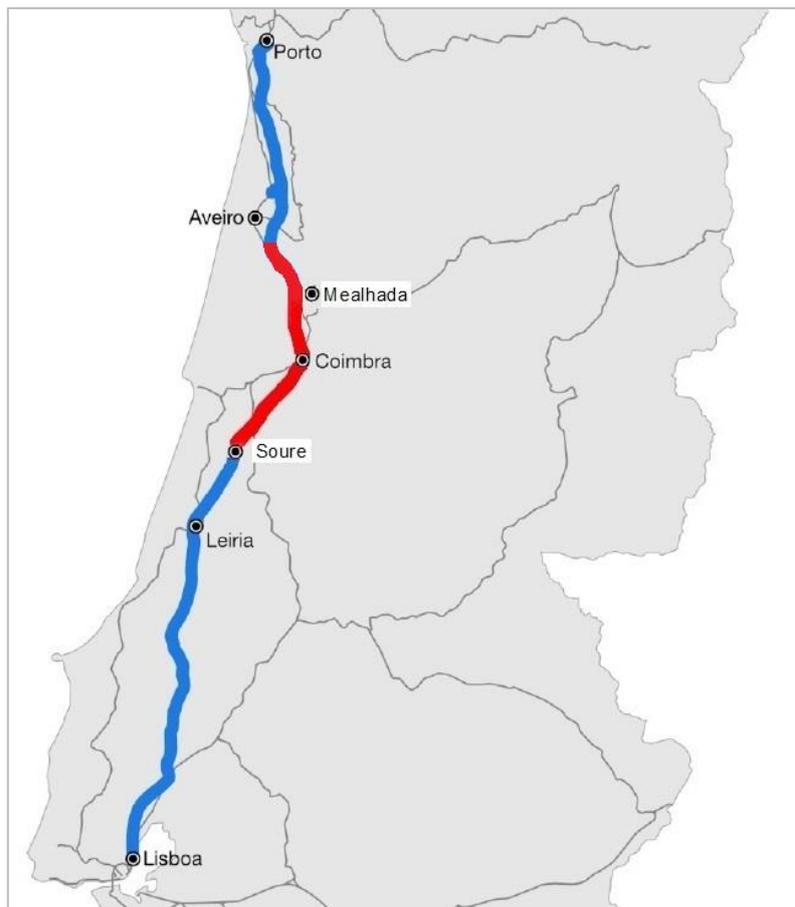


LINHA FERROVIÁRIA DE ALTA VELOCIDADE ENTRE PORTO E LISBOA

PF102 - FASE 1: TROÇO PORTO / SOURE

LOTE B – TROÇO SOURE / AVEIRO (OIÃ)



ESTUDO PRÉVIO

VOLUME 07 – CATENÁRIA E ENERGIA DE TRAÇÃO

Memória Descritiva e Justificativa

Controlo de Assinaturas

Realizado	Revisto	Aprovado Coordenador Projeto
Hugo Serieiro Jorge Colaço	Marco Santos	Ana Freire
2022-12-16	2022-12-16	2022-12-16
Data e Assinatura	Data e Assinatura	Data e Assinatura

Não necessita de assinatura se aprovado eletronicamente

Informação do Documento	
Código Documento	
Referência	PF102B.EP.07.00.00.MDJ.00
Revisão	00
Data	2022-12-16
Nome do Ficheiro	PF102B.EP.07.00.00.MDJ.00

LINHA FERROVIÁRIA DE ALTA VELOCIDADE ENTRE PORTO E LISBOA

PF102 - FASE 1: TROÇO PORTO / SOURE

LOTE B – TROÇO SOURE / AVEIRO (OIÃ)

ESTUDO PRÉVIO

ÍNDICE GERAL DO PROJETO

VOLUME 00 - GERAL

Tomo 0.1 - Caracterização Geral do Projeto

Tomo 0.2 - Cartografia

VOLUME 01 - INFRA-ESTRUTURA E PLATAFORMA DE VIA FÉRREA

Tomo 1.1 - Terraplenagem e Drenagem

Tomo 1.4 - Vedações

Tomo 1.6 - Restabelecimentos, Serventias e Caminhos Paralelos

Tomo 1.7 - Geologia e Geotecnia

Tomo 1.8 - Estudo Hidrológico

Tomo 1.9 - Muros de Suporte

VOLUME 02 - INFRA-ESTRUTURA DE OBRAS DE ARTE (VIA FÉRREA)

Tomo 2.1.1 - Obras de Arte Especiais: Pontes e Viadutos

Tomo 2.1.2 - Obras de Arte Especiais: Ponte sobre o Rio Douro

Tomo 2.2 - Túneis

Tomo 2.5 - Obras de Arte Correntes

VOLUME 03 – TRAÇADO DE VIA E SUPERESTRUTURA

Tomo 3.1 - Traçado de Via, Estações e Superestrutura

Tomo 3.2 - Ligações à Linha do Norte

VOLUME 05 - SISTEMAS SINALIZAÇÃO E SEGURANÇA DE EXPLORAÇÃO

VOLUME 06 - TELECOMUNICAÇÕES

VOLUME 07 - CATENÁRIA E ENERGIA DE TRAÇÃO

VOLUME 08 - EDIFICAÇÕES

VOLUME 09 - EXPROPRIAÇÕES

Tomo 9.1 - Plantas de Ocupação

VOLUME 10 - AMBIENTE

Tomo 10.1 - Estudo de Impacte Ambiental

Tomo 10.1.001 - Sumário Técnico Ambiental

Tomo 10.1.002 - Estudo de Impacte Ambiental

VOLUME 11 - SERVIÇOS AFETADOS

Tomo 11.1 - Identificação dos Serviços Afetados

LINHA FERROVIÁRIA DE ALTA VELOCIDADE ENTRE PORTO E LISBOA**PF102 - FASE 1: TROÇO PORTO / SOURE****LOTE B – TROÇO SOURE / AVEIRO (OIÃ)****ESTUDO PRÉVIO****VOLUME 07 – CATENÁRIA E ENERGIA DE TRACÇÃO****MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA****ÍNDICE**

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	ENQUADRAMENTO GERAL DO EMPREENDIMENTO	1
1.2	METODOLOGIA DE ATUALIZAÇÃO DO ESTUDO PRÉVIO DA EX-RAVE	3
2	CRITÉRIOS DE PROJETO	4
3	CATENÁRIA	5
3.1	DEFINIÇÃO DAS SOLUÇÕES PROPOSTAS	5
3.1.1	GERAL.....	5
3.1.2	CARACTERÍSTICAS GERAIS DA INSTALAÇÃO	5
3.1.3	CONSOLA.....	6
3.1.4	ALTURA DO FIO DE CONTACTO.....	7
3.1.5	REGRAS DE PIQUETAGEM	8
3.1.6	LANÇOS E COMPENSAÇÃO DA CATENÁRIA	9
3.1.7	ANTI DESLIZAMENTO.....	10
3.1.8	ZONAS COMUNS E SECCIONAMENTOS DE LÂMINA DE AR	11
3.1.9	APARELHOS DE MUDANÇA DE VIA	18
3.1.10	ISOLADOR DE SECÇÃO.....	19
3.1.11	ZONAS NEUTRAS.....	19
3.1.12	ZONAS DE SEPARAÇÃO DE SISTEMA.....	22
3.1.13	FEEDER NEGATIVO	22
3.1.14	CABO DE TERRA AÉREO	23
3.1.15	VIGAS E FUNDAÇÕES.....	24
3.1.16	PÓRTICOS.....	25

3.1.17	PONTES E VIADUTOS	25
3.1.18	TÚNEIS	26
3.1.19	PASSAGENS SUPERIORES.....	31
3.1.20	EQUIPAMENTO (OU APARELHAGEM) ELÉTRICO DE CATENÁRIA	31
3.1.21	PERFIL TIPO.....	32
3.2	ESQUEMA ELÉTRICO	34
3.2.1	INTRODUÇÃO.....	34
3.2.2	INSTALAÇÃO DE SECCIONAMENTOS DE LÂMINA DE AR	34
3.2.3	TELECOMANDO DE SECCIONADORES	35
3.2.4	LIGAÇÃO À SUBESTAÇÃO E AOS POSTOS AUTOTRANSFORMADOR	35
3.2.5	INSTALAÇÃO DE ZONAS NEUTRAS	35
3.3	INTERFACES.....	36
4	SISTEMA DE ENERGIA DE TRAÇÃO	38
4.1	SUBESTAÇÃO DE TRAÇÃO	39
4.1.1	LOCALIZAÇÃO.....	40
4.1.2	LINHAS DE ALIMENTAÇÃO	41
4.1.3	ÁREA DE OCUPAÇÃO.....	41
4.1.4	EDIFÍCIO TÉCNICO	43
4.1.5	EQUIPAMENTO DE AT/MAT	43
4.1.6	EQUIPAMENTO DE 25 kV.....	44
4.1.7	PROTEÇÃO AVIFAUNA	46
4.1.8	PRODUÇÃO ELÉTRICA FOTOVOLTAICA	47
4.1.9	ESPECIFICAÇÕES DIVERSAS	49
4.1.10	SISTEMA DE PROTEÇÃO ATMOSFÉRICA	52
4.2	POSTOS AUTOTRANSFORMADORES	52
4.3	ZONAS NEUTRAS	54
4.4	INTERFACES.....	56
5	INTEROPERABILIDADE	57

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Faseamento da LAV Porto - Lisboa.....	1
Figura 2 – Estações da Fase 1 entre Porto e Soure.....	2
Figura 3 – Desenho da consola tipo LP300	7
Figura 4 – Aparelhos Tensores (LP300).....	10
Figura 5 – Antideslizamento LP300 – pormenor de fixação entre o cabo de suporte e fio de contacto.....	11
Figura 6 – Zona comum e seccionamento de lâmina de ar – representação em planta.....	11
Figura 7 – Zona comum e seccionamento de lâmina de ar – representação em perfil	11
Figura 8 – Zona comum e seccionamento de lâmina de ar – representação em planta.....	12
Figura 9 – Zona comum – piquetagem em alinhamento reto e curvas com raio até 16000	13
Figura 10 – Zona comum – piquetagem em curvas com raio entre 16000 e 2500.....	14
Figura 11 – Seccionamento de lâmina de ar – piquetagem em alinhamento reto e curvas com raio até 16000	15
Figura 12 – Seccionamento de lâmina de ar – piquetagem em curvas com raio entre 16000 e 4000.....	16
Figura 13 – Poste de eixo do seccionamento de lâmina de ar – montagem à tração	17
Figura 14 – Braço de chamada para seccionamento de lâmina de ar	17
Figura 15 – Seccionamento de lâmina de ar – Verificação de gabari dinâmico com o pantógrafo 1 950 mm	18
Figura 16 – Zona neutra seccionada 142 m – Planta	19
Figura 17 – Zona neutra seccionada 142 m – Perfil.....	20
Figura 18 – Zona neutra seccionada 142 m – Desenho tipo das Consolas 2 e 4	20
Figura 19 – Zona neutra seccionada 142 m – Perfil (detalhe dos vãos centrais)	21
Figura 20 – Montagem do feeder – Pormenor da montagem para o lado do campo	23
Figura 21 – Fundação cilíndrica com fixação em cércea	24
Figura 22 – Montagem em pórtico – Gabari para as vias adjacentes	25
Figura 23 – Maciço de fixação de poste em obra de arte.....	26
Figura 24 – Fotografia de exemplo da Linha de Contacto Rígida do fabricante Furrer+Frey	27
Figura 25 – Perfil tipo da catenária LP300 em Plena Via.....	33
Figura 26 – Perfil tipo da catenária LP300 em Obra de Arte	34
Figura 27 - Localizações preliminares das subestações de tração da Linha AV	38
Figura 28 – Sistema de energia do Lote B e respetivas fronteiras após término da Fase 1	39
Figura 29 – Sistema de energia do Lote B e respetivas fronteiras integrado na restante linha de alta velocidade Porto-Lisboa	40
Figura 30 - Implantação tipo SST2 (145 x110 m).....	42
Figura 31 – Implantação tipo prevista para os Postos Autotransformador	53
Figura 32 – Implantação tipo prevista para os Postos de Zona Neutra	55

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 – Desalinhamento máximo a meio vão (alinhamento reto) – Zona A e B	8
Quadro 2 – Vãos normalizados em curva – Zona A e B	8
Quadro 3 – Zona comum – piquetagem	14
Quadro 4 – Seccionamento de lâmina de ar – piquetagem	16
Quadro 5 – Zona neutra – piquetagem	21
Quadro 6 – Área reservada à catenária – Bi-tubo	28
Quadro 7 – Área reservada à catenária – Mono-tubo	30
Quadro 8 – Área reservada à catenária – Estação LAV	31
Quadro 9 – Possíveis localizações da SST 2	40
Quadro 10 – Requisitos de verificação – ETI Energia	58

1 INTRODUÇÃO

1.1 ENQUADRAMENTO GERAL DO EMPREENDIMENTO

Considerando os eixos estratégicos Coesão, Competitividade e Sustentabilidade foi decidido pelo Governo incluir a construção da Linha de Alta Velocidade Porto-Lisboa no PNI 2030, com o desígnio de reforçar a coesão territorial, através do reforço da conectividade dos territórios e da atividade económica.

A construção desta nova linha no Eixo Porto-Lisboa permitirá segregiar os tráfegos rápidos e lentos, reduzindo os tempos de viagem e aumentando a capacidade para passageiros e mercadorias. Esta nova linha para tráfego de passageiros será projetada para alta velocidade (doravante AV) e viabilizará um tempo de percurso de 1h15 entre Porto-Campanhã e Lisboa-Oriente, prevendo-se a sua entrada ao serviço até 2030.

Esta nova ligação ferroviária será desenvolvida em duas fases, articuladas com a Linha do Norte, sendo construída numa primeira fase entre Porto e Soure, próximo de Pombal, e numa segunda fase estendida até Lisboa. Este empreendimento está a cargo da IP- Infraestruturas de Portugal.

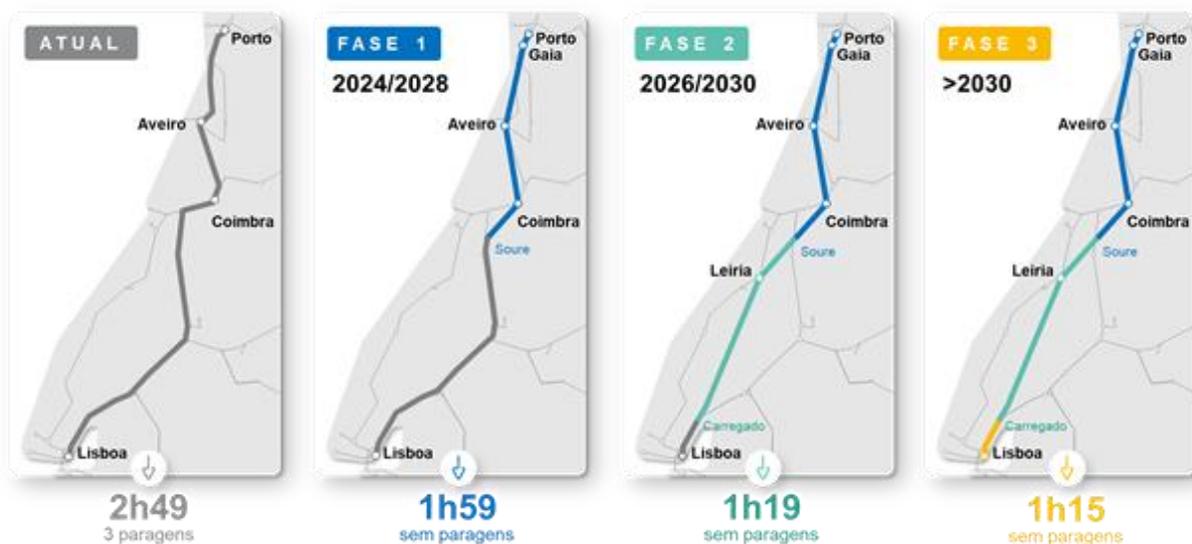


Figura 1 – Faseamento da LAV Porto - Lisboa

Pretende-se atualizar os Estudos Prévios para a Fase 1 - Porto / Soure, realizados pela ex-Rave, entre 2004 e 2012 e de propriedade intelectual da IP, visando definir os corredores que serão avaliados nos Estudos de Impacte Ambiental (EIA), a promover pela IP para obtenção das correspondentes Declarações de Impacte Ambiental (DIA) favoráveis.

Nos anteriores Estudos Prévios desenvolvidos pela ex-Rave, o troço Porto / Soure foi subdividido nos seguintes lotes:

- Lote E_1º Trecho - Vila Nova de Gaia / Estação de Campanhã

- Lote A - Aveiro / Vila Nova de Gaia
- Lote B - Soure / Mealhada

subdivisão esta que é agora ajustada aos objetivos atuais do empreendimento, o que passa pela incorporação do trecho Vila Nova de Gaia – Estação de Campanhã, no Lote A, e pela alteração das designações dos lotes para as tornar mais coerentes, pelo que as novas designações passam a ser as seguintes:

- Lote A – Aveiro (Oiã) / Porto (Campanhã)
- Lote B - Soure / Aveiro (Oiã)

Os anteriores Estudos Prévios e respetivos Estudos de Impacte Ambiental dos Lotes A - Aveiro / Vila Nova de Gaia e B - Soure / Mealhada foram submetidos a Avaliação de Impacte Ambiental pela Agência Portuguesa do Ambiente, ao abrigo dos processos nº2068 e nº2143, respetivamente, tendo obtido Declarações de Impacte Ambiental favoráveis condicionadas, que, entretanto, já expiraram.

Assim, a atualização dos Estudos Prévios para a Fase 1 - Porto / Soure, teve como base os estudos anteriormente desenvolvidos pela ex-RAVE, tendo respeitado todos os pressupostos e requisitos do atual empreendimento, sendo um dos principais a adoção da bitola ibérica de 1668 mm, em vez da bitola UIC de 1435 mm, adotada nos estudos da ex-Rave.

A concretização da Fase 1 - Porto / Soure, visa reduzir para menos de 2h00 o tempo de trajeto direto entre Porto e Lisboa, atualmente fixado em 2h48. A Fase 1 da LAV tem início na estação de Campanhã e desenvolve-se até às proximidades de Soure, onde se encontra prevista a sua ligação à Linha do Norte, numa extensão total aproximada de 142 km, subdividida do seguinte modo:

- Lote A – Aveiro (Oiã) / Porto (Campanhã) > 71 km
- Lote B - Soure / Aveiro (Oiã) > 71 km

Para além da estação de Campanhã (que terá que passar a acomodar linhas AV), a nova ligação entre Porto e Soure terá estações em Gaia (nova estação a viabilizar, não prevista nos anteriores Estudos Prévios da ex-RAVE), em Aveiro e em Coimbra (nestes dois casos, utilizando as atuais estações da Linha do Norte).

