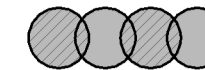


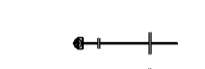
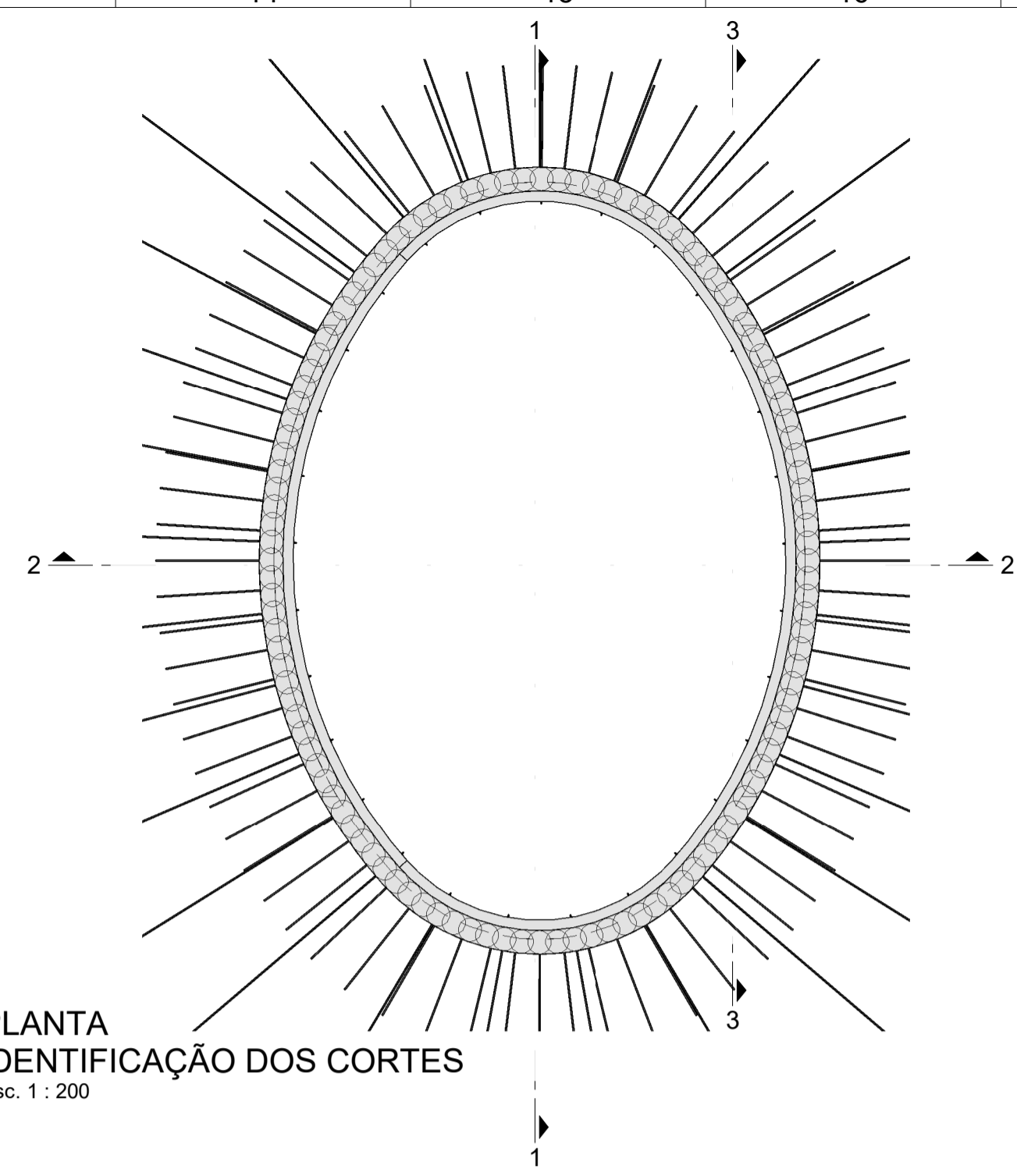
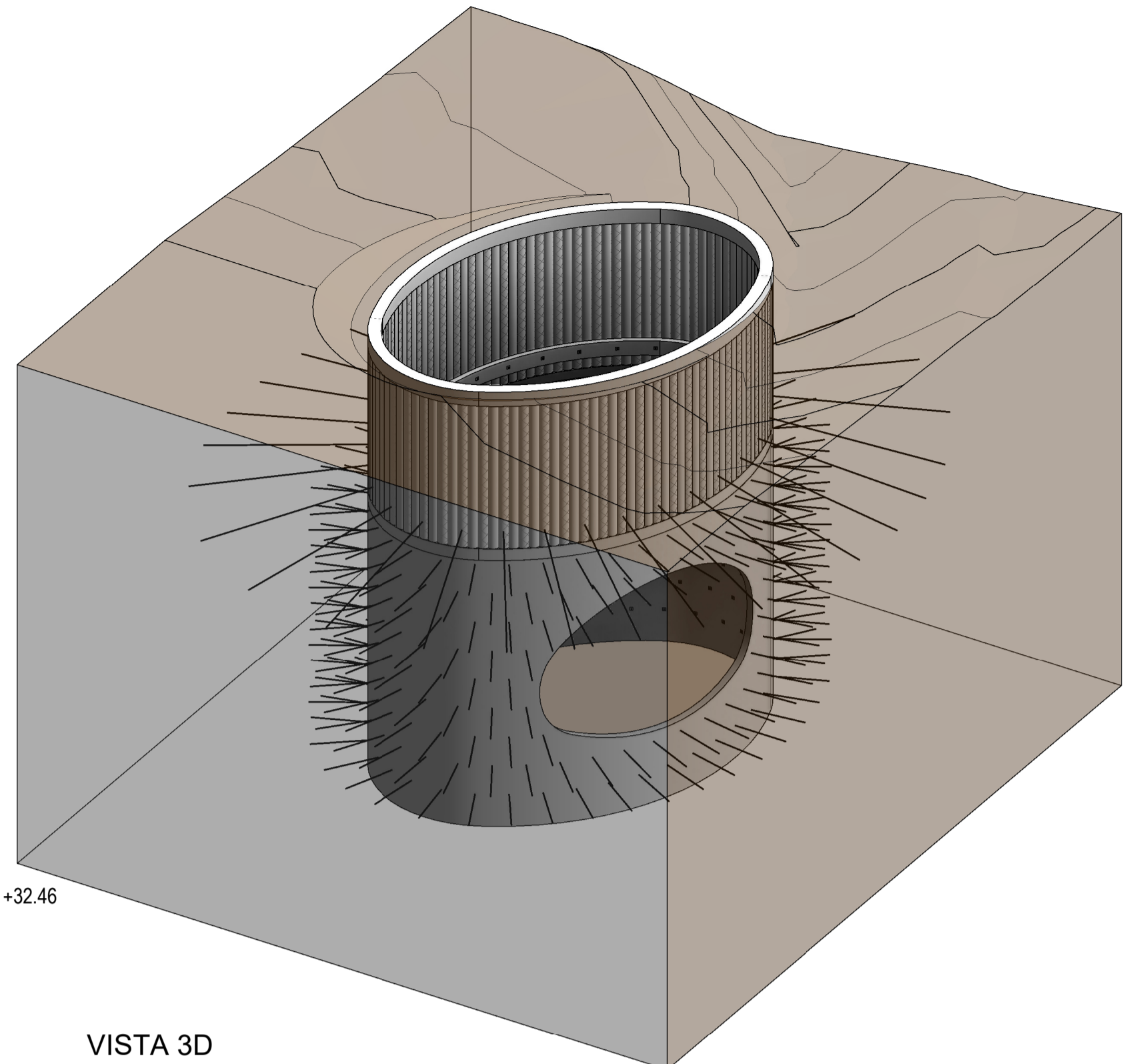
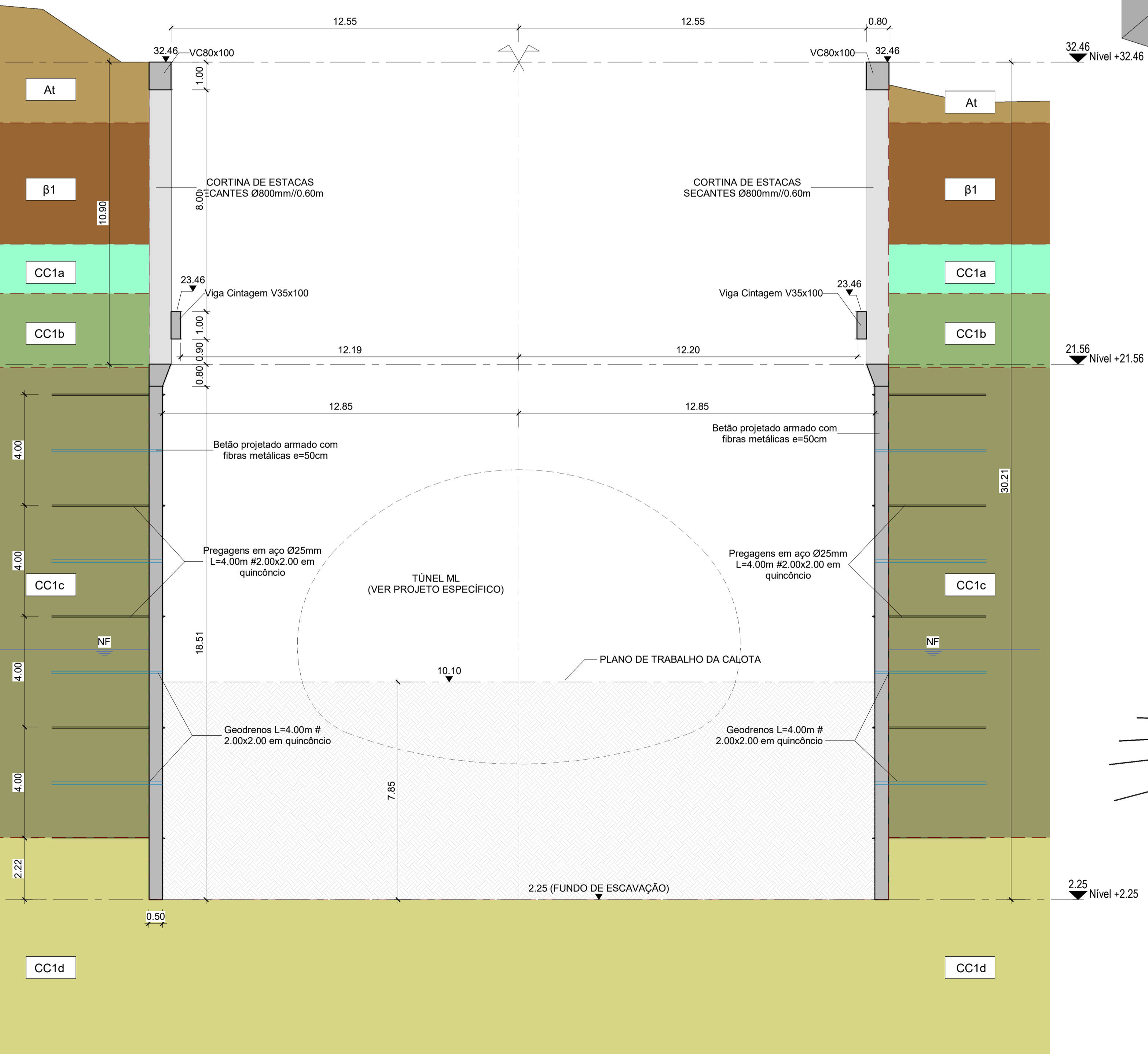


LEGENDA:

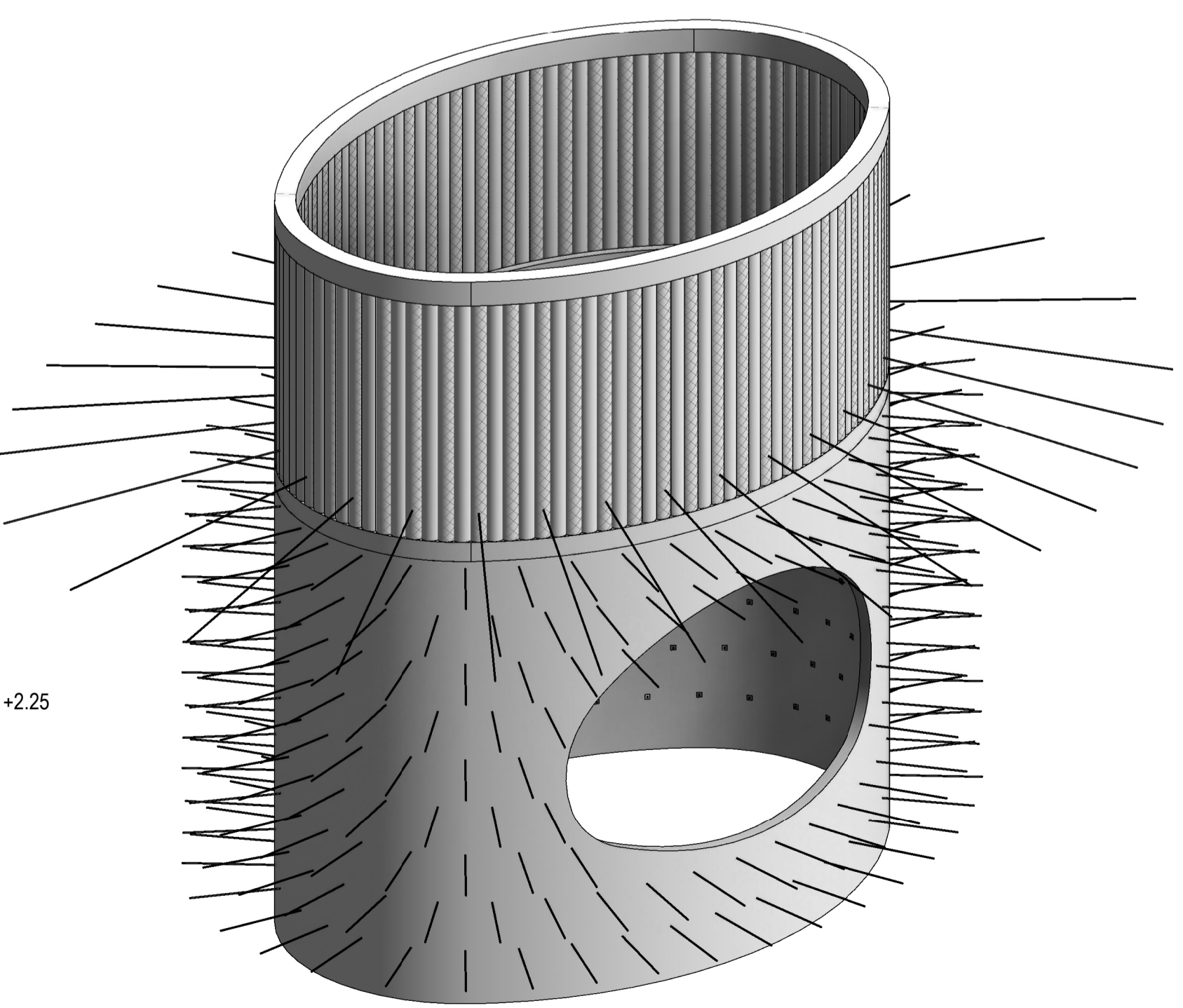
CONTENÇÃO PERIFÉRICA

-  Cortina de estacas secantes Ø800mm/0.60m
-  Betão projetado armado com fibras metálicas
-  Geodrenos
-  Pregagens de aço Ø25mm



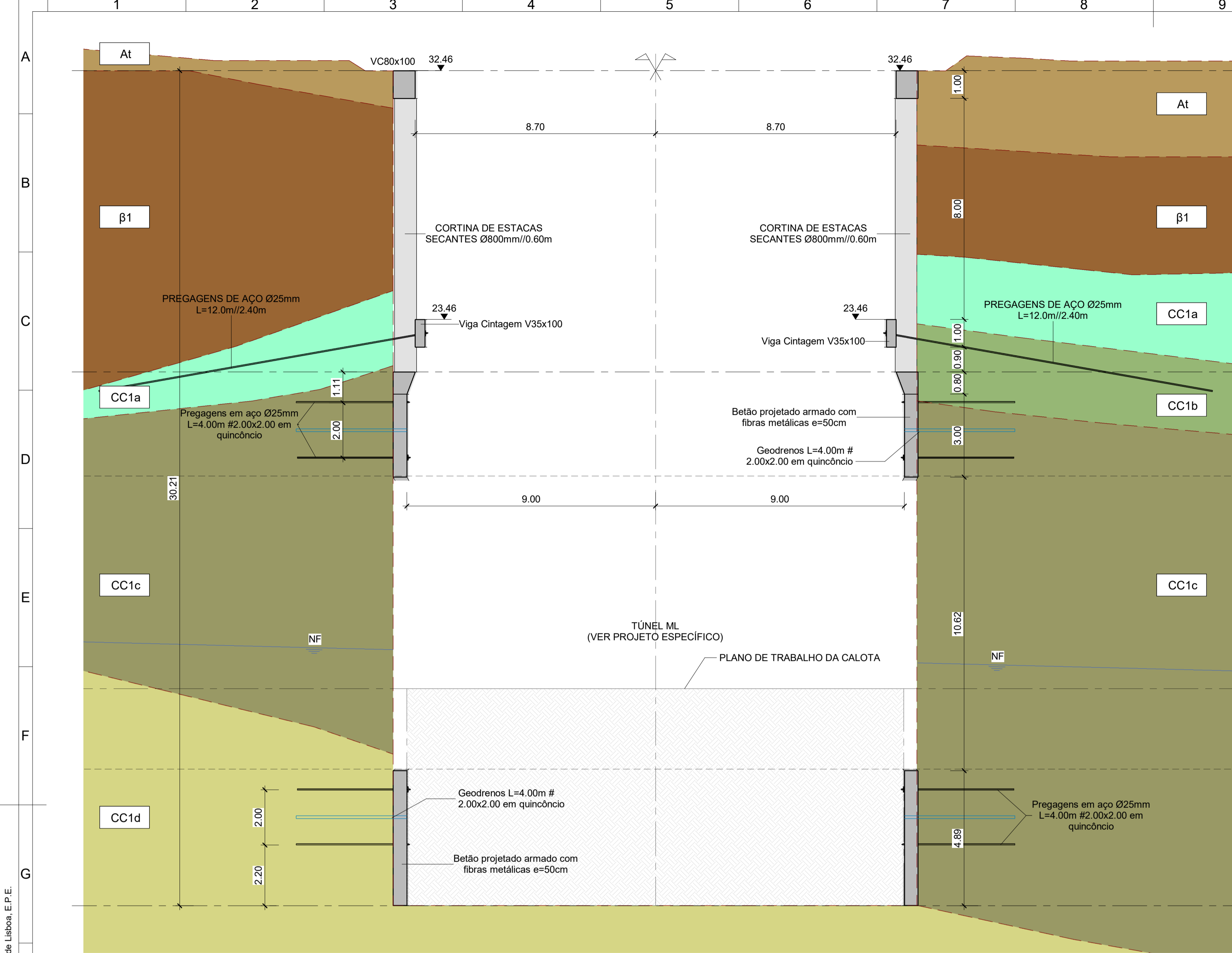
LEGENDA DE GEOLOGIA

- QUATERNÁRIO - Holocénio (Recente)**
- At Aterro heterogéneo
 - a(ar) Aluvião arenoso (ar)
 - a(ag) Aluvião argiloso (ag)
 - a(cg) Aluvião com cascalheira (cg)
- NEOGÉNICO - Miocénico - "Argilas e Calcários dos Prazeres" (M_{Pr})**
- M(ag) Argilas cinzentas-esverdeadas
 - M(cal) Calcarenitos fossilíferos
- OLIGOCÉNICO - "Formação de Benfica" (ϕ)**
- ϕ Areias finas, siltosas e silto-argilosas; Siltos argilosos
- NEOCRETÁCICO - "Complexo Vulcânico de Lisboa" (β)**
- β^1 Basalto
 - c Tufo vulcânicos
- CRETÁCICO - "Formação de Bica"**
- CC1a Argila margosa e/ou margas argilosa
 - CC1b Calcário nodular
 - CC1c Calcário cristalino
 - CC1d Calcário compacto
- CENOMANIANO MÉDIO - "Formação de Caneças"**
- CC2 Calcário margoso

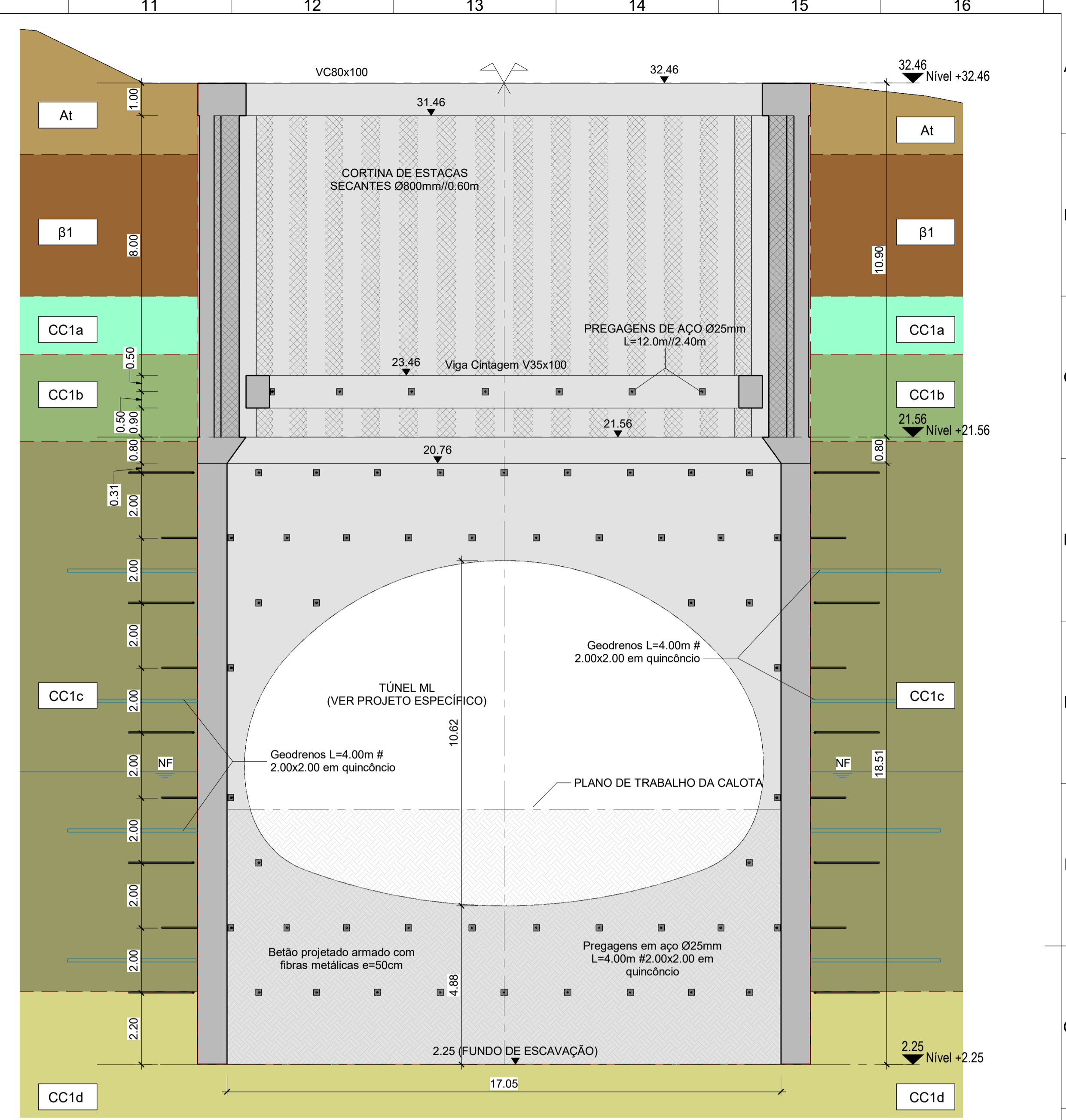


ALTERAÇÕES		PROLONGAMENTO DA LINHA VERMELHA S. SEBASTIÃO - ALCÂNTARA		Metropolitano de Lisboa	
DATA	DES.	DES. n.º	F.	VERIF.	RP
04/10/2024	AH	134637			
Emissão inicial		ESTRUTURAS		Escalas: Des. n.º 134637 F. / /	
		POÇO DE VENTILAÇÃO 217		Alter. Substituído	
		ESTRUTURAS PROVISÓRIAS		Substituído	
		CORTE 1-1 E VISTA 3D		Versão	
				Folha	
				MOTAENGLIL ENGENHARIA	
				COBA / JET SJ / JLMC / TALPROJECTO	
				Escalas: 1/100 1/200	
				Folha: 03/06	
				Desenho n.º LVSSA MSA PE STR PVE PV217 DW 086150 0 (03-06)	
				Alter. 04/10/2024	

