

   		CÓDIGO: MD-00-TU15-001 REV. 3
CLIENTE  Metropolitano de Lisboa	FOLHA 1 de 41 DATA 03/04/09	
OBRA METROPOLITANO DE LISBOA – PROLONGAMENTO DA LINHA AZUL 75º TROÇO : AMADORA ESTE – REBOLEIRA E TÉRMINO	CLIENTE CÓDIGO APROVAÇÃO EMITENTE	
PROJECTISTA 	ELABORAÇÃO Pedro França/JCA APROVAÇÃO JCA-CAC COORDENAÇÃO JCA	
TÍTULO DO DOCUMENTO Memória Descritiva e Justificativa Geral		

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA :

DOCUMENTOS RESULTANTES:

Desenhos:

REV.	DATA	DESCRIÇÃO E / OU FOLHAS ATINGIDAS	ELAB.	APROV.
3	03/04/09	Revisão Geral	P.França	J.C.A./C.C
2	18/03/09	Revisão Geral	P.França	J.C.A./C.C
1	11/11/08	Emissão inicial	P.França	J.C.A./C.C
REVISÕES				

   		CÓDIGO	REV.
CLIENTE: 		MD-00-TU15-001	3
TÍTULO:	Memória Descritiva e Justificativa geral	FOLHA	2 de 41
		DATA	03/04/09
		ELABORAÇÃO	Pedro França -JCA

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	4
2. CONDICIONANTES	5
2.1 Condicionantes geométricos.....	5
2.1.1 Estação da Reboleira	5
2.1.2 Túneis de via	6
2.1.3 Poço e túneis de ventilação.....	8
2.1.4 Arranjo geral.....	9
O conjunto de obras da estação da Reboleira induzirá a um arranjo geral conforme mostrado a seguir:	9
2.1.5 Traçado	10
2.2 Condicionantes Geológicos-Geotécnicos	10
2.2.1 Poços	11
2.2.2 Túneis	12
2.3 Condicionantes executivos	13
2.3.1 Implantação da obra.....	14
2.3.2 Interação da obra com o meio	14
3. DESCRIÇÃO DAS OBRAS.....	15
3.1 Túnel de via	15
3.2 Estação da Reboleira	16
3.3 Termino provisório	18
3.4 Poço de ventilação	19
3.5 Túnel das salas de ventilação.....	19
3.6 Túnel de interligação da ventilação.....	20
3.7 Emboquilhamentos	21
3.8 Interferências.....	22
4. MÉTODOS CONSTRUTIVOS.....	22
4.1 Zoneamento Geotécnico.....	22
4.2 Métodos construtivos – Poços	23
4.2.1 Implantação.....	24
4.2.2 Viga de bordadura.....	24

   		CÓDIGO	REV.
CLIENTE: 		MD-00-TU15-001	3
TÍTULO: Memória Descritiva e Justificativa geral		FOLHA 3 de 41	
		DATA 03/04/09	
		ELABORAÇÃO Pedro França -JCA	

4.2.3	Escavação e estabilização do maciço escavado através da aplicação dos suportes de primeira fase das paredes do poço	26
4.2.4	Drenagem do maciço	29
4.2.5	Estrutura de fundo dos poços	29
4.2.6	Impermeabilizações.....	30
4.2.7	Armaduras e betonagem do revestimento secundário	31
4.3	Métodos construtivos – túneis.....	32
4.3.1	Trabalhos preliminares	33
4.3.2	Escavação dos túneis de via e de ventilação.....	33
4.3.3	Escavações dos túneis do posto de tracção e das salas de ventilação	39

   		CÓDIGO	REV.
CLIENTE: 		MD-00-TU15-001	3
TÍTULO:	Memória Descritiva e Justificativa geral	FOLHA 4 de 41 DATA 03/04/09 ELABORAÇÃO Pedro França -JCA	

1. INTRODUÇÃO

Esta memória descritiva e justificativa refere-se ao item 5.3.23 da empreitada ML671/07 de concepção / construção dos toscos do prolongamento entre a Estação Amadora-Este e a Estação Reboleira, da Linha Azul do Metropolitano de Lisboa, E.P. Como descrito no volume I/II do caderno de encargos, faz parte desta empreitada a execução dos toscos do túnel de via Norte, que abrange o 75º Troço parcial, o túnel Sul (término) que engloba troços de túnel de via, túnel para posto de tracção e túnel para o ramal de inversão, os toscos da Estação da Reboleira, incluindo os acessos dos utentes e a interface com o apeadeiro ferroviário da Reboleira e finalizando, os toscos do posto e túnel de ventilação.

Faz parte igualmente da empreitada, o desenvolvimento dos projectos correspondentes à impermeabilização e às correntes vagabundas / redes de drenagem, estas últimas quando embebidas nas estruturas internas dessas obras.

Nesta memória serão abordados aspectos relativos a:

-Condicionantes

- Geométricos
- Geológico-geotécnicos
- Executivos

-Descrição das obras

- Túnel
- Interferências
- Emboquilhamentos
- Poço de Ventilação

-Métodos construtivos

-Movimentos à superfície e análise do risco de danos, para as estruturas vizinhas e/ou sobrejacentes, dentro da área de influência das escavações

-Plano de instrumentação e monitorização

-Impermeabilizações

-Materiais

-Faseamento construtivo

	CÓDIGO REV.
CLIENTE: 	MD-00-TU15-001 3
TÍTULO: Memória Descritiva e Justificativa geral	FOLHA 5 de 41 DATA 03/04/09 ELABORAÇÃO Pedro França -JCA

2. CONDICIONANTES

Serão abordados de forma sucinta, porém objectiva, os principais condicionantes da implantação da Estação da Reboleira e das obras adjacentes que fazem parte da empreitada ML671/07.

2.1 CONDICIONANTES GEOMÉTRICOS

2.1.1 Estação da Reboleira

Com o intuito de manter válidos todos os espaços principais, arquitectónicos e funcionais, da concepção patenteada a concurso foi desenvolvida uma solução construtiva composta por uma série de cinco poços circulares que se interceptam formando no seu conjunto uma vala alongada conforme mostra a figura que se segue:

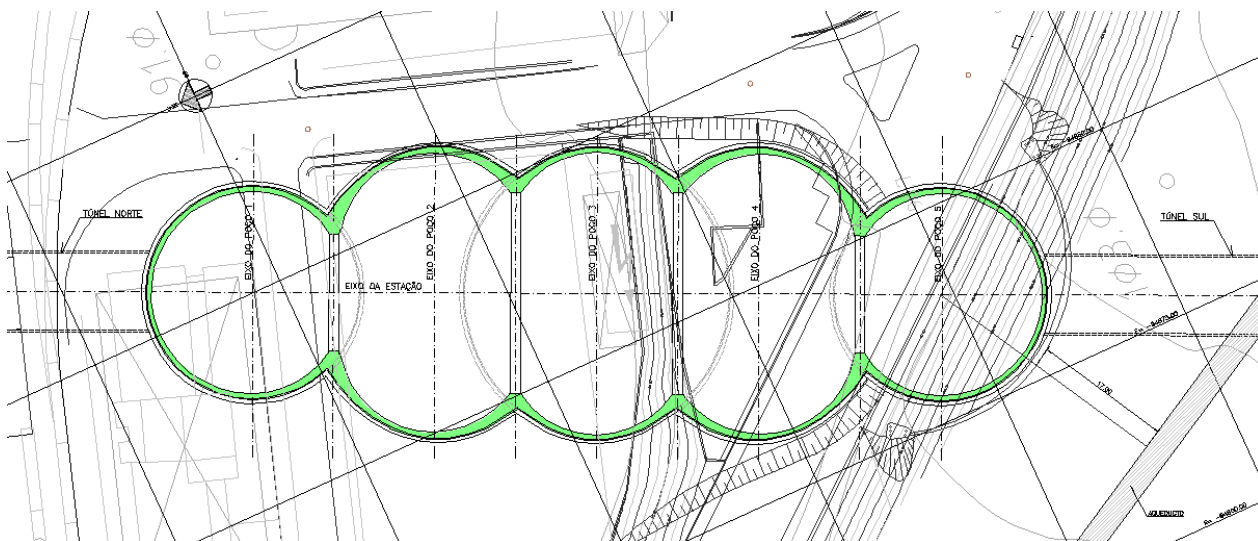


Figura 1 Corpo de Estação da Reboleira

Nesta configuração com cerca de 111,61m de comprimento externo, a fase construtiva da estação é constituída por 1 poço central elíptico com aproximadamente 37,00m no maior diâmetro e 30,00m no menor, 2 poços de 27,00m de diâmetro nas extremidades e poços intermediários com 33,00m no maior diâmetro.

O espaço interno gerado por esta configuração permitirá a instalação das áreas de circulação, salas técnicas, cais, áreas de ventilação, exaustão, etc, ou seja, os espaços e funcionalidade previstos pelo Metropolitano de Lisboa nos documentos de referência.

 GRUPO ANDRADE GUTIERREZ  SOARES DA COSTA  Consultoria de Engenharia, SA  TEIXEIRA DUARTE ENGENHARIA E CONSTRUÇÕES, S.A.		CÓDIGO	REV.
CLIENTE:  Metropolitano de Lisboa		MD-00-TU15-001	3
TÍTULO:	Memória Descritiva e Justificativa geral	FOLHA 6 de 41 DATA 03/04/09 ELABORAÇÃO Pedro França -JCA	

À semelhança do projecto base de referência, o poço central receberá os acessos Nascente e Poente. O esquema a seguir ilustra a posição dos acessos em relação ao corpo da estação:

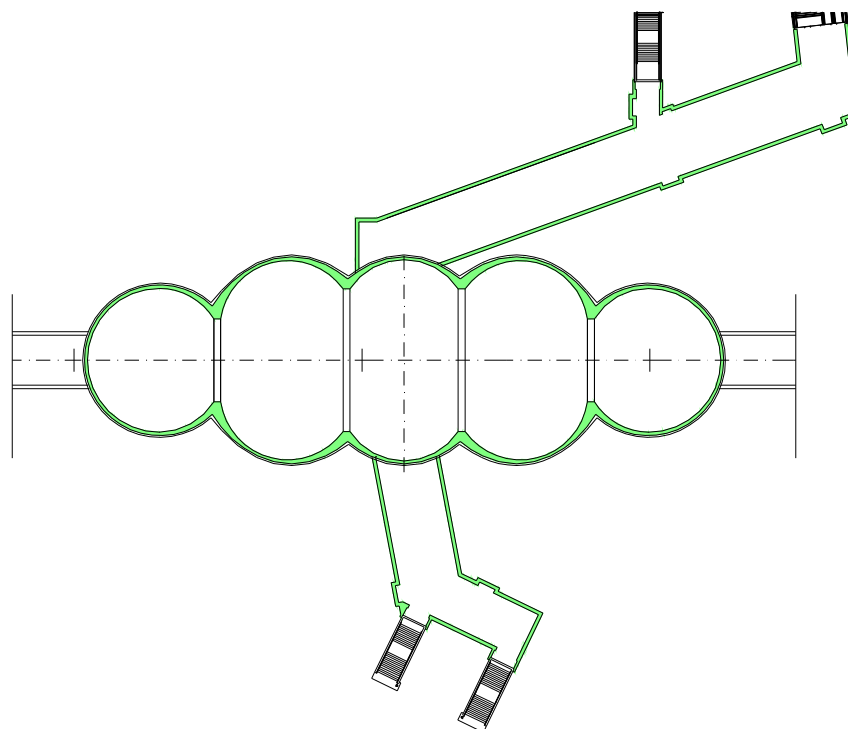


Figura 2 Arranjo dos Acessos

2.1.2 Túneis de via

A partir das extremidades da Estação da Reboleira encontram-se os túneis de via, tanto para o lado Norte com 201,49m de extensão, como para o lado Sul com 281,19m, que se destina a ser utilizado como término provisório. O posto de tracção localizado no tramo Sul do túnel de via apresenta um comprimento de 42,20m.

A secção corrente dos túneis de via atende à geometria interna posta a concurso e a geometria externa satisfaz as necessidades de implantação dos suportes da primeira e segunda fase.

