



# **Metropolitano de Lisboa**

## **APRESENTAÇÃO DO EMPREENDIMENTO**

### **PROLONGAMENTO DA LINHA VERMELHA**

### **ALAMEDA / S. SEBASTIÃO**

**Eng. Francisco Sécio**

**Director Coordenador Adjunto GI**



# ÍNDICE

## **1. Descrição Geral do Empreendimento**

- 1.1. Objectivo do Empreendimento
- 1.2. Ficha Técnica

## **2. Estaleiros e Meios de Produção**

## **3. Soluções Construtivas adoptadas**

- 3.1. Descrição
- 3.2. Túneis em NATM
- 3.3. Túnel com TBM - Tuneladora LOVAT
- 3.4. Poço de Ataque
- 3.5. Estação Saldanha
- 3.6. Posto de Ventilação 1
- 3.7. Estação S. Sebastião II – NATM
- 3.8. Posto de Ventilação 2

## **4. Gestão de Riscos da Empreitada**

- 4.1. Vistorias e Instrumentação
- 4.2. Plano da Qualidade
- 4.3. Plano de Gestão Ambiental

## **5. Passagem da Tuneladora Sob a Linha Amarela**

- 5.1. Objectivo
- 5.2. Descrição das Soluções
- 5.3. Resumo dos resultados da instrumentação

## **6. Passagem do Túnel em NATM sob a Linha Azul**

- 6.1. Descrição das Soluções
- 6.2. Resumo dos resultados da instrumentação



# METROPOLITANO DE LISBOA

## EXPANSÃO DA REDE

### Linha Vermelha

- Alameda / S. Sebastião
- S. Sebastião / Campolide
- Oriente / Aeroporto

### Linha Azul

- Baixa-Chiado / S. Apolónia
- Amadora Este / Reboleira

### Linha Amarela

- Rato / Estrela / Alcântara

### Linha Verde

- Remodelação das Estações



Prolongamento Linha Vermelha Alameda / S. Sebastião

# 1.1. OBJECTIVOS DO EMPREENDIMENTO

- *Criar uma estrutura de rede que possibilitará uma melhor redistribuição dos passageiros, pelas linhas (Linha Azul, Amarela e Vermelha);*
- *Redução dos tempos de percurso*
- *Potenciar as capacidades instaladas no PMO III (Pontinha) para manutenção do Material Circulante.*
- *Exploração mais equilibrada da Rede.*





## 1.2 FICHA TÉCNICA

### **Intervenientes:**

- *Dono de Obra:* *Metropolitano de Lisboa E.P.*
- *Projectistas:* *Ferconsult S.A. (Grupo ML) – Túneis TBM e NATM; Estação Saldanha II; PV1; PV2.*  
*CJC – Estação Subterrânea S. Sebastião II.*  
*Figueiredo Ferraz – Estação Saldanha I.*
- *Fiscalização:* *Ferconsult S.A. (Grupo ML)*
- *Empreiteiro Geral:* *ACE / SBMS – Somague, Bento Pedroso, Mota-Engil, Spie Bastignolles*
- *Coordenação de Segurança:* *ISQ – Instituto de Soldadura e Qualidade*

# PROLONGAMENTO DA LINHA VERMELHA

## Alameda / S. Sebastião

- Custo Global – 190 M€
- Custo da empreitada em curso – 95 M€
- Conclusão da empreitada - 4º Trim. 2008
- Abertura à exploração - 3º Trimestre 2009
- Financiamento da UE (Fundo de Coesão) – 98 M€





# 2 - ESTALEIROS E MEIOS DE PRODUÇÃO

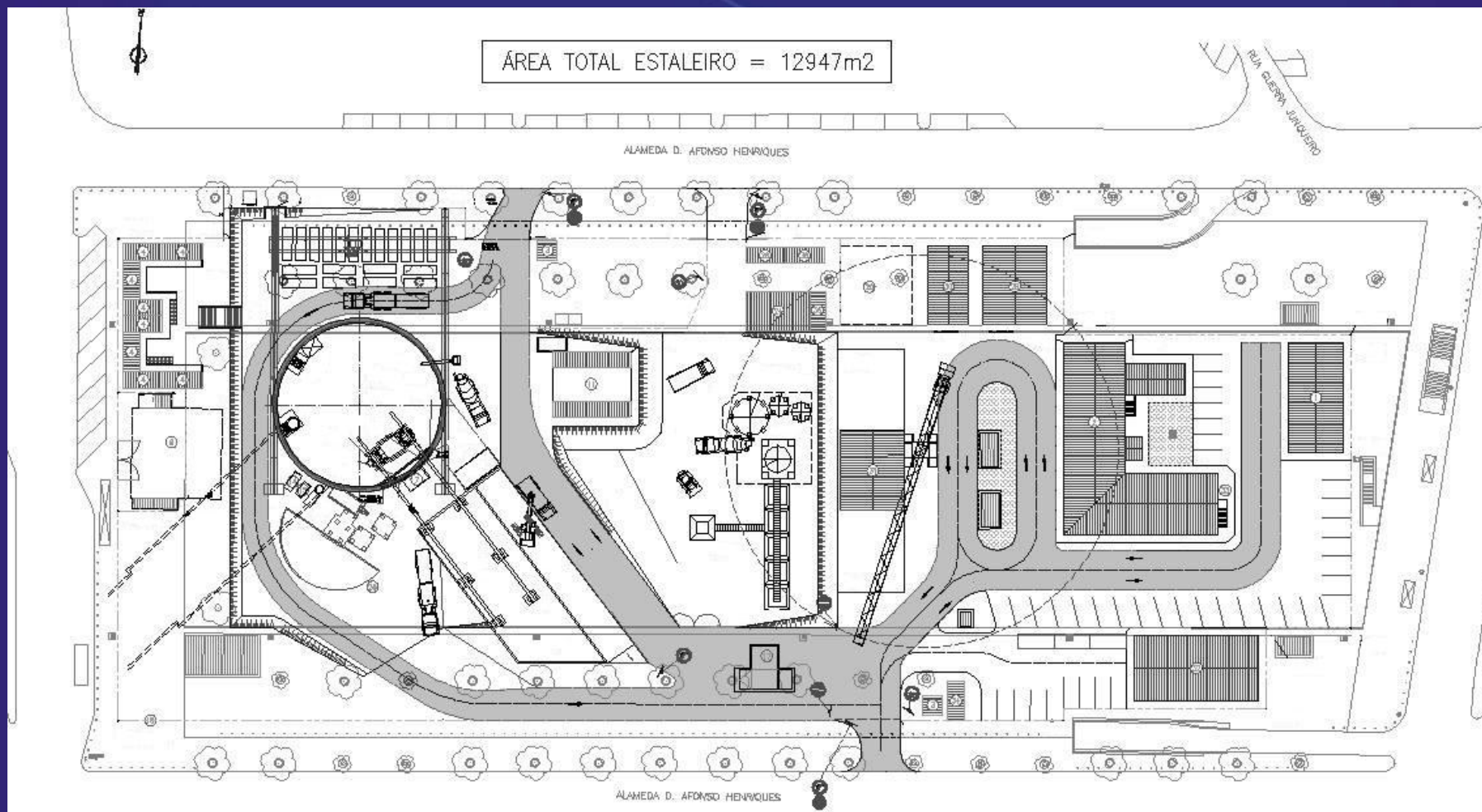
## Alameda / S. Sebastião – Localização Estaleiros





