

TÍTULO: MEMÓRIA DE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – PRÉDIO ADMINISTRATIVO	Nº PLANAVE MC-H04-J04-0005	REV. PLANAVE 0	FOLHA: 2/71
	Nº CLIENTE UGP-CAF-NIT-0022	REV. CLIENTE 0	

ÍNDICE

1	DADOS GERAIS DA ESTRUTURA	3
2	NORMAS CONSIDERADAS	3
3	AÇÕES CONSIDERADAS	3
4	ESTADOS LIMITES	4
5	SITUAÇÕES DE PROJETO	5
6	DADOS GEOMÉTRICOS DE GRUPOS E PISOS	8
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	17
14	ARM. PILARES E PILARES PAREDES	29
15	ARM. DE PUNÇÃO	35

   			
TÍTULO: MEMÓRIA DE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – PRÉDIO ADMINISTRATIVO	Nº PLANAVE MC-H04-J04-0005	REV. PLANAVE 0	FOLHA: 3/71
	Nº CLIENTE UGP-CAF-NIT-0022	REV. CLIENTE 0	

1.- DADOS GERAIS DA ESTRUTURA

Projeto: ITAIPU - ADM

2.- NORMAS CONSIDERADAS

Concreto: ABNT NBR 6118:2014

Aços dobrados: AISI

Aços laminados e soldados: ABNT NBR 8800:2008

Categoria de uso: Edificações residenciais

3.- AÇÕES CONSIDERADAS

3.1.- Verticais

Piso	S.C.U (kN/m ²)	C. permanentes (kN/m ²)
COBERTURA	0.5	0.5
TETO	0.5	0.5
RADIER	1.0	1.0

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	4.00	4.00

Realiza-se análise dos efeitos de 2ª ordem

Valor para multiplicar os deslocamentos 1.43

Coeficientes de Cargas

+X: 1.00 -X:1.00

+Y: 1.00 -Y:1.00

TÍTULO: MEMÓRIA DE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – PRÉDIO ADMINISTRATIVO	Nº PLANAVE MC-H04-J04-0005	REV. PLANAVE 0	FOLHA: 4/71
	Nº CLIENTE UGP-CAF-NIT-0022	REV. CLIENTE 0	

Cargas de vento		
Planta	Vento X (kN)	Vento Y (kN)
COBERTURA	3.466	3.466
TETO	6.177	6.177

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, 3.92) (3.90, 3.92)
	Cargas permanentes Linear		5.50	(3.92, 3.92) (3.92, 0.07)
	Cargas permanentes Linear		5.50	(3.92, 0.07) (0.07, 0.07)
	Cargas permanentes Linear		5.50	(0.07, 0.07) (0.07, 3.92)
	Cargas permanentes Linear		5.50	(1.42, 3.92) (1.42, 2.07)
	Cargas permanentes Linear		5.50	(1.42, 2.07) (0.07, 2.07)
1	Cargas permanentes Superficial		0.50	(0.15, 3.92) (0.14, 3.77)
				(0.07, 3.76) (0.07, 2.09)
				(1.27, 2.09) (1.27, 2.15)
				(1.42, 2.15) (1.42, 3.92)
	Cargas permanentes Superficial		0.50	(1.42, 2.00) (1.27, 2.00)
				(1.27, 2.09) (0.07, 2.09)
				(0.07, 0.23) (0.15, 0.23)
				(0.15, 0.07) (1.42, 0.07)

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

			
TÍTULO: MEMÓRIA DE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – PRÉDIO ADMINISTRATIVO	Nº PLANAVE MC-H04-J04-0005	REV. PLANAVE 0	FOLHA: 5/71
	Nº CLIENTE UGP-CAF-NIT-0022	REV. CLIENTE 0	

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

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	0.500
Vento (Q)	0.000	1.400	1.000	0.600

TÍTULO: MEMÓRIA DE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – PRÉDIO ADMINISTRATIVO	Nº PLANAVE MC-H04-J04-0005	REV. PLANAVE 0	FOLHA: 6/71
	Nº CLIENTE UGP-CAF-NIT-0022	REV. CLIENTE 0	

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	0.400	0.300
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

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

TÍTULO: MEMÓRIA DE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – PRÉDIO ADMINISTRATIVO	Nº PLANAVE MC-H04-J04-0005	REV. PLANAVE 0	FOLHA: 7/71
	Nº CLIENTE UGP-CAF-NIT-0022	REV. CLIENTE 0	

- 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	0.700	1.400			
8	1.400	1.400	0.700	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	0.700		1.400		
14	1.400	1.400	0.700		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	0.700			1.400	
20	1.400	1.400	0.700			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	0.700				1.400
26	1.400	1.400	0.700				1.400
27	1.000	1.000	1.400				0.840
28	1.400	1.400	1.400				0.840

TÍTULO: MEMÓRIA DE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – PRÉDIO ADMINISTRATIVO	Nº PLANAVE MC-H04-J04-0005	REV. PLANAVE 0	FOLHA: 8/71
	Nº CLIENTE UGP-CAF-NIT-0022	REV. CLIENTE 0	

■ 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	0.400				
3	1.000	1.000		0.300			
4	1.000	1.000	0.300	0.300			
5	1.000	1.000			0.300		
6	1.000	1.000	0.300		0.300		
7	1.000	1.000				0.300	
8	1.000	1.000	0.300			0.300	
9	1.000	1.000					0.300
10	1.000	1.000	0.300				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

6.- DADOS GEOMÉTRICOS DE GRUPOS E PISOS

Grupo	Nome do grupo	Piso	Nome piso	Altura	Cota
3	COBERTURA	3	COBERTURA	0.80	5.40
2	COBERTURA	2	COBERTURA	1.60	4.60
1	TETO	1	TETO	3.00	3.00
0	RADIER				0.00

			
TÍTULO: MEMÓRIA DE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – PRÉDIO ADMINISTRATIVO	Nº PLANAVE MC-H04-J04-0005	REV. PLANAVE 0	FOLHA: 9/71
	Nº CLIENTE UGP-CAF-NIT-0022	REV. CLIENTE 0	

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, 3.89)	0-3	Sem vinculação exterior	90.0	Centro
P2	(3.92, 3.89)	0-3	Sem vinculação exterior	90.0	Centro
P3	(1.39, 2.07)	0-2	Sem vinculação exterior	0.0	Centro
P4	(0.07, 0.10)	0-2	Sem vinculação exterior	90.0	Centro
P5	(3.92, 0.10)	0-3	Sem vinculação exterior	90.0	Centro

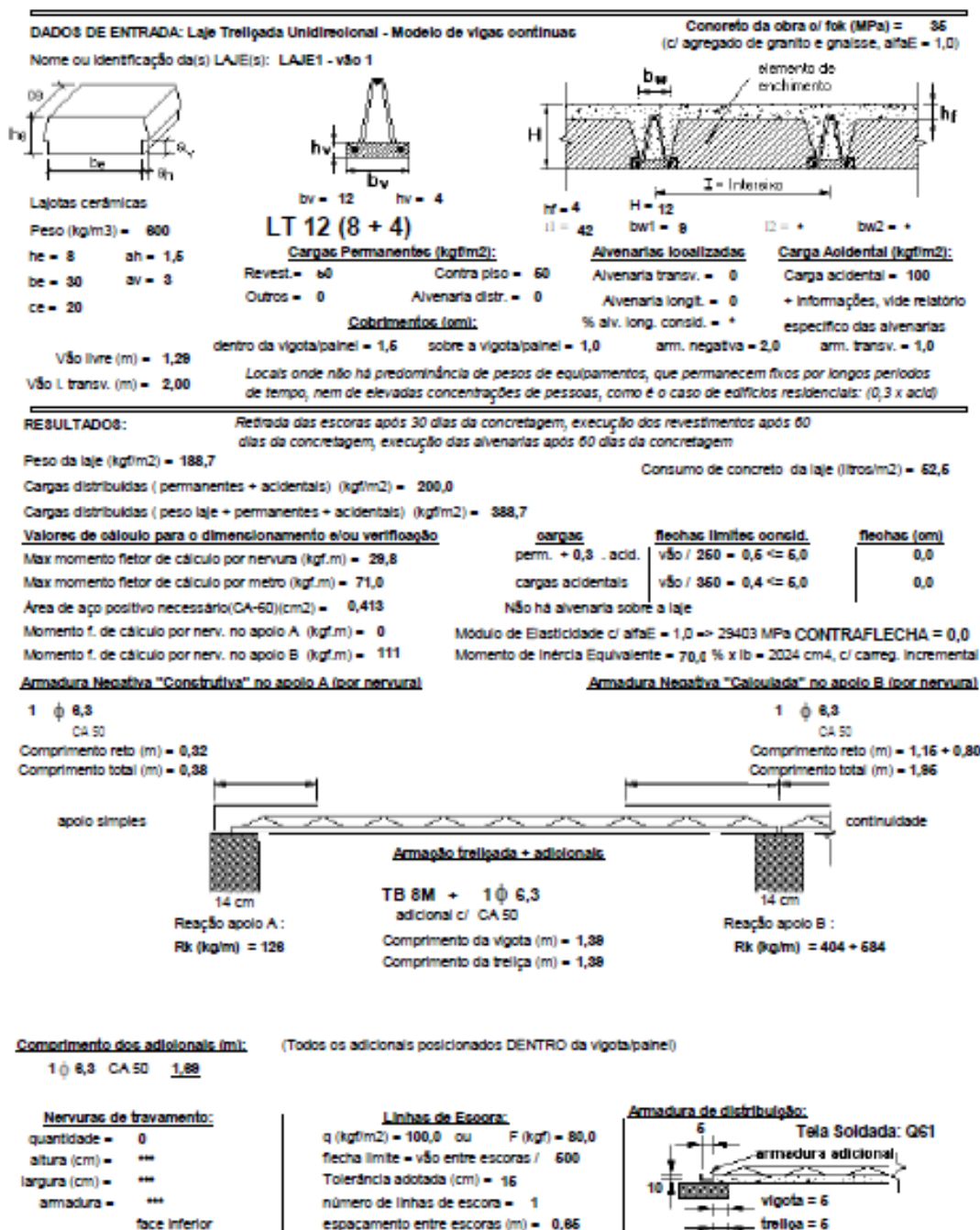
8.- DIMENSÕES, COEFICIENTES DE ENGASTAMENTO E COEFICIENTES DE FLAMBAGEM PARA CADA PISO

Pilar	Piso	Dimensões (cm)	Coeficiente de engastamento		Coeficiente de flambagem		Coeficiente de rigidez axial
			Ext.Superior	Ext.Inferior	X	Y	
P1, P2, P5	3	25x15	0.30	1.00	1.00	1.00	2.00
	2	25x15	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00
	1	25x15	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00
P3, P4	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 DE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – PRÉDIO ADMINISTRATIVO	Nº PLANAVE MC-H04-J04-0005	REV. PLANAVE 0	FOLHA: 10/71
	Nº CLIENTE UGP-CAF-NIT-0022	REV. CLIENTE 0	

9.- RELATÓRIO DE PANOS

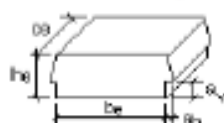
Tipos de lajes consideradas



TÍTULO: MEMÓRIA DE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – PRÉDIO ADMINISTRATIVO	Nº PLANAVE MC-H04-J04-0005	REV. PLANAVE 0	FOLHA: 11/71
	Nº CLIENTE UGP-CAF-NIT-0022	REV. CLIENTE 0	

DADOS DE ENTRADA: Laje Treliçada Unidirecional - Modelo de vigas contínuas

Nome ou identificação da(s) LAJE(s): LAJE2 -vão 2



Lajotas cerâmicas

Peso (kg/m³) = 800

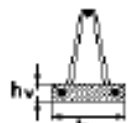
he = 8 ah = 1,5

be = 30 av = 3

ce = 20

Vão livre (m) = 2,68

Vão l. transv. (m) = 1,80



bv = 12 hv = 4
LT 12 (8 + 4)

Cargas Permanentes (kgf/m²):

Revest. = 60

Contra piso = 60

Outros = 0

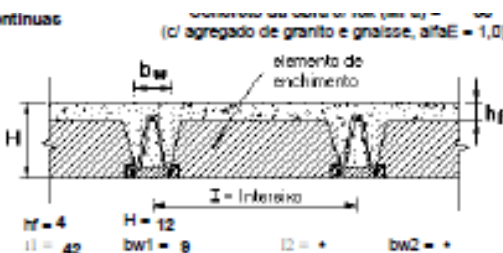
Avenaria distr. = 0

Cobrimentos (cm):

dentro da vigota/painel = 1,5

sobre a vigota/painel = 1,0

Locais onde não há predominância de pesos de equipamentos, que permanecem fixos por longos períodos de tempo, nem de elevadas concentrações de pessoas, como é o caso de edifícios residenciais: (0,3 x acd)



Avenarias localizadas:

Avenaria transv. = 0

Avenaria longit. = 0

% alv. long. consid. = +

arm. negativa = 2,0

Carga Acidental (kgf/m²):

Carga acidental = 100

+ informações, vide relatório

arm. transv. = 1,0

RESULTADOS:

Retirada das escoras após 30 dias da concretagem, execução dos revestimentos após 60 dias da concretagem, execução das alvenarias após 60 dias da concretagem

Peso da laje (kgf/m²) = 188,7

Cargas distribuídas (permanentes + acidentais) (kgf/m²) = 200,0

Cargas distribuídas (peso laje + permanentes + acidentais) (kgf/m²) = 388,7

Valores de cálculo para o dimensionamento e/ou verificação

Max momento fletor de cálculo por nervura (kgf.m) = 148,1

Max momento fletor de cálculo por metro (kgf.m) = 348,0

Área de aço positivo necessário (CA-60) (cm²) = 0,413

Momento f. de cálculo por nerv. no apoio A (kgf.m) = 111

Momento f. de cálculo por nerv. no apoio B (kgf.m) = 0

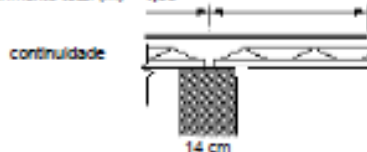
Armadura Negativa "Calculada" no apoio A (por nervura)

