

METROPOLITANO DE LISBOA - LINHA ALAMEDA-EXPO'98 - ESTAÇÃO CHELAS, ESTAÇÃO CABO RUIVO E SECÇÃO VII

METRO DE LISBONNE - LIGNE ALAMEDA - EXPO'98 - STATION CHELAS, STATION CABO RUIVO ET SECTION VII

LIMA, Carlos: *Engenheiro Civil, PROFABRIL-Centro de Projectos SA.*

RESUMO

As Estações Chelas e Cabo Ruivo bem como a Secção VII (via de resguardo junto à Estação Chelas) estão integradas na nova linha do Metropolitano de Lisboa que faz a ligação entre a existente Estação Alameda e a Expo 98.

A sua construção, que teve em conta os diversos condicionamentos locais como sejam a geologia e a ocupação de superfície, foi efectuada com o recurso à técnica das paredes moldadas, que somam uma área aproximada de 20 000m² com uma altura média da ordem dos 20,0m.

Apresenta-se nesta comunicação uma descrição geral não só das soluções estruturais utilizadas e respectivos faseamentos construtivos como também da geologia interessada à obra .

RÉSUMÉ

Les Stations Chelas et Cabo Ruivo et la Section VII (voie de refuge voisine de la Station Chelas) s'intègrent dans la nouvelle ligne du Métro de Lisbonne qui fera la liaison entre la station existante Alameda et l'Expo'98.

Leur construction, qui a tenu compte des plusieurs conditionnements locaux tels que la géologie et l'occupation de la surface du terrain, eût lieu en ayant recours à la technique des parois moulées, sur une surface d'environ 20 000 m² et une hauteur moyenne de 20,0 m.

Dans cette communication, une description générale des solutions structurales et des différentes phases de construction aussi que de la géologie locale est présentée.

1. INTRODUÇÃO

A presente obra caracteriza-se fundamentalmente pelo recurso a paredes moldadas entivadas e ancoradas, que em algumas zonas chegaram a atingir uma altura de 27,0m.

A sua construção revestiu-se de algumas particularidades devidas quer ao facto do túnel de via ter sido executado com “escudo” quer a condicionamentos locais como sejam a tipologia da ocupação da superfície.

Nos locais onde era importante minimizar o tempo de ocupação de superfície recorreu-se, numa primeira fase, à execução da cobertura da estrutura seguida da reposição da superfície e numa segunda fase à escavação do interior da estrutura.

Descrevem-se a seguir os processos construtivos utilizados bem como as soluções estruturais adoptadas.

2. ESTAÇÃO CHELAS

A estação possui uma extensão de 133.2 m e uma largura de 27.4 m, desenvolvendo-se junto a edificações de 8 pisos, das quais dista em algumas zonas cerca de 2.5 m.

Adoptou-se uma solução estrutural constituída por paredes moldadas periféricas, conforme planta representada na figura 1, às quais está ligada uma laje de ensoleiramento que constitui a fundação das estruturas interiores e dos pilares que suportam a cobertura de laje vigada. A altura de terras sobre a cobertura é em média de 3.2 m .

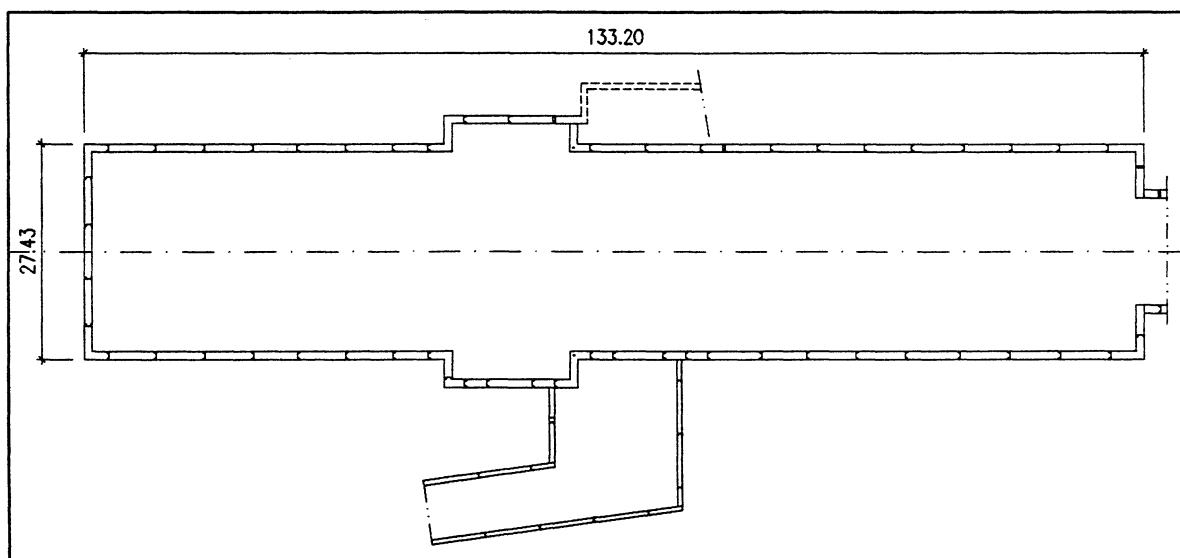


FIGURA 1 - Planta das paredes moldadas

A análise estrutural das paredes moldadas foi efectuada com o recurso a um programa de cálculo automático específico para este tipo de estruturas - LARIX 2G -, e teve em conta não só as solicitações transmitidas pelas edificações como também os impulsos dos solos envolventes, níveis freáticos e faseamentos construtivos dos quais se apresenta na figura 2 o esquema tipo das zonas sem átrio.

