

Edifício do Funchal Centrum (Dolce Vita Funchal)



José Camara¹



Carlos Figueiredo²



Duarte Cardoso³

RESUMO

Neste artigo descreve-se a estrutura do empreendimento do Funchal Centrum que integra um Centro Comercial Dolce Vita, um Hotel de Luxo, pisos enterrados de estacionamento, uma zona de escritórios e outra para habitação, num total de área de construção de aproximadamente 110.000m². Trata-se de uma obra no centro da cidade do Funchal que ocupa um quarteirão e tem uma área de implantação, aproximadamente rectangular, com dimensões da ordem dos 110m × 80m.

Apresentam-se assim, as particularidades mais relevantes desta obra, salientando-se os aspectos de concepção e de dimensionamento mais significativos.

PALAVRAS-CHAVE

Edifício, Jet Grouting, Pré-Esforço, Retracção, Reforço

¹ JSJ, Estruturas – Consultoria e Projectos de Engenharia, Lda., Av. Sidónio Pais, 18 – 3º Dtº, 1050-215 Lisboa, Portugal, jcamara@jsj.pt

² JSJ, Estruturas – Consultoria e Projectos de Engenharia, Lda., Av. Sidónio Pais, 18 – 3º Dtº, 1050-215 Lisboa, Portugal, cfigueiredo@jsj.pt

³ JetSJ, Geotecnia, Lda., R. Comandante Cousteau, Lote 4.07.01E, Condomínio Espelho do Tejo, Parque das Nações – Zona Norte 1990-067 Lisboa, Portugal, dcardoso@jetsj.pt

1. INTRODUÇÃO

O edifício Funchal Centrum localiza-se no centro da cidade do Funchal e é delimitado pela Rua Brito Câmara, Rua São Lázaro, Rua Major Reis Gomes e Rua Conde Canavial.

Esta obra de um impacto inquestionável na cidade do Funchal, cuja vista geral se mostra na Fig. 1, teve aspectos de concepção, de dimensionamento e de construção que justificam ser realçados e que se mencionam seguidamente.



Figura 1. Vista da Cidade do Funchal e do Edifício do Funchal Centrum

Assim, em relação à solução de fundações, estas baseiam-se em fundações directas. Face aos problemas hidrogeológicos encontrados, foram tratados os terrenos de fundação com jet grouting e devido às pressões hidroestáticas foi definida uma laje de fundo, localizada 3m abaixo do nível do mar. A execução de 8 pisos enterrados, implicou uma escavação feita pelo processo de paredes de Berlim, com profundidade variável entre os 22m e 30m.

A estrutura dos pisos enterrados foi concebida, sem juntas, com base numa malha ortogonal de pilares de 8.0m \times 8.0m com solução de laje maciça com capitéis. Neste artigo discutem-se os critérios de dimensionamento adoptados, em particular a contribuição dos efeitos de retracção do betão.

Os pisos de escritório, habitação e o hotel desenvolvem-se em três blocos estruturais independentes acima do nível do R/C tendo o maior uma implantação numa área de 80m \times 80m. A solução estrutural foi, nestes pisos, concebida com lajes aligeiradas de forma a se adaptar aos requisitos de funcionalidade pretendidos.

Adoptou-se pré-esforço nas lajes dos dois pisos superiores devido ao recuo das fachadas e também nas vigas pré-esforçadas, que suportam 7 pisos estruturais, no tecto da zona prevista para salas de cinema, assim como nos passadiços pedonais existentes entre edifícios.

Referem-se também as obras de adaptação que foram necessárias, depois de terminada a construção da estrutura, para acomodar as pretensões do Dolce Vita, para o Centro Comercial, o que originou diversos tipos de intervenções estruturais.

2. DESCRIÇÃO DA OBRA

2.1 Considerações gerais

Apresenta-se nas Figs. 2 a 4, a geometria global do edifício, diferenciando as plantas dos pisos inferiores e superiores.

