Infraestruturas de Portugal

SENER ENGIVIA arqpais paisagem e ambiente

Co-financiado pela União Europeia
O Mecanismo Interligar a Europa

CORREDOR INTERNACIONAL SUL

LINHA DE ÉVORA

LIGAÇÃO FERROVIÁRIA ENTRE ÉVORA E ÉVORA NORTE – VARIANTE DE ÉVORA

PROJETO DE EXECUÇÃO

VOLUME 17 – RECAPE - RELATÓRIO DE CONFORMIDADE AMBIENTAL DO PROJETO DE EXECUÇÃO

TOMO 17.7 – PROJETO DE PROTEÇÃO SONORA

Nº SAP 10003702579
Versão 00 2019-09-27

Controlo de Assinaturas

Realizado	Revisto	Aprovado Diretor Projeto
J.L. Bento Coelho Dulce Churro Alexandre Pereira Sofia Lince Rosa	Otília Baptista Freire	Pedro Lobato
2019-09-27	2019-09-27	2019-09-27
Data e Assinatura	Data e Assinatura	Data e Assinatura
Não necessita de assinatura se aprovado eletronicamente		

Informação do Documento	
Código Documento	10003702579
Referência	F-LE039-EVO.EVN.T5.PE.CA.AB.PPS.00
Revisão	0
Data	2019-09-27
Nome do ficheiro	F-LE039-EVO.EVN.T5.PE.CA.AB.PPS.00.doc

Registo de alterações

Rev	Data	Autor	Secção afetada	Alterações
00	Setembro 2019	Vários	Edição inicial	----------

CORREDOR INTERNACIONAL SUL

LINHA DE ÉVORA

LIGAÇÃO FERROVIÁRIA ENTRE ÉVORA E ÉVORA NORTE – VARIANTE DE ÉVORA

ÍNDICE GERAL DO PROJETO DE EXECUÇÃO

VOLUME 0 – APRESENTAÇÃO GERAL

VOLUME 2 – GEOLOGIA E GEOTECNIA

Tomo 2.1 – Memória Descritiva

Tomo 2.2 – Anexos

Tomo 2.3 – Peças Desenhadas

VOLUME 3 – VIA FÉRREA

Tomo 3.1 – Peças Escritas

Tomo 3.2 – Peças Desenhadas

VOLUME 4 – HIDROLOGIA – Estudo Hidrológico

VOLUME 5 – TERRAPLENAGENS, DRENAGEM E VEDAÇÕES

Tomo 5.1 – Terraplenagens e Drenagem

Tomo 5.2 – Vedações

VOLUME 6 – OBRAS DE ARTE ESPECIAIS – Pontes e Viadutos

Tomo 6.1 – Ponte sobre o Rio Xarrama

Tomo 6.2 – Ponte sobre o Rio Degebe

Tomo 6.3 – Ponte sobre a Ribeira Vale Figueiras

VOLUME 8 – OBRAS DE ARTE CORRENTE

Tomo 8.1.1 – Passagens Superiores – PS 119-1

Tomo 8.1.2 – Passagens Superiores – PS 120-1

Tomo 8.1.3 – Passagens Superiores – PS 120-2

Tomo 8.1.4 – Passagens Superiores – PS 122-1

Tomo 8.1.5 – Passagens Superiores – PS 125-1

Tomo 8.2.1 – Passagens Inferiores – PI 121-1

Tomo 8.2.2 – Passagens Inferiores – PA 121-2

Tomo 8.3.1 – Passagens Inferiores – PA/PH 122-1

VOLUME 9 – RESTABELECIMENTOS E CAMINHOS PARALELOS

Tomo 9.1.1 – Restabelecimentos das Passagens Superiores – Rest. 119-1

Tomo 9.1.2 – Restabelecimentos das Passagens Superiores – Rest. 120-1

Tomo 9.1.3 – Restabelecimentos das Passagens Superiores – Rest. 120-2

Tomo 9.1.4 – Restabelecimentos das Passagens Superiores – Rest. 122-1

Tomo 9.1.5 – Restabelecimentos das Passagens Superiores – Rest. 125-1

Tomo 9.2.1 – Restabelecimentos das Passagens Inferiores – Rest. 121-1

Tomo 9.2.2 – Restabelecimentos das Passagens Inferiores – Rest. 121-2

Tomo 9.3 – Caminhos Paralelos

Tomo 9.4 – Caminho de Serviço

VOLUME 11 – INSTALAÇÕES FIXAS DE TRAÇÃO ELÉTRICA

Tomo 11.1 – Catenária

VOLUME 13 – INFRAESTRUTURAS DE BASE À SINALIZAÇÃO E TELECOMUNICAÇÕES

Tomo 13.2 – Sites GSM-R

VOLUME 14 – SERVIÇOS AFETADOS

Tomo 14.1 – Identificação dos Serviços Afetados

Tomo 14.2.1 – Projetos de Reposição dos Serviços Afetados – Adutoras e Águas Residuais

VOLUME 15 – EXPROPRIAÇÕES

Tomo 15.1 – Levantamento Cadastral

Tomo 15.2 – Projeto de Execução Expropriações

VOLUME 17 – R.E.C.A.P.E.

Tomo 17.1 – Resumo Não Técnico

Tomo 17.2 – Relatório Base

Tomo 17.3 – Anexos Técnicos

Tomo 17.4 – Peças Desenhadas

Tomo 17.5 – Programa Geral de Monitorização

Tomo 17.6 – Projeto de Integração Paisagística

Tomo 17.7 – Projeto de Proteção Sonora

Tomo 17.8 – Estudo de Impacte Patrimonial – Centro Histórico de Évora

Tomo 17.9 – Plano de Gestão Ambiental

Tomo 17.10 – Plano de Prevenção e de Gestão de Resíduos de Construção e Demolição

VOLUME 18 – FASEAMENTO CONSTRUTIVO

CORREDOR INTERNACIONAL SUL

LINHA DE ÉVORA

LIGAÇÃO FERROVIÁRIA ENTRE ÉVORA E ÉVORA NORTE – VARIANTE DE ÉVORA

PROJETO DE EXECUÇÃO

VOLUME 17 – RECAPE – RELATÓRIO DE CONFORMIDADE AMBIENTAL DO PROJETO DE EXECUÇÃO

TOMO 17.7 – PROJETO DE PROTEÇÃO SONORA

ÍNDICE

1 INTRODUÇÃO 7
2 CONDIÇÕES TÉCNICAS DAS BARREIRAS ACÚSTICAS 10
2.1 Barreira Acústica 1 10
2.2 Barreira Acústica 2 11
2.3 Barreira Acústica 3 12
3 ESPECIFICAÇÕES DOS MATERIAIS 13
3.1 Ruido 13
3.2 Vibrações 13
ANEXO 1 – MAPAS DE RUIDO – SEM E COM A IMPLANTAÇÃO DAS BARREIRAS ACÚSTICAS 15
ANEXO 2 – IMPLANTAÇÃO DAS BARREIRAS ACÚSTICAS 23

1 INTRODUÇÃO

O projeto ferroviário da Ligação Ferroviária entre Évora e Évora Norte - Variante de Évora em estudo desenvolve-se na vizinhança de usos do solo sensíveis ao ruído e vibrações, nomeadamente áreas habitacionais, conforme consta da análise detalhada constante no RECAPE.

