



CÂMARA MUNICIPAL DO CADAVAL

PROJETOS DE ESPECIALIDADES PARA A CONSTRUÇÃO DE OFICINAS – EDIFÍCIO ADMINISTRATIVO

MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA

PROJETO DE EXECUÇÃO

PROJETO DE ESTABILIDADE

SETEMBRO 2021



PROJETOS DE ESPECIALIDADES PARA A CONSTRUÇÃO DE OFICINAS – EDIFÍCIO ADMINISTRATIVO PROJETO DE EXECUÇÃO

Memória Descritiva e Justificativa

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	3
2. CARACTERIZAÇÃO DO EDIFÍCIO	4
3. DESCRIÇÃO DA ESTRUTURA.....	5
3.1. DESCRIÇÃO GERAL	5
3.2. FUNDAÇÕES.....	6
4. MATERIAIS	8
4.1. BETÃO	8
4.2. AÇO EM VARÃO.....	9
4.3. AÇO EM PERFIL.....	9
4.4. AÇO EM PERFIS ENFORMADOS A FRIO	9
5. AÇÕES E COMBINAÇÕES DE ACÇÕES	10
5.1. AÇÕES GRAVÍTICAS PERMANENTES	10
5.2. AÇÕES GRAVÍTICAS VARIÁVEIS	10
5.3. AÇÃO DE RETRAÇÃO DO BETÃO NO CONJUNTO ESTRUTURAL	11
5.4. VARIAÇÕES DE TEMPERATURA.....	11
5.5. AÇÃO DO VENTO.....	11
5.6. AÇÃO SÍSMICA	11
5.7. SEGURANÇA AO FOGO.....	11
5.8. COMBINAÇÃO DE AÇÕES.....	12



6. MODELAÇÃO ESTRUTURAL E CRITÉRIOS DE VERIFICAÇÃO DE SEGURANÇA	13
7. VERIFICAÇÃO DA SEGURANÇA E DIMENSIONAMENTO	16
7.1. ESTADOS LIMITES DE UTILIZAÇÃO (LAJE PISO 1)	16
7.2. ESTADOS LIMITES ÚLTIMO.....	17
7.2.1. LAJE DO PISO 1	17
7.2.1. PILARES	22
8. REGULAMENTAÇÃO	30



1. INTRODUÇÃO

A presente memória descritiva e justificativa refere-se ao projeto de execução de estruturas e fundações relativo à obra de construção de um edifício destinado a serviços administrativos da Câmara Municipal do Cadaval, integrado no seu parque oficial.

A realização do presente projeto teve por base os seguintes elementos:

- Projeto de Arquitetura;
- Estudo geológico e geotécnico;
- Visitas técnicas realizadas ao local de implantação;
- Elementos bibliográficos.



2. CARACTERIZAÇÃO DO EDIFÍCIO

O edifício a construir tem uma área de implantação aproximada de 1092.58m² e desenvolve-se num único piso térreo, em ângulo. O edifício, do tipo administrativo, prevê na sua utilização locais de escritórios, salas de reunião e zonas de arquivo.

Numa 1ª fase, o edifício será constituído apenas por um único piso (térreo), mas foi dimensionado/pensado para receber um piso superior, numa fase posterior (2ª fase). Consequentemente, a zona correspondente à sala de reuniões, deverá ter uma abertura na laje de betão armado do 1º piso, uma vez que será a zona de reserva para a escadaria e elevador de acesso ao futuro piso superior.

Sobre a laje do 1º piso, assentará uma cobertura em estrutura metálica, que cobrirá em toda a sua área a laje de betão armado. Aquando da ampliação do edifício (2ª fase), esta estrutura metálica poderá ser desmontada e montada novamente, agora sobre a laje do 2º piso.



3. DESCRIÇÃO DA ESTRUTURA

3.1. DESCRIÇÃO GERAL

Pretendeu-se na conceção estrutural deste edifício, obter uma estrutura resistente e a mais económica possível, cumprindo os requisitos definidos no projeto de arquitetura, mas permitindo utilizar na construção processos construtivos simples e eficientes, adaptando-se às condições locais, reduzido se possível o prazo de construção, mas sem descuidar, obrigatoriamente, a sua função estrutural com os necessários requisitos regulamentares de segurança.

A estrutura do presente edifício é em betão armado, à exceção da cobertura provisória que será materializada em estrutura metálica.

De modo a obter uma estrutura com uma eficiente resposta à ação sísmica foram admitidos critérios de simplicidade, simetria, redundância e com adequada rigidez de torção. Assim, foi adotada uma métrica regular de pórticos em planta, que confere à estrutura resistência, tanto às ações verticais, como às laterais. Estes pórticos, sempre que possível, foram distribuídos de modo a serem dissimulados pelas partições definidas pela arquitetura. Tendo em conta os vãos previstos no projeto, optou-se por definir lajes maciças vigadas, com uma espessura constante de 18cm.

Os pilares foram distribuídos em planta de modo a conferir um equilíbrio da rigidez do edifício e apresentam uma dimensão de 25x60cm². As vigas apresentam genericamente uma secção entre os 25x50cm² e os 25x70cm², sendo que a altura da viga é tanto maior quanto maior os esforços de flexão. Onde a arquitetura prevê a existência de platibandas de grande altura na cobertura, estas não foram assumidas como vigas estruturais. Porém, os pilares serão prolongados até à altura da platibanda, o que permitirá a sua posterior demolição (picagem) e repescagem da armadura dos pilares, para empalme dos pilares do piso superior, a materializar em 2ª fase.

A cobertura de duas águas será concebida em estrutura metálica, com recurso a perfis laminados correntes. Esta, assenta sobre as vigas de betão armado da laje do piso 1, sempre que possível e deste modo, assume uma métrica semelhante à dos pórticos da estrutura em betão armado. O revestimento da cobertura será materializado com painéis sandwich com espessura de 50cm, assentes sobre perfis enformados a frio.

3.2. FUNDAÇÕES

De acordo com o estudo geológico-geotécnico verifica-se que os terrenos abrangidos pela presente campanha de prospeção, localizam-se nos terrenos de idade jurássica, cartografados “Camadas de Freixial”, que estão representadas por grés argilosos, por vezes micáceos, com algumas intercalações conglomeráticas, por argilas e margas, por vezes com concreções calcárias. Existe também uma camada superficial de solo com contaminação orgânica/solo de aterro, com espessura a variar de 1.45 a 8.50m, sensivelmente.

De acordo com a natureza dos terrenos, o grau de compactação e resultados dos ensaios SPT, estabeleceu-se o zonamento em 5 Zonas Geotécnicas, apresentadas de seguida.

Tabela 3.2.1 – Proposta de zonamento geotécnico.

Zona Geotécnica	Descrição
 ZG5	Solo com contaminação orgânica/solo de aterro, muito moles a duros/solto. Os resultados do ensaio SPT variam de 1 e 10 pancadas.
 ZG4	Areia de granulometria predominantemente fina, com alguma fração argilosa, medianamente compacta a compacta. Os resultados do ensaio SPT são de 19 e 33 pancadas.
 ZG3	Argila, por vezes, alguma com fração arenosa, dura a muito rija. Os resultados do ensaio SPT variam de 13 a 32 pancadas.
 ZG2	Areia de granulometria predominantemente fina, com alguma fração argilosa, muito compacta. Os resultados do ensaio SPT são iguais ou superiores a 60 pancadas.
 ZG1	Argila, muito rija. Os resultados do ensaio SPT são iguais ou superiores a 60 pancadas.