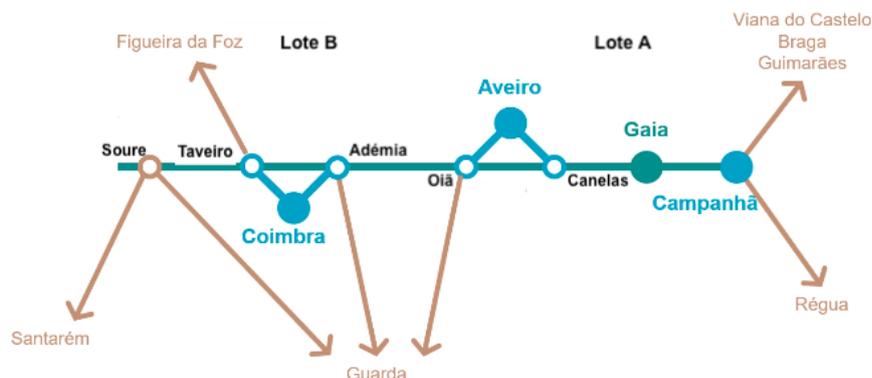


Figura 2 – Estações da Fase 1 entre Porto e Soure

1.2 METODOLOGIA DE ATUALIZAÇÃO DO ESTUDO PRÉVIO DA EX-RAVE

O presente estudo tem por objetivo rever e atualizar o Estudo Prévio do Lote B, face, essencialmente, aos seguintes aspetos:

- Identificação de novos conflitos territoriais devidos ao crescimento da ocupação urbana.
- Novas condicionantes resultantes dos atuais PDM' s dos municípios atravessados pela nova linha AV, diferentes das condicionantes existentes à data de elaboração dos estudos iniciais.
- Modificações da legislação, que introduzam novas condicionantes ao empreendimento.

Foram estudadas variantes aos traçados aprovados pela DIA deste lote, de modo a ter em contas, essencialmente, os três aspetos acima referidos.

Foi, ainda, tida em consideração a informação atualizada recolhida junto das entidades com responsabilidade de gestão de infraestruturas nas áreas de estudo.

Os traçados revistos foram implantados em nova cartografia ETRS-89, na escala 1:5.000, de modo a serem objeto de nova avaliação ambiental.

O novo Estudo de Impacte Ambiental, agora desenvolvido para obtenção de nova DIA, tem como base a atualização de todas as especialidades que constam do novo Estudo Prévio deste lote.

2 CRITÉRIOS DE PROJETO

Na generalidade as regras de projeto são as que se encontram definidas na presente peça escrita.

Nas situações omissas aplicam-se as regras definidas para as catenárias da IP, designadamente as que se encontram patentes na GR.IT.CAT.034 e demais instruções invocadas.

Tratando-se de uma eletrificação sujeita aos requisitos de interoperabilidade prevalecem as definições patentes na Especificação Técnicas de Interoperabilidade para o Subsistema Energia Regulamento (UE) nº 1301/2014 da Comissão de 18 de novembro de 2014.

3 CATENÁRIA

3.1 DEFINIÇÃO DAS SOLUÇÕES PROPOSTAS

3.1.1 GERAL

A nova Linha de Alta Velocidade entre Porto e Lisboa terá uma velocidade de operação até 300 km/h. Para atingir o nível de desempenho pretendido será implementado nesta linha o sistema de catenária designado por LP300, apto para velocidades de exploração até 300 km/h.

O sistema de catenária LP300 foi submetido a um processo de verificação CE de interoperabilidade tendo obtido a Declaração de Verificação Intermédia (DVI) a 19/08/2016 que atesta o cumprimento dos requisitos na fase de conceção.

No presente capítulo são descritas as características gerais da catenária LP300 com particular enfoque nas especificidades aplicadas à presente eletrificação.

No que respeita às características relacionadas com requisitos de interoperabilidade, deverá ser consultada a Documentação Técnica do processo de verificação de interoperabilidade da LP300.

As ligações da LAV à linha do Norte serão eletrificadas com catenária LP12. Em todas as ligações existe a necessidade de instalar uma Zona Neutra. A transição da catenária LP300 para catenária LP12 far-se-á através de uma zona comum.

O troço Soure / Aveiro (Oiã) será eletrificado com catenária LP300 com uma altura nominal do fio de contacto de 5,10 m.

O sistema de eletrificação será a 25 kV / 50 Hz, utilizando-se o sistema 2x25 kV (sistema com autotransformadores).

3.1.2 CARACTERÍSTICAS GERAIS DA INSTALAÇÃO

Conforme referido, neste troço será utilizado o sistema de catenária LP300 cujas características gerais se descrevem no presente documento. Nas ligações da LAV à Linha do Norte será utilizado o sistema de catenária LP12 que respeitará as regras e definições do acervo normativo da IP, designadamente a GR.IT.CAT.034.

A catenária designada LP300 tem as seguintes características fundamentais:

- Sistema de eletrificação – 25 kV / 50 Hz;
- Velocidade máxima de serviço – 300 km/h;
- Fio de contacto – High Strength CuETP 150 mm² tracionado a 2000 kgf (19,6 kN) ;
- Cabo de Suporte – Bz II 65 mm² tracionado a 1400 kgf (13,72 kN) ;

- Pêndulos Condutores – Cu 12 mm²;
- Comprimento máximo entre pêndulos – 6,75 m;
- Flecha inicial do fio de contacto – 0,5 ‰ (1/2000);
- Abertura nominal – 1,40 m;
- Altura nominal do fio de contacto – 5,30 m;
- Altura mínima/máxima de contacto – 5,08 / 5,30 m;
- Vão máximo – 63 m;
- Desalinhamento máximo no apoio – 200 mm;
- Braço de chamada curvo com 1 300 mm de comprimento;
- Sobrelevação máxima do fio de contacto (mecânica) – 240 mm.

O sistema de catenária LP300 está apto para a passagem dos pantógrafos interoperáveis com perfis 1 600 mm e 1 950 mm, conforme definidos nos anexos A.2.1 e A.2.2 da EN 50367:2020, e também para a passagem do pantógrafo português com perfil de 1 450 mm.

Os troços eletrificados com catenária LP12 estarão aptos para a passagem do pantógrafo interoperável com perfil 1 600 mm conforme requisito das Especificações Técnicas de Interoperabilidade para o subsistema Energia.

3.1.3 CONSOLA

A consola da LP300 será constituída em tubos de aço galvanizado. A introdução de novas peças foi minimizada recorrendo-se genericamente a peças já usadas nas catenárias LP10 e LP12.

A consola será equipada com fixação rígida do antibalançante para reduzir as oscilações da catenária. A montagem do cabo de suporte (CS) sob o tirante é regulável.

Os isoladores serão geralmente do tipo cerâmico exceto nas zonas de vandalismo onde se considerará do tipo sintético. As ferragens para fixação da consola à viga, que será do tipo HE, são reguláveis e iguais para o tubo da consola como para o tirante, assegurando-se eixos de rotação coaxiais.

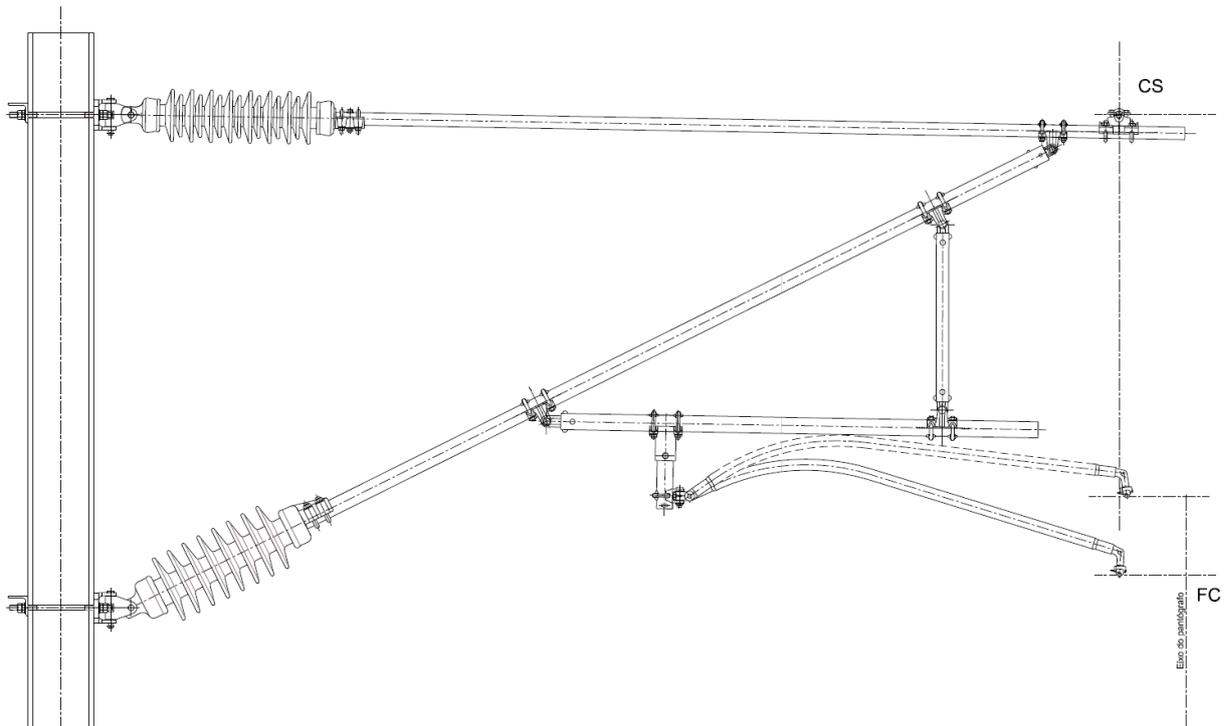


Figura 3 – Desenho da consola tipo LP300

O braço de chamada utilizado neste sistema de catenária é do tipo curvo em alumínio com dimensões adequadas à operação com pantógrafos de 1 600 mm e 1 950 mm conforme perfis definidos na EN 50367:2012. O braço tem um comprimento de 1 300 mm e um peso de aproximadamente 1,4 kg e foi desenvolvido para a LP300.

Para este tipo de braço será considerada uma cota B fixa com um valor de 0,46 m exceto nas montagens em consola dupla.

3.1.4 ALTURA DO FIO DE CONTACTO

Na LAV entre Porto e Lisboa a altura nominal do fio de contacto é de 5,10 m conforme estabelecido no ponto 5.2.3 da EN 50367:2020. Optou-se por uma altura de fio de contacto de 5,10 m para minimizar a secção transversal dos túneis. Não sendo possível variar a altura do fio de contacto acima dos 250km conforme disposto na EN50367:2020 os túneis vão impor a altura do fio de contacto para a totalidade da linha.

A altura máxima da catenária é limitada a 5,30 m.

O gabarito cinemático para esta linha é o GC pelo que a altura mínima não deverá ser inferior a 5,08 m (considerando que se trata de uma zona em que o efeito do gelo é negligenciável).

A variação da altura do fio de contacto respeitará o definido na Tabela 11 da EN 50119:2009.

A altura da catenária nas ligações (LP12) é geralmente de 5,50 m, conforme especificado no acervo normativo da IP. A transição da altura para 5,10 m será realizada nas zonas de ligação onde a velocidade de operação será necessariamente inferior a 250 km/h.

3.1.5 REGRAS DE PIQUETAGEM

As regras de piquetagem definidas permitem um vão máximo de 63 m. Neste troço genericamente serão aplicadas as regras de piquetagem para a Zona de Vento A, exceto nas pontes e viadutos onde serão aplicadas as regras de piquetagem para Zona de Vento B (apenas nas obras de arte onde serão instalados apoios fixados às mesmas).

As regras de piquetagem para a LP12 seguem o especificado na GR.IT.CAT.005 e para a LP300 as regras apresentadas nos quadros seguintes.

Quadro 1 – Desalinhamento máximo a meio vão (alinhamento reto) – Zona A e B

Vão [m]	Desalinhamento [mm]
63,0	42
58,5	53
54,0	65
49,5	76
45,0	87
40,5	98
< 40,5	100

Quadro 2 – Vãos normalizados em curva – Zona A e B

Vão [m]	Dealignments nos apoios [mm]		Raio da curva [m]	
			Zona A	Zona B
63,0	200	-200	$\infty > R \geq 7500$	$\infty > R \geq 9000$
	200	-160	$7500 > R \geq 6000$	$9000 > R \geq 7000$
	200	-120	$6000 > R \geq 5000$	$7000 > R \geq 6000$
58,5	200	-160	$5000 > R \geq 4500$	$6000 > R \geq 5200$
	200	-120	$4500 > R \geq 4000$	$5200 > R \geq 4400$
54,0	200	-160	$4000 > R \geq 3100$	$4400 > R \geq 3400$
	200	-120	$3100 > R \geq 2800$	$3400 > R \geq 3000$

Vão [m]	Dealignments nos apoios [mm]		Raio da curva [m]	
			Zona A	Zona B
49,5	200	-80	2800 > R ≥ 2200	3000 > R ≥ 2300
45,0	200	-80	2200 > R ≥ 1700	2300 > R ≥ 1800
40,5	200	-80	1700 > R ≥ 1400	1800 > R ≥ 1500
36,0	200	-60	1400 > R ≥ 1000	1500 > R ≥ 1000

3.1.6 LANÇOS E COMPENSAÇÃO DA CATENÁRIA

As catenárias a aplicar serão do tipo compensadas. A gama de temperaturas considerada para este troço respeita o definido na IT.CAT.034 (-10 °C a 65 °C).

O comprimento de lanços na LP12 respeitará o especificado na GR.IT.CAT.034, admitindo-se lanços com comprimento até 1 400 m. Os aparelhos tensores a aplicar com relação 1:5 respeitarão também o especificado na GR.IT.CAT.034.

A dilatação do fio de contacto em função da variação da temperatura é dada pela seguinte equação:

$$d = \alpha \times L \times \Delta T$$

Em que,

- d Variação do comprimento do cabo [m]
- α Coeficiente de dilatação [°C⁻¹] – 17×10^{-6}
- L Comprimento do condutor
- ΔT Variação de temperatura [°C] – (65 + 10) = 75

Na LP300 o afastamento das consolas duplas é de 1,0 m exceto no poste de eixo dos seccionamentos de lâmina de ar que é de 1,5 m. Limitando a oscilação da consola a aproximadamente 0,8 m (0,4 m para cada lado) obtém-se o seguinte comprimento máximo até ao ponto fixo:

$$L = \frac{0,8}{17 \times 10^{-6} \times 75} \approx 627 \text{ m}$$

Considerando que depois da última consola dupla ainda existe o vão até amarração admite-se para a LP300 um comprimento máximo do meio lanço de 650 m, que corresponde a um lanço com comprimento máximo de 1 300 m.

No caso da LP300 os equipamentos tensores do fio de contacto e do cabo de suporte serão independentes, sendo o do cabo de suporte montado a um nível superior ao do fio de contacto.

Os aparelhos tensores a instalar na LP300 serão idênticos e terão a mesma relação dos utilizados na catenária LP12 (1:5). Para um meio lanço com 650 m, o curso do aparelho tensor estará limitado a 4,15 m (0,83 x 5).

Em ambos os tipos de catenária os contrapesos a aplicar são os de ferro fundido (EC-221). Para o fio de contacto da catenária LP300 serão utilizados 6 pesos de 20 kg e 7 pesos de 40 kg (400 kg) e para o cabo de suporte serão utilizados 6 pesos de 20 kg e 4 pesos de 40 kg (280 kg).

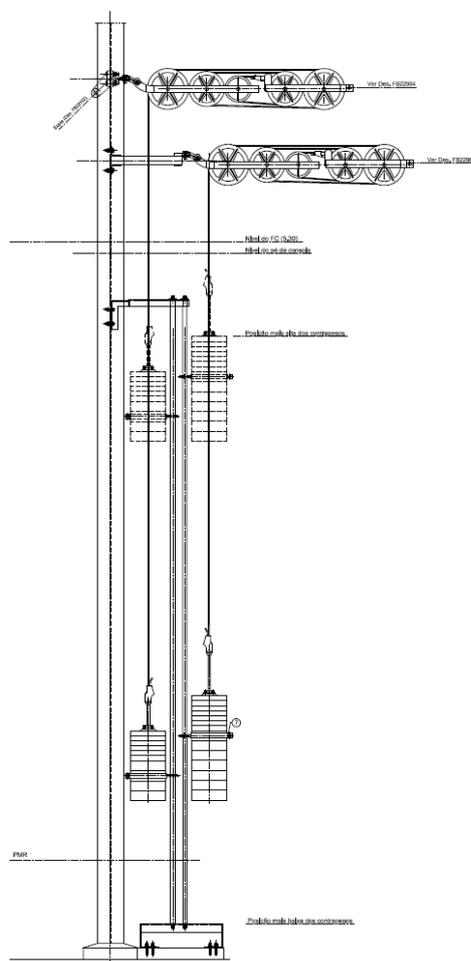


Figura 4 – Aparelhos Tensores (LP300)

Nos túneis, para minimizar a ocupação da zona do passeio com contrapesos para compensação da catenária serão utilizados preferencialmente aparelhos tensores a gás conforme já testados na ponte 25 de Abril.

3.1.7 ANTI DESLIZAMENTO

Os antideslizamentos na catenária LP12 serão realizados ao cabo de suporte conforme especificado na GR.IT.CAT.034. Em lanços que equipem vias com curvas de raio inferior a 500 m, o fio de contacto será fixado ao cabo de suporte nos vãos adjacentes ao poste de eixo.

Na catenária LP300 os antideslizamentos serão realizados ao cabo de suporte com fixação do fio de contacto ao cabo de suporte nos vãos adjacentes ao poste de eixo com cabo em resina de vidro para minimizar a resistência do fio de contacto à sobrelevação que o pantógrafo introduz à sua passagem.

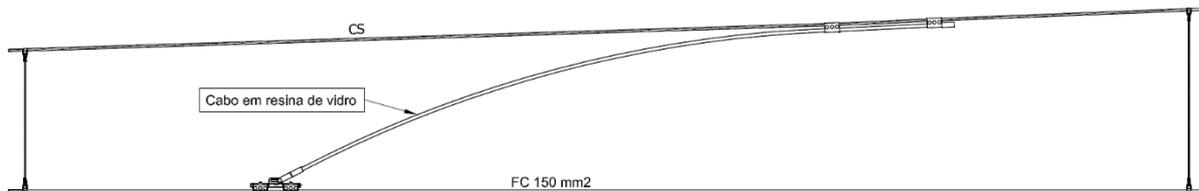


Figura 5 – Antideslizamento LP300 – pormenor de fixação entre o cabo de suporte e fio de contacto

3.1.8 ZONAS COMUNS E SECCIONAMENTOS DE LÂMINA DE AR

As zonas comuns e seccionamentos de lâmina de ar efetuam a separação mecânica de dois lanços.

Na LP12 as zonas comuns e seccionamentos de lâmina de ar respeitarão o especificado na GR.IT.CAT.011.

Na LP300 as zonas comuns e seccionamentos de lâmina de ar são efetuados em 4 vãos, sendo dois de amarração conforme especificado como obrigatório na Norma UIC 799 OR. Ambos os lanços serão suportados por consolas montadas em postes ou em pórticos rígidos.

O esquema simplificado da montagem consta das duas figuras seguintes.

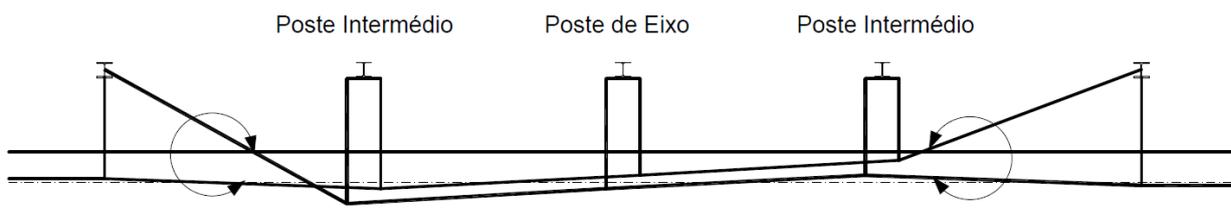


Figura 6 – Zona comum e seccionamento de lâmina de ar – representação em planta



Figura 7 – Zona comum e seccionamento de lâmina de ar – representação em perfil

Havendo apenas um fio de contacto em serviço, o desalinhamento máximo a meio vão será o determinado no ponto 3.1.5, conforme as regras de vãos e desalinhamentos.

