


[illegible]

			
TÍTULO: MEMÓRIA MDE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – SALA DE REUNIÃO	Nº PLANAVE MC-H04-J04-0007	REV. PLANAVE 0	FOLHA: 2/74
	Nº CLIENTE UGP-CAF-NIT-0024	REV. CLIENTE 0	

ÍNDICE

1	DADOS GERAIS DA ESTRUTURA.....	3
2	NORMAS CONSIDERADAS.....	3
3	AÇÕES CONSIDERADAS.....	3
4	ESTADOS LIMITES.....	5
5	SITUAÇÕES DE PROJETO.....	5
6	DADOS GEOMÉTRICOS DE GRUPOS E PISOS.....	9
7	DADOS GEOMÉTRICOS DE PILARES, PILARES-PAREDES E CORTINAS .	9
8	DIMENSÕES, COEFICIENTES DE ENGASTAMENTO E COEFICIENTES DE FLAMBAGEM PARA CADA PISO	9
9	RELATÓRIO DE PANOS.....	10
10	LAJES E ELEMENTOS DE FUNDAÇÃO	12
11	MATERIAIS UTILIZADOS	12
12	ARMADURA DO RADIER	12
13	ARMADURA DAS VIGAS.....	18
14	ARM.PILARES.....	27
15	ARM. DE PUNÇÃO.....	34

			
TÍTULO: MEMÓRIA MDE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – SALA DE REUNIÃO	Nº PLANAVE MC-U04-J04-0007	REV. PLANAVE 0	FOLHA: 3/87
	Nº PLANAVE UGP-CAF-NIT-0024	REV. CLIENTE -	

1.- DADOS GERAIS DA ESTRUTURA

Projeto: ITAIPU - SALA DE REUNIÃO

2.- NORMAS CONSIDERADAS

Concreto: ABNT NBR 6118:2014

Aços dobrados: AISI

Aços laminados e soldados: ABNT NBR 8800:2008

Categoria de uso: Edificações comerciais, de escritórios e de acesso público

3.- AÇÕES CONSIDERADAS

3.1.- Verticais

Piso	S.C.U (kN/m²)	C. permanentes (kN/m²)
COBERTURA	0.5	0.5
TETO	0.5	0.5
RADIER	1.0	2.0

3.2.- Vento

NBR 6123. Forças devidas ao vento em edificações

Velocidade Básica: 37.00

Rugosidade: Categoria: II Classe: B

Fator Probabilístico: 1.00

Fator Topográfico: +X:1.00 -X:1.00 +Y:1.00 -Y:1.00

Larguras de faixa		
Plantas	Largura de faixa Y (m)	Largura de faixa X (m)
Em todas as plantas	4.90	6.80

Realiza-se análise dos efeitos de 2ª ordem

Valor para multiplicar os deslocamentos 1.43

			
TÍTULO: MEMÓRIA MDE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – SALA DE REUNIÃO	Nº PLANAVE MC-U04-J04-0007	REV. PLANAVE 0	FOLHA: 4/87
	Nº PLANAVE UGP-CAF-NIT-0024	REV. CLIENTE -	

Coeficientes de Cargas

+X: 1.00 -X:1.00

+Y: 1.00 -Y:1.00

Cargas de vento		
Planta	Vento X (kN)	Vento Y (kN)
COBERTURA	1.120	1.555
TETO	6.604	9.164




3.3.- Hipóteses/ações de carga

Automáticas	Peso próprio Cargas permanentes Sobrecarga Vento +X Vento -X Vento +Y Vento -Y
-------------	--

3.4.- Relatório de cargas

Cargas especiais introduzidas (em kN, kN/m e kN/m²)

Grupo	Hipótese	Tipo	Valor	Coordenadas
0	Cargas permanentes	Linear	5.50	(0.07, 4.79) (6.72, 4.79)
	Cargas permanentes	Linear	5.50	(6.72, 4.79) (6.72, 0.07)
	Cargas permanentes	Linear	5.50	(6.72, 0.07) (0.05, 0.07)
	Cargas permanentes	Linear	5.50	(0.07, 0.07) (0.07, 4.79)
1	Cargas permanentes	Linear	1.20	(0.07, 4.82) (3.39, 4.82)
	Cargas permanentes	Linear	1.20	(3.39, 4.82) (6.72, 4.82)
	Cargas permanentes	Linear	1.20	(0.07, 2.45) (0.07, 4.79)
	Cargas permanentes	Linear	1.20	(0.07, 0.10) (0.07, 2.45)
	Cargas permanentes	Linear	1.20	(0.07, 0.07) (2.50, 0.07)
	Cargas permanentes	Linear	1.20	(2.50, 0.07) (6.69, 0.07)
	Cargas permanentes	Linear	1.20	(6.72, 0.07) (6.72, 2.45)
	Cargas permanentes	Linear	1.20	(6.72, 2.45) (6.72, 4.79)

   			
TÍTULO: MEMÓRIA MDE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – SALA DE REUNIÃO	Nº PLANAVE MC-U04-J04-0007	REV. PLANAVE 0	FOLHA: 5/87
	Nº PLANAVE UGP-CAF-NIT-0024	REV. CLIENTE -	

4.- ESTADOS LIMITES

E.L.U. Concreto E.L.Util Fissuração. Concreto E.L.U. Concreto em fundações	ABNT NBR 6118:2014(ELU)
Tensões sobre o terreno Deslocamentos	Ações características

5.- SITUAÇÕES DE PROJETO

Para as distintas situações de projeto, as combinações de ações serão definidas de acordo com os seguintes critérios:

- Com coeficientes de combinação

- Sem coeficientes de combinação

- Onde:

G_k Ação permanente

P_k Ação de pré-esforço

Q_k Ação variável

γ_G Coeficiente parcial de segurança das ações permanentes

γ_P Coeficiente parcial de segurança da ação de pré-esforço

$\gamma_{Q,1}$ Coeficiente parcial de segurança da ação variável principal

$\gamma_{Q,i}$ Coeficiente parcial de segurança das ações variáveis de acompanhamento

$\psi_{p,1}$ Coeficiente de combinação da ação variável principal

$\psi_{a,i}$ Coeficiente de combinação das ações variáveis de acompanhamento

5.1.- Coeficientes parciais de segurança (γ) e coeficientes de combinação (ψ)

Para cada situação de projeto e estado limite, os coeficientes a utilizar serão:

E.L.U. Concreto: ABNT NBR 6118:2014

E.L.U. Concreto em fundações: ABNT NBR 6118:2014

TÍTULO: MEMÓRIA MDE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – SALA DE REUNIÃO	Nº PLANAVE MC-U04-J04-0007	REV. PLANAVE 0	FOLHA: 6/87
	Nº PLANAVE UGP-CAF-NIT-0024	REV. CLIENTE -	

Situação 1				
	Coeficientes parciais de segurança (γ)		Coeficientes de combinação (ψ)	
	Favorável	Desfavorável	Principal (ψ_p)	Acompanhamento (ψ_a)
Permanente (G)	1.000	1.400	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.400	1.000	0.700
Vento (Q)	0.000	1.400	1.000	0.600

E.L.Util Fissuração. Concreto: ABNT NBR 6118:2014

Situação 1				
	Coeficientes parciais de segurança (γ)		Coeficientes de combinação (ψ)	
	Favorável	Desfavorável	Principal (ψ_p)	Acompanhamento (ψ_a)
Permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	0.600	0.400
Vento (Q)	0.000	1.000	0.300	0.000

Tensões sobre o terreno

Ações variáveis sem sismo		
	Coeficientes parciais de segurança (γ)	
	Favorável	Desfavorável
Permanente (G)	1.000	1.000
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000
Vento (Q)	0.000	1.000

Deslocamentos

Ações variáveis sem sismo		
	Coeficientes parciais de segurança (γ)	
	Favorável	Desfavorável
Permanente (G)	1.000	1.000
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000
Vento (Q)	0.000	1.000

TÍTULO: MEMÓRIA MDE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – SALA DE REUNIÃO	Nº PLANAVE MC-U04-J04-0007	REV. PLANAVE 0	FOLHA: 7/87
	Nº PLANAVE UGP-CAF-NIT-0024	REV. CLIENTE -	

5.2.- Combinações

■ Nomes das ações

PP Peso próprio
CP Cargas permanentes
Qa Sobrecarga
V(+X) Vento +X
V(-X) Vento -X
V(+Y) Vento +Y
V(-Y) Vento -Y

■ E.L.U. Concreto

■ E.L.U. Concreto em fundações

Comb.	PP	CP	Qa	V(+X)	V(-X)	V(+Y)	V(-Y)
1	1.000	1.000					
2	1.400	1.400					
3	1.000	1.000	1.400				
4	1.400	1.400	1.400				
5	1.000	1.000		1.400			
6	1.400	1.400		1.400			
7	1.000	1.000	0.980	1.400			
8	1.400	1.400	0.980	1.400			
9	1.000	1.000	1.400	0.840			
10	1.400	1.400	1.400	0.840			
11	1.000	1.000			1.400		
12	1.400	1.400			1.400		
13	1.000	1.000	0.980		1.400		
14	1.400	1.400	0.980		1.400		
15	1.000	1.000	1.400		0.840		
16	1.400	1.400	1.400		0.840		
17	1.000	1.000				1.400	
18	1.400	1.400				1.400	
19	1.000	1.000	0.980			1.400	
20	1.400	1.400	0.980			1.400	
21	1.000	1.000	1.400			0.840	
22	1.400	1.400	1.400			0.840	
23	1.000	1.000					1.400
24	1.400	1.400					1.400
25	1.000	1.000	0.980				1.400

TÍTULO: MEMÓRIA MDE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – SALA DE REUNIÃO	Nº PLANAVE MC-U04-J04-0007	REV. PLANAVE 0	FOLHA: 8/87
	Nº PLANAVE UGP-CAF-NIT-0024	REV. CLIENTE -	

Comb.	PP	CP	Qa	V(+X)	V(-X)	V(+Y)	V(-Y)
26	1.400	1.400	0.980				1.400
27	1.000	1.000	1.400				0.840
28	1.400	1.400	1.400				0.840

■ E.L.Util Fissuração. Concreto

Comb.	PP	CP	Qa	V(+X)	V(-X)	V(+Y)	V(-Y)
1	1.000	1.000					
2	1.000	1.000	0.600				
3	1.000	1.000		0.300			
4	1.000	1.000	0.400	0.300			
5	1.000	1.000			0.300		
6	1.000	1.000	0.400		0.300		
7	1.000	1.000				0.300	
8	1.000	1.000	0.400			0.300	
9	1.000	1.000					0.300
10	1.000	1.000	0.400				0.300

■ Tensões sobre o terreno

■ Deslocamentos

Comb.	PP	CP	Qa	V(+X)	V(-X)	V(+Y)	V(-Y)
1	1.000	1.000					
2	1.000	1.000	1.000				
3	1.000	1.000		1.000			
4	1.000	1.000	1.000	1.000			
5	1.000	1.000			1.000		
6	1.000	1.000	1.000		1.000		
7	1.000	1.000				1.000	
8	1.000	1.000	1.000			1.000	
9	1.000	1.000					1.000
10	1.000	1.000	1.000				1.000

TÍTULO: MEMÓRIA MDE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – SALA DE REUNIÃO	Nº PLANAVE MC-U04-J04-0007	REV. PLANAVE 0	FOLHA: 9/87
	Nº PLANAVE UGP-CAF-NIT-0024	REV. CLIENTE -	

6.- DADOS GEOMÉTRICOS DE GRUPOS E PISOS

Grupo	Nome do grupo	Piso	Nome piso	Altura	Cota
2	Piso 2	2	Piso 2	0.65	3.95
1	Piso 1	1	Piso 1	3.30	3.30
0	Fundação				0.00

7.- DADOS GEOMÉTRICOS DE PILARES, PILARES-PAREDES E CORTINAS

7.1.- Pilares

GI: grupo inicial

GF: grupo final

Ang: ângulo do pilar em graus sexagesimais

Dados dos pilares

Referência	Coord(P.Fixo)	GI- GF	Vinculação exterior	Ang.	Ponto fixo
P1	(0.07, 4.79)	0-2	Sem vinculação exterior	90.0	Centro
P2	(3.40, 4.82)	0-2	Sem vinculação exterior	0.0	Centro
P3	(6.72, 4.79)	0-2	Sem vinculação exterior	90.0	Centro
P4	(0.07, 2.45)	0-2	Sem vinculação exterior	90.0	Centro
P5	(6.72, 2.45)	0-2	Sem vinculação exterior	90.0	Centro
P6	(0.07, 0.10)	0-2	Sem vinculação exterior	90.0	Centro
P7	(2.50, 0.07)	0-2	Sem vinculação exterior	0.0	Centro
P8	(6.69, 0.07)	0-2	Sem vinculação exterior	0.0	Centro

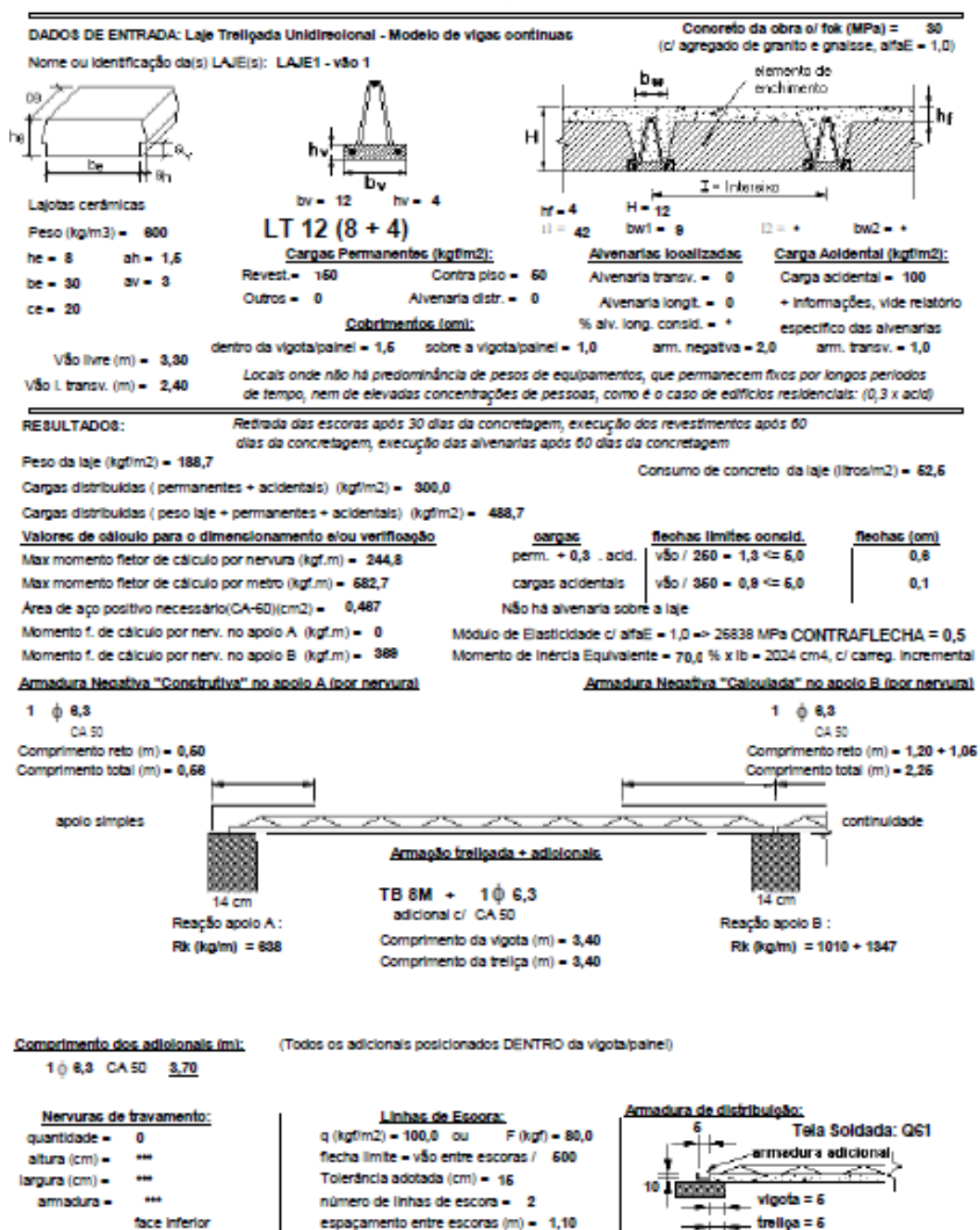
8.- DIMENSÕES, COEFICIENTES DE ENGASTAMENTO E COEFICIENTES DE FLAMBAGEM PARA CADA PISO

Pilar	Piso	Dimensões (cm)	Coeficiente de engastamento		Coeficiente de flambagem		Coeficiente de rigidez axial
			Ext.Superior	Ext.Inferior	X	Y	
Para todos os pilares	2	25x15	0.30	1.00	1.00	1.00	2.00
	1	25x15	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00

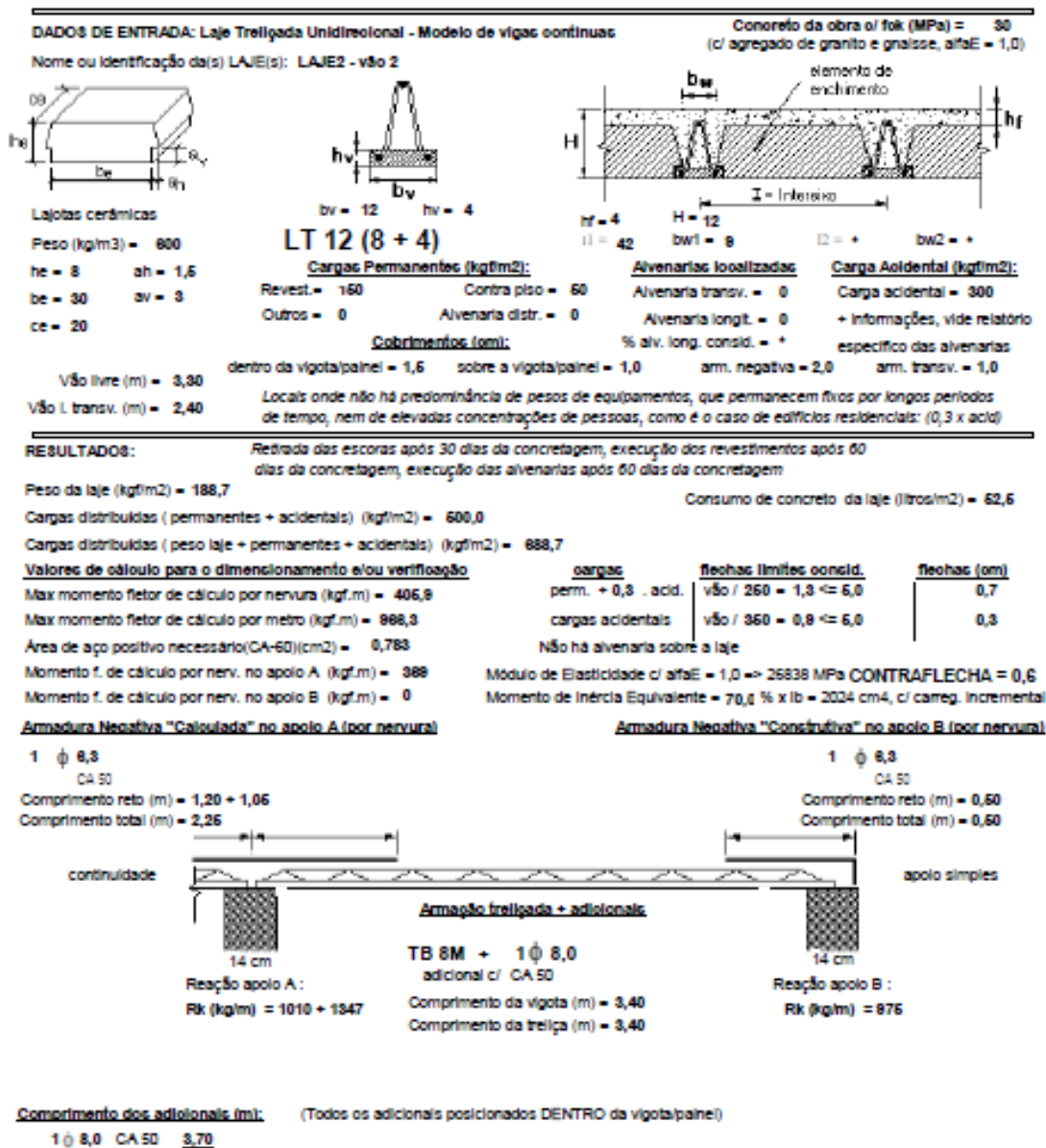
TÍTULO: MEMÓRIA MDE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – SALA DE REUNIÃO	Nº PLANAVE MC-U04-J04-0007	REV. PLANAVE 0	FOLHA: 10/87
	Nº PLANAVE UGP-CAF-NIT-0024	REV. CLIENTE -	

9.- RELATÓRIO DE PANOS

Tipos de lajes consideradas



TÍTULO: MEMÓRIA MDE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – SALA DE REUNIÃO	Nº PLANAVE MC-U04-J04-0007	REV. PLANAVE 0	FOLHA: 11/87
	Nº PLANAVE UGP-CAF-NIT-0024	REV. CLIENTE -	



TÍTULO: MEMÓRIA MDE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – SALA DE REUNIÃO	Nº PLANAVE MC-U04-J04-0007	REV. PLANAVE 0	FOLHA: 12/87
	Nº PLANAVE UGP-CAF-NIT-0024	REV. CLIENTE -	

10.- LAJES E ELEMENTOS DE FUNDAÇÃO

Lajes fundação	Altura (cm)	Coef. de recalque (kN/m³)	Tensão admissível em combinações fundamentais (MPa)	Tensão admissível em combinações acidentais (MPa)
Todas	18	13000.00	0.050	0.050

11.- MATERIAIS UTILIZADOS

11.1.- Concretos

Elemento	Concreto	f_{ck} (MPa)	α_c	Agregado		E_c (MPa)
				Natureza	Tamanho máximo (mm)	
Todos	C35, em geral	35	1.40	Calcário	19	26463

11.2.- Aços por elemento

11.2.1.- Aços em barras

Elemento	Aço	f_{yk} (MPa)	α_s
Todos	CA-50	500	1.15

11.2.2.- Aços em perfis

Tipo de aço para perfis	Aço	Limite elástico (MPa)	Módulo de elasticidade (GPa)
Aço dobrado	A-36	250	205
Aço laminado	A-36	250	200

12. – ARMADURA DO RADIER

Malha 1: Laje maciça

Vigas longitudinais

			
TÍTULO: MEMÓRIA MDE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – SALA DE REUNIÃO	Nº PLANAVE MC-U04-J04-0007	REV. PLANAVE 0	FOLHA: 13/87
	Nº PLANAVE UGP-CAF-NIT-0024	REV. CLIENTE -	

Armadura Base Inferior: Não se coloca

Armadura Base Superior: Não se coloca

Altura: 18

Viga 3: (y= -0.80) Inferior 12+ (x= -0.98)-(x= 7.75) +12 1Ø6.3c/10

Superior 16+ (x= -0.98)-(x= 7.75) +16 1Ø6.3c/10

Viga 4: (y= -0.55) Inferior 12+ (x= -0.98)-(x= 7.75) +12 1Ø6.3c/10

Superior 16+ (x= -0.98)-(x= 7.75) +16 1Ø6.3c/10

Viga 5: (y= -0.30) Inferior 12+ (x= -0.98)-(x= 7.75) +12 1Ø6.3c/10

Superior 16+ (x= -0.98)-(x= 7.75) +16 1Ø6.3c/10

Viga 6: (y= -0.05) Inferior 12+ (x= -0.98)-(x= 7.75) +12 1Ø6.3c/10

Superior 16+ (x= -0.98)-(x= 7.75) +16 1Ø6.3c/10

Viga 7: (y= 0.20) Inferior 12+ (x= -0.98)-(x= 7.75) +12 1Ø6.3c/10

Superior 16+ (x= -0.98)-(x= 7.75) +16 1Ø6.3c/10

Viga 8: (y= 0.45) Inferior 12+ (x= -0.98)-(x= 7.75) +12 1Ø6.3c/10

Superior 16+ (x= -0.98)-(x= 7.75) +16 1Ø6.3c/10

Viga 9: (y= 0.70) Inferior 12+ (x= -0.98)-(x= 7.75) +12 1Ø6.3c/10

Superior 16+ (x= -0.98)-(x= 7.75) +16 1Ø6.3c/10

Viga 10: (y= 0.95) Inferior 12+ (x= -0.98)-(x= 7.75) +12 1Ø6.3c/10

Superior 16+ (x= -0.98)-(x= 7.75) +16 1Ø6.3c/10

Viga 11: (y= 1.20) Inferior 12+ (x= -0.98)-(x= 7.75) +12 1Ø6.3c/10

Superior 16+ (x= -0.98)-(x= 7.75) +16 1Ø6.3c/10

Viga 12: (y= 1.45) Inferior 12+ (x= -0.98)-(x= 7.75) +12 1Ø6.3c/10

Superior 16+ (x= -0.98)-(x= 7.75) +16 1Ø6.3c/10

Viga 13: (y= 1.70) Inferior 12+ (x= -0.98)-(x= 7.75) +12 1Ø6.3c/10


Superior 16+ (x= -0.98)-(x= 7.75) +16 1Ø6.3c/10

Viga 14: (y= 1.95) Inferior 12+ (x= -0.98)-(x= 7.75) +12 1Ø6.3c/10

Superior 16+ (x= -0.98)-(x= 7.75) +16 1Ø6.3c/10

Viga 15: (y= 2.20) Inferior 12+ (x= -0.98)-(x= 7.75) +12 1Ø6.3c/10

Superior 16+ (x= -0.98)-(x= 7.75) +16 1Ø6.3c/10

			
TÍTULO: MEMÓRIA MDE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – SALA DE REUNIÃO	Nº PLANAVE MC-U04-J04-0007	REV. PLANAVE 0	FOLHA: 14/87
	Nº PLANAVE UGP-CAF-NIT-0024	REV. CLIENTE -	

Viga 16: (y= 2.45) Inferior 12+ (x= -0.98)-(x= 7.75) +12 1Ø6.3c/10

Superior 16+ (x= -0.98)-(x= 7.75) +16 1Ø6.3c/10

Viga 17: (y= 2.70) Inferior 12+ (x= -0.98)-(x= 7.75) +12 1Ø6.3c/10

Superior 16+ (x= -0.98)-(x= 7.75) +16 1Ø6.3c/10

Viga 18: (y= 2.95) Inferior 12+ (x= -0.98)-(x= 7.75) +12 1Ø6.3c/10

Superior 16+ (x= -0.98)-(x= 7.75) +16 1Ø6.3c/10

Viga 19: (y= 3.20) Inferior 12+ (x= -0.98)-(x= 7.75) +12 1Ø6.3c/10

Superior 16+ (x= -0.98)-(x= 7.75) +16 1Ø6.3c/10

Viga 20: (y= 3.45) Inferior 12+ (x= -0.98)-(x= 7.75) +12 1Ø6.3c/10

Superior 16+ (x= -0.98)-(x= 7.75) +16 1Ø6.3c/10

Viga 21: (y= 3.70) Inferior 12+ (x= -0.98)-(x= 7.75) +12 1Ø6.3c/10

Superior 16+ (x= -0.98)-(x= 7.75) +16 1Ø6.3c/10

Viga 22: (y= 3.95) Inferior 12+ (x= -0.98)-(x= 7.75) +12 1Ø6.3c/10

Superior 16+ (x= -0.98)-(x= 7.75) +16 1Ø6.3c/10

Viga 23: (y= 4.20) Inferior 12+ (x= -0.98)-(x= 7.75) +12 1Ø6.3c/10

Superior 16+ (x= -0.98)-(x= 7.75) +16 1Ø6.3c/10

Viga 24: (y= 4.45) Inferior 12+ (x= -0.98)-(x= 7.75) +12 1Ø6.3c/10

Superior 16+ (x= -0.98)-(x= 7.75) +16 1Ø6.3c/10

Viga 25: (y= 4.70) Inferior 12+ (x= -0.98)-(x= 7.75) +12 1Ø6.3c/10

Superior 16+ (x= -0.98)-(x= 7.75) +16 1Ø6.3c/10

Viga 26: (y= 4.95) Inferior 12+ (x= -0.98)-(x= 7.75) +12 1Ø6.3c/10

Superior 16+ (x= -0.98)-(x= 7.75) +16 1Ø6.3c/10

Viga 27: (y= 5.20) Inferior 12+ (x= -0.98)-(x= 7.75) +12 1Ø6.3c/10


Superior 16+ (x= -0.98)-(x= 7.75) +16 1Ø6.3c/10

Viga 28: (y= 5.45) Inferior 12+ (x= -0.98)-(x= 7.75) +12 1Ø6.3c/10

Superior 16+ (x= -0.98)-(x= 7.75) +16 1Ø6.3c/10

Viga 29: (y= 5.70) Inferior 12+ (x= -0.98)-(x= 7.75) +12 1Ø6.3c/10

Superior 16+ (x= -0.98)-(x= 7.75) +16 1Ø6.3c/10

			
TÍTULO: MEMÓRIA MDE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – SALA DE REUNIÃO	Nº PLANAVE MC-U04-J04-0007	REV. PLANAVE 0	FOLHA: 15/87
	Nº PLANAVE UGP-CAF-NIT-0024	REV. CLIENTE -	

