

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
ESCOLA DE ENGENHARIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL**

**Alessandro Simas Franchetto**

**PROJETO ESTRUTURAL: DIMENSIONAMENTO DE  
PILARES, VIGAS, LAJES E ESCADA DE UM EDIFÍCIO  
RESIDENCIAL DE OITO ANDARES EM CONCRETO  
ARMADO**

Porto Alegre  
Novembro de 2019

**ALESSANDRO SIMAS FRANCHETTO**

**PROJETO ESTRUTURAL: DIMENSIONAMENTO DE  
PILARES, VIGAS, LAJES E ESCADA DE UM EDIFÍCIO  
RESIDENCIAL DE OITO ANDARES EM CONCRETO  
ARMADO**

Projeto de Pesquisa do Trabalho de Diplomação a ser  
apresentado ao Departamento de Engenharia Civil da Escola  
de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul,  
como parte dos requisitos para obtenção do título de  
Engenheiro Civil

**Orientador: João Ricardo Masuero**

Porto Alegre  
Novembro de 2019

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Arquitetônico.....	21
Figura 2: Perfil Esquemático .....	22
Figura 3: Dados do drywall conforme proposta da NBR 6120 R10 .....	27
Figura 4: Representação Esquemática da Atuação do Vento .....	33
Figura 5: Constante de mola de cada subestrutura de contraventamento .....	34
Figura 6: Molas com comportamento linear.....	36
Figura 7: Atuação de forças com excentricidades em relação ao centro elástico .....	36
Figura 8: Força $F_y$ aplicada no centro elástico do sistema .....	37
Figura 9: Pórticos - Orientação Oeste-Leste.....	38
Figura 10: Pórticos - Orientação Sul-Norte .....	39
Figura 11: Dimensões dos Pilares .....	39
Figura 12: Rotação rígida do pavimento como diafragma em função das cargas horizontais.....	43
Figura 13: Classificação das Lajes quanto à relação entre lados .....	51
Figura 14: Valores de alfa para lajes armadas em duas direções (regime elástico) .....	54
Figura 15: Valores de k para lajes armadas em uma direção .....	56
Figura 16: Valores de k para lajes armadas em duas direções .....	56
Figura 17: Método das Linhas de Ruptura .....	57
Figura 18: Lajes Submetidas a Cargas Lineares .....	60
Figura 19: Esquemas Estruturais para lajes armadas em uma direção .....	61
Figura 20: Representação da distribuição das cargas.....	62
Figura 21: Comprimentos considerados para adoção de $b_w$ .....	63
Figura 22: Centro de Gravidade das Paredes das Lajes 6 e 12.....	64
Figura 23: Carga pontual sobre viga bi-engastada.....	65
Figura 24: Atuação das cargas lineares sobre os apoios das lajes.....	69
Figura 25: Representação dos degraus e suas medidas.....	72
Figura 26: Esquema representativo da altura da laje da escada .....	73
Figura 27: Esquema para determinação do vão da escada .....	73
Figura 28: Escada no Ftool (Valores Característicos) .....	74
Figura 29: Escada no Ftool (Combinação de Serviço) .....	76
Figura 30: Parâmetros da seção das vigas .....	83
Figura 31: Cobrimentos .....	84
Figura 32: Parâmetros da Seção para Determinação da Altura útil .....	85

Figura 33: Espaçamento Mínimo Livre .....	86
Figura 34: Ancoragem nos apoios intermediários: recomendada versus adotada .....	93
Figura 35: Convenção de sinais no PCalc .....	98
Figura 36: Esforços Solicitantes de Cálculo no PCalc.....	98
Figura 37: Diagrama de Interação no PCalc.....	99
Figura 38: Esquema para determinação do fator de segurança no PCalc.....	99
Figura 39: Convenção de Momentos Fletores Positivos. ....	120

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Propriedades do Concreto .....	24
Tabela 2: Propriedades do Aço .....	25
Tabela 3: Padrões de cargas para paredes de alvenaria .....	26
Tabela 4: Padrão de carga do Drywall .....	27
Tabela 5: Composição de Cargas Superficiais das Lajes do Pavimento Tipo .....	28
Tabela 6: Composição de Cargas Superficiais das Lajes Técnicas.....	29
Tabela 7: Composição de Cargas Superficiais das Lajes da Cobertura .....	29
Tabela 8: Composição de Cargas Superficiais das Lajes da Cobertura dos Reservatórios .....	29
Tabela 9: Parâmetros Aerodinâmicos .....	31
Tabela 10: $C_a$ para vento incidente na maior fachada .....	32
Tabela 11: Carga de Vento na maior fachada .....	32
Tabela 12: $C_a$ para vento incidente na menor fachada .....	33
Tabela 13: Carga de Vento na menor fachada.....	34
Tabela 14: Determinação da coordenada do centro elástico no eixo x.....	40
Tabela 15: Centros e excentricidade no eixo x.....	40
Tabela 16: Determinação da coordenada do centro elástico no eixo y .....	41
Tabela 17: Centros e excentricidade no eixo y.....	41
Tabela 18: Distribuição das Forças Horizontais nos pórticos paralelos ao eixo x .....	42
Tabela 19: Distribuição das Forças Horizontais nos pórticos paralelos ao eixo y .....	42
Tabela 20: Determinação da rigidez do sistema à rotação em torno do centro elástico .	44
Tabela 21: Distribuição de forças nos PY para maior excentricidade .....	45
Tabela 22: Distribuição de forças nos PY para menor excentricidade .....	45
Tabela 23: Distribuição de forças nos PX para maior excentricidade .....	46
Tabela 24: Distribuição de forças nos PX para menor excentricidade .....	46
Tabela 25: Cargas totais para pórticos PY .....	46
Tabela 26: Cargas totais para pórticos PX.....	47
Tabela 27: Valores utilizados para determinação do parâmetro de instabilidade:.....	48
Tabela 28: Resultado de $\alpha_x$ e classificação .....	49
Tabela 29: Resultado de $\alpha_y$ e classificação .....	50
Tabela 30: Cálculo dos Vãos Efetivos das Lajes do Tipo .....	52
Tabela 31: Coeficientes de Ponderação das Cargas .....	68
Tabela 32: Aderência por bitola .....	71

Tabela 33: Comprimento de traspasse para barras isoladas .....	71
Tabela 34: Dados referentes à inclinação da escada .....	72
Tabela 35: Determinação do vão da escada.....	73
Tabela 36: Composição das cargas utilizadas para dimensionamento da escada .....	74
Tabela 37: Reações e Momento no vão obtidos no Ftool.....	75
Tabela 38: Dimensionamento das Armaduras.....	75
Tabela 39: Reações e Momento no vão obtidos no Ftool (Serviço) .....	76
Tabela 40: Verificação da Flecha.....	77
Tabela 41: Peso próprio das vigas.....	78
Tabela 42: Cargas das paredes sobre as vigas do tipo .....	79
Tabela 43: Cargas de Paredes consideradas como cargas distribuídas .....	79
Tabela 44: Parede sobre laje.....	79
Tabela 45: Cargas pontuais de paredes no Tipo.....	80
Tabela 46: Cargas dos Reservatórios.....	81
Tabela 47: Cargas das paredes sobre as vigas da cobertura .....	81
Tabela 48: Cargas das paredes sobre as vigas das lajes técnicas .....	82
Tabela 49: Cobrimentos Adotados para Vigas .....	84
Tabela 50: Dobras na Armadura Longitudinal.....	94
Tabela 51: Dobras nos Estribos.....	95
Tabela 52: Combinação de Esforços no PCalc .....	97
Tabela 53: Ações sobre os pilares - Coberturas dos Reservatórios .....	100
Tabela 54: Ações sobre os pilares - Lajes Técnicas.....	100
Tabela 55: Ações sobre os pilares - Sentido X - Cobertura.....	101
Tabela 56: Ações sobre os pilares - Sentido X.....	102
Tabela 57: Ações sobre os pilares - Sentido Y.....	103
Tabela 58: Momentos de Cálculo - Sentido X .....	104
Tabela 59: Momentos de Cálculo - Sentido Y .....	105
Tabela 60: Peso Próprio dos Pilares e Nsd .....	106
Tabela 61: Combinação 1 .....	107
Tabela 62: Combinação 2 .....	108
Tabela 63: Combinação 3 .....	109
Tabela 64: Combinação 4 .....	110
Tabela 65: Configuração da Armadura Longitudinal dos Pilares .....	111
Tabela 66: Momentos de Cálculo - Lajes Técnicas .....	113
Tabela 67: Momentos de Cálculo - Cobertura dos Reservatórios.....	113

Tabela 68: Configuração da Armadura Longitudinal dos Pilares acima do nível da Cobertura .....	114
Tabela 69: Momentos de Cálculo - Pilaretes.....	115
Tabela 70: Configuração da Armadura Longitudinal dos Pilaretes .....	116
Tabela 71: Distribuição Transversal .....	117
Tabela 72: Comprimento de Espera .....	118
Tabela 73: Armaduras Transversais (Estribos e Grampos) .....	119
Tabela 74: Cargas nos Pilares.....	121

## LISTA DE SÍMBOLOS

$\tilde{x}_i$  – coordenada  $\tilde{x}$  da mola  $i$  na configuração inicial;

$\tilde{y}_i$  – coordenada  $\tilde{y}$  da mola  $i$  na configuração inicial;

$\emptyset_1$  – diâmetro da primeira camada da armadura longitudinal em 6.2;

$\emptyset_2$  – diâmetro da segunda camada da armadura longitudinal em 6.2;

$\emptyset_1$  – diâmetro da armadura longitudinal;

$\emptyset_t$  – diâmetro da armadura transversal (estribo);

$h_x$  – dimensão da seção do pilar na direção  $x$ ;

$h_y$  – dimensão da seção do pilar na direção  $y$ ;

$\alpha_1$  – valor-limite para que uma estrutura reticulada simétrica possa ser considerada como sendo de nós fixos;

$\Delta_1$  – valor a ser descontado por dobra para determinar o comprimento de corte, ou seja, comprimento reto da barra a ser cortado pelo armador em 6.3.1.

$A_s$  – área da seção transversal da armadura em 4.5;

$A_s$  – área das barras da armadura longitudinal tracionada em 6.2;

$A'_s$  – área das barras da armadura longitudinal comprimida (não ocorre neste projeto) em 6.2;

$A_{sw}$  – área da seção transversal dos estribos de força cortante;

$C_a$  – coeficiente de arrasto;

$E_s$  – módulo de elasticidade do aço de armadura passiva;

$E_{ci}$  – módulo de elasticidade;

$E_{cs}$  – módulo de deformação secante do concreto;



$E_{cs} \cdot I_c$  – representa o somatório dos valores de rigidez de todos os pilares na direção considerada;

$F_h$  – força horizontal atribuída para determinar os deslocamentos;

$F_x$  – força aplicada no centro elástico, na direção x em 3.4;

$F_x$  – força de reação da mola na direção x;

$F_{xi}$  – força de reação da mola i na direção x em 3.4;

$F_{xi}$  – reação da mola i na direção x;

$F_y$  – força aplicada no centro elástico, na direção y em 3.4;

$F_y$  – força de reação da mola na direção y em 3.4;

$F_{yi}$  – força de reação da mola i na direção y em 3.4;

$F_{yi}$  – reação da mola i na direção y;

$H_{tot}$  – é a altura total da estrutura, medida a partir do topo da fundação ou de um nível pouco deslocável do subsolo;

$I_c$  – momento de inércia da seção bruta de concreto;

$I_{eq}$  – momento de inércia da seção ;

$M_d$  – momento de cálculo;

$N_k$  – é o somatório de todas as cargas verticais atuantes na estrutura (a partir do nível considerado para o cálculo de  $H_{tot}$ ), com seu valor característico;

$R_e$  – raio externo;

$R_m$  – raio médio;

$S_1$  – fator topográfico;

$S_2$  – fator que considera a influência da rugosidade do terreno, das dimensões da edificação ou parte da edificação em estudo, e de sua altura sobre o terreno;

$S_3$  – fator baseado em conceitos probabilísticos;

$V_{Rd2}$  – força cortante resistente de cálculo, relativa à ruína das diagonais comprimidas de concreto;

$V_{Rd3}$  – força cortante resistente de cálculo, relativa à ruína por tração diagonal;

$V_c$  – parcela de força cortante absorvida por mecanismos complementares ao da treliça;

$V_k$  – velocidade característica do vento;

$V_{sd}$  – força cortante solicitante de cálculo, na seção;

$V_{sw}$  – parcela resistida pela armadura transversal;

$a_1$  – distância do centro da carga ao apoio para cujo lado está a seção que se estuda, considerada em todos os cálculos o centro da laje;

$a_l$  – deslocamento para diagrama de momentos fletores;

$a_r, b_r$  – vãos reduzidos;

$b_w$  – largura considerada de laje sobre a qual atua carga linear em 4.4;

$b_w$  – largura da viga em 6.2;

$d'$  – distância entre o centro de gravidade da armadura comprimida até a fibra mais comprimida do concreto em 6.2;

$d_1$  – altura útil, distância entre o centro de gravidade da armadura tracionada até a fibra mais comprimida do concreto em 6.2;

$d_2$  – altura útil da segunda camada em 6.2;

$e_h$  – espaço horizontal entre as barras;

$e_v$  – espaço vertical entre as barras;

$f_{(t=0)}$  – flecha imediata;

$f_{(t=\infty)}$  – flecha diferida ao longo do tempo;

$f_{bd}$  – resistência de aderência de cálculo da armadura passiva;

$f_{cd}$  – resistência de cálculo à compressão do concreto;

$f_{ck}$  – resistência característica à compressão do concreto;

$f_{ctd}$  – resistência do concreto à tração direta, obtida pela divisão do  $f_{ctk,inf}$  pelo  $\gamma_c$ , ou seja  $(0,7f_{ctm}/\gamma_c)$ ;

$f_{ctm}$  – resistência média do concreto à tração;

$f_{yd}$  – tensão de escoamento de cálculo do aço;

$f_{yk}$  – resistência característica ao escoamento do aço;

$f_{ywd}$  – tensão na armadura transversal passiva;

$f_{ywk}$  – resistência característica ao escoamento do aço da armadura transversal;

$k_R$  – rigidez do sistema à rotação em torno do centro elástico;

$k_r$  – rigidez do sistema à rotação em torno do centro elástico;

$k_x$  – constante elástica da mola na direção x;

$k_{xi}$  – constante elástica da mola i na direção x;

$k_{xi}$  – constante elástica da mola i na direção x;

$k_y$  – constante elástica da mola na direção y;

$k_{yi}$  – constante elástica da mola i na direção y;

$m_a$  – momento fletor na seção crítica de fissuração; é o momento máximo no vão para lajes biapoiadas ou contínuas, para combinação quase permanente de serviço;

$m_r$  – momento de fissuração da laje;

$p'$  - taxa de armadura comprimida;

$p_{d,ser}$  – carga de serviço, combinação quase permanente;

$x_0$  – coordenada do centro elástico no eixo x;

$y_0$  – coordenada do centro elástico no eixo y;

$\alpha_E$  – parâmetro conforme agregado, valor adotado para granito;

$\alpha_c$  – parâmetro de redução da resistência do concreto a compressão;

$\alpha_c$  – parâmetro de redução da resistência do concreto a compressão;

$\alpha_i$  – parâmetro para conversão de  $E_{ci}$  em  $E_{cs}$ ;

$\alpha_{v2}$  – parâmetro para verificação da compressão diagonal do concreto  $V_{Rd2}$ ;

$\gamma_c$  – coeficiente de ponderação da resistência do concreto;

$\gamma_s$  – coeficiente de minoração da resistência do aço;

$\delta_x$  – deslocamento horizontal da mola na direção x;

$\delta_y$  – deslocamento horizontal da mola na direção y;

$\varepsilon_{c2}$  – deformação específica de encurtamento do concreto no início do patamar plástico;

$\varepsilon_{cu}$  – deformação específica de encurtamento do concreto na ruptura;

$\varepsilon_{yd}$  – deformação do aço no início do escoamento;

$\eta_1$  – coeficiente de aderência; 2,25, já que todas as barras serão nervuradas (CA-50);

$\eta_2$  – coeficiente de aderência; 1,0 ou 0,7, para boa e má aderência respectivamente, de acordo com item 9.3.1 da NBR 6118;

$\eta_3$  – coeficiente de aderência; 1,0 já que todas as barras possuem  $\emptyset \leq 32\text{mm}$ ;

$\Delta\xi$  – coeficiente em função do tempo;

a – largura da parede;

a – largura dos degraus em 5;

b – altura dos degraus em 5;

$h$  – altura da laje em 4;

$h$  – altura da seção transversal em 6.2;

$n$  – é o número de níveis de barras horizontais (andares) acima da fundação ou de um nível pouco deslocável do subsolo;

$s$  – espaçamento entre elementos de armadura transversal  $A_{sw}$ , medido segundo o eixo longitudinal da peça;

$\lambda$  – relação entre a profundidade  $y$  do diagrama de compressão equivalente a profundidade efetiva  $x$  da linha neutra;

$M$  – momento gerado pela carga pontual em 4.4.2;

$M$  – momento proveniente da existência das excentricidades em 3.4.2;

$P$  – carga pontual, nesse caso representando o somatório do conjunto de paredes em 4.4.2;

$P$  – força horizontal atribuída para determinar os deslocamentos em 3.4 e 3.5;

$b$  – largura da laje, considerada 1,0m para fins de cálculo em 4.2;

$b$  – largura da seção transversal em 6.2;

$b$  – largura da seção transversal;

$c$  – cobrimento nominal;

$d$  – altura útil, distância entre o centro de gravidade da armadura tracionada até a fibra mais comprimida do concreto em 6.2;

$d$  – altura útil, distância entre o centro de gravidade da armadura tracionada até a fibra mais comprimida do concreto;

$ery$  – excentricidade em  $y$  em função da rigidez;

$erx$  – excentricidade em  $x$  em função da rigidez;

$evx$  – excentricidade da incidência do vento em  $x$ ;

$e_{vy}$  – excentricidade da incidência do vento em  $y$ ;

$f$  – flecha total;

$g$  – parcela de cargas permanentes;

$i$  – grau de engastamento;

$k$  – constante elástica da mola (rigidez lateral);

$l$  – menor vão da laje;

$l$  – vão menor da laje em 4.4.1 e 4.4.2;

$m$  – momento no vão;

$m'$  – momento fletor negativo no engaste;

$n$  – número máximo de barras em uma mesma camada em 6.2;

$p$  – carga superficial em 4;

$p$  – carga vertical total em 3;

$q$  – parcela de cargas variáveis;

$x$  – posição da linha neutra em 6.2;

$\alpha$  – valor tabelado em função das vinculações da laje, conforme Figura 14 para lajes;

$\delta$  – deslocamento horizontal da mola em 3.2;

$\delta$  – deslocamento sofrido pelo pórtico no topo da estrutura de contraventamento em 3.5;

$\kappa$  – coeficiente que depende da vinculação e da relação entre os vãos da laje em 4.2;

$\lambda$  – relação entre a profundidade  $y$  do diagrama de compressão equivalente a profundidade efetiva  $x$  da linha neutra;

$\xi(t)$  – valor do coeficiente no tempo em que se deseja estimar o valor da flecha diferida;

$\varphi$  – coeficiente de ortotropía.

# SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	19
2	DESCRIÇÃO DA EDIFICAÇÃO.....	20
2.1	EMPREENHIMENTO .....	20
2.2	CARACTERÍSTICAS.....	20
2.3	SIMPLIFICAÇÕES .....	21
2.4	LIMITAÇÕES .....	23
3	PREMISSAS .....	24
3.1	ESCOLHA DOS MATERIAIS .....	24
3.2	COMPOSIÇÃO DE CARGAS.....	26
3.3	ANÁLISE DAS CARGAS DE VENTO.....	29
3.3.1	Vento incidindo na maior fachada .....	32
3.3.2	Vento Incidindo na menor fachada .....	33
3.4	DISTRIBUIÇÃO DAS CARGAS HORIZONTAIS .....	34
3.4.1	Translação do Diafragma Rígido .....	37
3.4.2	Rotação do diafragma rígido em relação ao centro elástico.....	42
3.5	PARÂMETRO DE INSTABILIDADE $\alpha$ .....	47
4	LAJES.....	51
4.1	DIMENSIONAMENTO .....	51
4.1.1	Critério para definição entre lajes armadas em uma só direção e armadas em duas direções (em cruz) .....	51
4.1.2	Vãos efetivos .....	51
4.2	VERIFICAÇÃO DOS ESTADOS LIMITES DE SERVIÇO .....	52
4.3	LAJES ARMADAS EM DUAS DIREÇÕES.....	57
4.3.1	Lajes Isótropas .....	58
4.3.2	Lajes Ortótropas .....	58
4.3.3	Cargas Lineares de Lajes Armadas em Duas Direções .....	60
4.4	LAJES ARMADAS EM UMA DIREÇÃO .....	61
4.4.1	Cargas Lineares Paralelas ao vão.....	62
4.4.2	Cargas Lineares Perpendiculares ao Vão .....	64
4.5	DETERMINAÇÃO DA ARMADURA.....	66
4.6	REAÇÕES NOS APOIOS .....	68
4.7	MEMORIAL DE CÁLCULO.....	69
4.8	DETALHAMENTO DAS LAJES.....	70



5	ESCADA.....	72
6	VIGAS.....	78
6.1	CARGAS ATUANTES SOBRE AS VIGAS.....	78
6.1.1	Valores relacionados ao pavimento tipo.....	78
6.1.2	Valores relacionados à cobertura.....	80
6.1.3	Valores relacionados a lajes técnicas.....	82
6.1.4	Valores relacionados a cobertura dos reservatórios.....	82
6.2	ARMADURA DE FLEXÃO.....	82
6.3	ARMADURA DE CORTE.....	89
6.4	COMPRIMENTO DE ANCORAGEM.....	90
6.5	DETALHAMENTO.....	92
6.5.1	Armadura longitudinal.....	92
6.5.2	Armadura Transversal.....	94
6.5.3	Armadura de Pele.....	95
7	PILARES.....	96
7.1	DIMENSIONAMENTO.....	100
7.1.1	Pilares do Volume Superior.....	112
7.1.2	Pilares sem continuidade.....	114
7.2	DETALHAMENTO.....	116
7.3	CARGAS NAS FUNDAÇÕES.....	120
8	DIAGRAMAS E PLANTAS.....	121
	REFERÊNCIAS.....	123
	ANEXO A – Limites.....	124
	ANEXO B – Fórmulas utilizadas para dimensionamento de armadura transversal.....	125
	APÊNDICE A – Memorial de cálculo das lajes do tipo.....	127
	APÊNDICE B – Memorial de cálculo das lajes da cobertura.....	157
	APÊNDICE C – Memorial de cálculo das lajes técnicas.....	192
	APÊNDICE D – Memorial de cálculo das lajes de cobertura dos reservatórios.....	195
	APÊNDICE E – Composição de cargas das vigas do tipo.....	199
	APÊNDICE F – Composição de cargas das vigas da cobertura.....	204
	APÊNDICE G – Composição de cargas das vigas das lajes técnicas.....	207
	APÊNDICE H – Composição de cargas das vigas das coberturas dos reservatórios.....	208
	APÊNDICE I – Dimensionamento de vigas do tipo.....	209
	APÊNDICE J – Dimensionamento de vigas da cobertura.....	215
	APÊNDICE K – Dimensionamento de vigas das lajes técnicas.....	221

APÊNDICE L – Dimensionamento de vigas da cobertura dos reservatórios .....	222
APÊNDICE M – Comprimentos de ancoragem de vigas do tipo .....	223
APÊNDICE N – Comprimentos de ancoragem de vigas da cobertura.....	225
APÊNDICE O – Comprimentos de ancoragem de vigas das lajes técnicas.....	227
APÊNDICE P – Comprimentos de ancoragem de vigas da cobertura dos reservatórios .....	228
APÊNDICE Q – Comprimentos de traspasse das barras do tipo .....	229
APÊNDICE R – Comprimentos de traspasse das barras da cobertura .....	231
APÊNDICE S – Comprimentos de traspasse das barras das lajes técnicas.....	233
APÊNDICE T – Comprimentos de traspasse das barras da cobertura dos reservatórios .....	234
APÊNDICE U – Dimensionamento da armadura transversal e determinação do al – vigas do tipo.....	235
APÊNDICE V – Dimensionamento da armadura transversal e determinação do al – vigas da cobertura.....	239
APÊNDICE W – Dimensionamento da armadura transversal e determinação do al – vigas de lajes técnicas .....	243
APÊNDICE X – Dimensionamento da armadura transversal e determinação do al – vigas da cobertura dos reservatórios .....	244
APÊNDICE Y – Diagramas .....	245

## **1 INTRODUÇÃO**

O projeto estrutural de edificação de concreto armado, a ser apresentado, guia-se pelas normas vigentes e pelas boas práticas - desta forma são utilizadas normas ABNT e bibliografia especializada consolidada dentro dos meios profissionais e acadêmicos.

A principal norma utilizada nesse projeto naturalmente é a NBR 6118 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2014), intitulada “Projeto de Estruturas de Concreto – Procedimento”. Em consequência de sua frequente indicação no texto apresentado, toda vez que for feita referência simplesmente à NBR 6118, entenda-se que se cita a NBR 6118 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2014).

Serão apresentados: localização e destinação da edificação; cargas atuantes; dimensionamento de pilares, vigas, lajes e escada; planta de fôrmas e detalhamento de todas as lajes; detalhamento das peças mais importantes das vigas e pilares.

## **2 DESCRIÇÃO DA EDIFICAÇÃO**

### **2.1 EMPREENDIMENTO**

O empreendimento consiste em um prédio residencial de 15 (quinze) pavimentos, localizado na cidade de Porto Alegre. Edificações residenciais, conforme o Código de Obras da cidade são: “(...) aquelas destinadas, basicamente, à atividade de moradia, seja do tipo unifamiliar, multifamiliar ou coletiva (grupo social equivalente à família)”. Classificando-se este como de Habitação Multifamiliar na qual as unidades residenciais são autônomas.

A edificação possui 56 economias. O prédio possui ainda um subsolo com estacionamento e circulação; térreo com estacionamento, bicicletário, área condominial, infraestrutura de lazer e guarita; 2º pavimento com dois apartamentos, circulação e estacionamento; pavimentos tipo (3º ao 15º) com quatro apartamentos e circulação; e, por fim, cobertura com casa de máquinas e reservatórios superiores. A área a construir resultante da soma de todos os pavimentos descritos é de 8.113,63m<sup>2</sup>, sendo que cada pavimento tipo tem área de 445,35m<sup>2</sup>.

Há basicamente duas opções de plantas: padrão 3 suítes, com 110m<sup>2</sup> (finais 1 e 2) e padrão duas suítes, com 82m<sup>2</sup> (finais 3 e 4).

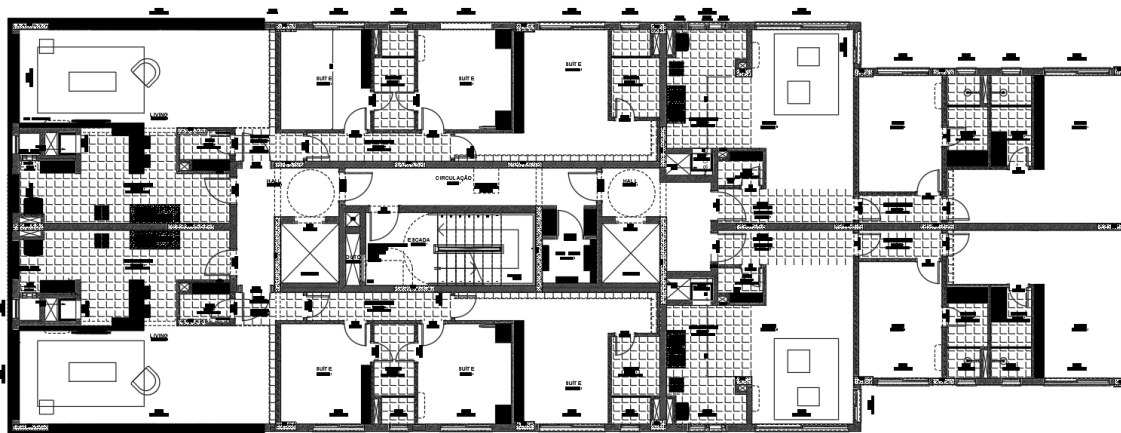
Para a utilização das plantas arquitetônicas da edificação, obteve-se autorização. Entretanto, a pedido da empresa, não foi autorizada a publicação de qualquer dado que pudesse levar à identificação do empreendimento. Isso justifica a não apresentação de nomes de construtora e projetista, bem como de imagens ou referências aos sites.