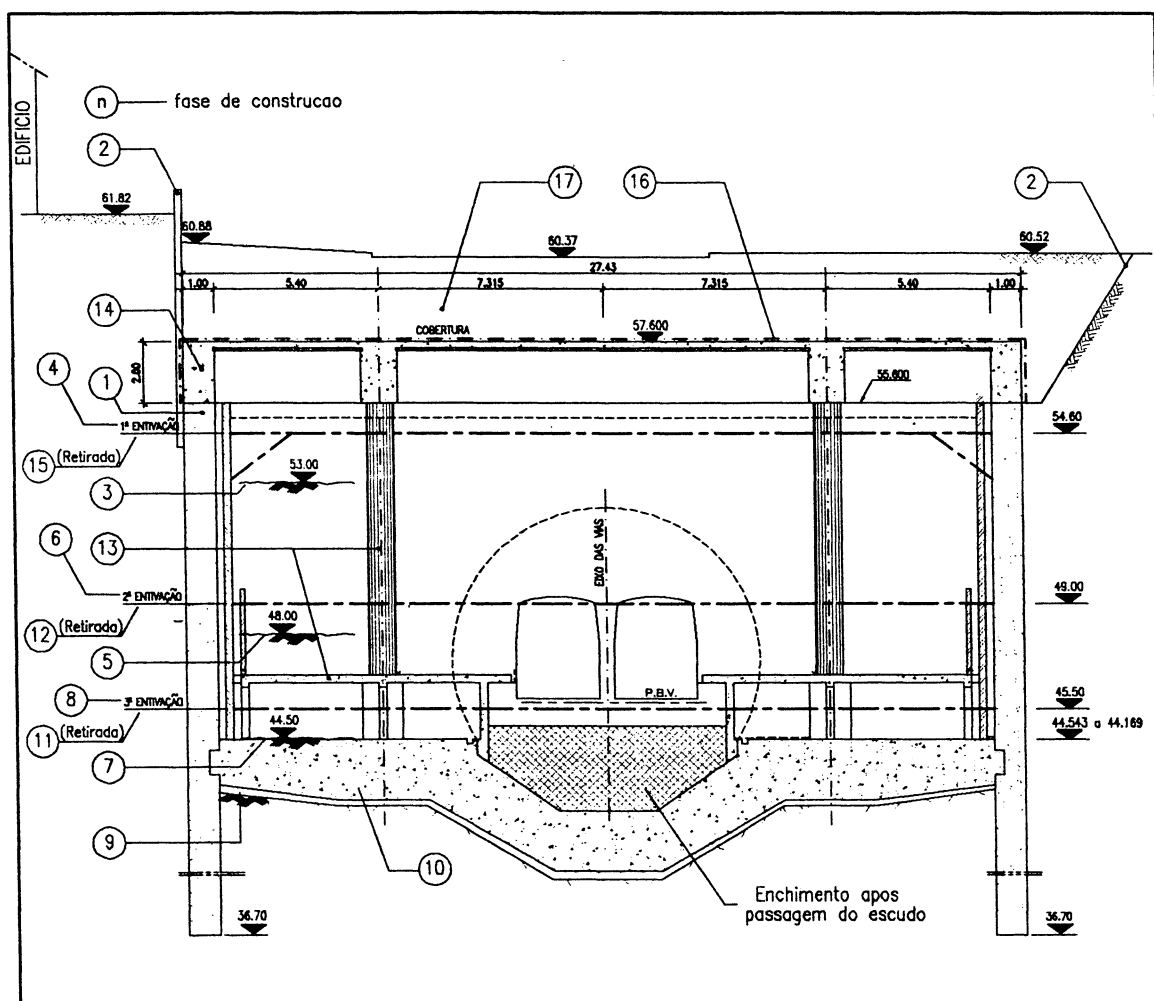


FIGURA 2 -Faseamento construtivo tipo (zonas sem átrio)

As paredes moldadas da extremidade sul da estação tiveram ainda em conta as acções transmitidas pela máquina de execução do túnel de via (escudo), quando esta se aproximava da estação.

Foram ensaiados diversos níveis de escoramento por forma a conseguir-se a sua optimização, tendo em conta o compromisso entre níveis de escoramento, alturas de ficha e armaduras das paredes.

As paredes moldadas possuem espessuras de 1 m (paredes envolventes) e 0.6 m (paredes do acesso sul), apresentando alturas médias de cerca de 19.0 m (paredes envolventes).

Os solos envolventes da estação são constituídos fundamentalmente por Areias do Vale de Chelas ($\phi=38^\circ$), Calcários da Q^{ta} das Conchas ($\phi=40^\circ$) e Argilas de Xabregas ($\phi=35^\circ$), encontrando-se o nível freático 10 m acima da cota de fundo das paredes.

As fotos 1 e 2 representam as fases de escavação/entivação/betonagem do ensoleiramento e de execução dos pilares.

