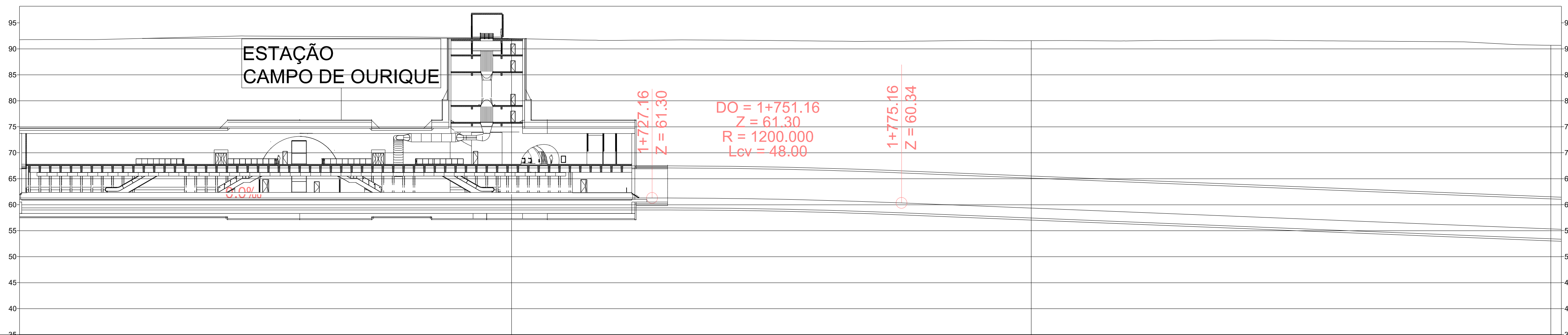


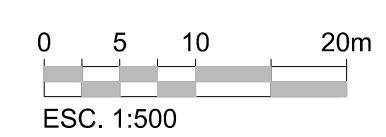
PLANTA 83º TROÇO - 3/3
ESC. 1:500



QUILOMETRAGEM	0	1+608	Km 1+700	1+727	1+761	Km 1+800	1+886,4	Km 1+
COTA DO TERRENO			92,015			91,992		90,95
COTA DA RASANTE			61,300			59,025		55,02
SECÇÃO TIPO		ESTAÇÃO CAMPO DE OURIQUE				TV - D		
EXTENSÃO		119,1				166,7		
MÉTODO DE ESCAVAÇÃO		NATM				NATM		

PERFIL LONGITUDINAL
Escala 1:500

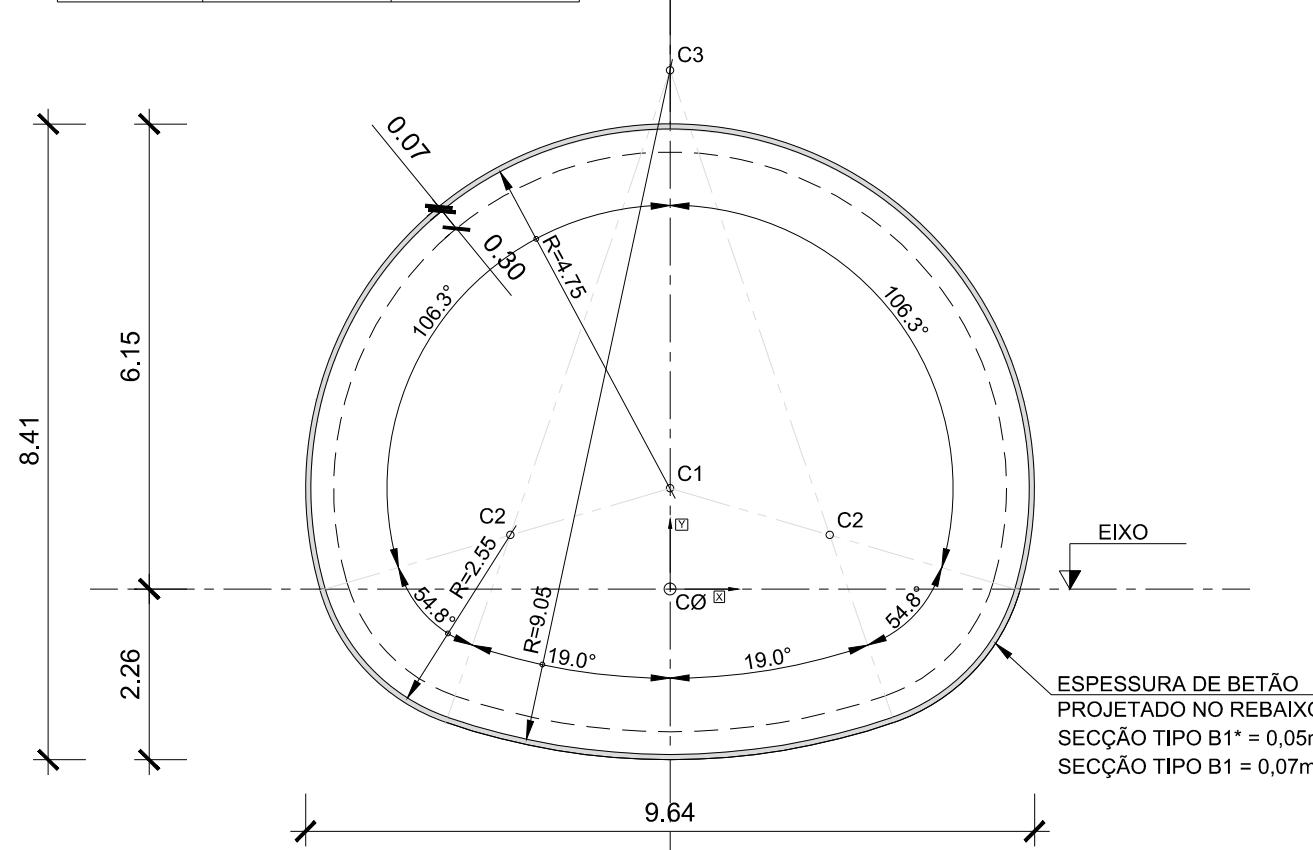
- NOTAS:
- As secções tipo encontram-se distribuídas ao longo do traçado segundo o indicado nos desenhos LVSSA MSA AP STR TUN T81 DW 087000, LVSSA MSA AP STR TUN T82 DW 087000, LVSSA AP AP STR TUN T83 DW 087000, LVSSA MSA AP STR TUN T84 DW 087000 e LVSSA MSA AP STR TUN T85 DW 087000.
 - Os materiais encontram-se definidos nos desenhos LVSSA MSA AP STR TUN 000 DW 087001 e LVSSA MSA AP STR TUN 000 DW 087002.



ALTERAÇÕES			
0	EMISSÃO INICIAL	03/10/2024	TAS RVR
		DATA	DES. VERIF.
PROLONGAMENTO DA LINHA VERMELHA S. SEBASTIÃO - ALCÂNTARA PROJETO DE EXECUÇÃO			
Data:		Escalas:	Des. nº 133566 F. /
Aprov.:			Alter.:
Verif.:			Substituído
Proj.:			Nº SAP
Des.:			Versão
ESTRUTURAS 83º TROÇO		TUNEL 3/3 - PLANTA E PERFIL LONGITUDINAL	
		Identificação Empresa Proponente: COBA / JET S.J. / JLCM / TALPROJECTO	
Aprov.:	RP	Escalas:	1:500
Verif.:	RVR		Folha:
Proj.:	FAB		
Des.:	TNC	Desenho nº	LVSSA MSA PE STR TUN T83 DW 087003 0
		Alter.:	0

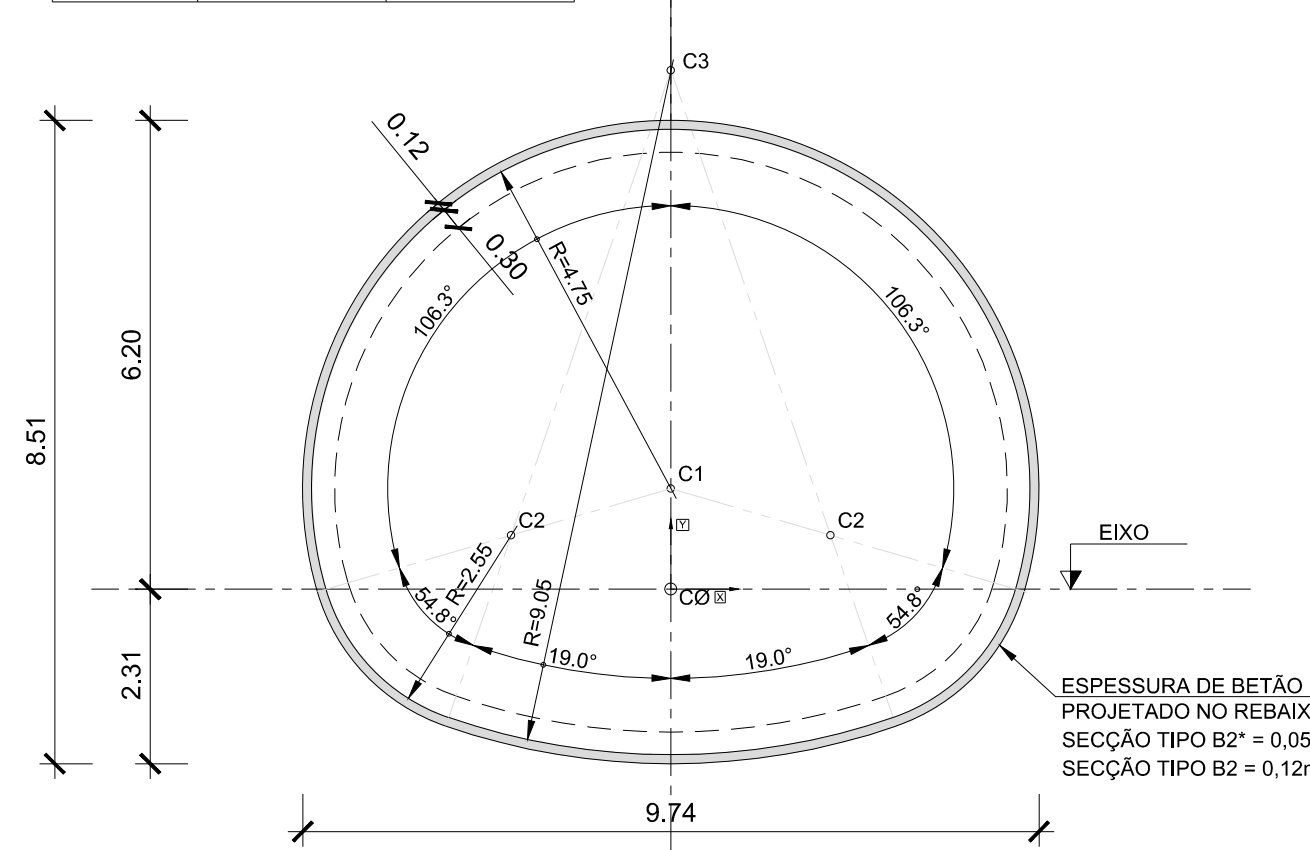
Desenho elaborado/adaptado sobre as bases editáveis do Programa Preliminar do Prolongamento da Linha Vermelha entre S. Sebastião e Alcântara do Metropolitano de Lisboa, E.P.E.

PONTO	COORDENADAS (m)	
	X	Y
C0	0	0
C1	0	1,33
C2	±2,11	0,71
C3	0	6,86



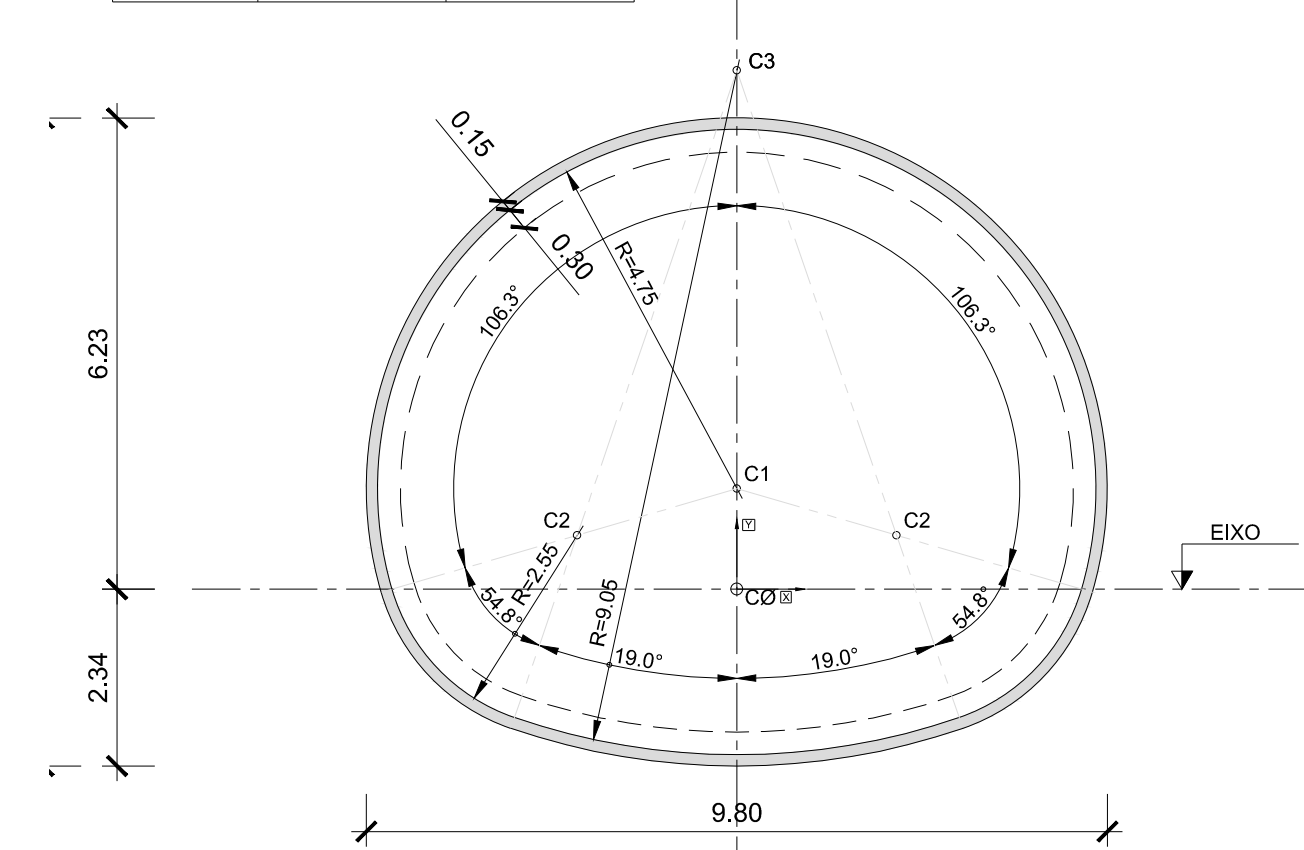
DEFINIÇÃO GEOMÉTRICA SECÇÃO TV-B1 E TV-B1*
ESC. 1:100

PONTO	COORDENADAS (m)	
	X	Y
C0	0	0
C1	0	1,33
C2	±2,11	0,71
C3	0	6,86



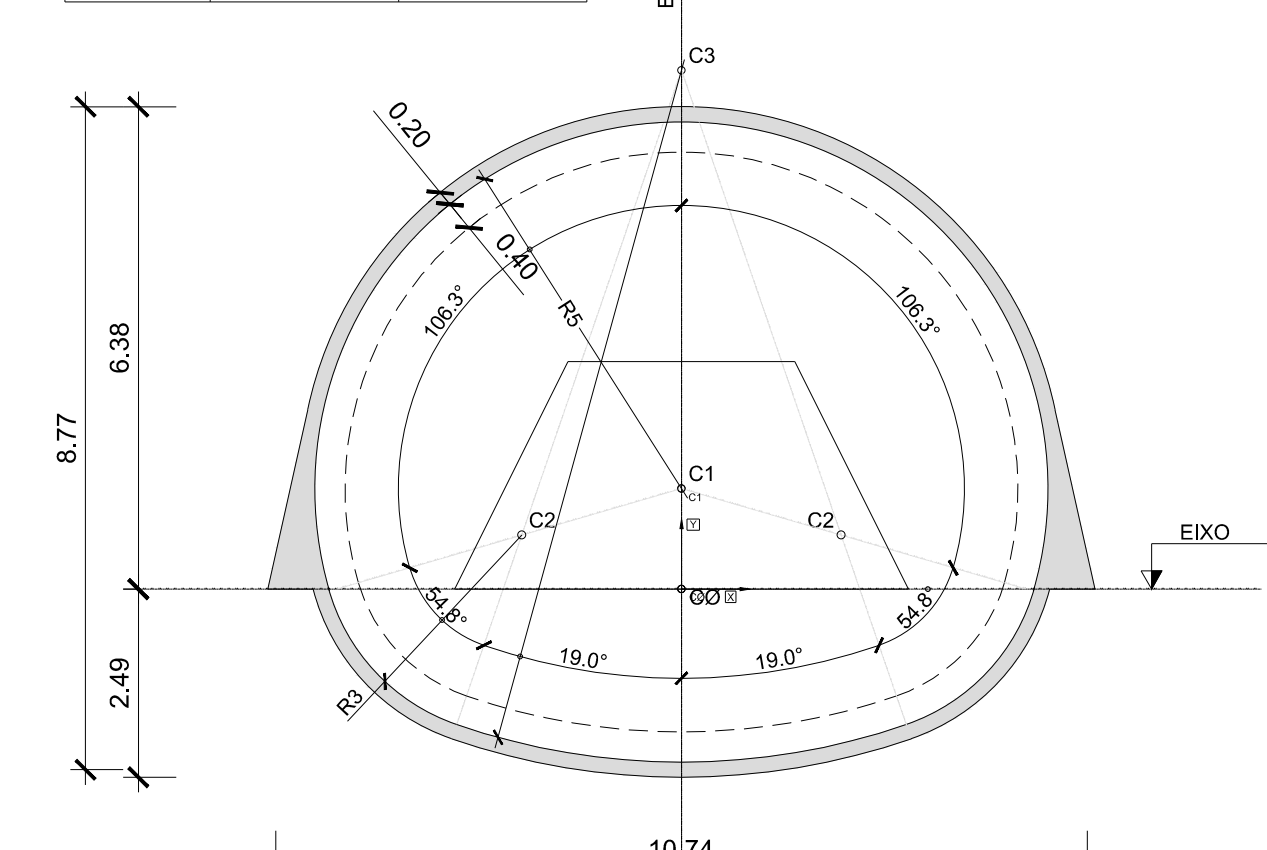
DEFINIÇÃO GEOMÉTRICA SECÇÃO TV-B2 E TV-B2*
ESC. 1:100

PONTO	COORDENADAS (m)	
	X	Y
C0	0	0
C1	0	1,33
C2	±2,11	0,71
C3	0	6,86

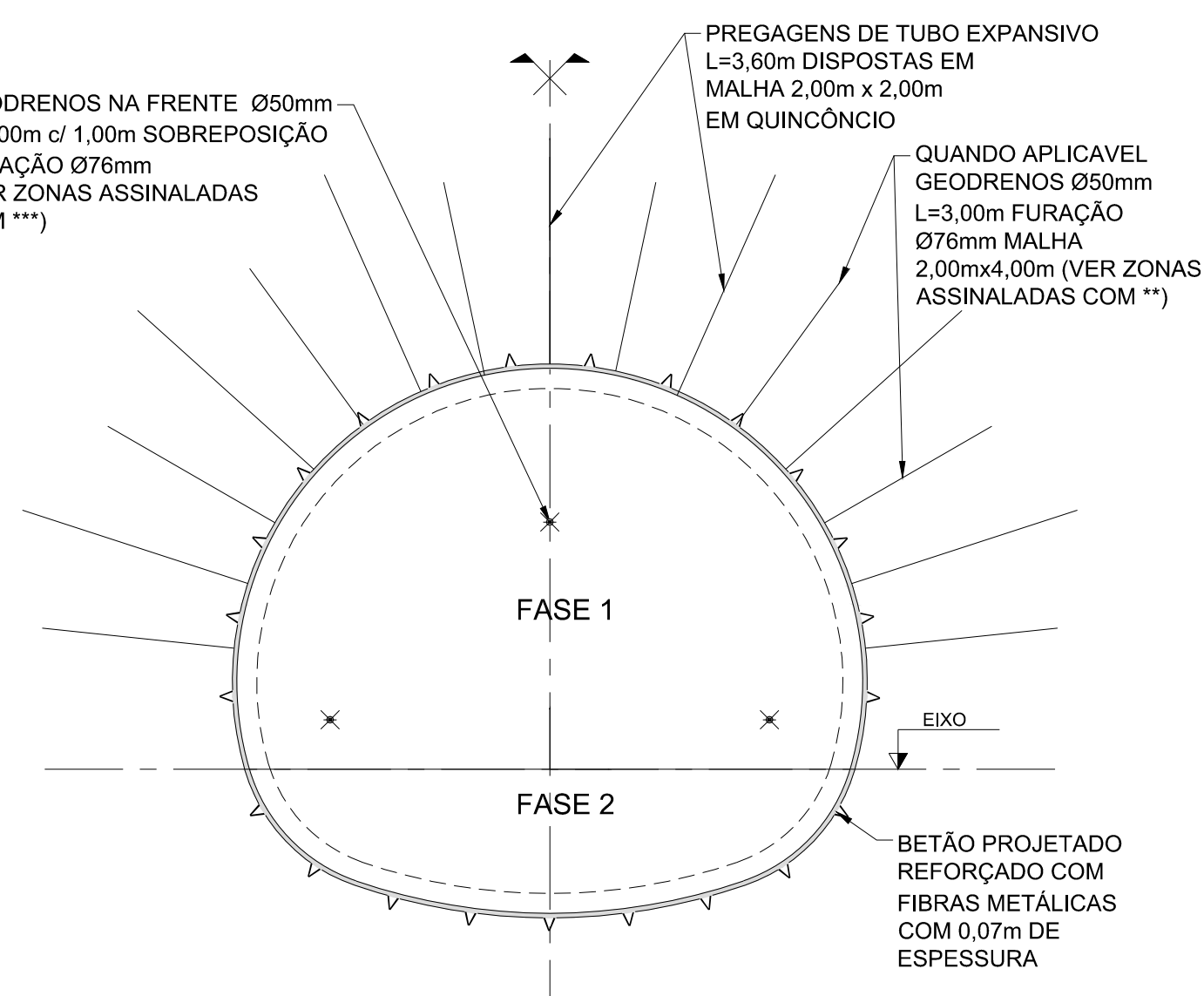


DEFINIÇÃO GEOMÉTRICA SECÇÃO TV-C1
ESC. 1:100

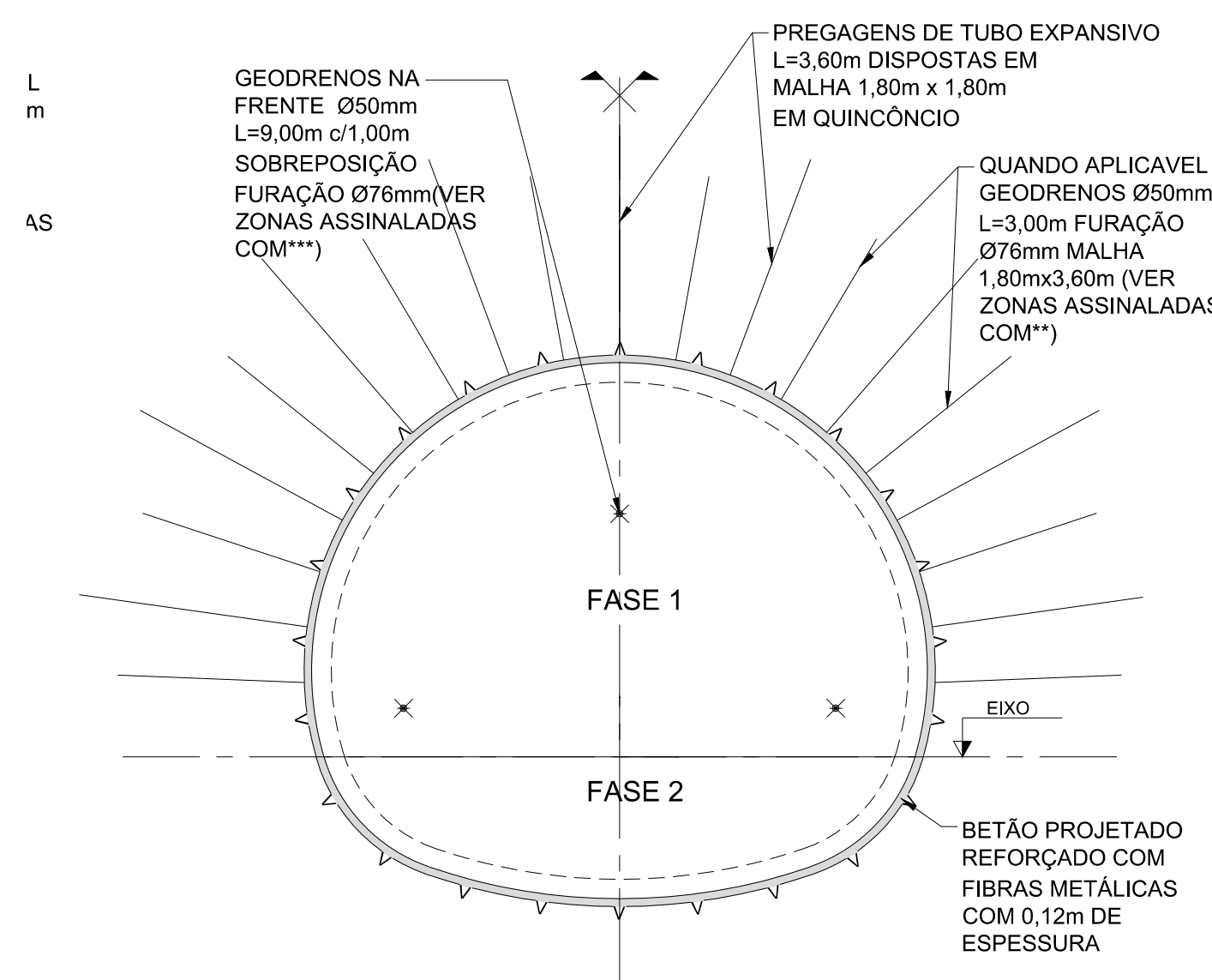
PONTO	COORDENADAS (m)	
	X	Y
C0	0	0
C1	0	1,33
C2	±2,11	0,71
C3	0	6,86



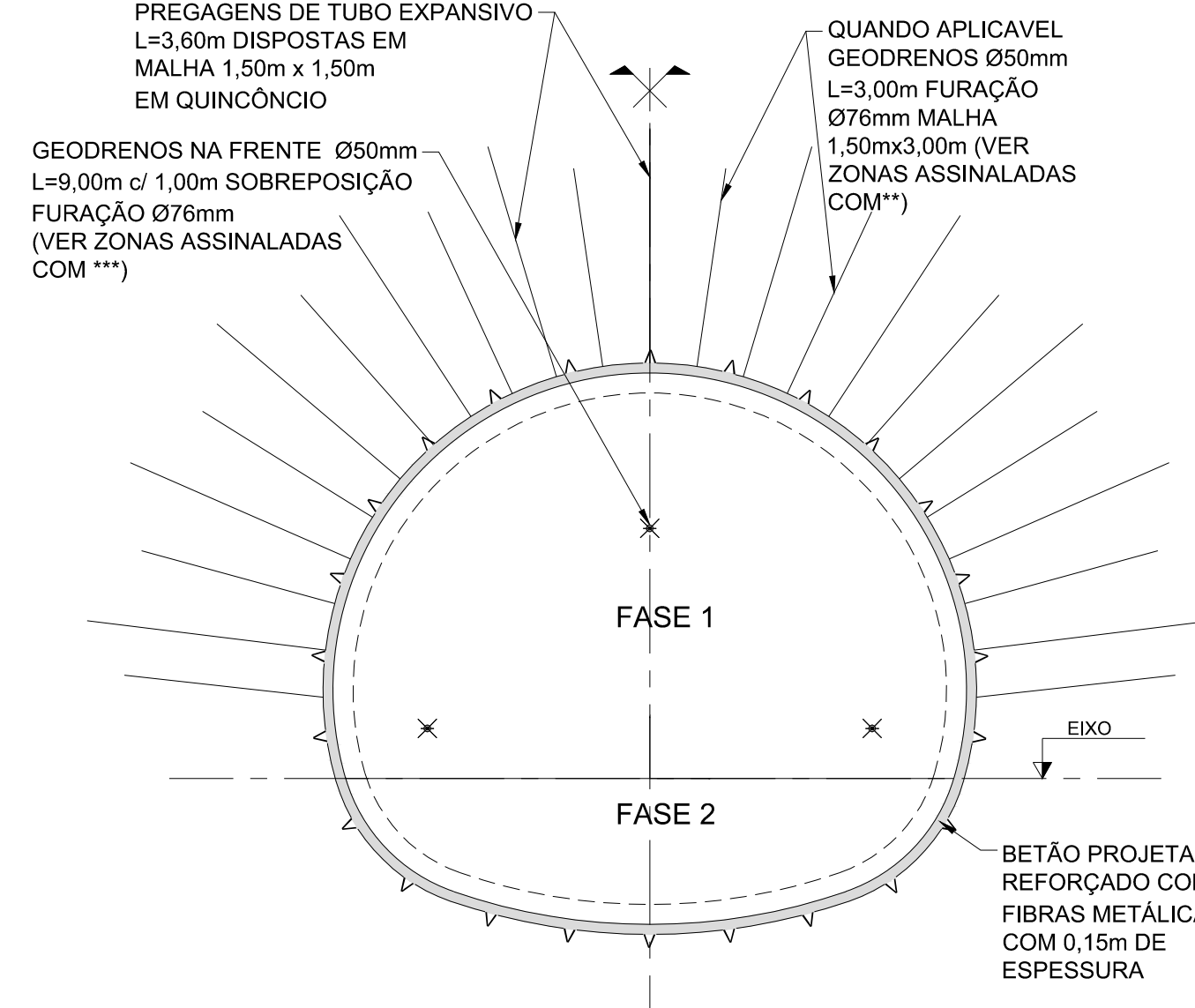
DEFINIÇÃO GEOMÉTRICA SECÇÃO TV-D
ESC. 1:100



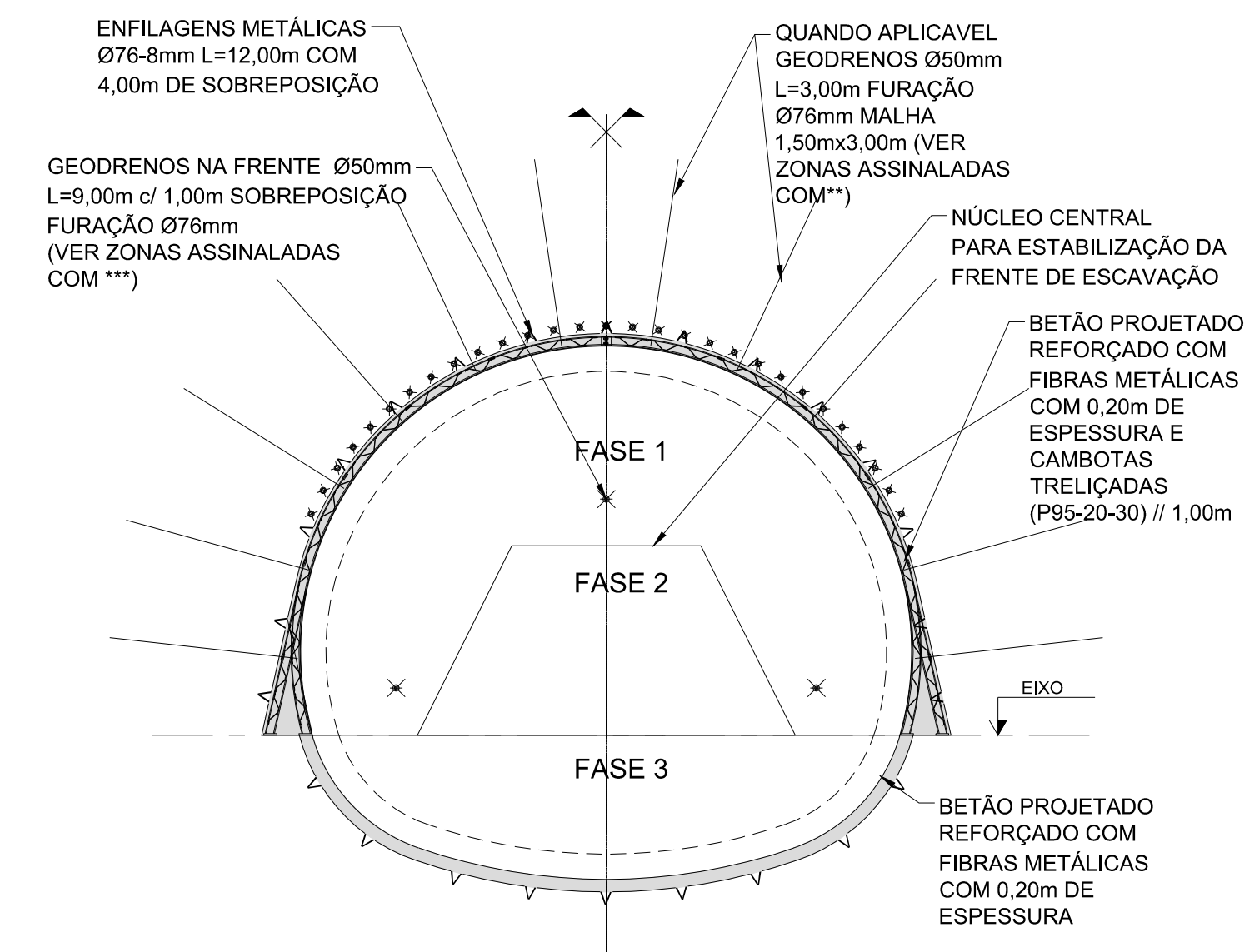
DEFINIÇÃO DO SUPORTE PRIMÁRIO SECÇÃO TV-B1
ESC. 1:100



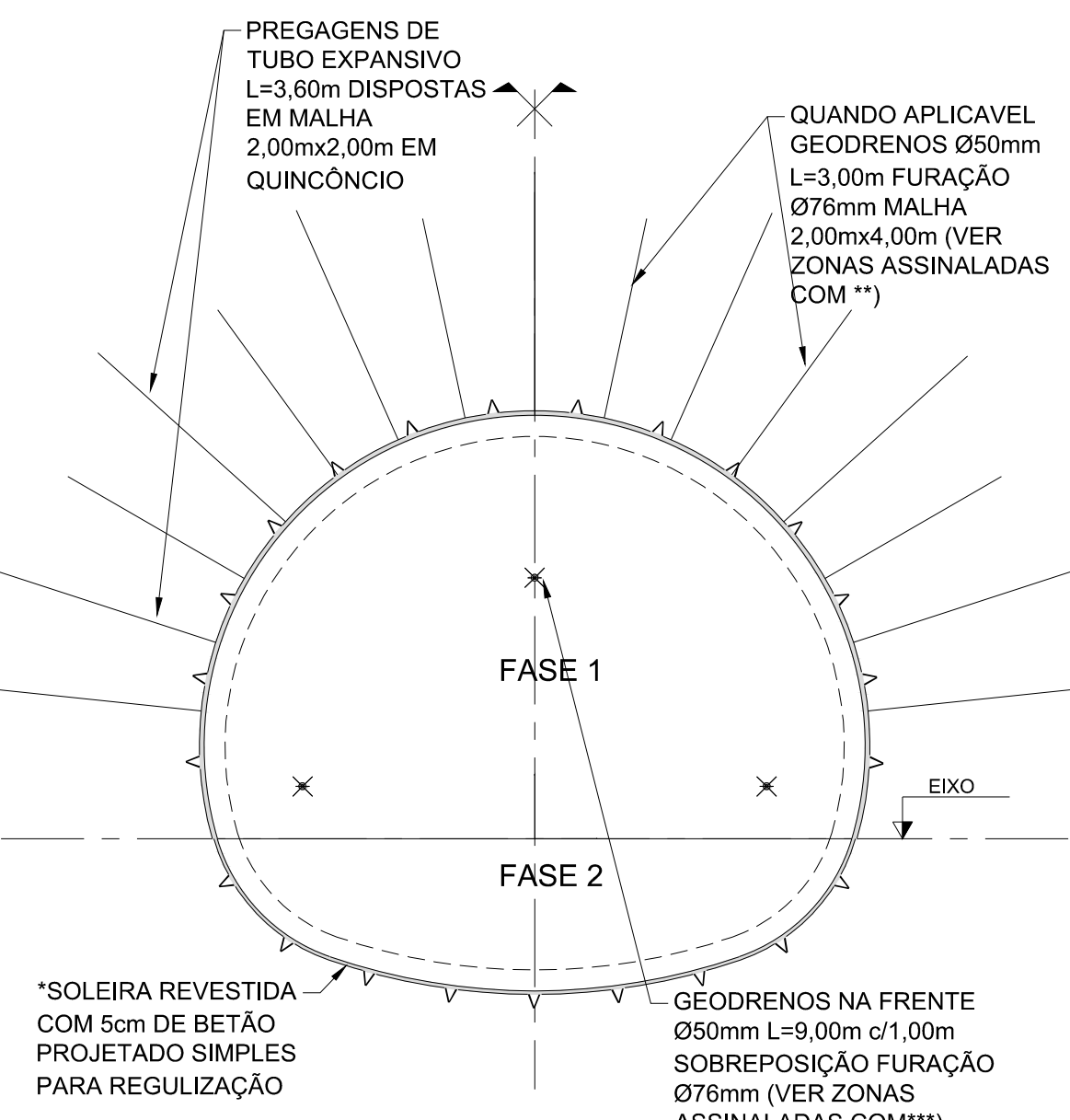
DEFINIÇÃO DO SUPORTE PRIMÁRIO SECÇÃO TV-B2
ESC. 1:100



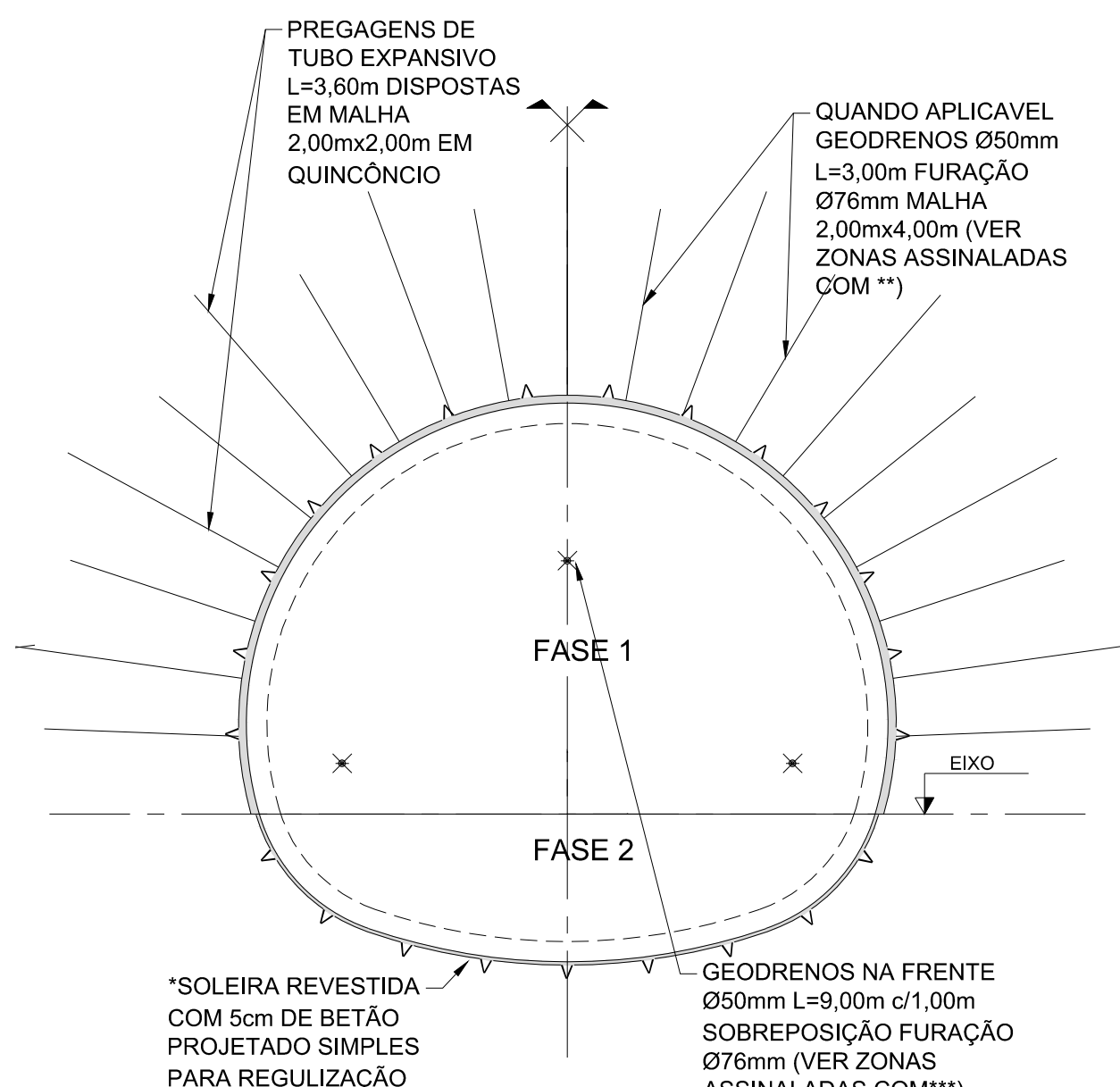
DEFINIÇÃO DO SUPORTE PRIMÁRIO SECÇÃO TV-C1
ESC. 1:100



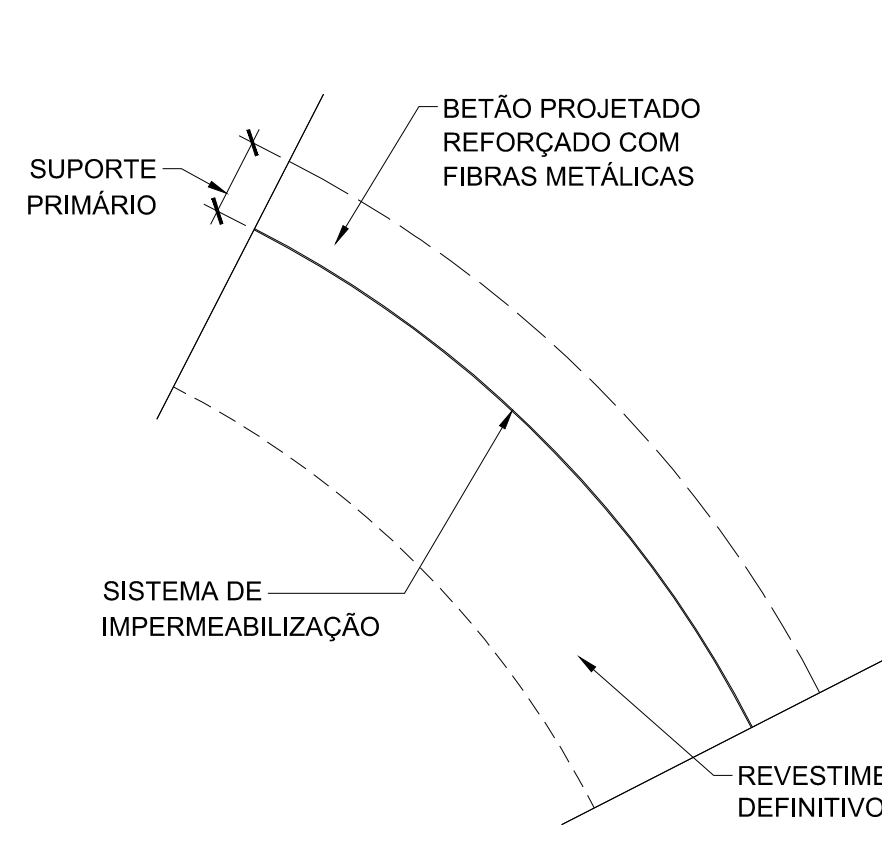
DEFINIÇÃO DO SUPORTE PRIMÁRIO SECÇÃO TV-D
ESC. 1:100



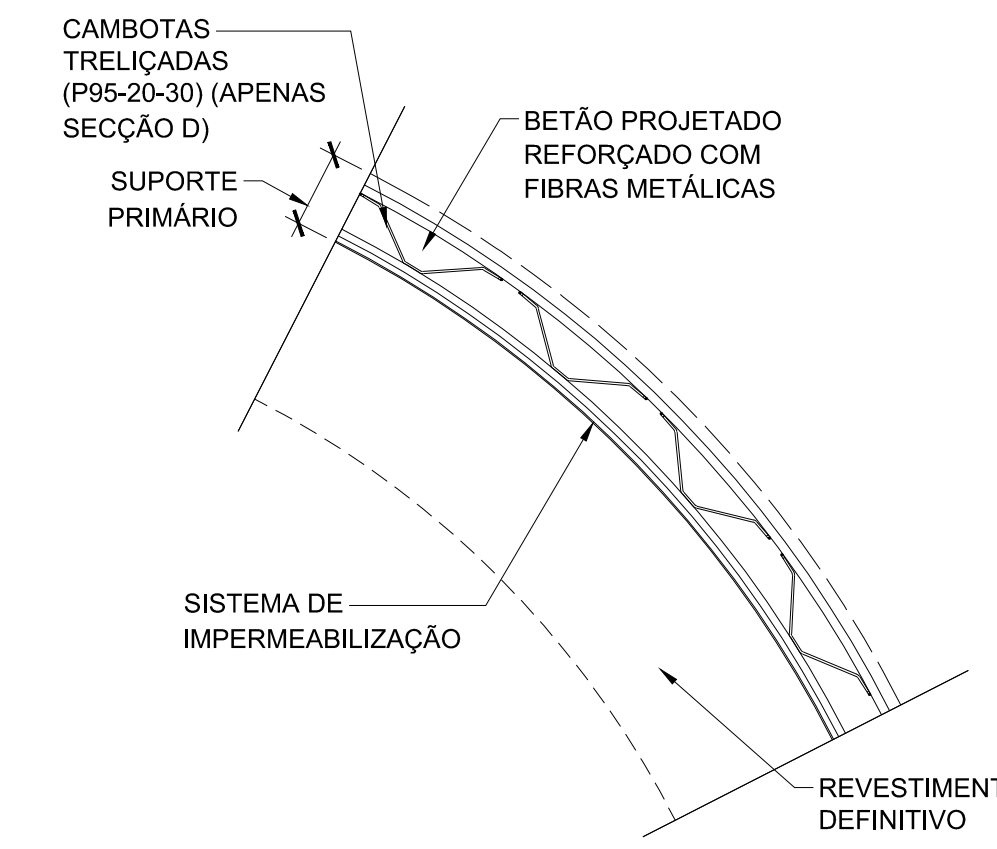
DEFINIÇÃO DO SUPORTE PRIMÁRIO SECÇÃO TV-B1*
ESC. 1:100



DEFINIÇÃO DO SUPORTE PRIMÁRIO SECÇÃO TV-B2*
ESC. 1:100



SECÇÃO TRANSVERSAL TIPO (SECÇÃO B1, B2 E C1)
ESC. 1:20

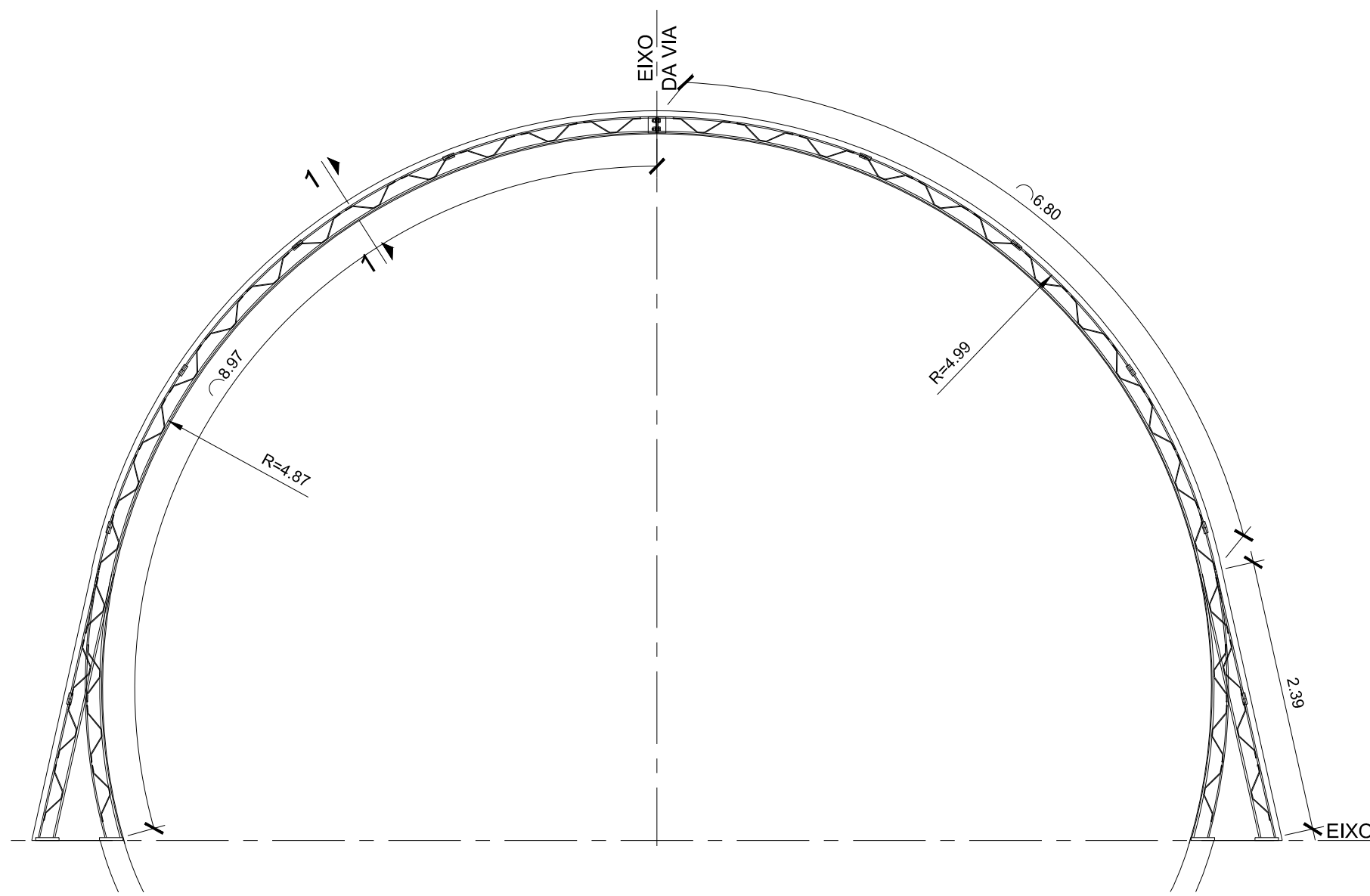


SECÇÃO TRANSVERSAL TIPO (SECÇÃO D)
ESC. 1:20

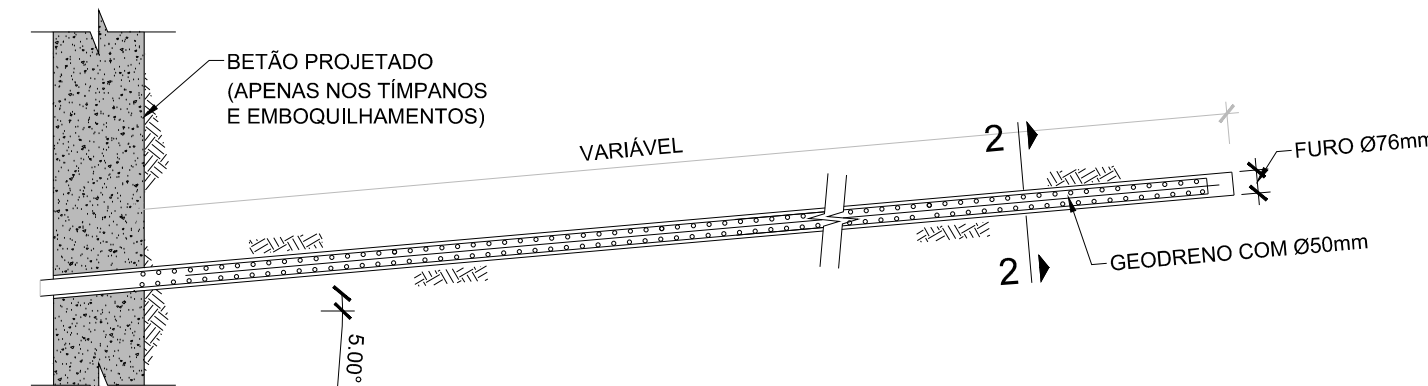
NOTAS:

- As secções tipo encontram-se distribuídas ao longo do traçado segundo o indicado nos desenhos LVSSA MSA AP STR TUN T81 DW 087000, LVSSA MSA AP STR TUN T82 DW 087000, LVSSA AP AP STR TUN T83 DW 087000, LVSSA MSA AP STR TUN T84 DW 087000 e LVSSA MSA AP STR TUN T85 DW 087000.
- Os materiais encontram-se definidos nos desenhos LVSSA MSA AP STR TUN 000 DW 087001 e LVSSA MSA AP STR TUN 000 DW 087002.