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



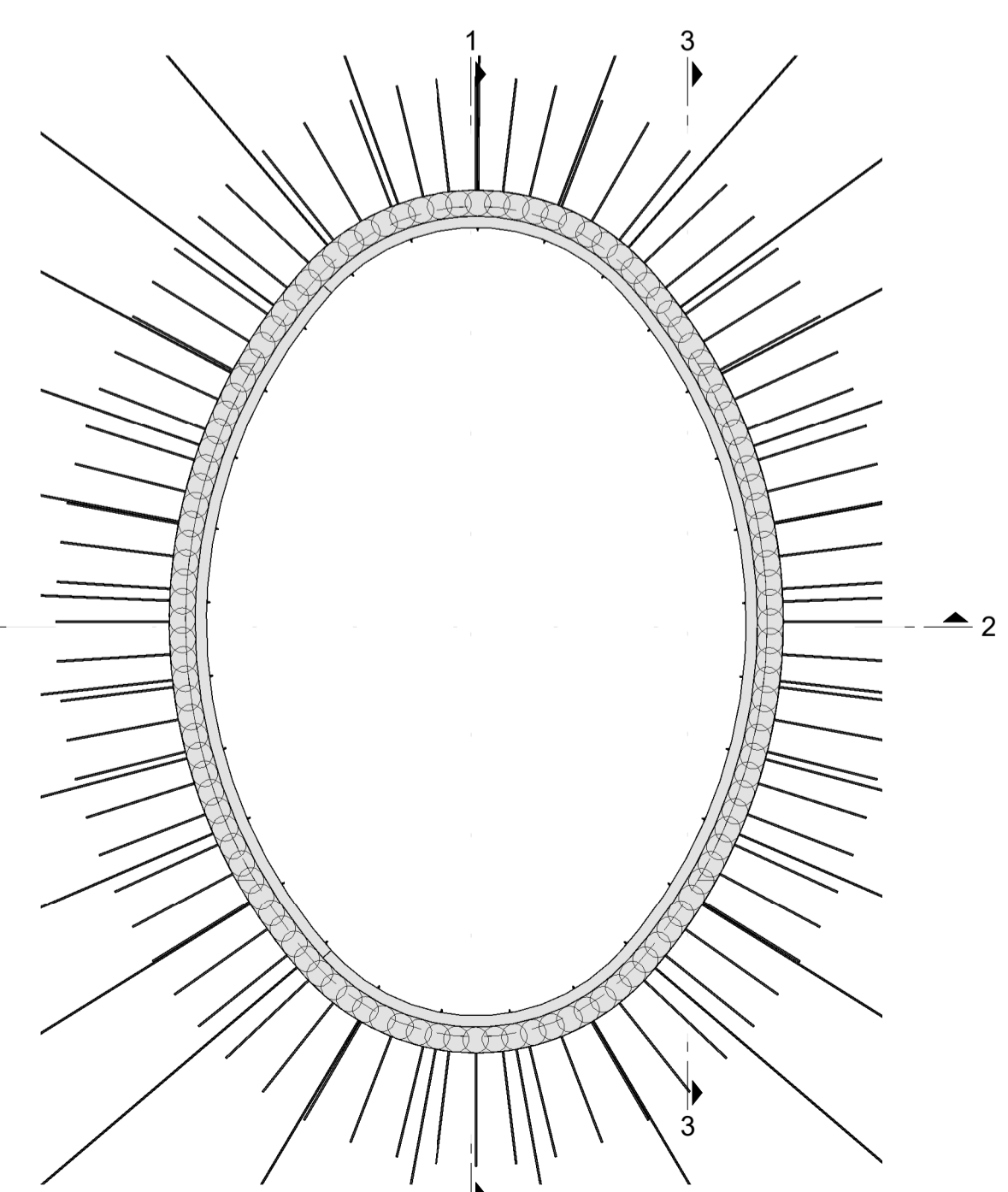
CORTE 2-2
Esc. 1 : 100



CORTE 3-3
Esc. 1 : 100

LEGENDA DE GEOLOGIA

- QUATERNÁRIO - Holocénio (Recente)**
 - At: Aterro heterogéneo
 - a(ar): Aluvião arenoso (ar)
 - a(ag): Aluvião argiloso (ag)
 - a(cg): Aluvião com cascalheira (cg)
- NEOGÉNICO - Miocénico - "Argilas e Calcários dos Prazeres" (M_{Pr})**
 - M(ag): Argilas cinzentas-esverdeadas
 - M(ca): Calcarenitos fossilíferos
- OLIGOCÉNICO - "Formação de Benfica" (φ)**
 - φ: Areias finas, siltosas e silto-argilosas; Siltes argilosos
- NEOCRETÁCICO - "Complexo Vulcânico de Lisboa" (β)**
 - β¹: Basalto
 - c: Tufos vulcânicos
- CRETÁCICO - "Formação de Bica"**
 - CC1a: Argila margosa e/ou margas argilosa
 - CC1b: Calcário nodular
 - CC1c: Calcário cristalino
 - CC1d: Calcário compacto
- CENOMANIANO MÉDIO - "Formação de Caneças"**
 - CC2: Calcário margoso



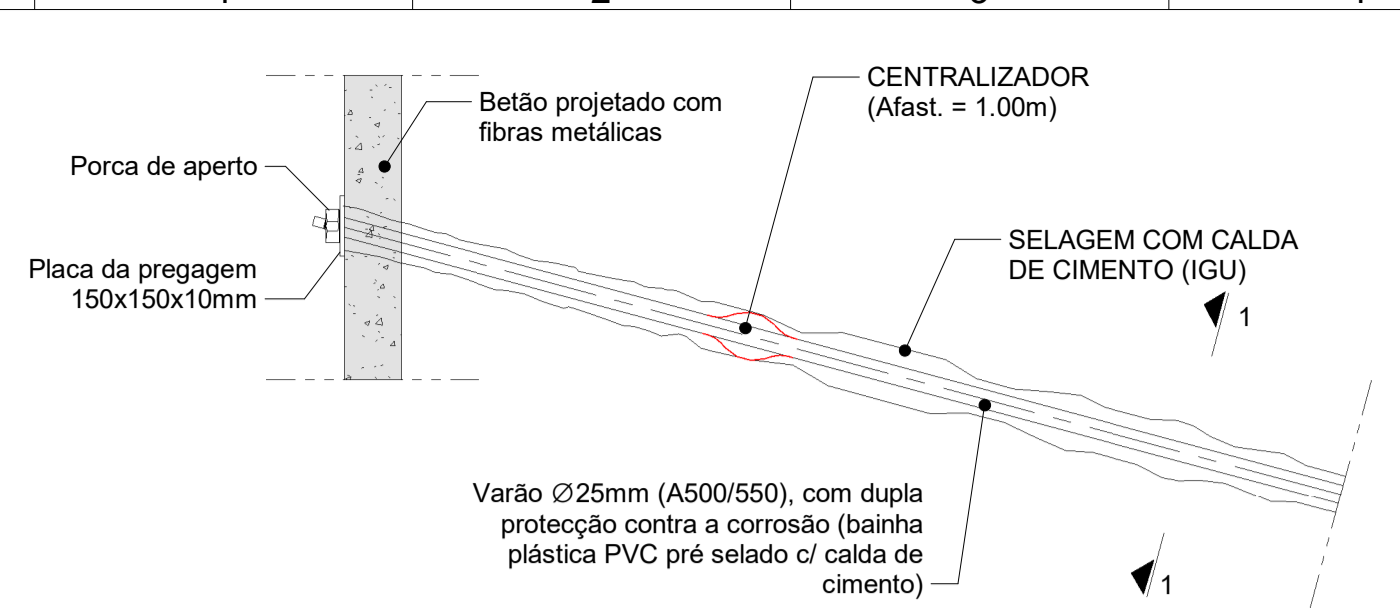
PLANTA IDENTIFICAÇÃO DOS CORTES
Esc. 1 : 200

LEGENDA:

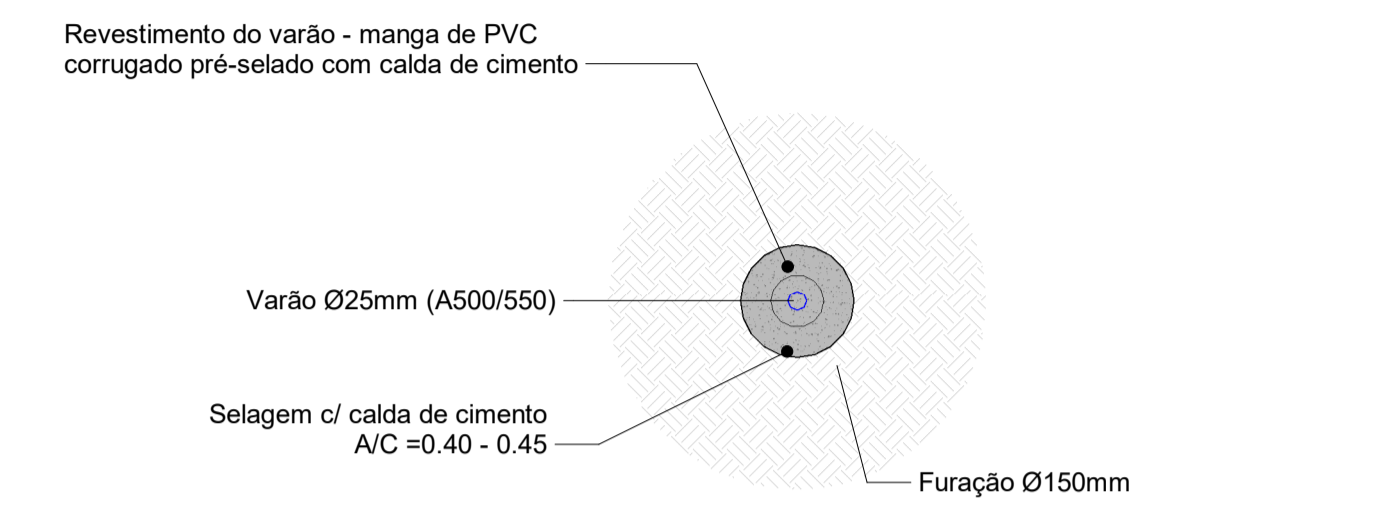
- CONTENÇÃO PERIFÉRICA**
 - Cortina de estacas secantes Ø800mm/0.60m
 - Betão projetado armado com fibras metálicas
 - Geodrenos
 - Pregagens de aço Ø25mm

PROLONGAMENTO DA LINHA VERMELHA S. SEBASTIÃO - ALCÂNTARA PROJETO DE EXECUÇÃO			
Data:	04/10/2024	AH DES:	RP VERIF:
Aprov.:	RT	Escalas:	Des. n.º 134638 F. / /
Verif.:		Alter.:	
Proj.:		Substituído:	
Des.:		Nº SAP:	Versão
		Folha	
Identificação Empresa Projeto: COBA / JET SJ / JLCM / TALPROJECTO		Escalas: 1/100 1/200 04/08	
Aprov.:	RP	04/10/2024	
Verif.:	RT	04/10/2024	
Proj.:	AH AS CM PM	04/10/2024	
Des.:	AH	04/10/2024	
Desenho nº LVSSA MSA PE STR PVE PV217 DW 086151 0 (04-06)			Alter.:
			04/10/2024

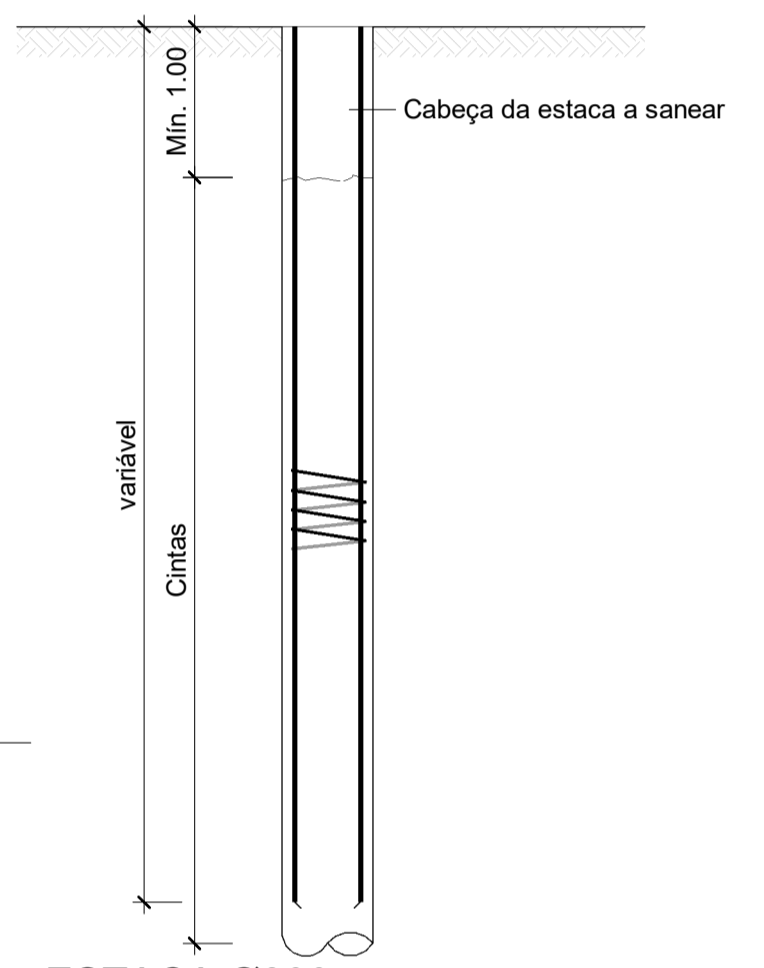
Desenho elaborado/adaptado sobre as bases editáveis do Programa Preliminar do Prolongamento da Linha Vermelha entre S. Sebastião e Alcântara, do Metropolitano de Lisboa, E.P.E.



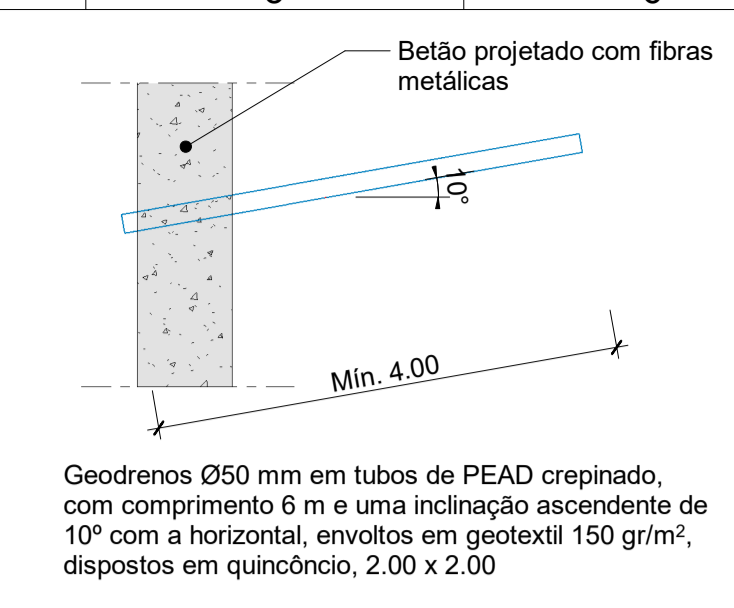
PREGAGENS ALÇADO
Esc. 1 : 20



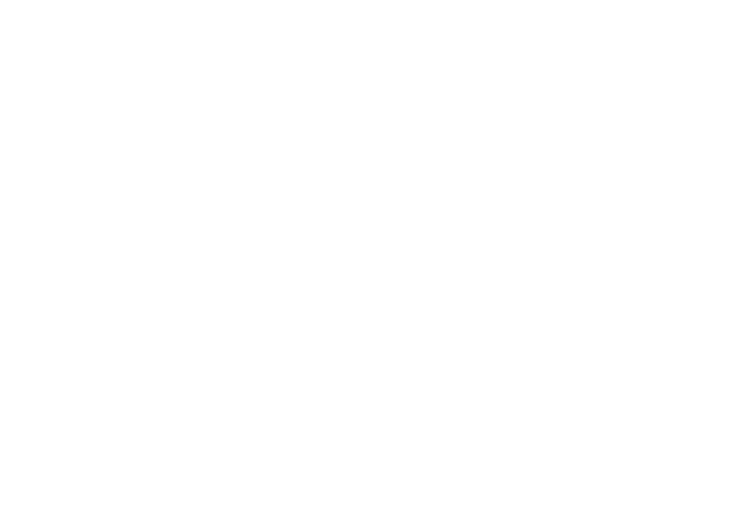
PREGAGENS ALÇADO
Esc. 1 : 20



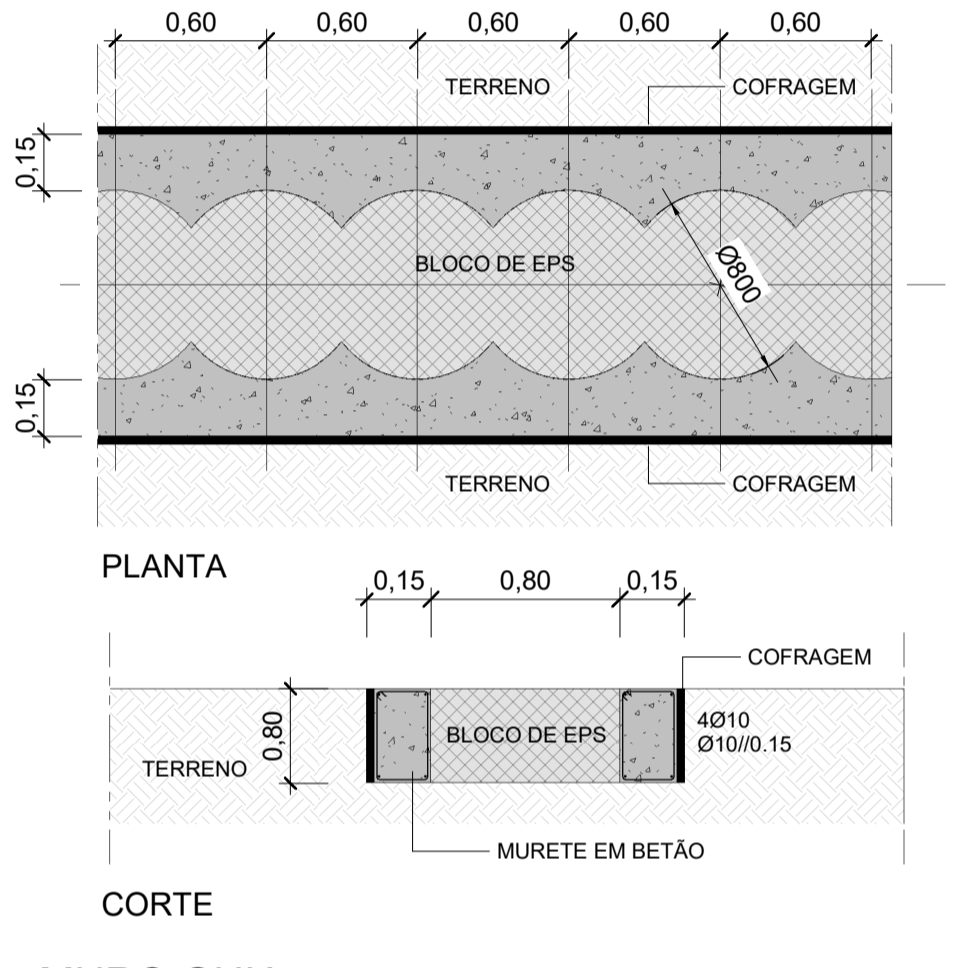
ESTACA Ø800mm
Esc. 1 : 50



GEODRENOS CORTE
Esc. 1 : 20



GEODRENOS CORTE
Esc. 1 : 20



MURO GUIA PORMENOR
Esc. 1 : 100

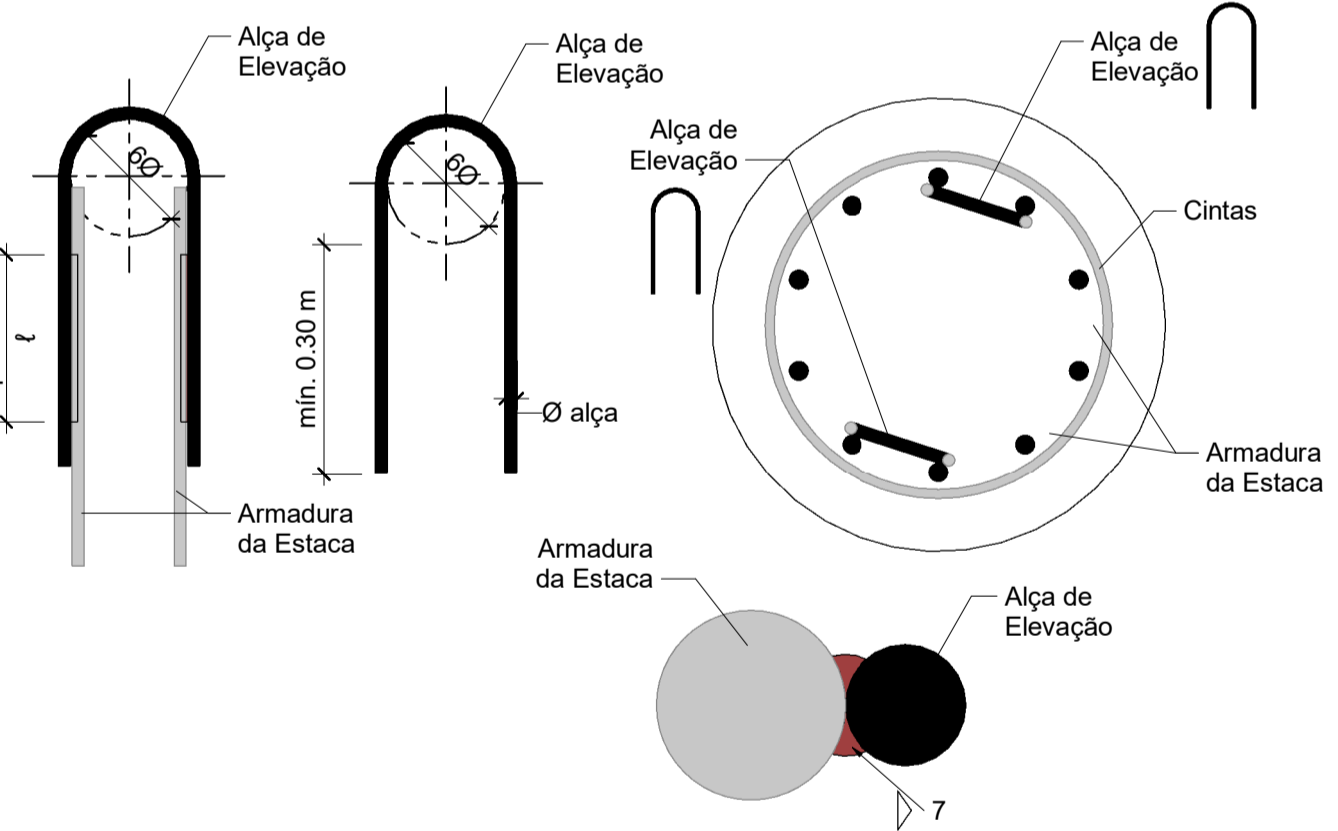
QUADRO DE SOLDADURAS:				METODO E			
SIMBOLOGIA OFICINA		PORMENOR		SIMBOLOGIA OFICINA		PORMENOR	
[Symbol]	[Symbol]	e≤6	2	[Symbol]	[Symbol]	50°	e<15
[Symbol]	[Symbol]	60°	e	[Symbol]	[Symbol]	50°	e>15
[Symbol]	[Symbol]	e>15	60°	[Symbol]	[Symbol]	a<0.7e1	a<0.7e2
[Symbol]	[Symbol]	e>15	10° a 20°	[Symbol]	[Symbol]	a<0.7e1	a<0.7e2
VERIFICAÇÃO DAS SOLDADURAS				SOLDADURAS EM GERAL			
RX	POR RAIOS X			[Symbol]	[Symbol]	[Symbol]	[Symbol]
US	POR ULTRA-SONS			[Symbol]	[Symbol]	[Symbol]	[Symbol]

PREPARAÇÃO E EXECUÇÃO DAS SOLDADURAS SEGUNDO REGULAMENTO DE ESTRUTURAS DE AÇO PARA EDIFÍCIOS NP 1515, E CUMPRIMENTO DAS RECOMENDAÇÕES DO EUROCODIGO 3 SOBRE EXECUÇÃO E CONTROLO DA QUALIDADE
OBS: SOLDADURA EM GERAL: a=0.7xMENOR DAS ESPESURAS A LIGAR

NOTAS:

- Consideram-se particularmente importantes os seguintes aspetos:
- 1. As medidas constantes neste projecto estão em metros, excepto quanto explicitamente indicadas outras unidades;
- 2. As cotas altimétricas encontram-se indicadas em metros, e referem-se aos tocos excepto quando explicitamente indicado o contrário;
- 3. A confirmação prévia da geometria e cotas de fundação das estruturas e infraestruturas localizadas junto ao perímetro exterior do recinto da escavação;
- 4. O levantamento prévio de todos os serviços afetados localizados na vizinhança do recinto de intervenção, e que possam vir a interferir com a execução das soluções e os trabalhos da obra, nomeadamente aqueles localizados sob os passeios dos arruamentos adjacentes. Se necessário, alguns serviços deverão ser desviados;
- 5. A confirmação do zonamento geotécnico e das características geomecânicas dos terrenos interessados pela intervenção, com implicações nos comprimentos estimados das pregagens;
- 6. A compatibilização das soluções propostas com as definidas nos projetos das restantes especialidades, em particular: estruturas, arquitetura e drenagem, a qual poderá determinar a necessidade de revisão das soluções agora propostas;
- 7. Antes de cada betonagem a Entidade Executante deverá assegurar-se que foram incluídos todos os elementos a deixar embebidos nos elementos de betão armado.