Dada a variabilidade das características de resistência e de deformabilidade do solo à superfície e consequentemente da possível sensibilidade da superestrutura a assentamentos diferenciais, serão consideradas fundações indiretas, por meio de estacas que funcionarão por ponta, encastradas 3 diâmetros na zona geotécnica ZG1. No topo das estacas serão adotados maciços de encabeçamento, interligados por vigas de fundação, formando uma grelha de fundação. Para uma informação mais detalhada sobre as características geotécnicas do terreno de fundação, deverá ser consultado o estudo geológico e geotécnico.

As resistências de compressão adotadas por tipo de estaca foram as seguintes:

Tabela 3.2.2 – Resistência de compressão das estacas.

Estaca	Combinação	R _{cd} (kN)
500	A1 + M1 + R1	1330
	A2 + M1 + R4	1015
	Sismo	1050



Os maciços de encabeçamento de estacas foram dimensionados para a resistência última das estacas, assumindo naturalmente um método de escoras e tirantes apropriado para cada geometria.

No piso térreo definiu-se uma laje de massame de 0.20m de espessura, assente sobre um filme de polietileno (min. 300µm), uma camada de tout-venant com 0.15m, uma camada de ABGE compacta com 0.50m de espessura e geotêxtil (min 400g/m²), assente sobre terreno natural compactado (proctor modificado 90-92% mínimo).

4. MATERIAIS

4.1. BETÃO

De acordo com as especificações da Norma Europeia NP-EN206-1, foram definidas as seguintes classes de exposição:

- X0 — de forma geral para elementos em betão não armado;
- XC1 — de forma geral para elementos em betão armado;
- XC2 — para elemento em contacto com o terreno.

Por razões de ordem estrutural, de qualidade e durabilidade da obra adotou-se a classe de betão C30/37 para os elementos em geral, como classe mínima de resistência.

Tabela 4.1.1 – Características mecânicas do betão C25/30.

Características mecânicas do betão	C25/30
f_{ck} – tensão característica	25MPa
f_{cd} – tensão de dimensionamento à compressão	16.7MPa
f_{ctm} – tensão média de resistência à tração	2.6MPa
$E_{c,28}$ – módulo de elasticidade	31GPa

Tabela 4.1.2 – Características mecânicas do betão C30/37.

Características mecânicas do betão	C30/37
f_{ck} – tensão característica	30MPa
f_{cd} – tensão de dimensionamento à compressão	20.0MPa
f_{ctm} – tensão média de resistência à tração	2.9MPa
$E_{c,28}$ – módulo de elasticidade	33GPa

Seguindo as especificações da Norma Europeia NP-EN206-1 e a E464, foram definidas as classes de exposição e os recobrimentos mínimos exigidos, em função da vida útil expectável (50 anos segundo a EN1990).

O betão de limpeza será C12/15 X0 (P).

De acordo com a NP EN 13670 a obra foi considerada como pertencendo à classe de inspeção 2.



4.2. AÇO EM VARÃO

O aço em varão será do tipo A500 NR. As armaduras em malha electrossoldada deverão ser do tipo A500 EL.

4.3. AÇO EM PERFIL

O aço dos perfis e chapas será da classe S275JR.

Os parafusos e chumbadouros deverão ser da Classe 8.8.

O esquema de pintura a aplicar nos elementos definitivos deverá ser compatível com uma categoria de corrosividade C3 e durabilidade média, segundo a ISO 12944. A decapagem deverá corresponder a um grau mínimo de Sa 2 1/2. A esta acrescerá a espessura para proteção ao fogo para 60min, compatível com o sistema de pintura (ver projeto de segurança).

A classe de execução a considerar na estrutura metálica prevista em projeto será a EXC3, de acordo com a EN 1090.

4.4. AÇO EM PERFIS ENFORMADOS A FRIO

O aço dos perfis e chapas será da classe S360GD+Z.

Os parafusos deverão ser da Classe ST8.8.

5. AÇÕES E COMBINAÇÕES DE ACÇÕES

A definição, quantificação e combinação de ações tem por base a regulamentação portuguesa de estruturas, nomeadamente o especificado na NP EN 1991.

5.1. AÇÕES GRAVÍTICAS PERMANENTES

Para as ações permanentes consideraram-se os seguintes valores característicos dos materiais utilizados na construção.

Tabela 5.1.1 – Cargas permanentes (peso volúmico dos materiais).

Ação permanente	Valor
Betão simples	24 kN/m ³
Betão armado	25 kN/m ³
Betão leve em enchimentos	8 kN/m ³
Alvenaria	14 kN/m ³
Aço	77 kN/m ³

Resulta deste modo que as cargas permanentes foram definidas de acordo com as propriedades físicas e geométricas dos elementos estruturais. Quanto às restantes cargas permanentes os valores adotados foram definidos de acordo com o tipo de acabamentos apresentado no projeto de arquitetura.

Tabela 5.1.2 – Restantes cargas permanentes.

Ação permanente	Valor
Piso 1	4.50 kN/m ²
Piso 2 / Cobertura (a executar em 2ª fase)	3.50 kN/m ²
Cobertura metálica	0.80 kN/m ²

5.2. AÇÕES GRAVÍTICAS VARIÁVEIS

A quantificação de ações variáveis tem por base o tipo de utilização definido no projeto de arquitetura.

Tabela 5.2.1 – Sobrecargas de utilização.

Sobrecarga	Valor	$\Psi_{0/1/2}$
Piso 1	3.00 kN/m ²	0.7 / 0.7 / 0.6
Piso 2 / Cobertura (a executar em 2ª fase)	1.00 kN/m ²	0 / 0 / 0
Coberturas	0.40 kN/m ²	0 / 0 / 0



5.3. AÇÃO DE RETRAÇÃO DO BETÃO NO CONJUNTO ESTRUTURAL

A ação da retração foi considerada como uma deformação imposta do fenómeno de encolhimento do betão, equivalente a uma extensão de 3‰. Esta ação foi simplificada assimilada a uma variação uniforme de temperatura de -10°C , para o módulo de elasticidade do betão aos 28 dias. Esta medida resulta de uma situação equivalente de considerar uma variação de temperatura de 30°C , para um módulo de elasticidade ajustado de $E_{c,28}/(1+\chi\psi)$, ou seja $E_{c,28}/3$.

5.4. VARIAÇÕES DE TEMPERATURA

A variação de temperatura foi considerada de acordo com o NP EN 1991-1-5.

5.5. AÇÃO DO VENTO

Relativamente à ação do vento local é referente à zona A e a uma rugosidade tipo II, correspondendo a um terreno com vegetação rasteira, de acordo com a NP EN 1991-1-4.

A pressão dinâmica considerada foi de $q_p(10\text{m}) = 1.1 \text{ kPa}$. Os coeficientes de pressão são os definidos na norma referida.

5.6. AÇÃO SÍSMICA

O efeito do sismo foi considerado de acordo com a NP EN 1998, através de uma análise dinâmica por espectro de resposta. De acordo com esta norma o município de Cadaval insere-se nas zonas sísmicas 1.4 e 2.3, com valores de aceleração de 1.00m/s^2 e 1.7m/s^2 , respetivamente. Com base no relatório do estudo geológico-geotécnico, o terreno foi considerado como tipo C.

Considerou-se uma classe de importância II para o edifício em questão, uma vez que se trata de um edifício administrativo, tendo-se adotado um sistema estrutural porticado. O coeficiente de comportamento corresponde à consideração de DCM (classe de ductilidade média), com o valor de $q=3.3$.