### **2.2 CARACTERÍSTICAS**

A edificação possui estrutura de concreto armado; alvenaria de vedação em todo o seu fechamento, bem como nas paredes limítrofes dos apartamentos (estejam elas entre dois apartamentos ou entre apartamentos e áreas comuns) e também em pequenos trechos dentro das unidades ou em áreas comuns; já as paredes de gesso acartonado foram utilizadas apenas dentro das unidades.

A planta arquitetônica do pavimento tipo pode ser vista na Figura 1, as áreas hachuradas são as que possuem forro. Há uma indicação prévia das localização dos pilares e vigas.

Figura 1: Arquitetônico



(fonte: empresa de projetos de POA que deseja permanecer anônima)

Buscou-se preservar, sempre que possível, as características arquitetônicas consideradas desejáveis. Sendo assim, o posicionamento dos pilares e vigas, bem como suas dimensões, foram pensados para que a estrutura não gerasse impactos visuais desnecessários; para isso foram considerados a presença e características das alvenarias e forros a fim de se esconderem as peças estruturais; também evitou-se a colocação de vigas em ambientes onde não há previsão de forro, como a sala de estar dos apartamentos, mantendo o pé direito e também a amplitude do ambiente.

O posicionamento dos pilares, por exemplo, foi executado de forma a preservar as características originais da edificação de maneira que, embora não constem no trabalho, sejam respeitadas vagas de estacionamento e outras características do térreo, como ventilações. Como exemplos de modificações no lançamento de pilares deste trabalho, foram suprimidos dois pilares simétricos da proposta arquitetônica, também foram inseridos dois pilares simétricos que não existiam.

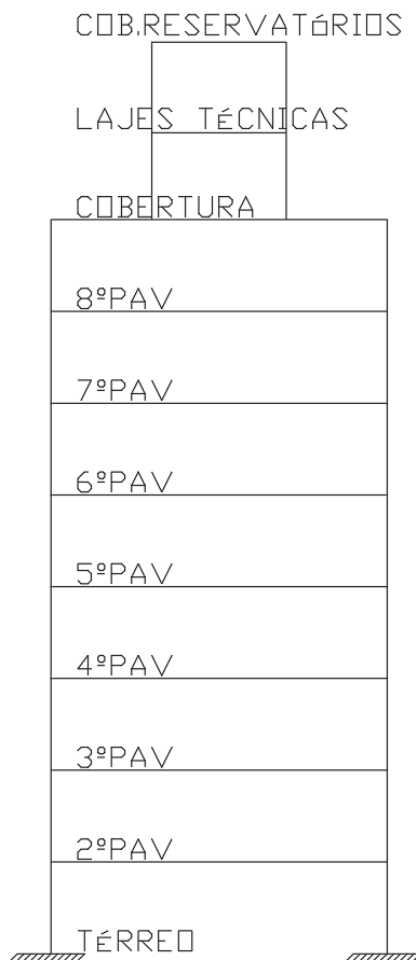
## 2.3 SIMPLIFICAÇÕES

Para o dimensionamento realizado neste trabalho, foram feitas simplificações consoantes a delimitações propostas em seu escopo. O subsolo foi suprimido, o número

de pavimentos foi reduzido de 15 para 8, considerou-se o volume dos reservatórios reduzido em cinquenta por cento, visto que houve redução da população.

O resultado é uma edificação com pavimento térreo, pavimentos tipo (2º ao 8º pavimento), e cobertura (cobertura, casa de máquinas e reservatório superior). Para melhor visualização ver Figura 2.

Figura 2: Perfil Esquemático



(fonte: elaborado pelo autor)

As aberturas em lajes (*shafts* ou furo nas lajes técnicas dos elevadores) e de furos em vigas não foram dimensionadas. Para os *shafts* existem apenas previsões, então não foram efetuados quaisquer tipos de dimensionamentos ou verificações de reforços nesse sentido, visto que não se encontram no escopo do trabalho. Para os furos em vigas adotou-se a mesma decisão, pois além de não estar no escopo do trabalho, não há qualquer informação sobre as posições e dimensões necessárias.

Os pavimentos do volume superior, lajes técnicas e cobertura dos reservatórios, foram recriados a partir dos cortes existentes no arquitetônico disponibilizado. Os cortes não serão mostrados, visto que sua reprodução não foi autorizada.

## **2.4 LIMITAÇÕES**

Não são apresentados quaisquer análises ou dimensionamentos referentes a fundações da edificação ou assuntos correlatos como subsolos, cortinas, muros de arrimo.

Foi feita análise para que o parâmetro de instabilidade global  $\alpha$  indicasse uma estrutura de nós fixos, desta forma não realizou-se, por não ser necessária, a análise de esforços globais de 2ª ordem.

Os deslocamentos limites em serviço foram avaliados apenas para lajes e escadas.

Visto que a NBR 6120 foi atualizada no decorrer deste projeto, especificamente em 30/09/2019, manteve-se a utilização da norma de novembro de 1980.

### 3 PREMISSAS

#### 3.1 ESCOLHA DOS MATERIAIS

A resistência característica do concreto utilizado é de 30MPa conforme Tabela 1, a qual apresenta valores utilizados para cálculos. O valor do parâmetro  $\lambda$  utilizado para converter o diagrama parábola-retângulo em retângulo de profundidade  $y = \lambda \cdot x$ , bem como o valor de  $\alpha_c$  são calculados para concretos até C50, conforme item 17.2.2 da NBR 6118.

Tabela 1: Propriedades do Concreto

Características do Concreto	
$f_{ck}$ (MPa)	30
$\lambda$	0,80
$\alpha_c$	0,85
$\gamma_c$	1,4
$\alpha_E$	1,0
$E_{ci}$ (Mpa)	30672,5
$\alpha_i$	0,88
$E_{cs}$ (Mpa)	26838,4
$\alpha_c f_{cd}$ (kN/cm <sup>2</sup> ):	1,821
$f_{ctm}$ (MPa)	2,90
$f_{ctd}$ (MPa)	1,45
$\alpha_{v2}$	0,88
$\epsilon_{cu}$	0,0035
$\epsilon_{c2}$	0,002
$x_{34}/d$	0,63
$x_{dúctil}/d$	0,45
$x_{máx}/d$	0,45
$y_{máx}/d$	0,36

(fonte: elaborado pelo autor)

Sendo:

$f_{ck}$  – resistência característica à compressão do concreto;

$\lambda$  – relação entre a profundidade  $y$  do diagrama de compressão equivalente a profundidade efetiva  $x$  da linha neutra;

$\alpha_c$  – parâmetro de redução da resistência do concreto a compressão;



$\gamma_c$  – coeficiente de ponderação da resistência do concreto;

$\alpha_E$  – parâmetro conforme agregado, valor adotado para granito;

$E_{ci}$  – módulo de elasticidade;

$\alpha_i$  – parâmetro para conversão de  $E_{ci}$  em  $E_{cs}$ ;

$E_{cs}$  – módulo de deformação secante do concreto;

$f_{ctm}$  – resistência à tração direta do concreto no estado limite de deformação excessiva;

$f_{ctd}$  – resistência do concreto à tração direta, obtida pela divisão do  $f_{ctk,inf}$  pelo  $\gamma_c$ , ou seja ( $0,7f_{ctm}/\gamma_c$ );

$\alpha_{v2}$  – parâmetro para verificação da compressão diagonal do concreto  $V_{Rd2}$ ;

$\varepsilon_{cu}$  – deformação específica de encurtamento do concreto na ruptura;

$\varepsilon_{c2}$  – deformação específica de encurtamento do concreto no início do patamar plástico.

Algumas fórmulas encontram-se no Anexo A.

Tabela 2: Propriedades do Aço

CA-50	
$f_{yk}$ (kN/cm <sup>2</sup> )	50
$\gamma_s$	1,15
$f_{yd}$ (kN/cm <sup>2</sup> )	43,48
$E_s$ (MPa)	210.000
$\varepsilon_{yd}$	0,00207
CA-60	
$f_{ywk}$ (MPa)	600
$f_{ywd}$ (MPa)	435

(fonte: elaborado pelo autor)

Sendo:

$f_{yk}$  – resistência característica ao escoamento do aço;

$\gamma_s$  – coeficiente de minoração da resistência do aço;

$f_{yd}$  – tensão de escoamento de cálculo;

$E_s$  – módulo de elasticidade do aço de armadura passiva;

$\varepsilon_{yd}$  – deformação do aço no início do escoamento;

$f_{ywk}$  – resistência característica ao escoamento do aço da armadura transversal;

$f_{ywd}$  – tensão na armadura transversal passiva, limitado por norma.

### 3.2 COMPOSIÇÃO DE CARGAS

A determinação das cargas foi desenvolvida adotando-se para as paredes de alvenaria os padrões determinados na Tabela 3.

Tabela 3: Padrões de cargas para paredes de alvenaria

Paredes	Camadas	Espessura (m)	Altura (m)	Peso Específico Aparente (kN/m <sup>3</sup> )	q (kN/m)	Total (kN/m)	Total (kN/m <sup>3</sup> )
Externas	Reboco Interno	0,02	2,7	19	1,0	10,3	14,6
	Blocos	0,19	2,7	13	6,7		
	Reboco Externo	0,05	2,7	19	2,6		
Internas	Reboco	0,02	2,7	19	1,0	7,3	14,3
	Blocos	0,15	2,7	13	5,3		
	Reboco	0,02	2,7	19	1,0		

(fonte: elaborado pelo autor)

Os valores adotados para os pesos específicos dos rebocos e dos blocos cerâmicos furados, estes não previstos na NBR 6120 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1980), foram retirados do Projeto de Revisão da NBR 6120 R10.

A NBR 6120 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1980) apresenta peso específico aparente para tijolos furados, material que mais e aproxima dos blocos cerâmicos furados utilizados nesse dimensionamento; verificou-se entretanto, que na Revisão da NBR 6120 R10, há a indicação específica de valor para blocos cerâmicos furados, sendo esta última utilizada como referência por conter descrição mais precisa do material, embora os valores adotados sejam os mesmos (13kN/m<sup>3</sup>).

A diferença de espessura de revestimento considerada para as faces externas das paredes leva em consideração o fato de que erros de prumo nas fachadas são frequentemente corrigidos no revestimento.

Paredes de alvenaria apoiadas diretamente nas lajes serão consideradas como cargas lineares na direção das paredes no centro dos vãos das lajes, posição mais desfavorável, para fins de cálculo de momentos fletores; e em suas posições reais para fins de reações das lajes.

Referente às paredes de gesso acartonado (drywall), utilizou-se também o Projeto de Revisão da NBR6120 R10. A NBR sugere uma carga em kN/m<sup>2</sup> para uma faixa de espessuras de perfis, conforme Figura 3.

Figura 3: Dados do drywall conforme proposta da NBR 6120 R10

Material	Espessura nominal do elemento (cm)	Peso (kN/m <sup>2</sup> )
Drywall (composição: montantes metálicos, 4 chapas com 12,5 mm de espessura cada e isolamento acústico com lâ de rocha ou lâ de vidro com 50 mm de espessura)	7 a 30	0,5

(fonte: NBR 6120 R10)

A espessura da parede determinada pelo projeto arquitetônico varia de 6 a 17 cm dependendo dos cômodos que estão sendo separados e se a aplicação é algum detalhe estético. Visto que a proposta da norma ainda se encontra em revisão e a carga do drywall será considerada como carga distribuída sobre as lajes, optou-se por majorar o valor fornecido em 20%. O padrão de carga do drywall está determinado na Tabela 4.

Tabela 4: Padrão de carga do Drywall

Drywall	Altura (m)	Peso (kN/m <sup>2</sup> )	Sub -Total (kN/m)	Majoração	Total (kN/m)
Montantes metálicos, 4 chapas com 12,5 mm de espessura cada e isolamento acústico com lâ de rocha ou lâ de vidro com 50 mm de espessura.	2,7	0,5	1,35	1,2	1,62

(fonte: elaborado pelo autor)

Em virtude da falta de informações sobre o tipo de churrasqueira a ser instalada, a carga das churrasqueiras foi incorporada a carga das paredes, as churrasqueiras cobrem uma área muito pequena sobre a laje, a qual também foi contabilizada para a carga acidental que nunca poderá agir nesse espaço.

As cargas das lajes foram compostas de cima para baixo em corte por cargas permanentes: piso, argamassa para assentamento, contrapiso, laje de concreto armado e reboco de teto, e também por cargas acidentais aplicadas conforme a utilização dos ambientes. A Tabela 5 mostra os valores utilizados para cada material, todos os pesos específicos aparentes utilizados são provenientes da NBR 6120 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1980), e o total encontrado em função das espessuras.

Para os pisos, foram consideradas lajotas cerâmicas; para camada de argamassa e contrapiso foi considerada argamassa de cimento e areia; para a laje, concreto armado; e para o reboco de teto, argamassa de cal, cimento e areia.

Usualmente em lajes, considera-se o carregamento distribuído  $p$  (kN/m<sup>2</sup>).

$$p = g + q \quad (3.1)$$

Sendo:

$p$  – carga vertical total;

$g$  – parcela de cargas permanentes;

$q$  – parcela de cargas variáveis.

Na Tabela 5 temos o detalhamento da composição de cargas superficiais para as lajes do pavimento tipo. Essas combinações estão considerando as cargas com seus valores integrais, sendo apenas informativas, visto que para as composições de ELS e ELU são ponderadas conforme descrito neste trabalho. As outras composições estão na Tabela 6, Tabela 7 e Tabela 8.

Tabela 5: Composição de Cargas Superficiais das Lajes do Pavimento Tipo

Cômodos	Camadas	Altura (m)	Peso Específico Aparente (kN/m <sup>3</sup> )	Cargas (kN/m <sup>2</sup> )	Total p(kN/m <sup>2</sup> )
Dormitório, sala, copa, cozinha e banheiro	Piso	0,010	18	0,18	5,20
	Argamassa	0,010	21	0,21	
	Contrapiso	0,025	21	0,525	
	Laje CA	0,10	25	2,5	
	Reboco Teto	0,015	19	0,285	
	Carga Acidental (q)			1,5	
Despensa, Área de Serviço, Lavanderia	Piso	0,010	18	0,18	5,70
	Argamassa	0,010	21	0,21	
	Contrapiso	0,025	21	0,525	
	Laje CA	0,10	25	2,5	
	Reboco Teto	0,015	19	0,285	
	Carga Acidental (q)			2	
Corredores com acesso ao público	Piso	0,010	18	0,18	6,70
	Argamassa	0,010	21	0,21	
	Contrapiso	0,025	21	0,525	
	Laje CA	0,10	25	2,5	
	Reboco Teto	0,015	19	0,285	
	Carga Acidental (q)			3	

(fonte: elaborado pelo autor)

Tabela 6: Composição de Cargas Superficiais das Lajes Técnicas

Local	Camadas	Altura (m)	Peso Específico Aparente (kN/m <sup>3</sup> )	Cargas (kN/m <sup>2</sup> )	Total (kN/m <sup>2</sup> )
Área Técnica	Maquinário			1,2	33,20
	Laje CA	0,080	25	2	
	Carga Acidental (q)			30	

(fonte: elaborado pelo autor)

Tabela 7: Composição de Cargas Superficiais das Lajes da Cobertura

Local	Camadas	Altura (m)	Peso Específico Aparente (kN/m <sup>3</sup> )	Carga (kN/m <sup>2</sup> )	Total (kN/m <sup>2</sup> )
Terraço	Piso	0,010	18	0,18	5,70
	Argamassa	0,010	21	0,21	
	Contrapiso	0,025	21	0,525	
	Laje CA	0,100	25	2,5	
	Reboco Teto	0,015	19	0,285	
	Carga Acidental (q)			2	

(fonte: elaborado pelo autor)

Tabela 8: Composição de Cargas Superficiais das Lajes da Cobertura dos Reservatórios

Local	Camadas	Altura (m)	Peso Específico Aparente (kN/m <sup>3</sup> )	Carga (kN/m <sup>2</sup> )	Total (kN/m <sup>2</sup> )
Terraço	Piso	0,01	18	0,18	6,20
	Argamassa	0,01	21	0,21	
	Contrapiso	0,025	21	0,525	
	Laje CA	0,12	25	3	
	Reboco Teto	0,015	19	0,285	
	Carga Acidental (q)			2	

(fonte: elaborado pelo autor)

### 3.3 ANÁLISE DAS CARGAS DE VENTO

As forças devidas ao vento foram determinadas conforme NBR 6123 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1987), considerando-se o empreendimento realizado na cidade de Porto Alegre. Como todas as referências à norma nesta seção se referem à NBR 6123 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1987), será denominada apenas NBR 6123.

A altura considerada para a edificação foi a altura total do nível do solo até a maior cota onde permanece a projeção em planta do pavimento tipo; desta forma considerou-se 21,92m, sendo que o pé direito é de 2,74m.

A Velocidade Básica ( $V_0$ ) considerada foi de 47m/s, valor encontrado por aproximação na Figura 1 da NBR 6123. Conforme texto da norma é a “máxima velocidade média medida sobre 3 segundos, que pode ser excedida em média uma vez em 50 anos, a 10m sobre o nível do terreno em lugar aberto e plano”.

A velocidade característica do vento ( $V_k$ ) é determinada em função de três fatores:

$$V_k = V_0 \cdot S_1 \cdot S_2 \cdot S_3 \quad (3.2)$$

Sendo:

$S_1$  – fator topográfico;

$S_2$  – fator que considera a influência da rugosidade do terreno, das dimensões da edificação ou parte da edificação em estudo, e de sua altura sobre o terreno;

$S_3$  – fator baseado em conceitos probabilísticos.

Considerando-se a edificação em terreno plano ou fracamente acidentado, determina-se  $S_1=1,0$ , conforme item 5.2 da NBR 6123.

Já o fator  $S_2$  necessita de uma classificação em classes e categorias. Decidiu-se considerar entorno do empreendimento como terreno coberto por obstáculos numerosos e pouco espaçados em zona urbanizada, subúrbio de grande cidade, assim enquadrou-se a edificação, conforme item 5.3.1 da NBR 6123, em Categoria IV. Como a maior dimensão, horizontal ou frontal da edificação, está entre 20 e 50 metros enquadra-se, conforme item 5.3.2, em Classe B.

Inserindo os valores determinados na Tabela 1 da NBR 6123, obtém-se “b”, “p”, e “Fr”, a fim de determinar  $S_2$ .

O fator  $S_2$  foi dimensionado para cada cota de laje (pavimento), sendo a carga da área de influência determinada a partir deste valor.

O parâmetro  $S_3$  é mais simples de se determinar, pois a edificação tem função residencial. Sendo  $S_3=1,00$  por se enquadrar no Grupo 2, conforme Tabela 3 da NBR 6123.

Para a determinação do coeficiente de arrasto ( $C_a$ ) para edificações paralelepípedicas em vento de baixa turbulência, utilizou-se o item 6.3 da NBR 6123, o qual é aplicável a “(...) corpos de seção constante ou fracamente variável”, a partir daí considerou-se a projeção em planta como um retângulo. Os parâmetros “a” e “b” representam respectivamente a maior e a menor aresta deste retângulo, conforme a incidência do vento na maior ou menos fachada, “a” e “b” são associados a “11” e “12”. A determinação do coeficiente de arrasto utilizado é feita conforme Figura 4 da NBR 6123.

Não serão considerados efeitos de vizinhança em nenhum sentido de incidência do vento. Obedecendo ao item 6.6.2 da NBR 6123, as edificações sem esses efeitos devem levar em conta esforços atuantes oriundos de uma excentricidade que corresponde a 0,075 da aresta na qual o vento incide.

A Tabela 9 apresenta um resumo das classificações e características da edificação.

*Tabela 9: Parâmetros Aerodinâmicos*

h (m)	21,92
pé direito (m)	2,74
$V_0$ (m/s)	47
Categoria	IV
Classe	B
b	0,85
p	0,125
Fr	0,98
Sem efeitos de vizinhança	
$evx$ (m)	2,68
$evy$ (m)	0,98

(fonte: elaborado pelo autor)

Sendo:

$evx$  – excentricidade da incidência do vento em x;

$evy$  – excentricidade da incidência do vento em y.

### 3.3.1 Vento incidindo na maior fachada

Visto que “11” e “12” adotam valores diferentes quando a direção de incidência do vento muda, há a necessidade de se recalcularem as duas razões inseridas no ábaco da Figura 4 da NBR 6123, a fim de se obter um  $C_a$  para cada direção.

Na Tabela 10 são mostrados os valores utilizados para a determinação de  $C_a$ .

Tabela 10:  $C_a$  para vento incidente na maior fachada

a ou l1	35,71
b ou l2	13,00
h/l1	0,61
l1/l2	2,75
$C_a$	1,21

(fonte: elaborado pelo autor)

Pressão Dinâmica:

$$q = 0,613V_K^2 \quad (3.3)$$

Força do vento sobre uma edificação:

$$F = q \cdot A \cdot C_a \quad (3.4)$$

A força global do vento sobre a edificação e sobre faixas horizontais dela está na Tabela 11.

Tabela 11: Carga de Vento na maior fachada

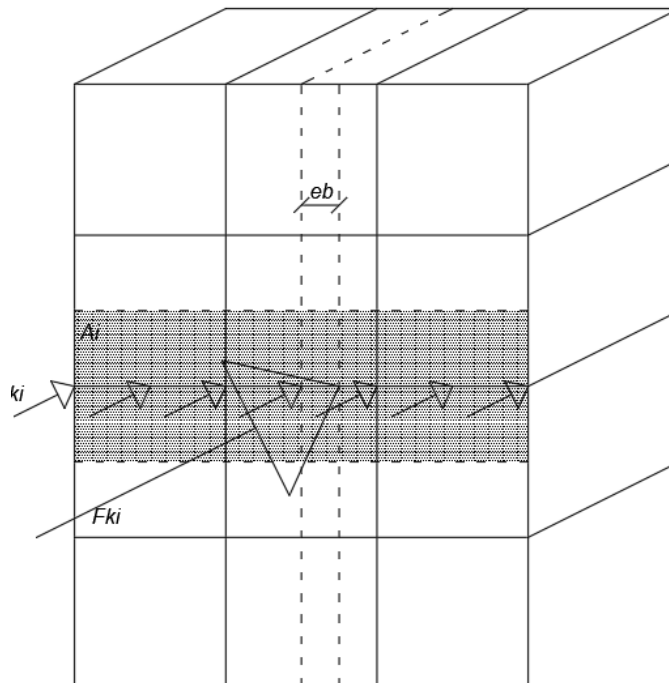
H [m]	$S_1$	$S_2(z)$	$S_3$	$V_k(z)$ [m/s]	$q(z)$ [Pa]	A (z) [m <sup>2</sup> ]	F (z) [kN]
21,92	1,00	0,92	1,00	43,19	1.143,3	48,9	67,7
19,18	1,00	0,90	1,00	42,47	1.105,8	97,8	130,9
16,44	1,00	0,89	1,00	41,66	1.064,0	97,8	126,0
13,70	1,00	0,87	1,00	40,72	1.016,5	97,8	120,4
10,96	1,00	0,84	1,00	39,60	961,4	97,8	113,8
8,22	1,00	0,81	1,00	38,20	894,7	97,8	105,9
5,48	1,00	0,77	1,00	36,32	808,4	97,8	95,7
2,74	1,00	0,71	1,00	33,30	679,8	146,8	120,7
Total:							881,1

(fonte: elaborado pelo autor)



A Figura 4 mostra uma representação de como atuam as cargas de vento, auxiliando da compreensão da determinação das cargas utilizadas.

Figura 4: Representação Esquemática da Atuação do Vento



(fonte: elaborado pelo autor)

### 3.3.2 Vento Incidindo na menor fachada

Na Tabela 12 são mostrados os valores utilizados para a determinação do  $C_a$ .

Tabela 12:  $C_a$  para vento incidente na menor fachada

a ou l2	35,71
b ou l1	13,00
h/l1	1,69
l1/l2	0,36
$C_a$	0,78

(fonte: elaborado pelo autor)

A força global do vento sobre a edificação e sobre partes dela está na Tabela 13.

Tabela 13: Carga de Vento na menor fachada

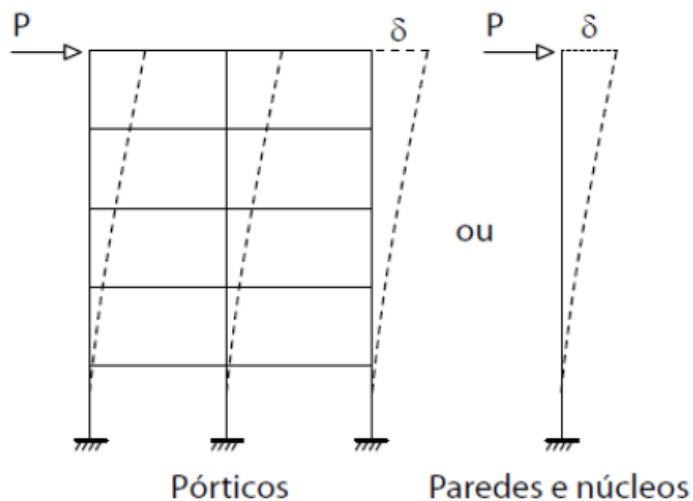
H [m]	$S_1$	$S_2(z)$	$S_3$	$V_k(z)$ [m/s]	$q(z)$ [Pa]	$A(z)$ [m <sup>2</sup> ]	$F(z)$ [kN]
21,92	1,00	0,92	1,00	43,19	1.143,3	17,8	15,9
19,18	1,00	0,90	1,00	42,47	1.105,8	35,6	30,7
16,44	1,00	0,89	1,00	41,66	1.064,0	35,6	29,6
13,70	1,00	0,87	1,00	40,72	1.016,5	35,6	28,2
10,96	1,00	0,84	1,00	39,60	961,4	35,6	26,7
8,22	1,00	0,81	1,00	38,20	894,7	35,6	24,9
5,48	1,00	0,77	1,00	36,32	808,4	35,6	22,5
2,74	1,00	0,71	1,00	33,30	679,8	53,4	28,3
Total:							206,8

(fonte: elaborado pelo autor)

### 3.4 DISTRIBUIÇÃO DAS CARGAS HORIZONTAIS

Para distribuição das cargas horizontais entre as subestruturas verticais foram considerados constantes de mola para cada estrutura de contraventamento. As estruturas de contraventamento consideradas são pórticos planos e as cargas horizontais são geradas pela ação do vento. A Figura 5 apresenta representação de um pórtico, da força aplicada e do deslocamento gerado.

Figura 5: Constante de mola de cada subestrutura de contraventamento

(fonte: Ellwanger<sup>1</sup>, apud Benincá, 2016, p.59)

<sup>1</sup> ELLWANGER, R. J. **Análise matricial de estruturas de barras**. Porto Alegre, 2006. Apostila da disciplina de Análise Estrutural por Computador da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

$$k = \frac{P}{\delta} \quad (3.5)$$

Sendo:

$k$  – constante elástica da mola (rigidez lateral);

$P$  – força horizontal atribuída para determinar os deslocamentos;

$\delta$  – deslocamento horizontal da mola.