O estudo desenvolvido (apresentado no **Anexo 4 – Tomo 17.3**) recomenda a adoção de medidas de minimização do ruído e vibrações gerado pela circulação de tráfego ferroviário. Para minoração de ruído, considera-se a tipologia de barreiras acústicas como a solução que apresenta a melhor relação benefício/custo para as situações observadas.

As barreiras acústicas preconizadas foram dimensionadas para o ano de pleno funcionamento da linha férrea, considerando a ausência de classificação acústica das zonas e os incrementos dos níveis sonoros previstos face aos níveis sonoros do ruído residual.

As ***Barreiras Acústicas*** implantar-se-ão:

- 115 m antes do PK inicial (km 117+485) e o PK 117+860, lado ascendente;
- Entre o PK 123+800 ao PK 124+200, lado ascendente;
- Entre o PK 124+200 ao PK 124+650, lado descendente.

As Barreiras Acústicas constituem sistemas de proteção ao ruído eficazes, minorando o impacte produzido pelo ruído gerado na via. O conjunto de fenómenos subjacentes ao funcionamento eficaz de uma barreira é vasto e a sua completa contabilização exige cálculos complexos que requerem o recurso a técnicas e procedimentos computacionais de forma a otimizar o seu projeto e, dessa forma, minimizar os custos das soluções. Por outro lado, a inserção de uma barreira poderá introduzir um impacte ambiental de outra ordem, estética, visual, ou determinar alterações das condições ambientais, de luminosidade, ventilação, drenagens, se estes aspetos não forem adequadamente acautelados. A integração ambiental e paisagística faz, também, parte de um projeto integrado, tendo em conta os materiais de composição, a sua forma, revestimentos e outros fatores.

O dimensionamento das barreiras acústicas teve em conta as características dos locais para os quais foram recomendadas. Não só por razões técnicas, de forma a estabelecer uma atenuação sonora que satisfaça as especificações pretendidas ou de acordo com critérios técnicos e/ou legais adotados, mas igualmente de modo a selecionar os materiais que mais se adaptam a toda a envolvente paisagística e que melhor se integram nos locais em questão. A componente económica foi também aqui importante dada a diversidade significativa de custos dos diferentes tipos de materiais constitutivos que podem ser utilizados.

As barreiras acústicas foram dimensionadas para o ano de pleno funcionamento da linha férrea, recorrendo a Projeto Acústico assistido por Computador, utilizando o Programa Cadna/A. A altimetria e extensão foram otimizadas de modo a minorar os custos das soluções.

De facto, no âmbito do RECAPE foi um estudo previsional e simulações para o ano de início e ano de pleno funcionamento da via de acordo com o estudo de tráfego disponibilizados. Os valores de tráfego e os resultados das simulações para as zonas recetoras, que se revela necessário proteger, são apresentados no referido documento.

Os objetivos de proteção sonora para os locais de implantação das barreiras correspondem à satisfação dos critérios expostos. As atenuações sonoras que se projetam garantem que os valores de ruído não excedem os limites legais, tendo em conta (a) as medições acústicas no local, (b) as previsões de ruído de tráfego ferroviário.

O quadro seguinte apresenta o resumo do dimensionamento das Barreiras Acústicas a implantar na envolvente do traçado:

Quadro 1 – Barreiras Acústicas a implantar na Ligação Ferroviária entre Évora e Évora Norte

Barreira Acústica	PK Inicial	PK Final	Extensão (m)	Altura (m)
1	115 m antes do PK inicial (PK 117+485)	117+860	275	3,0
2	123+800	124+000	200	2,0
	124+000	124+200	200	3,5
3	124+200	124+650	450	4,5

O **Anexo 1** permite verificar os resultados dos mapas de ruído com e sem barreiras acústicas. No **Anexo 2** té apresentada a implantação das Barreiras Acústicas em planta.

Em relação aos impactes resultantes de **vibrações**, considera-se recomendável a adoção de medidas minimizadoras dos níveis de vibração. Propõe-se que a minimização seja efetuada em 3 zonas:

- Zona 1: entre o PK inicial e PK 118+875;
- Zona 2: entre o PK 119+540 e o PK 120+010;
- Zona 3: entre o PK 123+900 e o PK 124+400.

A minimização dos impactes poderá ser efetuada recorrendo a três tipologias de soluções:

- Solução 1: Manta de balastro
- Solução 2: Palmilha de travessa
- Solução 3: Duplo sistema massa-mola (manta de balastro + palmilha de travessa)

A localização dos locais a implementar estas soluções são as apresentadas no quadro seguinte:

Quadro 2 Localização das medidas minimizadoras de vibrações a implementar

PK inicial	PK final	Solução
117+600	117+975	Solução 1
119+440	120+110	Solução 2
123+850	124+300	Solução 1
124+300	124+500	Solução 3

2 CONDIÇÕES TÉCNICAS DAS BARREIRAS ACÚSTICAS

2.1 Barreira Acústica 1

- **Zona a Proteger:** área de ocupação habitacional, localizada entre o pk inicial e pk 118+000, lado ascendente da via.
- **Solução:** barreira acústica absorvente com altura constante de 3,00 m
- **Desenvolvimento da Barreira Acústica:**

Início: 115 m antes do PK inicial (PK 117+585), altura – 3,00 m

115 m antes do PK inicial ao PK 117+860, altura - 3,00 m

Final: PK 117+860

Extensão: 275 m

Área Total: 1125 m^2

Quadro 3 - Barreira Acústica 1 – Lado ascendente

PK	Extensão (m)	Altura (m)
115 m antes do km inicial (117+585) a 117+860	275	3,00

- **Materiais:** painéis acústicos absorventes.
- **Níveis Sonoros Previstos:**

Quadro 4 - Níveis Sonoros Previstos

PK / Recetor / lado	Piso	Antes da inserção da Barreira Pleno Funcionamento		Após a inserção da Barreira Pleno Funcionamento	
		L_{den}	L_n	L_{den}	L_n
117+700 / R1 / ascendente	1	68	62	56	49
	2	68	62	60	52
117+775 / R2 / ascendente	1	63	57	54	46
	2	65	58	55	48
117+875 / R3 / ascendente	1	63	55	55	48
	2	63	56	56	48

No **Anexo 1** são apresentados extratos dos Mapas de Ruído gerados para o ano de pleno funcionamento da linha férrea, para os indicadores L_{den} e L_n sem a implantação da barreira acústica (figura 1 e figura 3) e após a implantação da mesma (figura 2 e figura 4).

No **Anexo 2** é apresentada a implantação da Barreira Acústica em planta.