1 ϕ 8,3

CA 50

Comprimento reto (m) = 1,16 + 0,80

Comprimento total (m) = 1,96



Reação apoio A:
Rk (kg/m) = 404 + 684

Armação treliçada + adicionais

TB 8M + 1 ϕ 6,3

adicional c/ CA 50

Comprimento da vigota (m) = 2,88

Comprimento da treliça (m) = 2,88

Consumo de concreto da laje (litros/m²) = 62,6

cargas

perm. + 0,3 . acid.

cargas acidentais

Não há alvenaria sobre a laje

flechas limites consid.

vão / 260 = 1,0 <= 6,0

vão / 360 = 0,7 <= 6,0

0,2

Módulo de Elasticidade c/ alfaE = 1,0 => 29403 MPa **CONTRAFLECHA = 0,2**

Momento de Inércia Equivalente = 70,8 % x Ib = 2024 cm⁴, c/ carreg. incremental

Armadura Negativa "Construtiva" no apoio B (por nervura)

1 ϕ 8,3

CA 50

Comprimento reto (m) = 0,60

Comprimento total (m) = 0,60



Reação apoio B:
Rk (kg/m) = 440

Comprimento dos adicionais (m):

1 ϕ 6,3 CA 50 **2,88**

(Todos os adicionais posicionados DENTRO da vigota/painel)

Nervuras de travamento:

quantidade = 0

altura (cm) = ***

largura (cm) = ***

armadura = ***

face inferior

Linhas de Escora:

q (kgf/m²) = 100,0 ou F (kgf) = 80,0

flecha limite = vão entre escoras / 600

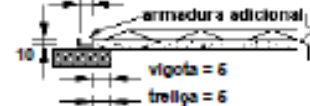
Tolerância adotada (cm) = 16

número de linhas de escora = 2

espaçamento entre escoras (m) = 0,86

Armadura de distribuição:

Tela Soldada: GS1



TÍTULO: MEMÓRIA DE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – PRÉDIO ADMINISTRATIVO	Nº PLANAVE MC-H04-J04-0005	REV. PLANAVE 0	FOLHA: 12/71
	Nº CLIENTE UGP-CAF-NIT-0022	REV. CLIENTE 0	

10.- LAJES E ELEMENTOS DE FUNDAÇÃO

Lajes fundação	Altura (cm)	Coef. de recalque (kN/m ³)	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)	γ_c	Natureza	Agregado Tamanho máximo (mm)	E_c (MPa)
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)	γ_s
Todos	CA-50	500	1.15

12.- ARMADURA DO RADIER

Vigas longitudinais

Armadura Base Inferior: Não se coloca

Armadura Base Superior: Não se coloca

Altura: 18

Viga 2: (y= -0.75) Inferior 12+ (x= -1.05)-(x= 4.97) +12 1Ø6.3c/10


Superior 16+ (x= -1.05)-(x= 4.97) +16 1Ø6.3c/10

Viga 3: (y= -0.50) Inferior 12+ (x= -1.05)-(x= 4.97) +12 1Ø6.3c/10

Superior 16+ (x= -1.05)-(x= 4.97) +16 1Ø6.3c/10

Viga 4: (y= -0.25) Inferior 12+ (x= -1.05)-(x= 4.97) +12 1Ø6.3c/10

Superior 16+ (x= -1.05)-(x= 4.97) +16 1Ø6.3c/10

			
TÍTULO: MEMÓRIA DE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – PRÉDIO ADMINISTRATIVO	Nº PLANAVE MC-H04-J04-0005	REV. PLANAVE 0	FOLHA: 13/71
	Nº CLIENTE UGP-CAF-NIT-0022	REV. CLIENTE 0	

Viga 5: (y= -0.00) Inferior 12+ (x= -1.05)-(x= 4.97) +12 1Ø6.3c/10
Superior 16+ (x= -1.05)-(x= 4.97) +16 1Ø6.3c/10

Viga 6: (y= 0.25) Inferior 12+ (x= -1.05)-(x= 4.97) +12 1Ø6.3c/10
Superior 16+ (x= -1.05)-(x= 4.97) +16 1Ø6.3c/10

Viga 7: (y= 0.50) Inferior 12+ (x= -1.05)-(x= 4.97) +12 1Ø6.3c/10
Superior 16+ (x= -1.05)-(x= 4.97) +16 1Ø6.3c/10

Viga 8: (y= 0.75) Inferior 12+ (x= -1.05)-(x= 4.97) +12 1Ø6.3c/10
Superior 16+ (x= -1.05)-(x= 4.97) +16 1Ø6.3c/10

Viga 9: (y= 1.00) Inferior 12+ (x= -1.05)-(x= 4.97) +12 1Ø6.3c/10
Superior 16+ (x= -1.05)-(x= 4.97) +16 1Ø6.3c/10

Viga 10: (y= 1.25) Inferior 12+ (x= -1.05)-(x= 4.97) +12 1Ø6.3c/10
Superior 16+ (x= -1.05)-(x= 4.97) +16 1Ø6.3c/10

Viga 11: (y= 1.50) Inferior 12+ (x= -1.05)-(x= 4.97) +12 1Ø6.3c/10
Superior 16+ (x= -1.05)-(x= 4.97) +16 1Ø6.3c/10

Viga 12: (y= 1.75) Inferior 12+ (x= -1.05)-(x= 4.97) +12 1Ø6.3c/10
Superior 16+ (x= -1.05)-(x= 4.97) +16 1Ø6.3c/10

Viga 13: (y= 2.00) Inferior 12+ (x= -1.05)-(x= 4.97) +12 1Ø6.3c/10
Superior 16+ (x= -1.05)-(x= 4.97) +16 1Ø6.3c/10

Viga 14: (y= 2.24) Inferior 12+ (x= -1.05)-(x= 4.97) +12 1Ø6.3c/10
Superior 16+ (x= -1.05)-(x= 4.97) +16 1Ø6.3c/10

Viga 15: (y= 2.49) Inferior 12+ (x= -1.05)-(x= 4.97) +12 1Ø6.3c/10
Superior 16+ (x= -1.05)-(x= 4.97) +16 1Ø6.3c/10

Viga 16: (y= 2.74) Inferior 12+ (x= -1.05)-(x= 4.97) +12 1Ø6.3c/10
Superior 16+ (x= -1.05)-(x= 4.97) +16 1Ø6.3c/10

Viga 17: (y= 2.99) Inferior 12+ (x= -1.05)-(x= 4.97) +12 1Ø6.3c/10
Superior 16+ (x= -1.05)-(x= 4.97) +16 1Ø6.3c/10

Viga 18: (y= 3.24) Inferior 12+ (x= -1.05)-(x= 4.97) +12 1Ø6.3c/10
Superior 16+ (x= -1.05)-(x= 4.97) +16 1Ø6.3c/10

Viga 19: (y= 3.49) Inferior 12+ (x= -1.05)-(x= 4.97) +12 1Ø6.3c/10
Superior 16+ (x= -1.05)-(x= 4.97) +16 1Ø6.3c/10

TÍTULO: MEMÓRIA DE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – PRÉDIO ADMINISTRATIVO	Nº PLANAVE MC-H04-J04-0005	REV. PLANAVE 0	FOLHA: 14/71
	Nº CLIENTE UGP-CAF-NIT-0022	REV. CLIENTE 0	

Viga 20: (y= 3.74) Inferior 12+ (x= -1.05)-(x= 4.97) +12 1Ø6.3c/10

Superior 16+ (x= -1.05)-(x= 4.97) +16 1Ø6.3c/10

Viga 21: (y= 3.99) Inferior 12+ (x= -1.05)-(x= 4.97) +12 1Ø6.3c/10

Superior 16+ (x= -1.05)-(x= 4.97) +16 1Ø6.3c/10

Viga 22: (y= 4.24) Inferior 12+ (x= -1.05)-(x= 4.97) +12 1Ø6.3c/10

Superior 16+ (x= -1.05)-(x= 4.97) +16 1Ø6.3c/10

Viga 23: (y= 4.49) Inferior 12+ (x= -1.05)-(x= 4.97) +12 1Ø6.3c/10

Superior 16+ (x= -1.05)-(x= 4.97) +16 1Ø6.3c/10

Viga 24: (y= 4.74) Inferior 12+ (x= -1.05)-(x= 4.97) +12 1Ø6.3c/10

Superior 16+ (x= -1.05)-(x= 4.97) +16 1Ø6.3c/10

Vigas transversais

Armadura Base Inferior: Não se coloca

Armadura Base Superior: Não se coloca

Altura: 18

Viga 4: (x= -1.04) Inferior 12+ (y= -0.98)-(y= 4.97) +12 1Ø6.3c/10

Superior 16+ (y= -0.98)-(y= 4.97) +16 1Ø6.3c/10

Viga 5: (x= -0.79) Inferior 12+ (y= -0.98)-(y= 4.97) +12 1Ø6.3c/10

Superior 16+ (y= -0.98)-(y= 4.97) +16 1Ø6.3c/10

Viga 6: (x= -0.54) Inferior 12+ (y= -0.98)-(y= 4.97) +12 1Ø6.3c/10

Superior 16+ (y= -0.98)-(y= 4.97) +16 1Ø6.3c/10

Viga 7: (x= -0.29) Inferior 12+ (y= -0.98)-(y= 4.97) +12 1Ø6.3c/10

Superior 16+ (y= -0.98)-(y= 4.97) +16 1Ø6.3c/10

Viga 8: (x= -0.04) Inferior 12+ (y= -0.98)-(y= 4.97) +12 1Ø6.3c/10

Superior 16+ (y= -0.98)-(y= 4.97) +16 1Ø6.3c/10

Viga 9: (x= 0.21) Inferior 12+ (y= -0.98)-(y= 4.97) +12 1Ø6.3c/10

Superior 16+ (y= -0.98)-(y= 4.97) +16 1Ø6.3c/10

Viga 10: (x= 0.46) Inferior 12+ (y= -0.98)-(y= 4.97) +12 1Ø6.3c/10

Superior 16+ (y= -0.98)-(y= 4.97) +16 1Ø6.3c/10

Viga 11: (x= 0.71) Inferior 12+ (y= -0.98)-(y= 4.97) +12 1Ø6.3c/10

			
TÍTULO: MEMÓRIA DE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – PRÉDIO ADMINISTRATIVO	Nº PLANAVE MC-H04-J04-0005	REV. PLANAVE 0	FOLHA: 15/71
	Nº CLIENTE UGP-CAF-NIT-0022	REV. CLIENTE 0	

Superior 16+ (y= -0.98)-(y= 4.97) +16 1Ø6.3c/10

Viga 12: (x= 0.96) Inferior 12+ (y= -0.98)-(y= 4.97) +12 1Ø6.3c/10

Superior 16+ (y= -0.98)-(y= 4.97) +16 1Ø6.3c/10

Viga 13: (x= 1.21) Inferior 12+ (y= -0.98)-(y= 4.97) +12 1Ø6.3c/10

Superior 16+ (y= -0.98)-(y= 4.97) +16 1Ø6.3c/10

Viga 14: (x= 1.46) Inferior 12+ (y= -0.98)-(y= 4.97) +12 1Ø6.3c/10

Superior 16+ (y= -0.98)-(y= 4.97) +16 1Ø6.3c/10

Viga 15: (x= 1.71) Inferior 12+ (y= -0.98)-(y= 4.97) +12 1Ø6.3c/10

Superior 16+ (y= -0.98)-(y= 4.97) +16 1Ø6.3c/10

Viga 16: (x= 1.96) Inferior 12+ (y= -0.98)-(y= 4.97) +12 1Ø6.3c/10

Superior 16+ (y= -0.98)-(y= 4.97) +16 1Ø6.3c/10

Viga 17: (x= 2.21) Inferior 12+ (y= -0.98)-(y= 4.97) +12 1Ø6.3c/10

Superior 16+ (y= -0.98)-(y= 4.97) +16 1Ø6.3c/10

Viga 18: (x= 2.46) Inferior 12+ (y= -0.98)-(y= 4.97) +12 1Ø6.3c/10

Superior 16+ (y= -0.98)-(y= 4.97) +16 1Ø6.3c/10

Viga 19: (x= 2.71) Inferior 12+ (y= -0.98)-(y= 4.97) +12 1Ø6.3c/10

Superior 16+ (y= -0.98)-(y= 4.97) +16 1Ø6.3c/10

Viga 20: (x= 2.96) Inferior 12+ (y= -0.98)-(y= 4.97) +12 1Ø6.3c/10

Superior 16+ (y= -0.98)-(y= 4.97) +16 1Ø6.3c/10

Viga 21: (x= 3.21) Inferior 12+ (y= -0.98)-(y= 4.97) +12 1Ø6.3c/10

Superior 16+ (y= -0.98)-(y= 4.97) +16 1Ø6.3c/10

Viga 22: (x= 3.46) Inferior 12+ (y= -0.98)-(y= 4.97) +12 1Ø6.3c/10

Superior 16+ (y= -0.98)-(y= 4.97) +16 1Ø6.3c/10

Viga 23: (x= 3.71) Inferior 12+ (y= -0.98)-(y= 4.97) +12 1Ø6.3c/10

Superior 16+ (y= -0.98)-(y= 4.97) +16 1Ø6.3c/10

Viga 24: (x= 3.96) Inferior 12+ (y= -0.98)-(y= 4.97) +12 1Ø6.3c/10

Superior 16+ (y= -0.98)-(y= 4.97) +16 1Ø6.3c/10

Viga 25: (x= 4.21) Inferior 12+ (y= -0.98)-(y= 4.97) +12 1Ø6.3c/10

Superior 16+ (y= -0.98)-(y= 4.97) +16 1Ø6.3c/10

Viga 26: (x= 4.46) Inferior 12+ (y= -0.98)-(y= 4.97) +12 1Ø6.3c/10

TÍTULO: MEMÓRIA DE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – PRÉDIO ADMINISTRATIVO	Nº PLANAVE MC-H04-J04-0005	REV. PLANAVE 0	FOLHA: 16/71
	Nº CLIENTE UGP-CAF-NIT-0022	REV. CLIENTE 0	