Vigas transversais

Armadura Base Inferior: Não se coloca

Armadura Base Superior: Não se coloca

Altura: 18

Viga 2: (x= -0.87) Inferior 12+ (y= -0.97)-(y= 5.87) +12 1Ø6.3c/10

Superior 16+ (y= -0.97)-(y= 5.87) +16 1Ø6.3c/10

Viga 3: (x= -0.62) Inferior 12+ (y= -0.97)-(y= 5.87) +12 1Ø6.3c/10

Superior 16+ (y= -0.97)-(y= 5.87) +16 1Ø6.3c/10

Viga 4: (x= -0.37) Inferior 12+ (y= -0.97)-(y= 5.87) +12 1Ø6.3c/10

Superior 16+ (y= -0.97)-(y= 5.87) +16 1Ø6.3c/10

Viga 5: (x= -0.12) Inferior 12+ (y= -0.97)-(y= 5.87) +12 1Ø6.3c/10

Superior 16+ (y= -0.97)-(y= 5.87) +16 1Ø6.3c/10

Viga 6: (x= 0.14) Inferior 12+ (y= -0.97)-(y= 5.87) +12 1Ø6.3c/10

Superior 16+ (y= -0.97)-(y= 5.87) +16 1Ø6.3c/10

Viga 7: (x= 0.38) Inferior 12+ (y= -0.97)-(y= 5.87) +12 1Ø6.3c/10

Superior 16+ (y= -0.97)-(y= 5.87) +16 1Ø6.3c/10

Viga 8: (x= 0.63) Inferior 12+ (y= -0.97)-(y= 5.87) +12 1Ø6.3c/10

Superior 16+ (y= -0.97)-(y= 5.87) +16 1Ø6.3c/10

Viga 9: (x= 0.88) Inferior 12+ (y= -0.97)-(y= 5.87) +12 1Ø6.3c/10

Superior 16+ (y= -0.97)-(y= 5.87) +16 1Ø6.3c/10

Viga 10: (x= 1.13) Inferior 12+ (y= -0.97)-(y= 5.87) +12 1Ø6.3c/10

Superior 16+ (y= -0.97)-(y= 5.87) +16 1Ø6.3c/10

Viga 11: (x= 1.38) Inferior 12+ (y= -0.97)-(y= 5.87) +12 1Ø6.3c/10

Superior 16+ (y= -0.97)-(y= 5.87) +16 1Ø6.3c/10


Viga 12: (x= 1.63) Inferior 12+ (y= -0.97)-(y= 5.87) +12 1Ø6.3c/10

Superior 16+ (y= -0.97)-(y= 5.87) +16 1Ø6.3c/10

Viga 13: (x= 1.88) Inferior 12+ (y= -0.97)-(y= 5.87) +12 1Ø6.3c/10

Superior 16+ (y= -0.97)-(y= 5.87) +16 1Ø6.3c/10

Viga 14: (x= 2.13) Inferior 12+ (y= -0.97)-(y= 5.87) +12 1Ø6.3c/10

			
TÍTULO: MEMÓRIA MDE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – SALA DE REUNIÃO	Nº PLANAVE MC-U04-J04-0007	REV. PLANAVE 0	FOLHA: 16/87
	Nº PLANAVE UGP-CAF-NIT-0024	REV. CLIENTE -	

Superior 16+ (y= -0.97)-(y= 5.87) +16 1Ø6.3c/10

Viga 15: (x= 2.38) Inferior 12+ (y= -0.97)-(y= 5.87) +12 1Ø6.3c/10

Superior 16+ (y= -0.97)-(y= 5.87) +16 1Ø6.3c/10

Viga 16: (x= 2.63) Inferior 12+ (y= -0.97)-(y= 5.87) +12 1Ø6.3c/10

Superior 16+ (y= -0.97)-(y= 5.87) +16 1Ø6.3c/10

Viga 17: (x= 2.88) Inferior 12+ (y= -0.97)-(y= 5.87) +12 1Ø6.3c/10

Superior 16+ (y= -0.97)-(y= 5.87) +16 1Ø6.3c/10

Viga 18: (x= 3.13) Inferior 12+ (y= -0.97)-(y= 5.87) +12 1Ø6.3c/10

Superior 16+ (y= -0.97)-(y= 5.87) +16 1Ø6.3c/10

Viga 19: (x= 3.38) Inferior 12+ (y= -0.97)-(y= 5.87) +12 1Ø6.3c/10

Superior 16+ (y= -0.97)-(y= 5.87) +16 1Ø6.3c/10

Viga 20: (x= 3.63) Inferior 12+ (y= -0.97)-(y= 5.87) +12 1Ø6.3c/10

Superior 16+ (y= -0.97)-(y= 5.87) +16 1Ø6.3c/10

Viga 21: (x= 3.88) Inferior 12+ (y= -0.97)-(y= 5.87) +12 1Ø6.3c/10

Superior 16+ (y= -0.97)-(y= 5.87) +16 1Ø6.3c/10

Viga 22: (x= 4.14) Inferior 12+ (y= -0.97)-(y= 5.87) +12 1Ø6.3c/10

Superior 16+ (y= -0.97)-(y= 5.87) +16 1Ø6.3c/10

Viga 23: (x= 4.39) Inferior 12+ (y= -0.97)-(y= 5.87) +12 1Ø6.3c/10

Superior 16+ (y= -0.97)-(y= 5.87) +16 1Ø6.3c/10

Viga 24: (x= 4.64) Inferior 12+ (y= -0.97)-(y= 5.87) +12 1Ø6.3c/10

Superior 16+ (y= -0.97)-(y= 5.87) +16 1Ø6.3c/10

Viga 25: (x= 4.89) Inferior 12+ (y= -0.97)-(y= 5.87) +12 1Ø6.3c/10

Superior 16+ (y= -0.97)-(y= 5.87) +16 1Ø6.3c/10

Viga 26: (x= 5.14) Inferior 12+ (y= -0.97)-(y= 5.87) +12 1Ø6.3c/10

Superior 16+ (y= -0.97)-(y= 5.87) +16 1Ø6.3c/10

Viga 27: (x= 5.39) Inferior 12+ (y= -0.97)-(y= 5.87) +12 1Ø6.3c/10

Superior 16+ (y= -0.97)-(y= 5.87) +16 1Ø6.3c/10

Viga 28: (x= 5.64) Inferior 12+ (y= -0.97)-(y= 5.87) +12 1Ø6.3c/10

Superior 16+ (y= -0.97)-(y= 5.87) +16 1Ø6.3c/10

			
TÍTULO: MEMÓRIA MDE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – SALA DE REUNIÃO	Nº PLANAVE MC-U04-J04-0007	REV. PLANAVE 0	FOLHA: 17/87
	Nº PLANAVE UGP-CAF-NIT-0024	REV. CLIENTE -	

Viga 29: (x= 5.89) Inferior 12+ (y= -0.97)-(y= 5.87) +12 1Ø6.3c/10

Superior 16+ (y= -0.97)-(y= 5.87) +16 1Ø6.3c/10

Viga 30: (x= 6.14) Inferior 12+ (y= -0.97)-(y= 5.87) +12 1Ø6.3c/10

Superior 16+ (y= -0.97)-(y= 5.87) +16 1Ø6.3c/10

Viga 31: (x= 6.39) Inferior 12+ (y= -0.97)-(y= 5.87) +12 1Ø6.3c/10

Superior 16+ (y= -0.97)-(y= 5.87) +16 1Ø6.3c/10

Viga 32: (x= 6.64) Inferior 12+ (y= -0.97)-(y= 5.87) +12 1Ø6.3c/10

Superior 16+ (y= -0.97)-(y= 5.87) +16 1Ø6.3c/10

Viga 33: (x= 6.89) Inferior 12+ (y= -0.97)-(y= 5.87) +12 1Ø6.3c/10

Superior 16+ (y= -0.97)-(y= 5.87) +16 1Ø6.3c/10

Viga 34: (x= 7.14) Inferior 12+ (y= -0.97)-(y= 5.87) +12 1Ø6.3c/10

Superior 16+ (y= -0.97)-(y= 5.87) +16 1Ø6.3c/10

Viga 35: (x= 7.39) Inferior 12+ (y= -0.97)-(y= 5.87) +12 1Ø6.3c/10

Superior 16+ (y= -0.97)-(y= 5.87) +16 1Ø6.3c/10

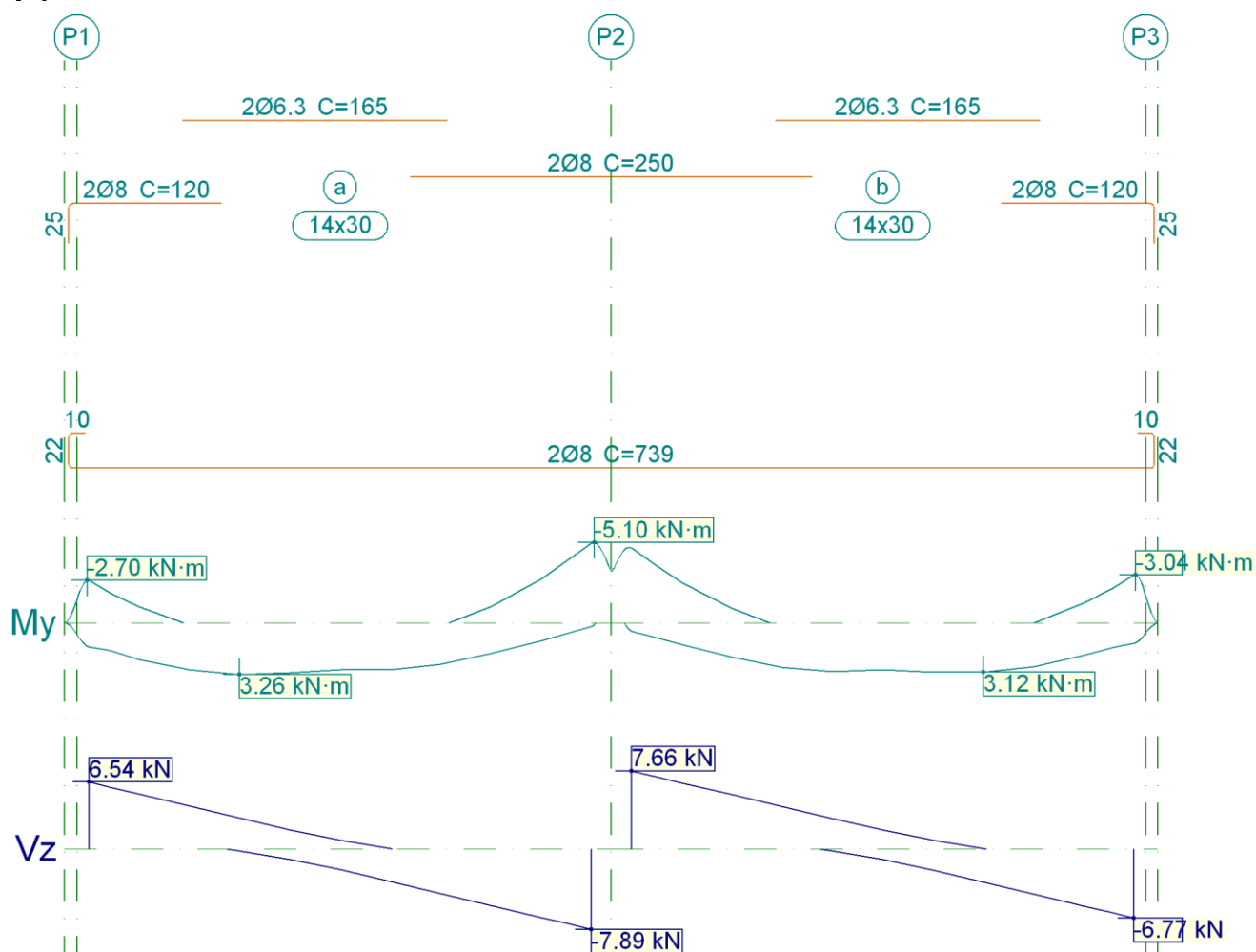
Viga 36: (x= 7.64) Inferior 12+ (y= -0.97)-(y= 5.87) +12 1Ø6.3c/10

Superior 16+ (y= -0.97)-(y= 5.87) +16 1Ø6.3c/10

TÍTULO: MEMÓRIA MDE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – SALA DE REUNIÃO	Nº PLANAVE MC-U04-J04-0007	REV. PLANAVE 0	FOLHA: 18/87
	Nº PLANAVE UGP-CAF-NIT-0024	REV. CLIENTE -	

13. – ARMADURA DAS VIGAS

V 1

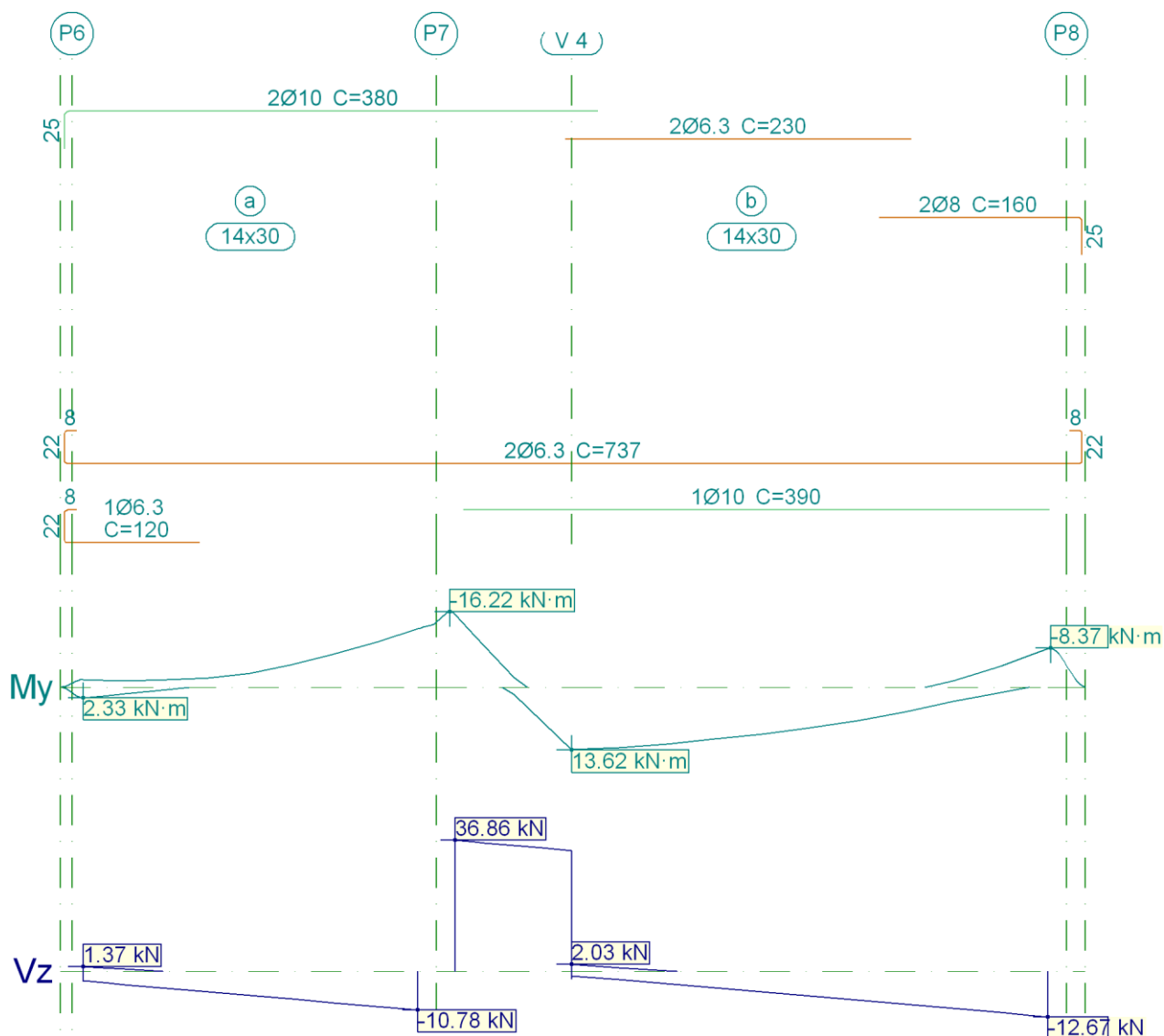


TÍTULO: MEMÓRIA MDE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – SALA DE REUNIÃO	Nº PLANAVE MC-U04-J04-0007	REV. PLANAVE 0	FOLHA: 19/87
	Nº PLANAVE UGP-CAF-NIT-0024	REV. CLIENTE -	

V 1			Tramo: a			Tramo: b		
Corte			14x30			14x30		
Região			1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-2.68	--	-5.04	-4.73	--	-3.02
x	[m]		0.00	--	3.13	0.00	--	3.13
Momento máx.	[kN·m]		3.26	3.18	2.64	2.81	3.11	3.12
x	[m]		0.94	1.25	2.19	0.94	1.88	2.19
Esforço cortante mín.	[kN]		-0.19	-3.19	-7.89	--	-2.08	-6.77
x	[m]		0.94	1.88	3.13	--	1.88	3.13
Esforço cortante máx.	[kN]		6.54	1.85	--	7.66	3.00	0.06
x	[m]		0.00	1.25	--	0.00	1.25	2.19
Torçor mín.	[kN]		--	--	--	--	--	--
x	[m]		--	--	--	--	--	--
Torçor máx.	[kN]		--	--	--	--	--	--
x	[m]		--	--	--	--	--	--
Área Sup.	[cm²]	Real	1.01	0.62	1.01	1.01	0.62	1.01
		Nec.	0.85	0.00	0.85	0.85	0.00	0.85
Área Inf.	[cm²]	Real	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01
		Nec.	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
Área Transv.	[cm²/m]	Real	4.16	4.16	4.16	4.16	4.16	4.16
		Nec.	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80
F. Sobrecarga			0.00 mm, <L/1000 (L: 3.13 m)			0.00 mm, <L/1000 (L: 3.13 m)		
F. no tempo infinito			0.36 mm, L/8587 (L: 3.13 m)			0.37 mm, L/8528 (L: 3.13 m)		

TÍTULO: MEMÓRIA MDE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – SALA DE REUNIÃO	Nº PLANAVE MC-U04-J04-0007	REV. PLANAVE 0	FOLHA: 20/87
	Nº PLANAVE UGP-CAF-NIT-0024	REV. CLIENTE -	

V 2

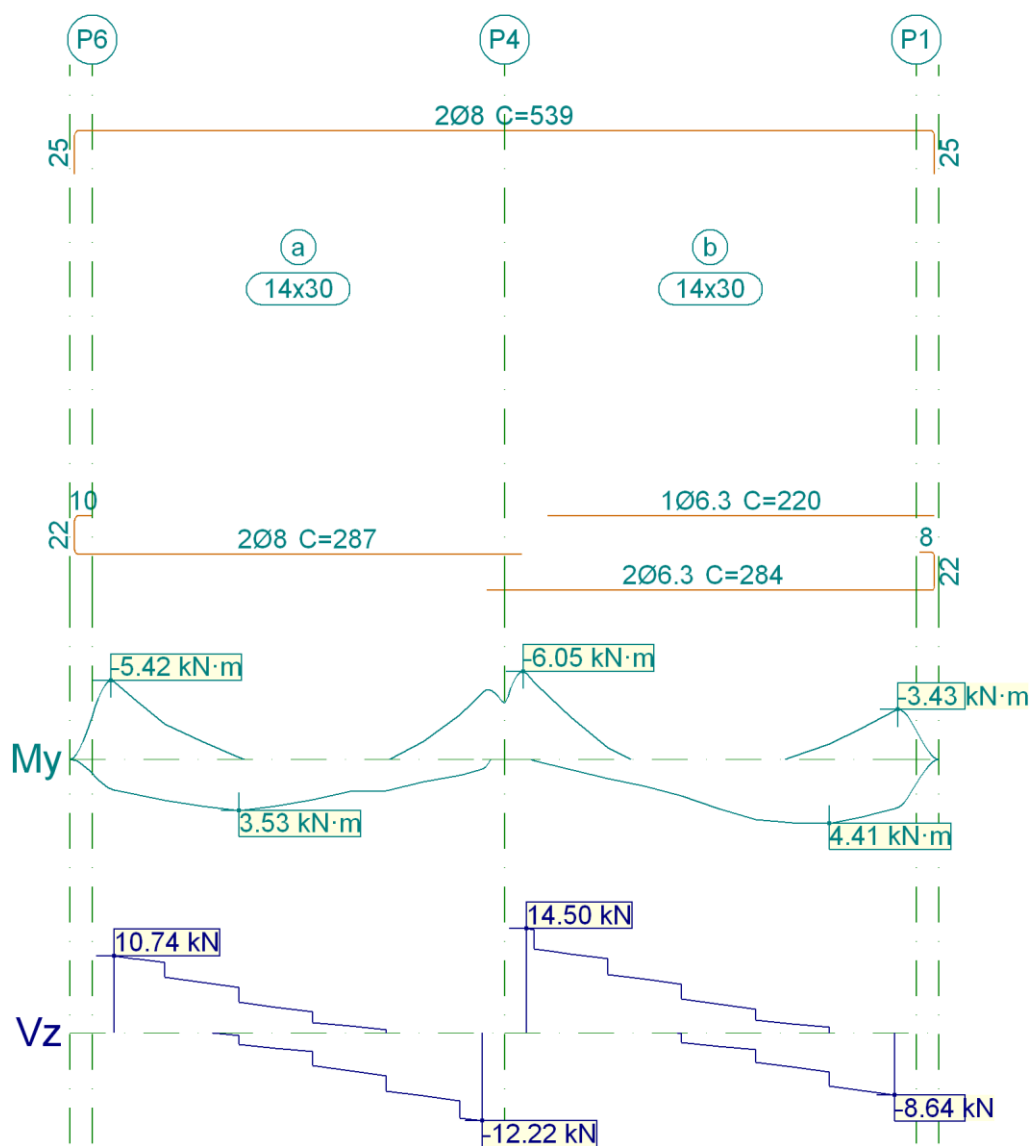





TÍTULO: MEMÓRIA MDE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – SALA DE REUNIÃO	Nº PLANAVE MC-U04-J04-0007	REV. PLANAVE 0	FOLHA: 21/87
	Nº PLANAVE UGP-CAF-NIT-0024	REV. CLIENTE -	

V 2			Tramo: a			Tramo: b		
Corte			14x30			14x30		
Região			1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-1.62	-4.86	-12.58	-15.63	--	-8.30
x	[m]		0.00	1.39	2.23	0.00	--	3.94
Momento máx.	[kN·m]		2.33	--	--	13.62	12.30	7.27
x	[m]		0.00	--	--	0.77	1.41	2.68
Esforço cortante mín.	[kN]		-4.65	-7.72	-10.78	-2.17	-6.84	-12.67
x	[m]		0.56	1.39	2.23	1.09	2.36	3.94
Esforço cortante máx.	[kN]		1.37	--	--	36.86	0.18	--
x	[m]		0.00	--	--	0.00	1.41	--
Torçor mín.	[kN]		--	--	--	--	--	--
x	[m]		--	--	--	--	--	--
Torçor máx.	[kN]		--	--	--	--	--	--
x	[m]		--	--	--	--	--	--
Área Sup.	[cm²]	Real	1.57	1.57	1.57	1.57	0.62	1.01
		Nec.	0.85	0.85	1.28	1.49	0.00	0.85
Área Inf.	[cm²]	Real	0.94	0.62	0.62	1.41	1.41	1.41
		Nec.	0.85	0.00	0.00	1.24	1.12	0.85
Área Transv.	[cm²/m]	Real	4.16	4.16	4.16	4.16	4.16	4.16
		Nec.	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80
F. Sobrecarga			0.09 mm, L/24006 (L: 2.23 m)			0.15 mm, L/26340 (L: 3.94 m)		
F. no tempo infinito			0.43 mm, L/5130 (L: 2.23 m)			2.38 mm, L/1655 (L: 3.94 m)		

TÍTULO: MEMÓRIA MDE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – SALA DE REUNIÃO	Nº PLANAVE MC-U04-J04-0007	REV. PLANAVE 0	FOLHA: 22/87
	Nº PLANAVE UGP-CAF-NIT-0024	REV. CLIENTE -	

V 3

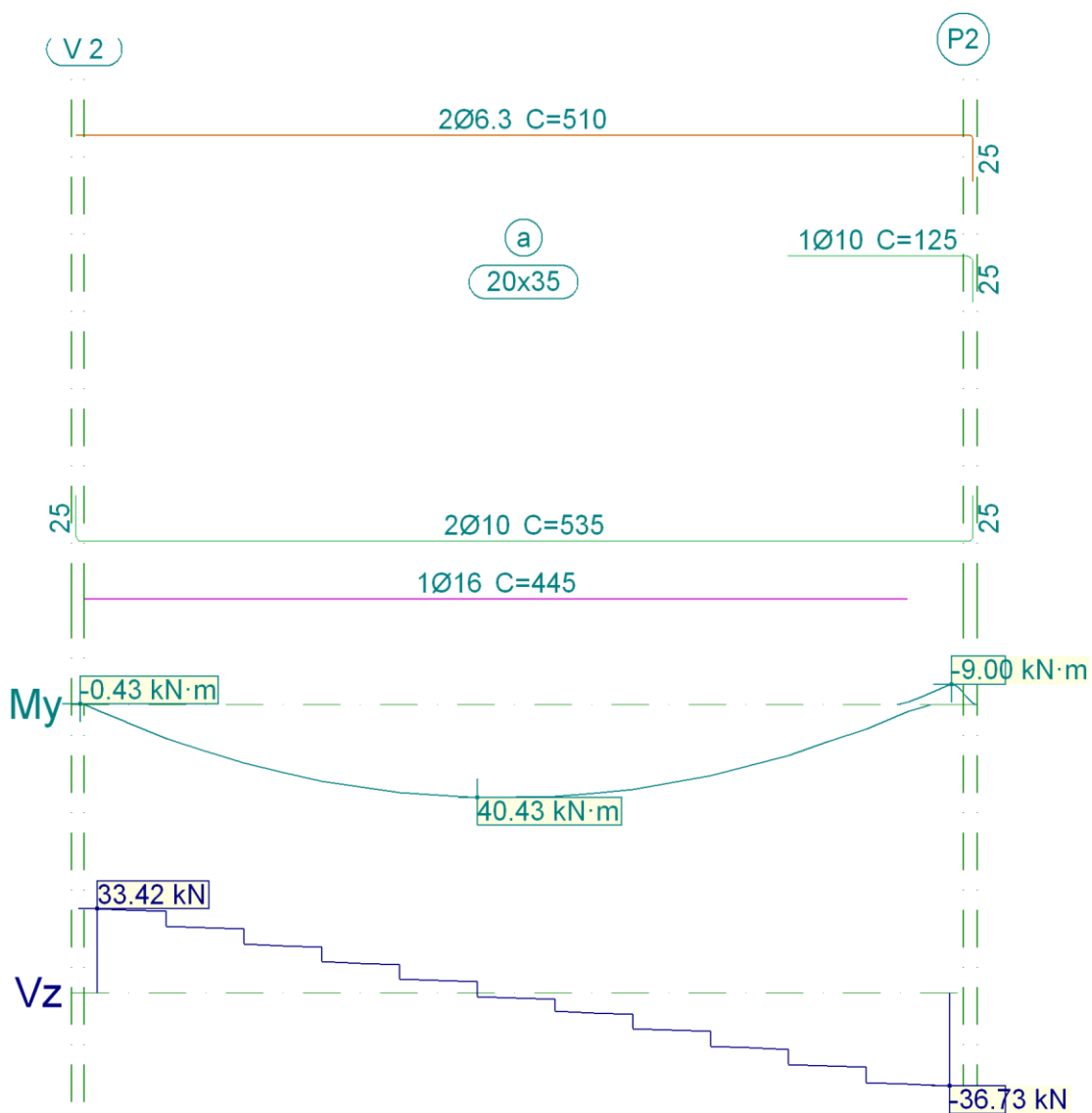


   				
TÍTULO: MEMÓRIA MDE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – SALA DE REUNIÃO		Nº PLANAVE MC-U04-J04-0007	REV. PLANAVE 0	FOLHA: 23/87
		Nº PLANAVE UGP-CAF-NIT-0024	REV. CLIENTE -	

V 3			Tramo: a			Tramo: b		
Corte			14x30			14x30		
Região			1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín. x	[kN·m]		-5.34	--	-4.60	-5.90	--	-3.35
	[m]		0.00	--	2.10	0.00	--	2.10
Momento máx. x	[kN·m]		3.24	3.53	2.17	1.86	4.16	4.41
	[m]		0.50	0.71	1.55	0.67	1.30	1.72
Esforço cortante mín. x	[kN]		--	-5.22	-12.22	--	-4.05	-8.64
	[m]		--	1.34	2.10	--	1.30	2.10
Esforço cortante máx. x	[kN]		10.74	6.36	0.50	14.50	6.78	1.31
	[m]		0.00	0.71	1.55	0.00	0.88	1.51
Torçor mín. x	[kN]		--	--	--	--	--	--
	[m]		--	--	--	--	--	--
Torçor máx. x	[kN]		--	--	--	1.26	--	--
	[m]		--	--	--	0.00	--	--
Área Sup.	[cm²]	Real	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01
		Nec.	0.85	0.11	0.85	0.85	0.00	0.85
Área Inf.	[cm²]	Real	1.01	1.01	1.01	0.94	0.94	0.94
		Nec.	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
Área Transv.	[cm²/m]	Real	4.16	4.16	4.16	4.16	4.16	4.16
		Nec.	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80
F. Sobrecarga			0.00 mm, <L/1000 (L: 2.10 m)			0.00 mm, <L/1000 (L: 2.10 m)		
F. no tempo infinito			0.12 mm, L/16998 (L: 2.10 m)			0.15 mm, L/13613 (L: 2.10 m)		

TÍTULO: MEMÓRIA MDE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – SALA DE REUNIÃO	Nº PLANAVE MC-U04-J04-0007	REV. PLANAVE 0	FOLHA: 24/87
	Nº PLANAVE UGP-CAF-NIT-0024	REV. CLIENTE -	