2.2 Barreira Acústica 2

- **Zona a Proteger:** área de ocupação habitacional, ao pk 123+900 e pk 124+100, lado ascendente da via.
- **Solução:** barreira acústica absorvente com altura de 2 a 3 m
- **Desenvolvimento da Barreira Acústica:**

Início: PK 123+800, altura – 2,00 m

PK 123+800 ao PK 124+000, altura - 2,00 m

PK 124+000 ao PK 124+200, altura - 3,00 m

Final: PK 124+200

Extensão: 400 m

Área Total: 1000 m^2

Quadro 5 - Barreira Acústica 2 – Lado ascendente

PK	Extensão (m)	Altura (m)
123+800 a 124+000	200	2,00
124+000 a 124+200	200	3,00

- **Materiais:** painéis acústicos absorventes.
- **Níveis Sonoros Previstos:**

Quadro 6 - Níveis Sonoros Previstos

PK / Recetor / lado	Piso	Antes da inserção da Barreira Pleno Funcionamento		Após a inserção da Barreira Pleno Funcionamento	
		L_{den}	L_n	L_{den}	L_n
123+900 / R12a / ascendente	1	62	56	56	49
124+100 / R12b / ascendente	1	66	58	62	53

No **Anexo 1** são apresentados extratos dos Mapas de Ruído gerados para o ano de pleno funcionamento da linha férrea, para os indicadores L_{den} e L_n sem a implantação da barreira (figura 5 e figura 7) e após a implantação da mesma (figura 6 e figura 8).

No **Anexo 2** é apresentada a implantação da Barreira Acústica em planta.

2.3 Barreira Acústica 3

- **Zona a Proteger:** área de ocupação habitacional, entre o pk 124+400 e pk 124+600, lado descendente da via.
- **Solução:** barreira acústica absorvente ou refletora com altura constante de 4,50 m
- **Desenvolvimento da Barreira Acústica:**

Início: PK 124+200, altura – 4,50 m

PK 124+200 ao PK 124+650, altura - 4,50 m

Final: PK 124+650

Extensão: 450 m

Área Total: 2025 m^2

Quadro 7 - Barreira Acústica 3 – Lado descendente

PK	Extensão (m)	Altura (m)
124+200 a 124+650	450	4,50

- **Materiais:** painéis acústicos absorventes ou painéis refletores
- **Níveis Sonoros Previstos:**

Quadro 8 - Níveis Sonoros Previstos

PK / Recetor / lado	Piso	Antes da inserção da Barreira Pleno Funcionamento		Após a inserção da Barreira Pleno Funcionamento	
		L_{den}	L_n	L_{den}	L_n
124+400 / R13 / descendente	1	72	65	62	53
124+600 / R14 / descendente	1	63	56	63	53
	2	63	56	63	53

No **Anexo 1** são apresentados extratos dos Mapas de Ruído gerados para o ano de pleno funcionamento da linha férrea, para os indicadores L_{den} e L_n sem a implantação da barreira (figura 9 e figura 11) e após a implantação da mesma (figura 10 e figura 12).

No **Anexo 2** é apresentada a implantação da Barreira Acústica em planta.

3 ESPECIFICAÇÕES DOS MATERIAIS

3.1 Ruido

Os painéis das Barreiras Acústicas Absorventes poderão ser do tipo metálico ou de outro material desde que garanta um grau adequado de perda de transmissão (isolamento sonoro) e absorção superficial.

A face dos painéis absorventes voltada para a estrada deverá garantir valores do coeficiente de absorção sonora $\alpha \geq 0{,}7$ nas bandas de oitava centradas nas frequências a partir de 250 Hz.

Os painéis com revestimento superficial absorvente deverão garantir graus de isolamento sonoro (R'W) não inferiores a 27 dB.

Poderão ser intercalados painéis refletores com os painéis absorventes.

Os painéis refletores são de acrílico com 20 mm de espessura. Para estes painéis transparentes, deverá ser previsto um programa de lavagem com agulheta. A regularidade desta operação dependerá das condições climatéricas em cada ano, já que as chuvas efetuam uma lavagem natural dos dois lados. Em princípio, presume-se que uma operação de lavagem anual ou bienal será suficiente para garantir condições adequadas de transparência.

3.2 Vibrações

As mantas sub-balastro serão aplicadas em dois troços:

- PK inicial ao PK 117+975
- PK 123+850 a PK 124+500

Consideram-se que poderão ser utilizadas mantas de Sub-Balastro do tipo Sylodyn DN325, do tipo CDM_UBM-H35-C ou equivalente.

Propõe-se igualmente a consideração de palmilha de travessa em dois troços:

- PK 119+440 a PK 120+110
- PK 124+300 a PK 124+500

As soluções a aplicar deverão garantir, no mínimo, as seguintes perdas de inserção para frequências iguais ou superiores a 63 Hz:

- Solução 1 (Manta de balastro): ≥ 15,3 dB,
- Solução 2 (Palmilha de travessa): ≥ 6,0 dB;
- Solução 3 (Duplo sistema massa-mola (manta de balastro + palmilha de travessa)): ≥ 22,0 dB.

Nota informativa:

A presente publicação é da exclusiva responsabilidade do autor. A União Europeia não se responsabiliza pela eventual utilização das informações nela contidas.