ALÇAS DE ELEVAÇÃO DE ESTACAS:			
Peso da Armadura [kg]	Diâmetro das Alças [mm]	Comprimento da soldadura, l [mm]	Classe do Aço
Inferior a 5000	Ø16	150	A400NR SD
Inferior a 10000	Ø20	200	A400NR SD
Inferior a 15000	Ø25	250	A400NR SD
Inferior a 20000	Ø25	300	A400NR SD



CARACTERÍSTICAS DOS MATERIAIS (BETÃO ARMADO CARACTERIZADO CONFORME NP EN 206:2017+A2:2021 E EN 10080:2005) (AÇO EM ESTRUTURAS METÁLICAS CARACTERIZADO CONFORME EN 10025-2:2021)						
Materiais	Localização	Classe de Resistência	Classe Exposição	Classe Teor de Cloretos	Dmax (mm)	Classe de Consistência
BETÃO <i>in situ</i>	Regularização	C12/15	X0 (P)	CL 1.00	≤ 22	S3
	Betão projetado	C30/37	XC4 (P)	CL 0.40	≤ 10	S5
	Estacas	C30/37	XC4 (P)	CL 0.40	≤ 15	S4
CALDA DE CIMENTO	Viga de coramento e distribuição	C30/37	XC4 (P)	CL 0.40	≤ 22	S3
	Muros de munique e tradicionais	C30/37	XC4 (P)	CL 0.40	≤ 22	S3
AÇO em varão	Resistência à compressão aos 7 dias	EQUIVALENTE A C25/C30	-	-	-	-
	Armaduras Ordinárias	A500NR SD	-	-	-	-
AÇO (*) em chapas, perfis, barras e anilhas	Malha eletrosoldada	A500 ER	-	-	-	-
	Chapas e perfis metálicos	S355 JR	-	-	-	-
ANCORAGENS PROVISÓRIAS	Enfilagens	S355 JR	-	-	-	-
	Cambotas treliçadas	A500NR	-	-	-	-
FIBRAS METÁLICAS	Pregagens	A500NR	-	-	-	-
	Elementos de fixação metálica	CLASSE 8.8	-	-	-	-
PREGAGENS DE FIBRA DE VIDRO	Microestacas	N80 (API 5A) fyD > 560	-	-	-	-
	Aço de alta resistência	Y1860	-	-	-	-
PREGAGENS DE TUBO EXPANSIVO	Resistência à tração	1500 MPa	-	-	-	-
	Comprimento (extremidade com gancho)	< 35 mm	-	-	-	-
PRANCHAS DE MADEIRA	Esbelteza, Ltd	65	-	-	-	-
	Classe de absorção de energia	E700	-	-	-	-
GEODRENOS	Resistência à tração	≥ 2000 MPa	-	-	-	-
	Carga nominal de rotura	430 kN	-	-	-	-
BUEIROS	Armaduras Ordinárias	A500NR SD	-	-	-	-
	Malha eletrosoldada	A500 EL	-	-	-	-
BUEIROS	Aço	S 355 MC	-	-	-	-
	Carga mínima de cedência	Py = 130 kN	-	-	-	-
BUEIROS	Classe de qualidade	E	-	-	-	-
	Classe de serviço	3	-	-	-	-
BUEIROS	Classe de duração das ações	Média duração	-	-	-	-
	Classe de resistência perpendicular às fibras	C30	-	-	-	-
BUEIROS	Massa por unidade de área (EN9884)	150 g/m²	-	-	-	-
	Massa por unidade de área (EN9884)	2 mm	-	-	-	-
BUEIROS	Resistência à tração (EN ISO 10319)	4,5 kN/m	-	-	-	-
	Alongamento à carga máxima (EN ISO 10319)	80%	-	-	-	-
BUEIROS	Punçoamento estático (EN ISO 12236)	≥ 700 N	-	-	-	-
	Resistência à perfuração dinâmica (EN 918)	≤ 28 mm	-	-	-	-
BUEIROS	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)	-	-	-	-
	Tubo de polietileno rígido, corrugado e ranhurado	-	-	-	-	-

RECOBRIMENTOS NOMINAIS (**)		
ELEMENTO	RECOBRIMENTO NOMINAL	
Estacas	75 mm	
Vigas de coramento e distribuição	35 mm	
Muros de munique e tradicionais	50 mm	

(**) - 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 EN1008.

COMPRIMENTO DE AMARRAÇÃO l _{bd} DE ARMADURAS LONGITUDINAIS ORDINÁRIAS EN 1992-1-1 (2010)						
CLASSE DE BETÃO	DIÂMETRO DOS VARÕES					
	Ø8		Ø12		Ø16	
	A	B	A	B	A	B
C 25/30	35	45	60	50	70	65
C 30/37	30	40	35	50	45	60

CONDIÇÕES DE ADERÊNCIA: B-VARÕES SUPERIORES DE LAJES COM ESPESURA>0.25M A-OUTROS VARÕES (BOA ADERÊNCIA)						
DIÂMETRO DE DOBRAGEM	Ø8	Ø10	Ø12	Ø16	Ø20	Ø25
l _{bd} [mm]	32	40	48	64	140	175

NOTAS:
1 - TODAS AS COTAS DO EXISTENTE TÊM COMO BASE AS TELAS FINAIS E O PROJETO DE ARQUITETURA E DEVERÃO SER CONFINADAS EM OBRA.

ALTERAÇÕES			
Nº	Descrição	Data	Assinatura
0	Emissão inicial	04/10/2024	AH DES. RP VERIF.

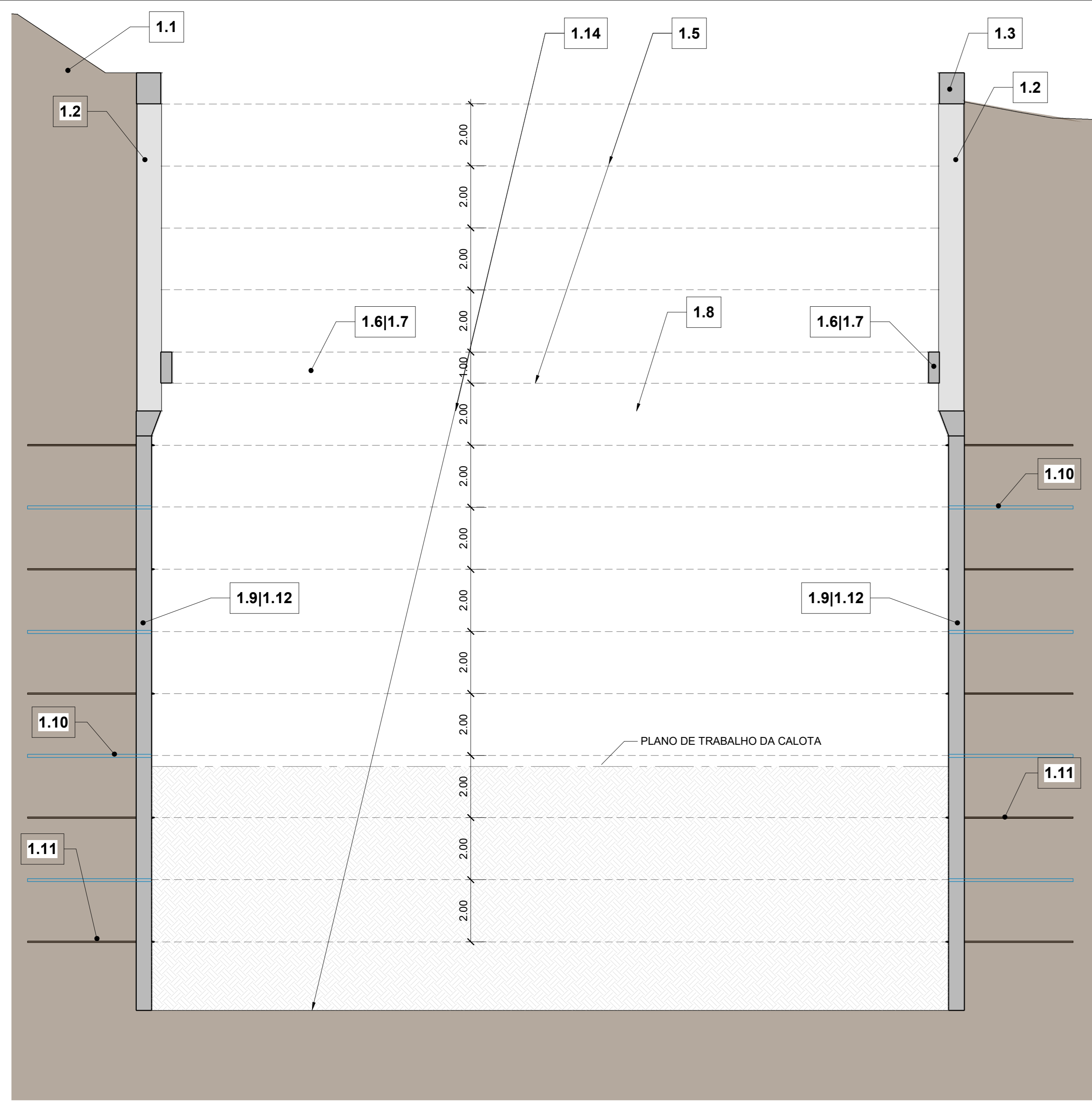
PROLONGAMENTO DA LINHA VERMELHA S. SEBASTIÃO - ALCANTARA
PROJETO DE EXECUÇÃO

Metropolitano de Lisboa

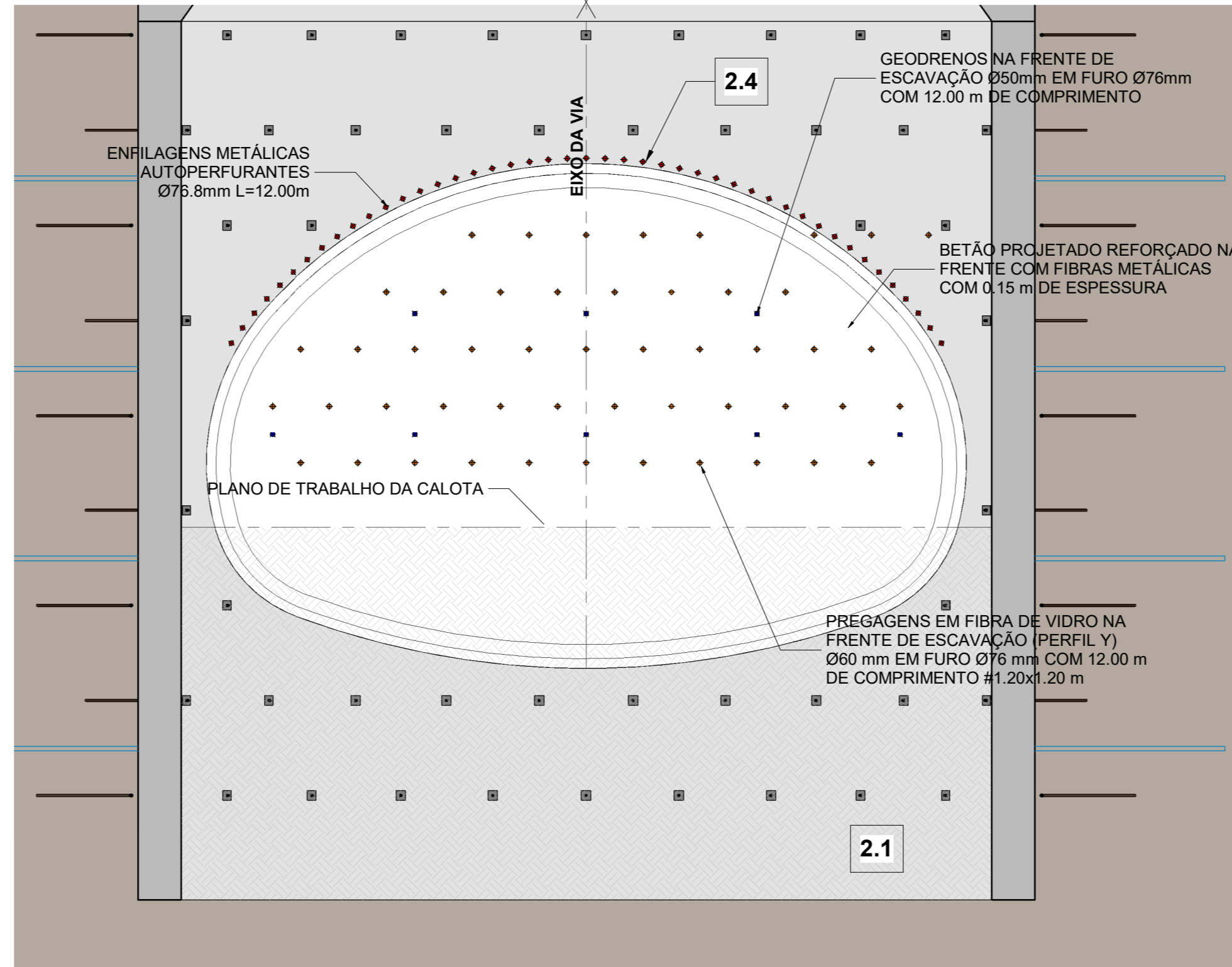
Data: _____
Aprov. _____
Verif. _____
Proj. _____
Des. _____

Escalas: Des. nº 134979 F. / /
Alter. _____
Substituído _____
Substituído _____
Nº SAP _____ Versão _____
Folha _____

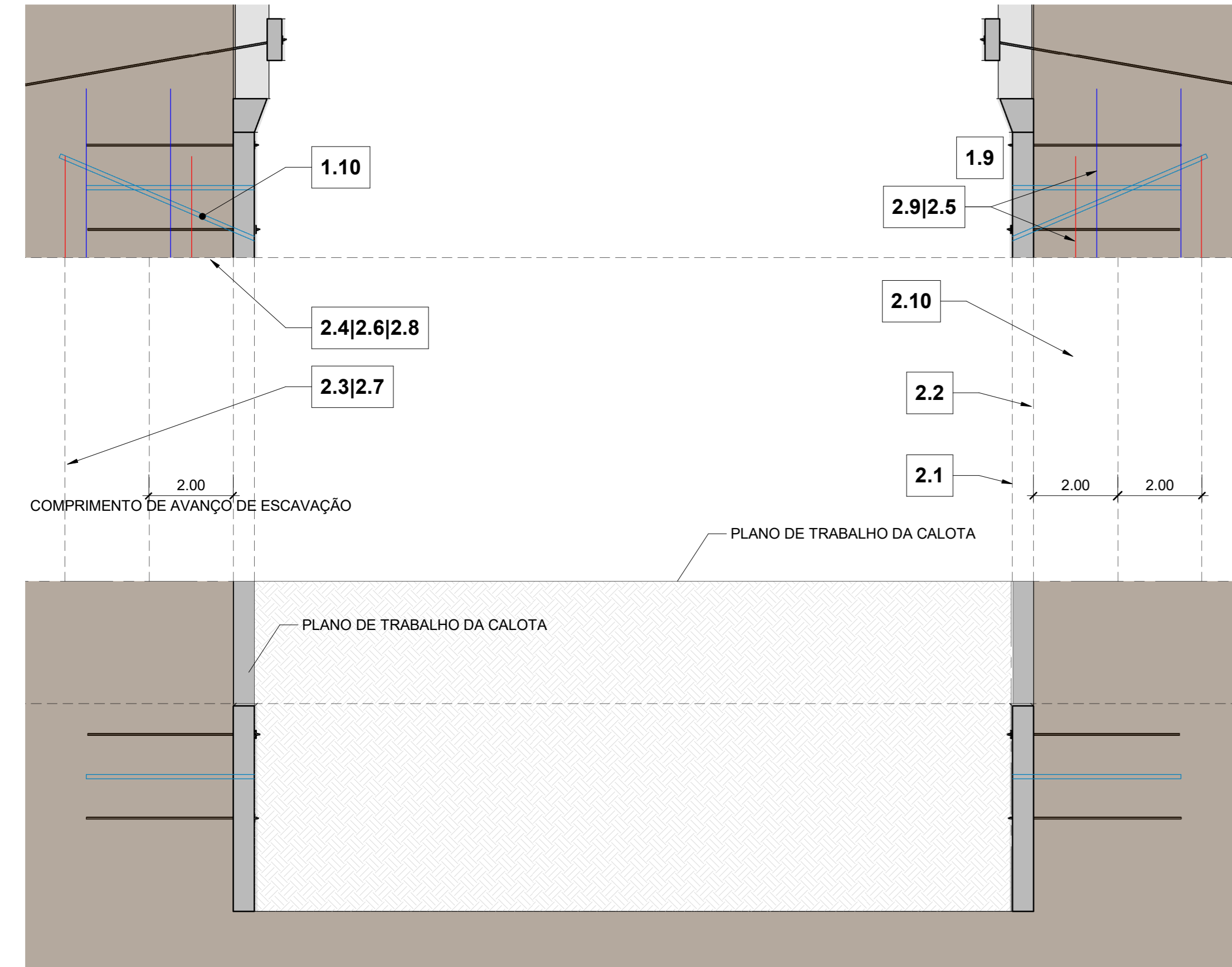
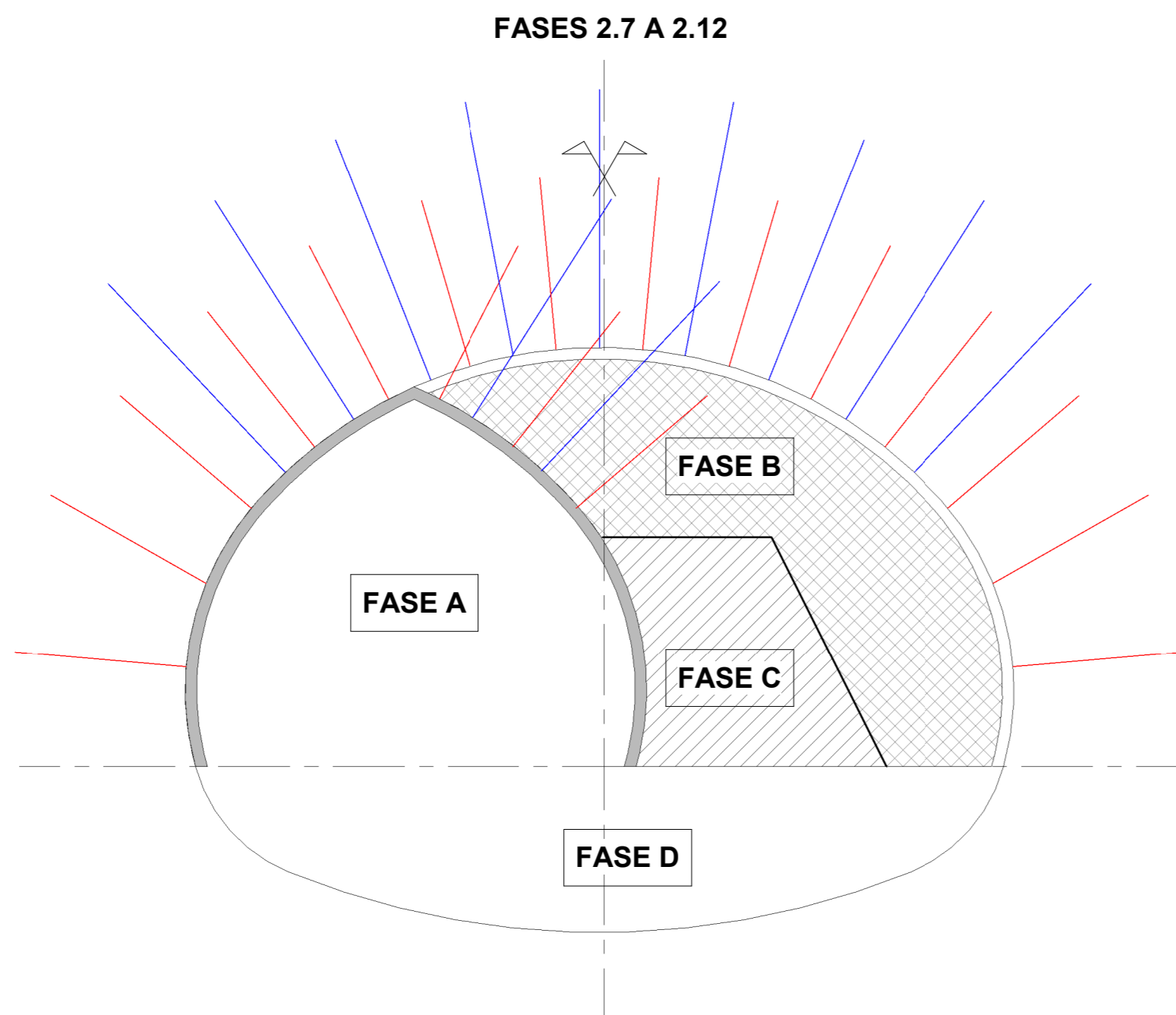
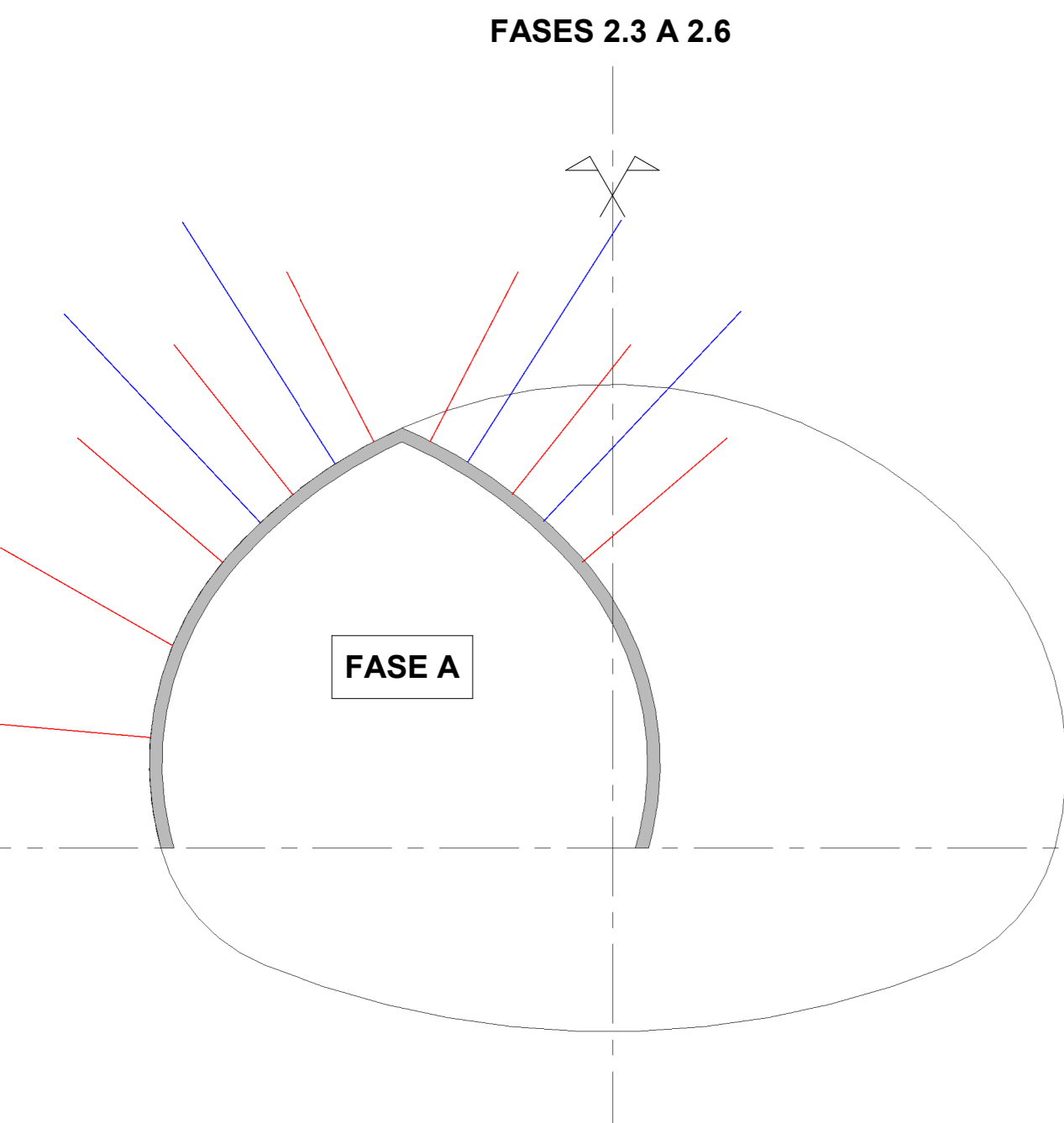
Aprov.		RP		04/10/2024		
Verif.	RT	04/10/2024	Proj.	AH AS, CM, PM	04/10/2024	
Des.	AH	04/10/2024	Desenho nº	LVSSA MSA PE STR PVE PV217 DW 086200 0 (05-06)	Alter.	04/10/2024



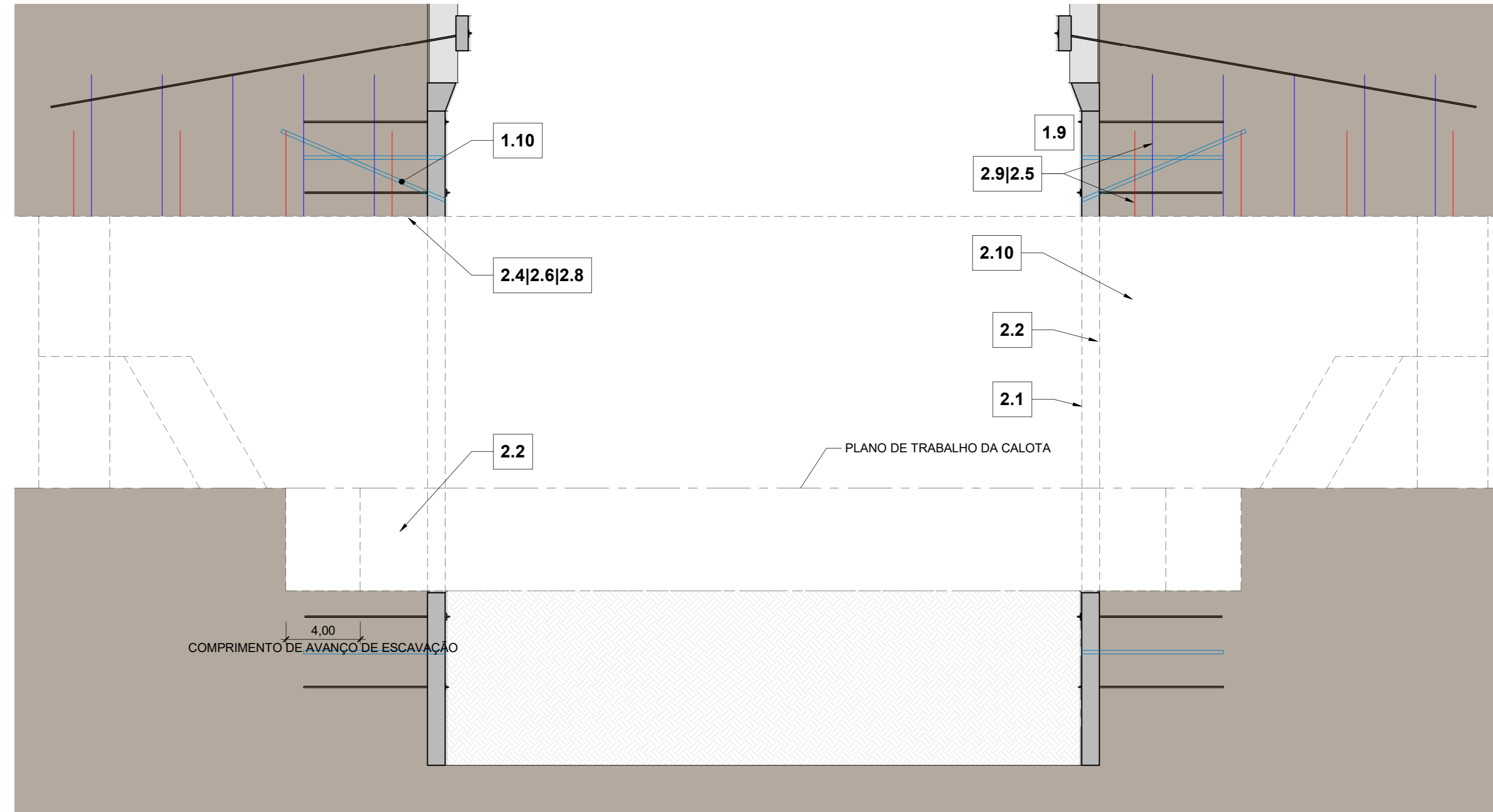
FASEAMENTO CONSTRUTIVO ETAPAS 1.2 A 1.14
Esc. 1: 100



FASEAMENTO CONSTRUTIVO ETAPA 2
Esc. 1: 100



FASEAMENTO CONSTRUTIVO ETAPAS 2.1 A 2.10
Esc. 1: 100



FASEAMENTO CONSTRUTIVO - ETAPA 1 (POÇO PV217):

- Preparação da plataforma de trabalho e dos respetivos acessos, devidamente compatibilizada com a topografia do local;
- Execução das estacas com a profundidade necessária (mínimo de 2,50 m no calcário c/13), recorrendo à tecnologia adequada, a partir da cota da plataforma de trabalho, incluídas as operações de furação, limpeza do furo, colocação da armadura e betoneamento;
- Saneamento da cabeça das estacas e execução da viga de coramento que solidariza todas as estacas da cortina, incluídas as operações de montagem e colocação das armaduras, cofragem e betoneamento;
- Instalação e zeragem dos dispositivos de instrumentação;
- Execução de uma primeira camada de revestimento do poço, em betão projetado (via húmida) reforçado com fibras metálicas com 10 cm de espessura;
- Execução dos geotextos, incluídas as operações de furação, limpeza e colocação;
- Execução das pregagens em aço tradicional, incluídas as operações de furação, limpeza, colocação da armadura e setagem com calda de cimento, na zona da escavação do túnel de ligação, as pregagens serão de fibra de vidro;
- Execução da restante espessura do revestimento de betão projetado reforçado com fibras metálicas (via húmida), em camadas de 5 cm de espessura. Após a conclusão da projeção de betão, colocação das chapas das pregagens, anilha e porcas;
- Instalação e zeragem dos dispositivos de instrumentação posicionados na face do betão projetado, definidos no âmbito do plano de instrumentação e observação;
- Repetição dos passos 1.9 a 1.13 até o nível à cota de fundo do poço.