V 4

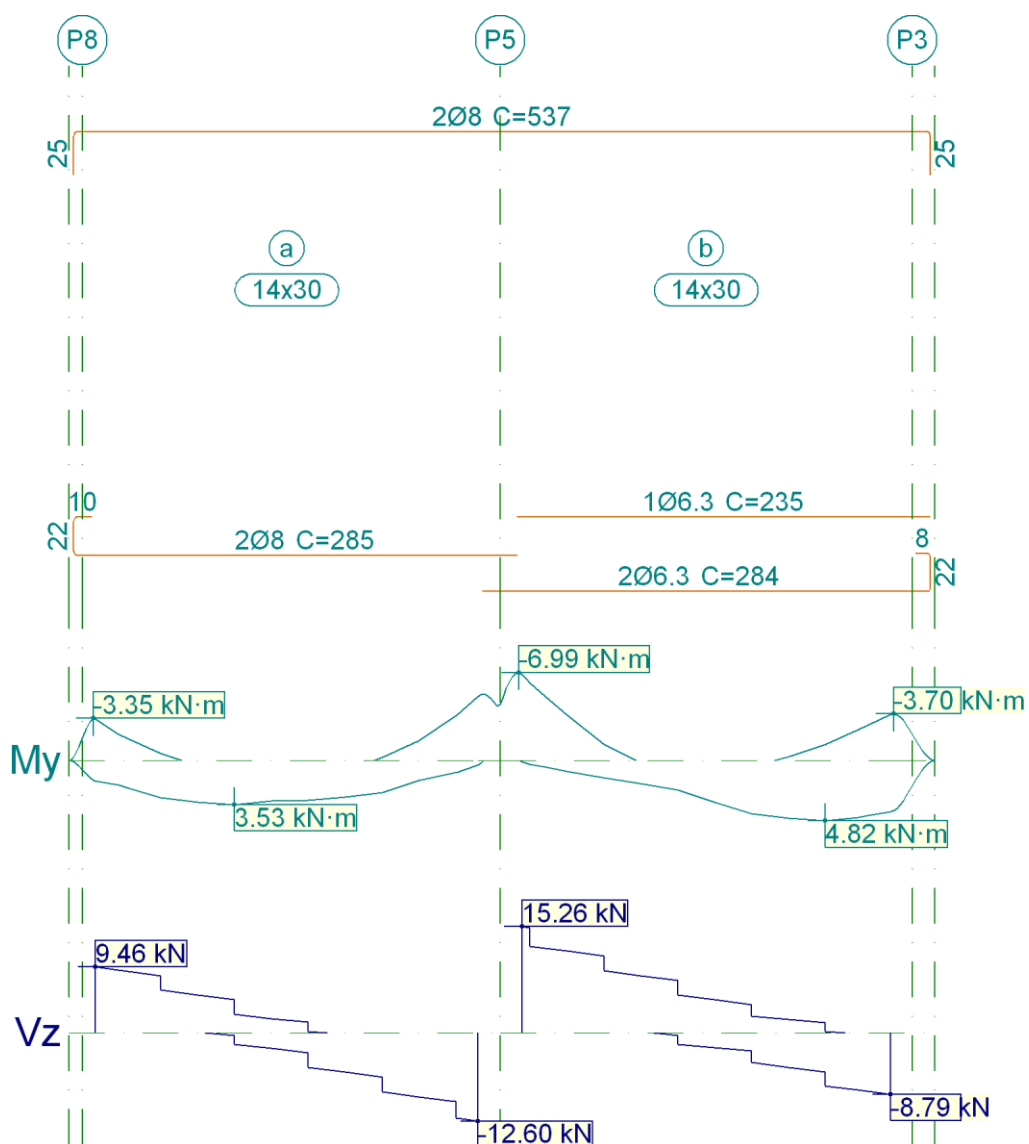



TÍTULO: MEMÓRIA MDE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – SALA DE REUNIÃO	Nº PLANAVE MC-U04-J04-0007	REV. PLANAVE 0	FOLHA: 25/87
	Nº PLANAVE UGP-CAF-NIT-0024	REV. CLIENTE -	

V 4			Tramo: a		
Corte			20x35		
Região			1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		--	--	-8.80
x	[m]		--	--	4.61
Momento máx.	[kN·m]		35.89	40.43	33.93
x	[m]		1.42	2.05	3.10
Esforço cortante mín.	[kN]		--	-14.11	-36.73
x	[m]		--	2.89	4.61
Esforço cortante máx.	[kN]		33.42	11.30	--
x	[m]		0.00	1.63	--
Torçor mín.	[kN]		--	--	--
x	[m]		--	--	--
Torçor máx.	[kN]		--	--	--
x	[m]		--	--	--
Área Sup.	[cm²]	Real	0.62	0.62	1.41
		Nec.	0.00	0.00	1.41
Área Inf.	[cm²]	Real	3.58	3.58	3.58
		Nec.	3.00	3.17	2.87
Área Transv.	[cm²/m]	Real	3.47	3.47	3.47
		Nec.	2.57	2.57	2.57
F. Sobrecarga			2.16 mm, L/2129 (L: 4.61 m)		
F. no tempo infinito			14.30 mm, L/322 (L: 4.61 m)		

TÍTULO: MEMÓRIA MDE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – SALA DE REUNIÃO	Nº PLANAVE MC-U04-J04-0007	REV. PLANAVE 0	FOLHA: 26/87
	Nº PLANAVE UGP-CAF-NIT-0024	REV. CLIENTE -	

V 5



			
TÍTULO: MEMÓRIA MDE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – SALA DE REUNIÃO	Nº PLANAVE MC-U04-J04-0007	REV. PLANAVE 0	FOLHA: 27/87
	Nº PLANAVE UGP-CAF-NIT-0024	REV. CLIENTE -	

14.- ARM.PILARES

Armadura de pilares									
Concreto: C35, em geral									
Pilar	Geometria			Armaduras				Aprov. (%)	Estado
	Planta	Dimensões (cm)	Tramo (m)	Barras		Estribos			
				Cantos	Taxa (%)	Descrição ⁽¹⁾	Espaçamento (cm)		
P1	Piso 2	25x15	3.30/3.95		0.84	1eØ6.3	12	1.7	Passa
	Piso 1	25x15	0.00/2.88	4Ø10	0.84	1eØ6.3	12	36.1	Passa
	Fundação	-	-	4Ø10	0.84	1eØ6.3	-	29.9	Passa
P2	Piso 2	25x15	3.30/3.95		1.31	1eØ6.3	15	2.1	Passa
	Piso 1	25x15	0.00/2.83	4Ø12.5	1.31	1eØ6.3	15	100.0	Passa
	Fundação	-	-	4Ø12.5	1.31	1eØ6.3	-	56.3	Passa
P3	Piso 2	25x15	3.30/3.95		0.84	1eØ6.3	12	1.7	Passa
	Piso 1	25x15	0.00/2.88	4Ø10	0.84	1eØ6.3	12	40.7	Passa
	Fundação	-	-	4Ø10	0.84	1eØ6.3	-	34.7	Passa
P4	Piso 2	25x15	3.30/3.95		0.84	1eØ6.3	12	1.7	Passa
	Piso 1	25x15	0.00/2.88	4Ø10	0.84	1eØ6.3	12	39.7	Passa
	Fundação	-	-	4Ø10	0.84	1eØ6.3	-	33.6	Passa
P5	Piso 2	25x15	3.30/3.95		0.84	1eØ6.3	12	1.7	Passa
	Piso 1	25x15	0.00/2.88	4Ø10	0.84	1eØ6.3	12	41.2	Passa
	Fundação	-	-	4Ø10	0.84	1eØ6.3	-	34.7	Passa
P6	Piso 2	25x15	3.30/3.95		0.84	1eØ6.3	12	1.7	Passa
	Piso 1	25x15	0.00/2.88	4Ø10	0.84	1eØ6.3	12	38.2	Passa
	Fundação	-	-	4Ø10	0.84	1eØ6.3	-	37.4	Passa
P7	Piso 2	25x15	3.30/3.95		0.84	1eØ6.3	12	3.0	Passa
	Piso 1	25x15	0.00/2.88	4Ø10	0.84	1eØ6.3	12	65.4	Passa
	Fundação	-	-	4Ø10	0.84	1eØ6.3	-	39.8	Passa
P8	Piso 2	25x15	3.30/3.95		0.84	1eØ6.3	12	3.0	Passa
	Piso 1	25x15	0.00/2.88	4Ø10	0.84	1eØ6.3	12	65.3	Passa
	Fundação	-	-	4Ø10	0.84	1eØ6.3	-	43.4	Passa
Notas: ⁽¹⁾ e = estribo, r = ramo									

TÍTULO: MEMÓRIA MDE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – SALA DE REUNIÃO	Nº PLANAVE MC-U04-J04-0007	REV. PLANAVE 0	FOLHA: 28/87
	Nº PLANAVE UGP-CAF-NIT-0024	REV. CLIENTE -	

14.1.- ESFORÇOS EM PILARES, PILARES-PAREDES E MUROS POR HIPÓTESE

■ Tramo: Nível inicial / nível final do tramo entre pisos.

■ Nota:

Esforços em relação aos eixos locais do pilar.

Pilar	Planta	Dimensão (cm)	Tramo (m)	Hipótese	Base						Ext.Sup.					
					N (kN)	Mx (kN-m)	My (kN-m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN-m)	N (kN)	Mx (kN-m)	My (kN-m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN-m)
P1	Piso 2	25x15	3.30/3.95	Peso próprio	0.6	0.0	-0.0	0.0	-0.0	0.0	-0.0	-0.0	0.0	0.0	-0.0	0.0
				Cargas permanentes	0.0	0.0	-0.0	0.0	-0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
				Sobrecarga	0.0	0.0	-0.0	0.0	-0.0	0.0	0.0	-0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
				Vento +X	0.0	0.0	0.1	0.0	0.2	-0.0	0.0	-0.0	0.0	0.0	0.2	-0.0
				Vento -X	0.0	-0.0	-0.1	-0.0	-0.2	0.0	0.0	0.0	-0.0	-0.0	-0.2	0.0
				Vento +Y	0.0	-0.1	0.0	-0.1	0.0	-0.0	0.0	0.0	-0.0	-0.1	0.0	-0.0
				Vento -Y	0.0	0.1	-0.0	0.1	-0.0	0.0	0.0	-0.0	0.0	0.1	-0.0	0.0
	Piso 1	25x15	0.00/2.88	Peso próprio	7.7	0.3	-0.2	0.1	-0.2	0.0	5.0	0.1	0.4	0.1	-0.2	0.0
				Cargas permanentes	3.4	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	0.0	3.4	0.3	0.3	-0.2	-0.2	0.0
				Sobrecarga	0.6	0.1	-0.0	0.0	-0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	-0.0	0.0
				Vento +X	-0.8	-0.1	1.1	-0.1	0.8	0.0	-0.8	0.1	-1.1	-0.1	0.8	0.0
				Vento -X	0.8	0.1	-1.1	0.1	-0.8	-0.0	0.8	-0.1	1.1	0.1	-0.8	-0.0
				Vento +Y	1.9	-2.2	-0.0	-1.4	-0.0	-0.0	1.9	1.9	0.0	-1.4	0.0	-0.0
				Vento -Y	-1.9	2.2	0.0	1.4	0.0	0.0	-1.9	-1.9	0.0	1.4	0.0	0.0
P2	Piso 2	25x15	3.30/3.95	Peso próprio	0.6	0.0	-0.0	-0.0	-0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.0	-0.0	0.0
				Cargas permanentes	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	0.0
				Sobrecarga	0.0	0.0	-0.0	0.0	-0.0	0.0	0.0	0.0	-0.0	0.0	-0.0	0.0
				Vento +X	0.0	-0.1	-0.0	-0.1	-0.0	0.0	0.0	0.0	-0.0	-0.1	-0.0	0.0
				Vento -X	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	-0.0	0.0	-0.0	0.0	0.1	0.0	-0.0
				Vento +Y	0.0	-0.0	-0.2	-0.0	-0.2	-0.0	0.0	0.0	-0.0	-0.0	-0.2	-0.0
				Vento -Y	-0.0	0.0	0.2	0.0	0.2	0.0	-0.0	-0.0	0.0	0.0	0.2	0.0
	Piso 1	25x15	0.00/2.83	Peso próprio	26.1	-0.2	-2.2	-0.1	-2.3	0.0	23.5	0.2	4.3	-0.1	-2.3	0.0
				Cargas permanentes	9.1	-0.0	-0.4	-0.0	-0.5	0.0	9.1	0.0	1.0	-0.0	-0.5	0.0
				Sobrecarga	4.3	-0.0	-0.5	-0.0	-0.5	0.0	4.3	0.1	1.0	-0.0	-0.5	0.0
				Vento +X	-0.0	-2.5	-0.0	-1.8	-0.0	0.0	-0.0	2.5	0.0	-1.8	-0.0	0.0
				Vento -X	0.0	2.5	0.0	1.8	0.0	-0.0	0.0	-2.5	-0.0	1.8	0.0	-0.0
				Vento +Y	0.5	0.2	-1.1	0.1	-0.7	-0.0	0.5	-0.2	1.0	0.1	-0.7	-0.0
				Vento -Y	-0.5	-0.2	1.1	-0.1	0.7	0.0	-0.5	0.2	-1.0	-0.1	0.7	0.0
P3	Piso 2	25x15	3.30/3.95	Peso próprio	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.0	0.0	-0.0	-0.0	0.0	0.0	-0.0
				Cargas permanentes	-0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.0	-0.0	-0.0	0.0	0.0	0.0	-0.0
				Sobrecarga	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.0	0.0	0.0	-0.0	0.0	0.0	-0.0
				Vento +X	0.0	0.0	0.1	0.0	0.2	-0.0	0.0	-0.0	-0.0	0.0	0.2	-0.0
				Vento -X	0.0	-0.0	-0.1	-0.0	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.0	-0.2	0.0
				Vento +Y	-0.0	-0.1	-0.0	-0.1	-0.0	-0.0	-0.0	0.0	0.0	-0.1	-0.0	-0.0
				Vento -Y	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	-0.0	-0.0	0.1	0.0	0.0
	Piso 1	25x15	0.00/2.88	Peso próprio	7.7	0.4	0.4	0.1	0.3	0.0	5.1	-0.0	-0.6	0.1	0.3	0.0
				Cargas permanentes	3.3	-0.1	0.2	-0.1	0.2	0.0	3.3	0.2	-0.3	-0.1	0.2	0.0
				Sobrecarga	0.6	0.1	0.1	0.0	0.1	0.0	0.6	0.0	-0.1	0.0	0.1	0.0
				Vento +X	0.8	0.1	1.1	0.1	0.8	0.0	0.8	-0.1	-1.1	0.1	0.8	0.0
				Vento -X	-0.8	-0.1	-1.1	-0.1	-0.8	-0.0	-0.8	0.1	1.1	-0.1	-0.8	-0.0
				Vento +Y	2.1	-2.4	-0.1	-1.6	-0.1	-0.0	2.1	2.2	0.1	-1.6	-0.1	-0.0
				Vento -Y	-2.1	2.4	0.1	1.6	0.1	0.0	-2.1	-2.2	-0.1	1.6	0.1	0.0

TÍTULO:	Nº PLANAVE	REV. PLANAVE	FOLHA:
	MC-U04-J04-0007	0	
MEMÓRIA MDE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – SALA DE REUNIÃO	Nº PLANAVE	REV. CLIENTE	29/87
	UGP-CAF-NIT-0024	-	

Pilar	Planta	Dimensão (cm)	Tramo (m)	Hipótese	Base						Ext.Sup.					
					N (kN)	Mx (kN-m)	My (kN-m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN-m)	N (kN)	Mx (kN-m)	My (kN-m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN-m)
P4	Piso 2	25x15	3.30/3.95	Peso próprio	0.6	0.0	-0.0	0.0	-0.0	0.0	0.0	-0.0	-0.0	0.0	-0.0	0.0
				Cargas permanentes	0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.0	-0.0
				Sobrecarga	0.0	0.0	-0.0	0.0	-0.0	0.0	0.0	-0.0	-0.0	0.0	-0.0	0.0
				Vento +X	0.0	0.0	0.1	0.0	0.2	0.0	0.0	-0.0	-0.0	0.0	0.2	0.0
				Vento -X	0.0	-0.0	-0.1	-0.0	-0.2	-0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.2	-0.0
				Vento +Y	0.0	-0.1	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.0	-0.1	0.0	0.0
				Vento -Y	-0.0	0.1	-0.0	0.1	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	0.0	0.1	-0.0	-0.0
	Piso 1	25x15	0.00/2.88	Peso próprio	12.9	0.7	-0.3	0.5	-0.3	0.0	10.3	-0.7	0.7	0.5	-0.3	0.0
				Cargas permanentes	5.1	0.2	-0.0	0.1	-0.1	0.0	5.1	-0.2	0.2	0.1	-0.1	0.0
				Sobrecarga	2.0	0.2	-0.1	0.1	-0.1	0.0	2.0	-0.2	0.2	0.1	-0.1	0.0
				Vento +X	-0.2	-0.1	0.5	-0.1	0.2	0.0	-0.2	0.1	0.0	-0.1	0.2	0.0
				Vento -X	0.2	0.1	-0.5	0.1	-0.2	-0.0	0.2	-0.1	-0.0	0.1	-0.2	-0.0
				Vento +Y	-0.0	-2.7	0.0	-1.9	0.0	-0.0	-0.0	2.8	-0.0	-1.9	0.0	-0.0
				Vento -Y	0.0	2.7	-0.0	1.9	-0.0	0.0	0.0	-2.8	0.0	1.9	-0.0	0.0
P5	Piso 2	25x15	3.30/3.95	Peso próprio	0.6	-0.0	0.0	-0.0	0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	0.0	-0.0
				Cargas permanentes	-0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	0.0	0.0	-0.0
				Sobrecarga	0.0	-0.0	0.0	-0.0	0.0	-0.0	0.0	0.0	-0.0	-0.0	0.0	-0.0
				Vento +X	0.0	-0.0	0.1	-0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	-0.0	-0.0	0.2	0.0
				Vento -X	0.0	0.0	-0.1	0.0	-0.2	-0.0	0.0	-0.0	0.0	0.0	-0.2	-0.0
				Vento +Y	0.0	-0.1	-0.0	-0.1	-0.0	0.0	0.0	-0.0	0.0	-0.1	-0.0	0.0
				Vento -Y	-0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	-0.0	-0.0	0.0	-0.0	0.1	0.0	-0.0
	Piso 1	25x15	0.00/2.88	Peso próprio	13.5	0.6	0.3	0.4	0.3	0.0	10.9	-0.6	-0.7	0.4	0.3	0.0
				Cargas permanentes	5.5	0.2	0.0	0.1	0.1	0.0	5.5	-0.2	-0.2	0.1	0.1	0.0
				Sobrecarga	2.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.0	2.1	-0.2	-0.2	0.1	0.1	0.0
				Vento +X	0.2	0.1	0.5	0.1	0.2	0.0	0.2	-0.1	-0.0	0.1	0.2	0.0
				Vento -X	-0.2	-0.1	-0.5	-0.1	-0.2	-0.0	-0.2	0.1	0.0	-0.1	-0.2	-0.0
				Vento +Y	-0.8	-2.9	-0.0	-2.1	-0.0	-0.0	-0.8	3.1	0.0	-2.1	-0.0	-0.0
				Vento -Y	0.8	2.9	0.0	2.1	0.0	0.0	0.8	-3.1	-0.0	2.1	0.0	0.0
P6	Piso 2	25x15	3.30/3.95	Peso próprio	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.0	-0.0	-0.0	0.0	0.0	0.0	-0.0
				Cargas permanentes	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.0
				Sobrecarga	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.0	0.0	0.0	-0.0	0.0	0.0	-0.0
				Vento +X	-0.0	0.0	0.1	0.0	0.2	-0.0	-0.0	0.0	-0.0	0.0	0.2	-0.0
				Vento -X	0.0	-0.0	-0.1	-0.0	-0.2	0.0	0.0	-0.0	0.0	-0.0	-0.2	0.0
				Vento +Y	-0.0	-0.1	-0.0	-0.1	-0.0	-0.0	-0.0	0.0	0.0	-0.1	-0.0	-0.0
				Vento -Y	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	-0.0	0.0	-0.0	-0.0	0.1	0.0	0.0
	Piso 1	25x15	0.00/2.88	Peso próprio	6.1	0.9	0.1	0.7	0.1	0.0	3.5	-1.2	-0.2	0.7	0.1	0.0
				Cargas permanentes	2.6	0.5	-0.1	0.3	-0.1	0.0	2.6	-0.5	0.1	0.3	-0.1	0.0
				Sobrecarga	0.4	0.2	0.0	0.2	0.0	0.0	0.4	-0.3	-0.1	0.2	0.0	0.0
				Vento +X	-1.2	-0.0	1.1	0.0	0.7	0.0	-1.2	-0.0	-1.0	0.0	0.7	0.0
				Vento -X	1.2	0.0	-1.1	-0.0	-0.7	-0.0	1.2	0.0	1.0	-0.0	-0.7	-0.0
				Vento +Y	-1.9	-2.2	0.0	-1.4	0.0	-0.0	-1.9	1.9	0.0	-1.4	0.0	-0.0
				Vento -Y	1.9	2.2	-0.0	1.4	-0.0	0.0	1.9	-1.9	-0.0	1.4	-0.0	0.0
P7	Piso 2	25x15	3.30/3.95	Peso próprio	0.6	0.0	-0.0	0.0	-0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.0	0.0
				Cargas permanentes	0.0	-0.0	-0.0	0.0	-0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.0	0.0
				Sobrecarga	0.0	-0.0	-0.0	0.0	-0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.0	0.0
				Vento +X	0.0	-0.1	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.0	-0.0	0.0	-0.1	0.0	0.0
				Vento -X	-0.0	0.1	-0.0	0.1	-0.0	-0.0	-0.0	0.0	-0.0	0.1	-0.0	-0.0
				Vento +Y	0.0	-0.0	-0.2	-0.0	-0.2	-0.0	0.0	-0.0	0.0	-0.0	-0.2	-0.0
				Vento -Y	0.0	0.0	0.2	0.0	0.2	-0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0
	Piso 1	25x15	0.00/2.88	Peso próprio	24.1	1.8	0.0	1.8	0.0	0.0	21.4	-3.3	-0.0	1.8	0.0	0.0
				Cargas permanentes	8.6	0.6	-0.1	0.6	-0.0	0.0	8.6	-1.2	-0.0	0.6	-0.0	0.0
				Sobrecarga	3.9	0.4	0.0	0.4	0.0	0.0	3.9	-0.7	-0.0	0.4	0.0	0.0
				Vento +X	0.3	-2.4	-0.0	-1.7	-0.0	0.0	0.3	2.5	0.0	-1.7	-0.0	0.0
				Vento -X	-0.3	2.4	0.0	1.7	0.0	-0.0	-0.3	-2.5	-0.0	1.7	0.0	-0.0
				Vento +Y	-0.4	-0.1	-0.4	-0.1	-0.1	-0.0	-0.4	0.2	-0.2	-0.1	-0.1	-0.0
				Vento -Y	0.4	0.1	0.4	0.1	0.1	0.0	0.4	-0.2	0.2	0.1	0.1	0.0
P8	Piso 2	25x15	3.30/3.95	Peso próprio	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.0	-0.0	-0.0	0.0	0.0	0.0
				Cargas permanentes	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.0	0.0	-0.0	0.0	0.0	0.0	-0.0
				Sobrecarga	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.0	-0.0	0.0	0.0	0.0
				Vento +X	-0.0	-0.1	-0.0	-0.1	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.1	-0.0	-0.0
				Vento -X	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0
				Vento +Y	0.0	-0.0	-0.2	-0.0	-0.2	-0.0	0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.2	-0.0
				Vento -Y	0.0	0.0	0.2	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0

TÍTULO: MEMÓRIA MDE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – SALA DE REUNIÃO	Nº PLANAVE MC-U04-J04-0007	REV. PLANAVE 0	FOLHA: 30/87
	Nº PLANAVE UGP-CAF-NIT-0024	REV. CLIENTE -	

Pilar	Planta	Dimensão (cm)	Tramo (m)	Hipótese	Base						Ext.Sup.					
					N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)	N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
	Piso 1	25x15	0.00/2.88	Peso próprio	11.2	-1.2	0.5	-1.4	0.4	0.0	8.6	2.9	-0.6	-1.4	0.4	0.0
				Cargas permanentes	4.8	-0.6	0.3	-0.7	0.2	0.0	4.8	1.3	-0.3	-0.7	0.2	0.0
				Sobrecarga	1.3	-0.2	0.1	-0.3	0.1	0.0	1.3	0.5	-0.1	-0.3	0.1	0.0
				Vento +X	0.9	-1.9	0.0	-1.2	0.0	0.0	0.9	1.6	-0.0	-1.2	0.0	0.0
				Vento -X	-0.9	1.9	0.0	1.2	-0.0	-0.0	-0.9	-1.6	0.0	1.2	-0.0	-0.0
				Vento +Y	-1.4	-0.2	-1.3	-0.1	-0.9	-0.0	-1.4	0.2	1.2	-0.1	-0.9	-0.0
				Vento -Y	1.4	0.2	1.3	0.1	0.9	0.0	1.4	-0.2	-1.2	0.1	0.9	0.0

14.2.- ARRANQUES EM PILARES, PILARES-PAREDES E MUROS POR HIPÓTESE

■ Nota:

Esforços em relação aos eixos locais do pilar.

Pilar	Hipótese	Esforços em elem.fundação					
		N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
P1	Peso próprio	7.7	0.3	-0.2	0.1	-0.2	0.0
	Cargas permanentes	3.4	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	0.0
	Sobrecarga	0.6	0.1	-0.0	0.0	-0.0	0.0
	Vento +X	-0.8	-0.1	1.1	-0.1	0.8	0.0
	Vento -X	0.8	0.1	-1.1	0.1	-0.8	-0.0
	Vento +Y	1.9	-2.2	-0.0	-1.4	-0.0	-0.0
	Vento -Y	-1.9	2.2	0.0	1.4	0.0	0.0
P2	Peso próprio	26.1	-0.2	-2.2	-0.1	-2.3	0.0
	Cargas permanentes	9.1	-0.0	-0.4	-0.0	-0.5	0.0
	Sobrecarga	4.3	-0.0	-0.5	-0.0	-0.5	0.0
	Vento +X	-0.0	-2.5	-0.0	-1.8	-0.0	0.0
	Vento -X	0.0	2.5	0.0	1.8	0.0	-0.0
	Vento +Y	0.5	0.2	-1.1	0.1	-0.7	-0.0
	Vento -Y	-0.5	-0.2	1.1	-0.1	0.7	0.0
P3	Peso próprio	7.7	0.4	0.4	0.1	0.3	0.0
	Cargas permanentes	3.3	-0.1	0.2	-0.1	0.2	0.0
	Sobrecarga	0.6	0.1	0.1	0.0	0.1	0.0
	Vento +X	0.8	0.1	1.1	0.1	0.8	0.0
	Vento -X	-0.8	-0.1	-1.1	-0.1	-0.8	-0.0
	Vento +Y	2.1	-2.4	-0.1	-1.6	-0.1	-0.0
	Vento -Y	-2.1	2.4	0.1	1.6	0.1	0.0
P4	Peso próprio	12.9	0.7	-0.3	0.5	-0.3	0.0
	Cargas permanentes	5.1	0.2	-0.0	0.1	-0.1	0.0
	Sobrecarga	2.0	0.2	-0.1	0.1	-0.1	0.0
	Vento +X	-0.2	-0.1	0.5	-0.1	0.2	0.0
	Vento -X	0.2	0.1	-0.5	0.1	-0.2	-0.0
	Vento +Y	-0.0	-2.7	0.0	-1.9	0.0	-0.0
	Vento -Y	0.0	2.7	-0.0	1.9	-0.0	0.0

TÍTULO: MEMÓRIA MDE CÁLCULO DE ESTRUTRAS E FUNDAÇÕES – SALA DE REUNIÃO	Nº PLANAVE MC-U04-J04-0007	REV. PLANAVE 0	FOLHA: 31/87
	Nº PLANAVE UGP-CAF-NIT-0024	REV. CLIENTE -	

Pilar	Hipótese	Esforços em elem.fundação					
		N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
P5	Peso próprio	13.5	0.6	0.3	0.4	0.3	0.0
	Cargas permanentes	5.5	0.2	0.0	0.1	0.1	0.0
	Sobrecarga	2.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.0
	Vento +X	0.2	0.1	0.5	0.1	0.2	0.0
	Vento -X	-0.2	-0.1	-0.5	-0.1	-0.2	-0.0
	Vento +Y	-0.8	-2.9	-0.0	-2.1	-0.0	-0.0
	Vento -Y	0.8	2.9	0.0	2.1	0.0	0.0
P6	Peso próprio	6.1	0.9	0.1	0.7	0.1	0.0
	Cargas permanentes	2.6	0.5	-0.1	0.3	-0.1	0.0
	Sobrecarga	0.4	0.2	0.0	0.2	0.0	0.0
	Vento +X	-1.2	-0.0	1.1	0.0	0.7	0.0
	Vento -X	1.2	0.0	-1.1	-0.0	-0.7	-0.0
	Vento +Y	-1.9	-2.2	0.0	-1.4	0.0	-0.0
	Vento -Y	1.9	2.2	-0.0	1.4	-0.0	0.0
P7	Peso próprio	24.1	1.8	0.0	1.8	0.0	0.0
	Cargas permanentes	8.6	0.6	-0.1	0.6	-0.0	0.0
	Sobrecarga	3.9	0.4	0.0	0.4	0.0	0.0
	Vento +X	0.3	-2.4	-0.0	-1.7	-0.0	0.0
	Vento -X	-0.3	2.4	0.0	1.7	0.0	-0.0
	Vento +Y	-0.4	-0.1	-0.4	-0.1	-0.1	-0.0
	Vento -Y	0.4	0.1	0.4	0.1	0.1	0.0
P8	Peso próprio	11.2	-1.2	0.5	-1.4	0.4	0.0
	Cargas permanentes	4.8	-0.6	0.3	-0.7	0.2	0.0
	Sobrecarga	1.3	-0.2	0.1	-0.3	0.1	0.0
	Vento +X	0.9	-1.9	0.0	-1.2	0.0	0.0
	Vento -X	-0.9	1.9	-0.0	1.2	-0.0	-0.0
	Vento +Y	-1.4	-0.2	-1.3	-0.1	-0.9	-0.0
	Vento -Y	1.4	0.2	1.3	0.1	0.9	0.0