ANEXO 1 – MAPAS DE RUIDO – SEM E COM A IMPLANTAÇÃO DAS BARREIRAS ACÚSTICAS

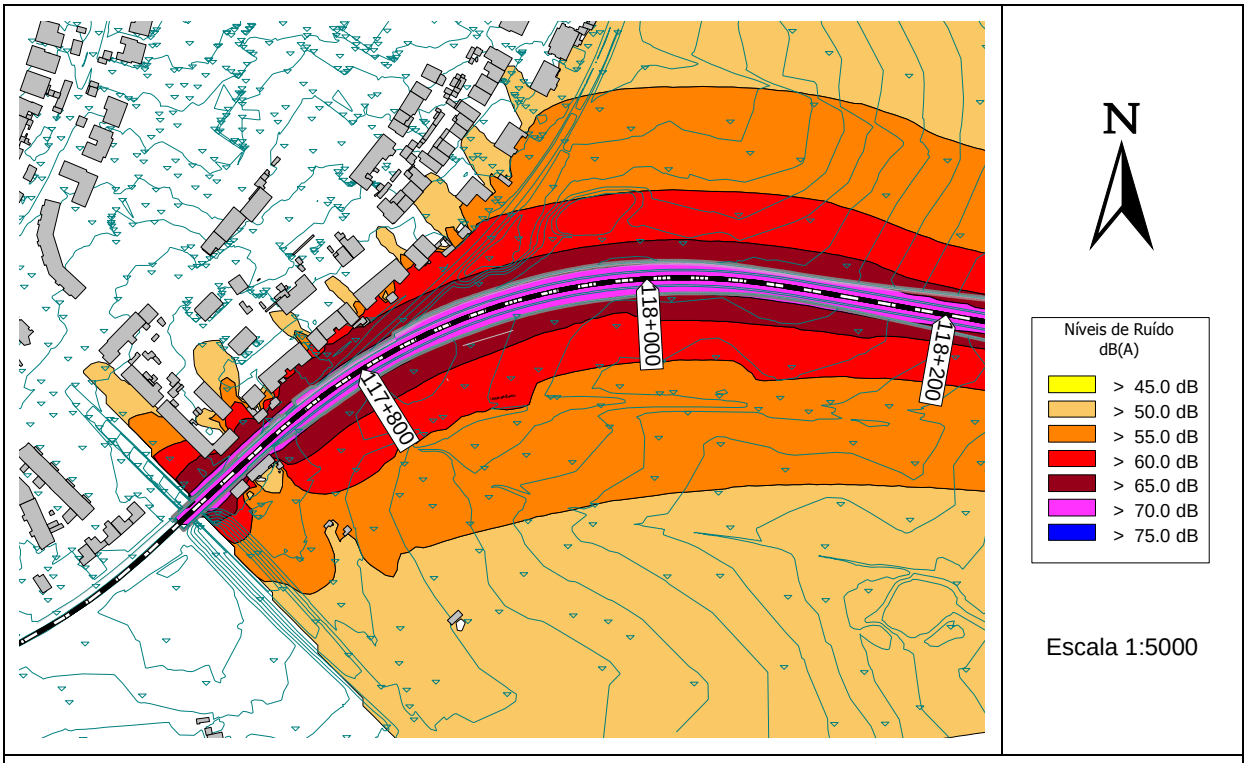

Figura 1 – **Extrato do Mapa de Ruído - Indicador L_{den}** – Ano pleno funcionamento linha férrea – Sem Barreira Acústica 1

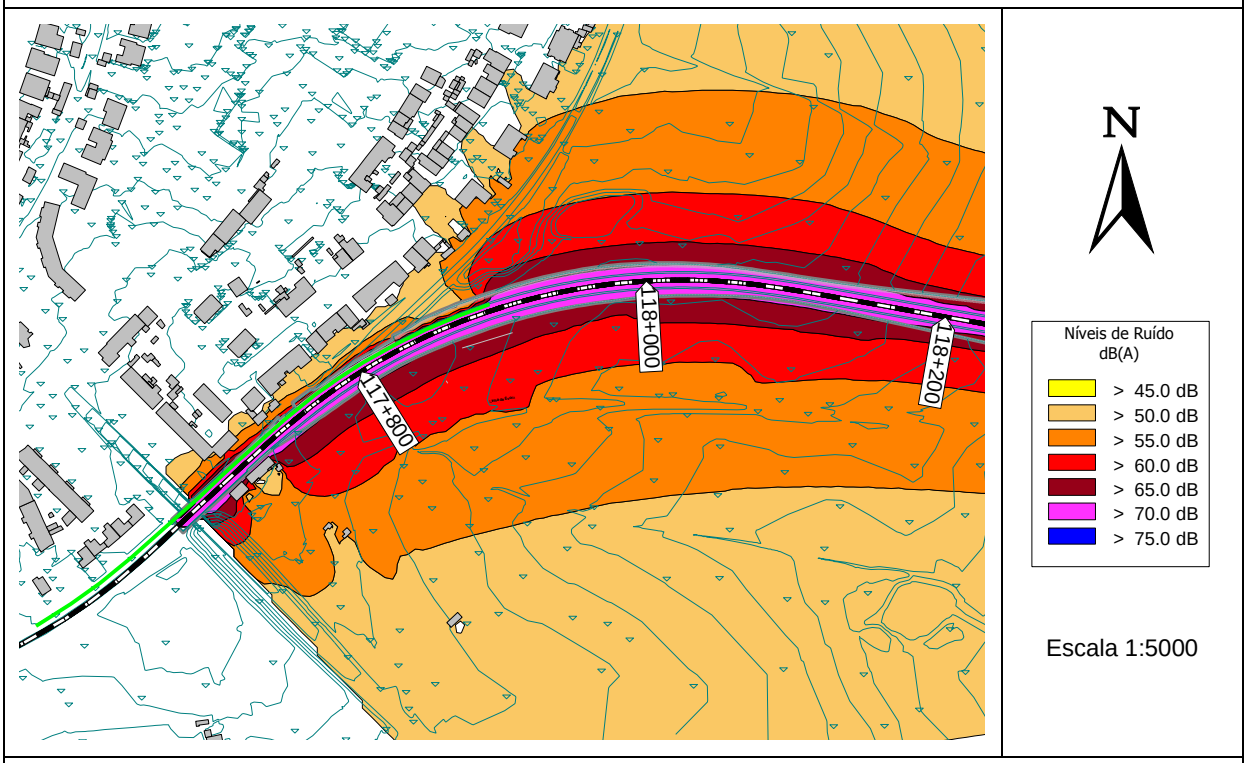

Figura 2 – **Extrato do Mapa de Ruído - Indicador L_{den}** – Ano pleno funcionamento linha férrea – Com Barreira Acústica 1

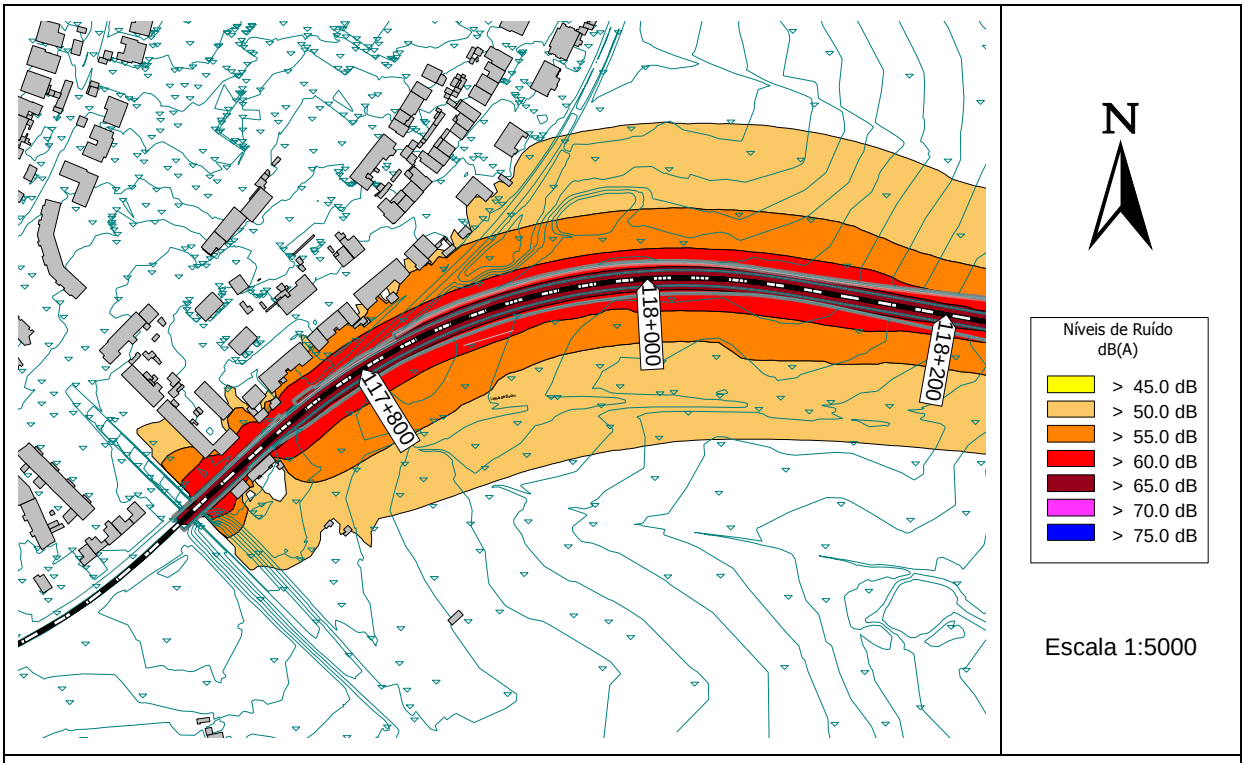

Figura 3 – Extrato do Mapa de Ruído - Indicador L_n – Ano pleno funcionamento linha férrea – Sem Barreira Acústica 1