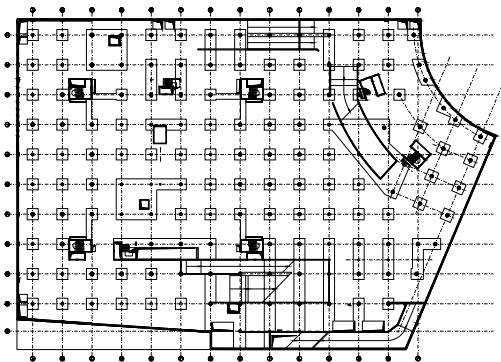


Figura 2. Planta tipo dos pisos -7 a -1

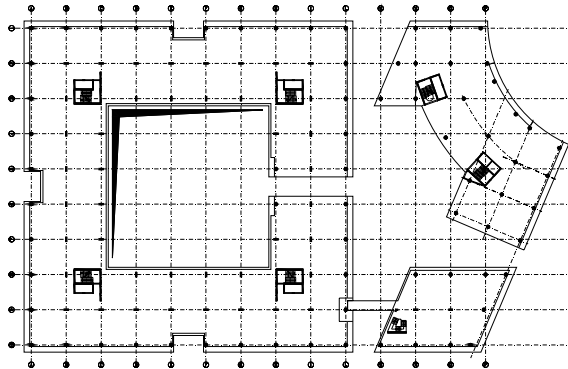


Figura 3. Planta tipo dos pisos superiores

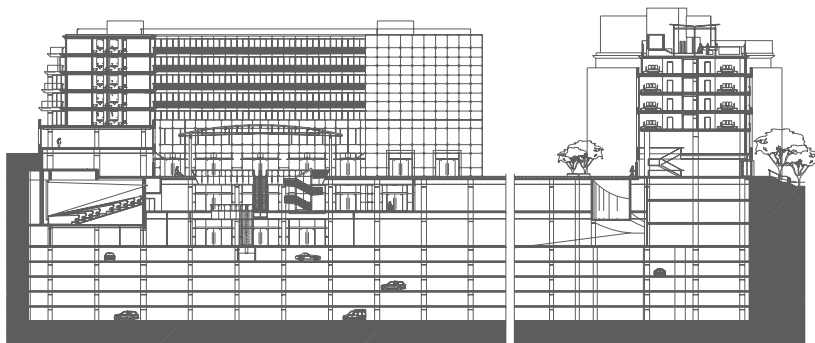
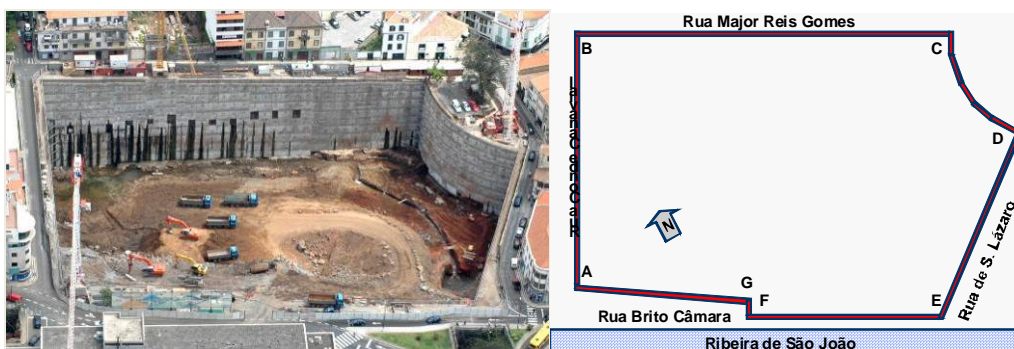


Figura 4. Corte global na maior dimensão do edifício

Seguidamente serão apresentados as características mais relevantes das soluções estruturais.

2.1 Escavação, fundações e laje de fundo

A escavação foi feita em toda a área de implantação, com cerca de 10000m², tendo a contenção periférica do tipo Berlim um comprimento total de 410m. Em relação às alturas de escavação, a cota geral foi feita até à cota -3.2m, enquanto que as cotas de coroamento variaram entre +28.5m (no cruzamento da Rua Major Reis Gomes com a Rua Conde Canavial) e +17.0m (no cruzamento da Rua Brito Câmara com a Rua de São Lázaro), numa altura média de escavação de 26,5m.



Figuras 4. e 5. Vista geral da escavação e planta de localização

A prospecção geotécnica suplementar realizada no fundo da escavação indicou à cota -3.2m, tufos vulcânicos (ZG2A e ZG2B) com valores de N_{spt} muito variável mas em geral superior a 32 pancadas estendendo-se até à cota -8.5m. Abaixo da cota 8.5m foi atingida uma camada de brechas vulcânicas (ZG1) com valores de N_{spt} superiores a 30 pancadas.