Na determinação das forças, as fórmulas utilizadas foram:

$$F_x = k_x \cdot \delta_x \quad (3.6)$$

$$F_y = k_y \cdot \delta_y \quad (3.7)$$

Sendo:

$F_x$  – força de reação da mola na direção x;

$F_y$  – força de reação da mola na direção y;

$k_x$  – constante elástica da mola na direção x;

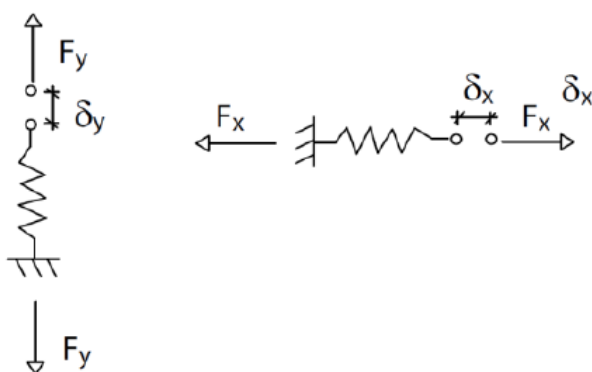
$k_y$  – constante elástica da mola na direção y;

$\delta_x$  – deslocamento horizontal da mola na direção x;

$\delta_y$  – deslocamento horizontal da mola na direção y;

Não foram consideradas molas torcionais, logo não há representação dessas molas, de momentos, ângulos de rotação ou constantes elásticas referentes a elas, pelo fato do edifício não contemplar nenhum núcleo rígido ou outra estrutura de contraventamento do tipo que tenha grande rigidez torcional, apenas pórticos. As molas consideradas têm suas representações na Figura 6.

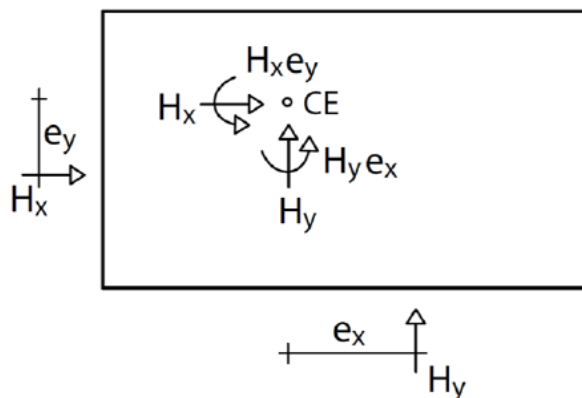
Figura 6: Molas com comportamento linear



(fonte: adaptado de Ellwanger<sup>2</sup>, apud Benincá, 2016, p.59)

O ponto de ação de uma força, quando não coincidir com o centro elástico do sistema, pode ter seu efeito decomposto em: uma translação devida a uma carga aplicada no centro elástico e uma rotação devida ao momento resultante gerado pelo braço de alavanca que surge da excentricidade. Ambos os casos foram avaliados para distribuição das cargas horizontais que atuam sobre a estrutura. A Figura 7 mostra a atuação das forças com as excentricidades geradas pela não coincidência do centro geométrico considerado com o centro elástico determinado.

Figura 7: Atuação de forças com excentricidades em relação ao centro elástico



(fonte: adaptado de Ellwanger<sup>3</sup>, apud Benincá, 2016, p.67)

<sup>2</sup> ELLWANGER, R. J. **Análise matricial de estruturas de barras**. Porto Alegre, 2006. Apostila da disciplina de Análise Estrutural por Computador da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

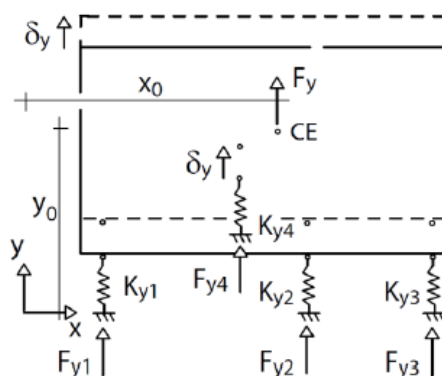
<sup>3</sup> ELLWANGER, R. J. **Análise matricial de estruturas de barras**. Porto Alegre, 2006. Apostila da disciplina de Análise Estrutural por Computador da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Foram consideradas as constantes de mola apenas na direção em que elas estão posicionadas, pois na direção ortogonal são desprezíveis.

### 3.4.1 Translação do Diafragma Rígido

Ao se aplicar uma força  $F_y$  diretamente no centro elástico do sistema, conforme Figura 8, este sofre apenas translação, desta forma o deslocamento  $\delta_y$  em todas as molas é idêntico, sendo possível determinar a reação  $F_{yi}$  em cada mola.

Figura 8: Força  $F_y$  aplicada no centro elástico do sistema



(fonte: adaptado de Ellwanger<sup>4</sup>, apud Benincá, 2016, p.62)

Considerando-se a atuação de várias molas em conjunto.

$$F_{yi} = F_y \cdot \frac{k_{yi}}{\sum_{j=1}^n k_{yj}} \quad (3.8)$$

Sendo:

$F_{yi}$  – reação da mola  $i$  na direção  $y$ ;

$k_{yi}$  – constante elástica da mola  $i$  na direção  $y$ ;

$\sum_{j=1}^n k_{yj}$  – somatório das constantes elásticas das  $n$  molas existentes na direção  $y$ ;

$F_y$  – força aplicada no centro elástico, na direção  $y$ .

Também é possível com o equilíbrio de momentos determinar a coordenada do centro elástico.

<sup>4</sup> ELLWANGER, R. J. **Análise matricial de estruturas de barras**. Porto Alegre, 2006. Apostila da disciplina de Análise Estrutural por Computador da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

$$x_0 = \frac{\sum_{i=1}^n k_{yi} \cdot x_i}{\sum_{i=1}^n k_{yi}} \quad (3.9)$$

Sendo:

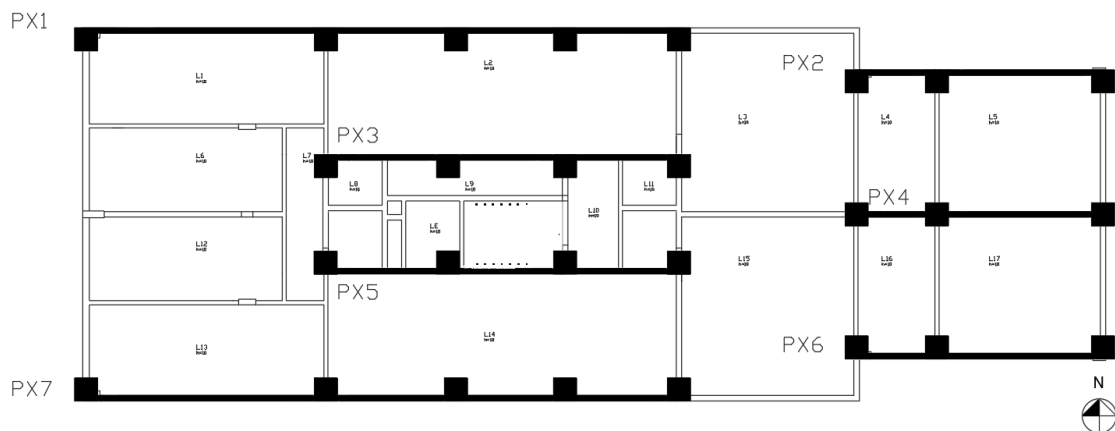
$\sum_{i=1}^n k_{yi} \cdot x_i$  – somatório dos produtos entre as constantes elásticas e as coordenadas  $x_i$  – das  $n$  molas existentes na direção  $y$ ;

$\sum_{i=1}^n k_{yi}$  – somatório das constantes elásticas da  $n$  molas existentes na direção  $y$ ;

$x_0$  – coordenada do centro elástico no eixo  $x$ .

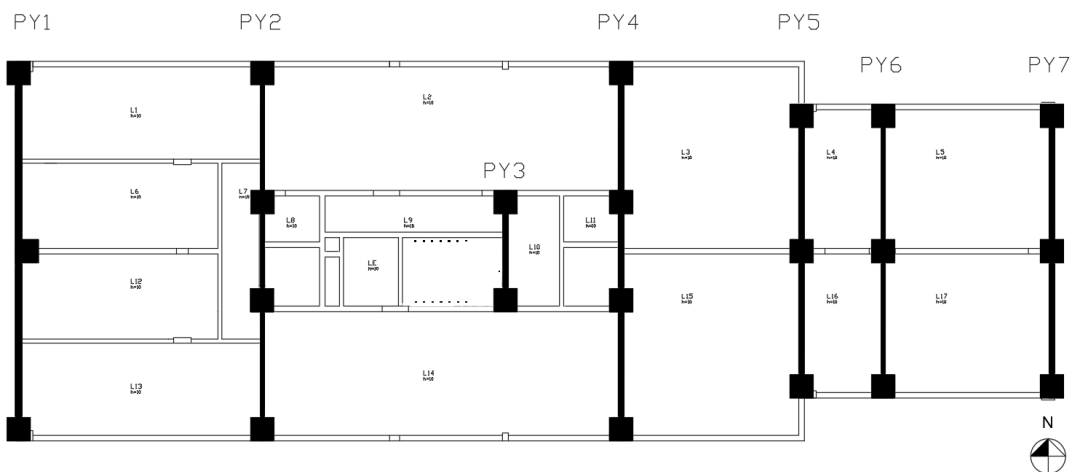
A Figura 9 e a Figura 10 representam esquemas dos pórticos considerados para o dimensionamento, a fim de facilitar a visualização e compreensão. Os pilares que não se conectam diretamente por vigas não são considerados como pórticos. Para os pórticos no sentido  $x$ , não foi considerado um dos possíveis pórticos pois sua contribuição nesse sentido era insignificante em relação ao conjunto.

Figura 9: Pórticos - Orientação Oeste-Leste



(fonte: elaborado pelo autor)

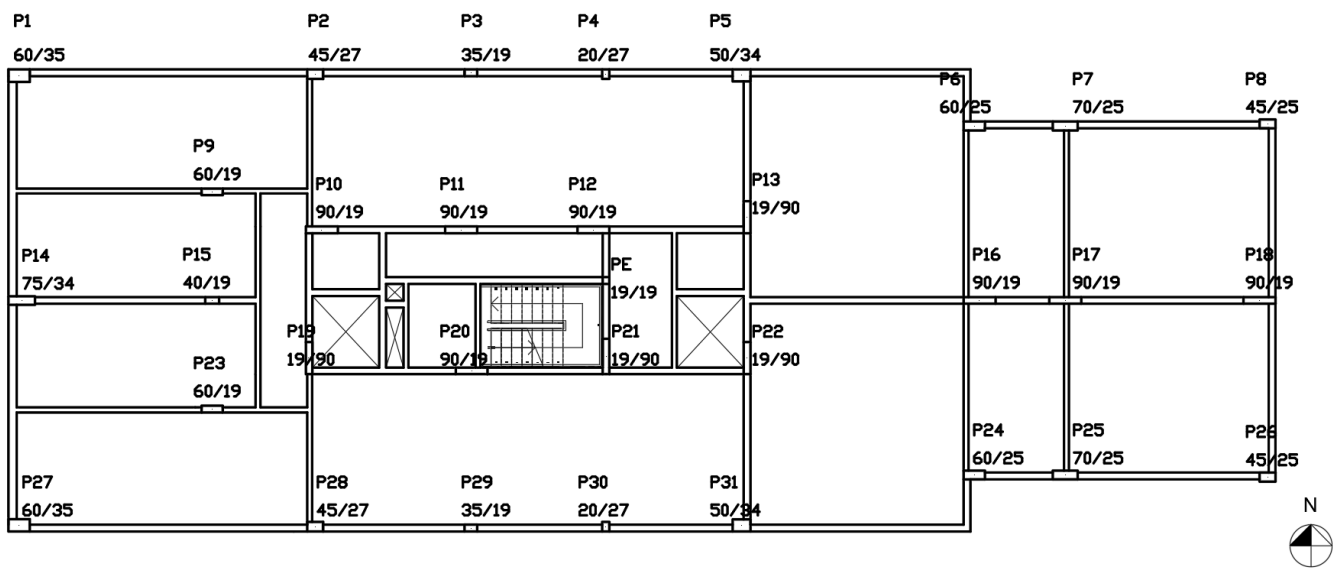
Figura 10: Pórticos - Orientação Sul-Norte



(fonte: elaborado pelo autor)

Enquanto a Figura 11: Dimensões dos Pilares mostra as reais dimensões dos pilares que compõem os pórticos.

Figura 11: Dimensões dos Pilares



(fonte: elaborado pelo autor)

Os valores referentes a cada pórtico no eixo x, bem como os valores utilizados para a determinação da coordenada do centro elástico no eixo x estão na Tabela 14.

Tabela 14: Determinação da coordenada do centro elástico no eixo x

Pórtico	K <sub>yi</sub> (kN/cm)	x <sub>i</sub> (m)	K <sub>yi</sub> .x <sub>i</sub> (kN)
PY1	34,3	0	0,00
PY2	44,1	8,395	3,70
PY3	16,9	16,745	2,83
PY4	68,8	20,72	14,25
PY5	16,3	26,92	4,39
PY6	16,9	29,725	5,02
PY7	17,4	35,52	6,18
Σ:	214,68		36,37

(fonte: elaborado pelo autor)

Os centros geométricos e elásticos, assim como a distância entre eles medida paralelamente ao eixo y encontram-se na Tabela 15.

Tabela 15: Centros e excentricidade no eixo x

F <sub>y</sub> (kN)	1000
Centro Geométrico X (m)	17,76
x <sub>0</sub> (m)	16,94
er <sub>x</sub> (m)	0,819

(fonte: elaborado pelo autor)

Sendo:

er<sub>x</sub> – excentricidade em x em função da rigidez.

Da mesma forma é possível determinar a formulação para uma força F<sub>xi</sub>.

$$F_{xi} = F_x \cdot \frac{k_{xi}}{\sum_{j=1}^m k_{xj}} \quad (3.10)$$

Sendo:

F<sub>xi</sub> – reação da mola i na direção x;

k<sub>xi</sub> – constante elástica da mola i na direção x;

Σ<sub>j=1</sub><sup>m</sup> k<sub>xj</sub> – somatório das constantes elásticas das n molas existentes na direção x;

F<sub>x</sub> – força aplicada no centro elástico, na direção x.



$$y_0 = \frac{\sum_{i=1}^m k_{xi} \cdot y_i}{\sum_{i=1}^m k_{xi}} \quad (3.11)$$

Sendo:

$\sum_{i=1}^m k_{xi} \cdot y_i$  – somatório dos produtos entre as constantes elásticas e as coordenadas  $y_i$  – das  $m$  molas existentes na direção  $x$ ;

$\sum_{i=1}^m k_{xi}$  – somatório das constantes elásticas da  $m$  molas existentes na direção  $y$ ;

$y_0$  – coordenada do centro elástico no eixo  $y$ .

Os valores referentes a cada pórtico no eixo  $y$ , bem como os valores utilizados para a determinação da coordenada do centro elástico no eixo  $x$  estão na Tabela 16.

Tabela 16: Determinação da coordenada do centro elástico no eixo  $y$

Pórtico	Kxi (kN/cm)	yi (m)	Kxi.yi (kN)
PX1	46,7	0,00	0,00
PX2	43,6	1,47	0,64
PX3	70,0	4,42	3,09
PX4	47,7	6,41	3,06
PX5	49,0	8,39	4,11
PX6	43,6	11,35	4,94
PX7	46,7	12,81	5,98
$\Sigma$ :	347,21		21,82

(fonte: elaborado pelo autor)

Os centros geométricos e elásticos, assim como a distância entre eles medida paralelamente ao eixo  $x$  encontram-se na Tabela 17.

Tabela 17: Centros e excentricidade no eixo  $y$

Fx (kN)	1000
Centro Y (m)	6,41
$y_0$ (m)	6,28
$ery$ (m)	0,121

(fonte: elaborado pelo autor)

Sendo:

$ery$  – excentricidade em  $y$  em função da rigidez.

As forças horizontais determinadas foram distribuídas entre os pórticos em função de rigidez e cota e estão discriminadas na Tabela 18 e Tabela 19.

Tabela 18: Distribuição das Forças Horizontais nos pórticos paralelos ao eixo x

H de aplicação (m)	Fk(z) (kN)	PX1	PX2	PX3	PX4	PX5	PX6	PX7
21,92	15,9	2,1	2,0	3,2	2,2	2,2	2,0	2,1
19,18	30,7	4,1	3,9	6,2	4,2	4,3	3,9	4,1
16,44	29,6	4,0	3,7	6,0	4,1	4,2	3,7	4,0
13,70	28,2	3,8	3,5	5,7	3,9	4,0	3,5	3,8
10,96	26,7	3,6	3,4	5,4	3,7	3,8	3,4	3,6
8,22	24,9	3,3	3,1	5,0	3,4	3,5	3,1	3,3
5,48	22,5	3,0	2,8	4,5	3,1	3,2	2,8	3,0
2,74	28,3	3,8	3,6	5,7	3,9	4,0	3,6	3,8
	206,8							

(fonte: elaborado pelo autor)

Tabela 19: Distribuição das Forças Horizontais nos pórticos paralelos ao eixo y

H de aplicação (m)	Fk(z) (kN)	PY1	PY2	PY3	PY4	PY5	PY6	PY7
21,92	67,7	10,8	13,9	5,3	21,7	5,1	5,3	5,5
19,18	130,9	20,9	26,9	10,3	41,9	9,9	10,3	10,6
16,44	126,0	20,1	25,9	9,9	40,3	9,6	9,9	10,2
13,70	120,4	19,2	24,7	9,5	38,5	9,1	9,5	9,7
10,96	113,8	18,2	23,4	9,0	36,5	8,6	9,0	9,2
8,22	105,9	16,9	21,8	8,3	33,9	8,0	8,3	8,6
5,48	95,7	15,3	19,7	7,5	30,7	7,3	7,5	7,8
2,74	120,7	19,3	24,8	9,5	38,7	9,2	9,5	9,8
	881,1							

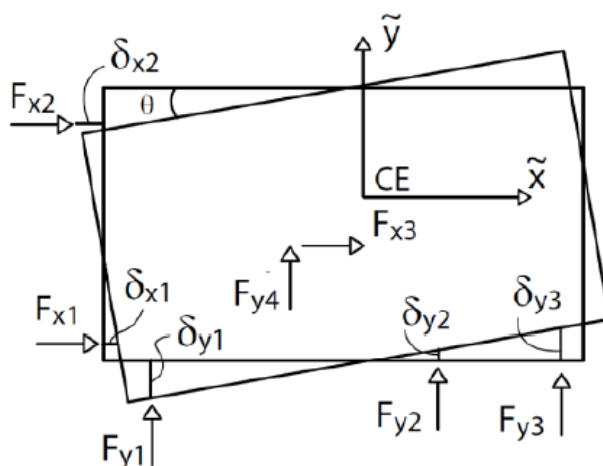
(fonte: elaborado pelo autor)

Entretanto esses valores não são os finais, visto que há distribuição para o pior caso, em função da rotação do diafragma rígido em relação ao centro elástico.

### 3.4.2 Rotação do diafragma rígido em relação ao centro elástico

O pavimento sofre rotação caso seja aplicado um momento em torno de seu centro elástico. Esse momento surge ao serem consideradas as excentricidades determinadas pela NBR 6123 e as excentricidades existentes em função da não sobreposição do centro geométrico do pavimento com o centro elástico dele, resultado das diferentes rigidezes geradas pelos pórticos. Não foram consideradas quaisquer constantes elásticas torcionais, visto que não há núcleos rígidos ou qualquer outro elemento que pudesse comportar-se como uma mola torcional para esta avaliação. A representação pode ser vista na Figura 12.

Figura 12: Rotação rígida do pavimento como diafragma em função das cargas horizontais



(fonte: adaptado de Ellwanger<sup>5</sup>, apud Benincá, 2016, p.64)

Como não há equivalentes a molas torcionais o  $k_r$  é resultado do somatório das molas existentes nas direções x e y.

$$k_r = \sum_{i=1}^m k_{xi} \cdot \tilde{y}_i^2 + \sum_{i=1}^n k_{yi} \cdot \tilde{x}_i^2 \quad (3.12)$$

Sendo:

$\sum_{i=1}^m k_{xi} \cdot \tilde{y}_i^2$  – somatório dos produtos entre as constantes elásticas  $k_{xi}$  e as coordenadas  $y_i$  elevadas ao quadrado, das m molas existentes na direção x;

$\sum_{i=1}^n k_{yi} \cdot \tilde{x}_i^2$  – somatório dos produtos entre as constantes elásticas  $k_{yi}$  e as coordenadas  $x_i$  elevadas ao quadrado, das n molas existentes na direção y;

$k_r$  – rigidez do sistema à rotação em torno do centro elástico.

$$\tilde{x}_i = x_i - x_0 \quad (3.13)$$

$$\tilde{y}_i = y_i - y_0 \quad (3.14)$$

<sup>5</sup> ELLWANGER, R. J. **Análise matricial de estruturas de barras**. Porto Alegre, 2006. Apostila da disciplina de Análise Estrutural por Computador da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

A Tabela 20 apresenta o desenvolvimento da determinação da rigidez do sistema à rotação em torno do centro elástico ( $k_r$ ).

Tabela 20: Determinação da rigidez do sistema à rotação em torno do centro elástico

Pórtico	$y_i$	$y_0$	$\tilde{y}_i$	$(\tilde{y}_i)^2$	$\Sigma k_{xi} \cdot \tilde{y}_i^2$
PX1	0	6,28	-6,28	39,49	1844,5
PX2	1,465	6,28	-4,82	23,22	1011,9
PX3	4,42	6,28	-1,86	3,47	243,2
PX4	6,405	6,28	0,12	0,01	0,7
PX5	8,385	6,28	2,10	4,41	216,1
PX6	11,345	6,28	5,06	25,61	1116,0
PX7	12,81	6,28	6,53	42,59	1989,2
Pórtico	$x_i$	$x_0$	$\tilde{x}_i$	$(\tilde{x}_i)^2$	$\Sigma k_{yi} \cdot \tilde{x}_i^2$
PY1	0	16,94	-16,94	287,00	9850,04
PY2	8,395	16,94	-8,55	73,04	3221,83
PY3	16,745	16,94	-0,20	0,04	0,65
PY4	20,72	16,94	3,78	14,28	981,93
PY5	26,92	16,94	9,98	99,58	1624,61
PY6	29,725	16,94	12,78	163,43	2761,22
PY7	35,52	16,94	18,58	345,18	6002,75
			$k_R$ :		30.864,71

(fonte: elaborado pelo autor)

Nessa configuração as reações nas molas devem ser calculadas conforme:

$$F_{xi} = M \cdot \frac{k_{xi} \cdot \tilde{y}_i}{k_R} \quad (3.15)$$

$$F_{yi} = M \cdot \frac{k_{yi} \cdot \tilde{x}_i}{k_R} \quad (3.16)$$

Sendo:

$F_{xi}$  – força de reação da mola i na direção x;

$F_{yi}$  – força de reação da mola i na direção y;

$k_{xi}$  – constante elástica da mola i na direção x;

$k_{yi}$  – constante elástica da mola i na direção y;

$\tilde{y}_i$  – coordenada  $\tilde{y}$  da mola i na configuração inicial;

$\tilde{x}_i$  – coordenada  $\tilde{x}$  da mola  $i$  na configuração inicial;

$k_R$  – rigidez do sistema à rotação em torno do centro elástico;

$M$  – momento proveniente da existência das excentricidades.

Conforme exposto na Figura 8, a excentricidade das forças em relação ao centro elástico geram momentos. Visto que a NBR 6123 prevê a análise considerando-se uma excentricidade descrita na norma em relação ao centro geométrico, e, a falta de simetria em relação à rigidez dos pórticos gera uma excentricidade elástica determinada anteriormente, foram feitas combinações de ações variando-se os pontos de aplicação das cargas. As análises consistiram em se adotar as maiores excentricidades, sendo, para isso, somadas as duas excentricidades quando a gerada pelo vento avançava no mesmo sentido da excentricidade elástica, e subtraída a excentricidade elástica da excentricidade causada pelo vento quando esta era medida para o lado oposto aproximando-se do centro geométrico.

O resultado dessas combinações pode ser observado na Tabela 21, Tabela 22, Tabela 23, Tabela 24.

Tabela 21: Distribuição de forças nos PY para maior excentricidade

Vento Excêntrico para a Leste (Sul-Norte)											
$M_{F_y} = F_y(e_{vx} + e_{rx})$											
H de aplicação (m)	Fk (z) [KN]	erx (m)	evx (m)	M (kN.m)	Força (kN)						
					PY1	PY2	PY3	PY4	PY5	PY6	PY7
21,92	67,7	0,82	2,68	236,68	-4,5	-2,9	0,0	2,0	1,2	1,7	2,5
19,18	130,9	0,82	2,68	457,83	-8,6	-5,6	0,0	3,9	2,4	3,2	4,8
16,44	126,0	0,82	2,68	440,52	-8,3	-5,4	0,0	3,7	2,3	3,1	4,6
13,70	120,4	0,82	2,68	420,89	-7,9	-5,1	0,0	3,5	2,2	2,9	4,4
10,96	113,8	0,82	2,68	398,05	-7,5	-4,9	0,0	3,4	2,1	2,8	4,2
8,22	105,9	0,82	2,68	370,43	-7,0	-4,5	0,0	3,1	2,0	2,6	3,9
5,48	95,7	0,82	2,68	334,72	-6,3	-4,1	0,0	2,8	1,8	2,3	3,5
2,74	120,7	0,82	2,68	422,20	-8,0	-5,2	0,0	3,6	2,2	3,0	4,4

(fonte: elaborado pelo autor)

Tabela 22: Distribuição de forças nos PY para menor excentricidade

Vento Excêntrico para Oeste (Sul-Norte)											
$M_{F_y} = F_y(e_{vx} - e_{rx})$											
H de aplicação (m)	Fk (z) [KN]	erx (m)	evx (m)	M (kN.m)	Força (kN)						
					PY1	PY2	PY3	PY4	PY5	PY6	PY7
21,92	67,7	0,82	2,68	125,84	2,4	1,5	0,0	-1,1	-0,7	-0,9	-1,3
19,18	130,9	0,82	2,68	243,41	4,6	3,0	0,0	-2,0	-1,3	-1,7	-2,5
16,44	126,0	0,82	2,68	234,21	4,4	2,9	0,0	-2,0	-1,2	-1,6	-2,5
13,70	120,4	0,82	2,68	223,77	4,2	2,7	0,0	-1,9	-1,2	-1,6	-2,3
10,96	113,8	0,82	2,68	211,63	4,0	2,6	0,0	-1,8	-1,1	-1,5	-2,2
8,22	105,9	0,82	2,68	196,95	3,7	2,4	0,0	-1,7	-1,0	-1,4	-2,1
5,48	95,7	0,82	2,68	177,96	3,4	2,2	0,0	-1,5	-0,9	-1,2	-1,9
2,74	120,7	0,82	2,68	224,47	4,2	2,7	0,0	-1,9	-1,2	-1,6	-2,3

(fonte: elaborado pelo autor)

Tabela 23: Distribuição de forças nos PX para maior excentricidade

Vento Excêntrico para Sul (Oeste-Leste)											
$M_{Fx} = F_x(evy + ery)$											
H de aplicação (m)	Fk (z) [KN]	ery (m)	evy (m)	M (kN.m)	Força (kN)						
					PX1	PX2	PX3	PX4	PX5	PX6	PX7
21,92	15,9	0,12	0,98	17,41	-0,2	-0,1	-0,1	0,0	0,1	0,1	0,2
19,18	30,7	0,12	0,98	33,67	-0,3	-0,2	-0,1	0,0	0,1	0,2	0,3
16,44	29,6	0,12	0,98	32,40	-0,3	-0,2	-0,1	0,0	0,1	0,2	0,3
13,70	28,2	0,12	0,98	30,95	-0,3	-0,2	-0,1	0,0	0,1	0,2	0,3
10,96	26,7	0,12	0,98	29,27	-0,3	-0,2	-0,1	0,0	0,1	0,2	0,3
8,22	24,9	0,12	0,98	27,24	-0,3	-0,2	-0,1	0,0	0,1	0,2	0,3
5,48	22,5	0,12	0,98	24,62	-0,2	-0,2	-0,1	0,0	0,1	0,2	0,2
2,74	28,3	0,12	0,98	31,05	-0,3	-0,2	-0,1	0,0	0,1	0,2	0,3

(fonte: elaborado pelo autor)

Tabela 24: Distribuição de forças nos PX para menor excentricidade

Vento Excêntrico para Norte (Oeste-Leste)											
$M_{Fx} = F_x(evy - ery)$											
H de aplicação (m)	Fk (z) [KN]	ery (m)	evy (m)	M (kN.m)	Força (kN)						
					PX1	PX2	PX3	PX4	PX5	PX6	PX7
21,92	15,9	0,12	0,98	13,56	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	-0,1	-0,1
19,18	30,7	0,12	0,98	26,24	0,2	0,2	0,1	0,0	-0,1	-0,2	-0,3
16,44	29,6	0,12	0,98	25,25	0,2	0,2	0,1	0,0	-0,1	-0,2	-0,2
13,70	28,2	0,12	0,98	24,12	0,2	0,2	0,1	0,0	-0,1	-0,2	-0,2
10,96	26,7	0,12	0,98	22,81	0,2	0,2	0,1	0,0	-0,1	-0,2	-0,2
8,22	24,9	0,12	0,98	21,23	0,2	0,1	0,1	0,0	-0,1	-0,2	-0,2
5,48	22,5	0,12	0,98	19,18	0,2	0,1	0,1	0,0	-0,1	-0,1	-0,2
2,74	28,3	0,12	0,98	24,20	0,2	0,2	0,1	0,0	-0,1	-0,2	-0,2

(fonte: elaborado pelo autor)

Tendo em vista que os efeitos de rotação e translação do pavimento podem ocorrer simultaneamente, somaram-se os efeitos de ambas as ocorrências para determinar a pior situação para o dimensionamento dos pórticos. Os valores podem ser observados na Tabela 25 e na Tabela 26.