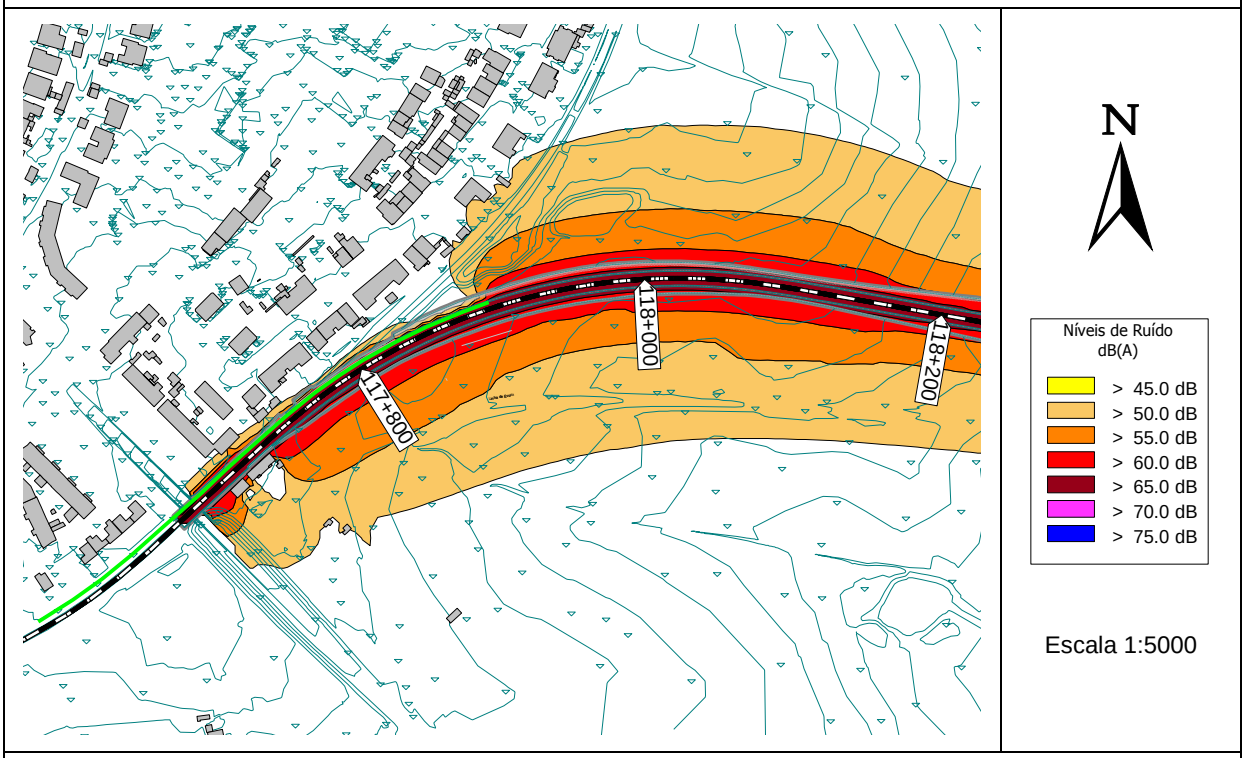

Figura 4 – Extrato do Mapa de Ruído - Indicador L_n – Ano pleno funcionamento linha férrea – Com Barreira Acústica 1

