

ELABORAÇÃO DE PROJETO BÁSICO/EXECUTIVO E PACOTE TÉCNICO DO COLETOR DE ESGOTOS DENOMINADO "CÓRREGO DO BAIRRINHO" DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO MUNICÍPIO DE MOGI MIRIM - SP.

RELATÓRIO 05 - PROJETO EXECUTIVO
DA TRAVESSIA SOB FERROVIA



DEZEMBRO 2024

Elaboração		Concessionária			
					
Documento	Memorial Descritivo	Revisão	01	Página 1	
RELATÓRIO 05 – PROJETO EXECUTIVO DA TRAVESSIA SOB A FERROVIA					
					
ELABORAÇÃO DE PROJETO BÁSICO/EXECUTIVO E PACOTE TÉCNICO DO COLETOR DE ESGOTOS DENOMINADO "CÓRREGO DO BAIRRINHO" DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO MUNICÍPIO DE MOGI MIRIM - SP					
RELATÓRIO 05 – PROJETO EXECUTIVO DA TRAVESSIA SOB A FERROVIA - INTERCEPTOR CÓRREGO DO BAIRRINHO (SES MOGI MIRIM)					
ÍNDICE DE REVISÕES					
01	13/12/2024	REVISÃO 01	RJS	FR	FR
00	18/10/2024	EMIÇÃO INICIAL	RJS	FR	FR
REV	DATA	NATUREZA DA REVISÃO	ELAB.	VERIF.	APROV
CLIENTE: SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO MOGI MIRIM/SP					
CONTRATO: 007/2024					
TÍTULO: ELABORAÇÃO DE PROJETO BÁSICO/EXECUTIVO E PACOTE TÉCNICO DO COLETOR DE ESGOTOS DENOMINADO "CÓRREGO DO BAIRRINHO" DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO MUNICÍPIO DE MOGI MIRIM - SP					
DOCUMENTO: PROJETO EXECUTIVO DA TRAVESSIA SOB A FERROVIA - INTERCEPTOR CÓRREGO DO BAIRRINHO (SES MOGI MIRIM)					
CÓDIGO: 007/2024					
13/12/2024			FELIPE RUEDIGER-03 493052936 Assinatura digital por SANEPRO SANEAMENTO AMBIENTAL CPF: 08.947.884/0001-90 Assinatura digital por SANEPRO SANEAMENTO AMBIENTAL CPF: 08.947.884/0001-90 Assinatura digital por SANEPRO SANEAMENTO AMBIENTAL CPF: 08.947.884/0001-90		

Elaboração		Concessionária		
 SANEPRO SANEAMENTO AMBIENTAL		 SAAE SAO PAULO		
Documento	Memorial Descritivo	Revisão	01	Página 2
RELATÓRIO 05 – PROJETO EXECUTIVO DA TRAVESSIA SOB A FERROVIA				
ÍNDICE				
1	APRESENTAÇÃO.....			4
2	NORMAS PERTINENTES.....			5
3	DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA.....			6
4	JUSTIFICATIVA			7
5	DELIMITAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....			8
6	CONCEPÇÃO ADOTADA.....			10
7	TRAVESSIA SOB A FERROVIA			14
7.1	JUSTIFICATIVA DA TRAVESSIA			14
7.2	LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DA TRAVESSIA.....			15
7.3	CARACTERÍSTICAS DA FERROVIA.....			17
7.4	CARACTERÍSTICAS DA TRAVESSIA.....			25
7.4.1	PRODUTO A SER CONDUZIDO			25
7.4.2	ÂNGULO DA TRAVESSIA.....			25
7.4.3	IDENTIFICAÇÃO DA TRAVESSIA			26
7.4.4	ESPECIFICAÇÕES			26
7.4.5	MEMÓRIA DE CÁLCULO DA RESISTÊNCIA DO TUBO			30
7.4.6	MÉTODO EXECUTIVO			34
7.5	CRITÉRIOS DE PROJETO DA CONCESSIONÁRIA			38
8	ANEXOS.....			40

Elaboração 		Concessionária 		
Documento	Memorial Descritivo	Revisão	01	Página 3
RELATÓRIO 05 – PROJETO EXECUTIVO DA TRAVESSIA SOB A FERROVIA				
ÍNDICE DE TABELAS <i>Tabela 1: Coordenadas Eixo dos Poços de Visita da Travessia 15</i> <i>Tabela 2 - Dados da Ferrovia..... 20</i> <i>Tabela 3 - Informações do Posto de Abastecimento e Manutenção Ferroviária Anterior à Travessia 23</i> <i>Tabela 4 - Terminais de Carga Ferroviária Anterior à Travessia..... 23</i> <i>Tabela 5 - Informações do Posto de Abastecimento e Manutenção Ferroviária Após a Travessia..... 24</i> <i>Tabela 6 - Terminais de Carga Ferroviários Ferroviária Após a Travessia 24</i> <i>Tabela 7: Condições de aterro 31</i> <i>Tabela 8: Valores Típicos de módulo de Elasticidade 31</i> <i>Tabela 9: Tipos de solo 32</i> <i>Tabela 10: Módulo secante de deformação do solo 32</i> <i>Tabela 11: Vantagens e Desvantagens do Horizontal Directional Drilling - HDD 38</i> ÍNDICE DE FIGURAS <i>Figura 1: Área da Bacia de Contribuição 9</i> <i>Figura 2: Interceptor Córrego do Bairrinho 13</i> <i>Figura 3: Localização da Travessia 16</i> <i>Figura 4: Ferrovia em Mogi Mirim 18</i> <i>Figura 5: Localização dos Postos de Abastecimento e Manutenção Ferroviária e os Terminais de Carga Ferroviária 22</i> <i>Figura 6: Sequência de Operação da Perfuração Direcional Horizontal - HDD 35</i>				

Elaboração		Concessionária		
				
Documento	Memorial Descritivo	Revisão	01	Página 4
RELATÓRIO 05 – PROJETO EXECUTIVO DA TRAVESSIA SOB A FERROVIA				
1 APRESENTAÇÃO				
O presente documento apresenta o <u>Relatório 05 – Projeto Executivo da Travessia Sob a Ferrovia</u>, referente ao Projeto Executivo do Coletor Tronco de Esgotos denominado "Córrego do Bairrinho" do Sistema de Esgotamento Sanitário do Município de Mogi Mirim - SP. O relatório aborda de forma abrangente os critérios e requisitos técnicos que norteiam o projeto da travessia sob a Ferrovia, assegurando o cumprimento das normas e exigências estabelecidas pelas concessionárias e órgãos reguladores competentes. Além de atender a essas diretrizes, o relatório contempla a estratégia de execução da travessia, oferecendo uma descrição da metodologia proposta para sua realização. O trabalho apresentado decorre de um Contrato Administrativo firmado entre o Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Mogi Mirim – SAAE e a empresa Sanepro Engenharia LTDA, objetivando a Contratação de empresa de engenharia especializada para elaboração de Projeto Básico e Executivo do coletor de esgotos denominado "córrego do bairrinho" do sistema de esgotamento sanitário do município de Mogi Mirim - SP decorrente do Empenho Nº 00404/2024, considerando-se parte desse instrumento contratual os anexos constantes no Edital de Concorrência Pública nº. 013/2023.				

Elaboração		Concessionária		
				
Documento	Memorial Descritivo	Revisão	01	Página 5

RELATÓRIO 05 – PROJETO EXECUTIVO DA TRAVESSIA SOB A FERROVIA

2 NORMAS PERTINENTES

A elaboração do presente relatório está pautada nos parâmetros e recomendações das seguintes Normas Brasileiras da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

- ABNT NBR 15938:2016 – Via Férrea – Travessia de Tubulação;
- ABNT NBR 11542:2010 – Via Férrea – Travessia – Identificação;
- ABNT NBR 9648:1986 - Estudo de concepção de sistemas de esgoto sanitário - Procedimento;
- ABNT NBR 14486:2000 - Sistemas enterrados para condução de esgoto sanitário - Projeto de redes coletoras com tubos de PVC;
- ABNT NBR 12207:2016 - Projeto de interceptores de esgoto sanitário;
- ABNT NBR 12208:2020 - Projeto de estação de bombeamento ou de estação elevatória de esgoto – Requisitos;
- ABNT NBR 12209:2011 - Elaboração de projetos hidráulico-sanitários de estações de tratamento de esgotos sanitários.

Elaboração		Concessionária		
				
Documento	Memorial Descritivo	Revisão	01	Página 6

RELATÓRIO 05 – PROJETO EXECUTIVO DA TRAVESSIA SOB A FERROVIA

3 DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

Para o desenvolvimento dos trabalhos tomou-se o seguinte documento como referência:

- Termo de Referência (TR) apresentado pela Contratante para Contratação de Empresa de Engenharia Consultiva para Elaboração do Projeto Executivo do Coletor Tronco de Esgotos denominado “Córrego do Bairrinho” do Sistema de Esgotamento Sanitário do Município de Mogi Mirim - SP.

Elaboração 		Concessionária 		
Documento	Memorial Descritivo	Revisão	01	Página 7

RELATÓRIO 05 – PROJETO EXECUTIVO DA TRAVESSIA SOB A FERROVIA

4 JUSTIFICATIVA

O acesso ao saneamento básico é um direito estabelecido pela Constituição Brasileira (1988), definido pelo Art. 3º da Lei 14.026/2020, de 15 de julho de 2020, como o “conjunto de serviços públicos, infraestrutura e instalações operacionais” (BRASIL, 2020, p.1). Todavia, o acesso ao saneamento básico ainda não é uma realidade para toda a população. Segundo a Organização Mundial da Saúde, até 2017, cerca de 2,2 bilhões de pessoas no mundo ainda não tinham acesso à água potável e 4,2 bilhões não possuíam um sistema de saneamento seguro (OMS, 2017).

Tendo em vista esse aspecto, o novo marco legal do saneamento básico, definido pela Lei 14.026/2020, de 15 de julho de 2020, estabelece prazo para que a universalização dos serviços públicos de saneamento básico seja atingida em todo o território nacional, garantindo o atendimento de 99% da população com água potável e 90% com coleta e tratamento de esgoto sanitário, até 31 de dezembro de 2033 (BRASIL, 2020).

A fim de aprimorar o Sistema de Esgotamento Sanitário de Mogi Mirim, o presente documento tem por objetivo descrever detalhadamente a travessia sob a Ferrovia, que compõe o Projeto Executivo do Coletor Tronco de Esgotos denominado “Córrego do Bairrinho” do Sistema de Esgotamento Sanitário do Município de Mogi Mirim - SP. Logo, a elaboração do projeto visa contribuir para a melhoria da qualidade de vida da comunidade residente.

Elaboração 		Concessionária 		
Documento	Memorial Descritivo	Revisão	01	Página 8

RELATÓRIO 05 – PROJETO EXECUTIVO DA TRAVESSIA SOB A FERROVIA

5 DELIMITAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo em questão restringe-se, de maneira geral, ao Município de Mogi Mirim, localizado na região Leste do Estado de São Paulo. A área de projeto se situa nos arredores do Córrego Bairrinho, que percorre nas proximidades da Estrada Francisco Antônio Vômero.

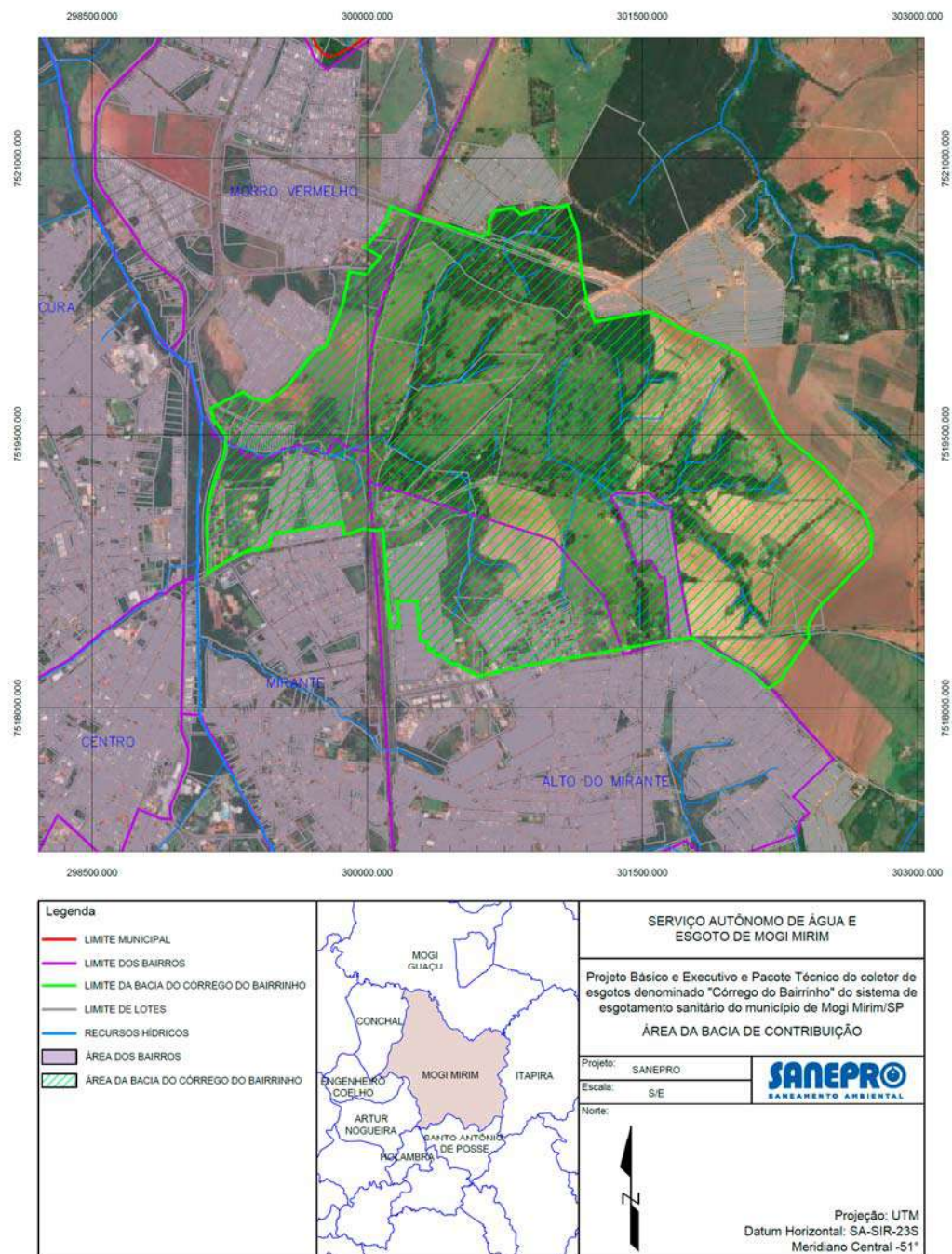
Nesse contexto, a presente contratação vislumbra a concepção de um Interceptor a fim de atender as edificações situadas na localidade, bem como as possíveis áreas de expansão da região, ademais vislumbrará a interligação e o esgotamento das Estações Elevatórias de Esgoto Linda Chaib e Elzio Mariotoni, as quais serão desativadas, em consonância com as necessidades da região e as diretrizes específicas do projeto. A figura a seguir apresenta a área da bacia de contribuição.

