

**GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
COMPANHIA PAULISTA DE PARCERIAS - CPP**

**ESTRUTURAÇÃO DE PROJETO DE PARCERIA COM A INICIATIVA
PRIVADA PARA VIABILIZAR A CONSTRUÇÃO, OPERAÇÃO E
MANUTENÇÃO DO SISTEMA DE INTERLIGAÇÃO – TÚNEL IMERSO
SANTOS-GUARUJÁ**

**ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA)
TÚNEL IMERSO SANTOS - GUARUJÁ
PRODUTO 1.2.4 - RELATÓRIO DE ESTUDOS SOCIOAMBIENTAIS
CAPÍTULO 6
PROCESSO IMPACTO 190/2023 (E-AMBIENTE CETESB.062918/2023-16)**

**SÃO PAULO
JUNHO/2024**



SUMÁRIO

6.	CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO	136
6.1	SITUAÇÃO DE DOMÍNIO DA ÁREA	140
6.2	DESCRIÇÃO DO EMPREENDIMENTO	141
6.2.1	Túnel Imerso	141
6.2.2	Edifícios de Acesso de Pedestres e Ciclistas	144
6.2.3	Acessos Urbanos em Santos	147
6.2.4	Acessos Urbanos em Guarujá	153
6.2.5	Compatibilização do Projeto de Engenharia Referencial para a interligação com o sistema VLT de Santos	158
6.2.6	Interligação entre o Viário Norte do Túnel Santos – Guarujá e a Rodovia Cônego Domênico – SPA-248/055	158
6.3	CARACTERIZAÇÃO DA IMPLANTAÇÃO DO EMPREENDIMENTO	159
6.3.1	Métodos Construtivos	159
6.4	CARACTERIZAÇÃO DA OPERAÇÃO DO EMPREENDIMENTO	195
6.5	INVESTIMENTO, CRONOGRAMA E MÃO DE OBRA	195

6. CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

Neste Capítulo são descritas as principais características do projeto de engenharia do empreendimento em licenciamento. O projeto de engenharia referencial para o túnel imerso e acessos é o desenvolvido pela Dersa (Desenvolvimento Rodoviário S/A), com apoio do Consórcio Engevix-Planservi-Themag para o Túnel Imerso Santos - Guarujá.

Trata-se do projeto apresentado no Relatório Complementar 1 - Revisão 2 (CONSÓRCIO PRIME-ETEL, 2013) para obtenção da Licença Ambiental Prévia (LP) N° 2.333 (Processo 202/2012), o qual incorporou, após a elaboração do EIA-RIMA (CONSÓRCIO PRIME-ETEL, 2013), contribuições recebidas nas Audiências Públicas e demandas efetuadas pelos órgãos intervenientes ao longo do processo de licenciamento, especialmente pelas Prefeituras de Santos, do Guarujá e Sociedade Civil.

Após a emissão da LP, a Dersa seguiu com o detalhamento do projeto de engenharia, que seria apresentado com o requerimento da Licença de Instalação (LI). Dessa forma, alguns elementos do projeto de engenharia referencial já tiveram ajustes decorrentes da própria fase de detalhamento da engenharia. Cita-se como exemplo, que o projeto de dragagem do local em que os módulos serão assentados foi detalhado considerando off sets, o que resultou em um volume de material de dragagem para destinação em DME (Área de Disposição Oceânica) superior à primeira estimativa de 564.300 m³, passando a 2.815.596 m³.

Na presente atualização do empreendimento, este projeto de engenharia referencial incorporou alguns ajustes significativos, principalmente no que se refere à maximização do uso do túnel para transporte de passageiros, além de ajustes, em geral nos acessos urbanos, tanto em Santos como no Guarujá, para compatibilizar usos urbanos e tráfego.

No primeiro ajuste, houve a inclusão da previsão da continuidade do projeto do Veículo Leve sobre Trilhos (VLT) entre a Estação Porto do Lado Santos e a Estação 14 Bis, possível por meio do uso de uma faixa adaptável, por sentido. No caso das alterações nos acessos urbanos, menciona-se a adoção da proposta da Prefeitura do Guarujá de uma ligação rodoviária do projeto com a Rodovia Cônego Domênico Rangoni (SPA-248/055) após a saída do acesso em nível no Guarujá, evitando que o tráfego de passagem do túnel

utilize-se da avenida Presidente Vargas, atualmente via estruturadora em Vicente de Carvalho com atividades comerciais e de serviços. E, finalmente, no caso de Santos, incorporou-se a adoção de solução de acessos binários minimizando as desapropriações no bairro Macuco. Estes ajustes no programa viário implicaram em ajustes de engenharia a ser detalhados em etapas futuras.

Também é importante mencionar neste contexto que o projeto será executado por meio de Parceria Público-Privada (PPP), e que a futura Concessionária poderá promover ajustes no projeto, sem, entretanto, alterar sua concepção geral.

O Anexo 07 do Contrato de Parceria Público-Privada traz os parâmetros que devem ser adotados quando da alteração do projeto referencial, com diretrizes específicas para o túnel imerso, acessos urbanos em Santos e no Guarujá e nos edifícios de acesso para pedestres e ciclistas.

Por fim, ressalta-se que os textos reproduzidos do EIA e do Relatório Complementar 1 - Revisão 2 do processo anterior de licenciamento estão apresentados em *itálico*.

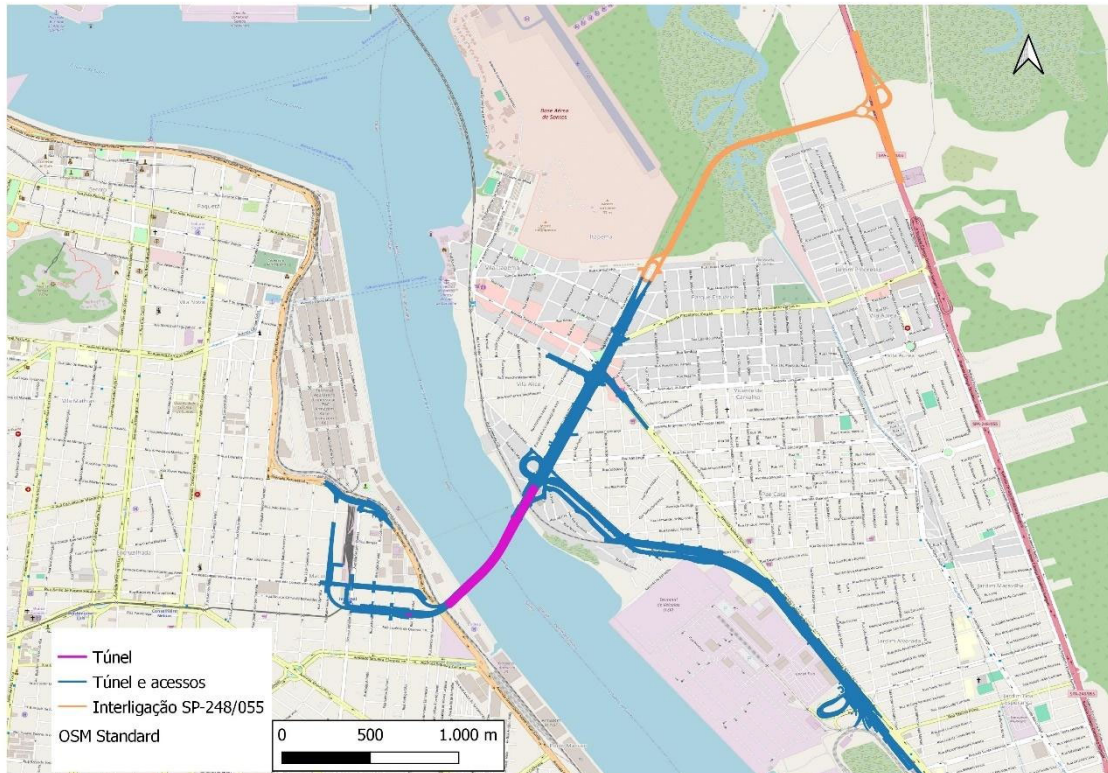
Concepção Geral do Projeto Referencial de Engenharia

O Túnel Imerso Santos - Guarujá permitirá a ligação seca entre os municípios de Santos e Guarujá, através de um túnel imerso, sob o estuário de Santos, num comprimento total de vala coberta de 1.440 m, sendo que, destes, 870 m correspondem à extensão do túnel imerso.

Além do tráfego de veículos, este túnel permitirá o tráfego de pedestres e ciclistas, através de uma galeria central, exclusivamente concebida para este fim, e os pedestres e ciclistas irão acessar esta galeria através de edifícios de acesso localizados nas margens de Santos e Guarujá, posicionados sobre a área a ser ocupada pelo traçado viário, edifícios estes distando entre si, 1.180 m. Os emboques do túnel em ambas as margens do canal de Santos serão interligados ao viário existente, com obras de adequação ou construção de novos segmentos e estruturas viárias que permitam absorver os fluxos de veículos.

A **Figura 6-1**, a seguir, apresenta a localização dos principais elementos do projeto de engenharia referencial, quais sejam: o túnel imerso, as principais vias locais que terão melhorias, além dos trechos novos do sistema viário.

Figura 6-1 – Localização dos Principais Elementos do Projeto Referencial

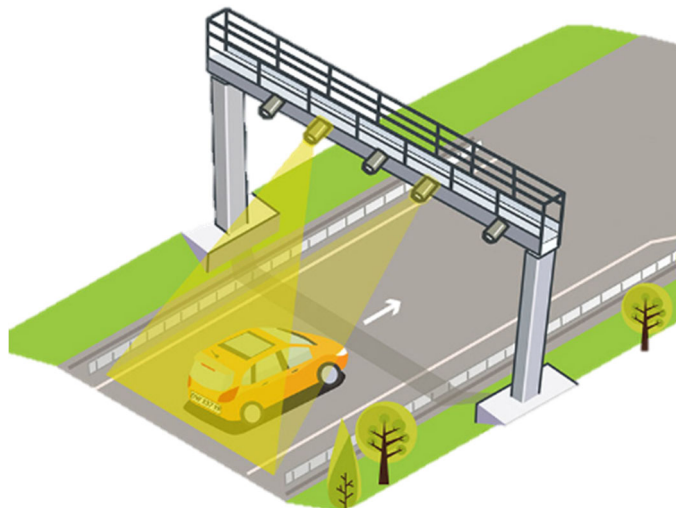


Fonte: Elaboração Fipe, 2024.

A tecnologia adotada para a construção do túnel consiste na dragagem do fundo do canal para abertura de uma trincheira na qual serão assentados seis módulos de concreto pré-moldados, construídos em uma doca seca. Depois de construídos, os elementos de concreto, cada um com extensão de 145 m, serão rebocados por flutuação até o local de lançamento onde serão imersos, assentados sobre o fundo do canal e fixados aos demais módulos.

Com relação ao pedágio, o Projeto de Engenharia Referencial previa a adoção de praça de pedágio convencional situada no lado do Guarujá. Atualmente, a tecnologia *Free Flow* (pedágio eletrônico), sem a necessidade de instalação de praças físicas, já se tornou realidade sendo utilizada em outras Concessões, e o projeto de engenharia deverá adotá-la, eliminando o pedágio físico, conforme ilustrado na **Figura 6-2**.

Figura 6-2 - Ilustração de Pedágio Eletrônico



Fonte: Governo do Estado de São Paulo, 2024.

Ressalta-se que pedestres e ciclistas serão isentos do pagamento do pedágio, com valor estimado de R\$ 6,15 para veículos de passeio, equivalente ao valor da balsa.

O empreendimento também inclui a via permanente que dará a continuidade do projeto do Veículo Leve sobre Trilhos (VLT) entre a Estação Porto do Lado Santos, e a Estação 14 Bis, no canteiro da Av. Santos Dumont, nas proximidades da Praça 14 Bis. O VLT terá extensão de aproximadamente 2,5 km, com traçado inserido nas faixas centrais do túnel imerso e no eixo dos acessos viários que serão objeto de melhorias.

A **Tabela 6-1** apresenta os indicadores e respectivas unidades para caracterização do empreendimento, conforme solicitado no PT N° 089/23/ILT (Termo de Referência).

Tabela 6-1 - Características do Empreendimento

Indicador	Existente	Projeto	Unidade
Extensão total	-	11.255	km
Extensão em túnel	-	870	m
Extensão em ponte ou viaduto	-	2.522,86	m
Extensão da ligação com a SPA-248/055	-	3.048	m
Extensão em vala	-	3.155	m
Extensão em rampas	-	276	m
Extensão das melhorias em viário existente	8.610	8.610	m
Área da doca seca	-	20.726,13	m ²
Área ocupada pelo prédio de acesso - lado Santos	-	720	m ²
Área ocupada pelo prédio de acesso - lado Guarujá	-	720	m ²
Praças de pedágio	-	Não aplicável	n° praças
Largura da faixa de domínio	-	Não aplicável	m

Indicador	Existente	Projeto	Unidade
Velocidade diretriz – Túnel Imerso	-	60	km/h
Pistas	-	3 por sentido	nº pistas
Largura das faixas de rolamento	-	3,5	m
Largura dos acostamentos	-	-	m
Largura do canteiro central	-	Não aplicável	m
Obras de arte	-	9	nº obras de arte
Dispositivos de acessos	-	Não aplicável	nº acessos
Volume Diário Médio de projeto	-	30.524	veículos/dia

Fonte: Elaboração Fipe, 2024.

Nas Seções a seguir são apresentadas as características de cada componente do empreendimento, com a localização e dimensões definidas nesta etapa de detalhamento do projeto, assim como a descrição dos métodos construtivos a serem empregados, localização de potenciais áreas de apoio às obras, além dos prazos de construção e investimentos necessários.

6.1 SITUAÇÃO DE DOMÍNIO DA ÁREA

O Termo de Referência para elaboração deste EIA (PT Nº 089/23/ILT) solicita apresentar “a situação de domínio da área de intervenção, demonstrando em planta, os limites da área de intervenção para a implantação do empreendimento”.

Conforme descrito anteriormente neste Capítulo, a Concessionária poderá promover ajustes no traçado ao longo do detalhamento do projeto de engenharia. Dessa forma, a delimitação da área e a elaboração do memorial descritivo para o Decreto de Utilidade Pública (DUP) ainda não foram elaborados. Essas atividades, bem como a realização do Cadastro Físico dos imóveis e o Cadastro Social das famílias, estão previstas no âmbito do P15 - Programa de Desapropriação e do P16 - Programa de Relocação de População e Atividades Afetadas.

O limite da área de intervenção do projeto atual corresponde à Área Diretamente Afetada (ADA) e pode ser visualizado na **Figura 7.2-1**.

Com relação à dominialidade, os limites e identificações somente serão conhecidos após a realização dos levantamentos para o Cadastro Físico. A princípio estima-se que o projeto interferirá com o sistema viário de ambos os municípios, com a faixa de servidão da linha de transmissão existente entre as ruas Mato Grosso e Guilherme Guinle, com área de subestação, com as faixas de domínio da Rodovia Cônego Domênico Rangoni

(SPA-248/055) e da ferrovia da MRS Logística S.A., com áreas do Porto, com propriedades particulares e áreas invadidas (ocupações subnormais em Vicente de Carvalho, no Guarujá).