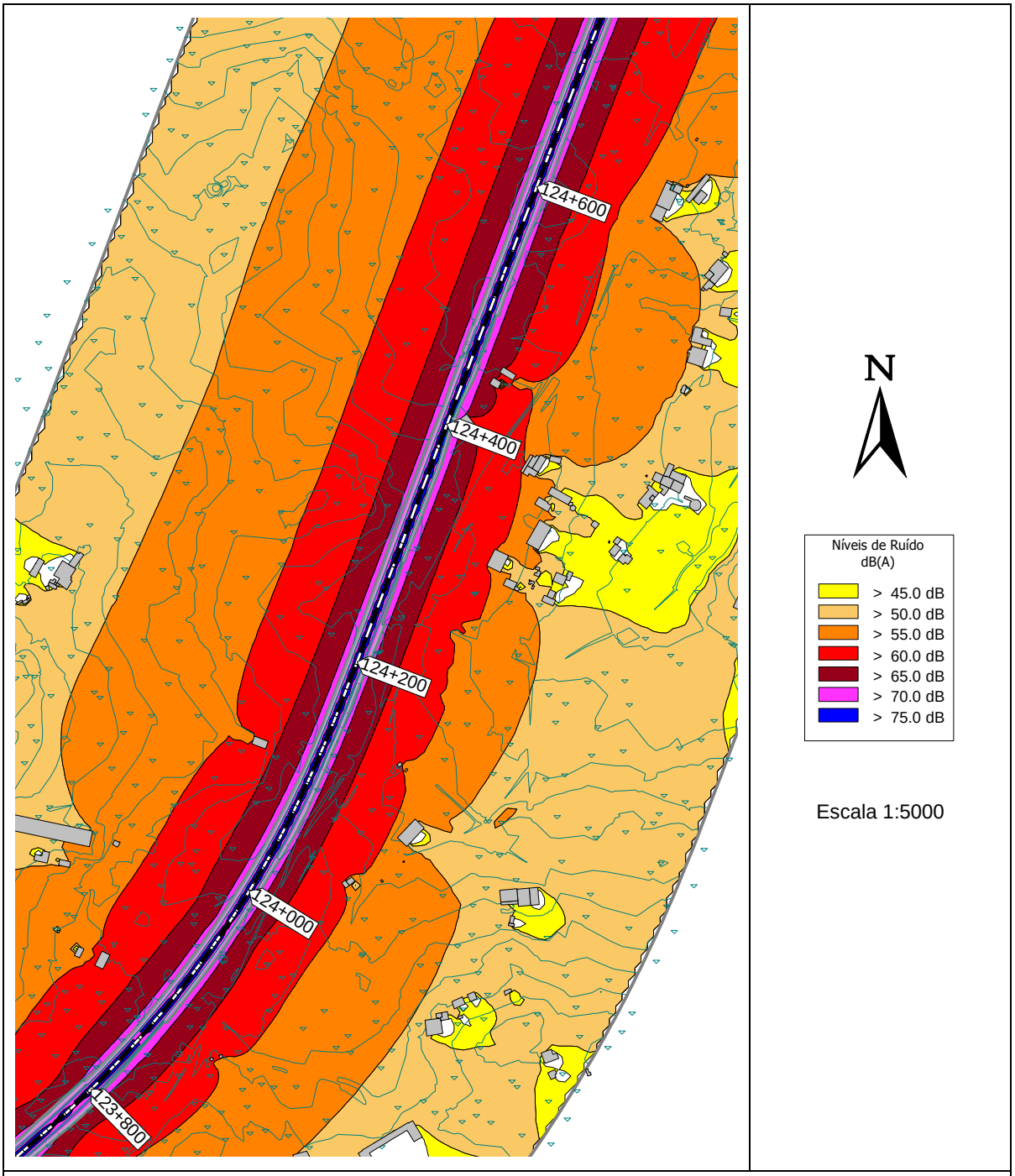

Figura 5 – Extrato do Mapa de Ruído - Indicador L_{den}– Ano pleno funcionamento linha férrea – Sem Barreira Acústica 2 (lado ascendente) e sem Barreira Acústica 3 (lado descendente)

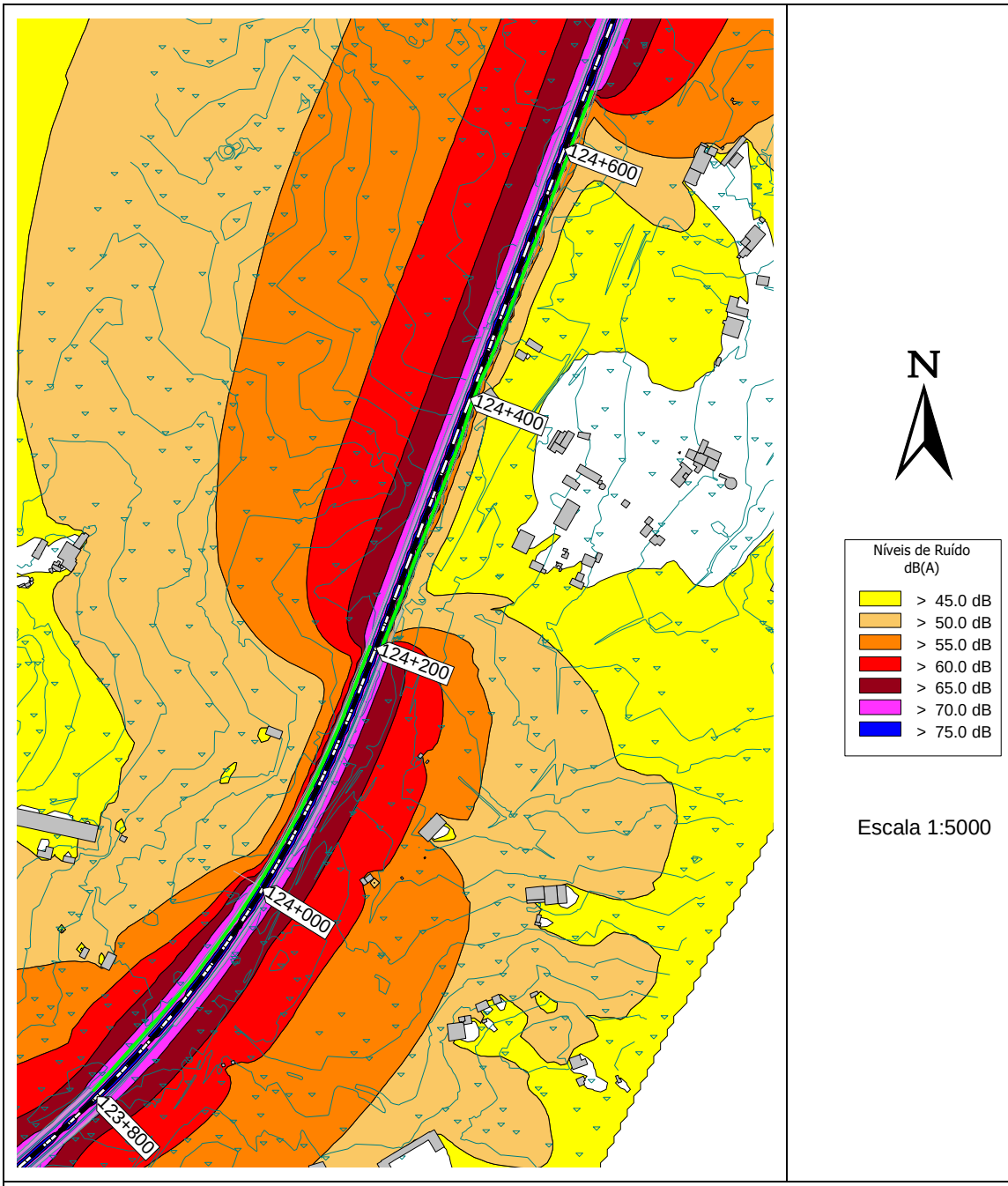

Figura 6 – **Extrato do Mapa de Ruído - Indicador L_{den}** – Ano pleno funcionamento linha férrea – Com Barreira Acústica 2 (lado ascendente) e com Barreira Acústica 3 (lado descendente)