Superior 16+ (y= -0.98)-(y= 4.97) +16 1Ø6.3c/10

Viga 27: (x= 4.71) Inferior 12+ (y= -0.98)-(y= 4.97) +12 1Ø6.3c/10

Superior 16+ (y= -0.98)-(y= 4.97) +16 1Ø6.3c/10

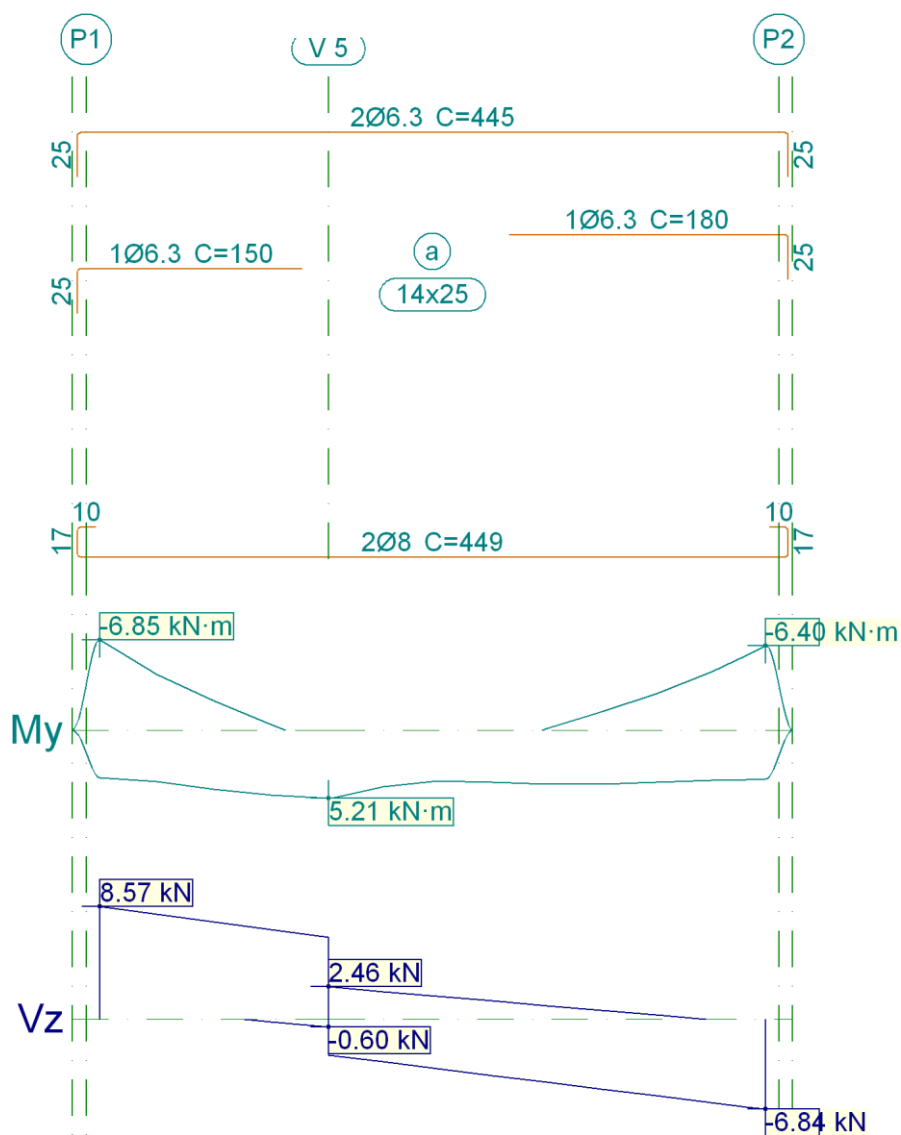
Viga 28: (x= 4.96) Inferior 12+ (y= -0.98)-(y= 4.97) +12 1Ø6.3c/10

Superior 16+ (y= -0.98)-(y= 4.97) +16 1Ø6.3c/10

TÍTULO: MEMÓRIA DE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – PRÉDIO ADMINISTRATIVO	Nº PLANAVE MC-H04-J04-0005	REV. PLANAVE 0	FOLHA: 17/71
	Nº CLIENTE UGP-CAF-NIT-0022	REV. CLIENTE 0	

13.- ARMADURA DAS VIGAS

V 1

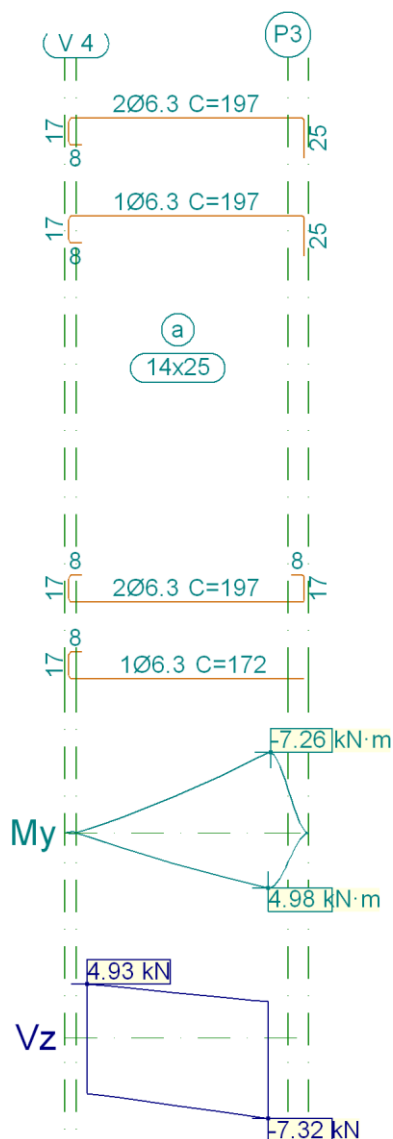


TÍTULO: MEMÓRIA DE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – PRÉDIO ADMINISTRATIVO	Nº PLANAVE MC-H04-J04-0005	REV. PLANAVE 0	FOLHA: 18/71
	Nº CLIENTE UGP-CAF-NIT-0022	REV. CLIENTE 0	

V 1			Tramo: a		
Corte			14x25		
Região			1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-6.85	--	-6.40
x	[m]		0.00	--	3.70
Momento máx.	[kN·m]		4.94	5.23	4.14
x	[m]		0.95	1.27	2.79
Esforço cortante mín.	[kN]		-0.19	-4.27	-6.84
x	[m]		0.95	2.18	3.70
Esforço cortante máx.	[kN]		8.57	6.21	1.03
x	[m]		0.00	1.27	2.49
Torçor mín.	[kN]		--	--	--
x	[m]		--	--	--
Torçor máx.	[kN]		--	--	--
x	[m]		--	--	--
Área Sup.	[cm²]	Real	0.94	0.62	0.94
		Nec.	0.76	0.00	0.71
Área Inf.	[cm²]	Real	1.01	1.01	1.01
		Nec.	0.70	0.70	0.70
Área Transv.	[cm²/m]	Real	5.20	5.20	5.20
		Nec.	1.80	1.80	1.80
F. Sobrecarga			0.06 mm, L/66937 (L: 3.70 m)		
F. Ativa			0.67 mm, L/5545 (L: 3.70 m)		
F. no tempo infinito			1.17 mm, L/3156 (L: 3.70 m)		

TÍTULO: MEMÓRIA DE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – PRÉDIO ADMINISTRATIVO	Nº PLANAVE MC-H04-J04-0005	REV. PLANAVE 0	FOLHA: 19/71
	Nº CLIENTE UGP-CAF-NIT-0022	REV. CLIENTE 0	

V 2

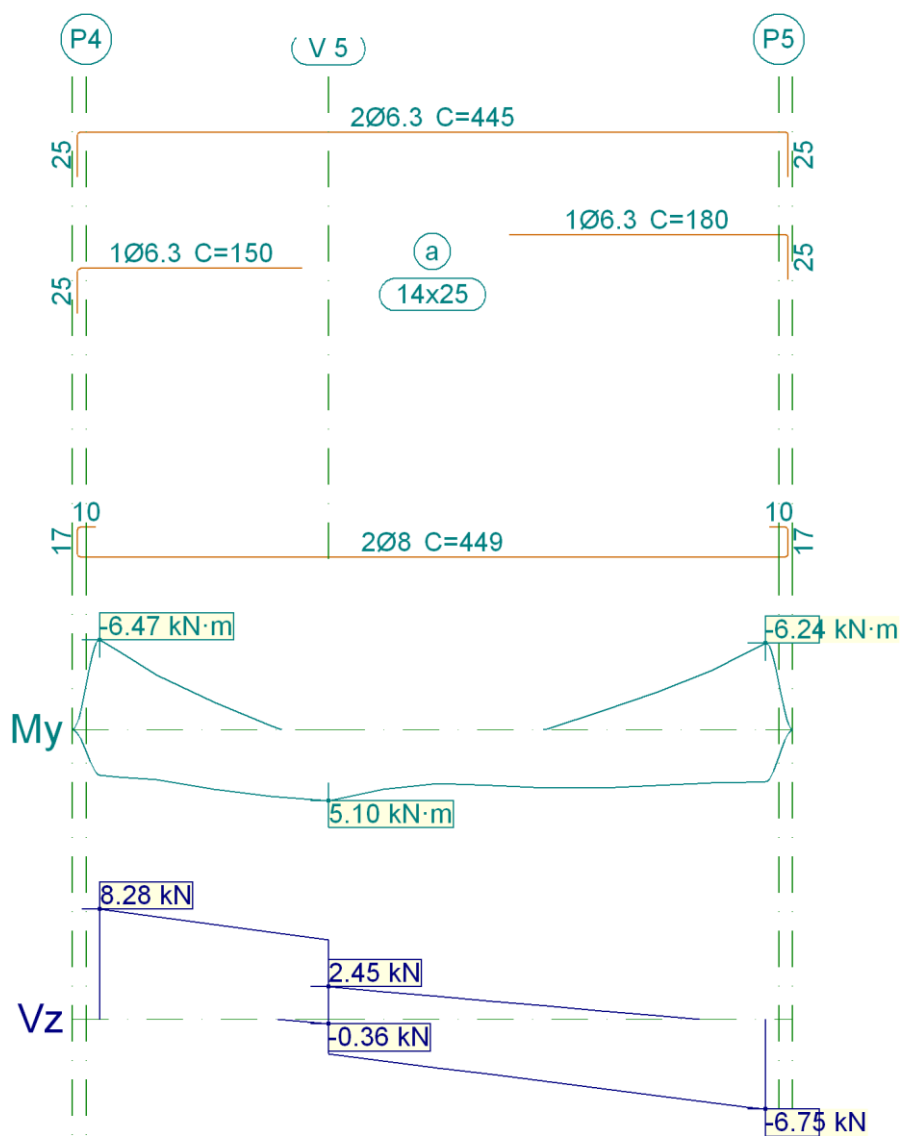


TÍTULO: MEMÓRIA DE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – PRÉDIO ADMINISTRATIVO	Nº PLANAVE MC-H04-J04-0005	REV. PLANAVE 0	FOLHA: 20/71
	Nº CLIENTE UGP-CAF-NIT-0022	REV. CLIENTE 0	

V 2			Tramo: a		
Corte			14x25		
Região			1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-1.51	-3.24	-7.26
x	[m]		0.23	0.53	1.13
Momento máx.	[kN·m]		1.40	2.72	4.98
x	[m]		0.23	0.53	1.13
Esforço cortante mín.	[kN]		-5.48	-6.09	-7.32
x	[m]		0.23	0.53	1.13
Esforço cortante máx.	[kN]		4.93	4.19	3.76
x	[m]		0.00	0.53	0.83
Torçor mín.	[kN]		--	--	--
x	[m]		--	--	--
Torçor máx.	[kN]		--	--	--
x	[m]		--	--	--
Área Sup.	[cm²]	Real	0.94	0.94	0.94
		Nec.	0.70	0.70	0.81
Área Inf.	[cm²]	Real	0.94	0.94	0.94
		Nec.	0.70	0.70	0.70
Área Transv.	[cm²/m]	Real	5.20	5.20	5.20
		Nec.	1.80	1.80	1.80
F. Sobrecarga			0.02 mm, L/140790 (L: 2.26 m)		
F. Ativa			0.69 mm, L/3284 (L: 2.26 m)		
F. no tempo infinito			0.15 mm, L/15202 (L: 2.26 m)		

TÍTULO: MEMÓRIA DE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – PRÉDIO ADMINISTRATIVO	Nº PLANAVE MC-H04-J04-0005	REV. PLANAVE 0	FOLHA: 21/71
	Nº CLIENTE UGP-CAF-NIT-0022	REV. CLIENTE 0	

V 3

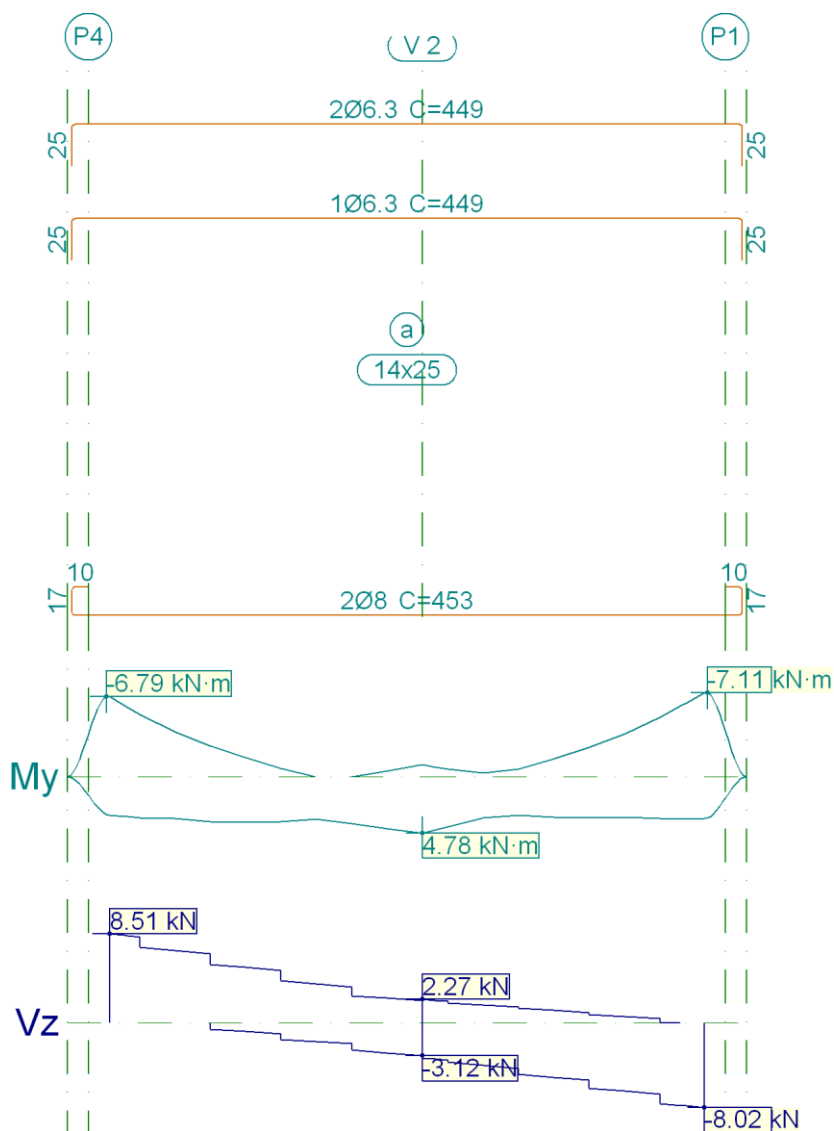


TÍTULO: MEMÓRIA DE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – PRÉDIO ADMINISTRATIVO	Nº PLANAVE MC-H04-J04-0005	REV. PLANAVE 0	FOLHA: 22/71
	Nº CLIENTE UGP-CAF-NIT-0022	REV. CLIENTE 0	

