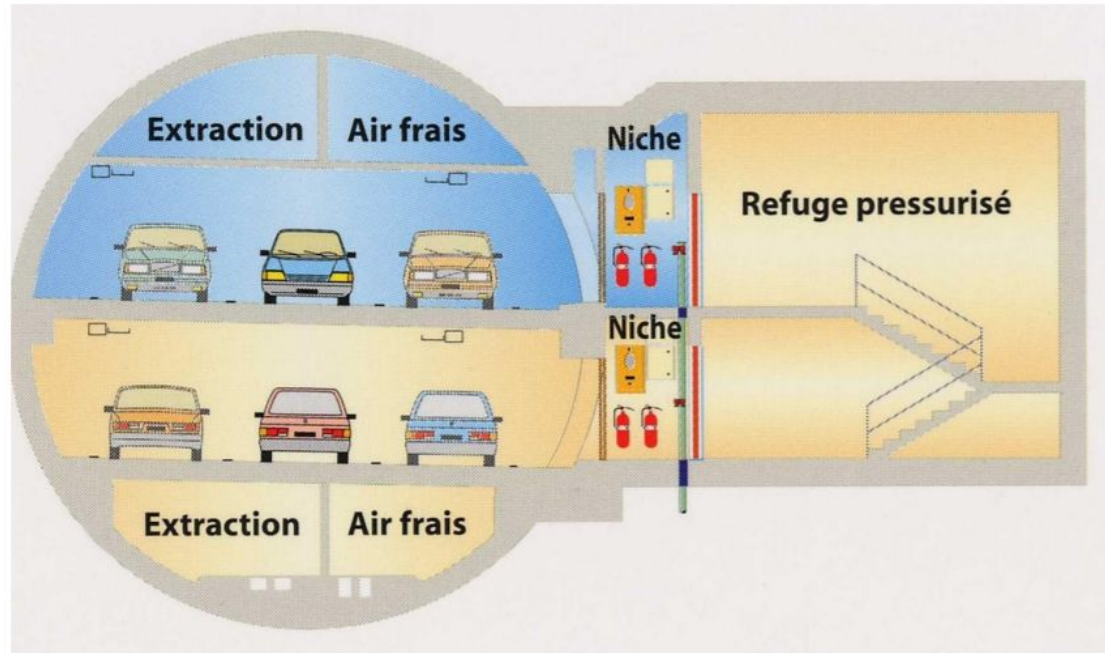


# Obras Anexas aos Túneis

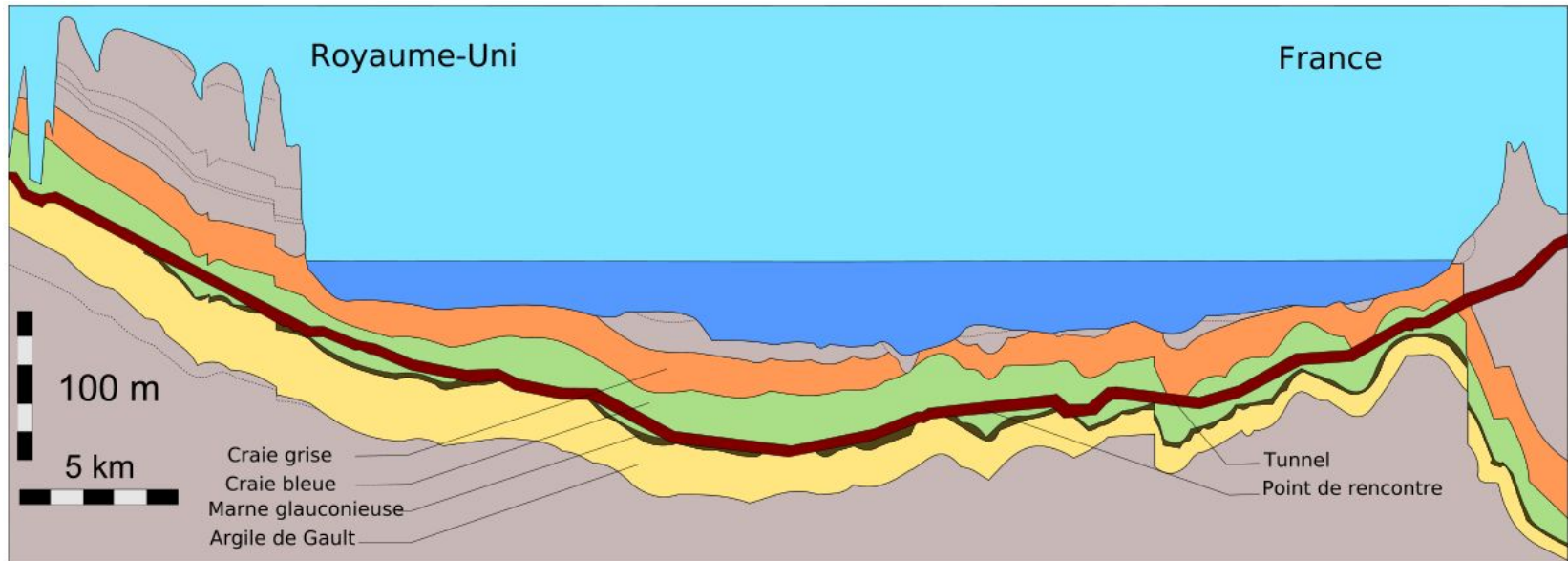
# Túnel rodoviário (A86)

Instalações além das vias.



# Túnel sob o Canal da Mancha

Tuneladora personalizada: busca por seguir o mesmo perfil de solo.