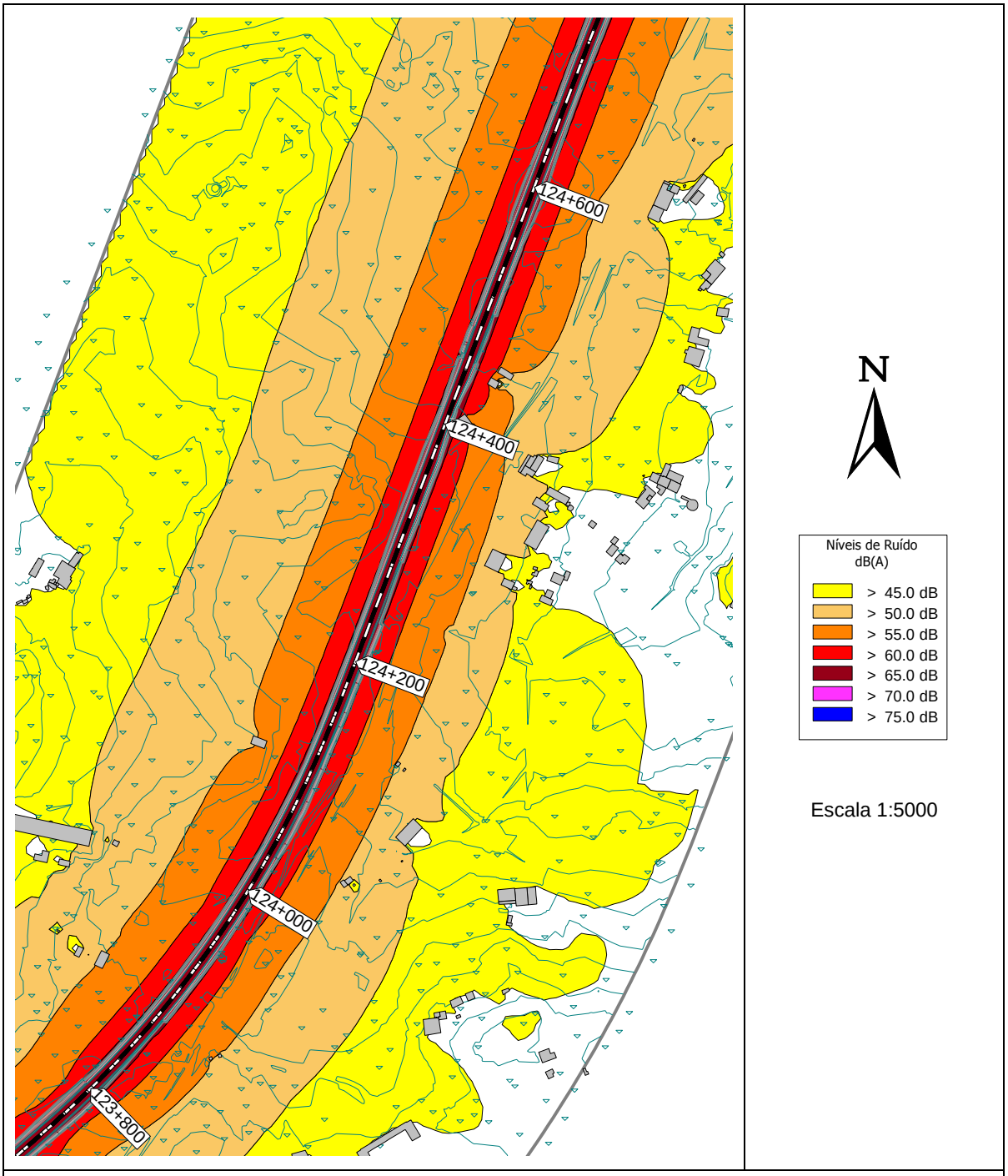

Figura 7 – Extrato do Mapa de Ruído - Indicador L_n – Ano pleno funcionamento linha férrea – Sem Barreira Acústica 2 (lado ascendente) e sem Barreira Acústica 3 (lado descendente)

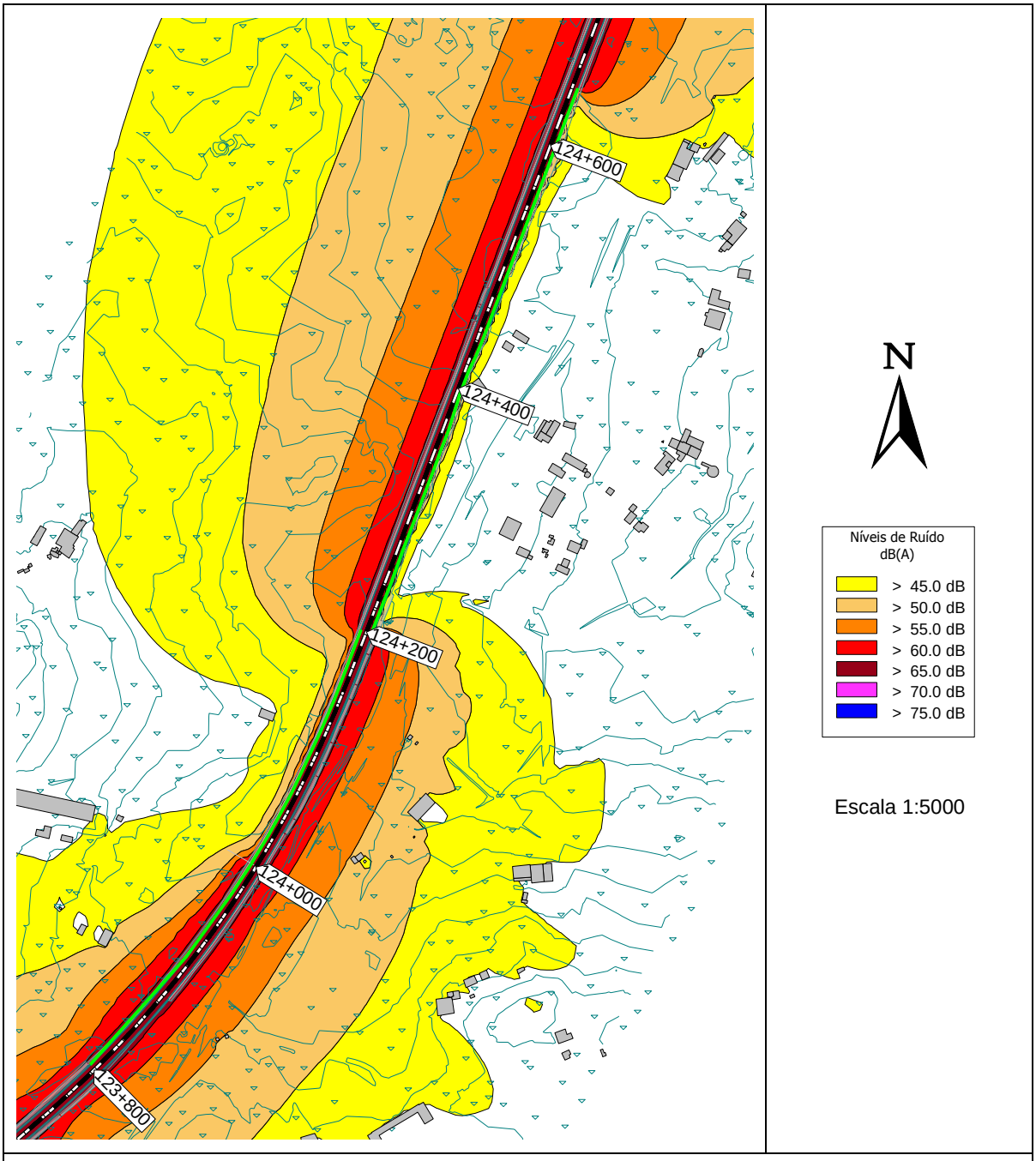

Figura 8 – Extrato do Mapa de Ruído - Indicador L_n – Ano pleno funcionamento linha férrea – Com Barreira Acústica 2 (lado ascendente) e com Barreira Acústica 3 (lado descendente)