Quando na zona central das montagens existam dois fios de contacto em serviço e o eixo do pantógrafo se situe entre eles admite-se um desalinhamento máximo a meio vão de 160 mm para o fio de contacto mais próximo do eixo do pantógrafo.

Considera-se que o pantógrafo está em serviço com dois fios de contacto, não apenas na situação em que estes estão à mesma altura acima do plano dos carris, mas também na situação em que uma pequena diferença de cotas é absorvida pelo deslocamento vertical do pantógrafo.

O valor da sobrelevação do fio de contacto (r) é de 0,50 m. O fio de contacto sobreelevado deve passar sob o antibalançante da consola em serviço.

Uma zona comum ou um seccionamento de lâmina de ar diz-se *Normal* quando no sentido normal de marcha os planos das duas catenárias se cruzam no primeiro vão de amarração.

A montagem diz-se *Inversa* quando no sentido normal de marcha, os planos das duas catenárias se cruzam no último vão de amarração. O esquema simplificado da montagem consta da figura seguinte.

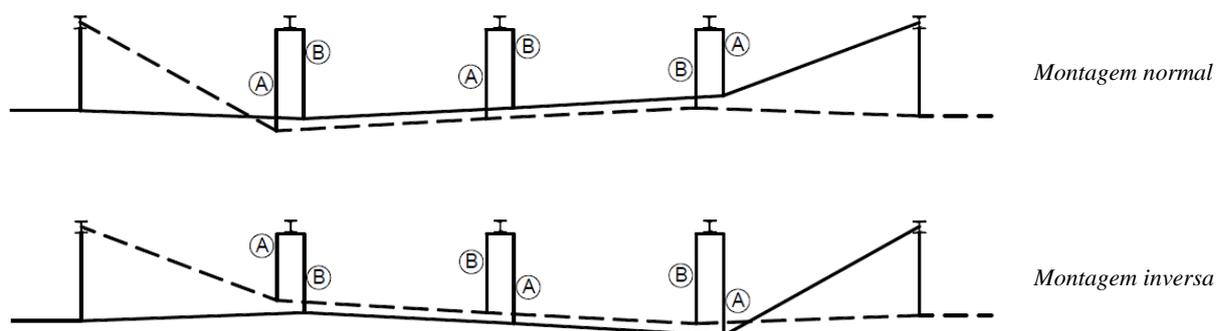


Figura 8 – Zona comum e seccionamento de lâmina de ar – representação em planta

Sempre que possível será utilizada a montagem normal, reservando-se a montagem inversa para casos particulares onde os desalinhamentos das catenárias o exijam.

3.1.8.1 Zonas Comuns (LP300)

As zonas comuns destinam-se a fazer a separação mecânica de dois lanços de catenária sem os separar eletricamente. São montagens essenciais na compensação das catenárias face às variações de temperatura desta.

Nos dois vãos de sobrelevação, os dois lanços de catenária desenvolvem-se em planos paralelos distanciados de 0,20 m.

No caso de montagem em plena via, os postes intermédios suportarão consolas duplas sendo uma delas montada com o cabo de suporte a 1,80 m acima do Fio de Contacto em serviço (Consola sobreelevada), e a outra montada com a abertura nominal de 1,40 m (Consola em serviço). No poste de eixo da zona comum a consola curta terá uma abertura de 1,80 m e a consola longa de 1,40 m.

O esquema de princípio das zonas comuns em alinhamento reto e curva consta das duas figuras seguintes.

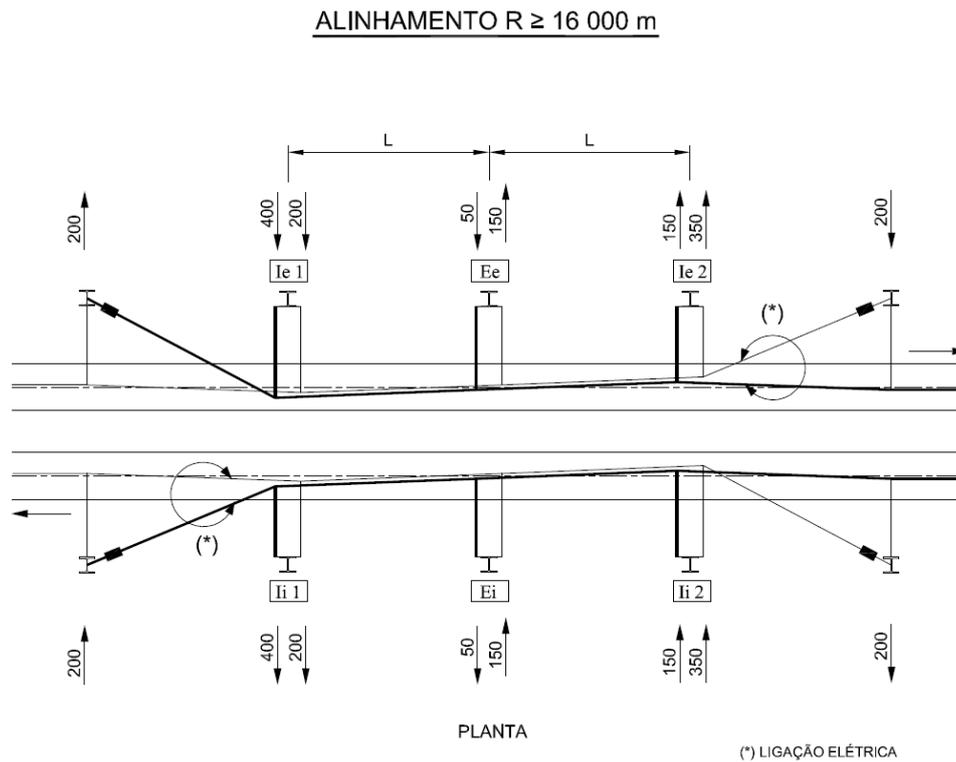


Figura 9 – Zona comum – piquetagem em alinhamento reto e curvas com raio até 16000

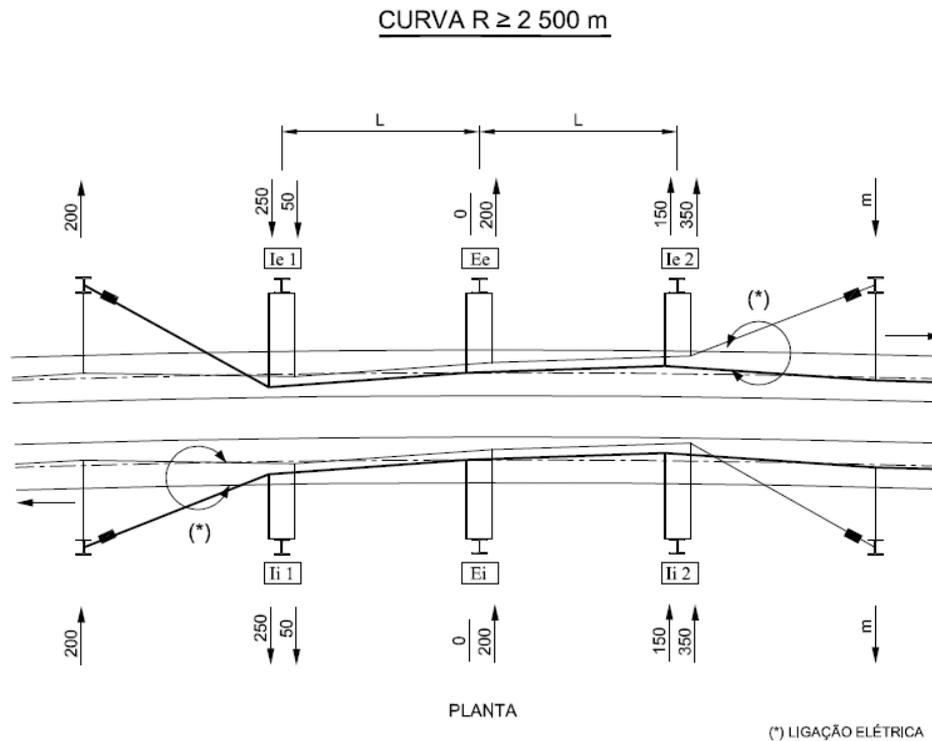


Figura 10 – Zona comum – piquetagem em curvas com raio entre 16000 e 2500

O valor dos vãos de sobrelevação (L) é definido tendo em conta o raio da curva, conforme apresentado no quadro seguinte.

Quadro 3 – Zona comum – piquetagem

Raio	L	
	Zona A	Zona B
$R \geq 16000$	58,5	54,0
$16000 > R \geq 5000$	58,5	54,0
$5000 > R \geq 3500$	54,0	49,5
$3500 > R \geq 2500$	49,5	45,0

Por razões particulares de piquetagem esses vãos podem ser reduzidos até 40,5 m que é o comprimento mínimo necessário para sobrelevação de 0,50 m.

3.1.8.2 Seccionamentos de Lâmina de Ar (LP300)

Os seccionamentos de lâmina de ar destinam-se a permitir a separação elétrica entre dois lanços de catenária fazendo simultaneamente a sua separação mecânica. São também efetuados em 4 vãos, sendo dois de amarração, ainda de acordo com a norma UIC anteriormente referida.

Nos dois vãos de sobrelevação, os dois lanços de catenária desenvolvem-se em planos paralelos distanciados de 0,40 m.

No caso de montagem em plena via, os postes intermédios suportarão consolas duplas sendo uma delas montada com o cabo de suporte a 1,80 m acima do Fio de Contacto em serviço (Consola sobreelevada), e a outra montada com a abertura nominal de 1,40 m (Consola em serviço). No poste de eixo do seccionamento de lâmina de ar a consola curta terá uma abertura de 1,80 m e a consola longa de 1,40 m.

O esquema de princípio dos seccionamentos de lâmina de ar em alinhamento reto e curva consta das duas figuras seguintes.

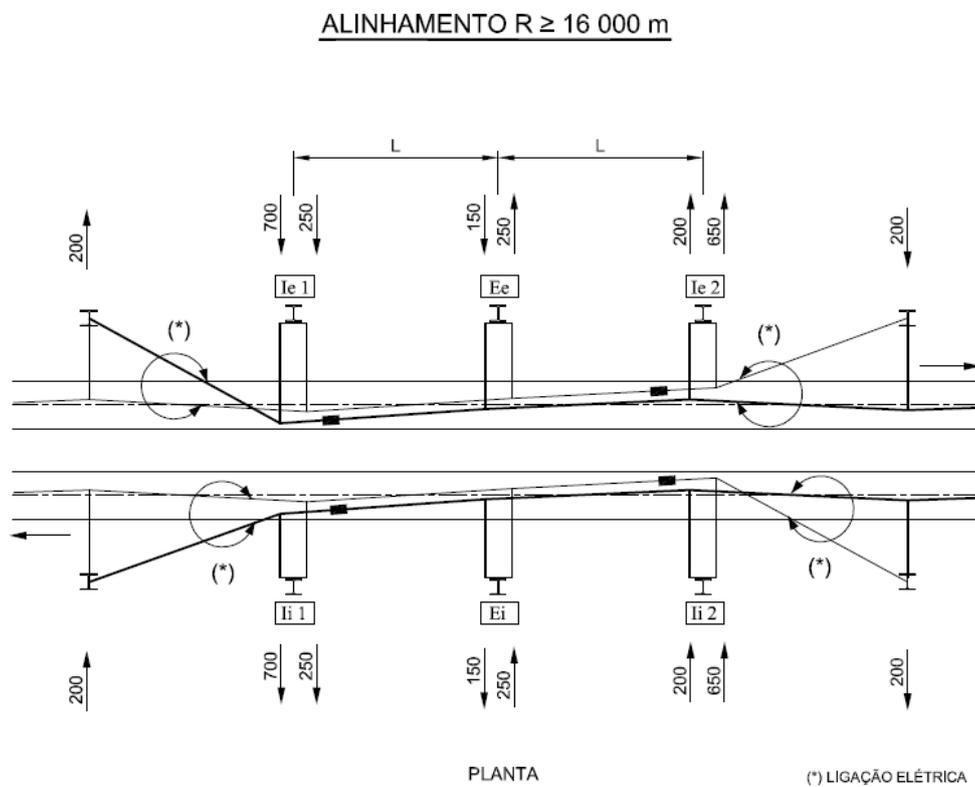


Figura 11 – Seccionamento de lâmina de ar – piquetagem em alinhamento reto e curvas com raio até 16000

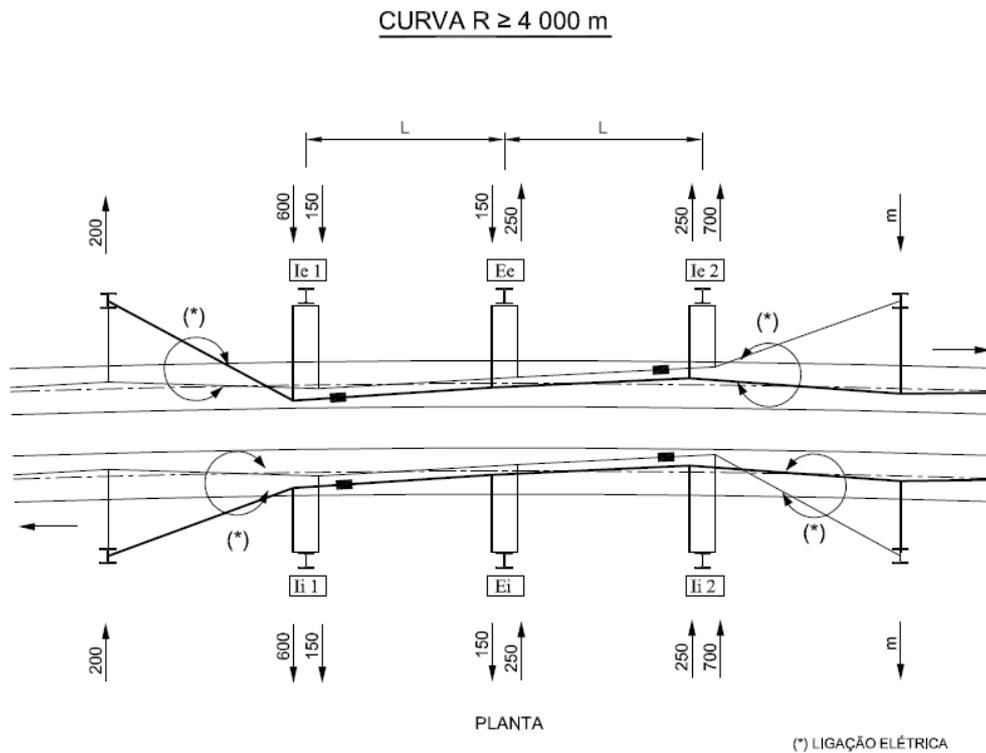


Figura 12 – Seccionamento de lâmina de ar – piquetagem em curvas com raio entre 16000 e 4000

O valor dos vãos de sobre elevação (L) é definido tendo em conta o raio da curva, conforme apresentado no quadro seguinte.

Quadro 4 – Seccionamento de lâmina de ar – piquetagem

Raio	L	
	Zona A	Zona B
$R \geq 16000$	58,5	54,0
$16000 > R \geq 8500$	58,5	54,0
$8500 > R \geq 6000$	54,0	49,5
$6000 > R \geq 4000$	49,5	45,0

Por razões particulares de piquetagem esses vãos podem ser reduzidos até 40,5 m que é o comprimento mínimo necessário para sobre elevação de 0,50 m.

No poste de eixo será necessário assegurar a guarda de ar entre as catenárias e as consolas dos dois lanços. Por defeito e uniformidade da solução, a guarda de ar a considerar é de 320 mm que corresponde à guarda de ar estática para zona marítima, conforme especificado na GR.IT.CAT.034.

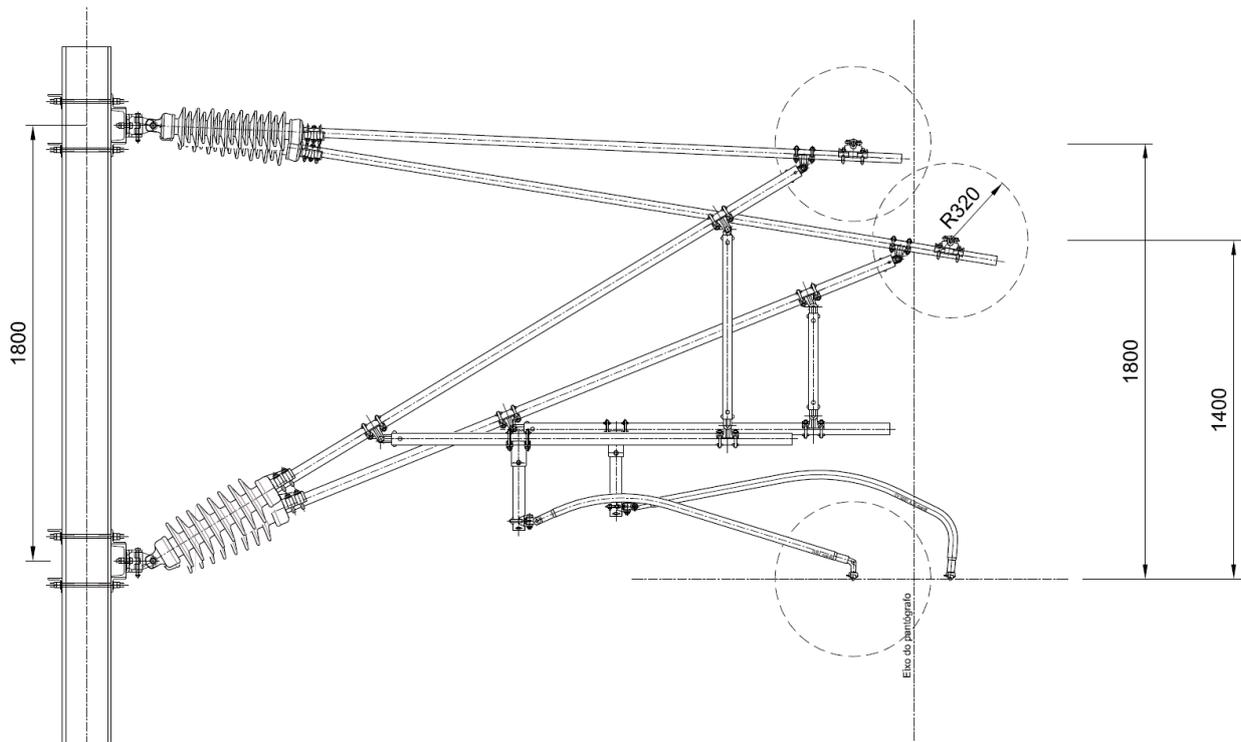


Figura 13 – Poste de eixo do seccionamento de lâmina de ar – montagem à tração

Para assegurar a compatibilidade com o gabari dinâmico do pantógrafo 1 950 mm na montagem mais desfavorável do seccionamento de lâmina de ar (admitiu-se um desalinhamento de 200 mm), tornou-se necessário desenhar um braço de chamada de seccionamento de lâmina de ar (Figura 14).