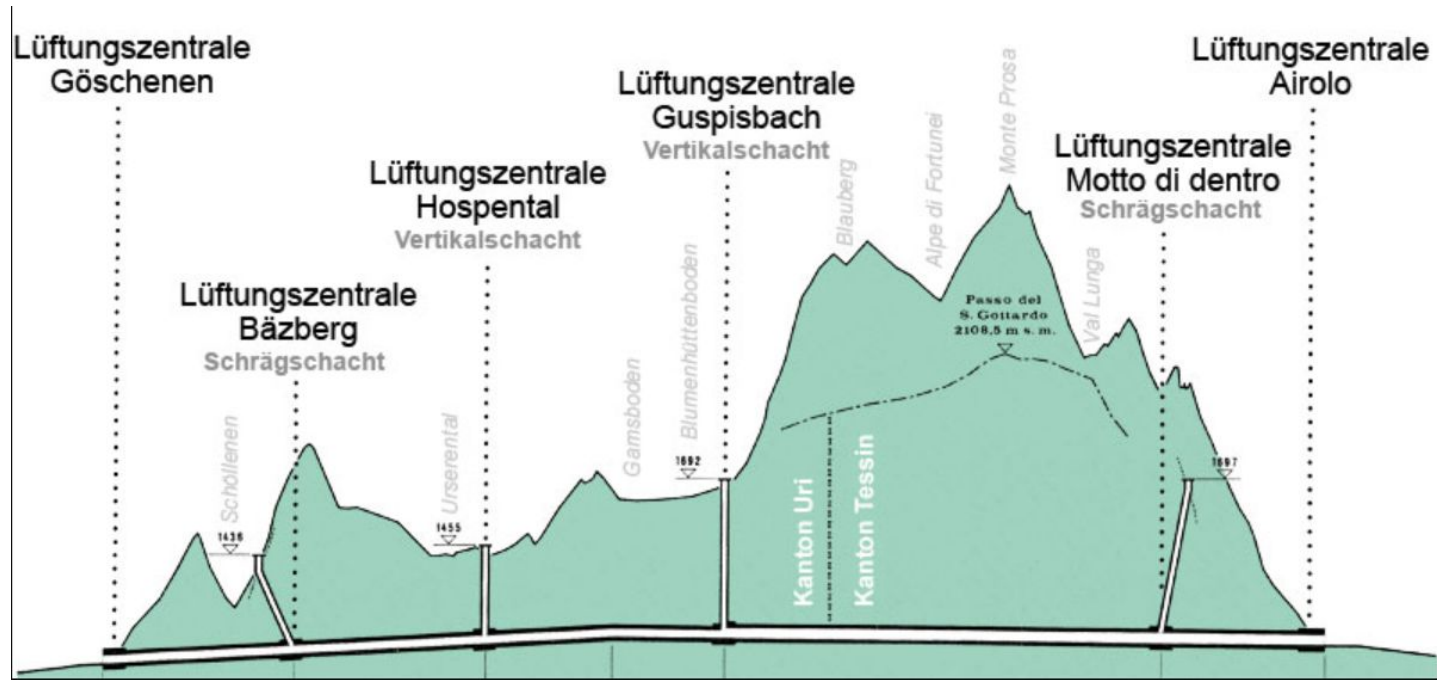
# Tipos de TBM

Abertura e dispositivos de corte de acordo com a qualidade do solo.

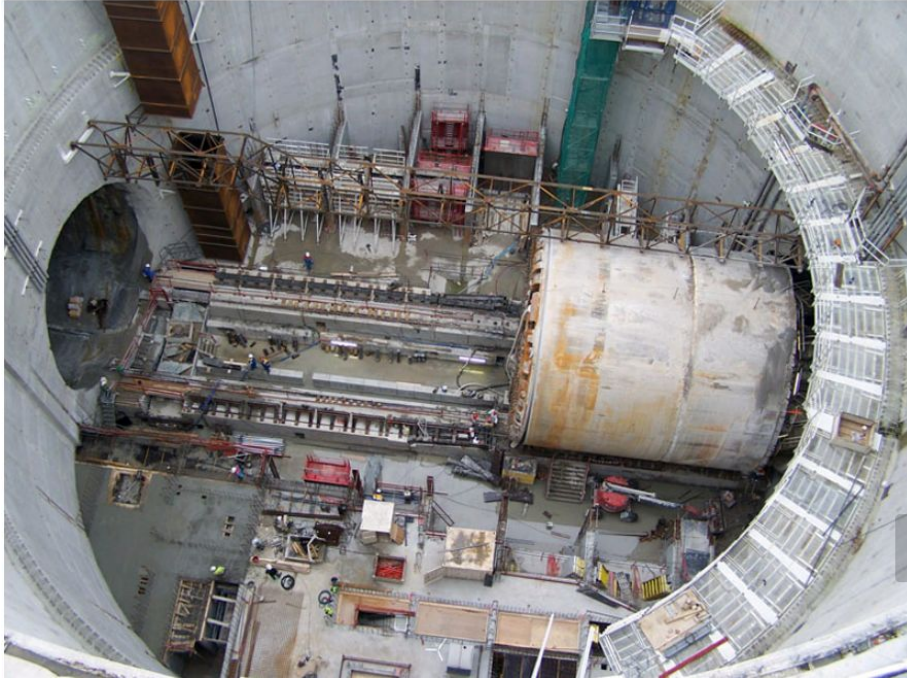


# Túnel de Saint Gotthard

Poços de ventilação e manutenção.