V 3			Tramo: a		
Corte			14x25		
Região			1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-6.47	--	-6.24
x	[m]		0.00	--	3.70
Momento máx.	[kN·m]		4.76	5.11	4.16
x	[m]		0.95	1.27	2.79
Esforço cortante mín.	[kN]		--	-4.15	-6.75
x	[m]		--	2.18	3.70
Esforço cortante máx.	[kN]		8.28	5.93	1.00
x	[m]		0.00	1.27	2.49
Torçor mín.	[kN]		--	--	--
x	[m]		--	--	--
Torçor máx.	[kN]		--	--	--
x	[m]		--	--	--
Área Sup.	[cm²]	Real	0.94	0.62	0.94
		Nec.	0.72	0.00	0.70
Área Inf.	[cm²]	Real	1.01	1.01	1.01
		Nec.	0.70	0.70	0.70
Área Transv.	[cm²/m]	Real	5.20	5.20	5.20
		Nec.	1.80	1.80	1.80
F. Sobrecarga			0.03 mm, L/107342 (L: 3.70 m)		
F. Ativa			0.65 mm, L/5735 (L: 3.70 m)		
F. no tempo infinito			1.16 mm, L/3184 (L: 3.70 m)		

TÍTULO: MEMÓRIA DE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – PRÉDIO ADMINISTRATIVO	Nº PLANAVE MC-H04-J04-0005	REV. PLANAVE 0	FOLHA: 23/71
	Nº CLIENTE UGP-CAF-NIT-0022	REV. CLIENTE 0	

V 4

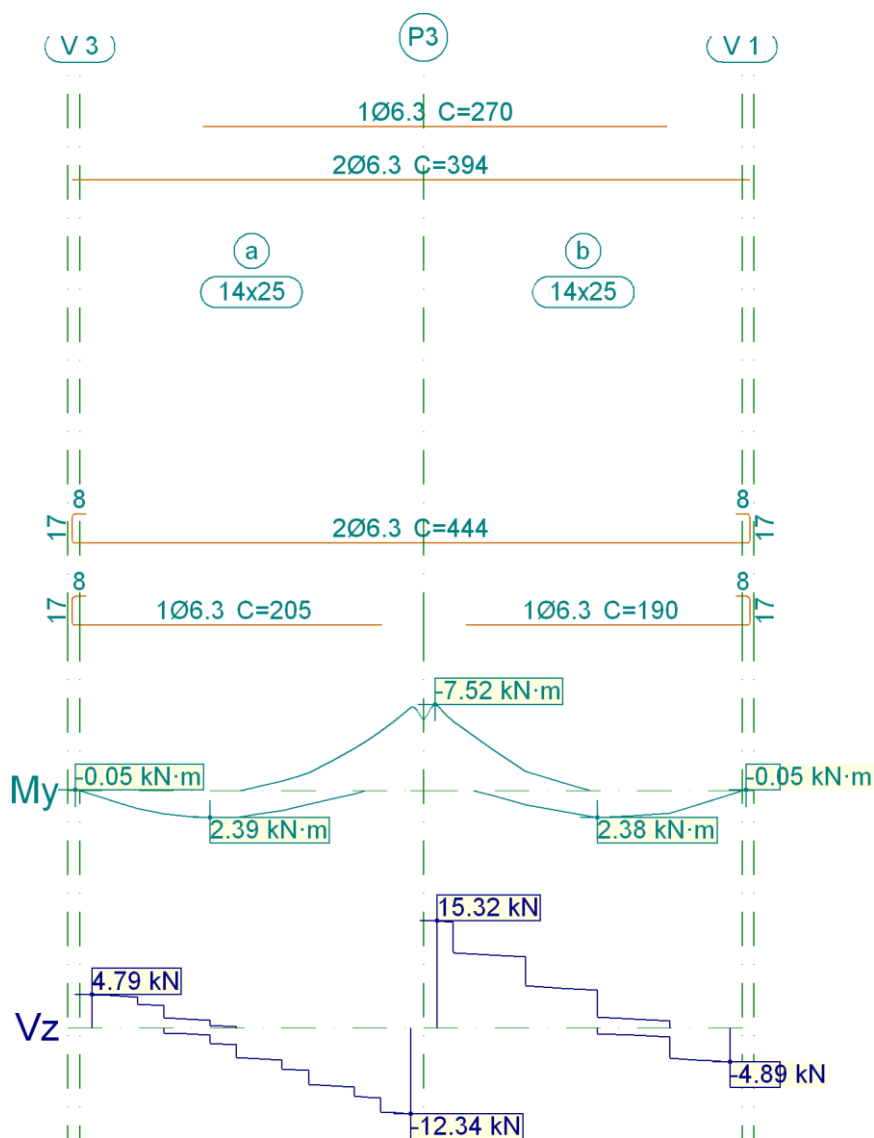


TÍTULO: MEMÓRIA DE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – PRÉDIO ADMINISTRATIVO	Nº PLANAVE MC-H04-J04-0005	REV. PLANAVE 0	FOLHA: 24/71
	Nº CLIENTE UGP-CAF-NIT-0022	REV. CLIENTE 0	

V 4			Tramo: a		
Corte			14x25		
Região			1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-6.76	-1.00	-7.09
x	[m]		0.00	1.86	3.54
Momento máx.	[kN·m]		3.84	4.78	3.56
x	[m]		0.81	1.86	3.41
Esforço cortante mín.	[kN]		-1.54	-4.02	-8.02
x	[m]		1.02	2.23	3.54
Esforço cortante máx.	[kN]		8.51	3.77	1.54
x	[m]		0.00	1.23	2.44
Torçor mín.	[kN]		--	--	--
x	[m]		--	--	--
Torçor máx.	[kN]		--	--	--
x	[m]		--	--	--
Área Sup.	[cm²]	Real	0.94	0.94	0.94
		Nec.	0.75	0.70	0.79
Área Inf.	[cm²]	Real	1.01	1.01	1.01
		Nec.	0.70	0.70	0.70
Área Transv.	[cm²/m]	Real	5.20	5.20	5.20
		Nec.	1.80	1.80	1.80
F. Sobrecarga			0.03 mm, L/122278 (L: 3.54 m)		
F. Ativa			0.05 mm, L/4503 (L: 0.23 m)		
F. no tempo infinito			0.59 mm, L/5958 (L: 3.54 m)		

TÍTULO: MEMÓRIA DE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – PRÉDIO ADMINISTRATIVO	Nº PLANAVE MC-H04-J04-0005	REV. PLANAVE 0	FOLHA: 25/71
	Nº CLIENTE UGP-CAF-NIT-0022	REV. CLIENTE 0	

V 5

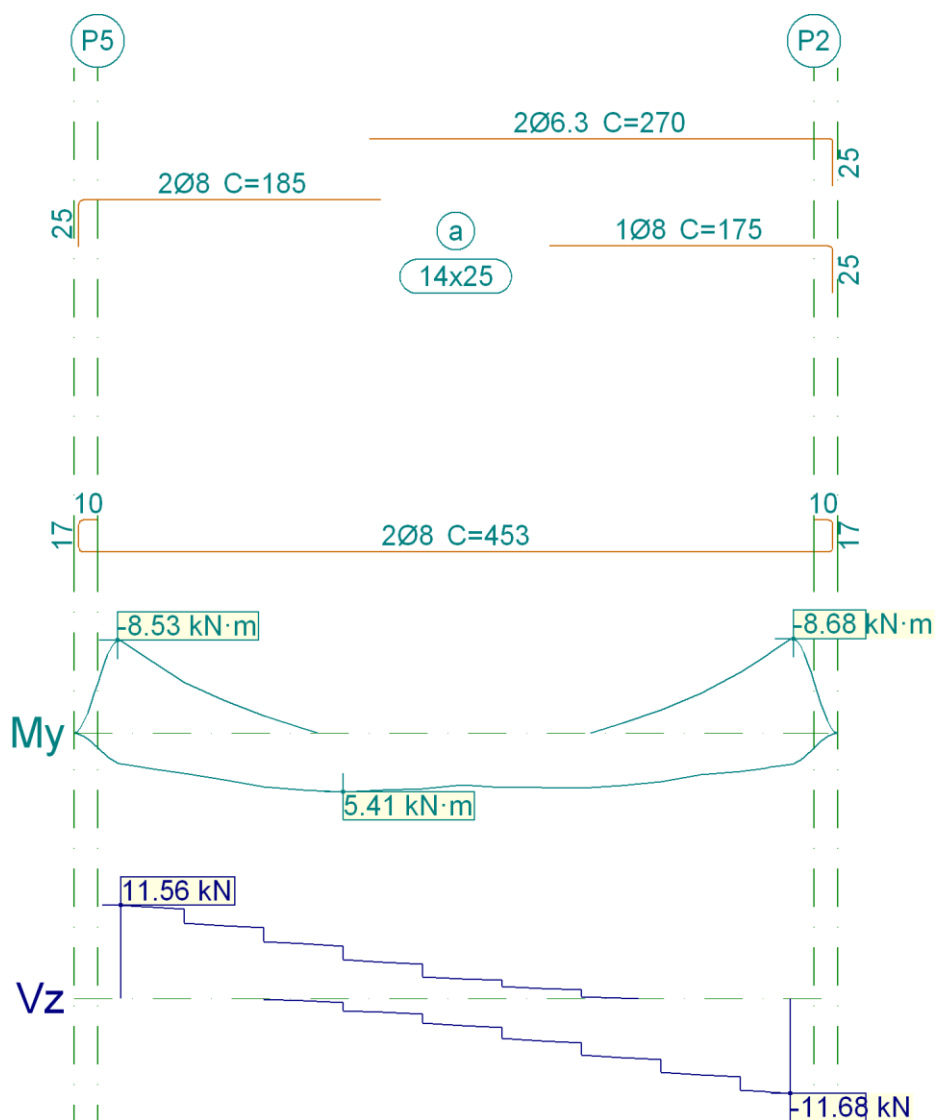


TÍTULO: MEMÓRIA DE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – PRÉDIO ADMINISTRATIVO	Nº PLANAVE MC-H04-J04-0005	REV. PLANAVE 0	FOLHA: 26/71
	Nº CLIENTE UGP-CAF-NIT-0022	REV. CLIENTE 0	

V 5			Tramo: a			Tramo: b		
Corte			14x25			14x25		
Região			1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		--	-1.14	-7.25	-7.44	-0.69	--
x	[m]		--	1.18	1.86	0.00	0.72	--
Momento máx.	[kN·m]		2.24	2.39	1.22	1.24	2.38	2.20
x	[m]		0.55	0.69	1.26	0.51	0.93	1.14
Esforço cortante mín.	[kN]		-0.87	-6.01	-12.34	--	-0.83	-4.89
x	[m]		0.55	1.18	1.86	--	0.93	1.71
Esforço cortante máx.	[kN]		4.79	1.03	--	15.32	5.72	1.25
x	[m]		0.00	0.69	--	0.00	0.72	1.14
Torçor mín.	[kN]		--	--	--	--	--	--
x	[m]		--	--	--	--	--	--
Torçor máx.	[kN]		--	--	--	--	--	--
x	[m]		--	--	--	--	--	--
Área Sup.	[cm²]	Real	0.62	0.94	0.94	0.94	0.94	0.85
		Nec.	0.00	0.70	0.81	0.84	0.70	0.00
Área Inf.	[cm²]	Real	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94
		Nec.	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70
Área Transv.	[cm²/m]	Real	5.20	5.20	5.20	5.20	5.20	5.20
		Nec.	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80
F. Sobrecarga			0.01 mm, L/98582 (L: 1.22 m)			0.01 mm, L/106611 (L: 1.21 m)		
F. Ativa			0.15 mm, L/9129 (L: 1.39 m)			0.12 mm, L/11228 (L: 1.40 m)		
F. no tempo infinito			0.06 mm, L/14875 (L: 0.93 m)			0.05 mm, L/16359 (L: 0.80 m)		

TÍTULO: MEMÓRIA DE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – PRÉDIO ADMINISTRATIVO	Nº PLANAVE MC-H04-J04-0005	REV. PLANAVE 0	FOLHA: 27/71
	Nº CLIENTE UGP-CAF-NIT-0022	REV. CLIENTE 0	

V 6



TÍTULO: MEMÓRIA DE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – PRÉDIO ADMINISTRATIVO	Nº PLANAVE MC-H04-J04-0005	REV. PLANAVE 0	FOLHA: 28/71
	Nº CLIENTE UGP-CAF-NIT-0022	REV. CLIENTE 0	

