permite a circulação de pessoas e equipamento ao longo de toda a extensão do tabuleiro.

O tabuleiro encontra-se ligado aos pilares P3 a P10 por aparelhos de apoio fixos e aos pilares P1 a P2, P11 e encontros por aparelhos de apoio de deslizamento longitudinal com travamento transversal. Nas extremidades da obra são estabelecidas juntas de dilatação que serão adequadas aos deslocamentos do tabuleiro devido aos efeitos térmicos, efeitos diferidos do betão e pré-esforço ao longo do tempo e restantes ações variáveis. As juntas de dilatação serão estabelecidas compostas por sistema de redução de ruído, com capacidade para limitar a +3 dB o acréscimo de ruído à passagem dos veículos, em complemento com as barreiras acústicas.

Os pilares, em betão armado, com alturas variáveis entre cerca de 11 m e 39 m, apresentam todos um fuste de secção oca e constante, com dimensões máximas em planta de 5.65 m x 2.50 m, sendo a maior dimensão na direção transversal. No topo dos fustes existe uma laje maciça de 1.50 m de espessura.

As fundações dos pilares P1, P2 e P11, são diretas e constituídas por sapatas de 2.20 m de altura com 10.00 m x 8.00 m em planta.

As fundações dos pilares P3 a P10 são indiretas e constituídas por 6 estacas com ϕ 1.20m e encabeçadas por maciços de 2.50 m de altura com 9.80 m x 5.80 m em planta.

O encontro E1 é do tipo "aparente" em "cofre", constituído por uma viga de estribo de apoio do tabuleiro, a qual está rigidamente ligada a um muro de testa e gigantes de espessura constante e largura variável em profundidade. O encontro E2 é do tipo "aparente" constituído por uma viga de estribo de apoio do tabuleiro. As fundações dos encontros são diretas por intermédio de sapatas.

Nos acessos imediatos à obra de arte são dispostas lajes de transição, tendo sido igualmente considerados no estudo outros equipamentos habituais neste tipo de obras como sejam: juntas de dilatação, guarda-corpos, guardas de segurança, tubos para passagem de cabos, etc.

Os aterros de aproximação são constituídos pelos aterros rodoviários e aterros técnicos junto aos encontros. Estes serão revestidos sob a obra de arte com uma camada de revestimento que garanta a proteção superficial dos taludes.

O pavimento da faixa de rodagem e bermas está previsto em uma camada de betuminoso com 9 cm de espessura.

22. Expropriações

22.1. Levantamento cadastral

O objetivo do levantamento cadastral foi determinar a totalidade das propriedades que serão objeto da intervenção por expropriação e recolher a informação cadastral associada.

O levantamento cadastral abrangeu a zona envolvente a toda a extensão do eixo rodoviário Aveiro-Águeda, os limites de expropriações foram definidos considerando as linhas de crista, base dos taludes e as áreas necessárias à instalação dos órgãos de drenagem.

As propriedades encontram-se representadas sempre que possível na sua totalidade, nas circunstâncias em que exista cartografia de base.

Foi recolhida a informação junto dos proprietários para a determinação dos limites dos mesmos, o que se verificou por vezes de difícil concretização por parte da equipa de campo. Neste estudo verificou-se que em muitas propriedades os proprietários não prestaram esclarecimentos, ou os proprietários residem noutras zonas e não foi possível obter informações.

Assim sendo, atendeu-se à realização da delimitação dos prédios afetados pela expropriação e sempre que possível a realização de um cadastro alargado.

A área em estudo exhibe a coexistência de áreas agroflorestais, assinalando-se extensas áreas de mato, pontuado com zonas urbanas com áreas de características marcadamente rurais.

Nesta primeira abordagem, o levantamento cadastral foi realizado visando proceder à identificação e caracterização dos prédios rústicos, urbanos e mistos contíguos ao traçado do novo eixo rodoviário Aveiro-Águeda, cumprindo a legislação em vigor.

De seguida, através do contato com os proprietários no local, procedeu-se à confirmação da localização, delimitação e identificação dos proprietários.

Para validação das informações serão recolhidos elementos em diversas entidades tais como Repartição de Finanças (artigos matriciais), Conservatória do Registo Predial (descrição do prédio), IP Património, Câmaras Municipais e Juntas de Freguesia.

Com base no levantamento cadastral dos prédios e na poligonal de expropriações foi possível identificar os prédios afetados e produzir fichas de identificação cadastral com os dados existentes.

23. Erros e omissões

Todas as omissões desta memória descritiva e justificativa serão remetidas aos Regulamentos em vigor e às indicações da Fiscalização da Obra