Elaboração		Concessionária		
				
Documento	Memorial Descritivo	Revisão	01	Página 9

RELATÓRIO 05 – PROJETO EXECUTIVO DA TRAVESSIA SOB A FERROVIA

Figura 1: Área da Bacia de Contribuição

Área da Bacia de Contribuição

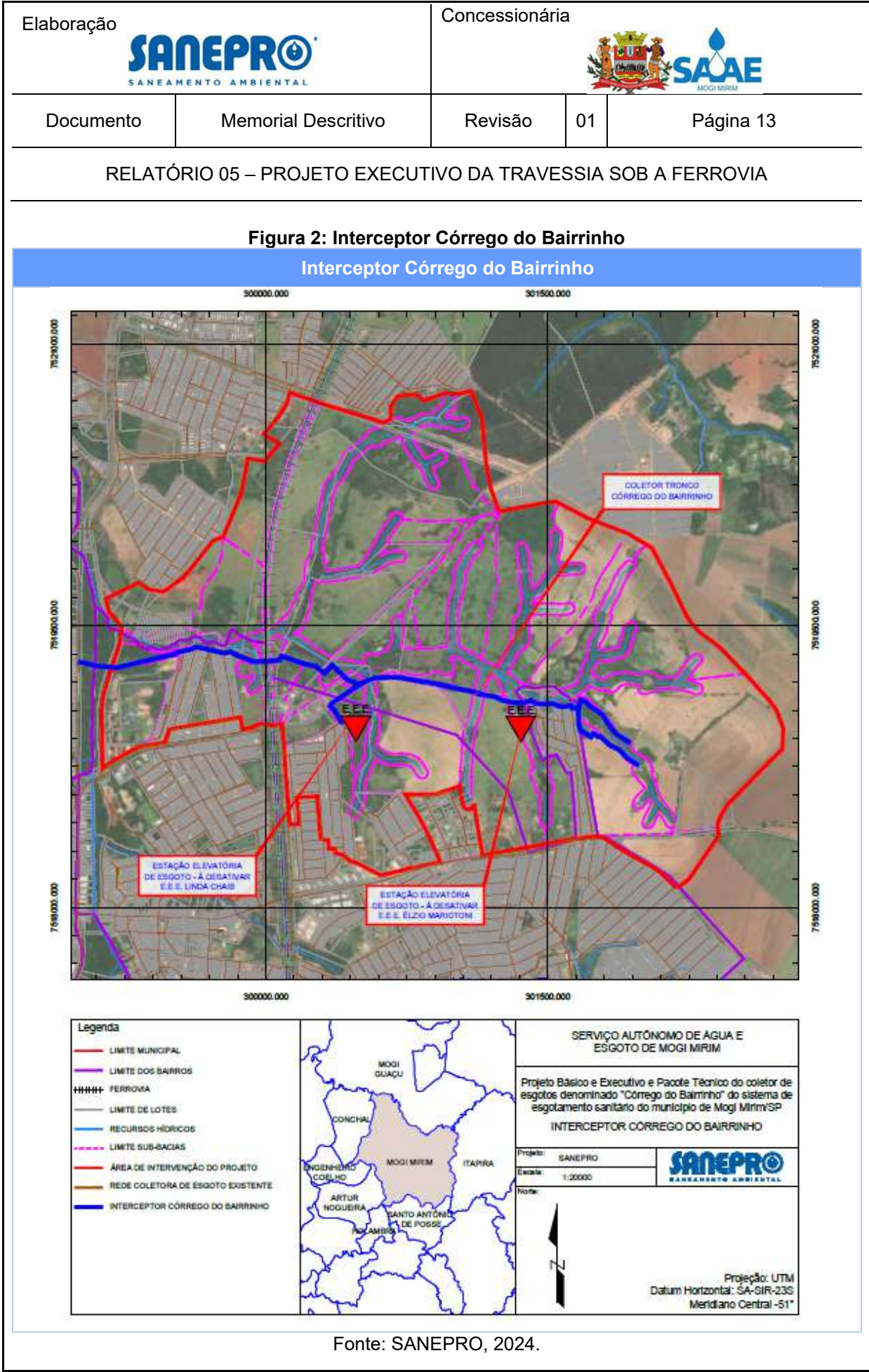


Fonte: SANEPRO, 2024.

Elaboração 		Concessionária 		
Documento	Memorial Descritivo	Revisão	01	Página 10
RELATÓRIO 05 – PROJETO EXECUTIVO DA TRAVESSIA SOB A FERROVIA				
6 CONCEPÇÃO ADOTADA A concepção proposta ao projeto, considerou o atendimento desde o estágio inicial do plano até o horizonte do projeto, assegurando a eficiência operacional do sistema. Simultaneamente, buscou-se promover a preservação ambiental, em conformidade com os critérios estabelecidos para o presente projeto. Atualmente na área de intervenção do projeto, encontra-se implantado e em operação as sub-bacias Elzio Mariotoni (operação SAAE), Sub-Bacia Linda Chaib (operação SAAE), Sub-Bacia Jardim Patrícia (Condomínio Privado, operação particular), sendo que as demais áreas de expansão não possuem sistema de esgotamento sanitário. O objetivo principal do projeto é que o interceptor projetado receba o esgoto via gravidade dos sistemas existentes (Sub-Bacias Elzio Mariotoni e Linda Chaib) desativando estas EEE's em operação, e que seu caminhando margeie a medida do possível o córrego Bairrinho em vista de possibilitar a contribuição futura de áreas de expansão inseridas dentro da bacia de intervenção, sendo o projeto responsável por receber todo o esgoto gerando na região, interligando-se ao sistema existente, especificamente no Coletor Tronco do Rio Mogi Mirim. Observa-se que o sistema possui capacidade para que seja realizada também a desativação da EEE Jardim Patrícia, porém como a operação desse sistema é realizado pelo próprio condomínio privado/fechado, esta obra deverá ser realizada segundo solicitação e necessidade do próprio empreendimento. Para esse projeto em questão, ocorrem a existência massiva de áreas de expansão inseridas no caminhamento do interceptor, o qual deverá ser capaz de receber as contribuições atuais e futuras de empreendimentos inseridos na bacia de intervenção.				

Elaboração 		Concessionária 		
Documento	Memorial Descritivo	Revisão	01	Página 11
RELATÓRIO 05 – PROJETO EXECUTIVO DA TRAVESSIA SOB A FERROVIA				
Neste sentido, o traçado do Interceptor Bairrinho inicia-se em ambos os lados do respectivo córrego, a fim de compreender as edificações existentes e as futuras áreas de expansão, sendo unificado no início do Loteamento Elzio Mariotoni, de onde seguirá o caminhamento pela Estrada Francisco Antônio Vomero / Estrada Bairrinho, recebendo neste trecho as interligações das Estações Elevatórias de Esgoto denominadas Linda Chaib e Elzio Mariotoni, as quais serão desativadas. A partir deste ponto, a tubulação seguirá margeando o córrego bairrinho, cruzando perpendicularmente a Rua Ariovaldo Silveira Franco, Estrada Cantagallo, Ferrovia, Loteamento Jardim Patrícia e Rio Mogi Mirim, para posteriormente interligar-se ao sistema existente, no Coletor Tronco do Rio Mogi Mirim, localizado na Rua Deputado Nagig Chaib. O traçado do coletor seguirá o Método Executivo Convencional, com escavação mecânica. No entanto, identificaram-se necessidade de travessias especiais, como no caso da ferrovia, e do Rio Mogi Mirim - sendo que nestes casos previu-se a concepção pelo Método Não Destrutivo (M.N.D.). Ao longo do caminhamento concebido, grande parte da tubulação projetada localiza-se em imóveis privados, necessitando a criação de faixas sanitárias para a realização das obras. Para todas as sub-bacias delimitadas no projeto, foram previstos os respectivos pontos de conexão futura, de modo que o sistema projetado possua capacidade de atendimento tanto das vazões de contribuições de esgoto sanitário, quanto de interligação das tubulações via gravidade. Com o arranjo concebido é possível convergir o fluxo de escoamento da bacia de projeto, bem como das Estações Elevatórias de Esgoto a serem desativadas para um único ponto final, onde encontra-se o Coletor Tronco do Rio Mogi Mirim,				

Elaboração 		Concessionária 		
Documento	Memorial Descritivo	Revisão	01	Página 12
RELATÓRIO 05 – PROJETO EXECUTIVO DA TRAVESSIA SOB A FERROVIA				
responsável pelo encaminhamento do esgoto das localidades para a Estação de Tratamento de Esgoto – ETE Mogi Mirim, responsável pelo tratamento do esgoto da região do projeto. Neste sentido, quanto a capacidade do sistema de coleta existente situado à jusante da área de projeto, caberá ao SAAE Mogi Mirim avaliar a capacidade de atendimento do incremento das vazões previstas para a região, até o final do horizonte de projeto. Diante desse cenário, é crucial salientar a importância de um planejamento preciso e de intervenções estratégicas para garantir não apenas a conclusão efetiva das obras, mas também a eficiência operacional do sistema, alinhando-se assim os padrões e diretrizes estabelecidos para o presente projeto. Na imagem a seguir, apresenta-se a concepção do Interceptor Córrego do Bairrinho, bem como as Estações Elevatórias de Esgoto a serem desativadas.				



Elaboração 		Concessionária 		
Documento	Memorial Descritivo	Revisão	01	Página 14

RELATÓRIO 05 – PROJETO EXECUTIVO DA TRAVESSIA SOB A FERROVIA

7 TRAVESSIA SOB A FERROVIA

O município de Mogi Mirim é interceptado por uma ferrovia de suma relevância para o comércio estadual, a qual percorre o território de norte a sul, passando nas proximidades da Rodovia SP-340 e dividindo os bairros Mirante e Alto do Mirante. Essa ferrovia cruza áreas urbanas e rurais, situando-se a leste do centro da cidade e seguindo em direção ao Município de Mogi Guaçu.

7.1 JUSTIFICATIVA DA TRAVESSIA

A travessia sob a ferrovia se justifica pela necessidade em garantir a continuidade e eficiência do Sistema de Esgotamento Sanitário da região. Com a implementação do interceptor projetado, é imprescindível que o esgoto coletado na área do projeto seja encaminhado de maneira adequada ao sistema de coleta existente.

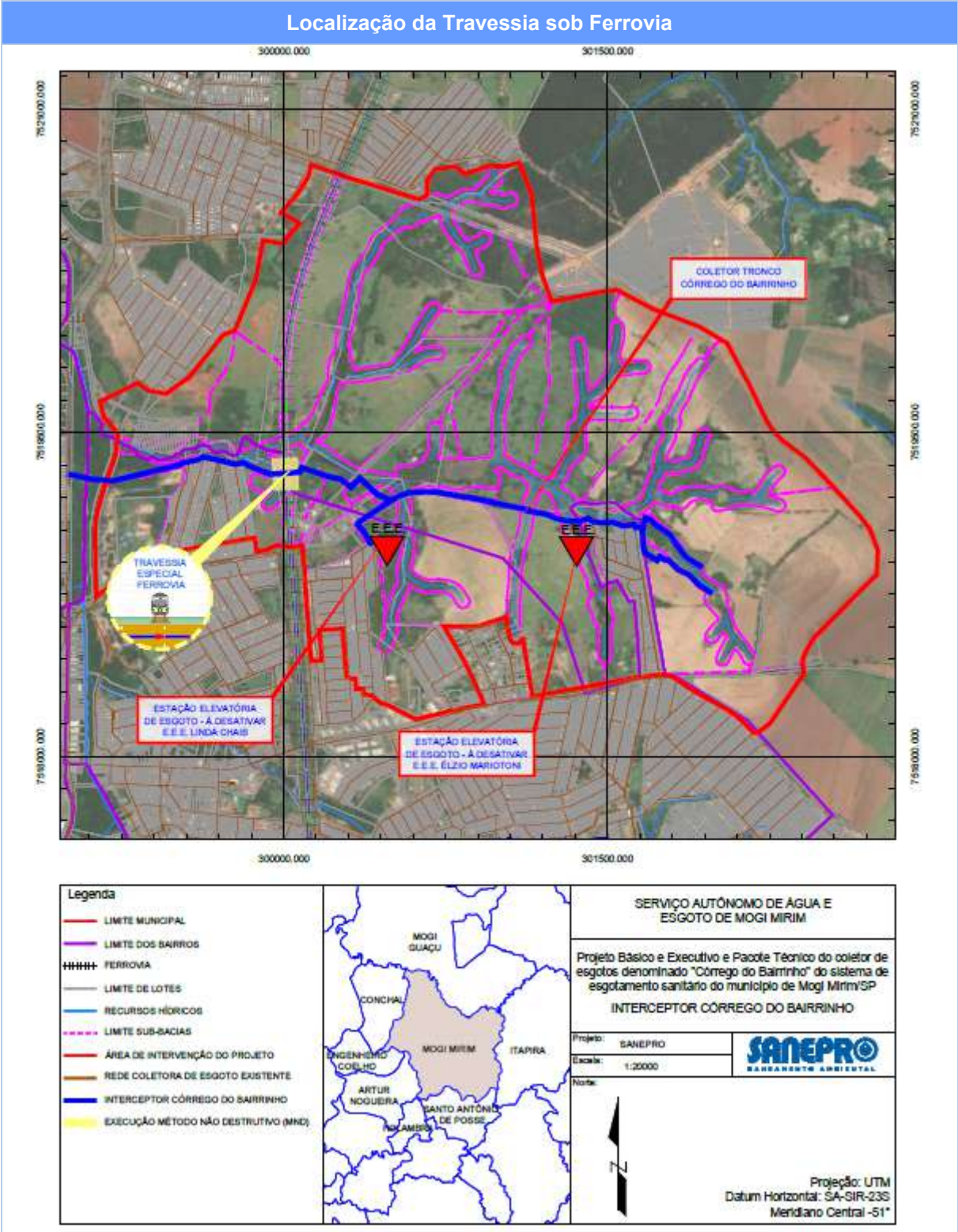
A travessia sob a ferrovia viabiliza o encaminhamento do esgoto em direção à Avenida Professor Adibe Chaib, garantindo que ocorra a interligação do interceptor projetado ao poço de visita existente. Ademais, o respectivo projeto contribui para a mitigação de problemas sanitários, contribuindo para a saúde pública e a qualidade de vida da comunidade.