V 6			Tramo: a		
Corte			14x25		
Região			1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-8.47	--	-8.62
x	[m]		0.00	--	3.54
Momento máx.	[kN·m]		5.41	5.22	5.08
x	[m]		1.18	1.39	2.44
Esforço cortante mín.	[kN]		-1.48	-5.20	-11.68
x	[m]		1.18	2.23	3.54
Esforço cortante máx.	[kN]		11.56	4.55	1.09
x	[m]		0.00	1.39	2.44
Torçor mín.	[kN]		--	--	--
x	[m]		--	--	--
Torçor máx.	[kN]		--	--	--
x	[m]		--	--	--
Área Sup.	[cm²]	Real	1.01	0.62	1.13
		Nec.	0.96	0.00	0.97
Área Inf.	[cm²]	Real	1.01	1.01	1.01
		Nec.	0.70	0.70	0.70
Área Transv.	[cm²/m]	Real	5.20	5.20	5.20
		Nec.	1.80	1.80	1.80
F. Sobrecarga			0.14 mm, L/24951 (L: 3.54 m)		
F. Ativa			0.77 mm, L/4592 (L: 3.54 m)		
F. no tempo infinito			1.23 mm, L/2867 (L: 3.54 m)		

			
TÍTULO: MEMÓRIA DE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – PRÉDIO ADMINISTRATIVO	Nº PLANAVE MC-H04-J04-0005	REV. PLANAVE 0	FOLHA: 29/71
	Nº CLIENTE UGP-CAF-NIT-0022	REV. CLIENTE 0	

14.- ARM.PILARES E PILARES PAREDES

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	COBERTURA	25x15	3.00/5.40	4Ø10	0.84	1eØ6.3	12	44.4	Passa
	COBERTURA								
	TETO	25x15	0.00/2.63	4Ø10	0.84	1eØ6.3	12	76.5	Passa
	RADIER	-	-	4Ø10	0.84	1eØ6.3	-	76.5	Passa
P2	COBERTURA	25x15	3.00/5.40	4Ø10	0.84	1eØ6.3	12	44.4	Passa
	COBERTURA								
	TETO	25x15	0.00/2.63	4Ø10	0.84	1eØ6.3	12	70.8	Passa
	RADIER	-	-	4Ø10	0.84	1eØ6.3	-	70.8	Passa
P3	COBERTURA	25x15	3.00/4.60	4Ø10	0.84	1eØ6.3	12	33.7	Passa
	TETO	25x15	0.00/2.63	4Ø10	0.84	1eØ6.3	12	60.5	Passa
	RADIER	-	-	4Ø10	0.84	1eØ6.3	-	60.5	Passa
P4	COBERTURA	25x15	3.00/4.60	4Ø10	0.84	1eØ6.3	12	24.6	Passa
	TETO	25x15	0.00/2.63	4Ø10	0.84	1eØ6.3	12	80.5	Passa
	RADIER	-	-	4Ø10	0.84	1eØ6.3	-	77.3	Passa
P5	COBERTURA	25x15	3.00/5.40	4Ø10	0.84	1eØ6.3	12	44.4	Passa
	COBERTURA								
	TETO	25x15	0.00/2.63	4Ø10	0.84	1eØ6.3	12	66.1	Passa
	RADIER	-	-	4Ø10	0.84	1eØ6.3	-	66.1	Passa
Notas: ⁽¹⁾ e = estribo, r = ramo									

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.

TÍTULO:	Nº PLANAVE	REV. PLANAVE	FOLHA:
	MC-H04-J04-0005	0	
MEMÓRIA DE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – PRÉDIO ADMINISTRATIVO	Nº CLIENTE	REV. CLIENTE	30/71
	UGP-CAF-NIT-0022	0	

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	COBERTURA	25x15	4.60/5.40	Peso próprio	0.7	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	0.3	-0.0	0.4	0.0	0.0	-0.0	0.0	-0.0	0.4	0.0
				Vento -X	0.0	0.0	-0.3	0.0	-0.4	-0.0	0.0	0.0	-0.0	0.0	-0.4	-0.0
				Vento +Y	0.0	-0.3	0.0	-0.4	0.0	-0.0	0.0	0.0	-0.0	-0.4	0.0	-0.0
				Vento -Y	0.0	0.3	-0.0	0.4	-0.0	0.0	0.0	-0.0	0.0	0.4	-0.0	0.0
	COBERTURA	25x15	3.00/4.60	Peso próprio	2.2	-0.0	0.0	-0.0	0.0	0.0	0.7	-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	2.2	0.0	1.1	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	1.1	0.0
				Vento -X	0.0	-0.0	-2.2	-0.0	-1.1	-0.0	0.0	-0.0	-0.3	-0.0	-1.1	-0.0
				Vento +Y	0.0	-1.9	0.0	-1.0	0.0	0.0	0.0	-0.3	0.0	-1.0	0.0	0.0
				Vento -Y	0.0	1.9	-0.0	1.0	-0.0	-0.0	0.0	0.3	-0.0	1.0	-0.0	-0.0
	TETO	25x15	0.00/2.63	Peso próprio	10.4	-0.8	-0.7	-0.7	-0.7	0.0	8.0	1.1	1.2	-0.7	-0.7	0.0
				Cargas permanentes	1.7	-0.7	-0.4	-0.4	-0.2	0.0	1.7	0.5	0.3	-0.4	-0.2	0.0
				Sobrecarga	0.8	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	0.0	0.8	0.2	0.2	-0.1	-0.1	0.0
				Vento +X	-4.5	0.5	2.7	0.6	1.8	0.0	-4.5	-1.2	-2.0	0.6	1.8	0.0
				Vento -X	4.5	-0.5	-2.7	-0.6	-1.8	-0.0	4.5	1.2	2.0	-0.6	-1.8	-0.0
				Vento +Y	3.4	-3.5	-0.1	-2.2	-0.1	-0.0	3.4	2.1	0.2	-2.2	-0.1	-0.0
				Vento -Y	-3.4	3.5	0.1	2.2	0.1	0.0	-3.4	-2.1	-0.2	2.2	0.1	0.0
P2	COBERTURA	25x15	4.60/5.40	Peso próprio	0.7	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	0.3	0.0	0.4	0.0	0.0	-0.0	0.0	0.0	0.4	0.0
				Vento -X	-0.0	-0.0	-0.3	-0.0	-0.4	-0.0	-0.0	0.0	-0.0	-0.0	-0.4	-0.0
				Vento +Y	0.0	-0.3	-0.0	-0.4	-0.0	-0.0	0.0	0.0	0.0	-0.4	-0.0	-0.0
				Vento -Y	0.0	0.3	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	-0.0	-0.0	0.4	0.0	0.0
	COBERTURA	25x15	3.00/4.60	Peso próprio	2.2	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	0.7	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	2.2	-0.0	1.1	0.0	0.0	-0.0	0.3	-0.0	1.1	0.0
				Vento -X	0.0	0.0	-2.2	0.0	-1.1	-0.0	0.0	0.0	-0.3	0.0	-1.1	-0.0
				Vento +Y	0.0	-1.9	-0.0	-1.0	0.0	-0.0	0.0	-0.3	-0.0	-1.0	-0.0	-0.0
				Vento -Y	0.0	1.9	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	1.0	0.0	0.0
	TETO	25x15	0.00/2.63	Peso próprio	12.1	-1.1	0.5	-1.2	0.5	0.0	9.7	2.2	-1.0	-1.2	0.5	0.0
				Cargas permanentes	1.4	-0.5	0.3	-0.4	0.2	0.0	1.4	0.5	-0.3	-0.4	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	2.6	0.1	2.7	0.0	1.8	0.0	2.6	-0.0	-2.0	0.0	1.8	0.0
				Vento -X	-2.6	-0.1	-2.7	-0.0	-1.8	-0.0	-2.6	0.0	2.0	-0.0	-1.8	-0.0
				Vento +Y	3.1	-4.1	0.0	-2.4	0.0	-0.0	3.1	2.3	-0.1	-2.4	0.0	-0.0
				Vento -Y	-3.1	4.1	-0.0	2.4	-0.0	0.0	-3.1	-2.3	0.1	2.4	-0.0	0.0
P3	COBERTURA	25x15	3.00/4.60	Peso próprio	1.5	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	-0.7	0.0	-0.5	0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.5	0.0	-0.0
				Vento -X	0.0	0.7	-0.0	0.5	-0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	-0.0	0.0
				Vento +Y	-0.0	-0.0	-1.6	-0.0	-1.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-1.0	-0.0
				Vento -Y	0.0	0.0	1.6	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0
	TETO	25x15	0.00/2.63	Peso próprio	18.7	-0.4	0.0	-0.3	0.0	0.0	16.3	0.5	-0.1	-0.3	0.0	0.0
				Cargas permanentes	3.5	-0.2	0.1	-0.1	0.0	0.0	3.5	-0.0	-0.0	-0.1	0.0	0.0
				Sobrecarga	3.1	-0.0	0.0	-0.0	0.0	0.0	3.1	0.0	-0.0	-0.0	0.0	0.0
				Vento +X	3.8	-5.9	-0.0	-3.7	-0.0	0.0	3.8	3.7	-0.0	-3.7	-0.0	0.0
				Vento -X	-3.8	5.9	0.0	3.7	0.0	-0.0	-3.8	-3.7	0.0	3.7	0.0	-0.0
				Vento +Y	-0.6	0.0	-2.1	0.0	-1.5	-0.0	-0.6	-0.1	1.8	0.0	-1.5	-0.0
				Vento -Y	0.6	-0.0	2.1	-0.0	1.5	0.0	0.6	0.1	-1.8	-0.0	1.5	0.0

TÍTULO:	Nº PLANAVE	REV. PLANAVE	FOLHA:
	MC-H04-J04-0005	0	
	Nº CLIENTE	REV. CLIENTE	
MEMÓRIA DE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – PRÉDIO ADMINISTRATIVO	UGP-CAF-NIT-0022	0	31/71

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	COBERTURA	25x15	3.00/4.60	Peso próprio	1.5	-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	1.2	0.0	0.8	-0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	-0.0
				Vento -X	-0.0	-0.0	-1.2	-0.0	-0.8	0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.8	0.0
				Vento +Y	0.0	-1.0	0.0	-0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.6	0.0	0.0
				Vento -Y	-0.0	1.0	-0.0	0.6	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	0.6	-0.0	-0.0
	TETO	25x15	0.00/2.63	Peso próprio	10.1	0.7	-0.7	0.7	-0.7	0.0	7.7	-1.1	1.2	0.7	-0.7	0.0
				Cargas permanentes	1.9	0.6	-0.3	0.4	-0.2	0.0	1.9	-0.5	0.3	0.4	-0.2	0.0
				Sobrecarga	0.9	0.1	-0.1	0.1	-0.1	0.0	0.9	-0.2	0.2	0.1	-0.1	0.0
				Vento +X	-4.2	-0.7	2.8	-0.8	1.9	0.0	-4.2	1.3	-2.3	-0.8	1.9	0.0
				Vento -X	4.2	0.7	-2.8	0.8	-1.9	-0.0	4.2	-1.3	2.3	0.8	-1.9	-0.0
				Vento +Y	-3.0	-3.7	0.2	-2.4	0.2	-0.0	-3.0	2.5	-0.3	-2.4	0.2	-0.0
P5	COBERTURA	25x15	4.60/5.40	Peso próprio	0.7	-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	0.3	-0.0	0.4	-0.0	0.0	0.0	0.0	-0.0	0.4	-0.0
				Vento -X	0.0	0.0	-0.3	0.0	-0.4	0.0	0.0	-0.0	-0.0	0.0	-0.4	0.0
				Vento +Y	0.0	-0.3	0.0	-0.4	0.0	-0.0	0.0	-0.0	0.0	-0.4	0.0	-0.0
				Vento -Y	-0.0	0.3	-0.0	0.4	-0.0	0.0	-0.0	0.0	-0.0	0.4	-0.0	0.0
	COBERTURA	25x15	3.00/4.60	Peso próprio	2.2	0.0	-0.0	0.0	-0.0	0.0	0.7	-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	2.2	-0.0	1.1	-0.0	0.0	-0.0	0.3	-0.0	1.1	-0.0
				Vento -X	-0.0	0.0	-2.2	0.0	-1.1	0.0	-0.0	0.0	-0.3	0.0	-1.1	0.0
				Vento +Y	-0.0	-1.9	0.0	-1.0	0.0	-0.0	-0.0	-0.3	0.0	-1.0	0.0	-0.0
				Vento -Y	0.0	1.9	-0.0	1.0	-0.0	0.0	0.0	0.3	-0.0	1.0	-0.0	0.0
	TETO	25x15	0.00/2.63	Peso próprio	12.1	1.0	0.5	1.2	0.5	0.0	9.7	-2.2	-0.9	1.2	0.5	0.0
				Cargas permanentes	1.4	0.5	0.3	0.4	0.2	0.0	1.4	-0.5	-0.2	0.4	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	2.4	0.1	2.6	0.1	1.7	0.0	2.4	-0.1	-1.8	0.1	1.7	0.0
				Vento -X	-2.4	-0.1	-2.6	-0.1	-1.7	-0.0	-2.4	0.1	1.8	-0.1	-1.7	-0.0
				Vento +Y	-2.9	-4.0	0.0	-2.4	-0.0	-0.0	-2.9	2.2	0.1	-2.4	-0.0	-0.0
				Vento -Y	2.9	4.0	-0.0	2.4	0.0	0.0	2.9	-2.2	-0.1	2.4	0.0	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	10.4	-0.8	-0.7	-0.7	-0.7	0.0
	Cargas permanentes	1.7	-0.7	-0.4	-0.4	-0.2	0.0
	Sobrecarga	0.8	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	0.0
	Vento +X	-4.5	0.5	2.7	0.6	1.8	0.0
	Vento -X	4.5	-0.5	-2.7	-0.6	-1.8	-0.0
	Vento +Y	3.4	-3.5	-0.1	-2.2	-0.1	-0.0
	Vento -Y	-3.4	3.5	0.1	2.2	0.1	0.0

TÍTULO: MEMÓRIA DE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – PRÉDIO ADMINISTRATIVO	Nº PLANAVE MC-H04-J04-0005	REV. PLANAVE 0	FOLHA: 32/71
	Nº CLIENTE UGP-CAF-NIT-0022	REV. CLIENTE 0	