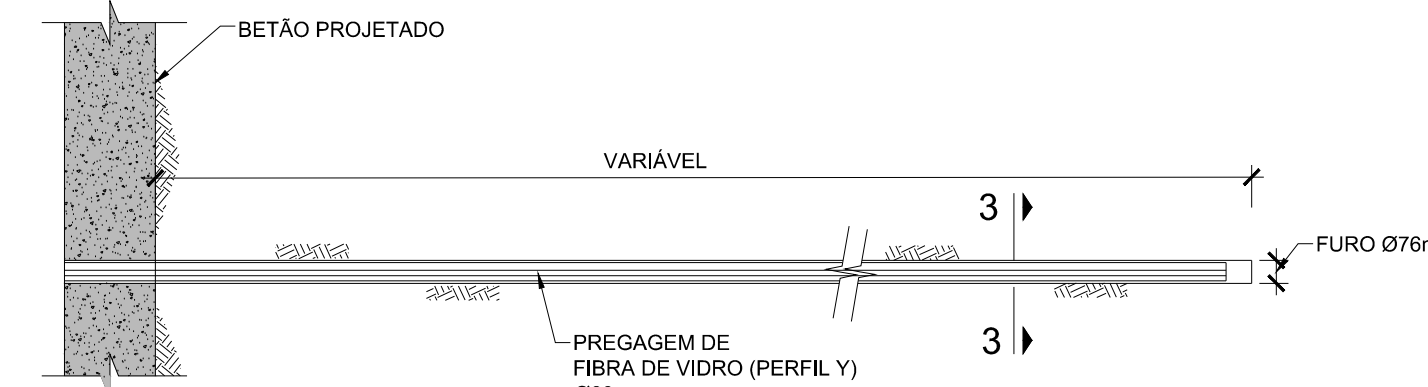
ALTERAÇÕES			
0	EMIÇÃO INICIAL	03/10/2024	RVR
	DATA	DES.	VERIF.
PROLONGAMENTO DA LINHA VERMELHA S. SEBASTIÃO - ALCÂNTARA PROJETO DE EXECUÇÃO ESTRUTURAS TROÇOS 81, 82, 83, 84 E 85 TÚNEL SEÇÕES TIPO, SUPORTE E REVESTIMENTO			
Data: _____ Aprov. _____ Verif. _____ Proj. _____ Des. _____		Escalas: Des. nº 133567 F. / / Alter. _____ Substituído _____ Nº SAP _____ Versão _____ Folha _____	
Aprov. RP Verif. RVR Proj. FAB Des. TNC		MOTACENIL ENGENHARIA COBA / JET SJ / JLCM / TALPROECTO Identificação Empresa Proponente: COBA / JET SJ / JLCM / TALPROECTO Escalas: 1/100 / 1/20 Folha: _____ Desenho nº: LVSSA MSA PE STR TUN T83 DW 087004 0 Alter. 0	



PORMENOR TIPO - CABBOTA DA SEÇÃO TV-D
ESC. 1:50



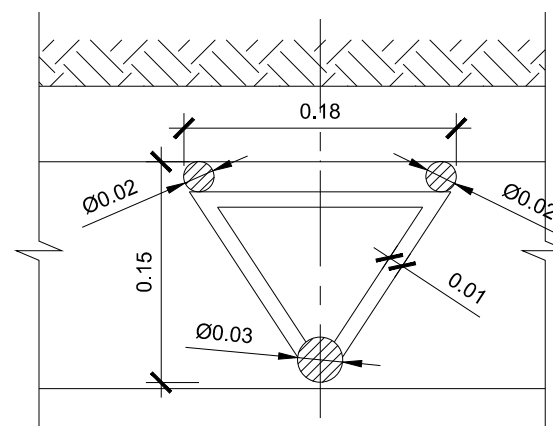
PORMENOR DE EXECUÇÃO DOS GEODRENOS NA FRENTE DE ESCAVAÇÃO, EMBOQUILHAMENTOS E TÍMPANOS
ESC. 1:100



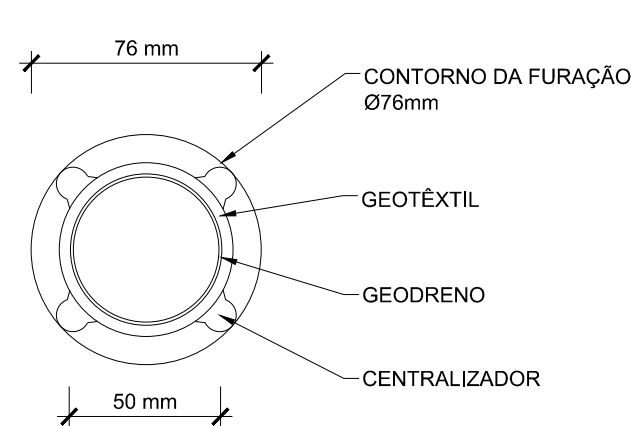
PORMENOR DE EXECUÇÃO DAS PREGAGENS DE FIBRA DE VIDRO NOS EMBOQUILHAMENTOS E TÍMPANOS
ESC. 1:100

MATERIAIS:

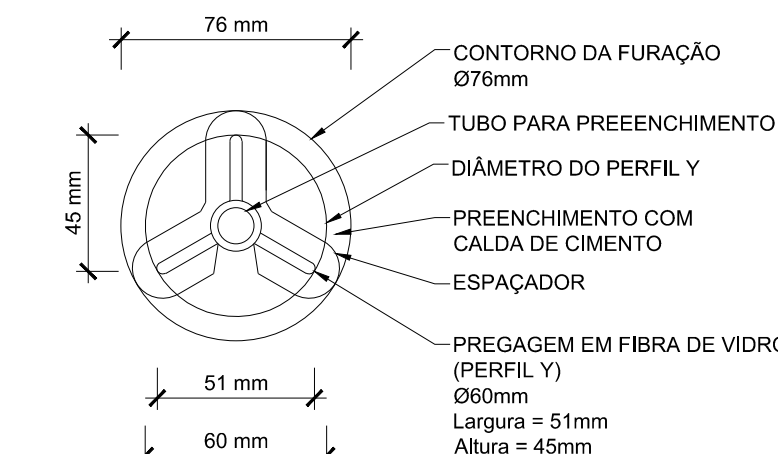
BETÃO (NP EN 206-1):	
Betão projetado (via húmida)	C30/37 XC4(P) CL 0.4 D _{MAX} 10 S5
Regularização/Enchimento	C12/15 XC0(P) CL 1.0 D _{MAX} 25 S3
FIBRAS METÁLICAS:	
Resistência à tração	1500 MPa
Comprimento (extremidade em gancho)	< 35mm
Esbelteza, L/D	65
Dosagem mínima de fibras	25 kg/m ³
Classe de absorção de energia	E700
AÇO:	
Chapas e perfis metálicos	S 355 JR
Cambotas treliçadas	A500 NR
Rede eletrossoldada	A 500 ER
Enfilagens	S 355 JR
Elementos de fixação metálica	CLASSE 8.8
No caso particular das soldaduras de elementos de construção metálica, a sua preparação e execução deverá obedecer ao estipulado no REAE, NP 1515 E NP EN 1993	
PREGAGENS DE TUBO EXPANSIVO	
Carga mínima de cedência	P _y = 130 kN
Tipo de aço	S 355 MC
FIBRA DE VIDRO:	
Resistência à tração	≥ 2000 MPa
Carga nominal de rotura	430 kN
CALDA DE CIMENTO:	
f _{ck} (7 dias)	EQUIVALENTE A C25/30
Relação A/C	A/C = 0,45
GEODRENOS:	
Tubo de polietileno rígido, corrugado e ranhurado	SN2
GEOTÊXTIL DO GEODRENO:	
Massa por unidade de área (EN 9864)	150 g/m ²
Espessura (EN ISO 9863-1)	2mm
Resistência à tração (EN ISO 10319)	4,5 kN/m
Alongamento à carga máxima (EN ISO 10319)	80 %
Punção estática (EN ISO12236)	≥ 700 N
Resistência à perfuração dinâmica (EN 918)	≤ 28mm
Durabilidade: Duração estimada de, no mínimo, 25 anos em terreno com 4 < PH < 9 e temperaturas < 25°C (tempo de exposição máximo de 1 semana após instalação)	



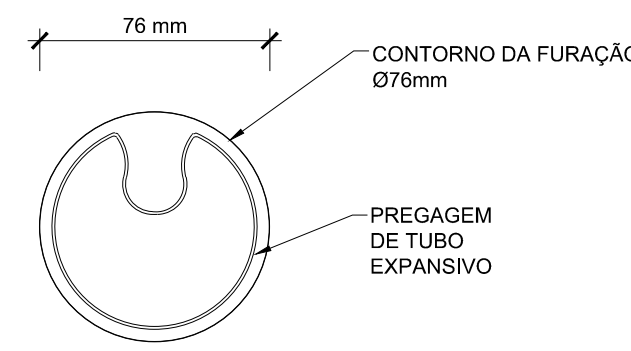
CORTE 1-1
ESC. 1:5



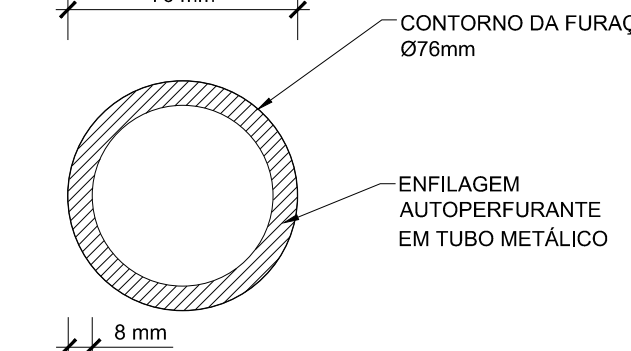
CORTE 2-2
ESC. 1:2,5



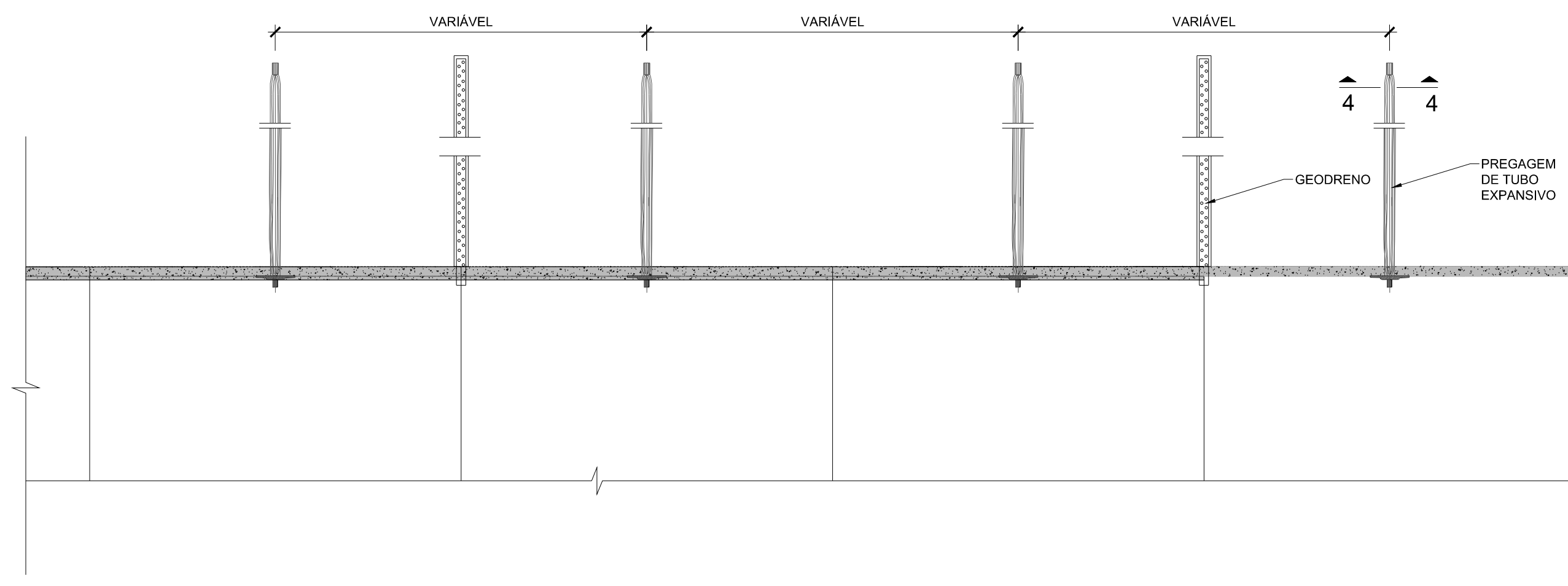
CORTE 3-3
ESC. 1:2,5



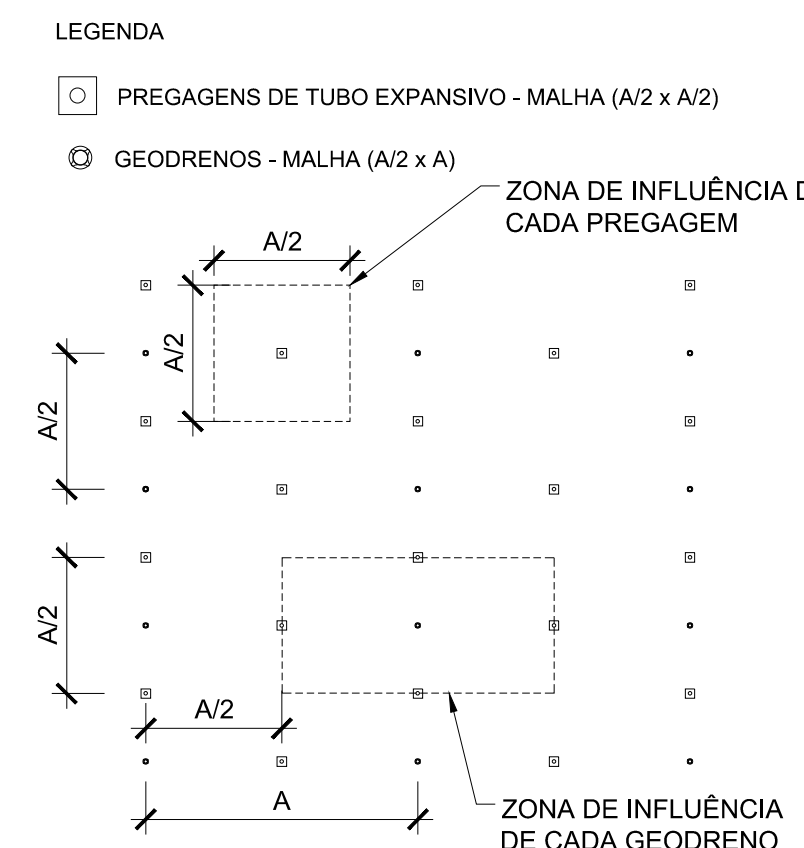
CORTE 4-4
ESC. 1:2,5



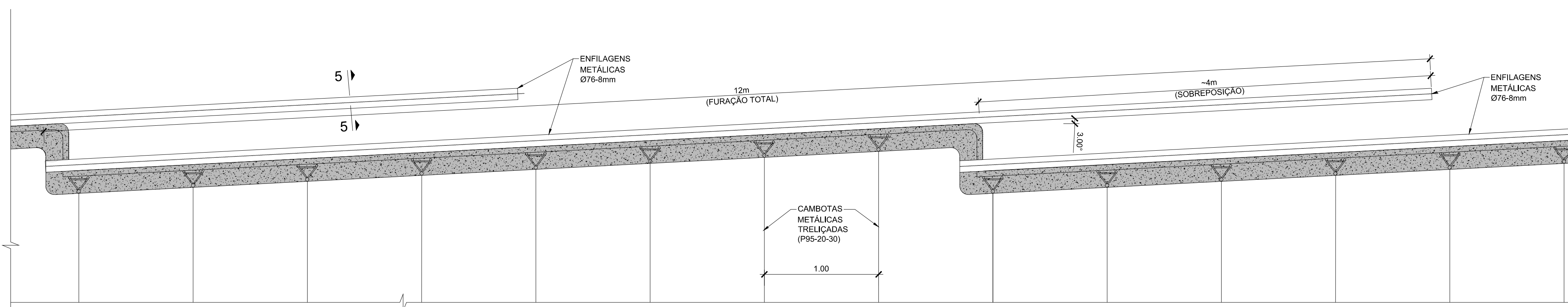
CORTE 5-5
ESC. 1:2,5



PORMENOR DE EXECUÇÃO DAS PREGAGENS EXPANSIVAS E GEODRENOS - SECÇÕES TV-B1, TV-B2, TV-C1, TV-B1* E TV-B2*
ESC. 1:100



DISPOSIÇÃO DA MALHA DE PREGAGENS E GEODRENOS
ESC. 1:100

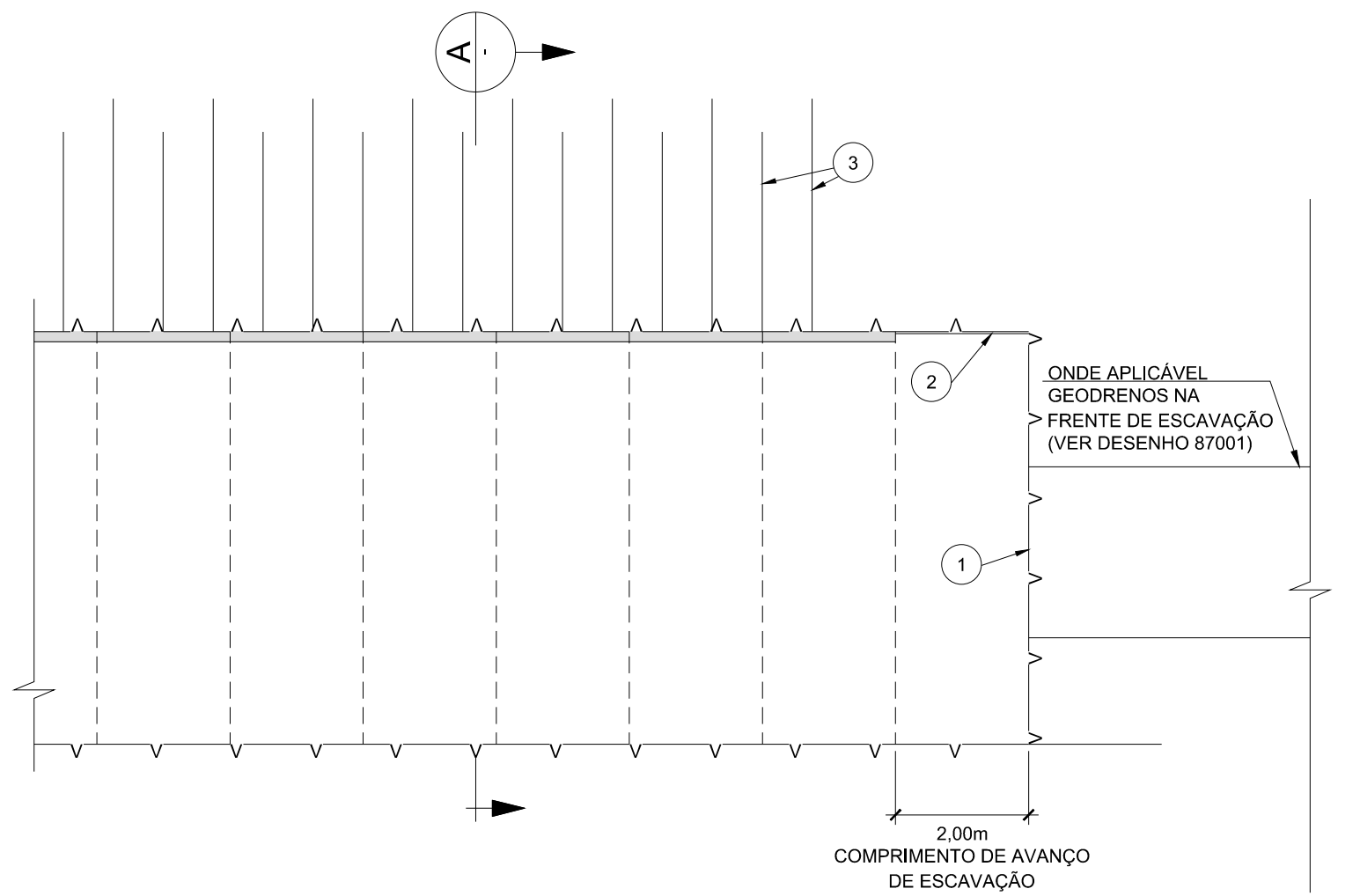


PORMENOR DE EXECUÇÃO DAS ENFILAGENS - SECÇÃO TV-D
ESC. 1:100

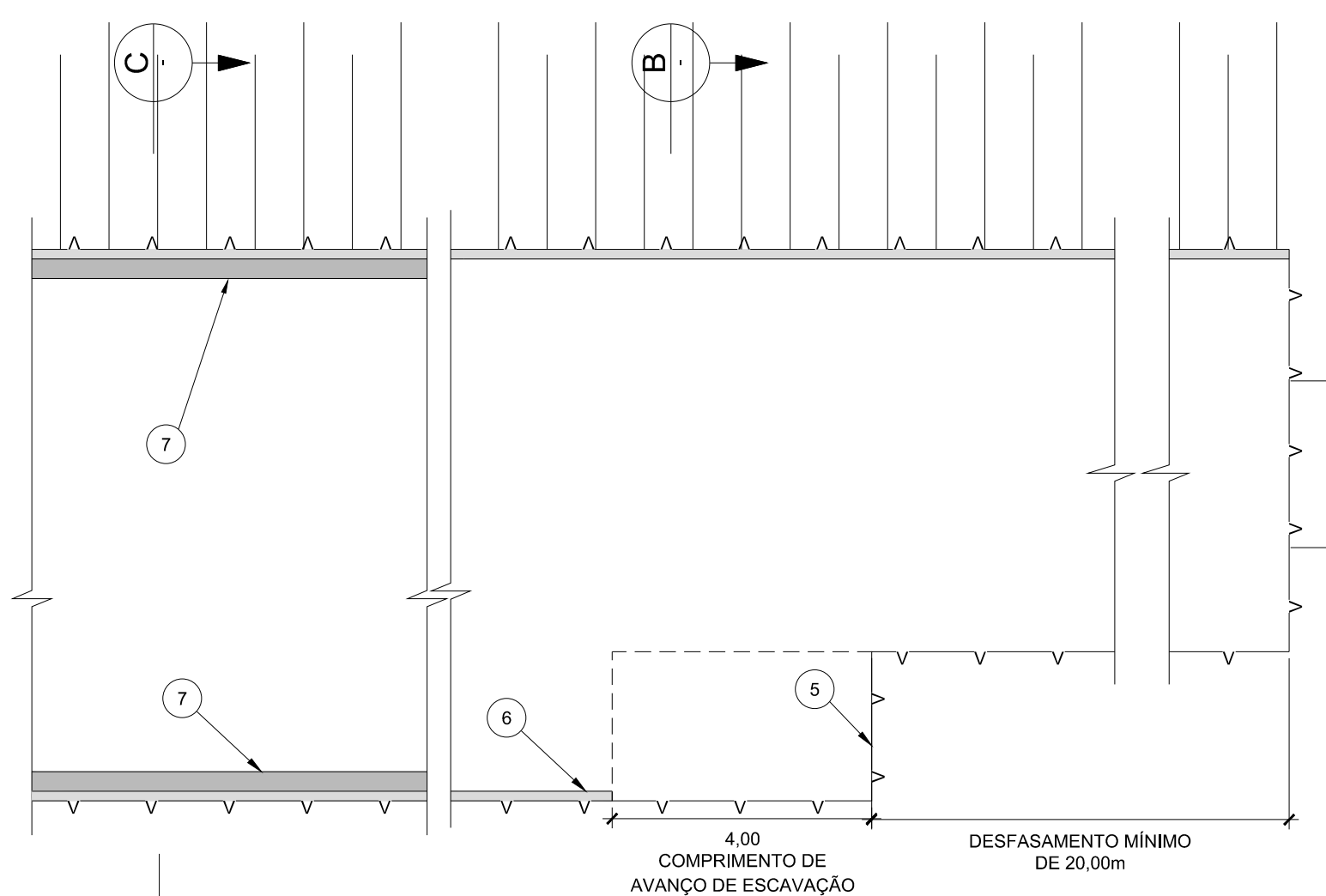
NOTAS:

- O ganho de resistência médio do betão projetado em 24 horas deverá ser superior a f_{ck, cube} > 10 MPa; em 3 dias deverá ser superior a f_{ck, cube} > 24 MPa; em 7 dias deverá ser superior a f_{ck, cube} > 30 MPa; em 28 dias deverá ser superior a f_{ck, cube} > 37 MPa.
- Caso o material da frente de escavação apresente carácter evolutivo e/ou maciço muito fraturado, deverá proceder-se à proteção da frente com betão projetado.
- Conforme definido, prevê-se a colocação de geodrenos nos hastelões, abóbada e frente de escavação do suporte primário. Função da realidade hidrogeológica efetivamente encontrada durante a obra, poderá existir a necessidade de realizar elementos adicionais.
- Os avanços definidos no projeto serão a confirmar, em função das reais condições geológicas e geotécnicas encontradas durante a obra e também, em função dos resultados obtidos ao nível da monitorização. Caso se justifique a solução definida pode ter que ser ajustada.

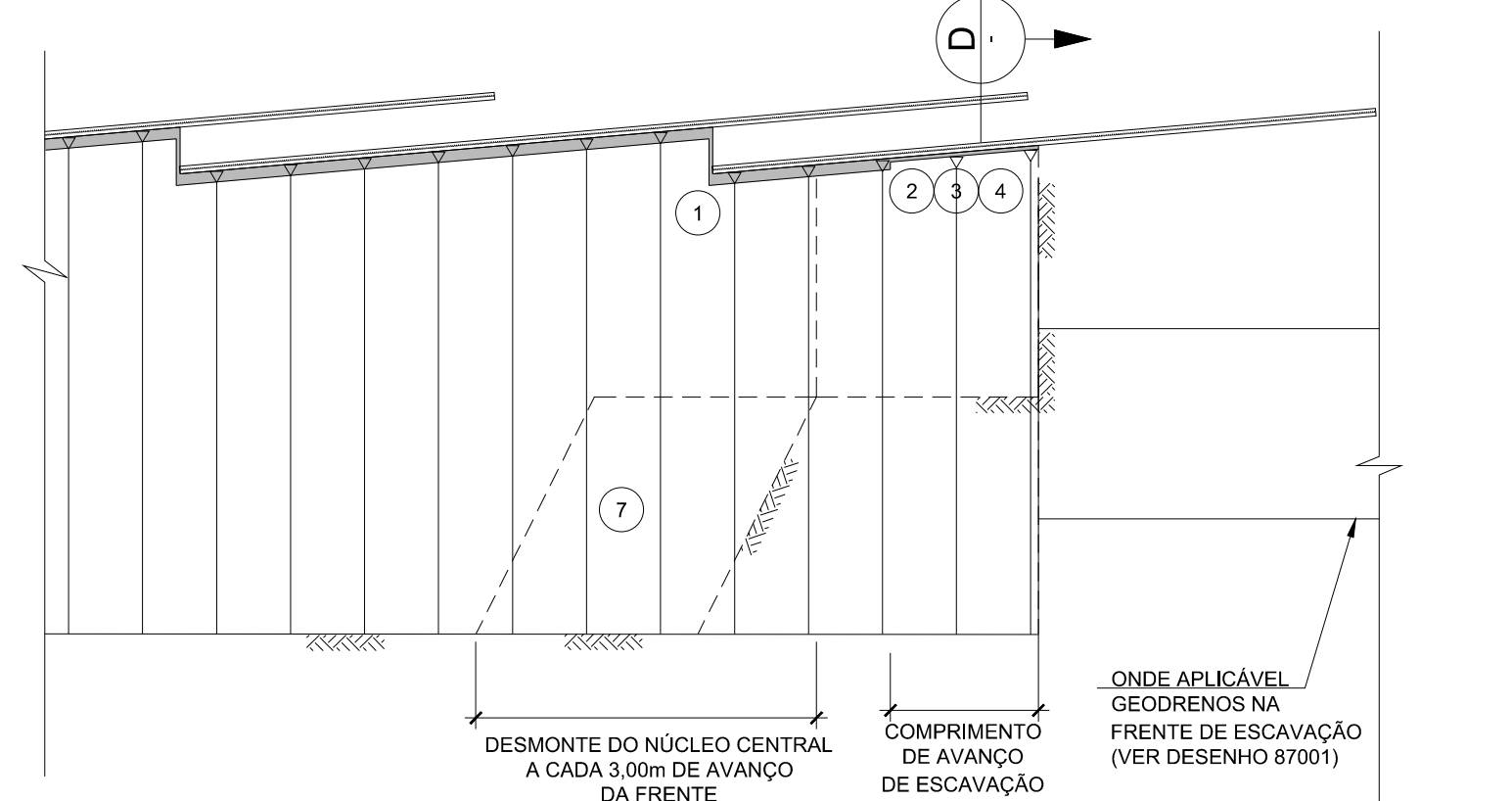
ALTERAÇÕES					
0	EMISSÃO INICIAL	03/10/2024	TAS	RVR	
		DATA	DES.	VERIF.	
PROLONGAMENTO DA LINHA VERMELHA S. SEBASTIÃO - ALCÂNTARA PROJETO DE EXECUÇÃO ESTRUTURAS TROÇOS 81, 82, 83, 84 E 85 TÚNEL SECÇÃO TIPO D, CABBOTA				Escalas: Des. nº 133568 F. / Alter. / Substituído / Substituído / Nº SAP / Versão / Folha	
Aprova: RP Verifica: RVR Proj.: FAB Des.: TNC				Identificação Empresa Promotora: COBA / JET SJ / JLCM / TALPROJECTO Escalas: AS INDICADAS / Folha: /	
Desenho nº LVSSA MSA PE STR TUN T83 DW 087005 0		Alter. 0			



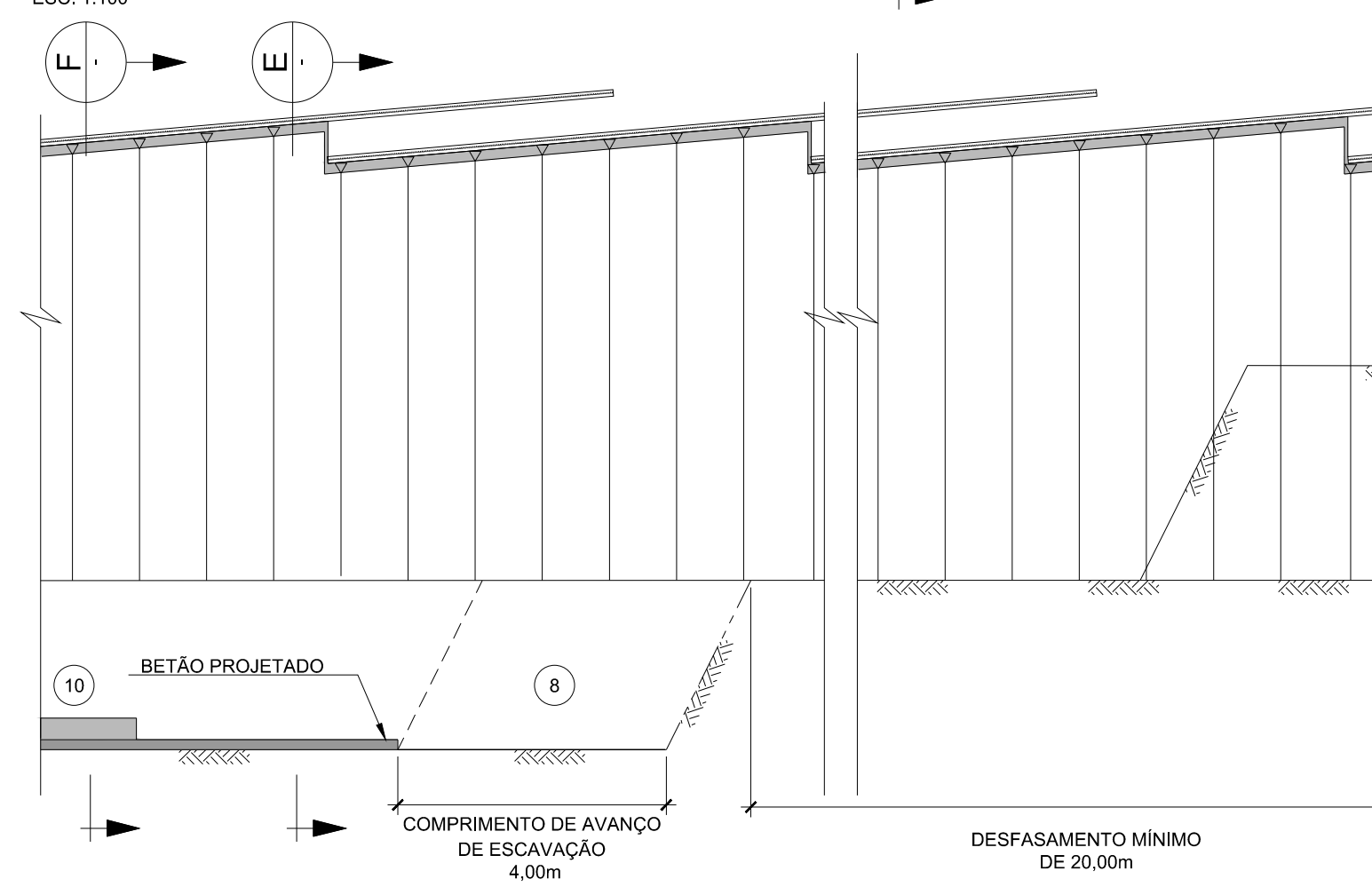
PERFIL LONGITUDINAL TIPO - SECÇÃO B1 / TV-B1* / TV-B2 / TV-B2* / TV-C1
ESC. 1:100



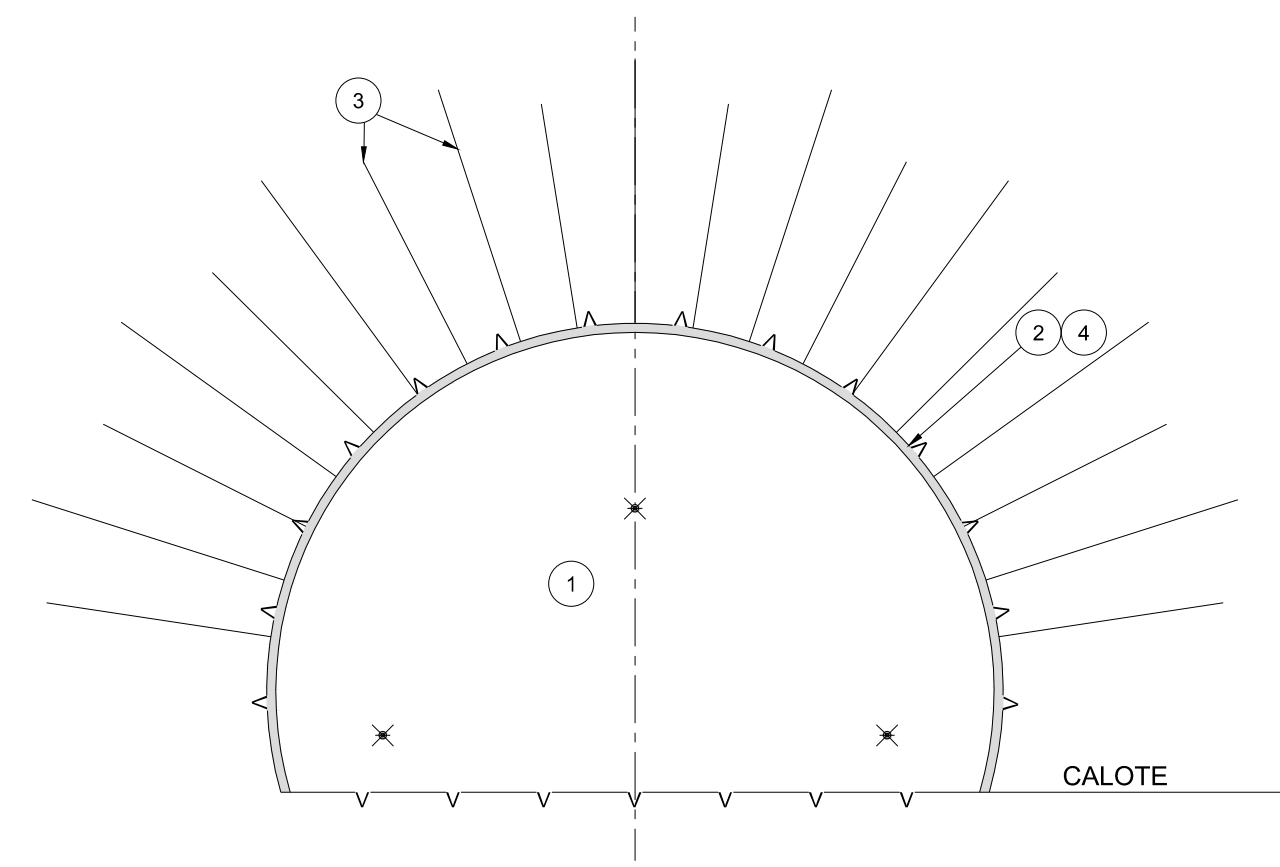
PERFIL LONGITUDINAL TIPO - SECÇÃO TV-B1 / TV-B1* / TV-B2 / TV-B2* / TV-C1
ESC. 1:100



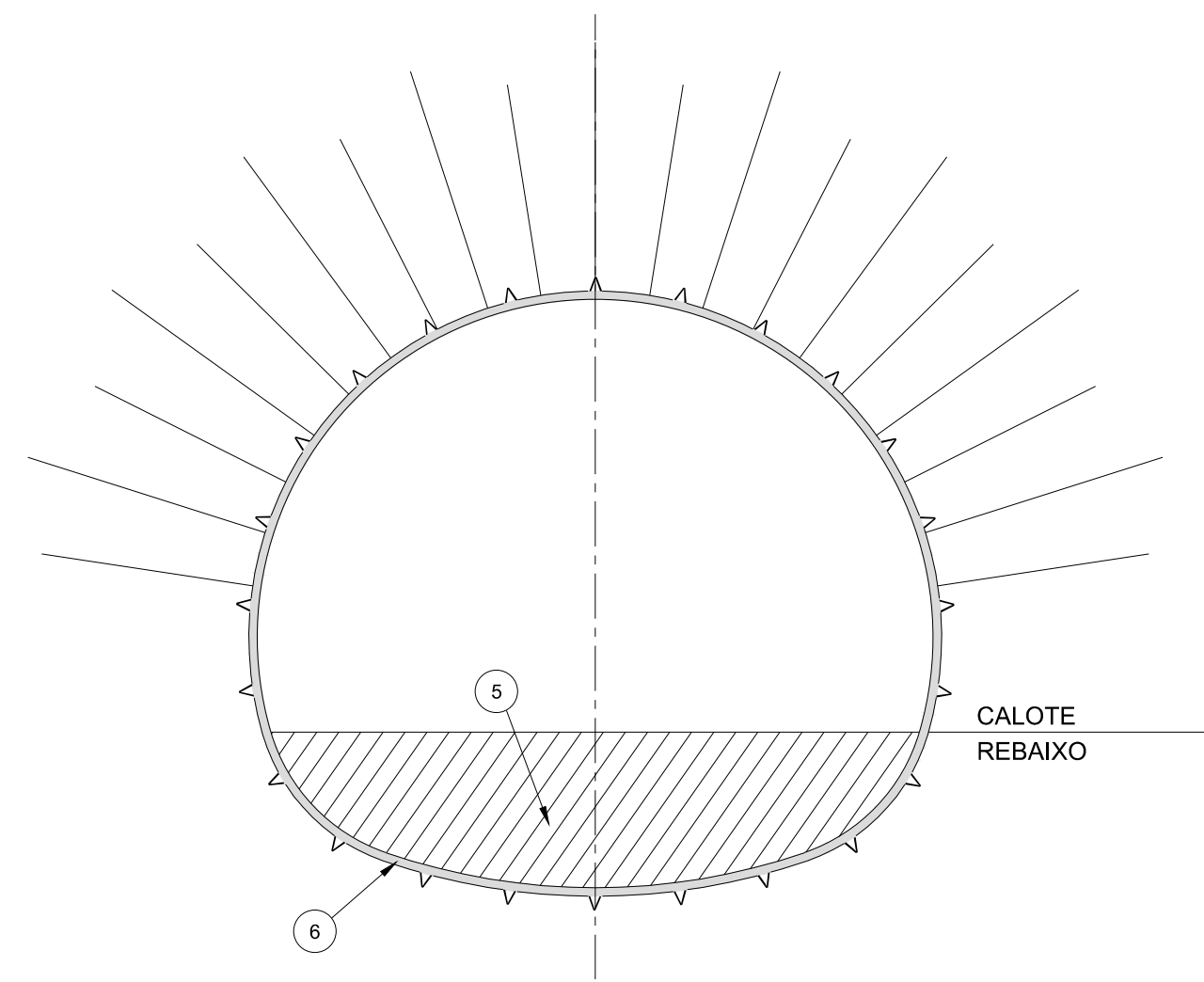
PERFIL LONGITUDINAL TIPO - SECÇÃO TV-D
ESC. 1:100



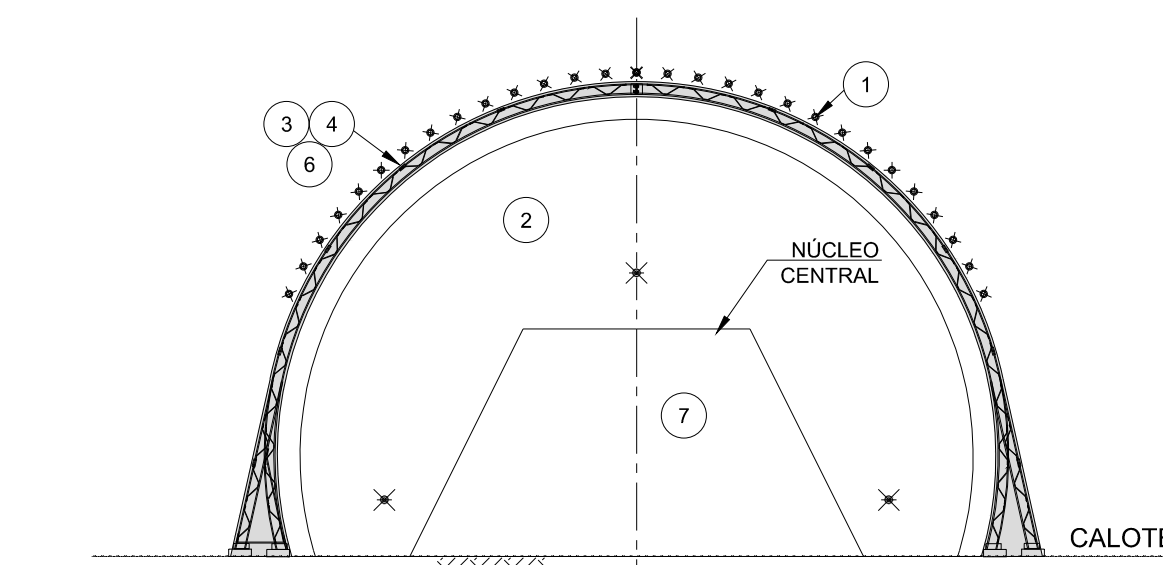
PERFIL LONGITUDINAL TIPO - SECÇÃO TV-D
ESC. 1:100