Tabela 25: Cargas totais para pórticos PY

H de aplicação (m)	Força (kN)						
	PY1	PY2	PY3	PY4	PY5	PY6	PY7
21,92	13,2	15,4	5,3	23,7	6,4	7,0	8,0
19,18	25,5	29,9	10,3	45,8	12,4	13,5	15,4
16,44	24,5	28,7	9,9	44,1	11,9	13,0	14,8
13,70	23,5	27,5	9,5	42,1	11,4	12,4	14,2
10,96	22,2	26,0	9,0	39,8	10,7	11,7	13,4
8,22	20,6	24,2	8,4	37,0	10,0	10,9	12,5
5,48	18,7	21,8	7,5	33,5	9,0	9,9	11,3
2,74	23,5	27,5	9,5	42,2	11,4	12,5	14,2

(fonte: elaborado pelo autor)

Tabela 26: Cargas totais para pórticos PX

H de aplicação (m)	Força (kN)						
	PX1	PX2	PX3	PX4	PX5	PX6	PX7
21,92	2,3	2,1	3,3	2,2	2,3	2,1	2,3
19,18	4,4	4,0	6,3	4,2	4,4	4,1	4,5
16,44	4,2	3,9	6,1	4,1	4,3	3,9	4,3
13,70	4,0	3,7	5,8	3,9	4,1	3,8	4,1
10,96	3,8	3,5	5,5	3,7	3,9	3,6	3,9
8,22	3,5	3,3	5,1	3,4	3,6	3,3	3,6
5,48	3,2	2,9	4,6	3,1	3,2	3,0	3,3
2,74	4,0	3,7	5,8	3,9	4,1	3,8	4,1

(fonte: elaborado pelo autor)

### 3.5 PARÂMETRO DE INSTABILIDADE $\alpha$

O parâmetro de instabilidade  $\alpha$  foi determinado conforme item 15.5.2 da NBR 6118. O arranjo dos pilares sofreu alterações a fim de que o  $\alpha$  atingisse o valor necessário para que a estrutura fosse considerada de nós fixos, sendo dispensada da consideração dos esforços globais de 2ª ordem.

O valor do deslocamento no topo da estrutura de contraventamento, sob a ação do carregamento horizontal foi determinado por meio do software Ftool. Então pode ser determinado o somatório dos valores de rigidez de todos os pilares na direção considerada conforme a fórmula:

$$E_{cs} \cdot I_c = \frac{F_h \cdot H_{tot}^3}{3 \cdot \delta} \quad (3.17)$$

Sendo:

$E_{cs} \cdot I_c$  – representa o somatório dos valores de rigidez de todos os pilares na direção considerada;

$F_h$  – força horizontal atribuída para determinar os deslocamentos;

$\delta$  – deslocamento sofrido pelo pórtico no topo da estrutura de contraventamento.

A  $F_h$  é aplicada como uma força concentrada na extremidade superior do pórtico analisado, essa força está representada na Figura 5, na qual se denomina P. A análise é realizada em cada pórtico; sendo aplicada uma  $F_h$  de mesmo valor em casa um deles, a fim de homogeneizar os cálculos, o que pode ser verificado na Tabela 27.

Tabela 27: Valores utilizados para determinação do parâmetro de instabilidade:

$F_h$ (kN)	1000
n	8
$H_{tot}$ (m)	21,92
$N_k$ (kN)	36807,3

(fonte: elaborado pelo autor)

Sendo:

n – é o número de níveis de barras horizontais (andares) acima da fundação ou de um nível pouco deslocável do subsolo;

$\alpha_1$  – valor-limite para que uma estrutura reticulada simétrica possa ser considerada como sendo de nós fixos; como a estrutura de contraventamento considerada é formada exclusivamente de pórticos, o valor deve ser igual a 0,5.

$H_{tot}$  – é a altura total da estrutura, medida a partir do topo da fundação ou de um nível pouco deslocável do subsolo;

$N_k$  – é o somatório de todas as cargas verticais atuantes na estrutura (a partir do nível considerado para o cálculo de  $H_{tot}$ ), com seu valor característico.

Para a avaliação descrita os valores de  $N_k$  e de  $H_{tot}$  foram considerados no nível de topo da fundação.

Em função da rigidez de cada pórtico ser diferente, a  $F_h$  gera uma deformação diversa em cada um deles. Isso implica em  $E_{cs}$ ,  $I_c$  distintos. O somatório deles gera o valor a ser aplicado na determinação de  $\alpha$ .

$$\alpha = H_{tot} \sqrt{\frac{N_k}{(E_{cs} I_c)}} \quad (3.18)$$



Os resultados obtidos para a direção Oeste-Leste encontram-se na Tabela 28.

Tabela 28: Resultado de  $\alpha x$  e classificação

<b>Oeste - Leste</b>	
Pórticos PX1 e PX7	
$\delta$ (cm)	19,94
$(E_{cs}I_c)_{eq}$ (kN.m <sup>2</sup> )	17.604.379,06
Participação	27%
Pórticos PX2 e PX6	
$\delta$ (cm)	21,38
$(E_{cs}I_c)_{eq}$ (kN.m <sup>2</sup> )	16.422.315,96
Participação	25%
Pórtico PX3	
$\delta$ (cm)	13,31
$(E_{cs}I_c)_{eq}$ (kN.m <sup>2</sup> )	26.376.384,02
Participação	20%
Pórtico PX4	
$\delta$ (cm)	19,53
$(E_{cs}I_c)_{eq}$ (kN.m <sup>2</sup> )	17.980.637,91
Participação	14%
Pórtico PX5	
$\delta$ (cm)	19,03
$(E_{cs}I_c)_{eq}$ (kN.m <sup>2</sup> )	18.451.588,72
Participação	14%
<b>Total (kN.m<sup>2</sup>):</b>	<b>130.862.000,70</b>
<b><math>\alpha x</math></b>	<b>0,368</b>
<b>Nós</b>	<b>Fixos</b>

(fonte: elaborado pelo autor)

Enquanto os valores obtidos para a direção Sul-Norte encontram-se na Tabela 29.

Tabela 29: Resultado de  $\alpha y$  e classificação

<b>Norte - Sul</b>	
Pórtico PY1	
$\delta$ (cm)	27,14
$(E_{cs}I_c)_{eq}$ (kN.m <sup>2</sup> )	12.935.173,53
Participação	16%
Pórtico PY2	
$\delta$ (cm)	21,12
$(E_{cs}I_c)_{eq}$ (kN.m <sup>2</sup> )	16.625.883,42
Participação	21%
Pórtico PY3	
$\delta$ (cm)	55,17
$(E_{cs}I_c)_{eq}$ (kN.m <sup>2</sup> )	6.363.948,99
Participação	8%
Pórtico PY4	
$\delta$ (cm)	13,55
$(E_{cs}I_c)_{eq}$ (kN.m <sup>2</sup> )	25.915.708,68
Participação	32%
Pórtico PY5	
$\delta$ (cm)	57,10
$(E_{cs}I_c)_{eq}$ (kN.m <sup>2</sup> )	6.148.924,06
Participação	8%
Pórtico PY6	
$\delta$ (cm)	55,13
$(E_{cs}I_c)_{eq}$ (kN.m <sup>2</sup> )	6.367.819,81
Participação	8%
Pórtico PY7	
$\delta$ (cm)	53,56
$(E_{cs}I_c)_{eq}$ (kN.m <sup>2</sup> )	6.554.304,15
Participação	8%
<b>Total (kN.m<sup>2</sup>):</b>	<b>80.911.762,65</b>
<b><math>\alpha y</math></b>	<b>0,468</b>
<b>Nós</b>	<b>Fixos</b>

(fonte: elaborado pelo autor)

## 4 LAJES

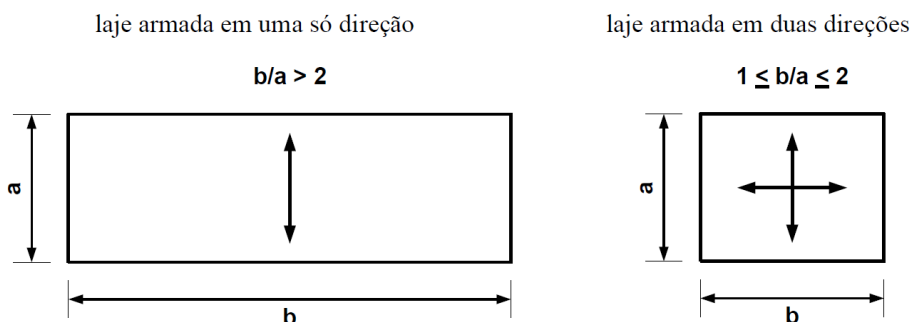
### 4.1 DIMENSIONAMENTO

Conforme permitido pelo item 14.7.6.2 da NBR 6118, as lajes foram consideradas isoladas com a continuidade no pavimento definindo a vinculação dos bordos. Não foi feita a equalização de momentos sobre os apoios comuns a duas lajes adjacentes, utilizando-se para dimensionamento das armaduras negativas o maior momento em módulo.

#### 4.1.1 Critério para definição entre lajes armadas em uma só direção e armadas em duas direções (em cruz)

A determinação se dá por meio de análise entre a proporção entre os vãos da laje, conforme Figura 13, onde “a” é o menor vão e “b” é o maior vão.

Figura 13: Classificação das Lajes quanto à relação entre lados



(fonte: Campos Filho, 2014)

#### 4.1.2 Vãos efetivos

Os vãos efetivos das lajes foram calculados, conforme indicação da NBR 6118.

$$l_{ef} = l_0 + a_1 + a_2 \quad (4.1)$$

Onde  $a_1$  é o menor valor entre  $(t_1/2$  e  $0,3h)$  e  $a_2$  igual ao menor valor entre  $(t_2/2$  e  $0,3h)$ . Sendo “ $l_0$ ”, “ $t_1$ ”, “ $t_2$ ” e “ $h$ ” indicados na Figura 14.5 da NBR 6118, conforme o item 14.7.2.2. Onde  $h$  é a altura da laje e  $t_1$  e  $t_2$  as larguras dos pilares no sentido observado.

Atendendo o preconizado pela NBR 6118, atingiu-se os resultados mostrados na Tabela 30.

Tabela 30: Cálculo dos Vãos Efetivos das Lajes do Tipo

Lajes	X (cm)	Y (cm)	h (cm)	t1 (cm)	t2 (cm)	t2/2 (cm)	t1/2 (cm)	0,3h (cm)	a <sub>1</sub> (cm)	a <sub>2</sub> (cm)	Lx (cm)	Ly (cm)	a (cm)	b (cm)
L1 e L13	823	316	10	19	19	9,5	9,5	3,0	3,0	3,0	829	322	322	829
L2 e L14	1216	423	10	19	19	9,5	9,5	3,0	3,0	3,0	1222	429	429	1222
L3 e L15	601	621,5	10	19	19	9,5	9,5	3,0	3,0	3,0	607	628	607	628
L4 e L16	269	475	10	19	19	9,5	9,5	3,0	3,0	3,0	275	481	275	481
L5 e L17	563	475	10	19	19	9,5	9,5	3,0	3,0	3,0	569	481	481	569
L6 e L12	677	291,5	10	19	19	9,5	9,5	3,0	3,0	3,0	683	298	298	683
L7	132	602	10	19	19	9,5	9,5	3,0	3,0	3,0	138	608	138	608
L8	188	157,5	10	19	19	9,5	9,5	3,0	3,0	3,0	194	164	164	194
L9	610,5	123,5	10	19	19	9,5	9,5	3,0	3,0	3,0	617	130	130	617
L10	176,5	369,5	10	19	19	9,5	9,5	3,0	3,0	3,0	183	376	183	376
L11	188	157,5	10	19	19	9,5	9,5	3,3	3,3	3,3	195	165	164	194
LE	177	235	11	19	19	9,5	9,5	3,3	3,3	3,3	184	242	196	242

(fonte: elaborado pelo autor)

## 4.2 VERIFICAÇÃO DOS ESTADOS LÍMITES DE SERVIÇO

A verificação dos estados limites de serviço deu-se por meio de análise conforme o regime elástico.

$$m = \alpha \cdot p \cdot l^2 \quad (4.2)$$

Sendo:

$l$  – menor vão da laje;

$p$  – carga superficial atuante;

$\alpha$  – valor tabelado em função das vinculações da laje, conforme Figura 14 para lajes armadas em duas direções, assumindo valores diferentes para momentos que geram tração ou compressão na direção de vão menor (a) ou do vão maior (b), negativa ou positiva. Enquanto para lajes armadas em apenas uma direção, é possível utilizar as fórmulas para momentos nos vão da Figura 19, onde  $\alpha$  já está embutido.

De modo que para a verificação da flecha, na verificação do estado limite de deformações excessivas consideram-se:

$$m_a = \alpha \cdot p_{d,ser} \cdot l^2 \quad (4.3)$$

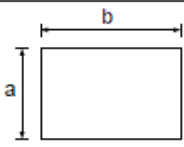
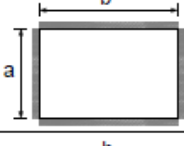
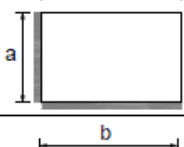
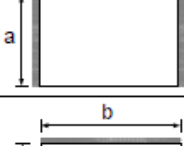
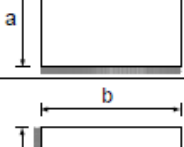
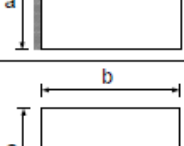
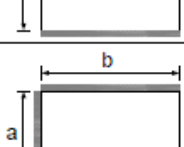
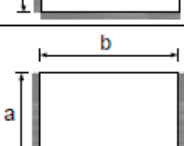
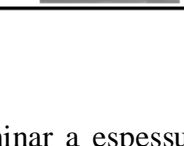
Sendo:

$m_a$  – momento fletor na seção crítica de fissuração; é o momento máximo no vão para lajes biapoiadas ou contínuas, para combinação quase permanente de serviço;

$p_{d,ser}$  – carga de serviço, combinação quase permanente.

Conforme Tabela 11.4 da NBR 6118, nas Combinações Quase Permanentes de Serviço (CQP), todas as ações variáveis são consideradas com seus valores quase permanente de serviço.

Figura 14: Valores de alfa para lajes armadas em duas direções (regime elástico)

a/b			0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
	$m_a$	0,099	0,086	0,073	0,061	0,051	0,042	
	$m_b$	0,032	0,037	0,040	0,042	0,043	0,042	
	$m_a$	0,041	0,038	0,034	0,029	0,025	0,021	
	$m_b$	0,010	0,013	0,017	0,018	0,020	0,021	
	$m_a'$	0,084	0,080	0,074	0,067	0,059	0,052	
	$m_b'$	0,058	0,058	0,058	0,057	0,055	0,052	
	$m_a$	0,057	0,052	0,045	0,039	0,033	0,027	
	$m_b$	0,016	0,020	0,024	0,026	0,027	0,027	
	$m_a'$	0,119	0,111	0,101	0,091	0,080	0,070	
	$m_b'$	0,082	0,082	0,080	0,078	0,074	0,070	
	$m_a$	0,084	0,065	0,049	0,037	0,027	0,020	
	$m_b$	0,036	0,038	0,039	0,037	0,034	0,031	
	$m_b'$	0,119	0,111	0,102	0,091	0,080	0,070	
	$m_a$	0,042	0,041	0,039	0,037	0,034	0,031	
	$m_b$	0,008	0,010	0,013	0,016	0,018	0,020	
	$m_a'$	0,084	0,083	0,082	0,078	0,074	0,070	
	$m_a$	0,091	0,075	0,060	0,048	0,037	0,030	
	$m_b$	0,034	0,038	0,040	0,039	0,038	0,036	
	$m_b'$	0,122	0,117	0,110	0,102	0,093	0,084	
	$m_a$	0,060	0,056	0,051	0,046	0,040	0,036	
	$m_b$	0,015	0,019	0,023	0,026	0,028	0,030	
	$m_a'$	0,122	0,116	0,109	0,101	0,093	0,084	
	$m_a$	0,042	0,040	0,037	0,033	0,029	0,026	
	$m_b$	0,009	0,012	0,015	0,018	0,019	0,021	
	$m_a'$	0,085	0,083	0,079	0,074	0,068	0,062	
	$m_b'$	0,056	0,057	0,058	0,058	0,057	0,055	
	$m_a$	0,055	0,048	0,040	0,033	0,026	0,021	
	$m_b$	0,018	0,023	0,025	0,027	0,026	0,026	
	$m_a'$	0,114	0,102	0,091	0,088	0,066	0,055	
	$m_b'$	0,082	0,081	0,078	0,074	0,068	0,062	

(fonte: Campos Filho, 2014)

Para se determinar a espessura da laje é necessário estimar o momento de inércia da seção ( $I_{eq}$ ). Quando  $m_a \leq m_r$ , considera-se que  $I_{eq} = I_c$ ; quando, entretanto,  $m_a > m_r$ , o tem-se que  $I_{eq} = 0,3I_c$ , essa redução vem do fato da seção ser considerada fissurada.

$$I_c = \frac{bh^3}{12} \quad (4.4)$$

Sendo:

$I_c$  – momento de inércia da seção bruta de concreto;

$m_r$  – momento de fissuração da laje.

$$m_r = 0,25f_{ctm}bh^2 \quad (4.5)$$

Sendo:

$f_{ctm}$  – resistência média do concreto à tração, obtida conforme item 8.2.5 da NBR 6118;

$b$  – largura da laje, considerada 1,0m para fins de cálculo;

$h$  – altura da laje.

Para o cálculo da flecha imediata, determina-se o módulo de elasticidade secante do concreto  $E_{cs}$  conforme item 8.2.8 da NBR 6118. O valor adotado em função do agregado foi de  $\alpha_E = 1,0$ , granito ou gnaíse.

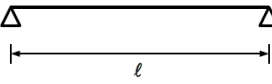
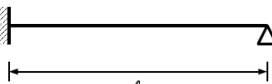
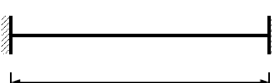
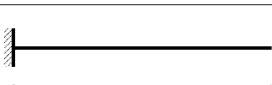
O valor da flecha imediata calculado conforme.

$$f_{(t=0)} = \kappa \frac{p_{d,ser}l^4}{E_{cs}I_{eq}} \quad (4.6)$$

Sendo:

$\kappa$  – coeficiente que depende da vinculação e da relação entre os vãos da laje, conforme Figura 15 e Figura 16.

Figura 15: Valores de  $k$  para lajes armadas em uma direção

	1,30
	0,53
	0,26
	12,5

(fonte: Campos Filho, 2014)

Figura 16: Valores de  $k$  para lajes armadas em duas direções

a/b	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
	0,99	0,85	0,71	0,59	0,48	0,40
	0,25	0,23	0,21	0,18	0,15	0,13
	0,46	0,41	0,36	0,30	0,25	0,21
	0,83	0,63	0,48	0,35	0,26	0,19
	0,25	0,25	0,24	0,23	0,21	0,19
	0,91	0,73	0,58	0,46	0,35	0,28
	0,48	0,44	0,41	0,36	0,31	0,28
	0,24	0,24	0,23	0,20	0,18	0,16
	0,44	0,38	0,32	0,25	0,20	0,16

(fonte: Campos Filho, 2014)



O valor da flecha de longa duração é calculado.

$$f_{(t=\infty)} = (1 + \alpha_f) f_{(t=0)} \quad (4.7)$$

Considerando-se que as lajes não têm armadura de compressão, adota-se  $t_0$  igual a um mês, tendo  $\xi(t=0)$  igual a 0,68 e  $\xi(t=\infty)$  igual a 2, conforme Tabela 17.1 da NBR 6118.

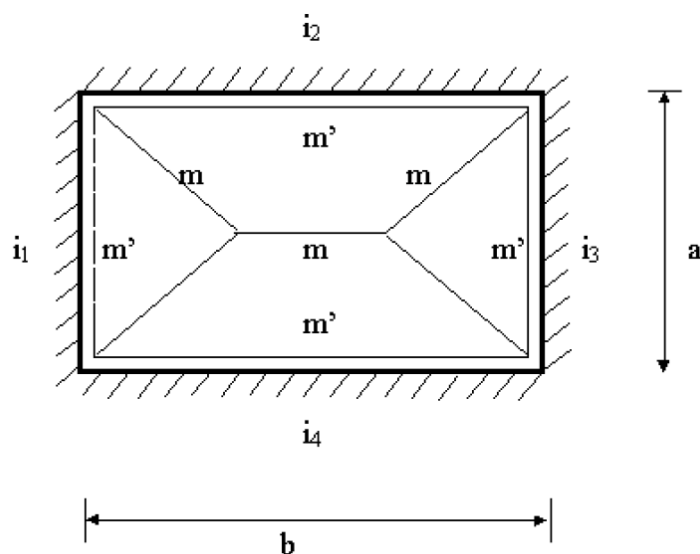
$$\alpha_f = \Delta\xi = \xi(t = \infty) - \xi(t = 0) \quad (4.8)$$

A flecha admissível, conforme Tabela 13.3 da NBR 6118, foi considerada  $l/250$ .

### 4.3 LAJES ARMADAS EM DUAS DIREÇÕES

Para o dimensionamento das armaduras utilizou-se o Método das Linhas de Ruptura; realizado para o estado limite último, considera-se o regime rígido-plástico. O Método atribui graus de engastamento às bordas, o que gera momentos negativos, conforme Figura 17.

Figura 17: Método das Linhas de Ruptura



(Campos Filho, 2014)

$$m' = -i.m \quad (4.9)$$

Sendo:

$m'$  – momento fletor negativo no engaste;

$i$  – grau de engastamento;

$m$  – momento no vão.

Conforme texto da NBR 6118 no item 14.7.4: “Deve ser adotada para lajes retangulares, razão mínima de 1,5:1 entre momentos de borda (com continuidade e apoio indeslocável e momentos no vão”. Sendo assim adotou-se o valor de grau de engastamento 1,5 para bordas engastadas e 0 para bordas apoiadas.

### 4.3.1 Lajes Isótropas

As lajes isótropas são aquelas onde a relação entre o vão menor ( $a$ ) e o vão maior ( $b$ ) é relativamente proporcional estando entre 0,8 e 1.

As lajes com essas características têm seus momentos igualados nos vãos “ $a$ ” e “ $b$ ”, sendo assim  $m_a = m_b = m$ , bem como as armaduras correspondentes.

O momento no vão é calculado conforme:

$$m = \frac{p \cdot a_r \cdot b_r}{8 \cdot \left(1 + \frac{a_r}{b_r} + \frac{b_r}{a_r}\right)} \quad (4.10)$$

Sendo:

$p$  – carga superficial;

$a_r, b_r$  – vãos reduzidos.

$$a_r = \frac{2 \cdot a}{\sqrt{1 + i_2} + \sqrt{1 + i_4}} \quad (4.11)$$

$$b_r = \frac{2 \cdot b}{\sqrt{1 + i_1} + \sqrt{1 + i_3}} \quad (4.12)$$

### 4.3.2 Lajes Ortótropas

As lajes ortótropas são aquelas onde a relação entre o vão menor e o vão maior é mais discrepante, estando entre 0,5 e 0,8.

As lajes com essas características têm momentos distintos nos vãos “ $a$ ” e “ $b$ ”, sendo assim  $m_a \neq m_b \neq m$  bem como as armaduras correspondentes.

Nesse caso há um coeficiente de ortotropia.

$$\varphi = \frac{m_b}{m_a} \quad (4.13)$$

$\varphi$  – coeficiente de ortotropia;

$$\varphi = \frac{12 - i_2 - i_4}{12 - i_1 - i_3} \cdot \left(\frac{a}{b}\right)^{1,7} \quad (4.14)$$

Considerando o comprimento do lado maior b tem um comprimento  $b/\sqrt{\varphi}$ .

Então:

$$b_r^* = \frac{b}{\sqrt{\varphi}} \quad (4.15)$$

$$m = \frac{p \cdot a_r \cdot b_r^*}{8 \cdot \left(1 + \frac{a_r}{b_r^*} + \frac{b_r^*}{a_r}\right)} \quad (4.16)$$

$$a_r = \frac{2 \cdot a}{\sqrt{1 + i_2} + \sqrt{1 + i_4}} \quad (4.17)$$

$$b_r = \frac{2 \cdot b}{\sqrt{1 + i_1} + \sqrt{1 + i_3}} \quad (4.18)$$

Com  $m_a = m$  e  $m_b = \varphi \cdot m$ .

Momentos nos engastes:

$$m'_1 = -i_1 \cdot m_b \quad (4.19)$$

$$m'_2 = -i_2 \cdot m_a \quad (4.20)$$

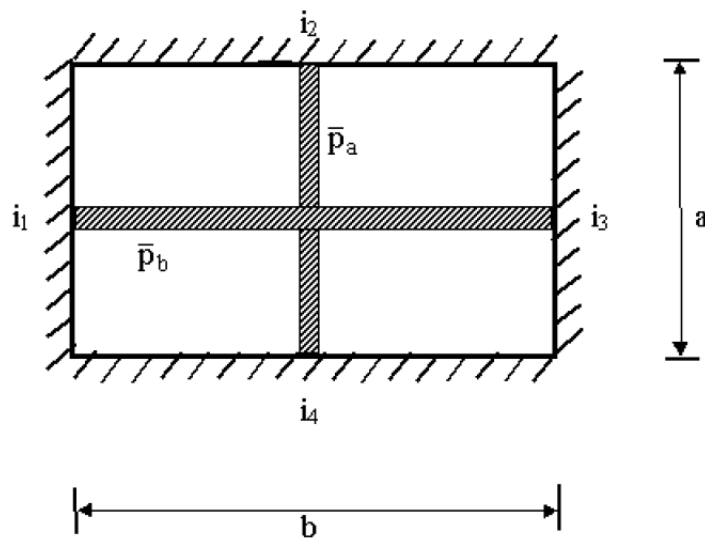
$$m'_3 = -i_3 \cdot m_b \quad (4.21)$$

$$m'_4 = -i_4 \cdot m_a \quad (4.22)$$

### 4.3.3 Cargas Lineares de Lajes Armadas em Duas Direções

No que diz respeito às cargas lineares, utilizou-se um formulário que considera para a pior situação de posição da parede; isto é, as paredes localizadas exatamente no meio dos vãos. Como isso não representa fielmente a realidade, converteu-se a soma das paredes de alvenaria sobre determinada laje em uma dada direção em uma parede equivalente nessa mesma direção, essa parede foi virtualmente posicionada sobre no meio dos vãos a fim de que possa utilizar o formulário desenvolvido com este fim. As paredes são paralelas aos vãos, conforme se pode observar na Figura 18.