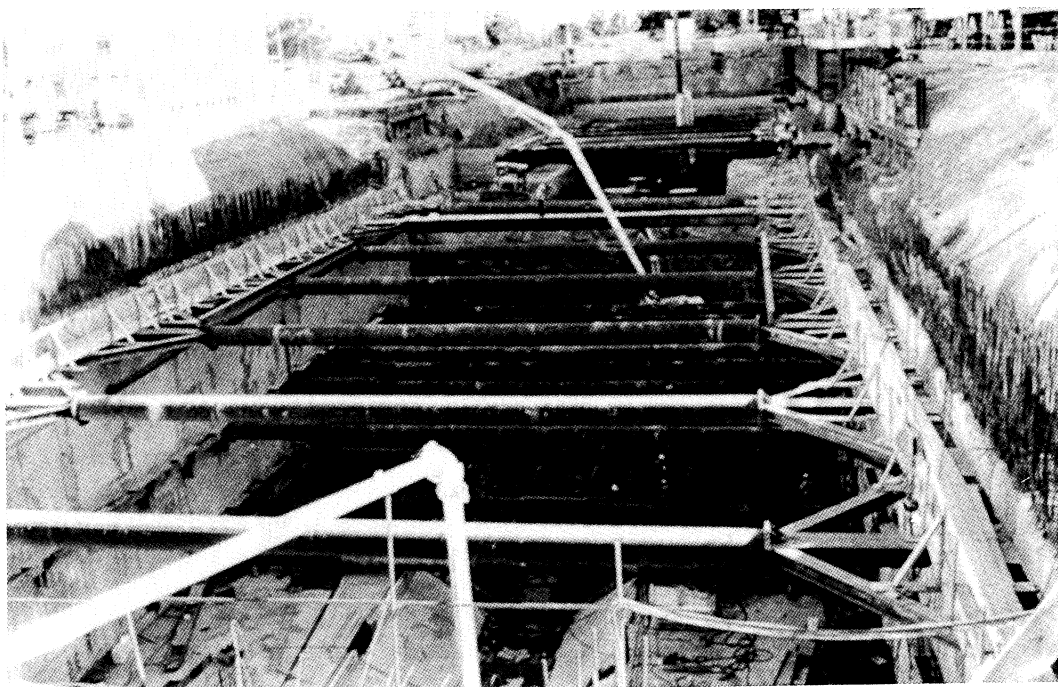


FOTO 1 - Escavação, entivação e betonagem do ensoleiramento

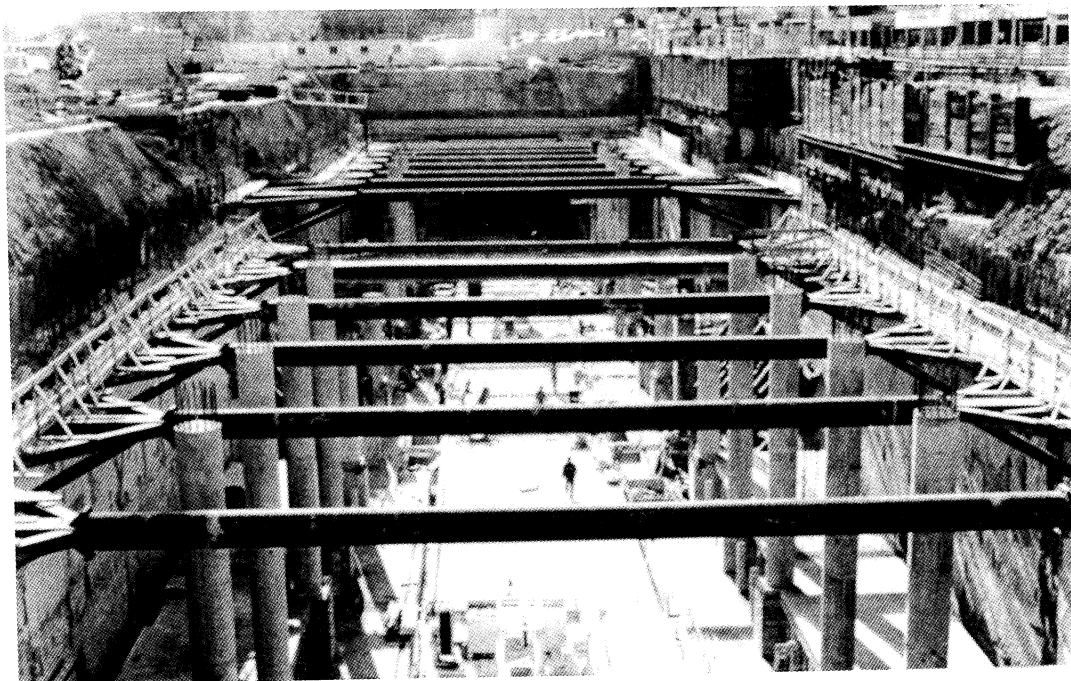


FOTO 2 - Pilares da estação (fase 13)

3. SECÇÃO VII

A Secção VII constitui uma Via de Resguardo, apresentando um desenvolvimento de cerca de 130.0m e uma largura que varia entre 12.0m e 24.0m, conforme se indica na figura 3.

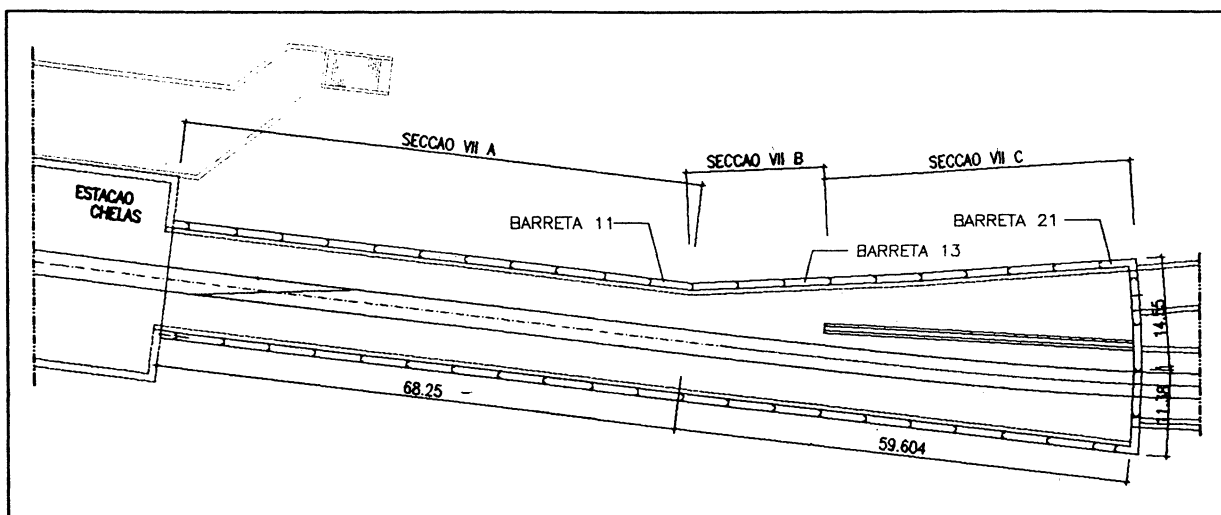


FIGURA 3 - Planta das paredes moldadas

A estrutura periférica é constituída por paredes moldadas, à qual está ligado um ensoleiramento geral que suporta a estrutura interior em pórtico. A cobertura em laje vigada apoia-se nas paredes moldadas e no cepto central da estrutura interior. Apresentam-se nas figuras 4 a 6 os cortes tipo.