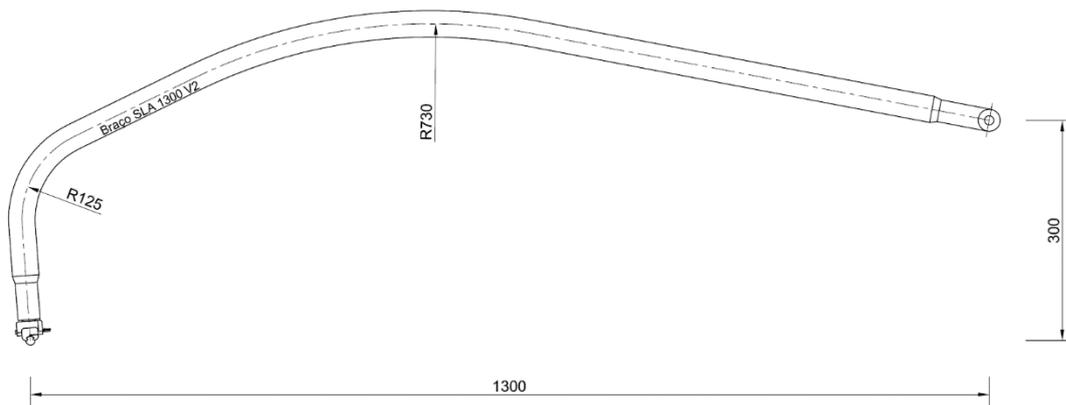


Figura 14 – Braço de chamada para seccionamento de lâmina de ar

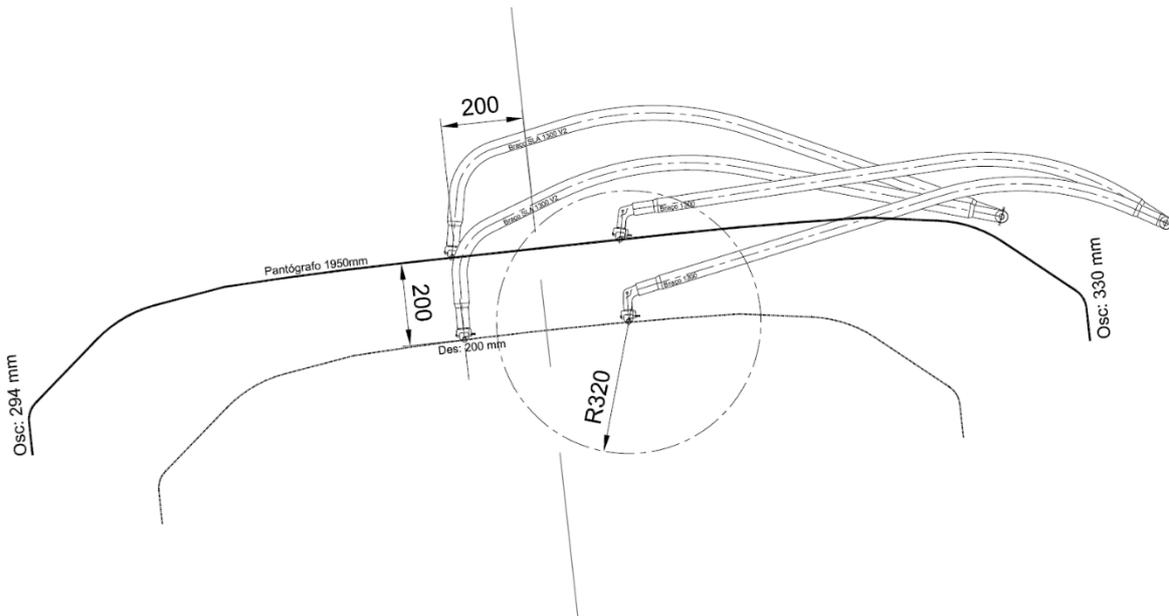


Figura 15 – Seccionamento de lâmina de ar – Verificação de gabari dinâmico com o pantógrafo 1 950 mm

3.1.9 APARELHOS DE MUDANÇA DE VIA

A eletrificação dos aparelhos com velocidade até 100 km/h no ramo desviado será realizada com montagem tangencial.

Nos aparelhos com velocidade superior a 100 km/h no ramo desviado a eletrificação será realizada com montagem de catenária guia.

Neste estudo foram considerados os tipos de Aparelhos de Mudança de Via que a seguir se descrevem:

- Aparelhos de mudança de via de tangente 0,0728, com o comprimento 46,212 m, que permitem uma velocidade de 60 km/h no ramo desviado. Estes aparelhos foram dispostos na entrada / saída das vias desviadas das estações e PUEC's;
- Aparelhos de mudança de via tangente 1:47,65, com o comprimento 176,546 m, que permitem uma velocidade de 200 km/h no ramo desviado;
- As diagonais serão compostas por um par de aparelhos, escolhidos entre os dois tipos mencionados, permitindo velocidades de circulação na via desviada de 60 ou 200 km/h respetivamente. Os seus desenvolvimentos são de 137,920 m e 386,453 m.

3.1.10 ISOLADOR DE SECÇÃO

Prevê-se a montagem de isoladores de secção nas linhas desviadas com velocidade máxima de 100 km/h nas estações e PUEC's. Nas situações em que a velocidade máxima é de 100 km/h, os isoladores de secção a aplicar serão os definidos no acervo normativo da IP para catenárias, designadamente os isoladores de secção simétricos dos desenhos EC-345 e EC-216. Estes isoladores de secção estão aptos para funcionar em catenárias com forças tensoras até 26 kN.

Nas situações em que a velocidade máxima no ramo desviado é superior a 100 km/h será necessário prever a instalação da montagem de Seccionamento de Lâmina de Ar (SLA).

3.1.11 ZONAS NEUTRAS

No troço Soure / Aveiro (Oiã) estão previstas três Zonas Neutras conforme diagrama da Figura 28, sendo que uma delas se insere na separação dos Lotes A e B e já se encontra contabilizada no Estudo Prévio do Lote A.

Em cada ligação da LAV à rede convencional há também a necessidade de implementar duas Zonas Neutras (uma por via) de modo a separar o sistema de energia de tração da LAV do da Linha do Norte. Neste troço estão previstas quatro ligações e consequentemente oito Zonas Neutras. São consideradas a ligação a sul de Aveiro denominada Ligação à Linha do Norte de Oiã, a ligação a norte de Coimbra denominada Ligação à Linha do Norte da Adémia, a ligação a sul de Coimbra denominada Ligação à Linha do Norte de Taveiro, e a ligação a sul de Soure denominada Ligação à Linha do Norte de Soure.

As zonas neutras do troço Soure / Aveiro (Oiã) serão do tipo seccionada (LP300) com a “configuração I” que corresponde a um comprimento de 142 m, sendo projetada em conformidade com as características especificadas na EN 50367:2020 (anexo A.1.4), garantindo guardas de ar de acordo com a norma EN 50119:2020, 5.1.3.

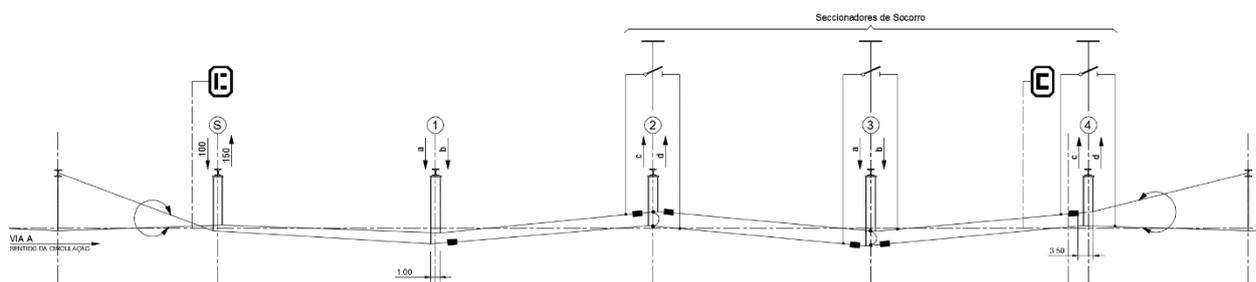


Figura 16 – Zona neutra seccionada 142 m – Planta

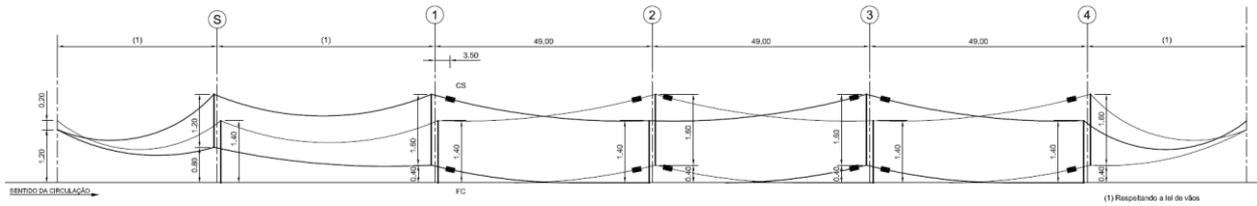


Figura 17 – Zona neutra seccionada 142 m – Perfil

A zona neutra será composta por três vãos de 49,0 m, um de transição e dois de amarração. O vão de transição tem como função minimizar as forças radiais da catenária que vem da amarração.

Nos três vãos centrais, com comprimento de 49,0 m cada, os dois lanços de catenária desenvolvem-se em planos paralelos distanciados de 0,45 m.

Os isolamentos encontram-se a 3,5 m do poste, pelo que o comprimento efetivo da zona neutra é de 140 m ($3 \times 49,0 \text{ m} - 2 \times 3,5 \text{ m}$), que está conforme a especificação da EN 50367:2020. As catenárias das consolas do mesmo poste encontram-se ao mesmo potencial pelo que não há necessidade de assegurar guarda de ar entre elas.

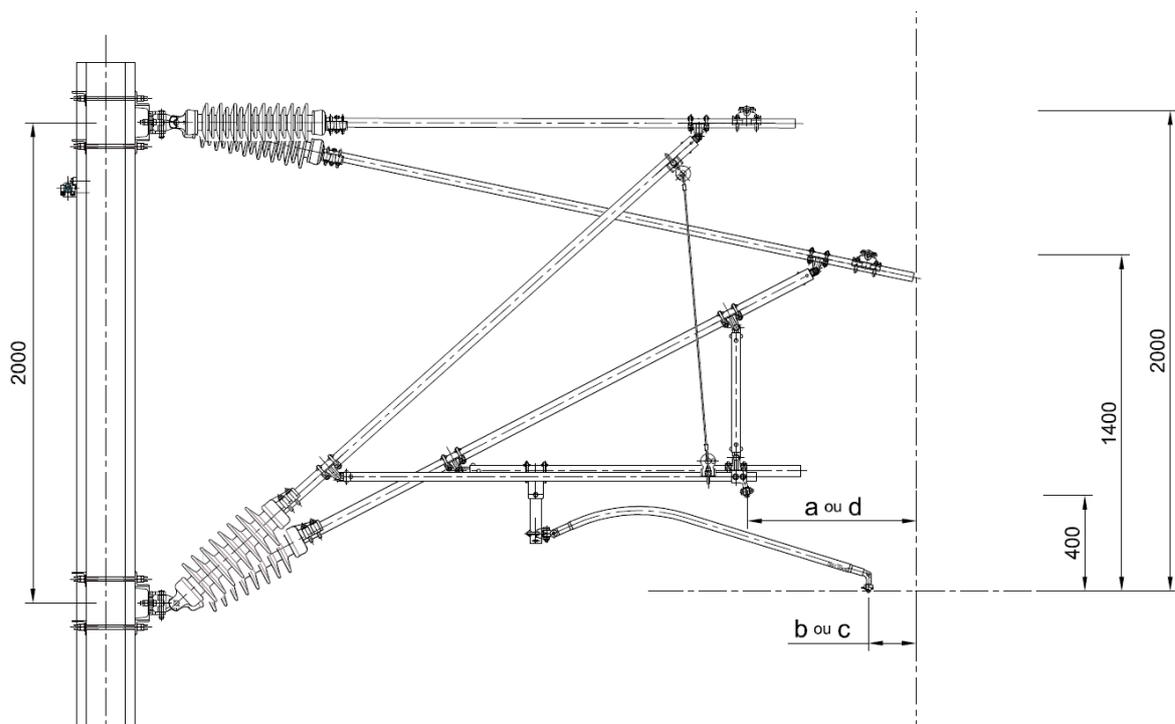


Figura 18 – Zona neutra seccionada 142 m – Desenho tipo das Consolas 2 e 4

A sobrelevação da catenária fora de serviço é de 0,40m. No centro dos vãos da zona neutra as catenárias encontram-se 3,5 cm acima da cota de serviço. O contacto do pantógrafo com as duas catenárias paralelas nesta zona central será assegurado pela natural elevação das catenárias que resulta da força exercida pelo pantógrafo nas mesmas (admitindo um sobrelevação das catenárias

de 1 cm verifica-se uma zona de contacto do pantógrafo com as duas catenárias de aproximadamente 3 m).

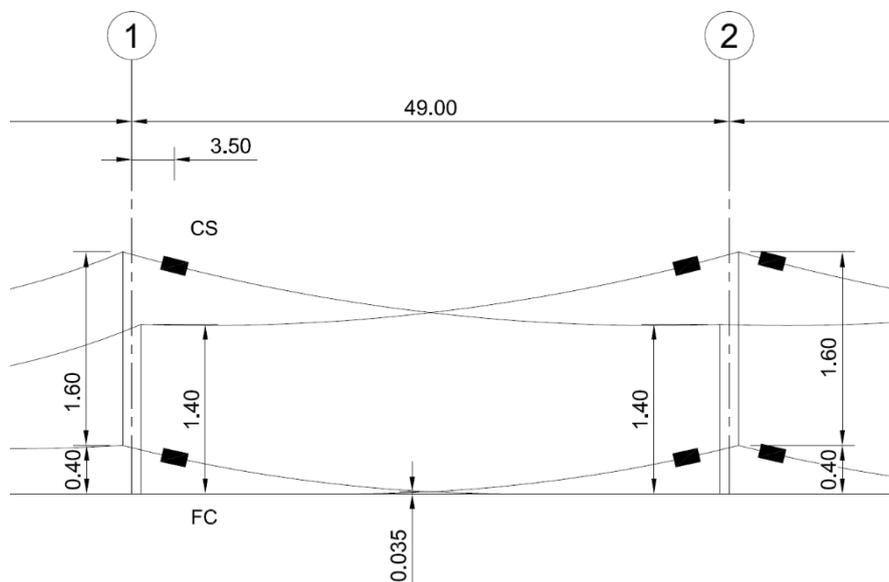


Figura 19 – Zona neutra seccionada 142 m – Perfil (detalhe dos vãos centrais)

Quadro 5 – Zona neutra – piquetagem

	Raio ¹	a	b	c	d
Reta	-	525	75	75	525
Situação A	6000	475	25	125	575
VA – Curva direita	3000	425	-25	175	625
VD – Curva esquerda					
Situação B	6000	575	125	25	475
VA – Curva esquerda	3000	625	175	-25	425
VD – Curva direita					

As localizações definidas para as zonas neutras deste troço foram estudadas em função do cenário final de alimentação de forma a assegurar comprimentos de setor equilibrados. Os condicionamentos para a escolha/definição da localização das zonas neutras são essencialmente os seguintes:

¹ Interpolarm o valor do desalinhamento para valores intermédios do raio da curva

- Traçado em perfil com trainel limitado a 6 ‰ numa extensão de aproximadamente 940 m;
- Traçado em planta com raio superior a 3 000 m;
- Sinais de paragem a mais de 500 m do eixo da zona neutra.

A zona neutra da ligação à Linha do Norte de Canelas será do tipo seccionada (LP12) com a “configuração II” que corresponde a um comprimento de 79 m (desenho EC-118 da IP), será projetada de acordo com a IT.CAT.045 da IP, em conformidade com as características especificadas na EN 50367:2020 (anexo A.1.4), garantindo guardas de ar de acordo com a norma EN 50119:2020, 5.1.3.

Os condicionamentos para a escolha/definição da localização das zonas neutras das ligações à Linha do Norte são essencialmente os seguintes:

- Traçado em perfil com trainel limitado a cerca de 6 ‰ numa extensão de aproximadamente 840 m;
- Traçado em planta: troço central de 100 m em reta;
- Sinais de paragem a mais de 500 m do eixo da zona neutra.

3.1.12 ZONAS DE SEPARAÇÃO DE SISTEMA

Não existem zonas de separação de sistemas no troço âmbito deste projeto.

3.1.13 FEEDER NEGATIVO

A necessidade de instalação de feeder negativo está relacionada com a utilização do sistema de alimentação 2x25 kV. Este feeder funciona com uma tensão elétrica de 25 kV que se encontra em oposição de fase em relação à tensão da catenária.

As regras e princípios a utilizar na aplicação do feeder negativo são as especificadas na GR.IT.CAT.034. O feeder será constituído por um cabo de cobre multifilar de 150 mm² montado com uma força tensora de 850 kgf à temperatura de 20 °C sem vento.

Conforme metodologia de cálculo apresentada na IT-C-006, a flecha máxima do feeder à temperatura limite de 65 °C será de 1,18 m. A flecha à temperatura de montagem do feeder será de 0,78 m.

O feeder será montado em consola fixada diretamente no topo do poste a uma cota de aproximadamente 6,2 m em relação ao plano de rolamento. Na situação de maior flecha, que corresponde à temperatura ambiente de 65 °C, o feeder terá uma cota em relação ao plano de rolamento superior a 5,0 m, garantindo-se um valor superior a 5,50 m ao solo.

Prevê-se a possibilidade de instalação de feeder em cabo isolado nos túneis de secções pequenas.

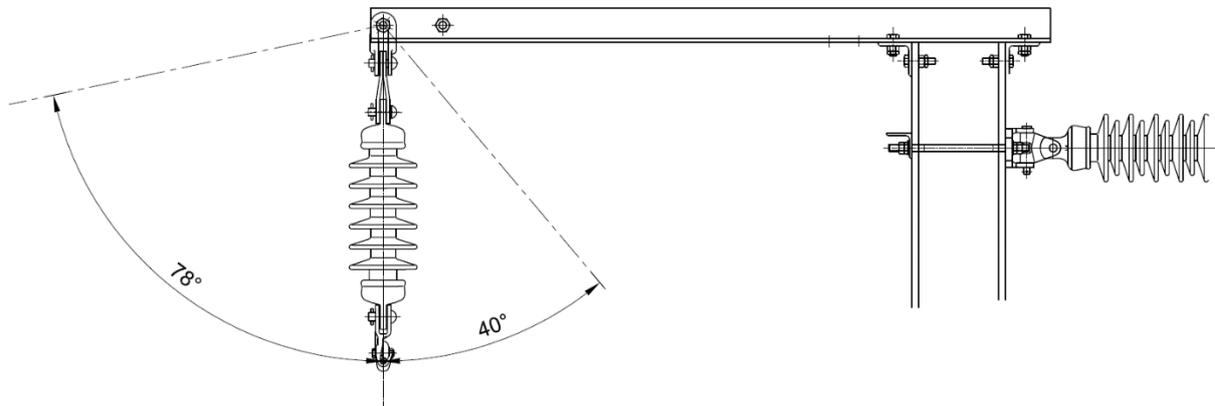


Figura 20 – Montagem do feeder – Pormenor da montagem para o lado do campo

Em plena via o feeder será sempre montado do lado do campo, exceto nas pontes e viadutos em que será montado para o lado da via. Nas estações e PUEC's o feeder será montado nos postes da via principal.