Figura 18: Lajes Submetidas a Cargas Lineares



(fonte: Campos Filho, 2014)

$$\alpha = \frac{\bar{p}_a}{p \cdot b} \quad (4.23)$$

$$\beta = \frac{\bar{p}_b}{p \cdot a} \quad (4.24)$$

$$\bar{p}^* = p \cdot (1 + \alpha + 2 \cdot \beta) \quad (4.25)$$

$$\bar{b}_r^* = \frac{1}{\sqrt{\varphi}} \cdot \sqrt{\frac{1 + \alpha + 2 \cdot \beta}{1 + 3 \cdot \beta}} \cdot \frac{2 \cdot b}{\sqrt{1 + i_1} + \sqrt{1 + i_3}} \quad (4.26)$$

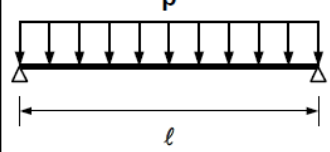
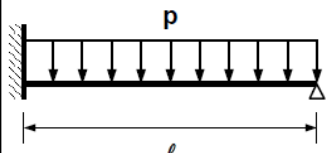
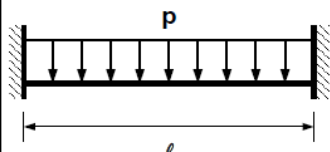
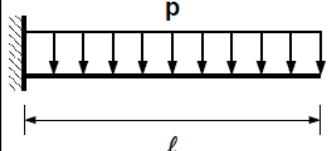
$$m = \frac{\bar{p}^* \cdot a_r \cdot \bar{p}_r^*}{8 \cdot \left(1 + \frac{a_r}{\bar{b}_r^*} + \frac{\bar{b}_r^*}{a_r}\right)} \quad (4.27)$$

Com  $m_a = m$  e  $m_b = \varphi \cdot m$ .

#### 4.4 LAJES ARMADAS EM UMA DIREÇÃO

As armaduras das lajes com essa configuração foram dimensionadas como se fossem vigas, mantendo-se a opção pelo regime rígido-plástico assim como para as armaduras das lajes armadas em duas direções. Há quatro possibilidades de esquemas estruturais, conforme Figura 19.

Figura 19: Esquemas Estruturais para lajes armadas em uma direção

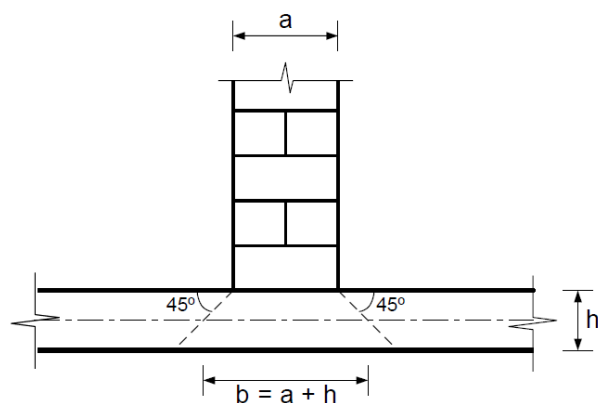
vinculação	regime elástico	regime rígido-plástico
	$m_V = p\ell^2/8$ $r = p\ell/2$	$m_V = p\ell^2/8$ $r = p\ell/2$
	$m_E = -p\ell^2/8$ $m_V = 9p\ell^2/128$ $r_E = p\ell/2 +  M_E /\ell$ $r_A = p\ell/2 -  M_E /\ell$	$m_E = -p\ell^2/8,88$ $m_V = p\ell^2/13,32$ $r_E = p\ell/2 +  M_E /\ell$ $r_A = p\ell/2 -  M_E /\ell$
	$m_E = -p\ell^2/12$ $m_V = p\ell^2/24$ $r = p\ell/2$	$m_E = -3p\ell^2/40$ $m_V = p\ell^2/20$ $r = p\ell/2$
	$m_E = -p\ell^2/2$ $r = p\ell$	$m_E = -p\ell^2/2$ $r = p\ell$

(fonte: Campos Filho, 2014)

#### 4.4.1 Cargas Lineares Paralelas ao vão

Para cargas lineares, paredes, foi adotada a seguinte metodologia. A carga distribui-se a 45° até o plano médio da laje, esta pode ser calculada como laje de largura  $b_w$ . A representação está na Figura 20.

Figura 20: Representação da distribuição das cargas



(fonte: Campos Filho, 2014)

Sendo:

a – largura da parede;

h – altura da laje.

Onde:

$$b_w = b + \Delta \quad (4.28)$$

Para momentos fletores positivos (vão):

$$\Delta_V = \frac{2a_1(l - a_1)}{l} \left(1 - \frac{b}{l}\right) \quad (4.29)$$

Para momentos fletores negativos (engaste):

$$\Delta_E = \frac{a_1(l - a_1)}{l} \left(1 - \frac{b}{l}\right) \quad (4.30)$$

Sendo:

$a_1$  – distância do centro da carga ao apoio para cujo lado está a seção que se estuda, considerada em todos os cálculos o centro da laje;

$l$  – vão menor da laje.

Desta forma, surgem larguras de influência da parede diferentes:  $b_{wV} \neq b_{wE}$ .

Para que se possam adotar os valores calculados, é necessário satisfazer:

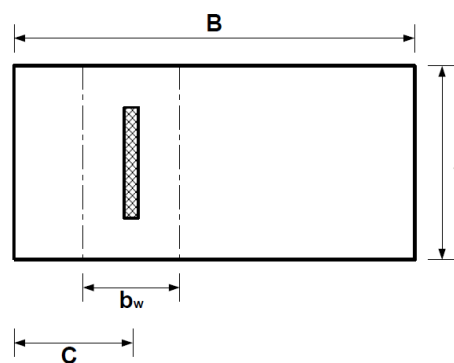
$$b_w \leq B \quad (4.31)$$

$$b_w \leq 2C \quad (4.32)$$

$$\frac{As_{dist}}{s} \geq \left[ 1 - 0,8 \frac{b}{b_w} \right] \frac{As_{princ}}{s} \quad (4.33)$$

É possível obter os valores necessários conforme descrição na Figura 21.

Figura 21: Comprimentos considerados para adoção de  $b_w$



(fonte: Campos Filho, 2014)

A recomendação para a armadura de distribuição é que se estenda por toda a largura  $b_w$ , acrescida de um comprimento de  $50\phi$  que se estenda para ambos os lados de  $b_w$  (comprimento de ancoragem).

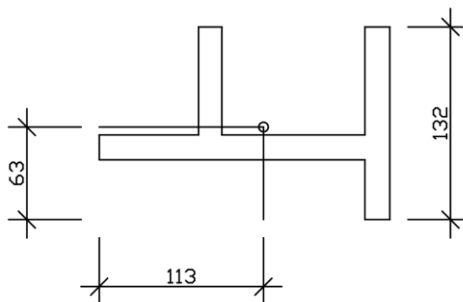
Nesses casos a carga correspondente a paredes levou em consideração a largura de influência destas, sendo dividida por  $b_{wV}$  para entrar na composição de cargas da laje. Essa combinação é a origem das cargas de serviço utilizadas para a determinação dos momentos da seção crítica de fissuração. Isso ocorre pois o trecho mais solicitado é o contido sob a zona de influência da parede, nesse caso a análise ocorre para esse trecho, sendo que a parede é considerada uma carga distribuída apenas dentro da faixa determinada por sua largura de influência.

Foram determinadas armaduras distintas tanto positivas quanto negativas para os trechos compreendidos dentro ou fora da largura de influência da parede, levando-se em consideração para isso, as cargas atuantes em cada trecho das lajes, bem como a formulação diversa para momento no vão e momento no engaste dependendo da vinculação conforme Figura 19.

#### 4.4.2 Cargas Lineares Perpendiculares ao Vão

Especificamente para as Lajes 6 e 12, foram realizadas algumas aproximações para possibilitar o dimensionamento das armaduras de maneira simplificada. Sendo lajes armadas em apenas uma direção e possuindo pequenos trechos de alvenaria contínuos entre si mas em ambas as direções, optou-se por determinar o posicionamento do centro de gravidade, conforme Figura 22.

Figura 22: Centro de Gravidade das Paredes das Lajes 6 e 12

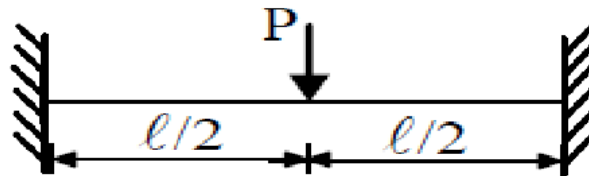


(fonte: elaborado pelo autor)



Considerou-se a parede como perpendicular ao vão. Assim, para a consideração da parede como uma carga linear, adotou-se a formulação de uma carga pontual atuando sobre uma viga bi-engastada observável na Figura 23.

Figura 23: Carga pontual sobre viga bi-engastada



(fonte: elaborado pelo autor)

$$M = \frac{Pl}{8} \quad (4.34)$$

Sendo:

$M$  – momento gerado pela carga pontual;

$P$  – carga pontual, nesse caso representando o somatório do conjunto de paredes;

$l$  – vão menor da laje.

Diferentemente do caso onde as paredes são consideradas paralelas ao vão, aqui a carga da parede não é distribuída, atuando apenas como carga pontual. Desta forma, para a determinação do momento fletor total na seção crítica realizou-se a soma do momento calculado para as cargas distribuídas, com o momento calculado em função da carga pontual. A carga pontual tem sua aplicação considerada exatamente no centro do vão, de forma a representar uma situação mais crítica e estar a favor da segurança.

A flecha calculada para o meio do vão ( $z = l/2$ ), é determinada conforme:

$$f = \frac{Pl^3}{192EJ} \quad (4.35)$$

Desta forma, as flechas imediatas também foram somadas para poder determinar a flecha final.

#### 4.5 DETERMINAÇÃO DA ARMADURA

A armadura das lajes foi dimensionada utilizando-se o momento determinado pelo regime rígido-plástico, levando-se em consideração os momentos nos vãos e nos engastes, quando presentes.

Foi determinada a posição de  $x$  (CAMPOS FILHO, 2014):

$$x = \frac{d}{\lambda} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2M_d}{\alpha_c f_{cd} b d^2}} \right) \quad (4.36)$$

Sendo:

$d$  – altura útil, distância entre o centro de gravidade da armadura tracionada até a fibra mais comprimida do concreto;

$\lambda$  – relação entre a profundidade  $y$  do diagrama de compressão equivalente a profundidade efetiva  $x$  da linha neutra;

$M_d$  – momento de cálculo;

$\alpha_c$  – parâmetro de redução da resistência do concreto a compressão;

$f_{cd}$  – resistência de cálculo à compressão do concreto;

$b$  – largura da seção transversal;

E verificado o valor de  $x/d \leq 0,25$  consoante ao disposto em norma. Passando assim ao cálculo da armadura de tração, que para as lajes é determinado como uma taxa ( $\text{cm}^2/\text{m}$ ), para isso  $b = 100\text{cm}$ .

$$A_s = \frac{b \cdot y \cdot \alpha_c \cdot f_{cd}}{f_{yd}} \quad (4.37)$$

Sendo:

$A_s$  – área da seção transversal da armadura;

$f_{yd}$  – tensão de escoamento de cálculo do aço.

Para as vigas foi determinado o momento máximo.

$$M_{m\acute{a}x} = b \cdot y_{m\acute{a}x} \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot (d - y_{m\acute{a}x}) \quad (4.38)$$

Quando  $M_d \geq M_{m\acute{a}x}$  ou  $y \geq y_{m\acute{a}x}$  a posição da linha neutra é fixada em  $x_{m\acute{a}x}$  que corresponde a  $y_{m\acute{a}x}$ , que corresponde ao maior momento que pode ser dimensionado com armadura simples no domínio 3, sem ultrapassar o limite de ductilidade.

Como  $M_{m\acute{a}x}$  não foi superado em nenhum dos casos observados, nenhuma das vigas necessitou de armadura dupla. Sendo o valor de  $y$  calculado conforme (D'ÁVILA, 2014):

$$y = d - \sqrt{d^2 - 2 \frac{M_d}{b \cdot \alpha_c \cdot f_{cd}}} \quad (4.39)$$

A taxa mínima de armadura de flexão a ser respeitada está de acordo com o disposto na Tabela 17.3 da NBR 6118, a qual determina que para a resistência de concreto empregada deva ser de 0,15% da área da seção transversal de concreto.

Para a determinação dos coeficientes de ponderação das cargas para ELU e ELS, seguiu-se o disposto na NBR6118.

Para os Estados Limites Últimos, considerado o esgotamento da capacidade resistente para elementos estruturais de concreto armado, o cálculo das solicitações da combinação última com as ações presentes no projeto, considera ações permanentes e ações variáveis, sendo que uma das ações variáveis é escolhida como ação variável principal, esta não tem seu valor minorado, conforme Tabela 11.3 da NBR 6118.

Enquanto para os Estados Limites de Serviço, combinações quase permanente de serviço, todas as ações variáveis são consideradas com seus valores quase permanentes de serviço, conforme Tabela 11.4 da NBR 6118.

A combinação dos coeficientes retirados da Tabela 11.1 e Tabela 11.2 da NBR 6118, resulta na Tabela 31, a qual apresenta coeficientes de ponderação para cada ação avaliada.

Percebeu-se durante o projeto que para os efeitos nas vigas (ELU), as cargas de vento apresentavam maior influência sobre os momentos fletores, o que justifica sua consideração como ação variável direta principal para essa análise; enquanto as cargas acidentais verticais apresentaram maior influência sobre os cortantes, o que justifica sua consideração como ação variável direta principal para essa análise. Como  $\psi_{0j} = 0,5$  para cargas acidentais e  $\psi_{0j} = 0,6$  para pressão dinâmica do vento, temos valores diferentes para cada ação quando considerada secundária.

Tabela 31: Coeficientes de Ponderação das Cargas

Estrutura	Estado	Permanentes	Acidentais	Vento	Regime
Lajes	ELS	1,0	0,3	-	Elástico
	ELU	1,4	1,4	-	Rígido-Plástico
Escadas	ELS	1,0	0,3	-	Elástico
	ELU	1,4	1,4	-	
Vigas	ELU - M	1,4	0,7	1,4	Elástico
	ELU - Q	1,4	1,4	0,84	

(fonte: elaborado pelo autor)

#### 4.6 REAÇÕES NOS APOIOS

Com lajes maciças e retangulares, adotou-se o Método das Charneiras Plásticas, realizando-se as seguintes aproximações: cada apoio recebe as cargas oriundas de triângulos ou trapézios de sua área de influência, as reações decorrentes são consideradas cargas distribuídas uniformemente nos apoios.

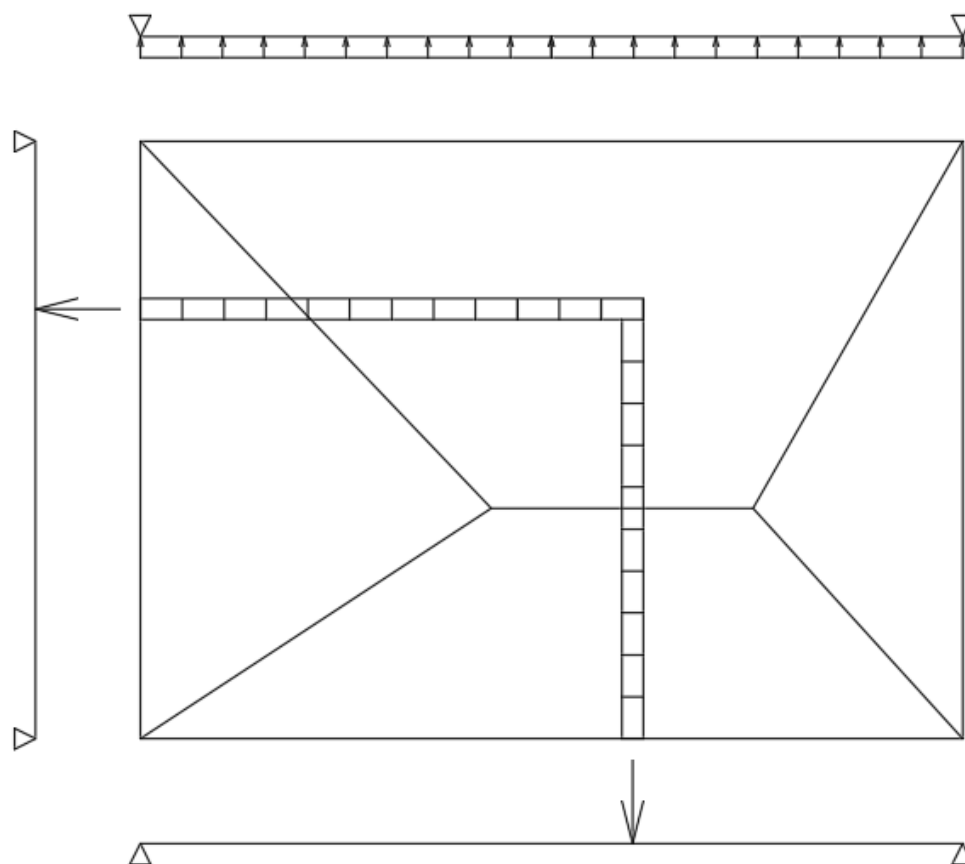
As charneiras, não sendo realizada análise plástica, são aproximadas por retas que partem dos vértices das lajes. Essas retas possuem as seguintes inclinações.

- 45° quando ambos os apoios são do mesmo tipo;
- 60° medidos a partir do apoio engastado, quando considera-se o segundo apoio simplesmente apoiado;
- 90° medidos a partir do apoio, se a borda vizinha for livre.

Após a determinação das áreas das charneiras e respectivas cargas, divide-se o resultado pelo comprimento do apoio, o que resulta na carga uniformemente distribuída atuante nos apoios.

Em relação às cargas lineares adotou-se o seguinte critério: as paredes que são perpendiculares aos apoios, e chegam até ele, têm suas cargas consideradas como pontuais sobre a viga, sendo considerada apenas a extensão de parede contida na respectiva charneira; enquanto as paredes paralelas a vigas sobre a qual sua charneira possui influência, ou seja, não atingem o apoio perpendicularmente, são consideradas cargas distribuídas sobre toda a extensão do apoio. A Figura 24 mostra o descrito no presente parágrafo.

Figura 24: Atuação das cargas lineares sobre os apoios das lajes



(fonte: elaborado pelo autor)

## 4.7 MEMORIAL DE CÁLCULO

Os memoriais de cálculo, por serem muito extensos, foram acrescentados como Apêndice A, Apêndice B, Apêndice C e Apêndice D.

## 4.8 DETALHAMENTO DAS LAJES

Em relação ao detalhamento destacam-se algumas boas práticas e premissas adotadas.

Não foram escalonadas armaduras de lajes. As armaduras foram sempre levadas até a máxima distância permitida, atendendo ao cobrimento e respeitando o valor de 4cm além do eixo teórico do apoio conforme item 20.1 da NBR 6118.

A armadura do menor vão deve sempre ser posicionada primeiro durante a armação da laje, desta forma ficará posicionada sob a armadura do maior vão. Não foram considerados valores diferentes para altura útil ( $d$ ) das armaduras das lajes nas diferentes direções; o valor adotado foi o da armadura inferior, embora ligeiramente contra a segurança. Como a armadura efetiva tende a ser maior do que a calculada, aceitou-se essa simplificação pelo fato de não se utilizar programa integrado de dimensionamento.

Para as armaduras principais foram adotados: bitola mínima de 6,3mm e espaçamento máximo de 15cm, desta forma todas as armaduras principais das lajes possuem no mínimo área de armadura de 2,08cm<sup>2</sup>/m. O espaçamento máximo previsto pelo item 20.1 da NBR 6118 para armaduras principais de flexão é de duas vezes a altura da laje ou 20cm.

Enquanto isso as armaduras de distribuição mínimas empregadas têm como valores adotados: bitola mínima de 6,3mm e espaçamento máximo igual a 25cm, atendendo ao disposto no item 20.1 da NBR 6118.

Como critério de projeto, a bitola mínima das armaduras negativas adotada é de 8mm, buscando evitar a deformação durante a execução e concretagem, momentos em que funcionários e equipamentos circulam por cima destas barras. Como critério de projeto o espaçamento das armaduras negativas esta compreendido entre 10cm e 20cm.

Para a compatibilização dos momentos de engastamento mútuo sobre um apoio comum entre lajes, adotou-se sempre o maior valor para o dimensionamento das armaduras, conforme permitido, simplificada e a favor da segurança pelo item 14.7.6.2 da NBR 6118. Conforme Campos Filho (2014), as armaduras de continuidade (engastamento mútuo) devem se estender para cada lado do eixo do apoio de um

comprimento igual a 1/4 (um quarto) do maior entre os vãos menores das duas lajes consideradas.

No contorno da edificação, entorno dos elevadores e escada, onde a laje não tem continuidade com uma laje adjacente, manteve-se uma armadura negativa de contorno correspondente a uma taxa de  $0,67 \rho_{min}$ , com uma extensão igual a 1/5 (um quinto) do menor vão da laje.

As emendas por traspasse foram determinadas e aplicadas apenas em uma das lajes em uma das direções, pela não disponibilidade comercial de vergalhões com comprimentos maiores do que 12 metros. Assim determinou-se o detalhamento dos traspasses com base na Tabela 32 e Tabela 33.

Tabela 32: Aderência por bitola

$\varphi$ (mm)	Ade rên cia	n1	n2	n 3	fbd	lb calc (cm)	25* $\varphi$ (cm)	lb (cm)	0,3*lb (cm)	10* $\varphi$ (cm)	10 (cm)	lb,mi n (cm)	lb,ado tado(cm)	Gancho	$\alpha$	lb,nec (cm)
5	Boa	2,25	1,0	1	3,26	16,7	12,5	16,7	5,0	5	10	10,0	16,7	Não	1	<b>17</b>
6,3	Boa	2,25	1,0	1	3,26	21,0	15,8	21,0	6,3	6	10	10,0	21,0	Não	1	<b>22</b>
8	Boa	2,25	1,0	1	3,26	26,7	20,0	26,7	8,0	8	10	10,0	26,7	Não	1	<b>27</b>
10	Boa	2,25	1,0	1	3,26	33,4	25,0	33,4	10,0	10	10	10,0	33,4	Não	1	<b>34</b>
12,5	Boa	2,25	1,0	1	3,26	41,7	31,3	41,7	12,5	13	10	12,5	41,7	Não	1	<b>42</b>
16	Boa	2,25	1,0	1	3,26	53,4	40,0	53,4	16,0	16	10	16,0	53,4	Não	1	<b>54</b>
20	Boa	2,25	1,0	1	3,26	66,7	50,0	66,7	20,0	20	10	20,0	66,7	Não	1	<b>67</b>

Conforme item 9.5.2.1 da NBR 6118, no detalhe apresentado nos projetos, há também a indicação da distância mínima entre emendas, a qual deve ser maior do que 20% do comprimento do trecho de traspasse a fim de que as emendas não sejam consideradas na mesma seção. Adotou-se como critério de projeto e unificação o valor de 30cm.

Tabela 33: Comprimento de traspasse para barras isoladas

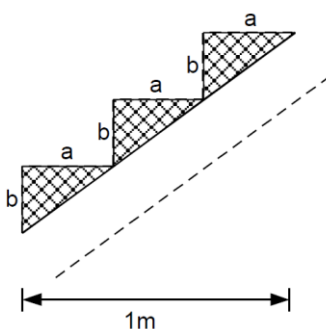
$\varphi$ (mm)	lb (cm)	lb,nec (cm)	10c mín				10c (cm)	$\alpha 0t$	10t mín				10t (cm)
			0,6lb (cm)	15 $\varphi$ (cm)	200mm (cm)	Maior (cm)			0,3* $\alpha 0t$ *lb (cm)	15 $\varphi$ (cm)	200mm (cm)	Maior (cm)	
5,0	16,7	17	10,0	7,5	20,0	20,0	<b>20</b>	1,6	8,0	7,5	20	20,0	<b>27</b>
6,3	21,0	22	12,6	9,5	20,0	20,0	<b>22</b>	1,6	10,1	9,5	20	20,0	<b>35</b>
8,0	26,7	27	16,0	12,0	20,0	20,0	<b>27</b>	1,6	12,8	12,0	20	20,0	<b>43</b>
10,0	33,4	34	20,0	15,0	20,0	20,0	<b>34</b>	1,6	16,0	15,0	20	20,0	<b>54</b>
12,5	41,7	42	25,0	18,8	20,0	25,0	<b>42</b>	1,6	20,0	18,8	20	20,0	<b>67</b>
16,0	53,4	54	32,0	24,0	20,0	32,0	<b>54</b>	1,6	25,6	24,0	20	25,6	<b>86</b>
20,0	66,7	67	40,0	30,0	20,0	40,0	<b>67</b>	1,6	32,0	30,0	20	32,0	<b>107</b>

## 5 ESCADA

A escada foi dimensionada como laje armada em apenas uma direção, os degraus não têm função estrutural e os vãos são paralelos.

Os valores de altura e largura dos degraus vêm do projeto arquitetônico, conforme representação na Figura 25.

Figura 25: Representação dos degraus e suas medidas



(fonte: Campos Filho, 2014, p.2)

Os dados geométricos referentes à inclinação da escada estão contidos na Tabela 34.

Tabela 34: Dados referentes à inclinação da escada

Inclinação da Escada	
b (cm)	17,125
a (cm)	29
$\tan \alpha$	0,591
$\alpha$ (rad)	0,533
$\cos \alpha$	0,861

(fonte: elaborado pelo autor)

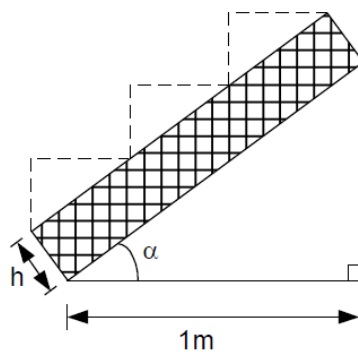
a – largura dos degraus;

b – altura dos degraus.

O vão da escada foi determinado conforme Tabela 35, onde também consta a definição da altura da laje. A representação gráfica da medida da altura da laje é dada pela Figura 26.