14.3.- DESFAV. PILARES, PILARES-PAREDES E CORTINAS

Resumo das verificações												
Pilares	Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Esforços desfavoráveis						Desfavorável	Aprov. (%)	Estado
				Natureza	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)			
P1	Piso 2 (3.3 - 3.95 m)	25x15	Ext.Superior	AP, SCU, V	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.2	Q	0.5	Passa
			Ext.Inferior	AP, SCU, V	0.8	0.1	0.0	0.0	-0.2	Q	1.0	Passa
				AP, SCU, V	0.6	0.1	0.0	0.0	-0.2	N,M	1.7	Passa
	Piso 1 (0 - 3.3 m)	25x15	Ext.Superior	AP, V	14.5	-1.0	-3.2	2.1	-0.6	Q	8.7	Passa
				AP, SCU, V	13.6	-2.6	-0.3	0.0	-1.6	N,M	36.1	Passa
			Ext.Inferior	AP, V	18.3	0.6	3.0	2.1	-0.6	Q	8.7	Passa
				AP, SCU, V	17.3	2.2	-0.3	0.0	-1.6	N,M	29.9	Passa
	Fundação	25x15	Elemento de Fundação	AP, V	18.3	0.6	3.0	2.1	-0.6	Q	1.4	Passa
				AP, SCU, V	17.3	2.2	-0.3	0.0	-1.6	N,M	29.9	Passa
P2	Piso 2 (3.3 - 3.95 m)	25x15	Ext.Superior	AP, SCU, V	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.3	Q	0.8	Passa
			Ext.Inferior	AP, SCU, V	0.8	0.2	0.0	0.0	-0.3	Q	1.5	Passa

TÍTULO: MEMÓRIA MDE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – SALA DE REUNIÃO	Nº PLANAVE MC-U04-J04-0007	REV. PLANAVE 0	FOLHA: 32/87
	Nº PLANAVE UGP-CAF-NIT-0024	REV. CLIENTE -	

Resumo das verificações												
Pilares	Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Esforços desfavoráveis						Desfavorável	Aprov. (%)	Estado
				Natureza	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)			
	Piso 1 (0 - 3.3 m)	25x15	Ext.Superior	AP, SCU, V	0.6	0.2	0.0	0.0	-0.3	N,M	2.1	Passa
			Ext.Inferior	AP, SCU, V	50.6	-9.8	-0.1	0.1	-5.5	N,M	100.0	Passa
			Ext.Inferior	AP, SCU, V	54.2	5.7	0.1	0.1	-5.5	N,M	56.3	Passa
	Fundação	25x15	Elemento de Fundação	AP, SCU, V	54.2	5.7	0.1	0.1	-5.5	N,M	56.3	Passa
P3	Piso 2 (3.3 - 3.95 m)	25x15	Ext.Superior	AP, SCU, V	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	Q	0.5	Passa
			Ext.Inferior	AP, SCU, V	0.8	-0.1	0.0	0.0	0.2	Q	1.0	Passa
			Ext.Inferior	AP, V	0.6	-0.1	0.0	0.0	0.2	N,M	1.7	Passa
	Piso 1 (0 - 3.3 m)	25x15	Ext.Superior	AP, SCU, V	9.4	1.6	2.9	-2.4	0.9	Q	10.0	Passa
			Ext.Superior	AP, SCU, V	13.5	2.9	-0.1	-0.2	1.9	N,M	40.7	Passa
			Ext.Inferior	AP, SCU, V	13.1	-1.1	-3.9	-2.4	0.9	Q	10.0	Passa
	Fundação	25x15	Ext.Inferior	AP, SCU, V	17.2	-2.5	-0.7	-0.2	1.9	N,M	34.7	Passa
			Elemento de Fundação	AP, SCU, V	13.1	-1.1	-3.9	-2.4	0.9	Q	1.7	Passa
			Elemento de Fundação	AP, SCU, V	17.2	-2.5	-0.7	-0.2	1.9	N,M	34.7	Passa
			Elemento de Fundação	AP, SCU, V	17.2	-2.5	-0.7	-0.2	1.9	N,M	34.7	Passa
P4	Piso 2 (3.3 - 3.95 m)	25x15	Ext.Superior	AP, SCU, V	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.2	Q	0.5	Passa
			Ext.Inferior	AP, SCU, V	0.8	0.1	0.0	0.0	-0.2	Q	1.0	Passa
			Ext.Inferior	AP, SCU, V	0.6	0.1	0.0	0.0	-0.2	N,M	1.7	Passa
	Piso 1 (0 - 3.3 m)	25x15	Ext.Superior	AP, SCU, V	23.5	-1.3	5.3	-3.6	-0.7	N,M	39.7	Passa
			Ext.Inferior	AP, SCU, V	27.3	0.6	-5.2	-3.6	-0.7	N,M	33.6	Passa
	Fundação	25x15	Elemento de Fundação	AP, SCU, V	27.3	0.6	-5.2	-3.6	-0.7	N,M	33.6	Passa
P5	Piso 2 (3.3 - 3.95 m)	25x15	Ext.Superior	AP, SCU, V	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	Q	0.5	Passa
			Ext.Inferior	AP, SCU, V	0.8	-0.1	0.0	0.0	0.2	Q	1.0	Passa
			Ext.Inferior	AP, SCU, V	0.6	-0.1	0.0	0.0	0.2	N,M	1.7	Passa
	Piso 1 (0 - 3.3 m)	25x15	Ext.Superior	AP, SCU, V	26.0	1.3	5.6	-3.8	0.7	N,M	41.2	Passa
			Ext.Inferior	AP, SCU, V	29.8	-0.6	-5.4	-3.8	0.7	N,M	34.7	Passa
	Fundação	25x15	Elemento de Fundação	AP, SCU, V	29.8	-0.6	-5.4	-3.8	0.7	N,M	34.7	Passa
P6	Piso 2 (3.3 - 3.95 m)	25x15	Ext.Superior	AP, SCU, V	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	Q	0.5	Passa
			Ext.Inferior	AP, SCU, V	0.8	-0.1	0.0	0.0	0.2	Q	1.0	Passa
			Ext.Inferior	AP, SCU, V	0.6	-0.1	0.0	0.0	0.2	N,M	1.7	Passa
	Piso 1 (0 - 3.3 m)	25x15	Ext.Superior	AP, SCU, V	11.5	0.3	5.4	-3.7	0.1	N,M	38.2	Passa
			Ext.Inferior	AP, SCU, V	15.2	0.1	-5.3	-3.7	0.1	N,M	37.4	Passa
	Fundação	25x15	Elemento de Fundação	AP, SCU, V	15.2	0.1	-5.3	-3.7	0.1	N,M	37.4	Passa
P7	Piso 2 (3.3 - 3.95 m)	25x15	Ext.Superior	AP, SCU, V	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.3	Q	0.8	Passa
			Ext.Inferior	AP, SCU, V	0.8	0.2	0.0	0.0	-0.3	Q	1.5	Passa
			Ext.Inferior	AP, SCU, V	0.6	0.2	0.0	0.0	-0.3	N,M	3.0	Passa
	Piso 1 (0 - 3.3 m)	25x15	Ext.Superior	AP, SCU, V	45.4	0.0	10.4	-6.1	0.0	N,M	65.4	Passa
			Ext.Inferior	AP, SCU, V	49.1	0.0	-7.2	-6.1	0.0	N,M	39.8	Passa
	Fundação	25x15	Elemento de Fundação	AP, SCU, V	49.1	0.0	-7.2	-6.1	0.0	N,M	39.8	Passa
P8	Piso 2 (3.3 - 3.95 m)	25x15	Ext.Superior	AP, SCU, V	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	Q	0.8	Passa
			Ext.Inferior	AP, SCU, V	0.8	-0.2	0.0	0.0	0.3	Q	1.5	Passa
			Ext.Inferior	AP, SCU, V	0.6	-0.2	0.0	0.0	0.3	N,M	3.0	Passa
	Piso 1 (0 - 3.3 m)	25x15	Ext.Superior	AP, SCU, V	21.2	1.4	-8.6	4.9	0.9	N,M	65.3	Passa
			Ext.Superior	AP, SCU, V	24.9	-1.2	5.4	4.9	0.9	Q	19.3	Passa
			Ext.Inferior	AP, SCU, V	25.7	-2.9	2.4	3.0	2.1	N,M	43.4	Passa
	Fundação	25x15	Elemento de Fundação	AP, SCU, V	24.9	-1.2	5.4	4.9	0.9	Q	3.2	Passa
			Elemento de Fundação	AP, SCU, V	25.7	-2.9	2.4	3.0	2.1	N,M	43.4	Passa

TÍTULO: MEMÓRIA MDE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – SALA DE REUNIÃO	Nº PLANAVE	REV. PLANAVE	FOLHA: 33/87
	MC-U04-J04-0007	0	
	Nº PLANAVE	REV. CLIENTE	
	UGP-CAF-NIT-0024	-	

Resumo das verificações												
Pilares	Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Esforços desfavoráveis						Desfavorável	Aprov. (%)	Estado
				Natureza	N (kN)	Mxx (kN.m)	Myy (kN.m)	Qx (kN)	Qy (kN)			
<div>Notas:</div> <div>Q: Estado limite de ruptura relativo ao esforço cortante</div> <div>N,M: Estado limite de ruptura frente a solicitações normais</div>												

14.4.- RELATÓRIO QUANTITATIVOS PILARES

Tabela resumo - Piso 1								
Pilares	Dimensões (cm)	Fôrmas (m²)	Concreto C35, em geral (m³)	Armaduras CA-50				Taxa (kg/m³)
				Longitudinal		Estribos Ø6.3 (kg)	Total +10 % (kg)	
				Ø10 (kg)	Ø12.5 (kg)			
P1, P3, P4, P5, P6, P7 e P8	25x15	16.10	0.77	86.1	-	35.7	134.0	158.18
P2	25x15	2.26	0.11	-	20.1	4.2	26.7	220.91
Total		18.36	0.88	86.1	20.1	39.9	160.7	166.02

Tabela resumo - Piso 2					
Pilares	Dimensões (cm)	Fôrmas (m²)	Concreto C35, em geral (m³)	Armaduras CA-50 Estribos Ø6.3 (kg)	Taxa (kg/m³)
P1, P3, P4, P5, P6, P7 e P8	25x15	3.64	0.14	5.6	40.00
P2	25x15	0.52	0.02	0.7	35.00
Total		4.16	0.16	6.3	39.38

14.5.- SOMATÓRIO DE ESFORÇOS EM PILARES, PAREDES E MUROS/CORTINAS POR AÇÕES E PISO

- Somente são levados em conta os esforços de pilares, muros e paredes. Se a obra tem vigas com vinculação externa, vigas inclinadas, diagonais ou estruturas 3D integradas, os esforços dos referidos elementos não serão mostrados no relatório a seguir.
- Este relatório é útil para se conhecer as cargas atuantes no nível da cota da base dos pilares sobre um piso. Para casos tais como pilares apoiados tracionados, os esforços terão a influência não só das cargas atuantes provenientes dos pisos superiores, mas também das cargas que recebe de pisos inferiores.

TÍTULO: MEMÓRIA MDE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – SALA DE REUNIÃO	Nº PLANAVE MC-U04-J04-0007	REV. PLANAVE 0	FOLHA: 34/87
	Nº PLANAVE UGP-CAF-NIT-0024	REV. CLIENTE -	

Valores referidos à origem (X=0.00, Y=0.00)								
Planta	Cota (m)	Hipótese	N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
Piso 1	3.30	Peso próprio	4.8	15.7	11.7	-0.0	0.0	0.0
		Cargas permanentes	0.0	-0.0	-0.0	-0.0	0.0	0.0
		Sobrecarga	0.0	0.0	0.0	-0.0	0.0	0.0
		Vento +X	-0.0	0.7	-0.0	1.1	-0.0	-2.8
		Vento -X	0.0	-0.7	0.0	-1.1	0.0	2.8
		Vento +Y	-0.0	-0.0	1.0	-0.0	1.5	5.1
		Vento -Y	0.0	0.0	-1.0	0.0	-1.5	-5.1
Fundação	0.00	Peso próprio	109.4	368.3	266.2	0.0	-0.0	-0.0
		Cargas permanentes	42.4	144.0	103.2	0.0	-0.0	-0.0
		Sobrecarga	15.2	51.6	36.6	0.0	-0.0	-0.0
		Vento +X	-0.0	24.9	-0.0	7.3	-0.0	-18.1
		Vento -X	0.0	-24.9	0.0	-7.3	0.0	18.1
		Vento +Y	-0.0	-0.0	34.6	-0.0	10.2	34.8
		Vento -Y	0.0	0.0	-34.6	0.0	-10.2	-34.8

15.- ARM. DE PUNÇÃO

15.1 – PILAR P1

Perímetro do pilar (P1)

Zona adjacente ao pilar ou carga (Combinações fundamentais)

Os esforços solicitantes de cálculo desfavoráveis produzem-se para a combinação de ações
 $1.4 \cdot PP + 1.4 \cdot CP + 0.98 \cdot Qa + 1.4 \cdot V(+Y)$.

Deve satisfazer:

0.24 MPa ☐ 5.81 MPa ☒

Onde:

☐ σ_d : Tensão de cisalhamento solicitante de cálculo.

☐ σ_d : 0.24 MPa

☐ σ_{d2} : Tensão resistente de compressão diagonal do concreto na superfície crítica C.

☐ σ_{d2} : 5.81 MPa

O valor de cálculo da tensão tangencial ao longo da seção crítica considerada obtém-se da seguinte expressão (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.2.3):

☐ σ_d : 0.24 MPa

Onde:

F_{sd} : Força ou reação de punção de cálculo.

F_{sd} : 18.98 kN

☐: Coeficiente que leva em conta os efeitos da excentricidade da carga (CEB-FIP Model Code 1990, 6.4.3.6).

☐: 1.39

TÍTULO: MEMÓRIA MDE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – SALA DE REUNIÃO	Nº PLANAVE MC-U04-J04-0007	REV. PLANAVE 0	FOLHA: 35/87
	Nº PLANAVE UGP-CAF-NIT-0024	REV. CLIENTE -	

k_x : Coeficiente que depende da relação entre as dimensões c_y (dimensão na direção do eixo y) e c_x (dimensão na direção do eixo x) do pilar (ABNT NBR 6118:2014, Tabela 19.2).

k_x : 0.67

k_y : Coeficiente que depende da relação entre as dimensões c_x (dimensão na direção do eixo x) e c_y (dimensão na direção do eixo y) do pilar (ABNT NBR 6118:2014, Tabela 19.2).

k_y : 0.48

M_{Sdx} : Momento de cálculo em torno do eixo x, em relação ao centro de gravidade do perímetro do contorno C'.

M_{Sdx} : 0.63 kN·m

M_{Sdy} : Momento de cálculo em torno do eixo y, em relação ao centro de gravidade do perímetro do contorno C'.

M_{Sdy} : -3.15 kN·m

M_{Sdox} : Momento de cálculo em torno do eixo x, em relação ao centro de gravidade do pilar.

M_{Sdox} : 0.63 kN·m

M_{Sdoy} : Momento de cálculo em torno do eixo y, em relação ao centro de gravidade do pilar.

M_{Sdoy} : -3.15 kN·m

u : Perímetro do contorno crítico C' de punção (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.2).

u : 2557 mm

W_p : Módulo de resistência plástica do perímetro crítico u (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.2).

dl : Comprimento infinitesimal no perímetro crítico C'.

e_y , e_x : Distância desde dl até ao eixo em torno do qual atua o momento M_{Sdx} , M_{Sdy} .

W_{px} : 6331.9 cm²

W_{py} : 6850.7 cm²

u_0 : Perímetro do contorno crítico C de punção (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.3.1)

u_0 : 800 mm

d : Altura útil da laje ao longo do contorno crítico C', externo ao contorno C da área de aplicação da força e deste distante 2d no plano da laje.

d : 14.0 cm

O valor de cálculo da tensão resistente de compressão diagonal do concreto na superfície crítica C obtém-se da seguinte expressão (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.3.1):

σ_{Rd2} : 5.81 MPa

Onde:

σ_v : 0.86

f_{ck} : Resistência característica à compressão do concreto.

f_{ck} : 35.00 MPa

f_{cd} : Resistência de cálculo à compressão do concreto.

f_{cd} : 25.00 MPa

Perímetro de controlo (P1)

Zona com armadura transversal de punção (Combinações fundamentais)

Os esforços solicitantes de cálculo desfavoráveis produzem-se para a combinação de ações 1.4·PP+1.4·CP+1.4·V(+Y). Deve satisfazer:

TÍTULO: MEMÓRIA MDE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – SALA DE REUNIÃO	Nº PLANAVE MC-U04-J04-0007	REV. PLANAVE 0	FOLHA: 36/87
	Nº PLANAVE UGP-CAF-NIT-0024	REV. CLIENTE -	

0.06 MPa ☐ 4.52 MPa ☒

Onde:

- ☐ σ_d : Tensão de cisalhamento solicitante de cálculo. ☐ σ_d : 0.06 MPa
- ☐ σ_{d3} : Tensão resistente na superfície crítica C' em elementos estruturais ou trechos com armadura de punção. ☐ σ_{d3} : 4.52 MPa

O valor de cálculo da tensão tangencial ao longo da seção crítica considerada obtém-se da seguinte expressão (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.2.3):

☐ σ_d : 0.06 MPa

Onde:

- F_{sd} : Força ou reação de punção de cálculo. F_{sd} : 11.23 kN
- k_x : Coeficiente que depende da relação entre as dimensões c_y (dimensão na direção do eixo y) e c_x (dimensão na direção do eixo x) do pilar (ABNT NBR 6118:2014, Tabela 19.2). k_x : 0.48
- k_y : Coeficiente que depende da relação entre as dimensões c_x (dimensão na direção do eixo x) e c_y (dimensão na direção do eixo y) do pilar (ABNT NBR 6118:2014, Tabela 19.2). k_y : 0.67
- M_{sdx} : Momento de cálculo em torno do eixo x, em relação ao centro de gravidade do perímetro do contorno C'. M_{sdx} : 0.83 kN·m
- M_{sdy} : Momento de cálculo em torno do eixo y, em relação ao centro de gravidade do perímetro do contorno C'. M_{sdy} : -3.60 kN·m
- M_{sd0x} : Momento de cálculo em torno do eixo x, em relação ao centro de gravidade do pilar. M_{sd0x} : 0.83 kN·m
- M_{sd0y} : Momento de cálculo em torno do eixo y, em relação ao centro de gravidade do pilar. M_{sd0y} : -3.60 kN·m
- u : Perímetro do contorno crítico C' de punção (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.2). u : 2557 mm
- W_p : Módulo de resistência plástica do perímetro crítico u (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.2).





- d_l : Comprimento infinitesimal no perímetro crítico C'.
- e_y, e_x : Distância desde d_l até ao eixo em torno do qual atua o momento M_{sdx}, M_{sdy} . W_{px} : 6331.9 cm²
 W_{py} : 6850.7 cm²
- d : Altura útil da laje ao longo do contorno crítico C', externo ao contorno C da área de aplicação da força e deste distante 2d no plano da laje. d : 14.0 cm

A tensão resistente na superfície crítica C' em elementos estruturais ou trechos com armadura de punção deve ser calculada como segue (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.3.3):

☐ σ_{d3} : 4.52 MPa

Onde:

- d : Altura útil da laje ao longo do contorno crítico C', externo ao contorno C da área de aplicação da força e deste distante 2d no plano da laje. d : 14.0 cm
- f_{ck} : Resistência característica à compressão do concreto. f_{ck} : 35.00 MPa
- ☐ Taxa geométrica de armadura de flexão aderente. ☐ : 0.0021

 <p>PREFEITURA NITERÓI FEITA POR VOCÊ</p>	<p>EXECUTIVA</p>  <p>PRO-SUSTENTÁVEL PREFEITURA MUNICIPAL DE NITERÓI BANCO DE DESENVOLVIMENTO DA AMÉRICA LATINA</p>	 <p>BANCO DE DESENVOLVIMENTO DA AMÉRICA LATINA</p>	 <p>PLANAVE S.A. Estudos e Projetos de Engenharia</p>
TÍTULO: MEMÓRIA MDE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – SALA DE REUNIÃO	Nº PLANAVE MC-U04-J04-0007	REV. PLANAVE 0	FOLHA: 37/87
	Nº PLANAVE UGP-CAF-NIT-0024	REV. CLIENTE -	

α_x : Taxa na direção x.

α_x : 0.0023

α_y : Taxa na direção y.

α_y : 0.0020

σ : Tensão inicial no concreto ao nível do baricentro da armadura de protensão, devida à protensão simultânea de n cabos,

σ : 35.00 MPa

A_{sw} : Área da armadura de punção num contorno completo paralelo a C'.

s_r : Espaçamento radial entre linhas de armadura de punção.

θ : Ângulo entre a armadura de punção e o plano da laje.

Referência	A_{sw} (mm ²)	s_r (mm)	θ (graus)	A_{sw}/s_r (cm ² /m)
Estribo Punção	125	80	90.0	15.6
Estribo Punção	125	80	90.0	15.6
Usuário	-	-	-	5.0

f_{ywd} : Resistência de cálculo da armadura de punção, não maior do que 250 MPa para estribos para lajes com espessura até 15 cm, ou 435 MPa para lajes com espessura maior que 35 cm, sendo permitida interpolação linear.

f_{ywd} : 277.75 MPa

u : Perímetro do contorno crítico C' de punção (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.2).

u : 2557 mm

Perímetro da armadura de reforço (P1)

Zona exterior à armadura de punção (Combinações fundamentais)

Os esforços solicitantes de cálculo desfavoráveis produzem-se para a combinação de ações 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa. Deve satisfazer:

0.30 MPa σ 4.05 MPa σ ✓

Onde:

σ_{sd} : Tensão de cisalhamento solicitante de cálculo.

σ_{sd} : 0.30 MPa

σ_{rd1} : Tensão resistente na superfície crítica C" em elementos estruturais ou trechos sem armadura de punção.

σ_{rd1} : 4.05 MPa

O valor de cálculo da tensão tangencial ao longo da seção crítica considerada obtém-se da seguinte expressão (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.2.3):

σ_{sd} : 0.30 MPa

Onde:

F_{sd} : Força ou reação de punção de cálculo.

F_{sd} : 51.33 kN

k_x : Coeficiente que depende da relação entre as dimensões c_y (dimensão na direção do eixo y) e c_x (dimensão na direção do eixo x) do pilar (ABNT NBR 6118:2014, Tabela 19.2).

k_x : 0.48

k_y : Coeficiente que depende da relação entre as dimensões c_x (dimensão na direção do eixo x) e c_y (dimensão na direção do eixo y) do pilar (ABNT NBR 6118:2014, Tabela 19.2).

k_y : 0.67

TÍTULO:	Nº PLANAVE	REV. PLANAVE	FOLHA:
MEMÓRIA MDE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – SALA DE REUNIÃO	MC-U04-J04-0007	0	38/87
	Nº PLANAVE	REV. CLIENTE	
	UGP-CAF-NIT-0024	-	

M_{Sdx} : Momento de cálculo em torno do eixo x, em relação ao centro de gravidade do perímetro do contorno C".
 M_{Sdy} : Momento de cálculo em torno do eixo y, em relação ao centro de gravidade do perímetro do contorno C".
 M_{SdOx} : Momento de cálculo em torno do eixo x, em relação ao centro de gravidade do pilar.
 M_{SdOy} : Momento de cálculo em torno do eixo y, em relação ao centro de gravidade do pilar.
 u' : Perímetro do contorno crítico C" de punção (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.3.4).
 W_p : Módulo de resistência plástica do perímetro crítico u' (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.2).

M_{Sdx} : -21.98 kN.m
 M_{Sdy} : 25.19 kN.m
 M_{SdOx} : 3.38 kN.m
 M_{SdOy} : 0.24 kN.m
 u' : 2277 mm

dl : Comprimento infinitesimal no perímetro crítico C".

e_y , e_x : Distância desde dl até ao eixo em torno do qual atua o momento M_{Sdx} , M_{Sdy} .

$W_{p'x}$: 14161.5 cm²
 $W_{p'y}$: 14078.5 cm²

d : Altura útil da laje ao longo do contorno crítico C', externo ao contorno C da área de aplicação da força e deste distante $2d$ no plano da laje.

d : 14.0 cm

A tensão resistente na superfície crítica C" em elementos estruturais ou trechos sem armadura de punção deve ser calculada como segue (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.3.2):

σ_{Rd1} : 4.05 MPa

Onde:

d : Altura útil da laje ao longo do contorno crítico C', externo ao contorno C da área de aplicação da força e deste distante $2d$ no plano da laje.

d : 14.0 cm

α : Taxa geométrica de armadura de flexão aderente.

α : 0.0021

α_x : Taxa na direção x.

α_x : 0.0023

α_y : Taxa na direção y.

α_y : 0.0020

f_{ck} : Resistência característica à compressão do concreto.

f_{ck} : 35.00 MPa

σ : Tensão inicial no concreto ao nível do baricentro da armadura de protensão, devida à protensão simultânea de n cabos,

σ : 35.00 MPa

Armadura de reforço (P1)

Distância livre entre dois varões isolados consecutivos

A distância livre d_l , horizontal e vertical, entre duas barras isoladas consecutivas deve ser igual ou superior a s_{min} (ABNT NBR 6118:2014, 18.3.2.2):

74 mm ☐ 23 mm ☒

Onde:

s_{min} : Valor máximo de s_1 , s_2 , s_3

s_{min} : 23 mm

TÍTULO: MEMÓRIA MDE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – SALA DE REUNIÃO	Nº PLANAVE MC-U04-J04-0007	REV. PLANAVE 0	FOLHA: 39/87
	Nº PLANAVE UGP-CAF-NIT-0024	REV. CLIENTE -	

s_1 : 20 mm

s_2 : 6 mm

s_3 : 23 mm

\square_{\max} : Diâmetro máximo das barras transversais.

\square_{\max} : 6 mm

d_g : Tamanho máximo agregado.

d_g : 19 mm

Distância entre a face do pilar e o primeiro reforço de punção

A distância entre a face do pilar ou área carregada e o primeiro reforço de punção não pode ser superior a s_{\max} (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.3.4):

35 mm \square 70 mm ✓

Onde:

s_{\max} : 70 mm

d : Altura útil da laje ao longo do contorno crítico C', externo ao contorno C da área de aplicação da força e deste distante 2d no plano da laje.

d : 140 mm

Distância entre perímetros de reforço transversal consecutivos

80 mm \square 105 mm ✓

A distância d_i entre perímetros de reforço transversal consecutivos deve ser, no máximo, igual a s_{\max} (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.3.4):

Onde:

s_{\max} : 105 mm

d : Altura útil da laje ao longo do contorno crítico C', externo ao contorno C da área de aplicação da força e deste distante 2d no plano da laje.

d : 140 mm

Diâmetro máximo da armadura de estribos

O diâmetro da armadura de estribos não pode superar $h/20$ (ABNT NBR 6118:2014, 20.4):

TÍTULO: MEMÓRIA MDE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – SALA DE REUNIÃO	Nº PLANAVE	REV. PLANAVE	FOLHA: 40/87
	MC-U04-J04-0007	0	
	Nº PLANAVE	REV. CLIENTE	
	UGP-CAF-NIT-0024	-	

6.3 mm ☐ 9.0 mm ☒

Onde:

h: Altura da laje.

h : 180.0 mm

Armadura de punção obrigatória (Combinações fundamentais)

No caso de a estabilidade global da estrutura depender da resistência da laje à punção, deve ser prevista armadura de punção, mesmo que \square_{sd} seja menor que \square_{Rd1} . Essa armadura deve equilibrar um mínimo de 50% de F_{sd} (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.3.5).

Os esforços solicitantes de cálculo desfavoráveis produzem-se para a combinação de ações

1.4·PP+1.4·CP+0.98·Qa+1.4·V(+Y).

Deve satisfazer:

185.19 kN ☐ 5.66 kN ☒

Onde:

d: Altura útil da laje ao longo do contorno crítico C' , externo ao contorno C da área de aplicação da força e deste distante 2d no plano da laje.

d : 140 mm

A_{sw} : Área da armadura de punção num contorno completo paralelo a C' .

s_r : Espaçamento radial entre linhas de armadura de punção.

\square : Ângulo entre a armadura de punção e o plano da laje.

Referência	A_{sw} (mm ²)	s_r (mm)	\square (graus)	A_{sw}/s_r (cm ² /m)
Estribo Punção	125	80	90.0	15.6
Estribo Punção	125	80	90.0	15.6
Usuário	-	-	-	0.5

f_{ywd} : Resistência de cálculo da armadura de punção, não maior do que 250 MPa para estribos para lajes com espessura até 15 cm, ou 435 MPa para lajes com espessura maior que 35 cm, sendo permitida interpolação linear.

f_{ywd} : 277.75 MPa

F_{sd} : Força ou reação de punção de cálculo.

F_{sd} : 11.32 kN

Armadura contra o colapso progressivo (Combinações fundamentais)

Para garantir a ductilidade local e a conseqüente proteção contra o colapso progressivo, a armadura de flexão inferior que atravessa o contorno C deve estar suficientemente ancorada além do contorno C' , conforme figura 19.10, e deve ser tal que: (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.4).

Os esforços solicitantes de cálculo desfavoráveis produzem-se para a combinação de ações

1.4·PP+1.4·CP+0.98·Qa+1.4·V(+Y).

Deve satisfazer:

542.61 kN ☐ 16.98 kN ☒

Onde:

$f_{yd} \cdot A_{s,ccp}$: Quantidade mecânica à compressão.

$f_{yd} \cdot A_{s,ccp}$: 542.61 kN

TÍTULO: MEMÓRIA MDE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – SALA DE REUNIÃO	Nº PLANAVE MC-U04-J04-0007	REV. PLANAVE 0	FOLHA: 41/87
	Nº PLANAVE UGP-CAF-NIT-0024	REV. CLIENTE -	

F_{sd} : Força ou reação de punção de cálculo.