No local do posto de tracção, em função das exigências geométricas, serão utilizadas duas secções transversais maiores que a secção corrente, sendo a menor com 16,00m de extensão e a maior com 26,00m de extensão.

	CÓDIGO REV.
CLIENTE: 	MD-00-TU15-001 3
TÍTULO: Memória Descritiva e Justificativa geral	FOLHA 8 de 41 DATA 03/04/09 ELABORAÇÃO Pedro França -JCA

2.1.3 Poço e túneis de ventilação

Na extremidade Sul do troço encontram-se os túneis e o poço de ventilação com a seguinte configuração:

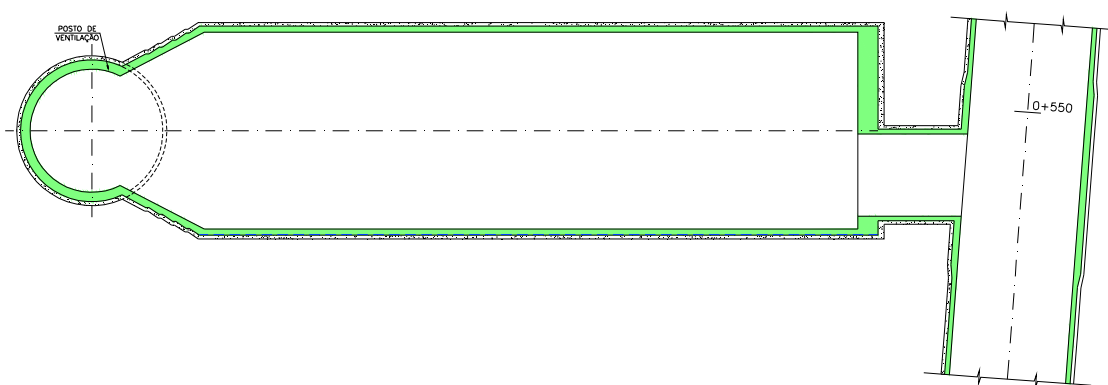


Figura 5 Arranjo do Término

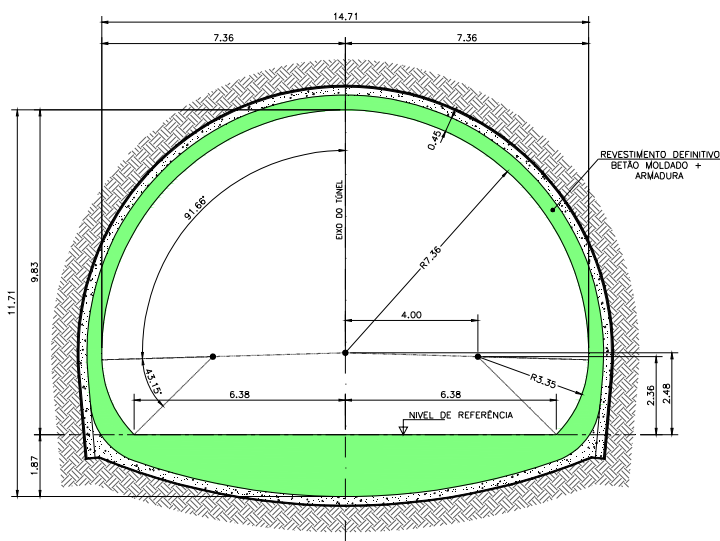


Figura 6 Secção Transversal do Túnel das Salas de Ventilação

	CÓDIGO REV.
CLIENTE: 	MD-00-TU15-001 3
TÍTULO: Memória Descritiva e Justificativa geral	FOLHA 9 de 41 DATA 03/04/09 ELABORAÇÃO Pedro França -JCA

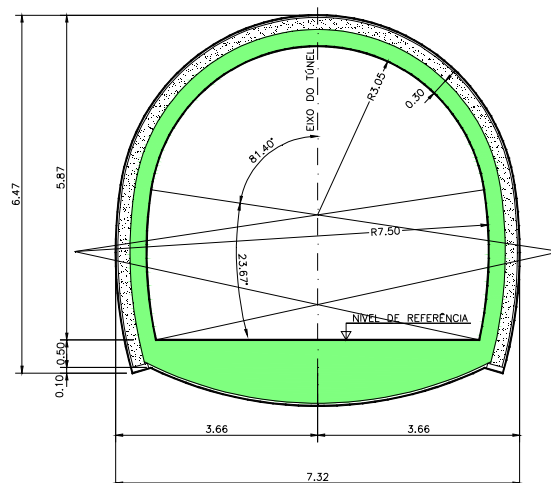


Figura 7 Secção Transversal do Túnel de Ventilação

O poço de ventilação possui um diâmetro interno de 9,20m e diâmetro de escavação suficiente para abranger os revestimentos primário e secundário, estendendo-se desde a superfície até ao nível da geratriz inferior do túnel de via num total de 45,95m.

O túnel de ventilação (Posto de Ventilação), conforme demonstrado nas secções transversais, possui as áreas internas necessárias para atender às necessidades de instalação de equipamentos, circulação e indução de ar.

2.1.4 Arranjo geral

O conjunto de obras da estação da Reboleira induzirá a um arranjo geral conforme mostrado a seguir:

		CÓDIGO	REV.
CLIENTE: 		MD-00-TU15-001	3
TÍTULO: Memória Descritiva e Justificativa geral		FOLHA 10 de 41	
		DATA 03/04/09	
		ELABORAÇÃO Pedro França -JCA	

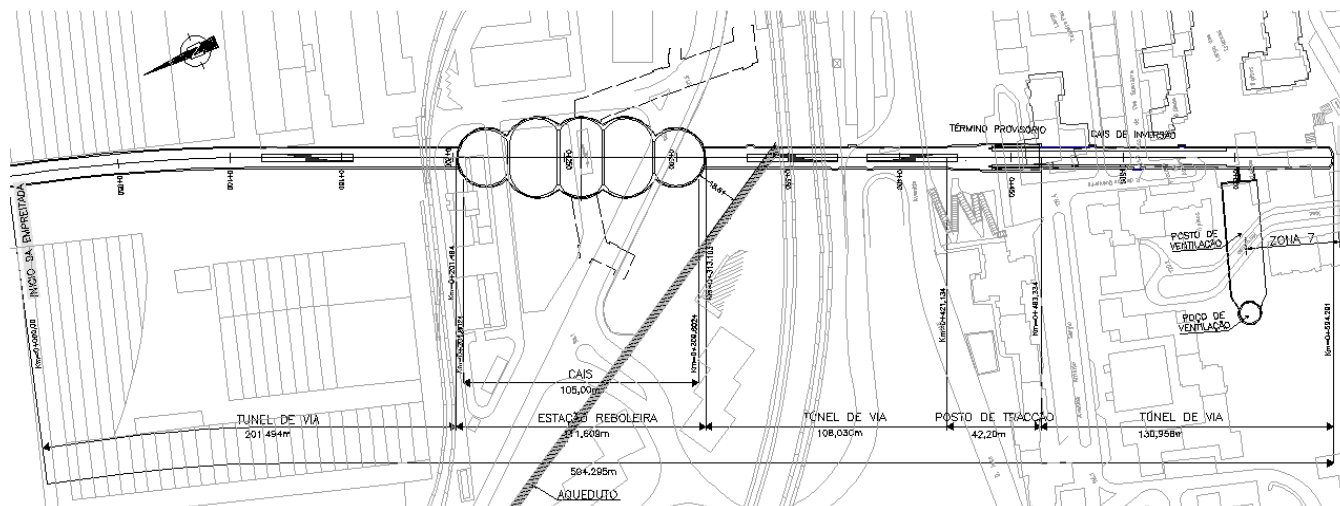


Figura 8 Arranjo Geral

2.1.5 Traçado

Para o traçado foram adoptados os dados geométricos fornecidos pelo Metropolitano de Lisboa, nomeadamente o traçado em planta e perfil e o sistema de drenagem da via, composto por tubos DN 315 e caixas de passagem do tipo 4 A.

2.2 CONDICIONANTES GEOLÓGICOS-GEOTÉCNICOS

O troço em questão, Amadora-Este até Reboleira e Término, será implantado essencialmente em maciço basáltico com alguns materiais de aterros superficiais sem expressão para a implantação de obra.

O maciço basáltico localmente é composto por alternâncias de basalto compacto e amigdaloidais com escória basáltica/material piroclástico, estes compondo as brechas e tufo.

O material superficial pode também conter solo residual de basalto além dos aterros já citados, também sem grande expressão para a obra.

A formação do maciço local caracteriza-se pela ocorrência de derrames sucessivos, intercalando os horizontes de materiais diferenciados, bem como, a formação de discontinuidades aproximadamente horizontais importantes.

   		CÓDIGO	REV.
CLIENTE: 		MD-00-TU15-001	3
TÍTULO:	Memória Descritiva e Justificativa geral	FOLHA 11 de 41 DATA 03/04/09 ELABORAÇÃO Pedro França -JCA	

Destacam-se ainda duas famílias de descontinuidades inclinadas e uma secundária sub-vertical.

Verifica-se também um grau de fracturação variável, sendo mais frequente o grau F3 para os basaltos compactos e de F4 a F5 para a região situada no topo e base de derrames sucessivos.

A ocorrência de água no maciço não deverá ocasionar grandes fluxos ou carreamentos de materiais, pois as descontinuidades principais sub-horizontais encontram-se carbonatadas e não há indícios de grande circulação de água no interior do maciço. Na região mais descomprimida situada próxima da superfície, a ocorrência de água poderá ser mais severa, porém sem implicar problemas construtivos.

Este cenário geológico deve ser utilizado interpretando as obras em análise relativas aos:

- Poços
- Túneis

A caracterização geológica-geotécnica encontra-se descrita com maior detalhe no “Relatório Geológico-Geotécnico”, volume que integra as peças escritas do projecto.

2.2.1 Poços

Os poços são obras verticais e atravessarão os diversos derrames e materiais resultantes das acções físicas e químicas, desde a superfície até a cota final de escavação dos mesmos.

Assim, nos poços, espera-se que a acção da água seja mais sensível nas cotas mais altas onde os materiais estão mais descomprimidos. Entretanto, a baixa carga hidráulica aliada à qualidade do maciço, reduzem a influência dessas acções sobre a qualidade da escavação, sendo portanto um condicionante pouco significativo.

Os fracturamentos existentes, são mais importantes para as paredes dos poços, pois a geometria vertical interceptará as estruturas sub-horizontais e as inclinadas, podendo formar “cunhas” potencialmente instáveis que deverão ser contidas para se evitar a progressão das instabilidades.

	CÓDIGO REV. MD-00-TU15-001 3
CLIENTE: 	
TÍTULO: Memória Descritiva e Justificativa geral	FOLHA 12 de 41 DATA 03/04/09 ELABORAÇÃO Pedro França -JCA

O esquema a seguir ilustra este condicionante executivo:

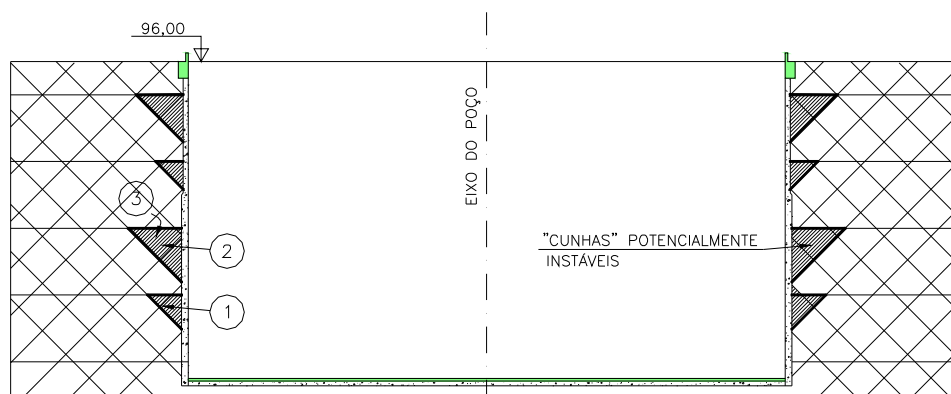


Figura 9 Formação de “cunhas” – Poços

A aplicação imediata de betão projectado no contorno escavado, podendo ocorrer juntamente com as pregagens, bem como a escavação limitada, tanto horizontal como verticalmente, expondo áreas controladas do maciço, são factores essenciais no controle de queda de blocos e da obtenção de uma superfície final mais regularizada.