O valor considerado para a massa foi igual ao valor médio das cargas permanentes, e ao valor quase permanente das cargas variáveis que atuam na estrutura.

5.7. SEGURANÇA AO FOGO

A verificação da segurança da estrutura à ação do fogo foi efetuada com base nas Normas Europeias EN1991-1-2 – Ações em Estruturas Expostas ao Fogo e EN1993-1-2 – Requisitos e Regras para o Projeto Estrutural de Edifícios de Aço Expostos ao Fogo.

5.8. COMBINAÇÃO DE AÇÕES

As combinações de ações consideradas tiveram em consideração o NP EN 1990, tendo-se utilizado as combinações em que as ações variáveis de base são a sobrecarga, o sismo e o vento.

Combinação fundamental (sobrecargas e vento)

$$S_d = \sum_{i=1}^m \gamma_{gi} S_{Gik} + \gamma_q \left[S_{Q1k} + \sum_{j=2}^n \psi_{0,j} S_{Qjk} \right]$$

Combinação fundamental (sismo)

$$S_d = \sum_{i=1}^m S_{Gik} + \gamma_q S_{Ek} + \sum_{j=2}^n \psi_{2,j} S_{Qjk}$$

Quase permanente

$$S_{qperm} = \sum_{i=1}^m S_{Gim} + \sum_{j=1}^n \psi_{2,j} S_{Qjk}$$

Frequente

$$S_{freq} = \sum_{i=1}^m S_{Gim} + \psi_1 S_{Q1k} + \sum_{j=2}^n \psi_{2,j} S_{Qjk}$$

Rara

$$S_{rara} = \sum_{i=1}^m S_{Gim} + S_{Q1k} + \sum_{j=2}^n \psi_{1,j} S_{Qjk}$$



6. MODELAÇÃO ESTRUTURAL E CRITÉRIOS DE VERIFICAÇÃO DE SEGURANÇA

No dimensionamento das estruturas atrás referidas recorreu-se a um programa de cálculo automático para elaboração dos vários modelos de cálculo. Definiram-se vários modelos tridimensionais e bidimensionais, tendo-se modelado os vários elementos da seguinte forma:

- Lajes – Modelada com elementos finitos de “shell”, de forma a modelar o comportamento a eventuais esforços normais, e de flexão. Foi modelada tendo em conta o material e a espessura pretendida.
- Pilares e Vigas – Foram modelados, como “frame”, sendo as suas características as da secção pretendida assim como o seu material.

Procuraram-se modelar os elementos estruturais de maior importância, como as lajes, pilares, vigas e reproduzir as respetivas condições de apoio e fronteira.

O dimensionamento de outros elementos secundários das estruturas foi feito com recurso a modelos simples lineares do tipo viga contínua ou com recurso a tabelas e ábacos para determinação de tensões, esforços e deformações.

A segurança em relação aos estados limites últimos de resistência foi feita, determinando-se os esforços de dimensionamento nos elementos estruturais e as tensões de contacto solo/fundação resultantes das combinações de ações, e comparando-os respetivamente com os esforços resistentes nas secções correspondentes e com a tensão máxima admissível no terreno de fundação.

A verificação da segurança em relação aos estados limites de serviço considera-se satisfeita se for comprovada a segurança em relação à deformação, cumprindo os limites máximos admissíveis regulamentares para flechas e deslocamentos.

Nos elementos de betão armado a verificação da segurança em relação aos estados limites de serviço de abertura de fendas considera-se satisfeita através da adoção de armaduras mínimas regulamentares e pelo controle indireto da fendilhação.

De seguida é ilustrado o modelo de cálculo do edifício em questão e são apresentadas as principais características dinâmicas do mesmo.

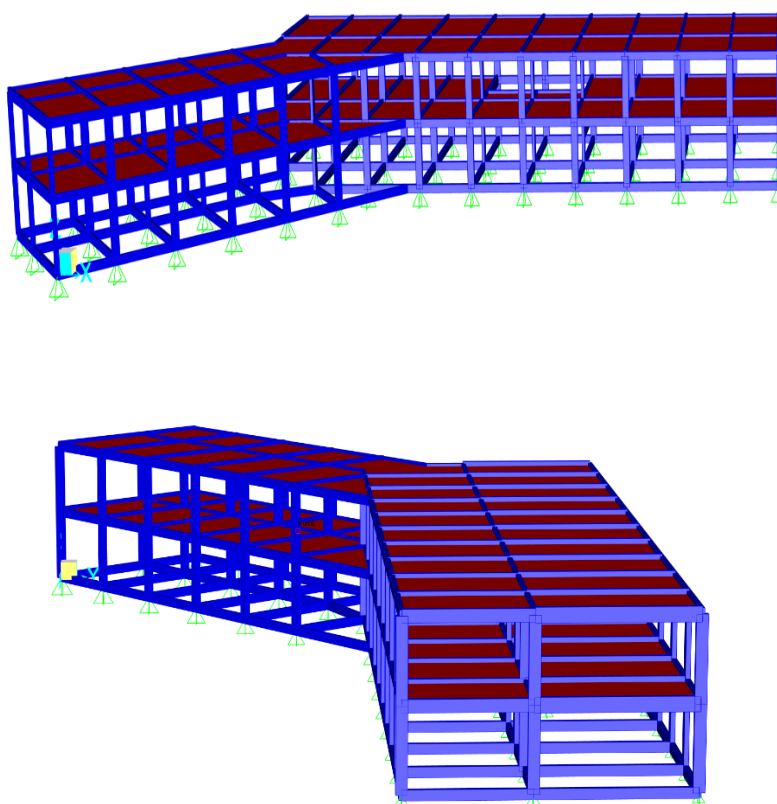


Figura 6.1 – Imagens 3D do modelo de calculo.

Verifica-se que o primeiro e o terceiro modo de vibração da estrutura correspondem a modos de translação segundo y e x, respetivamente. Enquanto o segundo modo de vibração corresponde a um modo de torção global. No total considerou-se a participação de 12 modos de vibração, para um coeficiente de participação total superior a 90% em ambas as direções.

Tabela 6.1 — Frequência dos três primeiros modos de vibração

Modos de vibração	Frequência	Coef. participação (x/y)
1º modo – Translação em y	1.09 Hz	3.4% / 85.8%
2º modo – Torção	1.26 Hz	33.5% / 0.4%
3º modo – Translação em x	1.36 Hz	56.7% / 7.4%
Total (12 modos)		99.8% / 99.8%

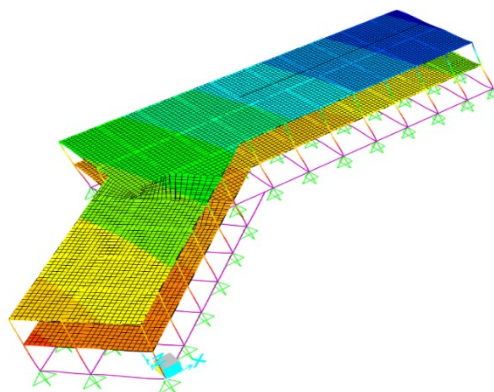


Tabela 6.2 — 1º modo de vibração (Translação em y)