Portanto, a travessia sob a ferrovia justifica-se não apenas por uma questão de infraestrutura, mas uma medida essencial para a promoção de um sistema de saneamento eficaz, bem como na preservação das condições ambientais e sanitárias da região.

Elaboração 		Concessionária 												
Documento	Memorial Descritivo	Revisão	01	Página 15										
RELATÓRIO 05 – PROJETO EXECUTIVO DA TRAVESSIA SOB A FERROVIA														
7.2 LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DA TRAVESSIA A travessia inicia nas coordenadas 22°25'14.14"S e 46°56'32.66"O e termina nas coordenadas 22°25'14.66"S e 46°56'37.30"O, ao nordeste do Município de Mogi Mirim – São Paulo (SP), entre os bairros Mirante e Alto do Mirante, especificamente no marco quilométrico: 323,868 km. A travessia M.N.D delimita-se entre o PV55 e o PV65 no trecho (9-2), partindo da faixa de rodagem da Estrada Cantagallo (PV55), indo em direção oeste passando sob o eixo da ferrovia e posteriormente passando sob a faixa de rodagem da Rua Professora Helena Romanello Campos finalizando-se a margem oeste da mesma (PV65). Na tabela a seguir apresenta-se as coordenadas dos eixos dos poços de vista que delimitam a travessia M.N.D sob a ferrovia. Tabela 1: Coordenadas Eixo dos Poços de Visita da Travessia <table> <tr> <th>TRECHO</th><th>TIPO DE TRAVESSIA</th><th>PV MONTANTE/PV JUSANTE</th><th>COORDENADAS X E Y - PV MONTANTE</th><th>COORDENADAS X E Y - PV JUSANTE</th></tr> <tr> <td>TRECHO 9-2</td><td>M.N.D</td><td>PV55/PV65</td><td>X: 300072.575 Y: 7519315.680</td><td>X:299939.992 Y:7519307.184</td></tr> </table> O interceptor de esgoto projetado passará pelo bairro Alto do Mirante, onde coletará toda a carga de esgoto sanitário da região e seguirá até atravessar perpendicularmente a ferrovia, para então seguir pelo bairro Mirante e conectar-se ao poço de visita existente na Avenida Professor Adibe Chaib. A figura a seguir representa a localização da travessia.					TRECHO	TIPO DE TRAVESSIA	PV MONTANTE/PV JUSANTE	COORDENADAS X E Y - PV MONTANTE	COORDENADAS X E Y - PV JUSANTE	TRECHO 9-2	M.N.D	PV55/PV65	X: 300072.575 Y: 7519315.680	X:299939.992 Y:7519307.184
TRECHO	TIPO DE TRAVESSIA	PV MONTANTE/PV JUSANTE	COORDENADAS X E Y - PV MONTANTE	COORDENADAS X E Y - PV JUSANTE										
TRECHO 9-2	M.N.D	PV55/PV65	X: 300072.575 Y: 7519315.680	X:299939.992 Y:7519307.184										

RELATÓRIO 05 – PROJETO EXECUTIVO DA TRAVESSIA SOB A FERROVIA

Figura 3: Localização da Travessia
Localização da Travessia sob Ferrovia



Fonte: SANEPRO, 2024.

Elaboração 		Concessionária 		
Documento	Memorial Descritivo	Revisão	01	Página 17
RELATÓRIO 05 – PROJETO EXECUTIVO DA TRAVESSIA SOB A FERROVIA				
7.3 CARACTERÍSTICAS DA FERROVIA A ferrovia de Mogi Mirim está intimamente ligada a história da cidade, e faz parte da maior ferrovia do Brasil, a Ferrovia Centro-Atlântica. Esta ferrovia é responsável por realizar o transporte de grãos, produtos de agroindústria e líquidos, produtos siderúrgicos, minério de ferro e insumos para indústrias. A estação ferroviária de Mogi Mirim foi uma das primeiras da extinta Companhia Mogiana de Estradas de Ferro. A estação ferroviária fica próxima à área central da cidade e foi desativada em 1979, quando as companhias paulistas já haviam sido reunidas na extinta Ferrovia Paulista S/A (FEPASA). Atualmente, a ferrovia existente no município faz parte do grupo Ferrovia Centro-Atlântica S.A, que está sob o controle da concessionária VLI desde 2011. Os trechos ferroviários que pertencem a Mogi Mirim fazem parte de uma rede histórica que remonta à época da Companhia Mogiana de Estradas de Ferro, fundada em 1872. Esses trechos desempenharam um papel essencial no desenvolvimento econômico da região, especialmente no transporte de café e outras mercadorias até o porto de Santos, consolidando o interior paulista como uma das áreas mais prósperas do país. Ainda hoje, a ferrovia é utilizada para o transporte de cargas, destacando-se produtos agrícolas e insumos industriais, embora o transporte de passageiros tenha sido significativamente reduzido ao longo dos anos. O trecho é de suma importância estratégica desses trechos para a logística regional, bem como os desafios enfrentados na preservação e modernização da infraestrutura ferroviária. A linha que atravessa Mogi Mirim continua a ser um elo				

Elaboração



Concessionária



Documento

Memorial Descritivo

Revisão

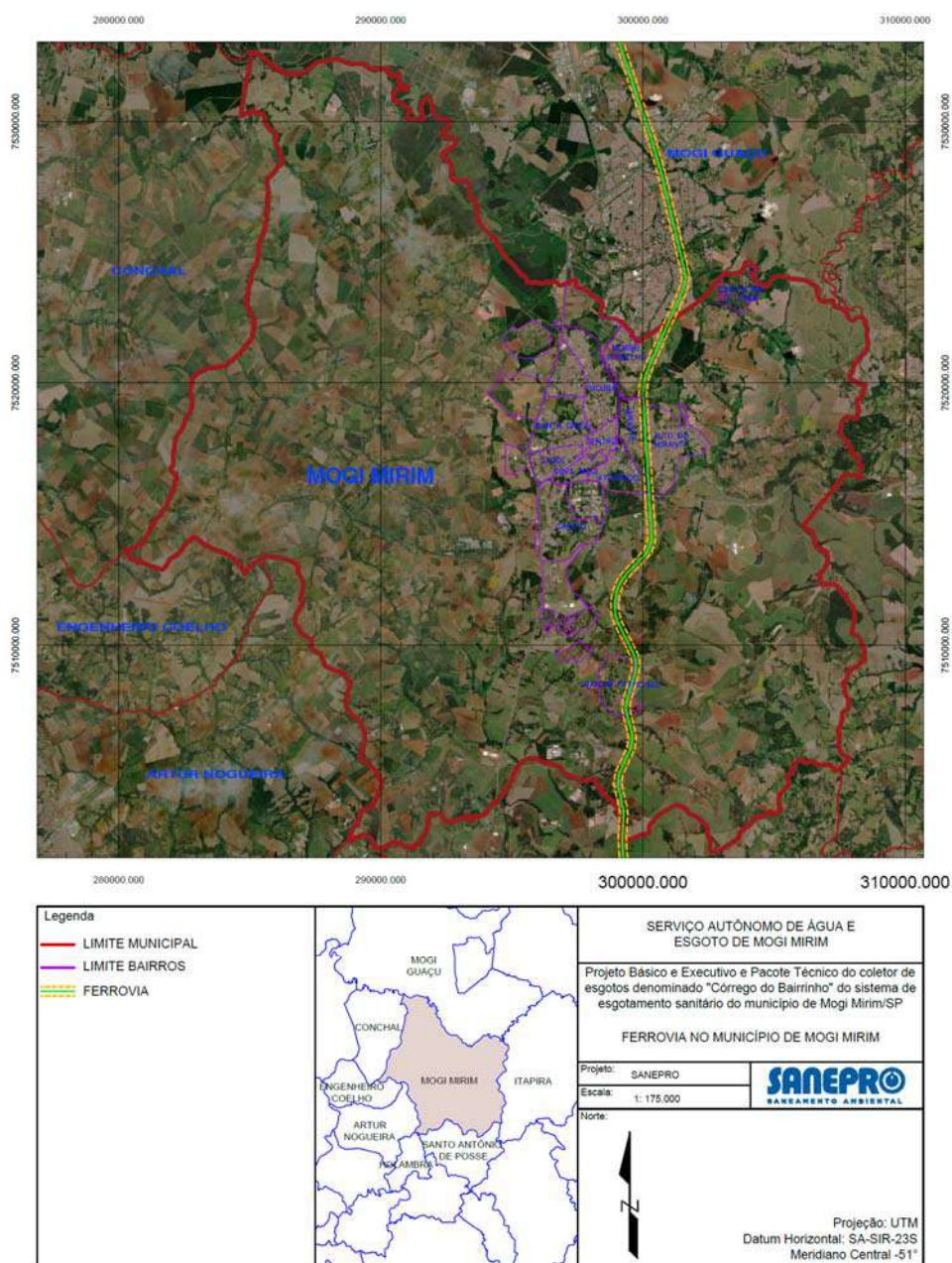
01

Página 18

RELATÓRIO 05 – PROJETO EXECUTIVO DA TRAVESSIA SOB A FERROVIA

fundamental na malha ferroviária do estado de São Paulo, contribuindo para a integração das cadeias produtivas e para a competitividade do setor logístico nacional.

Figura 4: Ferrovia em Mogi Mirim
Localização da Ferrovia em Ferrovias



Fonte: SANEPRO, 2024.

Elaboração 		Concessionária 		
Documento	Memorial Descritivo	Revisão	01	Página 19
RELATÓRIO 05 – PROJETO EXECUTIVO DA TRAVESSIA SOB A FERROVIA				
O Portal Ferroviário EPL – Empresa de Planejamento e Logística S.A., uma importante fonte de informações sobre o sistema ferroviário brasileiro, apresenta dados detalhados sobre a infraestrutura ferroviária nacional. Em seu mapa interativo, as ferrovias são segmentadas em trechos conforme a quilometragem, oferecendo informações relevantes, como pátios anteriores e posteriores, extensão, bitola, Postos de Abastecimentos e Terminais Ferroviários, entre outros. De acordo com o mapa, a cidade de Mogi Mirim abrange dois trechos ferroviários: o primeiro com quilometragem inicial no Km 313,414 e final no Km 322,608, denominada FCA268, e o segundo com quilometragem inicial no Km 322,608 e final no Km 330,958, denominada FCA285. A travessia da rede coletora de esgoto ocorrerá no segundo trecho, para o qual o Portal Ferroviário EPL fornece os seguintes dados relacionados à infraestrutura que atravessa o município de Mogi Mirim.				

RELATÓRIO 05 – PROJETO EXECUTIVO DA TRAVESSIA SOB A FERROVIA

Tabela 2 - Dados da Ferrovia

Informações da Ferrovia de Mogi Mirim	
Ferrovia	FCA
Ano DR	2.019
Linha	Boa Vista Nova - Casa Branca
Pátio A	Mogi-Mirim (ZMM), km 322,608
Pátio B	Mogi-Guaçu (ZMG), km 330,958
Extensão km	8,35
Bitola	Métrica
Rampa Máxima Crescente	0,01
Rampa Máxima Decrescente	0,01
Número de Linhas	Singela
Sentido do Tráfego	Bidirecional
Circulação	CCO
Dias Operando	360
Sinalização	ABS
Potência	-
Circulação de Produtos Perigosos_Prod_Per	Sim
Equipamento Embarcado	Sim
Tempo Percurso Crescente	16,55
Tempo Percurso Decrescente	18,98
Tempo Licenciamento	6
Sessão de Bloqueio	1
Índices de Eficiência Informado (%) K1	0,92
Índices de Eficiência Informado (%)K2	0,64
Índices de Eficiência Informado (%)K3	1
Índices de Eficiência Informado (%)K	0,59
Índices de Eficiência Considerado (%)K1	0,92
Índices de Eficiência Considerado (%)K2	0,64
Índices de Eficiência Considerado (%)K3	1

Elaboração  SANEAMENTO AMBIENTAL		Concessionária 		
Documento	Memorial Descritivo	Revisão	01	Página 21