Figura 26: Esquema representativo da altura da laje da escada



(fonte: Campos Filho, 2014, p.2)

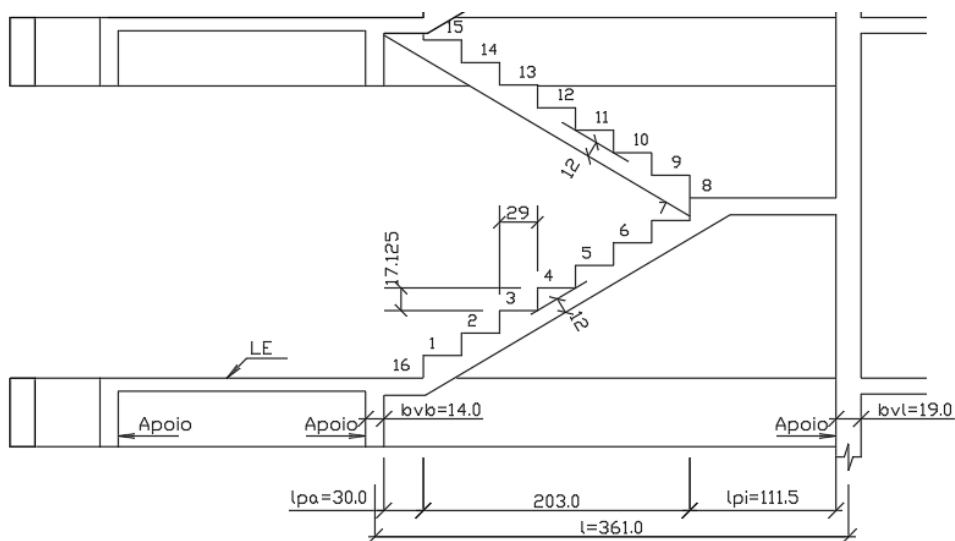
Tabela 35: Determinação do vão da escada

Vãos	
n° degraus	7
l patamar intermediário (lpi) (cm)	111,5
l viga base (bvb) (cm)	14
l viga intermediária (bvi) (cm)	19
l patamar (lpa) (cm)	30
Vão (l) (cm)	361
h (cm)	12

(fonte: elaborado pelo autor)

A Figura 27 facilita a compreensão dos dados da Tabela 35.

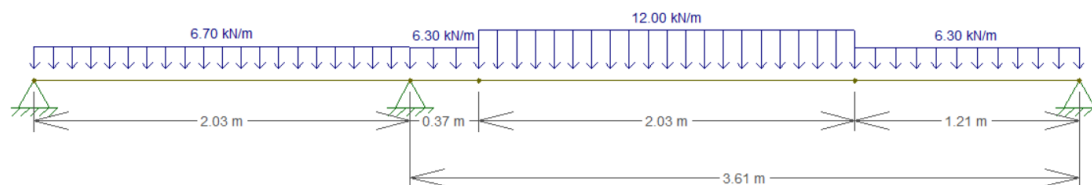
Figura 27: Esquema para determinação do vão da escada



(fonte: elaborado pelo autor)

Também foi considerada a continuidade entre o vão da escada e a laje da escada (LE), sendo assim considerados três apoios para a determinação das reações e deformação do vão conforme Figura 28.

Figura 28: Escada no Ftool (Valores Característicos)



(fonte: elaborado pelo autor)

Na Tabela 36 estão descritas as composições das cargas utilizadas para o dimensionamento da escada.

Tabela 36: Composição das cargas utilizadas para dimensionamento da escada

<b>Peso Patamares</b>	
<b>Cargas</b>	
Peso Próprio (kN/m <sup>2</sup> )	3,00
Piso (kN/m <sup>2</sup> )	0,18
Argamassa (kN/m <sup>2</sup> )	0,41
Reboco Teto (kN/m <sup>2</sup> )	0,21
Carga Acidental (kN/m <sup>2</sup> )	2,50
<b>p1 (kN/m<sup>2</sup>)</b>	<b>6,30</b>
<b>Peso Escada</b>	
Peso do Guarda-corpo (kN/m)	1,50
Carga Acidental Vertical Guarda-corpo (kN/m)	2,00
Largura da escada (m)	1,11
<b>Cargas</b>	
Carga Guarda-corpo (kN/m <sup>2</sup> )	1,35
Carga Acidental Vertical Guarda-corpo (kN/m <sup>2</sup> )	1,80
Peso Próprio(kN/m <sup>2</sup> )	3,48
Degraus (kN/m <sup>2</sup> )	2,06
Piso (kN/m <sup>2</sup> )	0,18
Argamassa (kN/m <sup>2</sup> )	0,42
Reboco (kN/m <sup>2</sup> )	0,21
Carga Acidental (kN/m <sup>2</sup> )	2,50
<b>p2 (kN/m<sup>2</sup>)</b>	<b>12,00</b>
<b>Cargas de Serviço</b>	
<b>p1,serv (kN/m<sup>2</sup>)</b>	<b>4,55</b>
<b>p2,serv(kN/m<sup>2</sup>)</b>	<b>8,99</b>

(fonte: elaborado pelo autor)

A determinação das solicitações foi realizada por meio do software Ftool, as reações nas vigas e momento máximo no vão da escada encontram-se na Tabela 37.

Tabela 37: Reações e Momento no vão obtidos no Ftool

<b>Reações</b>	
R (bvb) (kN/m)	21,7
R (bvl) (kN/m)	12,6
M <sub>máx</sub> apoio central (kNm/m)	11,4
M <sub>máx</sub> vão (kNm/m)	11,7

(fonte: elaborado pelo autor)

O dimensionamento das armaduras está na Tabela 38.

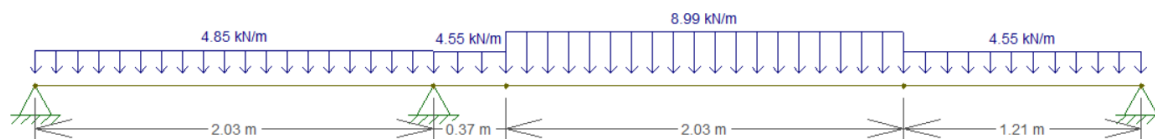
Tabela 38: Dimensionamento das Armaduras

<b>Dimensionamento das Armaduras</b>		
<b>Altura Útil</b>		
h (cm)		12
Cobrimento (cm)		2,5
d (cm)		9,0
<b>Linha Neutra</b>		
$f_{ck}$ (MPa)		30
x (cm)		1,33
$x/d < 0,45$		0,147
<b>Armadura Principal</b>		
$A_s$ (cm <sup>2</sup> /m)		4,45
$p_{min}$		0,15
$A_{s,min}$ (cm <sup>2</sup> /m)		1,80
$A_{s,adotado}$ (cm <sup>2</sup> /m)		4,45
<b>Armadura de Distribuição</b>		
$A_{s,dist}$ (cm <sup>2</sup> /m) >=	20% $A_{s,principal}$	0,89
	0,5 $p_{min}$	0,90
	0,9 cm <sup>2</sup> /m	0,90
$A_{s,dist}$ adotada (cm <sup>2</sup> /m)		0,90

(fonte: elaborado pelo autor)

A flecha imediata de valor igual a 0,287cm foi obtida por meio do Ftool, utilizando-se combinações quase permanentes de serviço, conforme Figura 29.

Figura 29: Escada no Ftool (Combinação de Serviço)



(fonte: elaborado pelo autor)

A determinação das solicitações foi realizada por meio do software Ftool, as reações nas vigas e momento máximo no vão da escada encontram-se na Tabela 39. O apoio central representa a viga “VE” e a continuidade com a laje “LE”, sendo assim verificou-se que o momento máximo no apoio central não supera o momento resistente de fissuração da laje “LE”.

Tabela 39: Reações e Momento no vão obtidos no Ftool (Serviço)

Reações Serviço	
R (bv) (kN/m)	16,1
R (bv) (kN/m)	9,3
M <sub>máx</sub> apoio central (kNm/m)	8,5
M <sub>máx</sub> vão (kNm/m)	8,8

(fonte: elaborado pelo autor)

O fator  $\alpha_f$  é calculado conforme a equação:

$$\alpha_f = \frac{\Delta\xi}{1 + 50p'} \quad (5.1)$$

Sendo:

$\Delta\xi$  – coeficiente em função do tempo;

$p'$  - taxa de armadura comprimida.

As escadas foram dimensionadas com armadura simples, logo  $p'$  tem valor nulo.

$$\Delta\xi = \xi(t) - \xi(t_0) \quad (5.2)$$

Sendo:

$\xi(t)$  – valor do coeficiente no tempo em que se deseja estimar o valor da flecha diferida;

$\xi(t_0)$  – valor do coeficiente no tempo em que foi aplicada a carga de longa duração.

Flecha total:

$$f_{(t=\infty)} = (1 + \alpha_f)f_{(t=0)} \quad (437)$$

Sendo:

$f$  – flecha total;

$f_{(t=0)}$  – flecha imediata;

$f_{(t=\infty)}$  – flecha diferida ao longo do tempo.

A composição das cargas e verificação da flecha total estão descritas na Tabela 40.

Tabela 40: Verificação da Flecha

<b>Verificação da Flecha</b>	
$\xi (t=\infty)$	2
$\xi (t=1\text{mês})$	0,68
$\Delta\xi$	1,32
$p'$	0
$f_{(t=0)}$ (cm)	0,287
$\alpha f$	1,32
$f_{(t=\infty)}$ (cm)	0,67
$f_{admissível}$ (cm)	1,44

(fonte: elaborado pelo autor)

O deslocamento-limite aceitável considerado foi de  $l/250$ , conforme Tabela 13.3 da NBR 6118, onde  $l$  é o vão considerado.

## 6 VIGAS

As vigas foram dimensionadas em Excel programado pelo próprio autor.

Foram consideradas as seguintes ações:

- Ações permanentes: peso próprio da estrutura, revestimentos, vedação;
- Ações variáveis diretas: cargas acidentais previstas para o uso da construção (cargas verticais de uso da construção), ação do vento.

### 6.1 CARGAS ATUANTES SOBRE AS VIGAS

Para a composição das cargas atuantes sobre as vigas foram considerados os pesos próprios das vigas de concreto armado conforme Tabela 41.

*Tabela 41: Peso próprio das vigas*

<b>Peso Próprio das Vigas</b>					
b (cm)	0,14	0,19	0,23	0,19	0,19
h (cm)	0,52	0,52	0,52	0,82	1,62
Peso Específico Aparente (kN/m <sup>3</sup> )	25	25	25	25	25
Peso Próprio (kN/m)	1,82	2,47	2,99	3,90	7,70

(fonte: elaborado pelo autor)

#### 6.1.1 Valores relacionados ao pavimento tipo

Também se computaram as cargas oriundas das paredes posicionadas sobre as vigas, conforme Tabela 42.

Tabela 42: Cargas das paredes sobre as vigas do tipo

Parede Externa sobre Viga					
Camada	Espessura (m)	Altura (m)	Peso Específico Aparente (kN/m <sup>3</sup> )	q (kN/m)	Total (kN/m)
Reboco Interno	0,02	2,25	19	0,9	8,6
Blocos	0,19	2,25	13	5,6	
Reboco Externo	0,05	2,25	19	2,1	
Parede Interna sobre Viga					
Camada	Espessura (m)	Altura (m)	Peso Específico Aparente (kN/m <sup>3</sup> )	q (kN/m)	Total (kN/m)
Reboco	0,02	2,25	19	0,9	6,1
Blocos	0,15	2,25	13	4,4	
Reboco	0,02	2,25	19	0,9	
Paredes de Drywall sobre viga					
Drywall (composição: montantes metálicos, 4 chapas com 12,5 mm de espessura cada e isolamento acústico com lâ de rocha ou lâ de vidro com 50 mm de espessura)	Altura (m)	Peso (kN/m <sup>2</sup> )	Sub - Total (kN/m)	Majoração para considerar carga distribuída.	Total (kN/m)
	2,25	0,5	1,13	1,2	1,4

(fonte: elaborado pelo autor)

Quando as paredes não terminavam em vigas, dentro do chanfro no qual estavam inseridas, foram consideradas cargas distribuídas, conforme Tabela 43.

Tabela 43: Cargas de Paredes consideradas como cargas distribuídas

Paredes sobre as Lajes	Charneira	Comprimento (m)	q (kN/m)	Total (kN)	Área da Charneira (m <sup>2</sup> )	Carga (kN/m <sup>2</sup> )	Carga (kN/m)
L3 e L15	V22a, V22b e V22c	1,51	7,00	10,59	7,66	1,38	0,22
L6 e L12	V3a e V3b; V12a e V12b	0,67	7,00	4,69	8,19	0,57	0,08

(fonte: elaborado pelo autor)

A carga considerada é de uma parede de largura e altura de configuração ligeiramente diferente das já apresentadas, pois essas paredes não estão verticalmente entre vigas, sendo acrescida a altura correspondente, conforme Tabela 44.

Tabela 44: Parede sobre laje

Parede Sobre Laje					
Camada	Espessura (m)	Altura (m)	Peso Específico Aparente (kN/m <sup>3</sup> )	q (kN/m)	Total (kN/m)
Reboco	0,02	2,6	19	1,0	7,0
Blocos	0,15	2,6	13	5,1	
Reboco	0,02	2,6	19	1,0	

(fonte: elaborado pelo autor)

Diferentemente, as paredes que terminavam em vigas foram consideradas cargas pontuais agindo sobre vigas. A coluna “Posição” na Tabela 45 foi utilizada para facilitar a inserção das cargas no local correto no programa Ftool. Quando o comprimento da parede representa o comprimento linear, quando a parede assim se configura, foram consideradas, entretanto, as somas de trechos de paredes quando estes eram próximos, caso de entorno de *shafts*, por exemplo. Nesse caso o ponto de aplicação da carga foi o mesmo considerado para a parede que chega até a viga. As cargas consideradas pontuais estão na Tabela 45.

Tabela 45: Cargas pontuais de paredes no Tipo

<b>Cargas Pontuais de Paredes no Tipo</b>				
<b>Paredes</b>	<b>Posição (m)</b>	<b>Comprimento (m)</b>	<b>q (kN/m)</b>	<b>Total (kN)</b>
V1e V14e	2,66	2,59	7,0	18,1
V3a e V12a	0,75	0,74	7,0	5,1
V3a e V12a	1,91	1,32	7,0	9,2
V10a	1,53	1,54	7,0	21,6
V15a e V15b	2,19	0,68	7,0	4,8
V16	1,03	0,65	7,0	4,5
V17	0,0	0,65	7,0	4,5
V20	1,61	0,47	7,0	3,3
	2,56	0,47	7,0	3,3
V21	1,61	0,42	7,0	2,9
	2,56	0,42	7,0	2,9
V22a	3,99	1,64	7,0	11,5
V22b	4,88	1,41	7,0	9,9
V22b	4,88	1,41	7,0	9,9
V22c	3,99	1,64	7,0	11,5

(fonte: elaborado pelo autor)

A viga 17 recebe cargas de paredes que estão sobre a laje 7. Essas paredes chegam à viga em pontos onde encontram-se pilares, por isso o ponto considerado possui valor nulo, no modelo do Ftool essas cargas foram consideradas aplicadas no ponto onde está o pilar, representando a configuração real.

A composição de carga para cada trecho das vigas do pavimento tipo encontra-se no Apêndice E.

### 6.1.2 Valores relacionados à cobertura

A cobertura, por suportar as cargas dos reservatórios, bem como possuir configuração e utilização diversa, teve suas cargas determinadas conforme segue.

Os reservatórios, haja vista a redução do número de pavimentos da edificação, foram reduzidos à metade das suas capacidades. A linha denominada “vigas” na Tabela 46



apresenta a totalidade dos comprimentos de vigas sobre os quais os reservatórios se apoiam.

Tabela 46: Cargas dos Reservatórios

	Reservatório 1	Reservatório 2
Volume (L)	25000	25000
Carga (kN)	250	250
Vigas (m)	6,95	5,7
Carga (kN/m)	36,0	43,9

(fonte: elaborado pelo autor)

Como as vigas da cobertura recebem cargas de paredes internas e externas de alturas diferentes em função das características do posicionamento das lajes técnicas e cobertura dos reservatórios, foram determinadas as cargas para as alvenarias empregadas na Tabela 47, conforme projeto arquitetônico.

Tabela 47: Cargas das paredes sobre as vigas da cobertura

Parede Externa					
Camada	Espessura (m)	Altura (m)	Peso Específico Aparente (kN/m <sup>3</sup> )	q (kN/m)	Total (kN/m)
Reboco Interno	0,02	5,46	19	2,1	20,7
Blocos	0,19	5,46	13	13,5	
Reboco Externo	0,05	5,46	19	5,2	
Parede Externa					
Camada	Espessura (m)	Altura (m)	Peso Específico Aparente (kN/m <sup>3</sup> )	q (kN/m)	Total (kN/m)
Reboco Interno	0,02	1,23	19	0,5	4,7
Blocos	0,19	1,23	13	3,0	
Reboco Externo	0,05	1,23	19	1,2	
Parede Interna					
Camada	Espessura (m)	Altura (m)	Peso Específico Aparente (kN/m <sup>3</sup> )	q (kN/m)	Total (kN/m)
Reboco Interno	0,02	5,46	19	2,1	14,8
Blocos	0,15	5,46	13	10,6	
Reboco Externo	0,02	5,46	19	2,1	
Parede Interna					
Camada	Espessura (m)	Altura (m)	Peso Específico Aparente (kN/m <sup>3</sup> )	q (kN/m)	Total (kN/m)
Reboco Interno	0,02	1,23	19	0,5	4,0
Blocos	0,19	1,23	13	3,0	
Reboco Externo	0,02	1,23	19	0,5	

(fonte: elaborado pelo autor)

A composição de carga para cada trecho das vigas da cobertura encontra-se no Apêndice F.

### 6.1.3 Valores relacionados a lajes técnicas

Assim como houve diferenciação para os valores das cargas das paredes sobre as vigas da cobertura, sobre as vigas das lajes técnicas temos o mesmo efeito em função da variação das alturas das paredes, determinadas na Tabela 48.

Tabela 48: Cargas das paredes sobre as vigas das lajes técnicas

Parede Externa sobre Viga					
Camada	Espessura (m)	Altura (m)	Peso Específico Aparente (kN/m <sup>3</sup> )	q (kN/m)	Total (kN/m)
Reboco Interno	0,02	3,25	19	1,2	12,4
Blocos	0,19	3,25	13	8,0	
Reboco Externo	0,05	3,25	19	3,1	

(fonte: elaborado pelo autor)

A composição de carga para cada trecho das vigas das lajes técnicas encontra-se no Apêndice G.

### 6.1.4 Valores relacionados a cobertura dos reservatórios

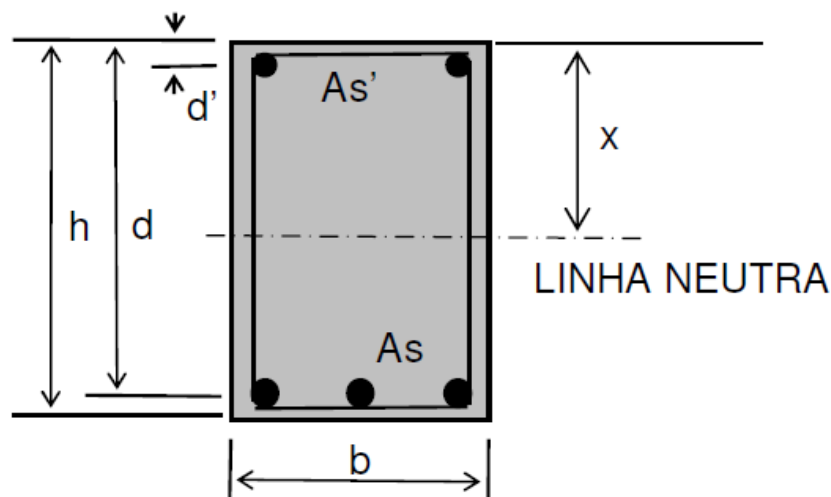
A cobertura dos reservatórios é o ápice da estrutura e não apresenta paredes sobre ela, então as vigas foram dimensionadas para ultrapassarem as lajes em 30cm, visando que a água não escorra pelas paredes abaixo.

A composição de carga para cada trecho das vigas das lajes técnicas encontra-se no Apêndice H.

## 6.2 ARMADURA DE FLEXÃO

As vigas foram analisadas trecho a trecho e todas foram consideradas retangulares para considerações de cálculo, conforme Figura 30.

Figura 30: Parâmetros da seção das vigas



(fonte: D'ÁVILA, 2014)

Sendo:

$b$  – largura da seção transversal;

$h$  – altura da seção transversal;

$A_s$  – área das barras da armadura longitudinal tracionada;

$A'_s$  – área das barras da armadura longitudinal comprimida (não ocorre neste projeto);

$d$  – altura útil, distância entre o centro de gravidade da armadura tracionada até a fibra mais comprimida do concreto;

$d'$  – distância entre o centro de gravidade da armadura comprimida até a fibra mais comprimida do concreto;

$x$  – posição da linha neutra.

A classe de agressividade ambiental considerada, conforme Tabela 6.1 da NBR 6118, é de nível II; conforme a alínea *a* admitiu-se classe de agressividade mais branda para ambientes internos secos. Desta forma foram respeitados os cobrimentos nominais aos quais a Tabela 7.2 se refere; para a face superior de vigas que serão revestidas, conforme alínea *b*, foi respeitado o disposto no item indicado, item 7.4.7.5, adotando-se assim cobrimento nominal igual ao diâmetro da maior barra utilizada a fim de se padronizar o cálculo. Os cobrimentos adotados estão explícitos na Tabela 49.

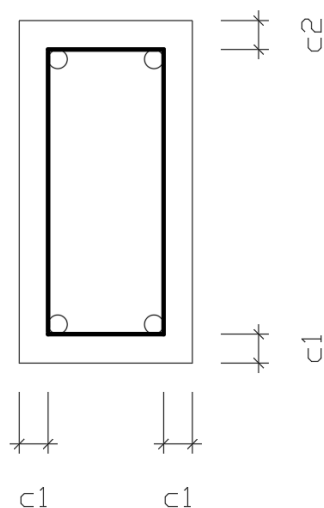
Tabela 49: Cobrimentos Adotados para Vigas

Pavimento	Viga	c1 (cm)	c2 (cm)
Tipo	Interna	2,5	2
	Externa	3	2
Cobertura	Interna	2,5	2
	Externa	3	2
Lajes Técnicas	Interna	3	3
	Externa	3	3
Cobertura dos Reservatórios	Interna	3	3
	Externa	3	3

(fonte: elaborado pelo autor)

A Figura 31 mostra as posições de c1 e c2.

Figura 31: Cobrimentos



(fonte: elaborado pelo autor)

No projeto utilizaram-se no máximo duas camadas de barras na parte superior das vigas, as barras sempre em número par em virtude da opção pela centralização do espaçamento necessário para se inserir o vibrador; e até duas camadas na parte inferior, esta, por motivos óbvios, não prevê, entre as barras, espaçamento para o vibrador, podendo ser composta por camadas com número par ou ímpar de barras sempre mantendo a simetria da seção.

Para a determinação da altura útil prosseguiu-se com a inserção do número de barras e bitola máxima possível a fim de atender a necessidade de armadura longitudinal sendo determinado  $d_1$  para uma camada de barras, este valor se mantém caso haja apenas uma

camada. Entretanto, quando há necessidade de duas camadas de barras, a quantidade de barras com suas respectivas bitolas para atingir a área de aço necessária é inserida manualmente, então é calculado um  $d_2$  para a segunda camada. O  $d$  final é calculado em função das áreas de aço e alturas úteis de cada camada. Automaticamente ao se inserir os dados da segunda camada, recalcula-se o aço necessário em função das novas características da seção.

A determinação da altura útil deu-se conforme a seguinte fórmula:

$$d_1 = h - c - \phi_t - \frac{\phi_l}{2} \quad (6.1)$$

Sendo:

$d_1$  – altura útil, distância entre o centro de gravidade da armadura tracionada até a fibra mais comprimida do concreto;

$h$  – altura da seção transversal;

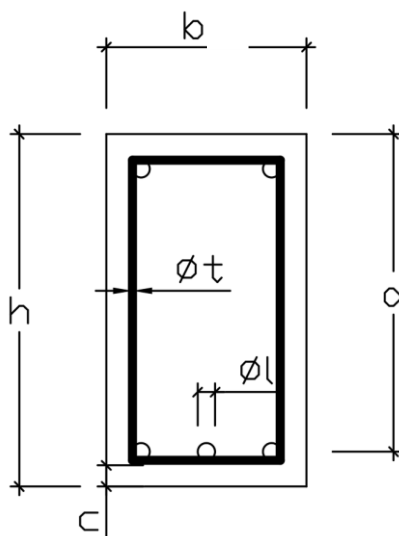
$c$  – cobrimento nominal;

$\phi_t$  – diâmetro da armadura transversal (estribo);

$\phi_l$  – diâmetro da armadura longitudinal.

A representação gráfica das medidas utilizadas pode ser observada na Figura 32.

Figura 32: Parâmetros da Seção para Determinação da Altura útil



(fonte: elaborado pelo autor)

Nos casos onde mais de uma camada se fez necessária, a altura útil foi calculada conforme as seguintes fórmulas:

$$d_2 = d_1 - \frac{\varnothing_1}{2} - e_v - \frac{\varnothing_2}{2} \quad (6.2)$$

Sendo:

$d_2$  – altura útil da segunda camada;

$\varnothing_1$  – diâmetro da primeira camada da armadura longitudinal;

$e_v$  – espaço vertical entre as barras;

$\varnothing_2$  – diâmetro da segunda camada da armadura longitudinal.

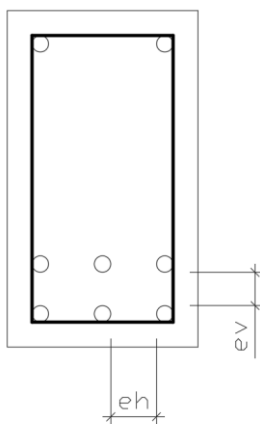
Os valores de  $\varnothing_1$  e  $\varnothing_2$ , bem como  $e_v$  foram fixados em 2cm a favor da segurança.

A altura útil resultante considerada para cálculos quando há duas camadas é a seguinte:

$$d = \frac{As_1 \cdot d_1 + As_2 \cdot d_2}{As_1 + As_2} \quad (6.3)$$

O espaçamento mínimo livre entre as faces das barras longitudinais seguiu o prescrito pelo item 18.3.2.2 da NBR 6118. Neste trabalho, pela indefinição do traço do concreto a ser utilizado, temos o espaçamento na direção horizontal  $e_h$  e vertical  $e_v$  fixados em 2cm. A indicação dos espaçamentos descritos pode ser vista na Figura 33.

Figura 33: Espaçamento Mínimo Livre



(fonte: elaborado pelo autor)

O espaço livre para a colocação de barras é determinado conforme:

$$espaçolivre = b - 2.c - 2. \phi t \quad (6.4)$$

A partir da determinação do espaço livre é possível determinar o número máximo de barras em uma mesma camada ( $n$ ).

Quando na face inferior, utiliza-se a formulação:

$$n_{inf} = \frac{espaçolivre + 2}{\phi_l + 2} \quad (6.5)$$

Diferentemente, na face superior, onde há o posicionamento do vibrador, preferencialmente na parte central, calcula-se conforme:

$$n_{sup} = \frac{espaçolivre - 1,5 + 2}{\phi_l + 2} \quad (6.6)$$

Essa diferença nas fórmulas ocorre em virtude da previsão de um espaçamento maior para a inserção do vibrador. Na posição central o espaço deve obrigatoriamente ser no mínimo 3,5cm.

Ambos os  $n$  devem ser arredondados para um valor inteiro imediatamente menor.

Para a compreensão das tabelas apresentadas no Apêndice I, Apêndice J, Apêndice K e Apêndice L seguem orientações em relação às colunas:

Vigas: esta coluna apresenta a identificação da viga, podendo apresentar duas vigas em uma mesma célula toda vez que essas estruturas tiverem simetria;

Trechos: podem identificar a região dos pilares ou vigas apresentando dados imediatamente sobre essas estruturas de apoio; ou tramos, representando o centro do vão;

Lado: são determinados em direita (D) ou esquerda (E) apenas quando se referem a pilares, isso se dá em função da possibilidade de esforços solicitantes diferentes em cada posição indicada;

As colunas descritas por “Permanente”, “Acidental” e “Vento”, aparecem duas vezes; entretanto, está descrito na tabela a qual esforço estrutural se relacionam, momentos fletores ou cortantes.