A distância mínima do feeder às partes em tensão (ao potencial da catenária) é de 0,80 m.

Nas estações e PUEC's, onde o feeder poderá cruzar superiormente a catenária da via desviada que possa estar eletricamente isolada da via principal, a distância mínima às partes em tensão (ao potencial dessa catenária) é de 2,00 m.

O comprimento máximo de um lanço de feeder será limitado a 5 000 m.

3.1.14 CABO DE TERRA AÉREO

O cabo de terra aéreo é um dos elementos que constitui o sistema de Retorno de Corrente de Tração, Terras e Proteções (RCT+TP). Tem como função, em conjunto com restantes componentes do RCT+TP, assegurar um caminho para a corrente de retorno do sistema de tração e criar um ambiente seguro para pessoas e equipamentos contra os fenómenos eletromagnéticos que existem devido à eletrificação ferroviária.

Todos os postes de catenária serão ligados entre si por um cabo de terra aéreo de alumínio-aço de 93,3 mm² de secção. A cota de fixação do cabo de terra aéreo ao poste será tipicamente 20 cm abaixo da fixação do tirante (consola simples).

O cabo de terra aéreo é montado com uma força tensora de 300 kgf à temperatura de 20 °C, sem vento.

3.1.15 VIGAS E FUNDAÇÕES

As vigas para suporte da catenária serão do tipo HE. Para minimizar a diversidade de perfis a aplicar, que terá benefícios diretos tanto na execução da obra como para a manutenção, decorrente da experiência acumulada de projeto, apenas serão utilizados 5 perfis diferentes: HEA200; HEB220; HEB240; HEA300; HEB320.

As vigas terão uma base soldada que serão fixadas aos maciços através de pernos roscados – tipo cércea, permitindo um melhor faseamento e melhores rendimentos em obra. Tipicamente serão usadas as bases e cérceas definidas no normativo de catenária da IP. O número de pernos e dimensão da base/cércea depende dos esforços aplicados.

Os maciços serão do tipo cilíndrico em betão armado (fundações de postes e amarrações). Atendendo que a empreitada da infraestrutura será executada anteriormente à empreitada da superestrutura, a execução dos maciços cilíndricos terá menor impacto na plataforma, maiores rendimentos e um melhor faseamento dos trabalhos, permitindo a execução dos maciços muito antes da colocação das vigas e da catenária. O dimensionamento dos maciços depende da caracterização geológica dos solos e da plataforma a executar.

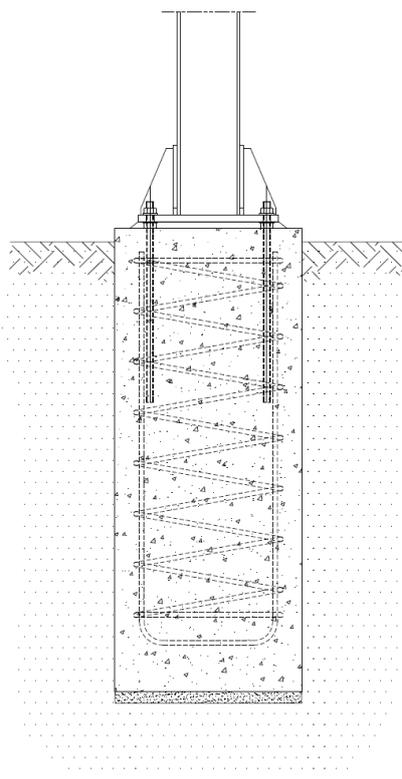


Figura 21 – Fundação cilíndrica com fixação em cércea

A implantação dos postes de catenária em plena via, incluindo nas obras de arte, será de 3,35 m medida entre o eixo da via e o eixo do poste. Nas estações, PUEC's e PIB's esta implantação será geralmente respeitada exceto nas zonas dos aparelhos de mudança de via, nas situações onde não for possível assegurar essa implantação.

3.1.16 PÓRTICOS

Na zona dos aparelhos de mudança de via das estações, PUEC's e PIB's os espaços para implantação dos postes são usualmente reduzidos recorrendo-se por essa razão às montagens em pórtico ou postes para duas vias atirantados. Nestas situações as consolas são fixadas a postaletes.

Os pórticos serão do tipo autoportantes constituídos por vigas verticais em perfil HEB320 e viga horizontal em treliça.

Há a necessidade de assegurar um afastamento adequado entre os postaletes com as vias adjacentes para garantir a guarda de ar aos pantógrafos a circular nessas vias. Atendendo à dimensão do pantógrafo, à sua oscilação máxima e à guarda de ar, a menor distância para montar os postaletes de consola à via adjacente é de 1,6 m. No postelete a consola pode ser montada com uma distância, eixo da via – eixo do postelete, mínima de 2,0 m em montagem à compressão. Com montagem à tração esta distância terá de ser naturalmente maior para comportar o braço de chamada.

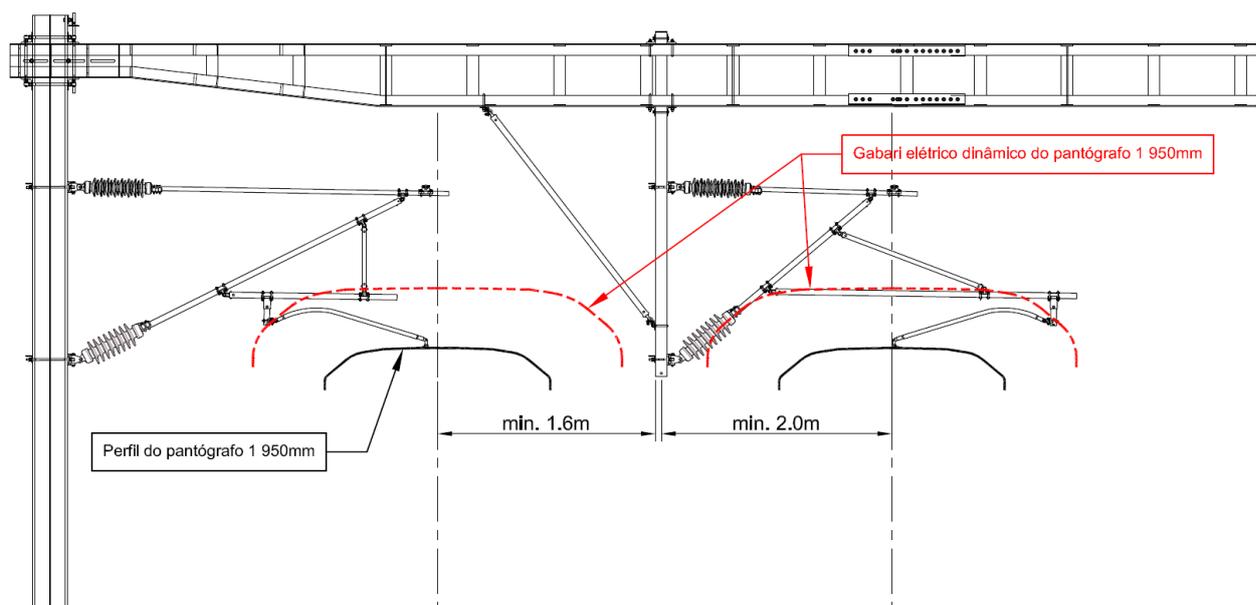


Figura 22 – Montagem em pórtico – Gabari para as vias adjacentes

3.1.17 PONTES E VIADUTOS

Nas pontes e viadutos os postes terão uma base soldada e serão montados na obra de arte através de 4 ou mais pernos roscados fixados na estrutura (tipo cércea). Tipicamente serão usadas as bases e cérceas definidas no normativo de catenária da IP. O número de pernos e dimensão da base/cércea depende dos esforços aplicados.

Para proteção da estrutura os pernos de fixação dos postes de catenária serão eletricamente ligados aos varões titulares de RCT+TP embutidos na estrutura.

Por redundância serão previstas sempre dois maciços de fixação idênticos e adjacentes. Os pernos do maciço de reserva serão protegidos com massa e tampas plásticas.

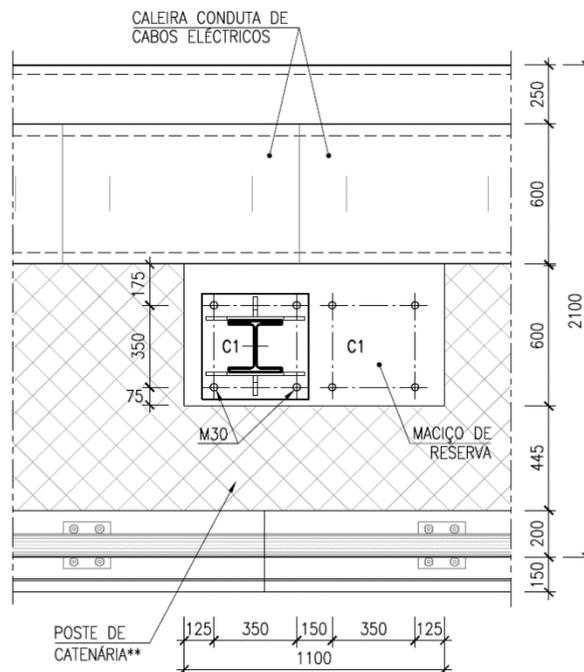


Figura 23 – Maciço de fixação de poste em obra de arte

3.1.18 TÚNEIS

3.1.18.1 Condições Gerais

Para o projeto da linha de alta velocidade entre Porto e Lisboa existe a necessidade da construção de túneis com velocidades máximas de 300km/h.

Segundo a EN50367:2020 a altura nominal do fio de contacto para velocidades superiores a 250km/h é entre de 5,08m e 5,30. Para minimizar a secção transversal dos túneis optou-se por uma altura de fio de contacto de 5,10m. Não sendo possível variar a altura do fio de contacto acima dos 250km conforme disposto na EN50367:2020 os túneis vão impor a altura do fio de contacto para a totalidade da linha.

Para uma velocidade máxima de 300 km/h as condições normais a considerar para a via são as seguintes (velocidade mínima de 160 km/h):

- Escala máxima: 160mm;
- Raio mínimo: 6350m;
- Insuficiência de escala: 70mm;

- Excesso de escala: 70mm.

Para a construção destes túneis existem dois tipos de solução, túneis de via dupla (monotubo) e túneis de via única (bi-tubo).

Por razões de segurança qualquer túnel com comprimento superior a 5000m é construído em bi-tubo (dois túneis de via única).

Nas situações com velocidade de exploração até 250 km/h, em que as secções do túnel não sejam compatíveis com a montagem de catenária em consola, será estudada e avaliada a possibilidade de instalar um sistema de linha de contacto rígida, com o objetivo de viabilizar a diminuição da secção dos túneis.



Figura 24 – Fotografia de exemplo da Linha de Contacto Rígida do fabricante Furrer+Frey

Nos pontos seguintes seguem-se as considerações respeitantes à especialidade de catenária para cada tipo de túnel.

3.1.18.2 Bi-tubo

Qualquer túnel com comprimento superior 5000m será construído em bitubo (dois túneis de via única).

Conforme previsto no ponto 4.2.2. da ETI de Segurança em Túneis Ferroviários, nos túneis com mais de 1km devem ser previstos seccionamentos com ligação à terra nos emboquilhamentos e nos postos de evacuação e salvamento (no mínimo a cada 5km). Assim, para os túneis com mais de 5km terão sempre de ser previstos seccionamentos com ligação à terra no interior dos túneis.

Atendendo à extensão máxima prevista e à necessidade de prever seccionamentos de proteção à terra, as montagens mais desfavoráveis a considerar para efeito de avaliação do espaço necessário para a catenária em bi-tubo são os Seccionamentos de Lâmina de Ar.

Não foi prevista a possibilidade de montagem de Zonas Neutras Seccionadas no interior dos túneis. Para viabilizar a montagem de Zonas Neutras Seccionadas a secção do túnel terá de ser aumentada.

As condições de montagem são as seguintes:

- O espaçamento entre postaletes nas montagens com duas catenárias (SLA e ZC) será de 1,5m;
- O feeder será montado de preferência em cabo nu do lado oposto do postalete;
- Dada a implantação reduzida dos postaletes, as SLA e ZC devem ser montadas preferencialmente em alinhamento reto ou em locais em que a escala é positiva (escala para o lado contrário do postalete);
- Não é possível efetuar a montagem de SLA e ZC em zonas com escala negativa (escala para o lado do postalete);
- Estão previstas montagens com cota F negativa por forma a diminuir a abertura da consola;
- Para minimizar a ocupação da zona do passeio com contrapesos para compensação da catenária serão utilizados preferencialmente aparelhos tensores a gás conforme já testados na ponte 25 de Abril.

Considerando todas as montagens de consola necessárias foi definida uma área reservada à catenária tendo em conta o eixo da via centrado com o eixo do túnel, e o eixo da via descentrado com o eixo do túnel, conforme quadro abaixo:

Quadro 6 – Área reservada à catenária – Bi-tubo

	<p>Eixo da via centrado com o eixo do túnel.</p> <p>Suspensões de Catenária fixadas em ambos os lados.</p> <p>Notas:</p> <p>Não foi considerado o modo de fixação dos postaletes ao túnel;</p> <p>Não está incluído o feeder.</p>
	<p>Eixo da via descentrado com o eixo do túnel.</p> <p>Suspensões de Catenária fixadas sempre no mesmo lado.</p> <p>Notas:</p> <p>Não foi considerado o modo de fixação dos postaletes ao túnel;</p> <p>Não está incluído o feeder.</p>

3.1.18.3 Mono-tubo

Os túneis do tipo mono-tubo têm uma extensão máxima de 5 km. Conforme previsto no ponto 4.2.2. da ETI de Segurança em Túneis Ferroviários, nos túneis com mais de 1km devem ser previstos seccionamentos com ligação à terra nos emboquilhamentos.

Não estão previstos Seccionamentos de Lâmina de Ar nos túneis do tipo monotubo, sendo as montagens de Zona Comum as mais desfavoráveis a considerar para efeito de avaliação do espaço necessário para a catenária.

Não foi prevista a possibilidade de montagem de Zonas Neutras Seccionadas no interior dos túneis. Para viabilizar a montagem de Zonas Neutras Seccionadas a secção do túnel terá de ser aumentada.

Considerando todas as montagens de consola necessárias foi definida uma área reservada à catenária, conforme figura do quadro abaixo:

Quadro 7 – Área reservada à catenária – Mono-tubo

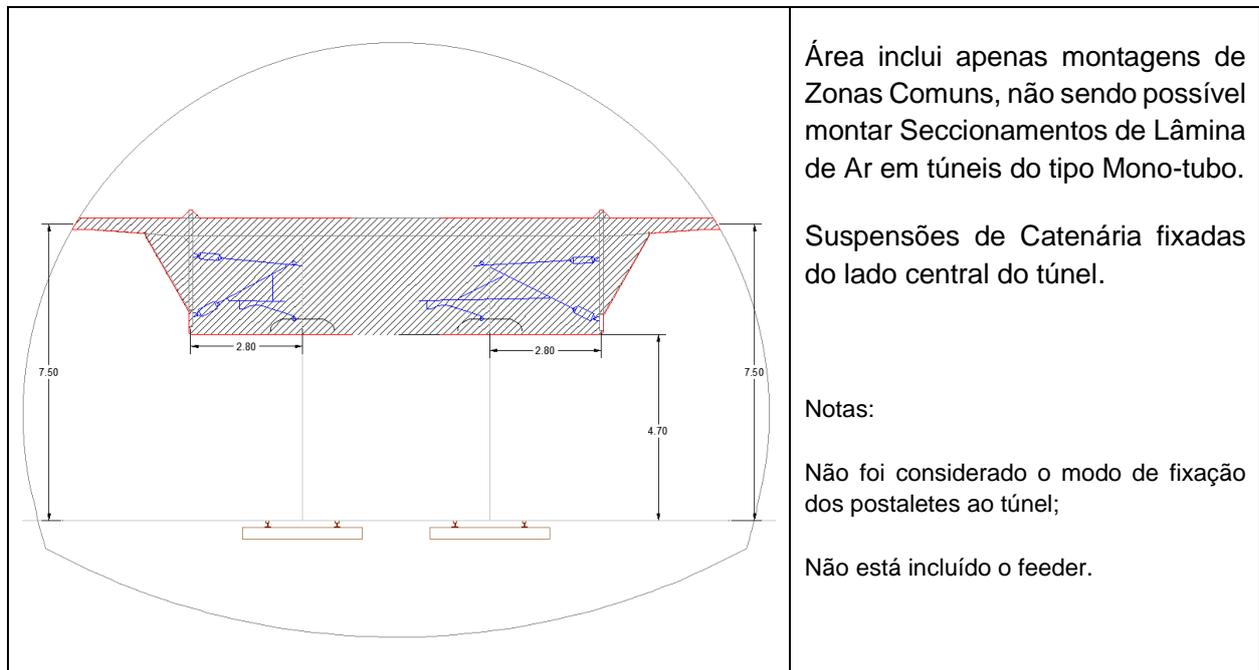
	<p>Área inclui apenas montagens de Zonas Comuns, não sendo possível montar Seccionamentos de Lâmina de Ar em túneis do tipo Mono-tubo.</p> <p>Suspensões de Catenária fixadas do lado central do túnel.</p> <p>Notas:</p> <p>Não foi considerado o modo de fixação dos postaletes ao túnel;</p> <p>Não está incluído o feeder.</p>
--	--

3.1.18.4 Estação LAV

A estação LAV em túnel será eletrificada através de pórticos rígidos com as consolas fixadas em postaletes.

Considerando todas as montagens de consola necessárias foi definida uma área reservada à catenária, conforme figura do quadro abaixo:

Quadro 8 – Área reservada à catenária – Estação LAV



3.1.19 PASSAGENS SUPERIORES

O gabarito vertical das passagens superiores (PS) será, no mínimo, de 8,0 m o que permite assegurar a eletrificação com a catenária à altura e abertura nominal. Também o feeder sob as PS será instalado à altura nominal. Em situações excecionais e devidamente justificadas, poderão ser aceites PS com um gabarito livre de 7,0 m.

A instalação de zonas comuns e seccionamentos de lâmina de ar sob as PS será geralmente evitado. Nas situações em que se verifique vantajoso em termos de piquetagem a colocação de uma zona comum ou seccionamento de lâmina de ar sob uma PS será verificado o gabari disponível e definida uma solução que permita assegurar o cumprimento das guardas de ar.

As passagens superiores serão equipadas com Painéis de Proteção conforme definido na IT.OAP.003.

3.1.20 EQUIPAMENTO (OU APARELHAGEM) ELÉTRICO DE CATENÁRIA

No presente troço será necessário instalar equipamentos elétricos, nomeadamente, transformadores de alimentação e de tensão e aparelhagem de corte (seccionadores, interruptores e disjuntores).

Sempre que necessário interligar várias secções elementares será dada a preferência aos postos tipo barramento.

3.1.20.1 Transformador de Alimentação

Em função das necessidades de alimentação socorrida às instalações técnicas serão previstos transformadores de alimentação com potência nominal de 25, 50 ou 100 kVA. A potência dos transformadores foi definida em função dos requisitos de alimentação de cada uma das instalações técnicas.

A localização dos transformadores de alimentação será a mais próxima possível dos Edifícios Técnicos.