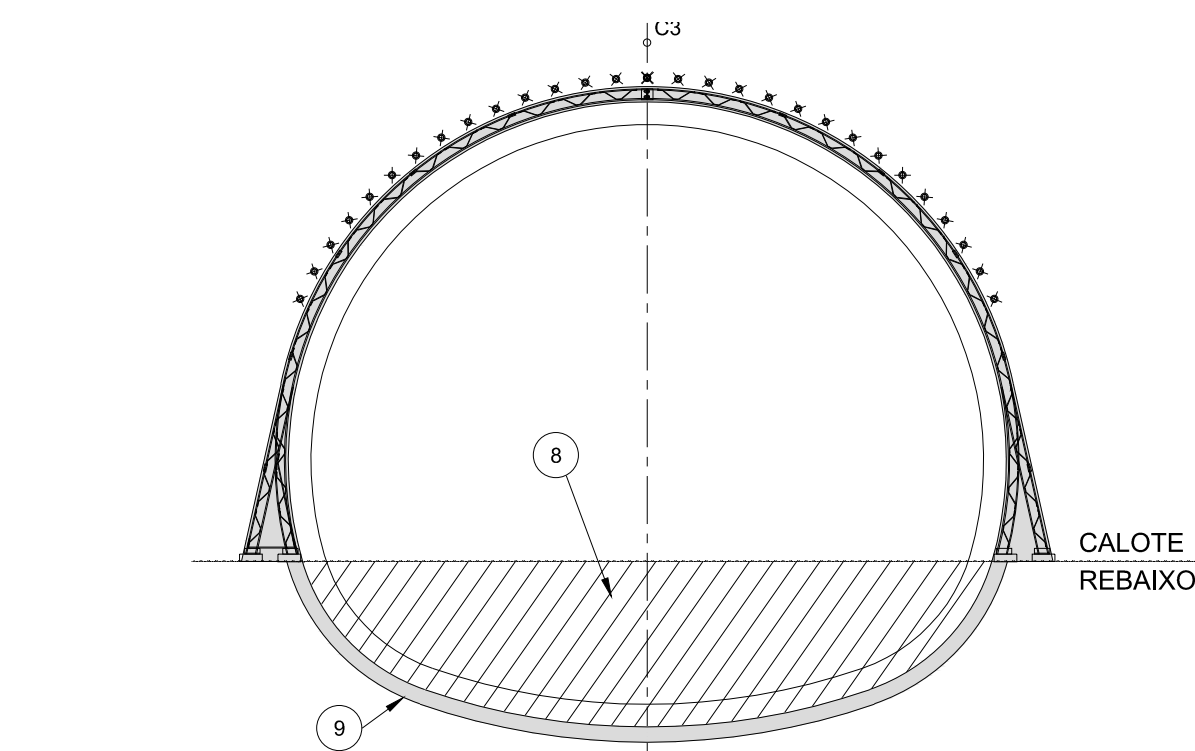
A SECÇÃO TV-B1 / TV-B1* / TV-B2 / TV-B2* / TV-C1
ESC. 1:100



B SECÇÃO TV-B1 / TV-B1* / TV-B2 / TV-B2* / TV-C1 1ª FASE
ESC. 1:100



D SECÇÃO TV-D 1ª E 2ª FASES
ESC. 1:100



E SECÇÃO TV-D 3ª FASE
ESC. 1:100

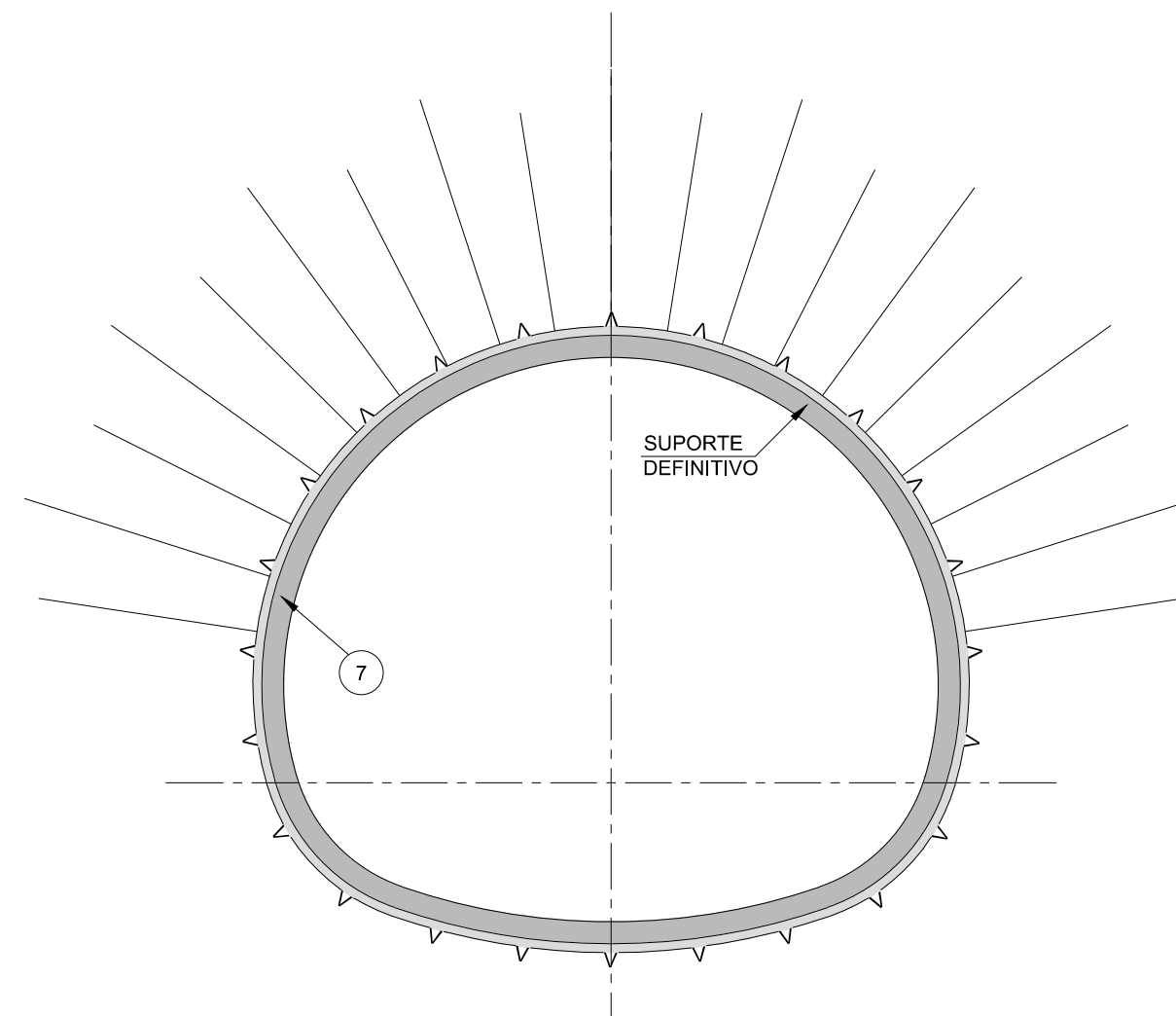
MÉTODO CONSTRUTIVO - SECÇÕES B1, B1*, B2, B2* e C1

1a FASE

- 1 - ESCAVAÇÃO DA FASE 1 EM AVANÇOS DE 2,00m (AJUSTÁVEL EM FUNÇÃO DAS CONDIÇÕES GEOLÓGICAS E GEOTÉCNICAS ENCONTRADAS);
- 2 - EXECUÇÃO DE UMA CAMADA DE 5cm EM BETÃO PROJETADO REFORÇADO COM FIBRAS METÁLICAS IMEDIATAMENTE APÓS A ESCAVAÇÃO PARA MINUIÇÃO DA DESCOMPRESSÃO E REGULARIZAÇÃO DA SUPERFÍCIE
- 3 - EXECUÇÃO DE PREGAGENS E DOS GEODRENOS (ONDE APLICÁVEL) E INSTALAÇÃO DE PRISMAS DE CONVERGÊNCIA PARA MONITORIZAÇÃO DA DEFORMAÇÃO DO SUPORTE PRIMÁRIO;
- 4 - APLICAÇÃO SUCESSIVA DE CAMADAS DE 5cm DE BETÃO PROJETADO REFORÇADO COM FIBRAS METÁLICAS ATÉ SE ATINGIR A ESPESSURA TOTAL DE PROJETO;

2a FASE

- 5 - ESCAVAÇÃO DE AVANÇOS DE 4,00m DA 2ª FASE COM UM DESFASAMENTO MÍNIMO DE 20,00m RELATIVAMENTE À 1ª FASE;
- 6 - APLICAÇÃO SUCESSIVA DE CAMADAS DE 5cm DE BETÃO PROJETADO REFORÇADO COM FIBRAS METÁLICAS ATÉ SE ATINGIR A ESPESSURA TOTAL DE PROJETO;
- 7 - COLOCAÇÃO DO SISTEMA DE IMPERMEABILIZAÇÃO E EXECUÇÃO DO REVESTIMENTO DEFINITIVO.



C SECÇÃO TV-B1 / TV-B1* / TV-B2 / TV-B2* / TV-C1 2ª FASE
ESC. 1:100

MÉTODO CONSTRUTIVO - SECÇÃO D

1a FASE

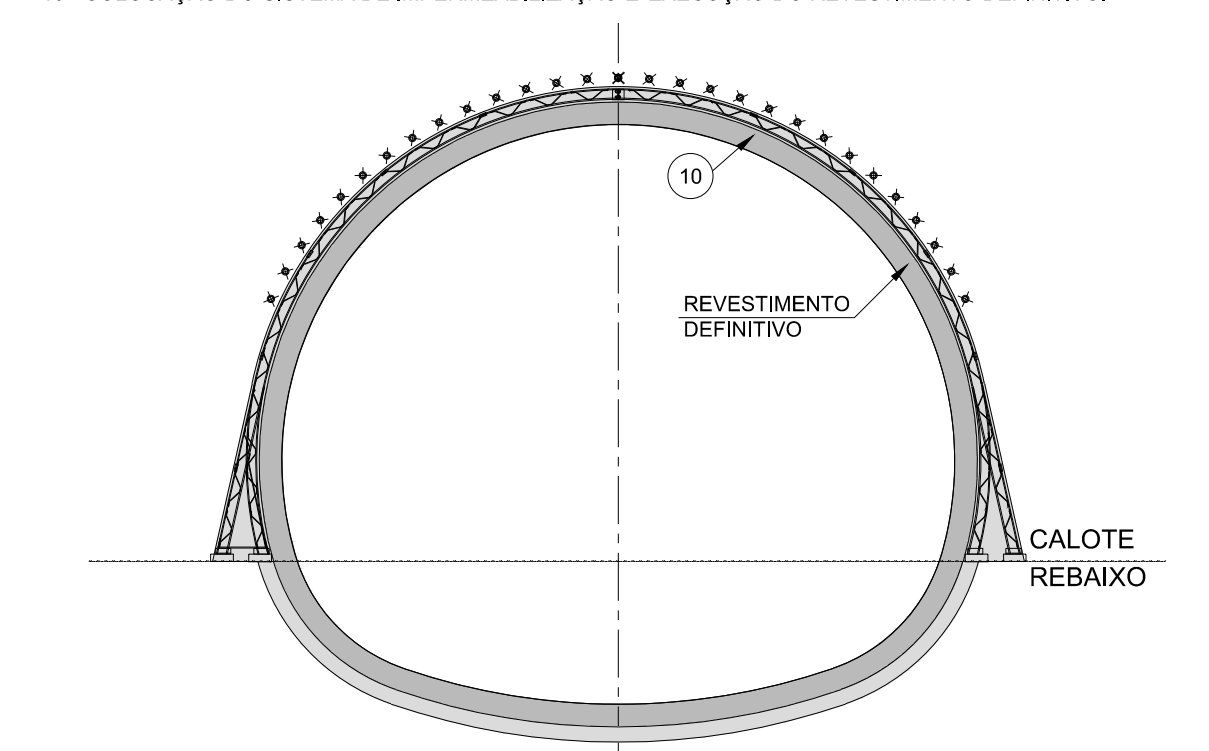
- 1 - EXECUÇÃO DE UM CHAPÉU TRONCOCÔNICO DE ENFILAGENS METÁLICAS;
- 2 - ESCAVAÇÃO DA 1ª FASE EM AVANÇOS DE 2,00m (AJUSTÁVEL EM FUNÇÃO DAS CONDIÇÕES GEOLÓGICAS E GEOTÉCNICAS ENCONTRADAS);
- 3 - EXECUÇÃO DE UMA CAMADA DE 5cm EM BETÃO PROJETADO REFORÇADO COM FIBRAS METÁLICAS IMEDIATAMENTE APÓS A ESCAVAÇÃO PARA MINUIÇÃO DA DESCOMPRESSÃO E REGULARIZAÇÃO DA SUPERFÍCIE
- 4 - INSTALAÇÃO DE CÂMBOTAS METÁLICAS TRELICADAS A CADA 1,00m;
- 5 - EXECUÇÃO DE GEODRENOS (ONDE APLICÁVEL) E INSTALAÇÃO DE PRISMAS DE CONVERGÊNCIA PARA MONITORIZAÇÃO DA DEFORMAÇÃO DO SUPORTE PRIMÁRIO;
- 6 - APLICAÇÃO SUCESSIVA DE CAMADAS DE 5cm DE BETÃO PROJETADO REFORÇADO COM FIBRAS METÁLICAS ATÉ SE ATINGIR A ESPESSURA TOTAL DE PROJETO;

2a FASE

- 7 - DESMONTE DO NÚCLEO CENTRAL A CADA AVANÇO DE 3,00m;

3a FASE

- 8 - ESCAVAÇÃO DA 3ª FASE EM AVANÇOS DE 4,00m RELATIVAMENTE À 1ª FASE COM UM DESFASAMENTO MÍNIMO DE 20,00m
- 9 - APLICAÇÃO SUCESSIVA DE CAMADAS DE 5cm DE BETÃO PROJETADO REFORÇADO COM FIBRAS METÁLICAS ATÉ SE ATINGIR A ESPESSURA TOTAL DE PROJETO;
- 10 - COLOCAÇÃO DO SISTEMA DE IMPERMEABILIZAÇÃO E EXECUÇÃO DO REVESTIMENTO DEFINITIVO.



F SECÇÃO TV-D 3ª FASE
ESC. 1:100

MATERIAIS:

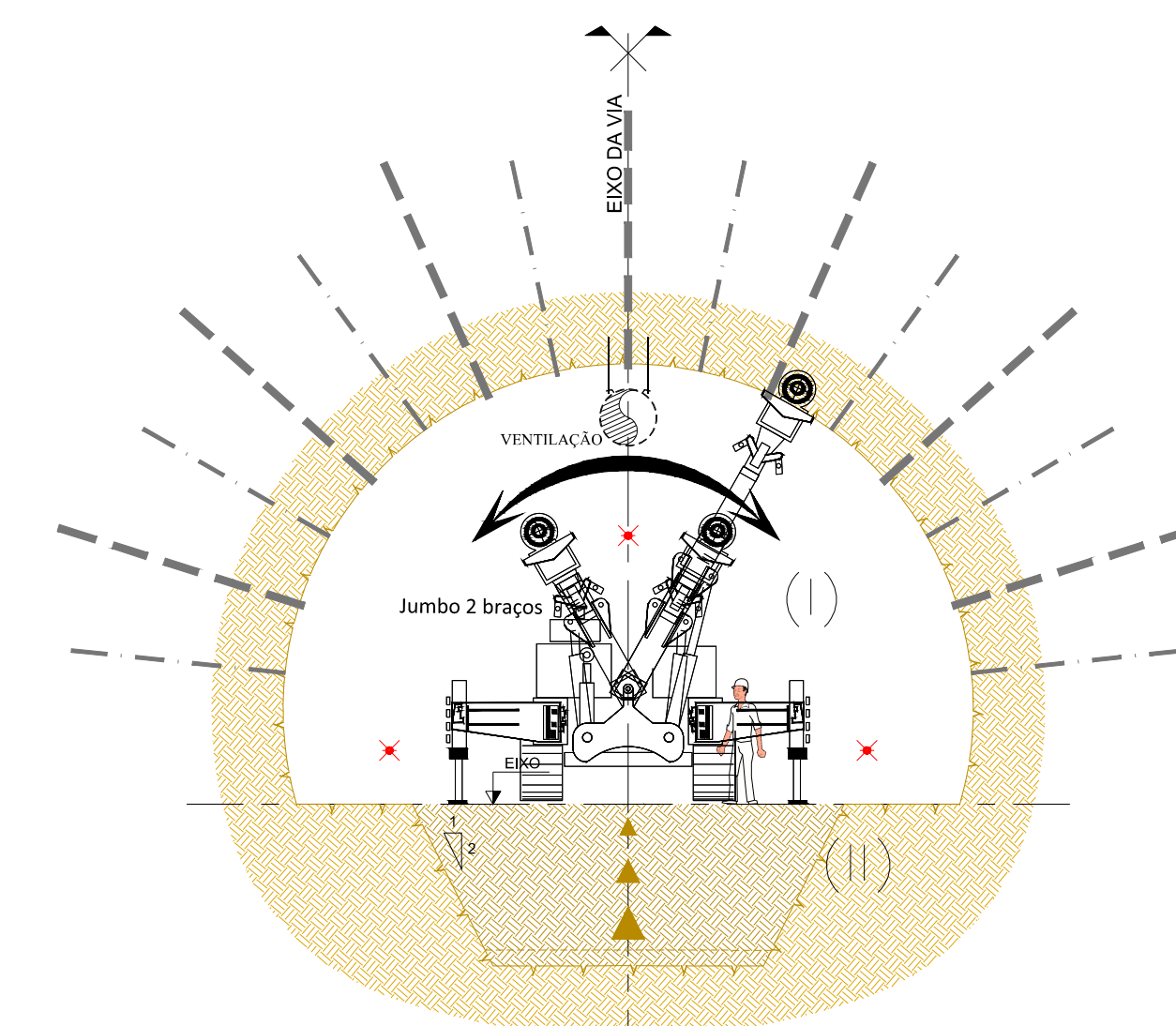
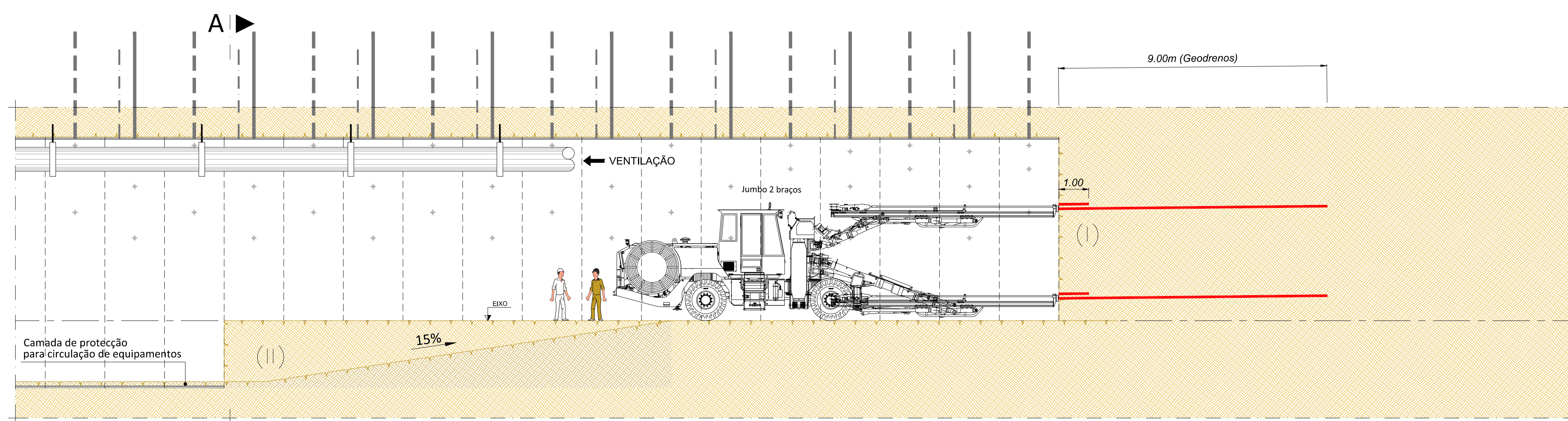
BETÃO (NP EN 206-1):	
Betão projetado (via húmida)	C30/37 XC4(P) CL 0.4 D _{MAX} 10 S5
Regularização/Enchimento	C12/15 XC0(P) CL 1.0 D _{MAX} 25 S3
FIBRAS METÁLICAS:	
Resistência à tração	1500 MPa
Comprimento (extremidade em gancho)	< 35mm
Esbelzeza, L/D	65
Dosagem mínima de fibras	25 kg/m³
Classe de absorção de energia	E700
AÇO:	
Chapas e perfis metálicos	S 355 JR
Cambotas treliçadas	A500 NR
Rede eletrossoldada	A 500 ER
Enfilagens	S 355 JR
Elementos de fixação metálica	CLASSE 8.8
No caso particular das soldaduras de elementos de construção metálica, a sua preparação e execução deverá obedecer ao estipulado no REAE, NP 1515 E NP EN 1993	
PREGAGENS DE TUBO EXPANSIVO	
Carga mínima de cedência	Py = 130 kN
Tipo de aço	S 355 MC
FIBRA DE VIDRO:	
Resistência à tração	≥ 2000 MPa
Carga nominal de rotura	430 kN
CALDA DE CIMENTO:	
f _{ck} (7 dias)	EQUIVALENTE A C25/30
Relação A/C	A/C = 0,45
GEODRENOS:	
Tubo de polietileno rígido, corrugado e ranhurado	SN2
GEOTÊXTIL DO GEODRENO:	
Massa por unidade de área (EN 9864)	150 g/m²
Espessura (EN ISO 9863-1)	2mm
Resistência à tração (EN ISO 10319)	4,5 kN/m
Alongamento à carga máxima (EN ISO 10319)	80 %
Punção estática (EN ISO 12236)	≥ 700 N
Resistência à perfuração dinâmica (EN 918)	≤ 28mm
Durabilidade: Duração estimada de, no mínimo, 25 anos em terreno com 4 < PH < 9 e temperaturas < 25°C (tempo de exposição máximo de 1 semana após instalação)	

NOTAS:

1. O ganho de resistência médio do betão projetado em 24 horas deverá ser superior a f_{ck, cube} > 10 MPa; em 3 dias deverá ser superior a f_{ck, cube} > 24 MPa; em 7 dias deverá ser superior a f_{ck, cube} > 30 MPa; em 28 dias deverá ser superior a f_{ck, cube} > 37 MPa.
2. Caso o material da frente de escavação apresente carácter evolutivo e/ou maciço muito fraturado, deverá proceder-se à proteção da frente com betão projetado.
3. Conforme definido, prevê-se a colocação de geodrenos nos hasteais, abóbada e frente de escavação do suporte primário. Função da realidade hidrogeológica efetivamente encontrada durante a obra, poderá existir a necessidade de realizar elementos adicionais.
4. Os avanços definidos no projeto serão a confirmar, em função das reais condições geológicas e geotécnicas encontradas durante a obra e também, em função dos resultados obtidos ao nível da monitorização. Caso se justifique a solução definida pode ter que ser ajustada.

ALTERAÇÕES					
0		EMISSÃO INICIAL		03/10/2024	
				TAS	
				RVR	
				DATA	
				DES.	
				VERIF.	
Data:		PROLONGAMENTO DA LINHA VERMELHA		Escalas:	
Aprov.:		S. SEBASTIÃO - ALCÂNTARA		Des. nº 133569 F. /	
Verif.:		PROJETO DE EXECUÇÃO		Alter.:	
Proj.:		ESTRUTURAS		Substitui:	
Des.:		TROÇOS 81, 82, 83, 84 e 85		Substituído:	
		TÚNEL		Nº SAP	
		SECÇÕES TIPO TV-B, TV-C E TV-D,		Versão	
		MÉTODO CONSTRUTIVO		Folha	
Aprov.:		MOTAENÇIL		MOTAENÇIL	
Verif.:		ENGENHARIA		ENGENHARIA	
Proj.:		COBA		JET	
Des.:		COBA / JET SJ / JLCM / TALPROJECTO		JLCM	
		Identificação Empresa Proponente:		Escalas:	
		COBA / JET SJ / JLCM / TALPROJECTO		1/100	
		Folha:			
Des.:		TNC		Desenho nº	
		LVSSA MSA PE STR TUN T83 DW 087006 0		Alter.:	
				0	

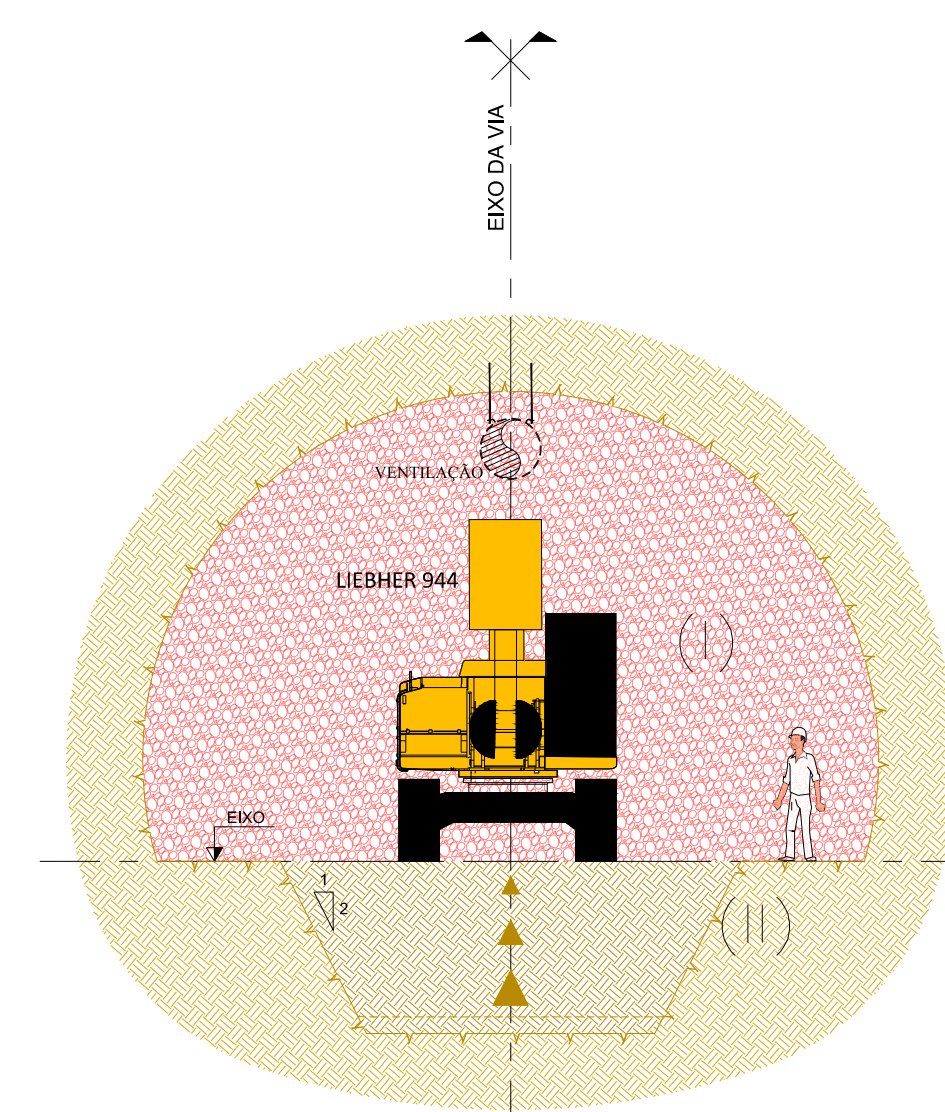
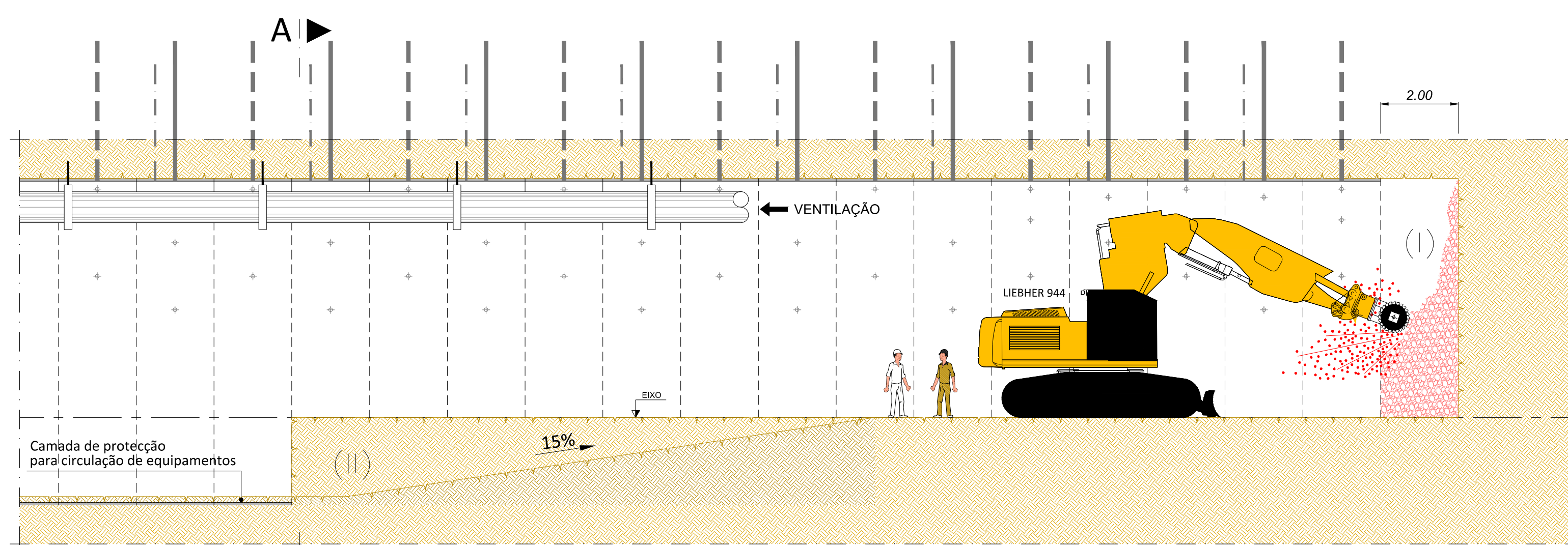
SECÇÕES TIPO: TV-B1, TV-B1*, TV-B2, TV-B2* e TV-C1



Fase 1: A ▶

- Execução de 3 geodrenos na frente (nas zonas assinaladas com ***) $\varnothing 50\text{mm}$ L=9,00m e furação $\varnothing 76\text{mm}$ e sobreposição de 1.00m, com jumbo de 2 braços.

SECÇÕES TIPO: TV-B1, TV-B1*, TV-B2, TV-B2* e TV-C1

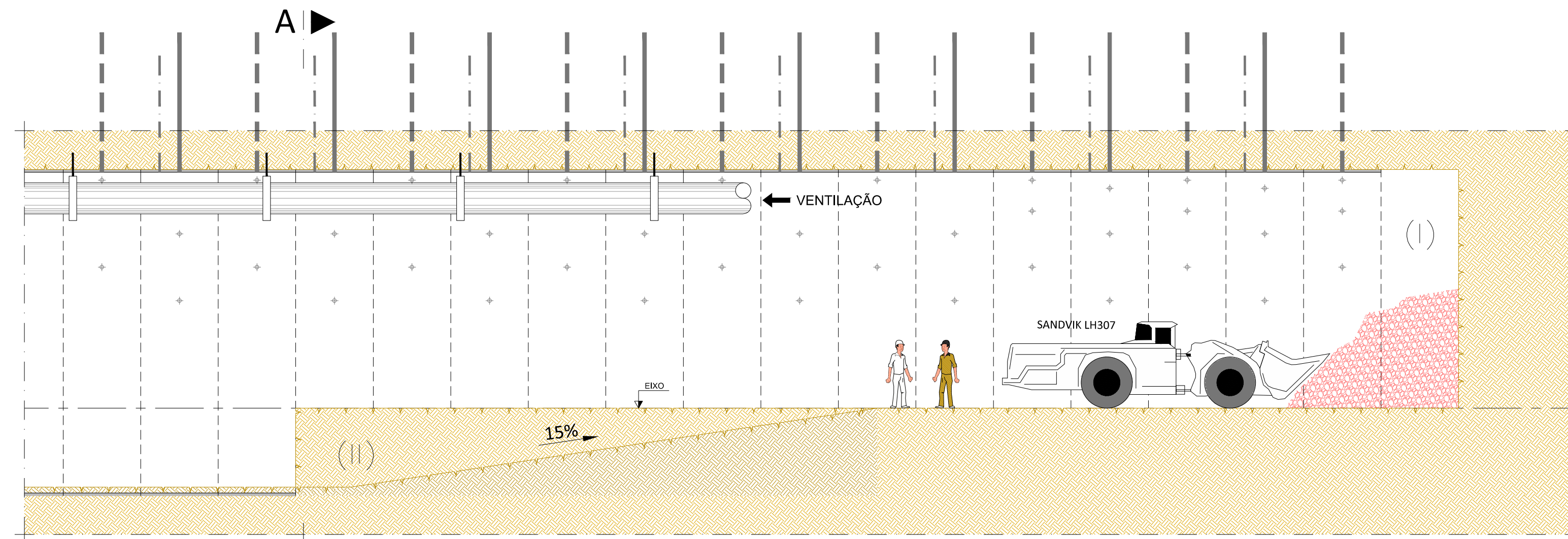


Fase 2: A ▶

- Escavação de avanço de 2.00m, da abóbada (I), com escavadora do tipo LIEBHERR 944 com cabeça roçadora

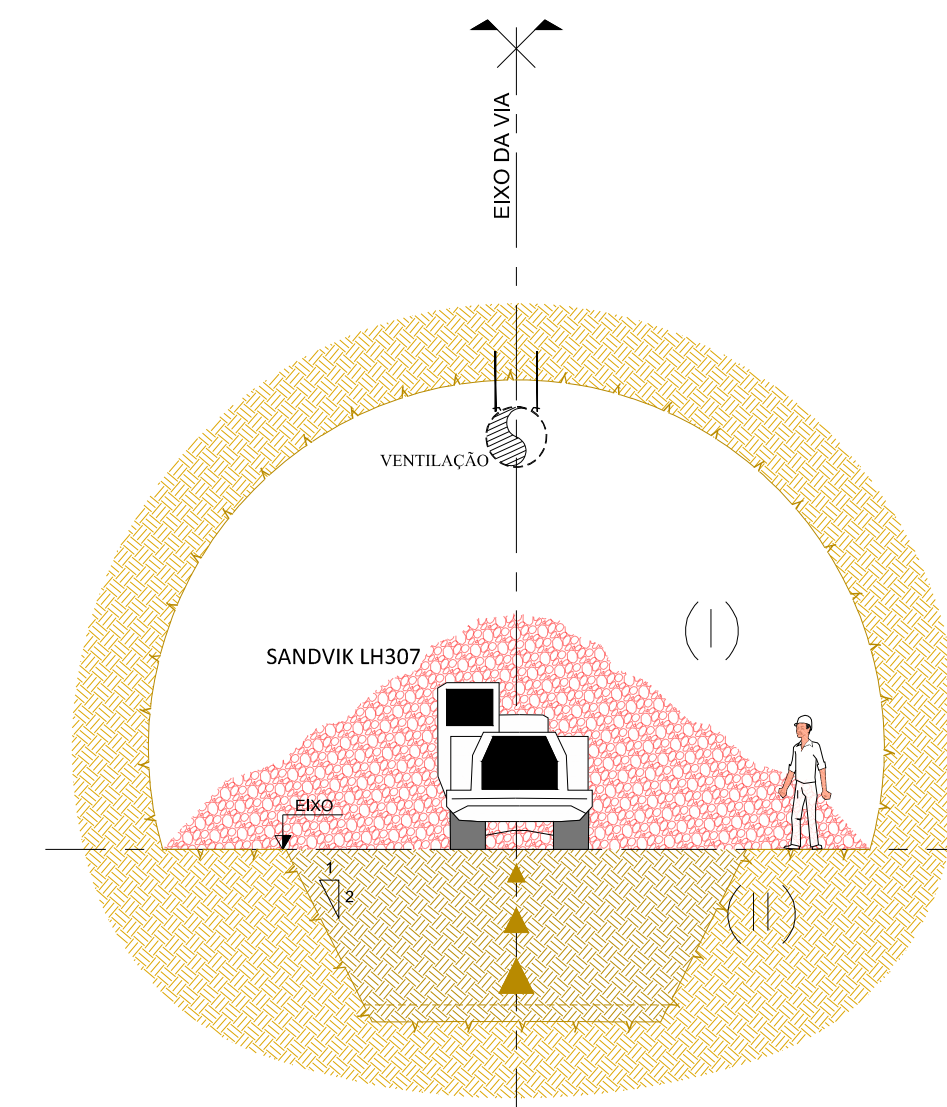
ALTERAÇÕES		DATA		DES.		VERIF.	
0	EMIÇÃO INICIAL	03/10/2024	TNC	RVR			
PROLONGAMENTO DA LINHA VERMELHA S. SEBASTIÃO - ALCÁNTARA PROJETO DE EXECUÇÃO		Des. n.º 133570					
Estruturas Métodologia de Execução Seções Tipo: TV-B1, TV-B1*, TV-B2, TV-B2* e TV-C1		Escalas:		Des. n.º: 133570 Alter.: Substituído: Nº SAP: Versão: Folha:			
Aprov. RVP 05/07/2024 Verif. RVR 05/07/2024 Proj. FAB 05/07/2024 Des. TNC 05/07/2024		Identificação Empresa Projeção: COBA / JET SJ / JLCM / TALPROJECTO		Escalas: 1/100 Folha: 1 / 6			
Desenho nº LVSSA MSA PE STR TUN T83 DW 087900 0		Alter.: 0		16			

SECÇÕES TIPO: TV-B1, TV-B1*, TV-B2, TV-B2* e TV-C1



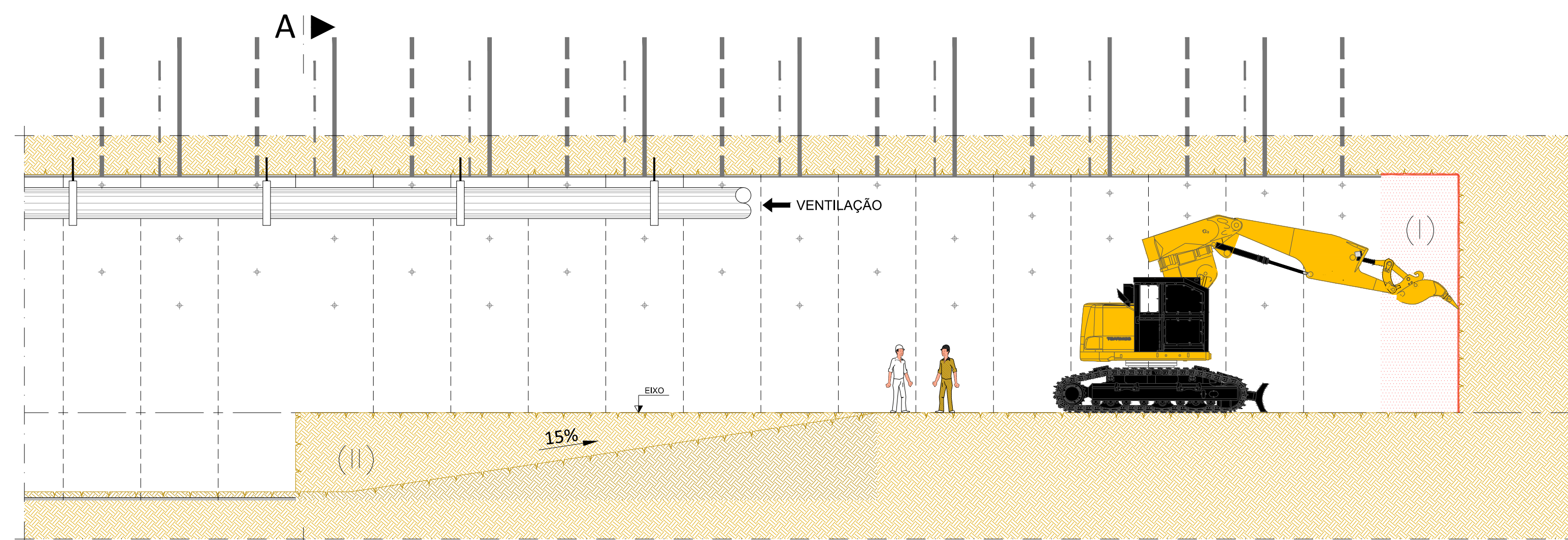
Fase 3: A ▶

- Remoção dos escombros com pá mineira do tipo SANDVIK LH307.



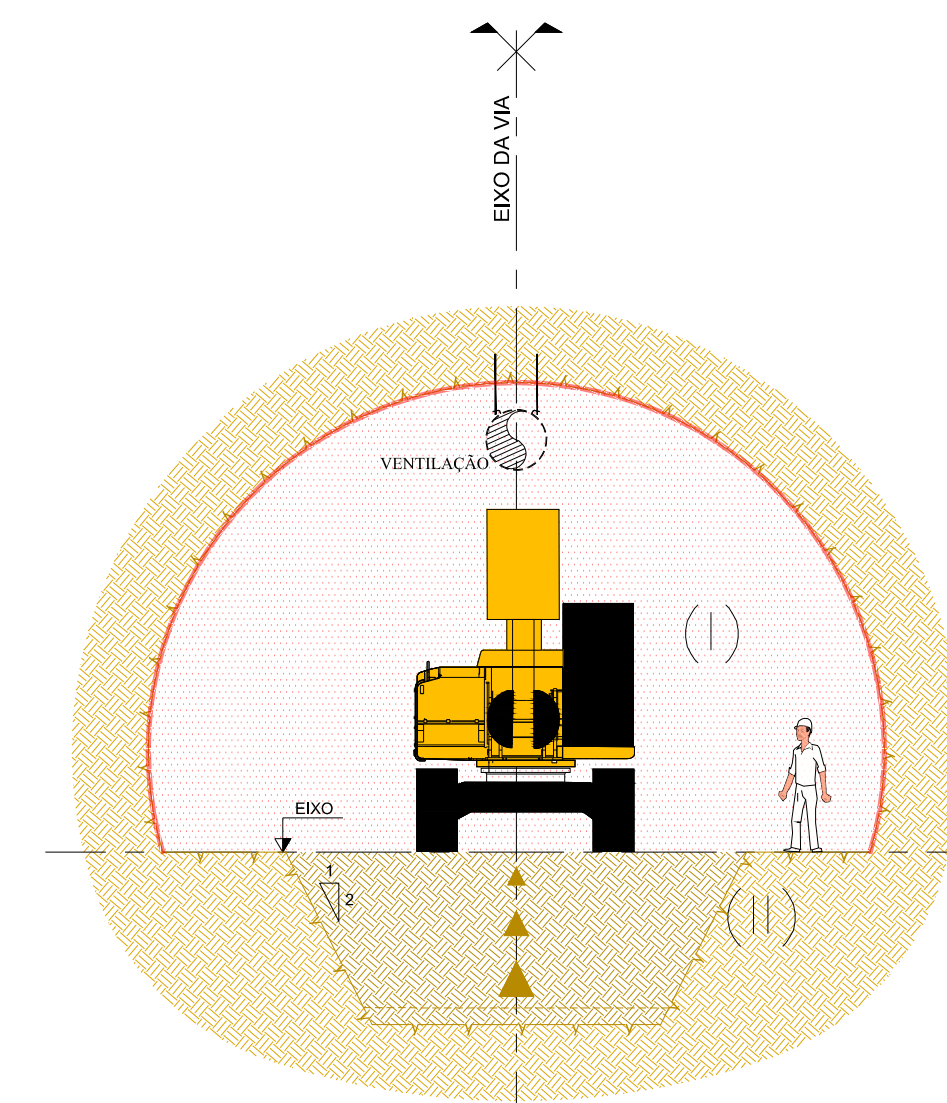
Corte A
(Escala: 1/100)

SECÇÕES TIPO: TV-B1, TV-B1*, TV-B2, TV-B2* e TV-C1



Fase 4: A ▶

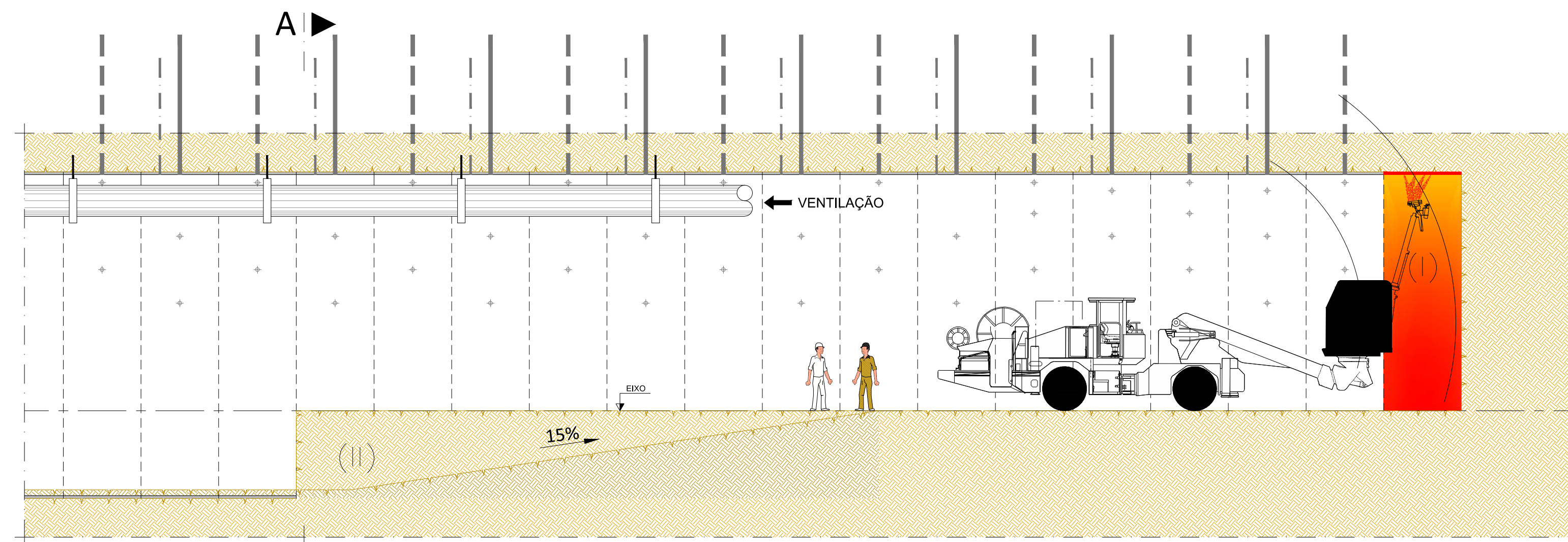
- Saneamento do terreno.