# ESTALEIRO

## Alameda – Estaleiro Central / Frente TBM



12ª Reunião de Comitês Técnicos da ALAMYS

Lisboa, 14 a 18 de Maio de 2007





# ESTALEIRO

## Linha Vermelha – Estaleiro Alameda



12ª Reunião de Comitês Técnicos da ALAMYS

Lisboa, 14 a 18 de Maio de 2007



# ESTALEIRO

## Linha Vermelha – Estaleiro Alameda



12ª Reunião de Comitês Técnicos da ALAMYS

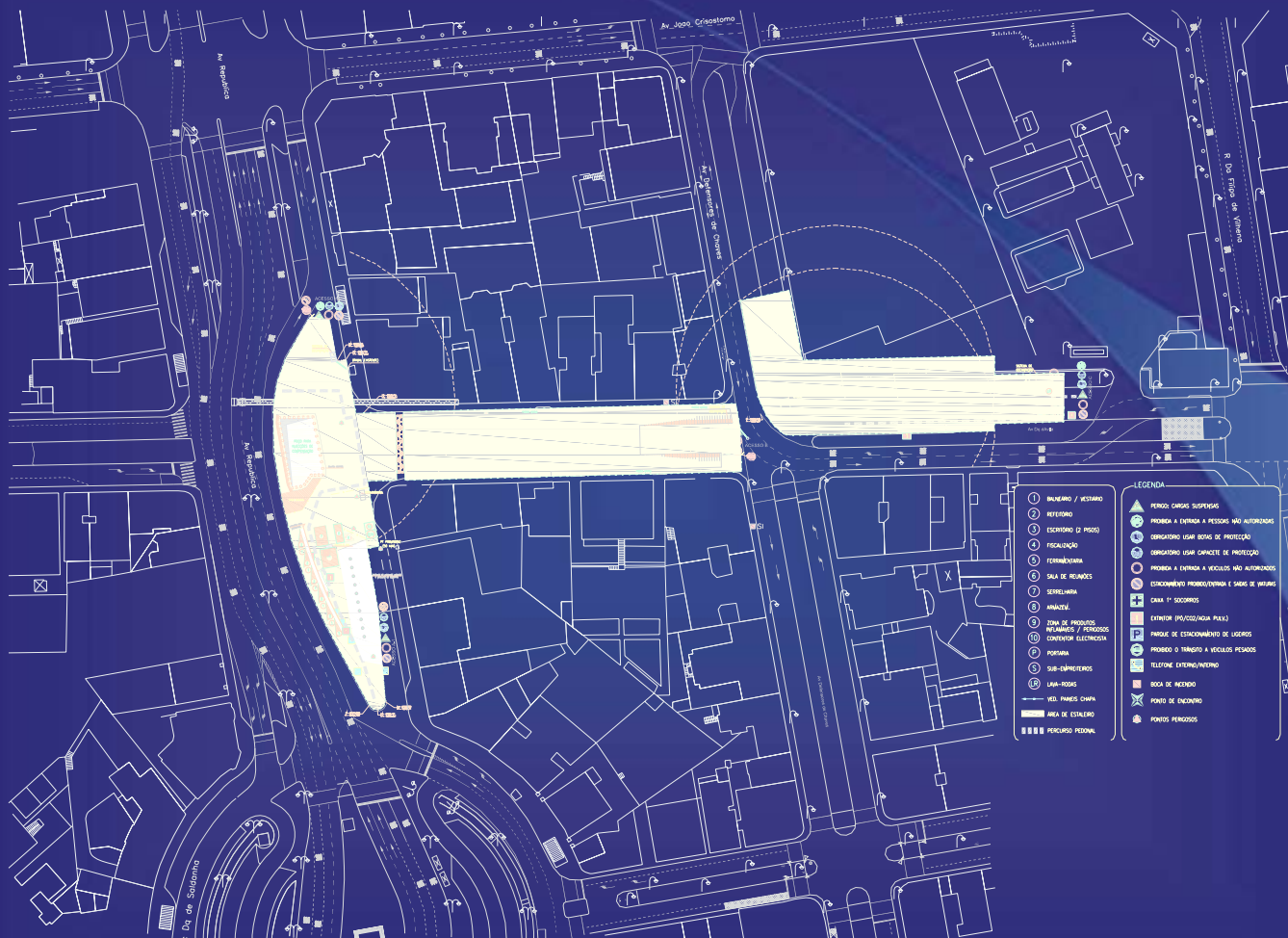
Lisboa, 14 a 18 de Maio de 2007





# ESTALEIRO

## Estação Saldanha II





# ESTALEIRO

## Estação Saldanha II





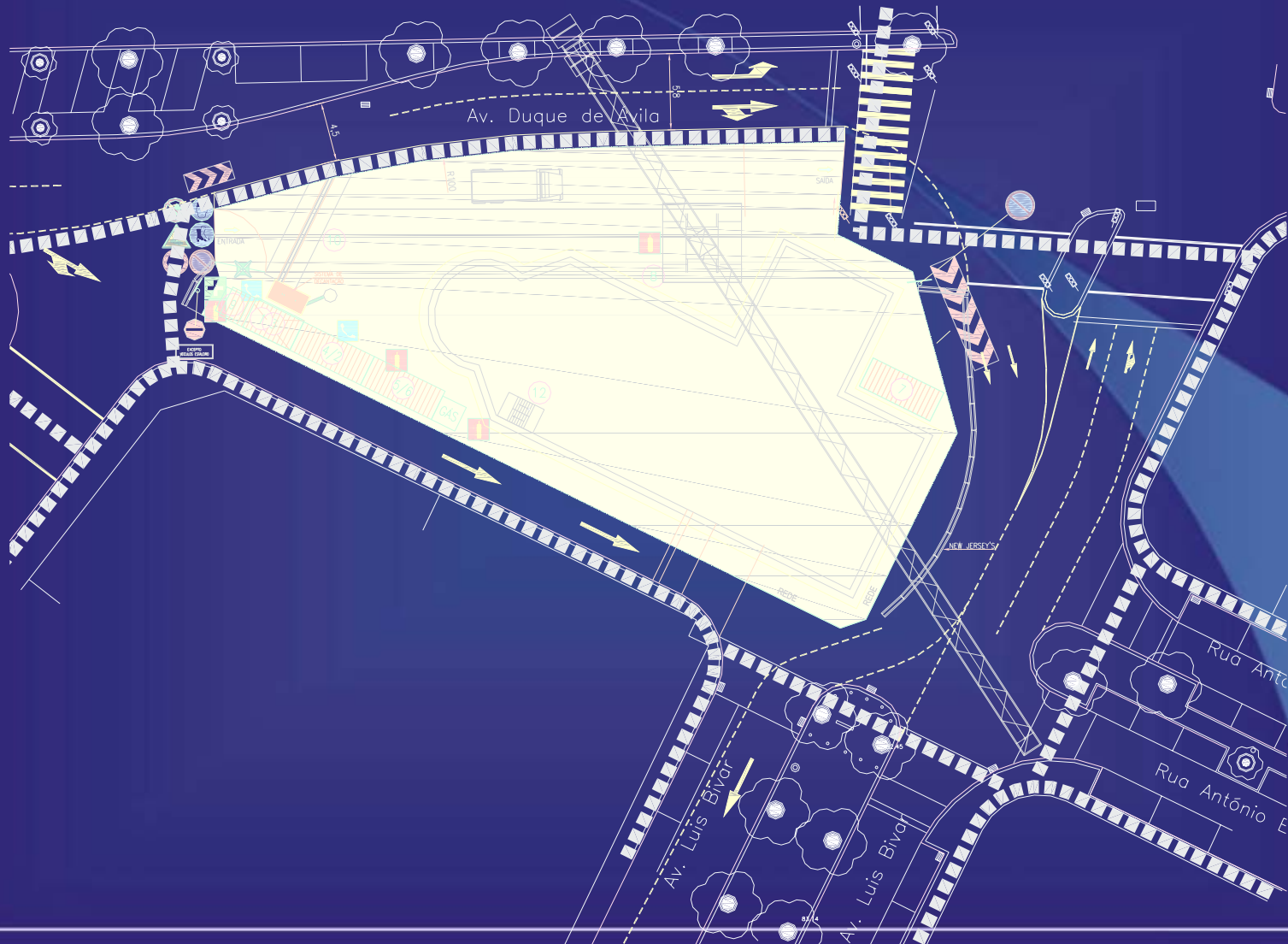
# ESTALEIRO

## Estação Saldanha II



# ESTALEIRO

## Posto de Ventilação 1



12ª Reunião de Comités Técnicos da ALAMYS

Lisboa, 14 a 18 de Maio de 2007





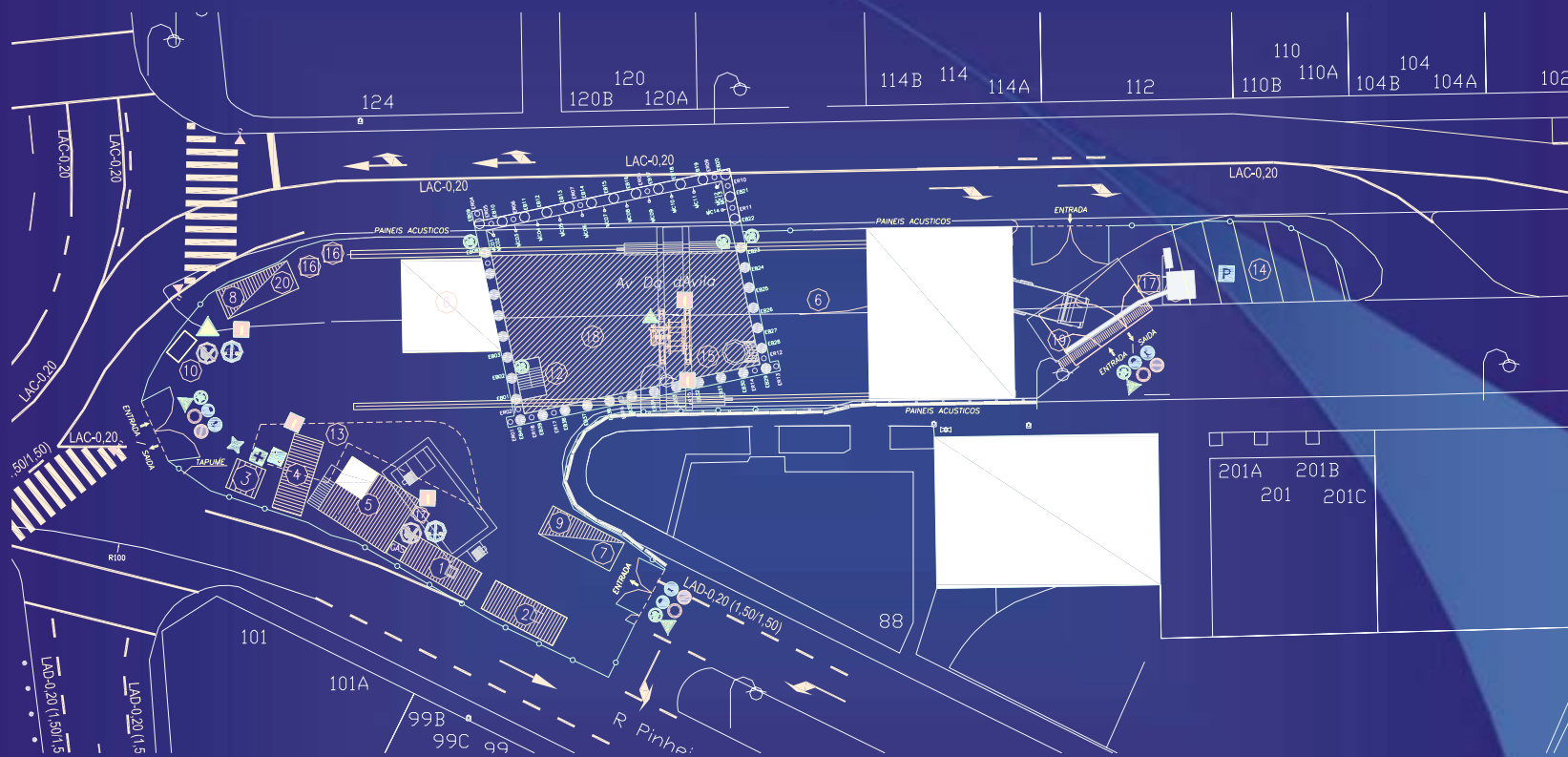
# ESTALEIRO

## Posto de Ventilação 1



# ESTALEIRO

## S. Sebastião - Poço Nascente





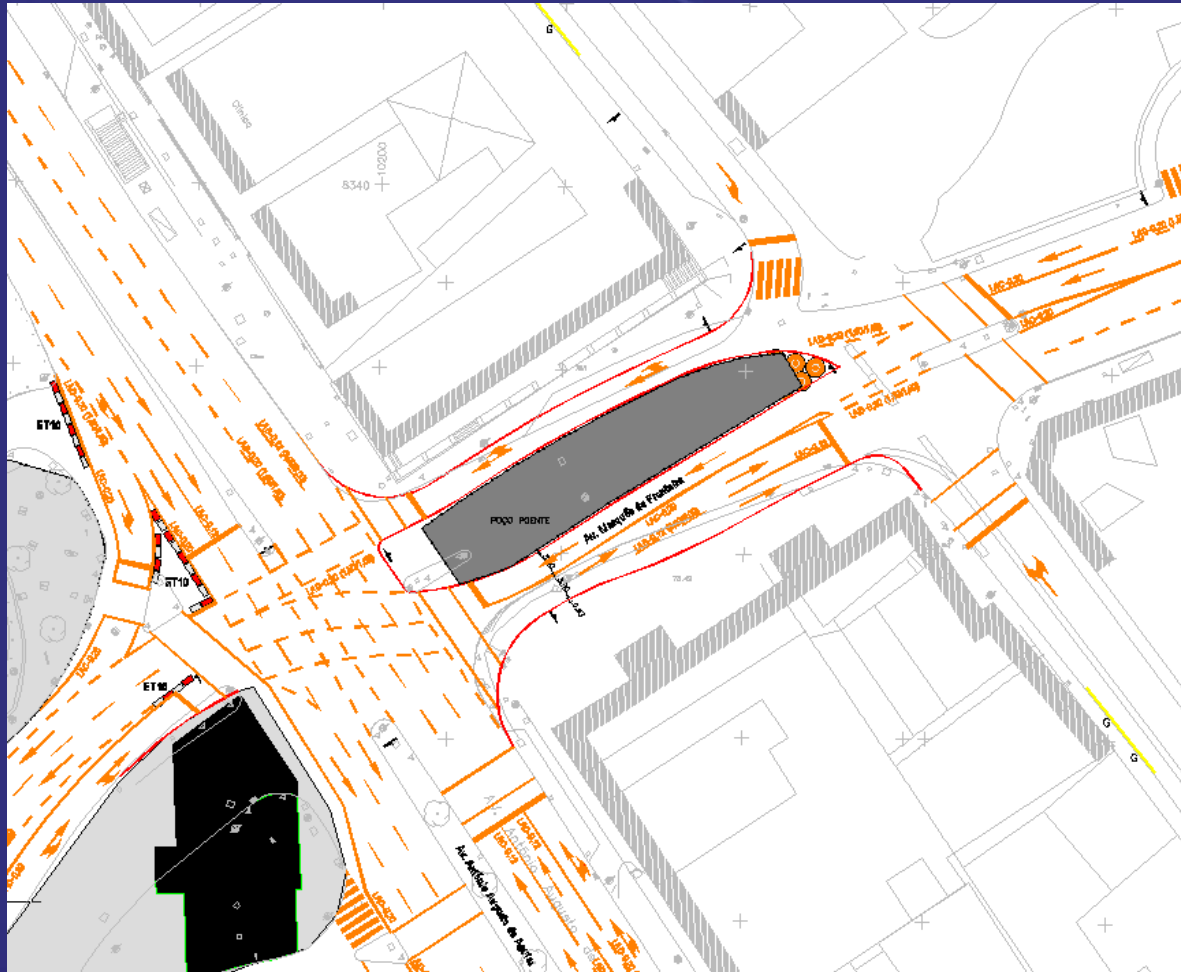
# ESTALEIRO

## S. Sebastião - Poço Nascente



# ESTALEIRO

## S. Sebastião - Poço Poente



12ª Reunião de Comités Técnicos da ALAMYS

Lisboa, 14 a 18 de Maio de 2007





# ESTALEIRO

S. Sebastião - Poço Poente

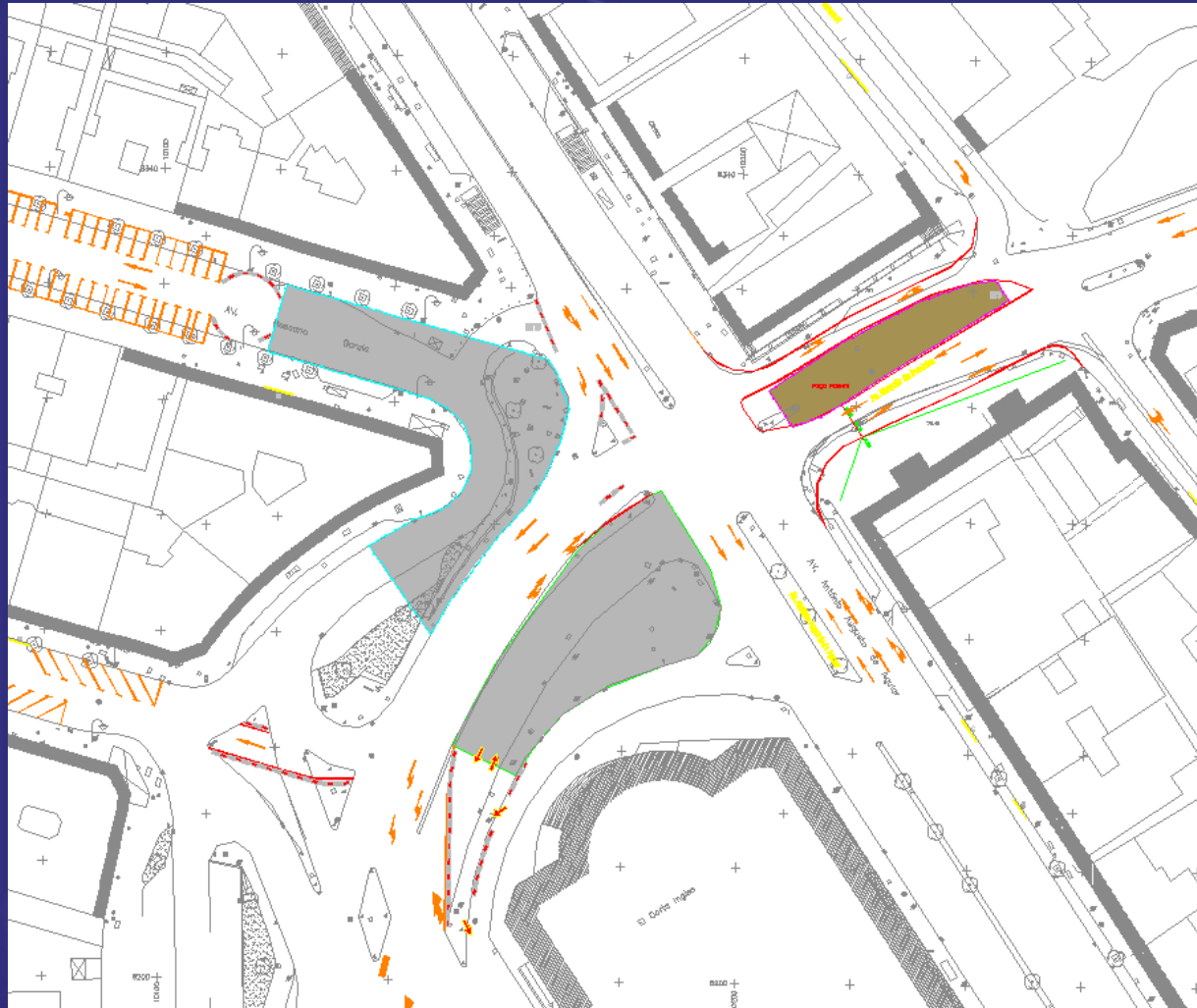


12ª Reunião de Comités Técnicos da ALAMYS

Lisboa, 14 a 18 de Maio de 2007

# ESTALEIRO

## S. Sebastião I



12ª Reunião de Comités Técnicos da ALAMYS