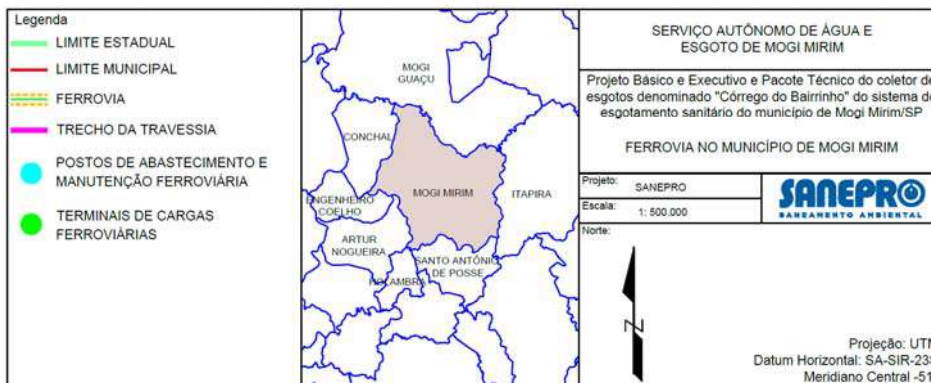
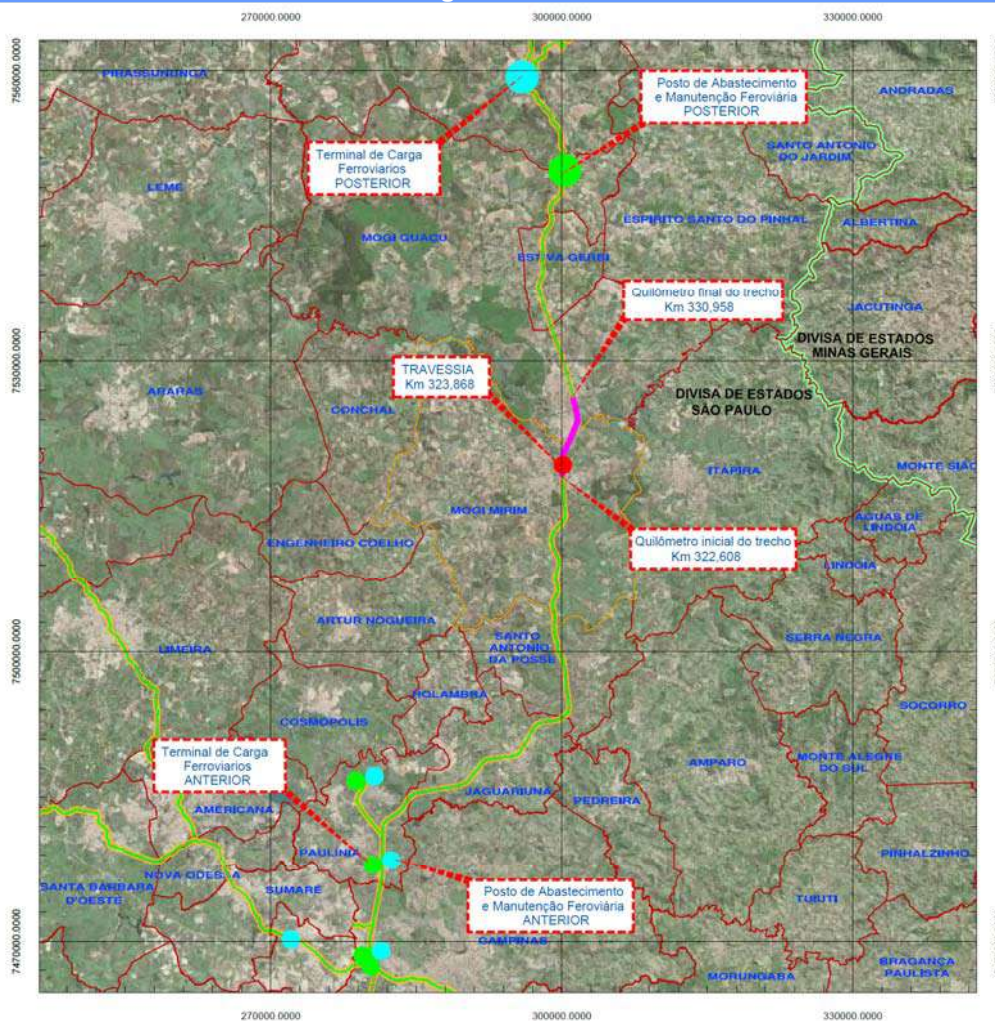
RELATÓRIO 05 – PROJETO EXECUTIVO DA TRAVESSIA SOB A FERROVIA

Informações da Ferrovia de Mogi Mirim	
Índices de Eficiência Considerado (%)K	0,59
Capacidade Instalada Ano Anterior Crescente	13,99
Capacidade Instalada Ano Anterior Decrescente	13,99
Capacidade Instalada Calculada Crescente	20,3
Capacidade Instalada Calculada Decrescente	20,3
Capacidade Instalada Informada Crescente	20,3
Capacidade Instalada Informada Decrescente	20,3
Capacidade Instalada Considerada Crescente	13,99
Capacidade Instalada Considerada Decrescente	13,99
Capacidade Vinculada Informada Crescente	8,9
Capacidade Vinculada Informada Decrescente	8,9
Capacidade Vinculada Considerada Crescente	9,03
Capacidade Vinculada Considerada Decrescente	9,03
Ociosa Informada Crescente	11,4
Ociosa Informada decrescente	11,4
Ociosa Considerada Crescente	4,96
Capacidade Ociosa Considerada Decrescente	4,96
Justificativa	Permite cruzamento de trens no modelo padrão
Estado	São Paulo
UF	SP
Km Inicial	322,608
Km Final	330,958

Fonte: Portal Ferroviário, 2024.

O mapa apresentado a seguir traz os Postos de Abastecimento e Manutenção Ferroviária, e os Terminais de Carga Ferroviários presentes nas proximidades de Mogi Mirim.

RELATÓRIO 05 – PROJETO EXECUTIVO DA TRAVESSIA SOB A FERROVIA

Figura 5: Localização dos Postos de Abastecimento e Manutenção Ferroviária e os Terminais de Carga Ferroviária**Localização dos Postos de Abastecimento e Manutenção Ferroviária e os Terminais de Carga Ferroviária**

Fonte: SANEPRO, 2024

Elaboração		Concessionária		
				
Documento	Memorial Descritivo	Revisão	01	Página 23
RELATÓRIO 05 – PROJETO EXECUTIVO DA TRAVESSIA SOB A FERROVIA				
As informações quanto ao Posto de Abastecimento e Manutenção Ferroviária, e Terminal de Carga Ferroviária localizados antes da Travessia sob a Ferrovia são os seguintes:				
Tabela 3 - Informações do Posto de Abastecimento e Manutenção Ferroviária Anterior à Travessia				
Posto de Abastecimento e Manutenção Ferroviária				
Ferrovia	FCA			
Pátio	Paulínia (ZOP,FCA)			
Vagão	-			
Local	-			
Identificação	-			
Código	ZOP			
Linha de Referência	Boa Vista Nova - Casa Branca			
Localização km	270,08			
Bitola	Mista			
Abastecimento	Viagem			
Mapa				
Fonte: Portal Ferroviário, 2024.				
Tabela 4 - Terminais de Carga Ferroviária Anterior à Travessia				
Terminais de Carga Ferroviários				
Ferrovia	FCA			
Código Estação	ZOP			
Pátio de Referência	Paulínia (ZOP, FCA)			
Terminal	Tequimar - ZOP			
Mercadoria	ALCOOL			
Classificação PNL	Granel Líquido			
Capacidade Vg/dia	20			
Capacidade TU/dia	960			
Tempo Médio de Carga Vg/h	0			
Tempo Médio de Carga TU/h	0			
Tempo Médio de Descarga Vg/h	1			
Tempo Médio de Descarga TU/h	60			
Nome Estação	Paulínia			
UF	SP			
Mapa				
Fonte: Portal Ferroviário, 2024.				

Elaboração		Concessionária		
				
Documento	Memorial Descritivo	Revisão	01	Página 24
RELATÓRIO 05 – PROJETO EXECUTIVO DA TRAVESSIA SOB A FERROVIA				
As informações quanto ao Posto de Abastecimento e Manutenção Ferroviária, e Terminal de Carga Ferroviária localizados após a Travessia sob a Ferrovia são os seguintes:				
Tabela 5 - Informações do Posto de Abastecimento e Manutenção Ferroviária Após a Travessia				
Postos de Abastecimento e Manutenção Ferroviária				
Ferrovia	FCA			
Patio	Aguai (ZAI, FCA)			
Vagão	-			
Local	-			
Identificação	-			
Código	ZAI			
Linha de Referência	Boa Vista Nova - Casa Branca			
Localização km	369,16			
Bitola	Métrica			
Abastecimento	Viagem			
Mapa	-			
Fonte: Portal Ferroviário, 2024.				
Tabela 6 - Terminais de Carga Ferroviários Ferroviária Após a Travessia				
Postos de Abastecimento e Manutenção Ferroviária				
Ferrovia	FCA			
Código Estação	ZMQ			
Pátio de Referência	Mato Seco (ZMQ, FCA)			
Terminal	Matosul			
Mercadoria	ACUCAR CRISTAL/REF.A GRANEL			
Classificação PNL	Carga Geral			
Capacidade Vg/dia	70			
Capacidade TU/dia	5.348			
Tempo Médio de Carga Vg/h	4			
Tempo Médio de Carga TU/h	334			
Tempo Médio de Descarga Vg/h	0			
Tempo Médio de Descarga TU/h	0			
Nome Estação	Mato Seco			
UF	SP			
Mapa	-			
Fonte: Portal Ferroviário, 2024.				

Elaboração 		Concessionária 		
Documento	Memorial Descritivo	Revisão	01	Página 25
RELATÓRIO 05 – PROJETO EXECUTIVO DA TRAVESSIA SOB A FERROVIA				
7.4 CARACTERÍSTICAS DA TRAVESSIA Neste item serão especificadas as características da travessia sob a ferrovia, com o objetivo de fornecer uma compreensão detalhada da infraestrutura projetada. 7.4.1 PRODUTO A SER CONDUZIDO O produto a ser conduzido é esgoto sanitário. A periculosidade do esgoto sanitário coletado reside na sua composição, que inclui patógenos, matéria orgânica, entre outros componentes, podendo ocasionar riscos à saúde pública e ao meio ambiente. Além disso, a descarga inadequada de esgoto pode levar à contaminação do solo e dos corpos hídricos, alterando os ecossistemas locais e prejudicando a biodiversidade. O projeto em questão vislumbra essencialmente a coleta do esgoto sanitário, com o objetivo de beneficiar a comunidade local e o meio ambiente. Ao assegurar uma gestão adequada do esgoto, contribui-se para a saúde pública, prevenindo doenças e melhorando as condições sanitárias. Simultaneamente, a iniciativa promove a preservação ambiental, minimizando os impactos negativos no solo e nos recursos hídricos. Assim, a implementação deste projeto é crucial para a qualidade de vida da população e para a proteção dos ecossistemas. 7.4.2 ÂNGULO DA TRAVESSIA A travessia sob a ferrovia será realizada de maneira perpendicular, formando um ângulo de 89,93 graus em relação ao eixo da ferrovia, conforme apresentado no projeto Executivo.				

Elaboração 		Concessionária 		
Documento	Memorial Descritivo	Revisão	01	Página 26
RELATÓRIO 05 – PROJETO EXECUTIVO DA TRAVESSIA SOB A FERROVIA				
7.4.3 IDENTIFICAÇÃO DA TRAVESSIA Levando em consideração as diretrizes da concessionária, bem como a norma ABNT NBR 11542:2010 – Via Férrea – Travessia – Identificação, a travessia sob a ferrovia deverá ser identificada por um código de quatro campos, separados por hifens, atribuído pelo proprietário ou concessionário da via férrea. – Primeiro Campo – Proprietário ou Concessionário da Via Ferrovia Centro-Atlântica S.A.: FCA. – Segundo Campo – Classificação da Travessia Quanto à finalidade: dutoviária – quando destinada à tubulação (2); Quanto à natureza: subterrânea (Z); Quanto à propriedade: pública: quando destinada ao uso público (U). – Terceiro Campo – Estação Mais Próxima Estação mais próxima: Terminal Tequimar - ZOP. – Quarto Campo – Marco Quilométrico Marco quilométrico: 323,868 km. Logo, tem-se o código de identificação da travessia: FCA-2ZU-ZOP-323,868 7.4.4 ESPECIFICAÇÕES A seguir, serão especificados os aspectos relativos aos materiais empregados no Projeto Executivo da Travessia sob a Ferrovia.				

Elaboração 		Concessionária 		
Documento	Memorial Descritivo	Revisão	01	Página 27
RELATÓRIO 05 – PROJETO EXECUTIVO DA TRAVESSIA SOB A FERROVIA				
A tubulação empregada no Interceptor de Esgoto será em Polietileno de Alta Densidade – PEAD, possui diâmetro externo de 560 mm – SDR 9 – PE 100 – PN 20, com uma espessura de 61,50 mm. A fim de garantir a proteção da tubulação transportadora, o Projeto Executivo prevê a implantação de um tubo camisa em Polietileno de Alta Densidade – PEAD, com diâmetro de no mínimo 1,5 vezes o DE do tubo transportador (Manual de Boas Práticas – ABPE, 2013), logo o tubo PEAD com DE 800 mm – SDR 9 – PE 100 – PN 20, com uma espessura de 89,30 mm. O SDR (<i>Standard Dimension Ratio</i>) é considerado uma designação dos tubos de PEAD, o qual representa a relação entre o diâmetro externo (DE) e a espessura da tubulação. Quanto menor o SDR, maior a espessura da tubulação, logo, o comportamento da tubulação tende a se aproximar dos tubos rígidos. O tipo de junta da tubulação transportadora, assim como do tubo camisa, será executado por solda do tipo termofusão, garantindo a união eficaz e a estanqueidade das conexões. Essa técnica proporciona resistência e durabilidade à instalação, assegurando a integridade do sistema. Tal procedimento consiste na solda de topo através de um equipamento de soldagem, o qual funde as extremidades da tubulação em PEAD e as comprime, uma contra a outra, provendo a interação das superfícies fundidas e sua soldagem (Manual de Boas Práticas – ABPE, 2013). A seguir apresenta-se um compilado de informações referente à travessia sob a ferrovia: – Produto a ser conduzido: Esgoto Sanitário; – Ângulo da Travessia: 89,93 graus; – Extensão Total da Travessia: 132,86 m; – Método Executivo: Método Não Destrutivo – M.N.D. – Perfuração Direcional Horizontal (<i>Horizontal Directional Drilling - HDD</i>);				

Elaboração 		Concessionária 		
Documento	Memorial Descritivo	Revisão	01	Página 28

RELATÓRIO 05 – PROJETO EXECUTIVO DA TRAVESSIA SOB A FERROVIA

- Especificação da tubulação:**
 - Tubulação Transportadora: DE 560 mm – SDR 9 – PE 100 – PN 20, com uma espessura de 62,50 mm;
 - Tubo Camisa: DE 800 mm – SDR 9 – PE 100 – PN 20, com uma espessura de 89,30 mm.
- Tipo de Junta:** Solda por Termofusão;
- Especificação do Isolamento da Travessia:** Válvula de Gaveta com Flanges e Cunha de Borracha – Corpo Curto com Cabeçote DN600mm PN 10;
- Faixa de Domínio:** 15 metros de cada lado do eixo da via férrea;
- Informações sobre a Placa de Identificação da Travessia;**
- Especificação dos materiais, dizeres e local de instalação dos marcos de identificação da travessia:** Os marcos serão dispostos à 04 metros em relação ao eixo da ferrovia, em ambos os lados, em virtude da topografia local. O marco deverá ser executado em concreto, com a placa de identificação metálica.
- Indicação da responsabilidade pela execução, operação e manutenção do empreendimento:** Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Mogi Mirim.