6.2 DESCRIÇÃO DO EMPREENDIMENTO

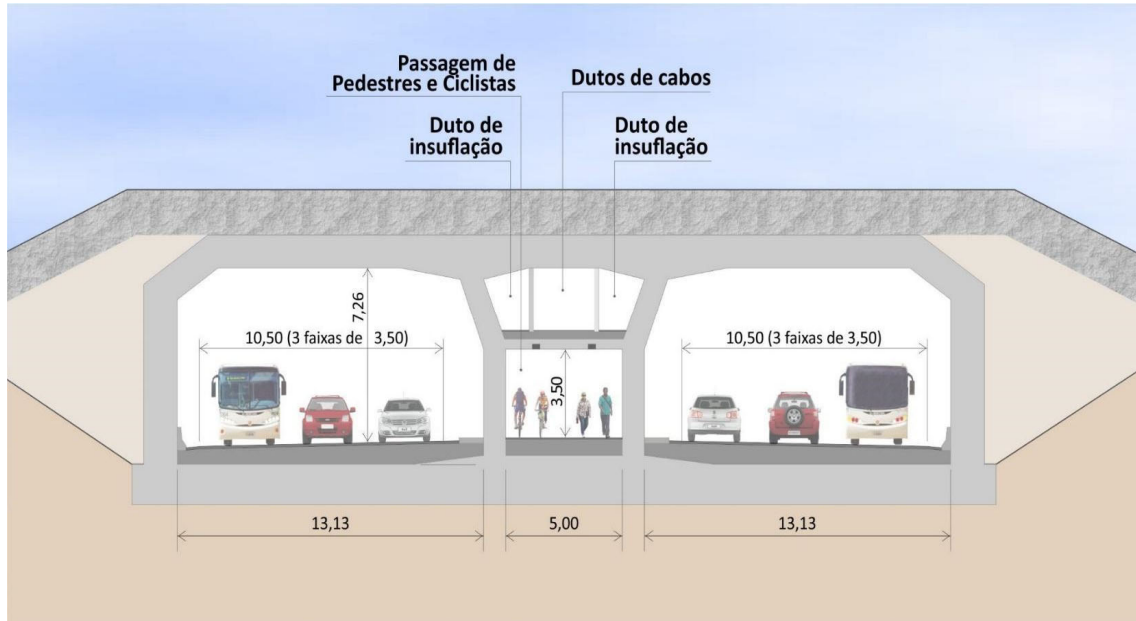
6.2.1 Túnel Imerso

No lado de Santos, o emboque situa-se em área junto ao Concais e à Capitania dos Portos de Santos, ao sul do terminal da Citrovita, enquanto no Guarujá o desemboque situa-se em área da faixa da linha de transmissão de energia após a transposição da via férrea.

O túnel terá 870 m de extensão total, sendo composto por 6 módulos de 145 m de extensão, com largura interna de 33,16 m contendo 3 células: duas células laterais com largura interna de 13,13 m para três faixas de tráfego, com 3,50 m cada, e passeio no bordo interno com 1,00 m, e uma célula central com 5,0 m de largura interna dedicada ao fluxo tanto de pedestres como de ciclistas em sua parte inferior, e ao transporte de cabos (inclusive da Usina de Itatinga) e dutos de insuflação na sua parte superior. A galeria de pedestres e ciclistas funcionará como rota de fuga em situações de emergência no viário do túnel, com portas conectando-a com as células de tráfego de veículos a cada 150 metros e pressurização para que seja impedida a entrada de fumaça. A altura do túnel será de aproximadamente 7,26 m, permitindo uma altura livre de 5,5 m, e a rampa máxima será de 5%.

A **Figura 6.2.1-1** apresenta a Seção Transversal do Túnel.

Figura 6.2.1-1 - Seção Transversal do Túnel

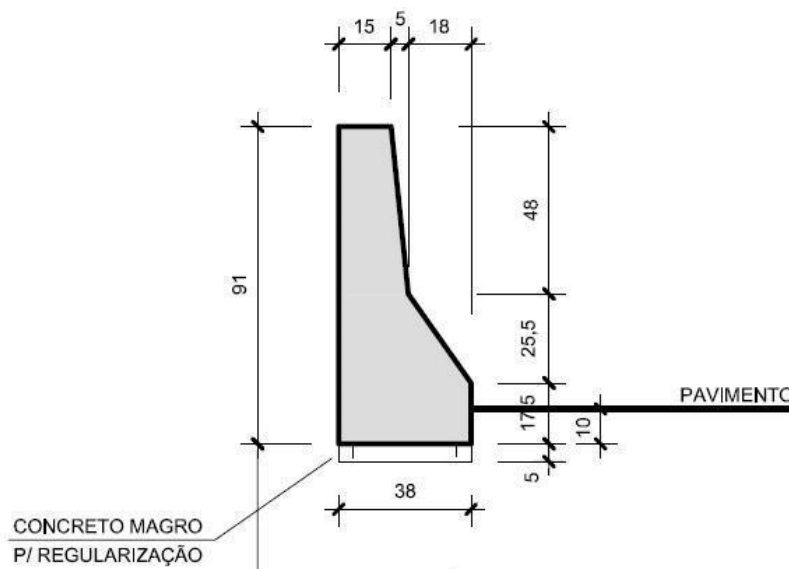


Fonte: Projeto referencial (Dersa e Consórcio Engevix-Planservi-Themag, 2015).

Os refúgios dos lados interno e externo das pistas aumentam a segurança e a eficiência da via. Para o túnel adotou-se uma área de refúgio com 0,60 m de largura.

No túnel serão instaladas barreiras rígidas de concreto de “Tipo 1” (Figura 6.2.1-2) tanto em tangentes quanto em curvas, junto às paredes externas do túnel.

Figura 6.2.1-2 - Barreira de Concreto

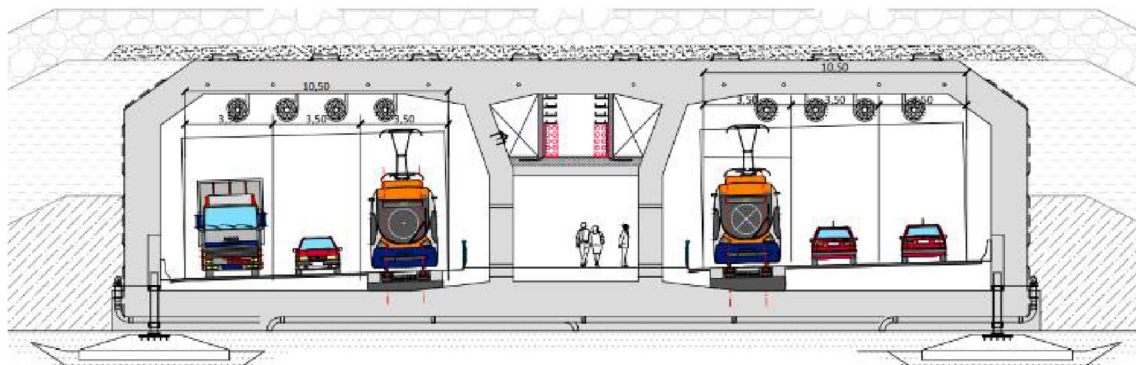


Fonte: Projeto referencial (Dersa e Consórcio Engevix-Planservi-Themag, 2015).

Além da passagem de veículos, uma das faixas em cada sentido do túnel será projetada e construída de forma a permitir a passagem do VLT (Veículo Leve sobre Trilhos). A construção das alças para a implantação do VLT e sua conexão com o viário do túnel não serão de responsabilidade da Concessionária do Túnel Imerso Santos-Guarujá.

Entretanto, o projeto dos acessos urbanos deverá prever essa infraestrutura, que poderá ser incorporada posteriormente mediante Revisão Ordinária ou executada pela concessionária do serviço. O projeto da malha do VLT está em execução pelo Governo do Estado de São Paulo, por meio da Empresa Metropolitana de Transportes Urbanos de São Paulo (EMTU/SP), e foi objeto de uma análise prévia para verificação da viabilidade de inserção no viário do Túnel Imerso Santos – Guarujá. Da análise das seções transversais do túnel, verificou-se que as faixas mais adequadas para inserção do VLT são aquelas internas, junto ao passeio de evacuação de pedestres, conforme ilustrado na **Figura 6.2.1-3**.

Figura 6.2.1-3 - Ilustração da Seção do Túnel com Faixa Adaptável para VLT



Fonte: Projeto referencial (Dersa e Consórcio Engevix-Planservi-Themag, 2015).

Poderão ser instalados separadores-delimitadores da faixa do VLT na sua inserção no túnel e seus viários de acesso, de forma a dificultar o uso da faixa do VLT pelo tráfego geral no túnel e nos seus acessos em operação normal, sem, contudo, impedir o seu uso pelo tráfego geral em casos emergenciais e por viaturas de socorro como ambulâncias, resgate com paramédicos e bombeiros. A **Figura 6.2.1-4** apresenta um modelo de dispositivo separador-delimitador.

Figura 6.2.1-4 – Exemplo de dispositivo para segregação da faixa do VLT



Fonte: Projeto referencial (Dersa e Consórcio Engevix-Planservi-Themag, 2015).

A partir da definição da localização das faixas do VLT na seção transversal do túnel, foram verificadas as conexões com a Estação Porto, do lado Santos, e com a futura Estação Nova Esperança-Vicente de Carvalho e a futura Estação 14 Bis, nas proximidades da Praça 14 Bis, no canteiro central da Avenida Santos Dumont, eixo de acesso ao centro do Guarujá. Como resultado da análise verificou-se a viabilidade de inserção do VLT no projeto, mediante adequações viárias para compatibilização dos projetos, a serem detalhadas em fase posterior.

6.2.2 Edifícios de Acesso de Pedestres e Ciclistas

O acesso para pedestres e ciclistas será feito por meio de edifícios próprios, situados em cada uma das margens do canal, que poderão abrigar o Centro de Controle Operacional e áreas para estacionamento dos veículos operacionais.

A **Figura 6.2.2-1** apresenta uma ilustração dos prédios de acesso, de acordo com o projeto referencial.

Figura 6.2.2-1 - Ilustração dos Prédios de Acesso



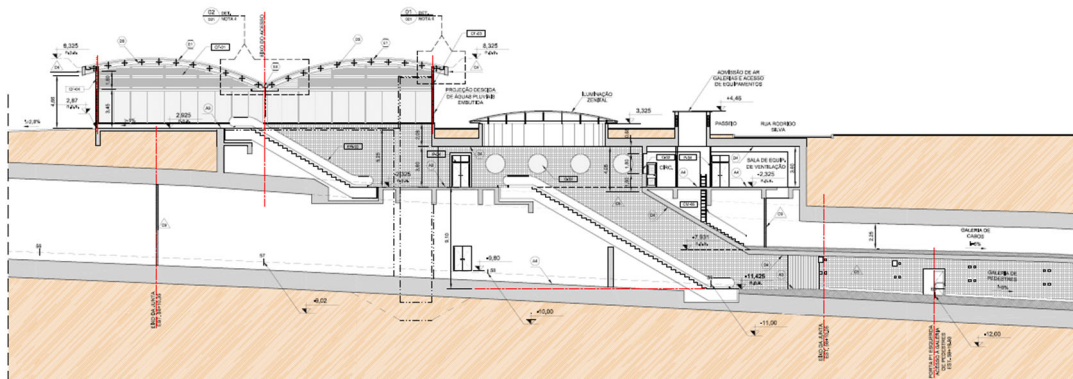
Fonte: Governo do Estado de São Paulo, 2024.

Em Santos, o projeto referencial de engenharia prevê que o edifício esteja localizado entre as ruas Santos Dumont e Rodrigo Silva, e no Guarujá, junto ao final do túnel imerso e transposição da linha férrea, na região de Prainha, próximo às ruas Castro Alves e Santo Amaro.

No lado Santos, o edifício conta com uma plataforma de acesso na cota +2,925 m com aproximadamente 645 m² onde estarão localizadas as escadas rolantes e fixas e elevador para o piso intermediário. No mesmo nível do acesso (na cota +2,5 m), junto à rua Rodrigo Silva, estarão a sala do gerador, o tanque de combustível, o reservatório elevado e o sistema de ventilação (ver DE-42.02.201-K02-006, no **Anexo 1**).

No piso intermediário (cota -2,325) estarão localizadas a sala do transformador, a sala de painéis elétricos e a sala técnica, entre outras áreas técnicas, além das escadas rolantes e fixas para o piso inferior, na cota -11,425, para acesso à galeria de pedestres, com altura de 3,10 m.

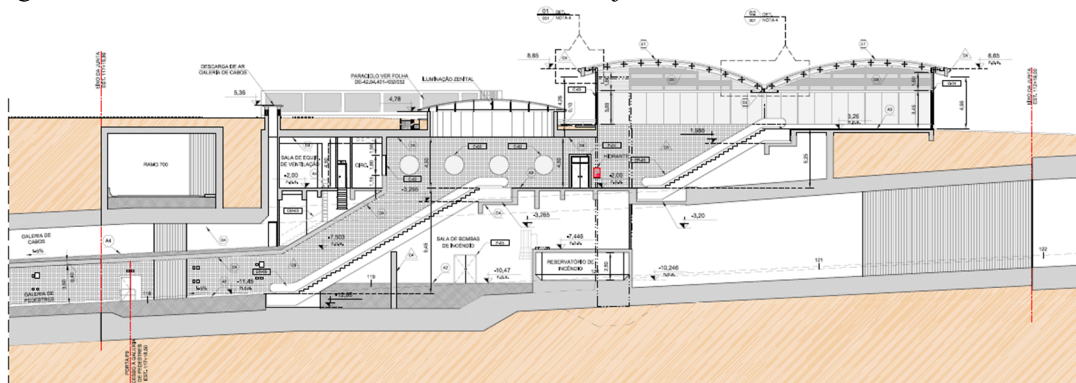
Figura 6.2.2-2 – Corte do Prédio de Acesso – Lado Santos



Fonte: Projeto referencial DE-42.02.201-K02/009 (Dersa e Consórcio Engevix-Planservi-Themag, 2016). Por sua vez, o edifício do lado Guarujá terá plataforma de acesso na cota +3,25 m onde estarão localizadas as escadas rolantes e fixas e elevador para o piso intermediário. No mesmo nível do acesso (na cota +4,35 m), estarão a sala do gerador, o tanque de combustível, o reservatório elevado e o sistema de ventilação (ver DE-42.04.401-K02-006, no **Anexo 1**).

No piso intermediário (cota -2,0) estarão localizadas as áreas técnicas, como a sala de equipamentos de ventilação, além das escadas rolantes e fixas para o piso inferior, na cota -11,45, para acesso à galeria de pedestres, com altura de 3,50 m.

Figura 6.2.2-3 – Corte do Prédio de Acesso – Lado Guarujá



Fonte: Projeto referencial DE-42.04.401-K02/009 (Dersa e Consórcio Engevix-Planservi-Themag, 2016).