FASEAMENTO CONSTRUTIVO - ETAPA 2 (EMBOQUE DO TÚNEL DE VIA):

- Execução do aterro provisório até ao nível do emboque do túnel de via;
- Execução do tratamento de emboque do túnel de via;
- Demolição do revestimento do poço;
- Execução de um avanço típico de calote (ver desenhos LVSSA MSA AP STR TUN 000 DW 087000 0 a LVSSA MSA AP STR TUN 000 DW 087002 0, LVSSA MSA AP STR TUN T81 DW 087002 0 e LVSSA MSA AP STR TUN T81 DW 087002 0) com aplicação imediata de betão projetado para regularização;
- Execução de pregagens e enfiações (ver desenhos LVSSA MSA AP STR TUN 000 DW 087000 0 a LVSSA MSA AP STR TUN 000 DW 087002 0);
- Aplicação de betão projetado de modo a atingir a espessura de projeto;
- Execução de avanços típicos de túnel de via (ver desenhos LVSSA MSA AP STR TUN 000 DW 087000 0 a LVSSA MSA AP STR TUN 000 DW 087002 0).

FASEAMENTO CONSTRUTIVO - ETAPA 3 (ESTRUTURA DEFINITIVA DO POÇO):

- Remoção do aterro provisório;
- Instalação do sistema de impermeabilização do poço entre os revestimentos provisório e definitivo;
- Execução do revestimento definitivo em toda a altura do poço.

CARACTERÍSTICAS DOS MATERIAIS (BETÃO ARMADO CARACTERIZADO CONFORME NP EN 206:2017-A2:2021 E EN 10080:2005) (AÇO EM ESTRUTURAS METÁLICAS CARACTERIZADO CONFORME EN 10025-2:2021)

Materiais	Localização	Classe de Resistência	Classe Espoção	Classe Teor de Cloratos	Dmax (mm)	Classe de Consistência
BETÃO in situ	Regularização	C12/15	X0 (P)	CL 1,00	≤ 22	S3
	Betão projetado	C30/37	XC4 (P)	CL 0,40	≤ 10	S5
	Estacas	C30/37	XC4 (P)	CL 0,40	≤ 15	S4
	Viga de coramento e distribuição	C30/37	XC4 (P)	CL 0,40	≤ 22	S3
	Muros de munque e abocionais	C30/37	XC4 (P)	CL 0,40	≤ 22	S3
CALDA DE CIMENTO		Resistência à compressão	EQUIVALENTE A C25/C30	-	-	-
AÇO em varão	Armaduras Ordinárias	A500NR S0	-	-	-	-
	Malha eletrosoldada	A500 ER	-	-	-	-
AÇO (*) em chapas, perfis, barras e anilhas	Chapas e perfis metálicos	S355 JR	-	-	-	-
	Enfiações	S355 JR	-	-	-	-
	Chapas soldadas	A500NR	-	-	-	-
	Pregagens	A500NR	-	-	-	-
ANCORAGENS PROVISÓRIAS	Aço de alta resistência	Y1860	-	-	-	-
	Resistência à tração	1500 MPa	-	-	-	-
	Comprimento (betoneado com gancho)	< 35 mm	-	-	-	-
FIBRAS METÁLICAS	Espessura LxL	65	-	-	-	-
	Classe de absorção de energia	E700	-	-	-	-
PREGAGENS DE FIBRA DE VIDRO	Resistência à tração	≥ 2000 MPa	-	-	-	-
	Carga nominal de ruptura	430 kN	-	-	-	-
AÇO em varão	Armaduras Ordinárias	A500NR S0	-	-	-	-
	Malha eletrosoldada	A500 ER	-	-	-	-
PREGAGENS DE TUBO EXPANSIVO	Aço	S 355 MC	-	-	-	-
	Carga mínima de esfoliação	Py = 130 kN	-	-	-	-
FRANÇAS DE MADEIRA	Classe de qualidade	E	-	-	-	-
	Classe de serviço	3	-	-	-	-
GEOCRENS	Classe de duração das ações	Módia duração	-	-	-	-
	Classe de resistência perpendicular às ações	C30	-	-	-	-
GEOTEXTIL DO GEOCRENO	Massa por unidade de área (EN884)	150 g/m²	-	-	-	-
	Massa por unidade de área (EN884)	2 mm	-	-	-	-
	Resistência à tração (EN ISO 10319)	4,5 kN/m	-	-	-	-
	Alongamento à carga máxima (EN ISO 10319)	80%	-	-	-	-
	Puncionamento (EN ISO 12246)	> 700 N	-	-	-	-
BUEIROS	Resistência à perfuração dinâmica (EN 918)	≤ 28 mm	-	-	-	-
	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)	-	-	-	-

RECOBRIMENTOS NOMINAIS ()**

ELEMENTO	RECOBRIMENTO NOMINAL
Estacas	75 mm
Vigas de coramento e distribuição	35 mm
Muros de munque e abocionais	50 mm

(**) - 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 ENV108.

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
C 25/30	A	B	A	B	A	B
	35	45	40	60	50	70
C 30/37	A	B	A	B	A	B
	30	40	35	50	45	60

CONDIÇÕES DE ADERÊNCIA: B-VARÕES SUPERIORES DE LAJES COM ESPESURA > 250mm A-OUTROS VARÕES (BOA ADERÊNCIA)

DIÁMETRO DE DOBRAGEM d [mm]	Ø8	Ø10	Ø12	Ø16	Ø20	Ø25	Ø32
	32	40	48	64	140	175	224

NOTAS:
1 - TODAS AS COTAS DO EXISTENTE TEM COMO BASE AS TELAS FINAIS E O PROJETO DE ARQUITETURA E DEVERÁ SER CONFIRMADAS EM OBRA.

PROLONGAMENTO DA LINHA VERMELHA S. SEBASTIÃO - ALCÁNTARA
PROJETO DE EXECUÇÃO

Metropolitano de Lisboa

ESTRUTURAS POÇO DE VENTILAÇÃO 217

ESTRUTURAS PROVISÓRIAS FASEAMENTO CONSTRUTIVO

Des. nº: 134632 F. / /

Abre: 04/10/2024

Proj. 04/10/2024

Des. 04/10/2024

Desenho nº: LVSSA MSA PE STR PVE PV217 DW 086300 (01-05)

04/10/2024



Metropolitano de Lisboa

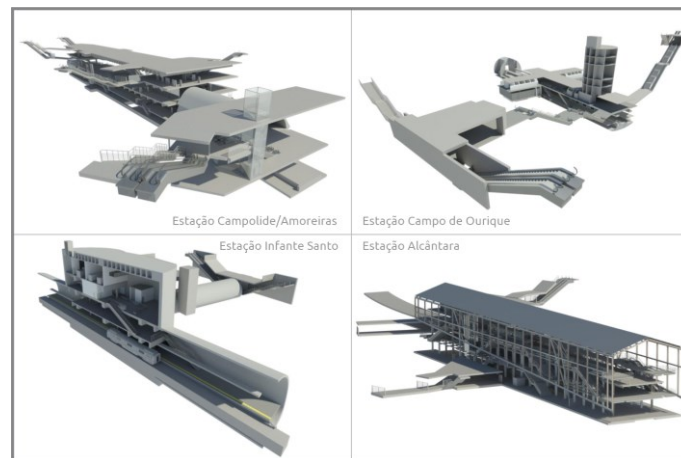


METRO DE LISBOA

LINHA VERMELHA ENTRE SÃO SEBASTIÃO E ALCÂNTARA

EMPREITADA DE CONCEÇÃO E CONSTRUÇÃO DO PROLONGAMENTO DA LINHA

PROJETO DE EXECUÇÃO



TOMO VI – POÇOS DE VENTILAÇÃO

VOLUME 1 – POÇO DE VENTILAÇÃO PV217

MEMÓRIA DESCRITIVA – ESTRUTURAS DEFINITIVAS

Documento SAP:	LVSSA MSA PE STR PVE PV217 MD 086001 0
-----------------------	--

	Nome	Assinatura	Data
Elaborado	André Henriques		2024-10-04
Revisto	Rui Tomásio		2024-10-04
Verificado	Sandra Ferreira/ Gonçalo Mateus		2024-10-04
Coordenador Projeto	Rui Rodrigues		2024-10-04
Aprovado	Raúl Pistone		2024-10-04

1	OBJETIVO E ÂMBITO.....	5
2	ELEMENTOS DE BASE.....	6
3	CONDICIONAMENTOS.....	7
3.1	Traçado.....	7
3.2	Geologia e Geotecnia.....	7
3.2.1	Geral.....	7
3.2.2	Zonamento e Parametrização Geológico-Geotécnico.....	7
3.3	Desvios de Circulação.....	8
3.4	Ocupação de Superfície e de Subsolo.....	9
3.5	Interferências.....	9
3.5.1	Enquadramento.....	9
3.5.2	Estado do edificado, incluindo património, das infraestruturas enterradas e das infraestruturas ferroviárias.....	10
3.5.2.1	Atividades realizadas.....	10
3.5.2.2	Edifícios.....	10
3.5.3	Medidas de mitigação.....	10
3.6	Análise de danos e Demolições.....	11
3.7	Implantação.....	11
3.8	Segurança.....	11
3.9	Arquitetónicos.....	12
3.10	Compatibilidade com as Outras Especialidades.....	12
3.11	Ambiente.....	12
4	REGULAMENTAÇÃO/NORMATIVA E BIBLIOGRAFIA TÉCNICA.....	14
5	MATERIAIS.....	16
5.1	Estruturas definitivas.....	16
5.2	Sistemas de impermeabilização.....	17
6	CRITÉRIOS DE DIMENSIONAMENTO.....	18
6.1	Tempo de vida útil.....	18
6.2	Classificação da obra de acordo com a sua importância.....	18
6.3	Classe de inspeção.....	18
6.4	Classe de fiabilidade.....	18
6.5	Categoria geotécnica da obra associada às estruturas de contenção.....	19
6.6	Critérios de Estanqueidade em Estruturas Subterrâneas.....	19
6.6.1	Túneis e Poços de Ventilação.....	19

6.6.2	Requisitos legais de proteção de águas subterrâneas	19
7	DESCRIÇÃO DA SOLUÇÃO.....	21
8	PROJETO DE ESTRUTURAS DEFINITIVAS.....	23
8.1	Situações de projeto.....	23
8.1.1	Persistentes	23
8.1.2	Acidentais	23
8.1.3	Sísmica.....	23
8.2	Análise e dimensionamento.....	23
8.3	Ações.....	23
8.3.1	Ações permanentes.....	23
8.3.1.1	Peso próprio (PP).....	23
8.3.1.2	Restantes cargas permanentes (RCP).....	24
8.3.1.3	Fluência e Retração (Ret).....	24
8.3.1.4	Impulso de Terras (It).....	24
8.3.1.5	Impulso Hidrostático (Iw).....	24
8.3.2	Ações Variáveis.....	25
8.3.2.1	Sobrecargas de utilização (SC).....	25
8.3.2.2	Variação Uniforme da Temperatura (DTu).....	25
8.3.3	Ação Sísmica	26
8.3.4	Ações Acidentais.....	27
8.3.5	Incêndio	27
8.3.6	Movimentos das Fundações.....	27
8.4	Combinações de Ações.....	27
8.4.1	Combinação de Ações para os Estados Limites Últimos (ELU).....	27
	Combinações fundamentais:.....	27
	Combinações acidentais:.....	28
	Combinações Sísmicas:.....	28
8.4.2	Combinação de Ações para os Estados Limites de Utilização (ELS)	28
	Combinação Característica de ações:.....	28
	Combinação Frequente:.....	28
	Combinação Quase Permanente:.....	29
8.4.3	Coeficientes Parciais das Ações.....	29
8.4.4	Coeficientes Parciais dos Materiais	30
8.5	Critérios de Verificação da Segurança.....	30
8.5.1	Verificação do Estado limite de levantamento global (UPL).....	30

8.5.2	Verificação da Segurança aos Estados Limites Últimos (ELU)	30
8.5.3	Verificação da Segurança aos Estados Limites de Utilização (ELS).....	31
8.5.4	Verificação da Resistência ao fogo	32
9	DISPOSIÇÕES CONSTRUTIVAS	33
9.1	Junta de contração.....	33
9.2	Estanqueidade.....	33
10	REDE DE TERRAS.....	34
11	CONSIDERAÇÕES FINAIS	36

1 OBJETIVO E ÂMBITO

O presente documento diz respeito ao desenvolvimento, ao nível de **Projeto de Execução**, da **Memória Descritiva e Justificativa das estruturas definitivas do Poço de Ventilação PV217**, no âmbito do Prolongamento da Linha Vermelha entre S. Sebastião e Alcântara, que é parte integrante do **Tomo VI – Poços de Ventilação do Volume 2 – Estruturas**.

2 ELEMENTOS DE BASE

Com base nos elementos do Programa Preliminar do Prolongamento da Linha Vermelha entre S. Sebastião e Alcântara, realizado pelo Metropolitano de Lisboa, fizeram-se as verificações necessárias bem como os acrescentos e ajustes considerados como pertinentes para otimização e desenvolvimento detalhado ao nível de Projeto de Execução, das soluções técnicas e elementos de obra, bem como dos processos e faseamento construtivos associados.

Os documentos considerados como elementos de entrada associados à obra foram os seguintes:

- Procedimento – Proc. n.º 125/2022–DLO/ML;
- Projeto de Execução, Tomo I – Geral, Volume 2 – Traçado;
- Projeto de Execução, Tomo I – Geral, Volume 6 – Estudo Geológico Geotécnico;
- Projeto de Execução, Tomo VI – Poços de Ventilação, Volume 1 – Arquitetura: PV215;
- Projeto de Execução, Tomo VI – Poços de Ventilação, Volume 1 – Arquitetura Paisagista: PV215;
- Projeto de Execução, Tomo VI – Poços de Ventilação, Volume 2 – Estruturas: PV215;
- Projeto de Execução, Tomo VI – Poços de Ventilação, Volume 2 – Projeto de Instrumentação e Observação: PV215;

3 CONDICIONAMENTOS

3.1 Traçado

A solução estrutural adotada e os processos e faseamento construtivos previstos encontram-se compatibilizados com o traçado da linha definido no Tomo I – Geral, Volume 2 – Traçado, do presente Projeto de Execução.

A profundidade a que está colocado o P.B.V. (Plano Base da Via) relativamente à superfície, cerca de 35 m, condicionou a solução estrutural bem como o faseamento construtivo.

3.2 Geologia e Geotecnia

3.2.1 Geral

De acordo com as condições conhecidas para terrenos com características semelhantes foram estabelecidas soluções de suporte que terão de ser confirmadas e/ou desenvolvidas nas próximas fases de projeto em função da interpretação dos resultados dos trabalhos de prospeção já concluídos e de eventuais campanhas de prospeção complementares.

Os condicionamentos Geológicos e Geotécnicos, são descritos, em detalhe, no Tomo I – Geral, Volume 6 – Estudo Geológico-Geotécnico, onde se definem também os trabalhos de prospeção complementares.

Apresentam-se na Figura 1 o excerto da planta e perfil geológico-geotécnico na zona do PV217.



Figura 1 – Planta e perfil longitudinal – Geologia / Geotecnia.

3.2.2 Zonamento e Parametrização Geológico-Geotécnico

O PV217 com uma altura da ordem dos 25m, interessa, imediatamente abaixo dos terrenos recentes de cobertura (aterro), terrenos das Formações do CVL – “Complexo vulcânico de Lisboa” – tufos. Abaixo do CVL, ocorrem as Formações cretácicas da Bica e de Caneças, nomeadamente as unidades Calcário CC1a (argila margosa), Calcário Cc1b (calcário nodular), Cc1c (calcário

semi-cristalino a cristalino com rudistas) e Cc1d (calcário compacto fendilhado). Sobrejacentes a estes, encontram-se os calcários da Formação de Caneças Cc2 (calcários por vezes margosos). Sem prejuízo da possível existência de níveis de água suspensos, considera-se que na zona envolvente o nível de água se situe sensivelmente entre as cotas +10,00 e +15,00. Da análise desenvolvida às condições geológico-geotécnicas na zona da obra, resultam os parâmetros geotécnicos resumidos na Tabela 1.

Tabela 1 – Características geológico-geotécnicas e parâmetros geotécnicos das unidades terrosas.

Unidade	γ (kN/m ³)	γ_{sat} (kN/m ³)	c_u (kPa)	E_u (MPa)	c' (kPa)	ϕ' ($^\circ$)	E' (MPa)	K_0	k (m/s)	ν	σ (MPa) [rocha]	E' (GPa) [rocha]
ATERRO, At	18	20	---	---	0	28	8	0,5	10 ⁻⁵	0,35	---	---
ALUVIÃO, a(ar)	19	21	---	---	0	34	50	0,5	10 ⁻⁵	0,30	---	---
ALUVIÃO, a(ag)	17	19	10	10	0	28	4	0,5	10 ⁻⁸	0,46	---	---
ALUVIÃO, a(cg)	20	22	---	---	0	35	75	0,5	10 ⁻⁴	0,30	---	---
MIOCÉNICO, M(ag)b NSPT < 50	21	22	180	40	5	28	20	1,0	10 ⁻⁸	0,38	---	---
MIOCÉNICO M(cal)	24	24	---	---	100	34	400	0,8	10 ⁻⁵	0,25	---	---
OLIGOCÉNICO, Φ	20	22	400	150	15	30	75	1,2	10 ⁻⁷	0,30		
BASALTO, β	26	26	---	---	200	40	2000	0,8	10 ⁻⁷	0,26	20	12
BASALTO, $\beta_{w5;w4/5}$	21	23	---	---	50	35	250	0,7	10 ⁻⁶	0,28	---	---
TUFOS, τ	20	21	---	---	60	35	120	1,0	10 ⁻⁷	0,27	---	---
CALCÁRIO, Cc1a	23	23	---	---	50	32	60	0,8	10 ⁻⁷	0,23	---	---
CALCÁRIO, Cc1b	24	24	---	---	90	38	325	0,8	10 ⁻⁷	0,21	9	3
CALCÁRIO, Cc1c	25	25	---	---	300	42	4000	0,8	10 ⁻⁶	0,21	50	27,5
CALCÁRIO, Cc1d	24	24	---	---	120	40	1250	0,8	10 ⁻⁷	0,21	12	6
CALCÁRIO DE CANEÇAS	23	23	---	---	100	35	400	0,8	10 ⁻⁷	0,25	5	1,5

3.3 Desvios de Circulação

Face à localização do Poço de Ventilação 217, imediatamente após a estação de Alcântara, cuja implantação e construção implicará extensas modificações à rede viária da zona em que insere, não se prevê, nesta fase, a necessidade de condicionar, limitar ou cortar, definitiva ou provisoriamente, outros acessos e vias de circulação que não os já afetados pela existência desta estação.

Não obstante, caso ao longo da duração da obra os estaleiros e áreas reservadas junto à zona a realizar a céu aberto interfiram com a circulação existente, serão demarcadas como áreas temporárias de ocupação com os consequentes desvios de trânsito.

Os desvios de circulação são objeto de projeto autónomo, apresentado no Tomo I – Geral, Volume 12 – Projeto Viário, deste Projeto de Execução.

Os estaleiros são objeto de projeto autónomo, apresentado no Tomo VI – Poços de Ventilação, Volume 09 – Outras Especialidades, deste Projeto de Execução.

3.4 Ocupação de Superfície e de Subsolo

A execução a céu aberto do poço é passível de interferir com as redes de infraestruturas existentes no subsolo. As infraestruturas serão objeto de desvios provisórios/definitivos ou eventual suspensão, de modo a compatibilizar-se com o faseamento construtivo proposto.

Os serviços afetados são objeto de projeto autónomo, apresentado no Tomo VI – Poços de Ventilação, Volume 3 – Serviços Afetados, deste Projeto de Execução.

Apesar do PV217 se localizar num lote desocupado nas imediações do acesso à Ponte 25 de Abril e de um dos pilares desta obra de arte, não se prevê, nesta fase, que esta venha a condicionar os processos de escavação e construção do Poço.

Verifica-se, no entanto, que, face à natureza destas edificações, o processo construtivo previsto para o poço deverá prever uma monitorização contínua destas estruturas, relevantes do ponto de vista funcional e patrimonial.

3.5 Interferências

3.5.1 Enquadramento

A avaliação de danos foi realizada com base na metodologia preconizada no Volume 17 – Interferências ao Longo da Linha, já mencionada nos Critérios Gerais de Projeto, apoiada pelas recomendações do Eurocódigo 7, Anexo H e ainda pelo relatório ITA/AITES Report 2006 – Settlements induced by tunneling in Soft Ground.

Genericamente, todas as interferências estudadas encontram-se dentro da faixa de 30 m de ambos os lados do eixo do traçado e na zona de influência das escavações. A avaliação risco contemplou diversos tipos de interferências (EIEIF), nomeadamente:

- Edificado, incluindo os de interesse patrimonial;
- Infraestruturas enterradas;
- Infraestruturas ferroviárias.

Após a realização da avaliação de danos, em função do tipo de interferência e da magnitude dos danos estimados, serão selecionadas medidas de mitigação de assentamentos tendo em consideração:

- Tipo de obra a realizar;
- Cenário geológico, geotécnico e hidrogeológico estimado;
- Relação custo-benefício.

A execução dos trabalhos de escavação irá originar alterações do estado de tensão do maciço que resultarão em descompressões e conseqüentemente em deslocamentos na sua zona de influência. O método construtivo adotado em combinação com o comportamento das estruturas e dos materiais intercetados condicionará a magnitude dos deslocamentos induzidos nas estruturas nele fundadas (doravante denominadas interferências). Em função da grandeza dos deslocamentos e da natureza das interferências, os efeitos dos deslocamentos poderão ser significativos e resultar em danos, pelo que importa analisar os seus efeitos. Com este objetivo, a metodologia proposta, permite quando necessário e aplicável, definir medidas de mitigação.

A presente avaliação de danos foi realizada de acordo com os requisitos do Caderno de Encargos. De modo a abranger as várias tipologias de interferências presentes no ambiente urbano em que a obra se insere, foi necessário complementar a metodologia patenteada, resultando no processo descrito no ponto seguinte do presente documento.

3.5.2 Estado do edificado, incluindo património, das infraestruturas enterradas e das infraestruturas ferroviárias

3.5.2.1 Atividades realizadas

Com o objetivo de melhor caracterizar os edifícios, as infraestruturas enterradas e as infraestruturas ferroviárias, foi realizada uma consulta da informação cadastral, dos elementos técnicos (plantas) disponíveis e de fotografias históricas e, onde possível, realizadas visitas.

Para os edifícios abrangidos pela faixa de perturbação, tentou-se recolher sempre que possível informações sobre as características das suas fundações, nomeadamente, o tipo de fundação e a cota estimada a que estas poderão estar localizadas.

Para a caracterização das infraestruturas enterradas e das infraestruturas ferroviárias na zona de influência dos trabalhos de escavação, serão realizados contactos com as entidades concessionárias das infraestruturas com o objetivo de aferir o seu posicionamento e estado de conservação. Paralelamente, serão realizadas vistorias aos serviços e efetuados levantamentos topográficos dos elementos visíveis à superfície.