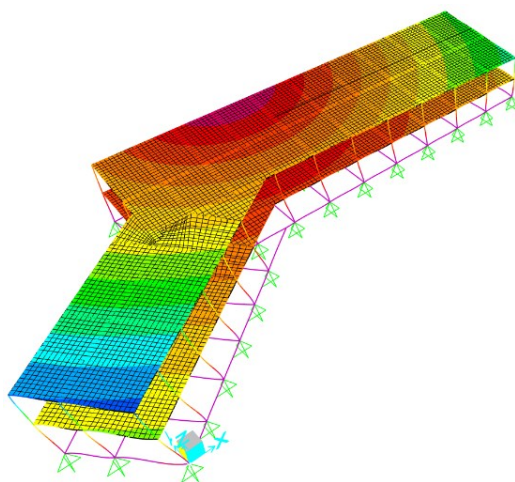


Tabela 6.3 — 2º modo de vibração (Torção)

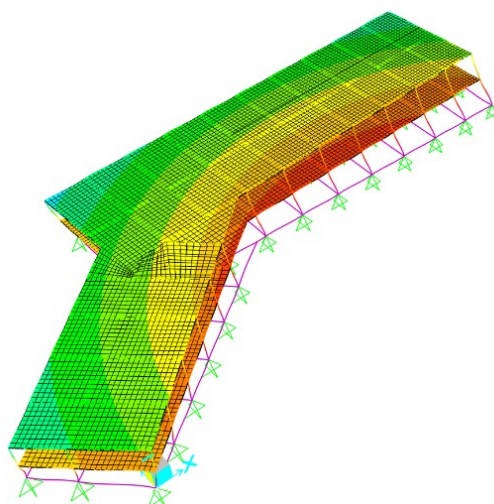


Tabela 6.4 — 3º modo de vibração (Translação em x)

7. VERIFICAÇÃO DA SEGURANÇA E DIMENSIONAMENTO

A verificação da segurança da estrutura, relativamente aos Estados Limite de Utilização e Estados Limite Últimos, foi realizada com base na análise estrutural anteriormente descrita e tendo em conta a regulamentação em vigor que se especifica em 8

7.1. ESTADOS LIMITES DE UTILIZAÇÃO (LAJE PISO 1)

Foram verificadas as deformações elásticas a longo prazo para a combinação quase-permanente de ações. Os valores obtidos foram comparados com os valores máximos admissíveis de $L/250$ (s/ divisórias) e $L/500$ (c/ divisórias). Considerou-se um coeficiente de fluência, $\varphi = 2.5$.

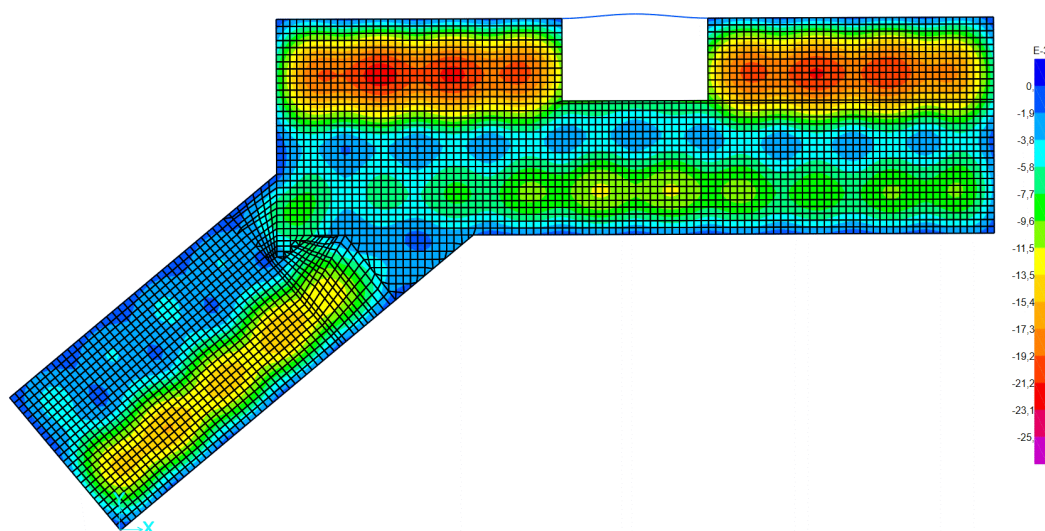


Figura 7.1.1 – Deformação vertical a longo prazo para a laje do piso 1.

7.2. ESTADOS LIMITES ÚLTIMO

Ao longo deste ponto ilustram-se exemplos da verificação de segurança ao estado limite último de alguns dos principais elementos do edifício.

7.2.1. LAJE DO PISO 1

As lajes foram dimensionadas com base nos esforços obtidos através do cálculo automático e tratados com o auxílio de uma folha de cálculo em Excel. As cargas na laje foram equilibradas somente por esforços de flexão ($m_{12} = 0$) para os Estados Limites Últimos. Para além disso, os diagramas de esforços apresentados correspondem à combinação fundamental de ações dos Estados Limites Últimos, tendo como variável base a sobrecarga. O dimensionamento e verificação das condições em serviço das lajes estão de acordo com a EN 1992-1-1.

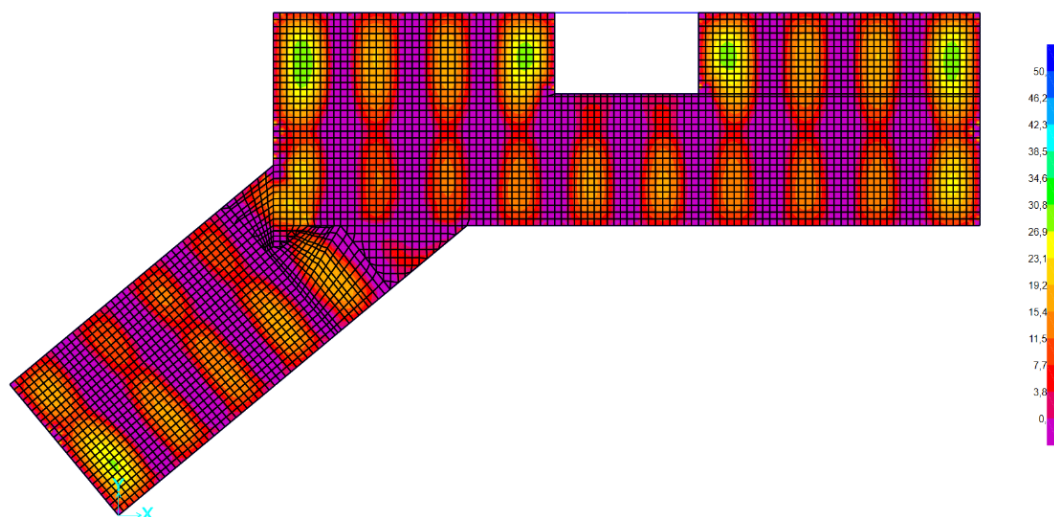


Figura 7.2.1.1 - Diagrama de momentos positivos atuantes m_{11} (kN.m/m).