Corte A
(Escala: 1/100)

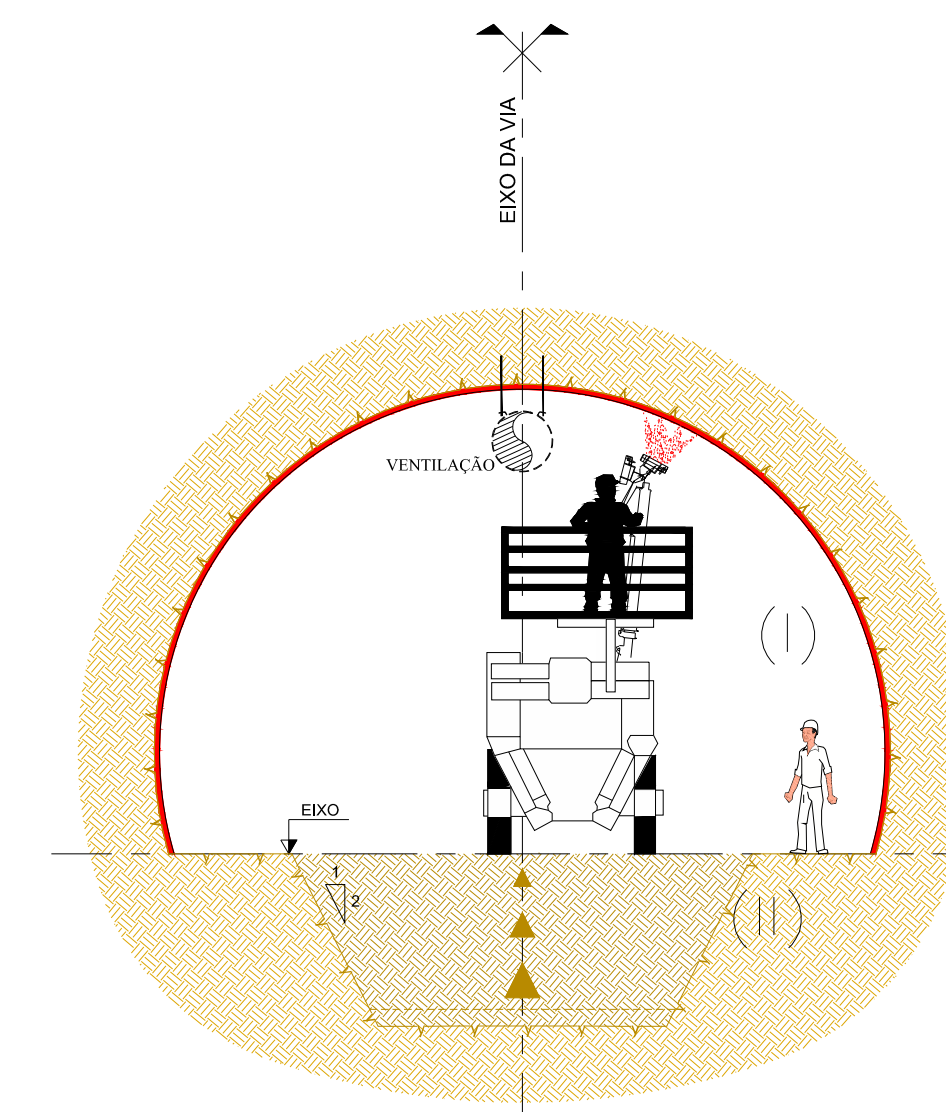
ALTERAÇÕES					
0 EMISSÃO INICIAL		03/10/2024	TNC	RVR	
		DATA	DES.	VERIF.	
Data:		PROLONGAMENTO DA LINHA VERMELHA S. SEBASTIÃO - ALCÁNTARA			
Aprov.		PROJETO DE EXECUÇÃO		Escala: Des. n.º 133571 F. /	
Verif.		ESTRUTURAS		Alter. /	
Proj.		TÚNEL DE VIA		Substitui /	
Des.		METODOLOGIA DE EXECUÇÃO		Substitui /	
		SECÇÕES TIPO: TV-B1, TV-B1*, TV-B2, TV-B2* e TV-C1		N.º SAP /	
				Versão /	
				Folha /	
Aprov. JRP		05/07/2024			
Verif. RVR		05/07/2024			
Proj. FAB		05/07/2024			
Des. TNC		05/07/2024			
				Identificação Empresa Projeção: COBA / JET SJ / JLGM / TALPROJECTO	
		Escala: 1/100		Folha: 2 / 6	
		Desenho nº LVSSA MSA PE STR TUN T83 DW 087901 0		Alter. 0 /	

SECÇÕES TIPO: TV-B1, TV-B1*, TV-B2, TV-B2* e TV-C1



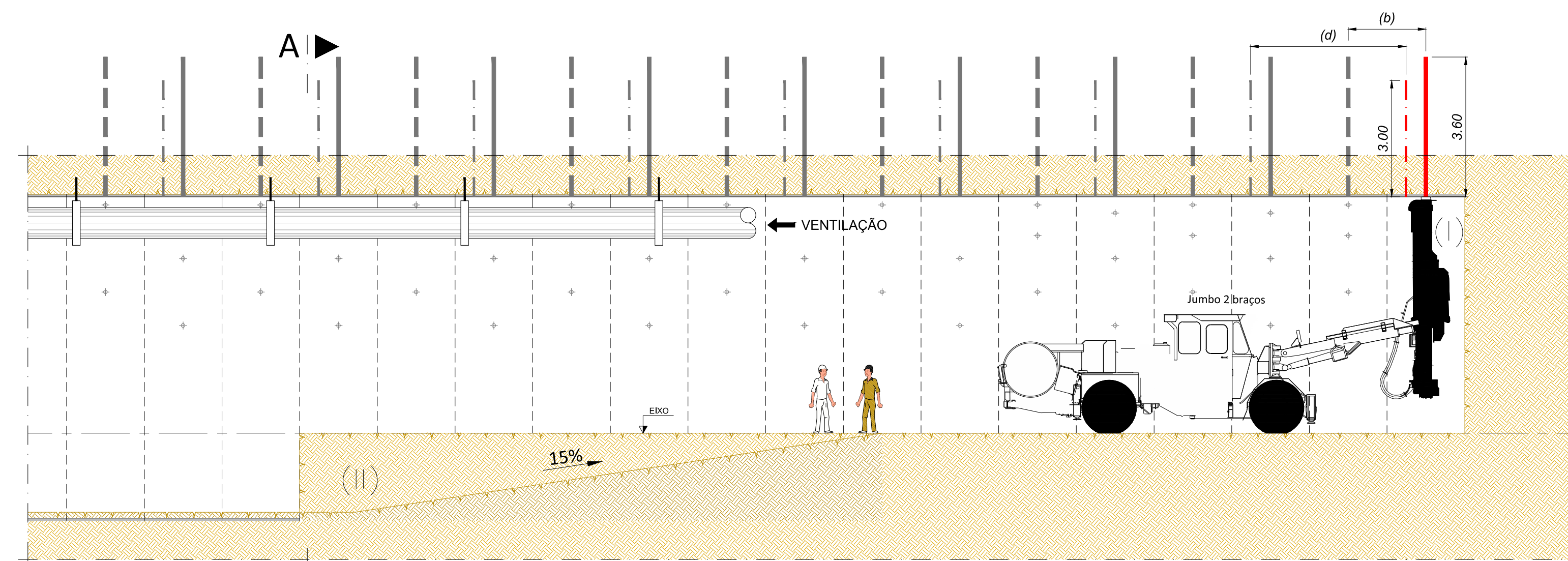
Fase 5: A ▶

- Aplicação de camada de regularização de betão projetado com fibras metálicas, na abóbada, com robot de projecção.



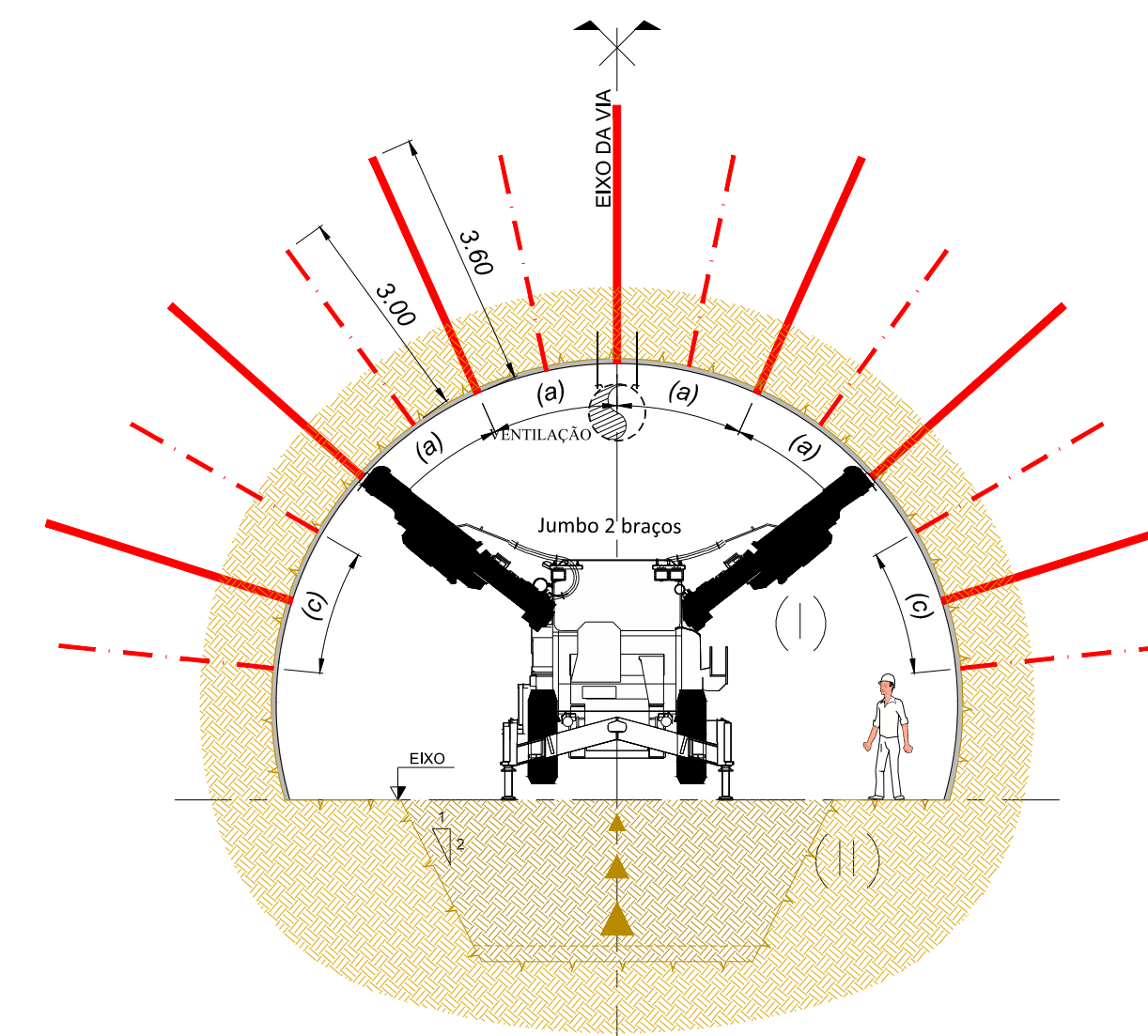
Corte A
(Escala: 1/100)

SECÇÕES TIPO: TV-B1, TV-B1*, TV-B2, TV-B2* e TV-C1



Fase 6: A ▶

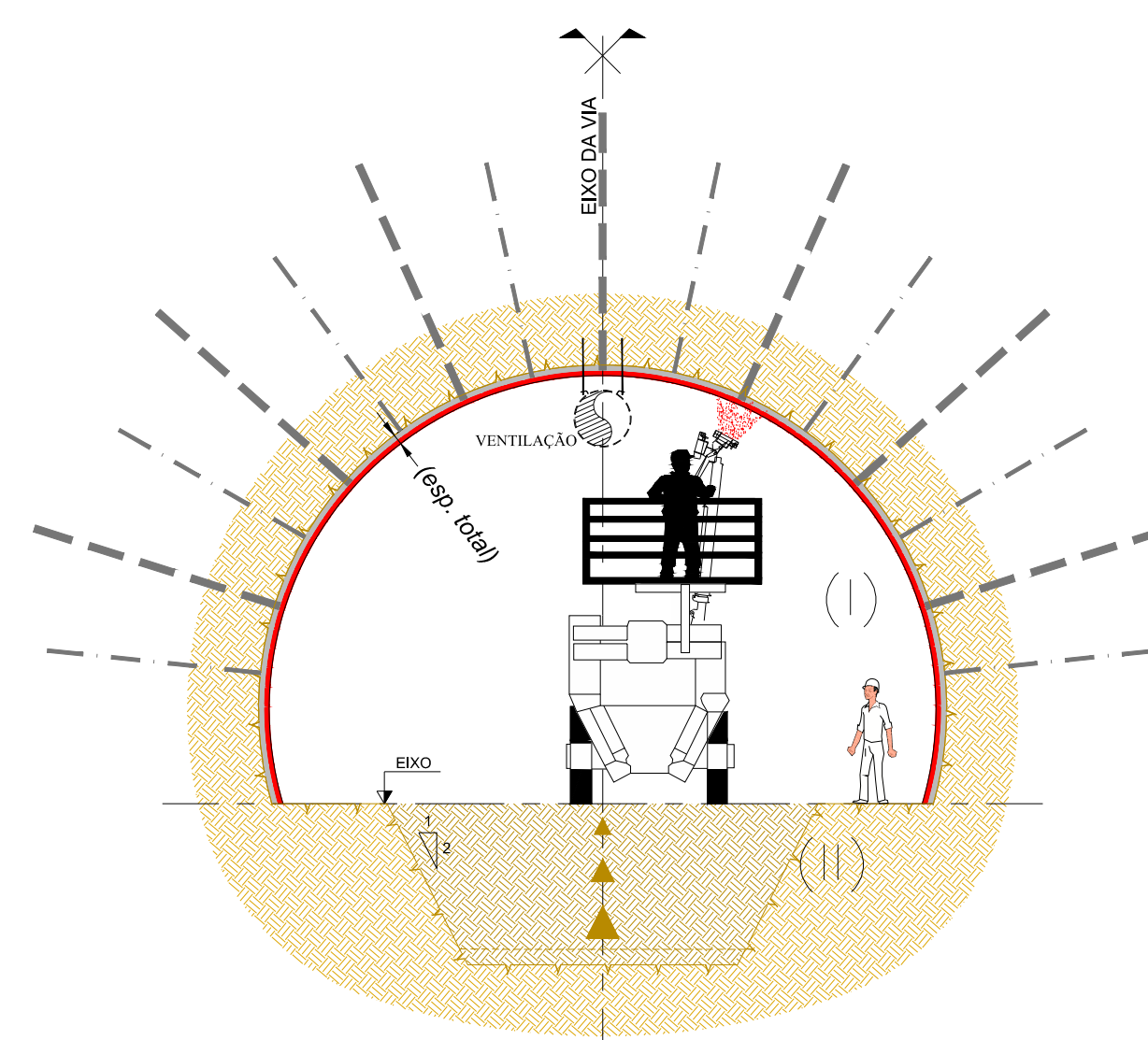
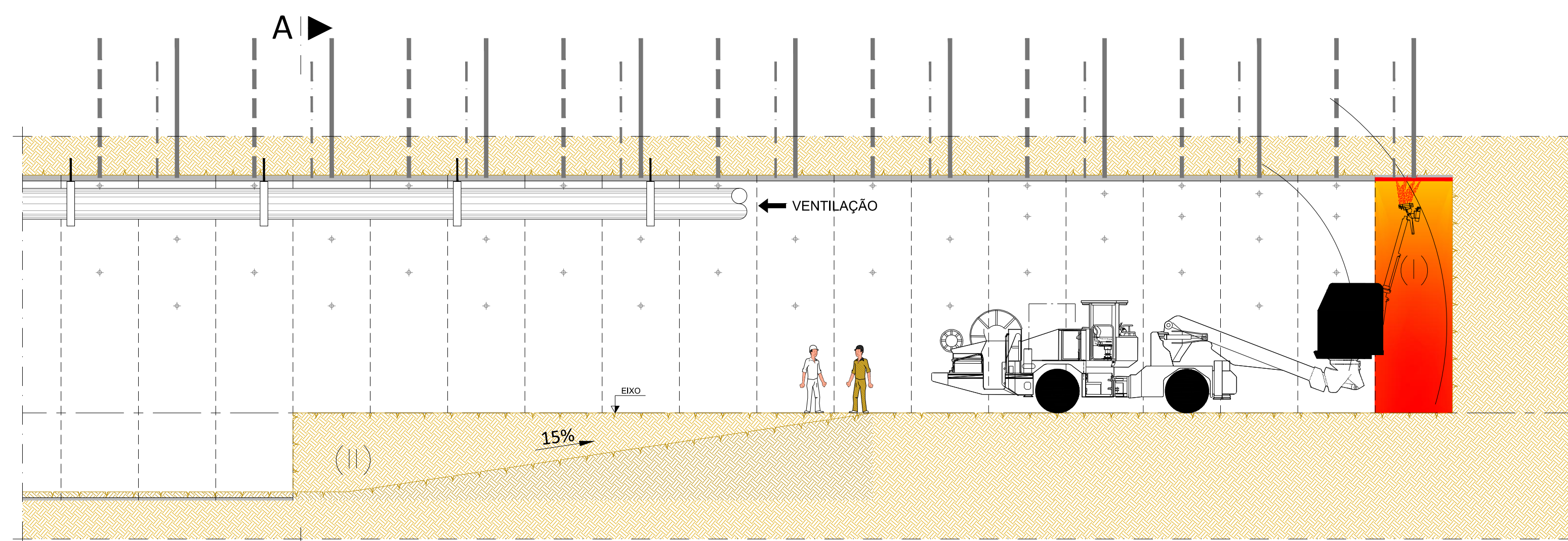
- Instalação de pregagens de tubo expansivo L=3,60m, com jumbo de 2 braços.
 - Secção TV-B1: = Dispostas em malha 2.00m(a) x 2.00m(b) em quincôncio
 - Secção TV-B2: = Dispostas em malha 1.80m(a) x 1.80m(b) em quincôncio
 - Secção TV-C1: = Dispostas em malha 1.50m(a) x 1.50m(b) em quincôncio
- Execução de geodrenos (nas zonas assinaladas com **) quando aplicável. Ø50mm L=3,00m furação Ø76mm, com jumbo de 2 braços.
 - Secção TV-B1: = Dispostas em malha 2.00m(c) x 4.00m(d)
 - Secção TV-B2: = Dispostas em malha 1.80m(c) x 3.60m(d)
 - Secção TV-C1: = Dispostas em malha 1.50m(c) x 3.00m(d)



Corte A
(Escala: 1/100)

ALTERAÇÕES		PROMISSÃO DE EXECUÇÃO		METROPOLITANO DE LISBOA	
0	EMIÇÃO INICIAL	03/10/2024	TNC	RVR	
Data:		Des. n.º		Escalas:	
Aprov.		133572		1/100	
Verif.		Alter.		Folha	
Proj.		Substituído		Versão	
Des.		N.º SAP		Folha	
Aprov. RVP		05/07/2024		MOTAENGIL ENGENHARIA	
Verif. RVR		05/07/2024		COBA / JET SJ / JLCM / TALPROJECTO	
Proj. FAB		05/07/2024		Escalas: 1/100	
Des. TNC		05/07/2024		Folha: 3 / 6	
Desenho nº		LVSSA MSA PE STR TUN T83 DW 087902 0		Alter. 0	

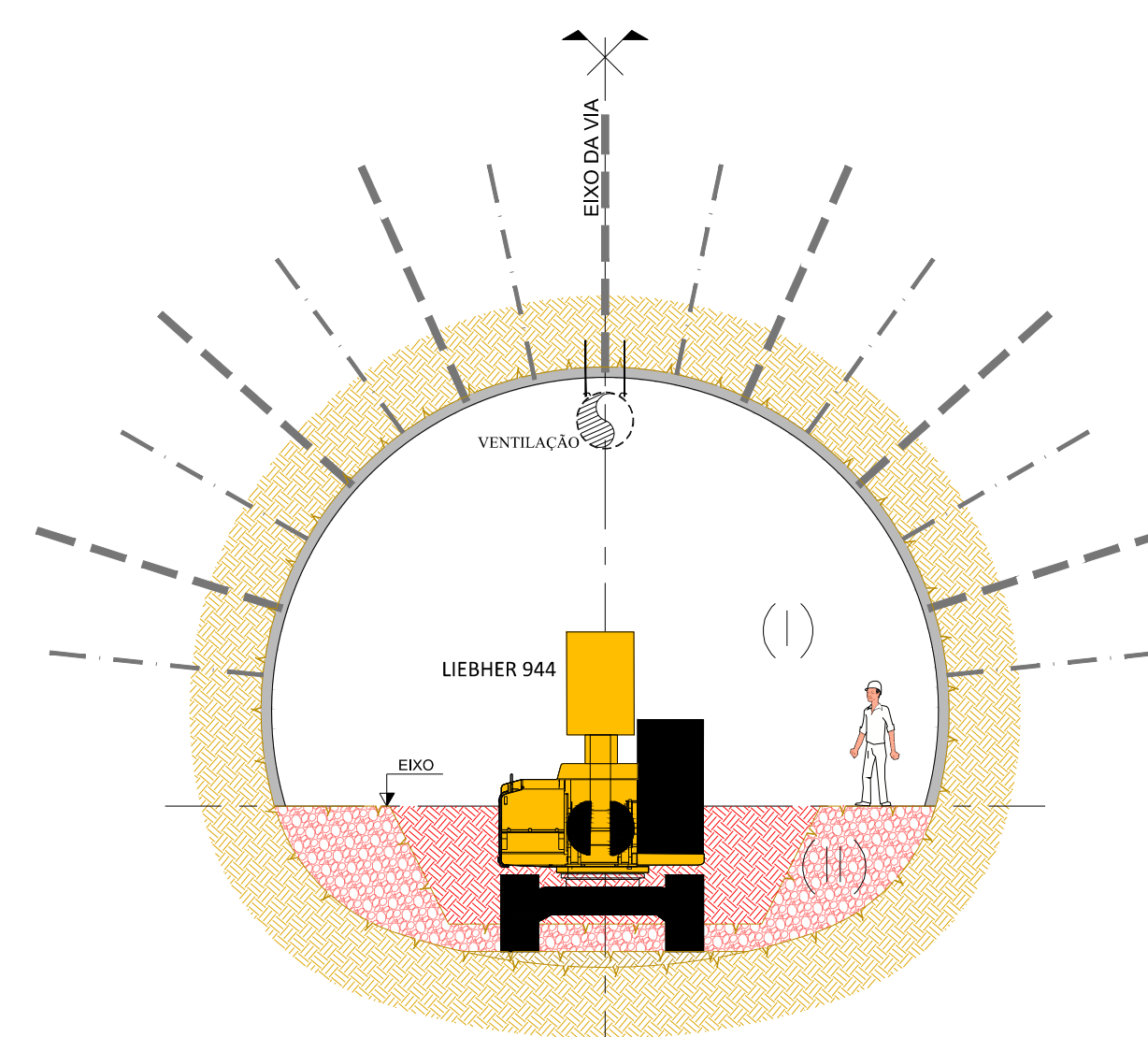
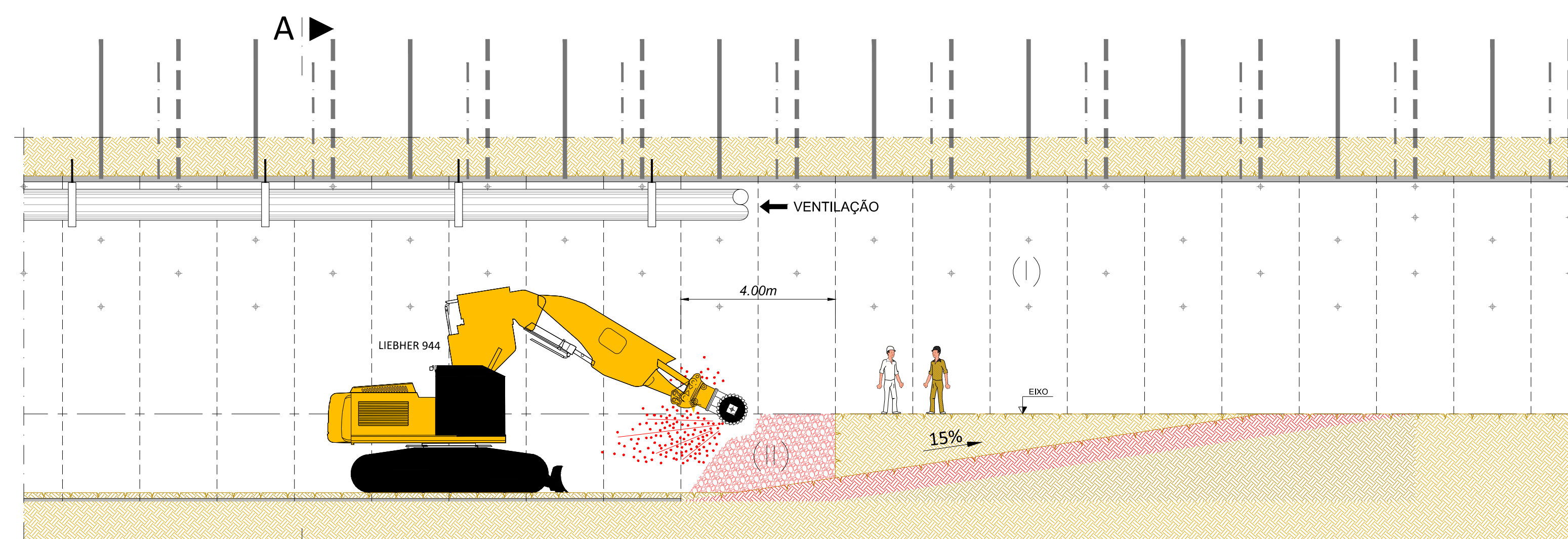
SECÇÕES TIPO: TV-B1, TV-B1*, TV-B2, TV-B2* e TV-C1



Fase 7: A ▶

- Aplicação sucessiva de camadas de betão projetado com fibras metálicas, na abóbada, até atingir a espessura total de projeto.
 - Secção TV-B1: (esp. total) = 7cm
 - Secção TV-B2: (esp. total) = 12cm
 - Secção TV-C1: (esp. total) = 15cm

SECÇÕES TIPO: TV-B1, TV-B1*, TV-B2, TV-B2* e TV-C1



Fase 8: A ▶

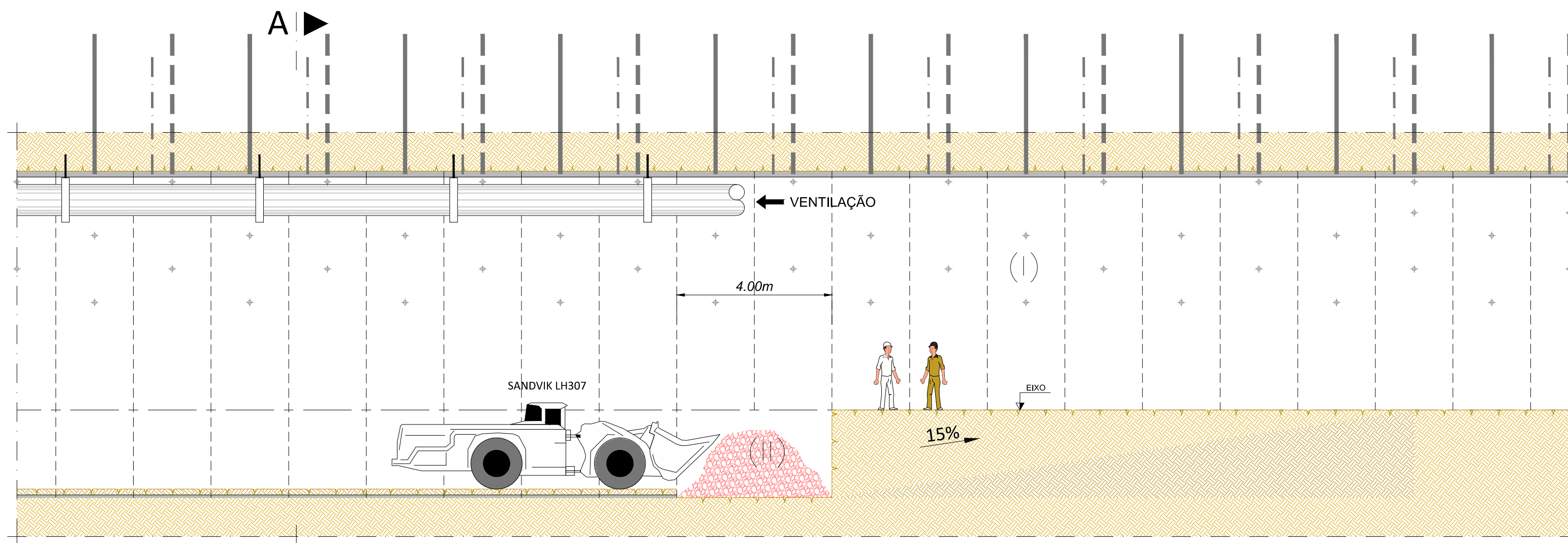
- Escavação da soleira (II), com avanço de 4.00m e reposicionamento da rampa de acesso provisório, com escavadora do tipo Liebherr 944, com cabeça roçadora.

ALTERAÇÕES		DATA		DES.		VERIF.	
0	EMIÇÃO INICIAL	03/10/2024	TNC	RVR			

Prolongamento da Linha Vermelha S. Sebastião - Alcântara PROJETO DE EXECUÇÃO		
ESTRUTURAS TÚNEL DE VIA METODOLOGIA DE EXECUÇÃO SECÇÕES TIPO: TV-B1, TV-B1*, TV-B2, TV-B2* e TV-C1		
Escalas: Des. n.º 133573 F. 4 / 6 Alter.: Substituído: Nº SAP: Versão: Folha:		

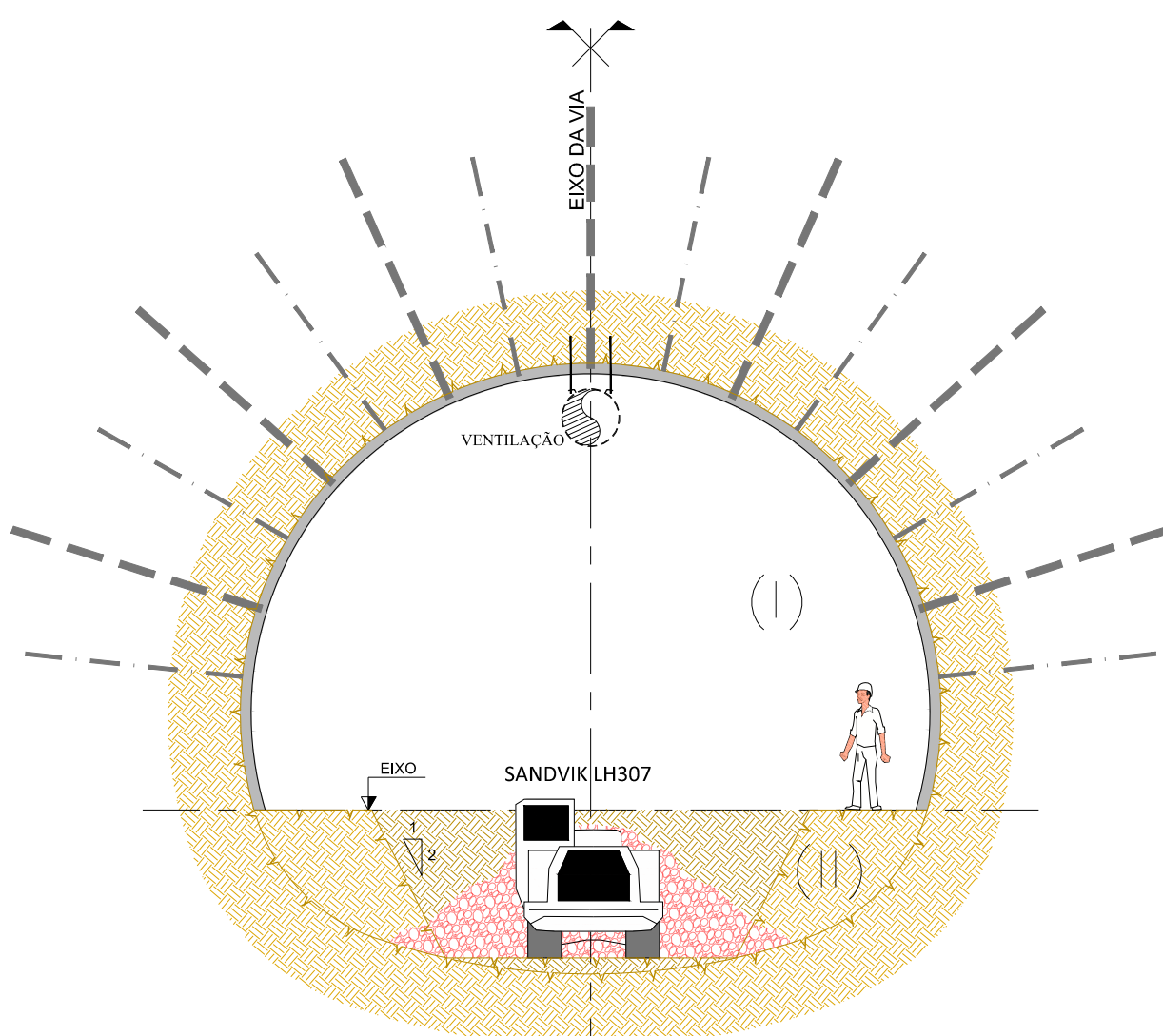
APROV. RVP 05/07/2024 VERIF. RVR 05/07/2024 PROJ. FAB 05/07/2024 DES. TNC 05/07/2024	MOTAENGIL ENGENHARIA COBA / JET S.J. / JLCM / TALPROJECTO Escalas: 1/100 Folha: 4 / 6
---	--

SECÇÕES TIPO: TV-B1, TV-B1*, TV-B2, TV-B2* e TV-C1



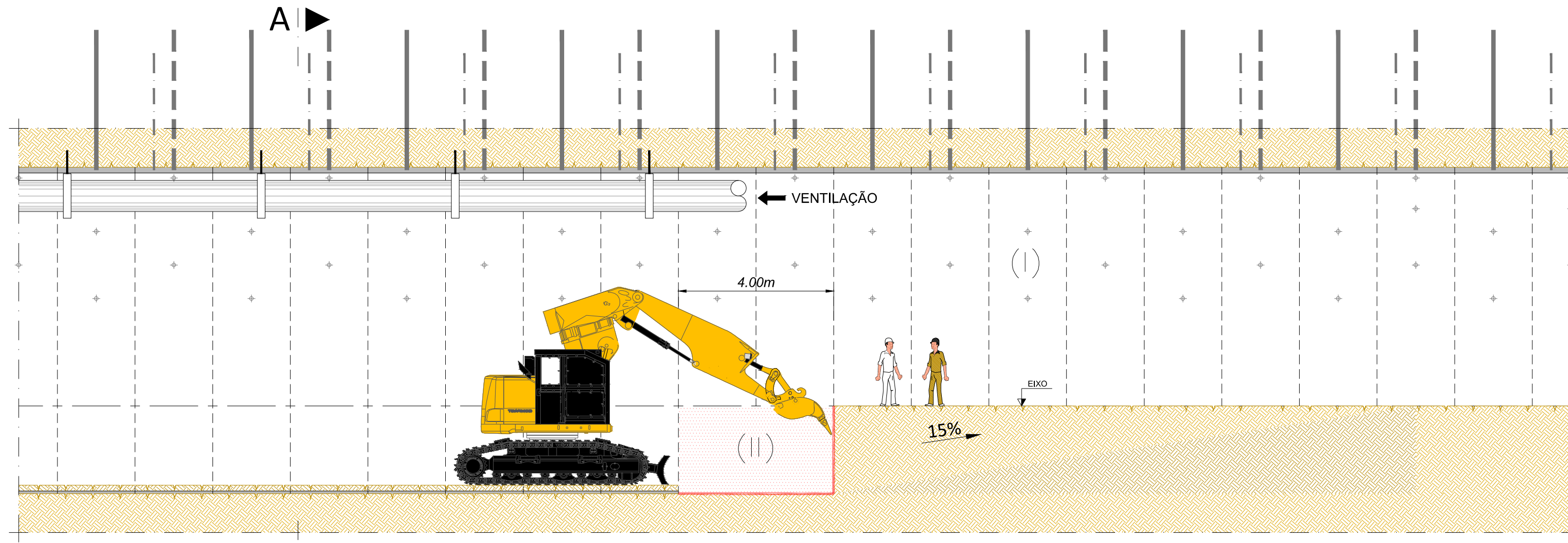
Fase 9: A ▶

- Remoção dos escombros com pá mineira do tipo SANDVIK LH307.



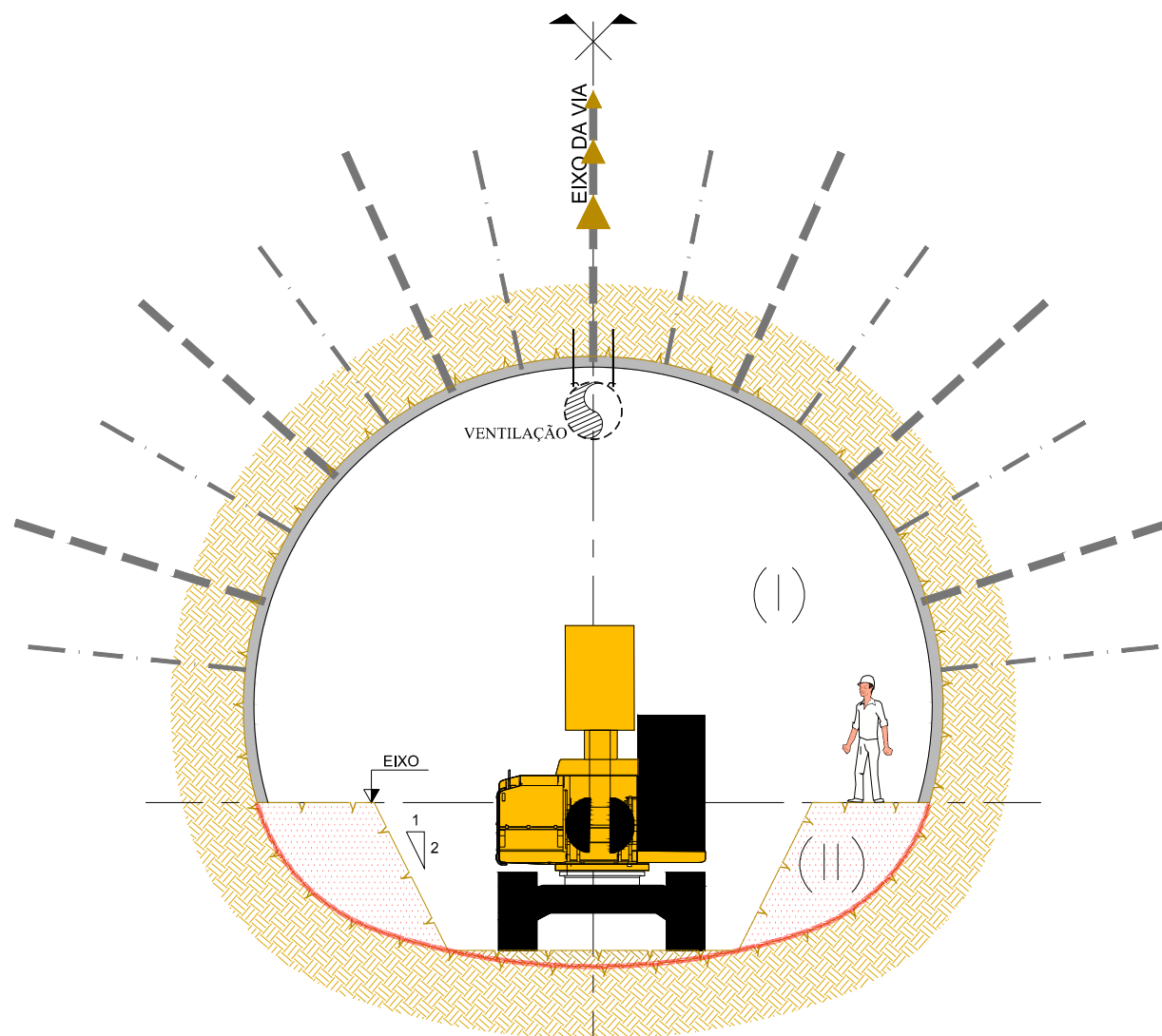
Corte A
(Escala: 1/100)

SECÇÕES TIPO: TV-B1, TV-B1*, TV-B2, TV-B2* e TV-C1



Fase 10: A ▶

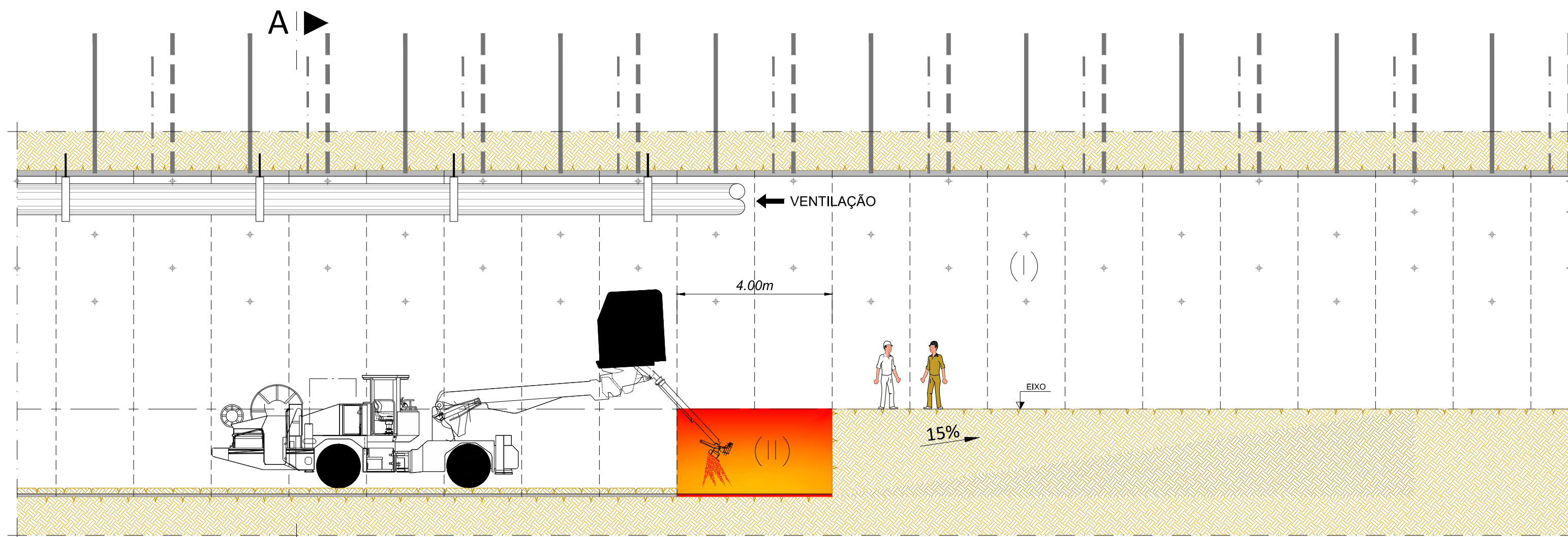
- Saneamento do terreno.



Corte A
(Escala: 1/100)

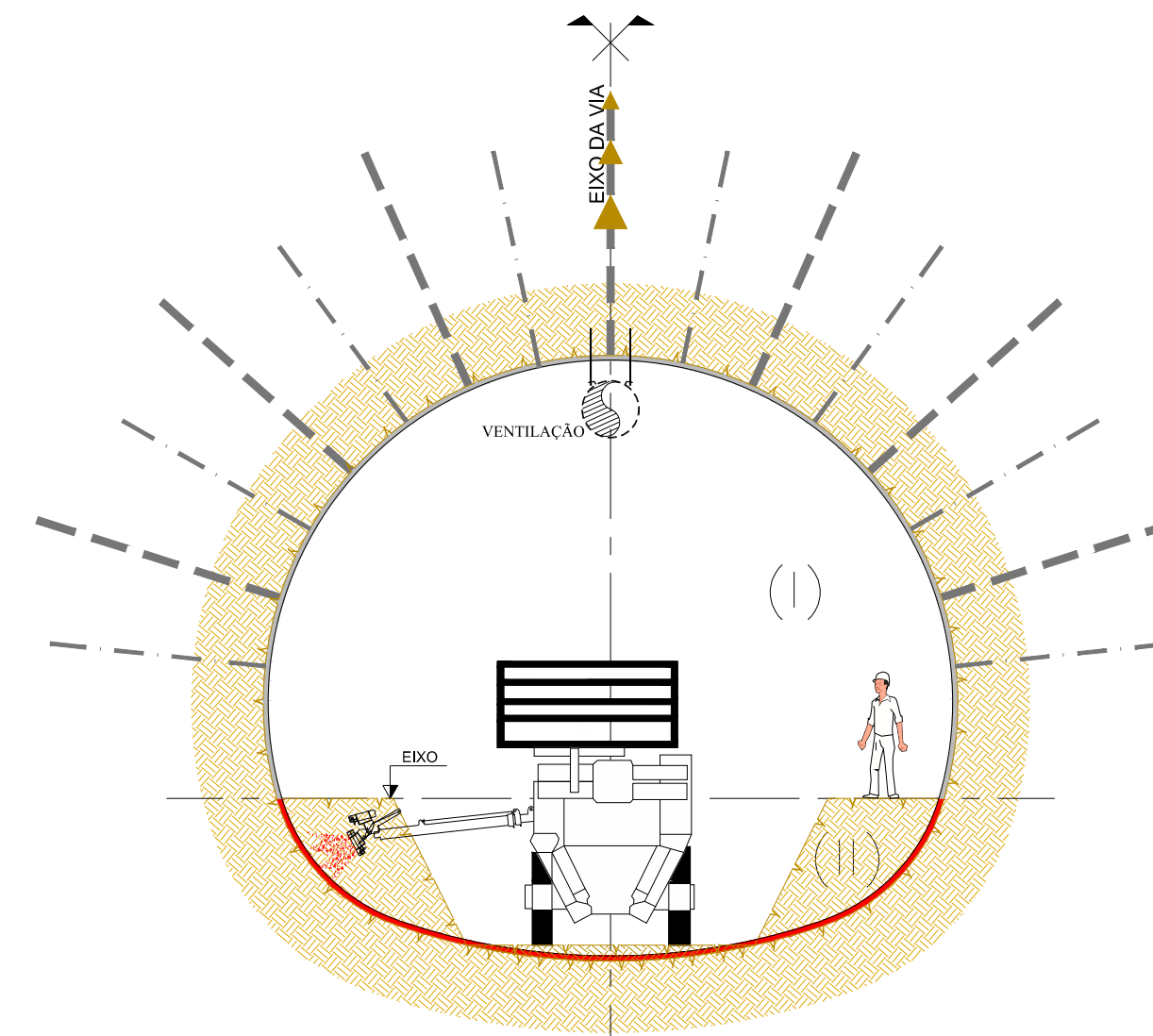
ALTERAÇÕES					
0 EMISSÃO INICIAL		03/10/2024	TNC	RVR	
		DATA	DES.	VERIF.	
Data: Aprov. Verif. Proj. Des.		PROLONGAMENTO DA LINHA VERMELHA S. SEBASTIÃO - ALCÂNTARA PROJETO DE EXECUÇÃO			
Estruturas 83º TROÇO: EST. COBA / EST. INFANTE METODOLOGIA DE EXECUÇÃO SECÇÕES TIPO: TV-B1, TV-B1*, TV-B2, TV-B2* e TV-C1		Escalas: Des. nº 133574 F. /		Alter. Substituído Nº SAP Versão Folha	
Aprova. RVP 05/07/2024 Verif. RVR 05/07/2024 Proj. FAB 05/07/2024 Des. TNC 05/07/2024		Identificação Empresa Projeto: COBA / JET SJ / JLCM / TALPROJECTO Escalas: 1/100		Folha: 5 / 6	
Desenho nº LVSSA MSA PE STR TUN T83 DW 087904 0		Alter. 0			

SECÇÕES TIPO: TV-B1, TV-B1*, TV-B2, TV-B2* e TV-C1



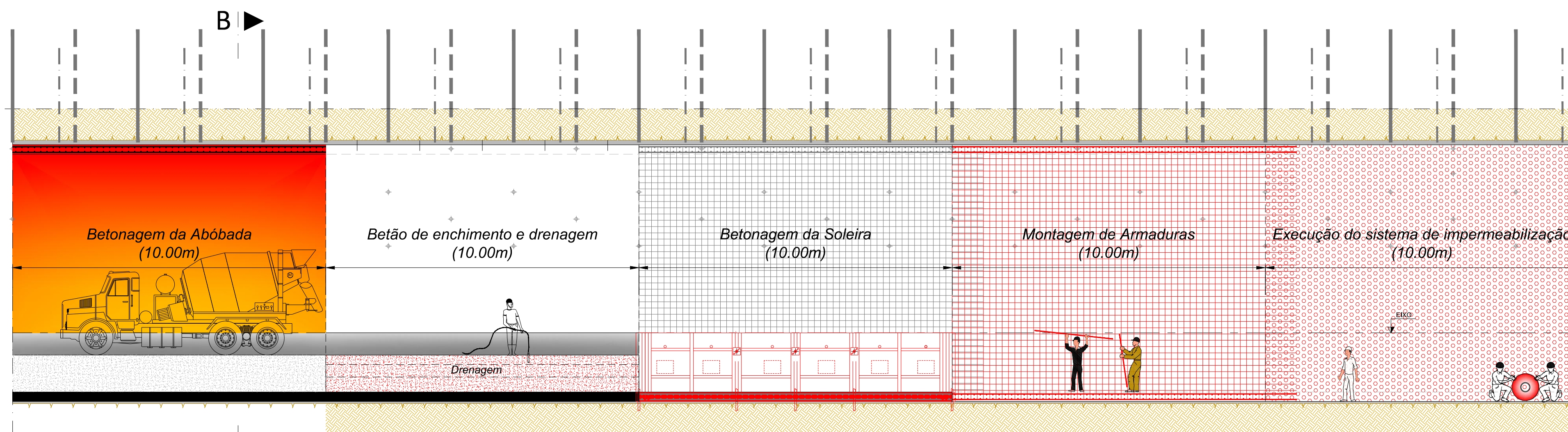
Fase 11: A ▶

- Aplicação de camada de betão projetado com fibras metálicas, na soleira, com robot de projecção.
- Secção TV-B1: (esp. total) = 7cm
- Secção TV-B1*: (esp. total) = 5cm (Betão simples para regularização)
- Secção TV-B2: (esp. total) = 12cm
- Secção TV-B2*: (esp. total) = 5cm (Betão simples para regularização)
- Secção TV-C1: (esp. total) = 15cm