Conforme especificado na ABNR NBR 15938:2011 – Via férrea – Travessia de tubulação, a travessia deve ser indicada por uma placa localizada dentro da faixa de domínio ferroviária, indicando os seguintes parâmetros:

- Para os tubos (camisa e condutor): diâmetro nominal, profundidade e materiais
Tubo Condutor: DE 560 mm – 24,07m (geratriz superior do tubo ao eixo da ferrovia) - Polietileno de Alta Densidade (PEAD);
Tubo Camisa: DE 800 mm - 23,93m (geratriz superior do tubo ao eixo da ferrovia) - Polietileno de Alta Densidade (PEAD).
- Profundidade;
Tubo Condutor: 24,07m (geratriz superior do tubo ao eixo da ferrovia);

Elaboração 		Concessionária 		
Documento	Memorial Descritivo	Revisão	01	Página 29

RELATÓRIO 05 – PROJETO EXECUTIVO DA TRAVESSIA SOB A FERROVIA

Tubo Camisa: 23,93m (geratriz superior do tubo ao eixo da ferrovia)

c. Ângulo entre a tubulação e a via férrea;
89,93 graus.

d. Produto conduzido;
Esgoto Sanitário.

e. Entidade responsável pela travessia;
Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Mogi Mirim.

f. Providências em caso de emergência e telefone de contato;
Contatar o Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Mogi Mirim – Telefone: (19) 3805-9900.

g. Referência a ABNT NBR 15938:2011 – Via férrea – Travessia de tubulação.

A seguir são especificadas algumas recomendações no manuseio e aplicação dos tubos em PEAD:

- Não se deve utilizar tubos que apresentem ranhuras, riscos ou cortes com profundidades superiores a 10% da espessura de parede;
- Sempre que possível, os tubos devem ser soldados fora da vala, em extensões máximas possíveis;
- Deve-se atentar ao tempo de resfriamento da solda estipulado no procedimento de soldagem, antes de movimentar a tubulação soldada;
- Deve ser dado o tempo mínimo para aplicar pressão após a solda, antes de submeter a tubulação à pressão ou grandes esforços;
- Se a instalação for interrompida, o tubo deve ser tamponado para evitar a entrada de material;
- Levando em consideração a instalação pelo Método Não Destrutivo – M.N.D., deve-se atentar à Força Máxima de Puxamento. De acordo com o Manual de Boas Práticas – ABPE, para o tubo transportador de PEAD DE 560 mm – SDR

Elaboração 		Concessionária 		
Documento	Memorial Descritivo	Revisão	01	Página 30
RELATÓRIO 05 – PROJETO EXECUTIVO DA TRAVESSIA SOB A FERROVIA				
9, a força de puxamento não deve ultrapassar 41.209 kgf, e para o tubo camisa de PEAD DE 800 mm não deve ultrapassar 106.52 kgf; – A tubulação deve ser instalada a uma distância segura de redes elétricas ou outras fontes de calor, de forma que não haja temperaturas circundantes que excedam a 40°C; – A tubulação deve ser implantada a uma distância mínima de 30cm de outras tubulações ou outros obstáculos. Em relação à linhas elétricas com tensão superior a 1 kV, a tubulação deve estar a uma distância mínima de 50cm; – Sempre que possível deve-se utilizar a flexibilidade dos tubos PEAD para fazer curvas, obedecendo-se aos raios de curvaturas admissíveis em função do SDR. 7.4.5 MEMÓRIA DE CÁLCULO DA RESISTÊNCIA DO TUBO A seguir, serão demonstrados os cálculos de resistência do Tubo Camisa DE800 PN20 SDR09 PE100. Inicialmente, calcula-se a carga de solo, sendo apresentada em forma de pressão do solo, uniformemente distribuída ao longo da área projetada da tubulação, sendo calculada pela expressão a seguir. $q_s = \rho \times H$ Onde: q_s = Pressão devida à carga de solo (kgf/cm²) ρ = Peso específico do solo (kgf/cm³) H = Altura do recobrimento de terra (cm) Conforme descrito no Manual de Tubulações de Polietileno e Polipropileno (2017), pode-se adotar um valor de peso específico.				

Elaboração  SANEAMENTO AMBIENTAL		Concessionária  SAAE MAGGI MURIM		
Documento	Memorial Descritivo	Revisão	01	Página 31

RELATÓRIO 05 – PROJETO EXECUTIVO DA TRAVESSIA SOB A FERROVIA

Tabela 7: Condições de aterro

Condição de instalação	Solo	Tipo Aterro	$E_{st}(Mpa)/$ Proctor Modificado (Pr_{Md})
1	Coesivo Misto $\rho = 1,9 \text{ g/cm}^3$	Sem Compactação	0,5 75%
2	Coesivo Misto $\rho = 1,9 \text{ g/cm}^3$	Baixa Compactação	1 80%
3	Granular / Coesivo $\rho = 1,8 \text{ g/cm}^3$	Média Compactação	1,5 85%
4	Não Coesivo $\rho = 1,7 \text{ g/cm}^3$	Alta Compactação	2,2 90%

Fonte: Manual de Tubulações de Polietileno e Polipropileno (2017. p 140.)

Para a análise adotou-se $\rho = 1,7 \text{ g/cm}^3$, sendo um solo não coesivo de alta compactação. Devido ao grande volume de aterro foi desconsiderado as cargas devido ao tráfego.

$$q_s = 0,0017 \times 2398 = 4,0766 \text{ kgf/cm}^2$$

Calcula-se um fator de rigidez do tubo.

Tabela 8: Valores Típicos de módulo de Elasticidade

	PE100	PE80	PPH	PPB/PPR
$E_L \text{ (kgf/cm}^2\text{)}$	2200	1900	3000	2400
$E_c \text{ (kgf/cm}^2\text{)}$	11000	9000	12000	11000

Fonte: Manual de Tubulações de Polietileno e Polipropileno (2017. p 136.)

$$St = \frac{E}{12(SDR - 1)^3}$$

Onde: St = Rigidez do tubo

E = Módulo secante de deformação do solo

Elaboração 		Concessionária 		
Documento	Memorial Descritivo	Revisão	01	Página 32

RELATÓRIO 05 – PROJETO EXECUTIVO DA TRAVESSIA SOB A FERROVIA

$$St = \frac{2200}{12(9 - 1)^3} = 0,35807$$

Tabela 9:Tipos de solo

Condição de instalação	Solo	Est(Mpa)/ Proctor Modificado (PrMd)
1	Sem compactação, solo despejado	85%
2	Baixa Compactação: Reaterro sem controle ou aterro hidráulico ou escoramento vertical da vala com tábuas ou pranchas leves.	90%
3	Média Compactação: Reaterro compactado em camadas de até 50cm, cobrindo 15 a 30cm o topo do tubo, o reaterro completado e compactado.	92 – 95%
4	Alta Compactação: Berço e zona de suporte com solo granular compactado e reaterro compactado em camadas ou banquetas de aterro de até 30cm com grande controle, cobrindo 15 a 30cm o topo do tubo, o reaterro completado e compactado	95 – 97%

Fonte: Manual de Tubulações de Polietileno e Polipropileno (2017. p 128.)

Tabela 10:Módulo secante de deformação do solo

	Tipo de Solo	Es (Mpa)/Grau Proctor (Pr)			
		Modo de Instalação			
		1	2	3	4
1	Não Coesivo: Pedregulho, areia, pedregulho + areia	2,5 85%	6 90%	16 95%	23 97%
2	Granular Levemente Coesivo: Pedregulho siltooso, areia siltoosa	1,2 85%	3 90%	8 95%	11 97%
3	Coesivo Misto: Silte, argila arenosa	0,8 85%	2 90%	3 92%	5 95%
4	Coesivo: Argila, solos de alta plasticidade	0,6 85%	1,5 90%	2 92%	4 95%

Fonte: Manual de Tubulações de Polietileno e Polipropileno (2017. p 128.)

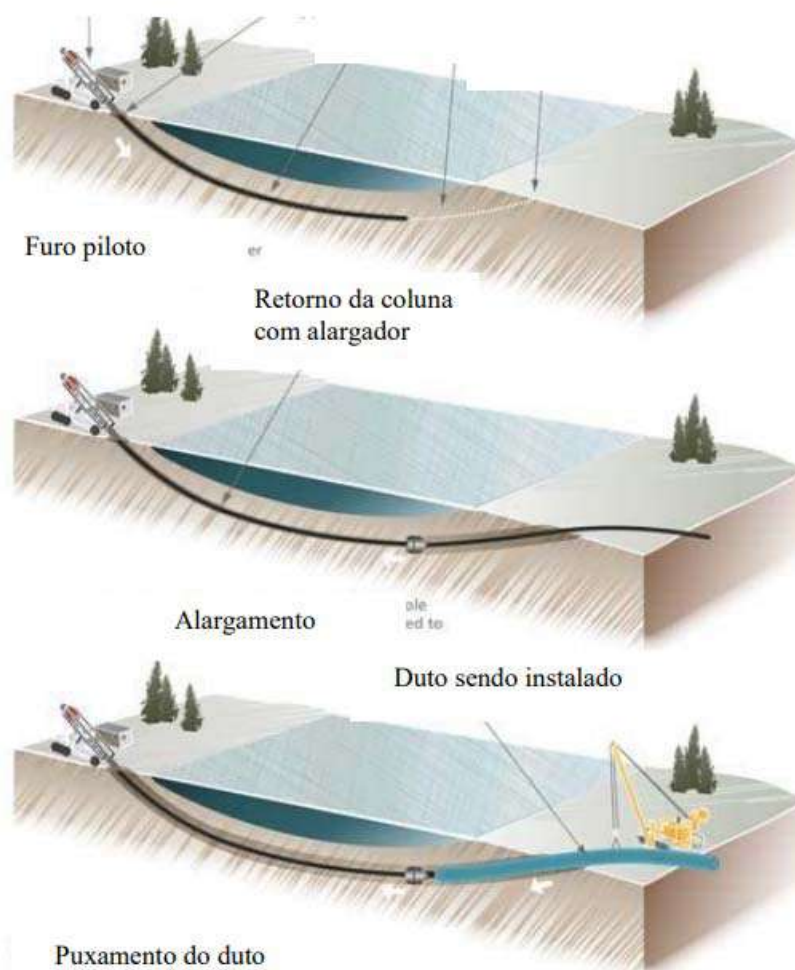
Elaboração 		Concessionária 		
Documento	Memorial Descritivo	Revisão	01	Página 33
RELATÓRIO 05 – PROJETO EXECUTIVO DA TRAVESSIA SOB A FERROVIA				
Para melhor análise calcula-se a deformação diametral, que consiste a deformação que ocorre devido à aplicação de uma força compressiva ao longo de um diâmetro, que provoca alterações nas dimensões do corpo, principalmente no diâmetro perpendicular à direção da força. $\frac{\delta}{Dm} = 2 \frac{0,1 \times Q}{8 \times Stc + 0,061 \times Es}$ Onde: Q = Pressão devida à carga de solo (kgf/cm²) St = Rigidez do tubo Es = Módulo secante de deformação do solo (kgf/cm²) Para a análise adotou-se um solo de alta compactação, sendo coesivo misto. $\frac{\delta}{Dm} = 2 \frac{0,1 \times 4,07}{8 \times 0,3580 + 0,061 \times 50} = 13,64\%$ A partir do resultado obtido através dos cálculos analisou-se as deformações diametraais admitidas na norma 15223:2007 – prCEN/TS – Sistemas de tubulação de plástico - Parâmetros de projeto validados de sistemas de tubulação termoplástica enterrados. Verificou-se em norma para tubos não pressurizados uma deformação inicial de 12% sendo admitido até 15%, de tal modo a tubulação projetada se encontra dentro dos parâmetros admitidos.				

Elaboração 		Concessionária 		
Documento	Memorial Descritivo	Revisão	01	Página 34
RELATÓRIO 05 – PROJETO EXECUTIVO DA TRAVESSIA SOB A FERROVIA				
7.4.6 MÉTODO EXECUTIVO Seguindo as regulamentações da concessionária e com o objetivo de evitar interferências no tráfego local, bem como atender às demais exigências do projeto, o interceptor de esgoto que cruzará sob a ferrovia será executado utilizando o Método Não Destrutivo (MND), por meio da técnica de Perfuração Direcional Horizontal (Horizontal Directional Drilling - HDD). O trecho previsto em projeto será executado em Tubo PEAD para Esgoto Sanitário, de acordo com as características especificadas em projeto (SDR, PE e PN). As tubulações deverão atender à ABNT NBR 15561:2024 - Tubulação de polietileno PE 80 e PE 100 para transporte de água e esgoto sob pressão – Requisitos. Este método consiste no emprego de máquinas especiais que perfuram o subsolo horizontalmente, entre dois poços, por onde serão passadas as tubulações. Esse método se destaca por causar menor impacto no ambiente e na natureza em comparação aos métodos que requerem abertura de valas, uma vez que o trânsito de veículos não é diretamente afetado pela execução da obra. Inicialmente, no Poço de Entrada, uma máquina de perfuração é utilizada para perfurar uma pequena tubulação piloto, a fim de determinar a trajetória da futura instalação. Posteriormente, por meio do Poço de Saída, um alargador é inserido em direção ao Poço de Entrada, seguido pela colocação de um tubo camisa para fornecer proteção mecânica à tubulação, quando previsto em projeto. Por fim, o tubo condutor é inserido, o qual efetivamente conduzirá o efluente, conforme ilustrado na figura a seguir.				

RELATÓRIO 05 – PROJETO EXECUTIVO DA TRAVESSIA SOB A FERROVIA

Figura 6: Sequência de Operação da Perfuração Direcional Horizontal - HDD

Sequência de Operação da Perfuração Direcional Horizontal - HDD



Fonte: ALBERTO, 2012.

No Processo Executivo do Método Não Destrutivo deverão ser consideradas as seguintes etapas:

- Execução dos Poços de Serviço (Poços de Visita);
- Preparação das Tubulações;
- Localização da Perfuratriz;
- Preparação do Furo Piloto;

Elaboração 		Concessionária 		
Documento	Memorial Descritivo	Revisão	01	Página 36
RELATÓRIO 05 – PROJETO EXECUTIVO DA TRAVESSIA SOB A FERROVIA				
– Execução do Furo Piloto – Inserção da Tubulação; – Conclusão da Perfuração Dirigida e Testes. Após a análise do terreno onde a linha de recalque será implantada, bem como a detecção preliminar das interferências, é imperativo realizar o planejamento do furo. A execução inicia-se com o isolamento da área destinada ao trabalho, com as devidas sinalizações. Para o processo executivo em questão, a equipe técnica responsável pela execução do projeto deverá estar ciente do projeto como um todo, bem como dos critérios de execução estabelecidos. Feita a análise completa, o processo de execução deverá ser iniciado. A etapa preliminar consiste na execução dos poços de serviço, denominados como Poço de Entrada e Poço de Saída, também conhecidos como poços de visita. Na etapa de preparo das tubulações, levando em consideração a extensão do trecho, previu-se a solda das tubulações, nesse caso a solda deverá ser realizada de acordo com as diretrizes estabelecidas na ABNT NBR 15561:2024 - Tubulação de polietileno PE 80 e PE 100 para transporte de água e esgoto sob pressão – Requisitos. Na etapa seguinte, deverá ser definido em campo a localização da perfuratriz, levando em consideração o ajuste mínimo da declividade a ser executada. A montagem do equipamento de perfuração consiste em uma perfuratriz rotativa que perfura o solo utilizando rotação, injeção de água ou ar comprimido. Sua montagem inclui ancoragem no terreno de base, alinhamento e inclinação desejada para o início da perfuração.				