2.2.2 Túneis

Os túneis por serem implantados aproximadamente na horizontal acompanharão, na sua geratriz superior, as descontinuidades principais sub-horizontais. O que induzirá a um importante condicionante executivo na zona da abóbada dos mesmos, através do descalçamento dessas descontinuidades. Nos hasteais, as fracturas inclinadas agirão de forma análoga à descrita para os poços.

O esquema a seguir ilustra estas situações, mostrando os blocos potencialmente instáveis, principalmente os de tecto:

	CÓDIGO REV.
CLIENTE: 	MD-00-TU15-001 3
TÍTULO: Memória Descritiva e Justificativa geral	FOLHA 13 de 41 DATA 03/04/09 ELABORAÇÃO Pedro França -JCA

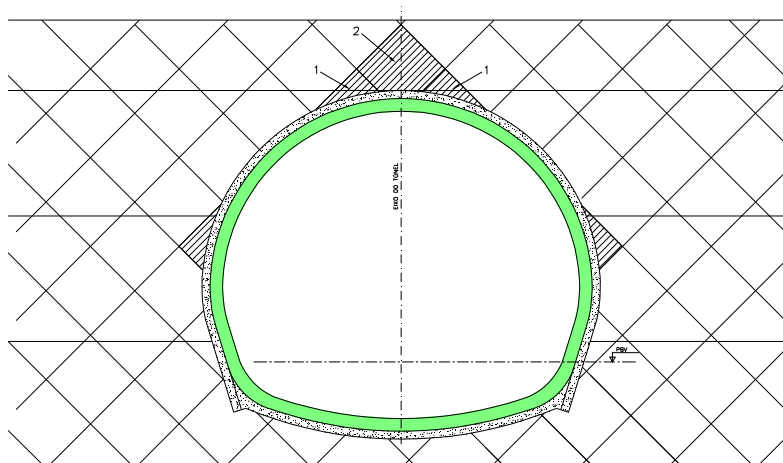


Figura 10 Formação de “cunhas” - Túneis

É importante que sejam controlados os mecanismos que propiciam as instabilidades dos blocos. Assim, o passo de avanço deve ser controlado para não descalçar em demasiado a “laje” de rocha sobrejacente, sendo igualmente importante a aplicação dos suportes (betão projectado, cambotas metálicas, ancoragens (pregagens) swellex, etc...), imediatamente após as escavações.

O maciço apresenta grandes contrastes no grau de fracturação, qualidade dos seus materiais componentes e ainda do posicionamento relativo entre eles, tal como, basalto maciço entre materiais compostos por escória basáltica e material piroclástico. Devido à natureza heterogénea do maciço, haverá necessidade de uma execução cuidadosa, onde a aplicação dos equipamentos de escavação (martelos hidráulicos) deverá ser rigorosamente controlada. O excesso de energia poderá levar a sobre-escavações significativas, derrubando blocos para além da linha de escavação, o que trará prejuízos na geometria do contorno escavado, formando partes angulosas, além de onerar a execução, devido ao aumento de volume de betão, tendo ainda o inconveniente de concentrar tensões nestas regiões da escavação, prejudicando o desempenho do maciço na redistribuição dos esforços desequilibrados pelas escavações.

2.3 CONDICIONANTES EXECUTIVOS

Os condicionantes executivos devem ser considerados sob os seguintes pontos de vista:

- Implantação da obra

   		CÓDIGO	REV.
CLIENTE: 		MD-00-TU15-001	3
TÍTULO:	Memória Descritiva e Justificativa geral	FOLHA 14 de 41 DATA 03/04/09 ELABORAÇÃO Pedro França -JCA	

- Interacção da obra com o meio

2.3.1 Implantação da obra

A implantação da obra em meio urbano terá por base um planeamento construtivo que atenda às normativas locais, bem como interfira o mínimo possível com as actividades nas imediações da implantação da mesma.

Assim, torna-se necessária a obediência dos horários de trabalho, níveis de ruído, circulação de equipamentos de transporte dos materiais escavados e dos que abastecem a obra em materiais.

Deve-se ter em atenção a limpeza em torno das obras, desde a lavagem dos pneus dos camiões até à quantidade de materiais em suspensão.

Os níveis de influência das escavações também devem ser observados, registando-se os deslocamentos do maciço resultantes das escavações e as influências nas edificações e equipamentos da envolvente e/ou sobrejacentes, conforme será descrito adiante.

Estas condicionantes serão devidamente equacionadas no planeamento construtivo da obra, visando a sua minimização, tendo também em consideração os prazos de interferência com o local e os contratuais.

2.3.2 Interacção da obra com o meio

As obras que envolvem escavações, têm forte interacção com o meio, resultando daí condicionantes executivos significativos.

A execução dos poços por serem obras a céu aberto necessitam da regularização da superfície, para tal, são realizados previamente aterros que geralmente necessitam de estruturas de contenção, como muros.

   		CÓDIGO	REV.
CLIENTE: 		MD-00-TU15-001	3
TÍTULO: Memória Descritiva e Justificativa geral		FOLHA 15 de 41	
		DATA 03/04/09	
		ELABORAÇÃO Pedro França -JCA	

No caso da Estação da Reboleira, o número de poços adjacentes aliado ao perfil topográfico em rampa, pressupõe a execução de patamares de trabalho e também de uma sequência construtiva com precedências obrigatórias, sendo este assunto tratado em pormenor no item relativo aos métodos construtivos.

As escavações dos poços e túneis implicam uma interacção estrutura/maciço que dependerá, tanto da natureza do maciço, como da eficiência da execução, conforme abordado nas condicionantes geológicas.

3. DESCRIÇÃO DAS OBRAS

De seguida, apresentamos as estruturas que constituem a obra, no sentido de Norte para Sul:

- Túnel de via (troço Norte)
- Estação da Reboleira
- Término provisório (troço Sul)
- Túnel de via (parcial)
- Posto de tracção
- Ramal de inversão
- Túnel de via (parcial)
- Poço de ventilação
- Túnel de ventilação

3.1 TÚNEL DE VIA

O túnel de via possui uma secção transversal para duas vias com um comprimento de 201,49m e incluirá a instalação de um aparelho de mudança de via entre o início do troço e a Estação da Reboleira.

O esquema a seguir mostra o troço em questão:

 GRUPO ANDRADE GUTIERREZ  SOARES DA COSTA  Consultoria de Engenharia, S.A.  TEIXEIRA DUARTE ENGENHARIA E CONSTRUÇÕES, S.A.		CÓDIGO	REV.
CLIENTE:	 Metropolitano de Lisboa	MD-00-TU15-001	3
TÍTULO:	Memória Descritiva e Justificativa geral	FOLHA 16 de 41 DATA 03/04/09 ELABORAÇÃO Pedro França -JCA	

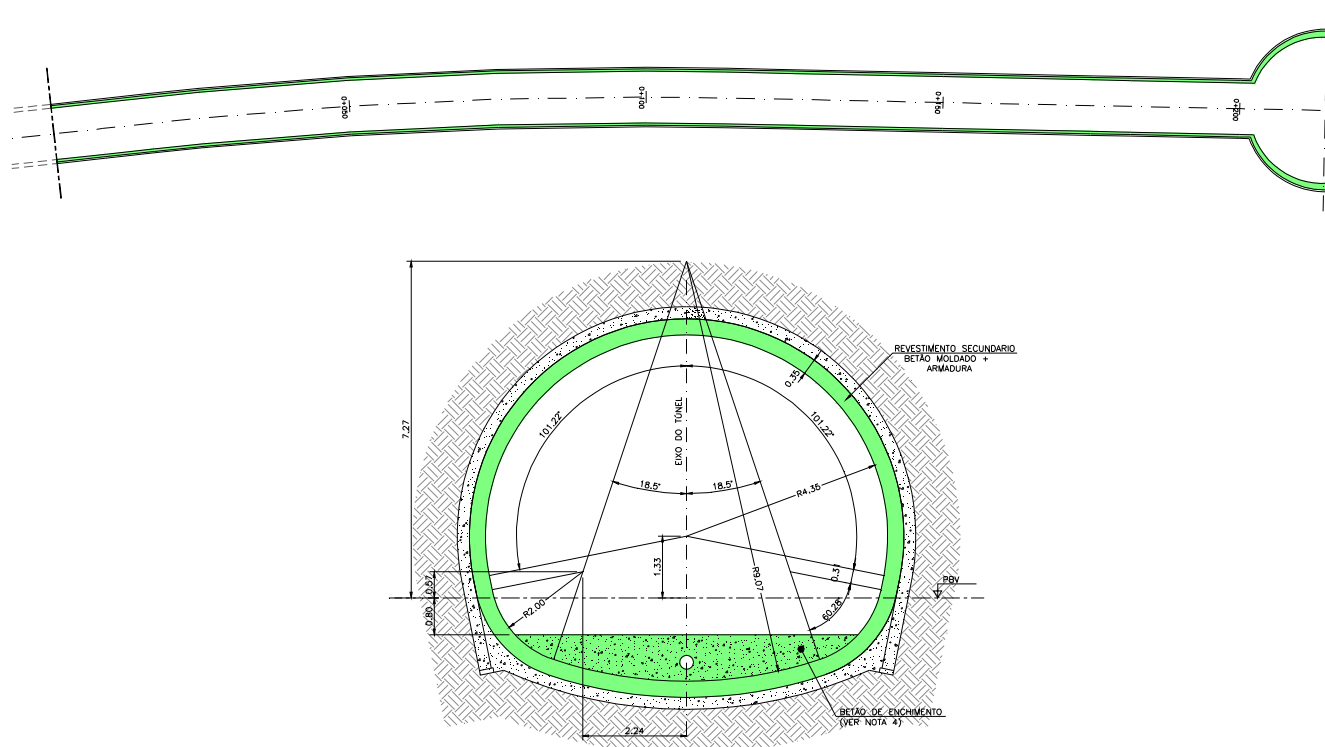


Figura 11 Planta e Secção Transversal do Túnel de Via

3.2 ESTAÇÃO DA REBOLEIRA

A descrição arquitectónica da estação é parte integrante do projecto de execução, inserida num volume específico das peças escritas gerais.

A Estação da Reboleira foi concebida como uma obra a céu aberto que explora o factor geométrico em benefício do seu funcionamento estrutural, minimizando escoramentos, tirantes ou ancoragens, para a estabilização dos suportes temporários. Desta forma, a estação é constituída por um conjunto de 5 círculos/elipses interconectados que recebem os impulsos de solo e os equilibra na sua forma geométrica. Os esforços resultantes serão essencialmente de compressão, originando uma estrutura leve, sem necessidades de elementos estabilizantes adicionais que não sejam as paredes laterais.

Esta forma é a que tem maior proveito do material empregado na sua execução, o betão projectado.

   		CÓDIGO	REV.
CLIENTE: 		MD-00-TU15-001	3
TÍTULO:	Memória Descritiva e Justificativa geral	FOLHA 17 de 41 DATA 03/04/09 ELABORAÇÃO Pedro França -JCA	

Para a implantação da obra será necessária a intervenção na superfície através de terraplenagens que fornecerão patamares, nos quais serão executados os poços. Estas actividades resultarão em duas plataformas e um talude estabilizado com pregagens.

A Estação da Reboleira terá um comprimento de cerca de 111,61m, medidos pelas linhas de escavação extremas. As profundidades de escavação dos poços variarão entre um máximo de 20,25m e um mínimo de 15,10m.

As escavações serão executadas em materiais componentes do maciço basáltico local, com várias composições, grau de fracturação e alteração. Prevê-se que as escavações sejam realizadas com recurso a martelos hidráulicos.

Os acessos dos utentes serão interligados com a estação na sua elipse central e executados em vala a céu aberto sustentada por paredes verticais compostas por estacas de betão, com diâmetro de 0,60m espaçadas a cada 1,80m. As profundidades das valas irão variar de 5,00m a 10,00m e terão uma largura aproximada de 10,00m.