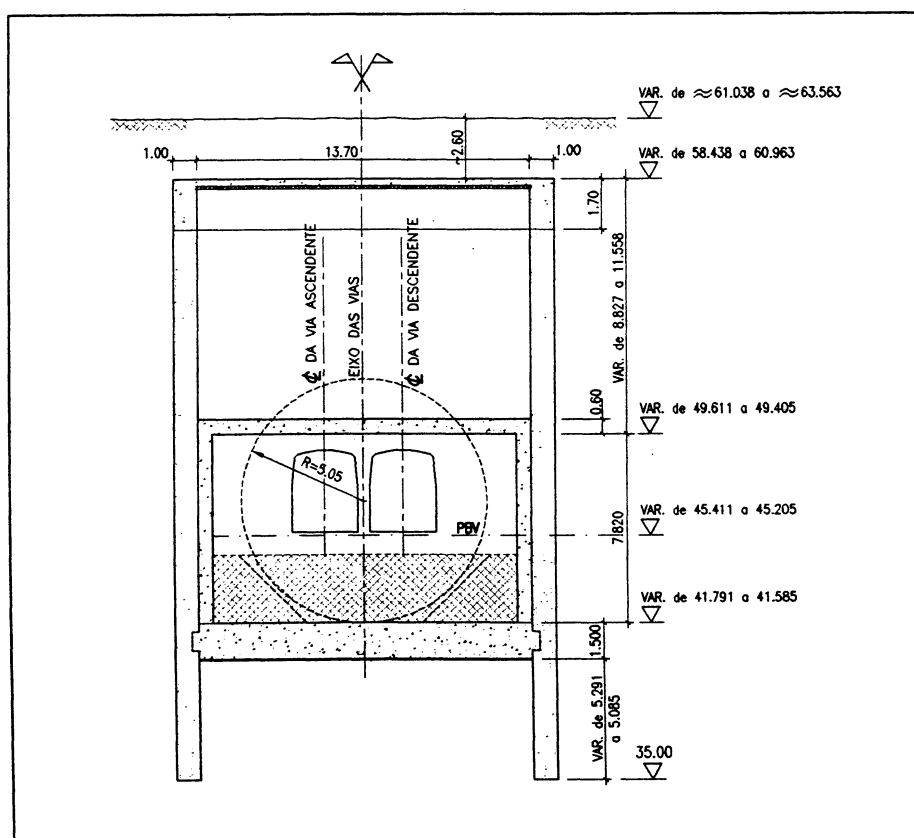


FIGURA 4 - Secção VII A

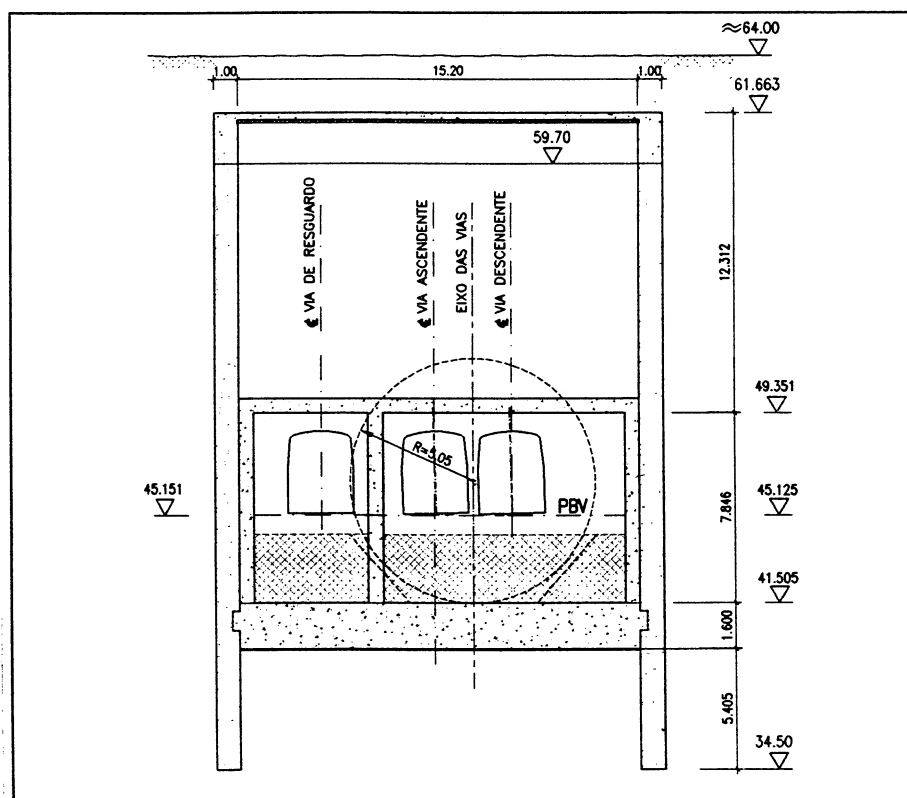


FIGURA 5 - Secção VII B (zona da barreta 13)

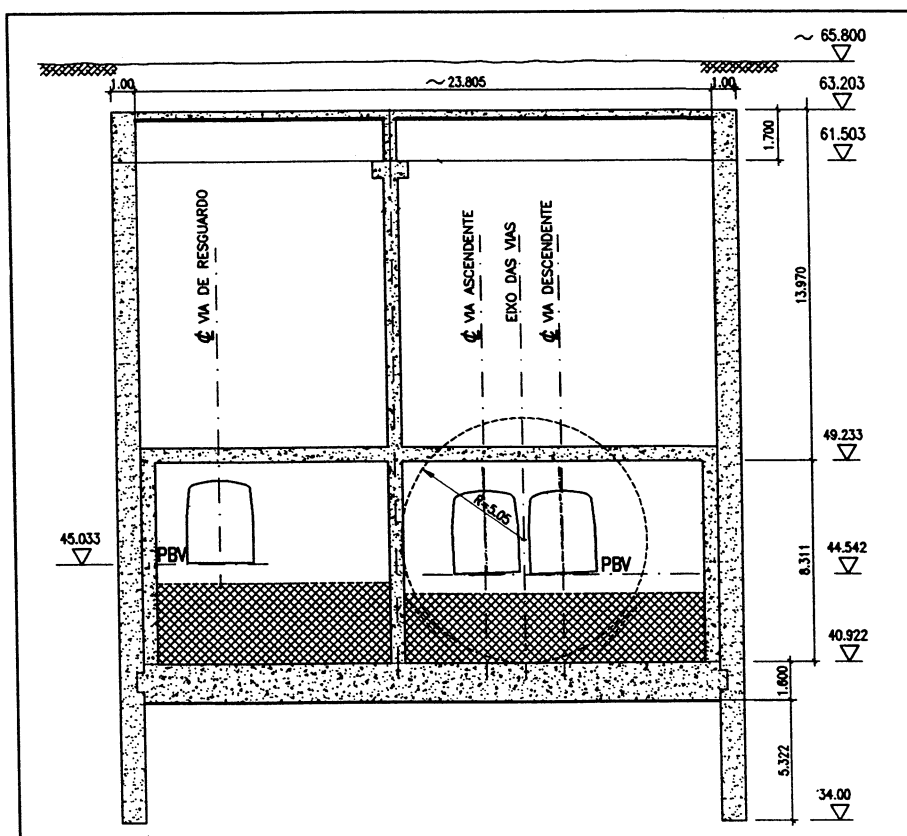


FIGURA 6 - Secção VII C (zona da barreta 21)