Pilar	Hipótese	Esforços em elem.fundação					
		N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
P2	Peso próprio	12.1	-1.1	0.5	-1.2	0.5	0.0
	Cargas permanentes	1.4	-0.5	0.3	-0.4	0.2	0.0
	Sobrecarga	1.3	-0.2	0.1	-0.3	0.1	0.0
	Vento +X	2.6	0.1	2.7	0.0	1.8	0.0
	Vento -X	-2.6	-0.1	-2.7	-0.0	-1.8	-0.0
	Vento +Y	3.1	-4.1	0.0	-2.4	0.0	-0.0
	Vento -Y	-3.1	4.1	-0.0	2.4	-0.0	0.0
P3	Peso próprio	18.7	-0.4	0.0	-0.3	0.0	0.0
	Cargas permanentes	3.5	-0.2	0.1	-0.1	0.0	0.0
	Sobrecarga	3.1	-0.0	0.0	-0.0	0.0	0.0
	Vento +X	3.8	-5.9	-0.0	-3.7	-0.0	0.0
	Vento -X	-3.8	5.9	0.0	3.7	0.0	-0.0
	Vento +Y	-0.6	0.0	-2.1	0.0	-1.5	-0.0
	Vento -Y	0.6	-0.0	2.1	-0.0	1.5	0.0
P4	Peso próprio	10.1	0.7	-0.7	0.7	-0.7	0.0
	Cargas permanentes	1.9	0.6	-0.3	0.4	-0.2	0.0
	Sobrecarga	0.9	0.1	-0.1	0.1	-0.1	0.0
	Vento +X	-4.2	-0.7	2.8	-0.8	1.9	0.0
	Vento -X	4.2	0.7	-2.8	0.8	-1.9	-0.0
	Vento +Y	-3.0	-3.7	0.2	-2.4	0.2	-0.0
	Vento -Y	3.0	3.7	-0.2	2.4	-0.2	0.0
P5	Peso próprio	12.1	1.0	0.5	1.2	0.5	0.0
	Cargas permanentes	1.4	0.5	0.3	0.4	0.2	0.0
	Sobrecarga	1.3	0.2	0.1	0.3	0.1	0.0
	Vento +X	2.4	0.1	2.6	0.1	1.7	0.0
	Vento -X	-2.4	-0.1	-2.6	-0.1	-1.7	-0.0
	Vento +Y	-2.9	-4.0	0.0	-2.4	-0.0	-0.0
	Vento -Y	2.9	4.0	-0.0	2.4	0.0	0.0

14.3- DESFAV. PILARES, PILARES-PAREDES E CORTINAS

Pilares

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	COBERTURA (3 - 5.4 m)	25x15	Ext.Superior	AP, SCU, V	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	Q	1.2	Passa
			Ext.Inferior	AP, SCU, V	3.1	-3.0	0.0	0.0	1.6	Q	7.1	Passa
				AP, SCU, V	2.2	-3.0	0.0	0.0	1.6	N,M	44.4	Passa
	TETO (0 - 3 m)	25x15	Ext.Superior	AP, SCU, V	20.6	-5.0	-3.9	2.6	-4.0	N,M	74.8	Passa
			Ext.Inferior	AP, SCU, V	24.0	5.4	2.8	2.6	-4.0	N,M	76.5	Passa
	RADIER	25x15	Elemento de Fundação	AP, SCU, V	24.0	5.4	2.8	2.6	-4.0	N,M	76.5	Passa
P2	COBERTURA (3 - 5.4 m)	25x15	Ext.Superior	AP, SCU, V	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.6	Q	1.2	Passa

TÍTULO:	Nº PLANAVE	REV. PLANAVE	FOLHA:
	MC-H04-J04-0005	0	
MEMÓRIA DE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – PRÉDIO ADMINISTRATIVO	Nº CLIENTE	REV. CLIENTE	33/71
	UGP-CAF-NIT-0022	0	

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)			
	TETO (0 - 3 m)	25x15	Ext.Inferior	AP, SCU, V	3.1	3.0	0.0	0.0	-1.6	Q	7.1	Passa
				AP, SCU, V	2.2	3.0	0.0	0.0	-1.6	N,M	44.4	Passa
			Ext.Superior	AP, SCU, V	20.8	2.0	-7.4	5.9	1.2	Q	23.5	Passa
				AP, SCU, V	20.1	4.6	-4.1	2.4	3.6	N,M	68.3	Passa
			Ext.Inferior	AP, SCU, V	24.2	-1.2	8.1	5.9	1.2	Q	23.5	Passa
				AP, SCU, V	23.5	-5.0	2.3	2.4	3.6	N,M	70.8	Passa
	RADIER	25x15	Elemento de Fundação	AP, SCU, V	24.2	-1.2	8.1	5.9	1.2	Q	3.9	Passa
				AP, SCU, V	23.5	-5.0	2.3	2.4	3.6	N,M	70.8	Passa
P3	COBERTURA (3 - 4.6 m)	25x15	Ext.Superior	AP, SCU, V	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	Q	3.1	Passa
			Ext.Inferior	AP, SCU, V	2.1	-2.3	0.0	0.0	1.4	Q	6.3	Passa
				AP, SCU, V	1.5	-2.3	0.0	0.0	1.4	N,M	33.7	Passa
	TETO (0 - 3 m)	25x15	Ext.Superior	AP, SCU, V	35.2	0.1	-6.0	5.8	0.1	Q	22.5	Passa
				AP, V	25.1	0.1	-5.7	5.6	0.1	N,M	35.3	Passa
			Ext.Inferior	AP, SCU, V	38.6	-0.2	9.3	5.8	0.1	Q	22.5	Passa
				AP, SCU, V	29.7	-0.1	9.0	5.6	0.1	N,M	60.5	Passa
	RADIER	25x15	Elemento de Fundação	AP, SCU, V	38.6	-0.2	9.3	5.8	0.1	Q	3.7	Passa
				AP, SCU, V	29.7	-0.1	9.0	5.6	0.1	N,M	60.5	Passa
P4	COBERTURA (3 - 4.6 m)	25x15	Ext.Superior	AP, SCU, V	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.1	Q	2.3	Passa
			Ext.Inferior	AP, SCU, V	2.1	1.7	0.0	0.0	-1.1	Q	4.7	Passa
				AP, SCU, V	1.5	1.7	0.0	0.0	-1.1	N,M	24.6	Passa
	TETO (0 - 3 m)	25x15	Ext.Superior	AP, SCU, V	20.0	-5.4	4.2	-2.7	-4.1	N,M	80.5	Passa
			Ext.Inferior	AP, SCU, V	23.4	5.4	-2.9	-2.7	-4.1	N,M	77.3	Passa
	RADIER	25x15	Elemento de Fundação	AP, SCU, V	23.4	5.4	-2.9	-2.7	-4.1	N,M	77.3	Passa
P5	COBERTURA (3 - 5.4 m)	25x15	Ext.Superior	AP, SCU, V	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.6	Q	1.2	Passa
			Ext.Inferior	AP, SCU, V	3.1	3.0	0.0	0.0	-1.6	Q	7.1	Passa
				AP, SCU, V	2.2	3.0	0.0	0.0	-1.6	N,M	44.4	Passa
	TETO (0 - 3 m)	25x15	Ext.Superior	AP, SCU, V	20.6	1.9	7.2	-5.8	1.1	Q	22.9	Passa
				AP, SCU, V	19.9	4.2	4.2	-2.5	3.4	N,M	64.5	Passa
			Ext.Inferior	AP, SCU, V	24.0	-1.1	-7.9	-5.8	1.1	Q	22.9	Passa
				AP, SCU, V	23.3	-4.7	-2.4	-2.5	3.4	N,M	66.1	Passa
	RADIER	25x15	Elemento de Fundação	AP, SCU, V	24.0	-1.1	-7.9	-5.8	1.1	Q	3.8	Passa
				AP, SCU, V	23.3	-4.7	-2.4	-2.5	3.4	N,M	66.1	Passa
Notas: Q: Estado limite de ruptura relativo ao esforço cortante N,M: Estado limite de ruptura frente a solicitações normais												

TÍTULO: MEMÓRIA DE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – PRÉDIO ADMINISTRATIVO	Nº PLANAVE MC-H04-J04-0005	REV. PLANAVE 0	FOLHA: 34/71
	Nº CLIENTE UGP-CAF-NIT-0022	REV. CLIENTE 0	

14.4.- RELATÓRIO QUANTITATIVOS PILARES

Tabela resumo - TETO							
Pilares	Dimensões (cm)	Fôrmas (m²)	Concreto C35, em geral (m³)	Armaduras CA-50			Taxa (kg/m³)
				Longitudinal Ø10 (kg)	Estribos Ø6.3 (kg)	Total +10 % (kg)	
P1, P2, P3, P4 e P5	25x15	10.50	0.50	51.0	23.5	82.0	149.00
Total		10.50	0.50	51.0	23.5	82.0	149.00

Tabela resumo - COBERTURA							
Pilares	Dimensões (cm)	Fôrmas (m²)	Concreto C35, em geral (m³)	Armaduras CA-50			Taxa (kg/m³)
				Longitudinal Ø10 (kg)	Estribos Ø6.3 (kg)	Total +10 % (kg)	
P1, P2 e P5	25x15	5.76	0.27	20.1	10.2	33.3	112.22
P3 e P4	25x15	2.56	0.12	9.4	4.4	15.2	115.00
Total		8.32	0.39	29.5	14.6	48.5	113.08

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 DE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – PRÉDIO ADMINISTRATIVO	Nº PLANAVE MC-H04-J04-0005	REV. PLANAVE 0	FOLHA: 35/71
	Nº CLIENTE UGP-CAF-NIT-0022	REV. CLIENTE 0	

14.6.- Resumido

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)
COBERTURA	4.60	Peso próprio	2.2	5.8	5.8	-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	0.9	0.0	1.2	-0.0	-3.1
		Vento -X	-0.0	-0.9	-0.0	-1.2	0.0	3.1
		Vento +Y	0.0	0.0	0.9	0.0	1.2	3.1
		Vento -Y	-0.0	-0.0	-0.9	-0.0	-1.2	-3.1
TETO	3.00	Peso próprio	9.6	19.6	20.6	-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	8.4	-0.0	4.7	-0.0	-10.1
		Vento -X	-0.0	-8.4	0.0	-4.7	0.0	10.1
		Vento +Y	-0.0	0.0	8.4	0.0	4.7	9.4
		Vento -Y	0.0	-0.0	-8.4	-0.0	-4.7	-9.4
RADIER	0.00	Peso próprio	63.5	122.3	128.6	-0.0	0.0	-0.0
		Cargas permanentes	9.9	16.5	19.9	-0.0	-0.0	-0.0
		Sobrecarga	7.4	14.5	14.7	-0.0	-0.0	-0.0
		Vento +X	0.0	40.9	0.0	10.8	-0.0	-22.4
		Vento -X	-0.0	-40.9	-0.0	-10.8	0.0	22.4
		Vento +Y	-0.0	-0.0	40.9	0.0	10.8	21.8
		Vento -Y	0.0	0.0	-40.9	-0.0	-10.8	-21.8

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 $1.4 \cdot PP + 1.4 \cdot CP + 0.7 \cdot Qa + 1.4 \cdot V(-X)$.

Deve satisfazer:

$$0.39 \text{ MPa} \leq 5.81 \text{ MPa} \quad \checkmark$$

Onde:

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

τ_{Sd} : 0.39 MPa

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

τ_{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):

TÍTULO: MEMÓRIA DE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – PRÉDIO ADMINISTRATIVO	Nº PLANAVE MC-H04-J04-0005	REV. PLANAVE 0	FOLHA: 36/71
	Nº CLIENTE UGP-CAF-NIT-0022	REV. CLIENTE 0	

$$\tau_{sd} : 0.39 \text{ MPa}$$

Onde:

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

$$\mathbf{F_{sd}} : 23.96 \text{ kN}$$

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

$$\beta : 1.82$$

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).

$$\mathbf{k_x} : 0.67$$

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).

$$\mathbf{k_y} : 0.48$$

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

$$\mathbf{M_{sdx}} : 5.37 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$\mathbf{M_{sdy}} : -2.83 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$\mathbf{M_{sdox}} : 5.37 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$\mathbf{M_{sdox}} : -2.83 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

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

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}.

$$\mathbf{W_{px}} : 6331.9 \text{ cm}^2$$

$$\mathbf{W_{py}} : 6850.7 \text{ cm}^2$$

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

$$\mathbf{u_0} : 800 \text{ mm}$$

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.

$$\mathbf{d} : 14.0 \text{ cm}$$

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):

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

Onde:

			
TÍTULO:	Nº PLANAVE	REV. PLANAVE	FOLHA:
MEMÓRIA DE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – PRÉDIO ADMINISTRATIVO	MC-H04-J04-0005	0	37/71
	Nº CLIENTE	REV. CLIENTE	
	UGP-CAF-NIT-0022	0	

$$\alpha_v : 0.86$$

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 (P1)

Zona com armadura transversal de punção (Combinações fundamentais)

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

Deve satisfazer:

$$0.10 \text{ MPa} \leq 0.94 \text{ MPa} \quad \checkmark$$

Onde:

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

$$\tau_{sd} : 0.10 \text{ MPa}$$

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

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

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):

$$\tau_{sd} : 0.10 \text{ MPa}$$

Onde:

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

$$F_{sd} : 13.42 \text{ kN}$$

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'.

$$M_{sdx} : 1.81 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{sdy} : -7.24 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{sdox} : 1.81 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{sdox} : -7.24 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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).

TÍTULO: MEMÓRIA DE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – PRÉDIO ADMINISTRATIVO	Nº PLANAVE MC-H04-J04-0005	REV. PLANAVE 0	FOLHA: 38/71
	Nº CLIENTE UGP-CAF-NIT-0022	REV. CLIENTE 0	

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}.

$$W_{dx} : 6331.9 \text{ cm}^2$$

$$W_{dy} : 6850.7 \text{ cm}^2$$

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.

$$d : 14.0 \text{ cm}$$

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):

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

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.

$$d : 14.0 \text{ cm}$$

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

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

ρ: Taxa geométrica de armadura de flexão aderente.

$$\rho : 0.0021$$

ρ_x: Taxa na direção x.

$$\rho_x : 0.0023$$

ρ_y: Taxa na direção y.

$$\rho_y : 0.0020$$

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

$$\sigma : 0.00 \text{ MPa}$$

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.