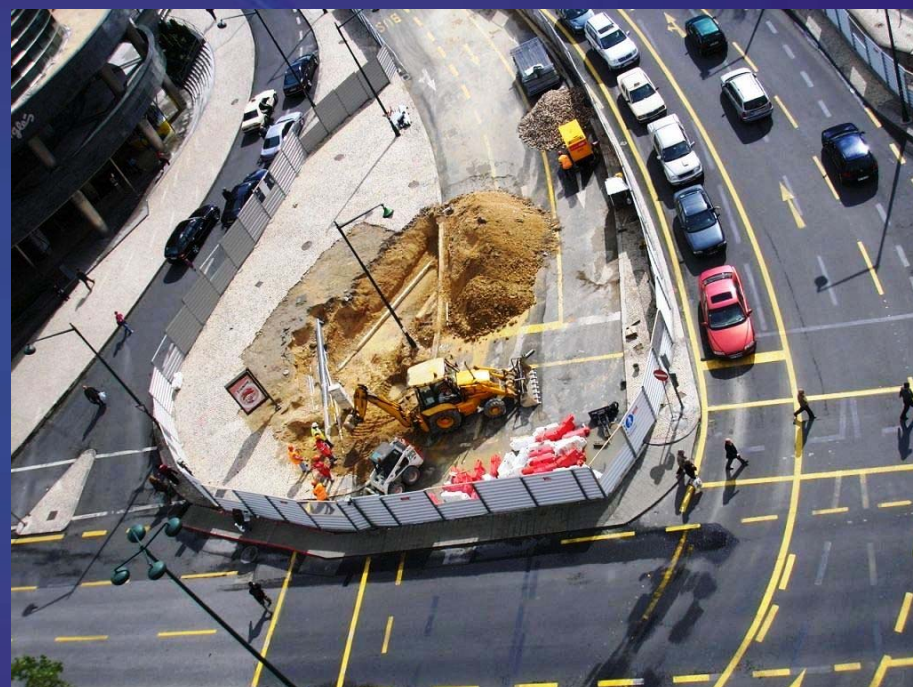
Lisboa, 14 a 18 de Maio de 2007





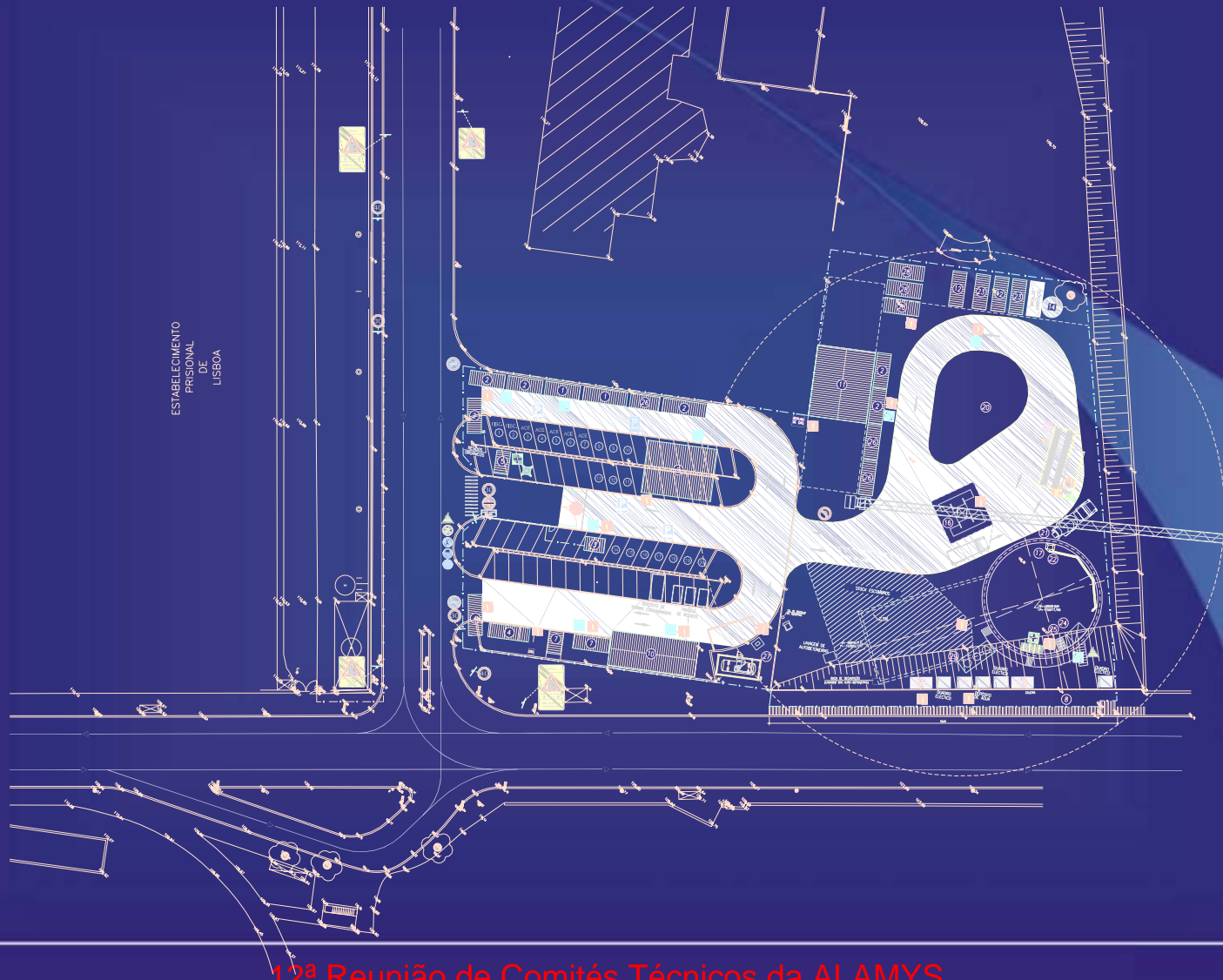
# ESTALEIRO

## S. Sebastião I



# ESTALEIRO

## Posto de Ventilação 2 – Galerias NATM



12ª Reunião de Comités Técnicos da ALAMYS

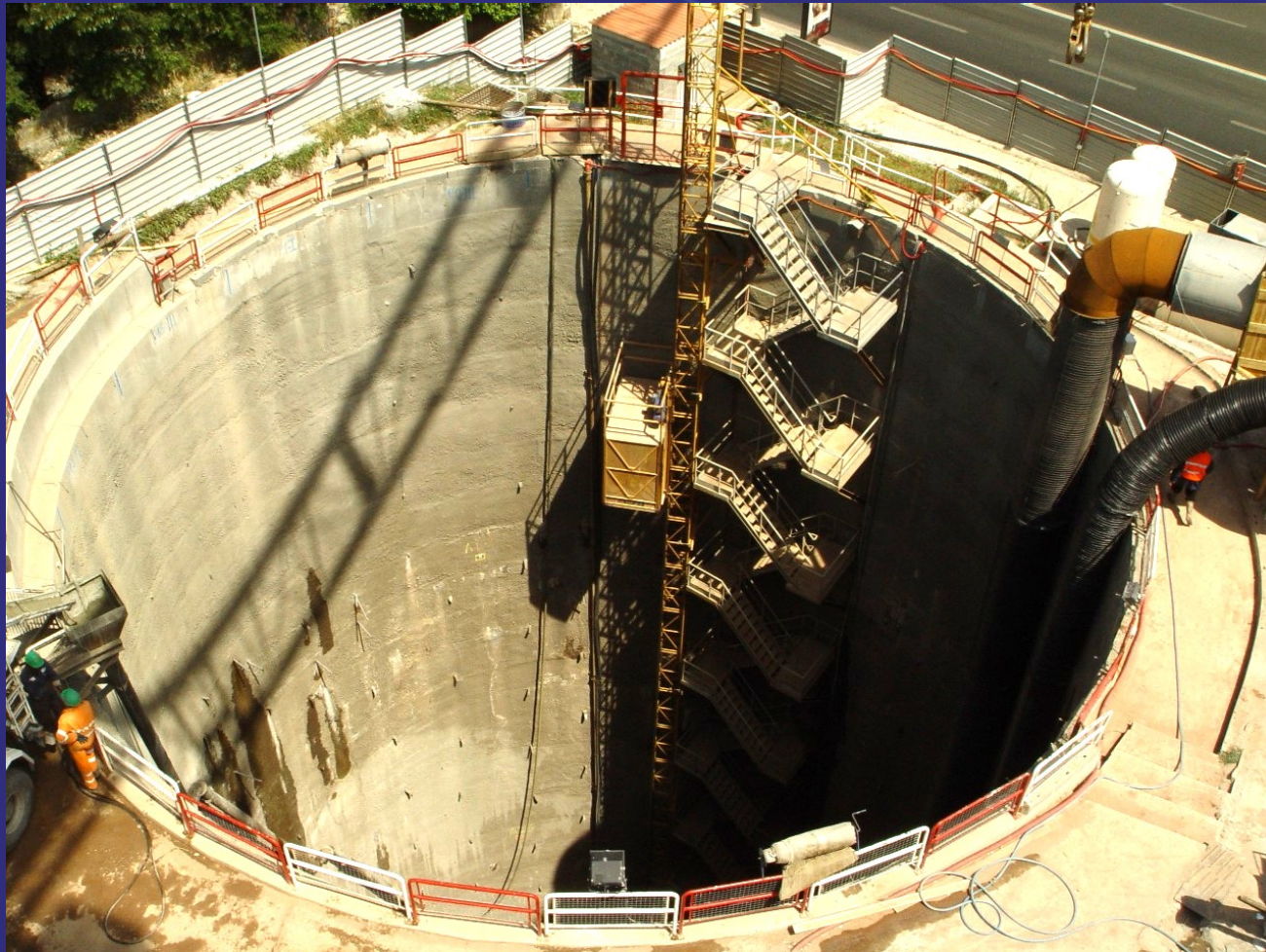
Lisboa, 14 a 18 de Maio de 2007





# ESTALEIRO

## Posto de Ventilação 2 – Galerias NATM



12ª Reunião de Comitês Técnicos da ALAMYS

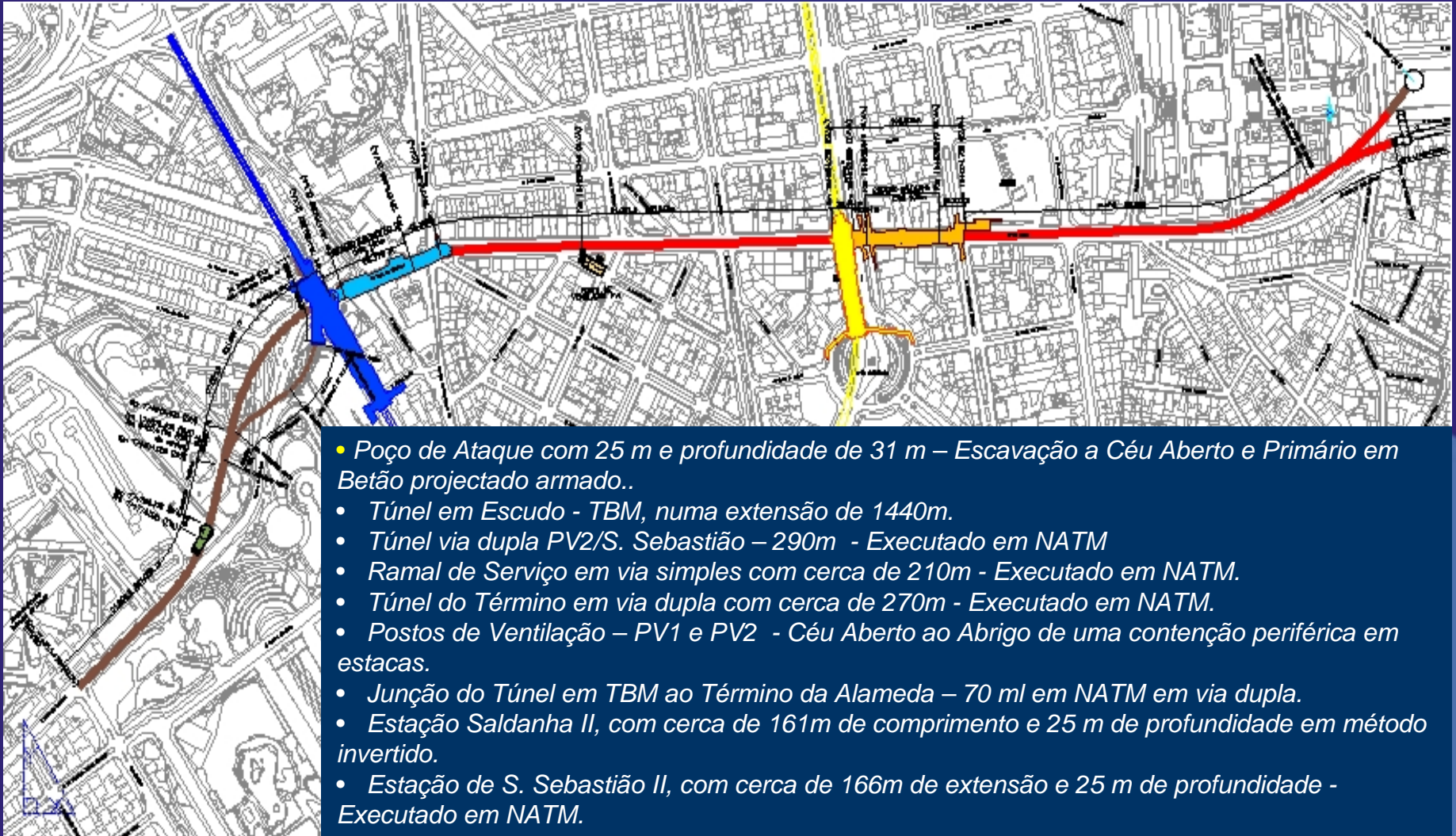
Lisboa, 14 a 18 de Maio de 2007





# 3. SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS ADOPTADAS

## 3.1 Descrição



- Poço de Ataque com 25 m e profundidade de 31 m – Escavação a Céu Aberto e Primário em Betão projectado armado..
- Túnel em Escudo - TBM, numa extensão de 1440m.
- Túnel via dupla PV2/S. Sebastião – 290m - Executado em NATM
- Ramal de Serviço em via simples com cerca de 210m - Executado em NATM.
- Túnel do Término em via dupla com cerca de 270m - Executado em NATM.
- Postos de Ventilação – PV1 e PV2 - Céu Aberto ao Abrigo de uma contenção periférica em estacas.
- Junção do Túnel em TBM ao Término da Alameda – 70 ml em NATM em via dupla.
- Estação Saldanha II, com cerca de 161m de comprimento e 25 m de profundidade em método invertido.
- Estação de S. Sebastião II, com cerca de 166m de extensão e 25 m de profundidade - Executado em NATM.