F_{sd} : 16.98 kN

15.2 – PILAR P2

Perímetro do pilar (P2)

Zona adjacente ao pilar ou carga (Combinações fundamentais)

Os esforços solicitantes de cálculo desfavoráveis produzem-se para a combinação de ações

$1.4 \cdot PP + 1.4 \cdot CP + 0.98 \cdot Qa + 1.4 \cdot V(+X)$.

Deve satisfazer:

0.64 MPa ☐ 5.81 MPa ✓

Onde:

☐ σ_{sd} : Tensão de cisalhamento solicitante de cálculo.

☐ σ_{sd} : 0.64 MPa

☐ σ_{rd2} : Tensão resistente de compressão diagonal do concreto na superfície crítica C.

☐ σ_{rd2} : 5.81 MPa

O valor de cálculo da tensão tangencial ao longo da seção crítica considerada obtém-se da seguinte expressão (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.2.3):

☐ σ_{sd} : 0.64 MPa

Onde:

F_{sd} : Força ou reação de punção de cálculo.

F_{sd} : 53.49 kN

☐: Coeficiente que leva em conta os efeitos da excentricidade da carga (CEB-FIP Model Code 1990, 6.4.3.6).

☐ : 1.34

k_x : Coeficiente que depende da relação entre as dimensões c_y (dimensão na direção do eixo y) e c_x (dimensão na direção do eixo x) do pilar (ABNT NBR 6118:2014, Tabela 19.2).

k_x : 0.48

k_y : Coeficiente que depende da relação entre as dimensões c_x (dimensão na direção do eixo x) e c_y (dimensão na direção do eixo y) do pilar (ABNT NBR 6118:2014, Tabela 19.2).

k_y : 0.67

M_{sdx} : Momento de cálculo em torno do eixo x, em relação ao centro de gravidade do perímetro do contorno C'.

M_{sdx} : 4.16 kN·m

M_{sdy} : Momento de cálculo em torno do eixo y, em relação ao centro de gravidade do perímetro do contorno C'.

M_{sdy} : -4.09 kN·m

M_{sdox} : Momento de cálculo em torno do eixo x, em relação ao centro de gravidade do pilar.

M_{sdox} : 4.15 kN·m

M_{sdoy} : Momento de cálculo em torno do eixo y, em relação ao centro de gravidade do pilar.

M_{sdoy} : -4.09 kN·m

u : Perímetro do contorno crítico C' de punção (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.2).

u : 2557 mm

TÍTULO: MEMÓRIA MDE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – SALA DE REUNIÃO	Nº PLANAVE	REV. PLANAVE	FOLHA: 42/87
	MC-U04-J04-0007	0	
	Nº PLANAVE	REV. CLIENTE	
	UGP-CAF-NIT-0024	-	

W_p : Módulo de resistência plástica do perímetro crítico u (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.2).

dl : Comprimento infinitesimal no perímetro crítico C'.

e_y, e_x : Distância desde dl até ao eixo em torno do qual atua o momento M_{Sdx} , M_{Sdy} .

u_0 : Perímetro do contorno crítico C de punção (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.3.1)

d : Altura útil da laje ao longo do contorno crítico C', externo ao contorno C da área de aplicação da força e deste distante 2d no plano da laje.

W_{px} : 6331.9 cm²

W_{py} : 6850.7 cm²

u_0 : 800 mm

d : 14.0 cm

O valor de cálculo da tensão resistente de compressão diagonal do concreto na superfície crítica C obtém-se da seguinte expressão (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.3.1):

σ_{Rd2} : 5.81 MPa

Onde:

σ_v : 0.86

f_{ck} : Resistência característica à compressão do concreto.

f_{ck} : 35.00 MPa

f_{cd} : Resistência de cálculo à compressão do concreto.

f_{cd} : 25.00 MPa

Perímetro de controlo (P2)

Zona com armadura transversal de punção (Combinações fundamentais)

Os esforços solicitantes de cálculo desfavoráveis produzem-se para a combinação de ações 1.4·PP+1.4·CP+0.98·Qa+1.4·V(+X).

Deve satisfazer:

0.18 MPa σ 0.96 MPa ✓

Onde:

σ_{sd} : Tensão de cisalhamento solicitante de cálculo.

σ_{sd} : 0.18 MPa

σ_{Rd3} : Tensão resistente na superfície crítica C' em elementos estruturais ou trechos com armadura de punção.

σ_{Rd3} : 0.96 MPa

O valor de cálculo da tensão tangencial ao longo da seção crítica considerada obtém-se da seguinte expressão (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.2.3):

σ_{sd} : 0.18 MPa

Onde:

TÍTULO: MEMÓRIA MDE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – SALA DE REUNIÃO	Nº PLANAVE MC-U04-J04-0007	REV. PLANAVE 0	FOLHA: 43/87
	Nº PLANAVE UGP-CAF-NIT-0024	REV. CLIENTE -	

F_{Sd}: Força ou reação de punção de cálculo.

F_{Sd} : 45.58 kN

k_x: Coeficiente que depende da relação entre as dimensões c_y (dimensão na direção do eixo y) e c_x (dimensão na direção do eixo x) do pilar (ABNT NBR 6118:2014, Tabela 19.2).

k_x : 0.48

k_y: Coeficiente que depende da relação entre as dimensões c_x (dimensão na direção do eixo x) e c_y (dimensão na direção do eixo y) do pilar (ABNT NBR 6118:2014, Tabela 19.2).

k_y : 0.67

M_{Sdx}: Momento de cálculo em torno do eixo x, em relação ao centro de gravidade do perímetro do contorno C'.

M_{Sdx} : 4.11 kN·m

M_{Sdy}: Momento de cálculo em torno do eixo y, em relação ao centro de gravidade do perímetro do contorno C'.

M_{Sdy} : -4.16 kN·m

M_{SdOx}: Momento de cálculo em torno do eixo x, em relação ao centro de gravidade do pilar.

M_{SdOx} : 4.10 kN·m

M_{SdOy}: Momento de cálculo em torno do eixo y, em relação ao centro de gravidade do pilar.

M_{SdOy} : -4.16 kN·m

u: Perímetro do contorno crítico C' de punção (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.2).

u : 2557 mm

W_p: Módulo de resistência plástica do perímetro crítico u (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.2).

dl: Comprimento infinitesimal no perímetro crítico C'.

e_y, **e_x**: Distância desde dl até ao eixo em torno do qual atua o momento M_{Sdx} , M_{Sdy} .

W_{px} : 6331.9 cm²

W_{py} : 6850.7 cm²

d: Altura útil da laje ao longo do contorno crítico C', externo ao contorno C da área de aplicação da força e deste distante 2d no plano da laje.

d : 14.0 cm

A tensão resistente na superfície crítica C' em elementos estruturais ou trechos com armadura de punção deve ser calculada como segue (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.3.3):

σ_{Rd3} : 0.96 MPa

Onde:

d: Altura útil da laje ao longo do contorno crítico C', externo ao contorno C da área de aplicação da força e deste distante 2d no plano da laje.

d : 14.0 cm

f_{ck}: Resistência característica à compressão do concreto.

f_{ck} : 35.00 MPa

α : Taxa geométrica de armadura de flexão aderente.

α : 0.0024

α_x : Taxa na direção x.

α_x : 0.0023

α_y : Taxa na direção y.

α_y : 0.0026

σ : Tensão inicial no concreto ao nível do baricentro da armadura de protensão, devida à protensão simultânea de n cabos,

σ : 0.00 MPa

A_{sw}: Área da armadura de punção num contorno completo paralelo a C'.

s_r: Espaçamento radial entre linhas de armadura de punção.

θ : Ângulo entre a armadura de punção e o plano da laje.

TÍTULO: MEMÓRIA MDE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – SALA DE REUNIÃO	Nº PLANAVE MC-U04-J04-0007	REV. PLANAVE 0	FOLHA: 44/87
	Nº PLANAVE UGP-CAF-NIT-0024	REV. CLIENTE -	

Referência	A _{sw} (mm ²)	S _r (mm)	□ (graus)	A _{sw} /S _r (cm ² /m)
Estribo Punção	125	80	90.0	15.6
Estribo Punção	125	80	90.0	15.6

f_{ywd}: Resistência de cálculo da armadura de punção, não maior do que 250 MPa para estribos para lajes com espessura até 15 cm, ou 435 MPa para lajes com espessura maior que 35 cm, sendo permitida interpolação linear.

$$f_{ywd} : \underline{277.75} \text{ MPa}$$

$$u : \underline{2557} \text{ mm}$$

u: Perímetro do contorno crítico C' de punção (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.2).

Perímetro da armadura de reforço (P2)

Zona exterior à armadura de punção (Combinações fundamentais)

Os esforços solicitantes de cálculo desfavoráveis produzem-se para a combinação de ações 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa. Deve satisfazer:

$$0.07 \text{ MPa} \square 0.58 \text{ MPa} \checkmark$$

Onde:

□_{Sd}: Tensão de cisalhamento solicitante de cálculo.

$$\square_{Sd} : \underline{0.07} \text{ MPa}$$

□_{Rd1}: Tensão resistente na superfície crítica C" em elementos estruturais ou trechos sem armadura de punção.

$$\square_{Rd1} : \underline{0.58} \text{ MPa}$$

O valor de cálculo da tensão tangencial ao longo da seção crítica considerada obtém-se da seguinte expressão (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.2.3):

$$\square_{Sd} : \underline{0.07} \text{ MPa}$$

Onde:

F_{Sd}: Força ou reação de punção de cálculo.

$$F_{Sd} : \underline{26.33} \text{ kN}$$

k_x: Coeficiente que depende da relação entre as dimensões c_y (dimensão na direção do eixo y) e c_x (dimensão na direção do eixo x) do pilar (ABNT NBR 6118:2014, Tabela 19.2).

$$k_x : \underline{0.48}$$

k_y: Coeficiente que depende da relação entre as dimensões c_x (dimensão na direção do eixo x) e c_y (dimensão na direção do eixo y) do pilar (ABNT NBR 6118:2014, Tabela 19.2).

$$k_y : \underline{0.67}$$

M_{Sdx}: Momento de cálculo em torno do eixo x, em relação ao centro de gravidade do perímetro do contorno C".

$$M_{Sdx} : \underline{-2.80} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_{Sdy}: Momento de cálculo em torno do eixo y, em relação ao centro de gravidade do perímetro do contorno C".

$$M_{Sdy} : \underline{1.85} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_{SdOx}: Momento de cálculo em torno do eixo x, em relação ao centro de gravidade do pilar.

$$M_{SdOx} : \underline{4.60} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_{SdOy}: Momento de cálculo em torno do eixo y, em relação ao centro de gravidade do pilar.

$$M_{SdOy} : \underline{1.85} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

u': Perímetro do contorno crítico C" de punção (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.3.4).

$$u' : \underline{3271} \text{ mm}$$

W_p: Módulo de resistência plástica do perímetro crítico u' (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.2).

dl: Comprimento infinitesimal no perímetro crítico C".

TÍTULO: MEMÓRIA MDE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – SALA DE REUNIÃO	Nº PLANAVE MC-U04-J04-0007	REV. PLANAVE 0	FOLHA: 45/87
	Nº PLANAVE UGP-CAF-NIT-0024	REV. CLIENTE -	

e_y, e_x : Distância desde dl até ao eixo em torno do qual atua o momento M_{Sdx}, M_{Sdy} .

$W_{p'x}$: 19193.1 cm²

$W_{p'y}$: 27567.2 cm²

d: Altura útil da laje ao longo do contorno crítico C', externo ao contorno C da área de aplicação da força e deste distante 2d no plano da laje.

d : 14.0 cm

A tensão resistente na superfície crítica C'' em elementos estruturais ou trechos sem armadura de punção deve ser calculada como segue (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.3.2):

☐ R_{d1} : 0.58 MPa

Onde:

d: Altura útil da laje ao longo do contorno crítico C', externo ao contorno C da área de aplicação da força e deste distante 2d no plano da laje.

d : 14.0 cm

☐ Taxa geométrica de armadura de flexão aderente.

☐ : 0.0024

☐ x : Taxa na direção x.

☐ x : 0.0023

☐ y : Taxa na direção y.

☐ y : 0.0026

f_{ck} : Resistência característica à compressão do concreto.

f_{ck} : 35.00 MPa

☐ Tensão inicial no concreto ao nível do baricentro da armadura de protensão, devida à protensão simultânea de n cabos,

☐ : 0.00 MPa

Armadura de reforço (P2)

Distância livre entre dois varões isolados consecutivos

A distância livre d_l , horizontal e vertical, entre duas barras isoladas consecutivas deve ser igual ou superior a s_{min} (ABNT NBR 6118:2014, 18.3.2.2):

74 mm ☐ 23 mm ☒

Onde:

s_{min} : Valor máximo de s_1, s_2, s_3

s_{min} : 23 mm

s_1 : 20 mm

s_2 : 6 mm


s_3 : 23 mm

☐ $_{max}$: Diâmetro máximo das barras transversais.

☐ $_{max}$: 6 mm

d_g : Tamanho máximo agregado.

d_g : 19 mm

			
TÍTULO: MEMÓRIA MDE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – SALA DE REUNIÃO	Nº PLANAVE MC-U04-J04-0007	REV. PLANAVE 0	FOLHA: 46/87
	Nº PLANAVE UGP-CAF-NIT-0024	REV. CLIENTE -	

Distância entre a face do pilar e o primeiro reforço de punção

A distância entre a face do pilar ou área carregada e o primeiro reforço de punção não pode ser superior a s_{max} (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.3.4):

35 mm ☐ 70 mm ✓

Onde:

s_{max} : 70 mm

d: Altura útil da laje ao longo do contorno crítico C', externo ao contorno C da área de aplicação da força e deste distante 2d no plano da laje.

d : 140 mm

Distância entre perímetros de reforço transversal consecutivos

80 mm ☐ 105 mm ✓

A distância d_i entre perímetros de reforço transversal consecutivos deve ser, no máximo, igual a s_{max} (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.3.4):

Onde:

s_{max} : 105 mm

d: Altura útil da laje ao longo do contorno crítico C', externo ao contorno C da área de aplicação da força e deste distante 2d no plano da laje.

d : 140 mm

Diâmetro máximo da armadura de estribos

O diâmetro da armadura de estribos não pode superar $h/20$ (ABNT NBR 6118:2014, 20.4):

6.3 mm ☐ 9.0 mm ✓

Onde:

h: Altura da laje.

h : 180.0 mm

Armadura de punção obrigatória (Combinações fundamentais)

No caso de a estabilidade global da estrutura depender da resistência da laje à punção, deve ser prevista armadura de punção, mesmo que σ_{sd} seja menor que σ_{Rd1} . Essa armadura deve equilibrar um mínimo de 50% de F_{sd} (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.3.5).

Os esforços solicitantes de cálculo desfavoráveis produzem-se para a combinação de ações $1.4 \cdot PP + 1.4 \cdot CP + 1.4 \cdot Qa + 0.84 \cdot V(+Y)$.

TÍTULO: MEMÓRIA MDE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – SALA DE REUNIÃO	Nº PLANAVE	REV. PLANAVE	FOLHA: 47/87
	MC-U04-J04-0007	0	
	Nº PLANAVE	REV. CLIENTE	
	UGP-CAF-NIT-0024	-	

Deve satisfazer:

$$182.27 \text{ kN} \square 23.77 \text{ kN} \checkmark$$

Onde:

d: Altura útil da laje ao longo do contorno crítico C', externo ao contorno C da área de aplicação da força e deste distante 2d no plano da laje.

$$d : 140 \text{ mm}$$

A_{sw}: Área da armadura de punção num contorno completo paralelo a C'.

s_r: Espaçamento radial entre linhas de armadura de punção.

\square : Ângulo entre a armadura de punção e o plano da laje.

Referência	A _{sw} (mm ²)	s _r (mm)	\square (graus)	A _{sw} /s _r (cm ² /m)
Estribo Punção	125	80	90.0	15.6
Estribo Punção	125	80	90.0	15.6

f_{ywd}: Resistência de cálculo da armadura de punção, não maior do que 250 MPa para estribos para lajes com espessura até 15 cm, ou 435 MPa para lajes com espessura maior que 35 cm, sendo permitida interpolação linear.

$$f_{ywd} : 277.75 \text{ MPa}$$

F_{sd}: Força ou reação de punção de cálculo.

$$F_{sd} : 47.54 \text{ kN}$$

Armadura contra o colapso progressivo (Combinações fundamentais)

Para garantir a ductilidade local e a conseqüente proteção contra o colapso progressivo, a armadura de flexão inferior que atravessa o contorno C deve estar suficientemente ancorada além do contorno C', conforme figura 19.10, e deve ser tal que: (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.4).

Os esforços solicitantes de cálculo desfavoráveis produzem-se para a combinação de ações

$$1.4 \cdot PP + 1.4 \cdot CP + 1.4 \cdot Qa + 0.84 \cdot V(+Y).$$

Deve satisfazer:

$$610.43 \text{ kN} \square 71.31 \text{ kN} \checkmark$$

Onde:

f_{yd} · A_{s,ccp}: Quantidade mecânica à compressão.

$$f_{yd} \cdot A_{s,ccp} : 610.43 \text{ kN}$$

F_{sd}: Força ou reação de punção de cálculo.

$$F_{sd} : 71.31 \text{ kN}$$

15.3 – PILAR P3

Perímetro do pilar (P3)

Zona adjacente ao pilar ou carga (Combinações fundamentais)

Os esforços solicitantes de cálculo desfavoráveis produzem-se para a combinação de ações

$$1.4 \cdot PP + 1.4 \cdot CP + 0.98 \cdot Qa + 1.4 \cdot V(+Y).$$

Deve satisfazer:

$$0.24 \text{ MPa} \square 5.81 \text{ MPa} \checkmark$$

TÍTULO: MEMÓRIA MDE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – SALA DE REUNIÃO	Nº PLANAVE MC-U04-J04-0007	REV. PLANAVE 0	FOLHA: 48/87
	Nº PLANAVE UGP-CAF-NIT-0024	REV. CLIENTE -	

Onde:

☐ S_d : Tensão de cisalhamento solicitante de cálculo.

☐ S_d : 0.24 MPa

☐ R_{d2} : Tensão resistente de compressão diagonal do concreto na superfície crítica C.

☐ R_{d2} : 5.81 MPa

O valor de cálculo da tensão tangencial ao longo da seção crítica considerada obtém-se da seguinte expressão (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.2.3):

☐ S_d : 0.24 MPa

Onde:

F_{sd} : Força ou reação de punção de cálculo.

F_{sd} : 19.18 kN

☐: Coeficiente que leva em conta os efeitos da excentricidade da carga (CEB-FIP Model Code 1990, 6.4.3.6).

☐ : 1.39

k_x : Coeficiente que depende da relação entre as dimensões c_y (dimensão na direção do eixo y) e c_x (dimensão na direção do eixo x) do pilar (ABNT NBR 6118:2014, Tabela 19.2).

k_x : 0.67

k_y : Coeficiente que depende da relação entre as dimensões c_x (dimensão na direção do eixo x) e c_y (dimensão na direção do eixo y) do pilar (ABNT NBR 6118:2014, Tabela 19.2).

k_y : 0.48

M_{sdx} : Momento de cálculo em torno do eixo x, em relação ao centro de gravidade do perímetro do contorno C'.

M_{sdx} : -0.74 kN·m

M_{sdy} : Momento de cálculo em torno do eixo y, em relação ao centro de gravidade do perímetro do contorno C'.

M_{sdy} : -3.08 kN·m

M_{sdox} : Momento de cálculo em torno do eixo x, em relação ao centro de gravidade do pilar.

M_{sdox} : -0.74 kN·m

M_{sdox} : Momento de cálculo em torno do eixo y, em relação ao centro de gravidade do pilar.

M_{sdox} : -3.07 kN·m

u : Perímetro do contorno crítico C' de punção (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.2).

u : 2557 mm

W_p : Módulo de resistência plástica do perímetro crítico u (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.2).

d_l : Comprimento infinitesimal no perímetro crítico C'.

e_y , e_x : Distância desde d_l até ao eixo em torno do qual atua o momento M_{sdx} , M_{sdy} .

W_{px} : 6331.9 cm²

W_{py} : 6850.7 cm²

u_0 : Perímetro do contorno crítico C de punção (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.3.1)

u_0 : 800 mm

d : Altura útil da laje ao longo do contorno crítico C', externo ao contorno C da área de aplicação da força e deste distante 2d no plano da laje.

d : 14.0 cm

O valor de cálculo da tensão resistente de compressão diagonal do concreto na superfície crítica C obtém-se da seguinte expressão (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.3.1):

			
TÍTULO:	Nº PLANAVE	REV. PLANAVE	FOLHA:
MEMÓRIA MDE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – SALA DE REUNIÃO	MC-U04-J04-0007	0	49/87
	Nº PLANAVE	REV. CLIENTE	
	UGP-CAF-NIT-0024	-	

$\sigma_{Rd2} : 5.81 \text{ MPa}$

Onde:

$\sigma_v : 0.86$

f_{ck} : Resistência característica à compressão do concreto.

$f_{ck} : 35.00 \text{ MPa}$

f_{cd} : Resistência de cálculo à compressão do concreto.

$f_{cd} : 25.00 \text{ MPa}$

Perímetro de controlo (P3)

Zona com armadura transversal de punção (Combinações fundamentais)

Os esforços solicitantes de cálculo desfavoráveis produzem-se para a combinação de ações 1.4·PP+1.4·CP+1.4·V(+Y).
Deve satisfazer:

0.06 MPa σ 0.94 MPa ✓

Onde:

σ_{sd} : Tensão de cisalhamento solicitante de cálculo.

$\sigma_{sd} : 0.06 \text{ MPa}$

σ_{Rd3} : Tensão resistente na superfície crítica C' em elementos estruturais ou trechos com armadura de punção.

$\sigma_{Rd3} : 0.94 \text{ MPa}$

O valor de cálculo da tensão tangencial ao longo da seção crítica considerada obtém-se da seguinte expressão (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.2.3):

$\sigma_{sd} : 0.06 \text{ MPa}$

Onde:

F_{sd} : Força ou reação de punção de cálculo.

$F_{sd} : 10.25 \text{ kN}$

k_x : Coeficiente que depende da relação entre as dimensões c_y (dimensão na direção do eixo y) e c_x (dimensão na direção do eixo x) do pilar (ABNT NBR 6118:2014, Tabela 19.2).

$k_x : 0.48$

k_y : Coeficiente que depende da relação entre as dimensões c_x (dimensão na direção do eixo x) e c_y (dimensão na direção do eixo y) do pilar (ABNT NBR 6118:2014, Tabela 19.2).

$k_y : 0.67$

M_{sdx} : Momento de cálculo em torno do eixo x, em relação ao centro de gravidade do perímetro do contorno C'.

$M_{sdx} : -1.12 \text{ kN}\cdot\text{m}$

M_{sdy} : Momento de cálculo em torno do eixo y, em relação ao centro de gravidade do perímetro do contorno C'.

$M_{sdy} : -3.64 \text{ kN}\cdot\text{m}$

M_{sdox} : Momento de cálculo em torno do eixo x, em relação ao centro de gravidade do pilar.

$M_{sdox} : -1.12 \text{ kN}\cdot\text{m}$

M_{sdox} : Momento de cálculo em torno do eixo y, em relação ao centro de gravidade do pilar.

$M_{sdox} : -3.64 \text{ kN}\cdot\text{m}$

u : Perímetro do contorno crítico C' de punção (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.2).

$u : 2557 \text{ mm}$

W_p : Módulo de resistência plástica do perímetro crítico u (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.2).

dl : Comprimento infinitesimal no perímetro crítico C'.

TÍTULO:	Nº PLANAVE	REV. PLANAVE	FOLHA:
MEMÓRIA MDE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – SALA DE REUNIÃO	MC-U04-J04-0007	0	50/87
	Nº PLANAVE	REV. CLIENTE	
	UGP-CAF-NIT-0024	-	

e_y, e_x : Distância desde dl até ao eixo em torno do qual atua o momento M_{Sdx}, M_{Sdy} .

W_{px} : 6331.9 cm²

W_{py} : 6850.7 cm²

d : Altura útil da laje ao longo do contorno crítico C', externo ao contorno C da área de aplicação da força e deste distante 2d no plano da laje.

d : 14.0 cm

A tensão resistente na superfície crítica C' em elementos estruturais ou trechos com armadura de punção deve ser calculada como segue (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.3.3):

σ_{Rd3} : 0.94 MPa

Onde:

d : Altura útil da laje ao longo do contorno crítico C', externo ao contorno C da área de aplicação da força e deste distante 2d no plano da laje.

d : 14.0 cm

f_{ck} : Resistência característica à compressão do concreto.

f_{ck} : 35.00 MPa

α : Taxa geométrica de armadura de flexão aderente.

α : 0.0021

α_x : Taxa na direção x.

α_x : 0.0023

α_y : Taxa na direção y.

α_y : 0.0020

σ : Tensão inicial no concreto ao nível do baricentro da armadura de protensão, devida à protensão simultânea de n cabos,

σ : 0.00 MPa

A_{sw} : Área da armadura de punção num contorno completo paralelo a C'.

s_r : Espaçamento radial entre linhas de armadura de punção.

θ : Ângulo entre a armadura de punção e o plano da laje.

Referência	A_{sw} (mm ²)	s_r (mm)	θ (graus)	A_{sw}/s_r (cm ² /m)
Estribo Punção	125	80	90.0	15.6
Estribo Punção	125	80	90.0	15.6

f_{ywd} : Resistência de cálculo da armadura de punção, não maior do que 250 MPa para estribos para lajes com espessura até 15 cm, ou 435 MPa para lajes com espessura maior que 35 cm, sendo permitida interpolação linear.

f_{ywd} : 277.75 MPa

u : Perímetro do contorno crítico C' de punção (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.2).

u : 2557 mm

Perímetro da armadura de reforço (P3)

Zona exterior à armadura de punção (Combinações fundamentais)

Os esforços solicitantes de cálculo desfavoráveis produzem-se para a combinação de ações 1.4.PP+1.4.CP+1.4.Qa. Deve satisfazer:

0.33 MPa σ 0.55 MPa ✓

Onde:

σ_{sd} : Tensão de cisalhamento solicitante de cálculo.

σ_{sd} : 0.33 MPa

TÍTULO:	Nº PLANAVE	REV. PLANAVE	FOLHA:
MEMÓRIA MDE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – SALA DE REUNIÃO	MC-U04-J04-0007	0	51/87
	Nº PLANAVE	REV. CLIENTE	
	UGP-CAF-NIT-0024	-	

☐ **Rd1**: Tensão resistente na superfície crítica C" em elementos estruturais ou trechos sem armadura de punção.

☐ **Rd1** : 0.55 MPa

O valor de cálculo da tensão tangencial ao longo da seção crítica considerada obtém-se da seguinte expressão (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.2.3):

☐ **Sd** : 0.33 MPa

Onde:

F_{Sd}: Força ou reação de punção de cálculo.

F_{Sd} : 56.75 kN

k_x: Coeficiente que depende da relação entre as dimensões c_y (dimensão na direção do eixo y) e c_x (dimensão na direção do eixo x) do pilar (ABNT NBR 6118:2014, Tabela 19.2).

k_x : 0.48

k_y: Coeficiente que depende da relação entre as dimensões c_x (dimensão na direção do eixo x) e c_y (dimensão na direção do eixo y) do pilar (ABNT NBR 6118:2014, Tabela 19.2).

k_y : 0.67

M_{Sdx}: Momento de cálculo em torno do eixo x, em relação ao centro de gravidade do perímetro do contorno C".

M_{Sdx} : 25.70 kN·m

M_{Sdy}: Momento de cálculo em torno do eixo y, em relação ao centro de gravidade do perímetro do contorno C".

M_{Sdy} : 25.13 kN·m

M_{SdOx}: Momento de cálculo em torno do eixo x, em relação ao centro de gravidade do pilar.

M_{SdOx} : -2.67 kN·m

M_{SdOy}: Momento de cálculo em torno do eixo y, em relação ao centro de gravidade do pilar.

M_{SdOy} : -2.46 kN·m

u': Perímetro do contorno crítico C" de punção (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.3.4).

u' : 2281 mm

W_p: Módulo de resistência plástica do perímetro crítico u' (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.2).

dl: Comprimento infinitesimal no perímetro crítico C".

e_y, **e_x**: Distância desde dl até ao eixo em torno do qual atua o momento M_{Sdx}, M_{Sdy}.

W_{p'x} : 14280.5 cm²

W_{p'y} : 14102.6 cm²

d: Altura útil da laje ao longo do contorno crítico C', externo ao contorno C da área de aplicação da força e deste distante 2d no plano da laje.

d : 14.0 cm

A tensão resistente na superfície crítica C" em elementos estruturais ou trechos sem armadura de punção deve ser calculada como segue (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.3.2):

☐ **Rd1** : 0.55 MPa

Onde:

d: Altura útil da laje ao longo do contorno crítico C', externo ao contorno C da área de aplicação da força e deste distante 2d no plano da laje.

d : 14.0 cm

☐ Taxa geométrica de armadura de flexão aderente.

☐ : 0.0021

☐ **x**: Taxa na direção x.

☐ **x** : 0.0023

☐ **y**: Taxa na direção y.

☐ **y** : 0.0020

f_{ck}: Resistência característica à compressão do concreto.

f_{ck} : 35.00 MPa

TÍTULO: MEMÓRIA MDE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – SALA DE REUNIÃO	Nº PLANAVE MC-U04-J04-0007	REV. PLANAVE 0	FOLHA: 52/87
	Nº PLANAVE UGP-CAF-NIT-0024	REV. CLIENTE -	

☐: Tensão inicial no concreto ao nível do baricentro da armadura de protensão, devida à protensão simultânea de n cabos,

☐ : 0.00 MPa

Armadura de reforço (P3)

Distância livre entre dois varões isolados consecutivos

A distância livre d_l , horizontal e vertical, entre duas barras isoladas consecutivas deve ser igual ou superior a s_{min} (ABNT NBR 6118:2014, 18.3.2.2):

74 mm ☐ 23 mm ☒

Onde:

s_{min} : Valor máximo de s_1 , s_2 , s_3

s_{min} : 23 mm

s_1 : 20 mm

s_2 : 6 mm

s_3 : 23 mm

☐ $_{max}$: Diâmetro máximo das barras transversais.