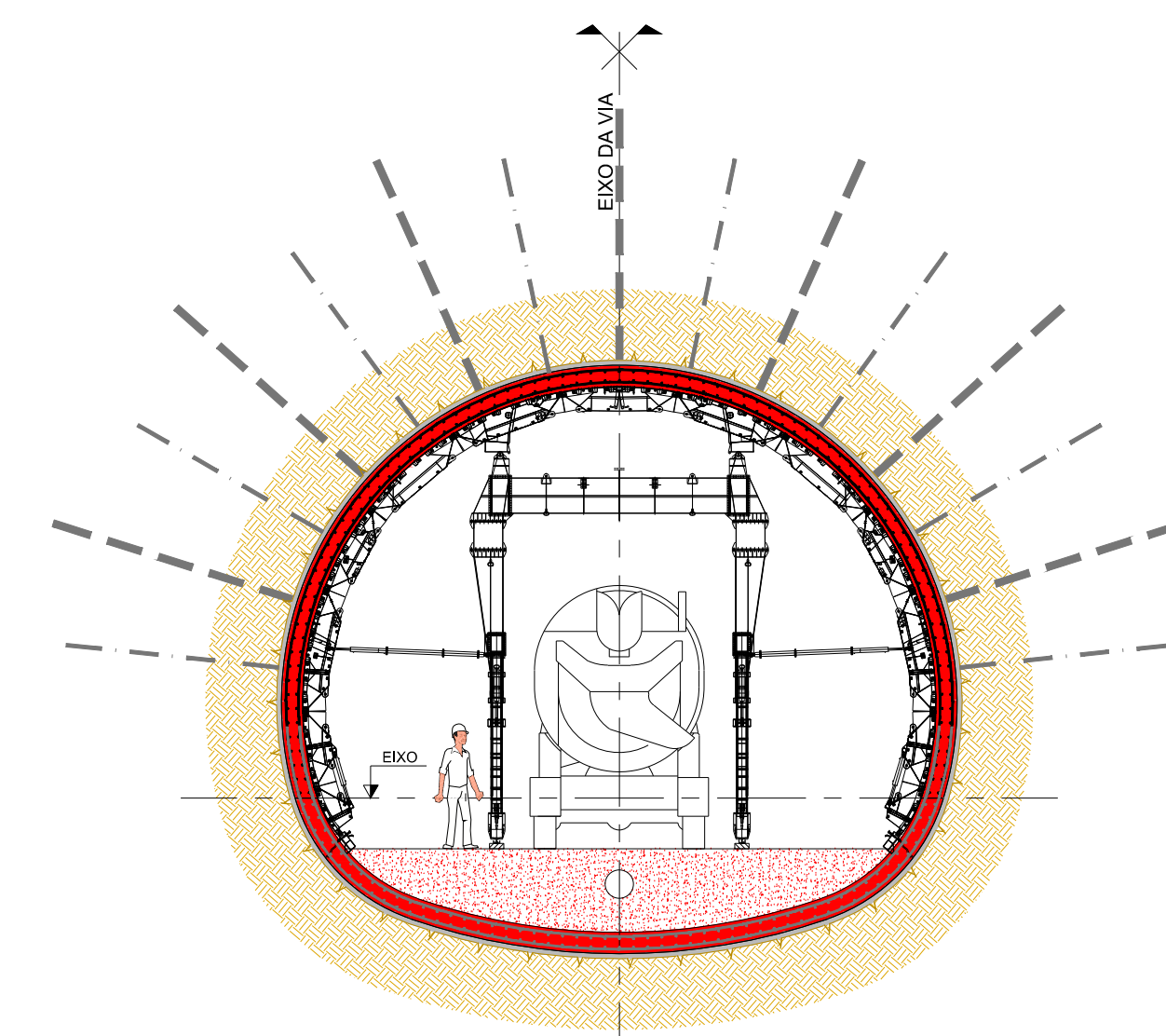
Corte A
(Escala: 1/100)

SECÇÕES TIPO: TV-B1, TV-B1*, TV-B2, TV-B2* e TV-C1



Fase 12: B ▶

- 1º Execução do sistema de impermeabilização
- 2º Montagem de armaduras
- 3º Betão da soleira
- 4º Betão de enchimento e sistema de drenagem
- 5º Betão da abóbada

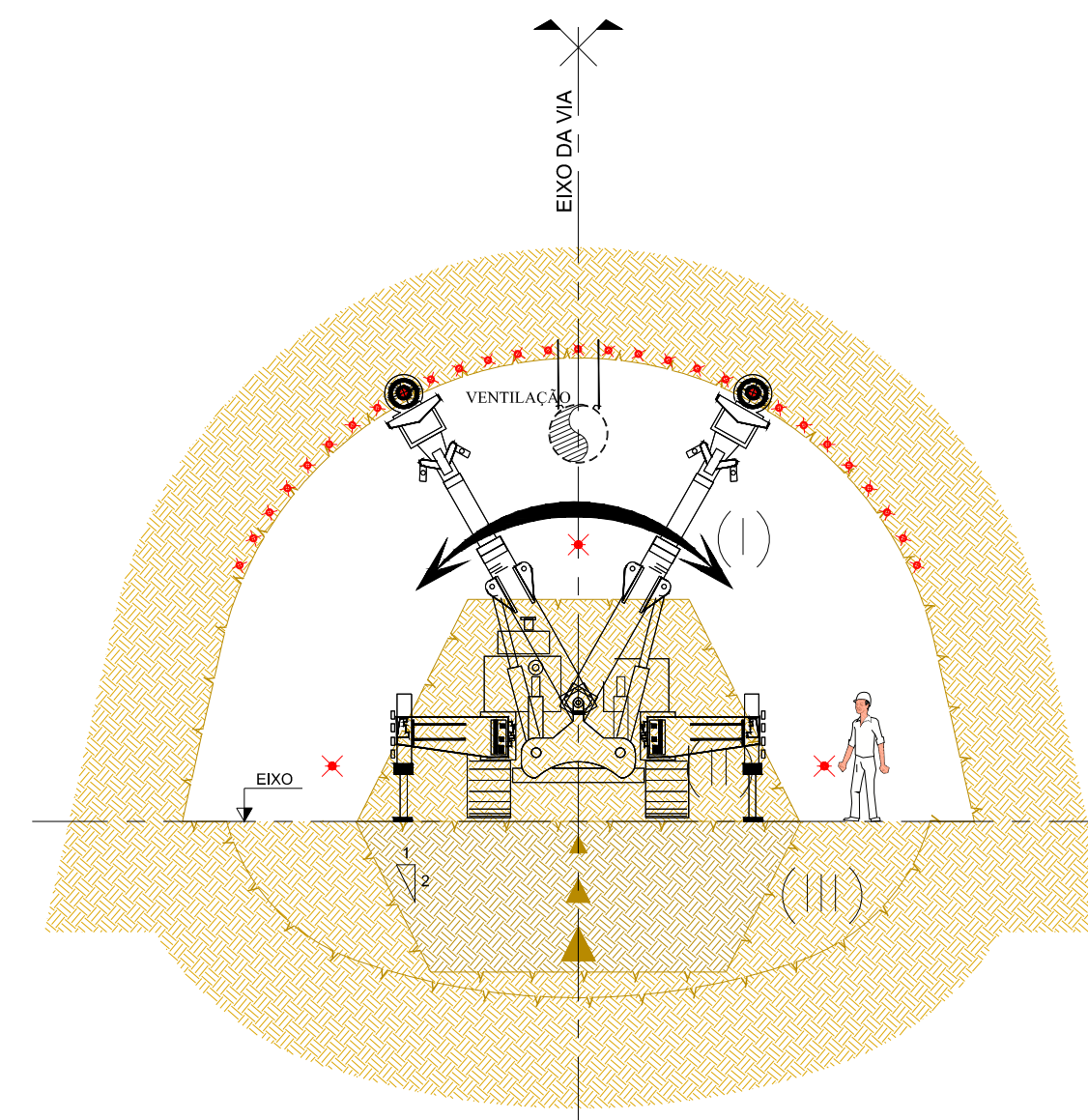
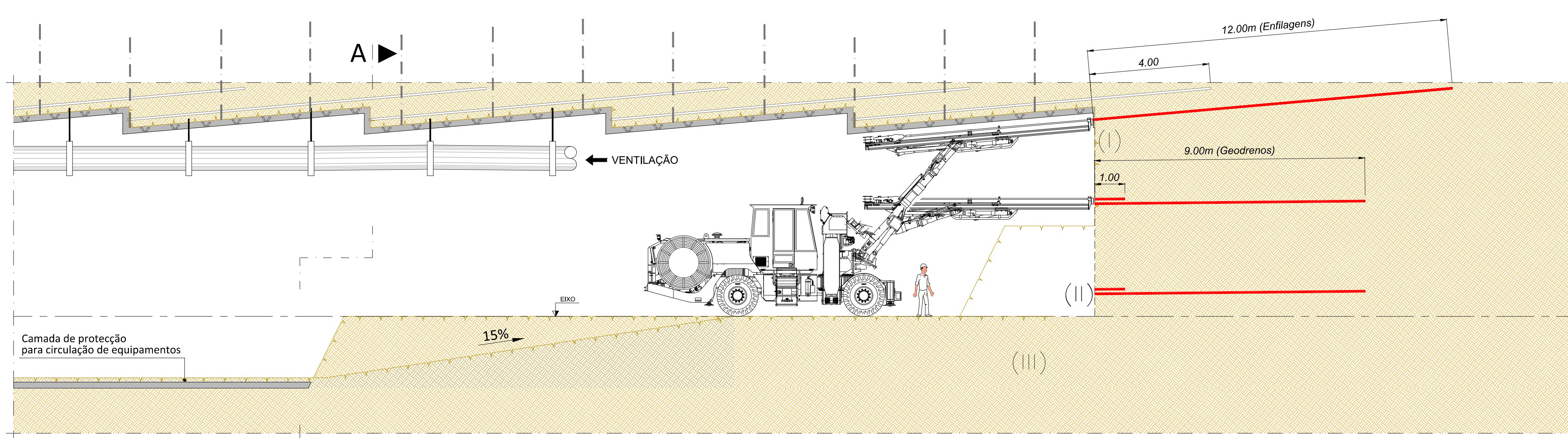


Corte B
(Escala: 1/100)

0 EMISSÃO INICIAL DATA: 03/10/2024 DES.: TNC VERIF.: RVR															
Prolongamento da Linha Vermelha S. Sebastião - Alcântara PROJETO DE EXECUÇÃO															
ESTRUTURAS TÚNEL DE VIA METODOLOGIA DE EXECUÇÃO SECÇÕES TIPO: TV-B1, TV-B1*, TV-B2, TV-B2* e TV-C1		Escalas: Des. n.º 133575 Alter.: Substituição: Nº SAP: Versão: Folha:													
<table border="1"> <tr> <td>Aprov.</td><td>RVP</td><td>05/07/2024</td></tr> <tr> <td>Verif.</td><td>RVR</td><td>05/07/2024</td></tr> <tr> <td>Pres.</td><td>FAB</td><td>05/07/2024</td></tr> <tr> <td>Des.</td><td>TNC</td><td>05/07/2024</td></tr> </table>				Aprov.	RVP	05/07/2024	Verif.	RVR	05/07/2024	Pres.	FAB	05/07/2024	Des.	TNC	05/07/2024
Aprov.	RVP	05/07/2024													
Verif.	RVR	05/07/2024													
Pres.	FAB	05/07/2024													
Des.	TNC	05/07/2024													
Desenho nº LVSSA MSA PE STR TUN T83 DW 087905 0		Escala: 1/100 Folha: 6 / 6													

Desenho elaborado/adaptado sobre as bases editáveis do Programa Preliminar do Prolongamento da Linha Vermelha entre S. Sebastião e Alcântara do Metropolitano de Lisboa. E.P.E.

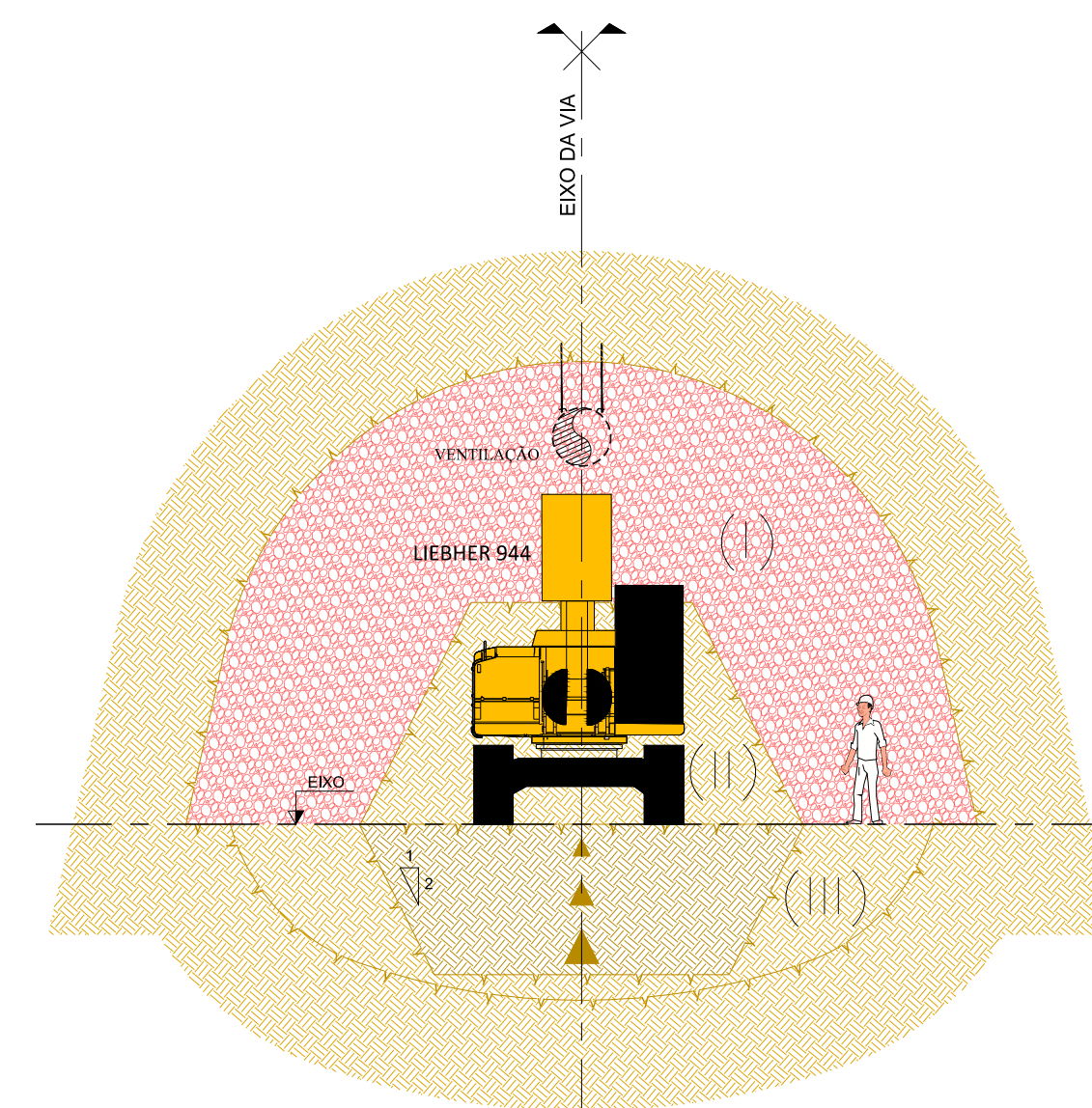
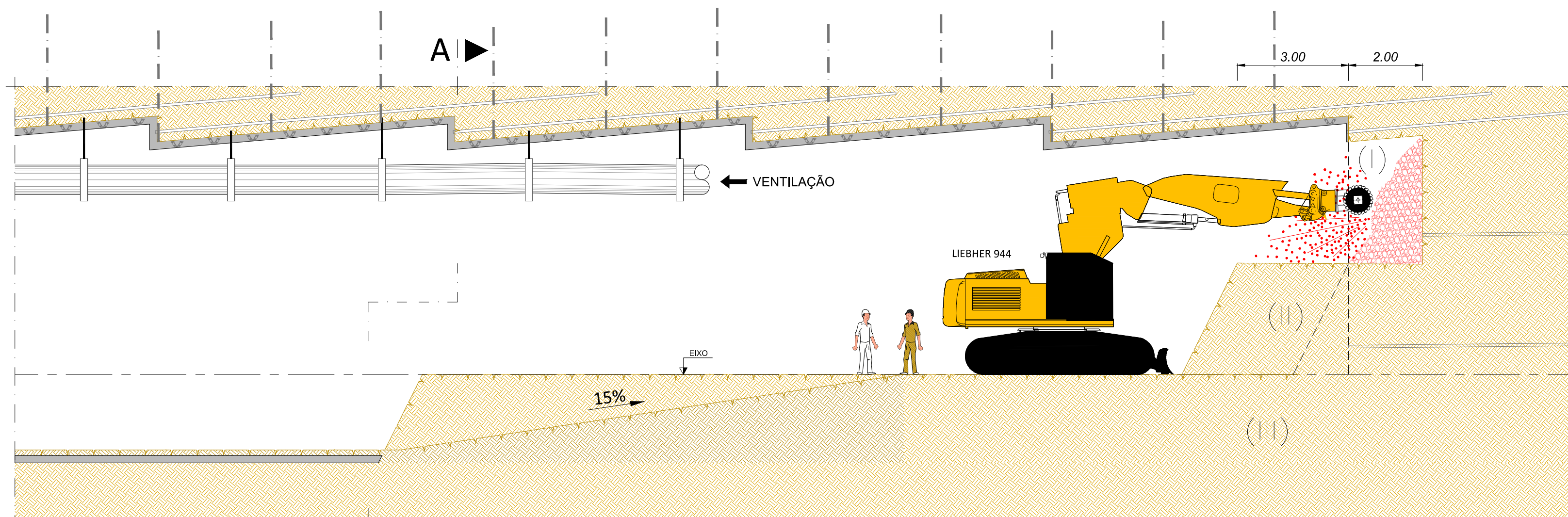
SECÇÃO TIPO TV-D



Fase 1: A ▶

- Execução de "guarda-chuva" com enfiagens metálicas autoperforantes $\varnothing 76$ -8mm a cada 8.00m, com jumbo de 2 braços. (com 12.00m de comprimento e 4.00m de sobreposição).
- Execução de 3 geodrenos na frente (nas zonas assinaladas com ***) $\varnothing 50$ mm L=9,00m e furação $\varnothing 76$ mm, com sobreposição de 1.00m, com jumbo de 2 braços.

SECÇÃO TIPO TV-D



Fase 2: A ▶

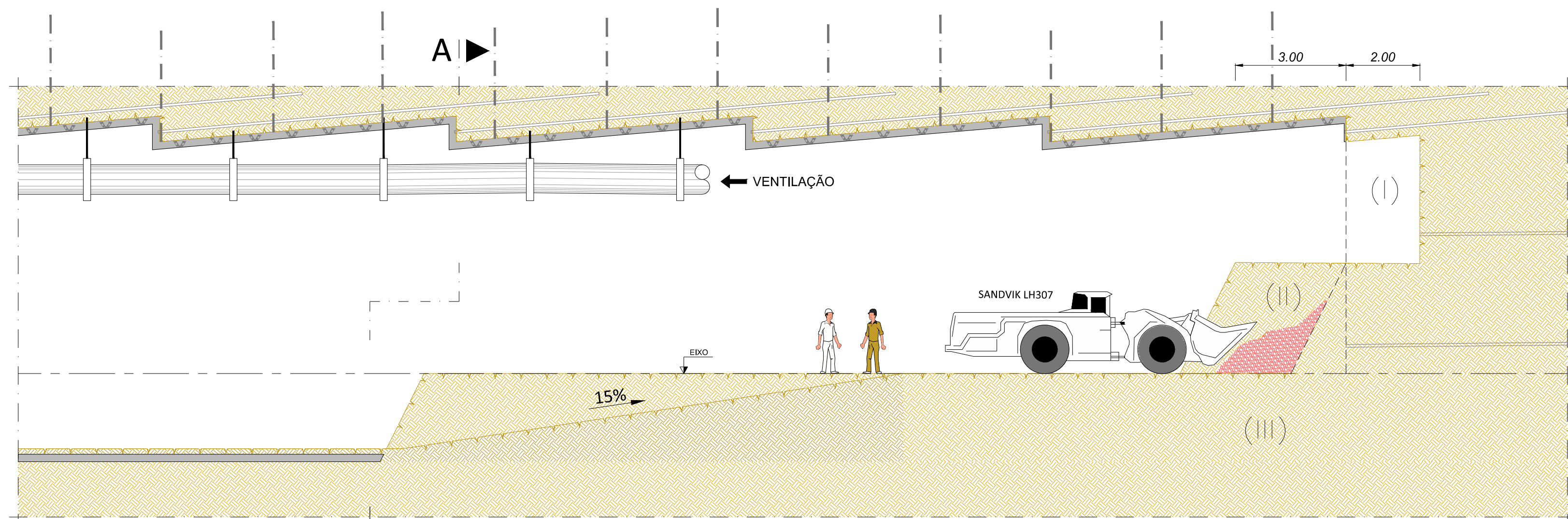
- Escavação de avanço de 2.00m da abóbada (I), com escavadora do tipo LIEBHER 944 com cabeça roçadora .

ALTERAÇÕES		DATA	DES.	RVR
0	EMIÇÃO INICIAL	03/10/2024	TNC	RVR

PROLONGAMENTO DA LINHA VERMELHA S. SEBASTIÃO - ALCÁNTARA PROJETO DE EXECUÇÃO			
ESTRUTURAS TÚNEL DE VIA METODOLOGIA DE EXECUÇÃO SECÇÃO TIPO: TV-D			
Des. n.º 133576			
Escalas: Des. n.º 133576			
Alter. Substituição Nº SAP Versão Folha			

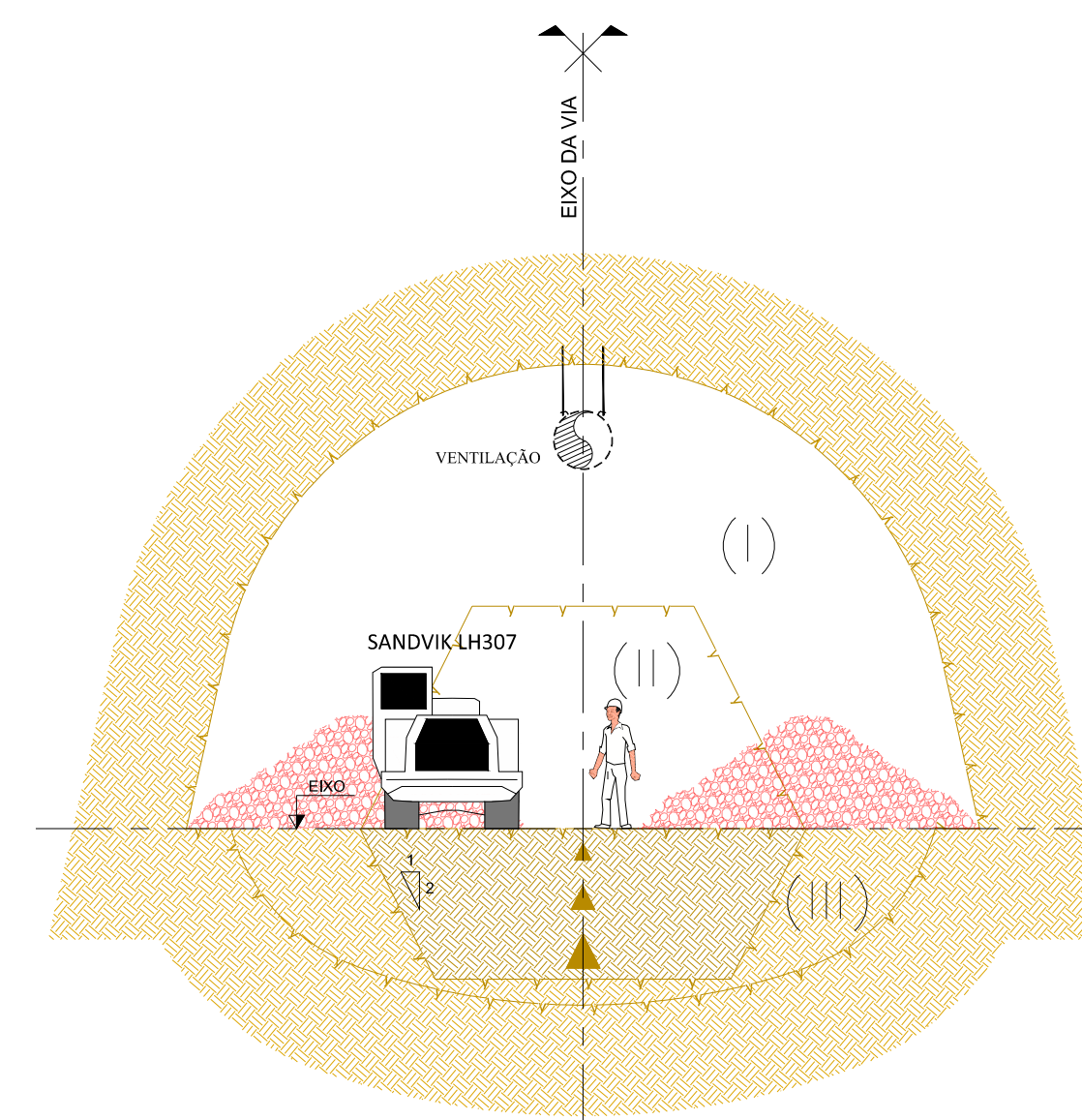
Aprov. JP	05/07/2024		Identificação Empresa Projectista: COBA / JET SJ / JLCM / TALPROJECTO
Verif. RVR	05/07/2024		
Proj. FAB	05/07/2024		
Des. TNC	05/07/2024		
Escalas: 1/100		Folha: 1 / 8	
Desenho nº LVSSA MSA PE STR TUN T83 DW 087906 0 Alter. 0			

SECÇÃO TIPO TV-D



Fase 3:

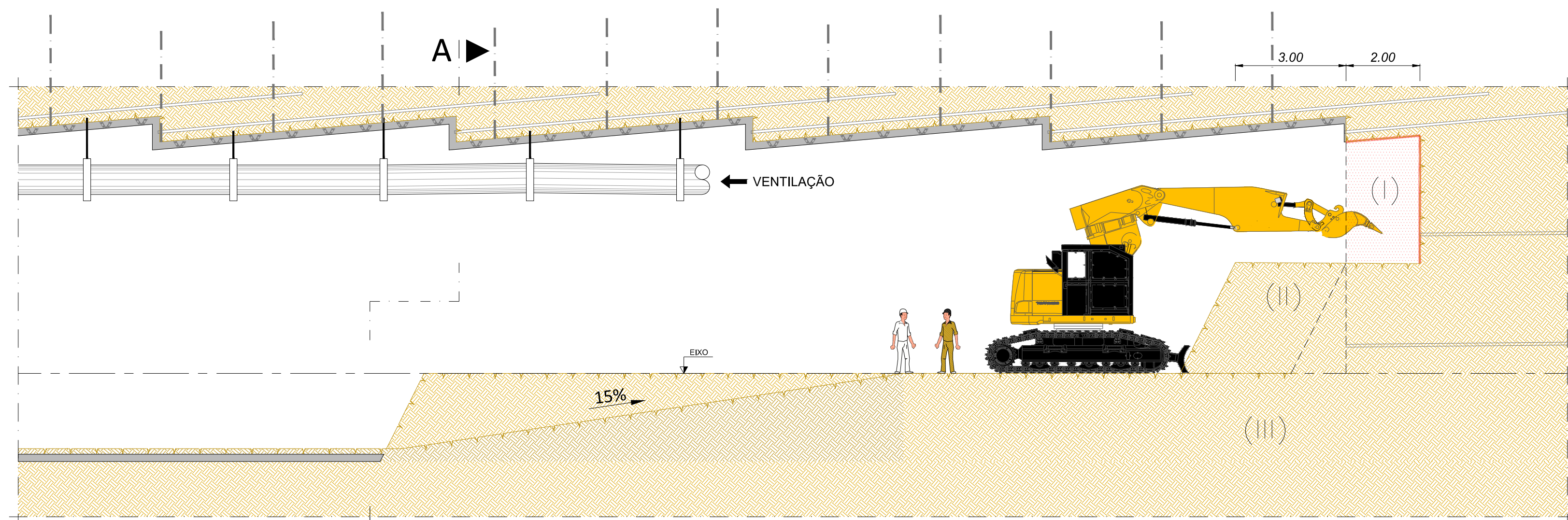
- Remoção dos escombros com pá mineira do tipo SANDVIK LH307.



Corte A

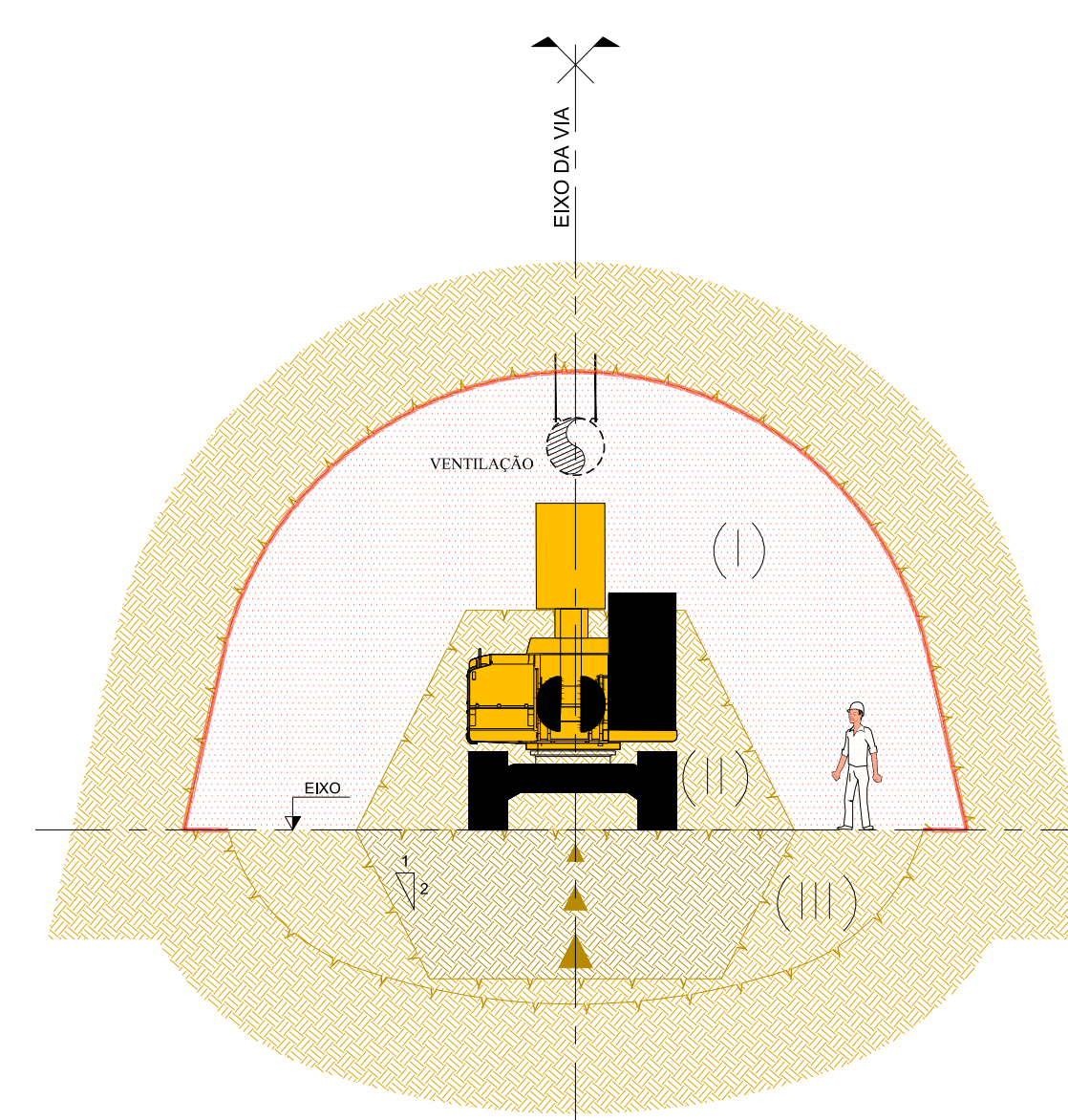
(Escala: 1/100)

SECÇÃO TIPO TV-D



Fase 4:

- Saneamento do terreno.



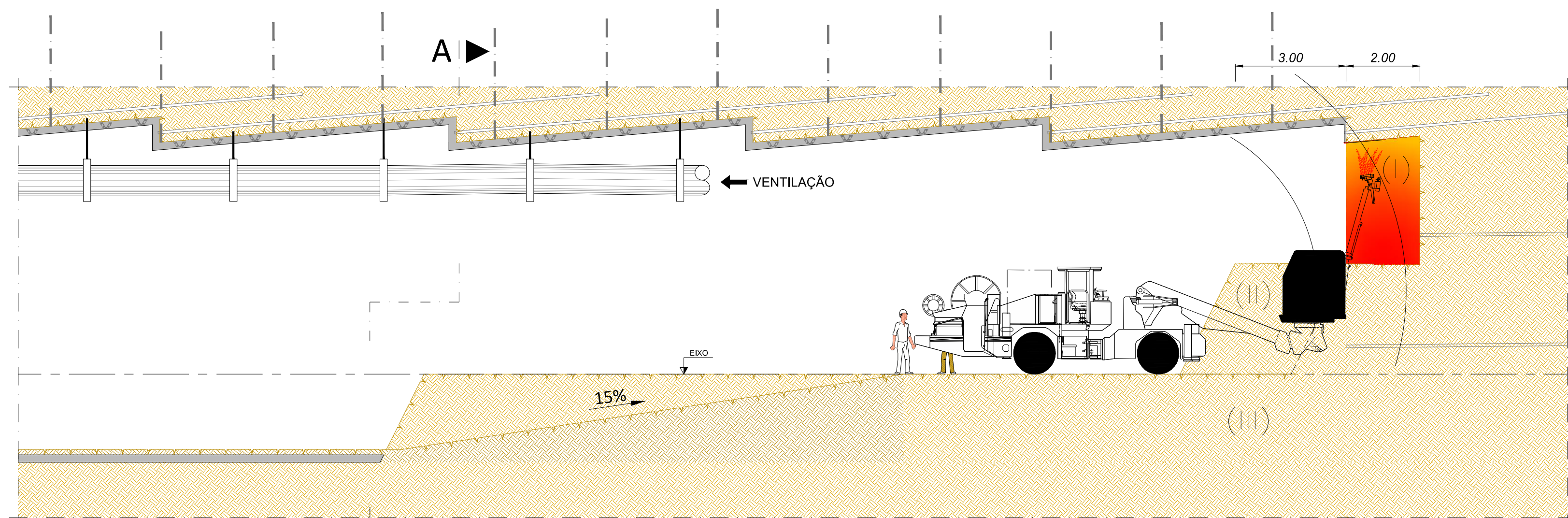
Corte A

(Escala: 1/100)

ALTERAÇÕES					
0 EMISSÃO INICIAL		03/10/2024	TNC	RVR	
		DATA	DES.	VERIF.	
Data: _____ Aprov. _____ Verif. _____ Proj. _____ Des. _____		PROLONGAMENTO DA LINHA VERMELHA S. SEBASTIÃO - ALCÁNTARA PROJETO DE EXECUÇÃO			
		Estruturas Túnel de Via Metodologia de Execução Secção Tipo: TV-D		Escalas: Des. n.º 133577 F. / / Alter.: _____ Substituído _____ Nº SAP _____ Versão _____ Folha _____	
Aprov. RVP 05/07/2024 Verif. RVR 05/07/2024 Proj. FAB 05/07/2024 Des. TNC 05/07/2024		Identificação Empresa Projeção: COBA / JET SJ / JLCM / TALPROJECTO		Escalas: 1/100 Folha: 2 / 8	
Desenho nº LVSSA MSA PE STR TUN T83 DW 087907 0				Alter.: 0	

Desenho elaborado/adaptado sobre as bases editáveis do Programa Preliminar do Prolongamento da Linha Vermelha entre S. Sebastião e Alcântara do Metropolitano de Lisboa. E.P.E.

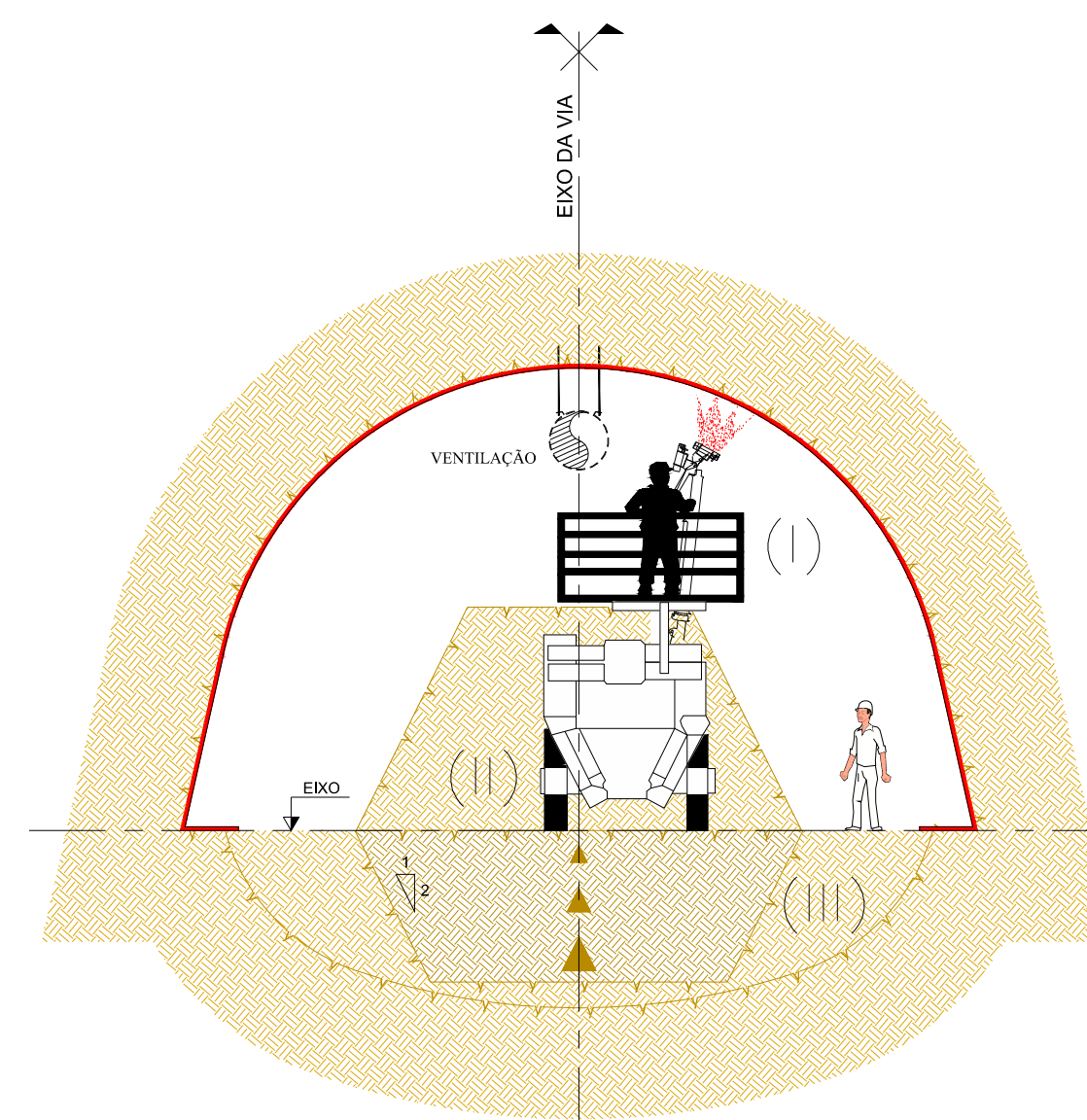
SECÇÃO TIPO TV-D



Fase 5:

A ▶

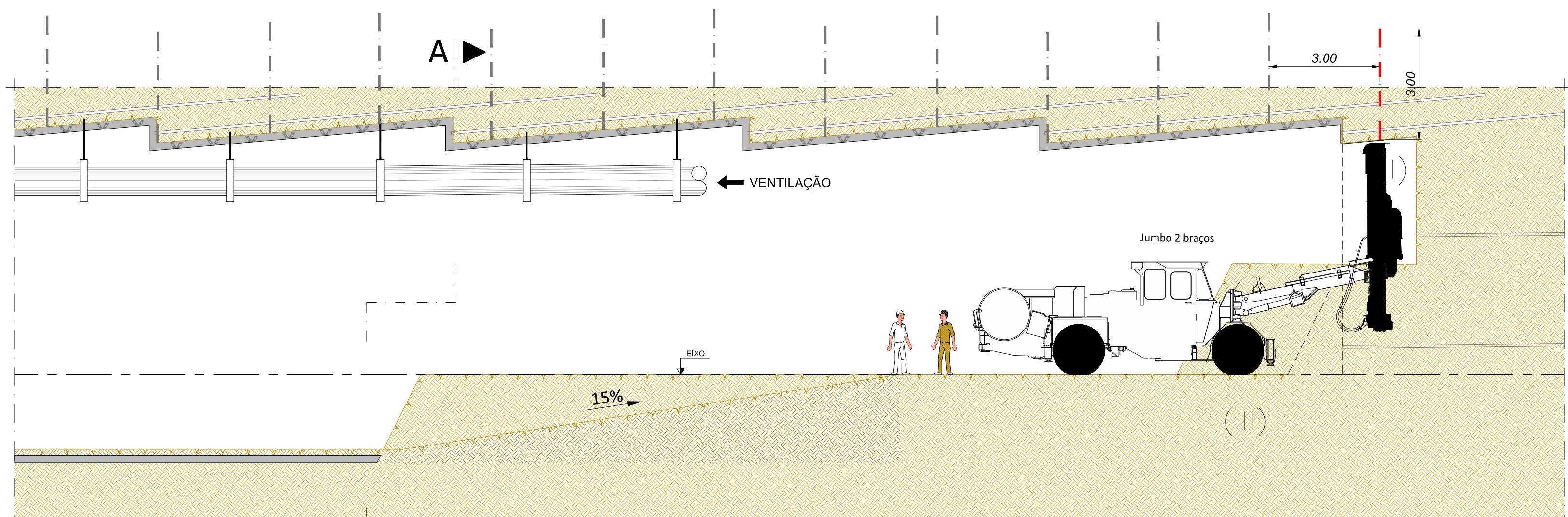
- Aplicação de camada de regularização de betão projetado com fibras metálicas, na abóbada, com robot de projecção.



Corte A

(Escala: 1/100)

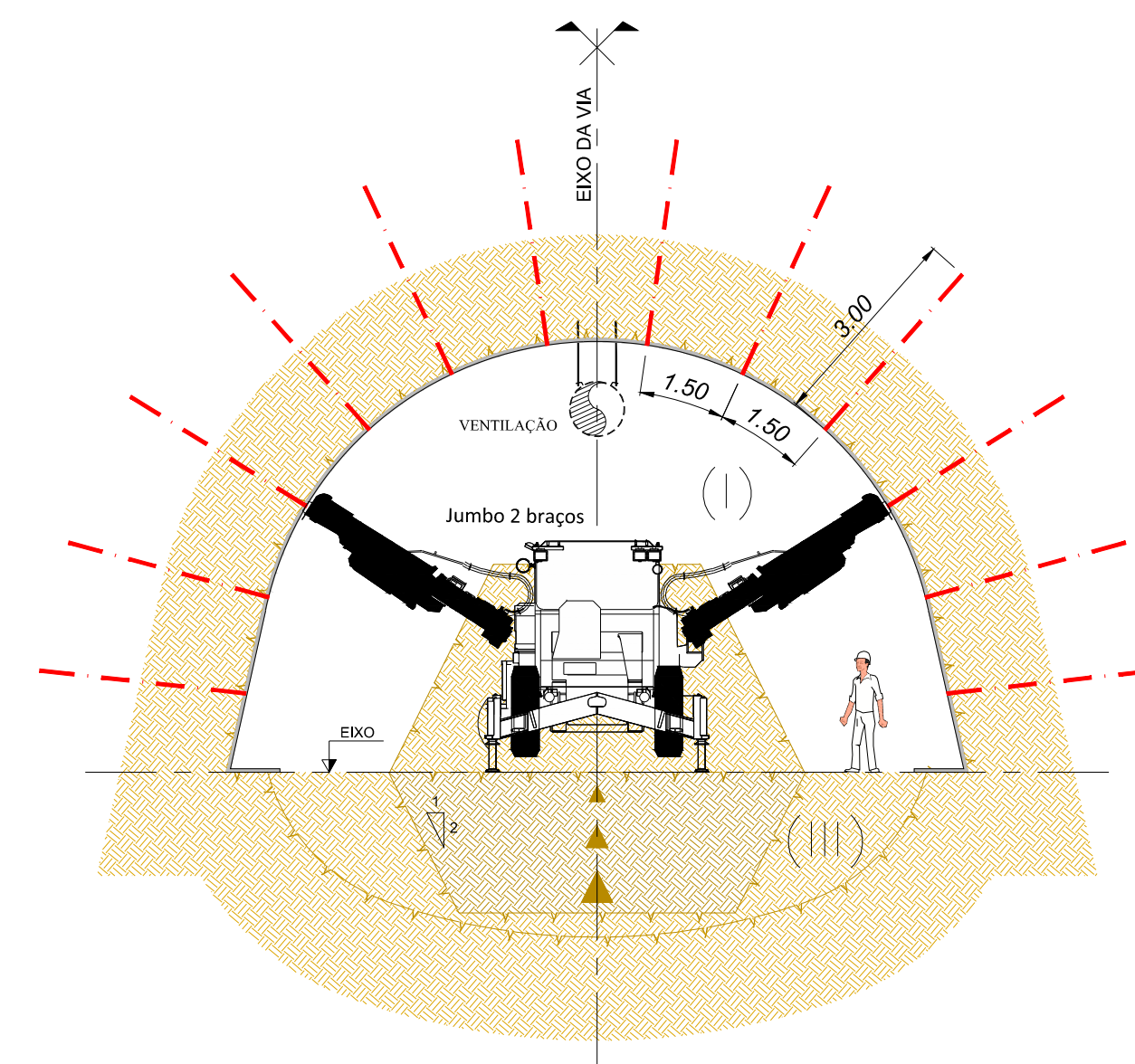
SECÇÃO TIPO TV-D



Fase 6:

A ▶

- Execução de geodrenos \varnothing 50mm L=3,00m furação \varnothing 76mm, malha 1,50m x 3,00m, com jumbo de 2 braços.