# 3. SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS ADOPTADAS

## 3.2 Túneis em NATM

- Comprimento da escavação: 840m, sendo 270m no Término, 210m no Ramal de Serviço, 290m Túnel PV2/S. Sebastião, 70m Junção do Túnel ao Término à Alameda.
- Secções: Término Túnel PV2/S. Sebastião e Junção Alameda 60,05 m<sup>2</sup> e no Ramal de Serviço 34,5 m<sup>2</sup>
- Tipo de via: Término Túnel PV2/S. Sebastião e Junção Alameda em via dupla e o Ramal de Serviço em via simples
- Geologia: Miocénico e Complexo Vulcânico de Lisboa
- Profundidade média: 25m, em relação à cota inferior do túnel
- Quantidades de trabalho mais significativas: escavação - 43.000m<sup>3</sup>, cambotas - 120 ton, betão projectado - 5.500 m<sup>3</sup> e malhasol - 30 ton



# 3. SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS ADOPTADAS

## 3.2 Túneis em NATM



Execução dos Tratamentos de Jet Grouting

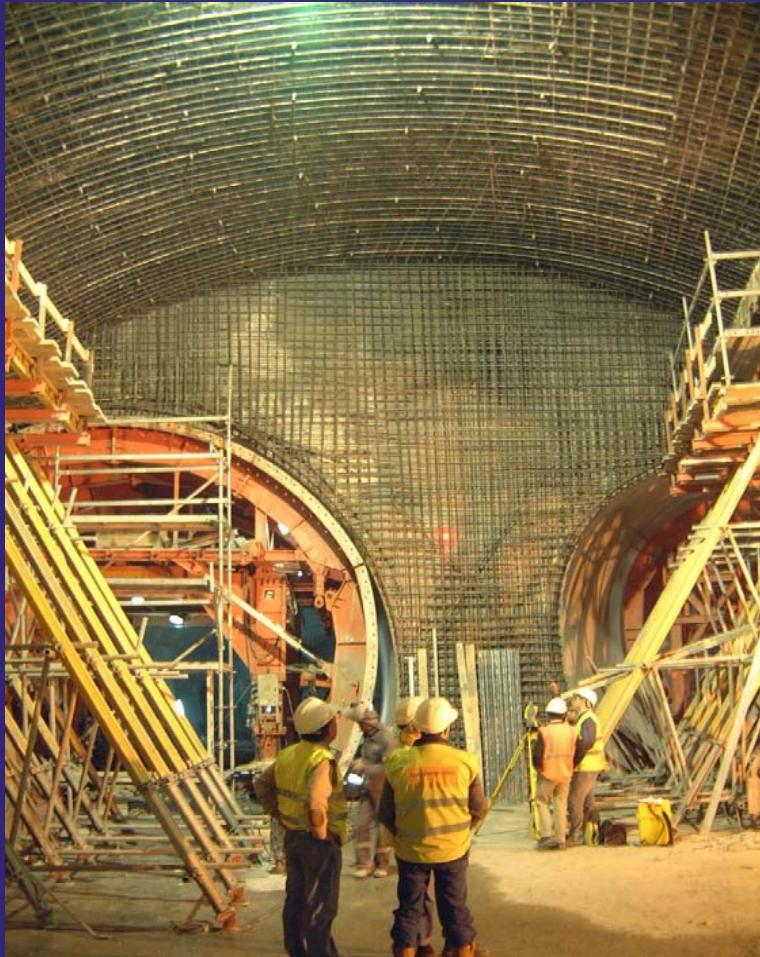


Colocação da Cambota Metálica



# 3. SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS ADOPTADAS

## 3.2 Túneis em NATM



Execução do Revestimento Secundário

# 3. SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS ADOPTADAS

## 3.2 Túneis em NATM



Túnel executado pelo método NATM



# 3. SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS ADOPTADAS

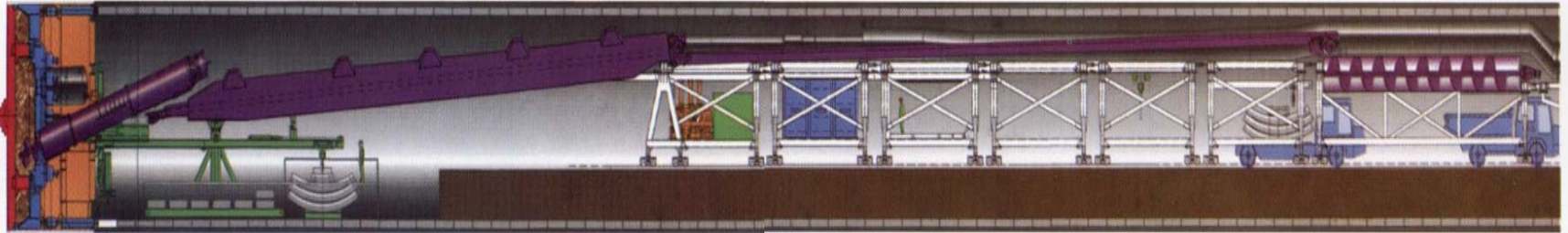
## 3.3 Túneis em TBM

- *Escavação executada com recurso a Tuneladora, em que esta faz a colocação do revestimento definitivo (anel do tipo universal, constituído por 7 peças)*
- *Comprimento da Escavação: 1.440 m*
- *Secção: 71,2 m<sup>2</sup>*
- *Tipo de via: Dupla*
- *Profundidade média: 25m, em relação à cota inferior do túnel*
- *Quantidades de trabalho mais significativas: escavação - 154.000m<sup>3</sup>, anéis - 1.200 uni.*



# 3. SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS ADOPTADAS

## 3.3 Túneis em TBM – Tunneladora LOVAT



<i>Modelo:</i>	ME386SE
<i>Tipo:</i>	EPB TBM
<i>Diâmetro de Corte:</i>	9,834m
<i>Comp. do Escudo:</i>	10,07m
<i>Comp. Total:</i>	112m
<i>Ferramentas de Corte:</i>	72 discos / rippers e 222 dentes
<i>Veloc. da Cabeça de Corte:</i>	0 a 2 rpm
<i>Potência de Corte:</i>	1800kW
<i>Rem. de Escombros:</i>	sem-fim diâm. 1,3m; larg. do tapete 1,2m
<i>Limite regime EPB:</i>	3bar



# 3. SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS ADOPTADAS

## 3.3 Túneis em TBM – Tunneladora LOVAT

### *Actividades Principais:*

*Escavação*

*Colocação das aduelas*

*Injecção de Argamassa*

### *Actividades Complementares:*

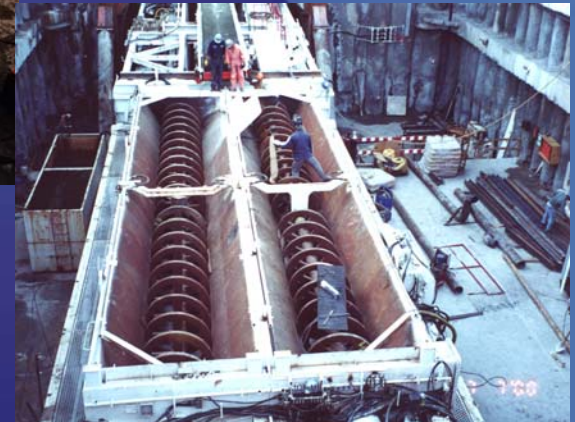
*Injecção Complementar*

*Betonagem da Soleira*

### *Actividades Auxiliares:*

*Topografia (Sistema ZED)*

*Instrumentação*



# 3. SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS ADOPTADAS

## 3.3 Túneis em TBM – Tunneladora LOVAT

### Aduelas

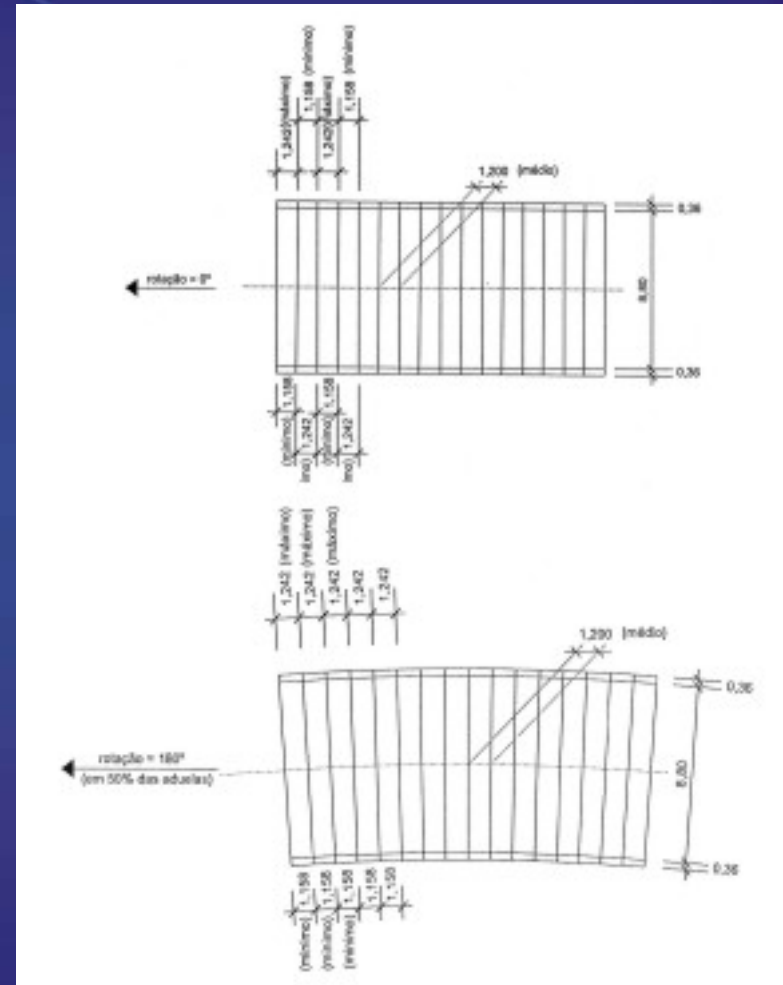
- *Revestimento do Túnel*

1200 anéis  
diâmetro interior 8,8m

- *Aduelas*

6 + 1 (fecho)  
desenvolvimento: 1,2m  
espessura: 0,36m

- *Fabrico*
- *Geometria*
- *Posicionamento e Montagem*
- *Enchimento do vazio anelar*
- *Reforço*





# 3. SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS ADOPTADAS

## 3.3 Túneis em TBM – Tunneladora LOVAT

### Escavação com Tunneladora - Ciclos

#### 1. Ciclo de colocação de um anel:

	Miocénico	Complexo Vulcânico
escavação	25 min	80 min
medição para a colocação do anel	5 min	5 min
colocação do anel	20 min	20 min
avanço do comboio auxiliar	5 min	5 min
paragem	5 min	5 min
Total	60 min	115 min

#### 2. Vol. de escavação a transportar:

volume teórico	76 m <sup>3</sup>
volume efectivo (1,75)	133 m <sup>3</sup>
volume por camião	15 m <sup>3</sup>
número de camiões	9 un

#### 3. Transportes a realizar por anel:

escombros	9,0 un
aduelas	2,0 un
argamassa de injeção (6 m <sup>3</sup> )	1,5 un
betão da soleira (15 m <sup>3</sup> )	2,5 un
diversos	1,0 un
Total	16 un

# 3. SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS ADOPTADAS

## 3.3 Túneis em TBM – Tunneladora LOVAT





# Montagem da TBM no Poço de Ataque da Alameda



Montagem da Tuneladora

Colocação da Tuneladora no Túnel Piloto



# Desmontagem da TBM no Poço Nascente – S. Sebastião



Retirada da Tuneladora pelo Poço Nascente



Conclusão do túnel TBM



# 3. SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS ADOPTADAS

## 3.4 Poço de Ataque

- *Localização: Alameda D. Afonso Henriques*
- *Secção circular com  $\phi$  interior de 25m e altura de 31m*
- *Escavação vertical em avanços de 1,5m, com aplicação de suporte constituído por betão projectado armado e pregagens provisórias*
- *Pregagens: Varões de aço selados com a extremidade emergente roscada*



# Execução do Poço de Ataque da Alameda



12ª Reunião de Comitês Técnicos da ALAMYS

Lisboa, 14 a 18 de Maio de 2007





# Execução do Emboque do Tunel Piloto



12ª Reunião de Comitês Técnicos da ALAMYS

Lisboa, 14 a 18 de Maio de 2007



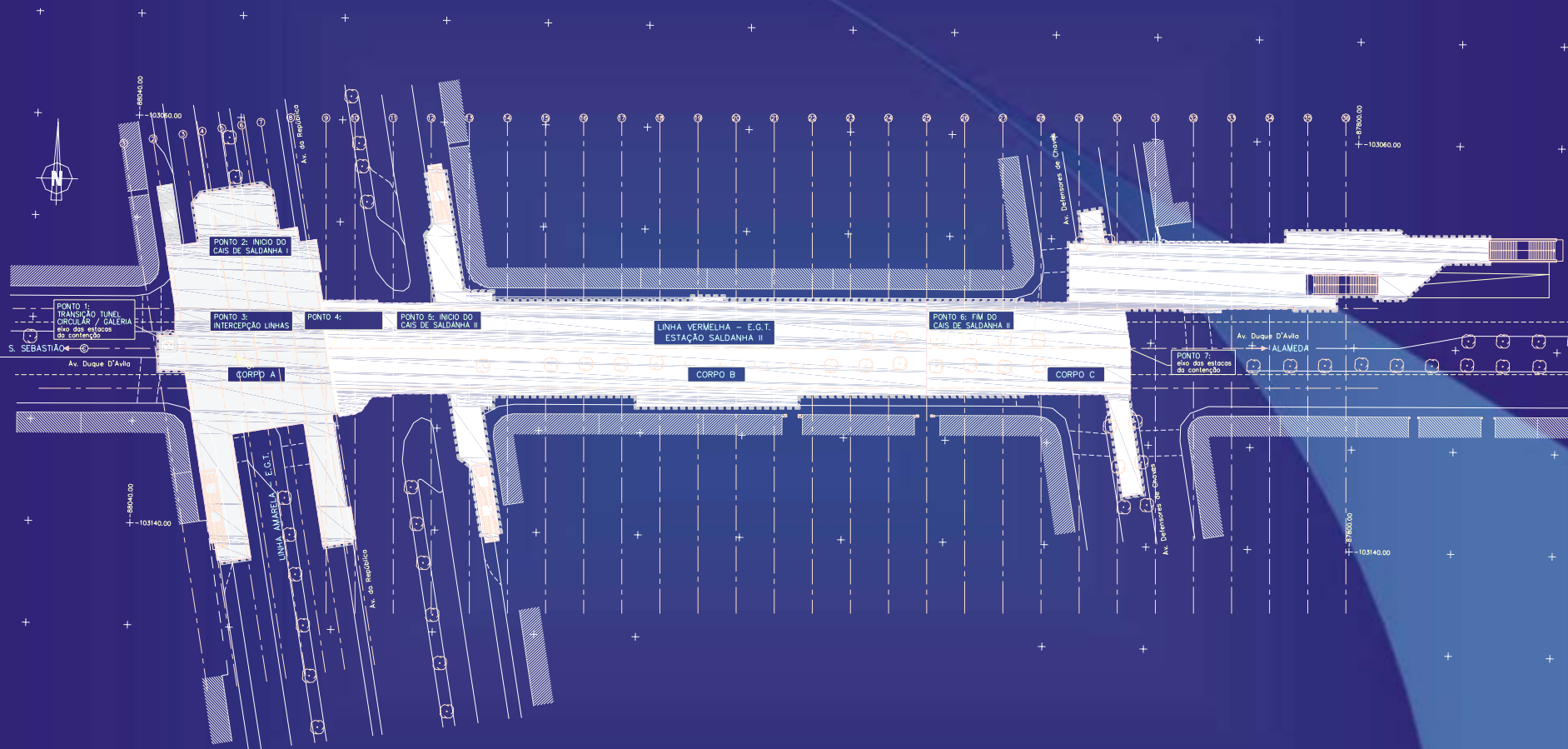
# 3. SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS ADOPTADAS