Na extremidade norte o ensoleiramento geral apresenta uma geometria particular para implantação do pórtico de reacção do escudo, tendo sido dimensionado para suportar as forças produzidas pelo escudo ($F_v = +14000\text{KN}$, $F_v = -14000\text{KN}$, $F_h = 32000\text{KN}$) na fase de “arranque” em direcção à Estação Olivais. Na foto 3 pode-se visualizar o pórtico para “arranque” do escudo.

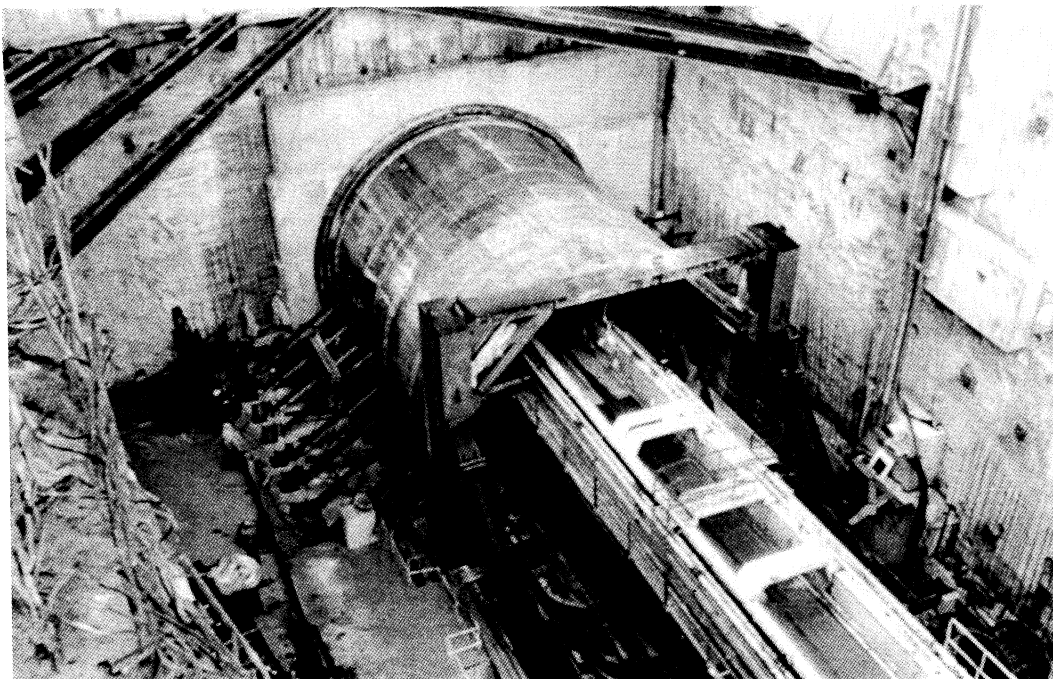


FOTO 3 - Arranque do escudo

Com vista à minimização das solicitações devidas ao peso próprio das terras, adoptou-se uma solução em que a cobertura acompanha a superfície do terreno, o que produziu uma altura de terras constante sobre a cobertura de aproximadamente 2.6m.

As paredes moldadas possuem uma espessura de 1.0 m com altura máxima de 27.0m, tendo sido assegurada a sua estabilidade durante a fase de escavação através de ancoragens pré-esforçadas. A figura 7 corresponde à disposição das ancoragens da barreta 11 que se encontra integrada nas zonas particulares onde a cobertura foi apenas betonada após as escavações.

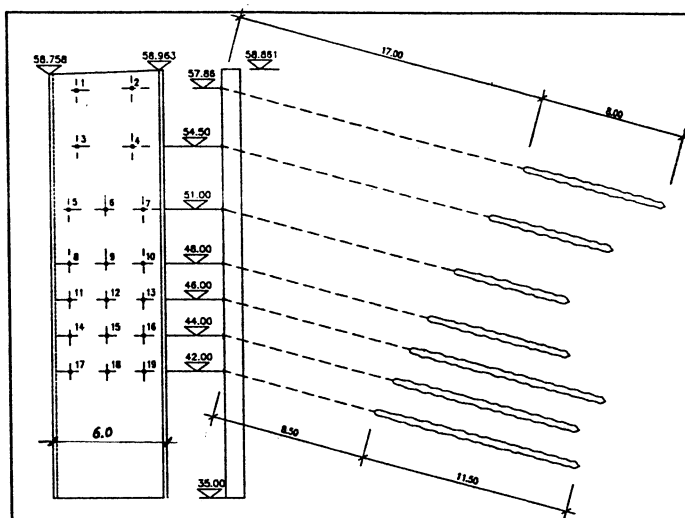


FIGURA 7 - Disposição das ancoragens na barreta 11

No entanto, na extremidade norte e devido à impossibilidade de colocação de ancoragens decorrente do facto da escavação do túnel de via ser executada com “escudo”, utilizaram-se entivacões, conforme a figura 8, cujas reações horizontais foram asseguradas por intermédio de maciços executados nas paredes moldadas.