Essa campanha de ensaios reflectiu ainda a existência de água sob pressão ao nível das brechas vulcânicas, devido à proximidade do mar e à baixa permeabilidade dos tufos sobrejacentes. Foi estimada uma cota máxima do nível da água, em fase de exploração da obra de +2m o que corresponde a uma sobressão máxima de 50kN/m², que permitiu o dimensionamento da laje de fundo.

Uma vez que a estabilidade do fundo de escavação, face à subpressão da água que circulava nas brechas vulcânicas, era garantida pelo peso da camada existente de tufos, a escavação abaixo da cota +0,50m apenas foi possível após o tratamento do terreno de fundação.

Foi executado o tratamento de todo o terreno de fundação através de colunas de jet grouting, tipo 1, armadas com tubos metálicos do tipo TM80 Ø127mm × 9mm. Estas colunas dispunham de dupla função para acomodar tanto as cargas de compressão na fase de exploração da obra como as tracções devidas à existência de subpressões devidas à pressão da água em fase de construção. No caso dos poços de elevador, que têm uma cota de escavação particularmente gravosa foram realizadas previamente ensecadeiras em colunas de jet grouting não armadas.

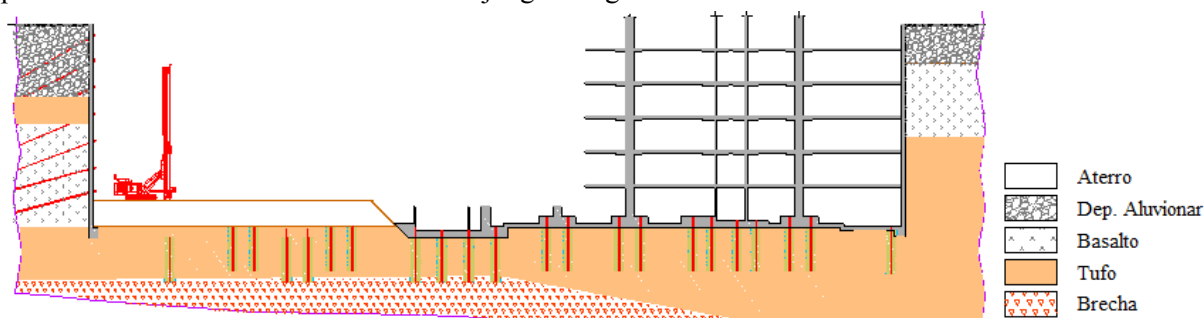


Figura 6. Perfil da escavação e esquema da solução de fundações

A fundação do edifício foi assim feita de forma directa sobre as colunas de jet grouting, tendo sido localizadas as colunas sob os elementos verticais da superestrutura, variando a quantidade e diâmetro das colunas conforme o nível de carregamento previsto.

A solução de fundação com laje de fundo baseia-se numa solução invertida de laje maciça com 0.45m de espessura e capitéis/sapatas invertidas com dimensões variáveis em planta e uma altura em geral de 1.20m.

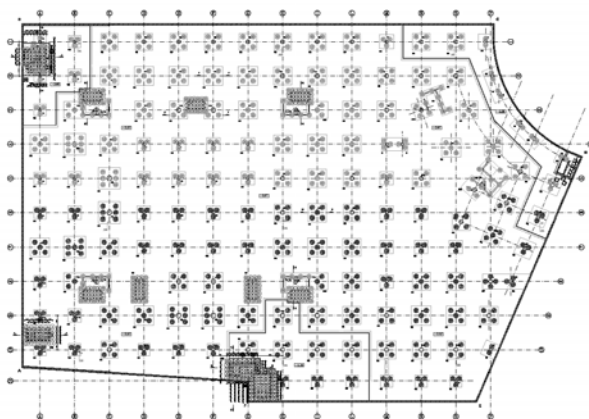


Figura 7. Planta de Fundações



Figura 8. Vista com frentes de trabalho em fases diversas

2.2 Estrutura dos pisos enterrados

Os pisos inferiores do edifício são baseados numa solução de lajes fungiformes maciças com espessura de 0.22m e capitéis com dimensões 3.0m × 3.0m e espessura de 0.35m. A solução geral baseia-se na malha estrutural de 8.0m × 8.0m, sendo adaptada em algumas zonas, como na zona do hotel que se baseia numa estrutura radial.