3.5.2.2 Edifícios

O projeto insere-se numa zona urbana cujo edificado foi construído em diferentes períodos históricos e em que a sua composição, estado de conservação e tipo de estrutura, diferem significativamente.

Na avaliação da suscetibilidade de edifícios foi também considerado o seu valor histórico-cultural, particularmente se no que respeita ao facto de o mesmo ser considerado património classificado. Assim, com o objetivo de incluir na avaliação de risco esta componente, foi incorporado um fator de agravamento da categoria de risco, descrita no Volume 17 – Interferências ao Longo da Linha.

A análise dos elementos acima referidos em combinação com o posicionamento dos edifícios em relação aos trabalhos de escavação, permitiu identificar os edifícios mais suscetíveis à ocorrência de danos (Tabela 2).

Tabela 2 – Edifícios mais suscetíveis à ocorrência de danos

N.º	CATEGORIA	LOCALIZAÇÃO
425	Edifício	Rua 3, 1-13
426	Edifício	Rua 5, 13-24
427	Edifício	Rua 10, 2
428	Edifício	Acesso à Ponte 25 de Abril, Pilares

3.5.3 Medidas de mitigação

Para a fase de Projeto de Execução, foi realizada uma referenciação de danos nas interferências mais suscetíveis, tendo-se concluído, nesta fase do projeto e numa primeira aproximação, não ser necessário realizar medidas específicas de reforço estrutural. A monitorização de cada interferência pode ter que ser reforçada função do seu nível de suscetibilidade perante a obra.

3.6 Análise de danos e Demolições

A avaliação de danos em interferências ao longo do traçado, assim como a definição de critérios de danos em estruturas ou infraestruturas situadas na vizinhança da obra, encontra-se desenvolvida no Tomo I – Geral, Volume 17 – Interferências ao Longo da Linha.

As interferências resultantes da construção do túnel que resultam em necessidade de demolições, encontram-se retratadas no Tomo I – Geral, Volume 27 – Demolições ao Longo da Linha, do presente Projeto de Execução.

3.7 Implantação

Conforme referido, o PV217 está localizado num lote sem ocupação no Parque Florestal de Monsanto, junto ao Acesso à Ponte 25 de Abril como representado na Figura 2



Figura 2 – Implantação do PV217.

De acordo com o programa preliminar, a implantação do poço de ventilação na localização mencionada acima foi condicionada pela necessidade de assegurar condições de fuga, segurança, ventilação e exaustão de fumos (em caso de incêndio) no troço em que se insere e pela necessidade de uma área livre suficiente para a implantação à superfície e para o estaleiro durante a construção.

A profundidade deste poço foi condicionada pela cota do túnel do metropolitano nesta zona.

Tendo em conta o recobrimento do poço e na proximidade a estruturas existentes, na próxima fase do projeto será efetuado um levantamento cuidadoso das interferências identificadas de modo a mitigar os danos associados à execução da obra.

3.8 Segurança

A atividade de prevenção de riscos profissionais tem uma matriz de referência baseada num conjunto de princípios gerais de prevenção:

1. Evitar os riscos;
2. Avaliar os riscos que não possam ser evitados;
3. Combater os riscos na origem;
4. Adaptar o trabalho ao trabalhador;
5. Ter em conta o estado de evolução técnica;
6. Substituir o que é perigoso pelo que é isento de perigo ou menos perigoso;
7. Planificar a prevenção;
8. Dar prioridade à prevenção coletiva em relação à individual;
9. Dar formação e instruções adequadas aos trabalhadores.

Estes princípios devem nortear a ação de todos os intervenientes durante todo o processo de construção. Apresenta-se nas peças desenhadas do presente Projeto de Execução, subscrevendo as orientações do Dono de Obra apresentadas no Programa Preliminar, desenho de notas gerais com uma lista não exaustiva de atividades que envolvem riscos especiais para a segurança e saúde dos trabalhadores decorrentes da execução do projeto e as ações para a prevenção de riscos associados à realização dos trabalhos.

Será da responsabilidade da Entidade Executante desenvolver o Plano de Segurança e Saúde, conforme indicado no Caderno de Encargos, e garantir a sua implementação na fase de execução da obra.

3.9 Arquitetónicos

O presente Projeto de Execução procura atingir as soluções técnicas mais adequadas e que estão compatibilizadas com o Projeto de Execução de Arquitetura (Tomo VI – Poços de Ventilação, Volume 1 – Arquitetura).

3.10 Compatibilidade com as Outras Especialidades

O presente Projeto de Execução está compatibilizado com todas as restantes especialidades, nomeadamente:

- Tomo I – Geral, Volume 2 – Traçado;
- Tomo I – Geral, Volume 3 – Via-Férrea;
- Tomo I – Geral, Volume 4 – Coluna seca;
- Tomo VI – Poços de Ventilação, Volume 1 – Arquitetura;
- Tomo VI – Poços de Ventilação, Volume 4 – Fluídos;
- Tomo VI – Poços de Ventilação, Volume 5 – Energia;
- Tomo VI – Poços de Ventilação, Volume 6 – Telecomunicações;
- Tomo VI – Poços de Ventilação, Volume 7 – Mecânica.

3.11 Ambiente

O projeto do “Prolongamento da Linha Vermelha entre S. Sebastião e Alcântara” está sujeito a Avaliação de Impacte Ambiental, tendo sido desenvolvido um Estudo de Impacte Ambiental e emitida uma Declaração de Impacte Ambiental (DIA) que determina uma **Decisão Favorável Condicionada** ao cumprimento dos termos e condições expressas na DIA (processo de AIA n.º 3462), na qual se identificam as medidas de minimização gerais a implementar em fase de

construção, a serem complementadas em fase do Projeto de Execução com a realização do Relatório de Conformidade Ambiental com o Projeto de Execução (RECAPE).

No desenvolvimento do presente Projeto de Execução foram consideradas as seguintes medidas:

- Cumprimento das áreas mínimas de intervenção, necessárias à realização dos trabalhos, apresentadas no Programa Preliminar do M.L.;
- Consideração das medidas e recomendações constantes da DIA (processo de AIA n.º 3462);
- Consulta dos elementos patenteados a concurso referentes à identificação de todas as interferências ao longo do traçado e ao levantamento dos respetivos cadastros para análise nas fases seguintes de projeto. Nesta fase realizou-se uma análise de risco aos edifícios interferidos seguindo a metodologia de avaliação de danos nos edifícios devido a escavações profundas e de túneis patenteada pelo M.L., que consta do Tomo I – Geral, Volume 17 – Interferências ao Longo da Linha, do presente Projeto de Execução;
- Adoção de faseamentos construtivos que promovam a realização dos trabalhos no prazo mais curto e que minimizem o impacto sobre a vida da comunidade e sobre o património edificado;
- Definição de um plano de instrumentação e observação, que se encontra enquadrado no presente Projeto de Execução em cada volume de frente de obra (a detalhar devidamente em Projeto de Execução), no sentido de detetar, quantificar e prevenir possíveis danos nas estruturas (por exemplo, ao nível do edificado) e deformações da superfície, bem como prevenir que eventuais deformações tenham consequências ao nível do edificado.

4 REGULAMENTAÇÃO/NORMATIVA E BIBLIOGRAFIA TÉCNICA

O Projeto será desenvolvido de acordo com a regulamentação nacional em vigor, ou europeia em caso de omissão, destacando-se as seguintes normas:

- NP EN 1990 – Bases para projetos de estruturas (ECO);
- 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 – 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 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.

5 MATERIAIS

5.1 Estruturas definitivas

As características dos materiais adotados para as estruturas definitivas da estação encontram-se apresentadas nas tabelas seguintes.

Tabela 3 – Estruturas definitivas. Características dos materiais – Betão.

MATERIAIS	PROPRIEDADES	
BETÃO	Regularização	C12/15 XC0(P) CL 1,0 DMAX.25 S3
	Estrutura interior em ambiente seco (lajes, vigas, pilares, escadas e paredes)	C30/37 XC1(P) CL 0,4 DMAX.25 S3
	Estrutura interior em zonas húmidas – zonas com sanitários (lajes, vigas, pilares, escadas e paredes)	C30/37 XC3(P) CL 0,4 DMAX.25 S3
	Estrutura exterior (revestimento definitivo das paredes de contenção periférica, laje de fundo, laje de cobertura e elementos expostos à intempérie)	C30/37 XC4(P) CL 0,4 DMAX.25 S3
	Enchimento	C20/25 XC0(P) CL 1,0 DMAX.25 S3
	Elementos pré-esforçados	C40/50 XC4(P) CL 0,2 DMAX.25 S3

Notas:

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

Tabela 4 – Estruturas definitivas. Características dos Materiais – Aço estrutural.

MATERIAIS	PROPRIEDADES	
AÇO	ARMADURAS ORDINÁRIAS	A500 NR SD
	ARMADURAS PRÉ-ESFORÇO	EN 10138-3-Y1860S7-15,7-F1-C1
	MALHA ELETROSSOLDADA	A500 EL
	ESTRUTURAS METÁLICAS (CHAPAS E PERFIS)	S355 JR
	PARAFUSOS / PERNOS	Classe 8.8/10.9
	PORCAS	Classe 8/10
	ARMADURAS ORDINÁRIAS	A500 NR SD

Tabela 5 – 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
	Paredes de Contenção	45 mm
	Laje de fundo	45 mm
	Lajes de cobertura enterradas	45 mm
	Vigas pré-esforçadas na cobertura	60 mm
	Vigas pré-esforçadas interiores	55 mm

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

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

5.2 Sistemas de impermeabilização

De forma a cumprir as exigências de estanqueidade definidas no Caderno de Encargos, prevê-se para o túnel de ligação (NATM) a aplicação de um sistema de impermeabilização com recurso a uma barreira geossintética constituída por uma geomembrana impermeabilizante (policloreto de vinil) com 2 mm de espessura protegida com geotêxtil (polipropileno), de acordo com a especificação RT026 do ML e com as peças desenhadas do presente Projeto de Execução.

De acordo com o previsto no Caderno de Encargos, para a circunscrição dos eventuais defeitos do sistema de impermeabilização e dos trabalhos de reparação será efetuada a compartimentação transversal e, se necessário, longitudinal do sistema de impermeabilização (AFTES, 2005).

A compartimentação transversal será conseguida pela solidarização de perfis extrudidos flexíveis (lâminas de estanqueidade do tipo *watersop*) à geomembrana impermeabilizante ao longo do perímetro das galerias. Para a eventual compartimentação longitudinal, em troços localizados, os perfis serão colocados segundo o eixo das galerias nos alinhamentos superior (abóbada) e inferior (soleira).

A compartimentação transversal será realizada aproximadamente a cada 8 metros, limitando-se assim a área máxima de cada compartimento a 250 m².

A eventual necessidade de colocação de uma proteção mecânica, e suas características, deverá ser avaliada em conjunto com o aplicador e fornecedor do sistema de impermeabilização, em função do risco de danificação da tela de impermeabilização, tendo em conta o tipo de circulação e dos trabalhos a realizar em obra.

Na soleira das galerias, deverá ser aplicada uma betonilha de proteção do sistema de impermeabilização com 50 mm de espessura para permitir a circulação mantendo a integridade do sistema de impermeabilização.

O sistema de impermeabilização será confirmado em função das condições encontradas em obra e em conjunto com o fornecedor e aplicador da solução.

6 CRITÉRIOS DE DIMENSIONAMENTO

6.1 Tempo de vida útil

Tendo em conta o preconizado no ponto 2.3 do Anexo Nacional da NP EN 1990, a estrutura é classificada com sendo uma estrutura de categoria do tempo de vida útil de projeto 5, a qual corresponde um valor indicativo de tempo de vida útil de projeto de 100 anos.

6.2 Classificação da obra de acordo com a sua importância

A classificação da obra de acordo com a sua importância é realizada de acordo com o especificado no Anexo Nacional da EN 1990.

Tendo em conta a definição das classes de consequências apresentada no quadro B.1 da EN 1990, as Estações e Poços de Ventilação são parte integrante de uma infraestrutura cujo colapso representa “consequência elevada em termos de perda de vidas humanas; ou consequências económicas, sociais ou ambientais muito importantes”, pelo que se classificam como sendo da classe de consequência CC3.

6.3 Classe de inspeção

De acordo com a norma NP EN 13670 – 1 anexo G, quadro G.1, a estrutura da estação enquadra-se na classe de inspeção 3, para betão moldado.

6.4 Classe de fiabilidade

A Classe de Fiabilidade é definida de acordo com o anexo nacional da NP EN 1990. Tendo em conta que a obra definitiva é da classe de consequência CC3, de acordo com o ponto B.3.2 do Anexo B, fixa-se a classe de fiabilidade RC3 para a obra.

De acordo com a NP EN 1990, a classe de fiabilidade RC3 pode ser garantida através da combinação das medidas definidas nas alíneas c), d) e e) do ponto 2.2 (5), nomeadamente:

- c) medidas relacionadas com a gestão da qualidade;
- d) medidas destinadas a reduzir erros de projeto e de construção da estrutura, e erros humanos grosseiros;
- e) outras medidas relacionadas com as seguintes questões de projeto:
 - os requisitos gerais;
 - o grau de robustez (integridade estrutural);
 - a durabilidade, incluindo a escolha do tempo de vida útil de projeto;
 - a extensão e a qualidade das prospeções preliminares dos solos e as possíveis influências ambientais;
 - o rigor dos modelos mecânicos utilizados;
 - as disposições construtivas.

No presente projeto, encontram-se implementadas as medidas indicadas nas alíneas c) e d) acima, de acordo com o preconizado na alínea (b) do ponto B.1 e os procedimentos definidos nos pontos B.4 e B.5 do anexo B do ECO, nomeadamente:

- Nível de supervisão de projeto, DSL3, compatível com a classe de fiabilidade RC3, traduz-se num requisito de supervisão alargada, realizada por uma entidade distinta da que elaborou o Projeto;
- Nível de inspeção durante a execução, IL3, compatível com a classe de fiabilidade RC3, traduz-se num requisito de inspeção alargada, realizada por terceiros (Fiscalização da Empreitada de Construção).

Complementarmente, tendo em consideração a fixação do tempo de vida útil de projeto de 100 anos, o plano de prospeção geológico-geotécnica complementar previsto para a empreitada, a robustez das estruturas definitivas (nomeadamente a não integração e consideração de estruturas de contenção provisória nas estruturas definitivas) e outras disposições construtivas,

tais como a adoção de sistemas de impermeabilização, conjugadas com as especificações técnicas que integram as Cláusulas Técnicas do Caderno de Encargos, garante-se também a classe de fiabilidade RC3 no que se refere ao cumprimento das medidas indicadas da alínea e) acima. Nas situações omissas, que forem posteriormente identificadas, poderão ser elaboradas especificações técnicas e ensaios de verificação complementares aos já previstos no CE.

6.5 Categoria geotécnica da obra associada às estruturas de contenção

A NP EN 1997-1:2010 estabelece-se a Categoria Geotécnica (CG1, CG2 ou CG3) do projeto em função da sua complexidade e classe de consequências.

Tendo em conta a definição das classes de consequências apresentada no quadro B.1 da NP EN 1990, os Poços de Ventilação fazem parte integrante de uma infraestrutura cujo colapso representa “consequência elevada em termos de perda de vidas humanas; ou consequências económicas, sociais ou ambientais medianamente importantes” (CC3), considera-se ainda que o grau de complexidade do projeto geotécnico é médio. Assim, para uma classe de consequências CC3, para uma complexidade do projeto geotécnico médio, atribui-se a Categoria Geotécnica 3 (CG3), de acordo com o Quadro IV do Anexo Nacional da NP EN 1997-1:2010.

6.6 Critérios de Estanqueidade em Estruturas Subterrâneas

6.6.1 Túneis e Poços de Ventilação

As obras dos poços de ventilação deverão apresentar desempenho correspondente à classe 3 de BTS (2010)(1) complementada com as recomendações STUVA (Haack, 1991(2)) para a mesma classe.

De acordo com estas recomendações o sistema de revestimento deverá garantir que o afluxo de água ao interior do túnel se restrinja a fenómenos de capilaridade, admitindo-se apenas, como manifestações de humidade, a existência de pequenas manchas isoladas sem qualquer escorrência de água, embora possa ocorrer alteração cromática de um papel sobre elas colocado. Esta exigência limita o influxo médio (espacial) diário de água a 0,2 litros/m² em troços com comprimento de referência de 10 m e a 0,1 litros/m² em troços com comprimento de referência de 100 m. Para aplicação do primeiro limite, os troços de 10 m deverão ser pontuais, com caráter esporádico.

Para a circunscrição dos eventuais defeitos do sistema de impermeabilização e dos trabalhos de reparação será efetuada a compartimentação transversal e, se necessário, longitudinal do sistema de impermeabilização (AFTES, 2005(3)).

A área máxima de cada compartimento será de 360 m². Nos terrenos com presença de água sob pressão até 3 bar essa área fica limitada a 250 m². Para valores indicativos de pressão superiores, o limite superior de área a considerar será de 200 m².

A compartimentação transversal será conseguida pela solidarização de perfis extrudidos flexíveis à geomembrana impermeabilizante ao longo do perímetro do túnel. Para a eventual compartimentação longitudinal, em troços localizados, os perfis serão colocados segundo o eixo do túnel num alinhamento superior (abóbada) e em alinhamentos inferiores (juntas de betonagem no arranque dos hasteais).

Aplicam-se nos poços os princípios acima enunciados relativamente à compartimentação do sistema de impermeabilização, com as devidas adaptações.

6.6.2 Requisitos legais de proteção de águas subterrâneas

Regra geral a Lei de Proteção da Água exige que os níveis de água existentes no subsolo sejam mantidos e que a água subterrânea seja mantida sem contaminação; uma consequência direta do

cumprimento destas exigências é a impossibilidade de rebaixamento permanente do lençol freático, sempre que possível.

Assim, qualquer desvio de água subterrânea deve ser limitado ao período de construção e os volumes desviados devem ser limitados por forma a garantir a plena recuperação do nível inicial do lençol freático

7 DESCRIÇÃO DA SOLUÇÃO

O revestimento definitivo exterior do poço foi otimizado em altura relativamente à geometria apresentadas no Programa Preliminar, mediante a melhoria da forma das secções transversais, resultando em geral numa redução do volume de betão e das quantidades de armadura. Neste enquadramento, o revestimento definitivo é constituído por uma secção em anel elíptico com 23.70m de diâmetro interior maior e 16.00m de diâmetro interior menor, e uma espessura variável em altura, de 0,60 m de espessura nos 11,00m superficiais e de 1,00m na restante altura até ao fundo do poço. Na Figura 3, Figura 4 e Figura 5 apresenta-se cortes transversais correntes, plantas tipo do poço e plantas da cobertura, respetivamente.

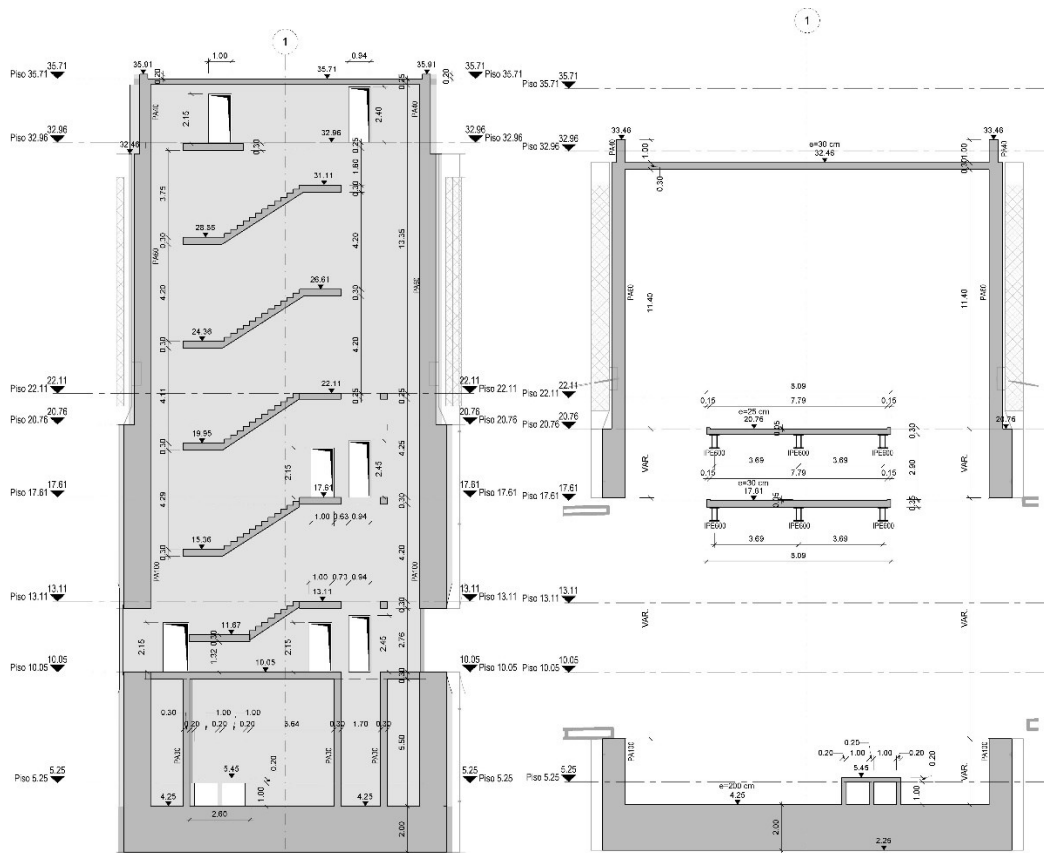


Figura 3 – Cortes transversais correntes do poço.

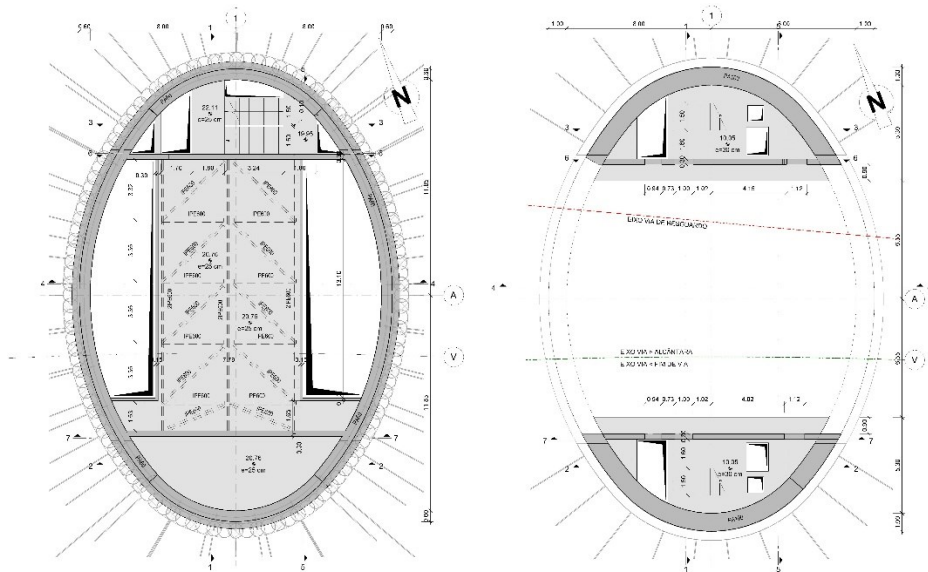


Figura 4 – Plantas tipo da estrutura definitiva do poço.

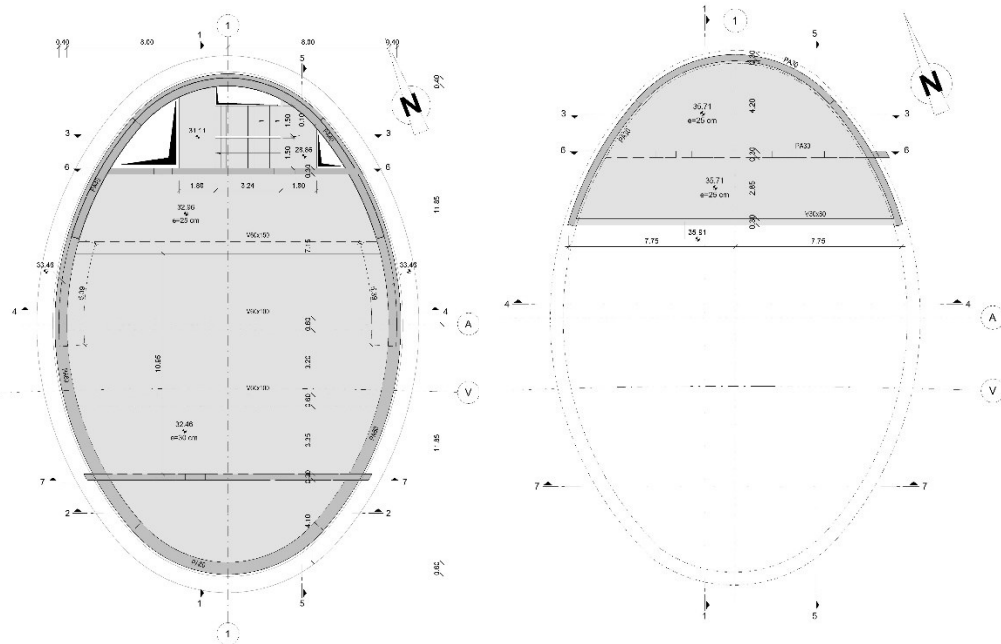


Figura 5 – Plantas da cobertura da estrutura definitiva do poço.

8 PROJETO DE ESTRUTURAS DEFINITIVAS

8.1 Situações de projeto

8.1.1 Persistentes

No dimensionamento estrutural dos poços, serão consideradas as situações de projeto persistentes, correspondentes a condições normais de utilização, nomeadamente em cenários de estado limite último e estado limite de serviço.

8.1.2 Acidentais

No dimensionamento dos poços serão consideradas as situações de projeto acidentais, correspondentes a condições excecionais aplicáveis às estruturas, nomeadamente a ação do incêndio.

8.1.3 Sísmica

No dimensionamento da estrutura definitiva dos poços serão consideradas as situações de projeto sísmicas, correspondentes a condições aplicáveis à estrutura quando sujeita a ação dos sismos.