☐ $_{max}$: 6 mm

d_g : Tamanho máximo agregado.

d_g : 19 mm

Distância entre a face do pilar e o primeiro reforço de punção

A distância entre a face do pilar ou área carregada e o primeiro reforço de punção não pode ser superior a s_{max} (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.3.4):





35 mm ☐ 70 mm ☒

Onde:

s_{max} : 70 mm

d : Altura útil da laje ao longo do contorno crítico C' , externo ao contorno C da área de aplicação da força e deste distante $2d$ no plano da laje.

d : 140 mm

<div>  <div>    </div> </div>			
TÍTULO: MEMÓRIA MDE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – SALA DE REUNIÃO	Nº PLANAVE MC-U04-J04-0007	REV. PLANAVE 0	FOLHA: 53/87
	Nº PLANAVE UGP-CAF-NIT-0024	REV. CLIENTE -	

Distância entre perímetros de reforço transversal consecutivos

80 mm ☐ 105 mm ☒

A distância d_i entre perímetros de reforço transversal consecutivos deve ser, no máximo, igual a s_{\max} (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.3.4):

Onde:

s_{\max} : 105 mm

d : Altura útil da laje ao longo do contorno crítico C' , externo ao contorno C da área de aplicação da força e deste distante $2d$ no plano da laje.

d : 140 mm

Diâmetro máximo da armadura de estribos

O diâmetro da armadura de estribos não pode superar $h/20$ (ABNT NBR 6118:2014, 20.4):

6.3 mm ☐ 9.0 mm ☒

Onde:

h : Altura da laje.

h : 180.0 mm

Armadura de punção obrigatória (Combinações fundamentais)

No caso de a estabilidade global da estrutura depender da resistência da laje à punção, deve ser prevista armadura de punção, mesmo que σ_{sd} seja menor que σ_{Rd1} . Essa armadura deve equilibrar um mínimo de 50% de F_{sd} (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.3.5).

Os esforços solicitantes de cálculo desfavoráveis produzem-se para a combinação de ações $1.4 \cdot PP + 1.4 \cdot CP + 0.98 \cdot Qa + 1.4 \cdot V(+Y)$.

Deve satisfazer:

182.27 kN ☐ 5.14 kN ☒

Onde:

d : Altura útil da laje ao longo do contorno crítico C' , externo ao contorno C da área de aplicação da força e deste distante $2d$ no plano da laje.

d : 140 mm

A_{sw} : Área da armadura de punção num contorno completo paralelo a C' .

s_r : Espaçamento radial entre linhas de armadura de punção.

α : Ângulo entre a armadura de punção e o plano da laje.

TÍTULO: MEMÓRIA MDE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – SALA DE REUNIÃO	Nº PLANAVE MC-U04-J04-0007	REV. PLANAVE 0	FOLHA: 54/87
	Nº PLANAVE UGP-CAF-NIT-0024	REV. CLIENTE -	

Referência	A _{sw} (mm ²)	S _r (mm)	□ (graus)	A _{sw} /S _r (cm ² /m)
Estribo Punção	125	80	90.0	15.6
Estribo Punção	125	80	90.0	15.6

f_{ywd} : Resistência de cálculo da armadura de punção, não maior do que 250 MPa para estribos para lajes com espessura até 15 cm, ou 435 MPa para lajes com espessura maior que 35 cm, sendo permitida interpolação linear.

F_{sd} : Força ou reação de punção de cálculo.

$$f_{ywd} : 277.75 \text{ MPa}$$

$$F_{sd} : 10.27 \text{ kN}$$

Armadura contra o colapso progressivo (Combinações fundamentais)

Para garantir a ductilidade local e a conseqüente proteção contra o colapso progressivo, a armadura de flexão inferior que atravessa o contorno C deve estar suficientemente ancorada além do contorno C', conforme figura 19.10, e deve ser tal que: (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.4).

Os esforços solicitantes de cálculo desfavoráveis produzem-se para a combinação de ações

1.4·PP+1.4·CP+0.98·Qa+1.4·V(+Y).

Deve satisfazer:

$$542.61 \text{ kN} \square 15.40 \text{ kN} \checkmark$$

Onde:

$f_{yd} \cdot A_{s,ccp}$: Quantidade mecânica à compressão.

F_{sd} : Força ou reação de punção de cálculo.

$$f_{yd} \cdot A_{s,ccp} : 542.61 \text{ kN}$$

$$F_{sd} : 15.40 \text{ kN}$$

15.4 – PILAR P4

Perímetro do pilar (P4)

Zona adjacente ao pilar ou carga (Combinações fundamentais)

Os esforços solicitantes de cálculo desfavoráveis produzem-se para a combinação de ações

1.4·PP+1.4·CP+0.98·Qa+1.4·V(-Y).

Deve satisfazer:

$$0.34 \text{ MPa} \square 5.81 \text{ MPa} \checkmark$$

Onde:

□_{sd}: Tensão de cisalhamento solicitante de cálculo.

□_{Rd2}: Tensão resistente de compressão diagonal do concreto na superfície crítica C.

$$\square_{sd} : 0.34 \text{ MPa}$$

$$\square_{Rd2} : 5.81 \text{ MPa}$$

O valor de cálculo da tensão tangencial ao longo da seção crítica considerada obtém-se da seguinte expressão (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.2.3):

$$\square_{sd} : 0.34 \text{ MPa}$$

TÍTULO: MEMÓRIA MDE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – SALA DE REUNIÃO	Nº PLANAVE	REV. PLANAVE	FOLHA: 55/87
	MC-U04-J04-0007	0	
	Nº PLANAVE	REV. CLIENTE	
	UGP-CAF-NIT-0024	-	

Onde:

F_{sd}: Força ou reação de punção de cálculo.

F_{sd} : 27.26 kN

☐: Coeficiente que leva em conta os efeitos da excentricidade da carga (CEB-FIP Model Code 1990, 6.4.3.6).

☐ : 1.41

k_x: Coeficiente que depende da relação entre as dimensões c_y (dimensão na direção do eixo y) e c_x (dimensão na direção do eixo x) do pilar (ABNT NBR 6118:2014, Tabela 19.2).

k_x : 0.67

k_y: Coeficiente que depende da relação entre as dimensões c_x (dimensão na direção do eixo x) e c_y (dimensão na direção do eixo y) do pilar (ABNT NBR 6118:2014, Tabela 19.2).

k_y : 0.48

M_{sdx}: Momento de cálculo em torno do eixo x, em relação ao centro de gravidade do perímetro do contorno C'.

M_{sdx} : 0.55 kN·m

M_{sdy}: Momento de cálculo em torno do eixo y, em relação ao centro de gravidade do perímetro do contorno C'.

M_{sdy} : 5.41 kN·m

M_{sdox}: Momento de cálculo em torno do eixo x, em relação ao centro de gravidade do pilar.

M_{sdox} : 0.55 kN·m

M_{sdox}: Momento de cálculo em torno do eixo y, em relação ao centro de gravidade do pilar.

M_{sdox} : 5.41 kN·m

u: Perímetro do contorno crítico C' de punção (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.2).

u : 2557 mm

W_p: Módulo de resistência plástica do perímetro crítico u (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.2).

dl: Comprimento infinitesimal no perímetro crítico C'.

e_y, **e_x**: Distância desde dl até ao eixo em torno do qual atua o momento M_{sdx}, M_{sdy}.

W_{px} : 6331.9 cm²

W_{py} : 6850.7 cm²

u₀: Perímetro do contorno crítico C de punção (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.3.1)

u₀ : 800 mm

d: Altura útil da laje ao longo do contorno crítico C', externo ao contorno C da área de aplicação da força e deste distante 2d no plano da laje.

d : 14.0 cm

O valor de cálculo da tensão resistente de compressão diagonal do concreto na superfície crítica C obtém-se da seguinte expressão (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.3.1):

☐ **R_{d2}** : 5.81 MPa

Onde:

☐ **v** : 0.86

f_{ck}: Resistência característica à compressão do concreto.

f_{ck} : 35.00 MPa

f_{cd}: Resistência de cálculo à compressão do concreto.

f_{cd} : 25.00 MPa

TÍTULO:	Nº PLANAVE	REV. PLANAVE	FOLHA:
MEMÓRIA MDE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – SALA DE REUNIÃO	MC-U04-J04-0007	0	56/87
	Nº PLANAVE	REV. CLIENTE	
	UGP-CAF-NIT-0024	-	

Perímetro de controlo (P4)

Zona com armadura transversal de punção (Combinações fundamentais)

Os esforços solicitantes de cálculo desfavoráveis produzem-se para a combinação de ações

1.4·PP+1.4·CP+0.98·Qa+1.4·V(-Y).

Deve satisfazer:

0.10 MPa ☐ 0.96 MPa ☒

Onde:

☐ σ_{sd} : Tensão de cisalhamento solicitante de cálculo.

☐ σ_{sd} : 0.10 MPa

☐ σ_{rd3} : Tensão resistente na superfície crítica C' em elementos estruturais ou trechos com armadura de punção.

☐ σ_{rd3} : 0.96 MPa

O valor de cálculo da tensão tangencial ao longo da seção crítica considerada obtém-se da seguinte expressão (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.2.3):

☐ σ_{sd} : 0.10 MPa

Onde:

F_{sd} : Força ou reação de punção de cálculo.

F_{sd} : 18.34 kN

k_x : Coeficiente que depende da relação entre as dimensões c_y (dimensão na direção do eixo y) e c_x (dimensão na direção do eixo x) do pilar (ABNT NBR 6118:2014, Tabela 19.2).

k_x : 0.48

k_y : Coeficiente que depende da relação entre as dimensões c_x (dimensão na direção do eixo x) e c_y (dimensão na direção do eixo y) do pilar (ABNT NBR 6118:2014, Tabela 19.2).

k_y : 0.67

M_{sdx} : Momento de cálculo em torno do eixo x, em relação ao centro de gravidade do perímetro do contorno C'.

M_{sdx} : 1.11 kN·m

M_{sdy} : Momento de cálculo em torno do eixo y, em relação ao centro de gravidade do perímetro do contorno C'.

M_{sdy} : 5.42 kN·m

M_{sdOx} : Momento de cálculo em torno do eixo x, em relação ao centro de gravidade do pilar.

M_{sdOx} : 1.11 kN·m

M_{sdOy} : Momento de cálculo em torno do eixo y, em relação ao centro de gravidade do pilar.

M_{sdOy} : 5.42 kN·m

u : Perímetro do contorno crítico C' de punção (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.2).

u : 2557 mm

W_p : Módulo de resistência plástica do perímetro crítico u (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.2).

dl : Comprimento infinitesimal no perímetro crítico C'.

e_y , e_x : Distância desde dl até ao eixo em torno do qual atua o momento M_{sdx} , M_{sdy} .

W_{px} : 6331.9 cm²

W_{py} : 6850.7 cm²

d : Altura útil da laje ao longo do contorno crítico C', externo ao contorno C da área de aplicação da força e deste distante 2d no plano da laje.

d : 14.0 cm

A tensão resistente na superfície crítica C' em elementos estruturais ou trechos com armadura de punção deve ser calculada como segue (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.3.3):

☐ σ_{rd3} : 0.96 MPa

TÍTULO: MEMÓRIA MDE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – SALA DE REUNIÃO	Nº PLANAVE MC-U04-J04-0007	REV. PLANAVE 0	FOLHA: 57/87
	Nº PLANAVE UGP-CAF-NIT-0024	REV. CLIENTE -	

Onde:

d: Altura útil da laje ao longo do contorno crítico C', externo ao contorno C da área de aplicação da força e deste distante 2d no plano da laje.

d : 14.0 cm

f_{ck}: Resistência característica à compressão do concreto.

f_{ck} : 35.00 MPa

α: Taxa geométrica de armadura de flexão aderente.

α : 0.0024

α_x: Taxa na direção x.

α_x : 0.0023

α_y: Taxa na direção y.

α_y : 0.0026

σ: Tensão inicial no concreto ao nível do baricentro da armadura de protensão, devida à protensão simultânea de n cabos,

σ : 0.00 MPa

A_{sw}: Área da armadura de punção num contorno completo paralelo a C'.

s_r: Espaçamento radial entre linhas de armadura de punção.

α: Ângulo entre a armadura de punção e o plano da laje.

Referência	A _{sw} (mm ²)	s _r (mm)	α (graus)	A _{sw} /s _r (cm ² /m)
Estribo Punção	125	80	90.0	15.6
Estribo Punção	125	80	90.0	15.6

f_{ywd}: Resistência de cálculo da armadura de punção, não maior do que 250 MPa para estribos para lajes com espessura até 15 cm, ou 435 MPa para lajes com espessura maior que 35 cm, sendo permitida interpolação linear.

f_{ywd} : 277.75 MPa

u: Perímetro do contorno crítico C' de punção (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.2).

u : 2557 mm

Perímetro da armadura de reforço (P4)

Zona exterior à armadura de punção (Combinações fundamentais)

Os esforços solicitantes de cálculo desfavoráveis produzem-se para a combinação de ações 1.4·PP+1.4·CP+0.98·Qa+1.4·V(-Y).

Deve satisfazer:

0.12 MPa **α** 0.58 MPa ✓

Onde:

σ_{sd}: Tensão de cisalhamento solicitante de cálculo.

σ_{sd} : 0.12 MPa

σ_{Rd1}: Tensão resistente na superfície crítica C" em elementos estruturais ou trechos sem armadura de punção.

σ_{Rd1} : 0.58 MPa

O valor de cálculo da tensão tangencial ao longo da seção crítica considerada obtém-se da seguinte expressão (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.2.3):

σ_{sd} : 0.12 MPa

Onde:

F_{sd}: Força ou reação de punção de cálculo.

F_{sd} : 39.54 kN

TÍTULO: MEMÓRIA MDE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – SALA DE REUNIÃO	Nº PLANAVE MC-U04-J04-0007	REV. PLANAVE 0	FOLHA: 58/87
	Nº PLANAVE UGP-CAF-NIT-0024	REV. CLIENTE -	

k_x : Coeficiente que depende da relação entre as dimensões c_y (dimensão na direção do eixo y) e c_x (dimensão na direção do eixo x) do pilar (ABNT NBR 6118:2014, Tabela 19.2).

k_x : 0.48

k_y : Coeficiente que depende da relação entre as dimensões c_x (dimensão na direção do eixo x) e c_y (dimensão na direção do eixo y) do pilar (ABNT NBR 6118:2014, Tabela 19.2).

k_y : 0.67

M_{Sdx} : Momento de cálculo em torno do eixo x, em relação ao centro de gravidade do perímetro do contorno C".

M_{Sdx} : -11.88 kN.m

M_{Sdy} : Momento de cálculo em torno do eixo y, em relação ao centro de gravidade do perímetro do contorno C".

M_{Sdy} : 5.02 kN.m

M_{SdOx} : Momento de cálculo em torno do eixo x, em relação ao centro de gravidade do pilar.

M_{SdOx} : -0.77 kN.m

M_{SdOy} : Momento de cálculo em torno do eixo y, em relação ao centro de gravidade do pilar.

M_{SdOy} : 5.01 kN.m

u' : Perímetro do contorno crítico C" de punção (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.3.4).

u' : 3271 mm

W_p : Módulo de resistência plástica do perímetro crítico u' (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.2).

d_l : Comprimento infinitesimal no perímetro crítico C".

e_y , e_x : Distância desde d_l até ao eixo em torno do qual atua o momento M_{Sdx} , M_{Sdy} .

$W_{p'x}$: 19192.8 cm²

$W_{p'y}$: 27568.0 cm²

d : Altura útil da laje ao longo do contorno crítico C', externo ao contorno C da área de aplicação da força e deste distante 2d no plano da laje.

d : 14.0 cm

A tensão resistente na superfície crítica C" em elementos estruturais ou trechos sem armadura de punção deve ser calculada como segue (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.3.2):

σ_{Rd1} : 0.58 MPa

Onde:

d : Altura útil da laje ao longo do contorno crítico C', externo ao contorno C da área de aplicação da força e deste distante 2d no plano da laje.

d : 14.0 cm

α : Taxa geométrica de armadura de flexão aderente.

α : 0.0024

α_x : Taxa na direção x.

α_x : 0.0023

α_y : Taxa na direção y.

α_y : 0.0026

f_{ck} : Resistência característica à compressão do concreto.

f_{ck} : 35.00 MPa

σ : Tensão inicial no concreto ao nível do baricentro da armadura de protensão, devida à protensão simultânea de n cabos,

σ : 0.00 MPa

Armadura de reforço (P4)

Distância livre entre dois varões isolados consecutivos

A distância livre d_l , horizontal e vertical, entre duas barras isoladas consecutivas deve ser igual ou superior a s_{min} (ABNT NBR 6118:2014, 18.3.2.2):

TÍTULO: MEMÓRIA MDE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – SALA DE REUNIÃO	Nº PLANAVE MC-U04-J04-0007	REV. PLANAVE 0	FOLHA: 59/87
	Nº PLANAVE UGP-CAF-NIT-0024	REV. CLIENTE -	

74 mm ☐ 23 mm ✓

Onde:

s_{min} : Valor máximo de s_1 , s_2 , s_3

s_{min} : 23 mm

s_1 : 20 mm

s_2 : 6 mm

s_3 : 23 mm

ϕ_{max} : Diâmetro máximo das barras transversais.

ϕ_{max} : 6 mm

d_g : Tamanho máximo agregado.

d_g : 19 mm

Distância entre a face do pilar e o primeiro reforço de punção

A distância entre a face do pilar ou área carregada e o primeiro reforço de punção não pode ser superior a s_{max} (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.3.4):

35 mm ☐ 70 mm ✓

Onde:

s_{max} : 70 mm

d : Altura útil da laje ao longo do contorno crítico C' , externo ao contorno C da área de aplicação da força e deste distante $2d$ no plano da laje.

d : 140 mm

Distância entre perímetros de reforço transversal consecutivos

80 mm ☐ 105 mm ✓

A distância d_i entre perímetros de reforço transversal consecutivos deve ser, no máximo, igual a s_{max} (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.3.4):

Onde:

s_{max} : 105 mm

d : Altura útil da laje ao longo do contorno crítico C' , externo ao contorno C da área de aplicação da força e deste distante $2d$ no plano da laje.

d : 140 mm

TÍTULO: MEMÓRIA MDE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – SALA DE REUNIÃO	Nº PLANAVE MC-U04-J04-0007	REV. PLANAVE 0	FOLHA: 60/87
	Nº PLANAVE UGP-CAF-NIT-0024	REV. CLIENTE -	

Diâmetro máximo da armadura de estribos

O diâmetro da armadura de estribos não pode superar $h/20$ (ABNT NBR 6118:2014, 20.4):

6.3 mm ☐ 9.0 mm ☒

Onde:

h : Altura da laje.

h : 180.0 mm

Armadura de punção obrigatória (Combinações fundamentais)

No caso de a estabilidade global da estrutura depender da resistência da laje à punção, deve ser prevista armadura de punção, mesmo que \square_{sd} seja menor que \square_{Rd1} . Essa armadura deve equilibrar um mínimo de 50% de F_{sd} (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.3.5).

Os esforços solicitantes de cálculo desfavoráveis produzem-se para a combinação de ações

1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X).

Deve satisfazer:

182.27 kN ☐ 9.48 kN ☒

Onde:

d : Altura útil da laje ao longo do contorno crítico C' , externo ao contorno C da área de aplicação da força e deste distante $2d$ no plano da laje.

d : 140 mm

A_{sw} : Área da armadura de punção num contorno completo paralelo a C' .

s_r : Espaçamento radial entre linhas de armadura de punção.

\square : Ângulo entre a armadura de punção e o plano da laje.

Referência	A_{sw} (mm ²)	s_r (mm)	\square (graus)	A_{sw}/s_r (cm ² /m)
Estribo Punção	125	80	90.0	15.6
Estribo Punção	125	80	90.0	15.6

f_{ywd} : Resistência de cálculo da armadura de punção, não maior do que 250 MPa para estribos para lajes com espessura até 15 cm, ou 435 MPa para lajes com espessura maior que 35 cm, sendo permitida interpolação linear.

f_{ywd} : 277.75 MPa

F_{sd} : Força ou reação de punção de cálculo.

F_{sd} : 18.96 kN

Armadura contra o colapso progressivo (Combinações fundamentais)

Para garantir a ductilidade local e a conseqüente proteção contra o colapso progressivo, a armadura de flexão inferior que atravessa o contorno C deve estar suficientemente ancorada além do contorno C' , conforme figura 19.10, e deve ser tal que: (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.4).

Os esforços solicitantes de cálculo desfavoráveis produzem-se para a combinação de ações

1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X).

Deve satisfazer:

TÍTULO:	Nº PLANAVE	REV. PLANAVE	FOLHA:
MEMÓRIA MDE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – SALA DE REUNIÃO	MC-U04-J04-0007	0	61/87
	Nº PLANAVE	REV. CLIENTE	
	UGP-CAF-NIT-0024	-	

610.43 kN ☐ 28.44 kN ✓

Onde:

$f_{yd} \cdot A_{s,ccp}$: Quantidade mecânica à compressão.

$f_{yd} \cdot A_{s,ccp}$: 610.43 kN

F_{sd} : Força ou reação de punção de cálculo.

F_{sd} : 28.44 kN

15.5 – PILAR P5

Perímetro do pilar (P5)

Zona adjacente ao pilar ou carga (Combinações fundamentais)

Os esforços solicitantes de cálculo desfavoráveis produzem-se para a combinação de ações

1.4·PP+1.4·CP+0.98·Qa+1.4·V(-Y).

Deve satisfazer:

0.37 MPa ☐ 5.81 MPa ✓

Onde:

τ_{sd} : Tensão de cisalhamento solicitante de cálculo.

τ_{sd} : 0.37 MPa

σ_{Rd2} : Tensão resistente de compressão diagonal do concreto na superfície crítica C.

σ_{Rd2} : 5.81 MPa

O valor de cálculo da tensão tangencial ao longo da seção crítica considerada obtém-se da seguinte expressão (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.2.3):

τ_{sd} : 0.37 MPa

Onde:

F_{sd} : Força ou reação de punção de cálculo.

F_{sd} : 29.82 kN

η : Coeficiente que leva em conta os efeitos da excentricidade da carga (CEB-FIP Model Code 1990, 6.4.3.6).

η : 1.39

k_x : Coeficiente que depende da relação entre as dimensões c_y (dimensão na direção do eixo y) e c_x (dimensão na direção do eixo x) do pilar (ABNT NBR 6118:2014, Tabela 19.2).

k_x : 0.67

k_y : Coeficiente que depende da relação entre as dimensões c_x (dimensão na direção do eixo x) e c_y (dimensão na direção do eixo y) do pilar (ABNT NBR 6118:2014, Tabela 19.2).

k_y : 0.48

M_{sdx} : Momento de cálculo em torno do eixo x, em relação ao centro de gravidade do perímetro do contorno C'.

M_{sdx} : -0.59 kN·m

M_{sdy} : Momento de cálculo em torno do eixo y, em relação ao centro de gravidade do perímetro do contorno C'.

M_{sdy} : 5.61 kN·m

M_{sd0x} : Momento de cálculo em torno do eixo x, em relação ao centro de gravidade do pilar.

M_{sd0x} : -0.59 kN·m

M_{sd0y} : Momento de cálculo em torno do eixo y, em relação ao centro de gravidade do pilar.

M_{sd0y} : 5.62 kN·m

TÍTULO: MEMÓRIA MDE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – SALA DE REUNIÃO	Nº PLANAVE MC-U04-J04-0007	REV. PLANAVE 0	FOLHA: 62/87
	Nº PLANAVE UGP-CAF-NIT-0024	REV. CLIENTE -	

u: Perímetro do contorno crítico C' de punção (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.2). **u :** 2557 mm

W_p: Módulo de resistência plástica do perímetro crítico u (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.2).

dl: Comprimento infinitesimal no perímetro crítico C'.

e_y , e_x: Distância desde dl até ao eixo em torno do qual atua o momento M_{Sdx}, M_{Sdy}.

u₀: Perímetro do contorno crítico C de punção (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.3.1)

d: Altura útil da laje ao longo do contorno crítico C', externo ao contorno C da área de aplicação da força e deste distante 2d no plano da laje.

W_{px} : 6331.9 cm²

W_{py} : 6850.7 cm²

u₀ : 800 mm

d : 14.0 cm

O valor de cálculo da tensão resistente de compressão diagonal do concreto na superfície crítica C obtém-se da seguinte expressão (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.3.1):

☐ **R_{d2} :** 5.81 MPa

Onde:

☐ **v :** 0.86

f_{ck}: Resistência característica à compressão do concreto.

f_{ck} : 35.00 MPa

f_{cd}: Resistência de cálculo à compressão do concreto.

f_{cd} : 25.00 MPa

Perímetro de controlo (P5)

Zona com armadura transversal de punção (Combinações fundamentais)

Os esforços solicitantes de cálculo desfavoráveis produzem-se para a combinação de ações 1.4·PP+1.4·CP+1.4·V(-Y). Deve satisfazer:

0.10 MPa ☐ **0.96 MPa** ✓

Onde:

☐ **s_d:** Tensão de cisalhamento solicitante de cálculo.

☐ **s_d :** 0.10 MPa

☐ **R_{d3}:** Tensão resistente na superfície crítica C' em elementos estruturais ou trechos com armadura de punção.

☐ **R_{d3} :** 0.96 MPa

O valor de cálculo da tensão tangencial ao longo da seção crítica considerada obtém-se da seguinte expressão (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.2.3):

☐ **s_d :** 0.10 MPa

Onde:

TÍTULO: MEMÓRIA MDE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – SALA DE REUNIÃO	Nº PLANAVE MC-U04-J04-0007	REV. PLANAVE 0	FOLHA: 63/87
	Nº PLANAVE UGP-CAF-NIT-0024	REV. CLIENTE -	

F_{sd}: Força ou reação de punção de cálculo.

F_{sd} : 20.12 kN

k_x: Coeficiente que depende da relação entre as dimensões c_y (dimensão na direção do eixo y) e c_x (dimensão na direção do eixo x) do pilar (ABNT NBR 6118:2014, Tabela 19.2).

k_x : 0.48

k_y: Coeficiente que depende da relação entre as dimensões c_x (dimensão na direção do eixo x) e c_y (dimensão na direção do eixo y) do pilar (ABNT NBR 6118:2014, Tabela 19.2).

k_y : 0.67

M_{sdx}: Momento de cálculo em torno do eixo x, em relação ao centro de gravidade do perímetro do contorno C'.

M_{sdx} : -0.58 kN·m

M_{sdy}: Momento de cálculo em torno do eixo y, em relação ao centro de gravidade do perímetro do contorno C'.

M_{sdy} : 5.48 kN·m

M_{sdox}: Momento de cálculo em torno do eixo x, em relação ao centro de gravidade do pilar.

M_{sdox} : -0.58 kN·m

M_{sdox}: Momento de cálculo em torno do eixo y, em relação ao centro de gravidade do pilar.

M_{sdox} : 5.48 kN·m

u: Perímetro do contorno crítico C' de punção (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.2).

u : 2557 mm

W_p: Módulo de resistência plástica do perímetro crítico u (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.2).

dl: Comprimento infinitesimal no perímetro crítico C'.

e_y, **e_x**: Distância desde dl até ao eixo em torno do qual atua o momento **M_{sdx}**, **M_{sdy}**.

W_{px} : 6331.9 cm²

W_{py} : 6850.7 cm²

d: Altura útil da laje ao longo do contorno crítico C', externo ao contorno C da área de aplicação da força e deste distante 2d no plano da laje.

d : 14.0 cm

A tensão resistente na superfície crítica C' em elementos estruturais ou trechos com armadura de punção deve ser calculada como segue (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.3.3):

σ_{Rd3} : 0.96 MPa

Onde:

d: Altura útil da laje ao longo do contorno crítico C', externo ao contorno C da área de aplicação da força e deste distante 2d no plano da laje.

d : 14.0 cm

f_{ck}: Resistência característica à compressão do concreto.

f_{ck} : 35.00 MPa

α: Taxa geométrica de armadura de flexão aderente.

α : 0.0024

α_x: Taxa na direção x.

α_x : 0.0023

α_y: Taxa na direção y.

α_y : 0.0026

σ: Tensão inicial no concreto ao nível do baricentro da armadura de protensão, devida à protensão simultânea de n cabos,





σ : 0.00 MPa

A_{sw}: Área da armadura de punção num contorno completo paralelo a C'.

s_r: Espaçamento radial entre linhas de armadura de punção.

α: Ângulo entre a armadura de punção e o plano da laje.

Referência	A _{sw} (mm ²)	s _r (mm)	α (graus)	A _{sw} /s _r (cm ² /m)
Estribo Punção	125	80	90.0	15.6

 <p>PREFEITURA NITERÓI FEITA POR VOCÊ</p>	<p>EXECUTIVA</p>  <p>PRO-SUSTENTÁVEL PREFEITURA MUNICIPAL DE NITERÓI BANCO DE DESENVOLVIMENTO DA AMÉRICA LATINA</p>	 <p>BANCO DE DESENVOLVIMENTO DA AMÉRICA LATINA</p>	 <p>PLANAVE S.A. Estudos e Projetos de Engenharia</p>
TÍTULO: MEMÓRIA MDE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – SALA DE REUNIÃO	Nº PLANAVE MC-U04-J04-0007	REV. PLANAVE 0	FOLHA: 64/87
	Nº PLANAVE UGP-CAF-NIT-0024	REV. CLIENTE -	

Referência	A _{sw} (mm ²)	S _r (mm)	□ (graus)	A _{sw} /S _r (cm ² /m)
Estribo Punção	125	80	90.0	15.6

f_{ywd}: Resistência de cálculo da armadura de punção, não maior do que 250 MPa para estribos para lajes com espessura até 15 cm, ou 435 MPa para lajes com espessura maior que 35 cm, sendo permitida interpolação linear.

f_{ywd} : 277.75 MPa

u: Perímetro do contorno crítico C' de punção (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.2).

u : 2557 mm

Perímetro da armadura de reforço (P5)

Zona exterior à armadura de punção (Combinações fundamentais)

Os esforços solicitantes de cálculo desfavoráveis produzem-se para a combinação de ações 1.4.PP+1.4.CP+1.4.Qa. Deve satisfazer:

0.12 MPa □ 0.58 MPa ✓

Onde:

□ **S_d:** Tensão de cisalhamento solicitante de cálculo.