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

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

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

			
TÍTULO:	Nº PLANAVE	REV. PLANAVE	FOLHA:
MEMÓRIA DE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – PRÉDIO ADMINISTRATIVO	MC-H04-J04-0005	0	39/71
	Nº CLIENTE	REV. CLIENTE	
	UGP-CAF-NIT-0022	0	

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

Deve satisfazer:

$$0.31 \text{ MPa} \leq 0.55 \text{ MPa} \quad \checkmark$$

Onde:

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

$$\tau_{sd} : 0.31 \text{ MPa}$$

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

$$\tau_{Rd1} : 0.55 \text{ MPa}$$

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):

$$\tau_{sd} : 0.31 \text{ MPa}$$

Onde:

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

$$F_{sd} : 54.45 \text{ kN}$$

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''.

$$M_{sdx} : -27.71 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{sdy} : 21.32 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{sdox} : -1.03 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{sdox} : -4.93 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$u' : 2277 \text{ mm}$$

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} .

$$W_{p'x} : 14249.7 \text{ cm}^2$$

$$W_{p'y} : 14102.0 \text{ cm}^2$$

TÍTULO:	Nº PLANAVE	REV. PLANAVE	FOLHA:
MEMÓRIA DE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – PRÉDIO ADMINISTRATIVO	MC-H04-J04-0005	0	40/71
	Nº CLIENTE	REV. CLIENTE	
	UGP-CAF-NIT-0022	0	

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):

τ_{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

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

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 (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 \geq 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_q : Tamanho máximo agregado.

d_q : 19 mm

			
TÍTULO: MEMÓRIA DE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – PRÉDIO ADMINISTRATIVO	Nº PLANAVE MC-H04-J04-0005	REV. PLANAVE 0	FOLHA: 41/71
	Nº CLIENTE UGP-CAF-NIT-0022	REV. CLIENTE 0	

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):

$$35 \text{ mm} \leq 70 \text{ mm} \checkmark$$

Onde:

$$s_{max} : 70 \text{ mm}$$

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.

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

Distância entre perímetros de reforço transversal consecutivos

$$80 \text{ mm} \leq 105 \text{ mm} \checkmark$$

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

Onde:

$$s_{max} : 105 \text{ mm}$$

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.

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

Diâmetro máximo da armadura de estribos

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

$$6.3 \text{ mm} \leq 9.0 \text{ mm} \checkmark$$

Onde:

h: Altura da laje.

$$h : 180.0 \text{ mm}$$

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 τ_{Sd} seja menor que τ_{Rd1} . Essa armadura deve equilibrar um mínimo de 50% de F_{Sd} (ABNT NBR 6118:2014, 19.5.3.5).

TÍTULO: MEMÓRIA DE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – PRÉDIO ADMINISTRATIVO	Nº PLANAVE MC-H04-J04-0005	REV. PLANAVE 0	FOLHA: 42/71
	Nº CLIENTE UGP-CAF-NIT-0022	REV. CLIENTE 0	

Os esforços solicitantes de cálculo desfavoráveis produzem-se para a combinação de ações
1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(-X).

Deve satisfazer:

$$182.27 \text{ kN} \geq 7.57 \text{ kN} \quad \checkmark$$

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.

$$F_{sd} : 15.13 \text{ kN}$$

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+0.7·Qa+1.4·V(-X).

Deve satisfazer:

$$542.61 \text{ kN} \geq 22.70 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Onde:

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

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

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

$$F_{sd} : 22.70 \text{ kN}$$

			
TÍTULO:	Nº PLANAVE	REV. PLANAVE	FOLHA:
MEMÓRIA DE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – PRÉDIO ADMINISTRATIVO	MC-H04-J04-0005	0	43/71
	Nº CLIENTE	REV. CLIENTE	
	UGP-CAF-NIT-0022	0	

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 $1.4 \cdot PP + 1.4 \cdot CP + 0.7 \cdot Qa + 1.4 \cdot V(+Y)$.
Deve satisfazer:

$$0.38 \text{ MPa} \leq 5.81 \text{ MPa} \quad \checkmark$$

Onde:

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

$$\tau_{sd} : 0.38 \text{ MPa}$$

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

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

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):

$$\tau_{sd} : 0.38 \text{ MPa}$$

Onde:

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

$$F_{sd} : 24.20 \text{ kN}$$

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

$$\beta : 1.74$$

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'.

$$M_{sdx} : -1.20 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{sdy} : -8.14 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{sdox} : -1.20 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{sdox} : -8.14 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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).

TÍTULO: MEMÓRIA DE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – PRÉDIO ADMINISTRATIVO	Nº PLANAVE MC-H04-J04-0005	REV. PLANAVE 0	FOLHA: 44/71
	Nº CLIENTE UGP-CAF-NIT-0022	REV. CLIENTE 0	

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.

$$W_{px} : 6331.9 \text{ cm}^2$$

$$W_{py} : 6850.7 \text{ cm}^2$$

$$u_0 : 800 \text{ mm}$$

$$d : 14.0 \text{ cm}$$

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):

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

Onde:

$$\alpha_v : 0.86$$

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 (P2)

Zona com armadura transversal de punção (Combinações fundamentais)

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

$$1.4 \cdot PP + 1.4 \cdot CP + 0.7 \cdot Qa + 1.4 \cdot V(+Y).$$

Deve satisfazer:

$$0.11 \text{ MPa} \leq 0.94 \text{ MPa} \quad \checkmark$$

Onde:

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

$$\tau_{Sd} : 0.11 \text{ MPa}$$

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

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

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):

$$\tau_{Sd} : 0.11 \text{ MPa}$$

Onde:

TÍTULO: MEMÓRIA DE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – PRÉDIO ADMINISTRATIVO	Nº PLANAVE MC-H04-J04-0005	REV. PLANAVE 0	FOLHA: 45/71
	Nº CLIENTE UGP-CAF-NIT-0022	REV. CLIENTE 0	

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

F_{sd} : 16.03 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} : -1.16 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} : -8.01 kN·m

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

M_{sdox} : -1.16 kN·m

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

M_{sdox} : -8.01 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):

τ_{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

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'.

TÍTULO: MEMÓRIA DE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – PRÉDIO ADMINISTRATIVO	Nº PLANAVE MC-H04-J04-0005	REV. PLANAVE 0	FOLHA: 46/71
	Nº CLIENTE UGP-CAF-NIT-0022	REV. CLIENTE 0	

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 (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+0.84·V(-X).

Deve satisfazer:

$$0.25 \text{ MPa} \leq 0.55 \text{ MPa} \quad \checkmark$$

Onde:

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

τ_{sd} : 0.25 MPa

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

τ_{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):

τ_{sd} : 0.25 MPa

Onde:

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

F_{sd} : 43.75 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} : 23.01 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} : 15.96 kN·m

TÍTULO:	Nº PLANAVE	REV. PLANAVE	FOLHA:
MEMÓRIA DE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – PRÉDIO ADMINISTRATIVO	MC-H04-J04-0005	0	47/71
	Nº CLIENTE	REV. CLIENTE	
	UGP-CAF-NIT-0022	0	

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

$$M_{Sdox} : 1.18 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{Sdoy} : -5.26 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$u' : 2281 \text{ mm}$$

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}.

$$W_{p'x} : 14305.7 \text{ cm}^2$$

$$W_{p'y} : 14091.2 \text{ cm}^2$$

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.

$$d : 14.0 \text{ cm}$$

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):

$$\tau_{Rd1} : 0.55 \text{ MPa}$$

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.

$$d : 14.0 \text{ cm}$$

ρ: Taxa geométrica de armadura de flexão aderente.

$$\rho : 0.0021$$

ρ_x: Taxa na direção x.

$$\rho_x : 0.0023$$

ρ_y: Taxa na direção y.

$$\rho_y : 0.0020$$

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

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

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

$$\sigma : 0.00 \text{ MPa}$$

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):

$$74 \text{ mm} \geq 23 \text{ mm} \checkmark$$

Onde:

TÍTULO: MEMÓRIA DE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – PRÉDIO ADMINISTRATIVO	Nº PLANAVE MC-H04-J04-0005	REV. PLANAVE 0	FOLHA: 48/71
	Nº CLIENTE UGP-CAF-NIT-0022	REV. CLIENTE 0	

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_q : Tamanho máximo agregado.

d_q : 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):

$35 \text{ mm} \leq 70 \text{ mm}$ ✓

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

$80 \text{ mm} \leq 105 \text{ mm}$ ✓

A distância d_l 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 DE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – PRÉDIO ADMINISTRATIVO	Nº PLANAVE MC-H04-J04-0005	REV. PLANAVE 0	FOLHA: 49/71
	Nº CLIENTE UGP-CAF-NIT-0022	REV. CLIENTE 0	

Diâmetro máximo da armadura de estribos

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

$$6.3 \text{ mm} \leq 9.0 \text{ mm} \quad \checkmark$$

Onde:

h: Altura da laje.

$$h : 180.0 \text{ mm}$$

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 τ_{sd} seja menor que τ_{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 $1.4 \cdot PP + 1.4 \cdot CP + 0.7 \cdot Qa + 1.4 \cdot V(+Y)$.

Deve satisfazer:

$$182.27 \text{ kN} \geq 8.02 \text{ kN} \quad \checkmark$$

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_{vwd} : 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.

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

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

$$F_{sd} : 16.03 \text{ kN}$$

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 $1.4 \cdot PP + 1.4 \cdot CP + 0.7 \cdot Qa + 1.4 \cdot V(+Y)$.

TÍTULO:	Nº PLANAVE	REV. PLANAVE	FOLHA:
MEMÓRIA DE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – PRÉDIO ADMINISTRATIVO	MC-H04-J04-0005	0	50/71
	Nº CLIENTE	REV. CLIENTE	
	UGP-CAF-NIT-0022	0	

Deve satisfazer:

$$542.61 \text{ kN} \geq 24.05 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Onde:

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

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

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

$$F_{sd} : 24.05 \text{ kN}$$

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

$$1.4 \cdot PP + 1.4 \cdot CP + 0.7 \cdot Qa + 1.4 \cdot V(+X).$$

Deve satisfazer:

$$0.55 \text{ MPa} \leq 5.81 \text{ MPa} \quad \checkmark$$

Onde:

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

$$\tau_{sd} : 0.55 \text{ MPa}$$

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

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

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):

$$\tau_{sd} : 0.55 \text{ MPa}$$

Onde:

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

$$F_{sd} : 38.59 \text{ kN}$$

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

$$\beta : 1.61$$

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'.

$$M_{sdx} : -0.17 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{sdy} : -9.28 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

			
TÍTULO:	Nº PLANAVE	REV. PLANAVE	FOLHA:
MEMÓRIA DE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – PRÉDIO ADMINISTRATIVO	MC-H04-J04-0005	0	51/71
	Nº CLIENTE	REV. CLIENTE	
	UGP-CAF-NIT-0022	0	

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

$$\mathbf{M_{SdOx} : -0.17 \text{ kN}\cdot\text{m}}$$

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

$$\mathbf{M_{SdOy} : -9.27 \text{ kN}\cdot\text{m}}$$

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

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

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}.

$$\mathbf{W_{dx} : 6331.9 \text{ cm}^2}$$

$$\mathbf{W_{dy} : 6850.7 \text{ cm}^2}$$

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

$$\mathbf{u_0 : 800 \text{ mm}}$$

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.

$$\mathbf{d : 14.0 \text{ cm}}$$

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):

$$\mathbf{\tau_{Rd2} : 5.81 \text{ MPa}}$$

Onde:

$$\mathbf{\alpha_v : 0.86}$$

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

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

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

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

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+0.7·Qa+1.4·V(+X).

Deve satisfazer:

$$\mathbf{0.15 \text{ MPa} \leq 0.94 \text{ MPa} \checkmark}$$

Onde:

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

$$\mathbf{\tau_{Sd} : 0.15 \text{ MPa}}$$

TÍTULO:	Nº PLANAVE	REV. PLANAVE	FOLHA:
MEMÓRIA DE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – PRÉDIO ADMINISTRATIVO	MC-H04-J04-0005	0	52/71
	Nº CLIENTE	REV. CLIENTE	
	UGP-CAF-NIT-0022	0	

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

τ_{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):

τ_{Sd} : 0.15 MPa

Onde:

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

F_{Sd} : 30.23 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} : 0.14 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} : -9.01 kN·m

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

M_{Sdox} : 0.14 kN·m

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

M_{Sdoy} : -9.01 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):

τ_{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

TÍTULO: MEMÓRIA DE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – PRÉDIO ADMINISTRATIVO	Nº PLANAVE MC-H04-J04-0005	REV. PLANAVE 0	FOLHA: 53/71
	Nº CLIENTE UGP-CAF-NIT-0022	REV. CLIENTE 0	

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_{vwd} : 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_{vwd} : 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+0.7·Qa+1.4·V(-X).

Deve satisfazer:

$$0.10 \text{ MPa} \leq 0.55 \text{ MPa} \quad \checkmark$$

Onde:

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

τ_{sd} : 0.10 MPa

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

τ_{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):

τ_{sd} : 0.10 MPa

Onde:

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

F_{sd} : 47.89 kN

TÍTULO:	Nº PLANAVE	REV. PLANAVE	FOLHA:
MEMÓRIA DE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – PRÉDIO ADMINISTRATIVO	MC-H04-J04-0005	0	54/71
	Nº CLIENTE	REV. CLIENTE	
	UGP-CAF-NIT-0022	0	

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".

$$M_{Sdx} : -1.98 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{Sdy} : 5.14 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{SdOx} : -2.13 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{SdOy} : 5.14 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$u' : 3998 \text{ mm}$$

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} .

$$W_{p'x} : 29074.7 \text{ cm}^2$$

$$W_{p'y} : 28644.6 \text{ cm}^2$$

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.

$$d : 14.0 \text{ cm}$$

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):

$$\tau_{Rd1} : 0.55 \text{ MPa}$$

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.

$$d : 14.0 \text{ cm}$$

ρ : Taxa geométrica de armadura de flexão aderente.

$$\rho : 0.0021$$

ρ_x : Taxa na direção x.

$$\rho_x : 0.0023$$

ρ_y : Taxa na direção y.


$$\rho_y : 0.0020$$

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

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

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

$$\sigma : 0.00 \text{ MPa}$$

			
TÍTULO: MEMÓRIA DE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – PRÉDIO ADMINISTRATIVO	Nº PLANAVE MC-H04-J04-0005	REV. PLANAVE 0	FOLHA: 55/71
	Nº CLIENTE UGP-CAF-NIT-0022	REV. CLIENTE 0	

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):

$$74 \text{ mm} \geq 23 \text{ mm} \quad \checkmark$$

Onde:

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

$$s_{min} : \underline{23} \text{ mm}$$

$$s_1 : \underline{20} \text{ mm}$$

$$s_2 : \underline{6} \text{ mm}$$

$$s_3 : \underline{23} \text{ mm}$$

Φ_{max} : Diâmetro máximo das barras transversais.

$$\Phi_{max} : \underline{6} \text{ mm}$$

d_g : Tamanho máximo agregado.

$$d_g : \underline{19} \text{ mm}$$

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):

$$35 \text{ mm} \leq 70 \text{ mm} \quad \checkmark$$

Onde:

$$s_{max} : \underline{70} \text{ mm}$$

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.