Elaboração 		Concessionária 		
Documento	Memorial Descritivo	Revisão	01	Página 37

RELATÓRIO 05 – PROJETO EXECUTIVO DA TRAVESSIA SOB A FERROVIA

A partir do poço de partida, uma haste é utilizada para perfurar horizontalmente, com o uso de fluído lubrificante, que é expelido por difusores especialmente projetados na cabeça da haste.

O direcionamento da perfuração é acurado através de um transmissor na cabeça da lança, com grande precisão, permitindo que a haste atinja o local exato determinado para o poço de saída, garantindo a diretriz e profundidades determinadas.

Após o furo piloto atingir o ponto final da tubulação, é utilizado um escarificador para alargar o furo até o diâmetro desejado. O alargamento e desobstrução do furo consiste na passagem progressiva de ferramentas de diâmetros maiores a cada operação até atingir o suficiente para a instalação do tubo, removendo e compactando o material (solo) de forma a desobstruir completamente o furo. A tubulação é então presa diretamente atrás do alargador e cuidadosamente puxada, enquanto um fluido lubrificante é utilizado para facilitar o processo.

Após a tração entre os Poços de Visita, realizam-se medições topográficas, quanto a cota de profundidade do coletor de entrada e saída com o intuito de avaliar e garantir a declividade projetada. O serviço deverá ser registrado e supervisionado por responsável qualificado.

Conforme descrito por Celestino (2016) o Método HDD possui algumas vantagens e desvantagens, conforme apresentado a seguir:

Elaboração		Concessionária		
				
Documento	Memorial Descritivo	Revisão	01	Página 38

RELATÓRIO 05 – PROJETO EXECUTIVO DA TRAVESSIA SOB A FERROVIA

Tabela 11: Vantagens e Desvantagens do Horizontal Directional Drilling - HDD

Vantagens	Desvantagens
Requer menos tempo de execução comparado com o método convencional e até mesmo com outros Métodos Não Destrutivos	Dificuldade em executar redes com declividades pequenas
Não influencia o tráfego	Pode ocorrer a movimentação do solo quando executado em pequenas profundidades
Custos sociais e ambientais muito inferiores ao método convencional	Custo de serviço relativamente alto
Maior segurança aos trabalhadores	Necessita conhecimento total do subsolo (sondagens)

Fonte: Adaptado de CELESTINO, 2016.

7.5 CRITÉRIOS DE PROJETO DA CONCESSIONÁRIA

A Resolução ANTT nº2.695/08 estabelece procedimentos a serem seguidos pelas concessionárias de serviços públicos de transporte ferroviário na obtenção de autorização da ANTT para execução de obras na malha objeto da Concessão, onde está definido premissas básicas sobre os procedimentos e documentações necessárias para obras de interesse de terceiros na faixa de domínio da ferrovia.

Em seu Anexo 2, está listado a documentação exigida pela ANTT para autorização de execução de obras de interesse de terceiros, que são as seguintes:

- Relatório técnico de aprovação técnica do projeto pela concessionária abrangendo:
 - A avaliação dos impactos das obras nas operações ferroviárias, principalmente quanto à segurança do tráfego;
 - Informação atestando que o projeto foi recebido, analisado, aprovado e contém no mínimo os seguintes elementos:

Elaboração 		Concessionária 		
Documento	Memorial Descritivo	Revisão	01	Página 39

RELATÓRIO 05 – PROJETO EXECUTIVO DA TRAVESSIA SOB A FERROVIA

- a) Projeto da obra contendo, no mínimo, a planta baixa, Seção Transversal, Posição Quilométrica, Posição Relativa à Estação Anterior e à Posterior e Sua Localização à Direita ou à Esquerda no sentido crescente da quilometragem e coordenadas geográficas. O projeto deve ser apresentado em conformidade com as normas da Associação Brasileira de Norma Técnicas ABNT e demais normas ferroviárias pertinentes em vigência;
- b) Memorial descritivo do empreendimento e a justificativa da travessia;
- c) Cronograma físico de execução da obra;
- d) Custo previsto da obra;
- e) Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) do profissional responsável pelo projeto, pela obra e pela fiscalização por parte da concessionária;
- f) Licenças e homologações necessárias a serem emitidas pelos órgãos competentes;

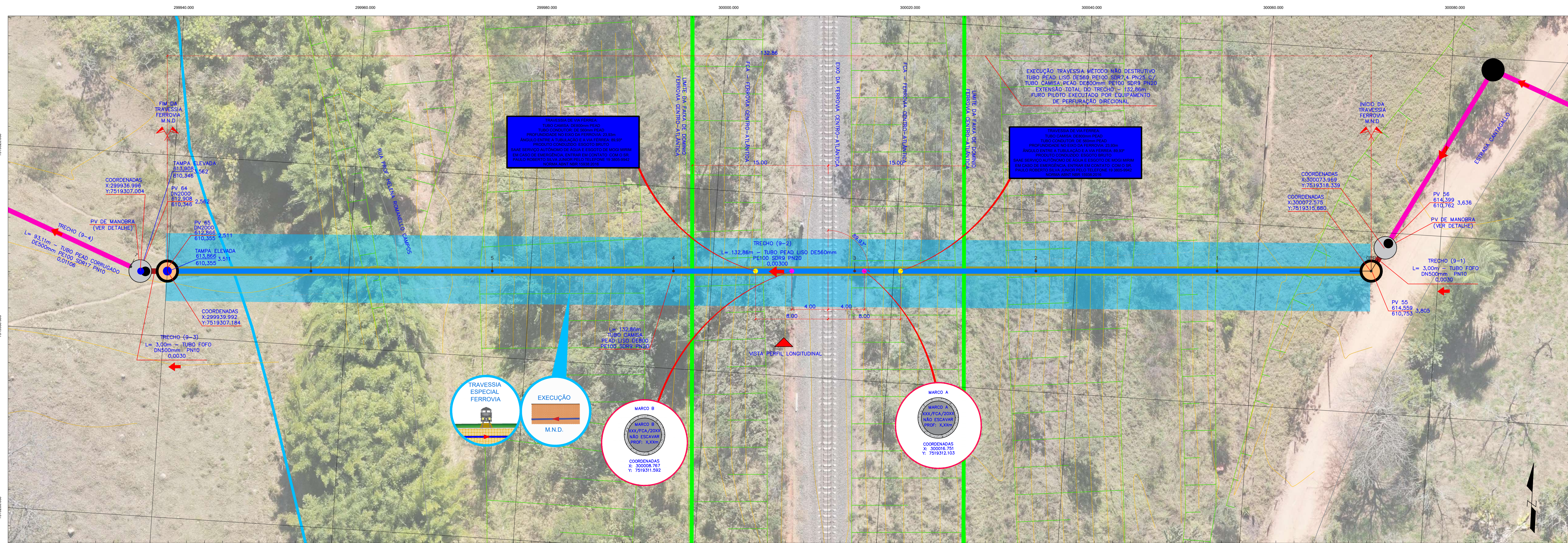
2. Cópia de contrato celebrado entre a concessionária e o terceiro interessado;
3. Declaração complementar da concessionária informando sobre:
 - I) A condição da área, se arrendada ou de sua propriedade;
 - II) As restrições à manutenção e à operação do serviço concedido, após conclusão da obra;
 - III) A execução pela própria Concessionária por empresa contratada ou pelo solicitante interessado;
 - IV) A utilização de materiais novos ou de reemprego, quando couber.

Elaboração		Concessionária		
				
Documento	Memorial Descritivo	Revisão	01	Página 40

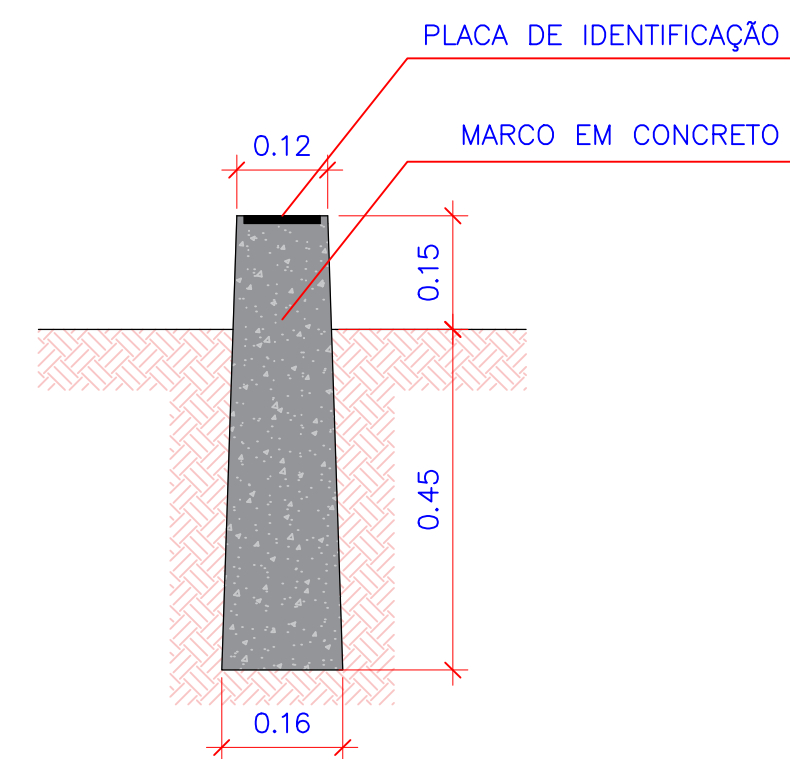
RELATÓRIO 05 – PROJETO EXECUTIVO DA TRAVESSIA SOB A FERROVIA

8 ANEXOS

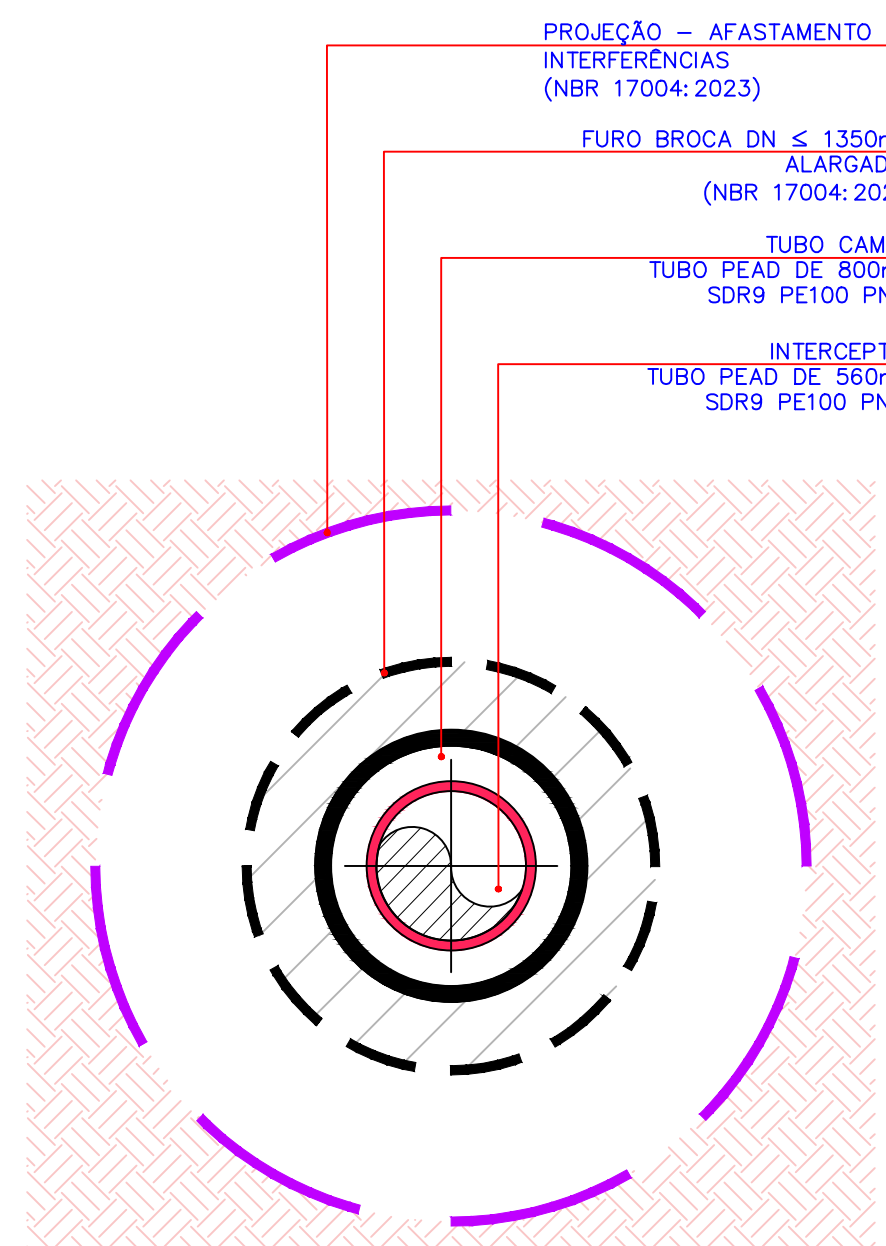
As Peças Gráficas do Relatório 05 – Projeto Executivo da Travessia Sob a Ferrovia, encontram-se apresentadas no “**Anexo 01 – Peças Gráficas**” em volume separado deste memorial.