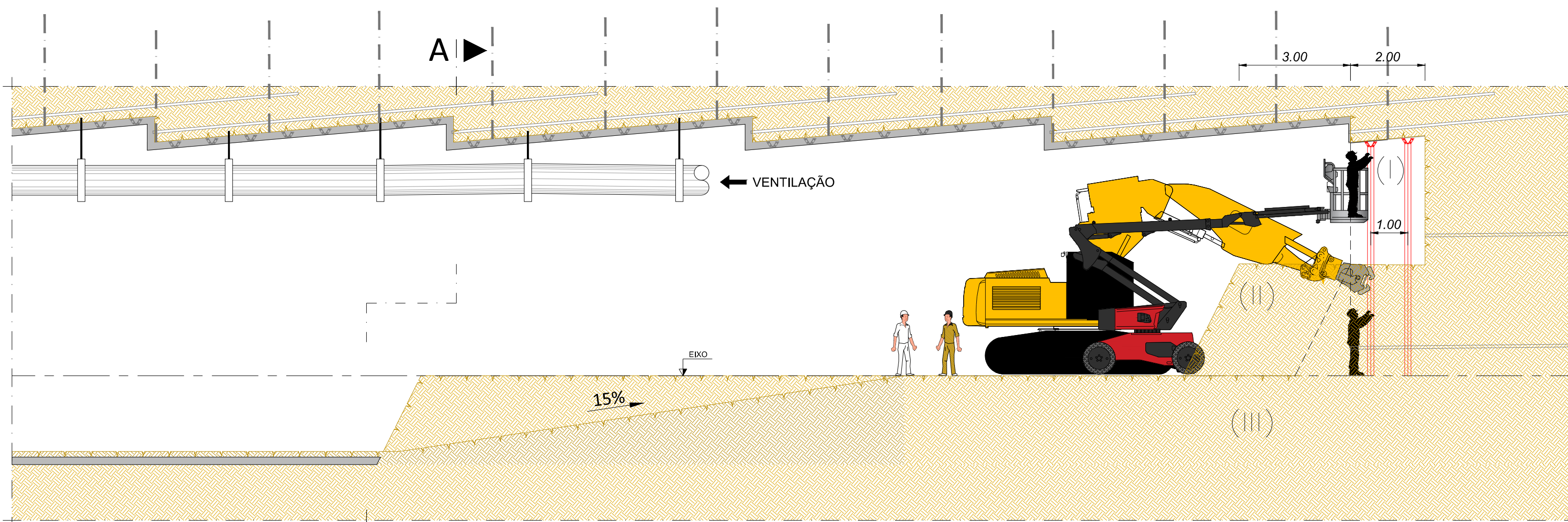


Corte A

(Escala: 1/100)

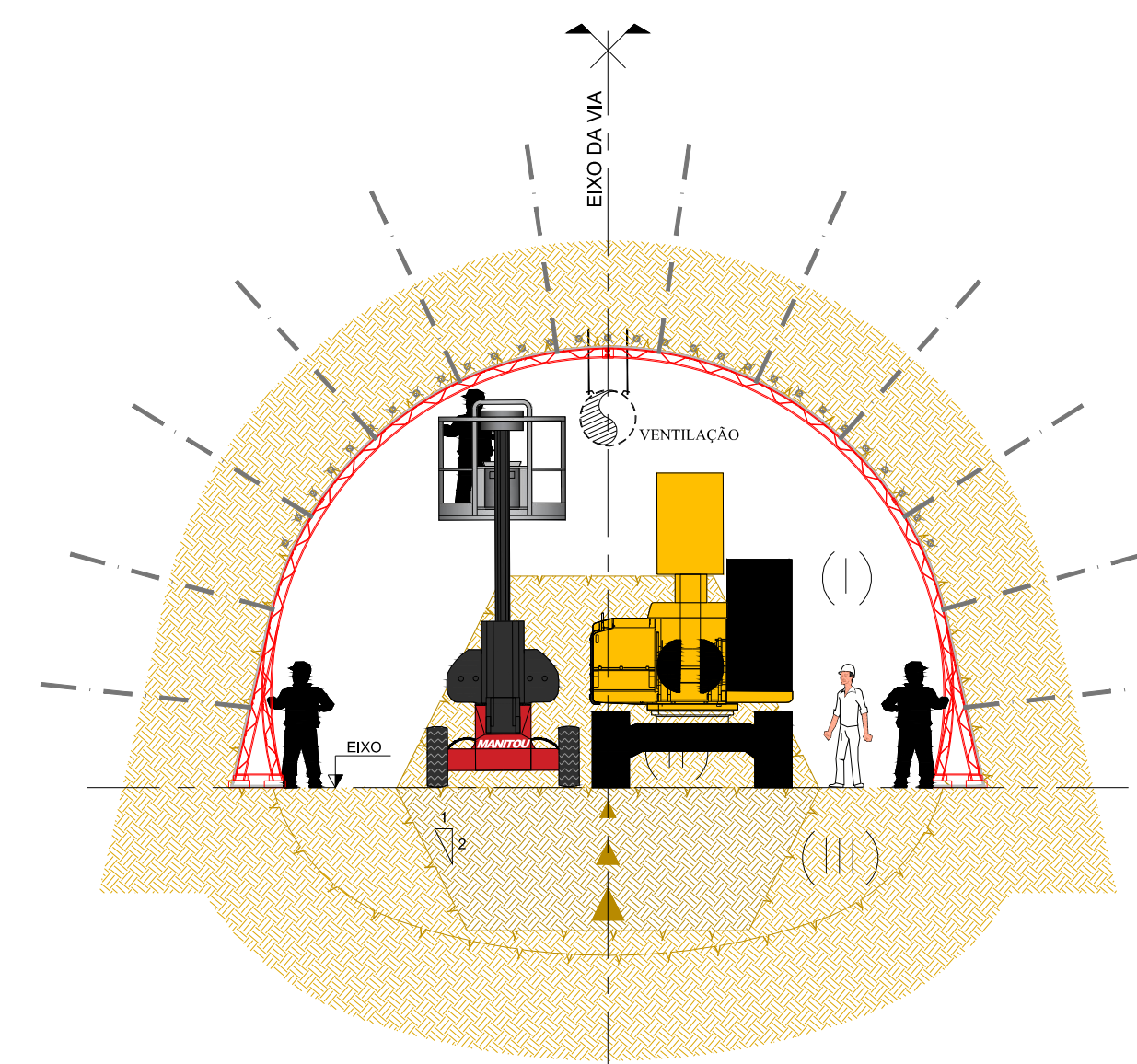
ALTERAÇÕES			
0	EMISSÃO INICIAL	03/10/2024	TNC RVR
PROLONGAMENTO DA LINHA VERMELHA S. SEBASTIÃO - ALCÁNTARA PROJETO DE EXECUÇÃO			
Data: Aprov. Verif. Proj. Des.	ESTRUTURAS TÚNEL DE VIA METODOLOGIA DE EXECUÇÃO SECÇÃO TIPO: TV-D		Escalas: Des.: n.º 133578 Alter.: Substituído: Nº SAP: Versão: Folha:
Aprov. RVP 05/07/2024 Verif. RVR 05/07/2024 Proj. FAB 05/07/2024 Des. TNC 05/07/2024	Identificação Empresa Projeto: COBA / JET SJ / JLCM / TALPROJECTO		Escalas: 1/100 Folha: 3 / 8
Desenho nº LVSSA MSA PE STR TUN T83 DW 087908 0			Alter.: 0

SECÇÃO TIPO TV-D



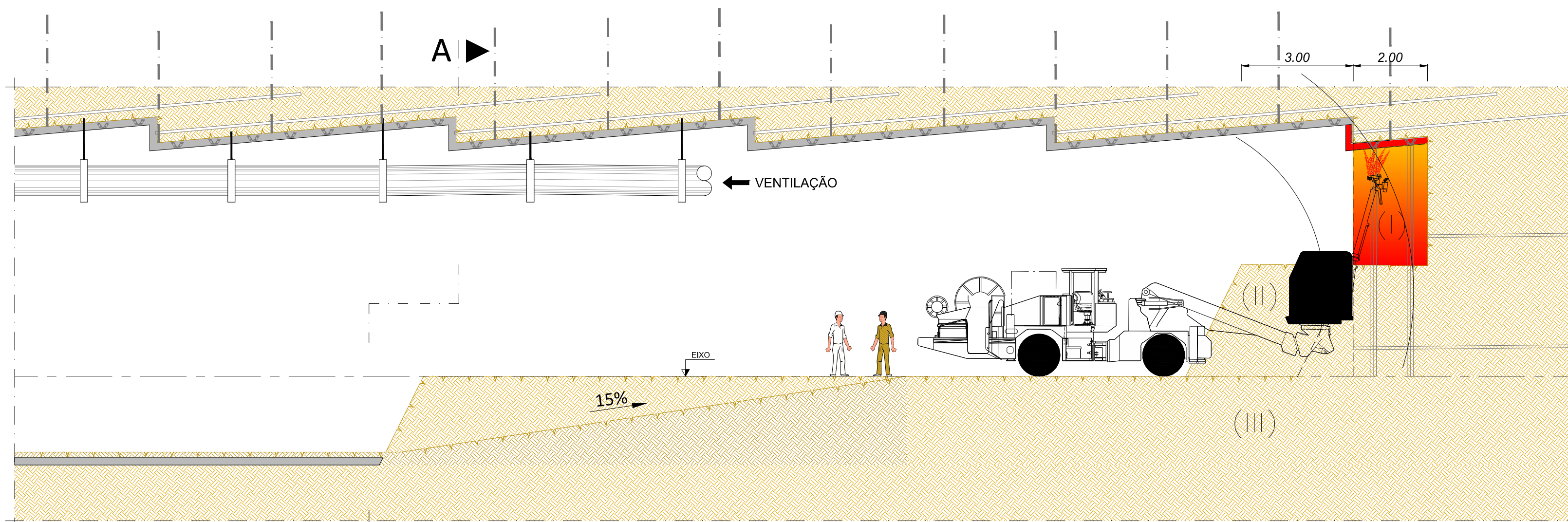
Fase 7:

- Instalação de cambotas treliçadas (P95-20-30), afastadas a 1.00m.



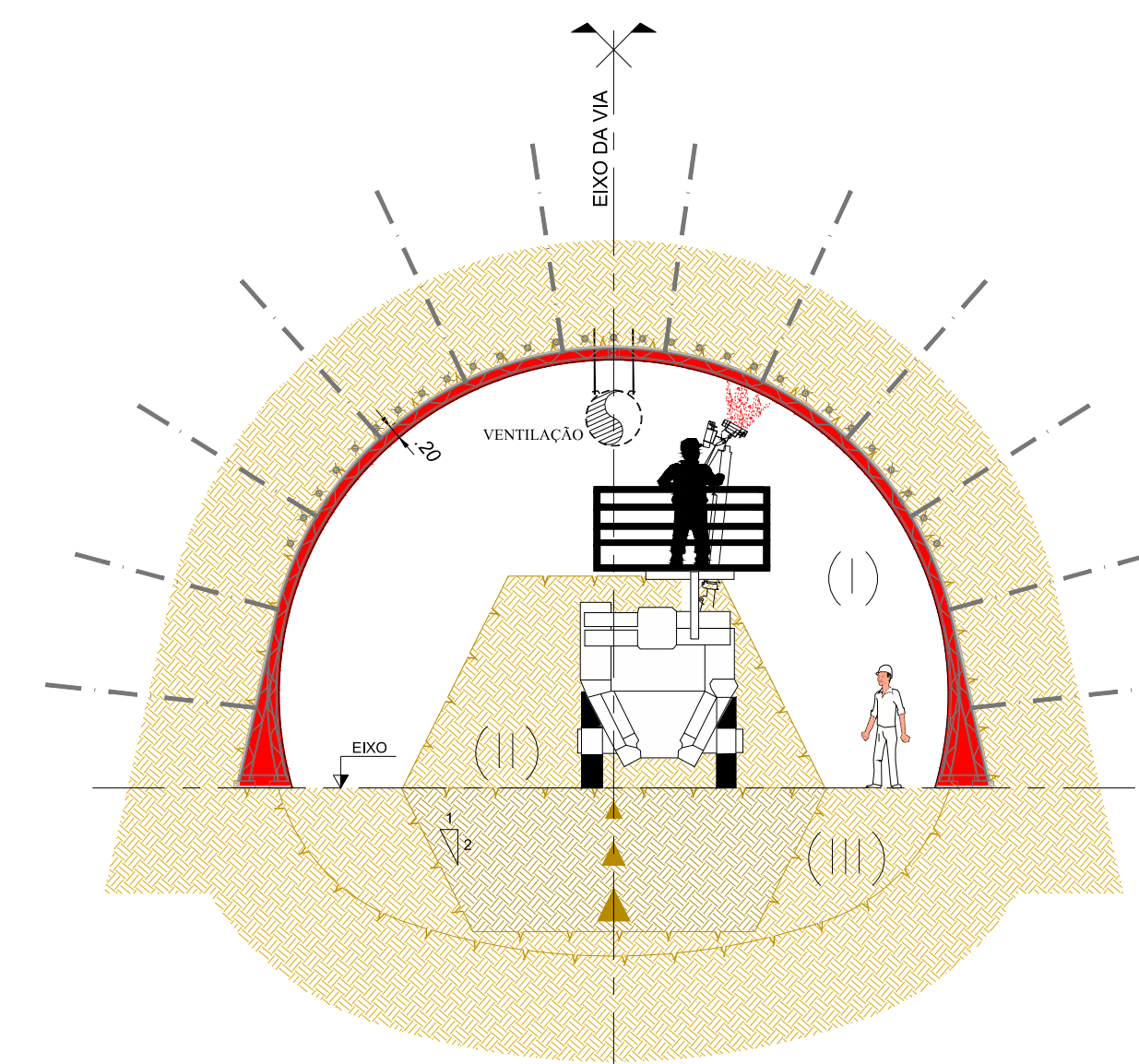
Corte A
(Escala: 1/100)

SECÇÃO TIPO TV-D



Fase 8:

- Aplicação sucessiva de camadas de betão projetado com fibras metálicas, na abóbada, com robot de projecção, até atingir a espessura de 20cm.



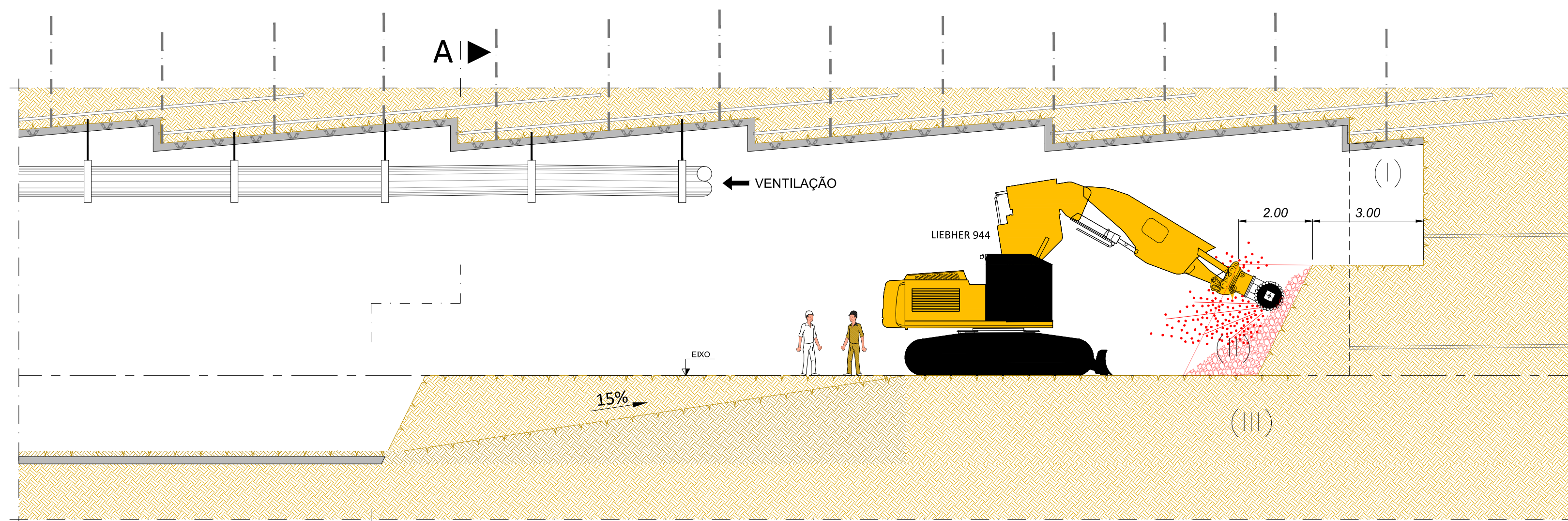
Corte A
(Escala: 1/100)

ALTERAÇÕES	
Nº	DESCRIÇÃO
0	EMIÇÃO INICIAL

PROLONGAMENTO DA LINHA VERMELHA S. SEBASTIÃO - ALCÁNTARA PROJETO DE EXECUÇÃO			
Data: Aprov.: Verif.: Proj.: Des.:	Estruturas TÚNEL DE VIA METODOLOGIA DE EXECUÇÃO SECÇÃO TIPO: TV-D	Escalas: Des. n.º 133579 Alter.: Substituído Nº SAP: Versão: Folha:	

Aprov. RVP 05/07/2024	Verif. RVR 05/07/2024	Proj. FAB 05/07/2024	Des. TNC 05/07/2024	Identificação Empresa Projetista: COBA / JET SJ / JLCM / TALPROJECTO	Escalas: 1/100	Folhas: 4 / 8
Desenho nº LVSSA MSA PE STR TUN T83 DW 087909 0						

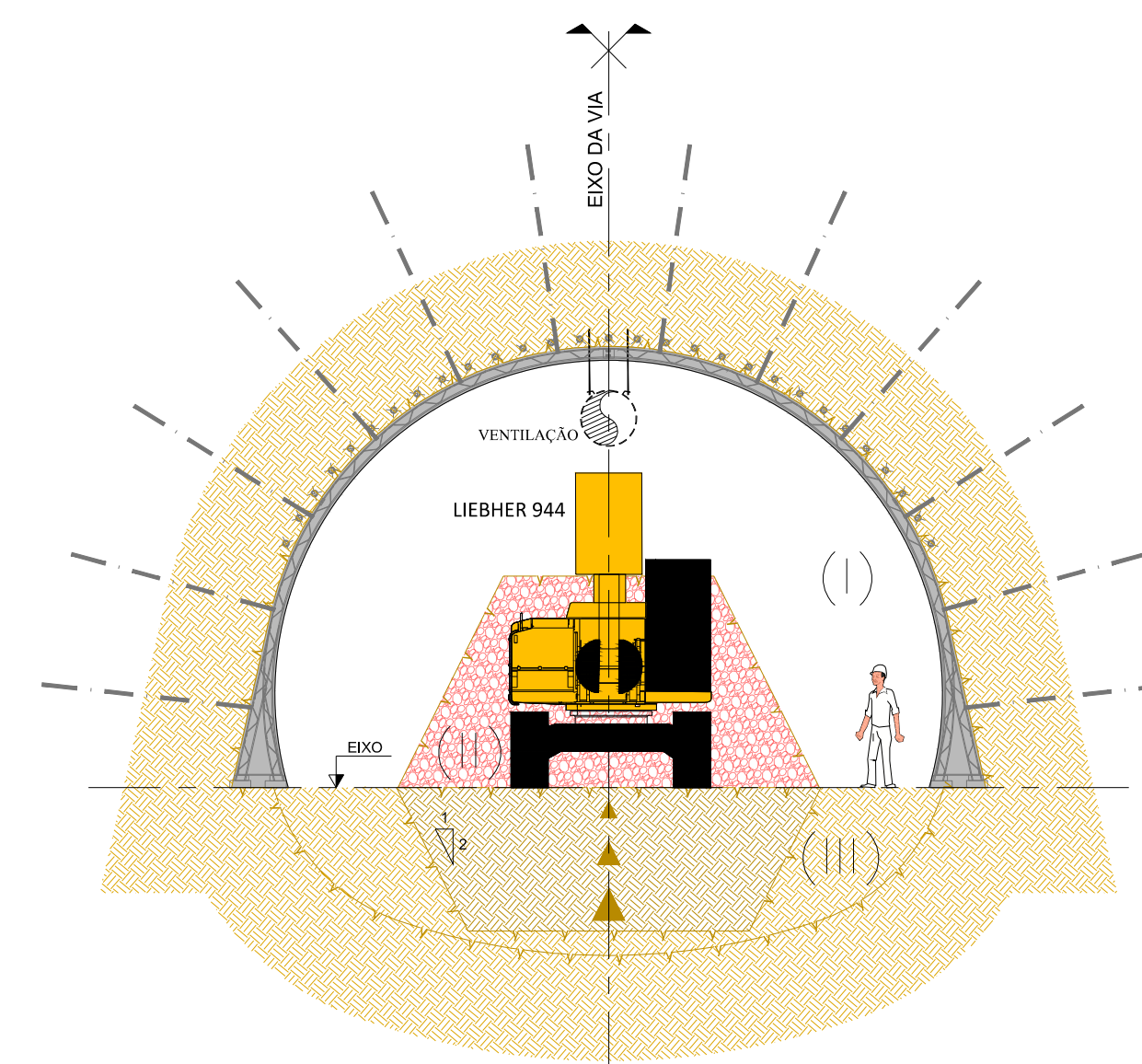
SECÇÃO TIPO TV-D



Fase 9:

A ▶

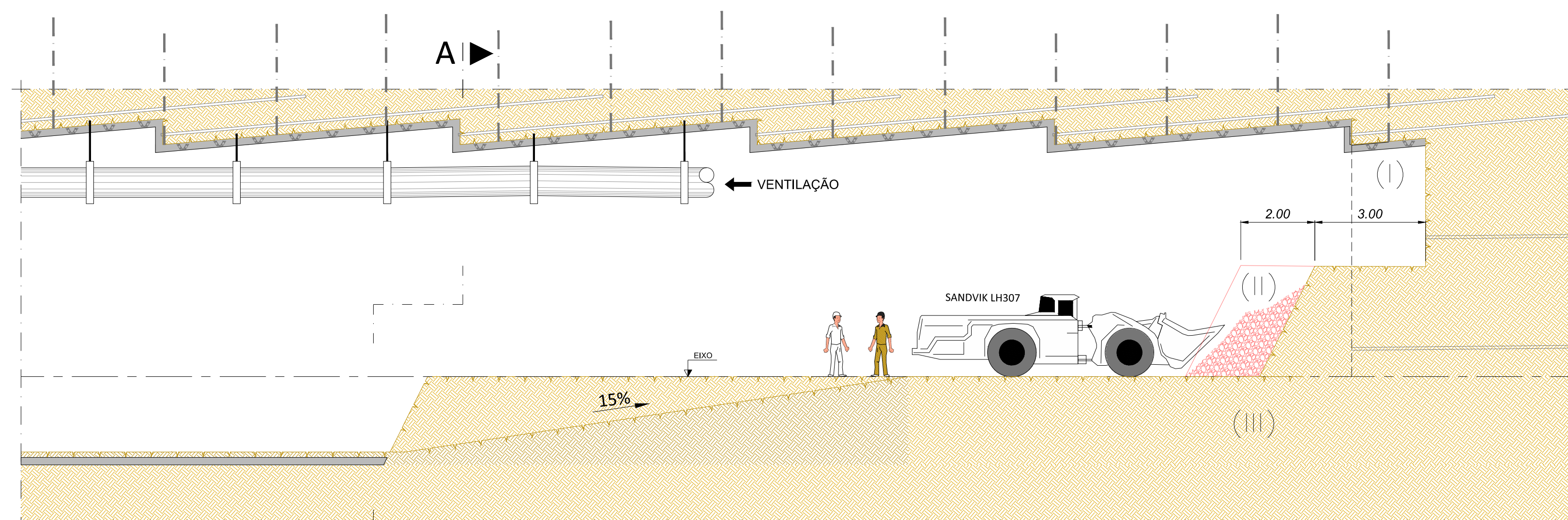
- Escavação de avanço de 2.00m do núcleo (II), com escavadora do tipo LIEBHER 944, com cabeça roçadora.



Corte A

(Escala: 1/100)

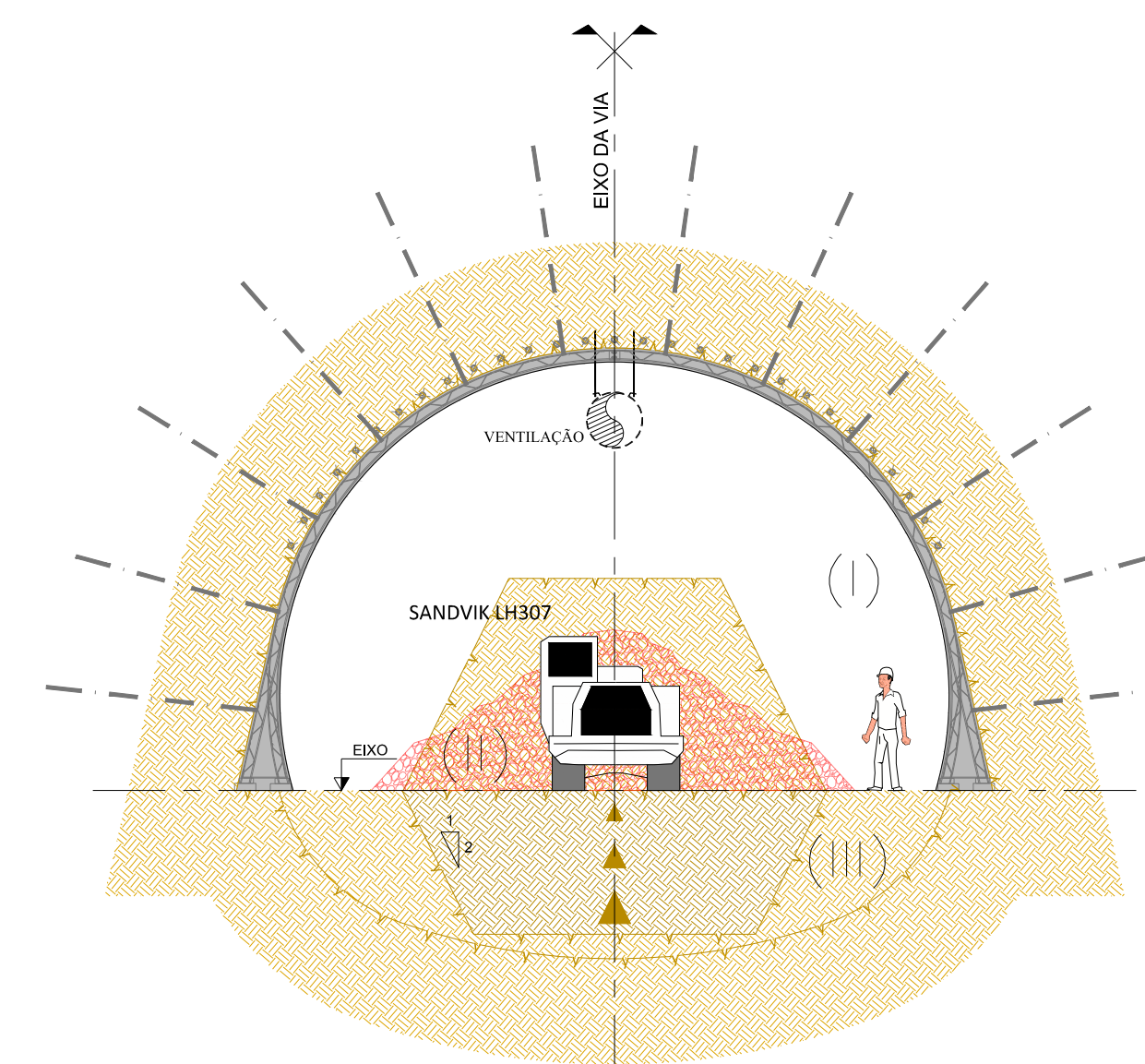
SECÇÃO TIPO TV-D



Fase 10:

A ▶

- Remoção dos escombros com pá mineira do tipo SANDVIK LH307.



Corte A

(Escala: 1/100)

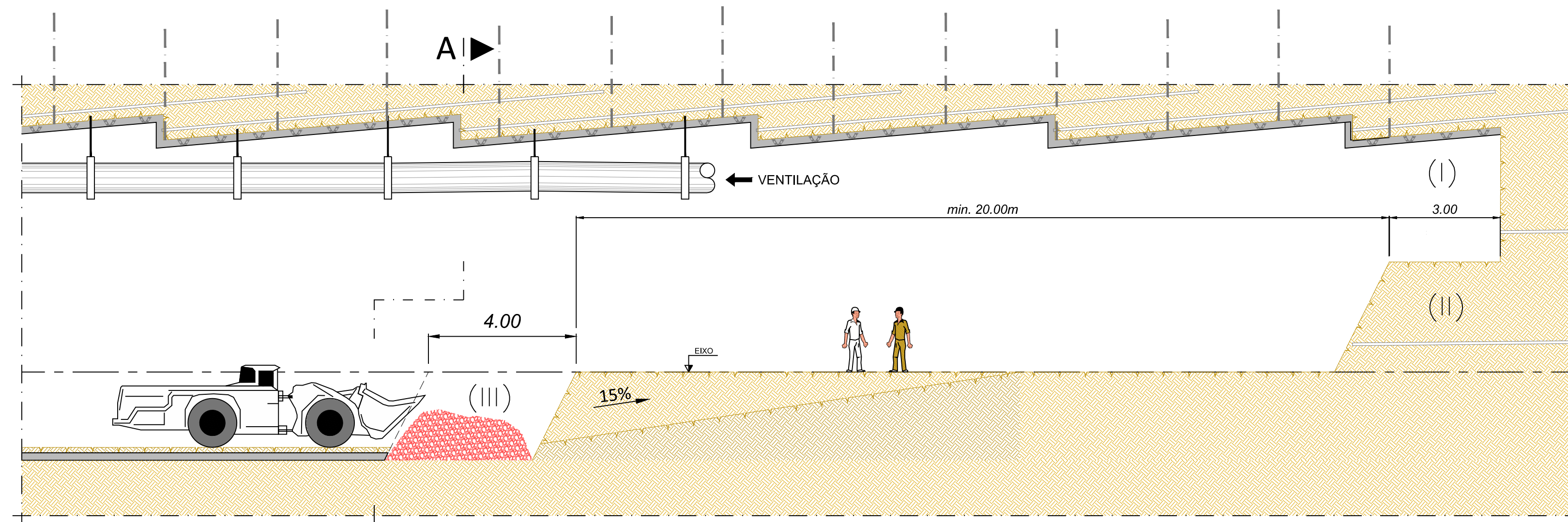
ALTERAÇÕES		DATA	DES.	VERIF.
0	EMIÇÃO INICIAL	03/10/2024	TNC	RVR

Prolongamento da Linha Vermelha S. Sebastião - Alcântara PROJETO DE EXECUÇÃO		
ESTRUTURAS TÚNEL DE VIA METODOLOGIA DE EXECUÇÃO SECÇÃO TIPO: TV-D		
Escalas: Des. n.º 133580 Alter.: Substituído: Nº SAP: Versão: Folha:		

Aprov. RVP 05/07/2024 Verif. RVR 05/07/2024 Proj. FAB 05/07/2024 Des. TNC 05/07/2024	MOTAENGIL ENGENHARIA COBA JET JLCM	Identificação Empresa Projeção: COBA / JET S3 / JLCM / TALPROJECTO Escalas: 1/100 Folha: 5 / 8
---	---	---

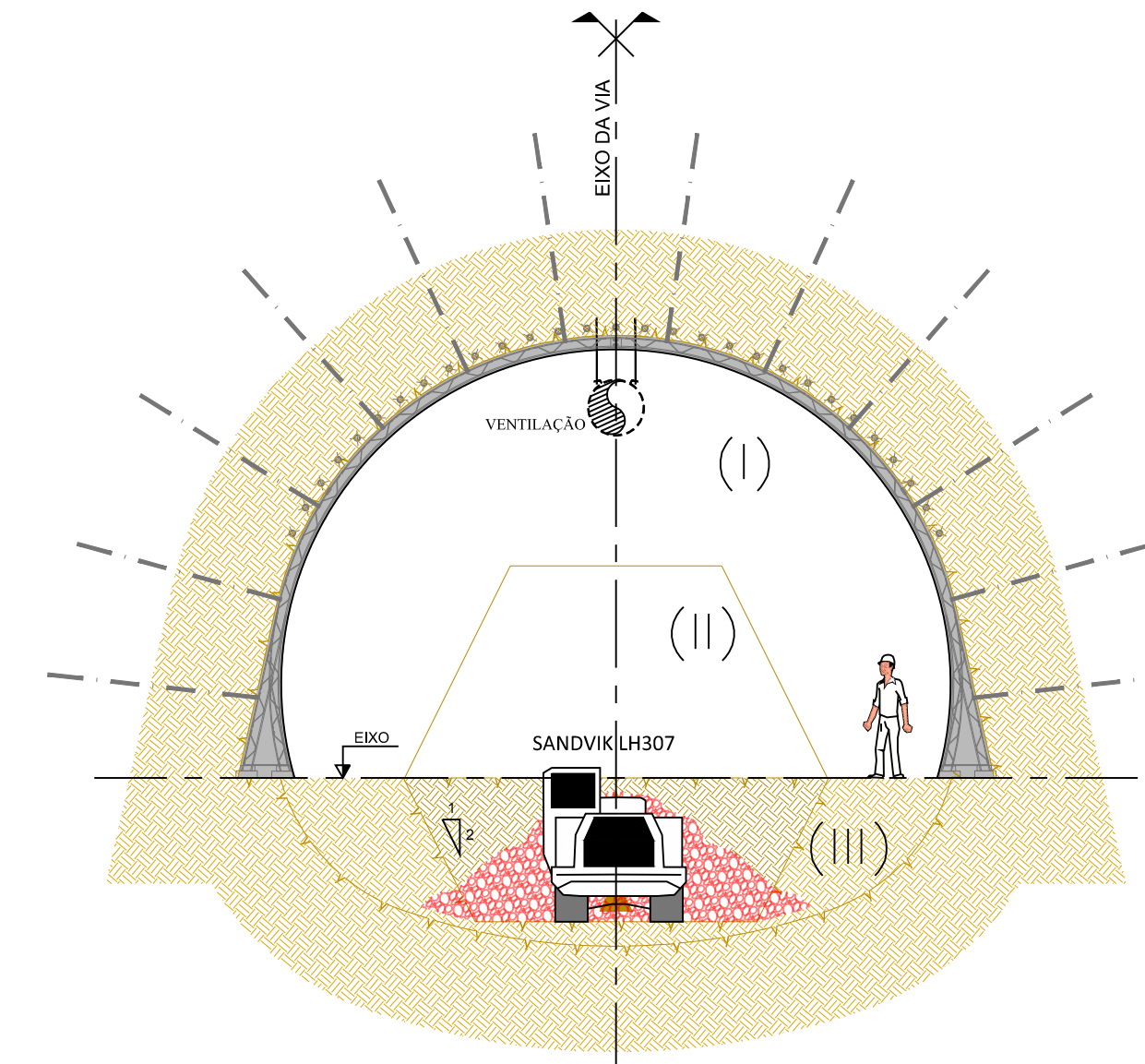
Desenho elaborado/adaptado sobre as bases editáveis do Programa Preliminar do Prolongamento da Linha Vermelha entre S. Sebastião e Alcântara, do Metropolitano de Lisboa. E.P.E.

SECÇÃO TIPO TV-D



Fase 13:

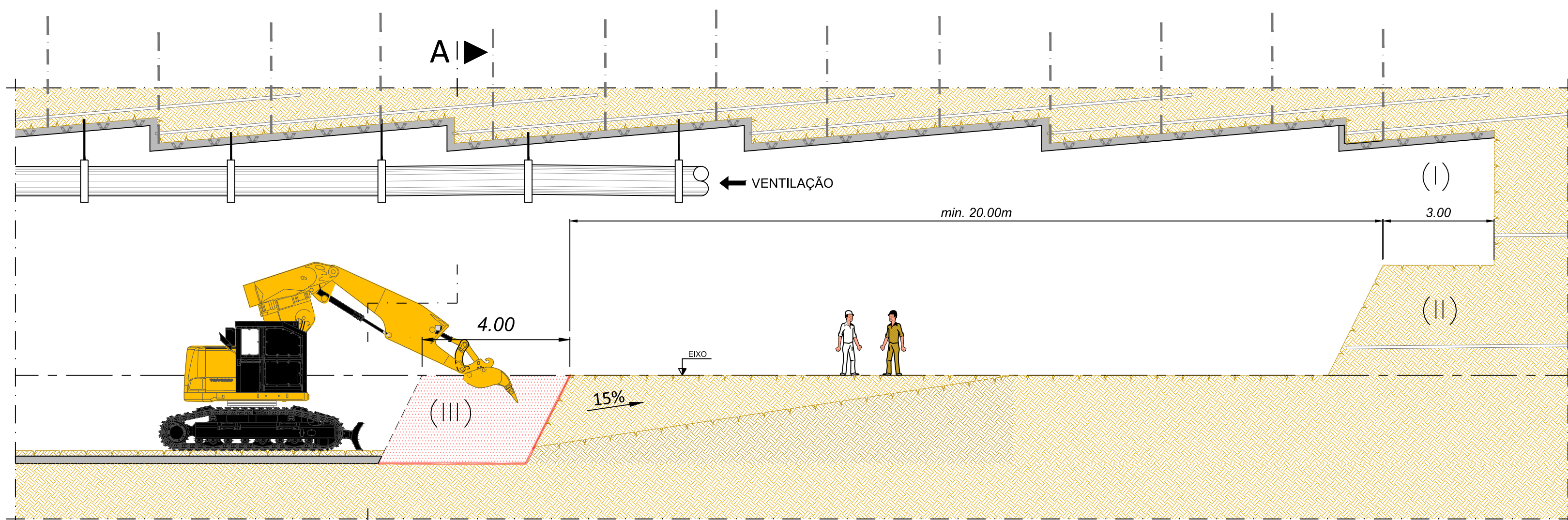
- Remoção dos escombros com pá mineira do tipo SANDVIK LH307.



Corte A

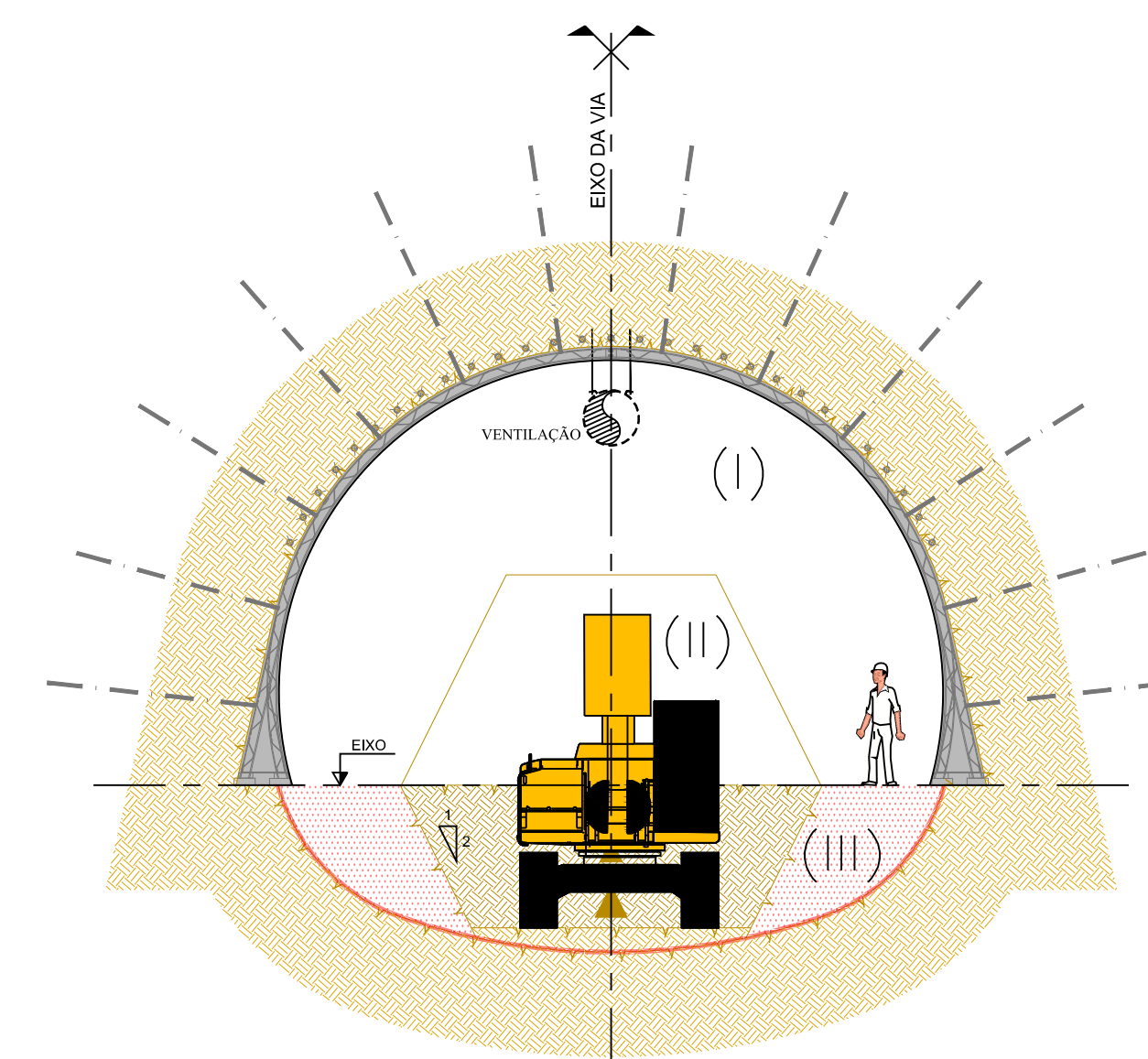
(Escala: 1/100)

SECÇÃO TIPO TV-D



Fase 14:

- Saneamento do terreno.



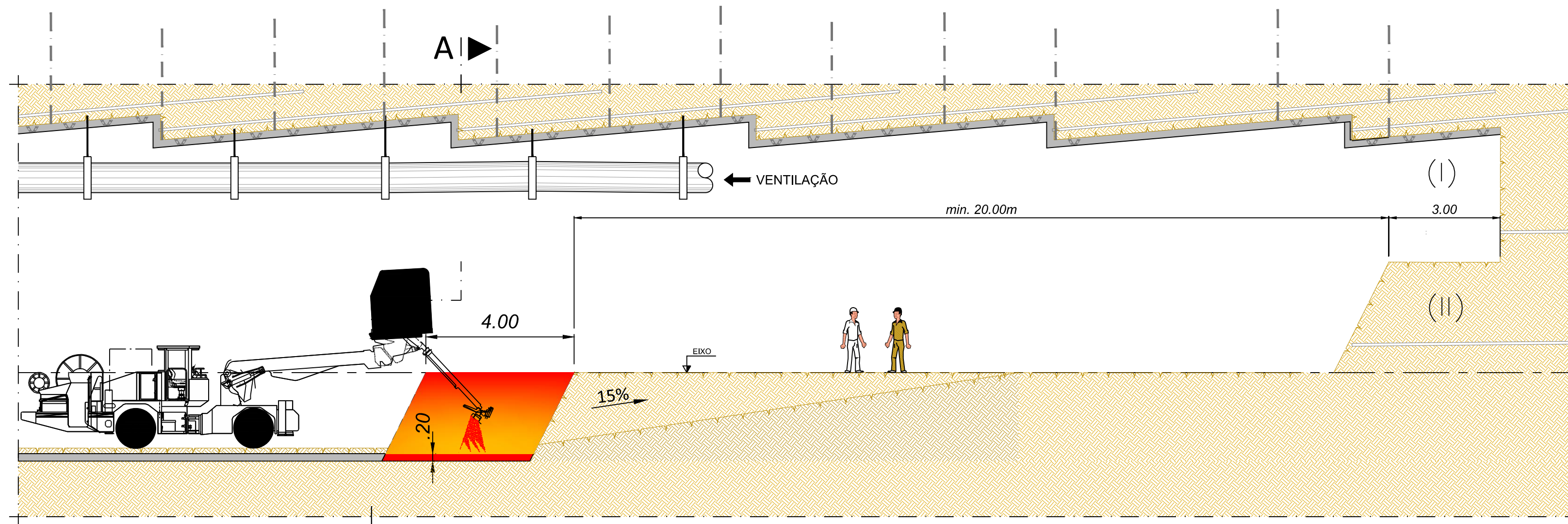
Corte A

(Escala: 1/100)

ALTERAÇÕES					
0	EMISSÃO INICIAL	03/10/2024	TNC	RVR	
		DATA	DES.	VERIF.	
PROLONGAMENTO DA LINHA VERMELHA S. SEBASTIÃO - ALCÁNTARA PROJETO DE EXECUÇÃO					
Data:		Escala: Des. n.º 133582			
Aprov.		Estruturas			
Verif.		TÚNEL DE VIA			
Proj.		METODOLOGIA DE EXECUÇÃO			
Des.		SECÇÃO TIPO: TV-D			
Aprov.	RVP	05/07/2024	Identificação Empresa Projeção:		
Verif.	RVR	05/07/2024	COBA / JET SJ / JLCM / TALPROJECTO		
Proj.	FAB	05/07/2024	Escala:	1/100	
Des.	TNC	05/07/2024	Desenho nº:	LVSSA MSA PE STR TUN T83 DW 087912 0	
				Folha:	7 / 8
				Alter.	0

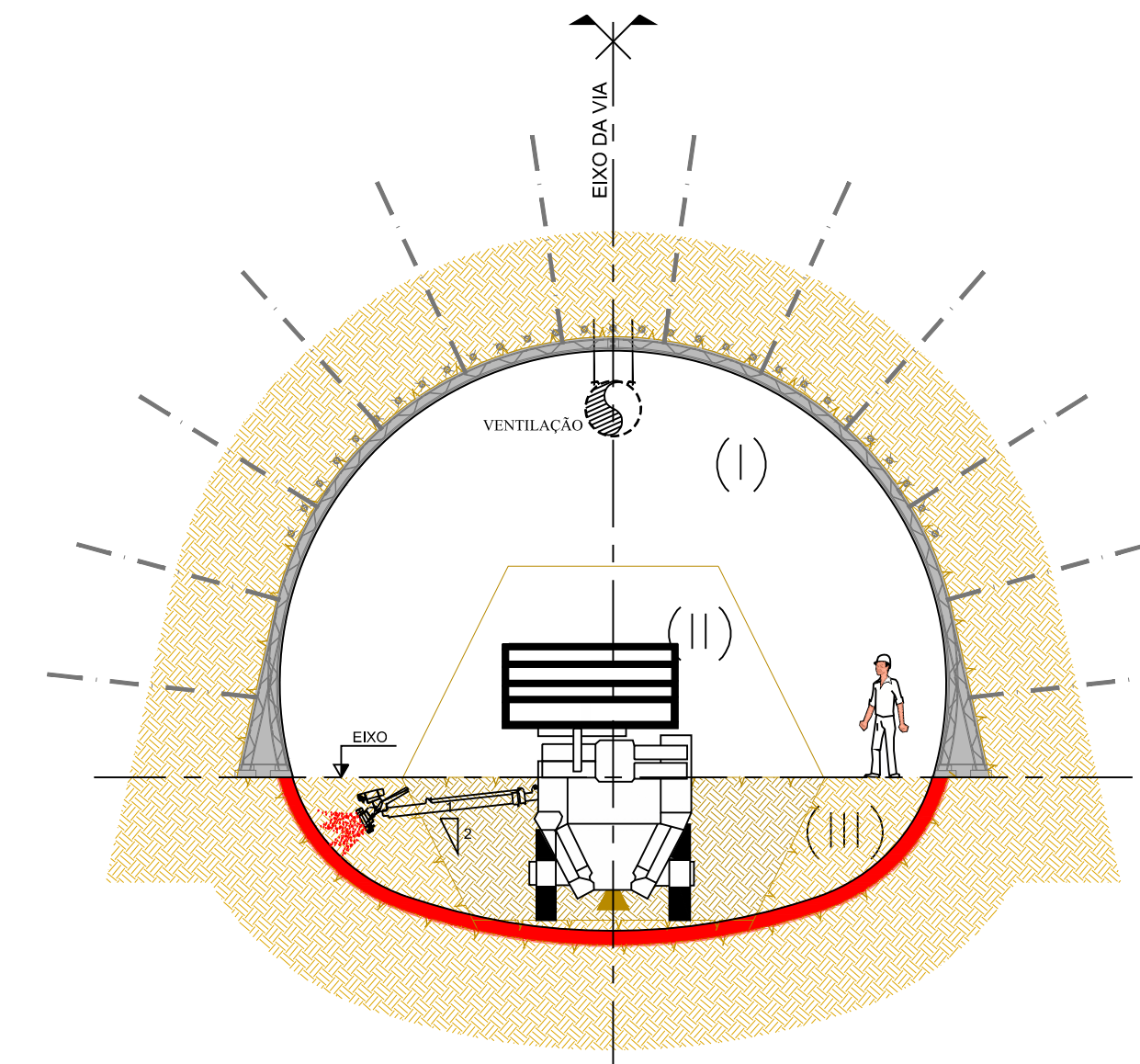
Desenho elaborado/adaptado sobre as bases editáveis do Programa Preliminar do Prolongamento da Linha Vermelha entre S. Sebastião e Alcântara, do Metropolitano de Lisboa, E.P.E.

SECÇÃO TIPO TV-D



Fase 15:

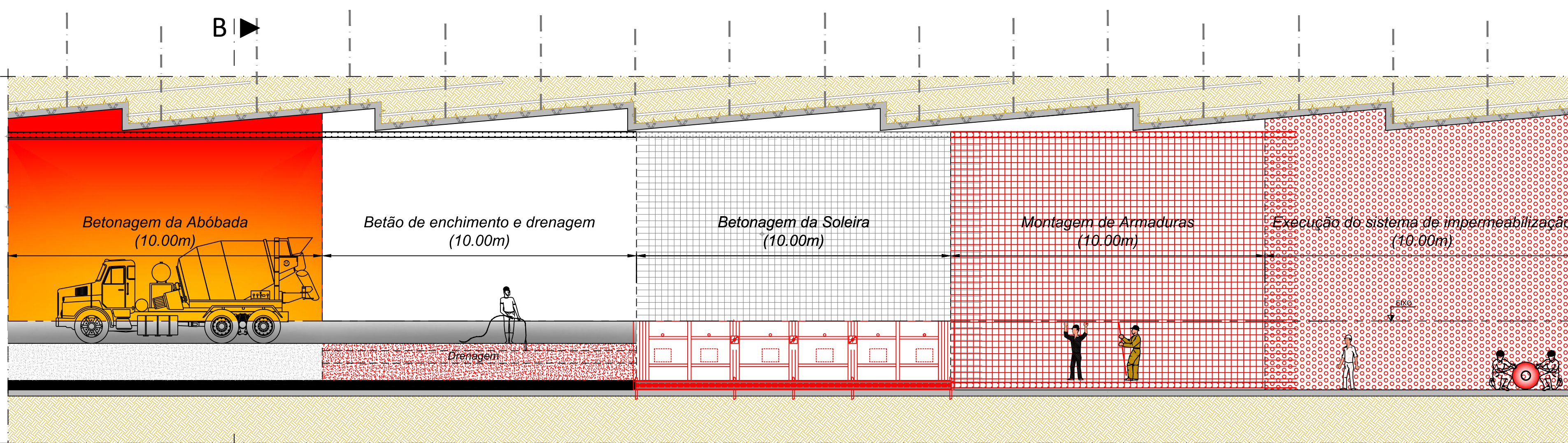
- Aplicação sucessiva de camadas de betão projetado com fibras metálicas, na soleira, com robot de projecção, até atingir a espessura de 20cm.