# Obras anexas aos túneis



# Métodos construtivos para obras subterrâneas

- A céu aberto
  - Sem apoios (caso de seções circulares);
  - Apoios definitivos (vigas, tirantes);
  - Apoios temporários (tubos metálicos, perfis metálicos).
- Sob laje
  - Os apoios definitivos (lajes, vigas e pilares) são executados à medida que se escava.

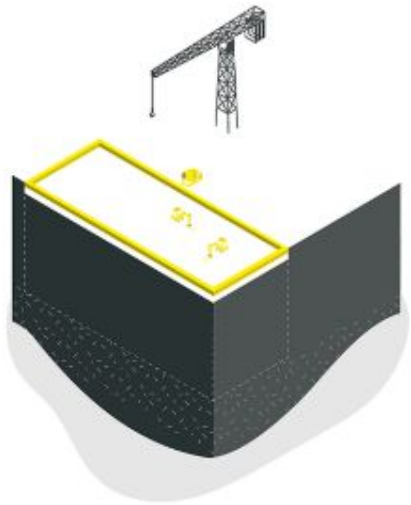
# Caso de seções circulares (seção auto estável)



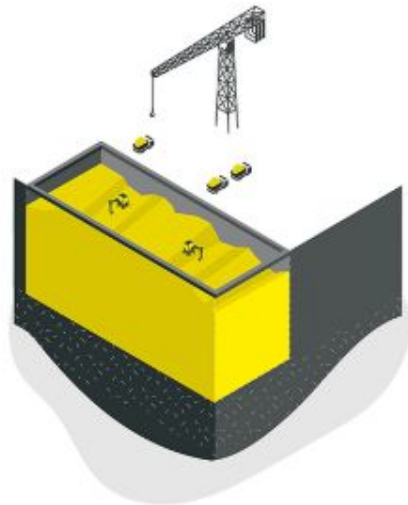


# Escavação a céu aberto

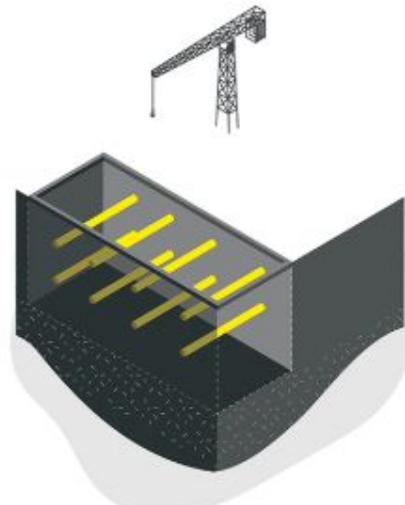
- Maior mobilidade de materiais e máquinas; **+**
- Maior tempo gasto na instalação/desinstalação dos apoios; **-**
- Maior consumo de espaço. **-**



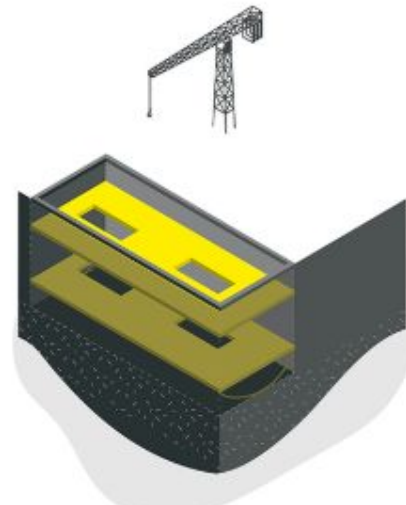
1



2



3



4

# Apoios definitivos

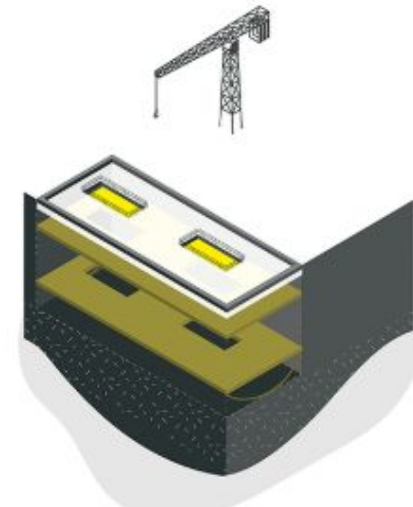
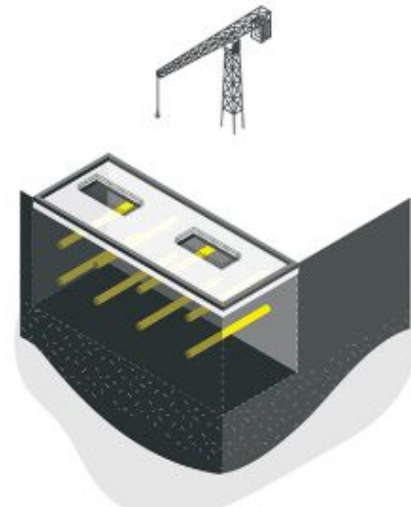
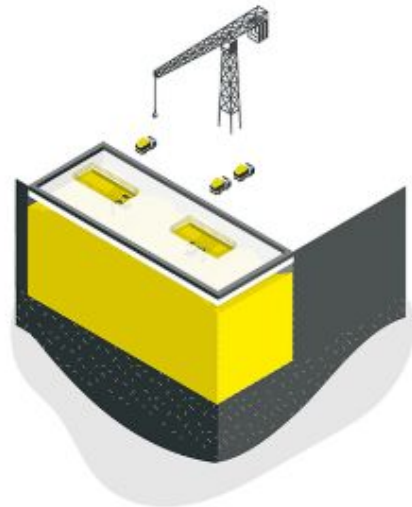
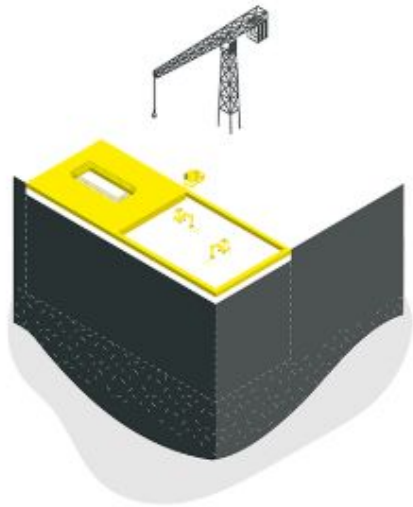