8.2 Análise e dimensionamento

O dimensionamento do revestimento definitivo do poço de ventilação foi realizado considerando os impulsos do terreno atuantes sobre a estrutura, bem como os impulsos gerados pelas sobrecargas provenientes da superfície.

Face à geometria circular do poço, e à linearidade das etapas de escavação, foi desenvolvido um modelo de equilíbrio limite, recorrendo para tal ao programa de cálculo automático GEO5, especificamente o módulo de “Poços”, utilizado para analisar as pressões do terreno atuantes em poços circulares e para determinar as forças internas atuantes na estrutura. Neste módulo, a carga devido aos impulsos de terra e da sobrecarga à superfície atuam como cargas uniformes em todo o diâmetro do poço. Em teoria, estas cargas gerariam tensões apenas devido à força normal – o momento fletor no poço e, conseqüentemente, o esforço transversal seria, teoricamente, igual a zero. Não obstante, para simular o comportamento real do poço, o programa introduz um valor de coeficiente de redução (de assimetria) de acordo com as Normas DIN V 4034-1 ou СНИП II-94-80. O valor recomendado e utilizado no presente dimensionamento para o coeficiente de redução é 25 %.

A zona das aberturas do poço para ligação ao túnel de via foi dimensionada considerando o redirecionamento e concentração das tensões de compressão radiais no poço na região superior e inferior da abertura do túnel.

Os elementos interiores do poço serão dimensionados com recurso ao SAP2000 ou ao Autodesk Robot.

8.3 Ações

8.3.1 Ações permanentes

8.3.1.1 Peso próprio (PP)

Para a consideração do peso próprio da estrutura (PPE) foram adotados os seguintes pesos específicos, tendo em conta a geometria dos elementos:

Betão armado..... $\gamma_c = 25 \text{ kN/m}^3$

Aço Estrutural..... $\gamma_s = 77 \text{ kN/m}^3$

8.3.1.2 Restantes cargas permanentes (RCP)

Enchimento em betão simples $\gamma_c = 24 \text{ kN/m}^3$

Enchimentos ou betonilha de pisos com betão leve $\gamma_c = 15 \text{ kN/m}^3$

Revestimentos (inclui enchimentos, betonilhas e acabamentos):

- Espaços de circulação e permanência do público (zona 1) $RCP_{\text{zona1}} = 2,8 \text{ kN/m}^2$
- Espaços de apoio à exploração (zona 2) $RCP_{\text{zona2}} = 2,8 \text{ kN/m}^2$
- Instalações técnicas $RCP_{\text{zona3}} = 3,0 \text{ kN/m}^2$
- Cobertura $RCP_{\text{cob}} = 2,0 \text{ kN/m}^2$

Tetos falsos e/ou pequenas instalações técnicas sob lajes $0,2 \text{ kN/m}^2$

Paredes divisórias não estruturais

- Panos de alvenaria simples, esp = 19 cm $RCP_{\text{par}} = 2,1 \text{ kN/m}^2$

Equipamentos fixos

- Escadas rolantes (carga de faca em 1,5 m) $RCP_{\text{escrol}} = 75 \text{ kN/m}$
- Elevadores RCP_{ele} (a definir de acordo com fornecedor)

8.3.1.3 Fluência e Retração (Ret)

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: $\alpha = 10 \times 10^{-6}$.

8.3.1.4 Impulso de Terras (It)

Foram considerados os impulsos de terreno, calculados tendo em conta as características geomecânicas dos maciços interessados (de acordo com o zonamento geotécnico apresentado).

Refere-se ainda que os diagramas de impulso de terras atuantes sobre as paredes da estrutura definitiva serão os resultantes do faseamento construtivo e, como tal, serão determinados com base nos modelos de interação solo-estrutura desenvolvidos para o cálculo das estruturas provisórias.

Com base no princípio indicado acima, prevê-se que os impulsos se aproximem dos valores do impulso em repouso nas zonas menos flexíveis da estrutura de contenção provisória e dos valores do impulso ativo, nas zonas de maior deformação da estrutura de contenção provisória.

8.3.1.5 Impulso Hidrostático (Iw)

Para a determinação dos impulsos hidrostáticos considera-se um peso específico da água de $\gamma_w = 10 \text{ kN/m}^3$.

Tendo em conta a possível existência de níveis de água suspensos, considera-se para efeito de cálculo que na zona envolvente ao PV217, o nível de água se situe à cota 11,50.

8.3.2 Ações Variáveis

8.3.2.1 Sobrecargas de utilização (SC)

Sobrecarga geral (SC_GER)

- Pisos zonas 1 e 2, categoria C35 kN/m²
- Escadas e elevadores5 kN/m²

Sobrecarga pisos técnicos, zona 3, (SC_TECN), inclui peso equipamento e maciço

- Zonas técnicas comuns, sala de ventilação, SET e Porão de cabos10 kN/m²
- Zonas com transformadores20 kN/m²

Sobrecarga de ocupação à superfície (SC_ML) = 50 kN/m², com redução de 10 kN/m² por cada metro de profundidade.

Sobrecarga de terrapleno, (SC_Terr)10 kN/m²

para a determinação dos impulsos de terras em muros e em laje de cobertura nas seções que apresentam pouca altura de terras.

Sobrecarga Ferroviária (SC_CT): cargas transmitidas pelo material circulante, conforme definido no anexo ANX_C4 – cargas MC ML.

O material circulante na linha do Metropolitano é formado por unidades triplas compostas por 2 motoras (M) e um reboque (R) com a formação MRM. Os veículos poderão ser constituídos por 2 unidades triplas, com a formação MRM-MRM.

Na Figura 6 apresenta-se o carregamento vertical correspondente a uma unidade tripla MRM, correspondente a um material circulante ML 90, definido ANX_C4 – cargas MC ML

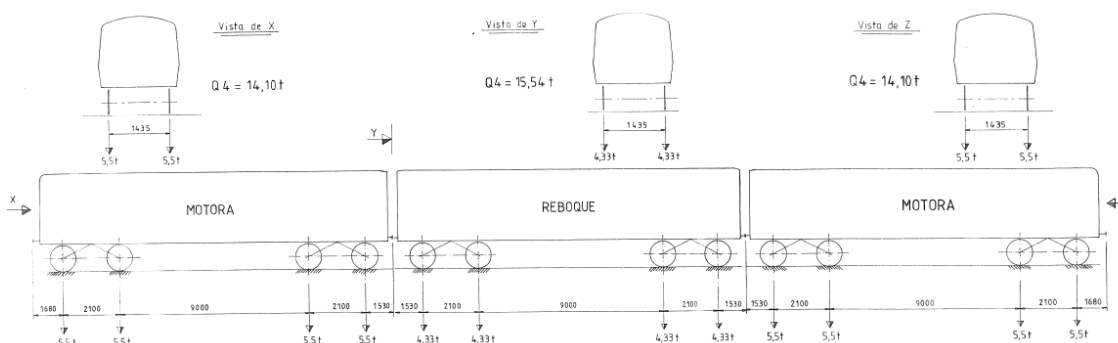


Figura 6 – Cargas transmitidas por uma formação MRM (extrato do ANX_C4, ML 90)

Na análise estrutural considera-se a degradação das cargas do material circulante em profundidade ao longo do enchimento previsto sobre o revestimento definitivo.

8.3.2.2 Variação Uniforme da Temperatura (DTu)

As variações uniformes da temperatura a considerar, de acordo com o disposto na NP EN 1991-1-5, serão de extensão e contração, em relação à temperatura média anual do local. Considerando o zonamento térmico de verão e inverno definido no Anexo Nacional, as obras encontram-se na Zona B, em que: $T_{\min} = 0\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $T_{\max} = 40\text{ }^{\circ}\text{C}$. Tratando-se de uma estrutura enterrada tem-se que $T_1 = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$, $T_2 = 18\text{ }^{\circ}\text{C}$, $T_7 = 15\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $T_9 = 8\text{ }^{\circ}\text{C}$.

De acordo com o Anexo Nacional, se não existirem informações da temperatura inicial T_0 de um elemento estrutural, pode ser considerado o valor de $15\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Assim, o valor característico da amplitude de contração máxima da componente da variação uniforme, $\Delta T_{U,con}$ e o valor característico da amplitude máxima da componente da variação uniforme, $\Delta T_{U,exp}$, são considerados como:

$$\Delta T_{U,con} = \frac{T_2 + T_9}{2} - T_0 = -2 \text{ °C} \quad \text{e} \quad \Delta T_{U,exp} = \frac{T_1 + T_7}{2} - T_0 = 5 \text{ °C}$$

Toma-se metade do módulo de elasticidade tabelado para o betão, para o cálculo dos esforços, uma vez que se trata de uma ação lenta. Considera-se um coeficiente de dilatação térmica $\alpha = 10 \times 10^{-6} / \text{°C}$.

As estruturas enterradas não estão sujeitas às variações diárias de temperatura, pelo que não foi considerada a variação diferencial de temperatura.

8.3.3 Ação Sísmica

O efeito do sismo nas estruturas enterradas (túneis e poços) 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 espetro 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 espetro 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 bidimensional 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 tridimensional detalhado, do campo cinemático de distorção mais desfavorável obtido na análise anterior e cálculo dos correspondentes esforços nas estruturas subterrâneas.

De modo a ter em consideração o comportamento tridimensional da estrutura e, em particular, a existência de parede de elevada rigidez, será considerado o campo cinemático obtido a uma distância igual à profundidade de escavação (no modelo 2D) e o mesmo será aplicado a essa mesma distância (no modelo 3D) através da incorporação de barras com rigidez igual à do terreno;

- 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.

8.3.4 Ações Acidentais

8.3.5 Incêndio

Na 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 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 5 acima, está representado o valor do recobrimento adotado com vista a garantir o requisito de durabilidade e de resistência ao fogo.

8.3.6 Movimentos das Fundações

Na verificação da segurança associada às componentes do movimento das fundações dos edifícios e infraestruturas adjacentes, em particular as respeitantes aos assentamentos totais e relativos (diferenciais) e ainda às rotações relativas das fundações, foram seguidas as disposições prescritas na NP EN 1997-1.

8.4 Combinações de Ações

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

As combinações de ações baseiam-se nas regras definidas na EN 1990. Consideram-se as seguintes combinações de ações:

Combinações fundamentais:

Para a verificação da segurança aos estados limites últimos de resistência, as combinações a considerar são (combinações fundamentais):

Em geral

$$S_d = \sum_{i=1}^n \gamma_{Gi} S_{Gik} + \gamma_Q \left[S_{Q1k} + \sum_{j=2}^m \psi_{0j} S_{Qjk} \right]$$

Em que:

S_{Gik} – esforços resultantes de ações permanentes consideradas com os seus valores característicos;

S_{Q1k} – esforço resultante da ação variável base tomada com o seu valor característico;

S_{Qjk} – esforços resultantes das restantes ações variáveis tomadas com os seus valores característicos.

γ_{Gi} – Coeficiente de segurança a aplicar às cargas permanentes que toma o valor de 1,35, quando desfavorável ou valor de 1,0, caso contrário;

γ_{Q} – Coeficiente de segurança a aplicar às ações variáveis que toma o valor de 1,50 as ações variáveis quando estas têm efeitos desfavoráveis, ou valor nulo caso contrário;

ψ_0 – Valor reduzido da ação variável i .

Combinações acidentais:

$$S_d = \sum_{i=1}^n S_{Gik} + S_{Fa} + (\psi_{1,1} \text{ ou } \psi_{2,1}) S_{Q,1} + \sum_{j=1}^m \psi_{2j} S_{Qjk}$$

Em que:

S_d – Esforço de cálculo;

$S_{Q,1}$ – Esforço resultante de uma ação variável distinta da ação de base, tomada com o seu valor característico;

S_{Fa} – Esforço resultante de uma ação de acidente, tomada com o seu valor característico;

O valor do coeficiente $(\psi_{1,1} \text{ ou } \psi_{2,1}) S_{Q,1}$ é definido em função da situação de projeto accidental correspondente (choque, incêndio ou a sobrevivência após uma situação de acidente).

Combinações Sísmicas:

No caso da ação variável de base ser a ação sísmica, cujos valores de cálculo dos esforços são designados por S_{Ed} , tem-se:

$$S_d = \sum_{i=1}^n S_{Gik} + S_{Ed} + \sum_{j=1}^m \psi_{2j} S_{Qjk}$$

Em que:

S_d – Esforço de cálculo;

ψ_2 – Valor reduzido da ação variável j .

8.4.2 Combinação de Ações para os Estados Limites de Utilização (ELS)

Para a verificação da segurança aos estados limites de utilização as combinações a considerar são as seguintes:

Combinação Característica de ações:

$$S_{Carac} = \sum_{i=1}^n S_{Gik} + S_{Q1k} + \sum_{j=2}^m \psi_{1j} S_{Qjk}$$

Combinação Frequente:

$$S_{Freq} = \sum_{i=1}^n S_{Gik} + \psi_{11} S_{Q1k} + \sum_{j=2}^m \psi_{2j} S_{Qjk}$$

Combinação Quase Permanente:

$$S_{QPerm} = \sum_{i=1}^n S_{Gik} + \sum_{j=1}^m \psi_{2j} S_{Qjk}$$

Em que:

- S_{Gik} – esforços resultantes de ações permanentes consideradas com os seus valores característicos;
- S_{Q1k} – esforço resultante da ação variável considerada como ação de base da combinação, tomada com o seu valor característico;
- S_{Qjk} – esforços resultantes das restantes ações variáveis tomadas com os seus valores característicos.
- ψ_1 e ψ_2 – Valores reduzidos da ação variável j .

8.4.3 Coeficientes Parciais das Ações

Para determinação do valor de cálculo dos efeitos das ações das combinações de cálculo para avaliação da segurança aos estados limites últimos, as ações são majoradas pelos coeficientes parciais das ações apresentados nos quadros seguintes e que estão de acordo com o anexo A1 da Norma NP EN1990.

Tabela 6 – Coeficientes parciais das ações para estados limites últimos STR.

COEFICIENTES PARCIAIS DAS AÇÕES PARA ESTADOS LIMITES ÚLTIMOS STR (γ_F)			
AÇÕES		Situações Persistentes ou Transitórias	Situações Sísmicas
Ações Permanentes (γ_G)	Desfavoráveis	1,35	1,00
	Favoráveis	1,00	1,00
Ação Variáveis (γ_Q)	Sobrecargas	Desfavoráveis	1,50
		Favoráveis	0
Ação Sísmica	Desfavoráveis	-	1,00
	Favoráveis	-	-

Para determinação do valor de cálculo dos efeitos das ações das Combinações Característica, Frequente e Quase-permanente para avaliação da segurança aos Estados Limites de Utilização, as ações foram afetadas pelos coeficientes Ψ_0 , Ψ_1 e Ψ_2 apresentados no quadro seguinte e que estão de acordo com o anexo A1 da Norma EN 1990. No mesmo quadro são apresentados os coeficientes Ψ_E para determinação dos efeitos da inércia da estrutura no cálculo da ação sísmica, determinados segundo a Norma NP EN1998-1, item 4.2.4.

Tabela 7 – Coeficientes de combinação Ψ .

COEFICIENTES DE COMBINAÇÃO Ψ					
AÇÕES		Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2	Ψ_E
Ações Variáveis	Sobrecarga Zona 1 (C)	0,70	0,70	0,60	0,60
	Sobrecarga Zona 2 (C)	0,70	0,70	0,60	0,60
	Sobrecarga Zona 3 (E)	1,00	0,90	0,80	0,80

8.4.4 Coeficientes Parciais dos Materiais

Os materiais foram minorados através dos coeficientes apresentados no quadro seguinte e que está de acordo com a norma NP EN1992-1 e NP EN1993-1.

Tabela 8 – Coeficientes parciais dos materiais para estados limites últimos STR.

COEFICIENTES PARCIAIS DOS MATERIAIS PARA ESTADOS LIMITE ÚLTIMO (γ_M)		
MATERIAL	Situações Persistentes ou Transitórias	Situações Acidentais (Sísmicas/Impacto)
Betão (γ_C)	1,50	1,50
Aço em Amaduras Ordinárias (γ_s)	1,15	1,15
Elementos Estruturais Metálicos (γ_{MO})	1,00	1,00
Ligações Metálicas (γ_{M2})	1,25	1,25

8.5 Critérios de Verificação da Segurança

8.5.1 Verificação do Estado limite de levantamento global (UPL)

A verificação ao estado limite de levantamento global é efetuada segundo o estipulado na NP EN 1997-1. Garante-se a verificação da seguinte condição:

$$V_{dst;d} \leq G_{stb;d} + R_d$$

Sendo:

$V_{dst;d}$ o valor de cálculo da combinação das ações verticais desestabilizantes permanentes e variáveis;

$G_{stb;d}$ o valor de cálculo das ações verticais permanentes estabilizantes;

R_d o valor de cálculo de qualquer capacidade resistente adicional ao levantamento global

Os coeficientes de segurança parciais a utilizar são os estipulados nos quadros A15 a A16 da NP EN 1997-1.

8.5.2 Verificação da Segurança aos Estados Limites Últimos (ELU)

Os critérios de dimensionamento das estruturas de betão armado e metálicas são os fixados na regulamentação nacional aplicável, nomeadamente nas Normas NP EN1992, NP EN 1993 e NP EN 1998. O dimensionamento e verificação estrutural dos diversos elementos e secções foi efetuado com base em programas próprios, tendo em conta a regulamentação estrutural já referida.

Para a verificação da segurança aos estados limites últimos de resistência foram considerados valores dos coeficientes parciais de segurança, relativos as ações e aos materiais.

Tabela 9 – Verificações de segurança associadas às estruturas definitivas.

TIPO DE VERIFICAÇÃO	
Verificação da Segurança aos Estados Limites Últimos (ELU)	Estado limite último de resistência à flexão
	Estado limite último de resistência à flexão composta (quando relevante)
	Estado limite último de resistência ao corte
	Estado limite último de resistência ao punçoamento
	Estado limite último de descompressão para os elementos pré-esforçados

TIPO DE VERIFICAÇÃO	
Elementos metálicos	Estado limite último de resistência à flexão
	Estado limite último de resistência à encurvadura por varejamento
	Estado limite último de resistência à encurvadura por flexão torção
	Estado limite último de resistência ao esforço transversal

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.

Na 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. Limitar a propagação de fogo (chamas, gases quentes, excesso de calor).

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

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

- Limitação das tensões de compressão no betão:
 - $\sigma_c \leq 0.6 f_{ck}$ (combinação característica)
 - $\sigma_c \leq 0.45 f_{ck}$ (combinação quase-permanente)
 - $\sigma_s \leq 0.8 f_{yk}$ (combinação característica, cargas aplicadas) – armadura
 - $\sigma_s \leq 1.0 f_{yk}$ (combinação característica, deformações impostas) – armadura
- Controlo da fendilhação para os elementos de betão armado:
 - Abertura de fendas: limita-se a abertura de fendas a $w_k = 0,3$ mm para a combinação quase-permanente.
 - Garante-se a adoção de armaduras mínimas para os efeitos provocados por deformações impedidas de retração.
 - Garante-se a adoção de armadura de alma nas faces laterais em vigas com altura superior a 1m.
- Limitação de deformação em elementos horizontais (lajes e vigas)
 - $\delta_{max} \leq L/250$ - Flecha total, combinação quase-permanente
 - $\delta_{max} \leq L/500$ - Flecha ativa, combinação quase-permanente
- Controle de vibração
 - Pavimentos, controle da frequência própria vertical – $f_{vertical} \geq 5$ Hz

-
- Todos os pavimentos da estação devem cumprir os critérios de conforto definidos na publicação “HIVOSS – Vibrações em Pavimentos – recomendações Técnicas de projeto”.

8.5.4 Verificação da Resistência ao fogo

A verificação da segurança em elementos de betão armado é garantida mediante a especificação de recobrimentos iguais ou superiores aos valores tabelados para as diferentes classes de resistência ao fogo na NP-EN 1992-1-2.

Em estruturas metálicas a resistência ao fogo é garantida mediante a utilização de um esquema de pintura que garanta a classe de resistência ao fogo necessária.

Estabelece-se uma classe de resistência ao fogo R120 para a estação e galerias de acesso.

9 DISPOSIÇÕES CONSTRUTIVAS

9.1 Junta de contração

Serão previstas juntas de contração em zonas de transição de comportamento estrutural da estrutura, de forma a evitar efeitos localizados que poderão ser nefastos para o comportamento das zonas da estrutura, nomeadamente na ligação aos acessos e à OE2.

9.2 Estanqueidade

A aplicação do sistema de impermeabilização descrito no ponto 5.2 acima garantirá a estanqueidade da estação.

As juntas de contração serão munidas de lâminas de estanqueidade tipo *Waterstop* em PVC.

10 REDE DE TERRAS

A rede de terras proposta tem com objetivo garantir que as tensões de passagem e de contato de um eventual defeito, não excedem os valores regulamentares.

Todas as estruturas metálicas e massas da instalação serão ligadas a este sistema de terra.

As ligações entre os cabos da malha de terras e as varetas de aço cobreado, serão feitas por soldadura aluminotérmica.

A rede de terras será constituída pelos subsistemas que compõe a SET, existindo na estação poços de terra para os sistemas 30 kV, BT e 750 Vcc.

Nos desenhos de arquitetura encontram-se localizados os poços de terra.

Atendendo ao elevado nível freático da zona, os poços terra serão executados, na sua totalidade, com a instalação do elétrodo de terra, na fase de Toscos. Assim, teremos:

- A execução dos negativos e/ou das furações na laje, até atingir o terreno;
- Fornecimento e instalação dos elétrodos de cobre e enchimento com terra vegetal de boa qualidade;
- Medição da resistência de terra e sua aprovação pela Fiscalização/ Dono de Obra;
- Enchimento com o betão pobre;
- Fornecimento e instalação da tampa em chapa xadrez.

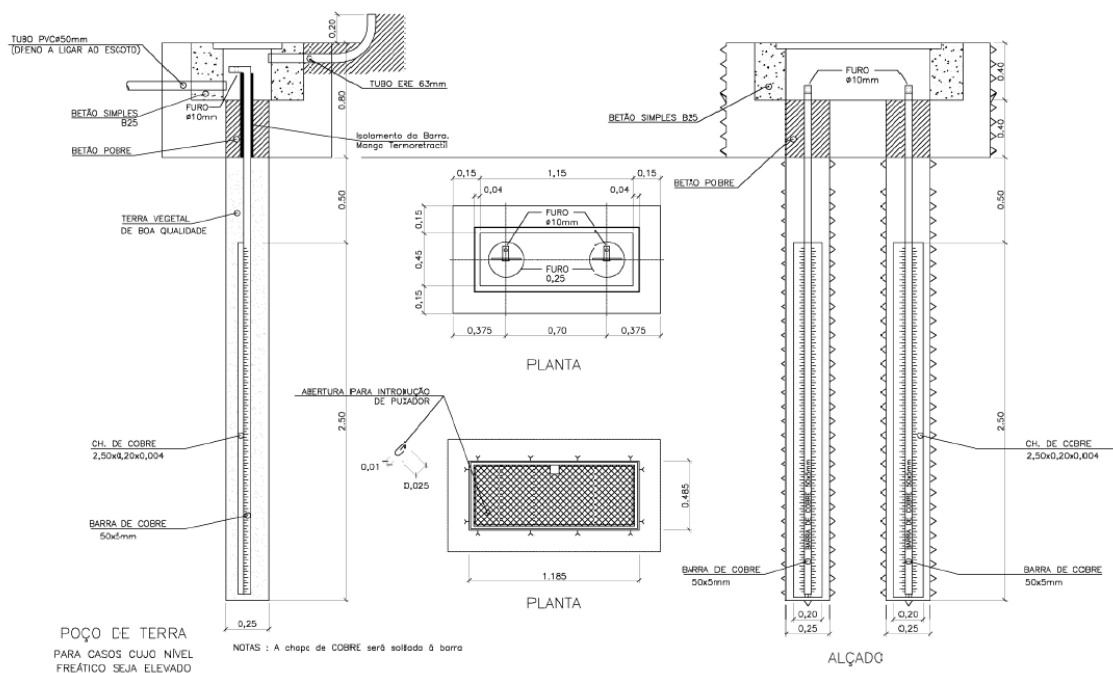


Figura 7 – Pormenores tipo dos poços de terra.

Os elétrodos de terra deverão assegurar uma resistência de terra sempre inferior a 1Ω , pelo que deverá ser considerado o fornecimento de terra vegetal de boa qualidade para o enchimento dos poços terra.

A terra vegetal deverá ser proveniente da camada superficial de terrenos de mata ou camada de terrenos agrícolas; estar isenta de pedras com dimensões superiores a 0,05 m e de materiais

estranhos provenientes de incorporação de lixo; estar isenta de infestantes; apresentar uma composição uniforme, sem qualquer mistura de subsolo; ter uma textura franca; conter um teor de matéria orgânica não inferior a 4% e o PH situar-se entre os 6.5 e 7.5.

11 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As soluções apresentadas foram desenvolvidas a partir dos elementos base, citados no capítulo 2, assim como nos pressupostos igualmente referidos no presente documento. Neste contexto, conforme prática corrente em intervenções com o enquadramento geológico e geotécnico da presente, todos os elementos de base e todos os pressupostos considerados deverão ser confirmados em fase de obra. Qualquer retificação dos mesmos determinará a necessidade de averiguar as suas consequências ao nível da segurança das soluções propostas e, se justificável, proceder à sua revisão. Neste âmbito, consideram-se particularmente importantes os seguintes aspetos:

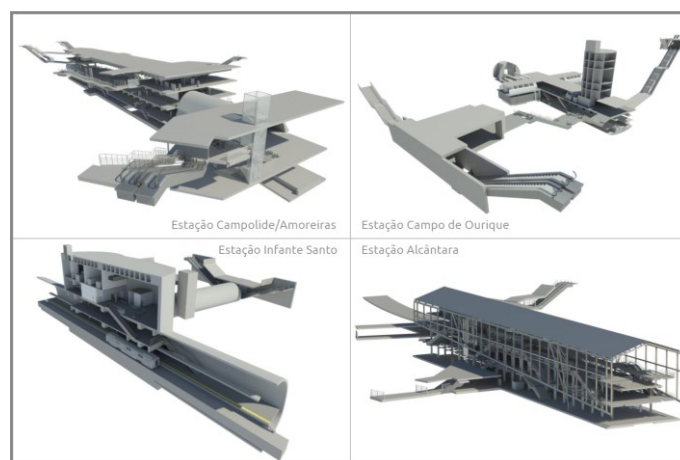
- a) A confirmação do zonamento geológico-geotécnico e hidrogeológico e confirmação das características geomecânicas dos terrenos interessados pela intervenção, para tal considera-se particularmente relevante a análise dos materiais recolhidos durante a escavação e furação;
- b) Confirmação da compatibilização das soluções propostas com as definidas no âmbito dos trabalhos das restantes especialidades em particular: Arquitetura, Estruturas e Drenagem.