□ **S_d :** 0.12 MPa

□ **R_{d1}:** Tensão resistente na superfície crítica C" em elementos estruturais ou trechos sem armadura de punção.

□ **R_{d1} :** 0.58 MPa

O valor de cálculo da tensão tangencial ao longo da seção crítica considerada obtém-se da seguinte expressão (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.2.3):

□ **S_d :** 0.12 MPa

Onde:

F_{Sd}: Força ou reação de punção de cálculo.

F_{Sd} : 42.52 kN

k_x: Coeficiente que depende da relação entre as dimensões c_y (dimensão na direção do eixo y) e c_x (dimensão na direção do eixo x) do pilar (ABNT NBR 6118:2014, Tabela 19.2).

k_x : 0.48

k_y: Coeficiente que depende da relação entre as dimensões c_x (dimensão na direção do eixo x) e c_y (dimensão na direção do eixo y) do pilar (ABNT NBR 6118:2014, Tabela 19.2).

k_y : 0.67

M_{Sdx}: Momento de cálculo em torno do eixo x, em relação ao centro de gravidade do perímetro do contorno C".

M_{Sdx} : 12.66 kN·m

M_{Sdy}: Momento de cálculo em torno do eixo y, em relação ao centro de gravidade do perímetro do contorno C".

M_{Sdy} : 1.27 kN·m

M_{SdOx}: Momento de cálculo em torno do eixo x, em relação ao centro de gravidade do pilar.

M_{SdOx} : 0.50 kN·m

M_{SdOy}: Momento de cálculo em torno do eixo y, em relação ao centro de gravidade do pilar.

M_{SdOy} : 1.26 kN·m

u': Perímetro do contorno crítico C" de punção (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.3.4).

u' : 3275 mm

W_p: Módulo de resistência plástica do perímetro crítico u' (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.2).

dl: Comprimento infinitesimal no perímetro crítico C".

e_y , e_x: Distância desde dl até ao eixo em torno do qual atua o momento M_{Sdx}, M_{Sdy}.

W_{p'}x : 19301.5 cm²

TÍTULO: MEMÓRIA MDE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – SALA DE REUNIÃO	Nº PLANAVE MC-U04-J04-0007	REV. PLANAVE 0	FOLHA: 65/87
	Nº PLANAVE UGP-CAF-NIT-0024	REV. CLIENTE -	

d: Altura útil da laje ao longo do contorno crítico C', externo ao contorno C da área de aplicação da força e deste distante 2d no plano da laje.

W_{p'y} : 27614.4 cm²

d : 14.0 cm

A tensão resistente na superfície crítica C'' em elementos estruturais ou trechos sem armadura de punção deve ser calculada como segue (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.3.2):

☐ **R_{d1}** : 0.58 MPa

Onde:

d: Altura útil da laje ao longo do contorno crítico C', externo ao contorno C da área de aplicação da força e deste distante 2d no plano da laje.

d : 14.0 cm

☐ Taxa geométrica de armadura de flexão aderente.

☐ : 0.0024

☐ **x:** Taxa na direção x.

☐ **x** : 0.0023

☐ **y:** Taxa na direção y.

☐ **y** : 0.0026

f_{ck}: Resistência característica à compressão do concreto.

f_{ck} : 35.00 MPa

☐ Tensão inicial no concreto ao nível do baricentro da armadura de protensão, devida à protensão simultânea de n cabos,

☐ : 0.00 MPa

Armadura de reforço (P5)

Distância livre entre dois varões isolados consecutivos

A distância livre d_i, horizontal e vertical, entre duas barras isoladas consecutivas deve ser igual ou superior a s_{min} (ABNT NBR 6118:2014, 18.3.2.2):

74 mm ☐ 23 mm ☒

Onde:

s_{min}: Valor máximo de s₁, s₂, s₃

s_{min} : 23 mm

s₁ : 20 mm

s₂ : 6 mm


s₃ : 23 mm

☐ **max:** Diâmetro máximo das barras transversais.

☐ **max** : 6 mm

d_g: Tamanho máximo agregado.

d_g : 19 mm

			
TÍTULO: MEMÓRIA MDE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – SALA DE REUNIÃO	Nº PLANAVE MC-U04-J04-0007	REV. PLANAVE 0	FOLHA: 66/87
	Nº PLANAVE UGP-CAF-NIT-0024	REV. CLIENTE -	

Distância entre a face do pilar e o primeiro reforço de punção

A distância entre a face do pilar ou área carregada e o primeiro reforço de punção não pode ser superior a s_{max} (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.3.4):

35 mm ☐ 70 mm ☒

Onde:

s_{max} : 70 mm

d: Altura útil da laje ao longo do contorno crítico C', externo ao contorno C da área de aplicação da força e deste distante 2d no plano da laje.

d : 140 mm

Distância entre perímetros de reforço transversal consecutivos

80 mm ☐ 105 mm ☒

A distância d_i entre perímetros de reforço transversal consecutivos deve ser, no máximo, igual a s_{max} (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.3.4):

Onde:

s_{max} : 105 mm

d: Altura útil da laje ao longo do contorno crítico C', externo ao contorno C da área de aplicação da força e deste distante 2d no plano da laje.

d : 140 mm

Diâmetro máximo da armadura de estribos

O diâmetro da armadura de estribos não pode superar $h/20$ (ABNT NBR 6118:2014, 20.4):

6.3 mm ☐ 9.0 mm ☒

Onde:

h: Altura da laje.

h : 180.0 mm

Armadura de punção obrigatória (Combinações fundamentais)

No caso de a estabilidade global da estrutura depender da resistência da laje à punção, deve ser prevista armadura de punção, mesmo que σ_{sd} seja menor que σ_{Rd1} . Essa armadura deve equilibrar um mínimo de 50% de F_{sd} (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.3.5).

Os esforços solicitantes de cálculo desfavoráveis produzem-se para a combinação de ações

1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-Y).

Deve satisfazer:

TÍTULO: MEMÓRIA MDE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – SALA DE REUNIÃO	Nº PLANAVE	REV. PLANAVE	FOLHA: 67/87
	MC-U04-J04-0007	0	
	Nº PLANAVE	REV. CLIENTE	
	UGP-CAF-NIT-0024	-	

182.27 kN □ 10.93 kN ✓

Onde:

d: Altura útil da laje ao longo do contorno crítico C', externo ao contorno C da área de aplicação da força e deste distante 2d no plano da laje. **d :** 140 mm

A_{sw}: Área da armadura de punção num contorno completo paralelo a C'.

s_r: Espaçamento radial entre linhas de armadura de punção.

□: Ângulo entre a armadura de punção e o plano da laje.

Referência	A _{sw} (mm²)	s _r (mm)	□ (graus)	A _{sw} /s _r (cm²/m)
Estribo Punção	125	80	90.0	15.6
Estribo Punção	125	80	90.0	15.6

f_{ywd}: Resistência de cálculo da armadura de punção, não maior do que 250 MPa para estribos para lajes com espessura até 15 cm, ou 435 MPa para lajes com espessura maior que 35 cm, sendo permitida interpolação linear. **f_{ywd} :** 277.75 MPa

F_{sd}: Força ou reação de punção de cálculo. **F_{sd} :** 21.85 kN

Armadura contra o colapso progressivo (Combinações fundamentais)

Para garantir a ductilidade local e a conseqüente proteção contra o colapso progressivo, a armadura de flexão inferior que atravessa o contorno C deve estar suficientemente ancorada além do contorno C', conforme figura 19.10, e deve ser tal que: (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.4).

Os esforços solicitantes de cálculo desfavoráveis produzem-se para a combinação de ações 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-Y).

Deve satisfazer:

610.43 kN □ 32.78 kN ✓

Onde:

f_{yd}·A_{s,ccp}: Quantidade mecânica à compressão. **f_{yd}·A_{s,ccp} :** 610.43 kN

F_{sd}: Força ou reação de punção de cálculo. **F_{sd} :** 32.78 kN

15.6 – PILAR P6

Perímetro do pilar (P6)

Zona adjacente ao pilar ou carga (Combinações fundamentais)

Os esforços solicitantes de cálculo desfavoráveis produzem-se para a combinação de ações 1.4·PP+1.4·CP+0.98·Qa+1.4·V(-Y).

Deve satisfazer:

0.23 MPa □ 5.81 MPa ✓

Onde:

TÍTULO:	Nº PLANAVE	REV. PLANAVE	FOLHA:
MEMÓRIA MDE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – SALA DE REUNIÃO	MC-U04-J04-0007	0	68/87
	Nº PLANAVE	REV. CLIENTE	
	UGP-CAF-NIT-0024	-	

☐ σ_{sd} : Tensão de cisalhamento solicitante de cálculo.

☐ σ_{sd} : 0.23 MPa

☐ σ_{rd2} : Tensão resistente de compressão diagonal do concreto na superfície crítica C.

☐ σ_{rd2} : 5.81 MPa

O valor de cálculo da tensão tangencial ao longo da seção crítica considerada obtém-se da seguinte expressão (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.2.3):

☐ σ_{sd} : 0.23 MPa

Onde:

F_{sd} : Força ou reação de punção de cálculo.

F_{sd} : 15.33 kN

☐: Coeficiente que leva em conta os efeitos da excentricidade da carga (CEB-FIP Model Code 1990, 6.4.3.6).

☐ : 1.66

k_x : Coeficiente que depende da relação entre as dimensões c_y (dimensão na direção do eixo y) e c_x (dimensão na direção do eixo x) do pilar (ABNT NBR 6118:2014, Tabela 19.2).

k_x : 0.67

k_y : Coeficiente que depende da relação entre as dimensões c_x (dimensão na direção do eixo x) e c_y (dimensão na direção do eixo y) do pilar (ABNT NBR 6118:2014, Tabela 19.2).

k_y : 0.48

M_{sdx} : Momento de cálculo em torno do eixo x, em relação ao centro de gravidade do perímetro do contorno C'.

M_{sdx} : 0.06 kN·m

M_{sdy} : Momento de cálculo em torno do eixo y, em relação ao centro de gravidade do perímetro do contorno C'.

M_{sdy} : 5.53 kN·m

M_{sdox} : Momento de cálculo em torno do eixo x, em relação ao centro de gravidade do pilar.

M_{sdox} : 0.06 kN·m

M_{sdoy} : Momento de cálculo em torno do eixo y, em relação ao centro de gravidade do pilar.

M_{sdoy} : 5.53 kN·m

u : Perímetro do contorno crítico C' de punção (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.2).

u : 2557 mm

W_p : Módulo de resistência plástica do perímetro crítico u (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.2).

dl : Comprimento infinitesimal no perímetro crítico C'.

e_y , e_x : Distância desde dl até ao eixo em torno do qual atua o momento M_{sdx} , M_{sdy} .

W_{px} : 6331.9 cm²

W_{py} : 6850.7 cm²

u_0 : Perímetro do contorno crítico C de punção (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.3.1)

u_0 : 800 mm

d : Altura útil da laje ao longo do contorno crítico C', externo ao contorno C da área de aplicação da força e deste distante 2d no plano da laje.

d : 14.0 cm

O valor de cálculo da tensão resistente de compressão diagonal do concreto na superfície crítica C obtém-se da seguinte expressão (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.3.1):

☐ σ_{rd2} : 5.81 MPa

TÍTULO: MEMÓRIA MDE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – SALA DE REUNIÃO	Nº PLANAVE MC-U04-J04-0007	REV. PLANAVE 0	FOLHA: 69/87
	Nº PLANAVE UGP-CAF-NIT-0024	REV. CLIENTE -	

Onde:

σ_v : 0.86

f_{ck} : Resistência característica à compressão do concreto.

f_{ck} : 35.00 MPa

f_{cd} : Resistência de cálculo à compressão do concreto.

f_{cd} : 25.00 MPa

Perímetro de controlo (P6)

Zona com armadura transversal de punção (Combinações fundamentais)

Os esforços solicitantes de cálculo desfavoráveis produzem-se para a combinação de ações 1.4·PP+1.4·CP+1.4·V(-Y). Deve satisfazer:

0.06 MPa \square 0.94 MPa ✓

Onde:

σ_{sd} : Tensão de cisalhamento solicitante de cálculo.

σ_{sd} : 0.06 MPa

σ_{rd3} : Tensão resistente na superfície crítica C' em elementos estruturais ou trechos com armadura de punção.

σ_{rd3} : 0.94 MPa

O valor de cálculo da tensão tangencial ao longo da seção crítica considerada obtém-se da seguinte expressão (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.2.3):

σ_{sd} : 0.06 MPa

Onde:

F_{sd} : Força ou reação de punção de cálculo.

F_{sd} : 6.38 kN

k_x : Coeficiente que depende da relação entre as dimensões c_y (dimensão na direção do eixo y) e c_x (dimensão na direção do eixo x) do pilar (ABNT NBR 6118:2014, Tabela 19.2).

k_x : 0.48

k_y : Coeficiente que depende da relação entre as dimensões c_x (dimensão na direção do eixo x) e c_y (dimensão na direção do eixo y) do pilar (ABNT NBR 6118:2014, Tabela 19.2).

k_y : 0.67

M_{sdx} : Momento de cálculo em torno do eixo x, em relação ao centro de gravidade do perímetro do contorno C'.

M_{sdx} : 0.41 kN·m

M_{sdy} : Momento de cálculo em torno do eixo y, em relação ao centro de gravidade do perímetro do contorno C'.

M_{sdy} : 5.34 kN·m

M_{sdox} : Momento de cálculo em torno do eixo x, em relação ao centro de gravidade do pilar.

M_{sdox} : 0.41 kN·m

M_{sdoy} : Momento de cálculo em torno do eixo y, em relação ao centro de gravidade do pilar.

M_{sdoy} : 5.34 kN·m

u : Perímetro do contorno crítico C' de punção (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.2).

u : 2557 mm

W_p : Módulo de resistência plástica do perímetro crítico u (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.2).

dl : Comprimento infinitesimal no perímetro crítico C'.

e_y, e_x : Distância desde dl até ao eixo em torno do qual atua o momento M_{sdx}, M_{sdy} .

W_{px} : 6331.9 cm²

TÍTULO:	Nº PLANAVE	REV. PLANAVE	FOLHA:
MEMÓRIA MDE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – SALA DE REUNIÃO	MC-U04-J04-0007	0	70/87
	Nº PLANAVE	REV. CLIENTE	
	UGP-CAF-NIT-0024	-	

d: Altura útil da laje ao longo do contorno crítico C', externo ao contorno C da área de aplicação da força e deste distante 2d no plano da laje.

W_{py} : 6850.7 cm²

d : 14.0 cm

A tensão resistente na superfície crítica C' em elementos estruturais ou trechos com armadura de punção deve ser calculada como segue (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.3.3):

σ_{Rd3} : 0.94 MPa

Onde:

- d:** Altura útil da laje ao longo do contorno crítico C', externo ao contorno C da área de aplicação da força e deste distante 2d no plano da laje.
- f_{ck}:** Resistência característica à compressão do concreto.
- σ:** Taxa geométrica de armadura de flexão aderente.
- σ_x:** Taxa na direção x.
- σ_y:** Taxa na direção y.
- σ:** Tensão inicial no concreto ao nível do baricentro da armadura de protensão, devida à protensão simultânea de n cabos,
- A_{sw}:** Área da armadura de punção num contorno completo paralelo a C'.
- s_r:** Espaçamento radial entre linhas de armadura de punção.
- σ:** Ângulo entre a armadura de punção e o plano da laje.

d : 14.0 cm

f_{ck} : 35.00 MPa

σ : 0.0021

σ_x : 0.0023

σ_y : 0.0020

σ : 0.00 MPa

Referência	A _{sw} (mm ²)	s _r (mm)	σ (graus)	A _{sw} /s _r (cm ² /m)
Estribo Punção	125	80	90.0	15.6
Estribo Punção	125	80	90.0	15.6

f_{ywd}: Resistência de cálculo da armadura de punção, não maior do que 250 MPa para estribos para lajes com espessura até 15 cm, ou 435 MPa para lajes com espessura maior que 35 cm, sendo permitida interpolação linear.

f_{ywd} : 277.75 MPa

u: Perímetro do contorno crítico C' de punção (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.2).

u : 2557 mm

Perímetro da armadura de reforço (P6)

Zona exterior à armadura de punção (Combinações fundamentais)

Os esforços solicitantes de cálculo desfavoráveis produzem-se para a combinação de ações 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+Y).

Deve satisfazer:

0.34 MPa **σ** 0.55 MPa ✓

Onde:

σ_{sd}: Tensão de cisalhamento solicitante de cálculo.

σ_{sd} : 0.34 MPa

TÍTULO:	Nº PLANAVE	REV. PLANAVE	FOLHA:
MEMÓRIA MDE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – SALA DE REUNIÃO	MC-U04-J04-0007	0	71/87
	Nº PLANAVE	REV. CLIENTE	
	UGP-CAF-NIT-0024	-	

☐ **R_{d1}**: Tensão resistente na superfície crítica C" em elementos estruturais ou trechos sem armadura de punção.

☐ **R_{d1}** : 0.55 MPa

O valor de cálculo da tensão tangencial ao longo da seção crítica considerada obtém-se da seguinte expressão (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.2.3):

☐ **S_d** : 0.34 MPa

Onde:

F_{sd}: Força ou reação de punção de cálculo.

F_{sd} : 58.44 kN

k_x: Coeficiente que depende da relação entre as dimensões c_y (dimensão na direção do eixo y) e c_x (dimensão na direção do eixo x) do pilar (ABNT NBR 6118:2014, Tabela 19.2).

k_x : 0.48

k_y: Coeficiente que depende da relação entre as dimensões c_x (dimensão na direção do eixo x) e c_y (dimensão na direção do eixo y) do pilar (ABNT NBR 6118:2014, Tabela 19.2).

k_y : 0.67

M_{sdx}: Momento de cálculo em torno do eixo x, em relação ao centro de gravidade do perímetro do contorno C".

M_{sdx} : -24.05 kN·m

M_{sdy}: Momento de cálculo em torno do eixo y, em relação ao centro de gravidade do perímetro do contorno C".

M_{sdy} : -27.65 kN·m

M_{sdox}: Momento de cálculo em torno do eixo x, em relação ao centro de gravidade do pilar.

M_{sdox} : 4.88 kN·m

M_{sdox}: Momento de cálculo em torno do eixo y, em relação ao centro de gravidade do pilar.

M_{sdox} : 0.81 kN·m

u': Perímetro do contorno crítico C" de punção (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.3.4).

u' : 2277 mm

W_p: Módulo de resistência plástica do perímetro crítico u' (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.2).

dl: Comprimento infinitesimal no perímetro crítico C".

e_y, **e_x**: Distância desde dl até ao eixo em torno do qual atua o momento M_{sdx} , M_{sdy} .

W_{p'x} : 14153.8 cm²

W_{p'y} : 14065.1 cm²

d: Altura útil da laje ao longo do contorno crítico C', externo ao contorno C da área de aplicação da força e deste distante 2d no plano da laje.

d : 14.0 cm

A tensão resistente na superfície crítica C" em elementos estruturais ou trechos sem armadura de punção deve ser calculada como segue (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.3.2):

☐ **R_{d1}** : 0.55 MPa

Onde:

d: Altura útil da laje ao longo do contorno crítico C', externo ao contorno C da área de aplicação da força e deste distante 2d no plano da laje.

d : 14.0 cm

☐ Taxa geométrica de armadura de flexão aderente.

☐ : 0.0021

☐ **x**: Taxa na direção x.





☐ **x** : 0.0023

☐ **y**: Taxa na direção y.

☐ **y** : 0.0020

f_{ck}: Resistência característica à compressão do concreto.

f_{ck} : 35.00 MPa

   			
TÍTULO: MEMÓRIA MDE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – SALA DE REUNIÃO	Nº PLANAVE MC-U04-J04-0007	REV. PLANAVE 0	FOLHA: 72/87
	Nº PLANAVE UGP-CAF-NIT-0024	REV. CLIENTE -	

☐: Tensão inicial no concreto ao nível do baricentro da armadura de protensão, devida à protensão simultânea de n cabos,

☐ : 0.00 MPa

Armadura de reforço (P6)

Distância livre entre dois varões isolados consecutivos

A distância livre d_l , horizontal e vertical, entre duas barras isoladas consecutivas deve ser igual ou superior a s_{min} (ABNT NBR 6118:2014, 18.3.2.2):

74 mm ☐ 23 mm ✓

Onde:

s_{min} : Valor máximo de s_1 , s_2 , s_3

s_{min} : 23 mm

s_1 : 20 mm

s_2 : 6 mm

s_3 : 23 mm

ϕ_{max} : Diâmetro máximo das barras transversais.

ϕ_{max} : 6 mm

d_g : Tamanho máximo agregado.

d_g : 19 mm

Distância entre a face do pilar e o primeiro reforço de punção

A distância entre a face do pilar ou área carregada e o primeiro reforço de punção não pode ser superior a s_{max} (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.3.4):

35 mm ☐ 70 mm ✓

Onde:

s_{max} : 70 mm

d : Altura útil da laje ao longo do contorno crítico C', externo ao contorno C da área de aplicação da força e deste distante $2d$ no plano da laje.

d : 140 mm

Distância entre perímetros de reforço transversal consecutivos

80 mm ☐ 105 mm ✓

TÍTULO: MEMÓRIA MDE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – SALA DE REUNIÃO	Nº PLANAVE MC-U04-J04-0007	REV. PLANAVE 0	FOLHA: 73/87
	Nº PLANAVE UGP-CAF-NIT-0024	REV. CLIENTE -	

A distância d entre perímetros de reforço transversal consecutivos deve ser, no máximo, igual a s_{max} (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.3.4):

Onde:

s_{max} : 105 mm

d : Altura útil da laje ao longo do contorno crítico C' , externo ao contorno C da área de aplicação da força e deste distante $2d$ no plano da laje.

d : 140 mm

Diâmetro máximo da armadura de estribos

O diâmetro da armadura de estribos não pode superar $h/20$ (ABNT NBR 6118:2014, 20.4):

6.3 mm ☐ 9.0 mm ☒

Onde:

h : Altura da laje.

h : 180.0 mm

Armadura de punção obrigatória (Combinações fundamentais)

No caso de a estabilidade global da estrutura depender da resistência da laje à punção, deve ser prevista armadura de punção, mesmo que \square_{sd} seja menor que \square_{Rd1} . Essa armadura deve equilibrar um mínimo de 50% de F_{sd} (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.3.5).

Os esforços solicitantes de cálculo desfavoráveis produzem-se para a combinação de ações 1.4·PP+1.4·CP+1.4·V(-Y). Deve satisfazer:

182.27 kN ☐ 3.19 kN ☒

Onde:

d : Altura útil da laje ao longo do contorno crítico C' , externo ao contorno C da área de aplicação da força e deste distante $2d$ no plano da laje.

d : 140 mm

A_{sw} : Área da armadura de punção num contorno completo paralelo a C' .

s_r : Espaçamento radial entre linhas de armadura de punção.

\square : Ângulo entre a armadura de punção e o plano da laje.

Referência	A_{sw} (mm ²)	s_r (mm)	\square (graus)	A_{sw}/s_r (cm ² /m)
Estribo Punção	125	80	90.0	15.6
Estribo Punção	125	80	90.0	15.6

f_{ywd} : Resistência de cálculo da armadura de punção, não maior do que 250 MPa para estribos para lajes com espessura até 15 cm, ou 435 MPa para lajes com espessura maior que 35 cm, sendo permitida interpolação linear.

f_{ywd} : 277.75 MPa

F_{sd} : Força ou reação de punção de cálculo.

F_{sd} : 6.38 kN

			
TÍTULO: MEMÓRIA MDE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – SALA DE REUNIÃO	Nº PLANAVE MC-U04-J04-0007	REV. PLANAVE 0	FOLHA: 74/87
	Nº PLANAVE UGP-CAF-NIT-0024	REV. CLIENTE -	

Armadura contra o colapso progressivo (Combinações fundamentais)

Para garantir a ductilidade local e a conseqüente proteção contra o colapso progressivo, a armadura de flexão inferior que atravessa o contorno C deve estar suficientemente ancorada além do contorno C, conforme figura 19.10, e deve ser tal que: (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.4).

Os esforços solicitantes de cálculo desfavoráveis produzem-se para a combinação de ações 1.4·PP+1.4·CP+1.4·V(-Y). Deve satisfazer:

$$542.61 \text{ kN} \leq 9.57 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Onde:

$f_{yd} \cdot A_{s,ccp}$: Quantidade mecânica à compressão.

F_{sd} : Força ou reação de punção de cálculo.

$$f_{yd} \cdot A_{s,ccp} : 542.61 \text{ kN}$$

$$F_{sd} : 9.57 \text{ kN}$$

15.7 – PILAR P7

Perímetro do pilar (P7)

Zona adjacente ao pilar ou carga (Combinações fundamentais)

Os esforços solicitantes de cálculo desfavoráveis produzem-se para a combinação de ações 1.4·PP+1.4·CP+0.98·Qa+1.4·V(-X).

Deve satisfazer:

$$0.61 \text{ MPa} \leq 5.81 \text{ MPa} \quad \checkmark$$

Onde:

σ_{sd} : Tensão de cisalhamento solicitante de cálculo.

σ_{Rd2} : Tensão resistente de compressão diagonal do concreto na superfície crítica C.

$$\sigma_{sd} : 0.61 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{Rd2} : 5.81 \text{ MPa}$$

O valor de cálculo da tensão tangencial ao longo da seção crítica considerada obtém-se da seguinte expressão (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.2.3):

$$\sigma_{sd} : 0.61 \text{ MPa}$$

Onde:

F_{sd} : Força ou reação de punção de cálculo.

η : Coeficiente que leva em conta os efeitos da excentricidade da carga (CEB-FIP Model Code 1990, 6.4.3.6).

$$F_{sd} : 49.12 \text{ kN}$$

$$\eta : 1.38$$

k_x : Coeficiente que depende da relação entre as dimensões c_y (dimensão na direção do eixo y) e c_x (dimensão na direção do eixo x) do pilar (ABNT NBR 6118:2014, Tabela 19.2).

$$k_x : 0.48$$

TÍTULO: MEMÓRIA MDE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – SALA DE REUNIÃO	Nº PLANAVE MC-U04-J04-0007	REV. PLANAVE 0	FOLHA: 75/87
	Nº PLANAVE UGP-CAF-NIT-0024	REV. CLIENTE -	

k_y : Coeficiente que depende da relação entre as dimensões c_x (dimensão na direção do eixo x) e c_y (dimensão na direção do eixo y) do pilar (ABNT NBR 6118:2014, Tabela 19.2).

$$k_y : 0.67$$

M_{Sdx} : Momento de cálculo em torno do eixo x, em relação ao centro de gravidade do perímetro do contorno C'.

$$M_{Sdx} : 0.01 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_{Sdy} : Momento de cálculo em torno do eixo y, em relação ao centro de gravidade do perímetro do contorno C'.

$$M_{Sdy} : 7.43 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_{SdOx} : Momento de cálculo em torno do eixo x, em relação ao centro de gravidade do pilar.

$$M_{SdOx} : 0.00 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_{SdOy} : Momento de cálculo em torno do eixo y, em relação ao centro de gravidade do pilar.

$$M_{SdOy} : 7.44 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

u: Perímetro do contorno crítico C' de punção (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.2).

$$u : 2557 \text{ mm}$$

W_p : Módulo de resistência plástica do perímetro crítico u (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.2).

dl: Comprimento infinitesimal no perímetro crítico C'.

e_y , e_x : Distância desde dl até ao eixo em torno do qual atua o momento M_{Sdx} , M_{Sdy} .

$$W_{px} : 6331.9 \text{ cm}^2$$

$$W_{py} : 6850.7 \text{ cm}^2$$

u_0 : Perímetro do contorno crítico C de punção (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.3.1)

$$u_0 : 800 \text{ mm}$$

d: Altura útil da laje ao longo do contorno crítico C', externo ao contorno C da área de aplicação da força e deste distante 2d no plano da laje.

$$d : 14.0 \text{ cm}$$

O valor de cálculo da tensão resistente de compressão diagonal do concreto na superfície crítica C obtém-se da seguinte expressão (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.3.1):

$$\sigma_{Rd2} : 5.81 \text{ MPa}$$

Onde:

$$\sigma_v : 0.86$$

f_{ck} : Resistência característica à compressão do concreto.

$$f_{ck} : 35.00 \text{ MPa}$$

f_{cd} : Resistência de cálculo à compressão do concreto.

$$f_{cd} : 25.00 \text{ MPa}$$

Perímetro de controlo (P7)

Zona com armadura transversal de punção (Combinações fundamentais)

Os esforços solicitantes de cálculo desfavoráveis produzem-se para a combinação de ações 1.4·PP+1.4·CP+0.98·Qa+1.4·V(-X).

Deve satisfazer:

$$0.16 \text{ MPa} \leq 0.94 \text{ MPa} \quad \checkmark$$

TÍTULO: MEMÓRIA MDE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – SALA DE REUNIÃO	Nº PLANAVE MC-U04-J04-0007	REV. PLANAVE 0	FOLHA: 76/87
	Nº PLANAVE UGP-CAF-NIT-0024	REV. CLIENTE -	

Onde:

☐ σ_d : Tensão de cisalhamento solicitante de cálculo.

☐ σ_d : 0.16 MPa

☐ σ_{d3} : Tensão resistente na superfície crítica C' em elementos estruturais ou trechos com armadura de punção.