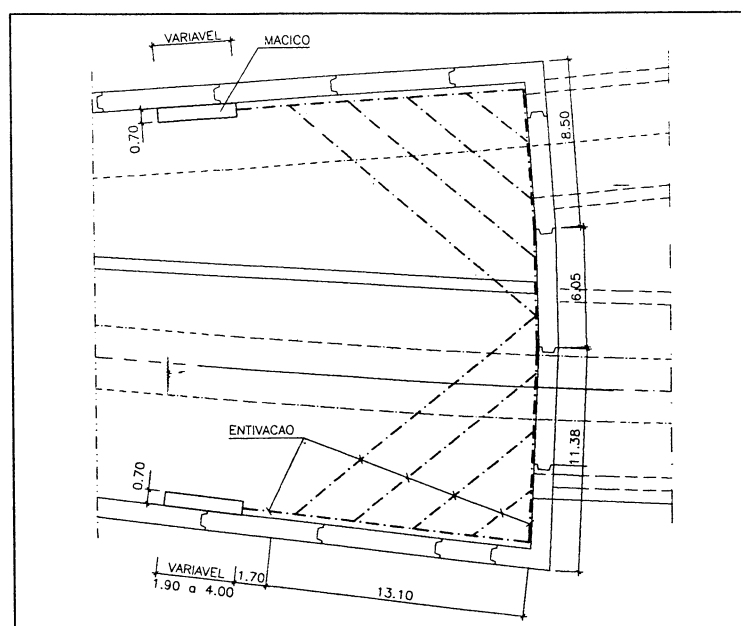


FIGURA 8 - Disposição das entivacões

Os solos envolventes apresentam constituição semelhante à referida para a Estação Chelas encontrando-se o nível freático a 15m acima da cota de fundo das paredes moldadas.

A figura 9 corresponde ao faseamento construtivo adoptado na zona corrente da Secção VII B.

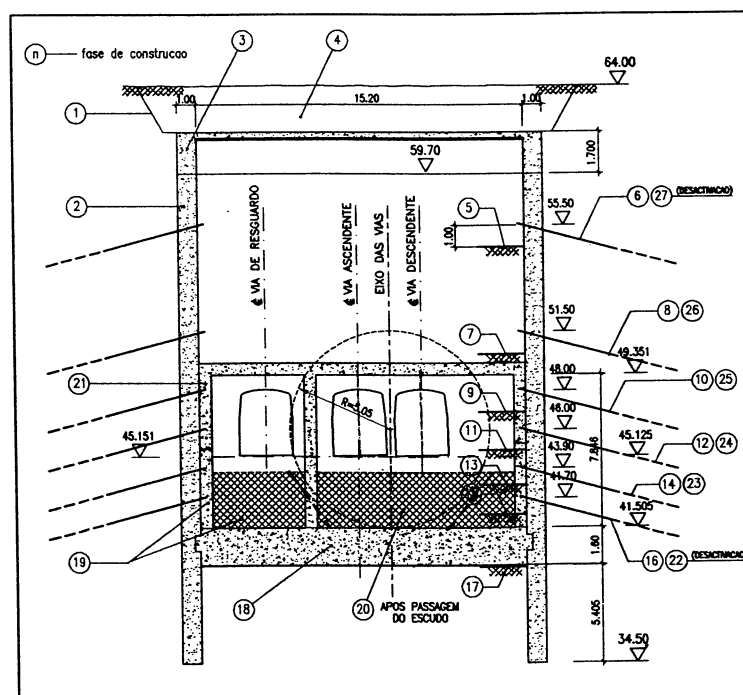


FIGURA 9 - Faseamento construtivo da Secção VII B (zona da barreta 13)

As fotos 4 e 5 referem-se respectivamente a uma vista conjunta da Secção VII e Estação Chelas em que pode visualizar-se a chegada do “escudo” à estação e à fase de passagem do “escudo” na Secção VII B.



FOTO 4 - Secção VII e Estação Chelas (vista geral)

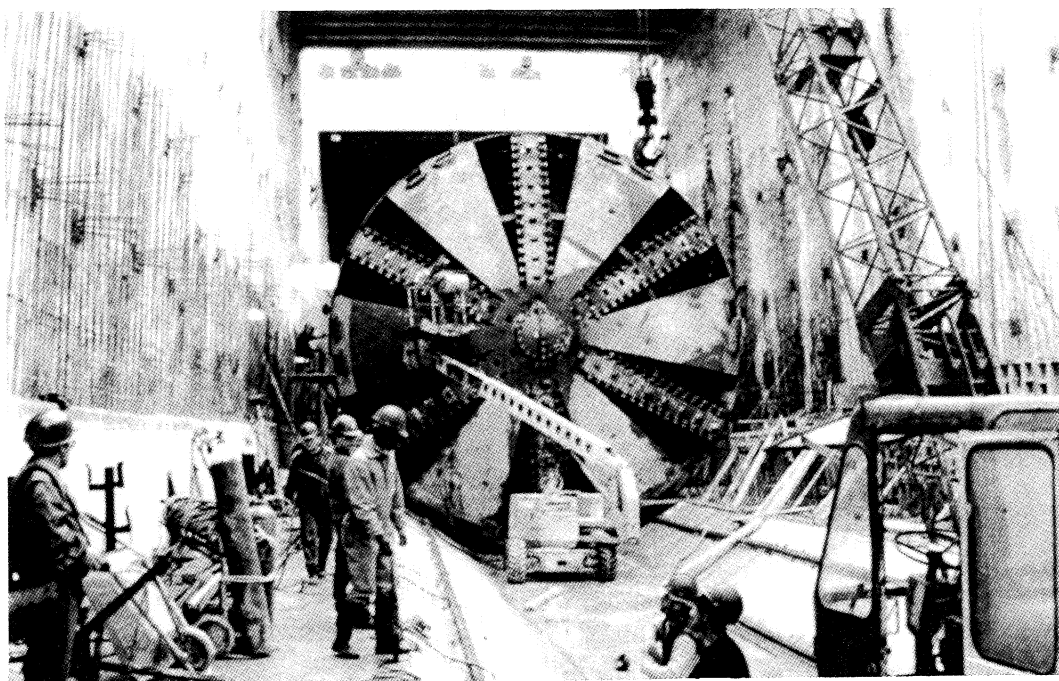


FOTO 5 - Secção VII B (passagem do “escudo” - Nov. 96)

4. ESTAÇÃO CABO RUIVO

A estação Cabo Ruivo possui uma extensão de 186m e uma largura que varia entre 18m e 25m, desenvolvendo-se junto a edificações das quais dista em média cerca de 1.5m.