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

Distância entre perímetros de reforço transversal consecutivos

$$80 \text{ mm} \leq 105 \text{ mm} \quad \checkmark$$

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

TÍTULO: MEMÓRIA DE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – PRÉDIO ADMINISTRATIVO	Nº PLANAVE MC-H04-J04-0005	REV. PLANAVE 0	FOLHA: 56/71
	Nº CLIENTE UGP-CAF-NIT-0022	REV. CLIENTE 0	

Onde:

$$s_{\max} : 105 \text{ mm}$$

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.

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

Diâmetro máximo da armadura de estribos

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

$$6.3 \text{ mm} \leq 9.0 \text{ mm} \checkmark$$

Onde:

h: Altura da laje.

$$h : 180.0 \text{ mm}$$

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 τ_{sd} seja menor que τ_{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 $1.4 \cdot PP + 1.4 \cdot CP + 0.7 \cdot Qa + 1.4 \cdot V(+X)$.

Deve satisfazer:

$$182.27 \text{ kN} \geq 15.12 \text{ kN} \checkmark$$

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.

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.

$$F_{sd} : 30.23 \text{ kN}$$

			
TÍTULO:	Nº PLANAVE	REV. PLANAVE	FOLHA:
MEMÓRIA DE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – PRÉDIO ADMINISTRATIVO	MC-H04-J04-0005	0	57/71
	Nº CLIENTE	REV. CLIENTE	
	UGP-CAF-NIT-0022	0	

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 $1.4 \cdot PP + 1.4 \cdot CP + 0.7 \cdot Qa + 1.4 \cdot V(+X)$.

Deve satisfazer:

$$542.61 \text{ kN} \geq 45.34 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Onde:

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

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

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

$$F_{sd} : 45.34 \text{ kN}$$

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 $1.4 \cdot PP + 1.4 \cdot CP + 0.7 \cdot Qa + 1.4 \cdot V(-X)$.

Deve satisfazer:

$$0.39 \text{ MPa} \leq 5.81 \text{ MPa} \quad \checkmark$$

Onde:

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

$$\tau_{sd} : 0.39 \text{ MPa}$$

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

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

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):

$$\tau_{sd} : 0.39 \text{ MPa}$$

Onde:

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

$$F_{sd} : 23.40 \text{ kN}$$

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

$$\beta : 1.85$$

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).

$$k_x : 0.67$$

TÍTULO: MEMÓRIA DE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – PRÉDIO ADMINISTRATIVO	Nº PLANAVE MC-H04-J04-0005	REV. PLANAVE 0	FOLHA: 58/71
	Nº CLIENTE UGP-CAF-NIT-0022	REV. CLIENTE 0	

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'.

$$M_{Sdx} : 5.41 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{Sdy} : 2.90 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{SdOx} : 5.41 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{SdOy} : 2.90 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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):

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

Onde:

$$\alpha_v : 0.86$$

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

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

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

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

			
TÍTULO:	Nº PLANAVE	REV. PLANAVE	FOLHA:
MEMÓRIA DE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – PRÉDIO ADMINISTRATIVO	MC-H04-J04-0005	0	59/71
	Nº CLIENTE	REV. CLIENTE	
	UGP-CAF-NIT-0022	0	

Perímetro de controle (P4)

Zona com armadura transversal de punção (Combinações fundamentais)

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

Deve satisfazer:

$$0.10 \text{ MPa} \leq 0.94 \text{ MPa} \quad \checkmark$$

Onde:

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

$$\tau_{Sd} : 0.10 \text{ MPa}$$

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

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

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):

$$\tau_{Sd} : 0.10 \text{ MPa}$$

Onde:

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

$$F_{Sd} : 13.15 \text{ kN}$$

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'.

$$M_{Sdx} : 1.80 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{Sdy} : 7.29 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{SdOx} : 1.80 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{SdOy} : 7.29 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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} .

$$W_{px} : 6331.9 \text{ cm}^2$$

$$W_{py} : 6850.7 \text{ cm}^2$$

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.

$$d : 14.0 \text{ cm}$$

TÍTULO: MEMÓRIA DE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – PRÉDIO ADMINISTRATIVO	Nº PLANAVE MC-H04-J04-0005	REV. PLANAVE 0	FOLHA: 60/71
	Nº CLIENTE UGP-CAF-NIT-0022	REV. CLIENTE 0	

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):

$$\tau_{Rd3} : \underline{0.94} \text{ MPa}$$

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.

$$d : \underline{14.0} \text{ cm}$$

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

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

p: Taxa geométrica de armadura de flexão aderente.

$$p : \underline{0.0021}$$

p_x: Taxa na direção x.

$$p_x : \underline{0.0023}$$

p_y: Taxa na direção y.

$$p_y : \underline{0.0020}$$

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

$$\sigma : \underline{0.00} \text{ MPa}$$

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_{vwd}: 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.

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

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

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

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+1.4·Qa.

Deve satisfazer:

$$0.29 \text{ MPa} \leq 0.55 \text{ MPa} \checkmark$$

Onde:

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

$$\tau_{sd} : \underline{0.29} \text{ MPa}$$

			
TÍTULO:	Nº PLANAVE	REV. PLANAVE	FOLHA:
MEMÓRIA DE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – PRÉDIO ADMINISTRATIVO	MC-H04-J04-0005	0	61/71
	Nº CLIENTE	REV. CLIENTE	
	UGP-CAF-NIT-0022	0	

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

$$\tau_{Rd1} : \underline{0.55} \text{ MPa}$$

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):

$$\tau_{Sd} : \underline{0.29} \text{ MPa}$$

Onde:

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

$$F_{Sd} : \underline{50.59} \text{ kN}$$

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''.

$$M_{Sdx} : \underline{-25.57} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{Sdy} : \underline{-19.68} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{SdOx} : \underline{-0.78} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{SdOy} : \underline{4.71} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$u' : \underline{2277} \text{ mm}$$

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} .

$$W_{p'x} : \underline{14249.7} \text{ cm}^2$$

$$W_{p'y} : \underline{14102.0} \text{ cm}^2$$

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.

$$d : \underline{14.0} \text{ cm}$$

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):

$$\tau_{Rd1} : \underline{0.55} \text{ MPa}$$

Onde:

TÍTULO:	Nº PLANAVE	REV. PLANAVE	FOLHA:
MEMÓRIA DE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – PRÉDIO ADMINISTRATIVO	MC-H04-J04-0005	0	62/71
	Nº CLIENTE	REV. CLIENTE	
	UGP-CAF-NIT-0022	0	

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

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

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):

74 mm ≥ 23 mm ✓

Onde:

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

s_{min} : 23 mm

s₁ : 20 mm

s₂ : 6 mm

s₃ : 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:

			
TÍTULO: MEMÓRIA DE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – PRÉDIO ADMINISTRATIVO	Nº PLANAVE MC-H04-J04-0005	REV. PLANAVE 0	FOLHA: 63/71
	Nº CLIENTE UGP-CAF-NIT-0022	REV. CLIENTE 0	

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 \leq 105 mm ✓

A distância d_l 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 \leq 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 τ_{Sd} seja menor que τ_{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 $1.4 \cdot PP + 1.4 \cdot CP + 0.7 \cdot Qa + 1.4 \cdot V(-X)$.

Deve satisfazer:

182.27 kN \geq 7.52 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

TÍTULO: MEMÓRIA DE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – PRÉDIO ADMINISTRATIVO	Nº PLANAVE MC-H04-J04-0005	REV. PLANAVE 0	FOLHA: 64/71
	Nº CLIENTE UGP-CAF-NIT-0022	REV. CLIENTE 0	

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.

$$F_{sd} : 15.04 \text{ kN}$$

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

$$1.4 \cdot PP + 1.4 \cdot CP + 0.7 \cdot Qa + 1.4 \cdot V(-X).$$

Deve satisfazer:

$$542.61 \text{ kN} \geq 22.56 \text{ kN} \quad \checkmark$$

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.

$$F_{sd} : 22.56 \text{ kN}$$

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

$$1.4 \cdot PP + 1.4 \cdot CP + 0.7 \cdot Qa + 1.4 \cdot V(-Y).$$

Deve satisfazer:

$$0.37 \text{ MPa} \leq 5.81 \text{ MPa} \quad \checkmark$$

Onde:

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

$$\tau_{sd} : 0.37 \text{ MPa}$$

			
TÍTULO:	Nº PLANAVE	REV. PLANAVE	FOLHA:
MEMÓRIA DE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – PRÉDIO ADMINISTRATIVO	MC-H04-J04-0005	0	65/71
	Nº CLIENTE	REV. CLIENTE	
	UGP-CAF-NIT-0022	0	

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

τ_{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} : 23.97 kN

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

β : 1.71

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} : -1.05 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} : 7.91 kN·m

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

M_{Sdox} : -1.05 kN·m

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

M_{Sdoy} : 7.91 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

TÍTULO: MEMÓRIA DE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – PRÉDIO ADMINISTRATIVO	Nº PLANAVE MC-H04-J04-0005	REV. PLANAVE 0	FOLHA: 66/71
	Nº CLIENTE UGP-CAF-NIT-0022	REV. CLIENTE 0	

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):

$$\tau_{Rd2} : \underline{5.81} \text{ MPa}$$

Onde:

$$\alpha_v : \underline{0.86}$$

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

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

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

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

Perímetro de controle (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:

$$0.10 \text{ MPa} \leq 0.94 \text{ MPa} \checkmark$$

Onde:

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

$$\tau_{Sd} : \underline{0.10} \text{ MPa}$$

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

$$\tau_{Rd3} : \underline{0.94} \text{ MPa}$$

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):

$$\tau_{Sd} : \underline{0.10} \text{ MPa}$$

Onde:

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

$$F_{Sd} : \underline{15.44} \text{ kN}$$

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'.

$$M_{Sdx} : \underline{-0.96} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{Sdy} : \underline{7.62} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

TÍTULO: MEMÓRIA DE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – PRÉDIO ADMINISTRATIVO	Nº PLANAVE MC-H04-J04-0005	REV. PLANAVE 0	FOLHA: 67/71
	Nº CLIENTE UGP-CAF-NIT-0022	REV. CLIENTE 0	

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

M_{SdOx} : -0.96 kN·m

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

M_{SdOy} : 7.62 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):

τ_{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

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

TÍTULO:	Nº PLANAVE	REV. PLANAVE	FOLHA:
MEMÓRIA DE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – PRÉDIO ADMINISTRATIVO	MC-H04-J04-0005	0	68/71
	Nº CLIENTE	REV. CLIENTE	
	UGP-CAF-NIT-0022	0	

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

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

Deve satisfazer:

$$0.25 \text{ MPa} \leq 0.55 \text{ MPa} \quad \checkmark$$

Onde:

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

τ_{sd} : 0.25 MPa

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

τ_{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):

τ_{sd} : 0.25 MPa

Onde:

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

F_{sd} : 42.88 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} : 21.28 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} : -18.48 kN·m

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

M_{sdox} : -0.12 kN·m

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

M_{sdox} : 2.32 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).

TÍTULO: MEMÓRIA DE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – PRÉDIO ADMINISTRATIVO	Nº PLANAVE MC-H04-J04-0005	REV. PLANAVE 0	FOLHA: 69/71
	Nº CLIENTE UGP-CAF-NIT-0022	REV. CLIENTE 0	

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} : 14305.7 cm²

W_{p'y} : 14091.2 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):

τ_{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

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

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 (P5)

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 s₁, s₂, s₃

s_{min} : 23 mm

s₁ : 20 mm

s₂ : 6 mm

s₃ : 23 mm

TÍTULO: MEMÓRIA DE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – PRÉDIO ADMINISTRATIVO	Nº PLANAVE MC-H04-J04-0005	REV. PLANAVE 0	FOLHA: 70/71
	Nº CLIENTE UGP-CAF-NIT-0022	REV. CLIENTE 0	

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

Φ_{\max} : 6 mm

d_q : Tamanho máximo agregado.

d_q : 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):

$35 \text{ mm} \leq 70 \text{ mm}$ ✓

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

$80 \text{ mm} \leq 105 \text{ mm}$ ✓

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):

$6.3 \text{ mm} \leq 9.0 \text{ mm}$ ✓

Onde:

h : Altura da laje.

h : 180.0 mm

TÍTULO: MEMÓRIA DE CÁLCULO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES – PRÉDIO ADMINISTRATIVO	Nº PLANAVE MC-H04-J04-0005	REV. PLANAVE 0	FOLHA: 71/71
	Nº CLIENTE UGP-CAF-NIT-0022	REV. CLIENTE 0	

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 τ_{sd} seja menor que τ_{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 $1.4 \cdot PP + 1.4 \cdot CP + 0.7 \cdot Qa + 1.4 \cdot V(-Y)$.

Deve satisfazer:

$$182.27 \text{ kN} \geq 7.96 \text{ kN} \quad \checkmark$$

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.

$$F_{sd} : 15.92 \text{ kN}$$

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 $1.4 \cdot PP + 1.4 \cdot CP + 0.7 \cdot Qa + 1.4 \cdot V(-Y)$.

Deve satisfazer:

$$542.61 \text{ kN} \geq 23.88 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Onde:

f_{yd} · 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.

$$F_{sd} : 23.88 \text{ kN}$$