ANEXO 2 – IMPLANTAÇÃO DAS BARREIRAS ACÚSTICAS

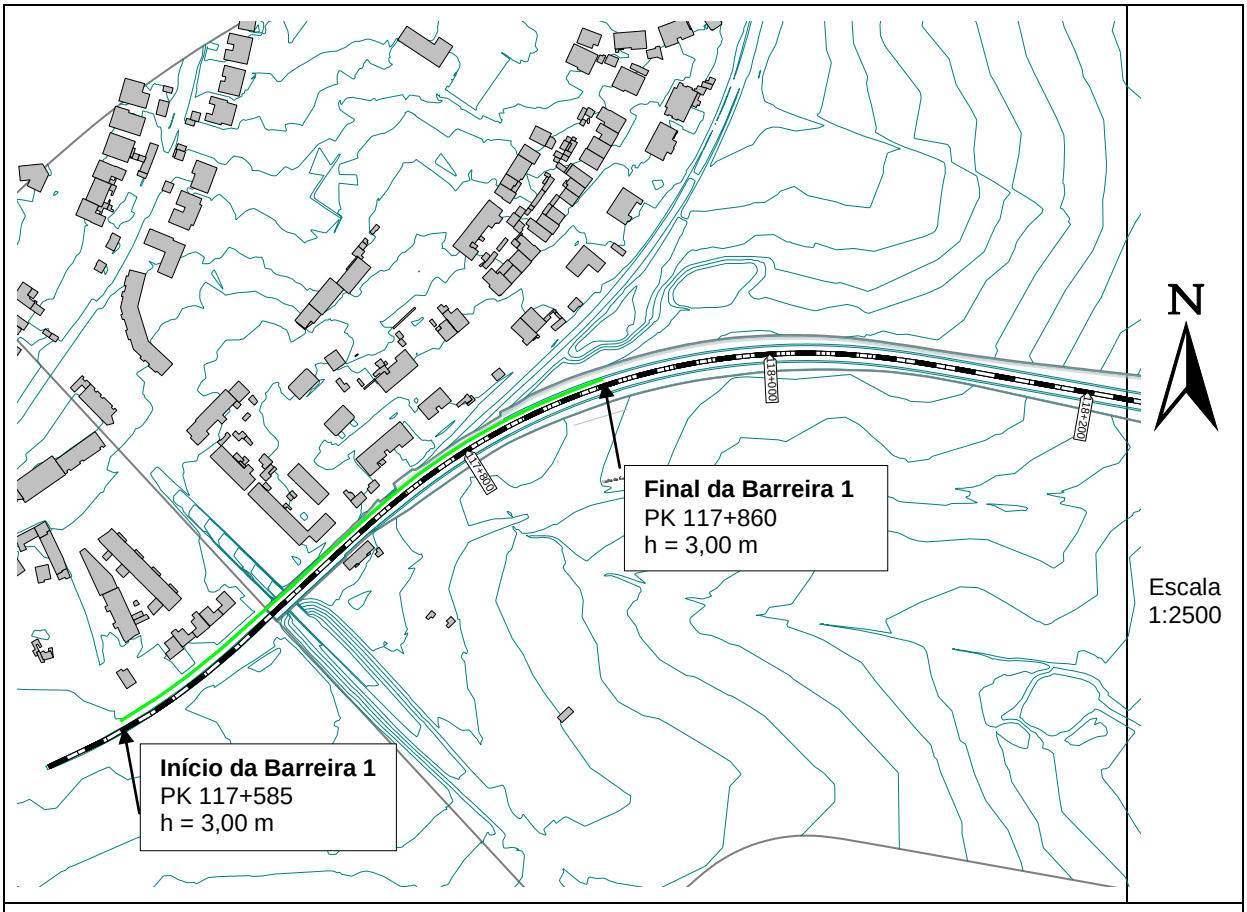

Figura 9 – Implantação da Barreira Acústica 1

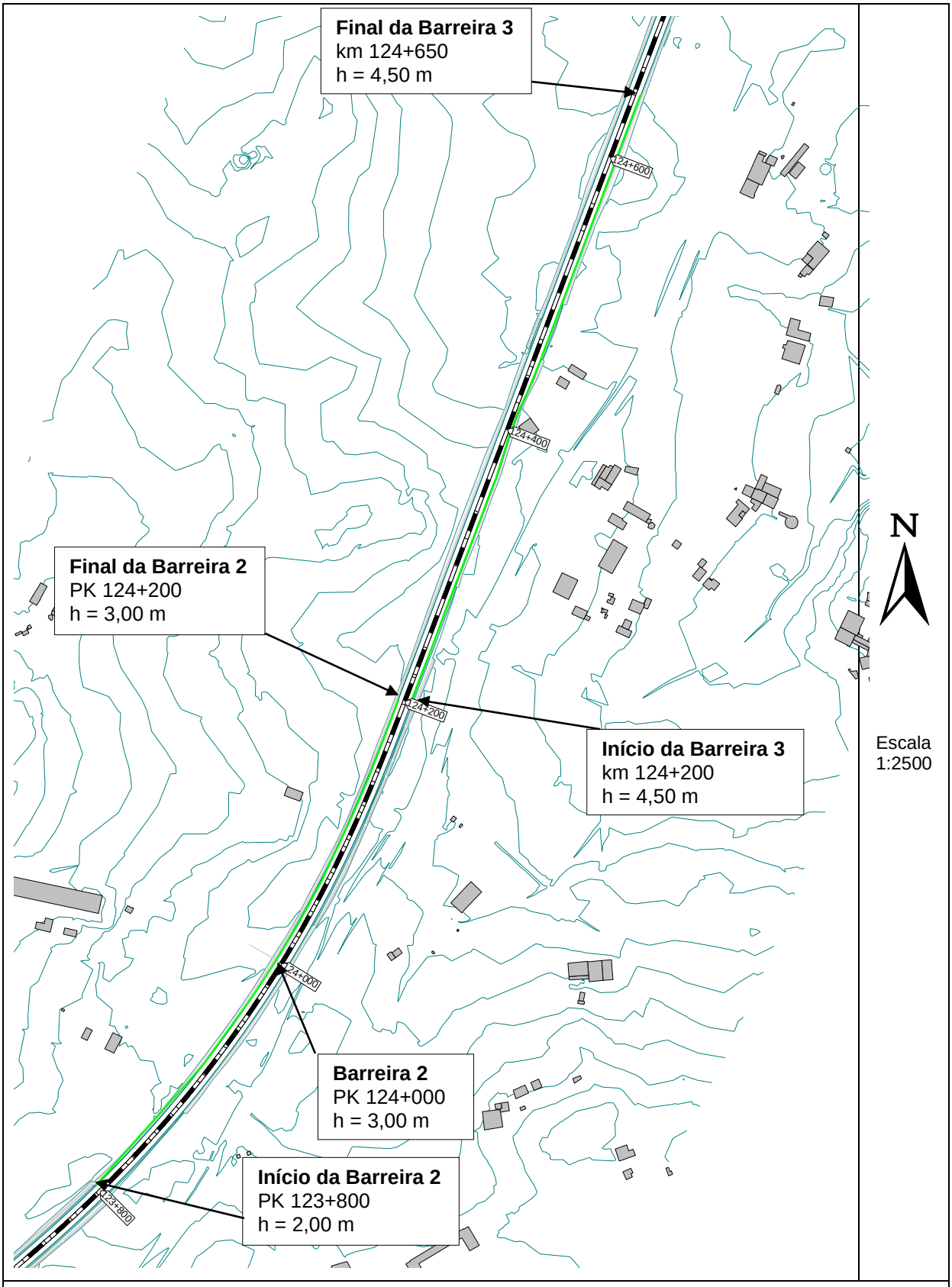

Figura 10 – Implantação da Barreira Acústica 2 (lado ascendente) e da Barreira Acústica 3 (lado descendente)