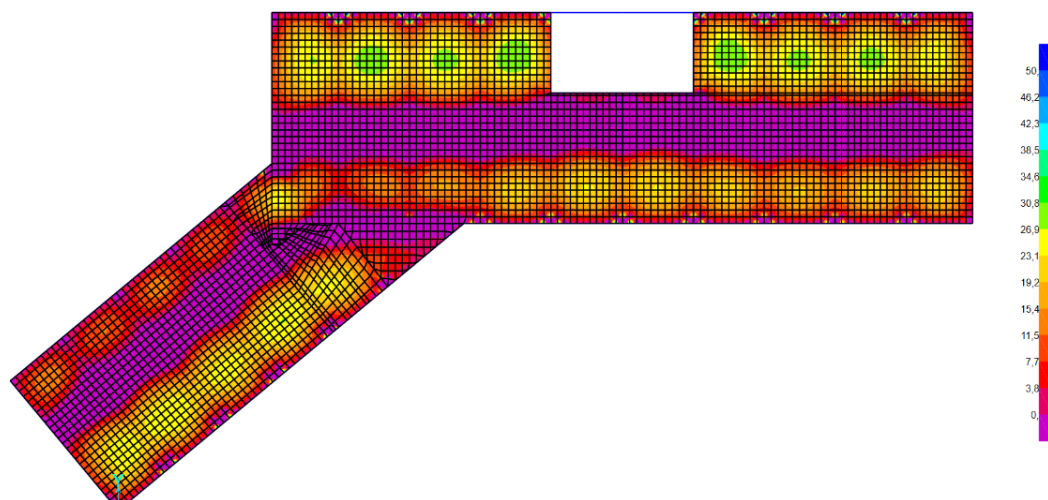


Figura 7.2.1.2 - Diagrama de momentos positivos atuantes m_{22} (kN.m/m).

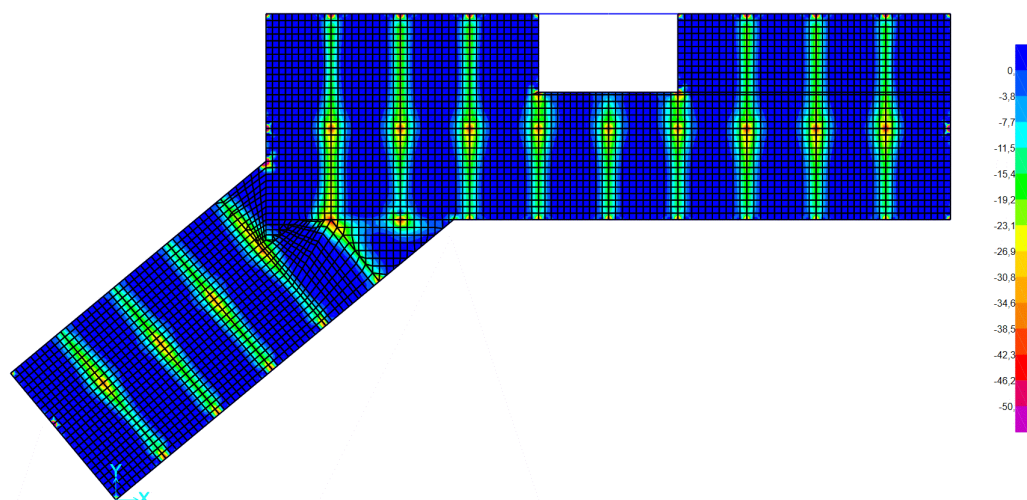


Figura 7.2.1.3 - Diagrama de momentos negativos atuantes m_{11} (kN.m/m).

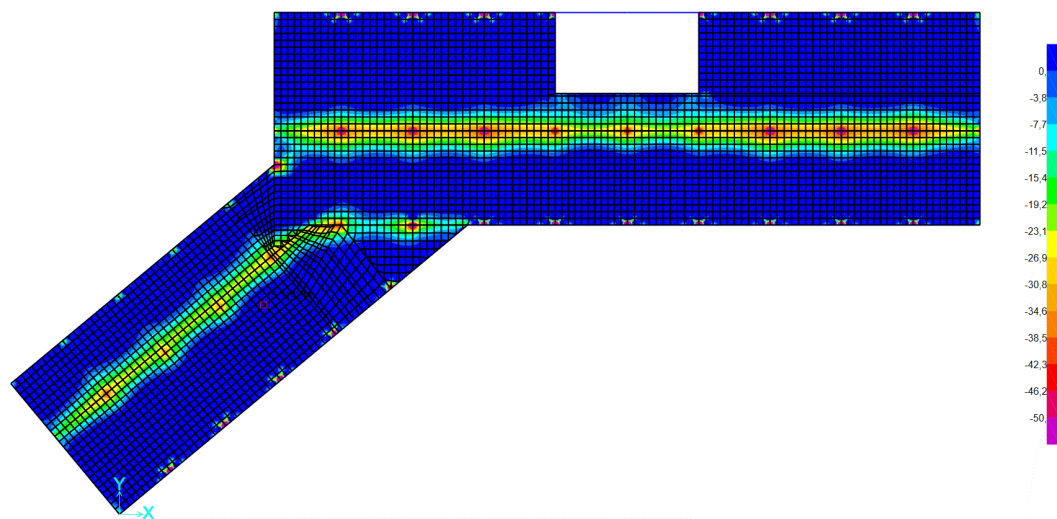


Figura 7.2.1.4 - Diagrama de momentos negativos atuantes m_{22} (kN.m/m).

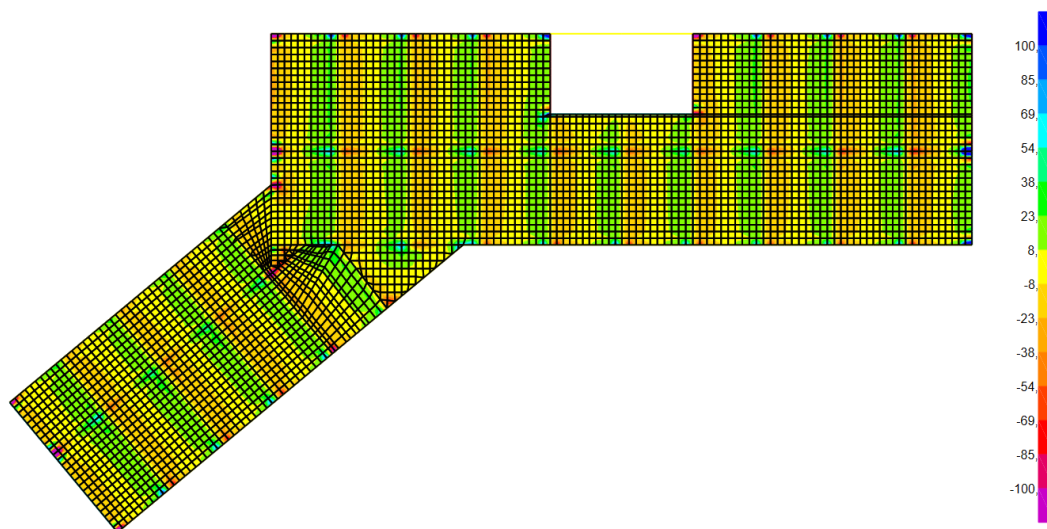


Figura 7.2.1.5 - Diagrama de esforço transversal atuantes v_{13} (kN/m).

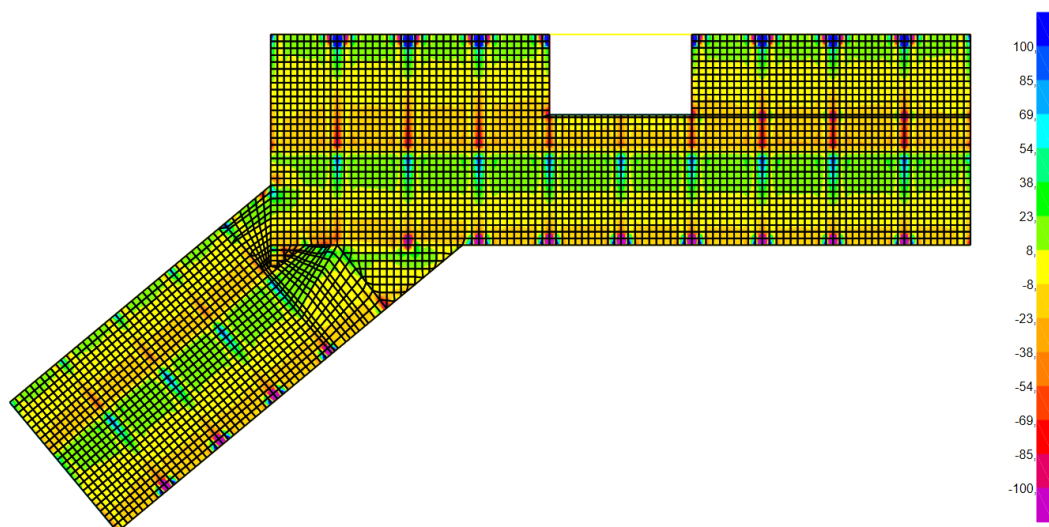


Figura 7.2.1.6 - Diagrama de esforço transverso atuantes v_{23} (kN/m).