☐ σ_{d3} : 0.94 MPa

O valor de cálculo da tensão tangencial ao longo da seção crítica considerada obtém-se da seguinte expressão (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.2.3):

☐ σ_d : 0.16 MPa

Onde:

F_{sd} : Força ou reação de punção de cálculo.

F_{sd} : 38.88 kN

k_x : Coeficiente que depende da relação entre as dimensões c_y (dimensão na direção do eixo y) e c_x (dimensão na direção do eixo x) do pilar (ABNT NBR 6118:2014, Tabela 19.2).

k_x : 0.48

k_y : Coeficiente que depende da relação entre as dimensões c_x (dimensão na direção do eixo x) e c_y (dimensão na direção do eixo y) do pilar (ABNT NBR 6118:2014, Tabela 19.2).

k_y : 0.67

M_{sdx} : Momento de cálculo em torno do eixo x, em relação ao centro de gravidade do perímetro do contorno C'.

M_{sdx} : -0.01 kN·m

M_{sdy} : Momento de cálculo em torno do eixo y, em relação ao centro de gravidade do perímetro do contorno C'.

M_{sdy} : 7.49 kN·m

M_{sdox} : Momento de cálculo em torno do eixo x, em relação ao centro de gravidade do pilar.

M_{sdox} : -0.02 kN·m

M_{sdox} : Momento de cálculo em torno do eixo y, em relação ao centro de gravidade do pilar.

M_{sdox} : 7.50 kN·m

u : Perímetro do contorno crítico C' de punção (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.2).

u : 2557 mm

W_p : Módulo de resistência plástica do perímetro crítico u (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.2).

d_l : Comprimento infinitesimal no perímetro crítico C'.

e_y , e_x : Distância desde d_l até ao eixo em torno do qual atua o momento M_{sdx} , M_{sdy} .

W_{px} : 6331.9 cm²

W_{py} : 6850.7 cm²

d : Altura útil da laje ao longo do contorno crítico C', externo ao contorno C da área de aplicação da força e deste distante 2d no plano da laje.

d : 14.0 cm

A tensão resistente na superfície crítica C' em elementos estruturais ou trechos com armadura de punção deve ser calculada como segue (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.3.3):

☐ σ_{d3} : 0.94 MPa

Onde:

d : Altura útil da laje ao longo do contorno crítico C', externo ao contorno C da área de aplicação da força e deste distante 2d no plano da laje.

d : 14.0 cm

f_{ck} : Resistência característica à compressão do concreto.

f_{ck} : 35.00 MPa

α : Taxa geométrica de armadura de flexão aderente.

α : 0.0021

TÍTULO: MEMÓRIA MDE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – SALA DE REUNIÃO	Nº PLANAVE MC-U04-J04-0007	REV. PLANAVE 0	FOLHA: 77/87
	Nº PLANAVE UGP-CAF-NIT-0024	REV. CLIENTE -	

☐ α_x : Taxa na direção x.

☐ α_x : 0.0023

☐ α_y : Taxa na direção y.

☐ α_y : 0.0020

☐ Tensão inicial no concreto ao nível do baricentro da armadura de protensão, devida à protensão simultânea de n cabos,

☐ : 0.00 MPa

A_{sw} : Área da armadura de punção num contorno completo paralelo a C'.

s_r : Espaçamento radial entre linhas de armadura de punção.

☐ Ângulo entre a armadura de punção e o plano da laje.

Referência	A_{sw} (mm ²)	s_r (mm)	<input type="checkbox"/> (graus)	A_{sw}/s_r (cm ² /m)
Estribo Punção	125	80	90.0	15.6
Estribo Punção	125	80	90.0	15.6

f_{ywd} : Resistência de cálculo da armadura de punção, não maior do que 250 MPa para estribos para lajes com espessura até 15 cm, ou 435 MPa para lajes com espessura maior que 35 cm, sendo permitida interpolação linear.

f_{ywd} : 277.75 MPa

u: Perímetro do contorno crítico C' de punção (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.2).

u : 2557 mm

Perímetro da armadura de reforço (P7)

Zona exterior à armadura de punção (Combinações fundamentais)

Os esforços solicitantes de cálculo desfavoráveis produzem-se para a combinação de ações 1.4.PP+1.4.CP+1.4.Qa. Deve satisfazer:

0.09 MPa ☐ 0.55 MPa ✓

Onde:

☐ σ_{sd} : Tensão de cisalhamento solicitante de cálculo.

☐ σ_{sd} : 0.09 MPa

☐ σ_{rd1} : Tensão resistente na superfície crítica C" em elementos estruturais ou trechos sem armadura de punção.

☐ σ_{rd1} : 0.55 MPa

O valor de cálculo da tensão tangencial ao longo da seção crítica considerada obtém-se da seguinte expressão (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.2.3):

☐ σ_{sd} : 0.09 MPa

Onde:

F_{sd} : Força ou reação de punção de cálculo.

F_{sd} : 33.11 kN

k_x : Coeficiente que depende da relação entre as dimensões c_y (dimensão na direção do eixo y) e c_x (dimensão na direção do eixo x) do pilar (ABNT NBR 6118:2014, Tabela 19.2).

k_x : 0.48

k_y : Coeficiente que depende da relação entre as dimensões c_x (dimensão na direção do eixo x) e c_y (dimensão na direção do eixo y) do pilar (ABNT NBR 6118:2014, Tabela 19.2).

k_y : 0.67

M_{sdx} : Momento de cálculo em torno do eixo x, em relação ao centro de gravidade do perímetro do contorno C".

M_{sdx} : 6.90 kN·m

M_{sdy} : Momento de cálculo em torno do eixo y, em relação ao centro de gravidade do perímetro do contorno C".

M_{sdy} : -1.50 kN·m

TÍTULO: MEMÓRIA MDE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – SALA DE REUNIÃO	Nº PLANAVE MC-U04-J04-0007	REV. PLANAVE 0	FOLHA: 78/87
	Nº PLANAVE UGP-CAF-NIT-0024	REV. CLIENTE -	

M_{SdOx} : Momento de cálculo em torno do eixo x, em relação ao centro de gravidade do pilar. M_{SdOx} : -2.53 kN·m
 M_{SdOy} : Momento de cálculo em torno do eixo y, em relação ao centro de gravidade do pilar. M_{SdOy} : -1.48 kN·m
 u' : Perímetro do contorno crítico C" de punção (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.3.4). u' : 3275 mm
 W_p : Módulo de resistência plástica do perímetro crítico u' (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.2).

d_l : Comprimento infinitesimal no perímetro crítico C".
 e_y, e_x : Distância desde d_l até ao eixo em torno do qual atua o momento M_{Sdx}, M_{Sdy} . $W_{p'x}$: 19331.0 cm²
 $W_{p'y}$: 27581.2 cm²
 d : Altura útil da laje ao longo do contorno crítico C', externo ao contorno C da área de aplicação da força e deste distante 2d no plano da laje. d : 14.0 cm

A tensão resistente na superfície crítica C" em elementos estruturais ou trechos sem armadura de punção deve ser calculada como segue (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.3.2):

σ_{Rd1} : 0.55 MPa

Onde:

d : Altura útil da laje ao longo do contorno crítico C', externo ao contorno C da área de aplicação da força e deste distante 2d no plano da laje. d : 14.0 cm
☐ Taxa geométrica de armadura de flexão aderente. ☐ : 0.0021
☐ Taxa na direção x. ☐ : 0.0023
☐ Taxa na direção y. ☐ : 0.0020
 f_{ck} : Resistência característica à compressão do concreto. f_{ck} : 35.00 MPa
☐ Tensão inicial no concreto ao nível do baricentro da armadura de protensão, devida à protensão simultânea de n cabos, ☐ : 0.00 MPa

Armadura de reforço (P7)

Distância livre entre dois varões isolados consecutivos

A distância livre d_l , horizontal e vertical, entre duas barras isoladas consecutivas deve ser igual ou superior a s_{min} (ABNT NBR 6118:2014, 18.3.2.2):

74 mm ☐ 23 mm ☒

Onde:

s_{min} : Valor máximo de s_1, s_2, s_3 s_{min} : 23 mm
 s_1 : 20 mm

TÍTULO: MEMÓRIA MDE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – SALA DE REUNIÃO	Nº PLANAVE MC-U04-J04-0007	REV. PLANAVE 0	FOLHA: 79/87
	Nº PLANAVE UGP-CAF-NIT-0024	REV. CLIENTE -	

s_2 : 6 mm

s_3 : 23 mm

\square_{\max} : Diâmetro máximo das barras transversais.
 d_g : Tamanho máximo agregado.

\square_{\max} : 6 mm
 d_g : 19 mm

Distância entre a face do pilar e o primeiro reforço de punção

A distância entre a face do pilar ou área carregada e o primeiro reforço de punção não pode ser superior a s_{\max} (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.3.4):

35 mm \square 70 mm ✓

Onde:

s_{\max} : 70 mm

d : Altura útil da laje ao longo do contorno crítico C' , externo ao contorno C da área de aplicação da força e deste distante $2d$ no plano da laje.

d : 140 mm

Distância entre perímetros de reforço transversal consecutivos

80 mm \square 105 mm ✓

A distância d_i entre perímetros de reforço transversal consecutivos deve ser, no máximo, igual a s_{\max} (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.3.4):

Onde:

s_{\max} : 105 mm

d : Altura útil da laje ao longo do contorno crítico C' , externo ao contorno C da área de aplicação da força e deste distante $2d$ no plano da laje.

d : 140 mm

Diâmetro máximo da armadura de estribos

O diâmetro da armadura de estribos não pode superar $h/20$ (ABNT NBR 6118:2014, 20.4):

6.3 mm \square 9.0 mm ✓

Onde:

h : Altura da laje.

h : 180.0 mm

TÍTULO: MEMÓRIA MDE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – SALA DE REUNIÃO	Nº PLANAVE MC-U04-J04-0007	REV. PLANAVE 0	FOLHA: 80/87
	Nº PLANAVE UGP-CAF-NIT-0024	REV. CLIENTE -	

Armadura de punção obrigatória (Combinações fundamentais)

No caso de a estabilidade global da estrutura depender da resistência da laje à punção, deve ser prevista armadura de punção, mesmo que σ_{sd} seja menor que σ_{Rd1} . Essa armadura deve equilibrar um mínimo de 50% de F_{sd} (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.3.5).

Os esforços solicitantes de cálculo desfavoráveis produzem-se para a combinação de ações $1.4 \cdot PP + 1.4 \cdot CP + 1.4 \cdot Qa + 0.84 \cdot V(-Y)$.

Deve satisfazer:

$$182.27 \text{ kN} \geq 20.43 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Onde:

d: Altura útil da laje ao longo do contorno crítico C' , externo ao contorno C da área de aplicação da força e deste distante $2d$ no plano da laje.

$$d : 140 \text{ mm}$$

A_{sw} : Área da armadura de punção num contorno completo paralelo a C' .

s_r : Espaçamento radial entre linhas de armadura de punção.

α : Ângulo entre a armadura de punção e o plano da laje.

Referência	A_{sw} (mm ²)	s_r (mm)	α (graus)	A_{sw}/s_r (cm ² /m)
Estribo Punção	125	80	90.0	15.6
Estribo Punção	125	80	90.0	15.6

f_{ywd} : Resistência de cálculo da armadura de punção, não maior do que 250 MPa para estribos para lajes com espessura até 15 cm, ou 435 MPa para lajes com espessura maior que 35 cm, sendo permitida interpolação linear.

$$f_{ywd} : 277.75 \text{ MPa}$$

F_{sd} : Força ou reação de punção de cálculo.

$$F_{sd} : 40.86 \text{ kN}$$

Armadura contra o colapso progressivo (Combinações fundamentais)

Para garantir a ductilidade local e a conseqüente proteção contra o colapso progressivo, a armadura de flexão inferior que atravessa o contorno C deve estar suficientemente ancorada além do contorno C' , conforme figura 19.10, e deve ser tal que: (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.4).

Os esforços solicitantes de cálculo desfavoráveis produzem-se para a combinação de ações $1.4 \cdot PP + 1.4 \cdot CP + 1.4 \cdot Qa + 0.84 \cdot V(-Y)$.

Deve satisfazer:

$$542.61 \text{ kN} \geq 61.29 \text{ kN} \quad \checkmark$$


Onde:

$f_{yd} \cdot A_{s,ccp}$: Quantidade mecânica à compressão.

$$f_{yd} \cdot A_{s,ccp} : 542.61 \text{ kN}$$

F_{sd} : Força ou reação de punção de cálculo.

$$F_{sd} : 61.29 \text{ kN}$$

			
TÍTULO: MEMÓRIA MDE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – SALA DE REUNIÃO	Nº PLANAVE MC-U04-J04-0007	REV. PLANAVE 0	FOLHA: 81/87
	Nº PLANAVE UGP-CAF-NIT-0024	REV. CLIENTE -	

15.8 – PILAR P8

Perímetro do pilar (P8)

Zona adjacente ao pilar ou carga (Combinações fundamentais)

Os esforços solicitantes de cálculo desfavoráveis produzem-se para a combinação de ações $1.4 \cdot PP + 1.4 \cdot CP + 0.98 \cdot Qa + 1.4 \cdot V(+X)$.
Deve satisfazer:

0.37 MPa ☐ 5.81 MPa ☒

Onde:

☐ σ_d : Tensão de cisalhamento solicitante de cálculo.

☐ σ_d : 0.37 MPa

☐ σ_{rd2} : Tensão resistente de compressão diagonal do concreto na superfície crítica C.

☐ σ_{rd2} : 5.81 MPa

O valor de cálculo da tensão tangencial ao longo da seção crítica considerada obtém-se da seguinte expressão (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.2.3):

☐ σ_d : 0.37 MPa

Onde:

F_{sd} : Força ou reação de punção de cálculo.

F_{sd} : 25.01 kN

☐: Coeficiente que leva em conta os efeitos da excentricidade da carga (CEB-FIP Model Code 1990, 6.4.3.6).

☐ : 1.65

k_x : Coeficiente que depende da relação entre as dimensões c_y (dimensão na direção do eixo y) e c_x (dimensão na direção do eixo x) do pilar (ABNT NBR 6118:2014, Tabela 19.2).

k_x : 0.48

k_y : Coeficiente que depende da relação entre as dimensões c_x (dimensão na direção do eixo x) e c_y (dimensão na direção do eixo y) do pilar (ABNT NBR 6118:2014, Tabela 19.2).

k_y : 0.67

M_{sdx} : Momento de cálculo em torno do eixo x, em relação ao centro de gravidade do perímetro do contorno C'.

M_{sdx} : -1.18 kN·m

M_{sdy} : Momento de cálculo em torno do eixo y, em relação ao centro de gravidade do perímetro do contorno C'.

M_{sdy} : -5.60 kN·m

M_{sdox} : Momento de cálculo em torno do eixo x, em relação ao centro de gravidade do pilar.

M_{sdox} : -1.19 kN·m

M_{sdoy} : Momento de cálculo em torno do eixo y, em relação ao centro de gravidade do pilar.

M_{sdoy} : -5.60 kN·m

u: Perímetro do contorno crítico C' de punção (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.2).

u : 2557 mm

W_p : Módulo de resistência plástica do perímetro crítico u (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.2).

TÍTULO: MEMÓRIA MDE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – SALA DE REUNIÃO	Nº PLANAVE MC-U04-J04-0007	REV. PLANAVE 0	FOLHA: 82/87
	Nº PLANAVE UGP-CAF-NIT-0024	REV. CLIENTE -	

dl: Comprimento infinitesimal no perímetro crítico C'.

e_y , e_x: Distância desde dl até ao eixo em torno do qual atua o momento M_{Sdx}, M_{Sdy}.

u₀: Perímetro do contorno crítico C de punção (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.3.1)

d: Altura útil da laje ao longo do contorno crítico C', externo ao contorno C da área de aplicação da força e deste distante 2d no plano da laje.

W_{px} : 6331.9 cm²

W_{py} : 6850.7 cm²

u₀ : 800 mm

d : 14.0 cm

O valor de cálculo da tensão resistente de compressão diagonal do concreto na superfície crítica C obtém-se da seguinte expressão (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.3.1):

☐ **R_{d2} :** 5.81 MPa

Onde:

☐ **v :** 0.86

f_{ck}: Resistência característica à compressão do concreto.

f_{ck} : 35.00 MPa

f_{cd}: Resistência de cálculo à compressão do concreto.

f_{cd} : 25.00 MPa

Perímetro de controlo (P8)

Zona com armadura transversal de punção (Combinações fundamentais)

Os esforços solicitantes de cálculo desfavoráveis produzem-se para a combinação de ações 1.4·PP+1.4·CP+0.98·Qa+1.4·V(+X).

Deve satisfazer:

0.10 MPa ☐ 0.94 MPa ☒

Onde:

☐ **s_d:** Tensão de cisalhamento solicitante de cálculo.

☐ **s_d :** 0.10 MPa

☐ **R_{d3}:** Tensão resistente na superfície crítica C' em elementos estruturais ou trechos com armadura de punção.

☐ **R_{d3} :** 0.94 MPa

O valor de cálculo da tensão tangencial ao longo da seção crítica considerada obtém-se da seguinte expressão (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.2.3):

☐ **s_d :** 0.10 MPa

Onde:

F_s: Força ou reação de punção de cálculo.





F_s : 18.01 kN

k_x: Coeficiente que depende da relação entre as dimensões c_y (dimensão na direção do eixo y) e c_x (dimensão na direção do eixo x) do pilar (ABNT NBR 6118:2014, Tabela 19.2).

k_x : 0.48

k_y: Coeficiente que depende da relação entre as dimensões c_x (dimensão na direção do eixo x) e c_y (dimensão na direção do eixo y) do pilar (ABNT NBR 6118:2014, Tabela 19.2).

k_y : 0.67

 <p>PREFEITURA NITERÓI FEITA POR VOCÊ</p>	<p>EXECUTIVA</p>  <p>PRO-SUSTENTÁVEL PREFEITURA MUNICIPAL DE NITERÓI BANCO DE DESENVOLVIMENTO DA AMÉRICA LATINA</p>	 <p>BANCO DE DESENVOLVIMENTO DA AMÉRICA LATINA</p>	 <p>PLANAVE S.A. Estudos e Projetos de Engenharia</p>
TÍTULO: MEMÓRIA MDE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – SALA DE REUNIÃO	Nº PLANAVE MC-U04-J04-0007	REV. PLANAVE 0	FOLHA: 83/87
	Nº PLANAVE UGP-CAF-NIT-0024	REV. CLIENTE -	

M_{Sdx}: Momento de cálculo em torno do eixo x, em relação ao centro de gravidade do perímetro do contorno C'.

M_{Sdx} : -1.21 kN·m

M_{Sdy}: Momento de cálculo em torno do eixo y, em relação ao centro de gravidade do perímetro do contorno C'.

M_{Sdy} : -5.95 kN·m

M_{SdOx}: Momento de cálculo em torno do eixo x, em relação ao centro de gravidade do pilar.

M_{SdOx} : -1.21 kN·m

M_{SdOy}: Momento de cálculo em torno do eixo y, em relação ao centro de gravidade do pilar.

M_{SdOy} : -5.95 kN·m

u: Perímetro do contorno crítico C' de punção (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.2).

u : 2557 mm

W_p: Módulo de resistência plástica do perímetro crítico u (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.2).

dl: Comprimento infinitesimal no perímetro crítico C'.

e_y, **e_x**: Distância desde dl até ao eixo em torno do qual atua o momento M_{Sdx}, M_{Sdy}.

W_{px} : 6331.9 cm²

W_{py} : 6850.7 cm²

d: Altura útil da laje ao longo do contorno crítico C', externo ao contorno C da área de aplicação da força e deste distante 2d no plano da laje.

d : 14.0 cm

A tensão resistente na superfície crítica C' em elementos estruturais ou trechos com armadura de punção deve ser calculada como segue (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.3.3):

R_{ds} : 0.94 MPa

Onde:

d: Altura útil da laje ao longo do contorno crítico C', externo ao contorno C da área de aplicação da força e deste distante 2d no plano da laje.

d : 14.0 cm

f_{ck}: Resistência característica à compressão do concreto.

f_{ck} : 35.00 MPa

ρ: Taxa geométrica de armadura de flexão aderente.

ρ : 0.0021

ρ_x: Taxa na direção x.

ρ_x : 0.0023

ρ_y: Taxa na direção y.

ρ_y : 0.0020

σ: Tensão inicial no concreto ao nível do baricentro da armadura de protensão, devida à protensão simultânea de n cabos,

σ : 0.00 MPa

A_{sw}: Área da armadura de punção num contorno completo paralelo a C'.

s_r: Espaçamento radial entre linhas de armadura de punção.

α: Ângulo entre a armadura de punção e o plano da laje.

Referência	A _{sw} (mm ²)	s _r (mm)	α (graus)	A _{sw} /s _r (cm ² /m)
Estribo Punção	125	80	90.0	15.6
Estribo Punção	125	80	90.0	15.6

f_{ywd}: Resistência de cálculo da armadura de punção, não maior do que 250 MPa para estribos para lajes com espessura até 15 cm, ou 435 MPa para lajes com espessura maior que 35 cm, sendo permitida interpolação linear.

f_{ywd} : 277.75 MPa

u: Perímetro do contorno crítico C' de punção (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.2).

u : 2557 mm

TÍTULO:	Nº PLANAVE	REV. PLANAVE	FOLHA:
MEMÓRIA MDE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – SALA DE REUNIÃO	MC-U04-J04-0007	0	84/87
	Nº PLANAVE	REV. CLIENTE	
	UGP-CAF-NIT-0024	-	

Perímetro da armadura de reforço (P8)

Zona exterior à armadura de punção (Combinações fundamentais)

Os esforços solicitantes de cálculo desfavoráveis produzem-se para a combinação de ações 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa. Deve satisfazer:

0.29 MPa ☐ 0.55 MPa ☒

Onde:

☐ s_d : Tensão de cisalhamento solicitante de cálculo.

☐ s_d : 0.29 MPa

☐ R_{d1} : Tensão resistente na superfície crítica C" em elementos estruturais ou trechos sem armadura de punção.

☐ R_{d1} : 0.55 MPa

O valor de cálculo da tensão tangencial ao longo da seção crítica considerada obtém-se da seguinte expressão (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.2.3):

☐ s_d : 0.29 MPa

Onde:

F_{sd} : Força ou reação de punção de cálculo.

F_{sd} : 50.80 kN

k_x : Coeficiente que depende da relação entre as dimensões c_y (dimensão na direção do eixo y) e c_x (dimensão na direção do eixo x) do pilar (ABNT NBR 6118:2014, Tabela 19.2).

k_x : 0.48

k_y : Coeficiente que depende da relação entre as dimensões c_x (dimensão na direção do eixo x) e c_y (dimensão na direção do eixo y) do pilar (ABNT NBR 6118:2014, Tabela 19.2).

k_y : 0.67

M_{sdx} : Momento de cálculo em torno do eixo x, em relação ao centro de gravidade do perímetro do contorno C".

M_{sdx} : 22.23 kN·m

M_{sdy} : Momento de cálculo em torno do eixo y, em relação ao centro de gravidade do perímetro do contorno C".

M_{sdy} : 22.26 kN·m

M_{sdox} : Momento de cálculo em torno do eixo x, em relação ao centro de gravidade do pilar.

M_{sdox} : -3.21 kN·m

M_{sdoy} : Momento de cálculo em torno do eixo y, em relação ao centro de gravidade do pilar.

M_{sdoy} : -2.48 kN·m

u' : Perímetro do contorno crítico C" de punção (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.3.4).

u' : 2281 mm

W_p : Módulo de resistência plástica do perímetro crítico u' (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.2).

dl : Comprimento infinitesimal no perímetro crítico C".

e_y, e_x : Distância desde dl até ao eixo em torno do qual atua o momento M_{sdx}, M_{sdy} .

$W_{p'x}$: 14280.0 cm²

$W_{p'y}$: 14067.9 cm²

d : Altura útil da laje ao longo do contorno crítico C', externo ao contorno C da área de aplicação da força e deste distante 2d no plano da laje.

d : 14.0 cm

A tensão resistente na superfície crítica C" em elementos estruturais ou trechos sem armadura de punção deve ser calculada como segue (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.3.2):

☐ R_{d1} : 0.55 MPa

TÍTULO: MEMÓRIA MDE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – SALA DE REUNIÃO	Nº PLANAVE MC-U04-J04-0007	REV. PLANAVE 0	FOLHA: 85/87
	Nº PLANAVE UGP-CAF-NIT-0024	REV. CLIENTE -	

Onde:

d: Altura útil da laje ao longo do contorno crítico C', externo ao contorno C da área de aplicação da força e deste distante 2d no plano da laje.

d : 14.0 cm

☐ Taxa geométrica de armadura de flexão aderente.

☐ : 0.0021

☐_x: Taxa na direção x.

☐_x : 0.0023

☐_y: Taxa na direção y.

☐_y : 0.0020

f_{ck}: Resistência característica à compressão do concreto.

f_{ck} : 35.00 MPa

☐ Tensão inicial no concreto ao nível do baricentro da armadura de protensão, devida à protensão simultânea de n cabos,

☐ : 0.00 MPa

Armadura de reforço (P8)

Distância livre entre dois varões isolados consecutivos

A distância livre d_i, horizontal e vertical, entre duas barras isoladas consecutivas deve ser igual ou superior a s_{min} (ABNT NBR 6118:2014, 18.3.2.2):

74 mm ☐ 23 mm ✓

Onde:

s_{min}: Valor máximo de s₁, s₂, s₃

s_{min} : 23 mm

s₁ : 20 mm

s₂ : 6 mm

s₃ : 23 mm

☐_{max}: Diâmetro máximo das barras transversais.

☐_{max} : 6 mm

d_g: Tamanho máximo agregado.

d_g : 19 mm





Distância entre a face do pilar e o primeiro reforço de punção

A distância entre a face do pilar ou área carregada e o primeiro reforço de punção não pode ser superior a s_{max} (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.3.4):

35 mm ☐ 70 mm ✓

Onde:

s_{max} : 70 mm

<div>  <div>    </div> </div>			
TÍTULO: MEMÓRIA MDE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – SALA DE REUNIÃO	Nº PLANAVE MC-U04-J04-0007	REV. PLANAVE 0	FOLHA: 86/87
	Nº PLANAVE UGP-CAF-NIT-0024	REV. CLIENTE -	

d: Altura útil da laje ao longo do contorno crítico C', externo ao contorno C da área de aplicação da força e deste distante 2d no plano da laje.

d : 140 mm

Distância entre perímetros de reforço transversal consecutivos

80 mm ☐ **105 mm** ✓

A distância d_i entre perímetros de reforço transversal consecutivos deve ser, no máximo, igual a s_{max} (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.3.4):

Onde:

s_{max} : 105 mm

d: Altura útil da laje ao longo do contorno crítico C', externo ao contorno C da área de aplicação da força e deste distante 2d no plano da laje.

d : 140 mm

Diâmetro máximo da armadura de estribos

O diâmetro da armadura de estribos não pode superar $h/20$ (ABNT NBR 6118:2014, 20.4):

6.3 mm ☐ **9.0 mm** ✓

Onde:

h: Altura da laje.

h : 180.0 mm

Armadura de punção obrigatória (Combinações fundamentais)

No caso de a estabilidade global da estrutura depender da resistência da laje à punção, deve ser prevista armadura de punção, mesmo que σ_{sd} seja menor que σ_{Rd1} . Essa armadura deve equilibrar um mínimo de 50% de F_{sd} (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.3.5).

Os esforços solicitantes de cálculo desfavoráveis produzem-se para a combinação de ações

1.4·PP+1.4·CP+0.98·Qa+1.4·V(-Y).

Deve satisfazer:

182.27 kN ☐ **9.35 kN** ✓

Onde:

d: Altura útil da laje ao longo do contorno crítico C', externo ao contorno C da área de aplicação da força e deste distante 2d no plano da laje.

d : 140 mm

A_{sw} : Área da armadura de punção num contorno completo paralelo a C'.

s_r : Espaçamento radial entre linhas de armadura de punção.

α : Ângulo entre a armadura de punção e o plano da laje.

TÍTULO: MEMÓRIA MDE CÁLCULO DE ESTRUTRAS E FUNDAÇÕES – SALA DE REUNIÃO	Nº PLANAVE MC-U04-J04-0007	REV. PLANAVE 0	FOLHA: 87/87
	Nº PLANAVE UGP-CAF-NIT-0024	REV. CLIENTE -	

Referência	A _{sw} (mm ²)	S _r (mm)	□ (graus)	A _{sw} /S _r (cm ² /m)
Estribo Punção	125	80	90.0	15.6
Estribo Punção	125	80	90.0	15.6

f_{ywd} : Resistência de cálculo da armadura de punção, não maior do que 250 MPa para estribos para lajes com espessura até 15 cm, ou 435 MPa para lajes com espessura maior que 35 cm, sendo permitida interpolação linear.

F_{sd} : Força ou reação de punção de cálculo.

$$f_{ywd} : 277.75 \text{ MPa}$$

$$F_{sd} : 18.69 \text{ kN}$$

Armadura contra o colapso progressivo (Combinações fundamentais)

Para garantir a ductilidade local e a conseqüente proteção contra o colapso progressivo, a armadura de flexão inferior que atravessa o contorno C deve estar suficientemente ancorada além do contorno C', conforme figura 19.10, e deve ser tal que: (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.4).

Os esforços solicitantes de cálculo desfavoráveis produzem-se para a combinação de ações

1.4·PP+1.4·CP+0.98·Qa+1.4·V(-Y).

Deve satisfazer:

$$576.52 \text{ kN} \square 28.04 \text{ kN} \checkmark$$

Onde:

$f_{yd} \cdot A_{s,ccp}$: Quantidade mecânica à compressão.

F_{sd} : Força ou reação de punção de cálculo.

$$f_{yd} \cdot A_{s,ccp} : 576.52 \text{ kN}$$

$$F_{sd} : 28.04 \text{ kN}$$