Figura 9. Vista da Obra durante a construção dos pisos inferiores

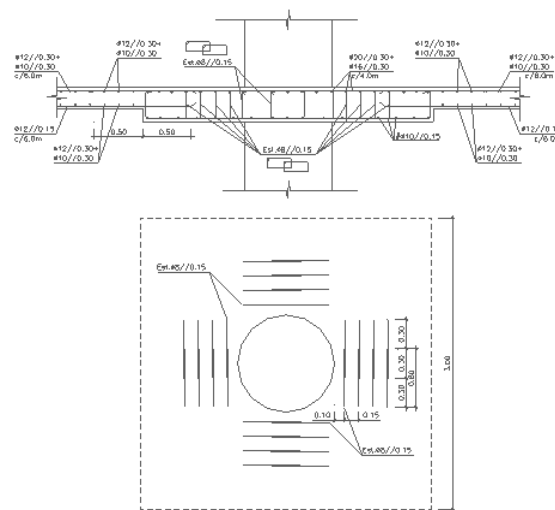


Figura 10. Pormenor do reforço de armaduras nos capitéis

O dimensionamento das armaduras foi feito, com base nos esforços devidos não só às cargas verticais mas também às deformações impostas devidas à retracção do betão, uma vez que as lajes, sem juntas, têm importantes restrições nas paredes de contenção. Desta forma, foi feito um controlo de tensões em serviço, em flexão composta com os esforços de flexão das cargas verticais e os esforços axiais devidos às deformações impostas, tendo sido contabilizados os efeitos do tempo e da eventual fendilhação das lajes para avaliação daqueles efeitos.

Na Fig. 10 mostra-se o reforço definido nos apoios fungiformes.

2.3 Estrutura de transição na zona dos cinemas

O projecto original do edifício previa uma zona de cinemas que posteriormente foi remodelada na adaptação ao centro comercial Dolce Vita Funchal, sendo agora um espaço comercial. A necessidade de salas amplas conduziu à eliminação de diversos apoios e à definição de uma grelha de vigas pré-esforçadas para transmissão do carregamento dos pilares interrompidos que equilibram 7 pisos superiores, conforme se pode confirmar na Fig. 11.

As vigas que constituem a grelha têm na direcção principal, vãos da ordem dos 21m transversalmente e 30m na direcção longitudinal, uma secção de 1.00m × 1.80m, tendo sido pré-esforçadas com 3 a 6 cabos de 19 cordões 0.6". A Fig. 13 mostra ainda os traçados tipo do pré-esforço aplicado.