## 3.5 Estação Saldanha

- *Dimensões: 161m de extensão e uma profundidade de 24m*
- *Geologia: Argilas e calcários dos Prazeres*
- *Escavação método invertido sob laje pré-esforçada efectuada ao abrigo de uma contenção periférica materializada a partir de uma cortina de estacas estabilizadas por ancoragens complementadas com escoras metálicas*
- *Demolição parcial do Átrio Norte da Estação Saldanha I, para permitir a ligação à nova Estação Saldanha II*



### 3.5 Estação Saldanha



# Planta da Estação Saldanha I/II



# 3. SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS ADOPTADAS

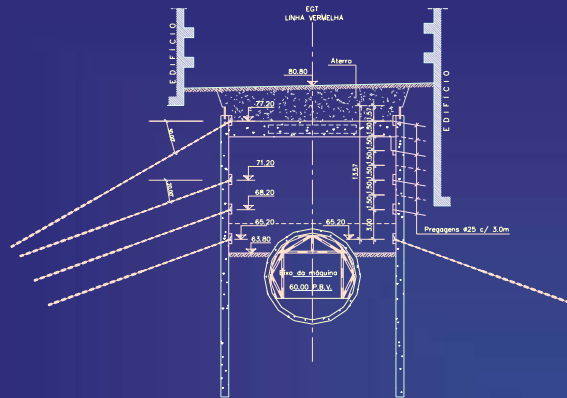
## 3.5 Estação Saldanha



Vista geral da zona de escavação para a Estação Saldanha II

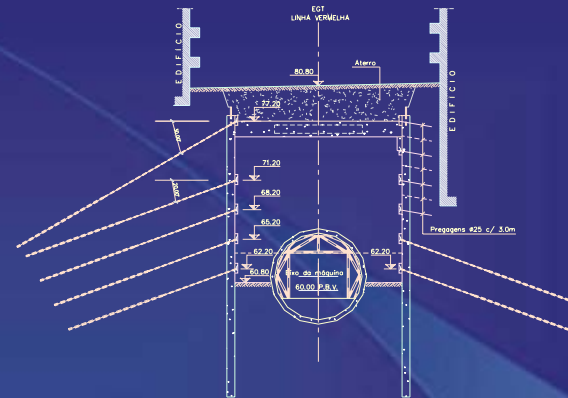
# 3. SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS ADOPTADAS

## 3.5 Estação Saldanha



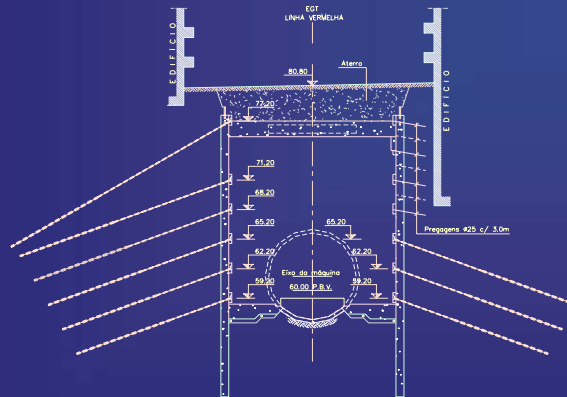
FASE 7:

- a) - Escavação até à cota 63.80
- b) - Aplicação do 5º nível de ancoragens



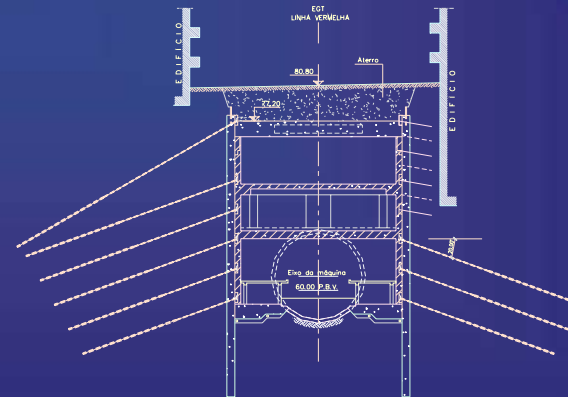
FASE 8:

- a) - Escavação até à cota 60.80
- b) - Aplicação do 6º nível de ancoragens



FASE 9:

- a) - Escavação até às cotas indicadas no desenho de modo a permitir a execução do taje
- b) - Aplicação do 7º nível de ancoragens, caso seja necessário
- c) - Escavação do taje de acesso
- d) - Demolição do Escudo



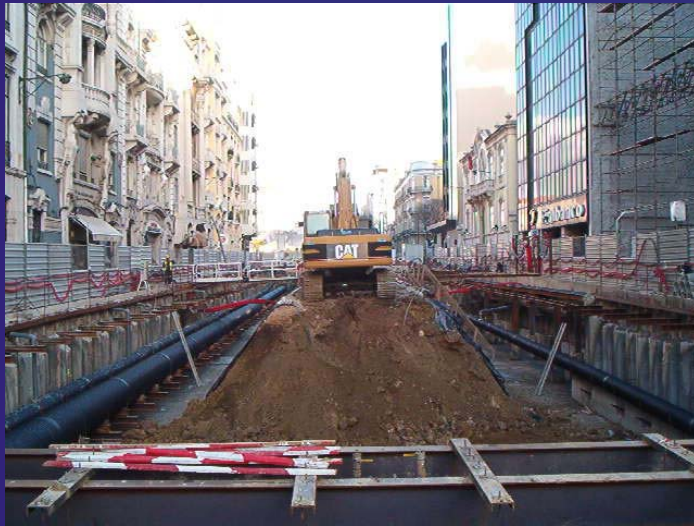
FASE 10:

- a) - Execução das estruturas internas.



# 3. SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS ADOPTADAS

## 3.5 Estação Saldanha



Escavação para a execução da Laje de Cobertura  
da Estação Saldanha II



# 3. SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS ADOPTADAS

## 3.5 Estação Saldanha



Abertura na Laje de Cobertura para a retirada do material de escavação



Impermeabilização da Laje de Cobertura

# 3. SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS ADOPTADAS

## 3.5 Estação Saldanha



Escavação sob a Laje de Cobertura e  
reposição à superfície





# 3. SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS ADOPTADAS

## 3.5 Estação Saldanha



Montagem de Cimbre metálico pelo interior da Estação Saldanha I para demolição parcial do Átrio Norte

# 3. SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS ADOPTADAS

## 3.5 Estação Saldanha



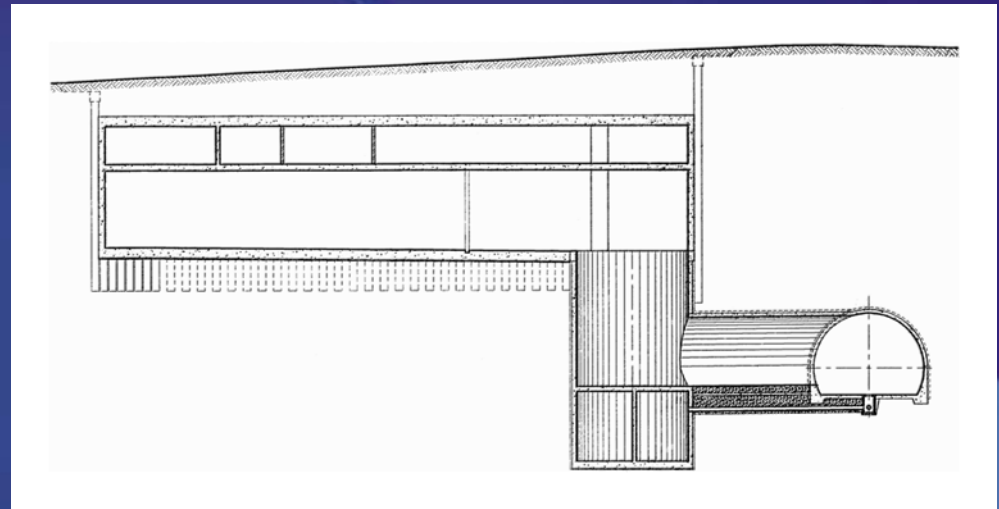
Demolição Parcial do Átrio Norte da Estação Saldanha I



# 3. SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS ADOPTADAS

## 3.6 Posto de Ventilação 1

- - *Localização: Av. Duque D'Ávila com a Av. Luís Bívar*
- *Dimensões: 30mx15m e uma altura de 11m*
- *Escavação a céu aberto entivado por estacas, adoptando-se a escavação em NATM para a execução das galerias de ligação ao túnel ao abrigo de enfilagens*



Esquema geral do Posto de Ventilação 1

# 3. SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS ADOPTADAS

## 3.6 Posto de Ventilação 1





# 3. SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS ADOPTADAS

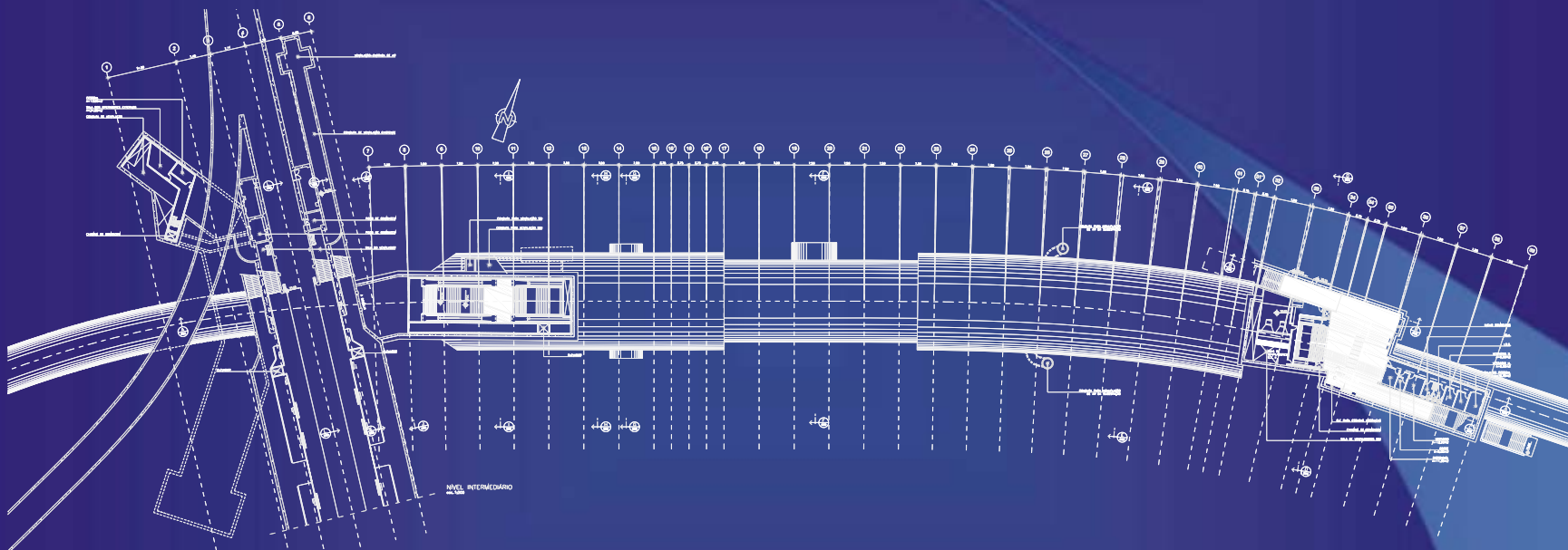
## 3.7 Estação S. Sebastião

- *Dimensões: 166m de extensão e profundidade de 26m*
- *Geologia: Basaltos do Complexo Vulcânico de Lisboa e Formação de Benfica*
- *Estação executada pelo Método Mineiro (NATM) a partir de 1 Poço Ataque Nascente, 1 Poço Poente e uma zona de Cut and Cover para ligação à estação existente*
- *Três novos acessos (dois para o Bairro Azul e um para o El Corte Inglés) através do método Cut and Cover*
- *Execução da Inserção do Ramal de Serviço na Linha Azul através de Cover and Cut (Método Invertido)*