6.2.3 Acessos Urbanos em Santos

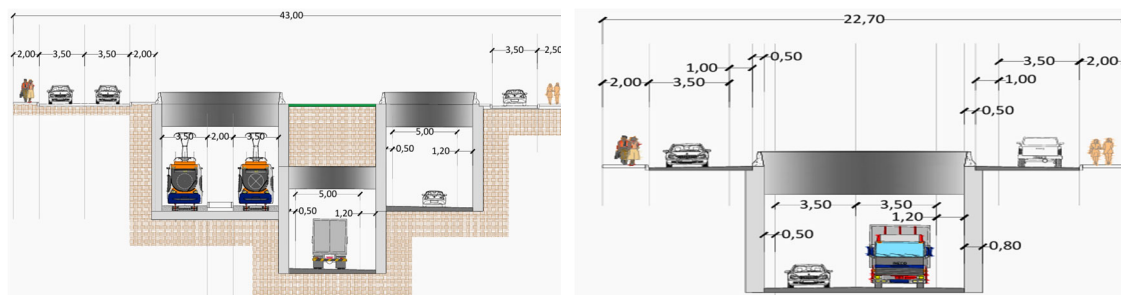
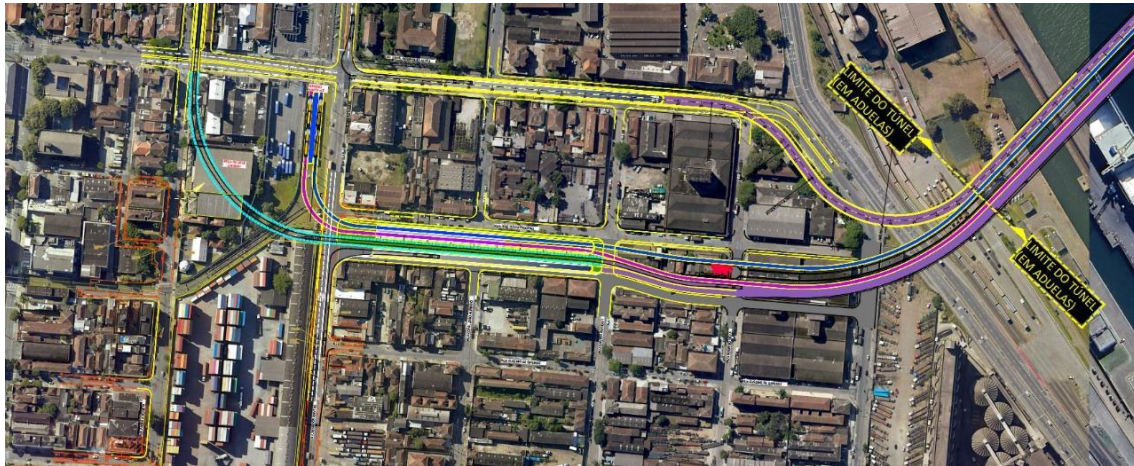
Os acessos de entrada e saída do túnel estão conectados a diferentes vias existentes na região do bairro do Macuco. As rampas de acesso se interligam por trechos em nível, viadutos, rampas abertas e rampas fechadas até encontrar o túnel imerso.

Os acessos em Santos

Os acessos de entrada para os veículos serão por meio de alças: da Rua Padre Anchieta e Rua Senador Dantas, esta última reservada para veículos leves.

Os fluxos de saída são realizados por duas rampas que desembocam na Rua Senador Dantas e Padre Anchieta. Essa alternativa foi estudada buscando-se reduzir o número de desapropriações no bairro quando comparada ao projeto referencial de engenharia da Dersa, em nível executivo. Conta-se ainda com a estrutura de um binário das ruas Senador Dantas e Padre Anchieta, o que aumenta a capacidade ofertada por estas vias.

Figura 6.2.3-1 – Acessos urbanos em Santos



Fonte: Google Earth, 2024.

Fonte: Elaboração Fipe, 2024.

As figuras a seguir apresentam os fluxos de entrada e saída no túnel no lado Santos para veículos de passeio e veículos comerciais.

Figura 6.2.3-2 - Fluxos Urbanos de Entrada e Saída do Túnel em Santos



Fonte: Google Earth, 2024.

Elaboração: Governo do Estado de São Paulo, 2024.

Figura 6.2.3-3 - Fluxos Caminhões de Entrada e Saída do Túnel em Santos



Fonte: Google Earth, 2024.

Elaboração: Governo do Estado de São Paulo, 2024.

O ANEXO 07 do Contrato da Parceria Público-Privada traz requisitos a serem seguidos pelo futuro concessionário quando da implantação desses acessos, quais sejam:

A conexão com o viário de Santos deverá prever a reorganização do sentido das ruas do bairro do Macuco de forma a melhorar a circulação do fluxo de veículos.

Deverão ser previstas conexões dos dois sentidos de tráfego do TÚNEL em diferentes ruas do viário urbano, buscando reduzir o impacto de desapropriação. Além disso, a solução deve considerar a necessidade de acessos aos lotes urbanos.

Deverá ser prevista a redistribuição do fluxo de veículos analisando a ligação dos veículos leves às vias arteriais principais, apresentadas na figura a seguir. Os veículos comerciais deverão utilizar as faixas à direita do TÚNEL e sua conexão deverá ser realizada por um único caminho autorizado, ligando-se à Via Perimetral. As demais ruas do bairro só serão utilizadas por caminhões com origem ou destino aos empreendimentos do bairro.

A CONCESSIONÁRIA deverá realizar micro ou mesosimulações de forma a avaliar o impacto nas vias e interseções que liguem o TÚNEL às vias arteriais principais. Deverão ser propostas melhorias operacionais, como instalação e programação de semáforos, corrigidos raios de curva e apresentadas soluções de melhorias na transposição do córrego da Avenida Siqueira Campos.

Deverá ser prevista alça de ligação em desnível da Avenida Perimetral com a Avenida Senador Dantas.

6.2.4 Acessos Urbanos em Guarujá

Nos acessos ao túnel no lado de Guarujá, em função da conformação da estrutura viária existente e a localização das instalações portuárias, o tráfego urbano e o tráfego portuário serão realizados por vias independentes. Também no lado Guarujá as rampas máximas serão de 6%.

Para os fluxos urbanos, o túnel imerso tem até a transposição da rua Santo Amaro. Após a rua Santo Amaro situam-se rampas para entrada e saída para o viário local, do qual se destaca a av. Santos Dumont.

Para adequação dos fluxos na região da Praça 14 Bis será implantado dispositivo em desnível para a reorganização dos veículos provenientes da Av. Santos Dumont rumo ao túnel, além da abertura de nova via em continuidade à rua Maranhão até a rua Mato Grosso e acesso à Av. Santos Dumont. Além disso estão sendo previstas as seguintes conexões:

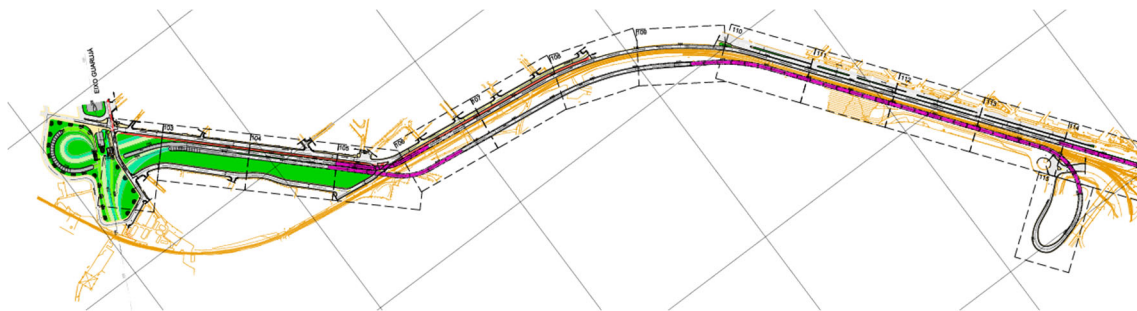
- Saídas para a rua Dr. Guilherme Guinle: uma rampa nas proximidades da rua Treze de Maio, para acesso à Av. Santos Dumont, com 2 faixas de rolamento em sentido único rumo à avenida; e outra rampa na altura da rua Álvaro Parente (fluxos para o futuro sistema viário municipal), com as mesmas características geométricas (CONSÓRCIO PRIME-ETEL, 2013);
- Entradas pela rua Mato Grosso: uma rampa no trecho entre as ruas Goiás e São Paulo (fluxos provenientes do futuro sistema viário municipal), também com 2 faixas de tráfego; e outra entre a Av. Guilherme Backeuser e a rua Castro Alves.
- Para articular esse conjunto de obras ao sistema viário existente no Guarujá, permitindo a entrada e saída do túnel, serão implantados trechos de vias em superfície.
- Via local de contorno da área de intervenção entre a rua Santo Amaro e a via férrea;
- Via local paralela à nova avenida, com traçado coincidente com a rua Tiradentes;

- A rua Maranhão, que hoje termina na rua Mal. Floriano Peixoto será estendida até a rua Mato Grosso, seu fluxo de sentido único rumo à Praça 14 Bis, av. Santos Dumont e rua Mato Grosso.

Os fluxos de veículos que se destinam às instalações portuárias da margem esquerda do canal são desviados logo após o final do túnel, antes da transposição sob a rua Santo Amaro. Uma nova avenida será implantada paralela à rua Santo Amaro até a conexão com a Via Perimetral.

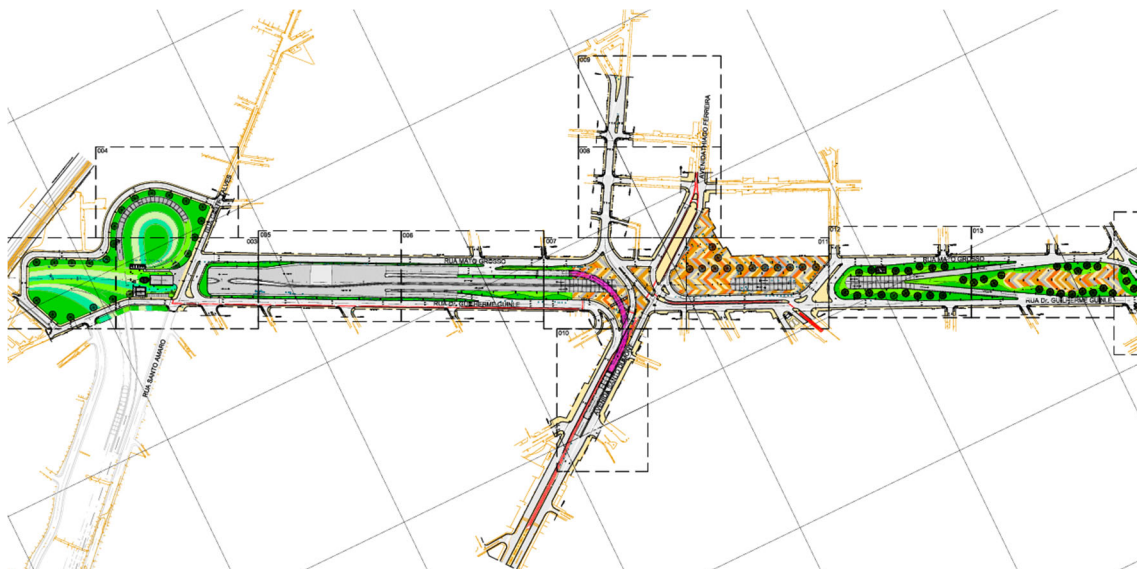
Os veículos com origem ou destino na SPA-248/055 terão conexão com o túnel por meio de ligação proposta exclusivamente para esse fim.

Figura 6.2.4-1 - Acessos Urbanos em Guarujá – Avenida nova, paralela à Av. Santo Amaro



Fonte: Projeto referencial (Dersa e Consórcio Engevix-Planservi-Themag, 2015).

Figura 6.2.4-2 - Acessos Urbanos em Guarujá – conexão no eixo da linha de energia



Fonte: Projeto referencial (Dersa e Consórcio Engevix-Planservi-Themag, 2015).

Figura 6.2.4-3 - Acessos Urbanos em Guarujá – conexão com a SPA-248/055



Fonte: Google Earth, 2024.

Fonte: Elaboração Fipe, 2024.

As intervenções de entradas e saídas do túnel abrangem diferentes tipologias construtivas, como rampas de acesso de seção fechada, seção aberta, viadutos e acessos em nível.

As figuras a seguir apresentam os fluxos de veículos urbanos e de veículos comerciais nos acessos do Guarujá:

Figura 6.2.4-4 - Fluxos Urbanos de Entrada e Saída do Túnel em Guarujá



Fonte: Google Earth, 2024.

Elaboração: Governo do Estado de São Paulo, 2024.

Figura 6.2.4-5 - Fluxos de caminhões de Entrada e Saída do Túnel em Guarujá



Fonte: Google Earth, 2024.

Elaboração: Governo do Estado de São Paulo, 2024.

6.2.5 Compatibilização do Projeto de Engenharia Referencial para a interligação com o sistema VLT de Santos

A possibilidade de que o túnel imerso pudesse ser preparado para a interligação com o VLT de Santos e Guarujá, maximizando o seu uso também para o transporte seco de passageiros, foi um dos principais ajustes introduzidos no atual projeto. Embora a operação do VLT em si não seja objeto do presente licenciamento, o projeto de engenharia do túnel imerso e acesso deve viabilizar a sua futura operação considerando as devidas premissas de engenharia necessárias.

Neste sentido, além de garantir a interligação entre as linhas e pátios existentes em Santos e Guarujá, foram reestudados os acessos viários em termos de geometria horizontal e vertical para compatibilizá-los tanto para veículos como para o VLT. No interior do túnel, as faixas centrais nos modelos para veículos em ambos os sentidos deverão estar dimensionadas e construídas considerando os trilhos do futuro VLT. Serão reversíveis, podendo ser também utilizadas para tráfego de veículos como originalmente projetado.

6.2.6 Interligação entre o Viário Norte do Túnel Santos – Guarujá e a Rodovia Cônego Domênico – SPA-248/055

Um dos ajustes incorporados ao Projeto de Engenharia Referencial na atual revisão do empreendimento refere-se à compatibilização entre os usos já consolidados ao longo do viário urbano no Guarujá e o tráfego associado ao túnel ao sistema rodoviário regional, que poderá funcionar como alternativa ao tráfego pesado que se destina às instalações do Porto, e poderá se constituir num importante desvio do tráfego da área urbana de Santos, com a utilização do túnel.

Paralelamente, a Prefeitura do Guarujá também aprofundou os estudos de tráfego vinculados ao túnel e apresentou uma proposta preliminar de incluir um acesso viário novo externo e delimitando a mancha urbana já existente, até interligar com a SPA-248/055, criando um novo acesso dedicado a absorver este fluxo de veículos.

Face ao caráter mitigatório que esta nova ligação poderia trazer ao projeto, o EIA incluiu o projeto desta ligação sendo denominada Conexão do Viário Norte do Túnel Santos –

Guarujá como parte da avaliação ambiental do EIA, com as informações a nível de Projeto Funcional, a serem posteriormente detalhadas.

O Projeto Funcional indicativo é ilustrado na figura a seguir e incluído no **Anexo 2**.

6.3 CARACTERIZAÇÃO DA IMPLANTAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

6.3.1 Métodos Construtivos

A metodologia construtiva a ser empregada na implantação do empreendimento, em razão de seus vários componentes, envolve processos que são amplamente dominados pela engenharia brasileira como a execução de obras enterradas pelos métodos de cut and cover e vala a céu aberto (VCA), viadutos e obras viárias, execução de dragagem, entre outras, porém traz uma tecnologia inovadora de construção de túneis subaquáticos por meio da submersão de módulos pré-moldados construídos em uma doca seca e instalados em uma trincheira aberta no fundo do corpo hídrico a ser transposto.