As estacas terão uma viga cabeçal e os vãos entre elas serão preenchidos com betão projectado destinado a conter os materiais entre as mesmas. As paredes terão escoras na parte superior e algumas a meia altura das valas, e também serão apoiadas nas fichas das estacas, ficando assim com dois apoios: as escoras próximas da superfície e as fichas das estacas abaixo da cota final de escavação.

Este esquema provisório será substituído pelas estruturas internas em betão moldado na fase final de execução.

Os esquemas que se seguem ilustram a Estação da Reboleira e respectivos acessos:

		CÓDIGO	REV.
CLIENTE: 		MD-00-TU15-001	3
TÍTULO:	Memória Descritiva e Justificativa geral	FOLHA	18 de 41
		DATA	03/04/09
		ELABORAÇÃO	Pedro França -JCA

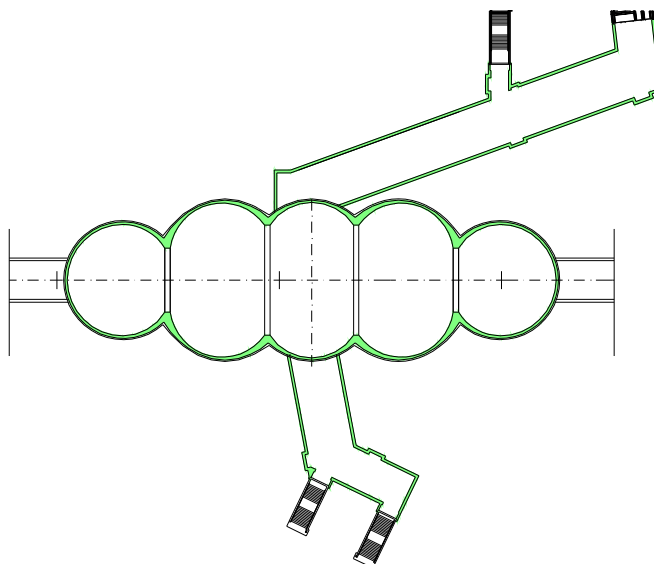


Figura 12 Corpo da Estação Reboleira e Acessos de Utentes

3.3 TERMINO PROVISÓRIO

O término provisório estende-se por 281,19m a partir de Estação Reboleira em direcção a Sul e possui uma secção transversal igual aos túneis de via, excepto em cerca de 42,20m de extensão na qual será implantado o posto de tracção. No posto de tracção, o túnel terá uma secção variável, na realidade serão duas secções maiores que a secção normal do túnel de via.

A secção menor do posto de tracção estende-se por 16,00m e a maior por cerca de 26,00m.

O túnel do término provisório possui ainda dois aparelhos de mudança de via entre a extremidade da estação e o início do posto de tracção.

Os esquemas que se seguem mostram este troço da empreitada:

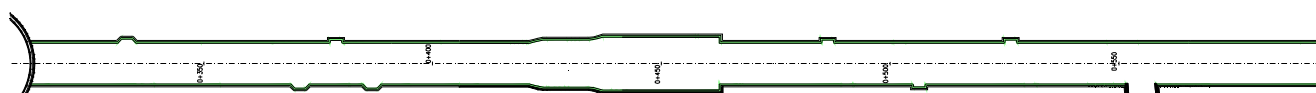


Figura 13 Término Provisório

	CÓDIGO REV. MD-00-TU15-001 3
CLIENTE: 	
TÍTULO: Memória Descritiva e Justificativa geral	FOLHA 20 de 41 DATA 03/04/09 ELABORAÇÃO Pedro França -JCA

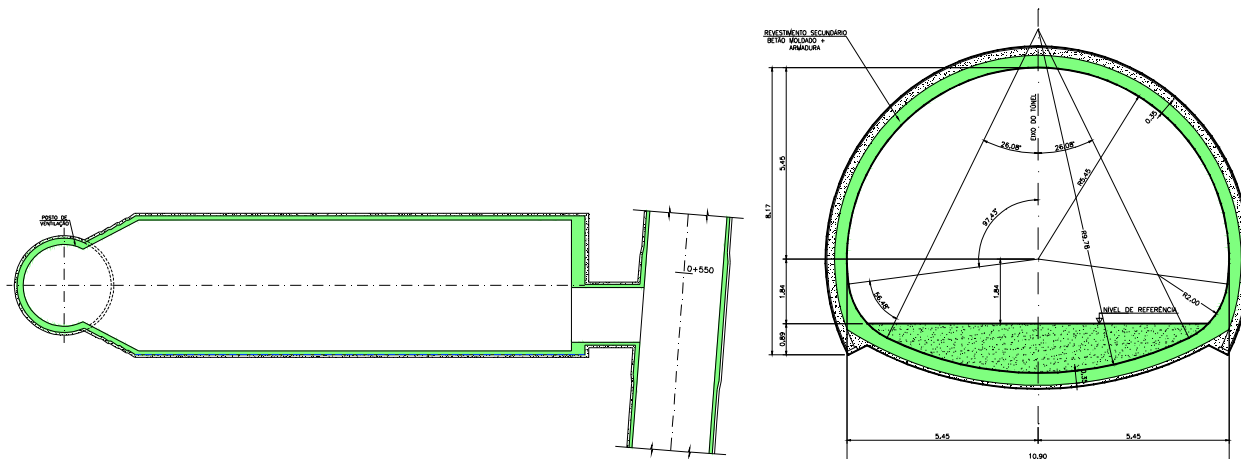


Figura 15 Túnel das Salas de Ventilação – Planta e Secção Transversal

3.6 TÚNEL DE INTERLIGAÇÃO DA VENTILAÇÃO

Como já referido no item condicionantes geométricas, este túnel serve de conexão entre o túnel das salas técnicas e o túnel do término provisório, apresentando uma secção transversal suficiente para as necessidades de ventilação e também para saída de emergência.

Esquema do túnel de interligação da ventilação:

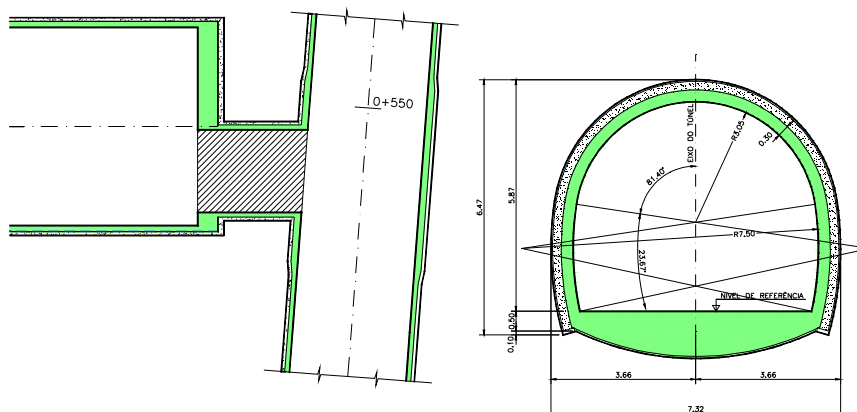


Figura 16 Túnel de ventilação – Planta e Secção Transversal

	CÓDIGO REV.
CLIENTE: 	MD-00-TU15-001 3
TÍTULO: Memória Descritiva e Justificativa geral	FOLHA 21 de 41 DATA 03/04/09 ELABORAÇÃO Pedro França -JCA

3.7 EMBOQUILHAMENTOS

Os emboquilhamentos para os túneis da empreitada ML671/07 vão ocorrer a partir dos poços extremos da estação.

Nos dois casos prevêem-se que estes emboquilhamentos sejam efectuados com o revestimento secundário da obra precedente já executado. Assim, os reforços necessários para o corte das estruturas primárias já estarão embutidos no revestimento secundário das estruturas de partida.

Dependendo do planeamento construtivo da obra, poder-se-á efectuar o emboquilhamento antes de a obra precedente ter o revestimento secundário, neste caso, reforços serão necessários também nos suportes de primeira fase para permitir a redistribuição dos esforços decorrentes do corte da estrutura primária da obra precedente para o emboquilhamento do túnel.

Os esquemas a seguir ilustram estas situações:

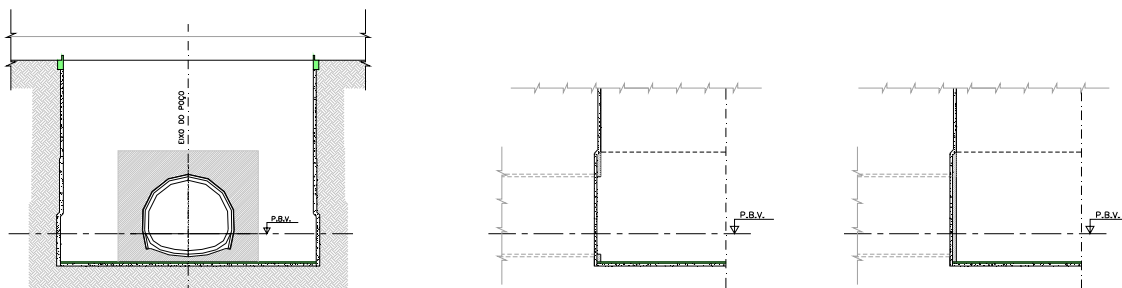


Figura 17 Emboquilhamento com reforço no primário

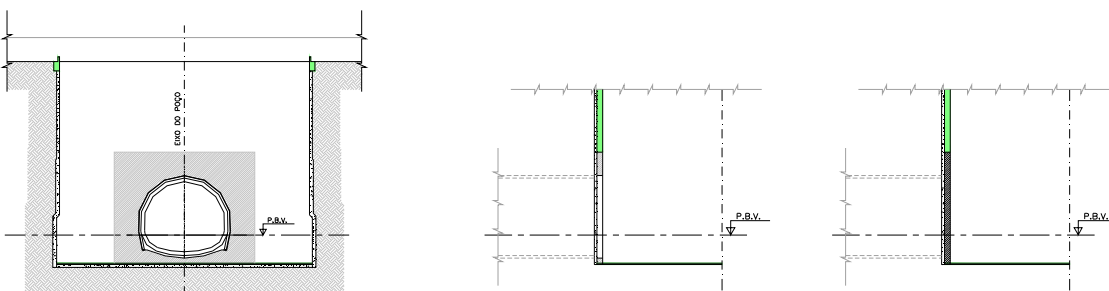


Figura 18 Emboquilhamento com reforço no secundário

   		CÓDIGO	REV.
CLIENTE: 		MD-00-TU15-001	3
TÍTULO:	Memória Descritiva e Justificativa geral	FOLHA 22 de 41 DATA 03/04/09 ELABORAÇÃO Pedro França -JCA	

3.8 INTERFERÊNCIAS

As interferências e comportamentos perante as escavações dos túneis, poços da estação, poço de ventilação e acessos, são abordados nos respectivos itens das memórias de cálculo apresentadas nas peças escritas gerais. Revelam, que não deverão ocorrer problemas de deslocamentos à superfície que requeiram intervenções de reforços estruturais, inclusive em relação ao aqueduto existente. O controle sistemático por monitorização, no entanto, deverá ser implantado e acompanhado conforme projecto.

4. MÉTODOS CONSTRUTIVOS

Como método construtivo para as obras da empreitada ML671/07, composta por poços e túneis, a metodologia escolhida foi o NATM, também conhecido como túnel mineiro, que tira partido do maciço em redor das escavações como parte integrante do sistema de redistribuição e reequilíbrio das tensões do maciço, causadas pelas escavações. Este sistema que se baseia na interacção entre maciço e suporte implica, além de uma execução cuidadosa que não deteriore o maciço no contorno das escavações, que o sistema de suporte previsto seja adequado, com a rigidez suficiente para deformar-se controladamente, juntamente com o maciço, imobilizando-o, e que seja instalado no tempo adequado.

Assim, localmente, as escavações devem ter em atenção o maciço heterogéneo local composto por camadas e “bolsões” de materiais provenientes de vários derrames sucessivos de basalto, originando extractos brandos sob extractos de rocha competente. Esta situação fica clara no perfil geológico posto a concurso.