# 3. SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS ADOPTADAS

## 3.7 Estação S. Sebastião

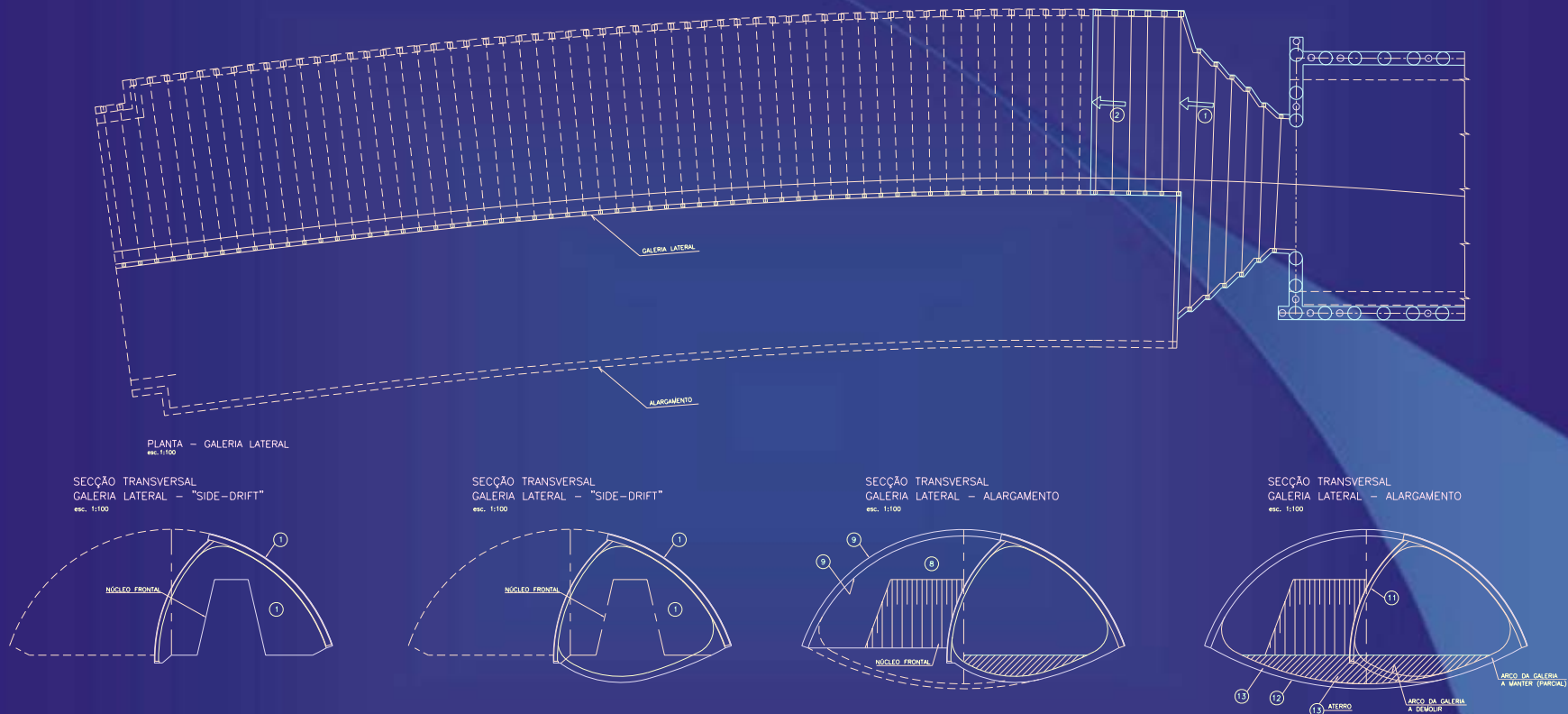


Planta da Estação S. Sebastião II



# 3. SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS ADOPTADAS

## 3.7 Estação S. Sebastião



Método Executivo NATM em Meia Secção da Estação S. Sebastião II

# 3. SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS ADOPTADAS

## 3.7 Estação S. Sebastião



Execução da Estação S. Sebastião pelo método NATM com Side-Drift



# 3. SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS ADOPTADAS

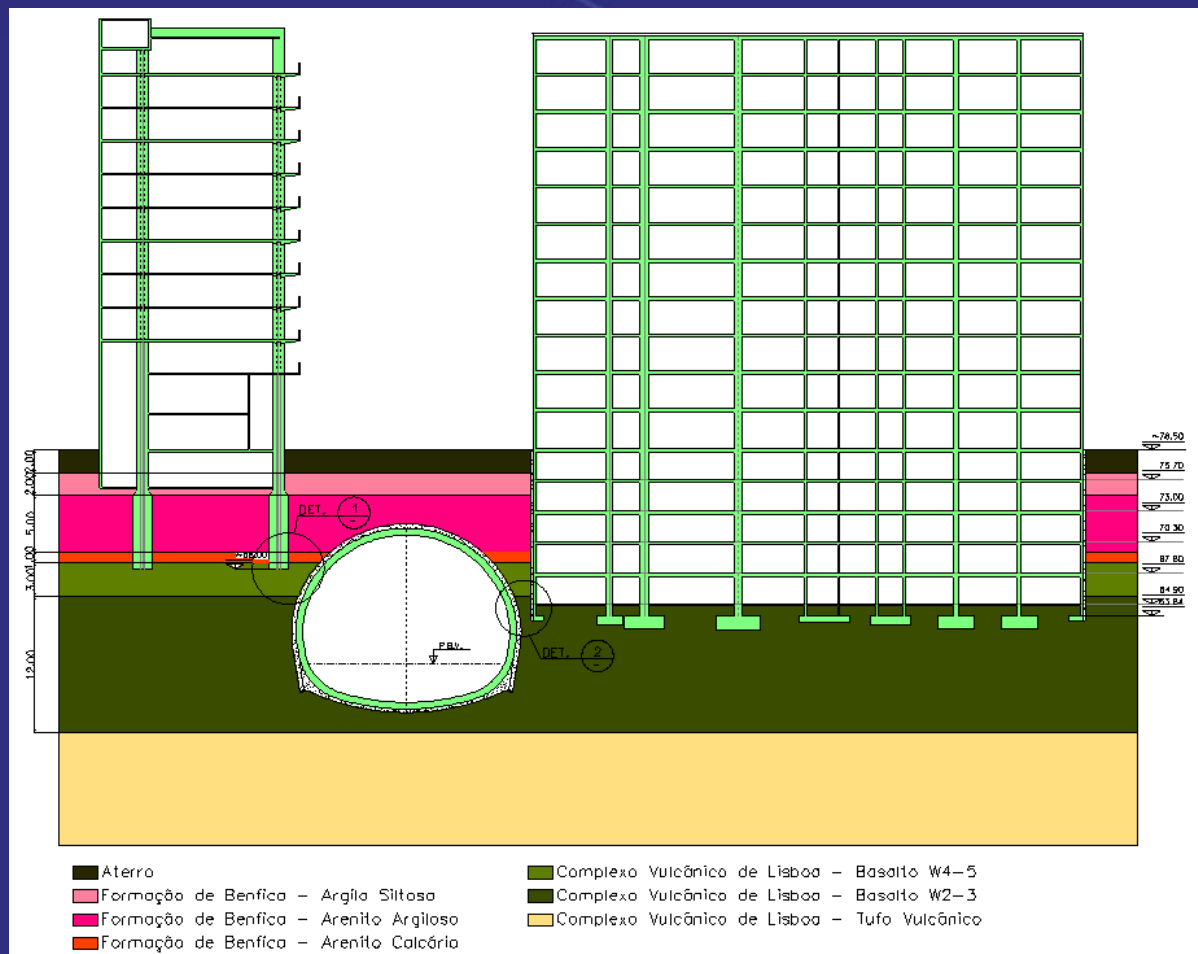
## 3.7 Estação S. Sebastião



Execução da Estação S. Sebastião pelo método NATM com Side-Drift

# 3. SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS ADOPTADAS

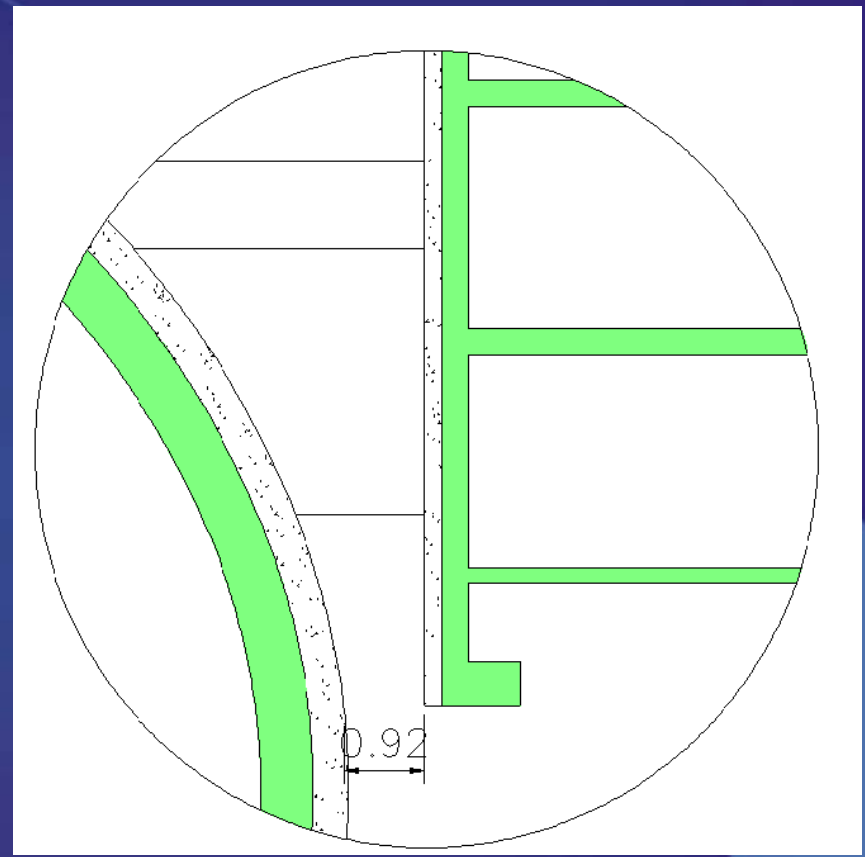
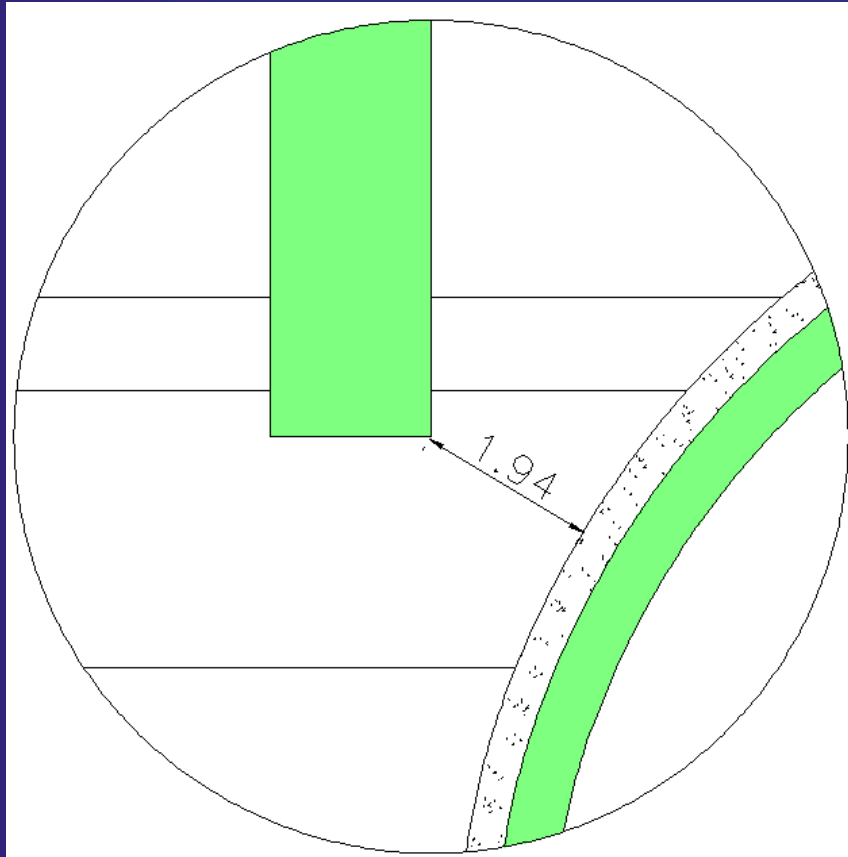
## 3.7 Estação S. Sebastião



Execução da Estação S. Sebastião II, junto ao edifício BPN

# 3. SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS ADOPTADAS

## 3.7 Estação S. Sebastião



Pormenores da distância do túnel para a Estação S. Sebastião II ao edifícios envolventes (BPN e KOL)



# 3. SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS ADOPTADAS

## 3.7 Estação S. Sebastião



Relining da conduta de EPAL 1000 com um tubo metálico de 817 mm de diâmetro

# 3. SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS ADOPTADAS

## 3.7 Estação S. Sebastião



Execução dos tratamentos dos solos com silicato de sódio para suporte da conduta da EPAL 100



# 3. SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS ADOPTADAS

## 3.7 Estação S. Sebastião



Pormenores dos tratamentos de solos na frente de escavação



# 3. SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS ADOPTADAS

## 3.7 Estação S. Sebastião



# 3. SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS ADOPTADAS

## 3.7 Estação S. Sebastião



Desvio de redes na zona do Novo Acesso Poente (Bairro Azul)



Sondagens de redes na zona da laje de cobertura do acesso ao El Corte Inglés



# 3. SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS ADOPTADAS

## 3.7 Estação S. Sebastião



Os transplantes dos plátanos foram executados com acondicionamento do torrão por uma estrutura metálica de forma a evitar o seu desboroamento.



# 3. SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS ADOPTADAS

## 3.8 Posto de Ventilação 2

- *Localização: Jardins do Palácio da Justiça na Av. Marquês da Fronteira*
- *Secção circular com  $\phi$  interior de 19m e profundidade de 36m*
- *Escavação vertical em avanços de 1,5m, com aplicação de suporte constituído por betão projectado armado e pregagens provisórias*
- *Pregagens: Miocénico e Formações de Benfica - varões de aço selados*  
*Complexo Vulcânico - tipo Swellex*

## Execução Poço Ventilação II





## 4. GESTÃO DE RISCOS DA EMPREITADA

---

*4.1. Vistorias e Instrumentação*

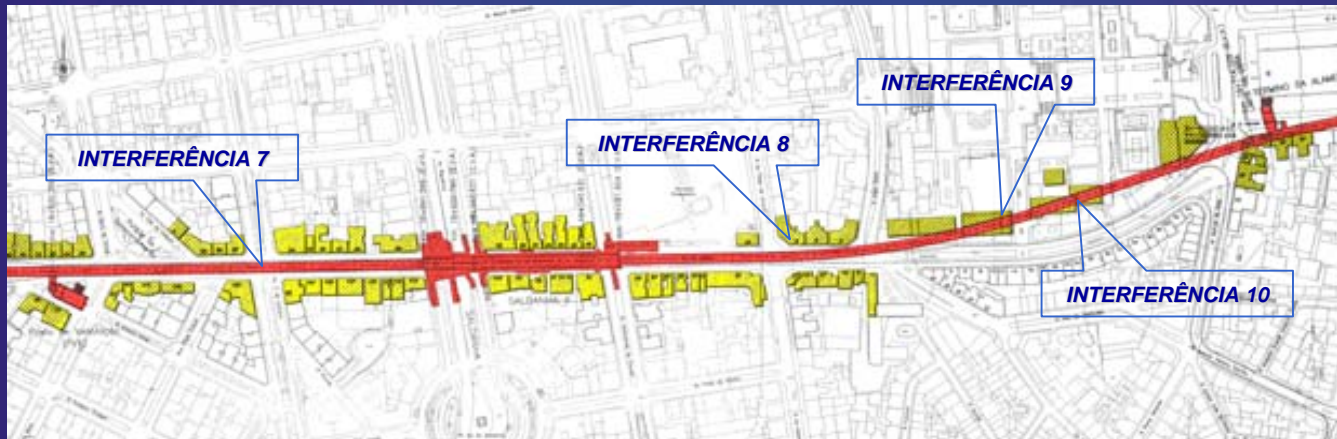
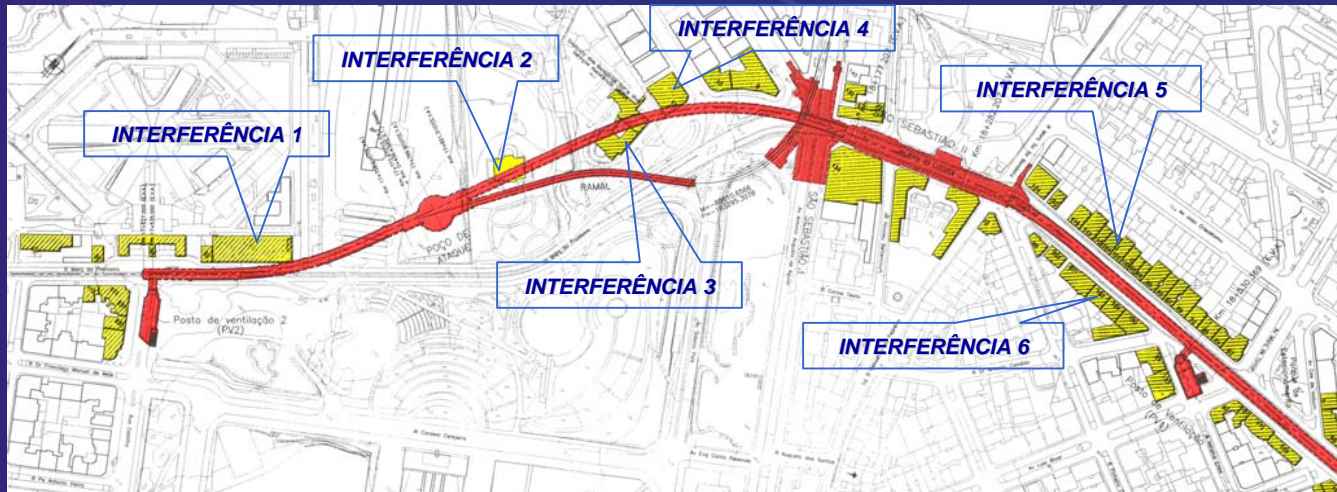
*4.2. Qualidade*