Por essas características, as principais fases do processo construtivo a ser empregado são:

- Desapropriação de imóveis e reassentamento de população;
- Limpeza dos terrenos e remoção de interferências;
- Construção da doca seca;
- Implantação do acesso à rodovia SPA-248/055 no lado Guarujá (vide metodologia construtiva específica na **Seção 6.3.1.8**);
- Construção dos diques de proteção nas áreas dos emboques do túnel;
- Construção das galerias enterradas (valas cobertas) e rampas de acesso (valas pelo processo *cut and cover*, precedido em ambos os casos da execução de paredes diafragmas);
- Escavação das trincheiras e rebaixamento do lençol d'água;
- Concretagem dos elementos das valas abertas;
- Concretagem das valas cobertas;
- Execução das estruturas de acesso para pedestres e ciclistas, bem como da estrutura de transição entre a seção de túnel imerso e a seção em vala coberta convencional;

- Dragagem, escavação da trincheira para instalação dos elementos do túnel imerso;
- Transporte, imersão, fixação dos módulos e serviços de execução das juntas, injeção de areia sob a base do túnel, reaterro e enrocamento de proteção; (vide metodologia construtiva específica na **Seção 6.3.1.3**);
- Reaterro das valas cobertas executadas pelo processo *cut and cover* nos acessos do ao trecho imerso;
- Construção das obras de arte especiais, novas vias em superfície e ajustes no viário existente. Eventuais remanejamentos das obras rodoviárias e ferroviárias serão necessários, sendo executadas através de faseamento da laje superior das valas cobertas com restituição dos viários às suas locações originais, à medida que a construção da vala evolua. (Para o acesso em vala coberta do lado Santos ver sequência construtiva da laje superior e remanejamento das vias nos desenhos DE-42.02.000-B02/201 a 209 e para o lado Guarujá ver desenhos DE-42.04.406-C01/001 de implantação dos viadutos rodoviário e ferroviário, todos apresentados no **Anexo 1**).

De modo geral, o processo executivo dos módulos ou seções do túnel imerso, que constitui o diferencial deste projeto, segue as seguintes etapas:

- Localização da doca seca, execução e instalação de sua infraestrutura (piso de fundo tratado com *jet grouting*, paredes diafragmas, estroncas e fechamento frontal);
- Montagem das formas, armações e concretagem dos módulos que serão transportados;
- Instalação das vedações provisórias nas extremidades dos módulos e instalação dos elementos auxiliares, como a proteção das juntas, guias para posicionamento e fixação nas sapatas submersas, entre outros.
- Preparativos para inundação da doca;
- Operações de transporte e imersão dos módulos;
- Movimentações longitudinais e transversais do módulo para ajustes de locação;
- Assentamento e fixação do módulo de concreto sobre as sapatas submersas;

- Execução de camada compacta de areia sob a laje de fundo do módulo através de injeção de areia sob pressão (para essas últimas 4 etapas construtivas, ver **Seção 6.3.1.3**).
- A cada módulo instalado, executar a ligação da junta com o módulo anterior;
- Reaterro da trincheira e cobertura com enrocamento;
- Montagem dos sistemas para operação do túnel (instalações elétricas, ventilação e segurança, entre outras utilidades)
- Execução dos acessos e ligações viárias definitivas com o trecho em terra.

Algumas das atividades citadas têm sua evolução em etapas distintas do empreendimento e poderão ser adequadas em função das estratégias de execução da obra e por outros intervenientes não contemplados nesta fase de desenvolvimento do projeto. A seguir será apresentado um detalhamento dos métodos construtivos empregados.

6.3.1.1 Doca Seca

Os principais condicionantes para a localização da doca seca são:

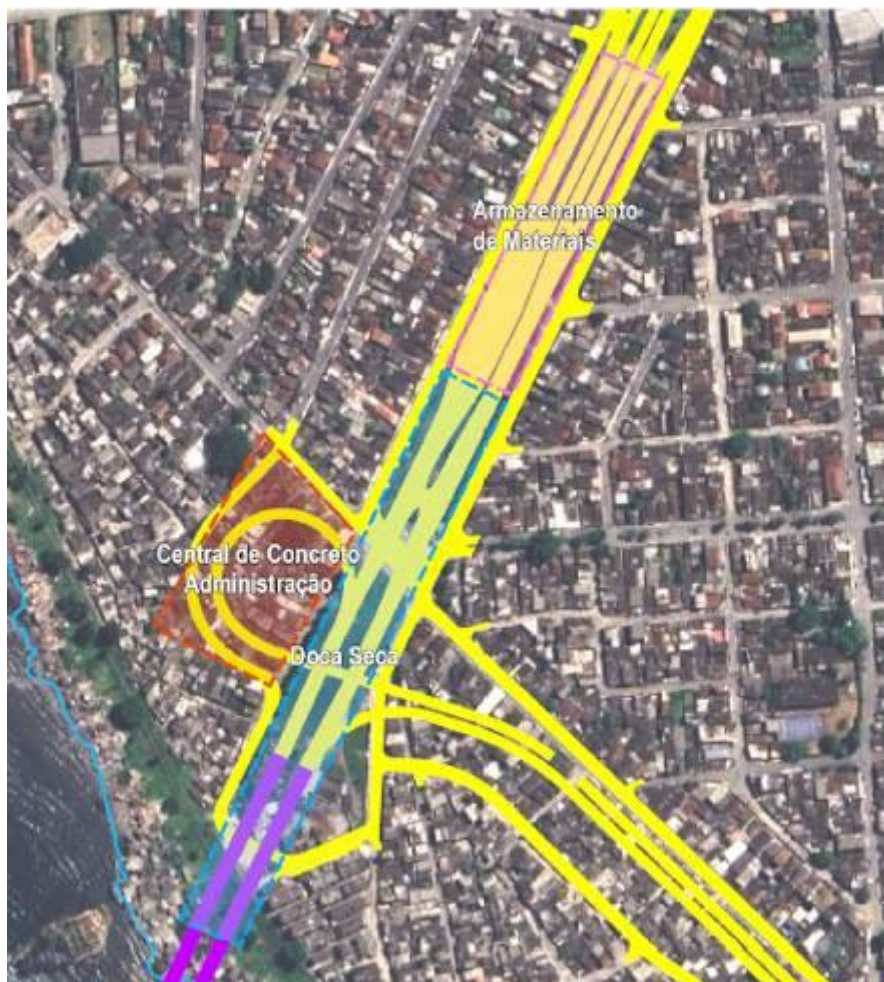
- Local de fácil acesso ao mar, em doca pré-existente ou local que não requeira grandes intervenções;
- Área mínima de implantação de aproximadamente 20.726,13 m² (para construção de 3 módulos simultaneamente);
- Condicionantes geológico-geotécnicos do subsolo que exijam menor intervenção possível para oferecer capacidade de suporte ao módulo (tensão no solo aplicado pelo módulo em torno de 7 ton/m²);
- Menor impacto ambiental;
- Calado do canal de descarga compatível com a navegação do módulo (altura mínima de 10,7 m).

A área industrial da doca seca deve prever, além da zona de fabricação dos módulos, espaço para estocagem de materiais e insumos, central de concreto, vias de circulação interna para cargas e descargas, estacionamentos, oficinas, áreas administrativas e sociais.

Ao longo da execução dos estudos, foram avaliadas diversas possibilidades para localização da doca seca, tendo sido selecionada a utilização da própria faixa de instalação do empreendimento, no trecho de emboque do túnel no lado Guarujá: aproveita-se a faixa da linha de alta tensão, retilínea e com extensão suficiente, além de contar com as estruturas de contenção que serão necessárias para a implantação do próprio empreendimento, reduzindo-se em muito os custos e os impactos ambientais decorrentes da intervenção em uma nova área. Essa alternativa proporciona, ainda, a menor distância entre o local de produção dos módulos e sua instalação definitiva, a compatibilização entre os empreendimentos utilizando uma estrutura de apoio que já seria instalada.

A **Figura 6.3.1.1-1** apresenta a localização da área onde será implantada da doca seca e o posicionamento dos módulos a serem construídos, assim como os possíveis locais para áreas de apoio.

Figura 6.3.1.1-1 - Localização e Instalações da Doca Seca



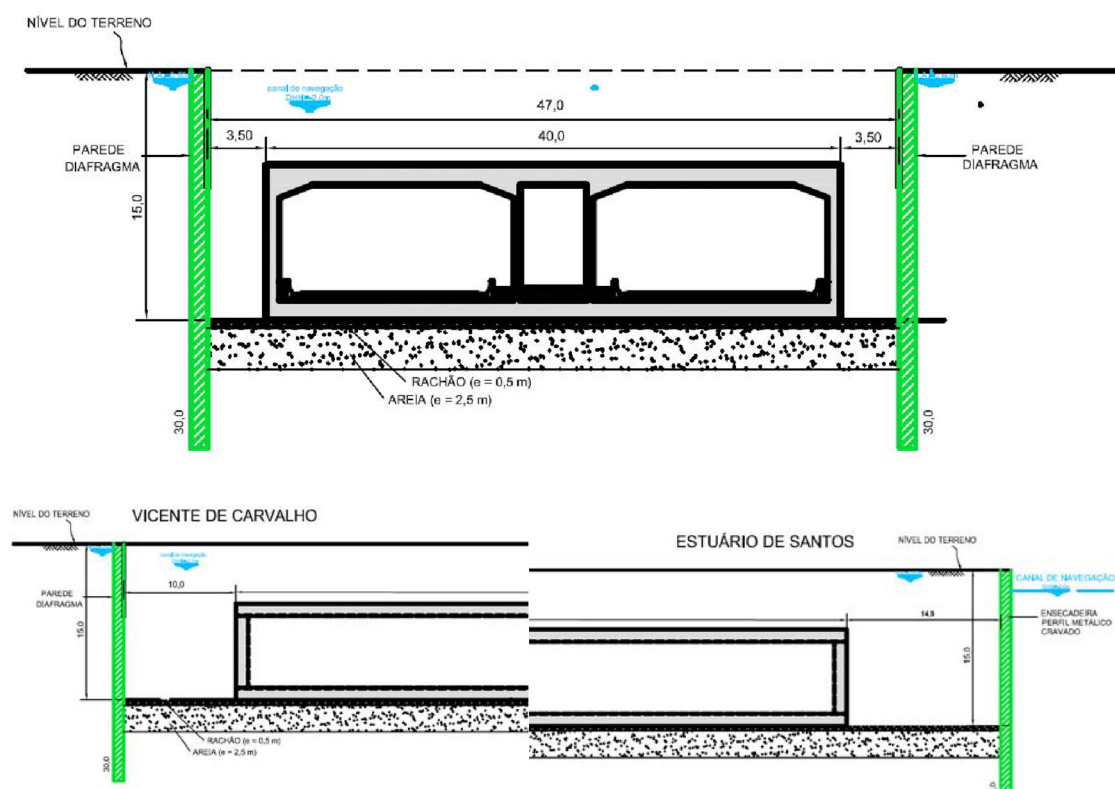
Fonte: EIA (CONSÓRCIO PRIME-ETEL, 2013).

Para implantação da doca seca serão executadas inicialmente paredes diafragmas em todo o contorno, em profundidades da ordem de 42 a 54 m, a serem definidas no detalhamento do projeto. Na extremidade voltada para o canal será executada uma ensecadeira para criação de uma parede por meio da cravação de tubos metálicos na profundidade de 25 a 30 m, com perfis 1,0 m de diâmetro. O mesmo procedimento será feito no lado oposto, constituindo-se, assim uma câmara seca onde será implantada a praça de trabalho para a moldagem dos módulos de concreto.

Após a execução das contenções será executada a escavação do interior da doca seca até a profundidade de 15 m em relação ao nível médio do terreno (a escavação varia de 17,75 m a 23,20 m). Essas Contenções compostas por paredes diafragma e contraventamento em estruturas metálicas em vários níveis. Estas escoras metálicas têm a finalidade de

evitar que as paredes diafragma movimentem-se em sentido interno à Doca Seca, dando rigidez ao conjunto.

Figura 6.3.1.1-2 – Doca Seca – seção transversal e corte longitudinal



Fonte: EIA (CONSÓRCIO PRIME-E TEL, 2013).

Externamente à doca seca serão executados poços de rebaixamento do lençol freático a fim de garantir a estanqueidade da plataforma de trabalho e drenar a construção da plataforma de trabalho. Nas etapas futuras a estanqueidade será garantida com a instalação de um sistema de bombeamento interno para drenar constantemente a água que exceder o sistema externo, por poços de rebaixamento (CONSÓRCIO PRIME-E TEL, 2013).

Ainda de acordo com o EIA (CONSÓRCIO PRIME-E TEL, 2013), para a estabilização da base poderá ser feito melhoramento de solo (*jet grouting*) ou estabilização com o uso de geogrelhas / geosintéticos, compactação por processos de vibro-compactação, a execução de estacas de brita revestidas com geosintético ou até mesmo a utilização de fundações profundas (colunas de *Jet Grouting*).

Concomitantemente à execução do melhoramento do aterro serão executadas obras de drenagem para captar toda a água da base e permitir o seu bombeamento para o exterior. A água recolhida será canalizada para o canal de Santos, sendo adotados processos de pré-condicionamento para atender aos padrões de lançamento de efluentes nesse corpo hídrico.

Paralelamente à implantação da doca serão construídas linhas constituídas por estacas e vigas para a instalação de pontes e pórticos rolantes que vão transportar o material da região de armazenamento até o local de trabalho, e servirão de apoio para a movimentação das formas, armaduras, concreto e demais elementos utilizados na construção.

Com a plataforma pronta inicia-se a montagem e concretagem da estrutura das seções pré-fabricadas.

Durante toda a construção dos módulos será instrumentado o nível d'água para garantir que não inunde a plataforma de trabalho, tanto através dos poços de rebaixamento externo à doca quanto pelos poços de drenagem internos.

Depois de concretado o módulo e atingida a resistência mínima do concreto inicia-se a montagem do sistema de flutuação através de piscinas internas, instalação dos equipamentos necessários ao aprofundamento e instrumentação externa e interna de posicionamento. Os módulos terão suas extremidades de topo fechadas com estruturas metálicas e vedações especificamente projetadas para este fim.

A doca seca é então inundada em um processo controlado, até que os elementos do túnel flutuem e ocorra o equilíbrio do nível d'água com o do canal, sendo retirados os tubos metálicos de contenção instalados na ensecadeira com a ajuda de um martelo hidrovibratório. Em seguida, os elementos do túnel são puxados por barcos rebocadores em direção ao canal, sendo armazenados ainda na condição de flutuação numa área próxima, aguardando o momento de ser submerso.

Após a retirada dos módulos, é fechada novamente a ensecadeira na entrada da doca com o uso dos tubos metálicos de contenção, drenada a água interna, repetindo-se a operação de fabricação dos outros 3 módulos.

Com a conclusão dos módulos novamente a doca seca é esvaziada e procede-se a operação de construção do túnel em solo (galeria enterrada) similar ao processo de *cut and cover*.

A **Figura 6.3.1.1-3** apresenta um conjunto de fotografias do acervo da Dersa que retratam a instalação e as operações em uma doca seca semelhante a que será utilizada pelo empreendimento (CONSÓRCIO PRIME-ETEL, 2013).