# Apoios temporários



# Escavação sob laje

- Menor mobilidade de materiais e máquinas; **—**
- Menor tempo gasto na instalação/desinstalação dos apoios; **+**
- Ganho de espaço disponível no canteiro. **+**



# Escavação sob laje



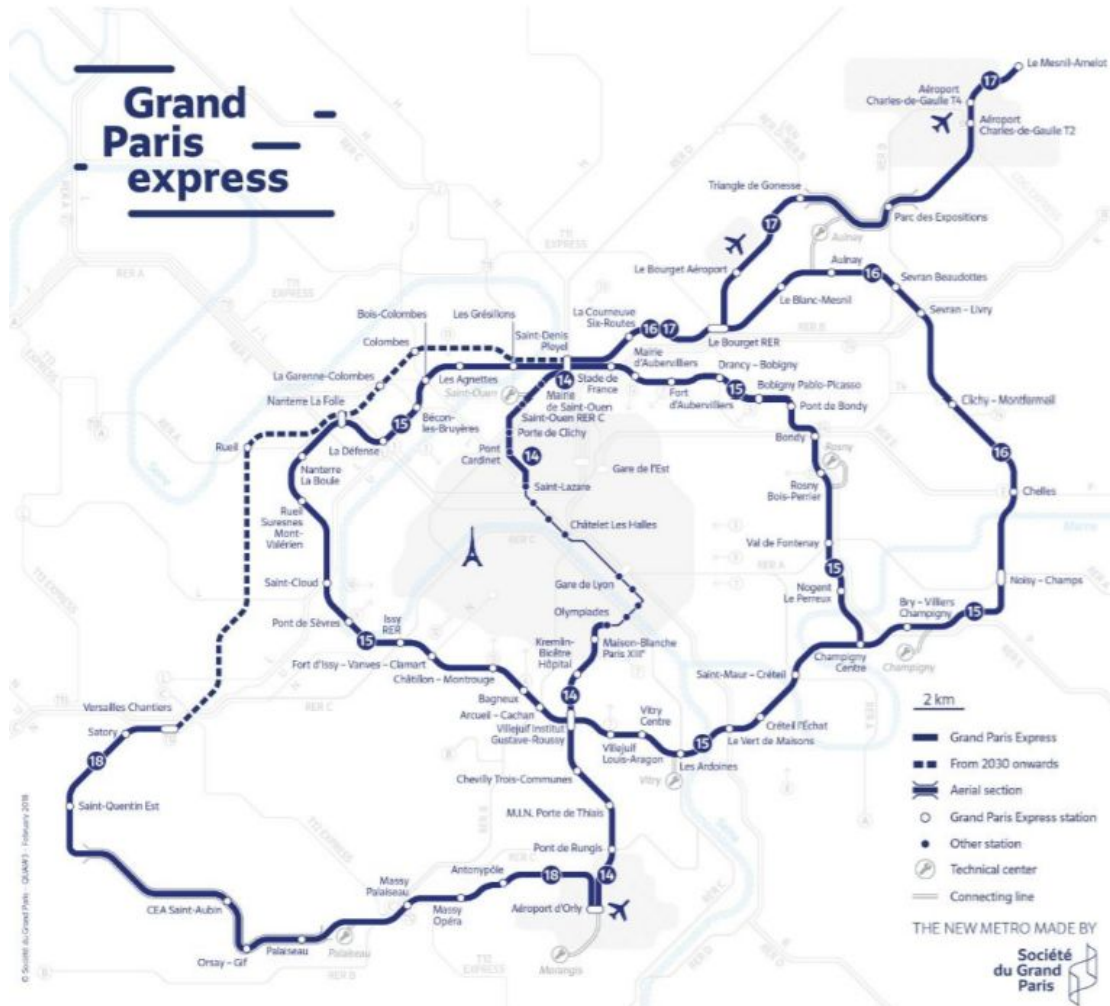
200 km  
de novas  
linhas  
automáticas  
e 68

- 2010:

18bi €

- 2017:

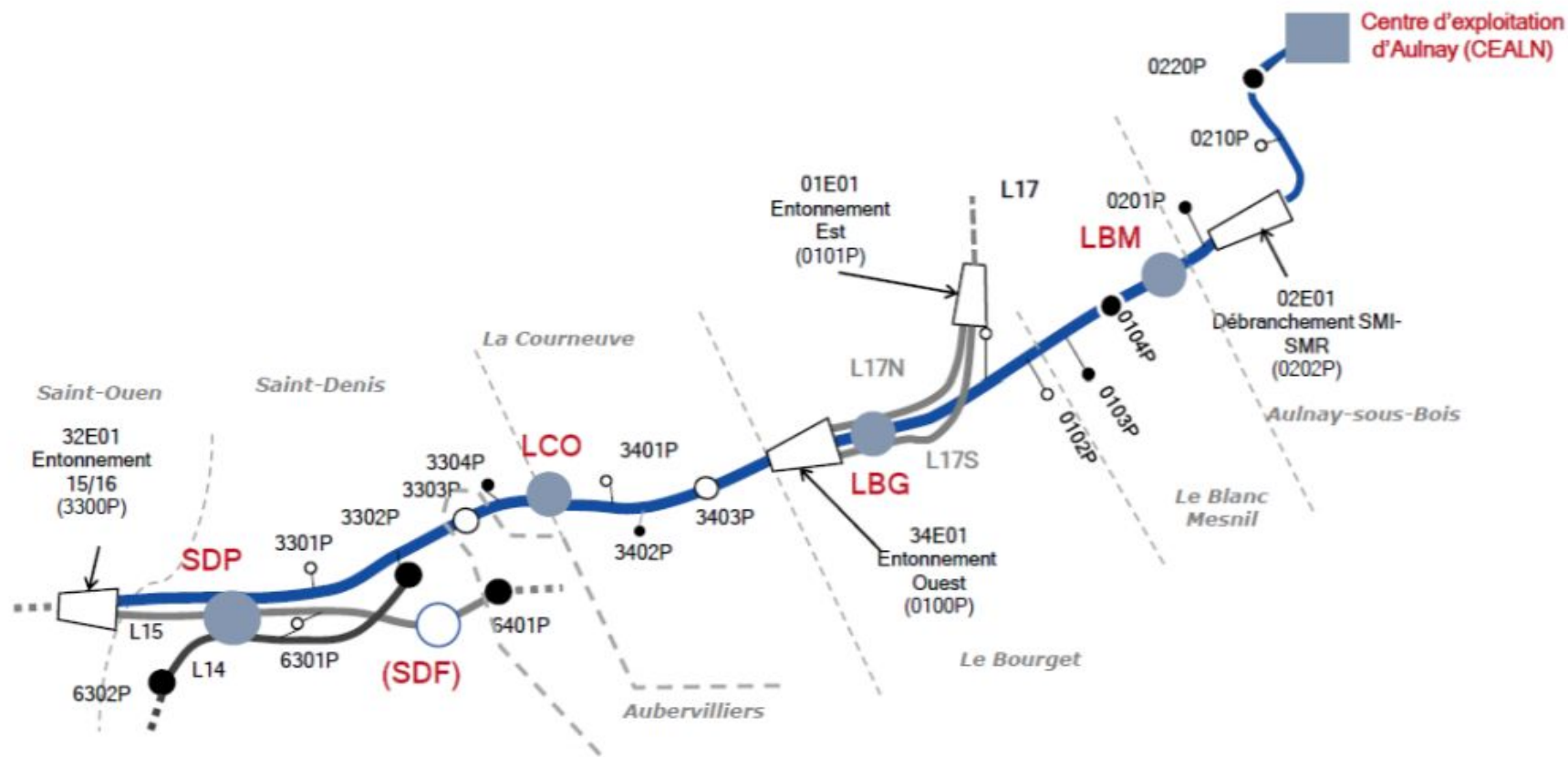
24,7bi €



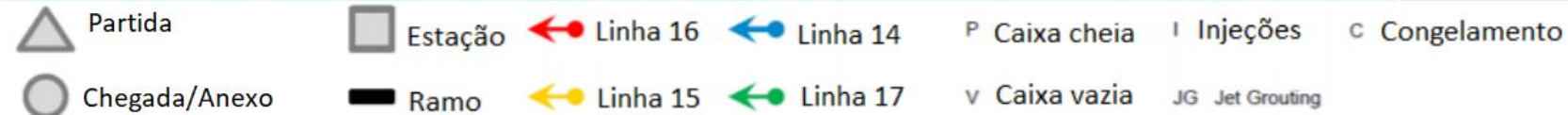
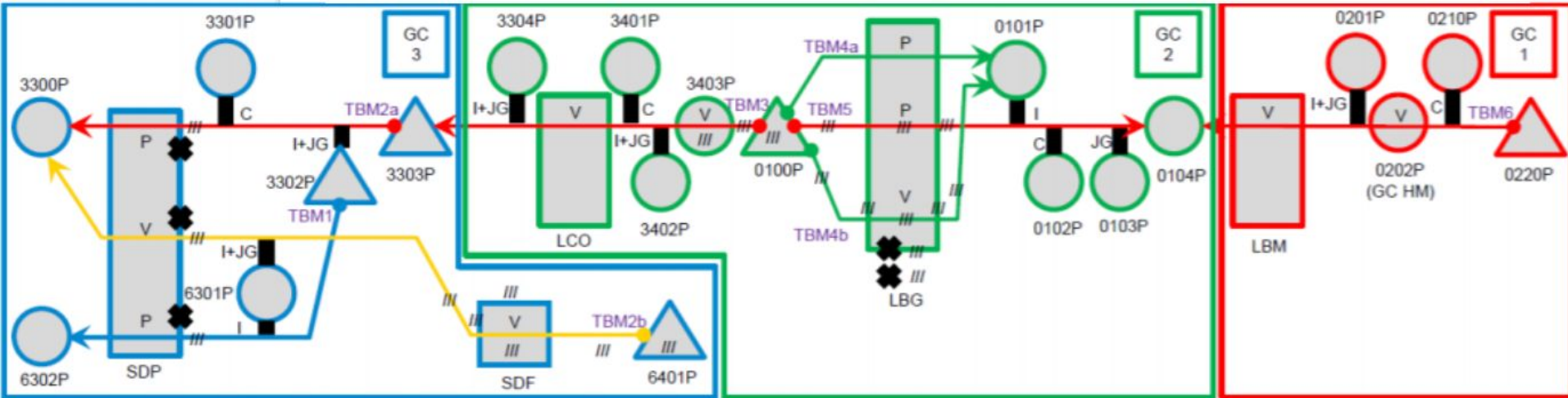
## Opening