Permanente: valor característico referente às solicitações provenientes de cargas permanentes;

Acidental: valor característico referente a cargas acidentais;

Vento: os valores são referentes às solicitações geradas por cargas na mesma direção do eixo da viga, isso se dá em função da configuração de pórticos utilizada;

$M_d$  – somatório dos momentos para a pior situação já com seus valores de cálculo,  $1,4g + 0,7q + 1,4v$  (ver Tabela 31);

$V_d$  – valores referentes ao cortante,  $1,4g + 1,4q + 0,84v$  (ver Tabela 31);

Aresta do Pilar – aresta do pilar no sentido em que será realizado o arredondamento de momentos conforme item 14.6.3 da NBR 6118;

$\Delta M_d$  – valor do arredondamento de momentos fletores, calculado conforme item 14.6.3 da NBR 6118;

$M_d$  atualizado – valor de momento de cálculo após arredondamento dos momentos negativos;

$b_w$  – largura da viga;

$h$  – altura da viga;

$c_1$  – cobrimento, conforme Figura 31;

$c_2$  – cobrimento, conforme Figura 31;

$d_1$  – altura útil, distância entre o centro de gravidade da armadura tracionada até a fibra mais comprimida do concreto;

$d_2$  – altura útil da segunda camada;

$d$  – altura útil, distância entre o centro de gravidade da armadura tracionada até a fibra mais comprimida do concreto. Ou equivalente, quando há mais de uma camada, conforme demonstrado anteriormente;

$x_{máx}$  – menor valor entre  $x_{34}$  e  $x_{lim}$ ;



$y_{m\acute{a}x}$  – máxima profundidade da linha neutra;

$M_{m\acute{a}x}$  – momento máximo;

$y$  – posição da linha neutra;

$A_{S\text{ calc}}$  – rea da seção transversal da armadura longitudinal de tração, já calculado com  $d$  contemplando o número de camadas utilizado;

$A_{S\text{ mín}}$  – armadura mínima em relação  seção;

$A'_S$  – rea da seção transversal da armadura longitudinal de compressão;

$A_{S\text{ max}}$  – armadura máxima em relação  seção;

$A_{S\text{ esc}}$  – armadura maior entre  $A_{S\text{ mín}}$  e  $A_{S\text{ calc}}$ ;

$\emptyset_t$  – diâmetro da armadura transversal (estribo);

Espaço livre – largura disponível para colocação de barras;

As colunas descritas por “N máximo de barras”, “ $\emptyset$ ” e “N de barras”, aparecem duas vezes; entretanto, está descrito na tabela qual camada elas representam.

N máximo de barras – número máximo de barras que podem ser inseridas sem interferir no espaçamento mínimo livre;

$\emptyset$  – diâmetro da armadura longitudinal;

N de barras – número de barras utilizados para a camada tratada;

$A_S$  – rea de aço totalizada na camada em questão;

$A_{S\text{ efe}}$  – somatório da armadura ( $A_S$ ) de ambas as camadas.

Em cada combinação foram considerados, conforme NBR 6118, as combinações últimas normais, onde as ações permanentes e a ação variável principal devem ser aplicadas com seus valores característicos e demais ações variáveis (consideradas secundárias) com seus valores reduzidos.

O dimensionamento completo das vigas dos pavimentos tipo encontra-se no Apêndice I.

### 6.3 ARMADURA DE CORTE

Para o dimensionamento da armadura de corte utilizou-se o Modelo I, o qual admite diagonais de compressão inclinadas em 45 em relação ao eixo longitudinal (treliça

clássica) e que também que a parcela  $V_c$  tenha valor constante. Todos os estribos utilizados tem inclinação de  $90^\circ$ , não foi utilizado estribo duplo em nenhuma das vigas.

Não foi feita redução do cortante em função de cargas distribuídas ou concentradas próximas aos apoios diretos.

$V_{sd}$  – força cortante solicitante de cálculo, na seção;

$V_{Rd2}$  – força cortante resistente de cálculo, relativa à ruína das diagonais comprimidas de concreto;

$V_{Rd3}$  – força cortante resistente de cálculo, relativa à ruína por tração diagonal;

$V_c$  – parcela de força cortante absorvida por mecanismos complementares ao da treliça;

$V_{sw}$  – parcela resistida pela armadura transversal;

$A_{sw}$  – área da seção transversal dos estribos de força cortante;

$s$  – espaçamento entre elementos de armadura transversal  $A_{sw}$ , medido segundo o eixo longitudinal da peça.

Para as armaduras transversais não se adotam tensões  $f_{ywd}$  maiores do que 435MPa.

As armaduras transversais mínimas constituídas por estribos foram determinadas conforme item 17.4.1.1.1 da NBR 6118.

O espaçamento mínimo entre estribos deve ser suficiente para permitir a passagem do vibrador, sendo de 3,5cm entre faces; já o espaçamento máximo, adotado como 20cm, foi determinado conforme item 18.3.3.2 da NBR 6118. Conforme esse mesmo item da norma, respeitaram-se os limites mínimo e máximo das bitolas dos estribos, sendo o mínimo de 5mm e o máximo de 1/10 da largura da viga; neste projeto utilizaram-se apenas estribos de 5mm.

As fórmulas utilizadas para esse dimensionamento encontram-se no Anexo B.

## **6.4 COMPRIMENTO DE ANCORAGEM**

Para o cálculo do comprimento de ancoragem, calculou-se a aderência de cálculo  $f_{bd}$ , conforme item 9.3.2.1 da NBR 6118. Para isso os valores considerados foram:

$$f_{bd} = \eta_1 \eta_2 \eta_3 f_{ctd} \quad (6.7)$$

Sendo:

$\eta_1 = 2,25$ , já que todas as barras serão nervuradas (CA-50);

$\eta_2 = 1,0$  ou  $0,7$ , para boa e má aderência respectivamente, de acordo com item 9.3.1 da NBR 6118;

$\eta_3 = 1,0$  já que todas as barras possuem  $\emptyset \leq 32\text{mm}$ .

O comprimento de ancoragem básico é dado conforme item 9.4.2.4 da NBR 6118.

$$l_b = \frac{\emptyset}{4} \cdot \frac{f_{yd}}{f_{bd}} \geq 25\emptyset \quad (6.8)$$

Enquanto o comprimento de ancoragem necessário é calculado conforme item 9.4.2.5.

$$l_{b,nec} = \alpha \cdot l_b \cdot \frac{A_{s,calc}}{A_{s,ef}} \geq l_{b,min} \quad (6.9)$$

Onde o valor de  $\alpha$  depende da presença de ganchos (1,0) ou não (0,7).

O comprimento de ancoragem mínimo é o maior entre:

- $0,3l_b$ ;
- $10\emptyset$ ;
- $100\text{mm}$ ;

Os valores dos comprimentos de ancoragem estão no Apêndice M, Apêndice N, Apêndice O e Apêndice P.

Os comprimentos de traspasse de barras isoladas, tracionadas  $l_{ot}$  e comprimidas  $l_{oc}$ , foram calculados conforme itens 9.5.2.1 e 9.5.2.2 da NBR 6118, respeitando os valores mínimos indicados. Esses comprimentos foram determinados para servir de suporte ao detalhamento. Os valores de comprimentos de traspasse de barras isoladas comprimidas e tracionadas estão no Apêndice Q, Apêndice R, Apêndice S e Apêndice T.

Os valores de deslocamento de diagrama de momentos fletores, paralelos ao eixo da peça  $a_l$  estão no Apêndice U, Apêndice V Apêndice X e Apêndice Z.

Para sua determinação utilizou-se a seguinte fórmula:

$$a_l = \left[ \frac{V_{sd,max}}{2 \cdot (V_{sd,max} - V_C)} \right] \cdot d \quad (6.10)$$

Seguindo a recomendação:  $0,5 \cdot d \leq a_l \leq d$

## 6.5 DETALHAMENTO

### 6.5.1 Armadura longitudinal

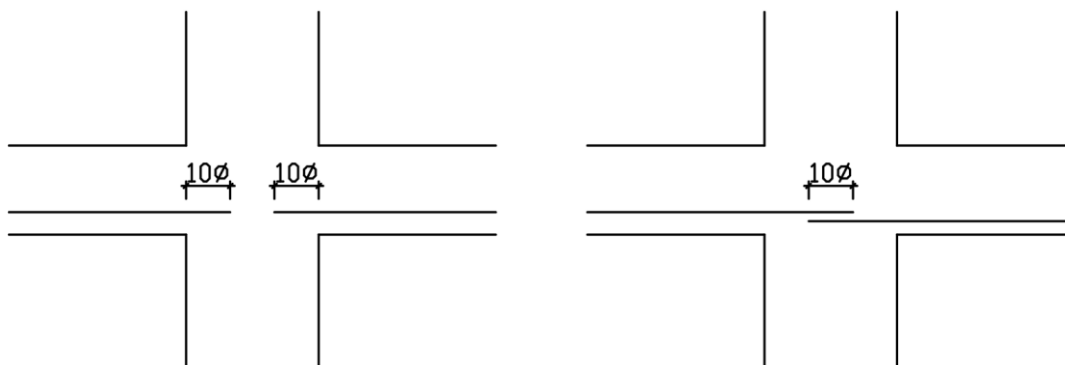
A distribuição longitudinal obedeceu ao recomendado no item 18.3.2.3 da NBR 6118, sendo feito o escalonamento e tendo sido obedecidos os valores encontrados para sua execução.

As armaduras positivas, em seu detalhamento, foram determinadas vão a vão como forma de facilitar sua montagem para posterior posicionamento nas formas. Essa técnica, observada nas obras da região, possibilita o encaixe da armadura pré-montada que, ao ser erguida pelo centro do vão, sofre uma deformação temporária que possibilita seu encaixe entre pilares.

No tocante às armaduras de tração nas seções de apoio, item 18.3.2.4.c, optou-se sempre por prolongar a totalidade das armaduras determinadas para o vão, haja vista a necessidade de armaduras de montagem, ficando sempre a favor da segurança.

A ancoragem nos apoios intermediários, onde não ocorra momentos positivos, pode ser  $10\phi$  além da face do pilar (D'ÁVILA, 2014); adotou-se, entretanto, a sobreposição das armaduras para esse mesmo valor, ver Figura 34.

Figura 34: Ancoragem nos apoios intermediários: recomendada versus adotada



(fonte: elaborado pelo autor)

A ancoragem em apoios externos obedeceu aos comprimentos de ancoragem determinados pelos cálculos. Observando as possibilidades do texto do item 18.3.2.4.1, optou-se por utilizar sempre a partir da face do pialr o  $l_{b,nec}$ . Nos casos onde o  $l_{b,nec}$  ultrapassou o valor da largura do apoio menos o cobrimento, optou-se por prolongá-lo por meio de ganchos de forma a atingir o valor necessário contabilizando-se o comprimento da barra até a extremidade do gancho. Para a armadura positiva nos apoios externos, adotou-se como critério a utilização de ganchos em todas as vigas, mesmo quando não havia necessidade determinada pelo dimensionamento, assim para esse detalhamento o gancho sempre foi inserido.

Para as dobras realizadas em barras de armadura longitudinal, obedeceu-se à Tabela 9.1 da NBR 6118, sendo o diâmetro do pino para aço CA-50 e barras com bitola menor do que 20mm, cinco vezes o diâmetro da barra a ser dobrada e barras com bitola igual a 20mm, oito vezes o diâmetro da barra a ser dobrada. Respeitando-se o descrito no item 9.4.2.3.c, as pontas retas das barras dobradas em ângulo reto devem ter comprimento não inferior a oito vezes o seu diâmetro.

Para o cálculo do raio médio:

$$R_m = \frac{\text{Diâmetro do Pino} + \phi_t}{2} \quad (6.11)$$

Sendo:

$R_m$  – raio médio.

$$R_e = \frac{\text{Diâmetro do Pino}}{2} + \phi_t \quad (6.12)$$

Sendo:

$R_e$  – raio externo.

$$\Delta_l = 2R_e - \frac{\pi R_m}{2} \quad (6.13)$$

Sendo:

$\Delta_l$  – valor a ser descontado por dobra para determinar o comprimento de corte, ou seja, comprimento reto da barra a ser cortado pelo armador.

A diferença de comprimento gerada visto que os ângulos das barras dobradas formam curvas, e não ângulos retos, pode ser vista na Tabela 50.

Tabela 50: Dobras na Armadura Longitudinal

Dobras na Armadura Longitudinal				
Bitola (mm)	Diâmetro do pino (mm)	$R_m$ (mm)	$R_e$ (mm)	$\Delta_l$ (cm)
6,3	3,15	1,89	2,205	1,44
8	4	2,4	2,8	1,83
10	5	3	3,5	2,29
12,5	6,25	3,75	4,375	2,86
16	8	4,8	5,6	3,66
20	16	9	10	5,86

(fonte: elaborado pelo autor)

### 6.5.2 Armadura Transversal

No tocante à armadura transversal, seguiu-se expressamente o determinado pelo dimensionamento, onde todos os estribos foram dimensionados com diâmetro de 5mm. Como critério de detalhamento, trechos considerados curtos (menores do que 1 metro) não tiveram alteração na distribuição dos estribos, ficando assim o espaçamento menor, a favor da segurança e facilitando a execução.

Também para os estribos é necessário descontar a diferença gerada pela dobra do aço. Para as dobra realizadas em barras de armadura transversal, obedeceu-se à Tabela 9.2 da NBR 6118, sendo o diâmetro do pino para aço CA-50 e barras com bitola menor do que 10mm, três vezes o diâmetro da barra a ser dobrada. O valor a ser descontado por dobra consta na Tabela 51.

Tabela 51: Dobras nos Estribos

<b>Dobras nos Estribos</b>				
Bitola (mm)	Diâmetro do pino (cm)	$R_m$ (mm)	$R_e$ (mm)	$\Delta_l$ (cm)
5	1,5	1	1,25	0,93

(fonte: elaborado pelo autor)

Também atendeu-se ao disposto o item 9.4.6.1.a da NBR 6118, sendo a ponta reta de comprimento igual a cinco vezes o diâmetro do estribo ou no mínimo 5cm.

### 6.5.3 Armadura de Pele

As armaduras de pele detalhadas, respeitam o disposto no item 17.3.5.2.3 da NBR 6118. Sendo no mínimo  $0,10\% A_{c,alma}$  em cada face da viga, com espaçamento não maior do que 20cm, respeitando também o item 17.3.3.2. Em virtude das características das vigas o limite de  $5\text{cm}^2/\text{m}$  por face não precisou ser utilizado.

## 7 PILARES

Como critério de projeto foram adotados pilares de seções e armaduras constantes do nível das fundações até o nível da cobertura (última laje com a mesma projeção do pavimento tipo em planta). Acima do nível da cobertura foram redimensionados apenas os pilares que tiveram suas seções reduzidas por motivos arquitetônicos ou de uso, também foram verificados aqueles que por configurações diversas tiveram seus comprimentos alterados. Essa decisão deu-se, pois, embora não seja a mais econômica, está a favor da segurança e gera uma redução do número de cálculos e verificações a serem realizadas, visto que o presente trabalho não utilizou-se de software unificado de dimensionamento.

Os pilares foram dimensionados no Programa PCalc, que é um:

Aplicativo para análise de pilares de concreto armado submetidos à flexão composta oblíqua.

As principais características do P-Calc são:

- Verificação de pilares submetidos a flexão composta, normal ou oblíqua, quanto ao estado limite último de ruptura e instabilidade;
- Análise de pilares com concretos de alta resistência ( $f_{ck} > 50$  MPa);
- Diagrama de interação Esforço normal x Momento fletor (FCO e FCN);
- Resultados gráficos para deformações e tensões na seção;
- Avaliação dos efeitos locais de 2ª ordem considerando não linearidade física e geométrica, de acordo com todos os métodos presentes na norma ABNT NBR 6118;
- Envoltória de momentos mínimos;
- Memória de cálculo em formato PDF. (TQS STORE, 2019)

Todos os pilares foram dimensionados com formato retangular, considerados por questões de segurança biapoiados (apoiados em cada pavimento ou conjunto laje/viga), com alturas de 2,74m, e arestas  $h_x$  e  $h_y$  variáveis conforme necessidade de resposta às solicitações, e, em alguns casos, previamente fixadas em função da necessidade de enrijecimento de pórticos.

Sempre foram considerados os efeitos locais de 2ª ordem, sendo utilizado como Método de Cálculo: Pilar-Padrão com curvatura aproximada, o qual pode ser empregado, segundo a NBR 6118, “apenas no cálculo de pilares com  $\lambda \leq 90$ , com seção constante e armadura simétrica e constante ao longo do seu eixo”. Conforme item 15.8.4 da NBR 6118, a consideração da fluência é obrigatória quando índice de esbeltez ( $\lambda$ ) for maior



do que 90, sendo assim a fluência não foi considerada. As taxas mínimas (item 17.3.5.3.1 da NBR 6118) e máximas (item 17.3.5.3.2 da NBR 6118) de armaduras empregadas são respectivamente 0,4% e 8% das áreas das seções, sendo que o valor máximo já deve considerar a sobreposição da armadura existente em regiões de emenda. Sendo assim, limitou-se a taxa máxima durante o dimensionamento a 4%.

Como critérios, o programa também verificou o Momento Mínimo:  $M_{1d,min} = N_{sd}(0,015 + 0,03h)$  em cada uma das direções.

Foram avaliadas as piores combinações para cada incidência do vento, conforme exemplo da Tabela 52. Nessa etapa, as cargas são inseridas no programa PCalc com seus valores de cálculo já ponderados. Como o programa apresenta um campo para o coeficiente de ponderação, utilizou-se o valor  $\gamma_f = 1$ . As composições das combinações utilizadas para o dimensionamento serão detalhadas adiante.

Tabela 52: Combinação de Esforços no PCalc

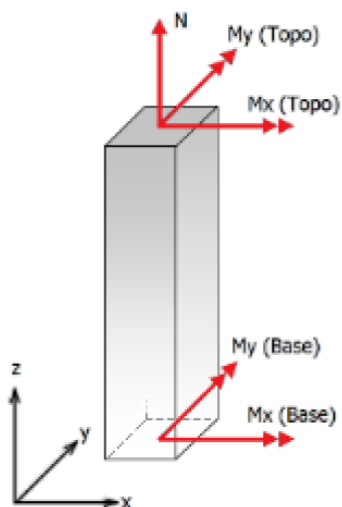
Combinação	$N_{sk}$	$M_{sk,x}$ (Topo)	$M_{sk,y}$ (Topo)	$M_{sk,x}$ (Base)	$M_{sk,y}$ (Base)
1	-1709.8	104.3	55.8	205.9	-49.1
2	-1709.8	11.8	50.2	-92.1	142.3
3	-1709.8	104.3	53.7	205.9	48.1
4	-1709.8	11.8	53.7	-92.1	48.1
5	-1709.8	58.7	55.8	57.9	-49.1
6	-1709.8	58.7	50.2	57.9	142.3

Tabela: Combinação de esforços, Unidades [kN, kN.m]

(fonte: elaborado pelo autor)

A convenção de sinais adotada para coleta de dados gerados no Ftool não correspondia exatamente à convecção utilizada pelo PCalc, observável na Figura 35.

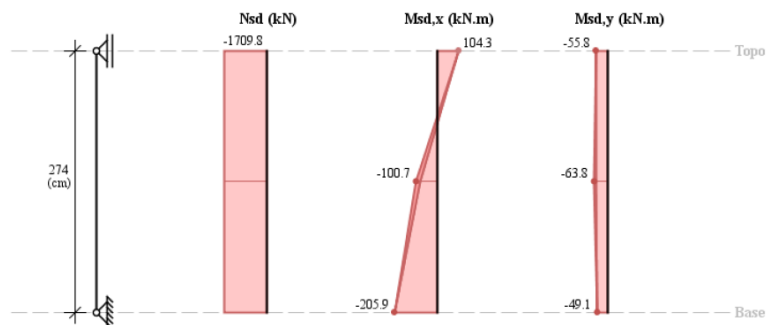
Figura 35: Convenção de sinais no PCalc



(fonte: TQS STORE, 2019)

Houve, então, cuidado redobrado nos sinais dos momentos inseridos no PCalc e possibilidade de conferência por meio dos gráficos de esforços da Figura 36.

Figura 36: Esforços Solicitantes de Cálculo no PCalc

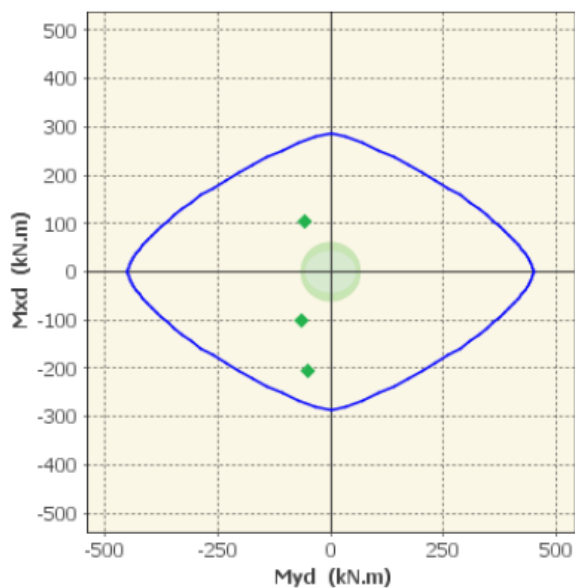


(fonte: elaborado pelo autor)

Após a inserção de todos os dados necessários para a execução do dimensionamento, faz-se mister estimar as características da armação. Então entra-se com diâmetro das barras em milímetros, quantidade de barras em x e y e o cobrimento desejado.

O programa gera um diagrama de interação, Figura 37, para cada combinação inserida, considerando  $N$ ,  $M_x$  e  $M_y$  e permitindo assim uma melhor visualização dos esforços e compreensão dos fatores de segurança atingidos.

Figura 37: Diagrama de Interação no PCalc

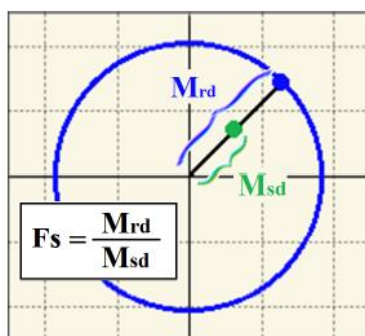


(fonte: TQS STORE, 2019)

Como há mais de uma combinação para cada pilar avaliado, também há mais de um F.S. (fator de segurança) para um mesmo pilar. O PCalc determina o fator de segurança conforme esquema na Figura 38.

Para o PCalc, F.S. igual a 1 significa que a seção tem resistência igual e suficiente para suportar as solicitações majoradas por  $\gamma_f$  com a resistência dos materiais dividida por  $\gamma_c$  ou  $\gamma_s$  respectivamente para o concreto e o aço.

Figura 38: Esquema para determinação do fator de segurança no PCalc



(fonte: TQS STORE, 2019)

Outros dados importantes informados pelo PCalc são a taxa de armadura e índices de esbeltez. Ao gerar um relatório mais completo é possível obter dados como: área de aço,

área de concreto da seção, centro de gravidade, inércia em relação ao centro de gravidade, entre outros dados intermediários do cálculo.

## 7.1 DIMENSIONAMENTO

Partindo do volume superior da edificação, há as cargas do nível das coberturas dos reservatórios, mostradas na Tabela 53 em seus valores de cálculo.

Tabela 53: Ações sobre os pilares - Coberturas dos Reservatórios

Cobertura dos Reservatórios												
Pilares	X						Y					
	Permanentes			Acidentais			Permanentes			Acidentais		
	N (kN)	Momentos (kN.m)		N (kN)	Momentos (kN.m)		N (kN)	Momentos (kN.m)		N (kN)	Momentos (kN.m)	
		Y			Y			X			X	
	Base	Topo		Base	Topo		Base	Topo		Base	Topo	
P10	30,8	0,0	-0,7	17,4	0,0	-0,4	10,1	-2,8	0,3	1,1	-2,2	0,0
P11	49,2	0,0	0,3	17,2	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
P12	43,8	0,0	-0,2	15,9	0,0	-0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
P13	27,6	0,0	0,6	16,1	0,0	0,3	10,1	-2,7	0,3	1,1	-2,1	0,0
P19	31	4,1	-0,9	30,6	4,1	-0,8	10,1	2,7	-0,2	1,1	1,5	0,0
P20	49,1	-4,1	0,3	22,1	-4,1	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
P21	43,6	2,9	-0,2	21,1	2,9	-0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
P22	27,7	-2,8	0,8	26,6	-2,8	0,7	10,1	2,6	-0,2	1,1	1,5	0,0

(fonte: elaborado pelo autor)

Ainda no volume superior da edificação há as ações no nível das lajes técnicas, mostradas na Tabela 54 em seus valores de cálculo.

Tabela 54: Ações sobre os pilares - Lajes Técnicas

Lajes Técnicas												
Pilares	X						Y					
	Permanentes			Acidentais			Permanentes			Acidentais		
	N (kN)	Momentos (kN.m)		N (kN)	Momentos (kN.m)		N (kN)	Momentos (kN.m)		N (kN)	Momentos (kN.m)	
		Y			Y			X			X	
	Base	Topo		Base	Topo		Base	Topo		Base	Topo	
P10	0,0	-43,4	0,0	0,0	-7,6	0,0	23,0	-5,1	5,8	19,5	-1,4	4,1
P11	0,0	31,3	0,0	0,0	5,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
P12	0,0	-2,9	0,0	0,0	-0,7	0,0	0,0	12,9	0,0	0,0	2,7	0,0
P13	0,0	16,1	0,0	0,0	2,9	0,0	24,2	18,1	6,5	20,5	2,0	4,5
P19	25,6	-2,1	8,6	12,6	-0,7	-6,5	21,6	-32,3	-5,7	8,1	-6,8	-3,8
P20	26,5	15,5	8,6	22,6	2,7	6,8	0,0	-17,9	0,0	0,0	-2,1	0,0
P21	23,0	29,1	-5,8	19,5	5,7	-4,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
P22	21,8	-5,6	5,9	9,5	-0,4	4,2	22,8	17,6	-6,5	6,8	0,6	-4,3

(fonte: elaborado pelo autor)

Como os pilares que não fazem parte de pórticos no sentido Y (P9, P15 e P23) também não recebem cargas de vigas posicionadas nessa direção, temos apenas resultados do sentido X. Esses valores vêm do modelo de vigas e incluem o P14 pois este conecta-se por viga ao P15 no sentido Y, mas esse conjunto não foi considerado pórtico.

Tabela 55: Ações sobre os pilares - Sentido X - Cobertura

Vigas em X - Cobertura						
Pilares	Permanentes			Acidentais		
	N (kN)	Momentos (kN.m)		N (kN)	Momentos (kN.m)	
		Y			Y	
		Base	Topo		Base	Topo
P9	72,2	-29,1	36,2	30,9	-5,7	16,4
P14	23,8	26,6	-6,3	10,5	4,6	-3,9
P15	84	22,4	6,3	33,2	3,8	3,9
P23	72,2	-29,1	36,2	30,9	-5,7	16,4

(fonte: elaborado pelo autor)

As cargas dos pilares foram obtidas do programa Ftool, em sua maioria do modelo de pórticos. Os pilares P9, P15 e P23 não fazem parte de pórticos em nenhum dos sentidos; enquanto não fazem parte dos pórticos no sentido Y: P3, P4, P11, P20, P29 e P30. Para esses pilares, os momentos solicitantes foram obtidos através dos momentos nos semitramos de pilares usados no modelo de vigas.

Os resultados da Tabela 56 e Tabela 57 unem valores retirados de ambos os modelos conforme possibilidade. Desta forma, os valores de N para cargas permanentes e acidentais é a soma das reações do pórtico e peso próprio dos pilares no nível das fundações mais o acumulado de cargas nos pavimentos superiores não contemplados no pórtico.