Figura 6.3.1.1-3 - Instalação e operações em uma doca seca para produção dos módulos

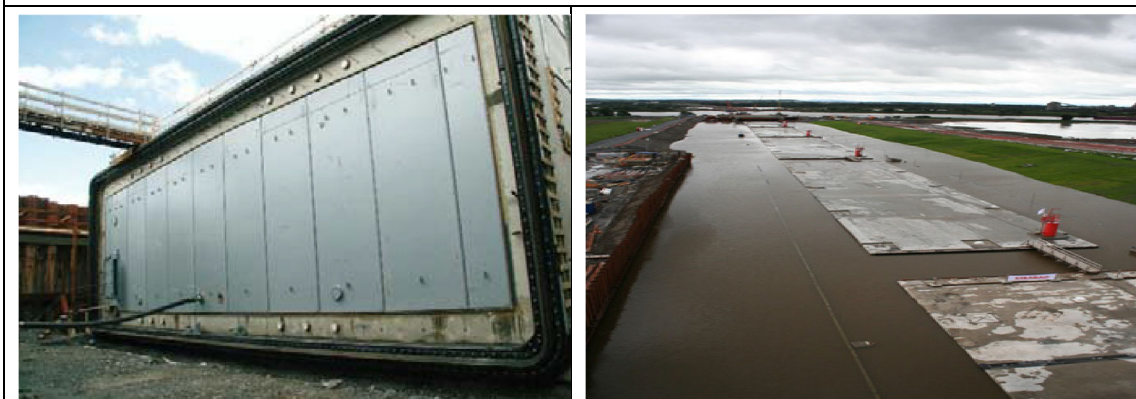




Construção dos módulos de concreto.



Construção dos módulos de concreto.



Detalhes das juntas de vedação dos módulos.

Módulos flutuando na Doca.

Fonte: Acervo Dersa.

6.3.1.2 Dragagem

A execução da trincheira dentro do canal marinho é a principal operação da dragagem em um projeto de túnel imerso. Os trabalhos de dragagem aplicáveis ao empreendimento são:

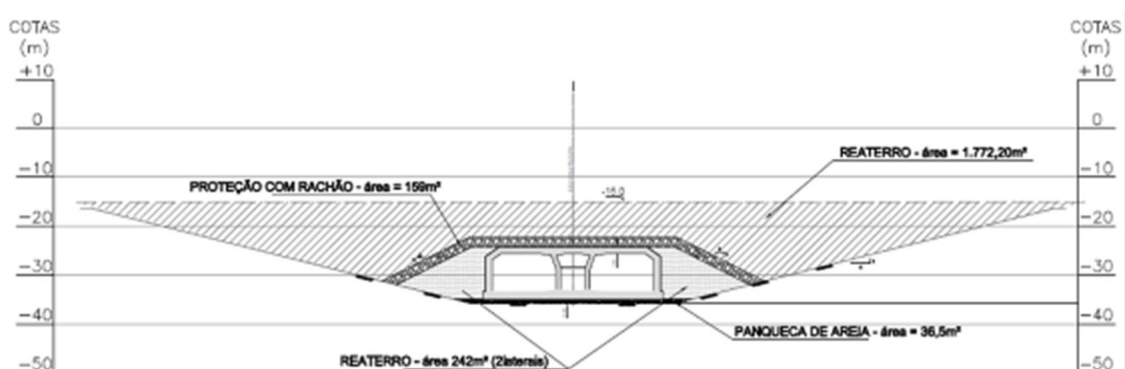
- Dragagem de poços para teste no fundo do canal com o intuito de avaliar o assoreamento da trincheira do túnel – compõem os estudos de sedimentação.
- Dragagem para construções adjacentes do túnel e estruturas de apoio.
- Dragagem de manutenção da cota antes da instalação dos módulos.
- Dragagem da trincheira do túnel para seção do túnel imerso (CONSÓRCIO PRIME-ETEL, 2013).

O volume total de dragagem estimado é de 2.815.596 m³, sendo 2.087.801 m³ de dragagem entre 15 e 32 m de profundidade (eixo principal) e 727.795 m³ de dragagem até 15m de profundidade (dragagem que eventualmente possa ser necessária para estacionamento dos módulos do túnel). O material é composto essencialmente por argila marinha com material orgânico sedimento fluviolagunar (SFL).

Será realizado reaterro até a cota -15 recompondo a seção escavada; proteção mecânica contra eventuais choques com cascos de navios e âncoras com rachão com espessura de 2m; reaterro das laterais e panqueca de areia de 0,80 m sob os módulos.

A **Figura 6.3.1.2-1** apresenta uma Seção do reaterro, que envolverá um volume total de 861.377,59 m³.

Figura 6.3.1.2 1 Figura 6.3.1.2-1 – Croqui de reaterro do Túnel Submerso



Fonte: Consórcio Engevix-Planservi-Themag, 2018.

Essa etapa da construção deverá ser realizada próximo da instalação dos módulos no fundo marinho devido ao processo de sedimentação que ocorre no estuário de Santos. Antes das operações de imersão dos módulos, pode ser executada uma nova operação de dragagem para retirada de provável assoreamento da vala dragada.

6.3.1.3 Imersão dos Módulos

Os elementos do túnel são módulos de concreto flutuantes, garantidos pela vedação temporária nas extremidades dos módulos denominadas de *bulkhead*. Além de garantir a resistência estrutural, o objetivo do projeto e da sua construção é a garantia da estanqueidade à água, e de impedir que ocorram deformações ao longo da seção devido a torções.

No processo de imersão dos módulos é exigido um grande controle de qualidade não apenas dos materiais com que o túnel foi construído, mas também da precisão de sua instalação sendo permitidas pequenas tolerâncias da ordem de milímetros. O processo de transporte do módulo da região de armazenamento até o local de instalação em média tem duração de 1 dia ou dependendo da distância de algumas horas.

Entretanto, o processo de imersão de um módulo chega a levar mais de um dia, pois se trabalham com velocidades de descida do módulo da ordem de 1 a 2 cm/min, pois durante a operação, além dos módulos serem lastreados continuamente, existe todo um controle de enchimento dos tanques de lastro, que são grandes piscinas armadas no interior da seção.

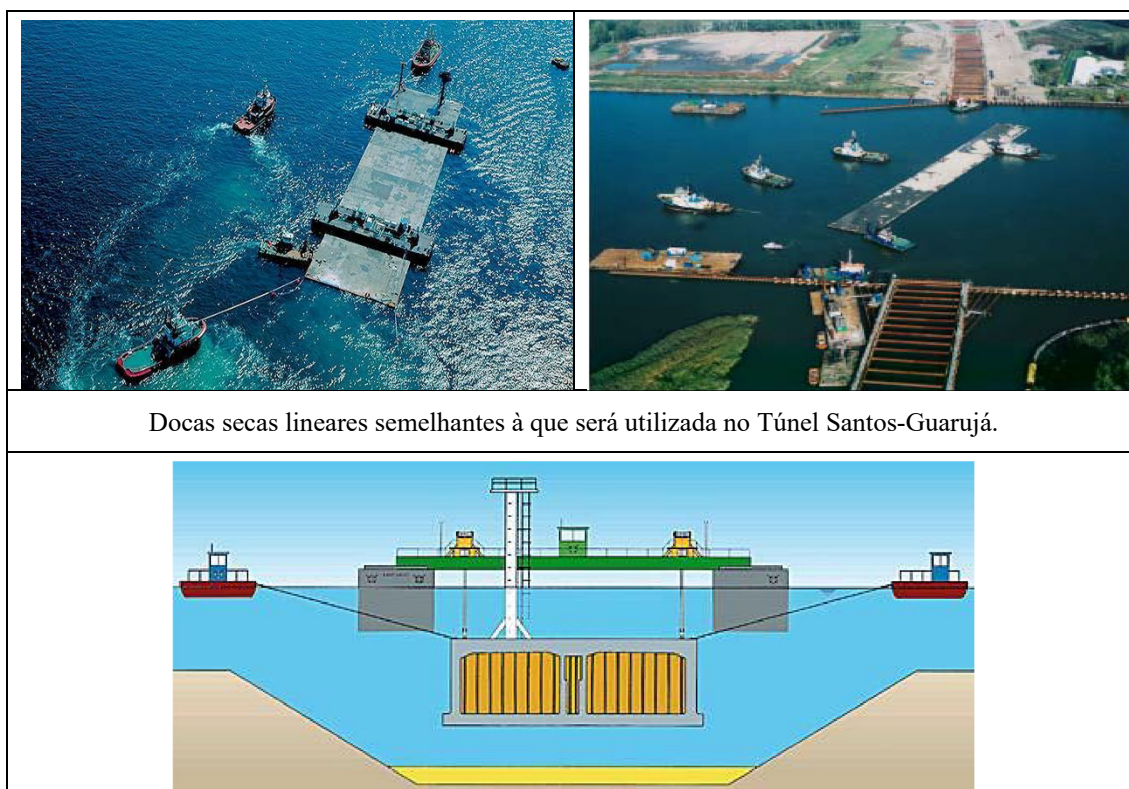
Para garantir a estanqueidade entre os módulos, são instalados anteparos temporários nas extremidades de cada um, para acessar o seu interior depois de instalado. Juntas de borracha (denominadas de Gina) são montadas nas extremidades dos módulos para fazer a conexão entre duas seções de concreto.

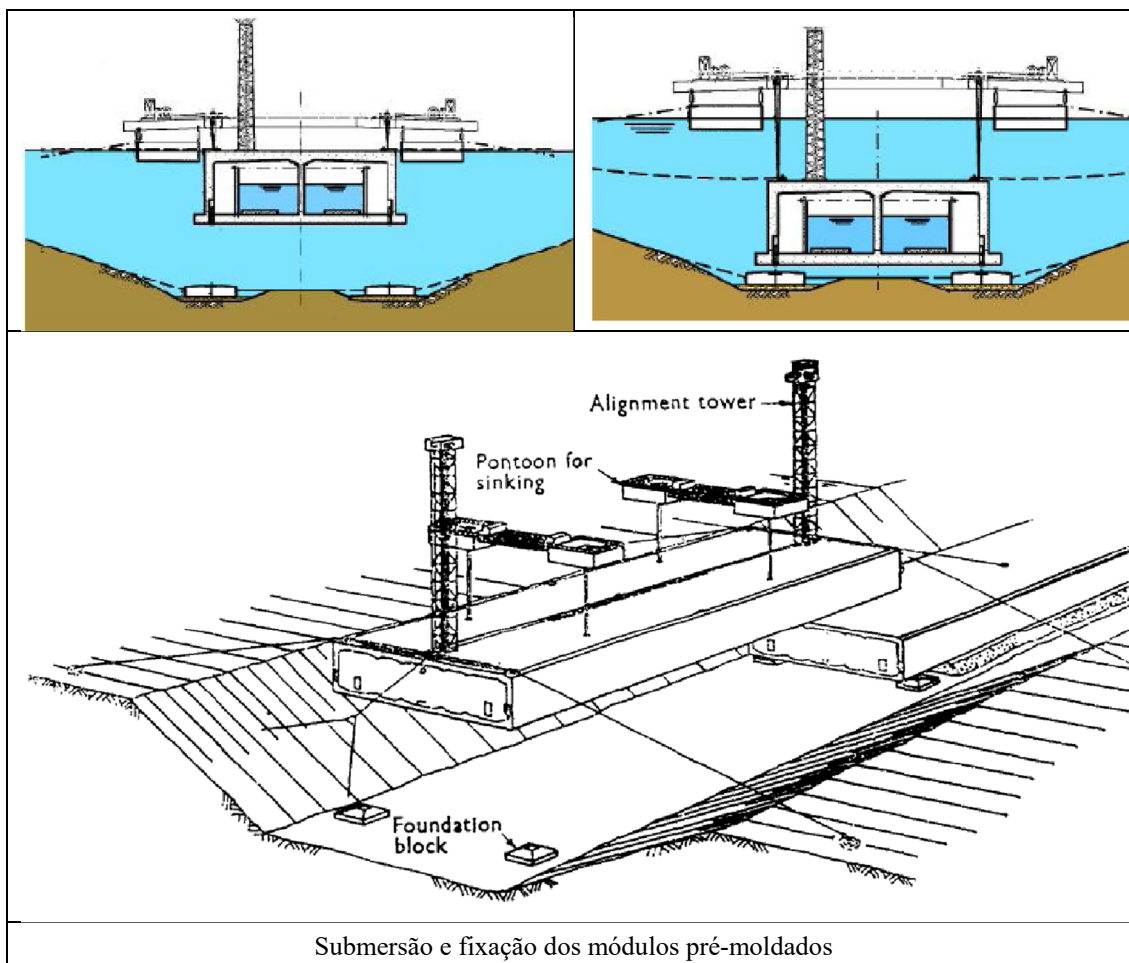
O primeiro módulo é apoiado em uma estrutura de transição já construída em terra pelo método *cut and cover*. Cada novo módulo é apoiado no anterior. A água é então bombeada para fora do espaço entre as paredes dos dois módulos justapostos e a própria pressão hidrostática sobre a extremidade livre do módulo comprime a vedação de borracha entre os dois, fechando a junta entre eles.

Em seguida, na extremidade livre do módulo imerso é fixada a uma base de fundação direta por meio de pinos metálicos para ajuste do posicionamento. O espaço entre a base do módulo e o fundo da escavação é preenchido com areia, injetada sob pressão a partir do interior do módulo. A injeção de areia forma uma camada compacta na base do túnel que melhora o contato entre a superfície do terreno natural e a geometria final da seção do túnel, contribuindo para redução de vazios que podem gerar esforços adicionais de tração sob as juntas de vedação.

A operação de afundamento dos módulos exige uma série de equipamentos especiais como a estrutura de transporte do módulo (pórtico), guindastes de posicionamento, central de controle do afundamento, cabos guias, um sistema de GPS e dispositivos capazes de controlar em todas as dimensões a movimentação dos módulos, além do trabalho de mergulhadores (CONSÓRCIO PRIME-ETEL, 2013).

Figura 6.3.1.3-1 - Operações de Transporte e Fixação dos Módulos do Túnel





Submersão e fixação dos módulos pré-moldados

Fonte: EIA (CONSÓRCIO PRIME-ETEL, 2013)

6.3.1.4 Galerias em Seção Fechada e Valas Abertas (*cut and cover*)

Para a construção das obras de terra entre o túnel imerso e os viários locais está sendo adotada a execução de estruturas em *cut and cover* com paredes diafragmas nas laterais devido à presença de espessas camadas de argila orgânica mole nos perfis de sondagem. Essa estrutura e método construtivo será utilizada tanto em galerias em seção fechada como em valas abertas (rampas de acesso).

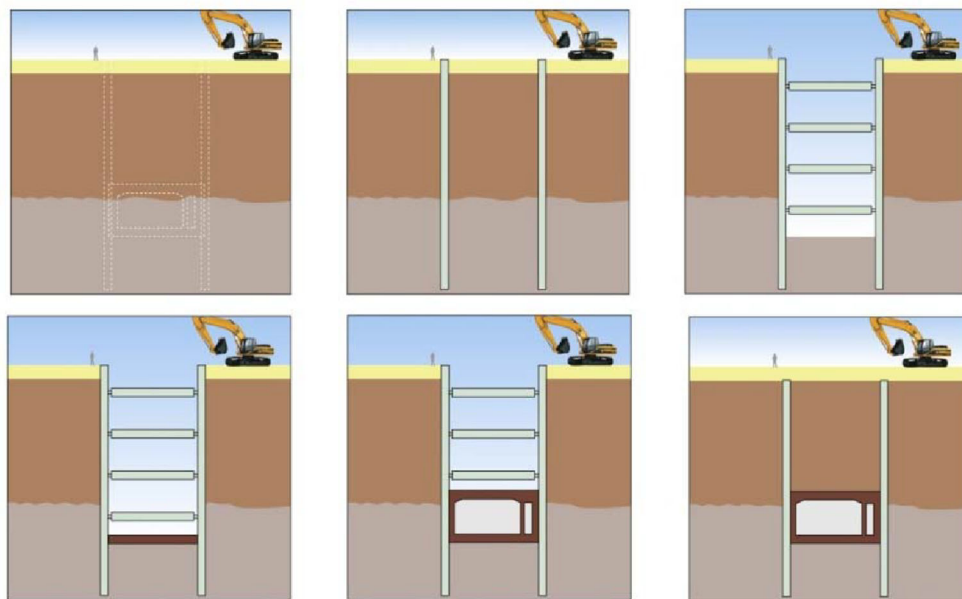
A **Figura 6.3.1.4-1** apresenta a sequência executiva com a execução inicial das paredes diafragmas parando em profundidade definida pelos estudos geotécnicos, seguido das atividades de escavação e instalação das estroncas até a cota de execução da galeria.