# Linha 16 - Lote 1



# Síntese de obras e tuneladoras do lote 1 - L16



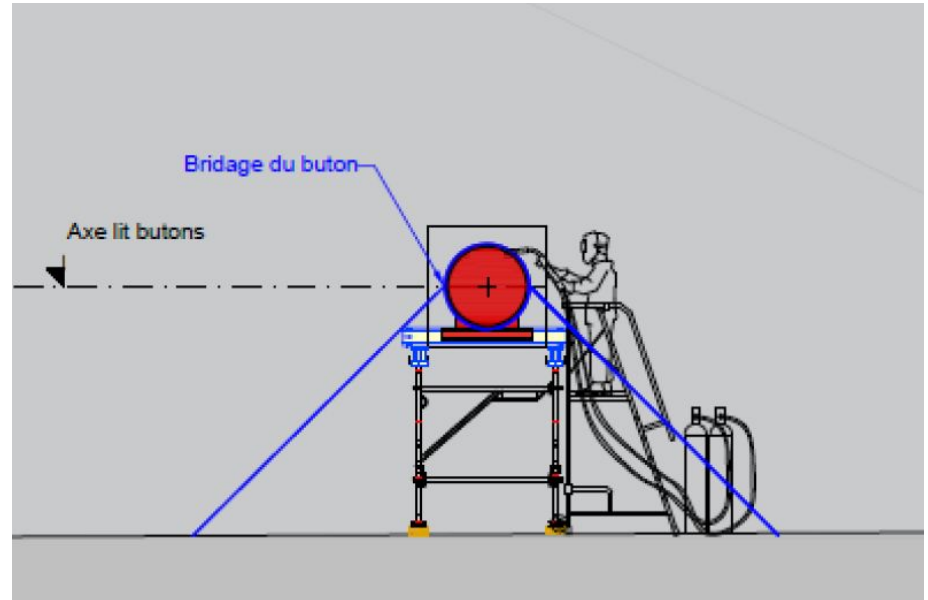


# “Caixa cheia” e “caixa vazia”



# Situação inicial e desafios

- Desinstalação de tubos metálicos de apoio: método tradicional com uso de maçarico:
  - Operações longas;
  - Risco inerente à atividade;
  - Monopolização de muita mão de obra;
  - Sem possibilidade de reutilização dos tubos.

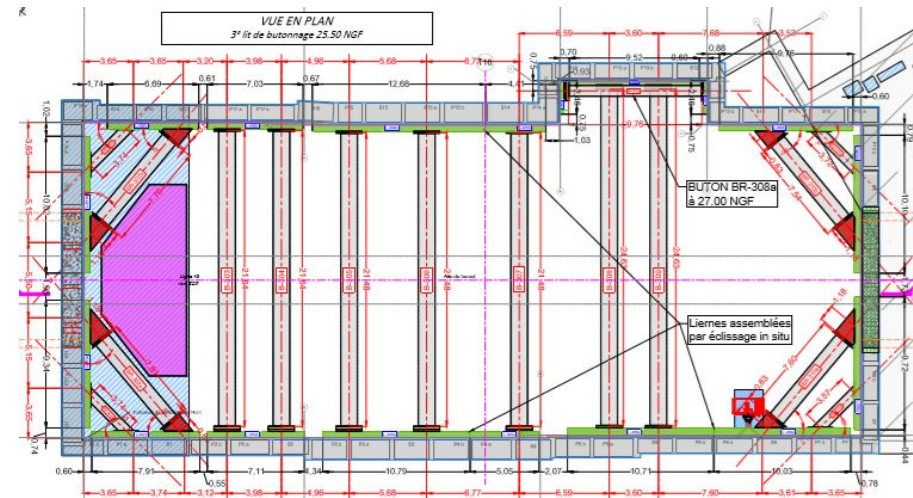
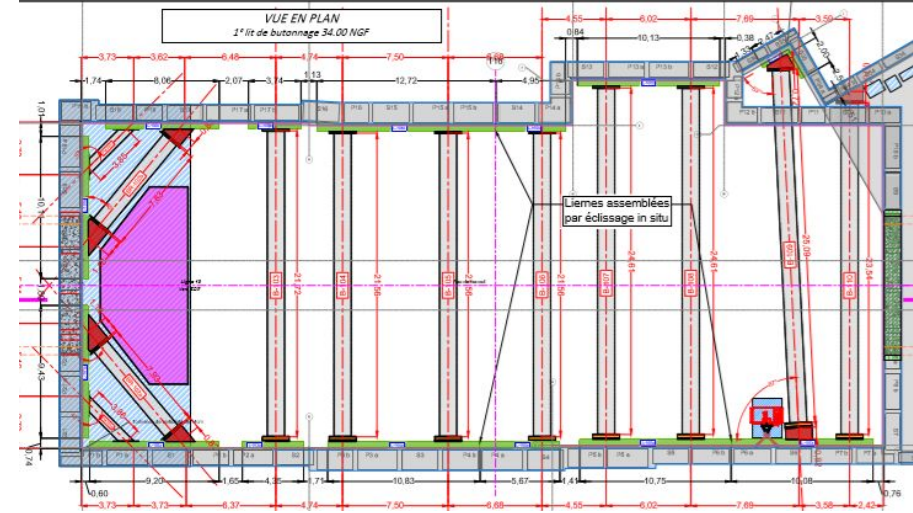
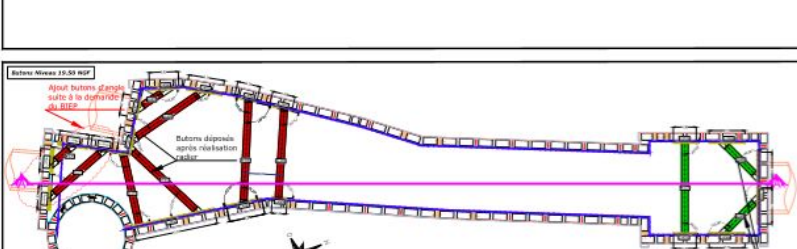
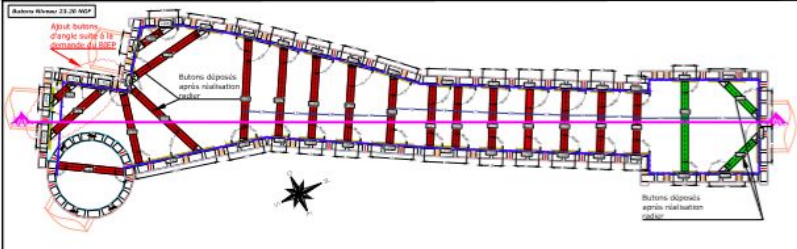
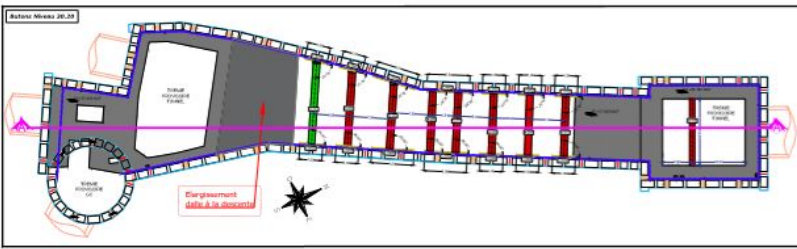
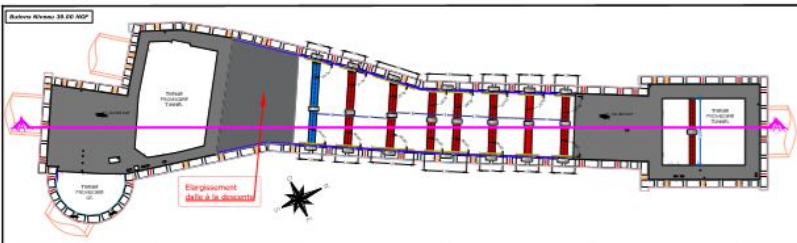