ESFORÇOS RESISTENTES EM LAJES DE BETÃO ARMADO									
h= 0,18m		C30/ 37		f_{ctm}= 2,9MPa		c= 25mm		f_{cd}= 20,0MPa	
A500						f_{yd}= 435MPa			
Armadura	A _s cm ² /m	d m	ρ %	ω	ξ	m _{Rd} kNm/m	A _{sd} cm ² /m	Armadura de distribuição	V _{Rd} kN/m
ø6 //0,30	0,94	0,149	0,063	0,014			0,19	ø6 //0,35	
ø6 //0,25	1,13	0,149	0,076	0,017			0,23	ø6 //0,35	
ø6 //0,20	1,41	0,149	0,095	0,021			0,28	ø6 //0,35	
ø6 //0,175	1,62	0,149	0,108	0,024			0,32	ø6 //0,35	
ø8 //0,30	1,68	0,147	0,114	0,025			0,34	ø6 //0,35	
ø6 //0,15	1,88	0,149	0,127	0,028			0,38	ø6 //0,35	
ø8 //0,25	2,01	0,147	0,137	0,030			0,40	ø6 //0,35	
ø6 //0,125	2,26	0,149	0,152	0,033	0,983	14,4	0,45	ø6 //0,35	59,3
ø8 //0,20	2,51	0,147	0,171	0,037	0,981	15,8	0,50	ø6 //0,35	60,8
ø10 //0,30	2,62	0,145	0,181	0,039	0,980	16,2	0,52	ø6 //0,35	61,1
ø6 //0,10	2,83	0,149	0,190	0,041	0,979	17,9	0,57	ø6 //0,35	63,9
ø8 //0,175	2,87	0,147	0,195	0,042	0,978	18,0	0,57	ø6 //0,35	63,6
ø10 //0,25	3,14	0,145	0,217	0,047	0,976	19,3	0,63	ø6 //0,35	64,9
ø8 //0,15	3,35	0,147	0,228	0,050	0,975	20,9	0,67	ø6 //0,35	67,0
ø6 //0,075	3,77	0,149	0,253	0,055	0,972	23,7	0,75	ø6 //0,35	70,3
ø12 //0,30	3,77	0,143	0,264	0,057	0,971	22,7	0,75	ø6 //0,35	68,4
ø10 //0,20	3,93	0,145	0,271	0,059	0,970	24,0	0,79	ø6 //0,35	70,0
ø8 //0,125	4,02	0,147	0,274	0,059	0,969	24,9	0,80	ø6 //0,35	71,2
ø10 //0,175	4,49	0,145	0,310	0,067	0,965	27,3	0,90	ø6 //0,30 ou ø8 //0,35	73,1
ø12 //0,25	4,52	0,143	0,316	0,069	0,965	27,1	0,90	ø6 //0,30 ou ø8 //0,35	72,7
ø8 //0,10	5,03	0,147	0,342	0,074	0,962	30,9	1,01	ø6 //0,25 ou ø8 //0,35	76,7
ø10 //0,15	5,24	0,145	0,361	0,079	0,960	31,7	1,05	ø6 //0,25 ou ø8 //0,35	77,0
ø12 //0,20	5,65	0,143	0,395	0,086	0,956	33,6	1,13	ø6 //0,25 ou ø8 //0,35	78,3
ø10 //0,125	6,28	0,145	0,433	0,094	0,952	37,7	1,26	ø6 //0,20 ou ø8 //0,35	81,8
ø12 //0,175	6,46	0,143	0,452	0,098	0,950	38,2	1,29	ø6 //0,20 ou ø8 //0,35	81,8
ø8 //0,075	6,70	0,147	0,456	0,099	0,949	40,7	1,34	ø6 //0,20 ou ø8 //0,35	84,4
ø16 //0,30	6,70	0,139	0,482	0,105	0,946	38,3	1,34	ø6 //0,20 ou ø8 //0,35	81,3
ø12 //0,15	7,54	0,143	0,527	0,115	0,941	44,1	1,51	ø6 //0,15 ou ø8 //0,30	86,2
ø10 //0,10	7,85	0,145	0,542	0,118	0,939	46,5	1,57	ø8 //0,30 ou ø10 //0,35	88,1
ø16 //0,25	8,04	0,139	0,579	0,126	0,935	45,5	1,61	ø8 //0,30 ou ø10 //0,35	86,4
ø12 //0,125	9,05	0,143	0,633	0,138	0,929	52,3	1,81	ø8 //0,25 ou ø10 //0,35	91,5
ø16 //0,20	10,05	0,139	0,723	0,157	0,919	55,8	2,01	ø8 //0,25 ou ø10 //0,35	93,0
ø10 //0,075	10,47	0,145	0,722	0,157	0,919	60,7	2,09	ø8 //0,20 ou ø10 //0,35	97,0
ø20 //0,30	10,47	0,135	0,776	0,169	0,913	56,1	2,09	ø8 //0,20 ou ø10 //0,35	92,5
ø16 //0,175	11,49	0,139	0,827	0,180	0,908	63,0	2,30	ø8 //0,20 ou ø10 //0,30	97,3
ø12 //0,10	11,31	0,143	0,791	0,172	0,912	64,1	2,26	ø8 //0,20 ou ø10 //0,30	98,6
ø20 //0,25	12,57	0,135	0,931	0,202	0,896	66,1	2,51	ø8 //0,20 ou ø10 //0,30	98,3
ø16 //0,15	13,40	0,139	0,964	0,210	0,892	72,3	2,68	ø8 //0,15 ou ø10 //0,25	102,4
ø12 //0,075	15,08	0,143	1,055	0,229	0,882	82,7	3,02	ø10 //0,25 ou ø12 //0,35	108,5
ø20 //0,20	15,71	0,135	1,164	0,253	0,870	80,2	3,14	ø10 //0,25 ou ø12 //0,35	105,9
ø16 //0,125	16,08	0,139	1,157	0,252	0,871	84,6	3,22	ø10 //0,20 ou ø12 //0,35	108,8
ø25 //0,30	16,36	0,130	1,259	0,274			3,27	ø10 //0,20 ou ø12 //0,30	
ø20 //0,175	17,95	0,135	1,330	0,289	0,851	89,7	3,59	ø10 //0,20 ou ø12 //0,30	110,7
ø25 //0,25	19,63	0,130	1,510	0,328			3,93	ø10 //0,20 ou ø12 //0,25	
ø16 //0,10	20,11	0,139	1,446	0,314	0,838	101,9	4,02	ø10 //0,15 ou ø12 //0,25	117,2
ø20 //0,15	20,94	0,135	1,551	0,337	0,827	101,6	4,19	ø12 //0,25 ou ø16 //0,35	116,5
ø25 //0,20	24,54	0,130	1,888	0,410			4,91	ø12 //0,20 ou ø16 //0,35	
ø20 //0,125	25,13	0,135	1,862	0,405	0,792	116,8	5,03	ø12 //0,20 ou ø16 //0,35	123,8
ø16 //0,075	26,81	0,139	1,929	0,419	0,784	127,1	5,36	ø12 //0,20 ou ø16 //0,35	129,0
ø25 //0,175	28,05	0,130	2,158	0,469			5,61	ø12 //0,20 ou ø16 //0,35	
ø20 //0,10	31,42	0,135	2,327	0,506			6,28	ø12 //0,15 ou ø16 //0,30	
ø25 //0,15	32,72	0,130	2,517	0,547			6,54	ø16 //0,30 ou ø20 //0,35	
ø25 //0,125	39,27	0,130	3,021	0,657			7,85	ø16 //0,25 ou ø20 //0,35	
ø20 //0,075	41,89	0,135	3,103	0,675			8,38	ø16 //0,20 ou ø20 //0,35	
ø25 //0,10	49,09	0,130	3,776	0,821			9,82	ø16 //0,20 ou ø20 //0,30	
ø25 //0,075	65,45	0,130	5,035	1,094			13,09	ø16 //0,15 ou ø20 //0,20	