As contenções podem ser executadas com elementos metálicos, devido principalmente, ao condicionante de ser uma argila mole. Entretanto, exigiria comprimentos da ordem de

50 a 60 m o que não permitiria a execução de uma única prancha sendo necessário emendar diversos elementos de 12 m. Assim, o mais adequado será o emprego de parede diafragma que é uma escavação numa seção retangular (**Figura 6.3.1.4-2**), com equipamento fixado a um guindaste e posteriormente é descida a armação e concreto.

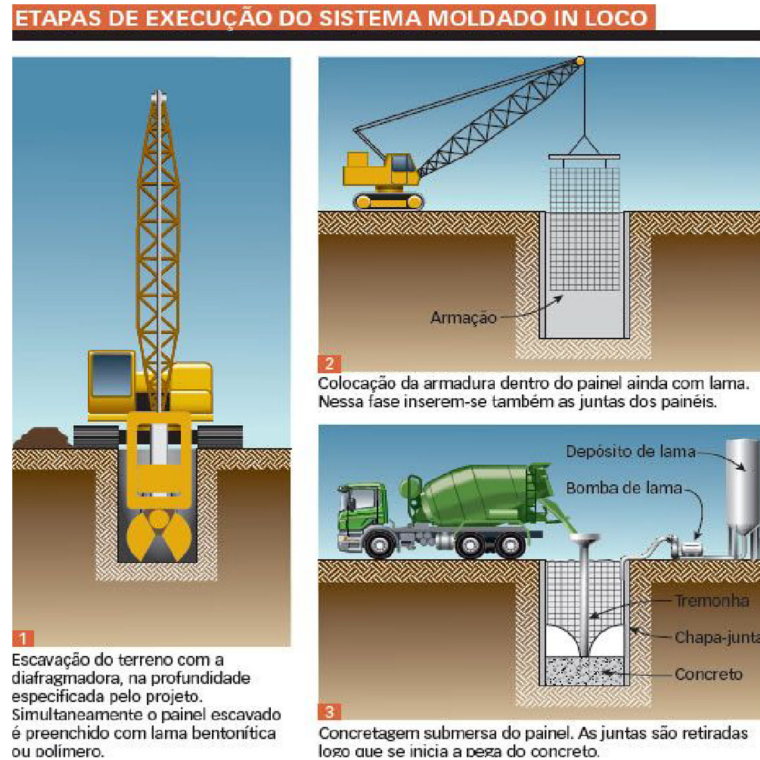
Na condição do projeto o nível d'água é superficial e será necessária a instalação ao redor de todo o *cut and cover* de um sistema de rebaixamento para garantir as operações *em seco* no fundo da vala. Nessa cota é construída a laje de fundo e prossegue com a construção das paredes e da laje superior. Após o período de cura dessa laje a vala é reaterrada até a superfície. Esse método de construção é muito utilizado na construção das estações de metrô e em túneis urbanos (CONSÓRCIO PRIME-E TEL, 2013).

Figura 6.3.1.4-1 – Processo construtivo da galeria pelo método *cut and cover*



Fonte: EIA (CONSÓRCIO PRIME-E TEL, 2013).

Figura 6.3.1.4-2 – Processo executivo de paredes diafragmas

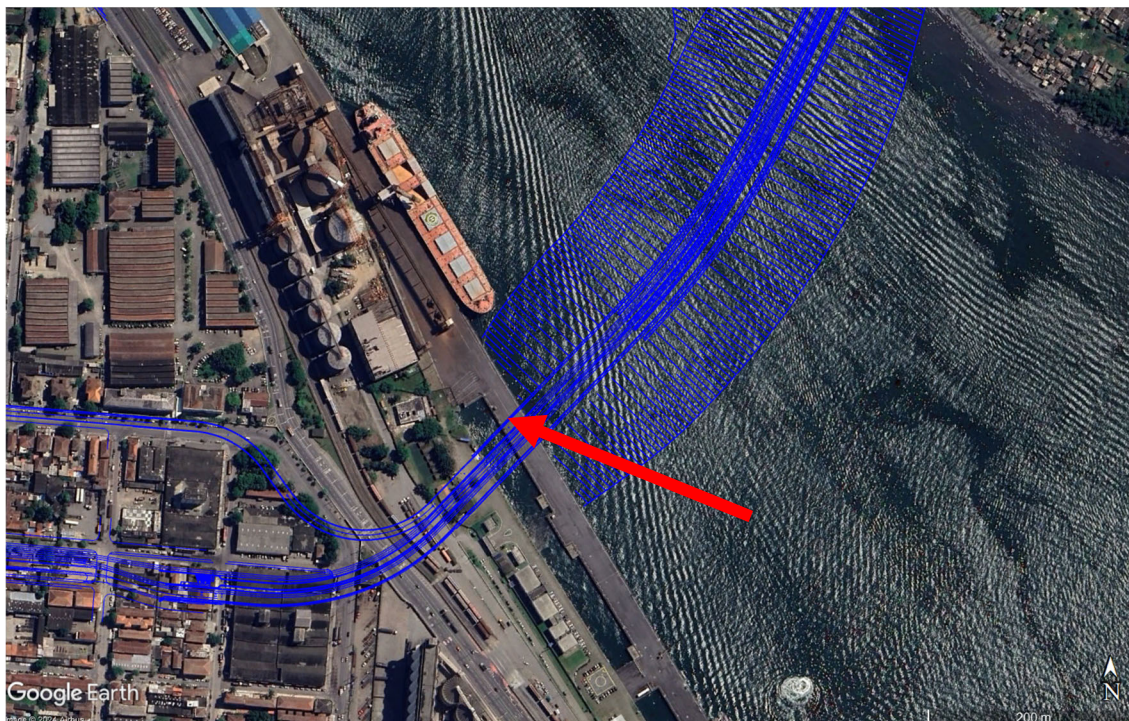


Fonte: EIA (CONSÓRCIO PRIME-E TEL, 2013).

6.3.1.5 Obras junto ao Cais de Outeirinhos

Na região do Cais de Outeirinhos está previsto o trecho em túnel imerso e poucos metros adiante se inicia o trecho a ser construído pela metodologia em *cut and cover*.

Figura 6.3.1.5-1 – Interferência no cais de Outeirinhos



Fonte: Google Earth, 2024.

Elaboração: Fipe, 2024.

LEGENDA:

■ Projeto atual

Durante a fase de construção do Túnel um trecho de aproximadamente 200 a 300 m do cais terá suas atividades paralisadas para que haja espaço suficiente para toda a movimentação necessária de demolição e reconstrução do cais.

A ideia geral da intervenção consiste em demolir a estrutura existente, reforçar as bordas do Cais que ficará em operação, criando a estrutura necessária para reconstrução e construção de uma grande ponte para ligação futura das duas bordas separadas inicialmente.

No local da intervenção as etapas construtivas são:

- Paralisação das atividades na faixa de trabalho do cais (região de trabalho).
- Demolição da laje e das vigas de travamento nas duas direções do Cais de Outeirinhos.

- Execução de reforços de estaqueamento com estacas adicionais nas duas extremidades e que serão solidarizados através de um bloco de concreto. O tipo de fundação será o mesmo adotado para a construção do Cais.
- Ligação do bloco de reforço com a estrutura do cais existente – retorno do elemento de rigidez nessa região. O bloco terá ligação com as futuras vigas da superestrutura futura.
- Dragagem e descalçamento do material de solo em torno das estacas cravadas nessa região. Essa escavação será executada até a cota de fundo do túnel imerso, em torno.
- Corte submerso das estacas. As estacas removidas serão descartadas.
- Execução das operações de aprofundamento e assentamento dos módulos pré-fabricados nessa região. Paralelo estará sendo executado as vigas protendidas para reconstrução do cais.
- Assentamento e reaterro do módulo pré-fabricado na região da intervenção.
- Lançamento das vigas protendidas nos blocos de reforço do cais.
- Execução da estrutura do tablado (laje, pavimento, drenagem, instalações e outros) no cais.

Em termos gerais o pavimento final reconstruído estará na mesma cota do existente e toda a estrutura adaptada estará concentrada na parte de baixo do tabuleiro (CONSÓRCIO PRIME-E TEL, 2013).

6.3.1.6 Remanejamento da subestação e linha de alta tensão APS

A linha de alta tensão da APS em cuja faixa serão implantadas as obras na margem esquerda deverá ser relocada, provavelmente para instalações subterrâneas ao longo da obra. A subestação existente será relocada para terreno vizinho, junto às alças de acesso e nas proximidades de linha férrea (CONSÓRCIO PRIME-E TEL, 2013).

6.3.1.7 Relocação da linha férrea

A linha férrea que atende o porto na margem esquerda atravessa a seção onde será implantado o emboque do túnel. Antes das escavações para implantação do túnel (e da

doca seca onde os módulos pré-moldados serão construídos) deverá ser construída uma estrutura para permitir a escavação sob a via férrea, com a relocação temporária ou definitiva da via férrea (CONSÓRCIO PRIME-ETEL, 2013).

Descrição da Obra

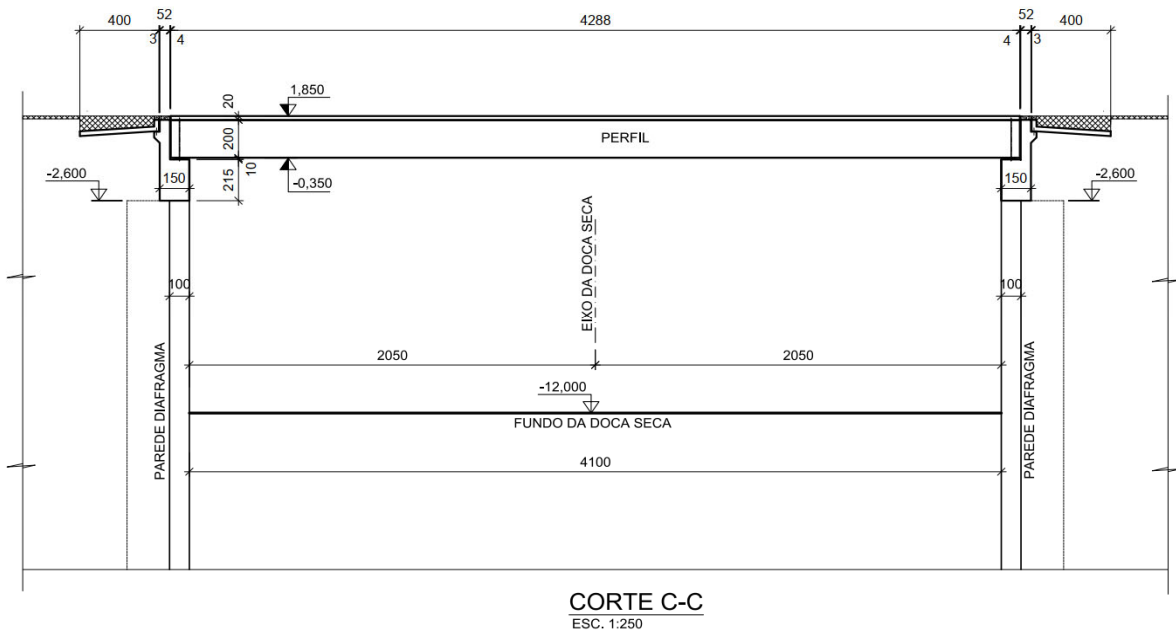
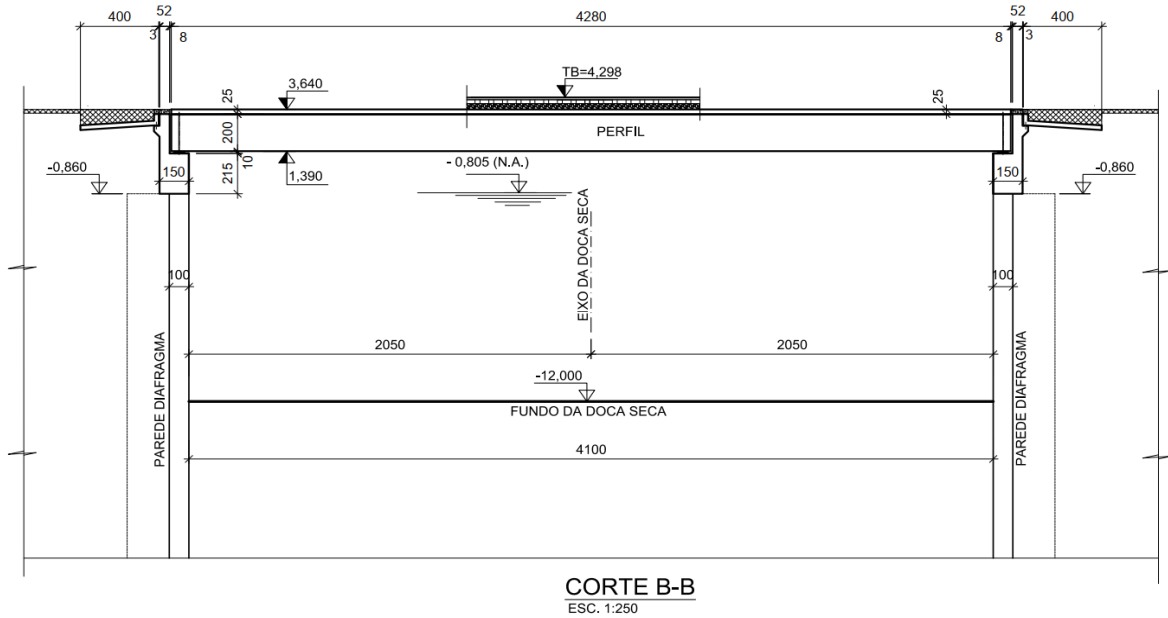
Viaduto ferroviário sobre a doca seca com eixo da obra esconso, executado na primeira fase. E viaduto rodoviário sobre a doca seca com eixo da obra tangente, executado na segunda fase.

Sistema estrutural em seção mista com perfis I soldados e laje de concreto. As longarinas conformam tabuleiros com vão de ~42,90m e larguras de 64,23m no ferroviário e 11,90m no rodoviário.

Os encontros são o próprio sistema paredes diafragma com viga de coroamento, incrementando nela cortina e laje de aproximação.

Na **Figuras 6.3.1.7-1, 6.3.1.7-2 e 6.3.1.7-3**, a seguir são apresentadas as informações básicas do Viaduto.