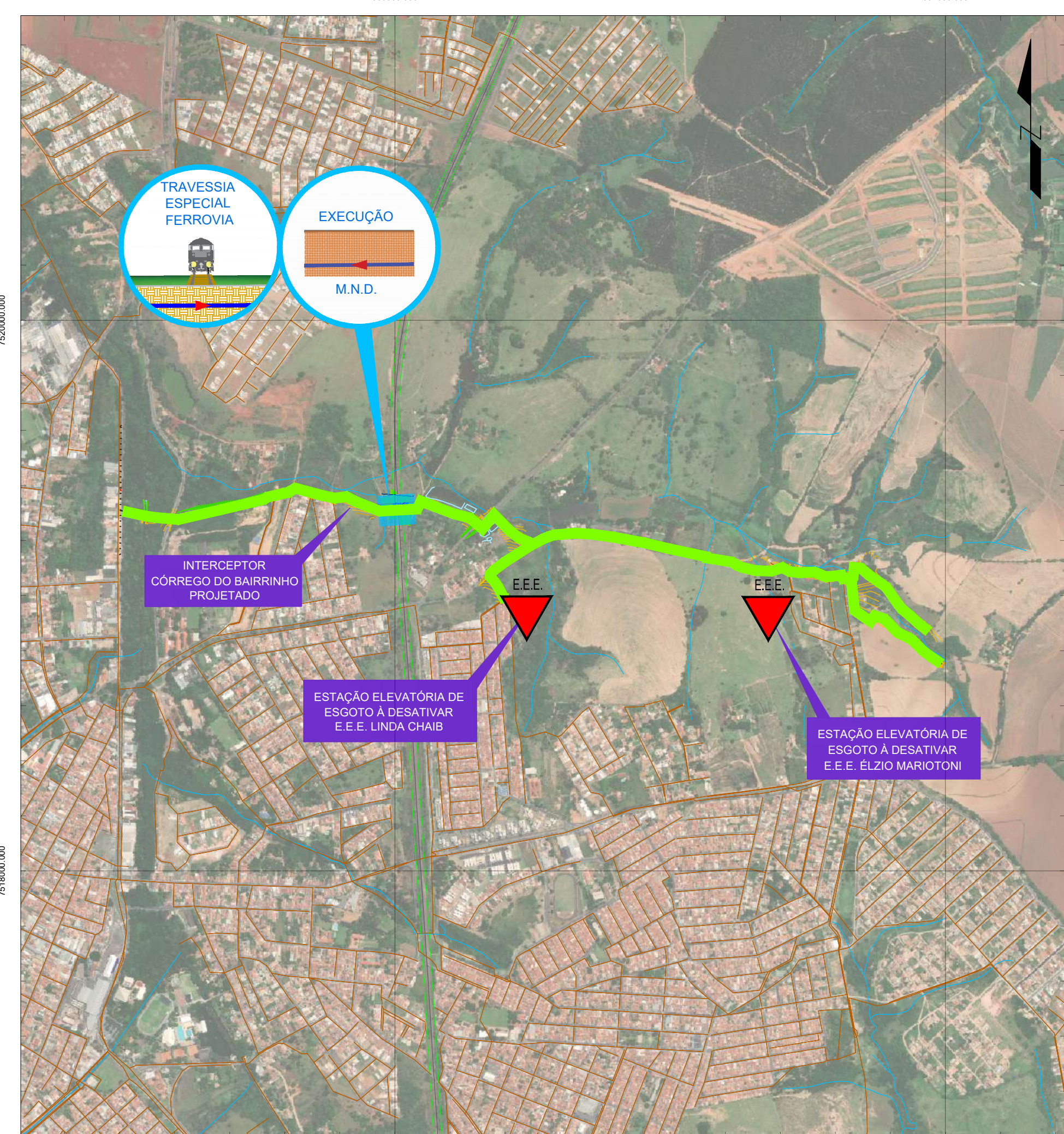
1 PLANTA BAIXA - TRAVESSIA M.N.D SOB FERROVIA
ESCALA 1:200



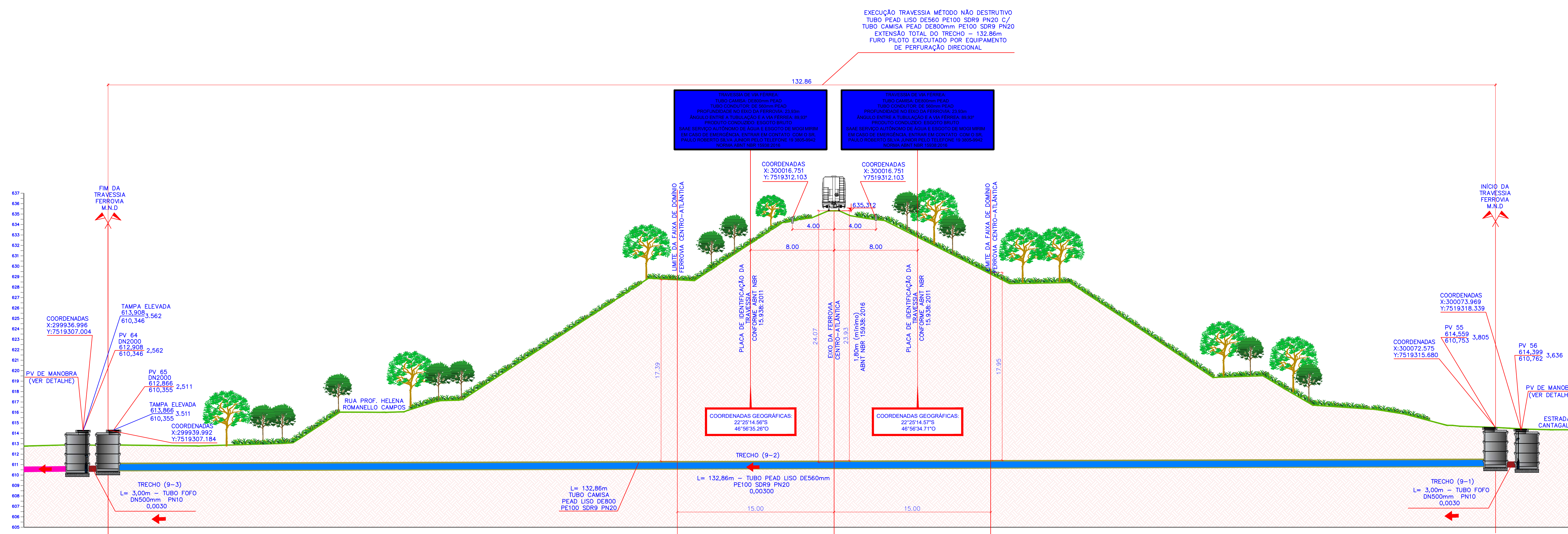
4 DETALHE - MARCO EM CONCRETO



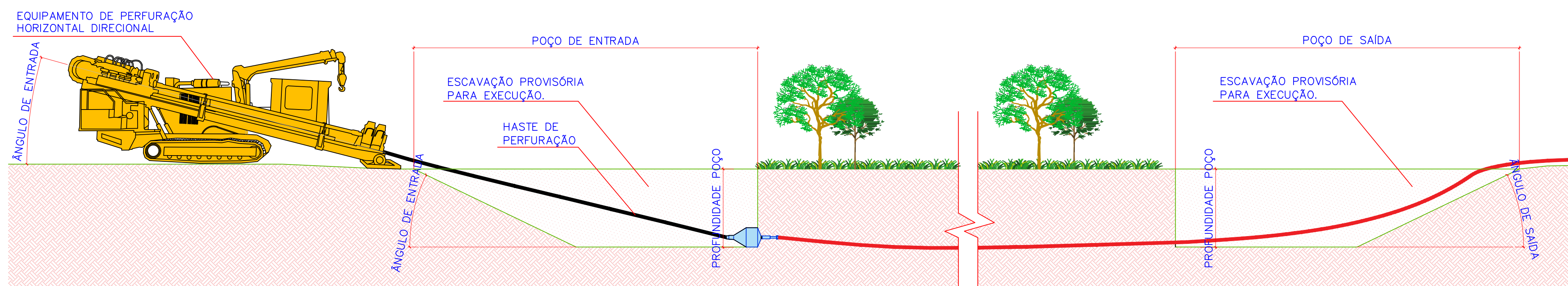
5 DETALHE - GABARITO DE PERFURAÇÃO M.N.D
ESCALA 1:25



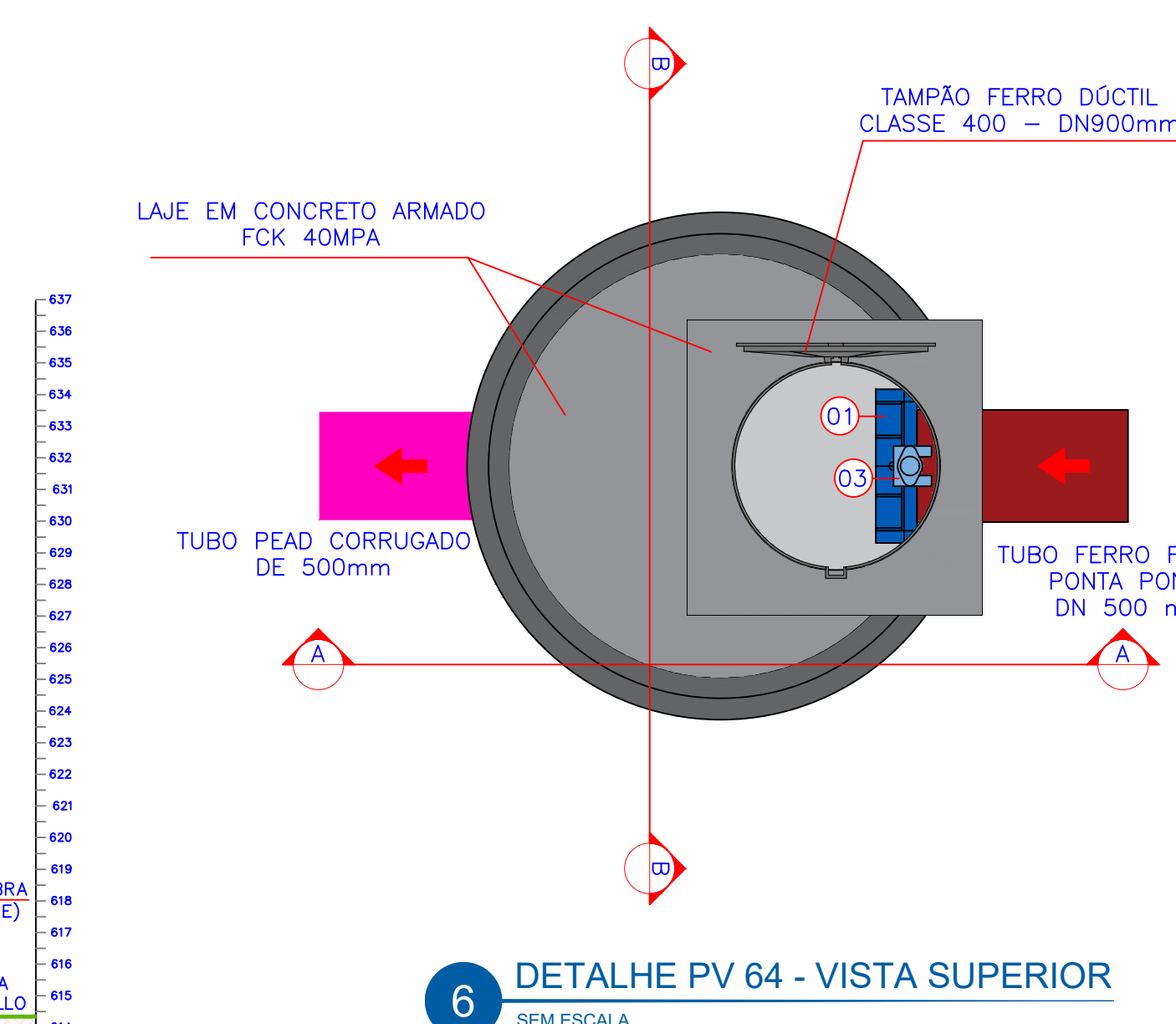
11 LOCALIZAÇÃO
ESCALA 1:13500



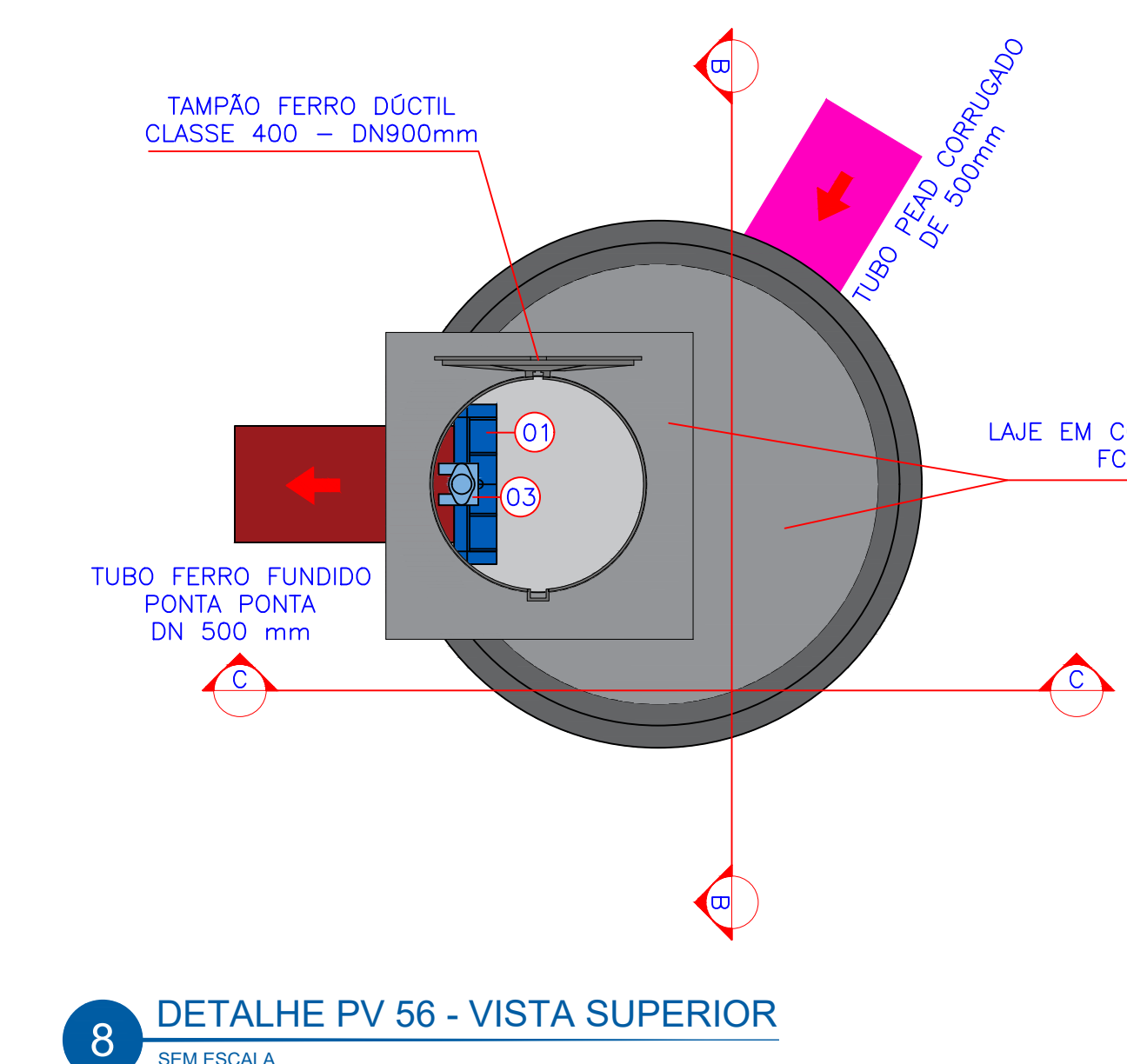
2 PERFIL LONGITUDINAL - TRAVESSIA M.N.D SOB FERROVIA