4.1 ZONEAMENTO GEOTÉCNICO

Com base no perfil geológico foi efectuado um zoneamento geotécnico composto por 5 classes sendo:

- ZG1 – Composta por basaltos compactos;
- ZG2 – Composta por basaltos vacuolares;
- ZG3 – Composta por brechas compactas;
- ZG4 – Englobando brechas desagregadas e tufos vulcânicos;
- ZG5 – Depósitos superficiais e aterros.

   		CÓDIGO	REV.
CLIENTE: 		MD-00-TU15-001	3
TÍTULO:	Memória Descritiva e Justificativa geral	FOLHA 23 de 41 DATA 03/04/09 ELABORAÇÃO Pedro França -JCA	

Dada a distribuição espacial dos litotipos envolvidos, haverá possibilidade de ocorrerem contactos bruscos entre materiais de classe ZG1, basalto compacto, com materiais de classe ZG4, tornando esta configuração às vezes crítica, principalmente para os túneis onde uma escavação em ZG1 pode conter materiais ZG4 imediatamente acima da abóbada.

Nestes casos, é imprescindível o acompanhamento técnico da obra por pessoas experientes na arte de escavações subterrâneas e apoiadas por pesquisas locais, que considerem necessárias, bem como apoiada e assessorada pelo projecto, na adopção de dispositivos auxiliares tais como enfilagens injectadas, pregagens, etc.

Os piores materiais, os da classe ZG5, que ocorrem em superfície, afectam mais os poços por serem obras verticais executadas desde a superfície até aos túneis. Esta situação tem particular relevância no troço Norte, onde as baixas coberturas colocarão as escavações da abóbada muito próxima ou mesmo dentro desta classe de materiais.

Em todos os casos, conforme já descrito, dada as condições de formação do maciço local através de derrames sucessivos, o grau de fracturação, a disposição espacial das fracturas e descontinuidades em relação às escavações dos túneis e poços, constituem alguns condicionantes executivos, que serão tratados, conforme abordado nos condicionantes geológicos-geotécnicos.

4.2 MÉTODOS CONSTRUTIVOS – POÇOS

Na metodologia construtiva para cada um dos poços previstos para o 75° troço: Amadora-Este – Reboleira e Término, objecto da empreitada ML671/07, estão previstos os seguintes trabalhos:

- Implantação;
- Execução da viga de bordadura;
- Escavação e estabilização do maciço escavado através da aplicação dos suportes de primeira fase das paredes do poço;
- Drenagens prévias (externas por poços profundos) ou durante as escavações (geodrenos);
- Execução das estruturas do fundo do poço;
- Impermeabilização entre os suportes de primeira e segunda fase;

   		CÓDIGO	REV.
CLIENTE: 		MD-00-TU15-001	3
TÍTULO:	Memória Descritiva e Justificativa geral	FOLHA 24 de 41 DATA 03/04/09 ELABORAÇÃO Pedro França -JCA	

- Armação e betonagem do revestimento de segunda fase do poço, envolvendo os reforços necessários para permitir as aberturas nos suportes primários, necessários ao emboquilhamentos dos túneis;
- Trabalhos especiais relativos a tratamentos e condicionamentos do maciço, principalmente nos locais de emboquilhamento.

4.2.1 Implantação

A implantação do poço será efectuada conforme o projecto do poço com as coordenadas do centro e geometria do contorno. Com estes dados será materializado no campo a posição do poço e a geometria da viga de bordo implantada no contorno da extremidade superior. Em torno do poço serão dispostos os equipamentos, instalações, áreas para armanejamento de materiais e circulação de equipamentos necessários ao andamento da obra. Este conjunto compõe o estaleiro principal para a execução da estação.

No estaleiro situado em redor do poço de ataque da estação, serão instalados equipamentos que podem gerar ruídos e/ou emissão de poluentes na atmosfera. Entre estes equipamentos podemos citar:

- Ventiladores destinados a insuflar ar fresco para as frentes de escavação;
- Geradores de emergência para que a obra não sofra interrupção no fornecimento de energia, por qualquer motivo;
- Compressores destinados a fornecer ar comprimido para as ferramentas pneumáticas;

Para minimizar os efeitos negativos de emissão de poluentes e geração de ruídos, estes e outros equipamentos em iguais condições, serão colocados em câmaras anti-ruído e instalados filtros especiais nos escapes.

4.2.2 Viga de bordadura

Após a implantação da viga de bordadura, a mesma será executada abrindo-se uma trincheira no perímetro do poço, com as dimensões definidas pelo projecto. A viga de bordadura será armada e betonada de acordo com os desenhos de projecto que prevêem a existência de

	CÓDIGO REV.
CLIENTE: 	MD-00-TU15-001 3
TÍTULO: Memória Descritiva e Justificativa geral	FOLHA 25 de 41 DATA 03/04/09 ELABORAÇÃO Pedro França -JCA

sobrecargas de equipamentos, impulsos desequilibrados e outros carregamentos que possam actuar junto à borda do poço.

As figuras abaixo ilustram em detalhe a geometria das vigas de bordadura:

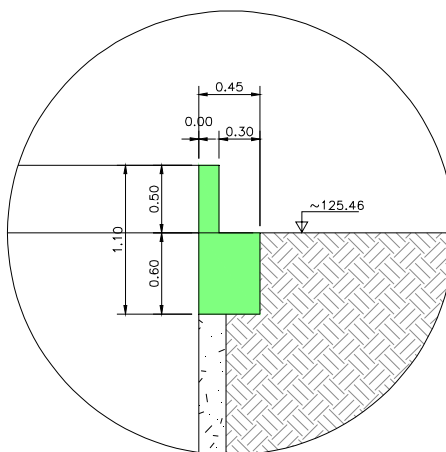


Figura 19 Geometria da Viga de Bordadura – Poço de Ventilação

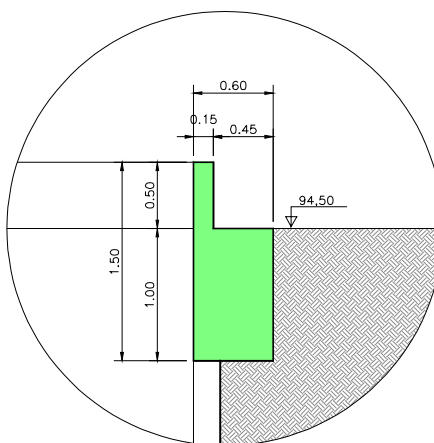


Figura 20 Geometria da Viga de Bordadura – Poços do Corpo da Estação

   		CÓDIGO	REV.
CLIENTE: 		MD-00-TU15-001	3
TÍTULO:	Memória Descritiva e Justificativa geral	FOLHA 26 de 41 DATA 03/04/09 ELABORAÇÃO Pedro França -JCA	

4.2.3 Escavação e estabilização do maciço escavado através da aplicação dos suportes de primeira fase das paredes do poço

Após a execução e cura da viga de bordadura, terão início as escavações propriamente ditas e as respectivas estabilizações. O processo construtivo corresponde à escavação por sectores, podendo ocorrer a frio, utilizando equipamentos convencionais tipo retroescavadoras giratórias e equipamentos pneumáticos. As retroescavadoras serão utilizadas para escavação, transporte dentro do poço e carregamento de camiões, até ao seu limite de alcance.

Nesta actividade haverá necessidade de transporte vertical dos materiais escavados até ao local de armazenagem numa zona adequada na proximidade do poço ou colocados directamente em camiões de transporte, através de caçambas (baldes) removíveis. Nestas condições, os equipamentos de escavação ficam retidos dentro do perímetro das escavações.

Os sectores abertos terão a extensão (lateral) e altura (profundidade) definidas no projecto e serão compatíveis com a estabilidade local dos solos existentes e ao seu tempo de auto-sustentação. A estabilização de cada sector escavado será obtida com a aplicação imediata de telas metálicas e/ou fibras metálicas e betão projectado com as dimensões definidas no projecto. Poderão ser abertos 2 ou mais sectores de cada vez, em função da disponibilidade de equipamentos e mão-de-obra, bem como de espaço físico para as execuções simultâneas, porém alternadas. O passo de avanço definido pelo projecto estará completo quando todo o perímetro do poço tiver a estabilização executada.

O transporte destes materiais será executado em horários apropriados ao tráfego local. Os pneus dos camiões serão lavados antes de entrarem em circulação na rede viária urbana e a sua carga será protegida contra quedas durante o percurso até ao vazadouro. Estas providências visam reduzir ao mínimo possível o impacto da obra no meio ambiente local.

Em função da forma (circular ou elíptica), que privilegia os esforços de compressão, as paredes do poço não necessitam de muita armadura e as espessuras serão as necessárias para absorver os impulsos de solo. Durante a fase provisória (revestimento de primeira fase) não estão previstos impulsos hidrostáticos sobre o suporte, pois as águas serão drenadas ou os impulsos aliviados.

   		CÓDIGO	REV.
CLIENTE: 		MD-00-TU15-001	3
TÍTULO:	Memória Descritiva e Justificativa geral	FOLHA 27 de 41 DATA 03/04/09 ELABORAÇÃO Pedro França -JCA	

Sendo um processo construtivo muito similar ao NATM, os princípios de execução são os mesmos, ou seja, reduzir ao mínimo a degradação do maciço no contorno escavado e aplicação do suporte no tempo certo e com a rigidez adequada. É válido também o efeito tridimensional da face, devido ao efeito de fundo as cargas nesta zona são mínimas e crescentes, sendo absorvidas pelo revestimento à medida que o poço se aprofunda, até atingir o estado plano de tensões e deformações.

Assim, o passo de avanço subsequente só deverá ser iniciado quando o passo precedente estiver inteiramente concluído. Esta é a situação ideal para o funcionamento do NATM, inclusive de túnel, com revestimento fechado junto à face e execução em secção plena. Por este motivo, consegue-se através de poços em NATM grandes áreas livres, com um mínimo de suporte, sem necessidade de suportes temporários do tipo escoramentos e/ou atirantamentos (ancoragens).

4.2.3.1 Condições de estabilidade dos poços

Os poços do 75° troço da linha Azul do Metropolitano de Lisboa, entre Amadora-Este e o término provisório, englobando a Estação da Reboleira, conforme já mencionado, atravessarão depósitos sucessivos de basalto atingindo profundidades variáveis entre 15,10m e 20,25m para os poços do corpo da estação, até cerca de 45,95m no poço de ventilação localizado na extremidade deste troço.

Esta configuração irá implicar em escavações de materiais diferenciados, desde solos até rocha sã. As escavações serão conduzidas conforme previsto em projecto e terão os revestimentos de primeira fase constituídos por betão projectado, malhas electrosoldadas e/ou fibras metálicas, podendo contar também com pregagens swellex para os poços da estação. O poço de ventilação possuirá inicialmente apenas betão projectado e malhas electrosoldadas.