Figura 6.3.1.7-3 - Cortes (B-B e C-C)

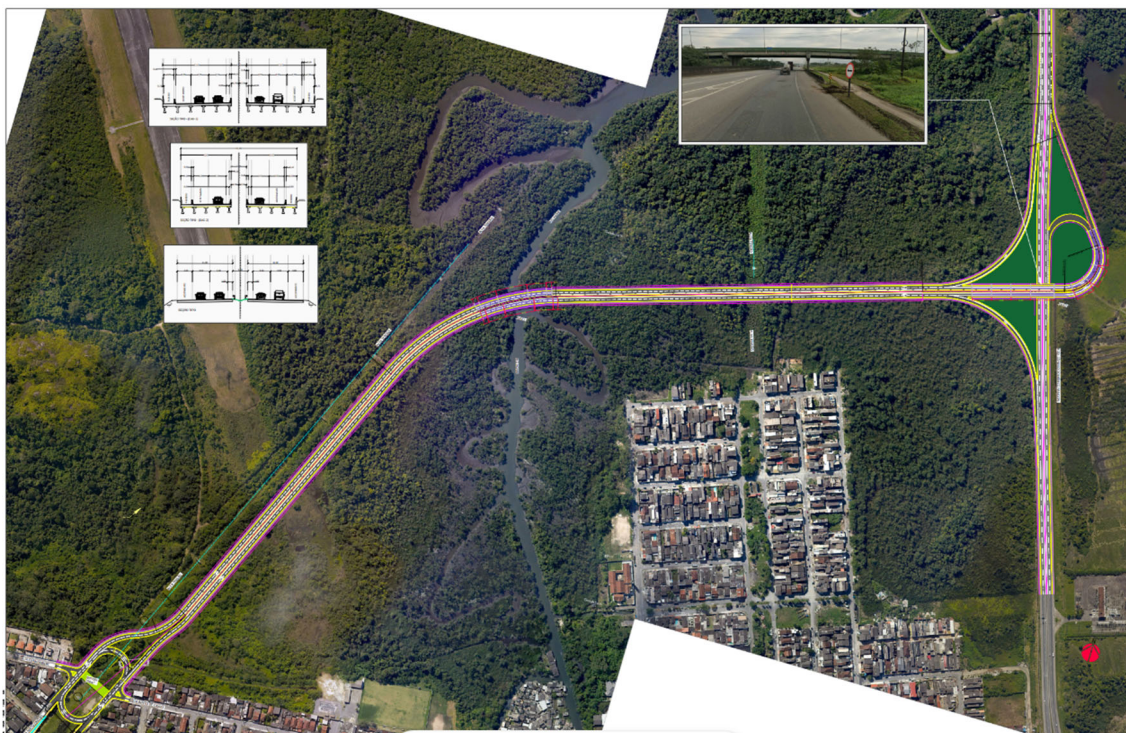


Fonte: Projeto referencial (Dersa e Consórcio Engevix-Planservi-Themag, 2015).

6.3.1.8 Implantação da Interligação à SPA-248/055

Para melhor caracterização desta conexão com a SPA-248/055 com aproximadamente 2,0 km, no território do município do Guarujá, desenvolveu-se preliminarmente os Estudos de Anteprojeto (**Figura 6.3.1.8-1**), evidenciando uma solução alternativa que segue os mesmos princípios de engenharia adotada na construção da SPA-248/055 - Rodovia Cônego Domênico Rangoni. O **Anexo 2** apresenta o Projeto de Engenharia.

Figura 6.3.1.8-1 – Inserção da conexão com a SP-248/055



Fonte: Google Earth, 2024.

Fonte: Elaboração Fipe, 2024.

Essa Rodovia de Acesso¹² ao município de Guarujá, a partir da conexão com a Rodovia SPA-248/055, será desenvolvida no padrão similar, como Rodovia Classe III³, com velocidade diretriz de 80 km/h (raio no eixo da via de 344 m) e velocidade operacional de 60 km/h. Apresenta uma seção transversal de 25,0 m de plataforma, em pista dupla

¹ <https://www.der.sp.gov.br/WebSite/Arquivos/MalhaRodoviaria/codificacao.pdf> (acesso em 14.06.2024)

² Acessos: codificados por dois conjuntos de numerais, separados por barra, representando, o primeiro, o indicativo do quilômetro da rodovia onde sai o acesso e, o segundo, o código da rodovia que lhe dá origem, precedidos da sigla SPA.

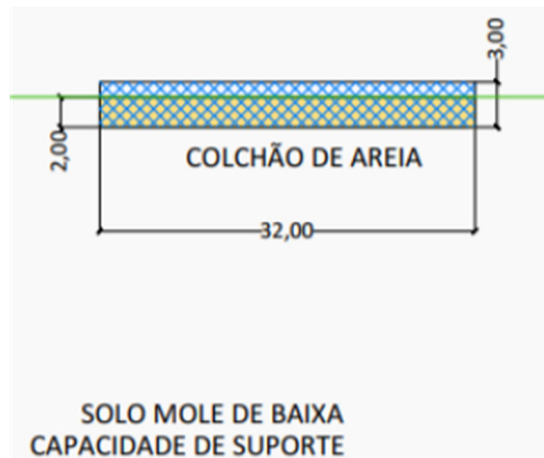
³ https://www.der.sp.gov.br/WebSite/Arquivos/normas/IP-DE-F00-001_A.pdf (acesso em 14.06.2024)

incorporando duas faixas de tráfego por sentido com de 3,50 m cada, acostamentos de 3,0 m, faixas internas de proteção de 1,0 m, e canteiro central restrito (para minimização das desapropriações e impactos) de 3 m, com dupla barreira de defensas metálicas.

Incorpora ainda uma ciclovia lateral de 2,5 m no sentido da Rodovia Cônego Domênico Rangoni (SPA-248/055), conectando a área urbana e essa rodovia, protegida por defensas metálicas e por defensas de concreto tipo “New Jersey” na Ponte sobre o Rio Agari e no Viaduto sobre a SPA-248/055.

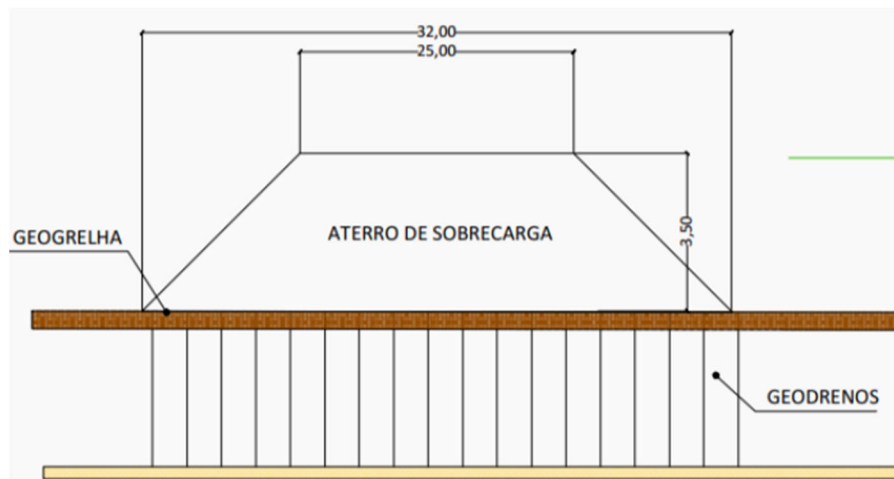
O método construtivo envolve uma solução usando colchão de areia com 3m sobre vala escavada de 2 m de profundidade, sobre o qual caminharão e compactarão as esteiras de cravação de Geodrenos Fibroquímicos, e após, colocação de grelha Geotêxtil e sobre ela o aterro de sobrecarga gradativa de 3,5m.

Figura 6.3.1.8-2 – Detalhe da Seção-Tipo do colchão de areia



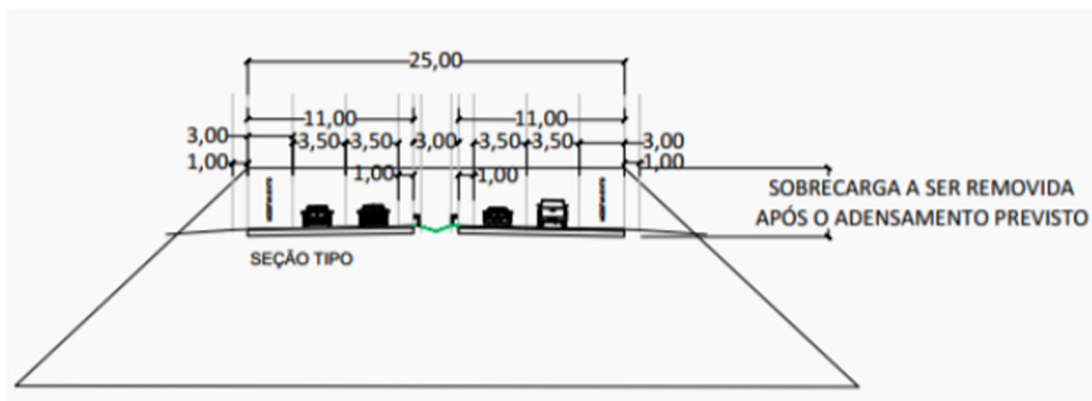
Fonte: Elaboração Fipe, 2024.

Figura 6.3.1.8-3 – Detalhe da Seção-Tipo do aterro gradativo de carga sobre os geodrenos cravados



Fonte: Elaboração Fipe, 2024.

Figura 6.3.1.8-4 – Detalhe da Seção-Tipo com a remoção da camada superior para compactação e construção da plataforma da rodovia



Fonte: Elaboração Fipe, 2024.

Figura 6.3.1.8-5 – Obra Similar Sobre Solos Moles: Implantação de Geodrenos Fibroquímicos no acesso à Rodovia Anchieta⁴ - Prefeitura de Santos



Fonte: Acervo Prefeitura Municipal de Santos

Figura 6.3.1.8-6 – Obra Similar com Uso de Geogrelhas Sobre Solos Moles e entre Camadas Drenantes de Materiais Granulares da Sub-base do Pavimento.



Fonte: Acervo Dipotec e Prefeitura Municipal de Santos

6.3.1.9 Principais quantitativos de obras

O empreendimento exigirá movimentação de terra devido às profundidades do traçado (em perfil) que atingirá cotas da ordem de -32,0 metros em relação ao nível médio do terreno.

A **Tabela 6.3.1.9-1** apresenta os quantitativos de movimento de solo divididos nas principais estruturas de obra em área urbana (valas), túnel e na construção do acesso à SPA-248/055.

Já na **Tabela 6.3.1.9-2** é apresentado os quantitativos necessários para implantação do Túnel, em função da necessidade de dragagem no canal marinho.

⁴ <https://www.santos.sp.gov.br/?q=noticia/comeca-a-instalacao-de-drenos-verticais-na-futura-avenida-beira-rio>
(Acesso em 17.06.2024)

Tabela 6.3.1.9-1 - Quantitativos dos volumes estimados das obras de terra

Elemento de Projeto	Volumes Estimados
Volume de Dragagem:	2.815.596 m³ 2.087.801 m ³ entre 15 e 32 m de profundidade (eixo principal) + 727.795 m ³ até 15 m (estacionamento dos módulos ¹)
Volume de Corte – Acesso à SPA-248/055	128.000 m³
Volume de Aterro – Acesso à SPA-248/055	199.500 m³
Volume de Corte – Área urbana	420.973 m³
Volume de Aterro – Área urbana	61.499 m³
Volume de Empréstimo	63.415 m³
Volume de Movimentação de Rocha	38.097 m³

Notas:

1 – A ser detalhado futuramente no projeto

Fonte: Elaboração Fipe, 2024.

6.3.1.10 Indicação de Locais para Áreas de Apoio

Canteiros de obras

Em Santos, na **Figura 6.3.1.10-1** a estrutura de N° 1 faz divisa nos fundos com a Av. Siqueira Campos e nas laterais com a Av. Senador Dantas e rua Padre Anchieta, a sua área estimada é de 31.200 m² (120 x 260 m). O acesso dos caminhões se daria pela Av. Siqueira Campos. O local é ocupado pelo terminal portuário Eudmarco.

Como uma segunda possibilidade, N° 2, existe uma área próxima à Av. Perimetral que permitiria que todo o escoamento dos insumos e retirada de material proveniente das escavações fossem escoados sem grande impacto nas vias da cidade.

O local faz divisa com a Rua Antônio Maia, Avenida Almirante Cochrane e a Av. Perimetral, a sua área estimada é da ordem de 69.000 m² (dimensões de 460 x 300 m).

No local N° 3, região onde será construído a estrutura em cut and cover do emboque em Santos existe um pátio de estacionamento de caminhões do Moinho Pacífico, que após a construção da galeria pode ser utilizado pela área de canteiro de obras. Sua área estimada é da ordem de 15.000 m² (dimensões de 60 x 250 m).

Figura 6.3.1.10-1 - Indicação de locais para canteiro de obras (Santos)



Fonte: Google Earth, 2024.

Fonte: Elaboração Fipe, 2024.

Do lado do Guarujá toda a estrutura de canteiro de obras pode ser construída no terreno atualmente ocupado pela linha de alta tensão ou a ser desapropriada para as alças de acesso, conforme já indicado na **Figura 6.3.1.1-1** anteriormente.

Depósitos de Material Excedentes / Jazidas

A **Figura 6.3.1.10-2** mostra indicação de locais para depósitos de material excedente e fornecimento de materiais de construção. Adicionalmente às áreas necessárias para Centrais de concreto, poderão ser usadas as concreteiras já instaladas na região, diminuindo assim circulação de carretas e caminhões basculantes, abastecedores de cimento, areia e brita.

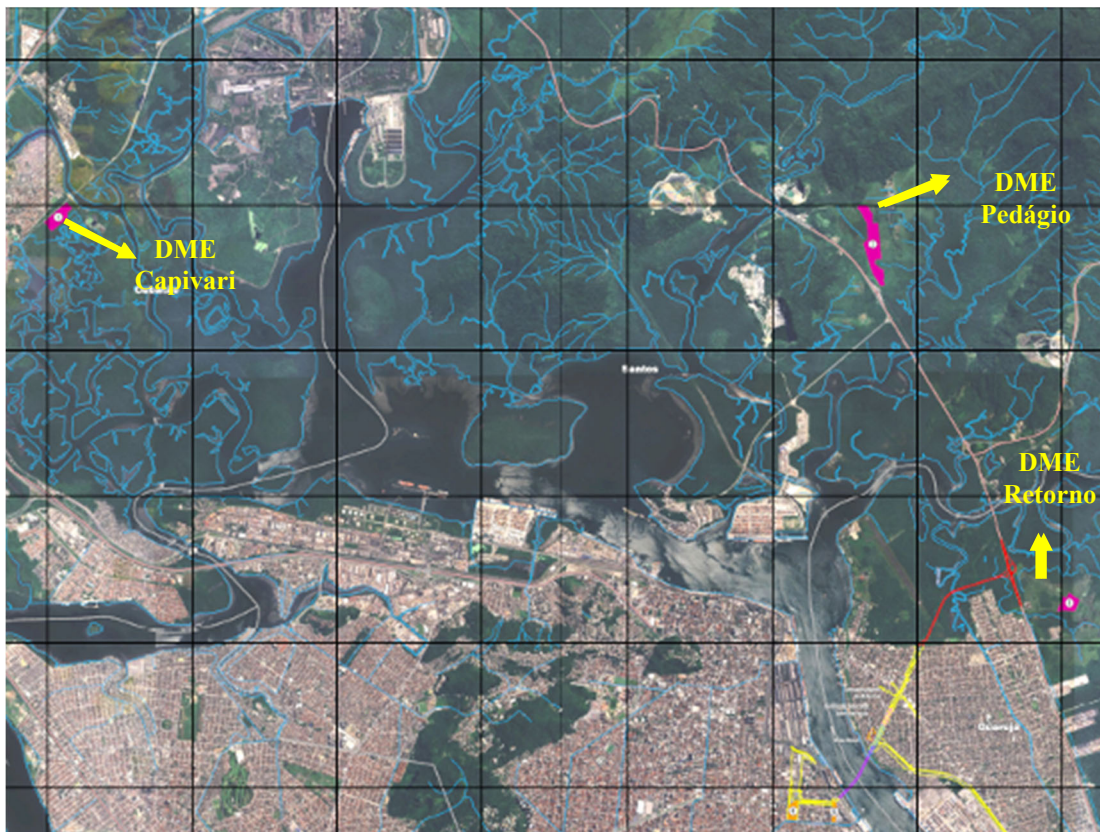
Figura 6.3.1.10-2 – Indicação de Locais para DME e Jazidas



Fonte: EIA (CONSÓRCIO PRIME-E TEL, 2013).