Adoptou-se uma solução estrutural constituída por paredes moldadas periféricas, cuja planta se apresenta na figura 10, às quais está ligada uma laje de ensoleiramento que constitui a fundação das estruturas interiores e dos pilares que suportam a cobertura de laje maciça. A altura de terras sobre a cobertura varia entre 3m e 6m.

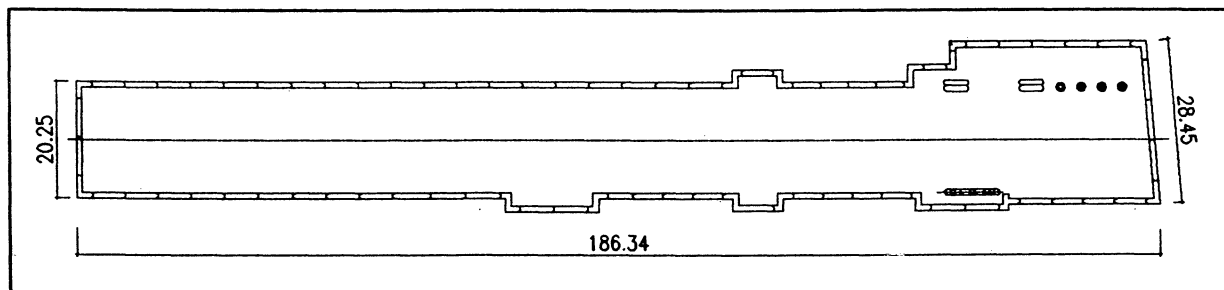


FIGURA 10 - Planta das paredes moldadas

Devido ao facto da estação ocupar praticamente toda a largura da faixa de rodagem que constitui a principal forma de acesso aos armazéns existentes no local, houve necessidade de minimizar o tempo de ocupação da superfície do terreno, pelo que se optou pela construção em “processo invertido”, betonando-se primeiro a laje de cobertura em duas fases acompanhada da reposição da superfície, procedendo-se de seguida à escavação do interior da estação conforme representado na figura 11.

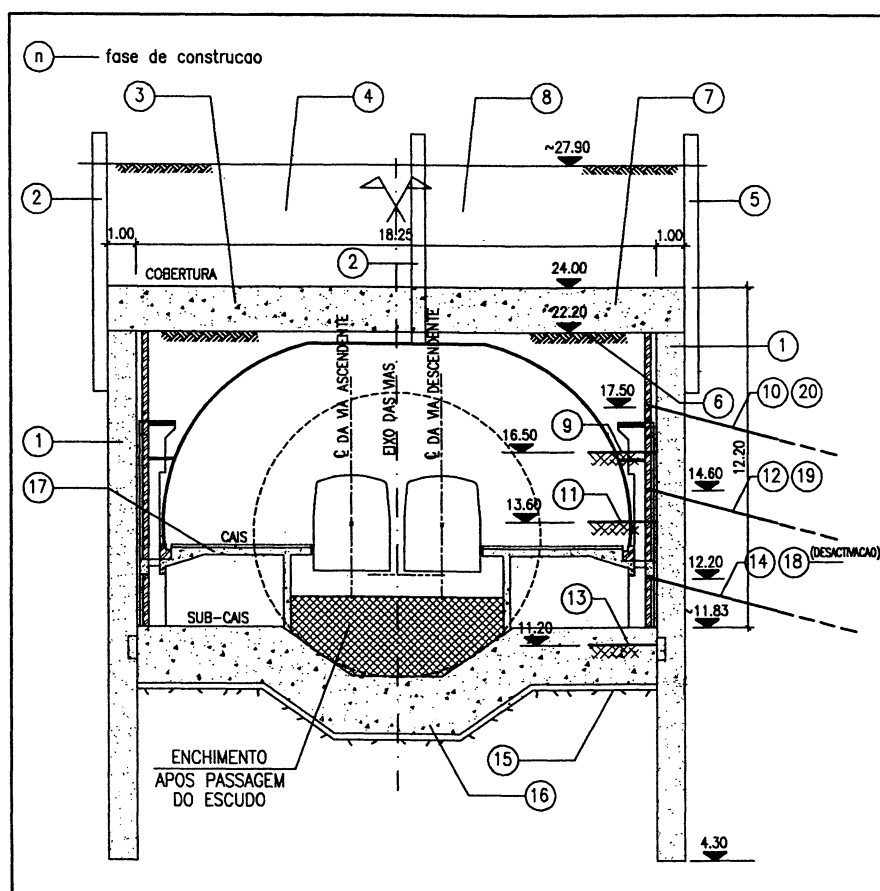


FIGURA 11 - Faseamento construtivo (zonas sem átrio)

Desta forma, as armaduras de momentos positivos da laje de cobertura tiveram que ser totalmente emendadas a meio vão, recorrendo-se para o efeito à utilização de “mangas” roscadas.

Na zona da laje de cobertura com vão de 26.35m, optou-se pela construção de pilares-estacas, conforme indicado na figura 12, que asseguraram o apoio intermédio da laje. Na fase construtiva de escavação da estação os pilares/estacas funcionaram como estacas, sendo posteriormente ligados à laje de ensoleiramento passando a funcionar como pilares na fase definitiva.

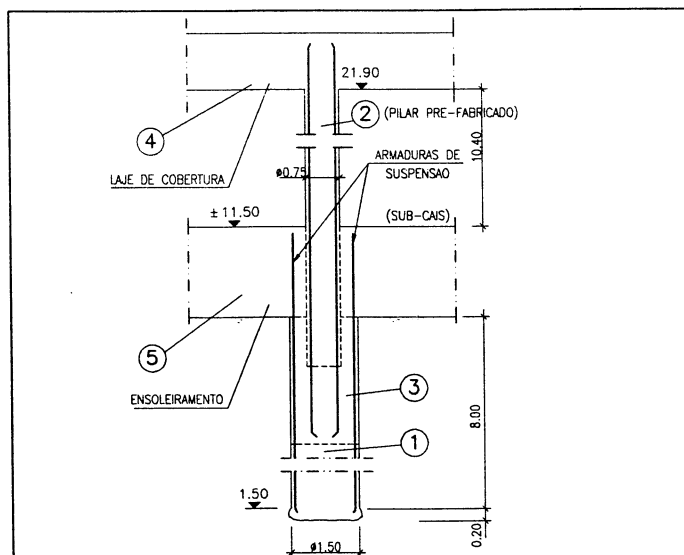


FIGURA 12 - Pilares/estacas (ligação estacas - ensoleiramento)

Na extremidade norte o ensoleiramento geral apresenta, tal como na Secção VII, uma geometria particular para implantação do pórtico de reacção do escudo, tendo sido igualmente dimensionado para suportar as forças produzidas pelo escudo quando do seu “arranque” em direcção à Estação Oriente.