# Objetivos

- Aumentar a precisão do cronograma de desinstalação dos tubos;
- Melhorar a segurança do procedimento;
- Possibilitar a reutilização dos tubos.

# Estudo inicial

- Dois canteiros à analisar: uma estação e uma obra anexa destinada à chegada e desmontagem de tuneladoras.
- Total de aproximadamente 100 tubos
- Esforços no ELU entre 6000 e 25000 kN
- Protensão necessária para 8 tubos.



# Alternativas propostas

Um dispositivo que funcione como “fusível” e permita a dilatação completa do tubo no momento da desinstalação:

- Tubos com macaco hidráulico integrado tipo “GroundForce” (empresa inglesa);
- Macacos hidráulicos;
- Caixas de areia.

# Tubos GroundForce

- Disponível apenas para locação (para usos muito longos é desvantajoso financeiramente);
- Possibilita aplicação da protensão facilmente;
- Capacidade do modelo mais robusto: 11500 kN.



# Macacos hidráulicos

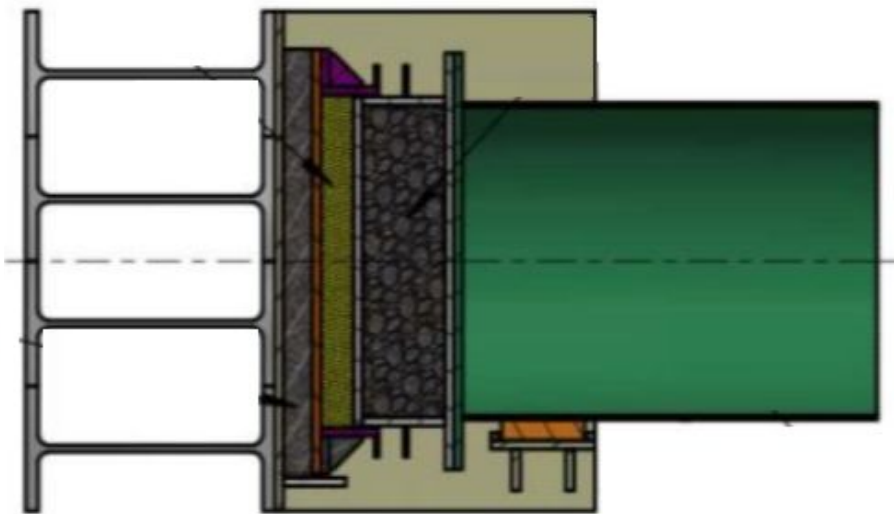
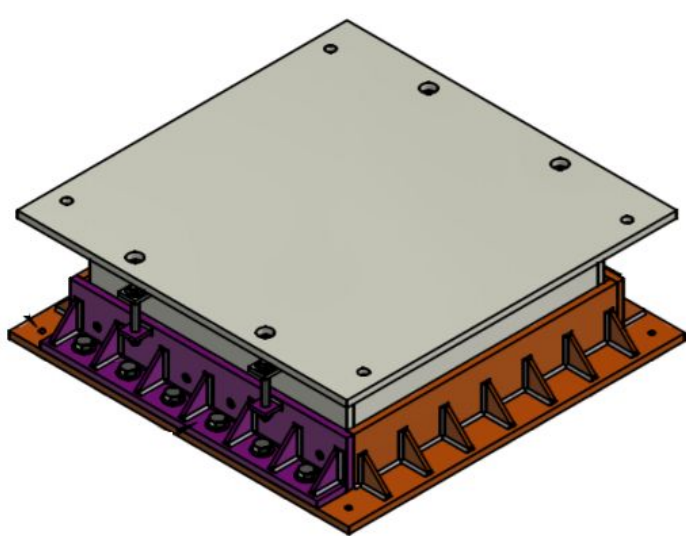
- Capacidade máxima em catalogo de 10000 kN, com possibilidade de encomendar modelos sob medida;
- Para essa grandeza de esforços, o modelo adequado é o de efeito duplo;
- Permite aplicação de protensão;