		CÓDIGO	REV.
CLIENTE: 		MD-00-TU15-001	3
TÍTULO:	Memória Descritiva e Justificativa geral	FOLHA 28 de 41	DATA 03/04/09
		ELABORAÇÃO Pedro França -JCA	

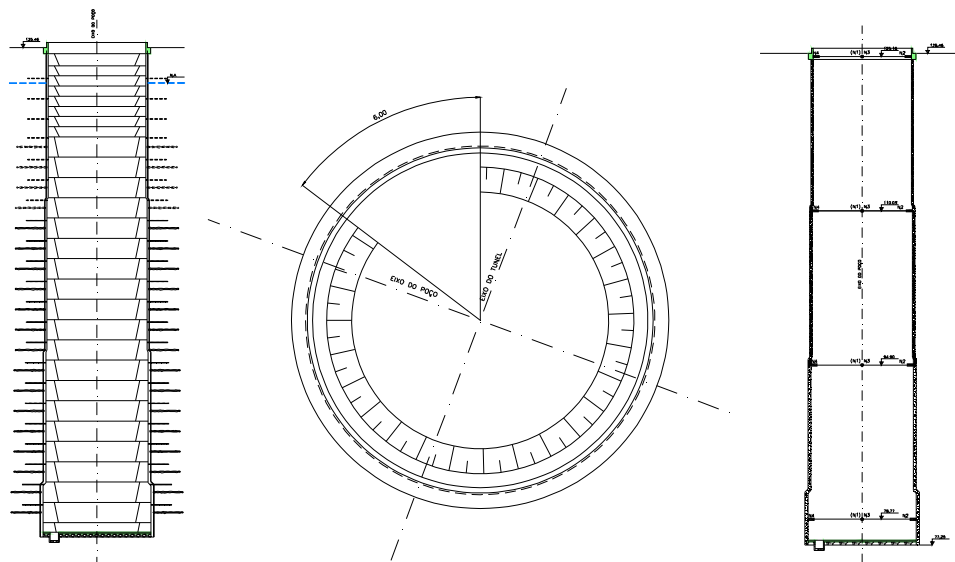


Figura 21 Esquema da escavação e do suporte de 1ª fase - Poço de Ventilação

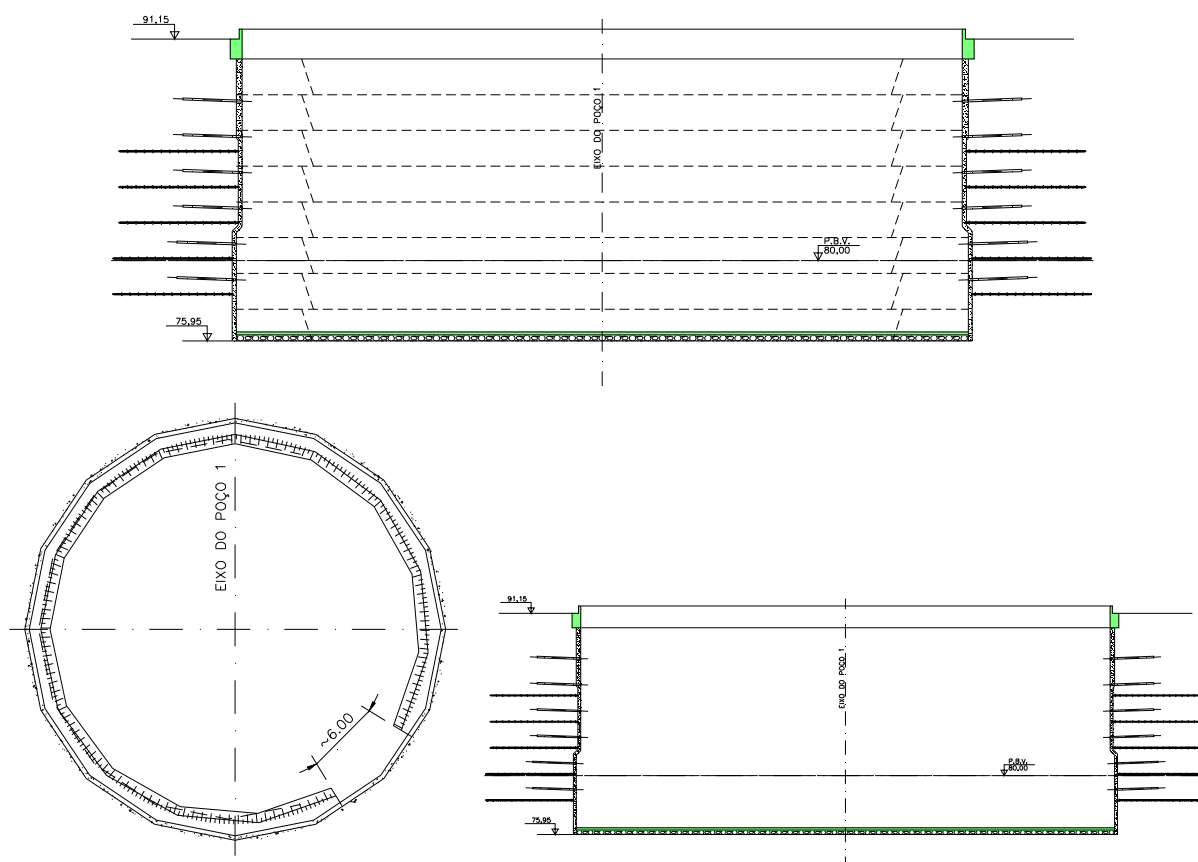


Figura 22 Esquema da escavação (com pregagens) e do suporte de 1ª fase – Poço 1 da Estação

	CÓDIGO REV. MD-00-TU15-001 3
CLIENTE: 	
TÍTULO: Memória Descritiva e Justificativa geral	FOLHA 29 de 41 DATA 03/04/09 ELABORAÇÃO Pedro França -JCA

4.2.4 Drenagem do maciço

Ao longo do aprofundamento dos poços, com o progresso das escavações será atingido o nível de água e, a partir deste ponto, será necessário o controle da acção das águas sobre as escavações e estruturas.

Embora, em função do maciço local, não sejam esperados grandes impactos decorrentes da acção das águas, uma vez que os caudais deverão ser baixos, as pressões junto aos revestimentos devem ser aliviadas, pois na hipótese de cálculo dos suportes primários são desconsiderados os impulsos decorrentes da água, ou seja, o maciço é suposto drenado.

Para manter esta hipótese serão executados drenos curtos de alívio, instalados radialmente aos poços com as disposições previstas nos projectos.

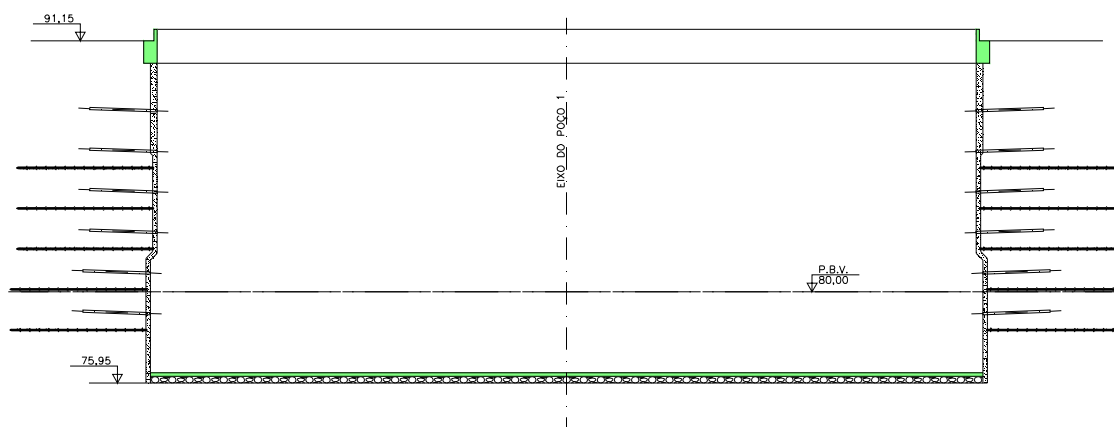


Figura 23 Drenos curtos radiais

4.2.5 Estrutura de fundo dos poços

Uma vez complementadas as escavações e o poço tendo atingido a sua cota de paralização, serão iniciadas as obras relativas ao fundo dos poços.

Para o 75° Troço – Amadora-Este – Reboleira, término provisório, as obras relativas à laje de fundo dos mesmos serão iniciadas imediatamente após o final das escavações através da preparação do piso, a qual será efectuada com uma camada drenante e de regularização com cerca de 0,30m de espessura e sobre a qual assentará uma camada de betão de limpeza.

 GRUPO ANDRADE GUTIERREZ  SOARES DA COSTA  Consultoria de Engenharia, S.A.  TEIXEIRA DUARTE ENGENHARIA E CONSTRUÇÕES, S.A.		CÓDIGO	REV.
CLIENTE:	 Metrogoverno de Lisboa	MD-00-TU15-001	3
TÍTULO:	Memória Descritiva e Justificativa geral	FOLHA 30 de 41 DATA 03/04/09 ELABORAÇÃO Pedro França -JCA	

Sobre esta camada serão efectuados os trabalhos de armação e betonagem da laje de fundo obedecendo aos projectos estruturais e de arquitectura.

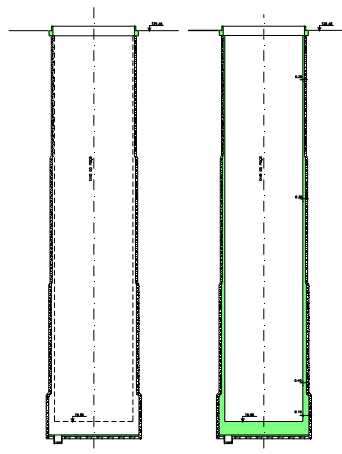


Figura 24 Esquema dos trabalhos preliminares e configuração final da laje de fundo – Poço de Ventilação

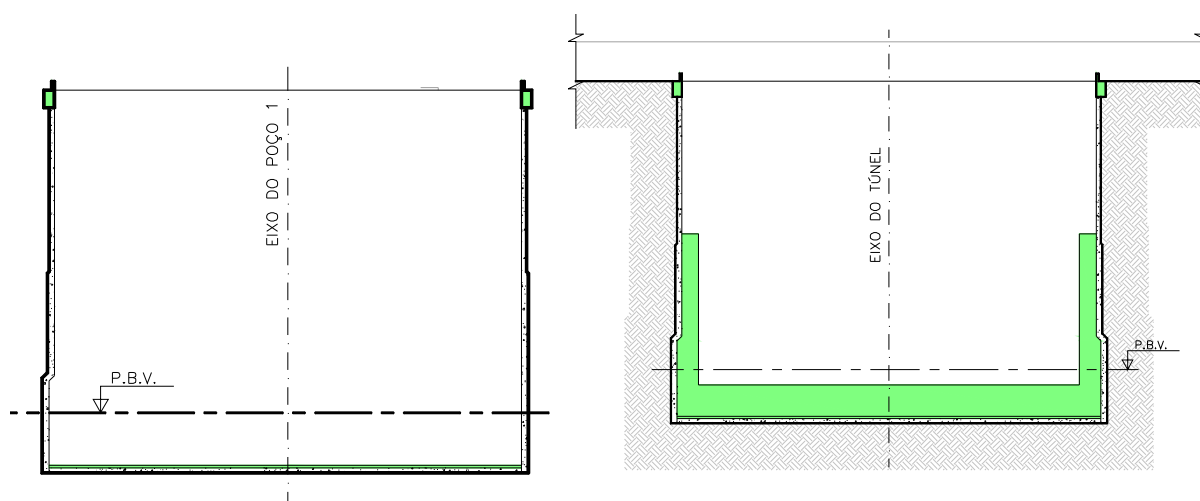


Figura 25 Esquema dos trabalhos preliminares e configuração final da laje de fundo - Poços da Estação

4.2.6 Impermeabilizações

Sequencialmente aos trabalhos relativos à laje de fundo dos poços, serão iniciadas as impermeabilizações das paredes dos poços através de lâminas de PVC de 2,0mm entre os revestimentos de primeira e de segunda fase.

	CÓDIGO REV.
CLIENTE: 	MD-00-TU15-001 3
TÍTULO: Memória Descritiva e Justificativa geral	FOLHA 31 de 41 DATA 03/04/09 ELABORAÇÃO Pedro França -JCA

As lâminas serão instaladas de acordo com as especificações de materiais e com os cuidados construtivos preconizados pelos fabricantes. A superfície impermeabilizante (manta de PVC) será compartimentada através de barras “water stop”, formando áreas bem definidas que, no caso de ocorrência de vazamentos, a mesma possa ser corrigida através de injeções de materiais selantes utilizando tubos de PVC flexível que comunicam com cada compartimento formado pelas barras “water stop” a pontos pré-definidos no suporte de segunda fase para a realização destas injeções.

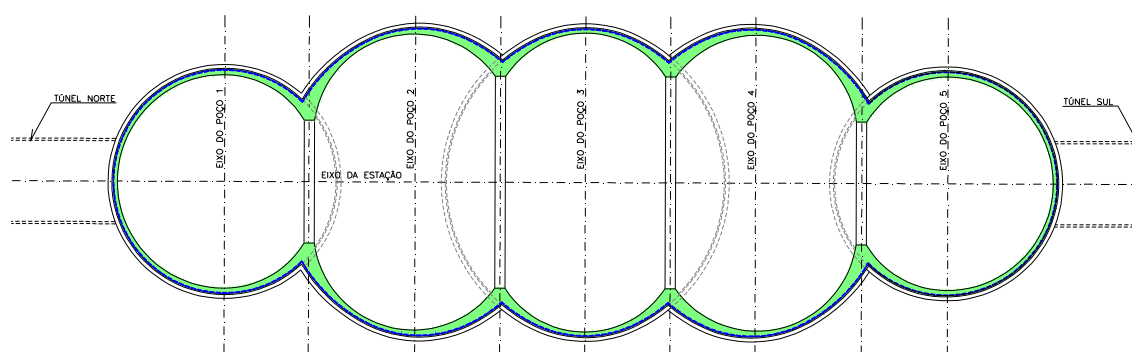


Figura 26 Impermeabilização – Corte e Planta

4.2.7 Armaduras e betonagem do revestimento secundário

Com a conclusão dos trabalhos de impermeabilização, serão iniciados os trabalhos de armadura das paredes laterais. No contorno do negativo deixado em torno dos emboquilhamentos dos túneis, serão efectuadas armaduras de reforço para absorver os esforços decorrentes do corte do revestimento primário.