Corte A

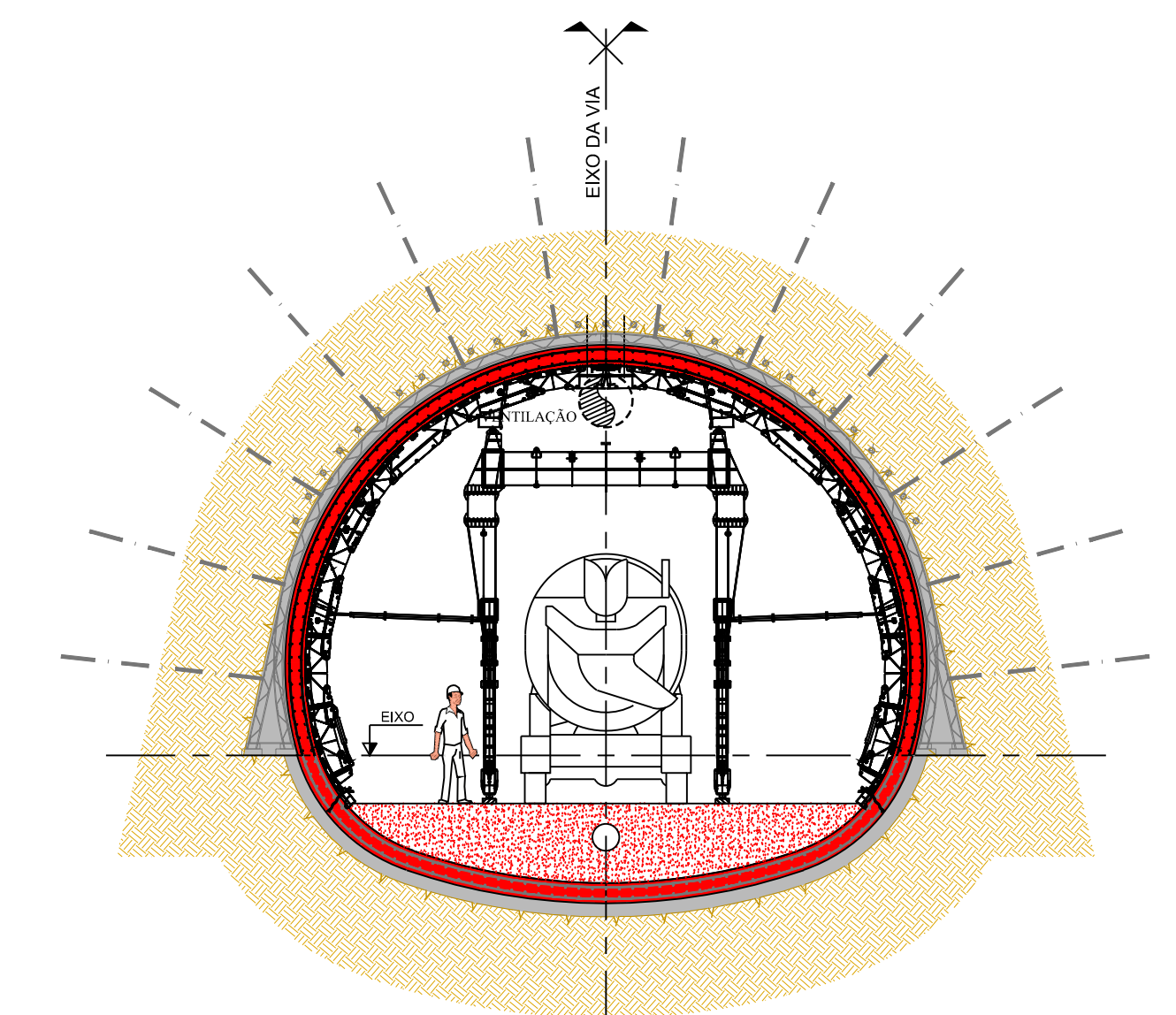
(Escala: 1/100)

SECÇÃO TIPO TV-D



Fase 16:

- 1º Execução do sistema de impermeabilização
- 2º Montagem de armaduras
- 3º Betonagem da soleira
- 4º Betão de enchimento e sistema de drenagem
- 5º Betonagem da abóbada



Corte B

(Escala: 1/100)

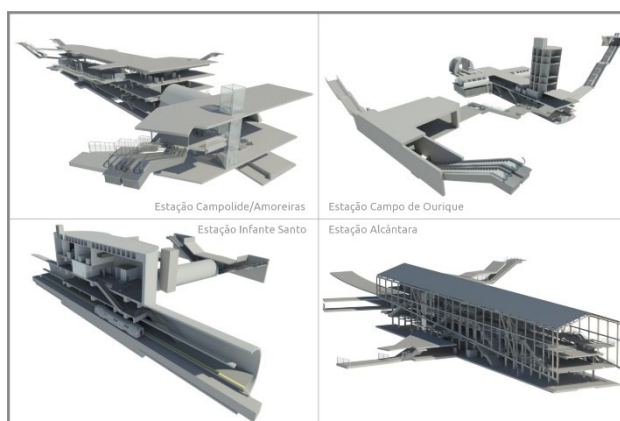
ALTERAÇÕES		DATA		DES.		VERIF.	
0	EMISSÃO INICIAL	03/10/2024	TNC	RVR			
PROLONGAMENTO DA LINHA VERMELHA S. SEBASTIÃO - ALCÁNTARA PROJETO DE EXECUÇÃO		Des. n.º 133583					
Estruturas Túnel de Via Metodologia de Execução Secção Tipo: TV-D		Escalas: 1/100		Folhas: 8 / 8			
Aprov. RVP 05/07/2024 Verif. RVR 05/07/2024 Proj. FAB 05/07/2024 Des. TNC 05/07/2024		Desenho nº LVSSA MSA PE STR TUN T83 DW 087913 0		Alter.: 0			

METRO DE LISBOA

PROLONGAMENTO DA LINHA VERMELHA ENTRE SÃO SEBASTIÃO E ALCÂNTARA

EMPREITADA DE CONCEÇÃO E CONSTRUÇÃO

PROJETO DE EXECUÇÃO



TOMO II

VOLUME 3 – TÚNEL T83 – REVESTIMENTO DEFINITIVO

NOTA DE CÁLCULO

Documento SAP:	LVSSA MSA PE STR TUN T83 NC 087002 0
-----------------------	--------------------------------------

	Nome	Assinatura	Data
Elaborado	José Alexandre		2024-09-27
Revisto	Rui Rodrigues		2024-09-27
Verificado	Rui Rodrigues		2024-09-27
Coordenador Projeto	Raúl Pistone		2024-09-27
Aprovado	Raúl Pistone		2024-09-27

	Nome	Assinatura	Data
Gestor Projeto	Raúl Pistone		2024-09-27

Índice

1	INTRODUÇÃO	4
2	REGULAMENTAÇÃO	4
3	CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS/GEOTÉCNICAS E HIDROLÓGICAS	5
4	MATERIAIS.....	6
5	CRITÉRIOS DE DIMENSIONAMENTO	7
6	DESCRIÇÃO GERAL DA SOLUÇÃO	8
7	METODOLOGIA DE CÁLCULO	9
8	AÇÕES.....	10
8.1	Ações Permanentes.....	10
8.1.1	Peso próprio (PP).....	10
8.1.2	Retração e Fluência (Ret+Flu)	10
8.1.3	Impulso de Terras (It)	11
8.1.4	Impulso Hidrostático (Iw).....	12
8.2	Ações Variáveis.....	12
8.3	Ação Sísmica.....	12
8.4	Ações Acidentais	13
8.4.1	Ação Acidental de Incêndio.....	13
9	COMBINAÇÕES DE AÇÕES.....	14
9.1	Combinação de Ações para os Estados Limites Últimos (ELU).....	14
9.2	Combinação de Ações para os Estados Limites de Serviço (ELS)	14
10	CRITÉRIOS DE VERIFICAÇÃO DA SEGURANÇA	15
10.1	Verificação da Segurança aos Estados Limites Últimos (ELU).....	15
10.2	Verificação da Segurança aos Estados Limites de Utilização (ELS)	15
10.3	Verificação da Segurança relativamente à rotura por Levantamento Global	16

11	DIMENSIONAMENTO ESTRUTURAL	16
11.1	Verificação da Segurança em relação aos Estados Limites Últimos (ELU)	16
11.1.1	Secção TV.1	17
11.1.2	Secção TV.2	18
11.1.3	Via de Resguardo – Secção VR1.5	20
11.1.4	Túnel Término – Secção TT.3	21
11.2	Verificação da Segurança em relação aos Estados Limites de Serviço (ELS).....	22
11.2.1	Secção TV.1	22
11.2.2	Secção TV.2	23
11.2.3	Via de Resguardo – Secção VR1.5	24
11.2.4	Túnel Término – Secção TT.3	24
11.2.5	Plataforma de via	25

1 INTRODUÇÃO

O presente documento diz respeito ao desenvolvimento, ao nível de **Projeto de Execução**, da **Nota de Cálculo das estruturas definitivas da obra do Túnel (Troço 81, 82, 83, 84 e 85), das obra das Vias de Resguardo (OE3 e OE4) e da obra do Túnel Término (OE7)**, no âmbito do Prolongamento da Linha Vermelha entre S. Sebastião e Alcântara, que é parte integrante do **Tomo II – Estruturas e Métodos Construtivos do Volume 3 – Túnel T83**.

2 REGULAMENTAÇÃO

A regulamentação e a bibliografia técnica adotadas são as apresentadas abaixo:

- NP EN 1990 – Bases para projetos de estruturas (EC0);
- NP EN 1991 – Bases de projeto e ações em estruturas (EC1);
- NP EN 1992 – Projeto de Estruturas de Betão (EC2);
- NP EN 1993 – Projeto de Estruturas de Aço (EC3);
- NP EN 1994 – Projeto de Estruturas mistas Aço-Betão (EC4);
- NP EN 1997 – Projeto Geotécnico (EC7);
- NP EN 1998 – Projeto de Estruturas para Resistência aos Sismos (EC8);
- fib Model Code 2010 for Concrete Structures;
- Normas de Projeto de estruturas do Metropolitano de Lisboa.

Serão ainda consideradas as seguintes normas de execução:

- NP EN 206:2013+A1:2017 – Betão: Especificação, desempenho, produção e conformidade;
- NP EN 13670-1 - Execução de estruturas de betão. Parte 1: Regras Gerais;
- NP EN 14199 – Execução de obras geotécnicas especiais: Microestacas;
- NP EN 1537 - Execução de obras geotécnicas especiais: Ancoragens;
- EN ISO 22447-5 – Geotechnical investigation and testing - Testing of geotechnical structures - Part 5: Testing of grouted anchors;
- EN 1536 - Execution of Special Geotechnical Works: Bored piles;
- EN 14490 - Execution of Special Geotechnical Works: Soil nailing;
- NP EN 197-1 - Cimento. Parte 1: Composição, especificações e critérios de conformidade para cimentos correntes;
- NP EN 197-2 - Cimento. Parte 2: Avaliação de conformidade;

- NP EN 13251 - Geotêxteis e produtos relacionados. Características requeridas para a utilização em obras de terraplenagem, fundações e estruturas de suporte;
- NP EN 13256 - Geotêxteis e produtos relacionados. Características requeridas para a construção de túneis e obras subterrâneas;
- NP EN 14487-1 - Betão projetado. Parte 1: Definições, especificações e conformidade;
- NP EN 14487-2 - Betão projetado. Parte 2: Execução;
- NP EN 14889-1 - Fibras para betão - Parte 1: Fibras de aço - Definições, especificações e conformidade;
- NP EN 14488-5 - Ensaio do betão projetado - Parte 5: Determinação da capacidade de absorção de energia de provetes de lajes reforçadas com fibras;
- NP EN 445 - Caldas de injeção para armaduras de pré-esforço. Métodos de ensaio;
- NP EN 446 - Caldas de injeção para armaduras de pré-esforço. Procedimentos para injeção;
- NP EN 447 - Caldas de injeção para armaduras de pré-esforço. Especificações para caldas correntes.

3 CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS/GEOTÉCNICAS E HIDROLÓGICAS

Da análise desenvolvida às condições geológico-geotécnicas na zona da obra, resultam os parâmetros geotécnicos indicados nos documentos das memórias descritivas de cada obra específica:

- Tunel de Via;
- OE3 (Via de Resguardo);
- OE4 (Via de Resguardo);
- OE7 (Tunel Témino).

4 MATERIAIS

As características dos materiais adotados nas estruturas definitivas encontram-se apresentadas nas tabelas seguintes:

Tabela 1 – Estruturas definitivas. Características dos materiais – Betão

Materiais	Localização	Classe de resistência	Classe de exposição	cl. teor de cloretos	d _{max} (mm)	Classe de consistência
Betão (in situ)	Regularização	C12/15	X0	CL 1,00	≤25	S3
	Estrutura interior em ambiente seco (lajes elevadas, vigas, escadas, paredes e pilares)	C30/37	XC1	CL 0,40	Dinf=20 Dsup=25	S4
	Estrutura interior em zonas húmidas – zonas com sanitários (lajes elevadas, vigas, escadas, paredes e pilares)	C30/37	XC3	CL 0,40	Dinf=20 Dsup=25	S4
	Estrutura exterior (revestimento definitivo das galerias, paredes de contenção periféricas, laje de fundo do poço da estação, lajes de cobertura e elementos expostos à intempérie)	C30/37	XC4	CL 0,40	≤25	S3
	Enchimento (sub-cais)	C20/25	XC0	CL 1,00	≤25	S3

Notas:

As betonilhas de enchimento a realizar para o assentamento dos revestimentos dos pisos e para a formação de pendentes nas lajes internas deverão ter um peso específico máximo de 15 kN/m³.

Tabela 2 – Estruturas definitivas. Características dos Materiais – Aço estrutural

Materiais	Localização	Classe de resistência
Aço Estrutural	Armaduras ordinárias	A500 NR SD
	Malha eletrossoldada	A500 EL
	Estruturas metálicas (chapas e perfis)	S355 JR
	Parafusos / Pernos	Classe 8.8/10.9
	Porcas	Classe 8/10

Tabela 3 – Estruturas definitivas. Recobrimentos nominais das armaduras

Recobrimentos Nominais (*) (**)		
	Elemento	Recobrimento nominal
Recobrimentos a Garantir de Acordo com Exigências de Resistência ao Fogo e Durabilidade dos Materiais Vida Útil Considerada: 100 Anos Estabilidade ao Fogo: R120	Lajes elevadas e escadas	40 mm
	Paredes interiores	40 mm
	Pilares e Vigas	45 mm
	Revestimento definitivo das galerias	45 mm
	Laje de fundo do poço principal	45 mm
	Lajes de cobertura enterradas	45 mm
	Paredes de contenção	50 mm

(*) - Recobrimento mínimo + Margem de cálculo para as tolerâncias de execução = Recobrimento nominal.

(**) - Em elementos inferiores a 0.25m o recobrimento é reduzido em 0.005m, devendo ser garantidos os recobrimentos mínimos definidos na EN 10080.

5 CRITÉRIOS DE DIMENSIONAMENTO

Os critérios de dimensionamento adotados estão descritos na Memória Descritiva e Justificativa, documento integrante do presente Volume.

Resumindo o que nesse documento foi descrito refere-se que:

- Tempo útil de vida de projeto: 100 anos;
- Classe de consequência CC3;
- Classe de inspeção 3, para betão moldado;
- Classe de fiabilidade RC3;
- Terreno Tipo A

6 DESCRIÇÃO GERAL DA SOLUÇÃO

As secções verificadas neste documento são as descritas nos documentos das memórias descritivas. Os principais pontos a salientar são:

- Túnel de Via - Secção Tipo TV.1: Secção com 0.30m de espessura constante a aplicar em zonas com revestimento primário do tipo TV-B1, TV-B2 e TV-C (Figura 1);
- Túnel de Via - Secção Tipo TV.2: Secção com 0.40m de espessura constante a aplicar em zonas com revestimento primário do tipo TV-D (Figura 1);
- Vias de Resguardo 1 e 2 (OE3 e OE4): Secções com 0.30m de espessura na abobada e espessamento na base dos hasteais e soleira (Figura 2);
- Túnel Término (OE7): Secções com 0.30m de espessura na abobada e espessamento na base dos hasteais e soleira (Figura 3);

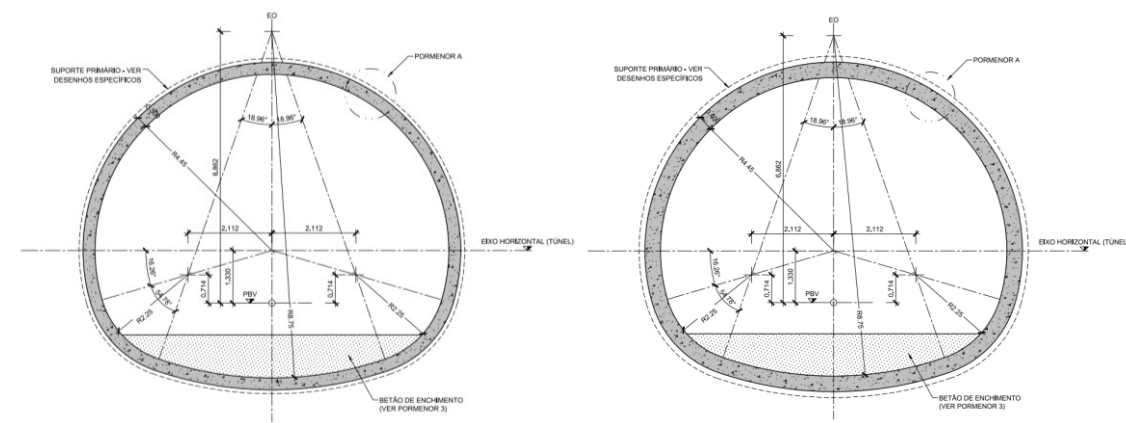


Figura 1 – Revestimento Definitivo: Secção TV.1 e TV.2

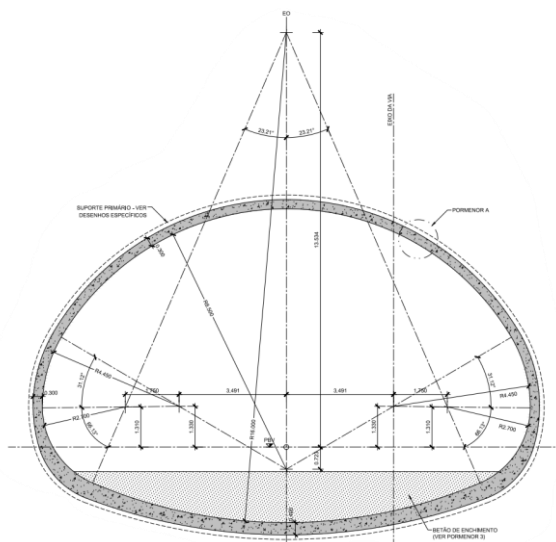


Figura 2 – Revestimento Definitivo: Via de Resguardo 1 (OE3) e Via de Resguardo 2 (OE4)

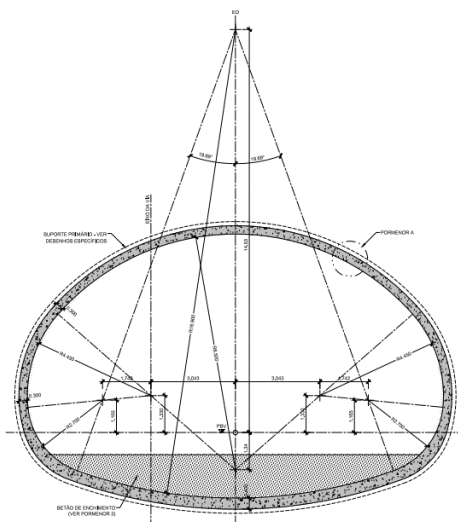


Figura 3 – Revestimento Definitivo: Túnel Término (OE7) – Secção TT.3

7 METODOLOGIA DE CÁLCULO

O dimensionamento estrutural da secção foi realizado com recurso a um programa de cálculo automático de estruturas desenvolvido na COBA, que utiliza o método dos elementos finitos e modela a estrutura com elementos de barra apoiados elasticamente.

O cálculo estrutural realizado para a obtenção dos esforços devidos a carregamentos exteriores foi executado através de uma análise não-linear, considerando elementos lineares apoiados elasticamente, tendo-se desativado as molas tracionadas.

Os modelos de cálculo utilizados na análise estrutural são do tipo apresentado na figura seguinte.

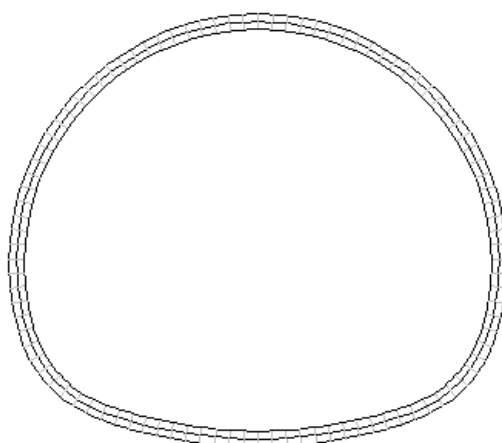


Figura 4 – Modelo de cálculo de uma secção tipo

O módulo de reação (k) dos apoios elásticos foi estimado a partir do módulo de deformabilidade (E) do maciço e do seu coeficiente de Poisson (ν) pela seguinte expressão:

$$k = \frac{E}{R(1 + \nu)}$$

em que R representa o raio do revestimento definitivo.

Nos quadros seguintes apresentam-se os parâmetros geotécnicos adotados no cálculo e que correspondem aos complexos geomecânicos Cc1d e Oligocénico.

Tabela 4 – Parâmetros geotécnicos adotados

	Cc1d	Cc1b	Tufos	Oligocénico	Ccaneças
E' (MPa)	1250	325	120	20	400
ν	0,21	0,21	0,27	0,30	0,25
γ (kN/m ³)	24	24	20	20	23

Os parâmetros apresentados no quadro acima têm o seguinte significado:

- E – módulo de deformabilidade do maciço;
- ν – coeficiente de Poisson do maciço;
- γ – peso específico do maciço.

8 AÇÕES

Na fase de Projeto de Execução foram consideradas no dimensionamento das estruturas as ações regulamentares bem como as ações definidas no Normativo do Metropolitano de Lisboa.

8.1 Ações Permanentes

8.1.1 Peso próprio (PP)

Peso Próprio da estrutura (PP) – Para o peso do betão armado da estrutura considerou-se um peso específico de $\gamma_c = 25 \text{ kN/m}^3$.

8.1.2 Retração e Fluência (Ret+Flu)

Os efeitos de retração e fluência do betão são ações ao longo do tempo consideradas permanentes. As extensões devidas à retração e os coeficientes de fluência foram consideradas de acordo com o estipulado na regulamentação europeia, NP EN1992-1-1 para uma idade de 10 000 dias após o início da construção.

Foram considerados os seguintes parâmetros para a sua quantificação: Humidade relativa média de 70% e temperatura ambiente de 20°C.

Para quantificação dos esforços decorrentes desta deformação imposta considera-se o módulo de elasticidade do betão igual a metade do seu valor real e o coeficiente de dilatação térmica linear com valor: $\alpha = 10 \times 10^{-6}$.

8.1.3 Impulso de Terras (It)

Considerou-se que a secção **TV.1** é revestida por Cc1d quase até ao topo da abóbada e Cc1b na restante altura. Sendo H a espessura do maciço que descarrega sobre a crista do túnel, o Impulso de Terras considerado na análise do revestimento secundário desta secção foi o equivalente, por simplificação, aos seguintes valores apresentados:

- $\gamma = 24 \text{ kN/m}^3$;
- $H = 4,75 \text{ m}$ (correspondente a metade do diâmetro do túnel);
- Análise de sensibilidade do k_0 , variando entre 0,0 e 0,5.

Para o revestimento definitivo da secção **TV.2** considerou-se que esta é revestida por Ccaneças na base, Tufos da base até ao fim dos hasteais e Oligocénico na restante altura. Fica-se, por simplificação, com as seguintes valores:

- $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$;
- $H = 4,85 \text{ m}$ (correspondente a metade do diâmetro do túnel);
- Análise de sensibilidade do k_0 , variando entre 0,2 e 0,5.

Ambas as vias de resguardo apresentadas, correspondentes à OE3 e OE4, para além de serem iguais no ponto de vista geométrico também têm uma envolvente geotécnica muito idêntica e, desse modo, a verificação foi feita apenas para uma das vias de resguardo.

Considerou-se que as vias de resguardo (aqui representadas apenas pela secção **VR1.5**) são revestidas por Ccaneças até ao início dos hasteais e por Cc1d no resto da altura sendo que, por simplificação, este foi o Impulso de Terras aplicado à secção:

- $\gamma = 24 \text{ kN/m}^3$;
- $H = 8,80 \text{ m}$ para a maior secção (correspondente a metade do diâmetro do túnel);
- Análise de sensibilidade do k_0 , variando entre 0,0 e 0,5.

Para o Túnel Término, secção **TT.3** as considerações foram as mesmas tomadas para as vias de resguardo:

- $\gamma = 24 \text{ kN/m}^3$;
- $H = 8,80 \text{ m}$ para a maior secção (correspondente a metade do diâmetro do túnel);
- Análise de sensibilidade do k_0 , variando entre 0,0 e 0,5.

8.1.4 Impulso Hidrostático (Iw)

Para a secção **TV.1**, o Impulso Hidrostático foi considerado o correspondente a um nível freático de 8 m acima do revestimento.

Para a secção **TV.2**, o Impulso Hidrostático foi considerado o correspondente a um nível freático de 8 m acima do revestimento.

Para a secção **VR1.5**, o Impulso Hidrostático foi considerado o correspondente a um nível freático de 4,20 m acima do revestimento.

Para a secção **TT.3**, o Impulso Hidrostático foi considerado o correspondente a um nível freático ao nível do topo da abóbada.

8.2 Ações Variáveis

As ações variáveis consideradas na análise foram as seguintes:

- Sobrecarga de terrapleno – (SC_Terr) – Foi considerada uma sobrecarga de 10 kN/m² para a determinação dos impulsos de terras, sendo esta apenas considerada nas secções que apresentam pouco revestimento de solo acima da crista;
- Sobrecarga Ferroviária: Comboio Tipo (CT);
- Ação da temperatura – temperatura uniforme + temperatura diferencial ($\Delta t_u + \Delta t_d$).

8.3 Ação Sísmica

O efeito do sismo nas estruturas enterradas (túneis e estações) materializa-se pela imposição de deslocamentos no seu contorno em resultado da propagação das ondas sísmicas, em parte influenciada pela presença das próprias estruturas e dos edifícios adjacentes. Estes deslocamentos impõem deformações na estrutura as quais, por sua vez, geram tensões e esforços de natureza sísmica.

Os deslocamentos podem ser calculados por uma análise integrada, com um modelo de propagação de ondas incidentes desde o firme rochoso sísmico subjacente, ou por uma análise simplificada através de um modelo em que se admitem conhecidos previamente os deslocamentos sísmicos impostos. No presente estudo foi seguida esta segunda metodologia.

A ação sísmica é definida com base no espectro de resposta elástico de aceleração constante do DNA da parte 1-1 do Eurocódigo 8 para as zonas sísmicas 1.3 e 2.3. No caso da definição da ação sísmica à superfície, é considerado o tipo de terreno segundo o critério definido no Quadro 3.1 da EN 1998-1. No caso da definição da ação sísmica a uma profundidade correspondente a um firme rochoso sísmico é considerado o tipo de terreno A.

O movimento sísmico é introduzido, com a consideração do efeito de radiação energética, ao longo da fronteira rígida inferior do modelo, tradicionalmente associada a velocidades de propagação de ondas de corte superiores a 800 m/s. A consideração dos efeitos não lineares no comportamento dinâmico do terreno é garantida através da adoção do espectro de resposta elástico acima referido e da modelação da dependência das propriedades de deformabilidade e de amortecimento relativamente à deformação de corte (método linear equivalente).

A metodologia de análise incorpora as seguintes fases:

- Estudo do maciço envolvente adotando uma estratificação realista, com consideração da não-linearidade através do método linear equivalente, que incluem a estrutura sob uma forma simplificada;
- Imposição estática, a um modelo estrutural detalhado, do campo cinemático de distorção mais desfavorável obtido na análise anterior e cálculo dos correspondentes esforços nas estruturas subterrâneas.
- Consideração dos esforços de origem sísmica nas combinações de ações para situações de projeto sísmicas.

Foram seguidas as indicações do Anexo C7 – “Análise Sísmica de Estruturas Enterradas” das Cláusulas Técnicas (CET) do Caderno de Encargos, que indicam a metodologia de análise sísmica das estruturas enterradas, com a dependência das propriedades dinâmicas (deformabilidade ao corte e amortecimento) relativamente à amplitude de distorção sísmica (método linear equivalente) para a estimativa da deformada sísmica do terreno e da estrutura.

Nas estruturas totalmente enterradas os efeitos inerciais da sua resposta são desprezáveis, pelo que se recorreu simplificada a uma análise de interação cinemática. Nesta, a envolvente mais desfavorável de deslocamentos sísmicos é imposta, estaticamente, a um modelo estrutural detalhado da estrutura enterrada. Os esforços sísmicos assim calculados são considerados nas situações de projeto sísmicas.

8.4 Ações Acidentais

8.4.1 Ação Acidental de Incêndio

Na verificação da segurança estrutural para a ação do fogo foram considerados os seguintes critérios:

1. Manter a função de suporte de carga em pelo menos durante 120 minutos;
2. Limitação da propagação de fogo (chamas, gases quentes, excesso de calor).

Estes critérios são cumpridos adotando-se as disposições prescritas no EN 1992 1-2, no qual são apresentados valores tabelados (capítulo 5) que indicam as dimensões mínimas para elementos estruturais bem como os recobrimentos mínimos das armaduras.

No que se refere aos recobrimentos, os valores mínimos apresentados no quadro do capítulo 5 da EN 1992 1-2 são em geral inferiores aos mínimos necessários para garantir os requisitos de durabilidade. Na tabela 4 estão representados os valores dos recobrimentos adotados para cada elemento estrutural com vista a garantir o requisito de durabilidade e de resistência ao fogo.

9 COMBINAÇÕES DE AÇÕES

As combinações de ações baseiam-se nas regras definidas na EN 1990. Consideram-se as seguintes combinações de ações, combinações estas, que pode ser consultadas com maior descrição na Memória Descritiva e Justificativa, LVSSA CBJ EP STR TUN 000 MD 087001 0.

9.1 Combinação de Ações para os Estados Limites Últimos (ELU)

Tabela 5 – Combinações para o Estado Limite de Último (ELU)

Combinações /Ações	Estado Limite	Peso Próprio (PP)	Impulso das Terras (I_t)	Impulso hidrostático (I_w)	Sobrecarga de terraplano (SC_Terr)	Sobrecarga Ferroviária: Comboio Tipo (CT)	Ação da temperatura ($\Delta t_u + \Delta t_d$)
Combinação 1	ELU	1.35	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5
Combinação 2	ELU	1.35	1.5	0.0	0.0	0.0	1.5
Combinação 3	ELU	1.35	1.5	1.5	0.0	0.0	1.5
Combinação 4	ELU	1.35	0.0	1.5	0.0	0.0	1.5
Combinação 5	ELU	1.35	0.0	0.0	1.5	1.5	1.5
Combinação 6	ELU	1.35	1.5	0.0	1.5	1.5	1.5
Combinação 7	ELU	1.35	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Combinação 8	ELU	1.35	0.0	1.5	1.5	1.5	1.5

9.2 Combinação de Ações para os Estados Limites de Serviço (ELS)

Tabela 6 – Combinações para o Estado Limite de Serviço (ELS)

Combinações /Ações	Estado Limite	Peso Próprio (PP)	Impulso das Terras (I_t)	Impulso hidrostático (I_w)	Sobrecarga de terraplano (SC_Terr)	Sobrecarga Ferroviária: Comboio Tipo (CT)	Ação da temperatura ($\Delta t_u + \Delta t_d$)
Combinação 1	ELS	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
Combinação 2	ELS	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	1.0
Combinação 3	ELS	1.0	1.0	1.0	0.0	0.0	1.0
Combinação 4	ELS	1.0	0.0	1.0	0.0	0.0	1.0
Combinação 5	ELS	1.0	0.0	0.0	1.0	1.0	1.0
Combinação 6	ELS	1.0	1.0	0.0	1.0	1.0	1.0
Combinação 7	ELS	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Combinação 8	ELS	1.0	0.0	1.0	1.0	1.0	1.0

10 CRITÉRIOS DE VERIFICAÇÃO DA SEGURANÇA

10.1 Verificação da Segurança aos Estados Limites Últimos (ELU)

A verificação da segurança aos estados limites últimos dos elementos de betão armado foi efetuada de acordo com as disposições da NP EN 1992-1.

Para a verificação da segurança aos estados limites últimos de resistência dos elementos de betão armado foram considerados valores dos coeficientes parciais de segurança, relativos às ações e aos materiais. Foram realizadas as seguintes verificações de segurança, consideradas como condicionantes:

- Estado limite último de resistência à flexão;
- Estado limite último de resistência a flexão composta (quando relevante);
- Estado limite último de resistência ao esforço transversal.

Foi igualmente verificado o estado limite último de resistência do solo de fundação.

A verificação da segurança em relação aos Estados Limite Últimos (ELU) foi realizada em termos de resistências, respeitando a condição,

$$S_d \leq S_r$$

em que S_d é o valor de cálculo do esforço atuante e S_r é o valor de cálculo do esforço resistente.

A verificação da segurança estrutural para a ação do fogo são considerados os seguintes critérios:

1. Manter a função de suporte de carga em pelo menos durante 120 minutos;
2. Limitação da propagação de fogo (chamas, gases quentes, excesso de calor).

Estes critérios são cumpridos adotando-se as disposições prescritas no EN 1992 1-2, no qual são apresentados valores tabelados (capítulo 4) que indicam as dimensões mínimas para elementos estruturais bem como os recobrimentos mínimos das armaduras.

No que se refere aos recobrimentos, os valores mínimos apresentados no quadro do capítulo 4 da EN 1992 1-2 são em geral inferiores aos mínimos necessários para garantir os requisitos de durabilidade. Na Tabela 3 acima, estão representados os valores dos recobrimentos adotados para cada elemento estrutural com vista a garantir o requisito de durabilidade e de resistência ao fogo.

10.2 Verificação da Segurança aos Estados Limites de Utilização (ELS)

A verificação da segurança aos estados limites de utilização das estruturas de betão armado foi efetuada de acordo com as disposições da NP EN 1992-1.

- Limitação das tensões de compressão no betão armado:
- Controle da fendilhação para os elementos de betão armado:

- Abertura de fendas: limitou-se a abertura de fendas a $w_k = 0,3$ mm para a combinação quase-permanente.
- Garantiu-se a adoção de armaduras mínimas para os efeitos provocados por deformações impedidas de retração;
- Garantiu-se a adoção de armadura de alma nas faces laterais em vigas com altura superior a 1m.
- Controle da Deformação para os elementos de betão armado:
 - Limitação das flechas de lajes e vigas a $l/250$ para a combinação de ações quase permanente.
 - Limitação das flechas de elementos estruturais suscetíveis de danificar elementos adjacentes à estrutura, ou equipamentos a $l/500$ para a combinação de ações quase permanente.

10.3 Verificação da Segurança relativamente à rotura por Levantamento Global

A verificação da segurança relativamente à rotura por levantamento global foi efetuada através da comparação, em valor característico, das ações permanentes globais na direção vertical (F_v) com a subpressão (U). Considera-se verificada a segurança garantindo:

$$\frac{F_v}{U} \geq FS$$

Em que FS corresponde a um fator de segurança global a indicar juntamente com a verificação.

11 DIMENSIONAMENTO ESTRUTURAL

Nos pontos seguintes são apresentados os resultados dos cálculos efetuados, bem como a verificação da segurança em relação aos estados limites últimos de resistência e em relação ao estado limite de abertura de fendas.

11.1 Verificação da Segurança em relação aos Estados Limites Últimos (ELU)

De seguida apresentam-se os esforços e as armaduras de cálculo obtidos, para cada secção, na verificação da segurança em relação aos estados limites últimos de flexão composta e de esforço transversal. Para fins de dimensionamento, apresenta-se apenas os resultados dos cenários que se mostraram mais desfavoráveis.

11.1.1 Secção TV.1

O cenário que se mostrou mais desfavorável na análise desta secção foi o da Combinação 4, onde se considerou a ação simultânea do Peso Próprio e um Impulso Hidrostático equivalente a uma pressão hidrostática de 8 m de água acima do revestimento. Apresentam-se de seguida os esforços e armaduras de cálculo obtidos.

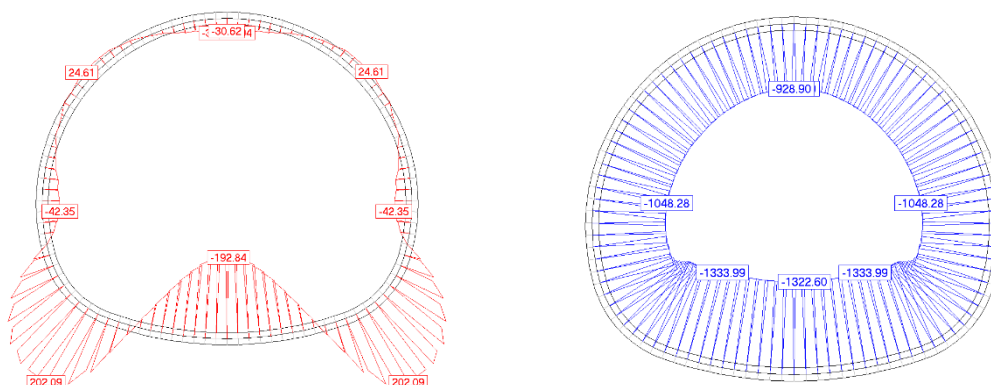


Figura 5 – Secção TV.1. Esforços de dimensionamento Msd (kNm/m) e Nsd (kN/m) para a Combinação 4 (ELU)

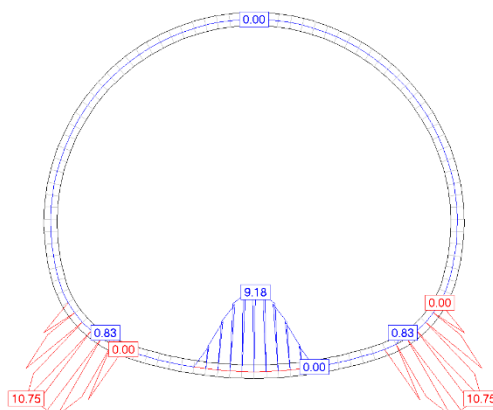


Figura 6 – Secção TV.1. Armaduras de cálculo de flexão (cm²/m)

De acordo com a armadura de cálculo obtida, foi adotada uma malha sol de Ø12//0,10 nas duas faces da secção **TV.1**, verificando-se a segurança ao Estado Limite de Flexão Composta

Relativamente ao esforço transversal, a combinação que se demonstrou mais desfavorável foi onde se considerou a presença de água, sendo o definido no capítulo 8.1.4 para esta secção e um Impulso de Terras com um k_0 de 0,50, mais precisamente a combinação 3 da tabela 5. Apresentam-se de seguida o diagrama de esforço transversal obtido.

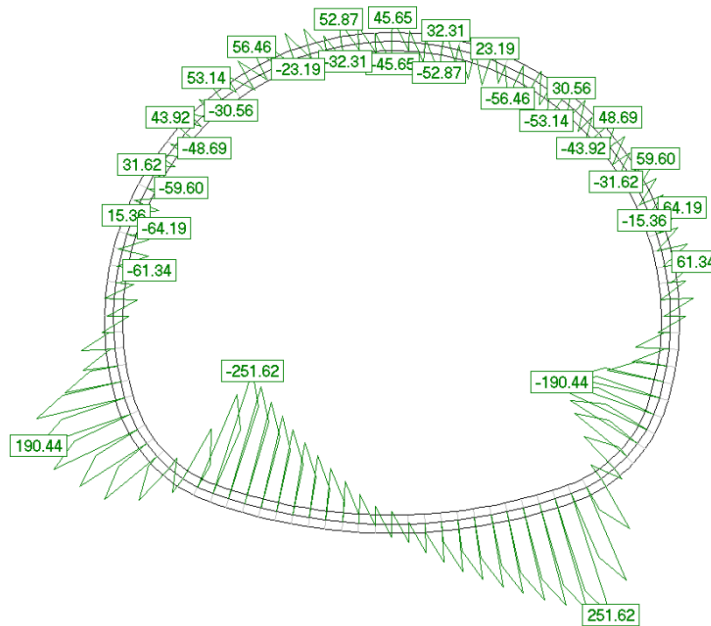


Figura 7 – Secção TV.1. Esforço transverso de dimensionamento V_{sd} (kN/m)

Considerando que a verificação da segurança ao esforço transverso tem em conta a componente da compressão calculou-se o $V_{Rd,c}$ com a seguinte expressão presente no EC2-1 [6.2.2 (1)].

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} k (100 \rho f_{ck})^{1/3} + k_1 \sigma_{cp}] b_w d$$

Aplicando a expressão à presente secção obteve-se um $V_{Rd,c}$ de cerca de 306 kN/m, superior ao V_{sd} e conclui-se que não será necessária armadura de esforço transverso.

11.1.2 Secção TV.2

O cenário que se mostrou mais desfavorável na análise desta secção foi o da Combinação 2, onde se considerou a ação simultânea do Peso Próprio e um Impulso de Terras (com $k_0 = 0,2$ como desfavorável) e sem presença de água pois esta mostrou-se favorável. Apresentam-se de seguida os esforços e armaduras de cálculo obtidos.

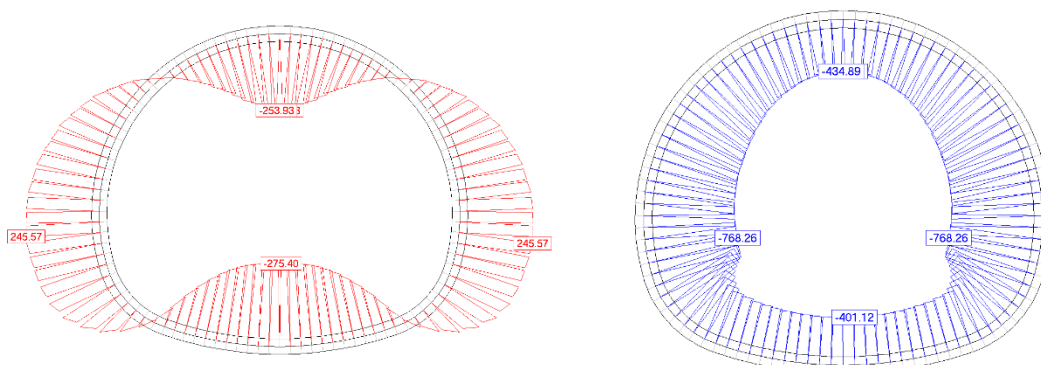


Figura 8 – Secção TV.2. Esforços de dimensionamento Msd (kNm/m) e Nsd (kN/m) para a Combinação 2 (ELU)

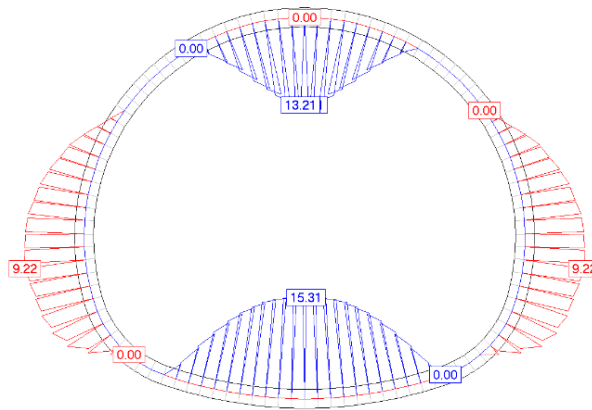


Figura 9 – Secção TV.2. Armaduras de cálculo de flexão (cm^2/m)

Para a secção **TV.2** e de acordo com a armadura de cálculo obtida, foi adotada uma malha sol de $\varnothing 12//0,10$ na face exterior e na face interior o mesmo mas com a exceção de um reforço de $\varnothing 16//0,20 + \varnothing 12//0,20$ na base e na abóbada, verificando-se a segurança ao Estado Limite de Flexão Composta

Relativamente ao esforço transversal, a combinação que se demonstrou mais desfavorável foi onde se considerou a presença de água, sendo o definido no capítulo 8.1.4 para esta secção e um Impulso de Terras com um k_0 de 0,20, mais precisamente a combinação 3 da tabela 5. Apresentam-se de seguida o diagrama de esforço transversal obtido.

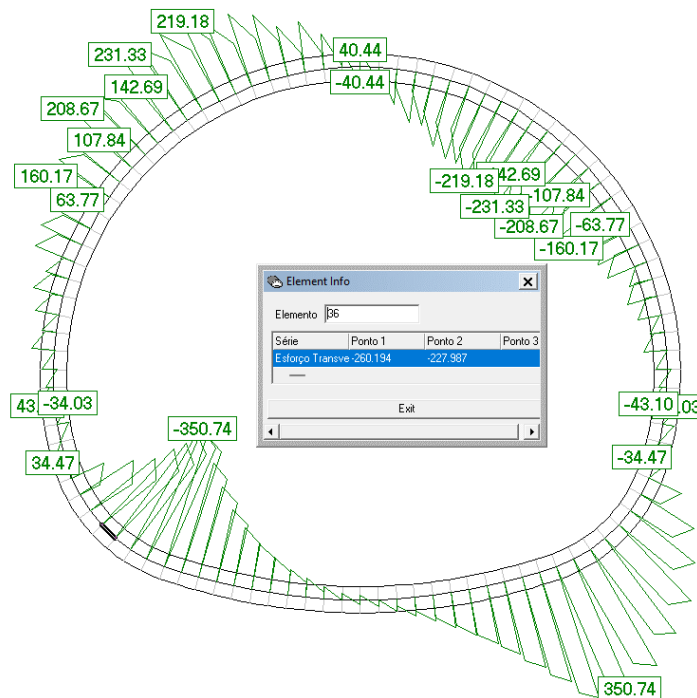


Figura 10 – Secção TV.2. Esforço transversal de dimensionamento Vsd (kN/m)

Aplicando a mesma expressão apresentada no capítulo da secção TV.1 à presente secção obteve-se um $V_{Rd,c}$ de cerca de 284 kN/m, superior ao V_{sd} a $z.cot\theta$ do apoio e conclui-se que não será necessária armadura de esforço transverso.

11.1.3 Via de Resguardo – Secção VR1.5

O cenário que se mostrou mais desfavorável na análise desta secção foi o da Combinação 4, onde se considerou a ação simultânea do Peso Próprio e um Impulso Hidrostático equivalente a uma pressão hidrostática de 4,2 m de água acima do revestimento. Apresentam-se de seguida os esforços e armaduras de cálculo obtidos.

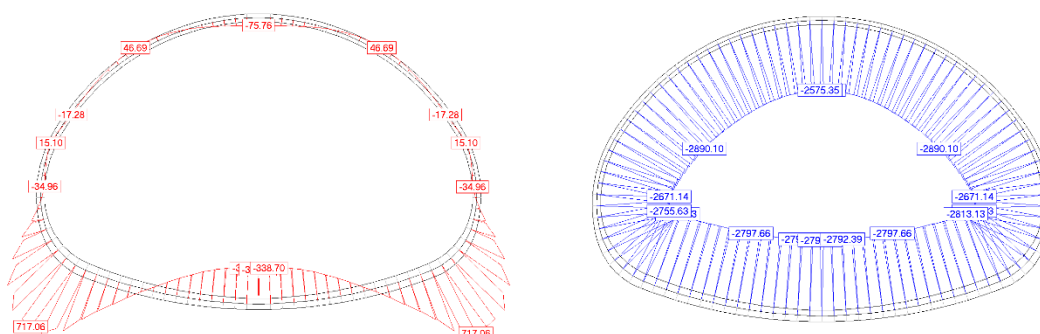


Figura 11 – Secção VR1.5. Esforços de dimensionamento Msd (kNm/m) e Nsd (kN/m) para a Combinação 2 (ELU)

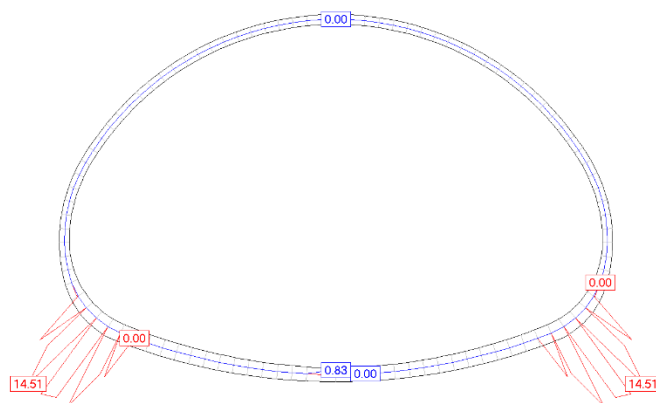


Figura 12 – Secção VR1.5. Armaduras de cálculo de flexão (cm²/m)

Para a secção **VR1.5** e de acordo com a armadura de cálculo obtida, foi adotada uma malha sol de $\varnothing 12//0,10$ na face interior e na face exterior o mesmo mas com a exceção de um reforço de $\varnothing 16//0,20 + \varnothing 12//0,20$ nos hasteais, verificando-se a segurança ao Estado Limite de Flexão Composta

Relativamente ao esforço transverso, a combinação que se demonstrou mais desfavorável foi onde se considerou a presença de água, sendo o definido no capítulo 8.1.4 para esta secção e um Impulso de Terras com um k_0 de 0,50, mais precisamente a combinação 3 da tabela 5. Apresentam-se de seguida o diagrama de esforço transverso obtido.

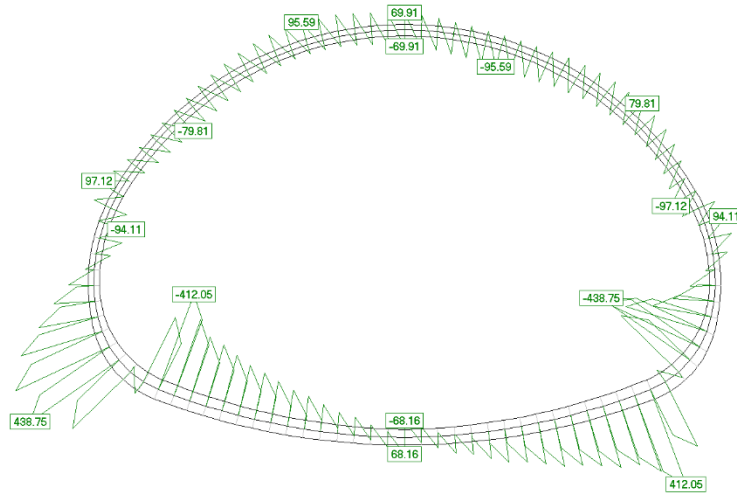


Figura 13 – Secção VR1.5. Esforço transverso de dimensionamento V_{sd} (kN/m)

Aplicando a mesma expressão apresentada no capítulo da secção TV.1 à presente secção obteve-se um $V_{Rd,c}$ de cerca de 521 kN/m, superior ao V_{sd} e conclui-se que não será necessária armadura de esforço transverso.