7.2.1. PILARES

Os pilares resistentes foram dimensionados com base nos esforços obtidos através do cálculo automático e tratados com o auxílio de uma folha de cálculo de Excel. O dimensionamento e verificação das condições em serviço dos elementos verticais estão de acordo com a EN 1992-1-1 e EN 1998-1-1.

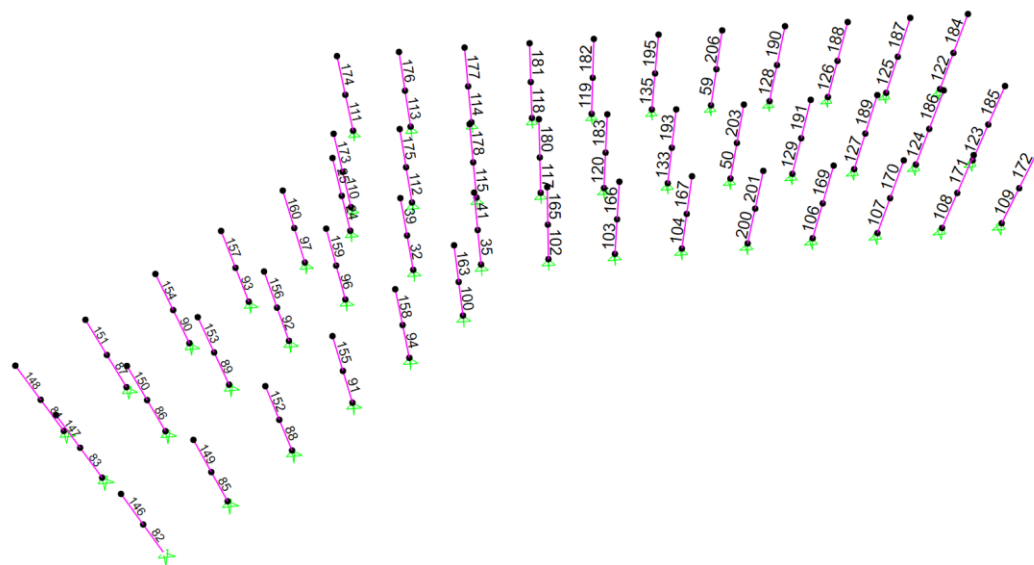


Figura 7.2.1.1 – Discretização do modelo tridimensional - Pilares.

Tabela 7.2.1.1 — Verificação de segurança aos pilares

Barra	Secção	Localização	Combinação	Armadura long. de cálculo [cm ²]	Armadura long. adotada		Rácio [-]
		[m]				[cm ²]	
24	P25X60	0	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
24	P25X60	2	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
24	P25X60	4	ULS-SIS 1Y	15,99	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,52
25	P25X60	0	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
25	P25X60	2	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
25	P25X60	4	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
32	P25X60	0	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
32	P25X60	2	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
32	P25X60	4	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
35	P25X60	0	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
35	P25X60	2	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
35	P25X60	4	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
39	P25X60	0	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49



39	P25X60	2	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
39	P25X60	4	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
41	P25X60	0	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
41	P25X60	2	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
41	P25X60	4	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
50	P25X60	0	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
50	P25X60	2	ULS-SIS 1Y	40,53	6Φ16 + 6Φ20	30,91	1,31
50	P25X60	2	ULS-SIS 1Y	32,28	6Φ16 + 6Φ20	30,91	1,04
50	P25X60	4	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
59	P25X60	0	ULS-SIS 1Y	23,24	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,75
59	P25X60	2	ULS-SIS 1Y	43,34	6Φ16 + 6Φ20	30,91	1,40
59	P25X60	2	ULS-SIS 1Y	42,16	6Φ16 + 6Φ20	30,91	1,36
59	P25X60	4	ULS-SIS 1Y	21,19	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,69
82	P25X60	0	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
82	P25X60	2	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
82	P25X60	4	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
83	P25X60	0	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
83	P25X60	2	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
83	P25X60	4	ULS-SIS 1X	18,28	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,59
84	P25X60	0	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
84	P25X60	2	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
84	P25X60	4	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
85	P25X60	0	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
85	P25X60	2	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
85	P25X60	4	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
86	P25X60	0	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
86	P25X60	2	ULS-SIS 1X	18,11	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,59
86	P25X60	4	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
87	P25X60	0	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
87	P25X60	2	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
87	P25X60	4	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
88	P25X60	0	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
88	P25X60	2	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
88	P25X60	4	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
89	P25X60	0	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
89	P25X60	2	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
89	P25X60	4	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
90	P25X60	0	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
90	P25X60	2	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
90	P25X60	4	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
91	P25X60	0	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
91	P25X60	2	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
91	P25X60	4	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
92	P25X60	0	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
92	P25X60	2	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49



92	P25X60	4	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
93	P25X60	0	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
93	P25X60	2	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
93	P25X60	4	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
94	P25X60	0	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
94	P25X60	2	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
94	P25X60	4	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
96	P25X60	0	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
96	P25X60	2	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
96	P25X60	4	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
97	P25X60	0	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
97	P25X60	2	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
97	P25X60	4	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
100	P25X60	0	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
100	P25X60	2	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
100	P25X60	4	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
102	P25X60	0	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
102	P25X60	2	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
102	P25X60	4	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
103	P25X60	0	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
103	P25X60	2	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
103	P25X60	4	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
104	P25X60	0	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
104	P25X60	2	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
104	P25X60	4	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
106	P25X60	0	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
106	P25X60	2	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
106	P25X60	4	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
107	P25X60	0	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
107	P25X60	2	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
107	P25X60	4	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
108	P25X60	0	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
108	P25X60	2	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
108	P25X60	4	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
109	P25X60	0	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
109	P25X60	2	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
109	P25X60	4	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
110	P25X60	0	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
110	P25X60	2	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
110	P25X60	4	ULS-SIS 1Y	19,38	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,63
111	P25X60	0	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
111	P25X60	2	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
111	P25X60	4	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
112	P25X60	0	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
112	P25X60	2	ULS-SIS 1Y	26,29	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,85