Em função do planeamento construtivo, as armaduras poderão ser inteiramente instaladas antes das betonagens ou serem montadas à medida que a betonagem for sendo executada, sendo esta última a que normalmente é empregada.

As armaduras serão posicionadas de acordo com os projectos específicos e o betão obedecerá às especificações do ML previstas para o projecto.

	CÓDIGO REV.
CLIENTE: 	MD-00-TU15-001 3
TÍTULO: Memória Descritiva e Justificativa geral	FOLHA 32 de 41 DATA 03/04/09 ELABORAÇÃO Pedro França -JCA



Figura 27 Esquema de armação e betonagem do suporte de 2ª fase - Poço de Ventilação

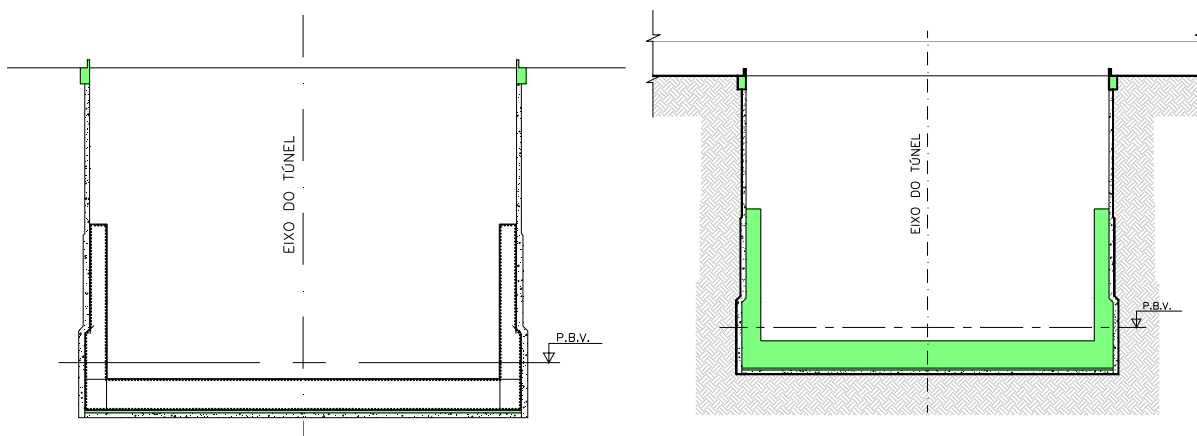


Figura 28 Esquema de armação e betonagem do suporte de 2ª fase – Poços da Estação

4.3 MÉTODOS CONSTRUTIVOS – TÚNEIS

A partir dos poços extremos da Estação da Reboleira serão executados os túneis de via, sendo o que se dirige para Norte o que fará a ligação ao 75º troço da Amadora-Este e o que se dirige para Sul será o término provisório, na extremidade do qual estarão os túneis de ventilação e da sala de ventilação.

   		CÓDIGO	REV.
CLIENTE: 		MD-00-TU15-001	3
TÍTULO:	Memória Descritiva e Justificativa geral	FOLHA 33 de 41	
		DATA 03/04/09	
		ELABORAÇÃO Pedro França -JCA	

4.3.1 Trabalhos preliminares

Antes das escavações dos túneis propriamente ditos, o planeamento construtivo mostra que nas zonas dos emboquilhamentos, seja a partir dos poços ou de outros túneis, os trabalhos precedentes deverão estar concluídos:

- Zona de emboquilhamento em betão moldado na obra precedente
- Serviços de tratamento do maciço:
 - Drenagens;
 - Enfilagens de contorno da abóbada;
 - Pregagens da face de escavação.

4.3.2 Escavação dos túneis de via e de ventilação

Os túneis de via e o de ventilação, este situado na extremidade sul do 75º troço, serão escavados a plena secção a partir da laje de fundo dos poços ou dos níveis de trabalho dos túneis precedentes, os quais estarão com o revestimento secundário concluído.

As escavações dos túneis terão início com o corte e remoção da parede do poço ou túnel na área abrangida pelas secções dos mesmos. A parede de emboquilhamento, nestes casos é constituída por betão projectado provido de malhas electrosoldadas e pregagens do tipo swellex, para o caso de poço, ou de betão projectado e cambotas metálicas ou ancoragens radiais tipo swellex, no caso do emboquilhamento em túnel.

A execução deste corte e retirada de materiais serão realizadas com recurso a equipamentos de percussão ou martelos hidráulicos acoplados a braço de retroescavadoras giratórias. Está prevista a execução de uma linha prévia de furos no contorno das escavações executadas por perfuratrizes hidráulicas ou pneumáticas ou ainda com equipamentos roto-percussivos, formando uma linha de fraqueza no revestimento existente.

A zona central, dentro do perímetro formado pelo corte inicial, estará sustida por pregagens de fibras de vidro ou varões de aço para garantir a sua estabilidade durante os trabalhos de emboquilhamento.

   		CÓDIGO	REV.
CLIENTE: 		MD-00-TU15-001	3
TÍTULO:	Memória Descritiva e Justificativa geral	FOLHA 34 de 41 DATA 03/04/09 ELABORAÇÃO Pedro França -JCA	

Após os trabalhos iniciais expondo o maciço no contorno do túnel a ser escavado, serão iniciadas as escavações propriamente ditas e estas terão um plano de avanço que permite a instalação das duas primeiras cambotas e as mesmas serão imediatamente incorporadas com betão projectado.

Nos túneis de via, na zona dos emboquilhamentos, o revestimento de primeira fase será constituído por cambotas de varões de aço compondo treliças espaciais triangulares de acordo com o projecto, o mesmo se aplica ao túnel de ventilação.

Após a instalação das duas primeiras cambotas, será efectuado novo passo de avanço com escavação periférica em toda a secção do túnel, numa extensão correspondente ao passo definido pelo projecto, com a imediata montagem, instalação e incorporação da cambota com betão projectado.

As cambotas serão montadas no local, a partir de segmentos conectados entre si por flanges, parafusos e porcas que garantam a sua continuidade estrutural e terão o seu posicionamento aferido através de implantação topográfica. A espessura do revestimento de primeira fase em betão projectado e o dimensionamento das cambotas estarão de acordo com o definido em projecto.

Os primeiros passos de avanço serão apenas periféricos em redor da plena secção do túnel, até uma extensão que permita a formação de um núcleo central, cuja permanência ao longo da escavação poderá se manter ou não, dependendo da logística da obra, uma vez que a presença do mesmo não é exigência de projecto.

4.3.2.1 Avanço tipo

Os avanços subsequentes abrangerão toda a área definida pela secção do túnel no caso de ausência de núcleo, ou em torno do mesmo, e simultânea retirada de parte do comprimento deste núcleo, correspondente ao avanço de frente, mantendo-se aproximadamente constante as suas dimensões.

		CÓDIGO	REV.
CLIENTE: 		MD-00-TU15-001	3
TÍTULO:	Memória Descritiva e Justificativa geral	FOLHA 35 de 41	DATA 03/04/09
		ELABORAÇÃO Pedro França -JCA	

A presença do núcleo é muitas vezes necessária não só para cumprir a sua função principal de auxílio à estabilidade da face de escavação, mas também servir de apoio à execução, como plataforma de trabalho. Para o caso em questão não se prevê a sua utilização sistemática, pois o projecto não o torna obrigatório e o avanço sem núcleo permite uma melhor mobilidade dos equipamentos junto à face de escavação.

Os avanços cíclicos envolvendo a escavação, retirada do material escavado e estabilização da cavidade, obedecem a passos de avanço definidos em projecto e aferidos no campo, através do acompanhamento técnico da obra. Além deste acompanhamento técnico, farão também as recomendações de adaptação do projecto à realidade do maciço e do seu comportamento perante as escavações, corrigindo desvios entre as previsões do projecto e a realidade imposta pelo maciço, e também optimização do passo de avanço, natureza dos suportes, necessidade de utilização de dispositivos auxiliares, como enfilagens, pregagens, etc. Este apoio técnico irá garantir a qualidade de execução, segurança da obra e optimização do projecto.

As actividades do acompanhamento técnico da obra terão sempre por base o projecto, respeitando os seus limites.

Os avanços cíclicos monitorizados e acompanhados serão executados até ao fim do túnel, completando os trabalhos relativos à escavação e estabilização de primeira fase através da aplicação do suporte correspondente.

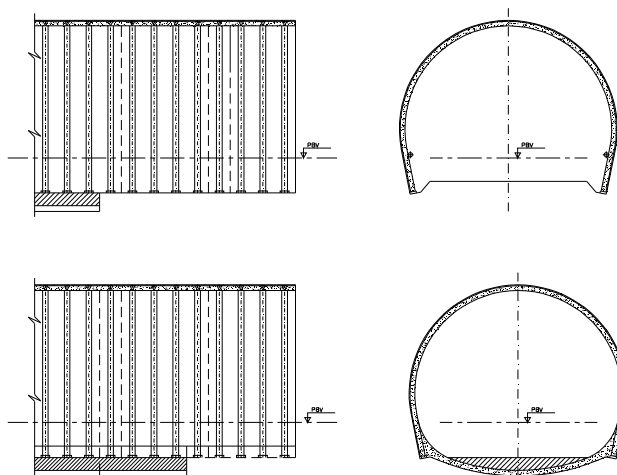


Figura 29 Avanços Tipo

   		CÓDIGO	REV.
CLIENTE: 		MD-00-TU15-001	3
TÍTULO:	Memória Descritiva e Justificativa geral	FOLHA	36 de 41
		DATA	03/04/09
		ELABORAÇÃO	Pedro França -JCA

4.3.2.2 Impermeabilização

Após os trabalhos relativos à escavação do túnel e aplicação do suporte de primeira fase, serão iniciados os trabalhos de impermeabilização do túnel que visa torná-lo funcionalmente estanque, ou seja, que não haja água a pingar ou jorrar do tecto ou das paredes dos túneis.

Para tal, será aplicada uma manta de PVC flexível de 2,0mm ao longo de toda a abóbada e hasteais do túnel, havendo um sistema colector e de condução das águas na base dos hasteais, com o objectivo de captar e encaminhar os possíveis volumes de água que circulem entre o nivelamento primário e a manta de impermeabilização. Estas águas serão conduzidas até pontos baixos do troço onde serão armazenadas e removidas através de poços de bombagem.

Os sistemas de impermeabilização serão aplicados obedecendo às especificações dos fabricantes e os materiais obedecerão às normas e critérios vigentes.

O sistema impermeabilizante será composto pela manta de PVC flexível de 2,0mm, camada protectora de geotêxtil, faixas “water stop” e dispositivos de fixação, soldas teste de estanqueidade, reparos, injecções de correção, etc.

As faixas “water stop” serão aplicadas longitudinalmente e transversalmente ao eixo do túnel, de modo a deixar o sistema impermeabilizante compartimentado em áreas bem definidas que possuirão sistemas de condutos flexíveis que permitam injecção de substâncias impermeabilizantes.

As áreas compartimentadas permitem individualizar os pontos onde possam existir possíveis falhas no sistema impermeabilizante e aparecimento de água no interior do túnel. Uma vez identificado um sector com problemas serão processadas as injecções de correcção através dos tubos flexíveis deixados para tal fim.

As injecções serão realizadas através de compartimentos localizados no revestimento secundário do túnel e serão utilizados os materiais e equipamentos recomendados pelos fabricantes, bem como obedecidos os critérios de injecção dos aplicadores e de projecto.