Os transformadores de alimentação serão montados em postes independentes da catenária recorrendo à montagem de princípio do desenho E-3214.

3.1.20.2 Transformador de Tensão

Serão previstos transformadores de tensão independentes nas secções elementares da linha principal. Estes transformadores de tensão serão instalados, sempre que possível, junto aos postos de autotransformador para minimizar o comprimento do cabo de sinal a instalar.

Os transformadores de tensão serão montados em postes de catenária recorrendo à montagem de princípio do desenho EC-237.

3.1.20.3 Aparelhagem de corte

Nos postes de eixo de seccionamento de lâmina de ar serão instalados seccionadores duplos (2x25 kV) de comando único. Estes seccionadores (um ligado à catenária e o outro ligado ao feeder) terão a função de interligar/desligar duas secções elementares adjacentes.

Os seccionadores duplos serão montados em postes de catenária recorrendo à montagem de princípio do desenho EC-126.

Nas estações, PUEC's, PIB's e nos locais onde efetuado o paralelo entre as vias são também previstos interruptores duplos de comando único.

3.1.21 PERFIL TIPO

Atendendo às definições apresentadas nos pontos anteriores, o perfil tipo da catenária em plena via é o apresentado na **Figura 25**. Os cabos de energia ficarão a uma altura, em relação ao plano de rolamento de:

- Fio de contacto (FC) – 5,1 m;
- Cabo de suporte (CS) – 6,5 m;
- Feeder negativo (Fed) – 6,0 m;
- Cabo de terra aéreo (Cdt) – 6,3 m.

Nas montagens em obra de arte, a colocação do feeder terá de ser para o lado da via (**Figura 26**). Considerando que a guarda de ar entre o feeder e a consola terá de ser no mínimo 0,80 m, em obra de arte o feeder ficará instalado a uma altura de aproximadamente 7,4 m. Os restantes cabos mantêm as mesmas cotas.

Nas estações, nos PUEC's e nos PIB's será também prevista a utilização de pórticos rígidos nas zonas dos AMV.

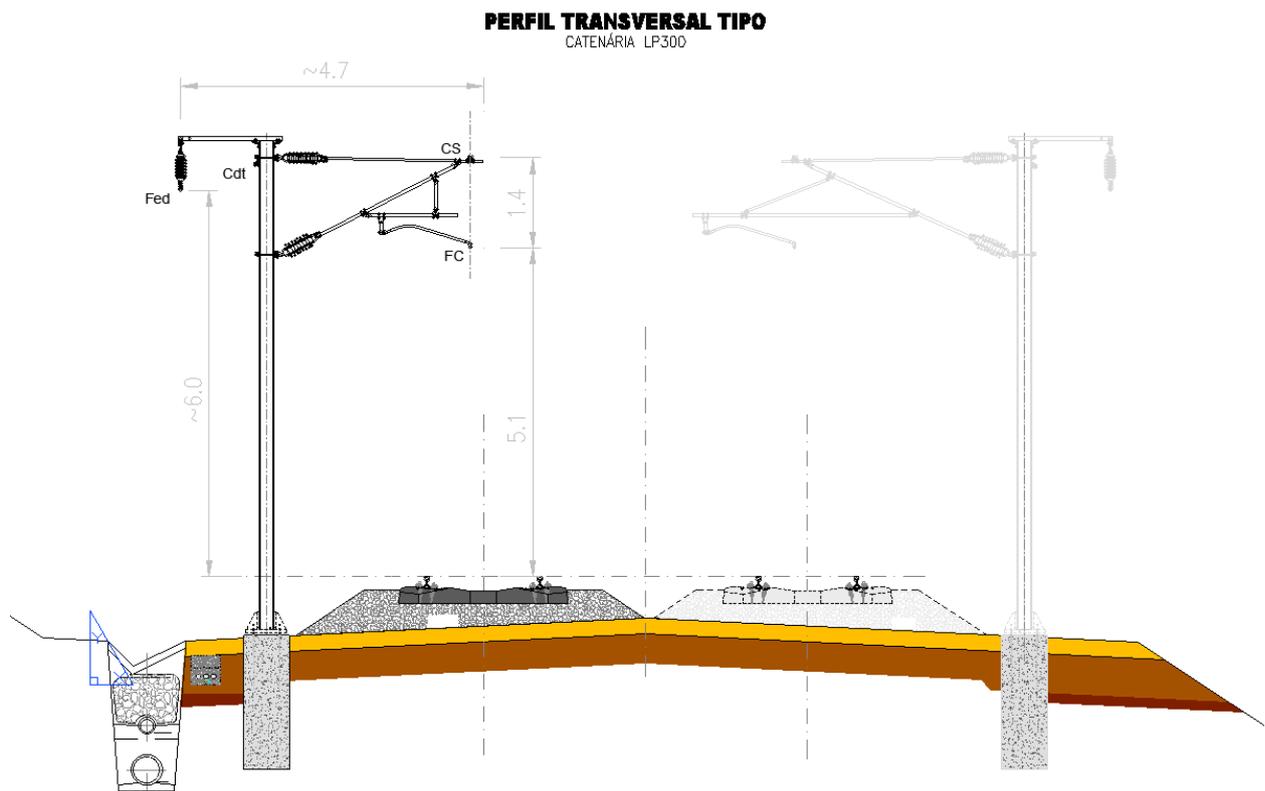


Figura 25 – Perfil tipo da catenária LP300 em Plena Via

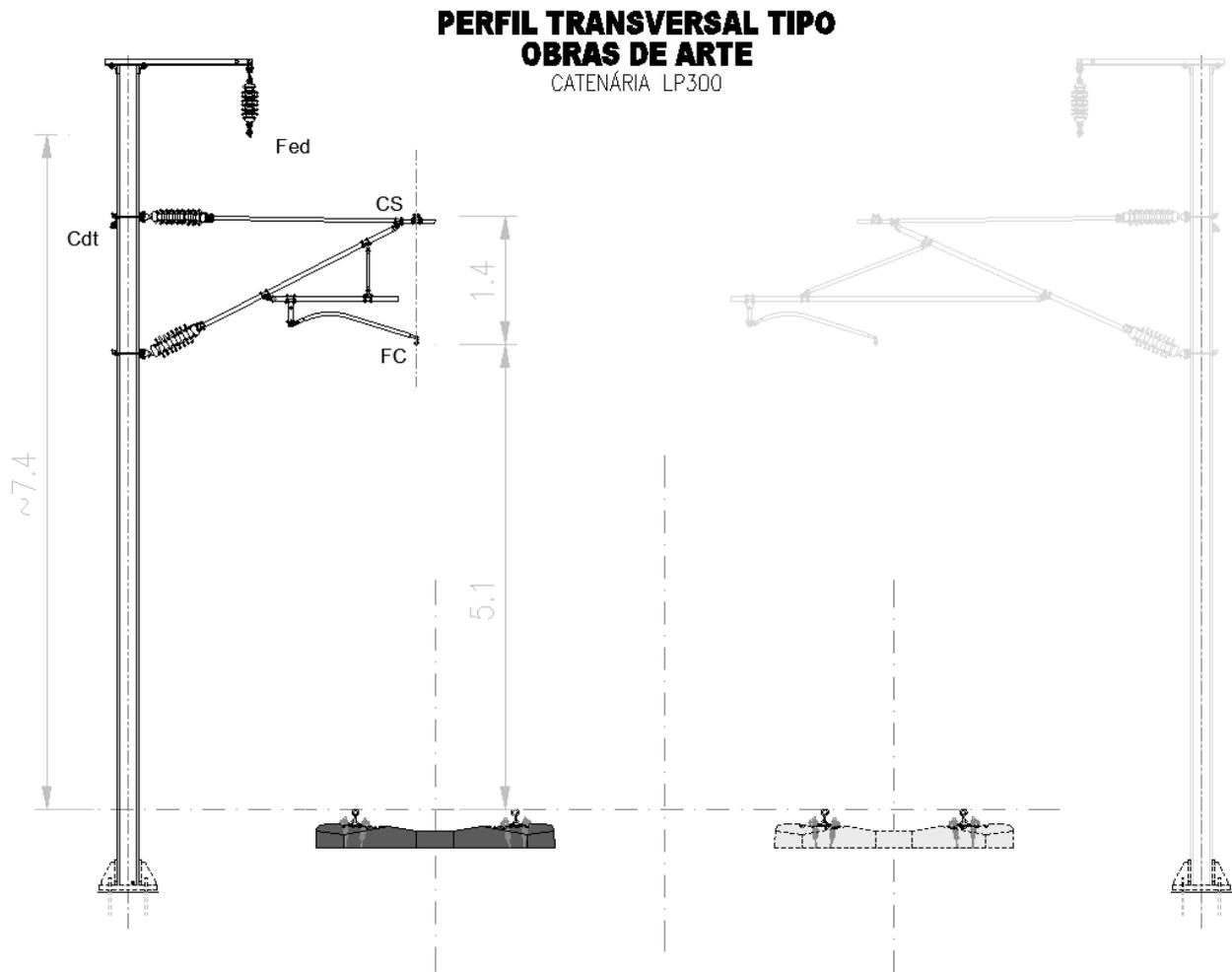


Figura 26 – Perfil tipo da catenária LP300 em Obra de Arte

3.2 ESQUEMA ELÉTRICO

3.2.1 INTRODUÇÃO

O esquema elétrico do presente Projeto será desenvolvido tendo por base os requisitos de eletrificação e o layout de via que corresponde à solução de fixação de traçado aprovada pela IP.

3.2.2 INSTALAÇÃO DE SECCIONAMENTOS DE LÂMINA DE AR

A instalação dos seccionamentos de lâmina de ar (SLA) terá em conta a localização indicada no esquema elétrico, tendo por base as práticas instituídas designadamente:

- Estações com Sinalização de Manobras
 - O SLA será montado entre o sinal de entrada (S1 ou S2) e o sinal limite de manobras, se a distância entre eles o permitir;
 - Quando a distância entre o sinal de entrada e o sinal limite de manobras não permita a montagem de um SLA, este será colocado de modo a ficar o mais próximo possível do sinal de entrada, respeitando a distância mínima compatível com o comprimento máximo dos comboios entre o poste limite do SLA e o sinal de entrada. Considerou-se um comprimento de 400 m.
- Estações sem Sinalização de Manobras
 - O SLA será montado entre o sinal de entrada (S1 ou S2) e a junta da contralança do AMV de entrada.
- O SLA não poderá ser montado em curvas de raio inferior a 4000 m.

Tratando-se do sistema 2x25 kV, os SLA serão equipados com um seccionador duplo mais um transformador de tensão em postes diferentes.

3.2.3 TELECOMANDO DE SECCIONADORES

Os cabos a utilizar para alimentação, sinal e comando associado aos equipamentos elétricos de catenária, serão os indicados na IT.ENT.001 da IP.

Estes cabos são encaminhados para o Edifício Técnico mais próximo. Não está prevista a construção de cabinas destinadas exclusivamente ao telecomando de catenária.

3.2.4 LIGAÇÃO À SUBESTAÇÃO E AOS POSTOS AUTOTRANSFORMADOR

No troço Soure / Aveiro (Oiã) está prevista a construção de uma subestação de tração. Para o sistema 2x25 kV serão também instalados 5 postos autotransformador e 3 postos autotransformador de zona neutra, espaçados sensivelmente 10km entre si.

3.2.5 INSTALAÇÃO DE ZONAS NEUTRAS

No âmbito da presente eletrificação estão previstas onze zonas neutras, conforme descrito em 3.1.11.

3.3 INTERFACES

Serão definidas soluções compatíveis com as infraestruturas de catenária dos troços adjacentes ao presente Lote e das ligações à Linha do Norte.

As interfaces a considerar são a norte a ligação ao troço do Lote A e a Ligação à Linha do Norte de Oiã, em Coimbra a Ligação à Linha do Norte da Adémia e a Ligação à Linha do Norte de Taveiro, e a sul a ligação ao troço da Fase 2 e a Ligação à Linha do Norte de Soure.

No que diz respeito às restantes especialidades consideram-se as seguintes interfaces:

- Infraestrutura
 - O projeto de eletrificação é desenvolvido com base no perfil transversal tipo. A colocação dos postes de catenária encontra-se compatibilizada com os restantes elementos longitudinais, designadamente a drenagem e o caminho de cabos;
 - A dimensão e dimensionamento da plataforma asseguram as condições para a colocação dos apoios de catenária.
- Retorno de Corrente de Tração, Terras e Proteções
 - O cabo de terra aéreo faz parte do projeto de catenária. A continuidade longitudinal do cabo de terra aéreo é sempre assegurada;
 - A interface com o RCT+TP é feita nas barras das caixas de inspeção das LTI e LEAE onde se ligam os postes;
 - Todos os postes equipados com aparelhagem de catenária (seccionador, transformador de tensão, transformador de alimentação e descarregador de sobretensões) serão ligados através de LEAE ou LTI ao sistema de terras.
- Obras de arte especiais
 - O projeto de eletrificação é desenvolvido com base no perfil transversal tipo definido para as obras de arte especiais;
 - O dimensionamento das obras de arte prevê os esforços resultantes dos postes e espias.
- Passagens superiores
 - O gabari vertical das passagens superiores especificado assegura as condições de eletrificação, conforme descrito em 3.1.19. É evitada a colocação de postes por baixo das passagens superiores.
- Passagens inferiores
 - A piquetagem de catenária, sempre que possível, evita a colocação de postes sobre passagens inferiores.

-
- Alimentação de Edifícios Técnicos
 - A alimentação dos edifícios técnicos a partir da catenária é realizada conforme especificações da IT.ENT.001;
 - O projeto de catenária prevê a instalação dos cabos até ao quadro elétrico do edifício.
 - Sinalização
 - A piquetagem de catenária encontra-se compatibilizada com a localização dos sinais, conforme descrito em 3.2.2;
 - A implantação dos postes respeita o perfil tipo assegurando a visibilidade necessária para os sinais.
 - Caminho de Cabos
 - Os cabos de energia (sinalização, energia e comando) dos equipamentos de catenária serão instalados em tubo previsto no caminho de cabos;
 - Estes cabos são direcionados para o edifício técnico mais próximo.

4 SISTEMA DE ENERGIA DE TRAÇÃO

A eletrificação da linha de alta velocidade Porto-Lisboa será realizada no sistema de corrente alternada a 2×25 kV / 50 Hz sendo necessária a construção de cinco novas Subestações de Tração (SST) para a alimentação de toda a linha, em sua fase final. A configuração das subestações foi definida promovendo o equilíbrio no comprimento dos setores alimentados pelas subestações, tendo como limite máximo cerca de 35 km de extensão por setor o que resulta numa distância entre subestações de aproximadamente 60 km.

Entre subestações e à frente de cada subestação será colocada uma zona neutra (ZN). A ZN tem como função separar eletricamente duas subestações e os sectores alimentados por transformadores diferentes da mesma subestação.

O sistema de energia é ainda composto pelos Postos Autotransformador (PAT). No sistema 2×25 kV a ligação elétrica entre a catenária e o feeder, ao longo da linha, é feita por intermédio de autotransformadores que distribuem a corrente pelos dois condutores reduzindo a corrente de retorno pelo conjunto carril e terra. De modo a promover o equilíbrio de tensões entre feeder-catenária e a evitar quedas acentuadas de tensão na catenária as Zonas Neutras previstas na Linha AV Porto-Lisboa possuem também autotransformadores no seu parque de equipamentos.

A tipologia adotada na construção da nova Linha AV Porto-Lisboa permite interligações entre a Linha AV e a restante RFN, sendo necessária a separação elétrica entre os setores já alimentados por subestações existentes e os novos setores. Esta separação será feita por intermédio de ZN.

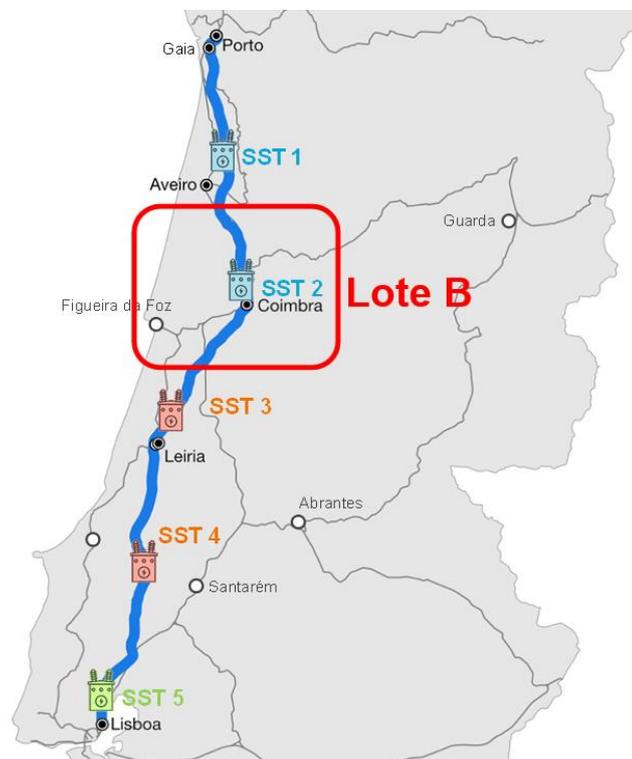


Figura 27 - Localizações preliminares das subestações de tração da Linha AV

4.1 SUBESTAÇÃO DE TRACÇÃO

A eletrificação do troço Soure – Aveiro (Oiã) será realizada no sistema de corrente alternada a 2x25 kV / 50 Hz. Este troço será alimentado por uma nova Subestação de Tração, denominada nesta fase de Subestação de tração 2 (SST 2). A SST destina-se ao fornecimento de energia elétrica em permanência à catenária, garantindo assim a energia necessária para as circulações ferroviárias.

No período após o término da Fase 1 da linha Porto-Lisboa, os setores de abrangência da SST 2 podem ser divididos da seguinte forma:

- Setor Norte – Linha AV entre SST2 e ZN 1-2; e
- Setor Sul – Linha AV entre SST2 e Soure.

O setor norte será delimitado por uma ZN (ZN1-2) dotada de autotransformadores e possuirá dois PAT. O setor sul terminará em Soure, na interligação com a linha do Norte. Previsivelmente o setor sul possuirá 3 PAT e uma ZN com 2 autotransformadores (ZN2-3). A ZN2-3, nesta fase, não terá função de ZN pois não irá separar áreas de alimentação de SST diferentes, esta função será feita na ZN de interligações com a rede convencional.