11.1.4 Túnel Término – Secção TT.3

O cenário que se mostrou mais desfavorável na análise desta secção foi o da Combinação 4, onde se considerou a ação simultânea do Peso Próprio e um Impulso Hidrostático equivalente a uma pressão hidrostática ao nível do revestimento no topo da abóbada. Apresentam-se de seguida os esforços e armaduras de cálculo obtidos.

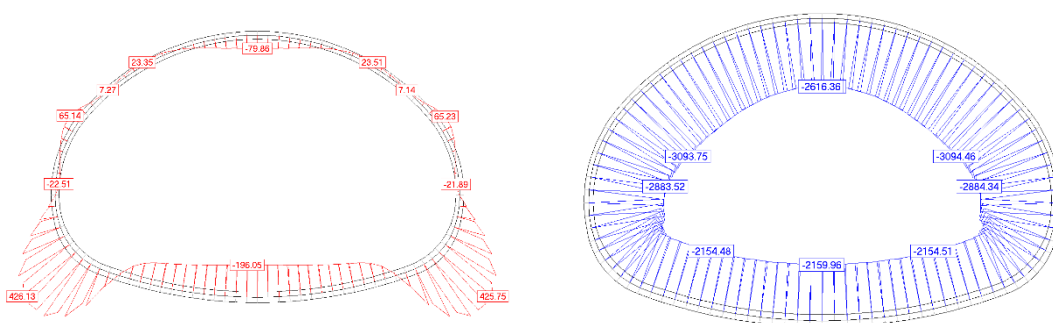


Figura 14 – Secção TT.3. Esforços de dimensionamento M_{sd} (kNm/m) e N_{sd} (kN/m) para a Combinação 2 (ELU)

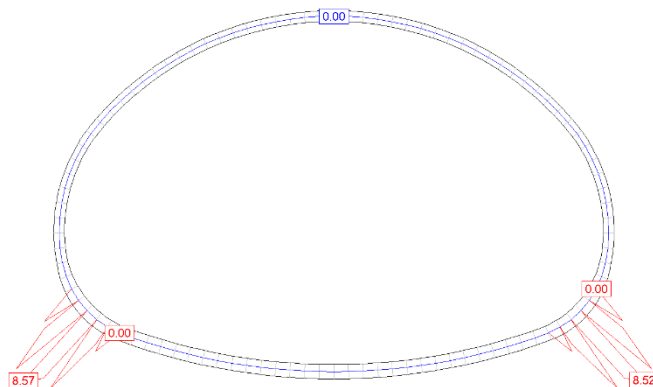


Figura 15 – Secção TT.3. Armaduras de cálculo de flexão (cm²/m)

De acordo com a armadura de cálculo obtida, foi adotada uma malha sol de Ø12//0,10 nas duas faces da secção **TT.3**, verificando-se a segurança ao Estado Limite de Flexão Composta

Relativamente ao esforço transversal, a combinação que se demonstrou mais desfavorável foi onde se considerou a presença de água, sendo o definido no capítulo 8.1.4 para esta secção e um Impulso de Terras com um k_0 de 0,50, mais precisamente a combinação 3 da tabela 5. Apresentam-se de seguida o diagrama de esforço transversal obtido.

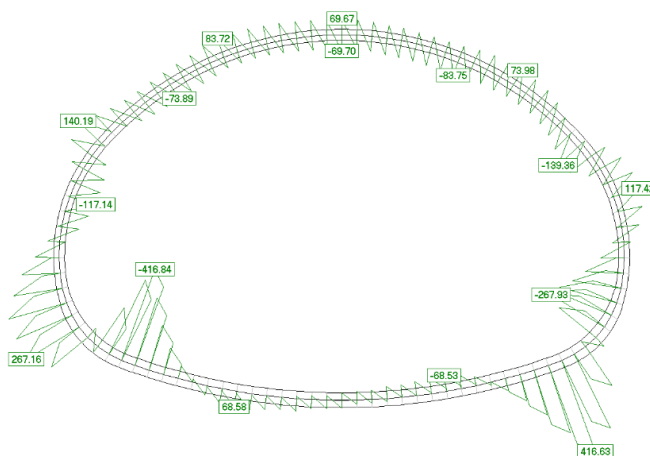


Figura 16 – Secção TT.3. Esforço transversal de dimensionamento V_{sd} (kN/m)

Aplicando a mesma expressão apresentada no capítulo da secção TV.1 à presente secção obteve-se um $V_{Rd,c}$ de cerca de 480 kN/m, superior ao V_{sd} e conclui-se que não será necessária armadura de esforço transversal.

11.2 Verificação da Segurança em relação aos Estados Limites de Serviço (ELS)

11.2.1 Secção TV.1

O cenário que se mostrou mais desfavorável na análise desta secção foi o da Combinação 4, onde se considerou a ação simultânea do Peso Próprio e um Impulso Hidrostático equivalente a uma pressão hidrostática de 8 m de água. Apresentam-se de seguida os esforços obtidos.

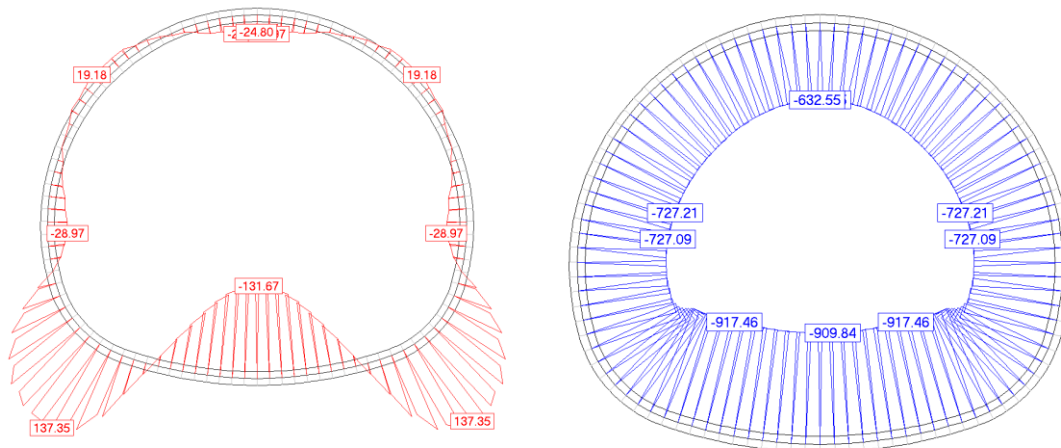


Figura 17 – Secção TV.1. Esforços de dimensionamento Msd (kNm/m) e Nsd (kN/m) para a Combinação 4 (ELS)

A verificação da fendilhação de $wk = 0.3 \text{ mm}$ foi efetuada através do controlo sem cálculo direto, por limitação da tensão no aço e adotando diâmetros e espaçamentos da armadura de acordo com o ponto 7.3.3 da EN 1999-1-1.

11.2.2 Secção TV.2

O cenário que se mostrou mais desfavorável na análise desta secção foi o da Combinação 2, onde se considerou a ação simultânea do Peso Próprio e um Impulso de Terras (com $k_0 = 0,2$ como desfavorável) e sem presença de água pois esta mostrou-se favorável. Apresentam-se de seguida os esforços.

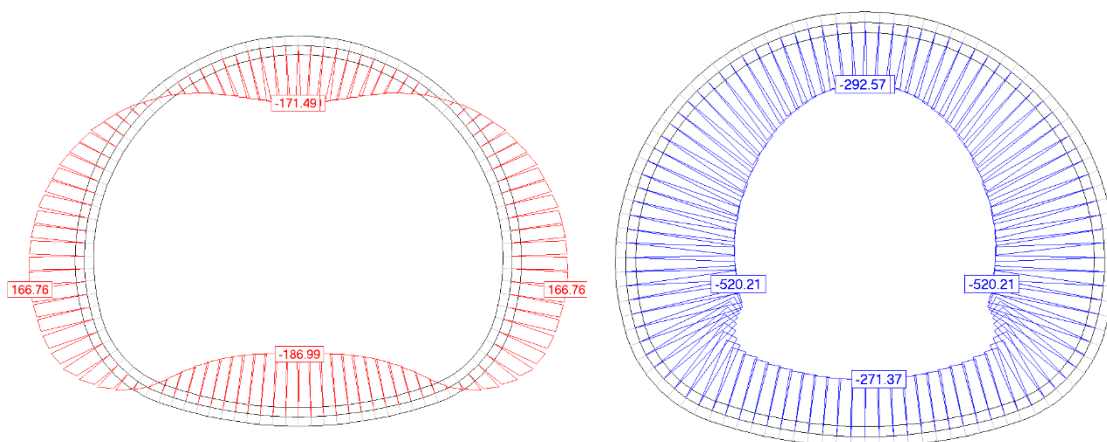


Figura 18 – Secção TV.2. Esforços de dimensionamento Msd (kNm/m) e Nsd (kN/m) para a Combinação 2 (ELS)

A verificação da fendilhação de $wk = 0.3 \text{ mm}$ foi efetuada através do controlo sem cálculo direto, por limitação da tensão no aço e adotando diâmetros e espaçamentos da armadura de acordo com o ponto 7.3.3 da EN 1999-1-1.

11.2.3 Via de Resguardo – Secção VR1.5

O cenário que se mostrou mais desfavorável na análise desta secção foi o da Combinação 4, onde se considerou a ação simultânea do Peso Próprio e um Impulso Hidrostático equivalente a uma pressão hidrostática de 4,2 m de água acima do revestimento. Apresentam-se de seguida os esforços.

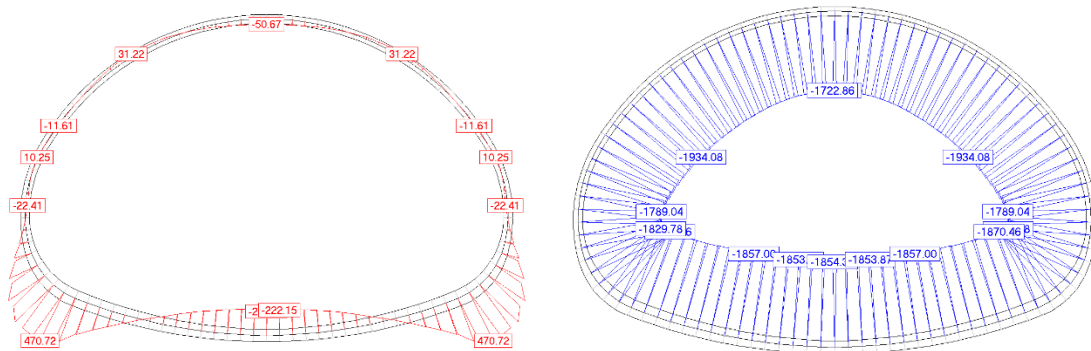


Figura 19 – Secção VR1.5. Esforços de dimensionamento Msd (kNm/m) e Nsd (kN/m) para a Combinação 4 (ELS)

A verificação da fendilhação de $wk = 0.3 \text{ mm}$ foi efetuada através do controlo sem cálculo direto, por limitação da tensão no aço e adotando diâmetros e espaçamentos da armadura de acordo com o ponto 7.3.3 da EN 1999-1-1.

11.2.4 Túnel Término – Secção TT.3

O cenário que se mostrou mais desfavorável na análise desta secção foi o da Combinação 4, onde se considerou a ação simultânea do Peso Próprio e um Impulso Hidrostático equivalente a uma pressão hidrostática ao nível do revestimento no topo da abóbada. Apresentam-se de seguida os esforços.

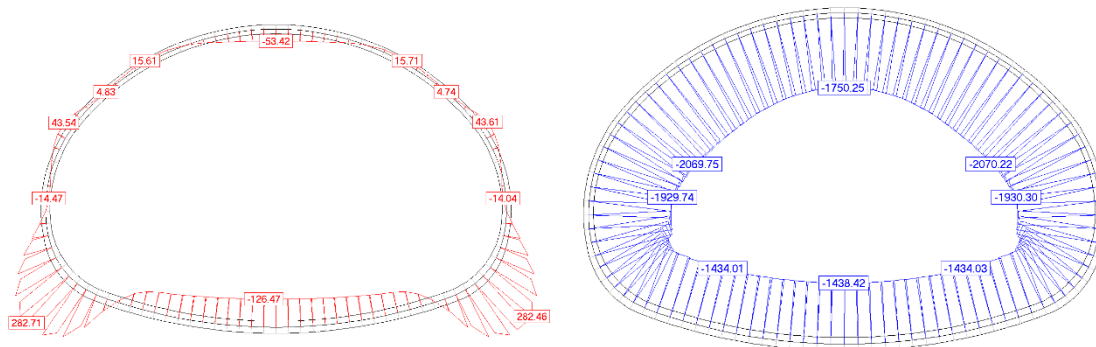


Figura 20 – Secção TT.3. Esforços de dimensionamento Msd (kNm/m) e Nsd (kN/m) para a Combinação 4 (ELS)

A verificação da fendilhação de $w_k = 0.3 \text{ mm}$ foi efetuada através do controlo sem cálculo direto, por limitação da tensão no aço e adotando diâmetros e espaçamentos da armadura de acordo com o ponto 7.3.3 da EN 1999-1-1.

11.2.5 Plataforma de via

Para a verificação da plataforma de via, consideram-se as cargas transmitidas pelo material circulante – conforme excerto do anexo ANX_C4-Cargas MC ML que se ilustra a seguir:

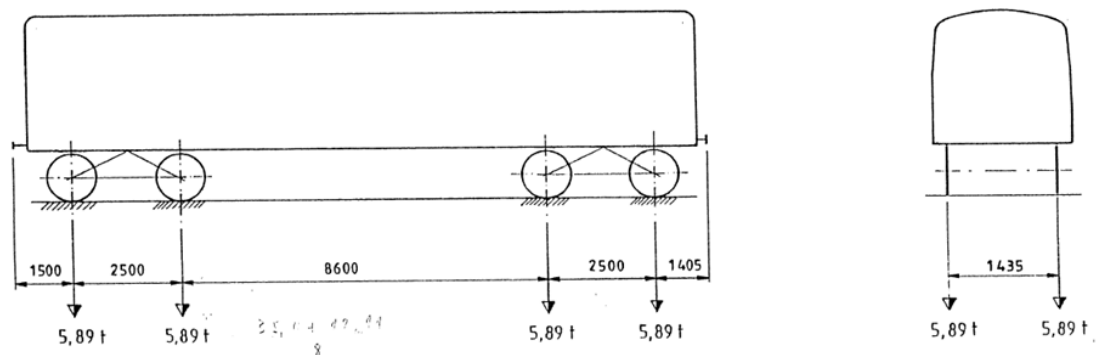
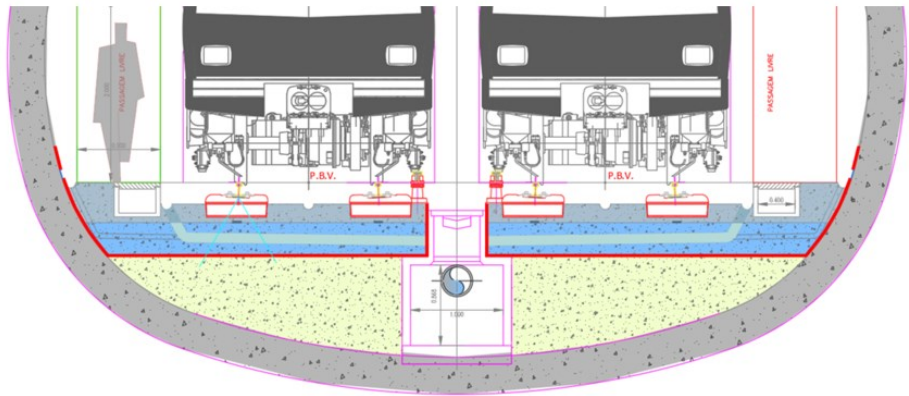


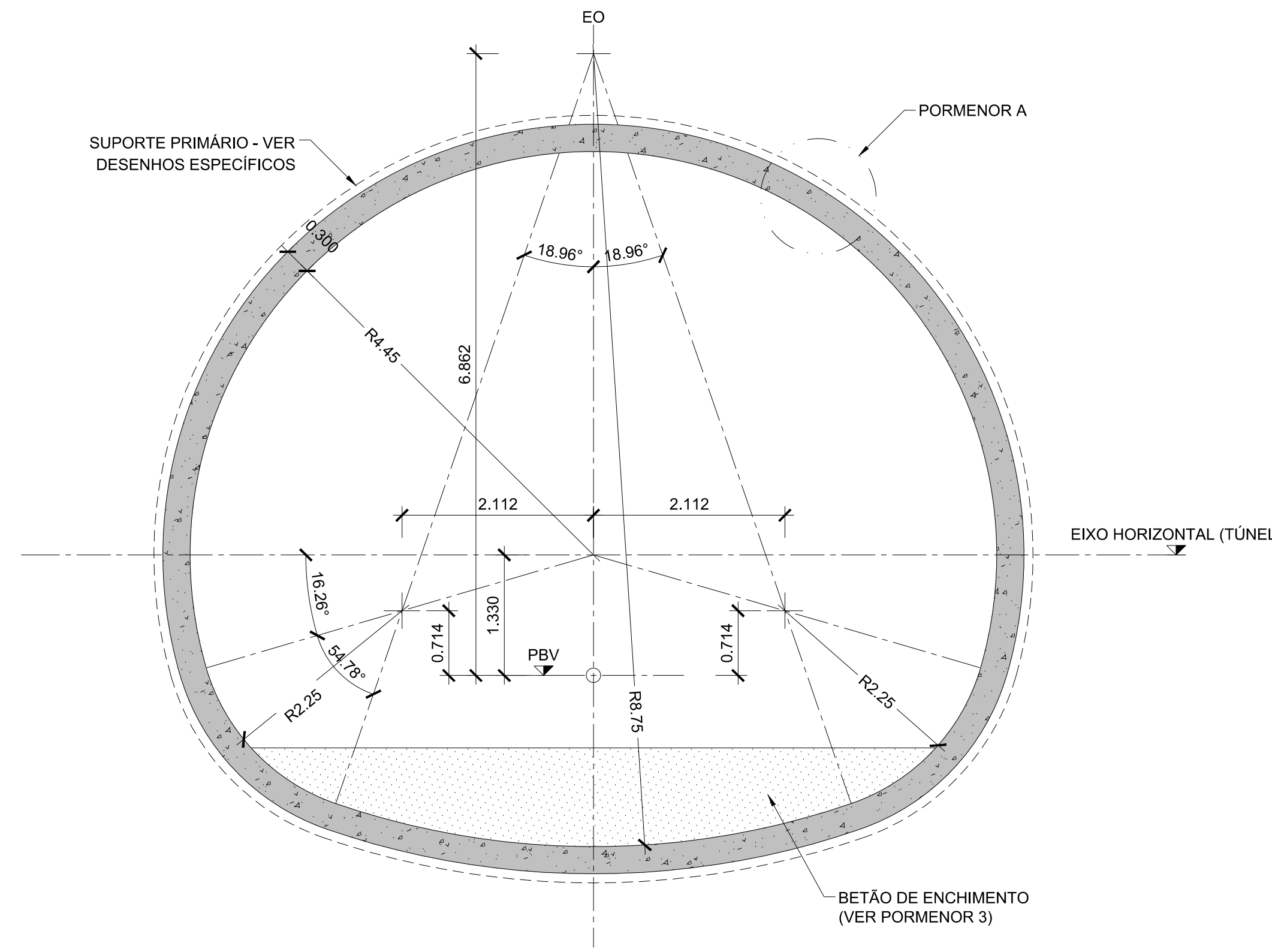
Figura 21 – Cargas transmitidas pelo material circulante conforme anexo ANX_C4_Cargas MC_ML.

Para efeitos de pré-dimensionamento, a tensão vertical na superfície da manta antivibrática (inferior à camada do betão de selagem), tomando a espessura da laje de betão representada nas secções transversais resulta em :

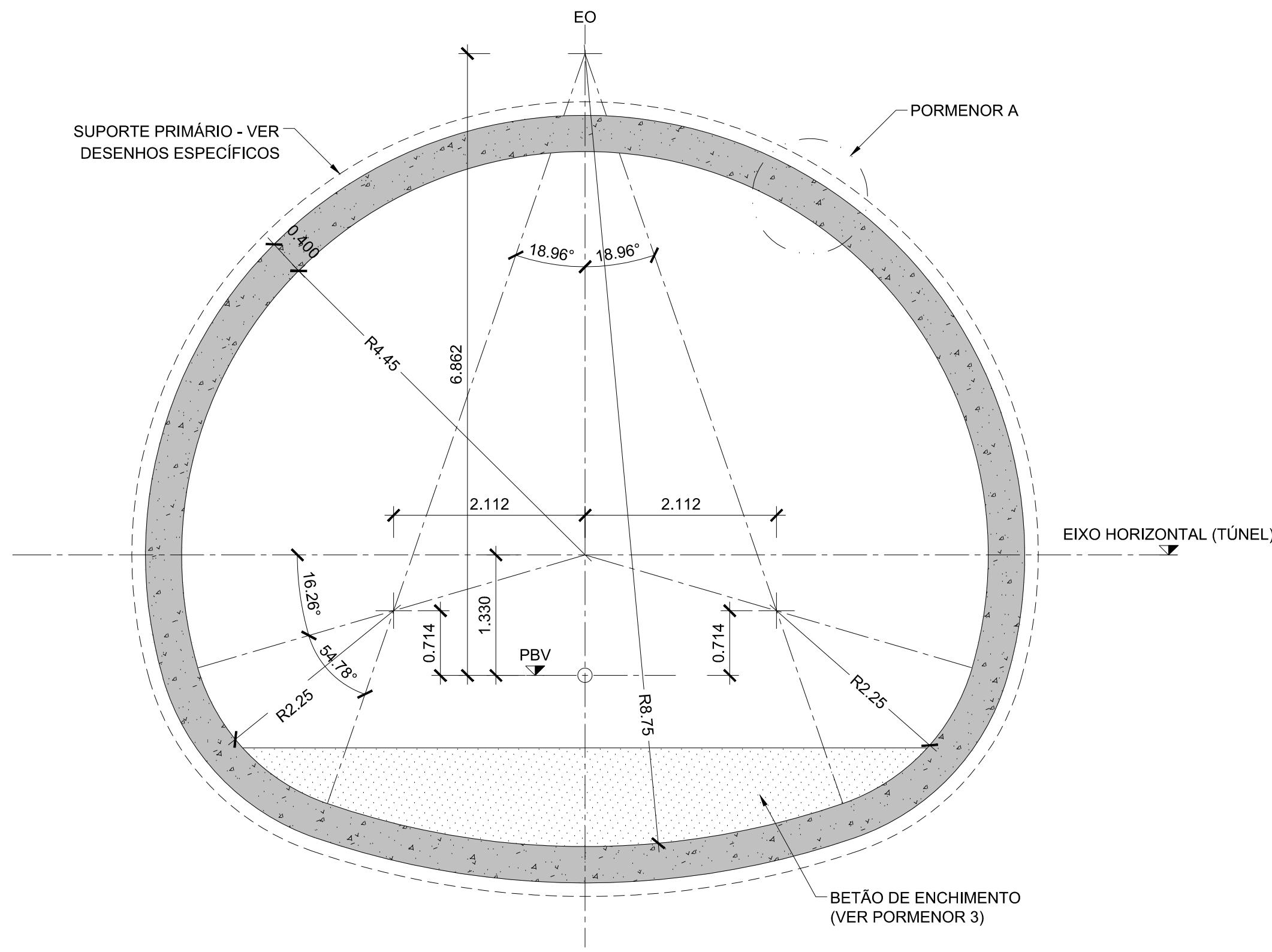
$$(60 \text{ kN}/(1.20\text{m} \times 1.20\text{m}) = 42 \text{ kN}/\text{m}^2$$



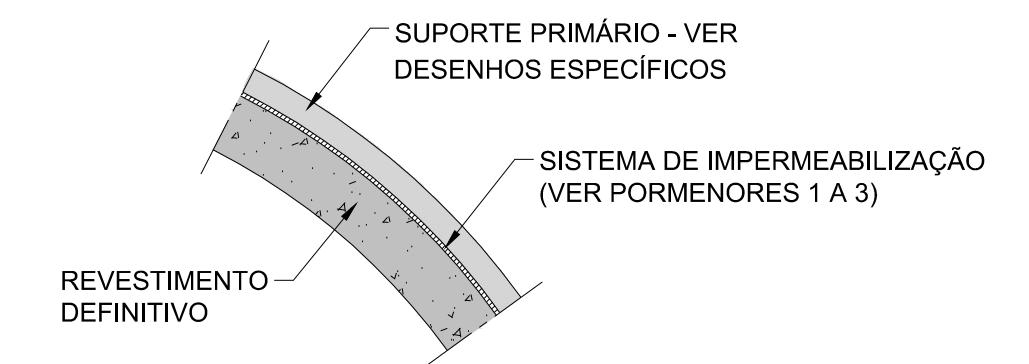
Conclui-se que do ponto de vista estrutural, a espessura da laje do betão de selagem de via é adequada.



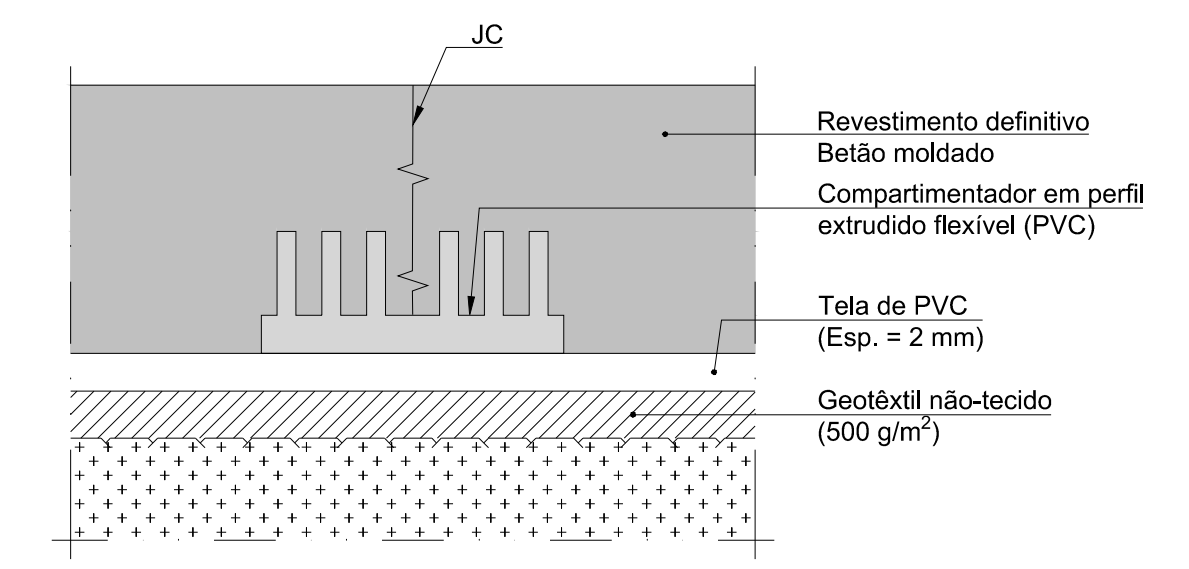
REVESTIMENTO DEFINITIVO - SECÇÃO TV.1
1:50 (A1)/1:100 (A3)



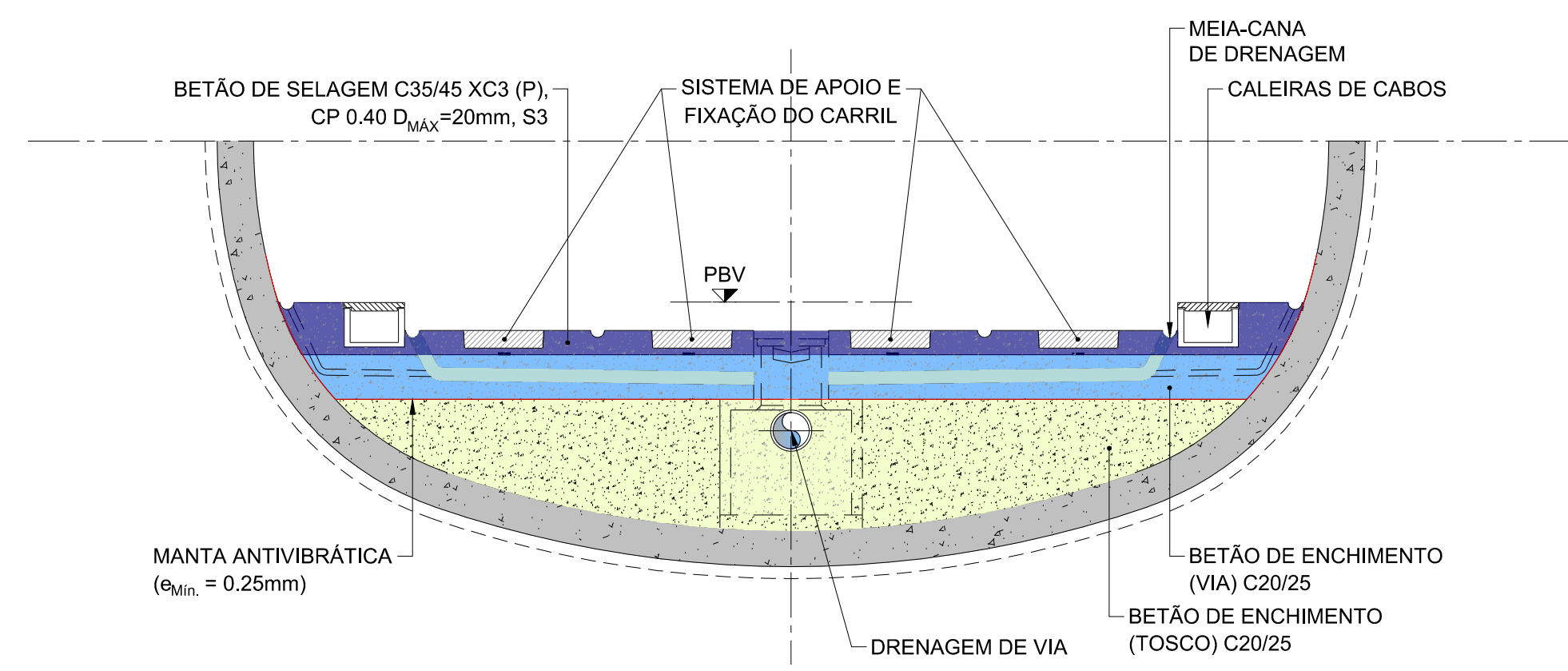
REVESTIMENTO DEFINITIVO - SECÇÃO TV.2
1:50 (A1)/1:100 (A3)



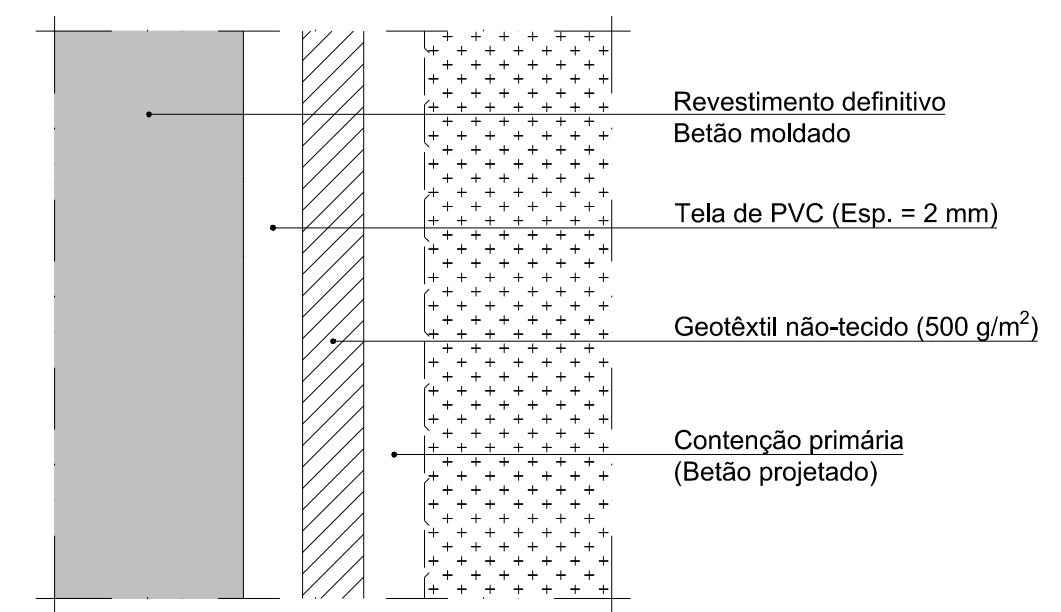
PORMENOR A
1:50 (A1)/1:100 (A3)



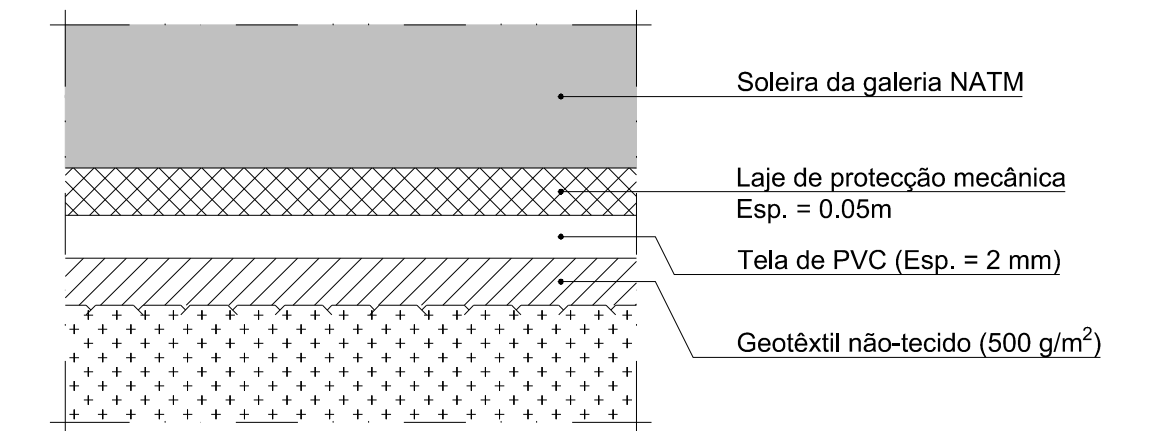
SISTEMA DE IMPERMEABILIZAÇÃO
PORMENOR 3 (ZONAS DE JUNTAS)
SEM ESCALA



PORMENOR B - ENCHIMENTO DA VIA
1:50 (A1)/1:100 (A3)



SISTEMA DE IMPERMEABILIZAÇÃO
PORMENOR 1 (HASTEIS E ABÓBADA)
SEM ESCALA



SISTEMA DE IMPERMEABILIZAÇÃO
PORMENOR 2 (SOLEIRA)
SEM ESCALA

Desenho elaborado/adaptado sobre as bases editáveis do Programa Preliminar do Prolongamento da Linha Vermelha entre S. Sebastião e Alcântara, do Metropolitano de Lisboa, E.P.E.

CARACTERÍSTICAS DOS MATERIAIS (BETÃO ARMADO CARATERIZADO CONFORME NP EN 206:2017+A2:2021 E EN 10080:2005) (AÇO EM ESTRUTURAS METÁLICAS CARATERIZADO CONFORME EN 10025-2:2021)						
Materiais	Localização	Classe de Resistência	Classe Exposição	Classe Teor de Cloretos	D max (mm)	Classe de Consistência
BETÃO <i>in situ</i>	Regularização	C12/15	X0	CL 1.00	≤ 25	S3
	Estrutura interior em ambiente seco (lajes, vigas, pilares, escadas e paredes)	C30/37	XC1	CL 0.40	Dinf=20 Dsup=25	S4
	Estrutura interior em zonas húmidas - zonas com sanitários (lajes, vigas, pilares, escadas e paredes)	C30/37	XC3	CL 0.40	Dinf=20 Dsup=25	S4
	Estrutura Exterior (revestimento definitivo das galerias, paredes de contenção periférica, laje de fundo do poço principal, laje de cobertura e elementos expostos à intempérie)	C30/37	XC4	CL 0.40	≤ 25	S3
Enchimento (sub-cias)	C20/25	XC0	CL 1.00	≤ 25	S3	
AÇO em varão	Armaduras Ordinárias	A500NR SD	-	-	-	-
	Malha eletrosoldada	A500 EL	-	-	-	-
AÇO (*) em chapas, perfis, barras e anilhas	Estruturas metálicas	S355 JR	-	-	-	-
	Parafusos/Pernos	CLASSE 8.8/10.9	-	-	-	-
	Porcas	CLASSE 8/10	-	-	-	-

As classes dos betões estão em conformidade com a vida útil de projeto de 100 anos. As estruturas de betão armado integram-se na classe de execução EXC3.
(*) - Classe de execução das estruturas de aço deve ser EXC4, de acordo com a norma EN1090-2.

RECOBRIMENTOS NOMINAIS (**)	
ELEMENTO	RECOBRIMENTO NOMINAL
Lajes elevadas e escadas	40 mm
Paredes interiores	40 mm
Pilares e Vigas	45 mm
Revestimento definitivo das galerias	45 mm
Laje de fundo do poço principal	45 mm
Lajes de cobertura enterradas	45 mm
Paredes de contenção definitiva	50 mm

VIDA ÚTIL CONSIDERADA: 100 ANOS
ESTABILIDADE AO FOGO: R120

(**) - Recobrimento mínimo + Margem de cálculo para as tolerâncias de execução = Recobrimento nominal.
- Em elementos inferiores a 0.25 m o recobrimento é reduzido em 0.05 m, devendo ser garantidos os recobrimentos mínimos definidos na EN 10080.

COMPRIMENTO DE AMARRAÇÃO lbd DE ARMADURAS LONGITUDINAIS ORDINÁRIAS EN 1992-1-1 (2010) [cm]														
CLASSE DE BETÃO	DIÁMETRO DOS VARÕES													
	Ø8	Ø10	Ø12	Ø16	Ø20	Ø25	Ø32							
C 25/30	35	45	60	50	70	65	95	80	115	100	145	130	185	
C 30/37	30	40	35	50	45	60	60	80	70	105	90	130	115	165

CONDIÇÕES DE ADERÊNCIA: B - VARÕES SUPERIORES DE LAJES COM ESPESURA >0.25 m
A - OUTROS VARÕES (BOA ADERÊNCIA)

DIÁMETRO DE DOBRAGEM [mm]	Ø8	Ø10	Ø12	Ø16	Ø20	Ø25	Ø32
		32	40	48	64	140	175

NOTAS:
1. VER EM CONJUNTO COM O PROJETO DE ARQUITETURA E RESTANTES ESPECIALIDADES
2. TODAS AS COTAS INDICADAS REFEREM-SE A TOSCOS, SÃO EM METROS E DEVERÃO SER CONFIRMADAS COM O PROJETO DE ARQUITETURA
3. TODAS AS COTAS DO EXISTENTE TÊM COMO BASE O PROGRAMA PRELIMINAR E DEVERÃO SER CONFIRMADAS EM OBRA.

TIPOLOGIA DE SECÇÃO AO LONGO DA VIA	
SECÇÃO TV.1	SECÇÃO TV.2
pk0+019 a pk0+520	pk0+000 a pk0+019
pk1+019 a pk1+608	pk0+520 a pk0+561
pk1+876 a pk1+910	pk0+752 a pk0+991
pk2+082 a pk2+088	pk1+008 a pk1+019
pk2+107 a pk2+463	pk1+727 a pk1+876
pk2+573 a pk2+680	pk3+100 a pk3+235
pk2+853 a pk3+100	pk3+683 a pk3+800

TABELA
TIPOLOGIA DE SECÇÃO AO LONGO DA VIA
SEM ESCALA

ALTERAÇÕES		0 EMISSÃO INICIAL		03/10/2024	TAS	RVR
				DATA	DES.	VERIF.
Data:		PROLONGAMENTO DA LINHA VERMELHA S. SEBASTIÃO - ALCÂNTARA		Metropolitano de Lisboa		
Aprov.:		ESTRUTURAS		Escala: Des. n.º 133584 F. /		
Verif.:		TROÇOS 81, 82, 83, 84 E 85		Albr.:		
Proj.:		TUNEL		Substituído		
Des.:		REVESTIMENTO DEFINITIVO		N.º SAP		
				Versão		
				Folha		
Aprov.:		MOTAENÇIL ENGENHARIA		Coba JET S.J. JLCM / TALPROJECTO		
Verif.:		RVR		Escala: 1/50		
Proj.:		JMA/AMG		Folha:		
Des.:		TNC		Desenho n.º LVSSA MSA PE STR TUN T83 DW 087007 0		



Metropolitano de Lisboa

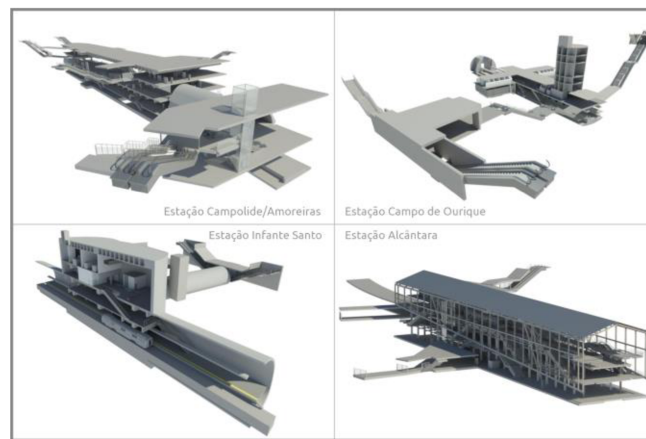


METRO DE LISBOA

PROLONGAMENTO DA LINHA VERMELHA ENTRE SÃO SEBASTIÃO E ALCÂNTARA

EMPREITADA DE CONCEÇÃO E CONSTRUÇÃO

PROJETO DE EXEUÇÃO



SERVIÇOS AFETADOS

MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA

Documento SAP:	LVSSA MSA PE SAF TUN T83 MD 057001 0
----------------	--------------------------------------

	Nome	Assinatura	Data
Elaborado	António Ferreira		2024-09-27
Revisto	João Guedes		2024-09-27
Verificado	Sergio Notarianni		2024-09-27
Coordenador Projeto	Rui Rodrigues		
Aprovado	Raúl Pistone		

Índice

1	OBJETIVO E ÂMBITO.....	3
2	NORMAS DE PROJETO / CRITÉRIOS BASE.....	3
3	CADASTRO DAS INFRAESTRUTURAS.....	4
3.1	Tratamento da Informação Recebida.....	5
3.2	Implantação das Infraestruturas.....	5
4	Análise de Interferências com as infraestruturas existentes em serviço.....	6
4.1	Serviços Afetados na Área do Túnel Estação Campo de Ourique./ Estação Infante Santo.....	6
5	DIVERSOS.....	6

1 OBJETIVO E ÂMBITO

A Presente Memória Descritiva refere-se ao Projeto de Execução para Recap dos Serviços Afetados (SAF) do Prolongamento da Linhas Vermelha, entre São Sebastião e Alcântara, do Plano de Expansão do Metropolitano de Lisboa E.P.E..

Este Estudo tem como base os Elementos Patenteados, dados e constatações decorrentes do desenvolvimento dos estudos bem como outras informações complementares entretanto recolhidas e/ou recebidas.

O estudo tem como objetivo a identificação e resolução das interferências nas zonas de obras, no subsolo e à superfície, nomeadamente, nas zonas das estações, obras anexas como os poços de ventilação ou outros e no percurso do túnel, nos casos que caso se preveja a sua realização a céu aberto ou ainda onde a obra subterrânea do túnel possa interferir com infraestruturas de subsolo das várias Empresas Concessionárias das Redes existentes.

As Redes das especialidades focadas, na presente Memória Descritiva são:

- Redes Hidráulicas;
- Redes Elétricas;
- Redes de telecomunicações (ITUR);
- Redes de gás;
- Redes de SLAT.

O atual caderno, reflete, os serviços afetados na área de intervenção no troço do Túnel Estação Campo de Ourique./ Estação Infante Santo e áreas contíguas.

2 NORMAS DE PROJETO / CRITÉRIOS BASE

As intervenções a estudar e a projetar nas infraestruturas de subsolo das concessionárias, seguem, em geral, as regras e regulamentos em vigor adotados pela empresa gestora da infraestrutura visada e dependerão ainda do tipo de intervenção necessária.

O projeto obedece as leis e regulamentos nacionais aplicáveis a este tipo obras – públicas –, de urbanização e em conformidade com a Portaria n.º 701-H/2008 de 29 de Julho que aprova o conteúdo obrigatório do programa e do projeto de execução, bem como os procedimentos e normas a adotar na elaboração e faseamento de projetos de obras públicas, designadas "Instruções para a elaboração de projetos de obras", e a classificação de obras por categorias.

Os estudos e projeto seguem as disposições municipais aplicáveis, nomeadamente:

- Alteração ao Regulamento Municipal de Urbanização e Edificação de Lisboa (RMUEL) publicada pelo Aviso n.º5147/2013, no DR 2ª série n.º74 de 16 de abril de 2013;
- Edital n.º 73/79 do Diário da República n.º 24 de 29 de Janeiro de 1980, com disposições construtivas segundo as cláusulas técnicas gerais;
- Aviso n.º14828/2015, publicado no Diário da República, 2.ª série, n.º247, relativo ao Regulamento de Infraestruturas em Espaço Público;
- Regulamento de Ocupação da Via Pública com Estaleiros de Obras (ROVPEO) aprovado em sessão da Assembleia Municipal de 21 de Outubro de 2014, pela Deliberação n.º 263/AML/2014 e publicado no Boletim Municipal n.º1079 de 23 de Outubro de 2014;

Na conceção e dimensionamento que venham a ser necessários para as Redes de saneamento municipais e para as Redes de águas foi seguido o Decreto Regulamentar n.º 23/95 de 23 de Agosto – Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de

Drenagem de Águas Residuais conjuntamente com a Declaração de Retificação nº153/95 de 30 de Novembro.

Para as Redes Elétricas foram seguidos os seguintes regulamentos:

- Regulamento de Segurança de Linhas Elétricas de Alta Tensão- Decreto regulamentar nº 1/92 de 18 de Fevereiro.

Regulamento de Segurança de Subestações e Postos de Transformação – Decreto nº 42895 de 31 de Março de 1960, alterado pelos Decretos Regulamentares nº56/85 de 6 de Setembro.

- Regulamento de Segurança das Redes de Distribuição de Energia Elétrica em Baixa Tensão (Decreto Regulamentar nº 90/84 de 26 de Dezembro).

- Documentos normativos da E-Redes (DMA´s).

Nas Redes de Telecomunicações Públicas foram seguidas as Prescrições e instruções técnicas do Manual ITUR – Infraestruturas de Telecomunicações em Loteamentos, Urbanizações e Conjuntos de Edifícios, 3ª edição, da ANACOM, Decreto de Lei 123/2009 de 21 de Maio de 2009, alterado e republicado pelo Decreto-lei n.º 92/2017, de 31 de julho

Para as redes de gás combustível observou-se não só a legislação aplicável às redes de distribuição de gás combustível como também se procurou garantir a total compatibilidade com as normas e especificações técnicas da distribuidora local.

A rede de SLAT obedece às Normas e Regulamentos das Redes Elétricas e de Telecomunicações Publicas

3 CADASTRO DAS INFRAESTRUTURAS

A solicitação de informação cadastral junto das várias entidades concessionárias das infraestruturas de subsolo e aéreas existentes ao longo do traçado do prolongamento da Linha vermelha em estudo, foi realizada pelo Metropolitano de Lisboa E.P.E. – ML.

As informações das infraestruturas solicitadas das redes em serviço foram as seguintes:

O presente caderno de SA é baseado na solicitação de informação cadastral, realizada pelo Metropolitano de Lisboa E.P.E. – ML, junto das várias entidades concessionárias das infraestruturas de subsolo e aéreas existentes ao longo do traçado do prolongamento da Linha vermelha em estudo.

As informações das infraestruturas solicitadas das redes em serviço foram as seguintes, de acordo com as redes e especialidades:

- Adução e abastecimento de água;
- Saneamento e de Drenagem Municipais – sistemas unitários/separativos, interceptores, etc.
- Redes de Alta, Baixa, Média Tensão e Iluminação Pública, cadastros E-Redes;
- Redes de Alta Tensão, cadastros REN
- Redes de Telecomunicações, cadastros SIIA – Sistema de Informação de Infraestruturas Aptas – ANACOM
- Redes de Telecomunicações, cadastros das concessionárias:
 - o ALTICE/MEO;
 - o AR TELECOM;
 - o COLT;