	CÓDIGO REV.
CLIENTE: 	MD-00-TU15-001 3
TÍTULO: Memória Descritiva e Justificativa geral	FOLHA 37 de 41 DATA 03/04/09 ELABORAÇÃO Pedro França -JCA

4.3.2.3 Armaduras

A montagem das armaduras do revestimento de segunda fase será realizada em paralelo com os trabalhos de impermeabilização e a uma distância que não interfira com aqueles trabalhos.

Os varões, em quantidade, diâmetros, comprimentos e posicionamentos, obedecerão rigorosamente ao estipulado no projecto de execução e terão a sua qualidade testada através dos ensaios vigentes.

Os trabalhos de montagem das armaduras, além de possuírem o rigor de posicionamento determinado pelo projecto, deverão também ter em conta o sistema impermeabilizante já instalado, pois o choque mecânico entre os varões e a manta podem danificá-la. A danificação da manta poderá implicar a elaboração de reparos, que são delicados dada a existência das armações, além de poderem comprometer a eficiência do sistema se os mesmos não forem detectados e corrigidos, obrigando a posteriores injeções.

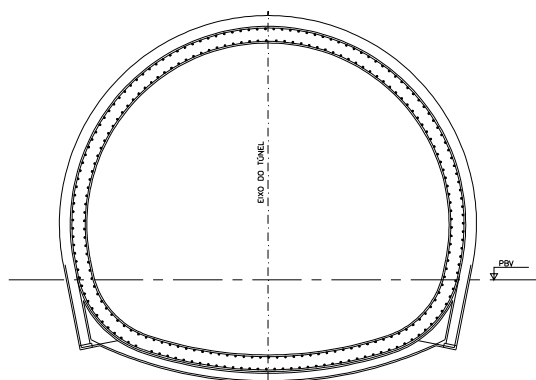


Figura 30 Armação – Revestimento Secundário

4.3.2.4 Revestimento de segunda fase

Os suportes de segunda fase, compostos por betão moldado e armaduras, serão iniciados assim que os trabalhos de armação se afastem o suficiente para que a betonagem não interfira com os mesmos.

Dependendo do planeamento construtivo da obra e do avanço dos trabalhos, a betonagem só poderá ser iniciada após os trabalhos precedentes de impermeabilização e montagem das

		CÓDIGO	REV.
CLIENTE: 		MD-00-TU15-001	3
TÍTULO:	Memória Descritiva e Justificativa geral	FOLHA 38 de 41	DATA 03/04/09
		ELABORAÇÃO Pedro França -JCA	

armaduras. Porém, poderá ocorrer a situação inversa, as três actividades estarem a ser executadas simultaneamente no interior do túnel.

A aplicação do betão, cuja especificação atenderá aos critérios de projecto, será realizada por um sistema de bombas para betão, em moldes metálicos que são montados sobre pórticos de sustentação. O comprimento dos moldes será definido em função do planeamento construtivo da obra, assim como o número de moldes a serem utilizados.

Durante a aplicação do revestimento de segunda fase serão efectuados ensaios para verificação de qualidade de betão utilizado, obedecendo às normas aplicáveis e aos critérios definidos em projecto.

O tempo para a descofragem de um troço betonado será em função do aumento de resistência e do endurecimento do betão aplicado, podendo-se utilizar recursos de tecnologia do betão para acelerar estes processos e agilizar a descofragem.

O planeamento construtivo da obra também depende das etapas de betonagem, podendo-se optar por duas ou três etapas envolvendo a soleira, hasteais e abóbada. A execução destes últimos poderá ser realizada em simultâneo, dependendo dos moldes a serem empregados.

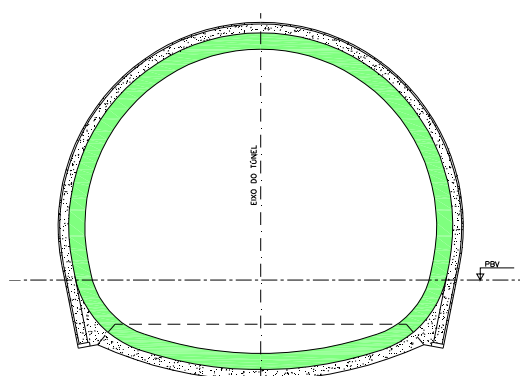


Figura 31 Revestimento Secundário

   		CÓDIGO	REV.
CLIENTE: 		MD-00-TU15-001	3
TÍTULO:	Memória Descritiva e Justificativa geral	FOLHA 39 de 41	DATA 03/04/09
		ELABORAÇÃO Pedro França -JCA	

4.3.2.5 Tratamentos especiais

Durante a execução dos túneis, principalmente na sua fase de escavação, poderão ser utilizados os dispositivos auxiliares previstos pelo projecto, tais como enfilagens tubulares, pregagens de face, drenagens do maciço, pregagens radiais, etc.

A utilização destes dispositivos, previstos no projecto, será reavaliada pelo acompanhamento técnico da obra durante o avanço das escavações. O acompanhamento técnico da obra deverá efectuar a sua recomendação, a qual será submetida ao parecer do projecto.

Como já mencionado, os condicionantes geológicos justificam a aplicação de protecção de tecto (enfilagens) devido a potenciais riscos de quedas de blocos, condicionados pelo estruturamento horizontal do maciço. Neste caso, onde a incidência for alta e o risco construtivo ficar elevado, as enfilagens serão instaladas ao longo do contorno da abóbada em toda a extensão da zona problemática.

À semelhança das enfilagens, outros dispositivos deverão ser utilizados, os mais frequentes são as pregagens de face e os drenos. Os drenos poderão ser gravitacionais ou em vácuo e terão esta definição assim como o seu número, localização, extensão, etc, definidos pelo acompanhamento técnico da obra e, como no caso anterior, sempre que necessário será solicitado o parecer do projecto.

Todos os métodos construtivos e materiais obedecerão aos critérios de projecto e às normas e procedimentos vigentes.

4.3.3 Escavações dos túneis do posto de tracção e das salas de ventilação

A metodologia construtiva do túnel do posto de tracção, bem como o das salas de ventilação, ambos situados no troço sul da Estação da Reboleira, serão similares aos descritos para os túneis de via e de ventilação, apenas neste caso, dadas as dimensões das secções transversais destes túneis, os mesmos serão segmentados, enquanto que para os já descritos o avanço será a plena secção. Estes túneis serão conduzidos em avanço da abóbada e posterior rebaixos (calota e destroça-rebaixo).

	CÓDIGO REV. MD-00-TU15-001 3
CLIENTE: 	
TÍTULO: Memória Descritiva e Justificativa geral	FOLHA 40 de 41 DATA 03/04/09 ELABORAÇÃO Pedro França -JCA

4.3.3.1 Túnel do posto de tracção

A execução deste túnel obrigará a que o túnel de via que compõe o término provisório tenha a execução compartimentada, ou seja, a execução será normal até se atingir o início do túnel do posto de tracção previsto no projecto. Neste ponto, o túnel será aterrado até ao ponto de trabalho da abóbada do túnel do posto de tracção, iniciando-se o seu alteamento e alargamento até à geometria de projecto. As escavações prosseguirão até ao novo ponto de mudança de secção, ainda dentro do túnel do posto de tracção, conforme prevê o projecto. Neste local, será efectuado um novo alargamento e alteamento atingindo-se a geometria final da abóbada a qual será mantida até ao final do túnel do posto de tracção.

Ao atingir-se este ponto, o aterro de acesso ao nível de trabalho será retirado e serão executados os trabalhos de rebaixamento do túnel do posto de tracção para a sua geometria final.

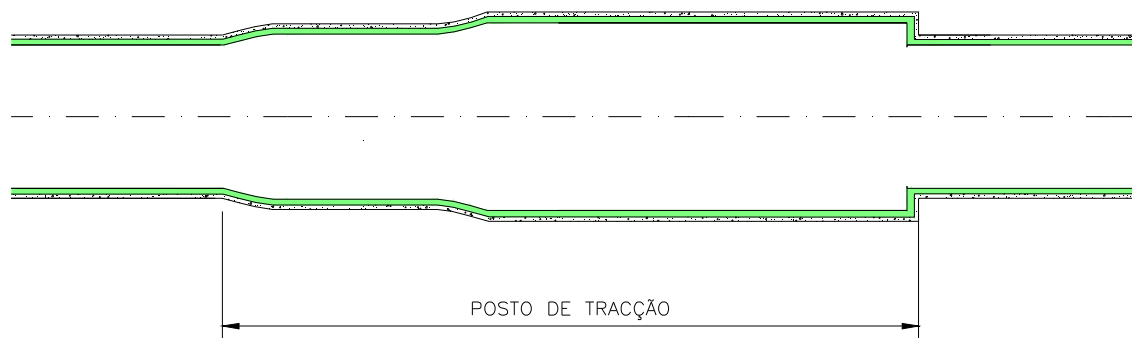


Figura 32 Esquema do Posto de Tracção

4.3.3.2 Túnel das salas de ventilação

Assim como no túnel do posto de tracção, o túnel das salas de ventilação será executado em calota e rebaixo.

Como este túnel será executado a partir do poço de ventilação e o mesmo já estará com o seu suporte de segunda fase instalado, será processado o reaterro ou instalada a plataforma até à cota de trabalho para o emboquilhamento do túnel das salas de ventilação.

	CÓDIGO REV.
CLIENTE: 	MD-00-TU15-001 3
TÍTULO: Memória Descritiva e Justificativa geral	FOLHA 41 de 41 DATA 03/04/09 ELABORAÇÃO Pedro França -JCA

Também para este túnel são válidos todos os procedimentos e cuidados construtivos previstos para os túneis de via, assim, os trabalhos de escavação e estabilização da abóbada (poderão ser segmentados, com túnel piloto avançado) e do rebaixo para a plena secção serão realizados da mesma forma.



Figura 33 Túnel das Salas de Ventilação - Planta

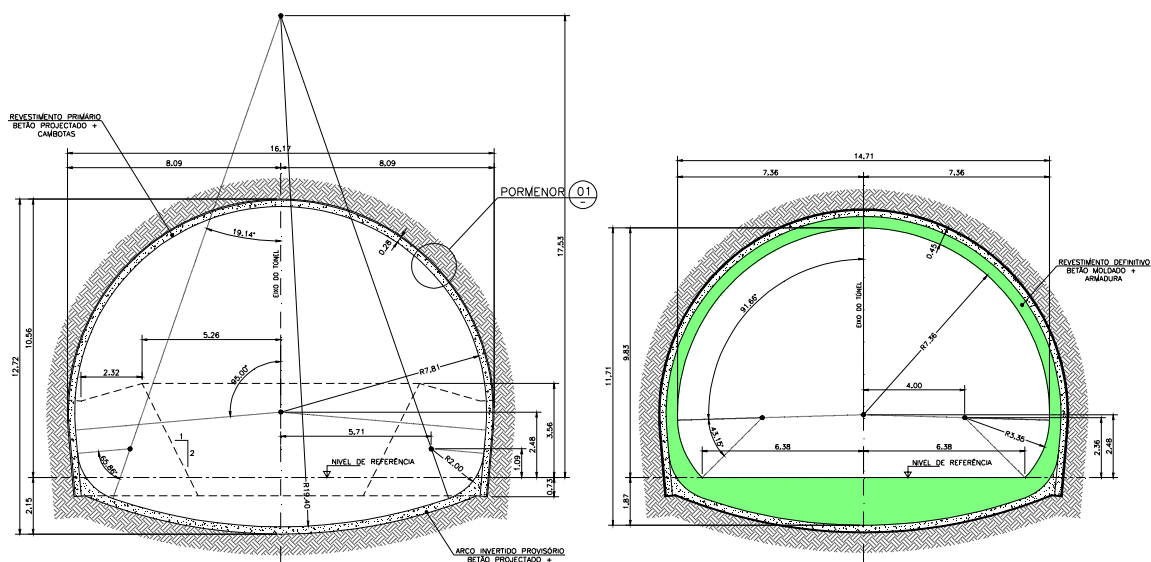


Figura 34 Túnel das Salas de Ventilação – Secção Transversal