# Caixas de areia

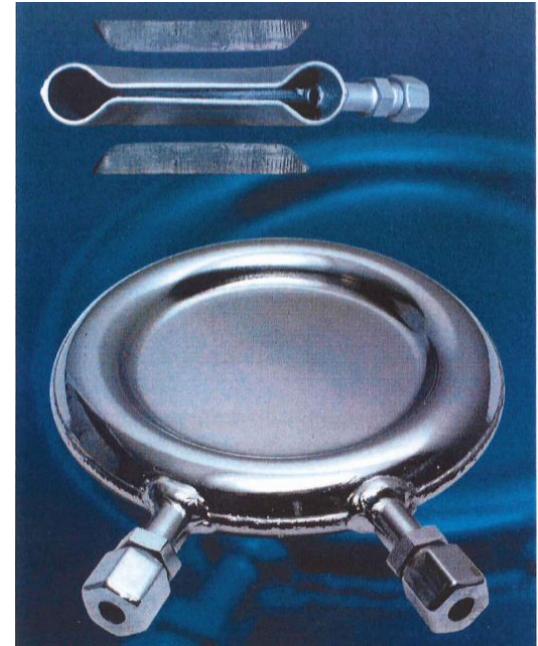
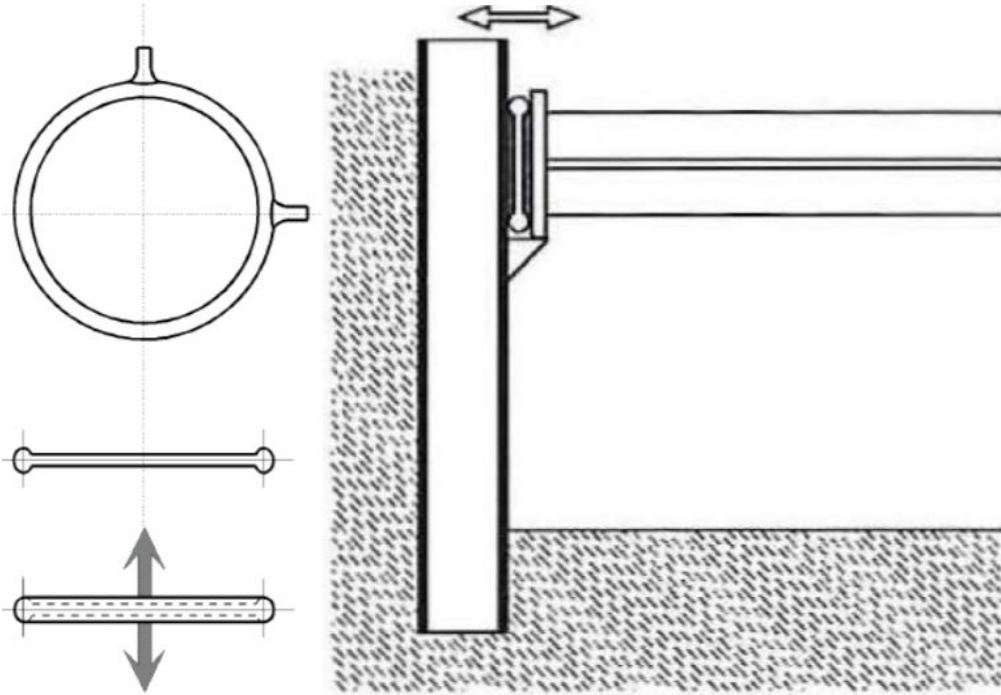
- Dispositivo novo, com poucas experiências registradas;
- No caso de protensão instalar com “flat jack”;
- Capacidade customizável: em relação à superfície de areia em contato com o pistão;
- Custo e tempo de fabricação baixos;



# Montagem das caixas de areia



# Princípio de funcionamento dos flat jacks



# Ensaio para a caixa de areia

- Experiência completa até então somente com a caixa quadrada: testar a drenagem da caixa circular;
- Para 14 Mpa e 25000 kN, as caixas teriam dimensões exageradas: mais pesadas e mais caras, mais espaço de estocagem; testar 25 Mpa.
- Resultado: 25Mpa e caixa circular aprovados;



# Solução escolhida

- Caixas de areia circulares: economia de tempo e dinheiro.
- Gasta-se mais em compra de material, mas a economia de tempo na desinstalação dos tubos compensa esse gasto.