MEMÓRIA DESCRITIVA ESTRUTURAS DEFINITIVAS

Registo e Controlo de Alterações

Revisão	Data	Descrição
0	2024-10-04	Edição inicial

METRO DE LISBOA
LINHA VERMELHA ENTRE SÃO SEBASTIÃO E ALCÂNTARA
EMPREITADA DE CONCEÇÃO E CONSTRUÇÃO DO
PROLONGAMENTO DA LINHA
PROJETO DE EXECUÇÃO



TOMO VI – POÇOS DE VENTILAÇÃO
VOLUME 1 – POÇO DE VENTILAÇÃO PV217
NOTA DE CÁLCULO – ESTRUTURAS DEFINITIVAS

Documento SAP:	LVSSA MSA PE STR PVE PV217 NC 086001 0
-----------------------	--

	Nome	Assinatura	Data
Elaborado	André Henriques		2024-10-04
Revisto	Rui Tomásio		2024-10-04
Verificado	Sandra Ferreira/ Gonçalo Mateus		2024-10-04
Coordenador Projeto	Rui Rodrigues		2024-10-04
Aprovado	Raúl Pistone		2024-10-04

1	OBJETIVO E ÂMBITO.....	3
2	SISTEMAS DE UNIDADES.....	4
3	REGULAMENTAÇÃO/NORMATIVA E BIBLIOGRAFIA TÉCNICA.....	5
4	MODELOS DE CÁLCULO	7
4.1.1	Modelo de cálculo	7
5	CRITÉRIOS DE VERIFICAÇÃO DE SEGURANÇA.....	8
5.1	Estado limite de levantamento global (UPL).....	8
5.2	Estado Limite Último (ELU).....	8
5.2.1	Resistência à flexão de elementos	9
5.2.2	Resistência ao corte de elementos	9
5.3	Estado Limite de Utilização (ELS)	9
5.4	Verificação da Resistência ao fogo.....	10
6	RESUMO DAS VERIFICAÇÕES DE SEGURANÇA.....	11
6.1	Estado Limite Último (ELU).....	11
6.2	Estado Limite de Serviço (ELS).....	14

1 OBJETIVO E ÂMBITO

O presente documento diz respeito ao desenvolvimento, ao nível de **Projeto de Execução**, da **Nota de Cálculo das estruturas definitivas do Poço de Ventilação PV217**, no âmbito do Prolongamento da Linha Vermelha entre S. Sebastião e Alcântara, que é parte integrante do **Tomo VI – Poços de Ventilação do Volume 2 – Estruturas**.

2 SISTEMAS DE UNIDADES

O sistema de unidades utilizado na elaboração do Projeto é o Sistema Internacional de Unidades (SI). As principais unidades utilizadas são as seguintes:

- Comprimento: metro (m).
- Força: quilonewton (kN).
- Momento: quilonewton metro (kN.m).
- Tensão no terreno: quilonewton por metro quadrado (kN/m^2) ou kilopascals (kPa).
- Tensão nos elementos estruturais: newton por milímetro quadrado (N/mm^2) ou megapascals (MPa).
- Peso específico: quilonewton por metro cúbico (kN/m^3).

3 REGULAMENTAÇÃO/NORMATIVA E BIBLIOGRAFIA TÉCNICA

O Projeto será desenvolvido de acordo com a regulamentação nacional em vigor, ou europeia em caso de omissão, destacando-se as seguintes normas:

- 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 – 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 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.

4 MODELOS DE CÁLCULO

O dimensionamento do revestimento provisório e definitivo do poço de ventilação foi realizado de acordo com o exposto na memória descritiva, considerando os impulsos do terreno atuantes sobre a estrutura, bem como os impulsos gerados pelas sobrecargas provenientes da superfície.

Os elementos interiores do poço foram analisados com base em modelos simplificados, recorrendo, para tal, aos conceitos associados à teoria das peças lineares.

4.1.1 Modelo de cálculo

A secção de cálculo teve em conta a geometria do poço e os impulsos a transmitir pelo terreno ao muro, estimados de acordo com as metodologias convencionais, partindo dos parâmetros geomecânicos relevantes, os quais foram obtidos a partir da informação geológico-geotécnica previamente disponibilizada. Na Figura 1 apresenta-se a secção considerada.

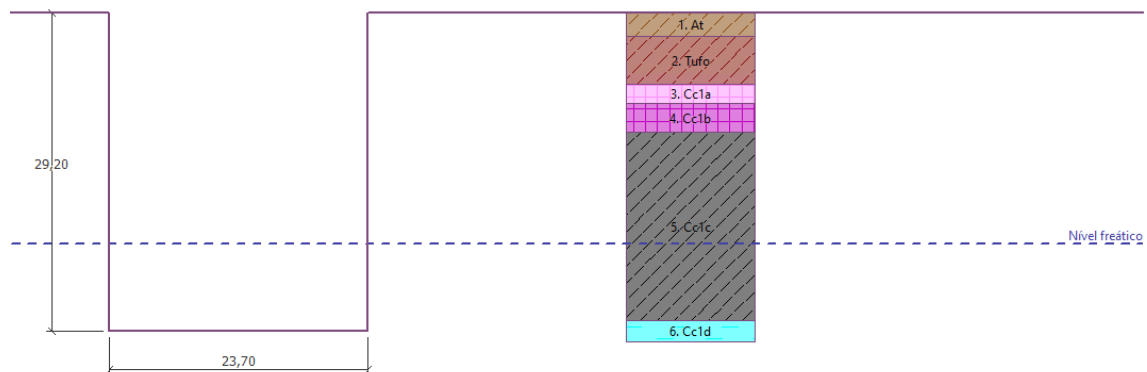


Figura 1 – Modelo de cálculo do poço de ventilação PV217.

5 CRITÉRIOS DE VERIFICAÇÃO DE SEGURANÇA

5.1 Estado limite de levantamento global (UPL)

A verificação ao estado limite de levantamento global é efetuada segundo o estipulado na NP EN 1997-1. Garante-se a verificação da seguinte condição:

$$V_{dst;d} \leq G_{stb;d} + R_d$$

Sendo:

$V_{dst;d}$ o valor de cálculo da combinação das ações verticais desestabilizantes permanentes e variáveis;

$G_{stb;d}$ o valor de cálculo das ações verticais permanentes estabilizantes;

R_d o valor de cálculo de qualquer capacidade resistente adicional ao levantamento global

Os coeficientes de segurança parciais a utilizar são os estipulados nos quadros A15 a A16 da NP EN 1997-1.

5.2 Estado Limite Último (ELU)

Os critérios de dimensionamento das estruturas de betão armado e metálicas são os fixados na regulamentação nacional aplicável, nomeadamente nas Norma NP EN1992, NP EN 1993 e NP EN 1998. O dimensionamento e verificação estrutural dos diversos elementos e secções foi efetuado com base em programas próprios, tendo em conta a regulamentação estrutural já referida.

Para a verificação da segurança aos estados limites últimos de resistência foram considerados valores dos coeficientes parciais de segurança, relativos as ações e aos materiais.

Tabela 1 – Verificações de segurança associadas às estruturas definitivas

TIPO DE VERIFICAÇÃO		
Verificação da Segurança aos Estados Limites Últimos (ELU)	Elementos em betão armado	Estado limite último de resistência à flexão
		Estado limite último de resistência à flexão composta (quando relevante)
		Estado limite último de resistência ao corte
		Estado limite último de resistência ao punçoamento
		Estado limite último de descompressão para os elementos pré-esforçados
	Elementos metálicos	Estado limite último de resistência à flexão
		Estado limite último de resistência à encurvadura por varejamento
		Estado limite último de resistência à encurvadura por flexão torção
		Estado limite último de resistência ao esforço transversal

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.

5.2.1 Resistência à flexão de elementos

De acordo com o Eurocódigo 2, a verificação ao Estado Limite Último de resistência à flexão foi assegurada através da seguinte condição:

$$\frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} \leq 1$$

onde:

M_{Ed} valor de cálculo do momento fletor atuante;

M_{Rd} valor de cálculo da resistência máxima do elemento estrutural.

5.2.2 Resistência ao corte de elementos

De acordo com o Eurocódigo 2, no âmbito da verificação do Estado Limite Último de resistência ao esforço transversal, deverá satisfazer-se a seguinte condição:

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,S}$$

Em que:

V_{Ed} valor de cálculo do esforço transversal atuante;

$V_{Rd,S}$ valor de cálculo do esforço transversal que pode ser suportado por um elemento com armadura específica de esforço transversal;

A armadura de esforço transversal é calculada de forma a satisfazer $V_{Ed} \leq V_{Rd,S}$. De entre os métodos de cálculo disponíveis optou-se por se seguir o disposto no método das bielas de inclinação variável, para elementos com armadura de esforço transversal constituída por estribos verticais.

$$V_{Rd,S} = \frac{A_{sw}}{s} \times z \times b \times f_{ywd} \times \cot \theta$$

onde:

θ - ângulo das bielas de betão com o eixo do elemento;

A_{sw} - área da armadura de esforço transversal;

s - espaçamento da armadura de esforço transversal;

z - para um elemento de altura constante, representa o binário das forças interiores correspondente ao momento fletor máximo no elemento que está a ser considerado. Usualmente pode recorrer-se ao valor aproximado $z=0,9d$.

f_{ywd} - valor de cálculo da tensão de cedência da armadura de esforço transversal;

1. Da aplicação desta expressão resultam, para verificação da condição $V_{Ed} \leq V_{Rd,S}$, as áreas de armadura transversal a adotar nos elementos de betão armado

5.3 Estado Limite de Utilização (ELS)

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

- Limitação das tensões de compressão no betão:

- $\sigma_c \leq 0.6 f_{ck}$ (combinação característica)
- $\sigma_c \leq 0.45 f_{ck}$ (combinação quase-permanente)
- $\sigma_s \leq 0.8 f_{yk}$ (combinação característica, cargas aplicadas) – armadura
- $\sigma_s \leq 1.0 f_{yk}$ (combinação característica, deformações impostas) – armadura
- Controlo da fendilhação para os elementos de betão armado:
 - Abertura de fendas: limita-se a abertura de fendas a $w_k = 0,3$ mm para a combinação quase-permanente.
 - Garante-se a adoção de armaduras mínimas para os efeitos provocados por deformações impedidas de retração.
 - Garante-se a adoção de armadura de alma nas faces laterais em vigas com altura superior a 1m.
- Limitação de deformação em elementos horizontais (lajes e vigas)
 - $\delta_{max} \leq L/250$ - Flecha total, combinação quase-permanente
 - $\delta_{max} \leq L/500$ - Flecha ativa, combinação quase-permanente
- Controle de vibração
 - Pavimentos, controle da frequência própria vertical – $f_{vertical} \geq 5$ Hz
 - Todos os pavimentos da estação devem cumprir os critérios de conforto definidos na publicação “HIVOSS – Vibrações em Pavimentos – recomendações Técnicas de projeto”.

5.4 Verificação da Resistência ao fogo

A verificação da segurança em elementos de betão armado é garantida mediante a especificação de recobrimentos iguais ou superiores aos valores tabelados para as diferentes classes de resistência ao fogo na NP-EN 1992-1-2.

Em estruturas metálicas a resistência ao fogo é garantida mediante a utilização de um esquema de pintura que garanta a classe de resistência ao fogo necessária.

Estabelece-se uma classe de resistência ao fogo R120 para a estação e galerias de acesso

6 RESUMO DAS VERIFICAÇÕES DE SEGURANÇA

6.1 Estado Limite Último (ELU)

De seguida apresentam-se as verificações da segurança em relação aos estados limites últimos de flexão composta e de esforço transverso. Para fins de dimensionamento, apresenta-se apenas os resultados dos cenários que se mostraram mais desfavoráveis.

Tabela 2 – Verificação da resistência à flexão composta do revestimento definitivo do poço (1/2).

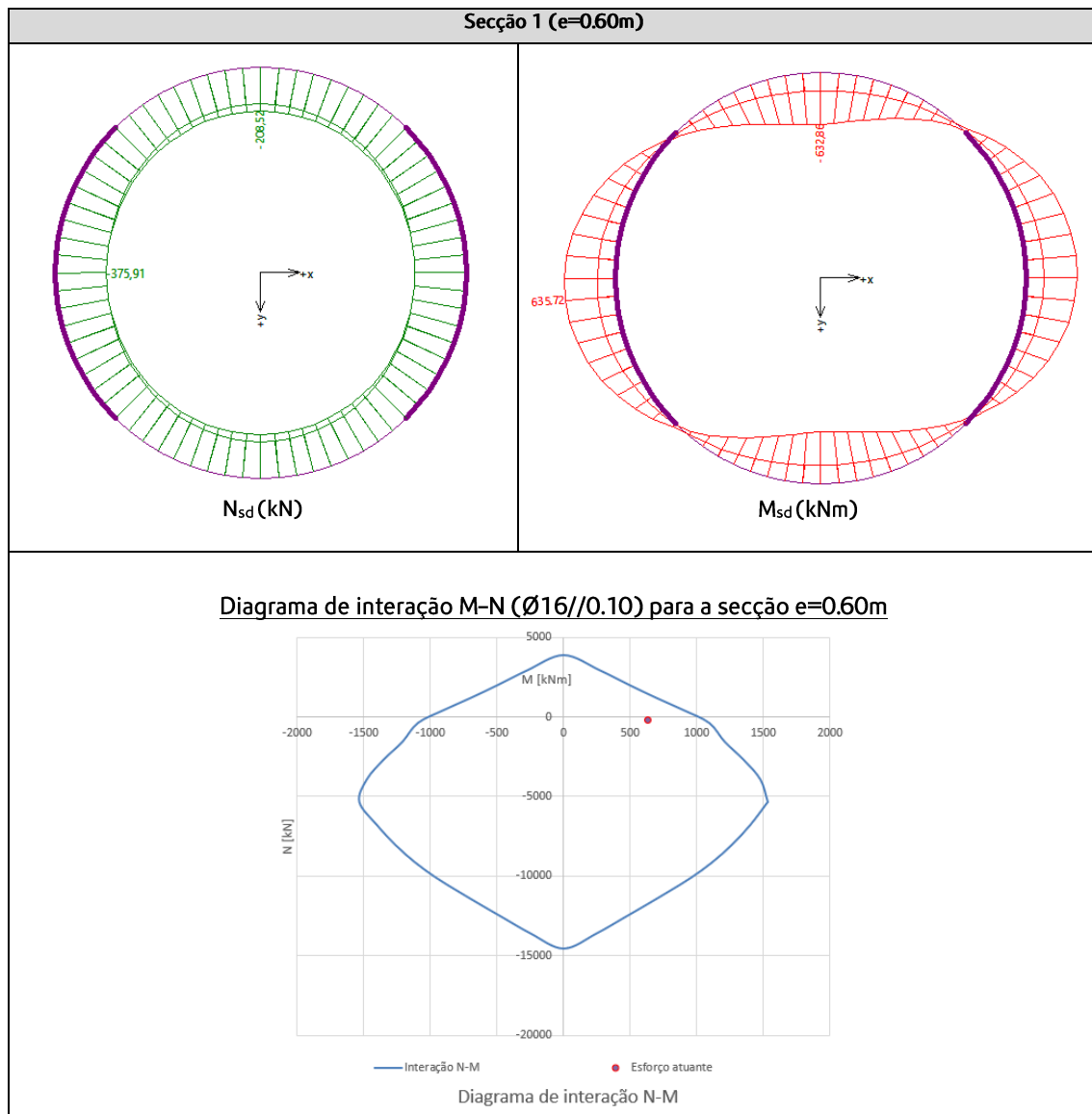


Tabela 3 - Verificação da resistência à flexão composta do revestimento definitivo do poço (2/2)

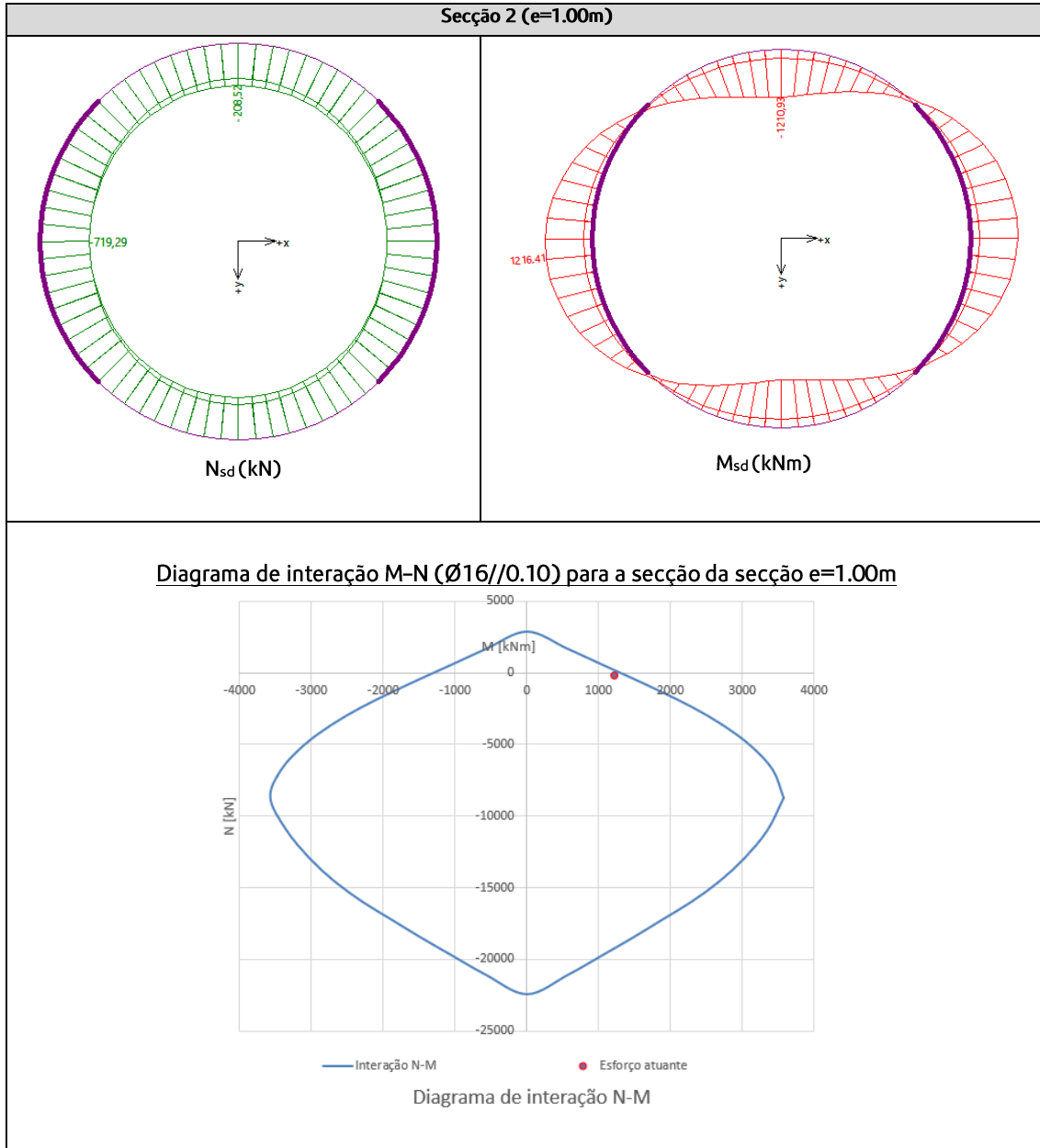
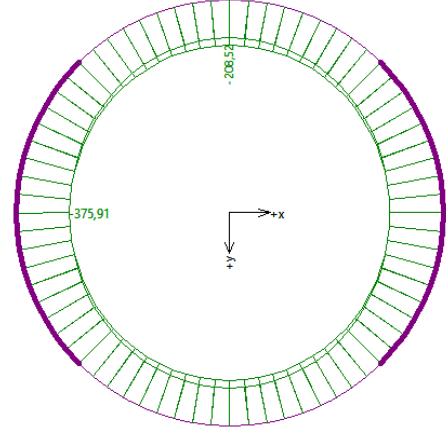
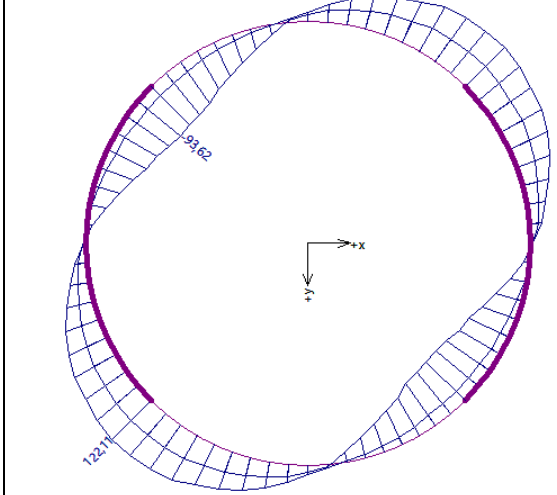
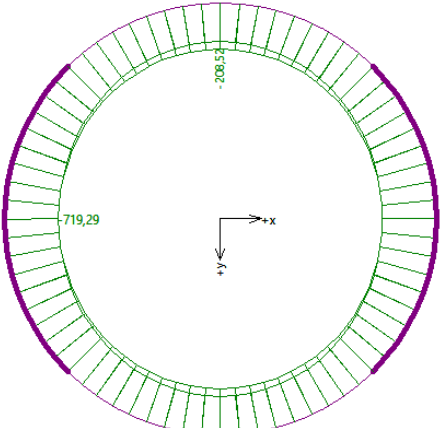
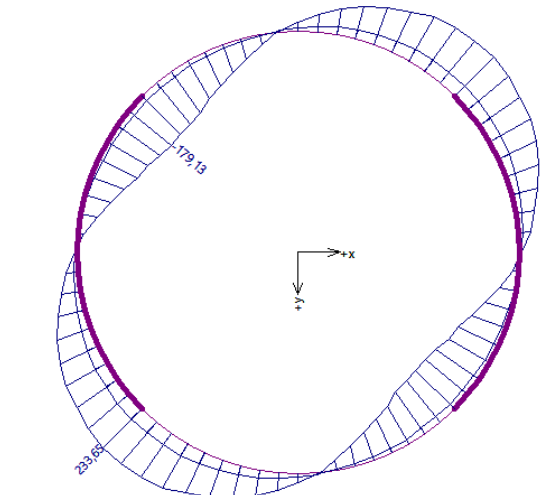


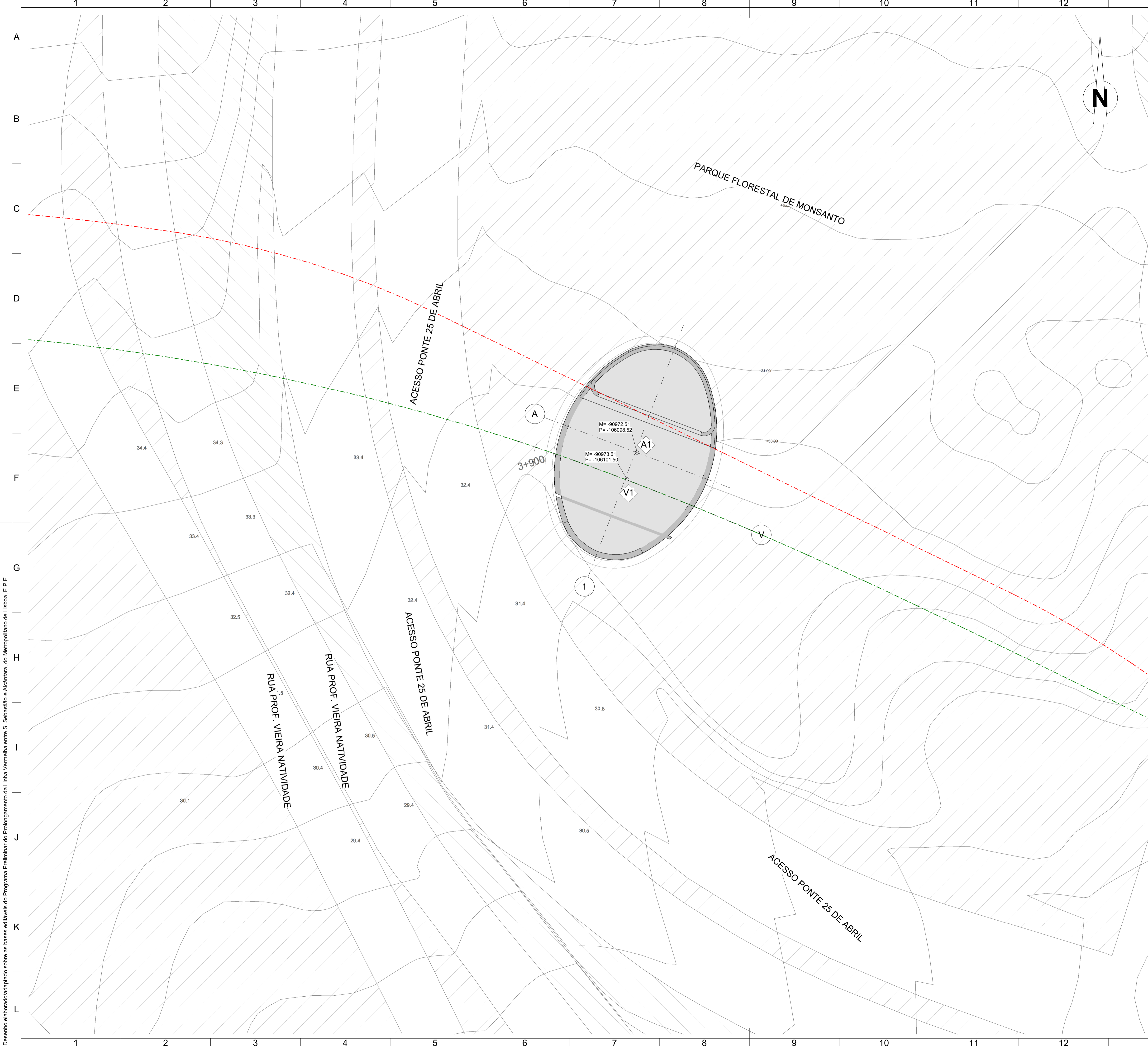
Tabela 4 – Verificação da resistência ao esforço transversal/corte do revestimento definitivo do poço (1/2).