As paredes moldadas que possuem uma espessura de 1m e altura média de 19m, foram na generalidade ancoradas, com excepção das paredes das zonas dos topos que tiveram que ser entivadas devido à impossibilidade de colocação de ancoragens decorrente da escavação do túnel de via com “escudo”. À semelhança da Secção VII, as reacções horizontais das entivações das zonas dos topos foram asseguradas por intermédio de maciços executados nas paredes moldadas conforme representado na figura 13.

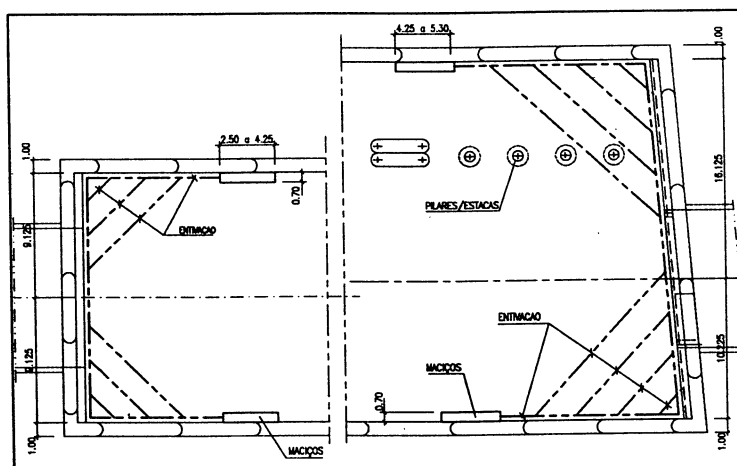


FIGURA 13 - Disposição das entivações

A análise estrutural das paredes moldadas teve em conta não só as solicitações transmitidas pelas edificações, como também os impulsos dos solos envolventes, níveis freáticos e faseamentos construtivos. Na extremidade sul da estação tiveram-se ainda em conta as acções horizontais ($Sh=100\text{KN/m}^2$) transmitidas pela máquina de execução do túnel de via (escudo) quando esta se aproximava da estação, tendo-se verificado que estas acções condicionavam o número de níveis de escoramentos (3 níveis), não pelas armaduras das paredes mas pelos esforços dos escoramentos.

Os solos envolventes da estação são constituídos fundamentalmente por Areolas de Braço de Prata ($\varnothing=36^\circ$), Calcários de Marvila ($\varnothing=28^\circ$), Arenitos de Grilos ($\varnothing=35^\circ$) e Argilas de Xabregas ($\varnothing=35^\circ$), encontrando-se o nível freático a 16 m acima da cota de fundo das paredes.

A foto 6 refere-se à construção da 1ª fase da cobertura na qual se podem visualizar as “mangas” roscadas para emenda total das armaduras de momentos positivos.

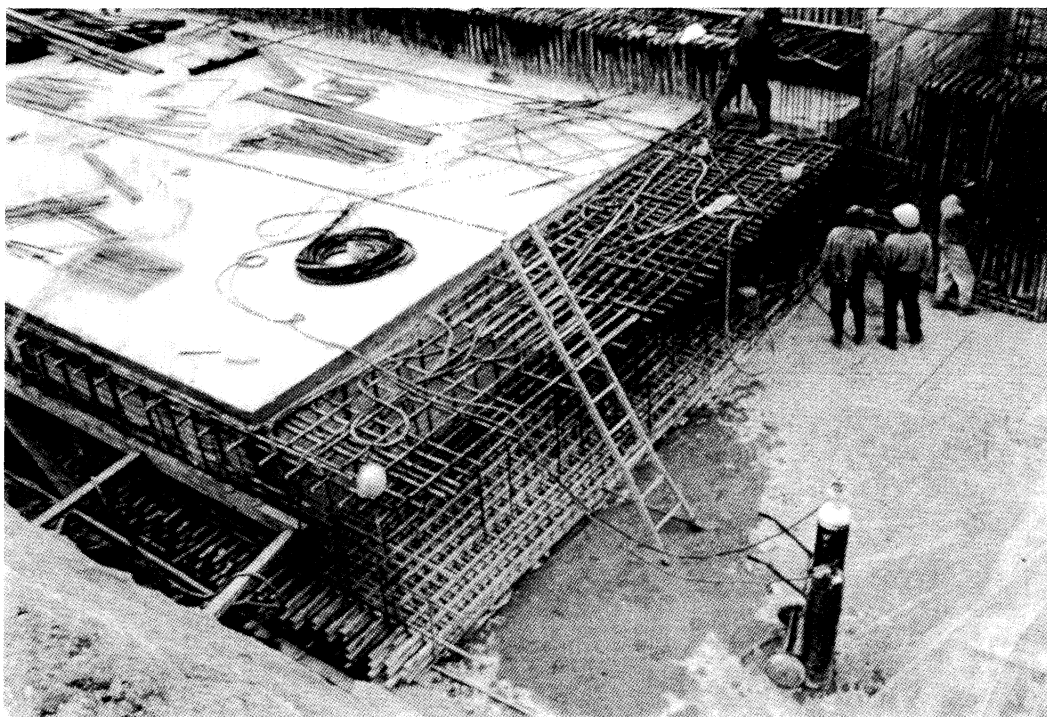


FOTO 6 - Cobertura (emenda dos varões)

5. PROJECTO E OBRA

O projecto de execução da presente obra foi desenvolvido pela Profabril, estando a construção a cargo do consórcio Metrexpo ACE constituído pelas empresas Spie Batignoles, Fomento de Construcciones y Contratadas, Cobetar, Somec e António Veiga.