*4.3. Gestão Ambiental*



# 4.1 VISTORIAS E INSTRUMENTAÇÃO

## *Edifícios a serem vistoriados:*



 - Edifícios a Vistoriar

 - Traçado

- 154 Edifícios
- 1800 Fracções Residenciais, Serviços e Comerciais com áreas variáveis



# 4.1 VISTORIAS E INSTRUMENTAÇÃO

## *Acções Preventivas:*

- *Exaustiva inspecção visual dos edifícios*
- *Identificação de todas as estruturas existentes ao longo do traçado com registo fotográfico das anomalias encontradas*
- *Avaliação e caracterização do ponto de vista da segurança estrutural*
- *Implementação de um programa específico de observação com instalação prévia de equipamento:*
  - *Marcas de observação topográfica*
  - *Inclinómetros, piezómetros, etc.*
  - *Fissurómetros*

# 4.1 VISTORIAS E INSTRUMENTAÇÃO

## *Frequência das Leituras:*

- ***Túneis, Poços e Estações:***

- *Diária na fase de execução*
- *Bissemanal quando ocorrer a estabilização*
- *Semanal enquanto ocorrerem obras nas proximidades*



# 4.1 VISTORIAS E INSTRUMENTAÇÃO

## *Controlo de deformações no interior do maciço*

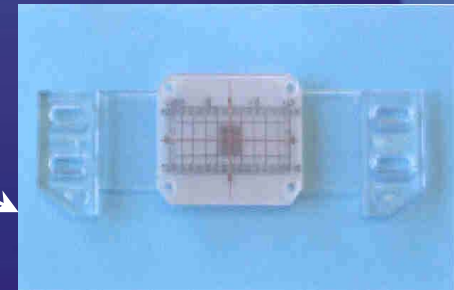
TIPO DE EQUIPAMENTO	GRANDEZAS A MEDIR
Inclinómetros	Deformações horizontais
Extensómetros	Deformações verticais
Piezómetros	Nível da água



# 4.1 VISTORIAS E INSTRUMENTAÇÃO

## Controlo de deformações superficiais

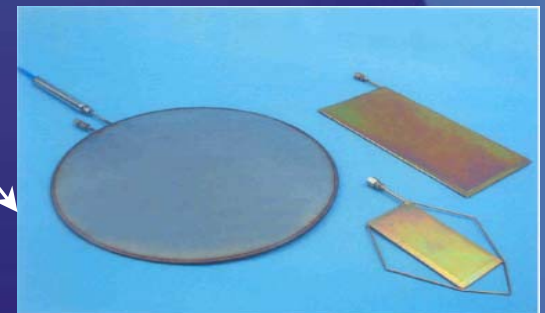
TIPO DE EQUIPAMENTO	GRANDEZAS A MEDIR
Marcas de superfície	Assentamentos superficiais
Réguas	Assentamentos de fachadas de edifícios
Alvos retro-reflectores e Tiltmeters	Deslocamentos 3D de fachadas de Edifícios ou de elementos de contenção
Fissurómetros	Evolução de fissuras



# 4.1 VISTORIAS E INSTRUMENTAÇÃO

## *Controlo do estado de tensão em elementos de contenção*

TIPO DE EQUIPAMENTO	GRANDEZAS A MEDIR
Células de medição de tensão	Variação de tensão em ancoragens
Strain-gauges	Variação de tensão em aduelas
Células de medição de tensão total	Variação de tensão entre maciço/suporte





## 4.2 PLANO DE QUALIDADE



*Prolongamento Linha Vermelha Alameda / S. Sebastião*

12ª Reunião de Comitês Técnicos da ALAMYS

Lisboa, 14 a 18 de Maio de 2007



## 4.3 PLANO DE GESTÃO AMBIENTAL

### → Monitorização ambiental

**Ruído** – Monitorização bimestral em 16 pontos de amostragem

**Vibrações** - Monitorização trimestral em 9 pontos de amostragem

**Qualidade do ar** – Monitorização anual em 3 pontos de amostragem

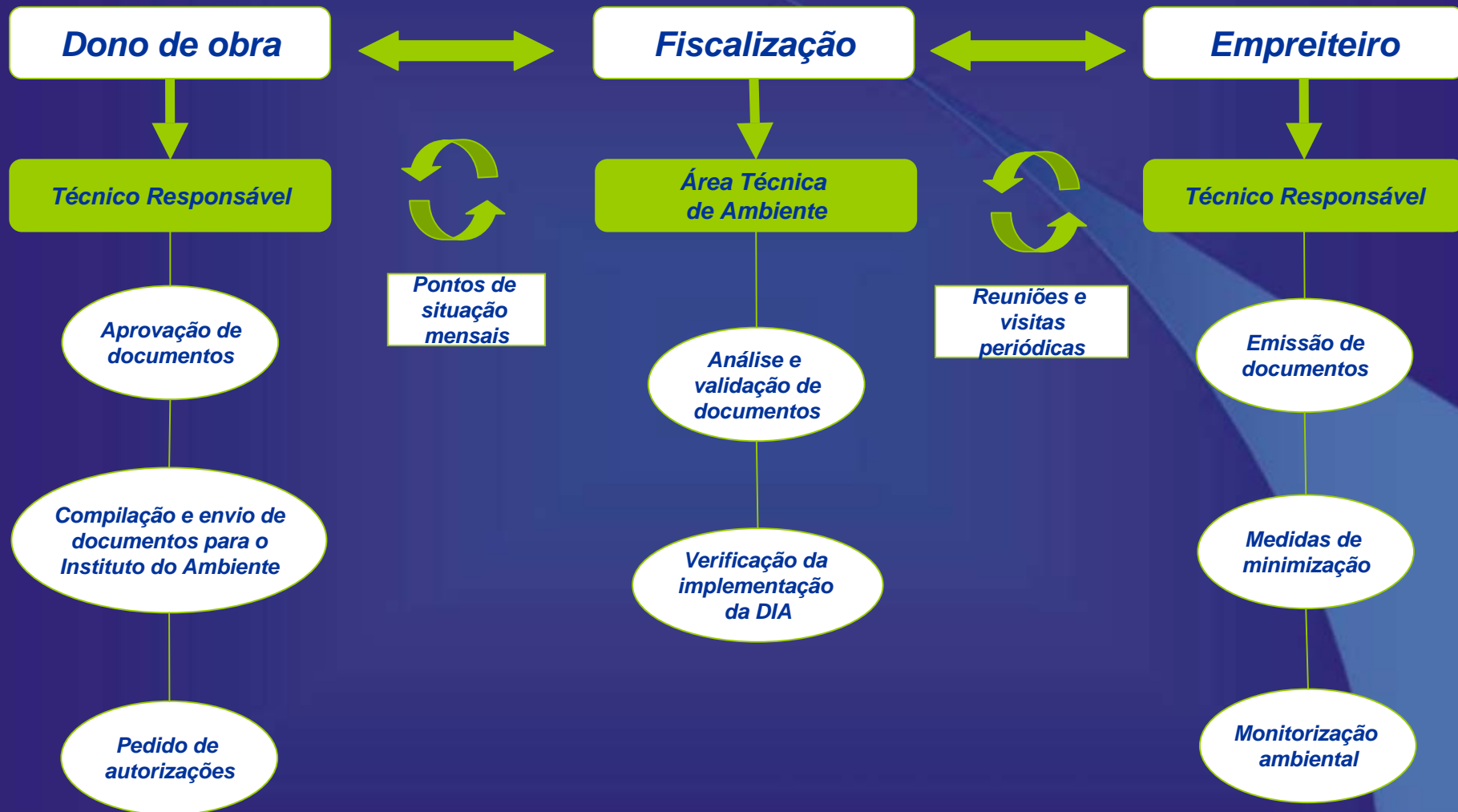
**Águas residuais** - Monitorização bimestral em todos os sistemas de decantação

**Solos** – Monitorizações pontuais nas estações e no túnel de via dupla



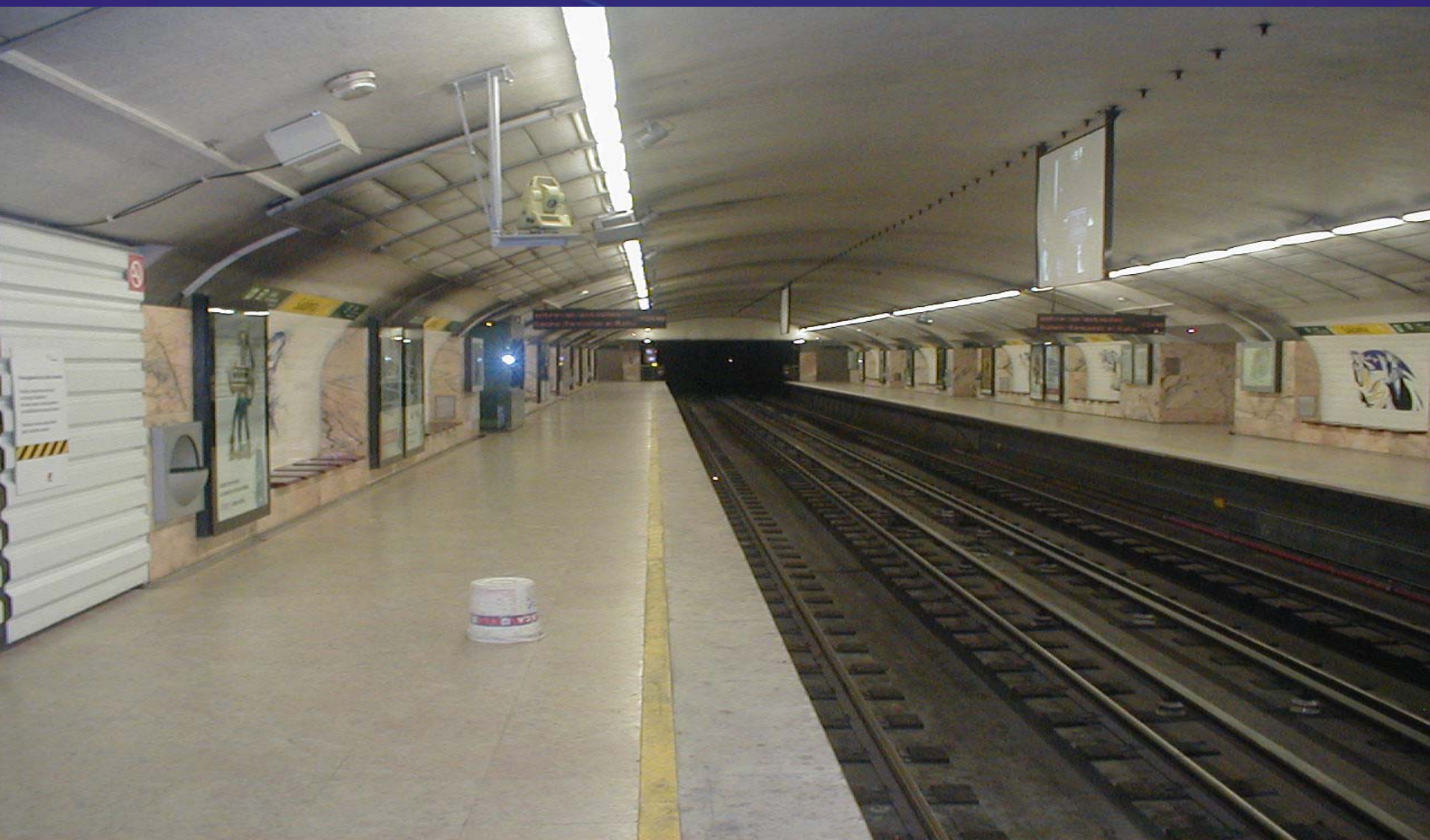
## 4.3 PLANO DE GESTÃO AMBIENTAL

→ *Interacção entre entidades*





## 5. Passagem da tuneladora sob a estação Saldanha





## 5.1 OBJECTIVO

No desenvolvimento dos trabalhos do Prolongamento da Linha Vermelha Alameda / S. Sebastião, foi elaborada uma solução para propiciar a passagem da Tuneladora sob o átrio norte da Estação Saldanha I (Linha amarela).

Na elaboração do projecto considerou-se a pequena cobertura de solo entre a geratriz superior da tuneladora e o nível da via Amarela, em torno de 4.5m, tendo como objectivo adoptar uma solução que desse segurança durante a passagem da tuneladora, com monitorização em tempo real, mantendo toda Estação integral, com paralisação da operação dos comboios durante o atravessamento, e poder após a passagem da tuneladora levantar a via e as estruturas recuperando-as dos assentamentos entretanto ocorridos.

Na elaboração dos projectos tomou-se o cuidado de adoptar soluções que integrassem às soluções definitivas, facilitassem as futuras demolições e atendessem os prazos de execução.