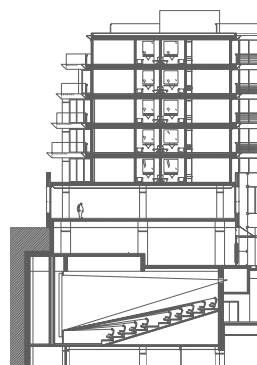


Figura 11. Excerto do corte global com salas de cinema

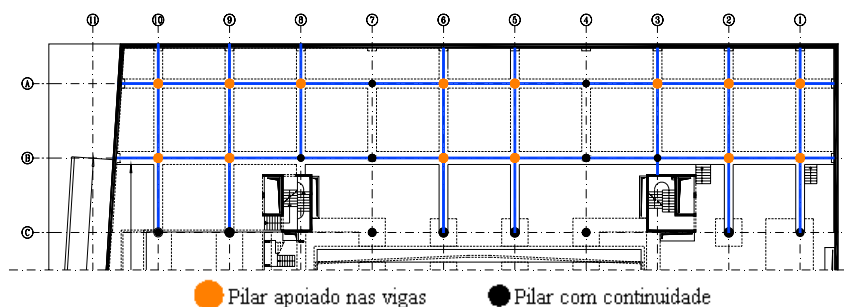


Figura 12. Planta do piso 0 com estrutura de transição

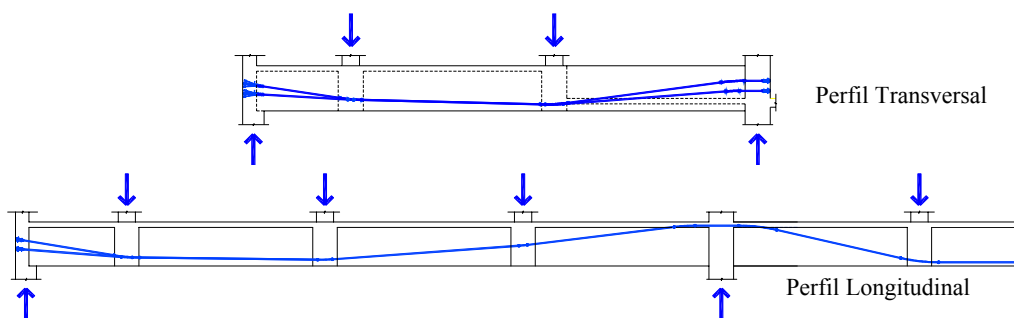


Figura 13. Traçado tipo do pré-esforço das vigas pré-esforçadas da estrutura de transição

2.4 Estrutura dos pisos superiores (habitação e hotel)

Os pisos superiores são formados por 3 blocos estruturais distintos, com utilização de habitação, escritórios e Hotel. A solução estrutural definida teve como base uma solução de lajes fungiformes aligeiradas com blocões perdidos, adaptada a uma malha estrutural regular nos blocos de habitação e irregular no caso do hotel, conforme se pode confirmar na Fig. 14. As lajes têm uma espessura de 0.40m sendo a lâmina de compressão nas zonas vazadas de 0.08m. Todos os alinhamentos de pilares têm bandas maciças que garantem resistência ao punçoamento, melhoram a deformabilidade dos pisos e a capacidade de equilíbrio a acções horizontais.

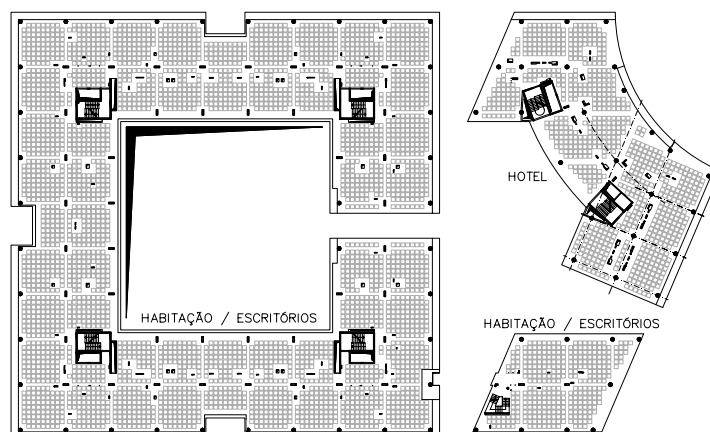


Figura 14. Planta dos pisos superiores

Os blocos de habitação têm uma planta quadrangular com cerca de 80m, sendo a largura do edifício 20m. Também neste caso não foi definida qualquer junta estrutural.

2.5 Recuo das fachadas da habitação nos pisos 5 e 6

A arquitectura do edifício prevê nos pisos 5 e 6 dos blocos de habitação um recuo da fachada de 1.50m. Desta forma, foi definida uma solução pré-esforçada que anula a deformação de ambos os pisos. A geometria das lajes manteve a solução dos pisos 1 a 4, tendo sido adicionadas nos alinhamentos dos pilares, bandas maciças com larguras de 2.30m.



Figura 15. Vista da zona do recuo de fachada

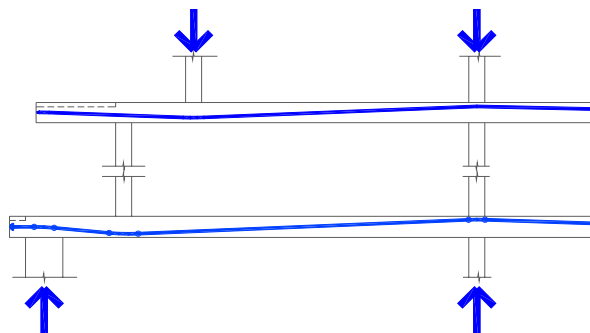


Figura 16. Corte demonstrativo do recuo da fachada e esquema do traçado de cabos utilizado

O pré-esforço aplicado nas bandas foi integrado em bainhas planas de 4 cordões 0.6", tendo sido utilizados em geral 8 cabos/banda, o que representa um pré-esforço de aproximadamente $P_{\infty}=4800\text{kN/banda}$, conforme Fig. 17.