112	P25X60	4	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
113	P25X60	0	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
113	P25X60	2	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
113	P25X60	4	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
114	P25X60	0	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
114	P25X60	2	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
114	P25X60	4	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
115	P25X60	0	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
115	P25X60	2	ULS-SIS 1Y	25,43	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,82
115	P25X60	4	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
117	P25X60	0	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
117	P25X60	2	ULS-SIS 1Y	23,49	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,76
117	P25X60	4	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
118	P25X60	0	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
118	P25X60	2	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
118	P25X60	4	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
119	P25X60	0	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
119	P25X60	2	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
119	P25X60	4	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
120	P25X60	0	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
120	P25X60	2	ULS-SIS 1X	21,20	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,69
120	P25X60	4	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
122	P25X60	0	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
122	P25X60	2	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
122	P25X60	4	ULS-SIS 1Y	18,58	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,60
123	P25X60	0	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
123	P25X60	2	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
123	P25X60	4	ULS-SIS 1Y	18,15	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,59
124	P25X60	0	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
124	P25X60	2	ULS-SIS 1Y	20,12	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,65
124	P25X60	4	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
125	P25X60	0	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
125	P25X60	2	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
125	P25X60	4	ULS-SIS 1Y	16,49	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,53
126	P25X60	0	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
126	P25X60	2	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
126	P25X60	4	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
127	P25X60	0	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
127	P25X60	2	ULS-SIS 1Y	28,80	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,93
127	P25X60	4	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
128	P25X60	0	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
128	P25X60	2	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
128	P25X60	4	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
129	P25X60	0	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
129	P25X60	2	ULS-SIS 1Y	27,29	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,88



129	P25X60	4	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
133	P25X60	0	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
133	P25X60	2	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
133	P25X60	4	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
135	P25X60	0	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
135	P25X60	2	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
135	P25X60	4	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
146	P25X60	0	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
146	P25X60	2	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
146	P25X60	4	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
147	P25X60	0	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
147	P25X60	2	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
147	P25X60	4	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
148	P25X60	0	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
148	P25X60	2	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
148	P25X60	4	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
149	P25X60	0	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
149	P25X60	2	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
149	P25X60	4	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
150	P25X60	0	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
150	P25X60	2	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
150	P25X60	4	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
151	P25X60	0	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
151	P25X60	2	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
151	P25X60	4	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
152	P25X60	0	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
152	P25X60	2	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
152	P25X60	4	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
153	P25X60	0	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
153	P25X60	2	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
153	P25X60	4	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
154	P25X60	0	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
154	P25X60	2	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
154	P25X60	4	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
155	P25X60	0	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
155	P25X60	2	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
155	P25X60	4	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
156	P25X60	0	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
156	P25X60	2	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
156	P25X60	4	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
157	P25X60	0	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
157	P25X60	2	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
157	P25X60	4	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
158	P25X60	0	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
158	P25X60	2	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49



158	P25X60	4	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
159	P25X60	0	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
159	P25X60	2	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
159	P25X60	4	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
160	P25X60	0	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
160	P25X60	2	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
160	P25X60	4	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
163	P25X60	0	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
163	P25X60	2	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
163	P25X60	4	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
165	P25X60	0	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
165	P25X60	2	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
165	P25X60	4	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
166	P25X60	0	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
166	P25X60	2	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
166	P25X60	4	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
167	P25X60	0	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
167	P25X60	2	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
167	P25X60	4	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
169	P25X60	0	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
169	P25X60	2	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
169	P25X60	4	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
170	P25X60	0	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
170	P25X60	2	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
170	P25X60	4	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
171	P25X60	0	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
171	P25X60	2	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
171	P25X60	4	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
172	P25X60	0	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
172	P25X60	2	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
172	P25X60	4	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
173	P25X60	0	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
173	P25X60	2	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
173	P25X60	4	ULS-SIS 1Y	18,57	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,60
174	P25X60	0	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
174	P25X60	2	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
174	P25X60	4	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
175	P25X60	0	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
175	P25X60	2	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
175	P25X60	4	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
176	P25X60	0	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
176	P25X60	2	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
176	P25X60	4	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
177	P25X60	0	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
177	P25X60	2	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49



177	P25X60	4	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
178	P25X60	0	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
178	P25X60	2	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
178	P25X60	4	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
180	P25X60	0	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
180	P25X60	2	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
180	P25X60	4	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
181	P25X60	0	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
181	P25X60	2	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
181	P25X60	4	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
182	P25X60	0	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
182	P25X60	2	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
182	P25X60	4	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
183	P25X60	0	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
183	P25X60	2	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
183	P25X60	4	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
184	P25X60	0	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
184	P25X60	2	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
184	P25X60	4	ULS-SIS 1Y	21,29	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,69
185	P25X60	0	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
185	P25X60	2	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
185	P25X60	4	ULS-SIS 1Y	15,28	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
186	P25X60	0	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
186	P25X60	2	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
186	P25X60	4	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
187	P25X60	0	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
187	P25X60	2	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
187	P25X60	4	ULS-SIS 1Y	17,66	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,57
188	P25X60	0	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
188	P25X60	2	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
188	P25X60	4	ULS-SIS 1Y	18,10	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,59
189	P25X60	0	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
189	P25X60	2	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
189	P25X60	4	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
190	P25X60	0	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
190	P25X60	2	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
190	P25X60	4	ULS-SIS 1Y	17,83	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,58
191	P25X60	0	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
191	P25X60	2	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
191	P25X60	4	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
193	P25X60	0	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
193	P25X60	2	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
193	P25X60	4	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
195	P25X60	0	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
195	P25X60	2	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49



195	P25X60	4	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
200	P25X60	0	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
200	P25X60	2	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
200	P25X60	4	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
201	P25X60	0	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
201	P25X60	2	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
201	P25X60	4	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
203	P25X60	0	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
203	P25X60	2	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
203	P25X60	4	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
206	P25X60	0	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
206	P25X60	2	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49
206	P25X60	4	ULS-LL	15,00	6Φ16 + 6Φ20	30,91	0,49



8. REGULAMENTAÇÃO

O projeto foi concebido de acordo com o programa funcional e o projeto de arquitetura fornecidos, as Normas Portuguesas e demais regulamentações em vigor. Entre documentação diversa, foram tidos em consideração os seguintes documentos normativos e assimiláveis:

- NP EN 206-1 - Betão - Comportamento, Produção, Colocação e Critérios de Conformidade
- NP EN 13670-1 – Execução de estruturas de betão. Regras Gerais
- Especificação LNEC E378, Betões, Guia para utilização de ligantes hidráulicos
- Especificação LNEC E464 - Betões, Metodologia Prescritiva para a vida útil de projeto de 50 anos face às ações ambientais
- Regulamento de Segurança e Ações em Estruturas de Edifícios e Pontes, RSA
- Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-Esforçado, REBAP
- NP EN 1991-1 – Ações em estruturas
- NP EN 1992-1-1 – Projeto de estruturas de betão. Parte 1-1. Regras gerais e regras para edifícios.
- NP EN 1992-1-2 – Projeto de estruturas de betão. Parte 1-2. Regras gerais. – Verificação da resistência ao fogo
- NP EN 1993 – Projeto de estruturas de aço
- NP EN 1998-1 – Projeto de estruturas para resistência aos sismos. Parte 1: Regras gerais, ações sísmicas e regras para edifícios
- NP EN 1090 – Execução de estruturas de aço e de estruturas de alumínio

Amadora, 24/09/2021

Assinado por : **PEDRO BOTO SEMBLANO DA SILVA**

Num. de Identificação: BI135588421

Pedro Silva

(Eng. Civil – estruturas. O.E. nº 84650)