Secção 1 (e=0.60m)																																		
																																		
N_{sd} (kN)	V_{sd} (kN)																																	
Secção 2 (e=1.00m)																																		
																																		
N_{sd} (kN)	V_{sd} (kN)																																	
<p>Verificação da resistência ao esforço transversal/corte das secções (sem armadura específica de esforço transversal)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Secção</th> <th>Ved [kN/m]</th> <th>d [m]</th> <th>bw [m]</th> <th>As [cm²/m]</th> <th>k</th> <th>ρl</th> <th>Vrd,c [kN/m]</th> <th>Vmin [kN/m]</th> <th>Vrd > Vsd</th> <th>Verifica</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>e=0,60m</td> <td>122,12</td> <td>0,55</td> <td>1</td> <td>31,42</td> <td>1,603</td> <td>0,0057</td> <td>272,78</td> <td>213,99</td> <td>Vrd > Vsd</td> <td>Verifica</td> </tr> <tr> <td>e=1,00m</td> <td>233,65</td> <td>0,95</td> <td>1</td> <td>31,42</td> <td>1,459</td> <td>0,0033</td> <td>357,36</td> <td>320,89</td> <td>Vrd > Vsd</td> <td>Verifica</td> </tr> </tbody> </table>		Secção	Ved [kN/m]	d [m]	bw [m]	As [cm ² /m]	k	ρl	Vrd,c [kN/m]	Vmin [kN/m]	Vrd > Vsd	Verifica	e=0,60m	122,12	0,55	1	31,42	1,603	0,0057	272,78	213,99	Vrd > Vsd	Verifica	e=1,00m	233,65	0,95	1	31,42	1,459	0,0033	357,36	320,89	Vrd > Vsd	Verifica
Secção	Ved [kN/m]	d [m]	bw [m]	As [cm ² /m]	k	ρl	Vrd,c [kN/m]	Vmin [kN/m]	Vrd > Vsd	Verifica																								
e=0,60m	122,12	0,55	1	31,42	1,603	0,0057	272,78	213,99	Vrd > Vsd	Verifica																								
e=1,00m	233,65	0,95	1	31,42	1,459	0,0033	357,36	320,89	Vrd > Vsd	Verifica																								

6.2 Estado Limite de Serviço (ELS)

Registo e Controlo de Alterações

Revisão	Data	Descrição
0	2024-10-04	Edição inicial



PLANTA
IMPLANTAÇÃO
Esc. 1 : 200

FASEAMENTO CONSTRUTIVO (POÇO PV217):

1. Execução da impermeabilização do poço entre os revestimentos provisório e definitivo;
2. Execução revestimento definitivo de +2,30 a +32,46;
3. Execução da estrutura interna do poço da forma tradicional:
 - a. Execução dos elementos verticais até ao piso do cais;
 - b. Abertura de roços horizontais no revestimento definitivo do poço para descobrir os varões deixados para empalme das armaduras das lajes;
 - c. Instalação de cimbrês e cofragem do piso, seguido de montagem de armaduras;
 - d. Betonagem do piso do cais numa única operação;
 - e. Repetição das fases i) a iv) para os restantes pisos até ao nível da cobertura enterrada;
 - f. Execução da estrutura elevada do poço (paredes, piso de entrada e cobertura).
4. Colocação de aterro;
5. Acabamentos.



VISTA 3D
POÇO
s / escala

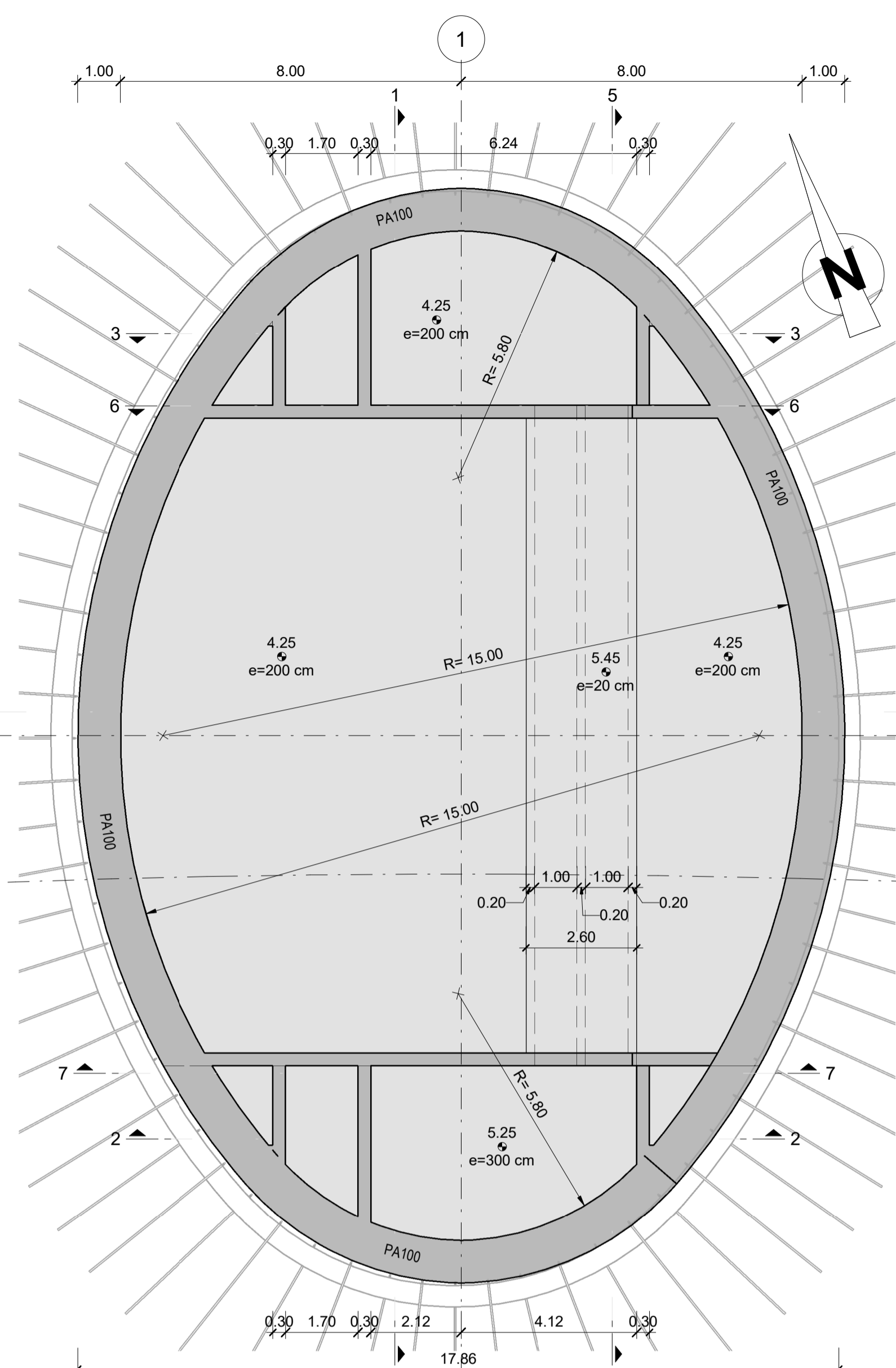
Desenho elaborado/adaptado sobre as bases editáveis do Programa Preliminar do Prolegamento da Linha Vermelha entre S. Sebastião e Alcântara, do Metropolitano de Lisboa, E.P.E.

ALTERAÇÕES		DATA		DES.		VERIF.	
0	Emissão inicial	04/10/2024	AH	RP			

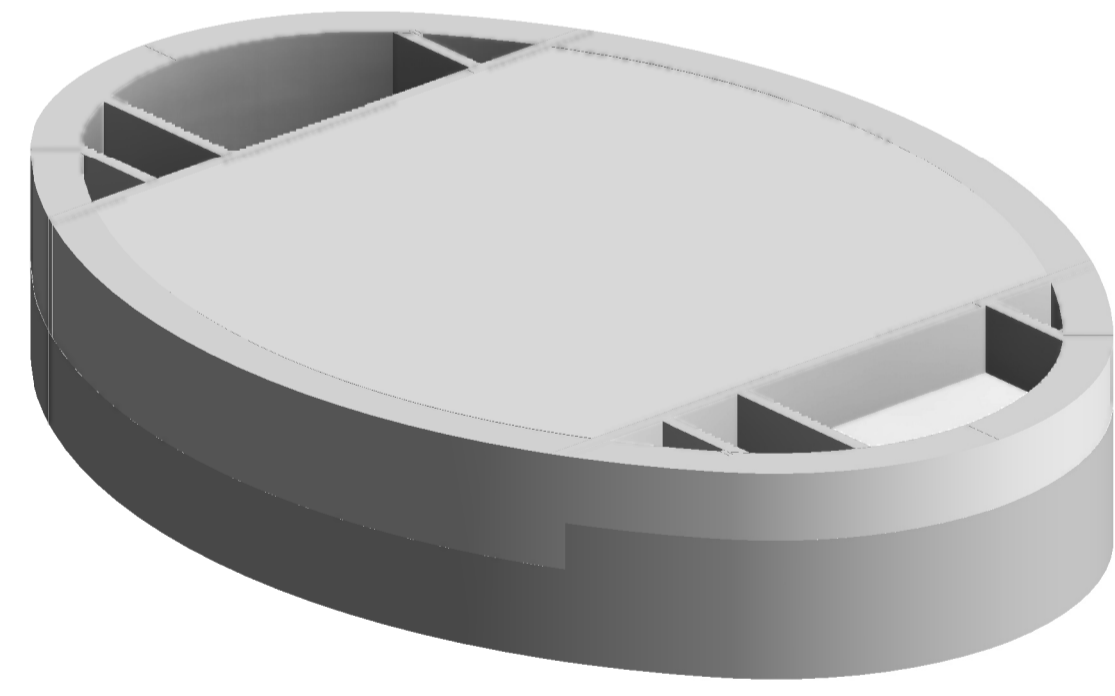
PROLONGAMENTO DA LINHA VERMELHA S. SEBASTIÃO - ALCÂNTARA PROJETO DE EXECUÇÃO			
Data:		Escalas:	Des. n.º 134640 F. / /
Aprov.		Alter.	
Verif.		Substituído	
Proj.		Substituído	
Des.		N.º SAP	Versão
			Folha

Aprov.	AP	04/10/2024	Identificação Empresa Projeto:	COBA / JET SJ / JLCM / TALPROJECTO
Verif.	RT	04/10/2024	Escalas:	1/200
Proj.	AH, AS, CM, PM	04/10/2024	Folha:	01/09
Des.	AH	04/10/2024	Desenho nº	LVSSA MSA PE STR PVE PV217 DW 086500 0 (01-09)
			Alter.	04/10/2024

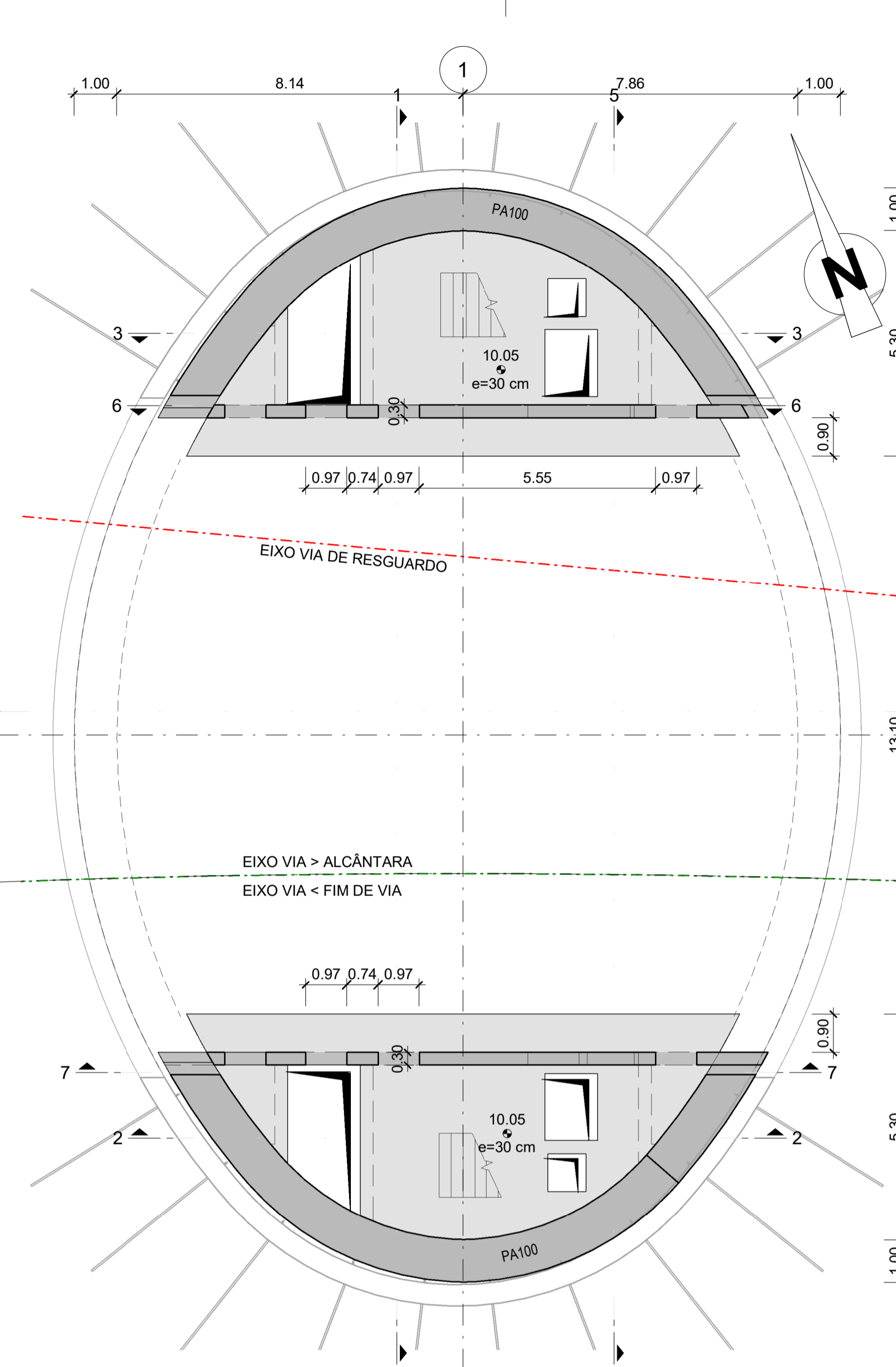
Desenho elaborado/adaptado sobre as bases editáveis do Programa Preliminar de Prolongamento da Linha Vermelha entre S. Sebastião e Alcântara, do Metropolitano de Lisboa, E.P.E.



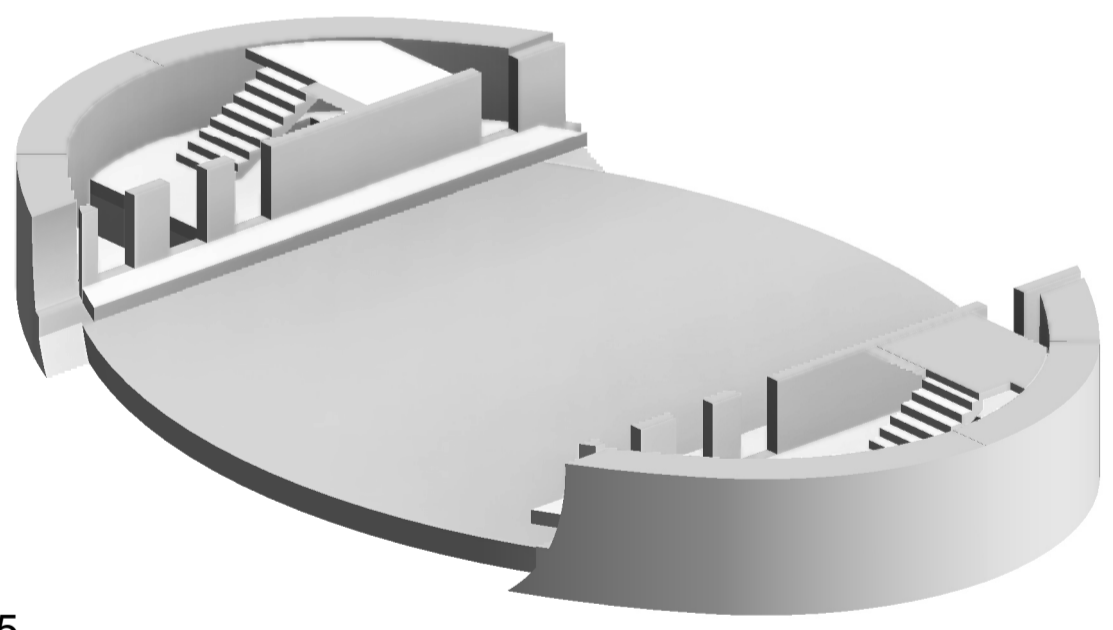
PLANTA NÍVEL 5.25
Esc. 1: 100



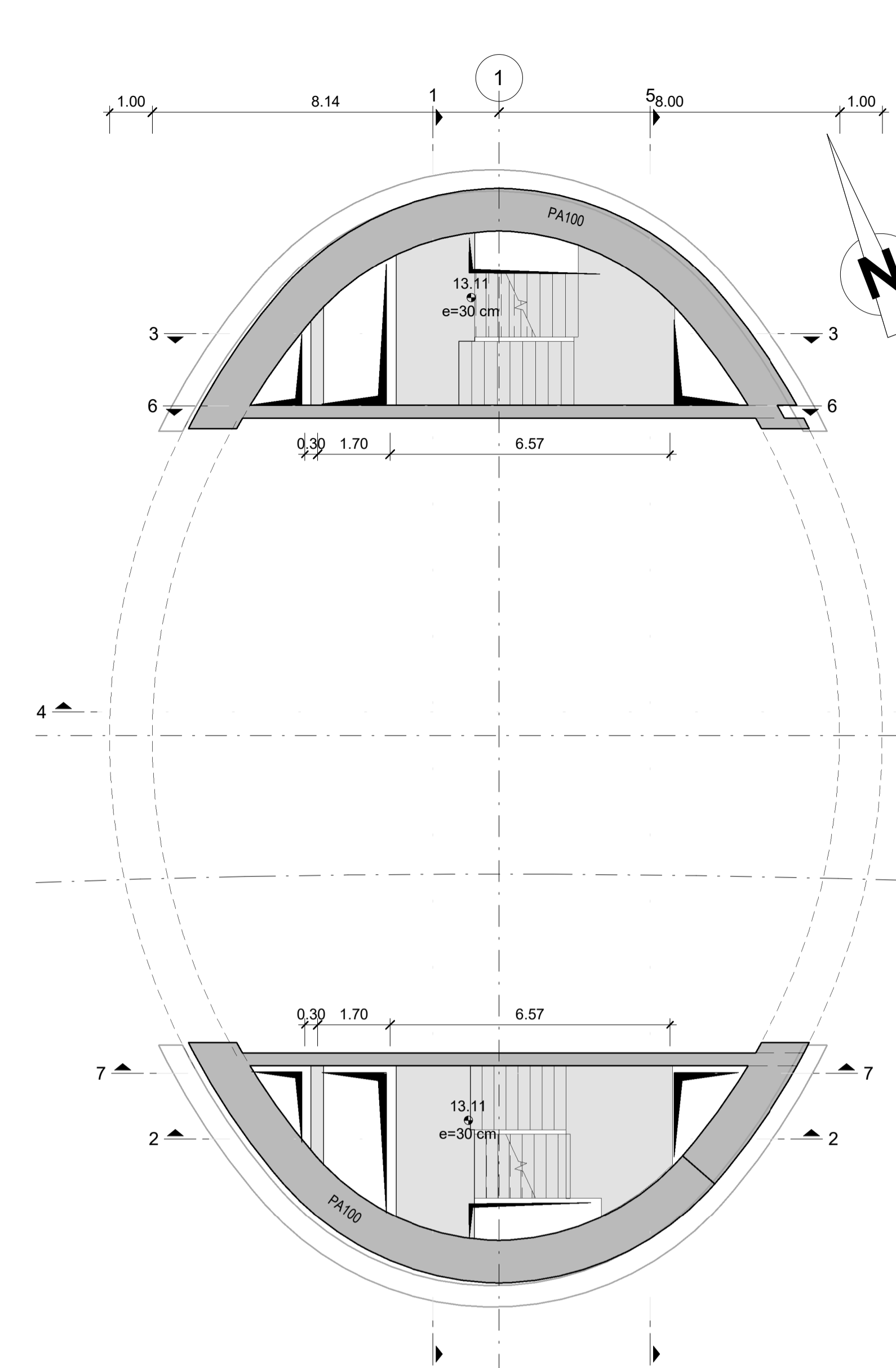
VISTA 3D NÍVEL 5.25
s / escala



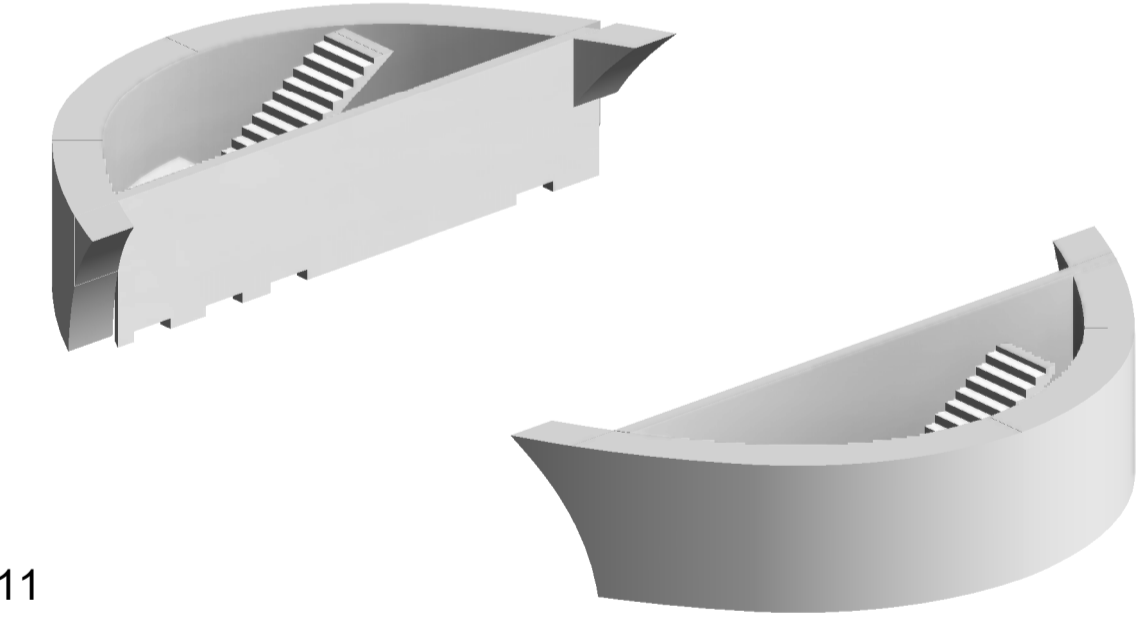
PLANTA NÍVEL 10.05
Esc. 1: 100



VISTA 3D NÍVEL 10.05
s / escala



PLANTA NÍVEL 13.11
Esc. 1: 100



VISTA 3D NÍVEL 13.11
s / escala

FASEAMENTO CONSTRUTIVO (POÇO PV217):

1. Execução da impermeabilização do poço entre os revestimentos provisório e definitivo;
2. Execução revestimento definitivo de +2.30 a +32.46;
3. Execução da estrutura interna do poço da forma tradicional;
 - a. Execução dos elementos verticais até ao piso do cais;
 - b. Abertura de roços horizontais no revestimento definitivo do poço para descobrir os varões deixados para empalme das armaduras das lajes;
 - c. Instalação de cimbras e cofragem do piso, seguido de montagem de armaduras;
 - d. Betonagem do piso do cais numa única operação;
 - e. Repetição das fases i) a iv) para os restantes pisos até ao nível da cobertura enterrada;
 - f. Execução da estrutura elevada do poço (paredes, piso de entrada e cobertura).
4. Colocação de aterro;
5. Acabamentos.

ALTERAÇÕES			
N.º	Descrição	DATA	DES. / VERIF.
0	Emissão inicial	04/10/2024	AH / RP

PROLONGAMENTO DA LINHA VERMELHA S. SEBASTIÃO - ALCÂNTARA		
PROJETO DE EXECUÇÃO		
Data:		
Aprov.:	ESTRUTURAS	
Verif.:	POÇO DE VENTILAÇÃO 217	
Proj.:	ESTRUTURAS DEFINITIVAS	
Des.:	PLANTAS DE DIMENSIONAMENTO - NÍVEIS 5.25, 10.05 E 13.11	
Escalas:		Des. n.º 134641 F. / /
Alter.:		
Substituído:		
N.º SAP:		Versão
		Folha

Aprov. AP 04/10/2024		MOTAENGIL ENGENHARIA	
Verif. RT 04/10/2024		COBA / JET SJ / JLCM / TALPROJECTO	
Proj. AH / AS, CM, PM 04/10/2024		Escala: 1/100	
Des. AH 04/10/2024		Folha: 02/09	

Identificação Empresa Projeto: COBA / JET SJ / JLCM / TALPROJECTO

Desenho nº LVSSA MSA PE STR PVE PV217 DW 086550 0 (02-09)

Alter. 04/10/2024