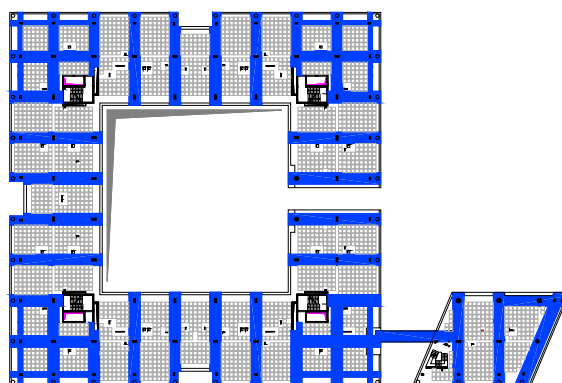


Figura 17. Planta dos pisos superiores

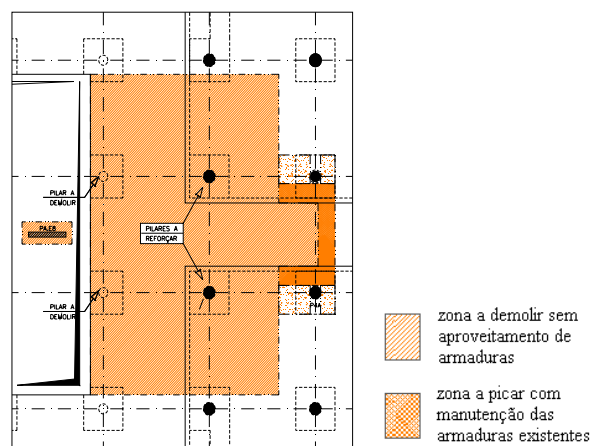
2.6 Soluções tipo para adaptação estrutural ao Dolce Vita Funchal

Concluída a construção do edifício, foi necessária uma vasta remodelação dos pisos -2 a 1 de forma a integrar o centro comercial Dolce Vita Funchal. A remodelação implicou como trabalhos mais relevantes:

- Abertura de novos átrios do centro comercial e integração de escadas rolantes
- Construção de novas rampas de estacionamento
- Construção de novo piso intermédio na antiga zona de cinemas (actual loja Worten)
- Construção de novas lajes nos pisos 0 e 1
- Integração de novas estruturas metálicas para cobertura do centro
- Reforço do piso -2 para integração do supermercado Pingo Doce e respectivo armazém

Apresentam-se algumas das intervenções de forma mais detalhada.

2.6.1 Abertura de novos átrios do centro comercial



Figuras 18. e 19. Vista e projecto de novo átrio criado por demolição da laje existente e encamisamento dos pilares isolados

A demolição de átrios e a criação de apoios para escadas rolantes foi feita em diversas zonas e pisos do centro comercial. A intervenção tipo passou por:

- Demolição geral por corte das lajes
- Demolição localizada com meios leves das futuras bordaduras com aproveitamento das armaduras existentes
- Encamisamento dos pilares isolados
- Colocação de armaduras, cofragem e betonagem dos novos poços das escadas rolantes

2.6.2 Construção de novo piso intermédio

A definição do novo piso intermédio na zona dos antigos cinemas, ocupou uma área de 80m × 20m (ver piso 3). A solução implementada permitiu a ligação do novo piso de 3 formas distintas, como ilustrado nas Figs. 20, 21 e 22:

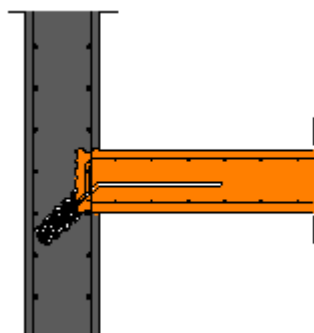


Figura 20.
Ligação às
paredes
periféricas

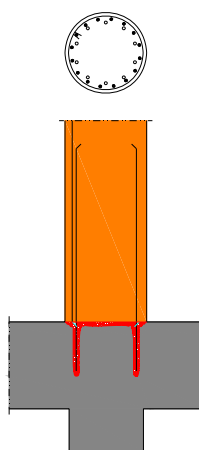


Figura 21.
Arranque de
novos pilares no
piso inferior

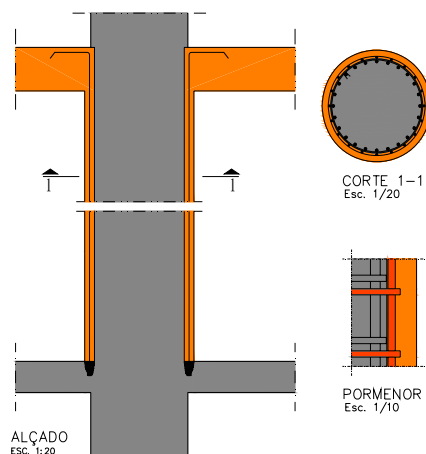


Figura 22. Ligação ao
encamisamento de pilares
existentes

2.6.3 Reforço do piso -2 para integração de supermercado e armazém

O piso -2 do edifício foi originalmente projectado para uma sobrecarga de utilização de 5kN/m^2 . Com a remodelação do centro comercial, tornou-se necessário prever uma sobrecarga na zona de armazém de 10kN/m^2 .

Analizada a zona de implantação do armazém, confirmou-se a necessidade de um reforço que aumentasse não só a capacidade global resistente mas também a rigidez do piso e controlasse, assim, melhor a deformação.

Foi definida uma solução de reforço por betonagem de uma lâmina complementar de betão com 0.08m . A lâmina de betão permitiu o reforço com armaduras superiores nas zonas dos apoios e aumentou a altura útil disponível no meio-vão, permitindo o reforço selectivo apenas na face superior do piso.

O mecanismo de ligação da nova lâmina de betão ao betão existente foi melhorado com a colocação de conectores localizados. O betão utilizado na lâmina complementar teve características específicas de forma a diminuir os efeitos da retracção diferencial do betão, face ao betão existente.

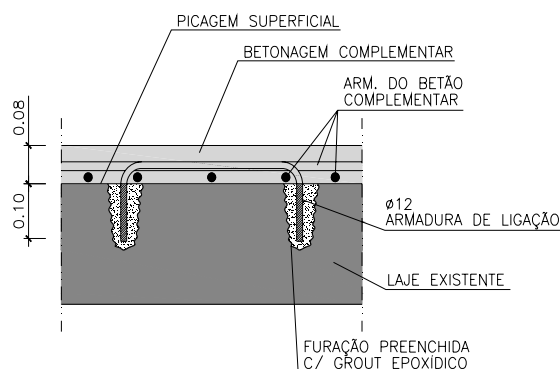


Figura 20. Pormenor da ligação do betão complementar ao existente

2.6 Conclusões

O projecto e construção desta obra exigiu um grande trabalho de coordenação devido às exigências do programa proposto. Ao nível do piso de fundação a solução final foi adaptada, já em fase de execução, para contemplar o reforço da camada de tufos que havia sido, nalgumas zonas, muito afectada pela pressão da água do mar instalada ao nível das brechas inferiores.

A concepção estrutural sem juntas, assim como as muitas soluções particulares que houve necessidade de equacionar, dão a este projecto e obra uma relevância especial. Em particular, a solução de vigas pré-esforçadas em grelha com vãos da ordem dos 25m a suportar 7 pisos estruturais, a solução de lajes pré-esforçadas para acomodar os dois recuos da fachada dos pisos superiores, e ainda, as diferentes soluções de modificação e reforço da estrutura depois de concluída, são aspectos específicos a realçar nesta obra.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Dono de Obra, a Planiram, pela sua disponibilidade para a divulgação deste projecto.

Os principais intervenientes na construção foram:

Estruturas: JSJ Estruturas

Geotecnia: Tecnasol-FGE e JetSJ

Empreitada geral: Concreto Plano – Somague Madeira

Arquitectura Geral: Ricardo Boffil Arquitectura e Atelier Caires

Arquitectura Dolce Vita: Sua Kay Arquitectos

Fiscalização geral: IQS

Fiscalização Dolce Vita: VHM