## 5.1 OBJECTIVO

*Os projectos dividiram-se em três partes distintas, ou sejam:*

- *Projecto de transferência de carga.*
- *Projecto do poço para as injeções de compensação.*
- *Projecto dos tratamentos do solo e das injeções compensação .*





## 5.2 DESCRIÇÃO DAS SOLUÇÕES



Transferência de Cargas na Estação  
Saldanha I para a passagem da  
Tuneladora sob a Linha Amarela

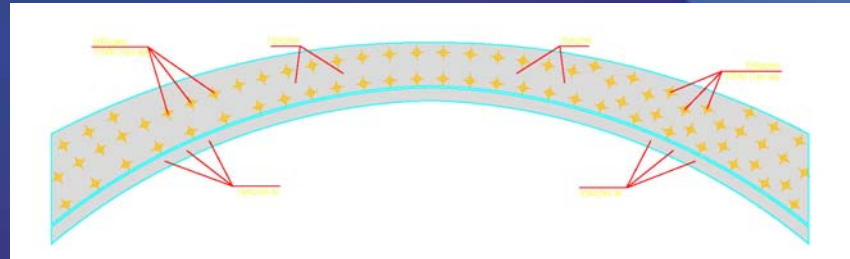
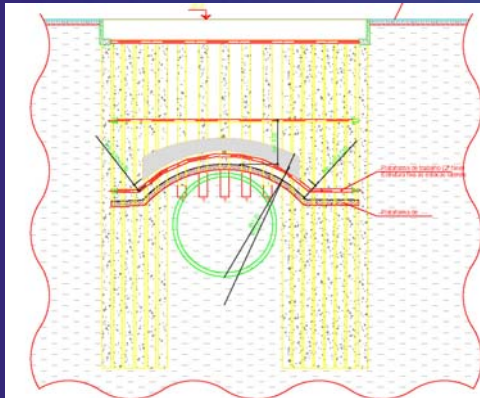
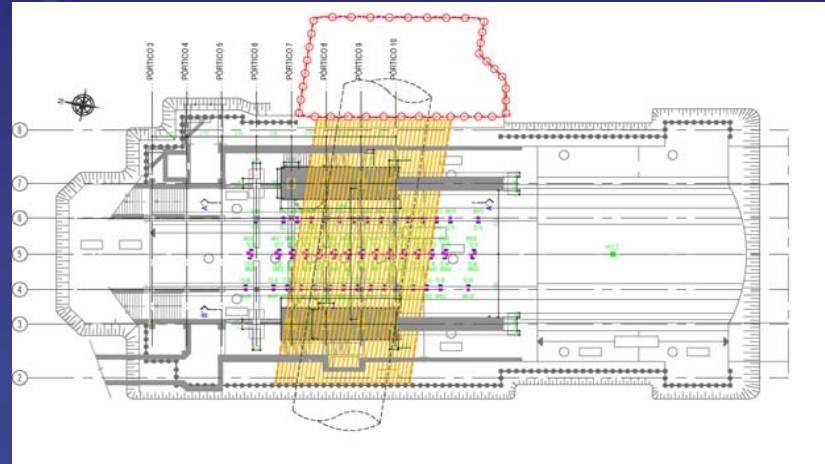
## 5.2 DESCRIÇÃO DAS SOLUÇÕES

### Poço para as Injecções de Compensação





## 5.2 DESCRIÇÃO DAS SOLUÇÕES



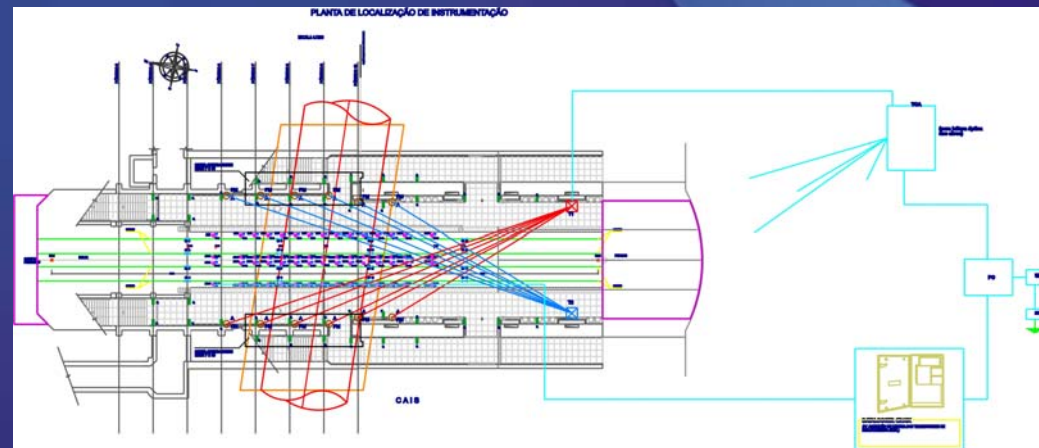
Tratamentos de Reforço do Maciço e Injecções de Compensação realizadas a partir do Poço das Injecções



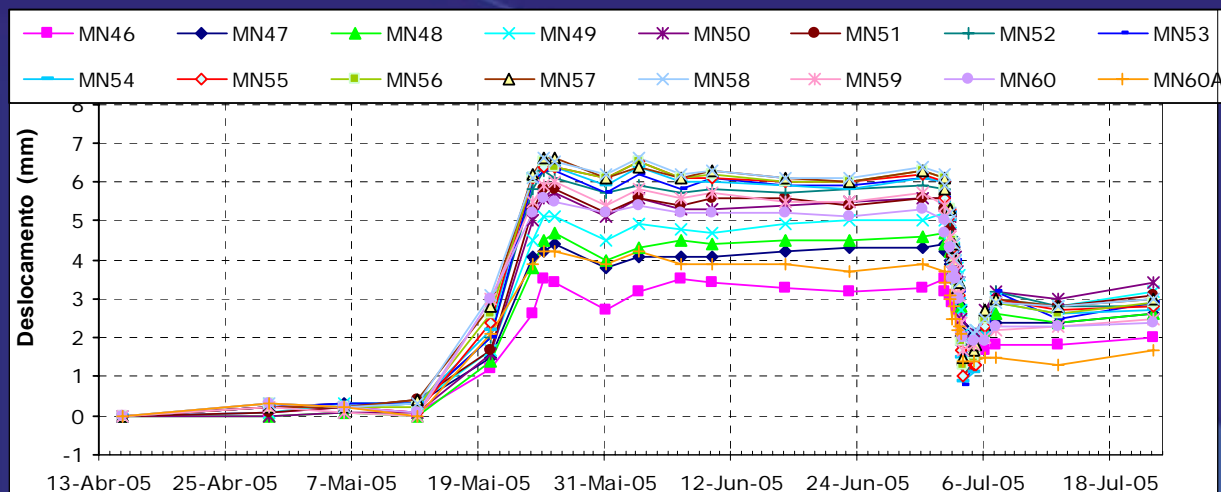
## 5.3 RESUMO DOS RESULTADOS DA INSTRUMENTAÇÃO

*Foi instalado um sistema de monitorização automática da via e estrutura da estação constituído por:*

- Estação total
- Prismas topográficos na via e estrutura
- Strain Gages
- El Beam Sensors



## 5.3 RESUMO DOS RESULTADOS DA INSTRUMENTAÇÃO



*Resultados Registados:*

*Levantamento devido aos tratamentos de reforço do solo ~ 5 mm*

- Assentamento devido à Passagem da Tuneladora ~ 6 mm*
- Levantamento devido às Injecções de Compensação ~ 3 mm*

*Os tratamentos com enfilagens e as injecções de compensação apresentam funcionamento adequado. Em função dos resultados da instrumentação não haveria necessidade de se executar as injecções de compensação, tendo-se optado por as executar de modo a preencher possíveis vazios deixados após a passagem da tuneladora, deixando o maciço totalmente estabilizado.*

## 6. PASSAGEM DE TÚNEL EM NATM SOB A LINHA AZUL





[illegible]

## 6.1 DESCRIÇÃO DAS SOLUÇÕES

Com emprego deste método, além da garantia da qualidade de execução, com a geometria da escavação acompanhando a geometria do tratamento, garante-se uma escavação sem existência de qualquer espaço entre o contorno da escavação e o limite inferior (interno) da geometria do tratamento, minimizando, dessa maneira, a probabilidade de ocorrência de desestabilização local junto ao tecto, com possibilidade de progressão até a laje de fundo da Estação São Sebastião I.



Execução do túnel através de câmaras cónicas

## 6.1 DESCRIÇÃO DAS SOLUÇÕES



Sistema Symmetrix para a Execução de enfilagens de diâmetro 190 mm

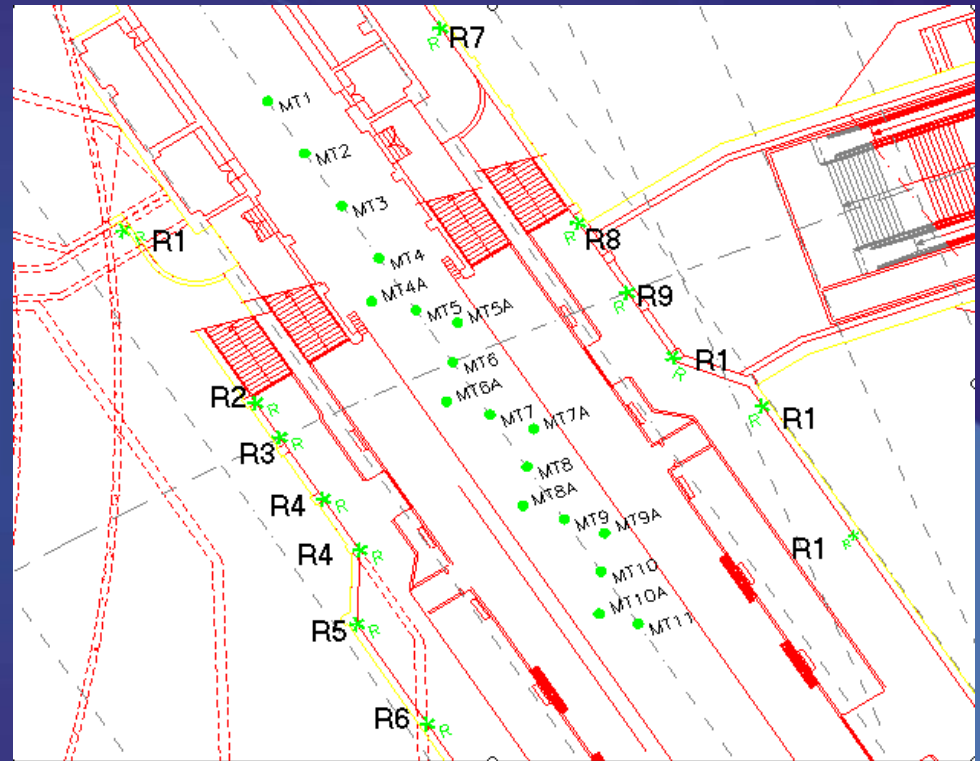




## 6.2 RESUMO DOS RESULTADOS DA INSTRUMENTAÇÃO

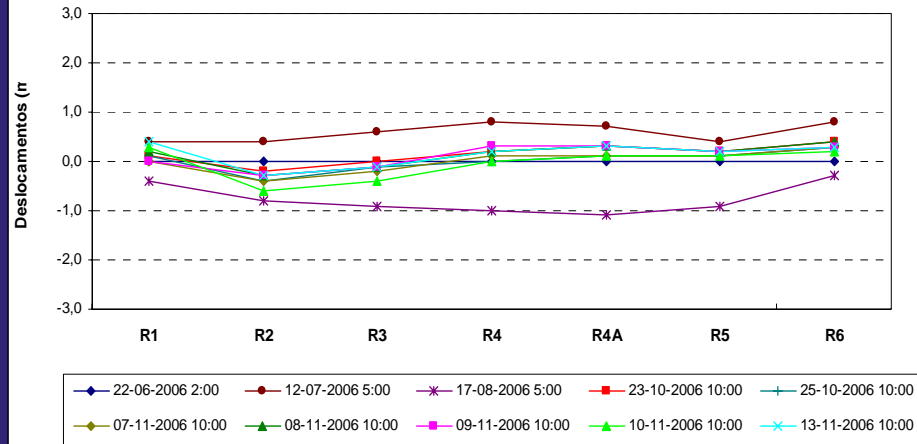
Foi instalado um sistema de monitorização topográfica automática da estação constituído por:

- Estação total
- Prismas topográficos na via e estrutura

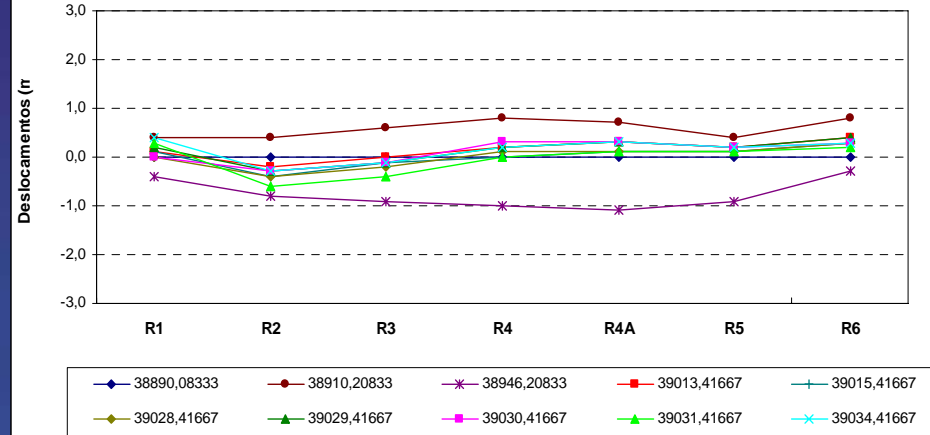


# 6.2 RESUMO DOS RESULTADOS DA INSTRUMENTAÇÃO

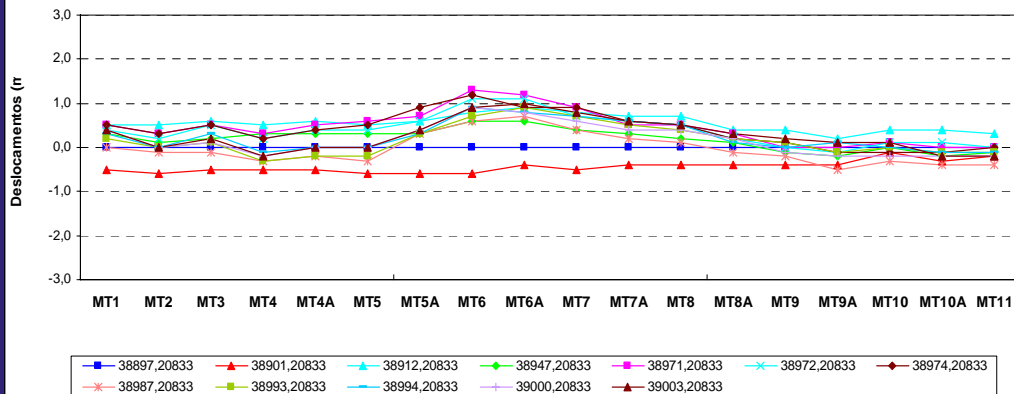
R1, R2, R3, R4, R4A, R5, R6 - DEFORMAÇÕES MEDIDAS



R1, R2, R3, R4, R4A, R5, R6 - DEFORMAÇÕES MEDIDAS



MT1 - MT11 - DEFORMAÇÕES MEDIDAS



*Resultados Registados:*

*Deformações (assentamentos e empolamentos) na ordem de 1 mm*

**Metropolitano de Lisboa**

**MUITO OBRIGADO**

12ª Reunião de Comitês Técnicos  
da ALAMYS

Lisboa, 14 a 18 de Maio de 2007