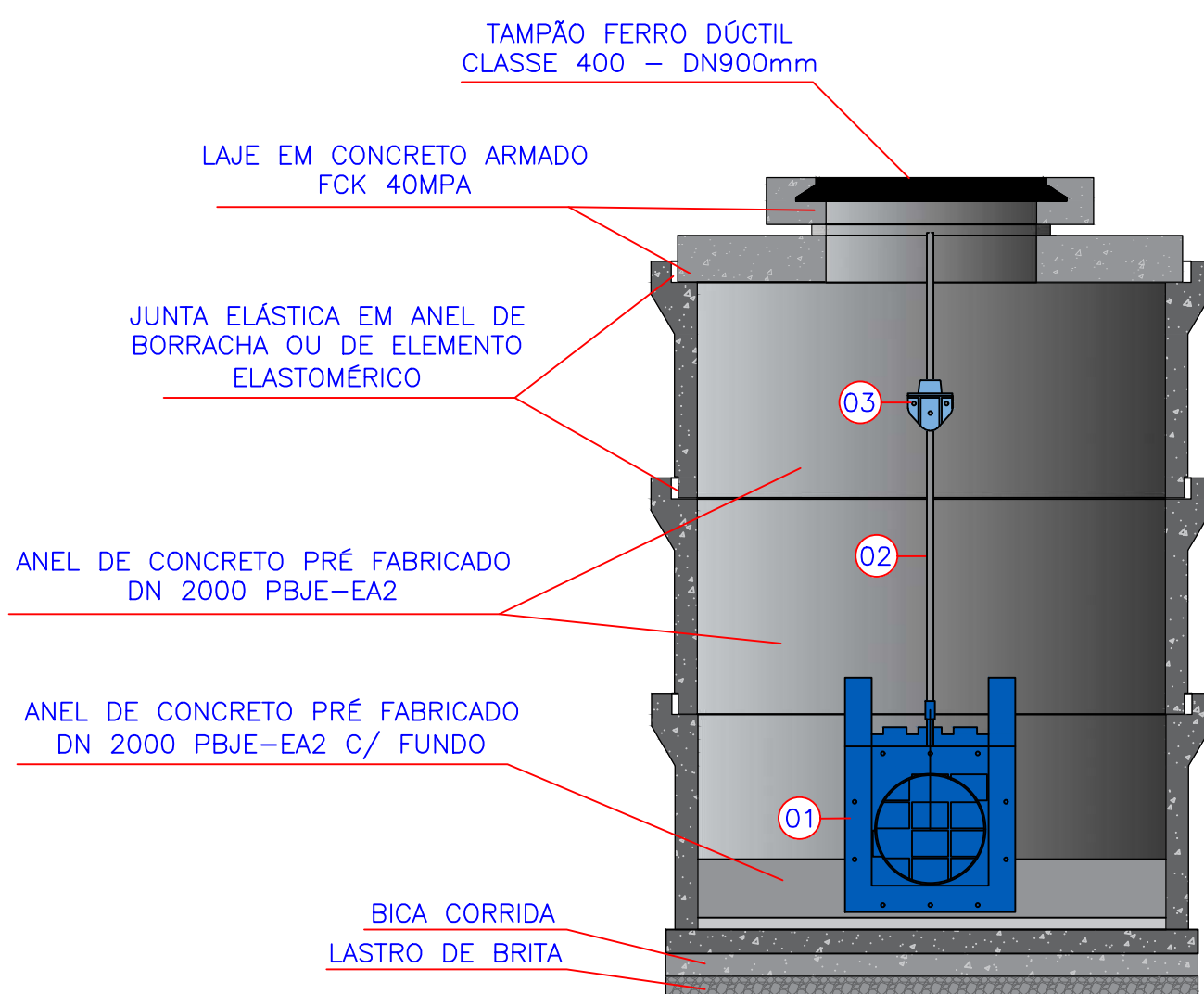
3 PERFIL MÉTODO NÃO DESTRUTIVO - M.N.D.
ESCALA 1:150



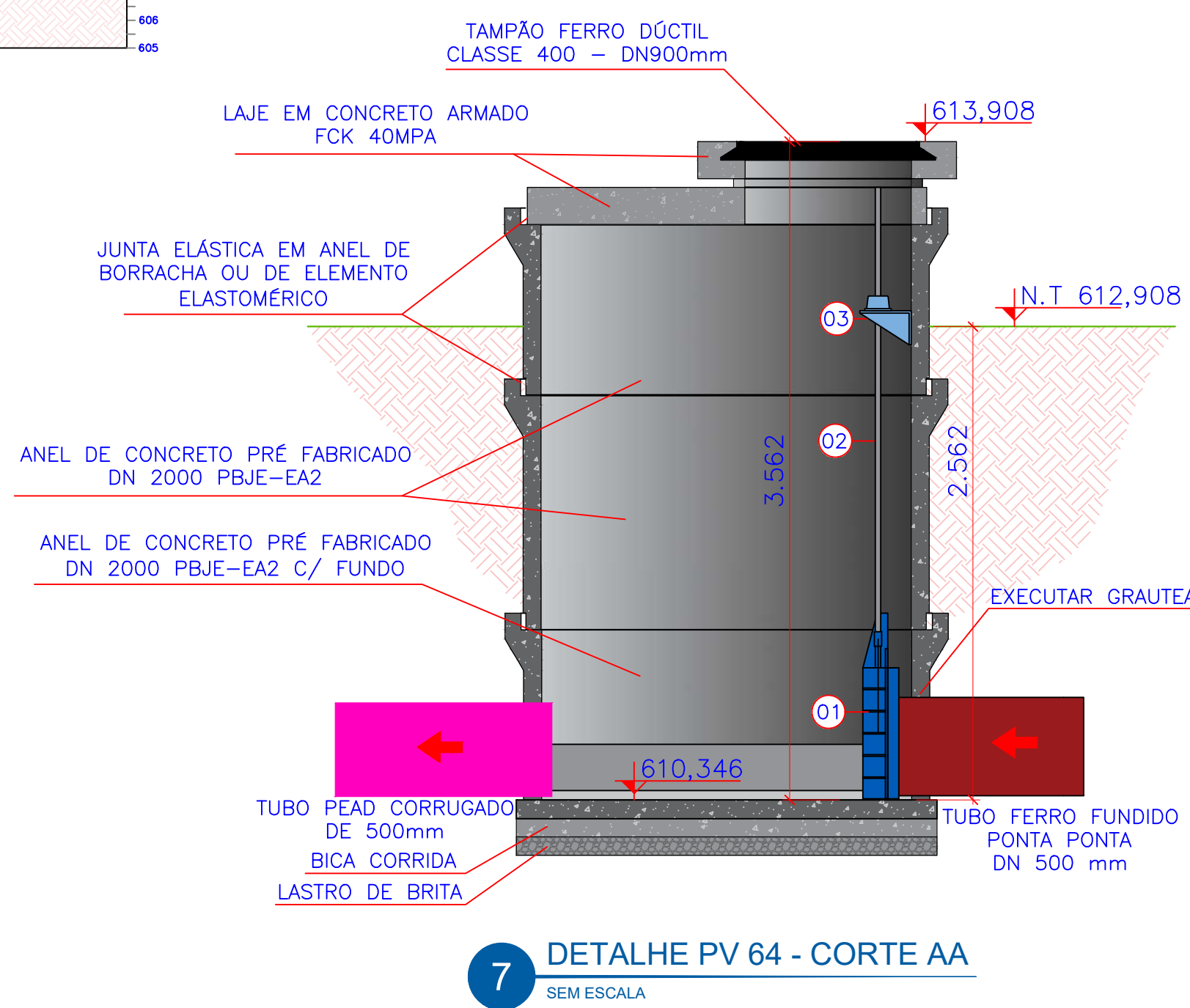
6 DETALHE PV 64 - VISTA SUPERIOR
SEM ESCALA



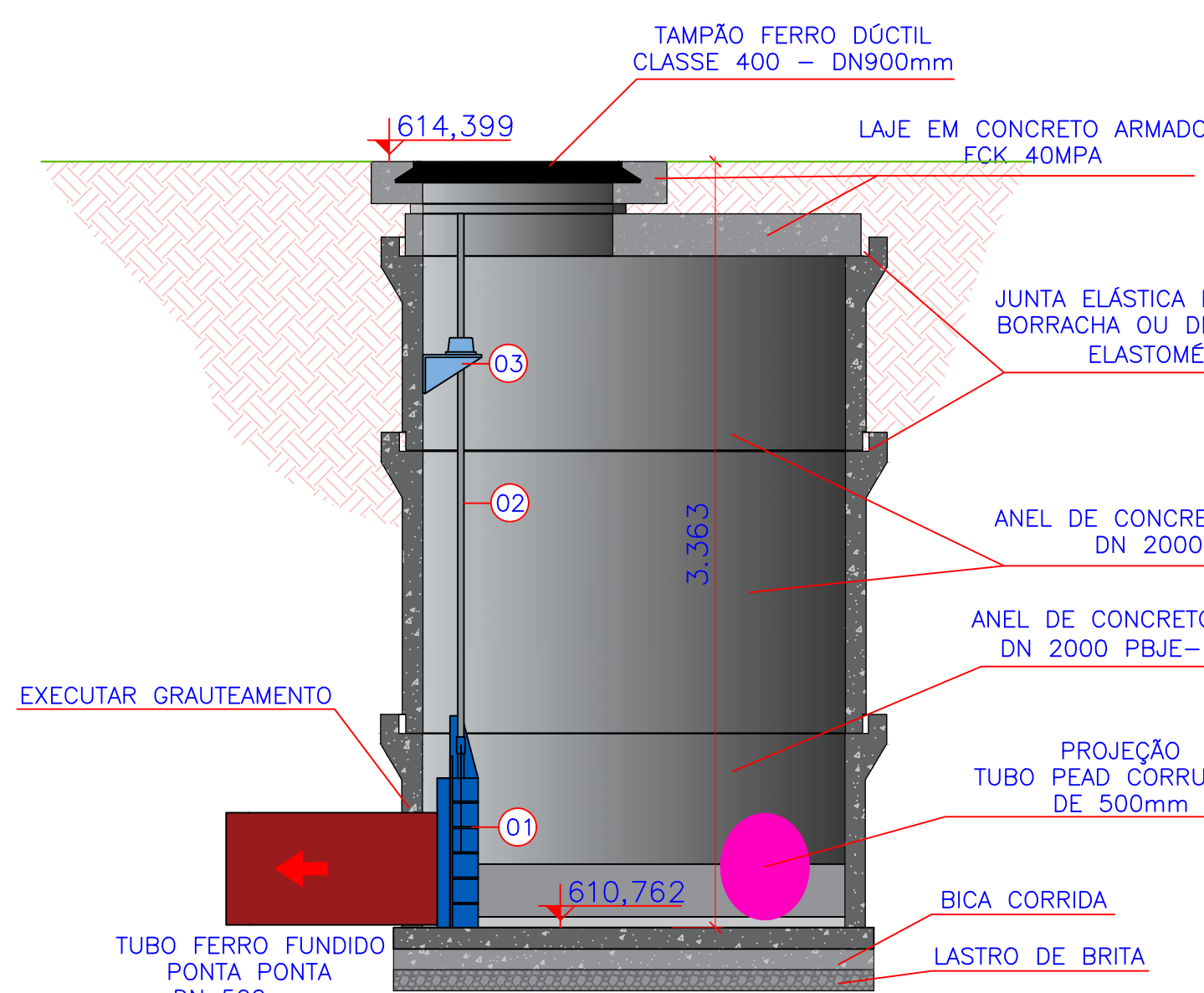
8 DETALHE PV 56 - VISTA SUPERIOR
SEM ESCALA



10 DETALHE PV'S 56 E 64 - CORTE BB
SEM ESCALA



7 DETALHE PV 64 - CORTE AA
SEM ESCALA



9 DETALHE PV 56 - CORTE CC
SEM ESCALA

RELAÇÃO DE MATERIAIS - PV56 COM COMPORTA				
Nº	DESCRIÇÃO	MATERIAL	QTD	
1	Comporta Circular de Duplo Sentido em Ferro Fundido Ductil Ø 500 mm, chumbada à parede, acionamento manual	FOFO	1	
2	Haste para Comporta Ø pol. com Quadrado 34X39,5 mm e Boca de Chave 27X32 mm para uso com cabosete e chave 1" (DN Comporta Circular - 500 mm) - L= 2600mm	FOFO	1	
3	Mancal Intermediário para Haste de Prolongamento - Diâmetro 2"	FOFO	1	

RELAÇÃO DE MATERIAIS - PV64 COM CONFORTA				
Nº	DESCRIÇÃO	MATERIAL	QTD	
1	Comporta Circular de Duplo Sentido em Ferro Fundido Ductil Ø 500 mm, chumbada à parede, acionamento manual	FOFO	1	
2	Haspe para Comporta Ø2 pol. com Quadrado 34X36 mm e Boca de Chave 27X32 mm para uso com catetote e chave L - (ØN Comporta Circular - 500 mm) - L= 240cm	FOFO	1	
3	Mancal Intermediário para Haspe de Prolongamento - Diâmetro 2"	FOFO	1	

[illegible]