A rede elétrica de alimentação à catenária, após término da Fase 1, terá a configuração apresentada na Figura 28:

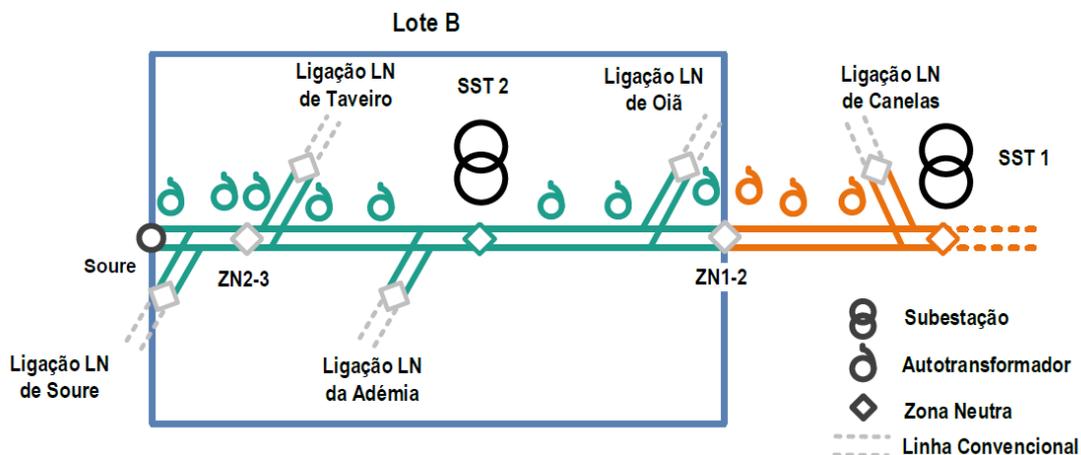


Figura 28 – Sistema de energia do Lote B e respetivas fronteiras após término da Fase 1

Analisando toda a linha Porto-Lisboa de forma integrada, na sua fase final, os setores de abrangência da SST podem ser divididos da seguinte forma:

- Setor Norte – Linha AV entre SST2 e ZN 1-2; e
- Setor Sul – Linha AV entre SST2 e ZN 2-3.

O setor norte será delimitado por uma ZN a norte (ZN1-2) dotada de autotransformadores e possuirá dois PAT. O setor sul terminará na ZN 2-3, que separará as zonas de alimentação da SST2 e SST3, e possuirá 2 PAT e uma ZN com 2 autotransformadores (ZN2-3). Os setores da SST (norte e sul) serão também delimitados pelas ZN das interligações à linha convencional.

A configuração da rede elétrica de alimentação à catenária pode ser verificada na **Figura 29**:

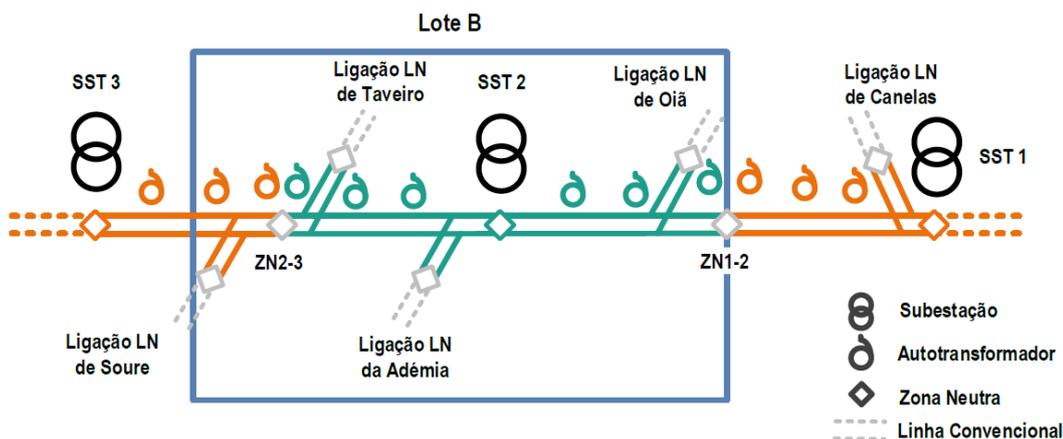


Figura 29 – Sistema de energia do Lote B e respetivas fronteiras integrado na restante linha de alta velocidade Porto-Lisboa

4.1.1 LOCALIZAÇÃO

Tomando em consideração os eixos do troço em análise em fase de estudo prévio foram identificadas várias áreas de localização viáveis para a implantação da SST 2.

As localizações foram escolhidas de modo a promover o equilíbrio no comprimento dos setores da subestação, reduzindo assim as perturbações na rede AT/MAT, e de forma a promover a harmonização com a instalação de subestações futuras viabilizando a alimentação da Linha AV Porto-Lisboa em toda a sua extensão. A escolha das localizações para a subestação teve em conta a minimização dos possíveis impactos associados à alimentação de energia à subestação, nomeadamente a construção de linhas AT/MAT e Postos de Corte.

Quadro 9 – Possíveis localizações da SST 2

Eixo	Mancha de localização	Solução	Pk previsto	Lado
Eixo 4	Pk 206+600 – pk 207+900	4.1	207+400	Esq.
	Pk 210+300 – pk 211+600	4.2	211+100	Esq.
Eixo 5	Pk 208+400 – pk 213+600	5.1	209+000	Esq.
		5.2	209+700	Esq.

4.1.2 LINHAS DE ALIMENTAÇÃO

A alimentação à Subestação 2 far-se-á, previsivelmente, por uma linha dupla trifásica proveniente da Rede Nacional de Transporte de Eletricidade (RNT) no patamar da Muito Alta Tensão (MAT), respeitando os parâmetros definidos no Regulamento de Qualidade de Serviço.

A alimentação será proveniente de linhas MAT 400 kV ou de linhas MAT 220 kV e terá as seguintes características:

- Tensão de alimentação: até 400 kV;
- Extensão das linhas: até 8 km (aproximadamente);
- Tipologia das linhas: aéreas.

As intervenções nas SE da REN e a construção das linhas de alimentação MAT são da responsabilidade da REN. A ligação à RNT através de uma linha já existente implica a abertura de um circuito da linha MAT sendo necessária a construção de um posto de corte. É previsível que o posto de corte seja construído nas imediações da SST 2 com uma área de implantação de cerca de 1,2 ha.

Nas condições em que seja tecnicamente inviável a ligação à RNT, podem ser estudadas alternativamente soluções de ligação à Rede Nacional de Distribuição (RND) no patamar da alta tensão, sendo que nesta situação deve ser instalado no parque da Subestação equipamentos de compensação de desequilíbrio.

As alimentações carecem de viabilização por parte dos gestores de infraestruturas da RNT e RND, a REN e E-REDES respetivamente.

4.1.3 ÁREA DE OCUPAÇÃO

As ações construtivas mais relevantes relacionadas com a construção da SST serão a desmatagem e decapagem do terreno, e a regularização do terreno. Se recuperável, toda a vegetação arbórea removida abrangida pelos trabalhos, deverá ser transplantada.

A implantação prevista para a SST ocupará uma área de aproximadamente 1,6 ha (145 x 110 m). A subestação terá, previsivelmente, uma disposição perpendicular à via-férrea, com as entradas de alimentação MAT 400 ou 220 kV em local oposto às saídas 2x25 kV. Junto às saídas 2x25 kV será construído um edifício de suporte técnico ao comando da subestação e um armazém. Os equipamentos MAT e de 25 kV serão dispostos em recintos separados e vedados denominados de parques MAT e MT respetivamente, conforme verificado na **Figura 30**:

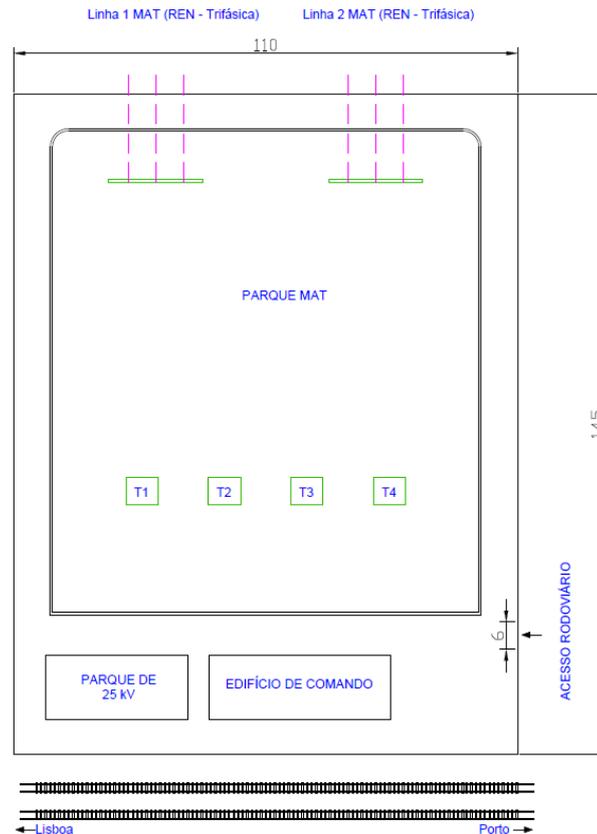


Figura 30 - Implantação tipo SST2 (145 x110 m)

Dependendo estabilização da solução definida para o eixo de linha final e para a localização da subestação a configuração da instalação pode sofrer alterações, nomeadamente a nível do posicionamento do recinto relativamente à via, do lado do acesso rodoviário, das disposições dos parques MAT e 25 kV e da configuração e disposição do edifício técnico.

De forma resumida a SST será composta pelos seguintes elementos:

- Chegadas de linha trifásicas aéreas (até 400 kV) em pórtico;
- Parque de equipamento de MAT com função de seccionamento, corte, medida e proteção;
- Transformadores de potência;
- Parque de equipamento exterior de 25 kV e saídas da catenária (2x25 kV);
- Edifício de comando e controlo com sala de equipamentos compactos de 25 kV com função de seccionamento, corte, medida e proteção.

Deverá ainda ser previsto um acesso à SST através de uma ligação da entrada do portão principal a uma estrada existente, com largura suficiente que permita o fácil acesso dos veículos de transporte dos equipamentos da SST. O caminho até ao local de descarga dos transformadores de potência deverá permitir suportar o transporte dos mesmos e será construído em betuminoso. O acesso deverá ser compatibilizado com os caminhos existentes para acesso a áreas envolventes. Deverão ser

previstos os trabalhos de regularização do caminho, escavação, aterro e compactação de forma a permitir o transporte dos equipamentos, principalmente dos transformadores de potência.

4.1.4 EDIFÍCIO TÉCNICO

A subestação possuirá no seu interior um edifício, em betão armado, com instalações técnicas e de apoio destinadas a albergar os painéis de comando, armários de equipamentos de proteção, contagem de energia elétrica e telecomunicações, carregadores e baterias de tensão contínua da subestação de tração e um armazém. A área total da implantação do edifício será 40 x 14 metros.

O edifício deve possuir as seguintes divisões:

- Sala de comando;
- Sala dos Quadros MT e acesso à cave;
- Celas para transformadores de serviços auxiliares;
- Cave;
- Sala para telecomunicações;
- Salas de baterias;
- WC;
- Armazém;
- Gabinete.

O abastecimento de água ao Edifício de Comando deve ser efetuado a partir da rede pública, ou na sua ausência através de furo aberto no local.

O edifício deverá ser alvo de uma integração urbana e paisagística.

4.1.5 EQUIPAMENTO DE AT/MAT

O equipamento AT/MAT, destinado à Subestação, será instalado no exterior e terá as seguintes características comuns, exceto no que for especificamente indicado:

Serviço..... Exterior
Nível de poluição/proximidade do mar..... forte
Frequência especificada 50 Hz
Tensão máxima até 420 kV

Tensão de ensaio à onda de choque (1,2/50 μ s) até 1425 kV (valor de crista)

Tensão de ensaio à frequência industrial durante 1 minuto até 630 kV (valor eficaz)

O parque AT/AMT será constituído pelos seguintes equipamentos:

- Seccionadores tripolares com faca de ligação à terra;
- Seccionadores tripolares;
- Seccionadores bipolares;
- Transformadores de tensão;
- Transformadores de intensidade;
- Disjuntores tripolares;
- Disjuntores bipolares;
- Descarregadores de Sobretensões;
- Transformadores de potência monofásicos com 45 MVA de potência nominal, conforme classe IXB, EN50329.

Os maciços dos transformadores devem prever interligação a um ou mais reservatórios com capacidade para retenção de óleos dos transformadores. O reservatório deverá concebido de forma a separar naturalmente, por gravidade, o óleo da água através de um sistema separador de hidrocarbonetos.

4.1.6 EQUIPAMENTO DE 25 kV

4.1.6.1 Equipamento exterior

O equipamento exterior de 25 kV terá as seguintes características comuns, exceto no que for especificamente indicado:

Serviço..... Exterior
Nível de poluição/ proximidade do mar.....forte
Frequência especificada 50 Hz
Classe de isolamento 52 kV
Tensão de ensaio à onda de choque..... 250 kV (valor de crista)
Tensão de ensaio à frequência industrial durante 1 minuto95 kV (valor eficaz)
Corrente de curto-circuito máxima fase-terra 15 kA

O parque exterior de 25 kV será constituído pelos seguintes equipamentos:

- Seccionadores bipolares;
- Transformadores de tensão;
- Transformadores de intensidade toroidais;
- Descarregadores de Sobretensões;
- Isoladores.

4.1.6.2 Equipamento interior

O equipamento de corte, seccionamento, medida e proteção no nível de tensão de 25 kV será do tipo monobloco compacto e instalado no interior do edifício técnico, em espaço dedicado. A utilização destes equipamentos permite uma baixa manutenção necessária, altos níveis de fiabilidade e segurança, menor exposição aos elementos e baixo impacto visual.

A escolha dos equipamentos deve minimizar o GWP (Potencial de Aquecimento Global) da instalação na sua globalidade.

Serão instalados dois Quadros MT com o mínimo de 6 celas cada, com as funções descritas abaixo:

Quadro MT – A:

- Cella 1 A – Chegada do Transformador 1;
- Cella 2 A – Feeder Disjuntor 1;
- Cella 3 A – Feeder Disjuntor 2;
- Cella 4 A – Alimentação Transformador de Serviços Auxiliares 1;
- Cella 5 A – Chegada do Transformador 3;
- Cella 6 A – Interquadros A-B.

Quadro MT – B:

- Cella 1 B – Interquadros B-A;
- Cella 2 B – Chegada do Transformador 3;
- Cella 3 B – Alimentação Transformador de Serviços Auxiliares 2;

- Cella 4 B – Feeder Disjuntor 3;
- Cella 5 B – Feeder Disjuntor 4;
- Cella 6 B – Chegada do Transformador 2.

Os quadros MT deverão ter as seguintes características comuns:

Fabrico segundo norma	IEC 60466
Serviço.....	Interior
Isolamento elétrico	Gás, vácuo ou sólido
Frequência especificada	50 Hz
Tensão de serviço	27,5 kV
Corrente de curto-circuito 1s.....	25 kA
Tensão de ensaio à onda de choque (fase-terra).....	250 kV
Tensão de ensaio à frequência industrial (fase-terra)	95 kV

As celas dos transformadores auxiliares deverão dispor de vasos para retenção de óleo com interligação ao reservatório destinado aos autotransformadores.

4.1.6.3 Serviços auxiliares

Os transformadores de serviços auxiliares 26 500 / 230V com porta-fusíveis serão instalados dentro de celas protegidas, no interior do edifício, que não permitam qualquer contacto acidental do exterior com qualquer parte do equipamento.

Os transformadores, quando em volume de óleo, serão equipados com dispositivos próprios de proteção tais como, relé Buchholz, termóstato e indicador de nível de óleo. As celas deverão dispor de vaso para retenção dos óleos com interligação ao reservatório destinado aos transformadores de potência.

4.1.7 PROTEÇÃO AVIFAUNA

O projeto de construção da SST deverá ter em conta as orientações/medidas de proteção ambiental caracterizadas pelo Instituto de Conservação da Natureza no “Manual de Apoio à análise de projetos relativos à instalação de linhas aéreas de distribuição e transporte de energia elétrica”, sempre que aplicável.

4.1.8 PRODUÇÃO ELÉTRICA FOTOVOLTAICA

A eficiência energética assume-se atualmente como um dos eixos prioritários de atuação em matéria de sustentabilidade no nosso país.

Da nova Política Energética definida pelo Governo destacam-se os seguintes objetivos:

- Melhorar substancialmente a eficiência energética do País (redução em 25% do consumo até 2020), com o Estado como primeiro exemplo (redução de 30% do consumo até 2020), combatendo os desperdícios, contribuindo para a melhoria da balança de pagamentos e para um mais cabal cumprimento dos objetivos de sustentabilidade;
- Garantir fontes de energia final a preços relativamente competitivos, contribuindo para reduzir os custos intermédios das empresas e aumentar a sua competitividade nos mercados internacionais.

Estes objetivos enquadram-se no disposto pela Resolução do Conselho de Ministros n.º 20/2013, que aprova o Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética (Estratégia para a Eficiência Energética - PNAEE 2016) e pelo Plano Nacional de Ação para as Energias Renováveis (Estratégia para as Energias Renováveis - PNAER 2020), cabendo à Direção Geral de Energia e Geologia (DGEG) a missão de contribuir para a conceção, promoção e avaliação das políticas relativas à energia.

As empresas consumidoras intensivas de energia, onde se enquadra a IP, assumem um papel determinante para a concretização destes objetivos, recolhendo igualmente vantagens já que tal poderá representar uma diminuição de custos e tornando-se assim mais eficientes.

Para além dos custos associados ao consumo de energia realçam-se os impactes sobre o Clima, decorrentes das emissões de gases com efeito de estufa (GEE) associada, cuja relevância ficou patente na 21ª Conferência das Partes da Convenção - Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (COP 21), realizada em Paris no final do ano de 2015.

No setor ferroviário identificam-se dois grandes grupos consumidores de energia:

- o consumo de energia elétrica para tração dos comboios, diretamente relacionado com o serviço prestado pela IP de “fornecimento de uma infraestrutura de transporte ferroviário”;
- os consumos de energia inerentes aos sistemas e processos que sustentam a restante atividade da empresa.

É nesse sentido que se identifica a oportunidade de associar às infraestruturas de tração a produção de energia elétrica a partir de fontes renováveis, nomeadamente solar fotovoltaico, devidamente alinhada com os objetivos de eficiência energética e também com o objetivo de aumentar a competitividade do setor ferroviário, possibilitando o acesso a energia elétrica com custos de produção mais baixos e estáveis.

As subestações de tração encontram-se ligadas à RNT ou RND e têm como função alimentar os comboios com tração elétrica numa determinada extensão de linha férrea. Pretende-se preparar a subestação de tração com a capacidade para receber energia elétrica proveniente de um parque fotovoltaico e capacidade de injeção dessa energia para a rede pública de transporte através das

linhas de alimentação trifásicas. A energia produzida serviria para suprir as necessidades locais de energia da subestação de tração e o excedente injetado na rede pública para ser consumido nas restantes instalações ferroviárias.

A dimensão do aproveitamento solar fotovoltaico é condicionado pela capacidade de receção da rede pública (RNT ou RND) de nova produção renovável e da disponibilidade de solo na periferia das subestações de tração e das linhas ferroviárias para a instalação do parque fotovoltaico.

As subestações de tração beneficiam de duas vantagens que influenciam de forma positiva esta solução:

- já se encontram equipadas com as linhas de ligação à rede pública, seja a RNT ou RND, e a generalidade dos sistemas necessários para essas interligações;
- a existência de necessidades locais de consumo de energia que limita a utilização da RNT ou RND.

No âmbito da construção da subestação de tração necessária para o presente troço, o parque da subestação de tração será dimensionado para acomodar as necessidades adicionais para receção de energia a partir de um parque solar fotovoltaico. No âmbito deste investimento ou investimento associado, será estudada a viabilidade de construção de um parque solar fotovoltaico para interligação a esta subestação de tração.

De forma resumida o parque será composto por:

- Sistema de produção fotovoltaica;
- Sistemas de inversão e transformação da energia elétrica;
- Interligação Parque-Subestação;
- Caminhos internos e vedação;
- Edifício técnico e postos.

Deverá ainda ser previsto um acesso ao parque através de uma ligação da entrada do portão principal a uma estrada existente, com largura suficiente que permita o fácil acesso dos veículos de transporte dos equipamentos. O parque deverá ter todo o seu perímetro deverá ser delimitado por vedação metálica.