Adicionalmente, verificou-se que a Dersa, no detalhamento do projeto executivo em 2016, apresentou 03 áreas complementares para DME: DME Capivari, DME Retorno e DME Pedágio. A localização dessas áreas está apresentada na **Figura 6.3.1.10-3**.

Figura 6.3.1.10-3 – Localização das áreas complementares de DMEs



Fonte: Google Earth, 2024.

Fonte: Elaboração Fipe, 2024.

O material dragado terá disposição oceânica no local licenciado e operado pela Autoridade Portuária de Santos (**Figura 6.3.1.10-4**).

Figura 6.3.1.10-4 – Local para Disposição de Material Dragado



Outras áreas de apoio

Caso o material a ser dragado apresente concentrações das substâncias químicas acima dos Valores Orientadores para Solos e Águas Subterrâneas vigentes no Estado de São Paulo (publicados pela Cetesb), serão estudadas e propostas soluções para disposição do material. As soluções poderão incluir destinação a locais de tratamento, unidades de disposição confinada ou locais de disposição de resíduos, aprovados ou licenciados pela Cetesb, conforme previsto no Artigo 10º da Resolução SMA N° 36/2017.

Na **Figura 6.3.1.10-5** são apresentadas algumas alternativas identificadas para o caso de ser necessário habilitar local para tratamento do material. Destaca-se que a atividade deverá ser previamente licenciada pela Concessionária junto à Cetesb.




Figura 6.3.1.10-5 – Alternativas para Áreas de Apoio



Fonte: Google Earth, 2024.

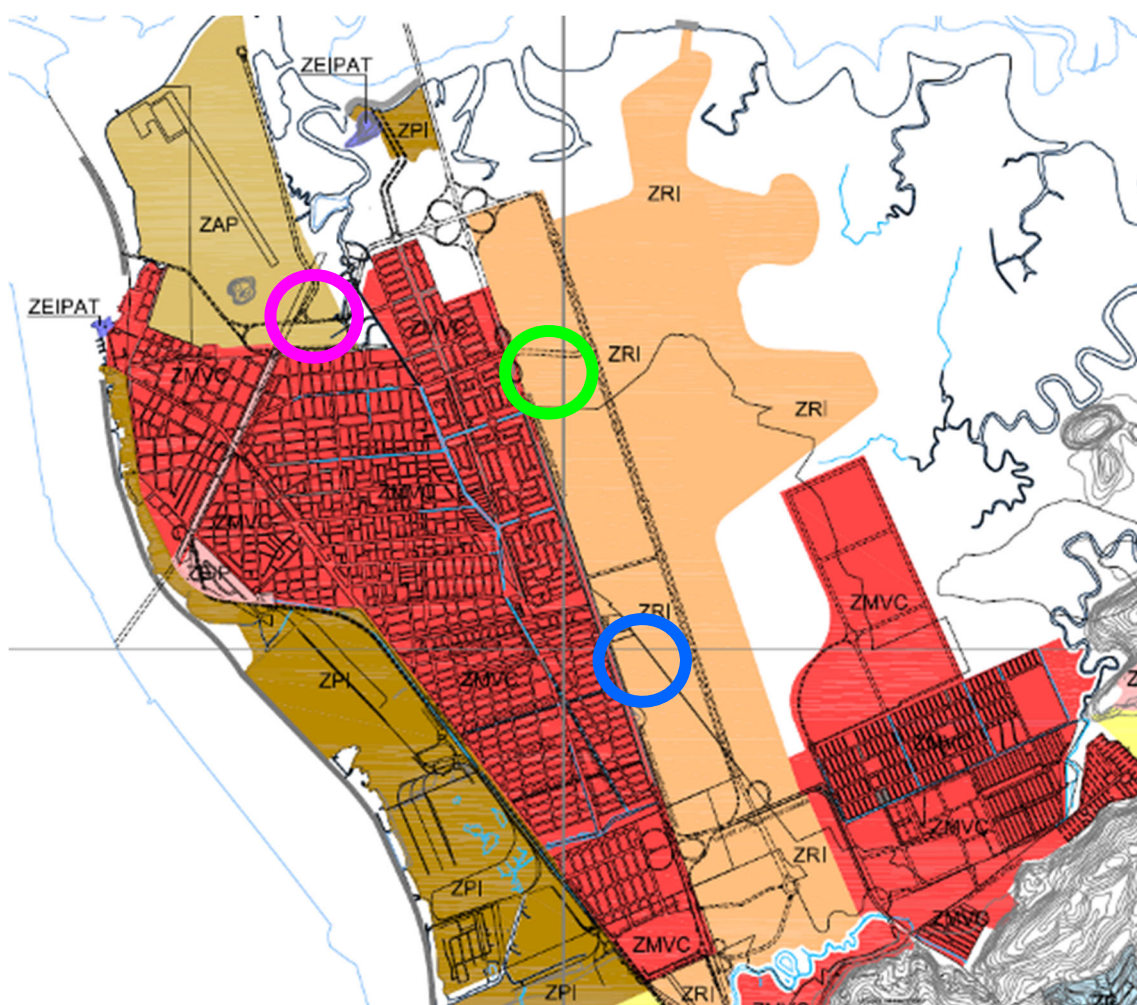
Elaboração: Fipe, 2024.

LEGENDA:

-  Implantação / Melhorias das Vias
-  Interligação com a SPA-248/055
-  Opções de áreas para tratamento de material dragado eventualmente contaminado

De acordo com o zoneamento de uso do solo do município do Guarujá, estabelecido no Plano Diretor Participativo (Lei Complementar N° 156/2013), a área 1 está localizada na Zona Aeroportuária e Portuária (ZAP) e as áreas 2 e 3 estão localizadas em Zona Retroaeroportuária Industrial, conforme indicado na **Figura 6.3.1.10-6**, para as quais já existe Decreto de Utilidade Pública – DUP.




Figura 6.3.1.10-6 – Recorte do Mapa de Zoneamento de Uso do Solo da Lei Complementar N° 156/2013



Fonte: Google Earth, 2024.

Elaboração: Fipe, 2024.

LEGENDA:

-  Alternativa 1 – áreas de apoio
-  Alternativa 2 – áreas de apoio
-  Alternativa 3 – áreas de apoio

Ressalta-se que essas áreas, ou outras que venham a ser identificadas no entorno, poderão ser utilizadas também como canteiros, centrais de concreto, etc.

6.3.1.11 Estimativas de demanda e atendimento quanto aos aspectos de saneamento ambiental

As estimativas de geração e a forma de atendimento de cada aspecto de saneamento ambiental está apresentada na **Tabela 6.3.1.11-1**, a seguir.

Tabela 6.3.1.11-1 - Demandas e atendimento quanto aos aspectos de saneamento ambiental para a fase de obras

Tipo de Demanda	Fonte de Consumo / Geração	Tipo	Classe	Estimativa de Consumo / Geração	Unidade	Forma de Atendimento
Resíduos Sólidos	-Canteiro Industrial Frentes de Serviço	Entulho/ Concreto	Classe A / Classe IIb	0,5	m ³ / mês	Destinação para aterros licenciados
	-Canteiro de Obras / - Escritório -Frentes de Serviço	Papel/papelão	Classe B / Classe IIB	6,6	m ³ / mês	Destinação para reciclagem
		Plástico		3,6	m ³ / mês	
		Sucata Metálica		80,2	Kg / mês	
		Vidro		0,2	m ³ / mês	
		Madeira		1,3	m ³ / mês	
	-Oficinas Mecânicas - Frentes de Serviço	Pneus		54,0	Un./ mês	
	-Canteiro de Obras / Ambulatório	Resíduos Ambulatoriais	Classe D / Classe I	0,2	m ³ / mês	Destinação para aterros licenciados
-Área de Armazenamento de Produtos Químicos - Central Armazenamento de Resíduos Sólidos -Oficinas Mecânicas -Frentes de Serviço	Embalagens de tintas, solventes, óleos, graxas (vazias) - filtros de óleo	Classe D / Classe I	1,1	m ³ / mês		
-Canteiro de Obras / - Escritório -Frentes de Serviço	Resíduos orgânicos	Classe II-A	0,8	m ³ / mês		

Tipo de Demanda	Fonte de Consumo / Geração	Tipo	Classe	Estimativa de Consumo / Geração	Unidade	Forma de Atendimento
	Alojamento	Resíduos orgânicos	Classe II-A	0,15	pessoa / m ³ / mês	
Efluentes	Canteiro de Obras / Administrativo / Frentes de obra Áreas de Apoio (AEs, ADMES)	Efluente Sanitário	-	1,0	m ³ / mês	Destinação para rede pública
	Alojamento	Efluente Sanitário	-	0,03	pessoa / m ³ / mês	
	Oficinas Mecânicas Frentes de Serviço	Efluente Oleoso	-	7,0	m ³ / mês	Destinação para empresas que fazem rerrefino do óleo. O descarte apenas pode ocorrer após tratamento adequado
Água	-Canteiro de Obras / - Escritório	Consumo de água tratada	-	1,95	pessoa / m ³ / mês	Captação por rede pública
	Frentes de Serviço (túnel / viários) / Áreas de Apoio (AEs, ADMES)	Consumo de água nas atividades construtivas	-	723.140	m ³	Captação por rede pública
Energia Elétrica	-Canteiro de Obras / - Escritório	Consumo de energia	-	200	kWh / mês	Rede pública (ou gerador em caso de ausência de energia da rede)

Elaboração: Fipe, 2024.

6.3.1.12 Estimativas de movimentação de veículos e dados de tráfego nas obras

Durante as obras é esperada movimentação de movimentação de veículos leves e pesados, bem como de equipamentos para execução das atividades construtivas.

Para a confecção dos concretos necessários às obras e para a injeção das colunas de *Jet Grout*, estima-se a seguinte movimentação:

- Lado Guarujá:
 - 14 viagens de carretas de cimento/dia no pico;

- 109 viagens de caminhões betoneira/dia no pico.
- Lado Santos:
 - 10 viagens de carretas de cimento/dia no pico;
 - 71 viagens de caminhões betoneira/dia no pico.

6.3.1.13 Quadro Síntese de Caracterização do Empreendimento

Na **Tabela 6.3.1.13-1**, a seguir, é apresentado o Quadro Síntese de características e indicadores da implantação do projeto.

Tabela 6.3.1.13-1 - Caracterização da Implantação do Empreendimento

Indicador	Valor	Unidade
Estimativa de corte	420.973	m ³
Estimativa de aterro	61.499	m ³
Estimativa de empréstimo	63.415	m ³
Movimentação de solo	420.973	m ³
Movimentação de rocha	38.097	m ³
Supressão de vegetação nativa	10,06	Ha
Supressão de vegetação em APP	0,44	Ha
Supressão de árvores isoladas	765	nº de indivíduos
Intervenções em corpos d'água	03	nº de intervenções em corpos d'água
Estimativa de Edificações Afetadas	776	nº de propriedades
Áreas potenciais de empréstimo	06	nº de áreas
Áreas potenciais de DME	04	nº de áreas
Criação de novos acessos	2,0	Km
Tráfego gerado pela obra	204	viagens/dia
Mobilização de mão de obra	17.782	nº de trabalhadores
Duração da obra	48	Meses
Investimento total da obra	4,64 bi	R\$

Elaboração: Fipe, 2024.

6.3.1.14 Adequação Ambiental do Projeto - Obra Sustentável

O Contrato de PPP deverá prever que a futura Concessionária responsável pela operação do Túnel Imerso implante um Programa Carbono Zero, com o objetivo de neutralizar as emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE), calculadas em carbono equivalente (CO₂e), provenientes das atividades de operação do empreendimento.

O Programa será composto por três fases abaixo descritas e especificadas.



Inventário

A Concessionária deverá realizar inventário anual para fins de calcular todas as suas emissões de GEE e quantificar as emissões (em carbono equivalente) relativas às atividades de operação da Concessionária a serem neutralizadas.

O primeiro inventário deverá ser apresentado no início do 2º ano, abrangendo as atividades do 1º ano do Contrato de PPP. Os demais Inventários deverão compreender o período de janeiro a dezembro do ano anterior, sendo elaborados com base em metodologias e padrões internacionalmente reconhecidos no mercado, como a Norma ABNT NBR ISO 14.064-1, GHG Protocol e/ou outras normas equivalentes.

Os inventários deverão abranger todas as emissões relativas às atividades de operação do Túnel Imerso, conforme listado na seção anterior.

Juntamente a cada Inventário, deverão ser definidas as metas voluntárias de redução de emissões de GEE, em carbono equivalente (CO₂e), para o próximo período.

Compensação

A Concessionária deverá realizar a compensação das emissões de gases de efeito estufa com o objetivo de neutralizar, no mínimo, as emissões decorrentes das atividades de operação do Túnel Imerso.

O programa de compensação deverá ser executado quinquenalmente, consolidando as demandas indicadas nos Inventários anuais. Atendem como medida compensatória, dentre outras: (i) projeto de plantio compensatório e/ou reflorestamento; (ii) compra de créditos de carbono no Mercado Regulado ou Voluntário; e (iii) Mecanismo de Desenvolvimento Limpo.

No caso da opção de neutralização das emissões por projeto de reflorestamento, este não poderá estar vinculado a processos de licenciamento ambiental ou outras obrigações legais da Concessionária, e sua manutenção deverá ser garantida até que o plantio se torne autossustentável.

A Concessionária deverá adotar as medidas compensatórias devidas.

6.4 CARACTERIZAÇÃO DA OPERAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

Para operação do Túnel Imerso, considera-se as seguintes atividades:

- Operação do sistema viário: uso do túnel e das vias de acesso para a circulação de veículos de carga e de passageiros, pedestres, ciclistas de acordo com o padrão estabelecido para o empreendimento;
- Conservação rotineira: limpeza das pistas e acostamentos, reparos pontuais do pavimento e estruturas, substituição de barreiras e dispositivos de segurança, pintura periódica de faixas e outros dispositivos de sinalização, limpeza e desassoreamento do sistema de drenagem, dos sistemas de iluminação e instalações elétricas e outras atividades afins;
- Manutenção: obras e serviços executados de forma preventiva ou corretiva, incluindo: restauração do pavimento, substituição periódica de componentes do sistema de sinalização vertical, e outros similares.
- Informações complementares sobre as atividades de operação se encontram no **Capítulo 9**.

6.5 INVESTIMENTO, CRONOGRAMA E MÃO DE OBRA

O investimento para implantação do Túnel Imerso Santos – Guarujá será de mais de 4,64 bilhões de reais.

Com relação à mão de obra, estima-se a geração de cerca de 5.905 empregos diretos e 2.785 indiretos durante a construção e 9.092 de efeito renda.

Para a fase de operação, ainda não existem dados consolidados sobre a quantidade de mão de obra a ser empregada. Esse dado será informado posteriormente.

A seguir é apresentado o cronograma, sendo estimado 12 meses de execução do projeto e mais 48 meses de obras.