A energia produzida será principalmente dedicada ao tráfego ferroviário e à alimentação de instalações técnicas. A produção de energia a partir de fontes renovável permitirá a diminuição da pegada ambiental do setor ferroviário nacional na sua globalidade, aumentando assim a sua competitividade.

4.1.9 ESPECIFICAÇÕES DIVERSAS

4.1.9.1 **Proteções**

Toda a instalação será protegida contra defeitos elétricos através de proteções digitais que monitorizam permanentemente os parâmetros de tensão e corrente e outros no caso dos transformadores (temperatura, Buchholz, sobrepressão, nível de óleo, etc.).

4.1.9.2 **Encravamentos**

A proteção contra manobras indesejadas de equipamentos será garantida através de um conjunto de enclavamentos mecânicos e elétricos.

4.1.9.3 **Telecomando, telesinalização, sinalização local e telemedida**

A operação e comando da subestação serão efetuados, em situação normal, remotamente a partir de um CCO (Centro de Comando Operacional), pelo que normalmente esta se encontra desguarnecida. O comando também poderá ser feito localmente em situações ocasionais.

Devem ter sinalização local e telesinalização todas as informações disponíveis pela aparelhagem, podendo algumas das informações surgirem associadas numa mesma sinalização conforme a sua importância.

As características das grandezas de tensão e corrente serão tratadas localmente e enviadas para o CCO e um servidor central para monitorização da performance da instalação.

4.1.9.4 **Contagem de energia**

O sistema de contagem de energia elétrica, para as duas alimentações, deve ficar instalado no edifício de comando em painel apropriado, com a funcionalidade de telecontagem.

4.1.9.5 **Iluminação e tomadas**

Os circuitos de iluminação e tomadas serão alimentados, em serviço normal, pelos transformadores de potência dos serviços auxiliares, que fornecerão a tensão alternada 230 V – 50 Hz ao quadro geral dos serviços auxiliares de corrente alternada (SACA).

Iluminação interior:

A instalação elétrica será feita em calha técnica e será equipada com lâmpadas de tecnologia LED. A iluminação do WC será feita com armaduras estanques. Nas salas de baterias serão utilizadas luminárias destinadas à utilização em ambientes potencialmente explosivos.

Iluminação exterior:

A subestação deve ser dotada de um sistema de iluminação exterior de tecnologia LED ou LEP e deverão ser estanques e possuir um índice de proteção não inferior a IP55.

Existirão dois níveis de iluminação:

- 1º Nível: Normal – Iluminação com redução de fluxo luminoso, por variação de tensão aplicada (Dimmer) ou por redução do número de armaduras ligadas;
- 2º Nível: Reforço – Iluminação sem redução de fluxo luminoso ou com todas as armaduras ligadas (100% fluxo).

A iluminação exterior poderá ser controlada localmente na sala de comando da subestação ou remotamente por telecomando. O funcionamento da mesma será condicionado pelo funcionamento de uma célula fotoelétrica e um relógio.

No parque de equipamentos AT e MT a iluminação será realizada através de projetores. Estes devem ser instalados com uma altura útil (acima do solo) de cerca de 4 m.

No exterior, por cima de cada porta de entrada no edifício, será colocada iluminação com armadura estanque. Além das portas, todo o perímetro do edifício deverá ser iluminado.

Deverá ser garantido junto ao portão principal um projetor.

Tomadas:

A instalação elétrica será feita em calha técnica e todas as tomadas serão monofásicas, de 16 A, com terra.

O Edifício de Comando deve ser dotado de um sistema de tomadas interiores.

Estes circuitos de BT devem ser instalados no interior de calhas técnicas de montagem saliente, ou nos tubos, caleiras e chão falso existente.

Devem ser instaladas tomadas monofásicas com terra, de 16 A, tipo “Schuko”, distribuídas de forma uniforme.

4.1.9.6 Terras

Na subestação deve ser implantada uma rede geral de terras, em cabo de cobre nu de secção não inferior a 120 mm², enterrado a uma profundidade mínima 1,0 m, com um determinado número de tomadas, com caixas de visita, repartidas uniformemente por toda a superfície, de tal modo que o valor total da terra não ultrapasse 1 Ω, medido nos meses de verão, e antes de ligar à terra da catenária e aos cabos de guarda das linhas da REN.

As ligações à terra dos diversos aparelhos e das estruturas metálicas serão efetuadas em cabo de alumínio LXV com 120 mm².

A equipotencialização de todas as massas metálicas da instalação, que não estejam em tensão, deve ser assegurada através da sua ligação direta à rede geral de terras por ligações apropriadas.

4.1.9.7 Armário da barra zero

O Armário da Barra Zero será instalado, no interior da subestação, entre o pórtico de saída para a catenária e o muro da vedação.

O Armário da Barra Zero será equipado com três barras de alumínio de secção adequada à qual ligarão respetivamente os seguintes condutores:

- Cabos dos neutros dos Transformadores;
- Cabos provenientes do circuito de retorno;
- Cabos de ligação à malha de terra da Subestação.

Deverá conter transformadores de corrente do tipo toroidal.

4.1.9.8 Circuito de retorno

Serão colocados os tubos necessários para a passagem dos cabos de retorno entre o Armário de Barra Zero e a caixa do circuito de retorno situada no exterior da subestação de onde derivarão as ligações para os carris e as interligações CdTA /CdTE.

4.1.9.9 Barramentos e Estruturas

A instalação de barramentos e cabos nus deverá respeitar a regulamentação aplicável nomeadamente no que se refere às distâncias ao solo.

A secção dos cabos e ligadores deverá ser dimensionada para as solicitações elétricas e mecânicas a que estes forem sujeitos.

Estes barramentos assentarão em isoladores sobre estruturas metálicas, e toda a aparelhagem exterior, que pela sua natureza de funcionamento deva estar afastada do solo, deve ser instalada em suporte metálico adequado.

Nos barramentos de maior diâmetro, deverão ser previstas peças de adaptação (braçadeiras de ligação à terra) de menor diâmetro de forma a permitir a utilização de Varas de terra com cabeça de menor peso e dimensão.

Todas as peças em material ferroso (postes, tubos, perfis, fundições) serão galvanizadas a quente, por imersão, após desengorduramento, fluzagem em solução aquosa de cloreto duplo de amónia e zinco, e lavagem.

4.1.10 SISTEMA DE PROTEÇÃO ATMOSFÉRICA

Deverá ser dimensionado e instalado um sistema de proteção contra descargas atmosféricas diretas através de instalação de para-raios e um conjunto de cabos de guarda distribuídos sobre o Parque Exterior de Aparelhagem (AT/MAT e MT), interligado aos cabos de guarda das linhas aéreas da REN.

4.2 POSTOS AUTOTRANSFORMADORES

Os Postos Autotransformadores são necessários para garantir o funcionamento do sistema de eletrificação 2x25 kV / 50 Hz e serão instalados com um espaçamento médio entre si (ou entre o Posto e a Subestação) de aproximadamente 10 km.

O equipamento de corte, seccionamento, medida e proteção de 25 kV será do tipo monobloco compacto e instalado no interior do edifício técnico. A escolha pela utilização de equipamentos interiores deve-se à baixa manutenção necessária, altos níveis de fiabilidade e segurança, menor exposição aos elementos e baixo impacto visual. O autotransformador será instalado em cela própria no edifício.

Cada Posto Autotransformador ocupará uma área de aproximadamente 28 x 24 m. O recinto ficará vedado, com um pequeno muro e vedação em malha de arame, onde será instalado o edifício técnico, com aproximadamente 21 x 8,5 m, e os equipamentos exteriores, nomeadamente os pórticos de saída para a catenária e feeder.

A escolha dos equipamentos deve minimizar o GWP (Potencial de Aquecimento Global) da instalação na sua globalidade.

Resumidamente o Posto Autotransformador será composto pelos seguintes elementos:

- 2 ligações à catenária/feeder aérea em pórtico;
- Edifício de comando e controlo com sala de equipamentos compactos de 25 kV com função de seccionamento, corte, medida e proteção;
- 1 autotransformador 2x25 kV;
- 1 transformador de serviços auxiliares.

O equipamento compacto será disposto num Quadro MT com o mínimo de 4 celas, com as funções descritas abaixo.

- Cela 1 – Disjuntor Linha 1;
- Cela 2 – Disjuntor Linha 2;
- Cela 3 – Disjuntor Autotransformador;
- Cela 4 – Transformador Auxiliar.

O maciço do autotransformador deve prever uma interligação a um reservatório com capacidade para retenção de óleos. O reservatório deverá concebido de forma a separar naturalmente, por gravidade, o óleo da água através de um sistema separador de hidrocarbonetos. A cela do transformador auxiliar deverá dispor de vaso para retenção de óleo com interligação ao reservatório destinado ao autotransformador.

Para cada Posto será previsto um acesso rodoviário com ligação à via pública. Os acessos rodoviários a construir serão compatíveis com a circulação de veículos pesados. As condições de dimensionamento permitirão o transporte dos autotransformadores até aos postos e sua remoção para ações de reparação.

A implantação tipo prevista para os Postos Autotransformador é a apresentada na figura seguinte (Figura 31).

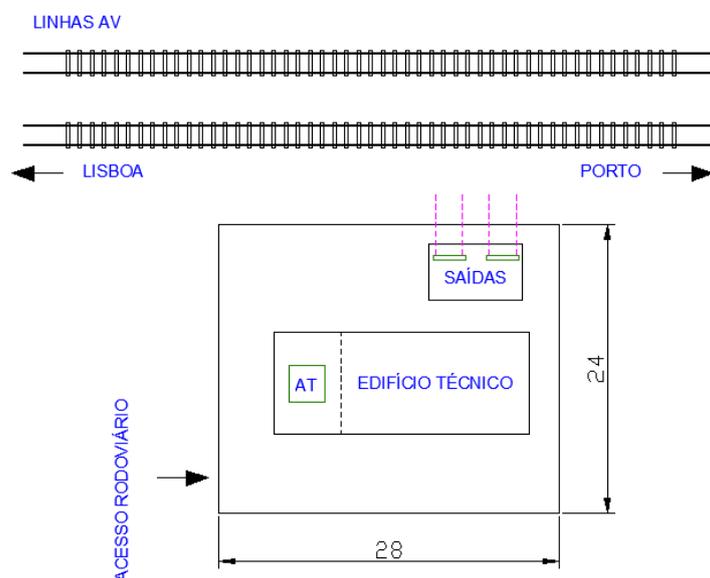


Figura 31 – Implantação tipo prevista para os Postos Autotransformador

4.3 ZONAS NEUTRAS

A separação elétrica dos setores de catenária alimentados por Subestações de Tração diferentes é efetuada numa Zona Neutra. Os Postos de Zona Neutra permitem efetuar a operação elétrica da Zona Neutra. Adicionalmente nos parques de equipamentos dos Postos de Zonas Neutras a contruir existirá capacidade de autotransformação, por intermédio da instalação de autotransformadores. O recinto ficará vedado, com um pequeno muro e vedação em malha de arame, onde será instalado o edifício técnico, com aproximadamente 27 x 8,5 m, e os equipamentos exteriores, nomeadamente os pórticos de saída para a catenária e feeder.

O equipamento de corte, seccionamento, medida e proteção de 25 kV será do tipo monobloco compacto e instalado no interior do edifício técnico. A escolha pela utilização de equipamentos interiores deve-se à baixa manutenção necessária, altos níveis de fiabilidade e segurança, menor exposição aos elementos e baixo impacto visual. Os autotransformadores serão instalados em celas próprias no edifício.

A escolha dos equipamentos deve minimizar o GWP (Potencial de Aquecimento Global) da instalação na sua globalidade.

Será contruído um Posto de Zona Neutra com autotransformador, na extremidade do setor sul da subestação, relativo à ZN2-3, e ocupará uma área de aproximadamente 33 x 24 m. O posto relativo à ZN 1-2 já se encontra contabilizado no estudo prévio do Lote A. Tomando em consideração que ainda não estão estabilizados os eixos do troço em análise a localização de implantação da Zona Neutra ainda não se encontra totalmente definida.

Resumidamente o Posto de Zona Neutra será composto pelos seguintes elementos:

- 4 ligações à catenária/feeder aérea em pórtico;
- Edifício de comando e controlo com sala de equipamentos compactos de 25 kV com função de seccionamento, corte, medida e proteção;
- 2 autotransformadores 2x25 kV;
- 1 transformador de serviços auxiliares.

O equipamento compacto será disposto em dois Quadros MT com o mínimo de 9 celas no total, conforme descrito abaixo:

Quadro MT – A:

- Cela 1 – Transformador Auxiliar 1;
- Cela 2 – Disjuntor AT1 Linha 1;
- Cela 3 – Disjuntor AT1
- Cela 4 – Disjuntor AT1 Linha 2;

- Cella 5 – Interligação A-B (com disjuntor longitudinal);

Quadro MT – B:

- Cella 6 – Interligação B-A
- Cella 7 – Disjuntor AT2 Linha 1;
- Cella 8 – Disjuntor AT2
- Cella 9 – Disjuntor AT2 Linha 2;

Os maciços dos autotransformadores devem prever interligações a um ou mais reservatórios com capacidade para retenção de óleos. O reservatório deverá concebido de forma a separar naturalmente, por gravidade, o óleo da água através de um sistema separador de hidrocarbonetos. A cela do transformador auxiliar deverá dispor de vaso para retenção de óleo com interligação ao reservatório destinado aos autotransformadores.

Para o posto será previsto um acesso rodoviário com ligação à via pública. O acesso rodoviário a construir será compatível com a circulação de veículos pesados. As condições de dimensionamento permitirão o transporte dos autotransformadores até aos postos e sua remoção para ações de reparação.

A implantação tipo prevista para o Posto de Zona Neutra é a apresentada na figura seguinte (Figura 32).

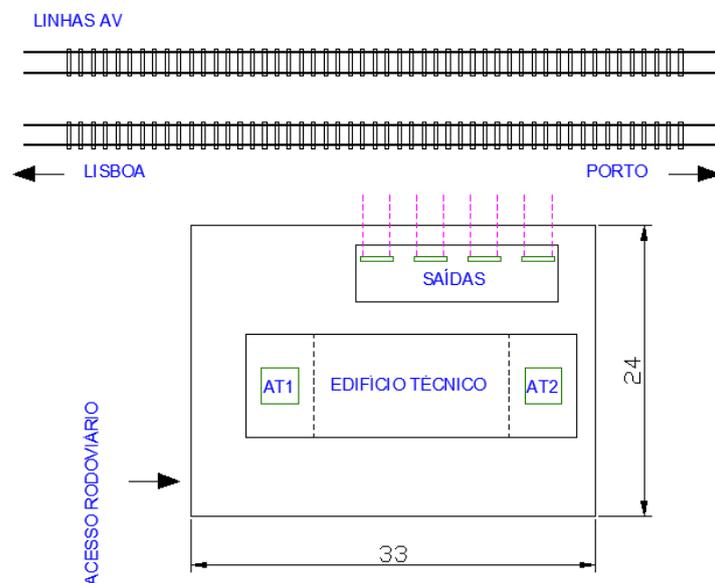


Figura 32 – Implantação tipo prevista para os Postos de Zona Neutra

Serão ainda construídos oito postos de zona neutra sem autotransformadores nas interligações com a rede convencional (dois por interligação), havendo a necessidade de prever uma cabina técnica para cada uma destas instalações.

4.4 INTERFACES

As interfaces das instalações de Energia de Tração são, de um modo geral, as seguintes:

Catenária:

- A interface entre catenária e a Subestação / Postos é feita ao nível dos pórticos de ligação.

Retorno de Corrente de Tração, Terras e Proteções:

- A interface entre o RCT+TP e a Subestação / Postos é feita ao nível da barra de terra das caixas de inspeção instaladas junto ao muro destas instalações.

Caminho de Cabos:

- A interface entre o caminho de cabos e a Subestação / Postos (cabos de fibra ótica e eventuais cabos de energia dos equipamentos de catenária) é feita nas caixas de inspeção.

5 INTEROPERABILIDADE

As condições a cumprir para realizar a interoperabilidade estão definidas no decreto-lei nº 91/2020 de 20 de Outubro (transposição da Diretiva nº 2016/797/EU de 11 de maio).

Em conformidade com o artigo 14.º do DL 91/2020 a verificação da interoperabilidade é feita com base nas especificações técnicas de interoperabilidade (ETI) sendo necessário obter uma declaração CE de verificação para os subsistemas de carácter estrutural.

A ETI em vigor para o subsistema energia (ETI ENE) foi publicada a 18 de Novembro de 2014.

O subsistema Energia, composto por:

- Subestações: ligadas, do lado primário, à rede de alta tensão, sendo a alta tensão transformada numa tensão adequada para os comboios e/ou convertida para um sistema de alimentação elétrica adequado para os comboios. Do lado secundário, as subestações estão ligadas ao sistema de linhas de contacto;
- Postos de catenária: equipamento elétrico localizado em pontos intermédios entre as subestações, que permite alimentar e pôr em paralelo as linhas de contacto e assegurar a proteção, o isolamento e a alimentação auxiliar;
- Secções de separação: equipamento que efetua a transição entre sistemas eletricamente diferentes ou entre fases diferentes do mesmo sistema elétrico;
- Sistema de linhas de contacto: sistema que distribui a energia elétrica, transmitindo-a aos comboios em circulação por meio de coletores de corrente. O sistema de linhas de contacto está também equipado com seccionadores comandados manualmente ou à distância, necessários para isolar secções elementares, ou grupos de secções elementares, do sistema de linhas de contacto em função das necessidades de exploração. As linhas de alimentação (feeders) fazem igualmente parte do sistema de linhas de contacto;
- Circuito da corrente de retorno: os condutores que formam o circuito previsto de retorno da corrente de tração. Assim, quanto a este aspeto, o circuito da corrente de retorno faz parte do subsistema «energia» e faz interface com o subsistema «infraestrutura».
- A Catenária será objeto de verificação no que diz respeito os pontos indicados no Quadro 10 conforme requisitos da ETI Energia. Nesta eletrificação será utilizado um componente de interoperabilidade “Catenária” com declaração de verificação intermédia para a fase de conceção (sistema LP300).

Quadro 10 – Requisitos de verificação – ETI Energia

Parâmetros fundamentais (ponto da ETI Energia)	Verificações em Fase de Projeto
Tensão e frequência (4.2.3)	X
Parâmetros de desempenho do sistema de alimentação elétrica (4.2.4)	X
Capacidade de corrente, sistemas c.c., comboio parado (4.2.5)	X ⁽¹⁾
Frenagem por recuperação (4.2.6)	X
Disposições de coordenação da proteção elétrica (4.2.7)	X
Harmónicas e efeitos dinâmicos em sistemas c.a. de alimentação de energia de tração (4.2.8)	X
Geometria da catenária (4.2.9)	X ⁽¹⁾
Gabari do pantógrafo (4.2.10)	X
Força de contacto média (4.2.11)	X ⁽¹⁾
Comportamento dinâmico e qualidade da captação de corrente (4.2.12)	X ⁽¹⁾
Espaçamento dos pantógrafos em consonância com as características da catenária (4.2.13)	X ⁽¹⁾
Material do fio de contacto (4.2.14)	X ⁽¹⁾
Zonas neutras (4.2.15)	X
Zonas de separação de sistemas (4.2.16)	X

NOTAS:

⁽¹⁾ A efetuar se a catenária não tiver sido avaliada enquanto componente de interoperabilidade.