Para os momentos em pilares pertencentes a pórticos, foram empregados os valores obtidos no 3º pavimento para a combinação de cargas envolvendo apenas as cargas verticais; para as combinações de carga envolvendo apenas as cargas de vento, os valores obtidos no térreo, isso porque observaram-se resultados maiores nesses pavimentos para as respectivas combinações de cargas, desta forma há uma padronização dos valores de toda a estrutura, sendo utilizados momentos maiores a favor da segurança.

Tabela 56: Ações sobre os pilares - Sentido X

Ações sobre os pilares - Sentido X												
Pilares	Permanentes			Acidentais			Vento ->			<- Vento		
	N (kN)	Momentos (3º) (kN.m)		N (kN)	Momentos (3º) (kN.m)		N (kN)	Momentos (Térreo) (kN.m)		N (kN)	Momentos (Térreo) (kN.m)	
		Y			Y			Y			Y	
		Base	Topo		Base	Topo		Base	Topo		Base	Topo
P1	451,6	32,8	-36,6	45,8	3,1	-3,5	-32,0	-69,4	-1,5	32,2	67,3	2,5
P2	819,3	-36,8	36,2	91,1	-4,5	3,3	-22,9	-61,1	13,5	22,6	61,0	-13,5
P3	498,5	-10,6	10,3	57,3	-1,1	1,0	22,9	-13,1	11,0	-23,1	13,3	-11,1
P4	389,2	-5,5	5,5	44,3	-0,5	0,5	15,2	-4,3	4,6	15,2	4,4	-4,7
P5	974,7	17,9	-19,7	101,1	2,0	-2,3	47,1	-42,7	6,2	-46,9	44,4	-7,3
P6	165,4	3,1	-5,6	9,1	0,4	-0,4	-146,0	-53,0	15,2	146,0	62,5	-14,8
P7	455,1	13,6	-17,8	40,1	1,5	-2,0	83,7	-63,2	22,8	-83,7	63,2	-22,8
P8	360,9	-20,4	19,7	37,5	-2,0	1,9	62,3	-23,2	8,3	-62,3	23,7	-8,7
P9	414,7	-29,1	29,1	84,7	-5,7	5,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
P10	839,6	43,8	-43,4	165,6	7,6	-7,6	-85,6	-93,7	-7,0	85,6	90,8	9,5
P11	1071,8	-30,4	31,3	201,6	-5,3	5,4	-35,1	-101,0	8,4	35,2	100,9	-8,5
P12	967,2	3,4	-2,9	188,3	0,7	-0,7	46,9	-100,4	7,1	-46,8	102,7	-8,6
P13	512,7	-15,7	16,1	110,4	-2,9	2,9	73,9	-7,6	6,5	-74,0	7,9	-6,8
P14	211,4	26,6	-26,6	35,0	4,6	-4,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
P15	538,1	22,4	-22,4	91,7	3,8	-3,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
P16	1058,7	-27,8	45,2	198,0	2,7	10,7	-144,0	-75,4	-3,8	144,8	73,8	4,7
P17	665,2	65,9	-50,2	133,6	10,3	-4,0	88,2	-78,7	3,9	-88,1	78,4	-3,7
P18	507,0	-13,4	29,8	113,2	3,2	9,4	56,6	-69,5	-11,9	-56,6	71,6	10,9
P19 Tº	752,9	39,8	-41,1	151,3	5,7	-6,0	-83,1	-95,1	-7,1	83,5	94,0	7,9
P19 2º	667,3	41,2	-40,3	139,2	6,0	-5,8	-68,8	-40,6	20,1	69,2	41,2	-20,1
P20	1064,7	-27,7	26,8	209,3	-4,0	3,8	11,5	-101,5	4,9	-11,5	102,6	-5,4
P21	958,6	2,3	-2,1	201,0	0,8	-0,7	34,5	-8,6	6,3	-34,6	8,8	-8,5
P22	492,4	-15,2	15,5	118,1	-2,7	2,7	37,1	-6,8	4,6	-37,3	7,1	-4,9
P23	414,7	-29,1	29,1	84,7	-5,7	5,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
P24	165,4	3,1	-5,6	9,1	0,4	-0,4	-146,0	-53,0	15,2	146,0	62,5	-14,8
P25	455,1	13,6	-17,8	40,1	1,5	-2,0	83,7	-63,2	22,8	-83,7	63,2	-22,8
P26	360,9	-20,4	19,7	37,5	-2,0	1,9	62,3	-23,2	8,3	-62,3	23,7	-8,7
P27	451,6	32,8	-36,6	45,8	3,1	-3,5	-32,0	-69,4	-1,5	32,2	67,3	2,5
P28	819,3	-36,8	36,2	91,1	-4,5	3,3	-22,9	-61,1	13,5	22,6	61,0	-13,5
P29	498,5	-10,6	10,3	57,3	-1,1	1,0	22,9	-13,1	11,0	-23,1	13,3	-11,1
P30	389,2	-5,5	5,5	44,3	-0,5	0,5	15,2	-4,3	4,6	15,2	4,4	-4,7
P31	974,7	17,9	-19,7	101,1	2,0	-2,3	47,1	-42,7	6,2	-46,9	44,4	-7,3

(fonte: elaborado pelo autor)

Tabela 57: Ações sobre os pilares - Sentido Y

Ações sobre os pilares - Sentido Y												
Pilares	Permanentes			Acidentais			Vento ->			<- Vento		
	N (kN)	Momentos (3º) (kN.m)		N (kN)	Momentos (3º) (kN.m)		N (kN)	Momentos (Térreo) (kN.m)		N (kN)	Momentos (Térreo) (kN.m)	
		X			X			X			X	
		Base	Topo		Base	Topo		Base	Topo		Base	Topo
P1	541,7	-39,1	39,6	59,4	-4,5	4,6	143,2	-105,7	32,6	-143,0	107,1	-33,5
P2	273,3	-11,1	11,3	72,0	-2,7	2,8	118,6	-40,7	20,5	-118,7	41,8	-21,4
P3	1,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
P4	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
P5	436,6	-20,7	21,5	83,8	-3,5	3,7	217,5	-54,2	25,7	217,7	56,2	-27,2
P6	843,8	9,0	-17,6	156,4	0,4	-0,6	90,5	47,8	27,2	-90,5	48,1	-27,4
P7	270,0	-4,6	8,9	77,7	-1,3	2,5	98,2	-55,2	28,8	-98,3	55,6	-29,0
P8	275,7	-3,5	7,0	25,9	-0,3	0,6	113,0	-51,7	36,8	-113,0	51,9	-37,0
P9	3,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
P10	603,3	5,2	-5,1	163,1	1,4	-1,4	79,8	-31,0	30,3	-79,7	31,3	-30,6
P11	4,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
P12	564,4	-7,7	12,9	115,4	-1,6	2,7	170,3	-16,1	13,5	-170,4	16,2	-13,6
P13	1148,7	-17,6	18,1	200,7	-2,0	2,0	84,0	-306,1	32,8	83,8	309,8	-35,1
P14	1077,0	0,0	0,0	110,8	0,0	0,0	-0,2	-136,0	65,8	-0,2	136,0	-65,8
P15	4,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
P16	495,1	0,0	0,0	158,1	0,0	0,0	0,0	-40,6	35,9	0,0	40,6	-35,9
P17	549,9	0,0	0,0	160,0	0,0	0,0	0,0	-41,7	37,1	0,0	41,7	-37,1
P18	586,8	0,0	0,0	55,3	0,0	0,0	0,0	-53,9	49,3	0,0	53,9	-49,3
P19 Tº	567,6	-7,3	6,7	137,5	-1,9	1,8	15,6	-371,0	36,0	-15,5	370,2	-35,5
P19 2º	498,9	-7,6	8,1	121,4	-3,3	2,1	10,9	-154,0	118,7	-11,0	154,0	118,7
P20	25,1	-6,1	6,1	8,1	-2,4	2,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
P21	415,9	-11,7	-32,3	80,3	-2,4	-6,8	-170,3	-194,2	-28,5	170,4	194,0	28,6
P22	1148,3	17,5	-17,9	179,4	2,0	-2,1	-83,8	-309,8	35,1	84,0	306,1	-32,8
P23	3,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
P24	843,8	-9,0	17,6	156,3	-0,4	0,6	-90,5	-48,1	27,4	90,5	47,8	27,2
P25	270,0	4,6	-8,9	77,7	1,3	-2,5	-98,3	-55,6	29,0	98,2	55,2	-28,8
P26	275,7	3,5	-7,0	25,9	0,3	-0,6	-113,0	-51,9	37,0	113,0	51,7	-36,8
P27	541,7	39,1	-39,6	59,4	4,5	-4,6	-143,0	-107,1	33,5	143,2	105,7	-32,6
P28	278,0	12,9	-13,2	73,2	3,2	-3,3	-214,0	-45,6	29,8	214,0	44,8	-29,2
P29	1,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
P30	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
P31	437,4	20,8	-21,6	83,4	3,5	-3,6	-217,7	-56,2	27,2	217,5	54,2	-25,7

(fonte: elaborado pelo autor)

Para a determinação dos valores de cálculo considerou-se o vento como ação variável principal e as cargas acidentais como ações variáveis secundárias, visto que a contribuição do vento para o momento nos pilares, principalmente nas bases, é maior.

A Tabela 58 e a Tabela 59 apresentam os momentos de cálculo, e são parte de uma mesma tabela, apresentada em duas para melhor configuração e visualização. Os valores contidos no cabeçalho representam o coeficiente de majoração utilizado.

Tabela 58: Momentos de Cálculo - Sentido X

Pilares	Momentos X - Base						Momentos X - Topo					
	Permanente (1,4)	Acidental (0,7)	Vento > (1,4)	Vento < (1,4)	Total >	Total <	Permanente (1,4)	Acidental (0,7)	Vento > (1,4)	Vento < (1,4)	Total >	Total <
P1	-54,7	-3,2	-148,0	149,9	-205,9	92,1	55,4	3,2	45,6	-46,9	104,3	11,8
P2	-15,5	-1,9	-57,0	58,5	-74,4	41,1	15,8	2,0	28,7	-30,0	46,5	-12,2
P3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
P4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
P5	-29,0	-2,5	-75,9	78,7	-107,3	47,3	30,1	2,6	36,0	-38,1	68,7	-5,4
P6	12,6	0,3	66,9	67,3	79,8	80,2	-24,6	-0,4	38,1	-38,4	13,0	-63,4
P7	-6,4	-0,9	-77,3	77,8	-84,6	70,5	12,5	1,8	40,3	-40,6	54,5	-26,4
P8	-4,9	-0,2	-72,4	72,7	-77,5	67,6	9,8	0,4	51,5	-51,8	61,7	-41,6
P9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
P10	7,3	1,0	-43,4	43,8	-35,1	52,1	-7,1	-1,0	42,4	-42,8	34,3	-51,0
P11	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
P12	-10,8	-1,1	-22,5	22,7	-34,4	10,8	18,1	1,9	18,9	-19,0	38,9	0,9
P13	-24,6	-1,4	-428,5	433,7	-454,6	407,7	25,3	1,4	45,9	-49,1	72,7	-22,4
P14	0,0	0,0	-190,4	190,4	-190,4	190,4	0,0	0,0	92,1	-92,1	92,1	-92,1
P15	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
P16	0,0	0,0	-56,8	56,8	-56,8	56,8	0,0	0,0	50,3	-50,3	50,3	-50,3
P17	0,0	0,0	-58,4	58,4	-58,4	58,4	0,0	0,0	51,9	-51,9	51,9	-51,9
P18	0,0	0,0	-75,5	75,5	-75,5	75,5	0,0	0,0	69,0	-69,0	69,0	-69,0
P19 T°	-10,2	-1,3	-519,4	518,3	-531,0	506,7	9,4	1,3	50,4	-49,7	61,0	-39,1
P19 2°	-10,6	-2,3	-215,6	215,6	-228,6	202,7	11,3	1,5	166,2	166,2	179,0	179,0
P20	-8,5	-1,7	0,0	0,0	-10,2	-10,2	8,5	1,7	0,0	0,0	10,2	10,2
P21	-16,4	-1,7	-271,9	271,6	-289,9	253,5	-45,2	-4,8	-39,9	40,0	-89,9	-9,9
P22	24,5	1,4	-433,7	428,5	-407,8	454,4	-25,1	-1,5	49,1	-45,9	22,6	-72,5
P23	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
P24	-12,6	-0,3	-67,3	66,9	-80,2	54,0	24,6	0,4	38,4	38,1	63,4	63,1
P25	6,4	0,9	-77,8	77,3	-70,5	84,6	-12,5	-1,8	40,6	-40,3	26,4	-54,5
P26	4,9	0,2	-72,7	72,4	-67,6	77,5	-9,8	-0,4	51,8	-51,5	41,6	-61,7
P27	54,7	3,2	-149,9	148,0	-92,1	205,9	-55,4	-3,2	46,9	-45,6	-11,8	-104,3
P28	18,1	2,2	-63,8	62,7	-43,5	83,0	-18,5	-2,3	41,7	-40,9	20,9	-61,7
P29	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
P30	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
P31	29,1	2,5	-78,7	75,9	-47,1	107,5	-30,2	-2,5	38,1	-36,0	5,3	-68,7

(fonte: elaborado pelo autor)



Tabela 59: Momentos de Cálculo - Sentido Y

Pilares	Momentos Y - Base						Momentos Y - Topo					
	Permanente (1,4)	Acidental (0,7)	Vento > (1,4)	Vento < (1,4)	Total >	Total <	Permanente (1,4)	Acidental (0,7)	Vento > (1,4)	Vento < (1,4)	Total >	Total <
P1	45,9	2,2	-97,2	94,2	-49,1	142,3	-51,2	-2,5	-2,1	3,5	-55,8	-50,2
P2	-51,5	-3,2	-85,5	85,4	-140,2	30,7	50,7	2,3	18,9	-18,9	71,9	34,1
P3	-14,8	-0,8	-18,4	18,6	-34,0	3,0	14,4	0,7	15,4	-15,5	30,5	-0,4
P4	-7,7	-0,4	-6,0	6,2	-14,1	-1,9	7,7	0,4	6,4	-6,6	14,5	1,5
P5	25,1	1,4	-59,8	62,2	-33,3	88,6	-27,6	-1,6	8,7	-10,2	-20,5	-39,4
P6	4,3	0,3	-74,2	87,5	-69,6	92,1	-7,8	-0,3	21,3	-20,7	13,2	-28,8
P7	19,0	1,1	-88,5	88,5	-68,4	108,6	-24,9	-1,4	31,9	-31,9	5,6	-58,2
P8	-28,6	-1,4	-32,5	33,2	-62,4	3,2	27,6	1,3	11,6	-12,2	40,5	16,7
P9	-40,7	-4,0	0,0	0,0	-44,7	-44,7	40,7	4,0	0,0	0,0	44,7	44,7
P10	61,3	5,3	-131,2	127,1	-64,5	193,8	-60,8	-5,3	-9,8	13,3	-75,9	-52,8
P11	-42,6	-3,7	-141,4	141,3	-187,7	95,0	43,8	3,8	11,8	-11,9	59,4	35,7
P12	4,8	0,5	-140,6	143,8	-135,3	149,0	-4,1	-0,5	9,9	-12,0	5,4	-16,6
P13	-22,0	-2,0	-10,6	11,1	-34,7	-13,0	22,5	2,0	9,1	-9,5	33,7	15,1
P14	37,2	3,2	0,0	0,0	40,5	40,5	-37,2	-3,2	0,0	0,0	-40,5	-40,5
P15	31,4	2,7	0,0	0,0	34,0	34,0	-31,4	-2,7	0,0	0,0	-34,0	-34,0
P16	-38,9	1,9	-105,6	103,3	-142,6	66,3	63,3	7,5	-5,3	6,6	65,5	77,4
P17	92,3	7,2	-110,2	109,8	-10,7	209,2	-70,3	-2,8	5,5	-5,2	-67,6	-78,3
P18	-18,8	2,2	-97,3	100,2	-113,8	83,7	41,7	6,6	-16,7	15,3	31,6	63,6
P19 T°	55,7	4,0	-133,1	131,6	-73,4	191,3	-57,5	-4,2	-9,9	11,1	-71,7	-50,7
P19 2°	57,7	4,2	-56,8	57,7	5,0	119,6	-56,4	-4,1	28,1	-28,1	-32,3	-88,6
P20	-38,8	-2,8	-142,1	143,6	-183,7	102,1	37,5	2,7	6,9	-7,6	47,0	32,6
P21	3,2	0,6	-12,0	12,3	-8,3	16,1	-2,9	-0,5	8,8	-11,9	5,4	-15,3
P22	-21,3	-1,9	-9,5	9,9	-32,7	-13,2	21,7	1,9	6,4	-6,9	30,0	16,7
P23	-40,7	-4,0	0,0	0,0	-44,7	-44,7	40,7	4,0	0,0	0,0	44,7	44,7
P24	4,3	0,3	-74,2	87,5	-69,6	92,1	-7,8	-0,3	21,3	-20,7	13,2	-28,8
P25	19,0	1,1	-88,5	88,5	-68,4	108,6	-24,9	-1,4	31,9	-31,9	5,6	-58,2
P26	-28,6	-1,4	-32,5	33,2	-62,4	3,2	27,6	1,3	11,6	-12,2	40,5	16,7
P27	45,9	2,2	-97,2	94,2	-49,1	142,3	-51,2	-2,5	-2,1	3,5	-55,8	-50,2
P28	-51,5	-3,2	-85,5	85,4	-140,2	30,7	50,7	2,3	18,9	-18,9	71,9	34,1
P29	-14,8	-0,8	-18,4	18,6	-34,0	3,0	14,4	0,7	15,4	-15,5	30,5	-0,4
P30	-7,7	-0,4	-6,0	6,2	-14,1	-1,9	7,7	0,4	6,4	-6,6	14,5	1,5
P31	25,1	1,4	-59,8	62,2	-33,3	88,6	-27,6	-1,6	8,7	-10,2	-20,5	-39,4

(fonte: elaborado pelo autor)

Para o dimensionamento dos pilares e inserção de informações no programa PCalc, foram geradas quatro combinações de cargas, conforme as possíveis incidências do vento, combinadas com as cargas permanentes e acidentais, mostradas na Tabela 61, Tabela 62,

Tabela 63, Tabela 64. Além dessas combinações, foram inseridas no PCalc duas combinações hipotéticas, uma considerando a maior combinação de solicitações possível entre os valores encontrados para as quatro combinações iniciais, e a outra a menor combinação de solicitações possível. O peso próprio dos pilares também foi estimado e incluído no dimensionamento, ver Tabela 60. O valor de  $N_{sd}$  apresentado é a soma das duas colunas imediatamente anteriores (X e Y), sendo assim a parcela referente ao vento foi superestimada nesse sentido, já que está presente em ambas as composições.

Tabela 60: Peso Próprio dos Pilares e  $N_{sd}$ 

Pilares	Peso Próprio (kN)	X (kN)	Y (kN)	$N_{sd}$ (kN)
		$1,4(N + V_x + 0,5q)$	$1,4(N + V_y + 0,5q)$	
P1	11,5	709,4	1000,4	1709,8
P2	8,9	1242,5	599,1	1841,6
P3	3,6	770,1	2,6	772,6
P4	3,0	597,2	2,1	599,3
P5	9,3	1501,2	974,6	2475,9
P6	8,2	442,3	1417,5	1859,9
P7	9,6	782,4	569,9	1352,2
P8	6,2	618,7	562,3	1181,0
P9	6,2	762,6	4,4	767,0
P10	9,4	1411,2	1070,5	2481,7
P11	9,4	1690,9	6,6	1697,5
P12	9,4	1551,5	1109,3	2660,9
P13	9,4	898,5	1866,2	2764,7
P14	14,0	361,1	1585,3	1946,5
P15	9,4	958,3	6,6	964,9
P16	9,4	1823,5	803,8	2627,3
P17	9,4	1148,3	881,8	2030,1
P18	9,4	868,3	860,2	1728,5
P19 T°	9,4	1276,8	912,7	2189,6
P19 2°	9,4	1128,5	798,8	1927,3
P20	9,4	1653,2	40,8	1694,0
P21	9,4	1531,0	877,0	2408,0
P22	9,4	823,9	1850,8	2674,7
P23	6,2	762,6	4,4	767,0
P24	8,2	442,3	1417,4	1859,8
P25	9,6	782,4	569,9	1352,2
P26	6,2	618,7	562,3	1181,0
P27	11,5	709,4	1000,4	1709,8
P28	8,9	1242,5	740,1	1982,6
P29	3,6	770,1	2,6	772,6
P30	3,0	597,2	2,1	599,3
P31	9,3	1501,2	975,2	2476,4

(fonte: elaborado pelo autor)

Tabela 61: Combinação 1

Pilares	Combinação 1													
	Momentos X - Base				Momentos X - Topo				Momentos Y - Base			Momentos Y - Topo		
	Permanente	Acidental	Vento ->	Total	Permanente	Acidental	Vento ->	Total	Permanente	Acidental	Total	Permanente	Acidental	Total
P1	-54,7	-3,2	-148,0	-205,9	55,4	3,2	45,6	104,3	45,9	2,2	48,1	-51,2	-2,5	-53,7
P2	-15,5	-1,9	-57,0	-74,4	15,8	2,0	28,7	46,5	-51,5	-3,2	-54,7	50,7	2,3	53,0
P3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-14,8	-0,8	-15,6	14,4	0,7	15,1
P4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-7,7	-0,4	-8,1	7,7	0,4	8,1
P5	-29,0	-2,5	-75,9	-107,3	30,1	2,6	36,0	68,7	25,1	1,4	26,5	-27,6	-1,6	-29,2
P6	12,6	0,3	66,9	79,8	-24,6	-0,4	38,1	13,0	4,3	0,3	4,6	-7,8	-0,3	-8,1
P7	-6,4	-0,9	-77,3	-84,6	12,5	1,8	40,3	54,5	19,0	1,1	20,1	-24,9	-1,4	-26,3
P8	-4,9	-0,2	-72,4	-77,5	9,8	0,4	51,5	61,7	-28,6	-1,4	-30,0	27,6	1,3	28,9
P9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-40,7	-4,0	-44,7	40,7	4,0	44,7
P10	7,3	1,0	-43,4	-35,1	-7,1	-1,0	42,4	34,3	61,3	5,3	66,6	-60,8	-5,3	-66,1
P11	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-42,6	-3,7	-46,3	43,8	3,8	47,6
P12	-10,8	-1,1	-22,5	-34,4	18,1	1,9	18,9	38,9	4,8	0,5	5,3	-4,1	-0,5	-4,6
P13	-24,6	-1,4	-428,5	-454,6	25,3	1,4	45,9	72,7	-22,0	-2,0	-24,0	22,5	2,0	24,6
P14	0,0	0,0	-190,4	-190,4	0,0	0,0	92,1	92,1	37,2	3,2	40,5	-37,2	-3,2	-40,5
P15	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	31,4	2,7	34,0	-31,4	-2,7	-34,0
P16	0,0	0,0	-56,8	-56,8	0,0	0,0	50,3	50,3	-38,9	1,9	-37,0	63,3	7,5	70,8
P17	0,0	0,0	-58,4	-58,4	0,0	0,0	51,9	51,9	92,3	7,2	99,5	-70,3	-2,8	-73,1
P18	0,0	0,0	-75,5	-75,5	0,0	0,0	69,0	69,0	-18,8	2,2	-16,5	41,7	6,6	48,3
P19 T	-10,2	-1,3	-519,4	-531,0	9,4	1,3	50,4	61,0	55,7	4,0	59,7	-57,5	-4,2	-61,7
P19 2°	-10,6	-2,3	-215,6	-228,6	11,3	1,5	166,2	179,0	57,7	4,2	61,9	-56,4	-4,1	-60,5
P20	-8,5	-1,7	0,0	-10,2	8,5	1,7	0,0	10,2	-38,8	-2,8	-41,6	37,5	2,7	40,2
P21	-16,4	-1,7	-271,9	-289,9	-45,2	-4,8	-39,9	-89,9	3,2	0,6	3,8	-2,9	-0,5	-3,4
P22	24,5	1,4	-433,7	-407,8	-25,1	-1,5	49,1	22,6	-21,3	-1,9	-23,2	21,7	1,9	23,6
P23	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-40,7	-4,0	-44,7	40,7	4,0	44,7
P24	-12,6	-0,3	-67,3	-80,2	24,6	0,4	38,4	63,4	4,3	0,3	4,6	-7,8	-0,3	-8,1
P25	6,4	0,9	-77,8	-70,5	-12,5	-1,8	40,6	26,4	19,0	1,1	20,1	-24,9	-1,4	-26,3
P26	4,9	0,2	-72,7	-67,6	-9,8	-0,4	51,8	41,6	-28,6	-1,4	-30,0	27,6	1,3	28,9
P27	54,7	3,2	-149,9	-92,1	-55,4	-3,2	46,9	-11,8	45,9	2,2	48,1	-51,2	-2,5	-53,7
P28	18,1	2,2	-63,8	-43,5	-18,5	-2,3	41,7	20,9	-51,5	-3,2	-54,7	50,7	2,3	53,0
P29	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-14,8	-0,8	-15,6	14,4	0,7	15,1
P30	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-7,7	-0,4	-8,1	7,7	0,4	8,1
P31	29,1	2,5	-78,7	-47,1	-30,2	-2,5	38,1	5,3	25,1	1,4	26,5	-27,6	-1,6	-29,2

(fonte: elaborado pelo autor)

Tabela 62: Combinação 2

Pilares	Combinação 2													
	Momentos X - Base				Momentos X - Topo				Momentos Y - Base			Momentos Y - Topo		
	Permanente	Acidental	Vento <-	Total	Permanente	Acidental	Vento <-	Total	Permanente	Acidental	Total	Permanente	Acidental	Total
P1	-54,7	-3,2	149,9	92,1	55,4	3,2	-46,9	11,8	45,9	2,2	48,1	-51,2	-2,5	-53,7
P2	-15,5	-1,9	58,5	41,1	15,8	2,0	-30,0	-12,2	-51,5	-3,2	-54,7	50,7	2,3	53,0
P3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-14,8	-0,8	-15,6	14,4	0,7	15,1
P4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-7,7	-0,4	-8,1	7,7	0,4	8,1
P5	-29,0	-2,5	78,7	47,3	30,1	2,6	-38,1	-5,4	25,1	1,4	26,5	-27,6	-1,6	-29,2
P6	12,6	0,3	67,3	80,2	-24,6	-0,4	-38,4	-63,4	4,3	0,3	4,6	-7,8	-0,3	-8,1
P7	-6,4	-0,9	77,8	70,5	12,5	1,8	-40,6	-26,4	19,0	1,1	20,1	-24,9	-1,4	-26,3
P8	-4,9	-0,2	72,7	67,6	9,8	0,4	-51,8	-41,6	-28,6	-1,4	-30,0	27,6	1,3	28,9
P9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-40,7	-4,0	-44,7	40,7	4,0	44,7
P10	7,3	1,0	43,8	52,1	-7,1	-1,0	-42,8	-51,0	61,3	5,3	66,6	-60,8	-5,3	-66,1
P11	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-42,6	-3,7	-46,3	43,8	3,8	47,6
P12	-10,8	-1,1	22,7	10,8	18,1	1,9	-19,0	0,9	4,8	0,5	5,3	-4,1	-0,5	-4,6
P13	-24,6	-1,4	433,7	407,7	25,3	1,4	-49,1	-22,4	-22,0	-2,0	-24,0	22,5	2,0	24,6
P14	0,0	0,0	190,4	190,4	0,0	0,0	-92,1	-92,1	37,2	3,2	40,5	-37,2	-3,2	-40,5
P15	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	31,4	2,7	34,0	-31,4	-2,7	-34,0
P16	0,0	0,0	56,8	56,8	0,0	0,0	-50,3	-50,3	-38,9	1,9	-37,0	63,3	7,5	70,8
P17	0,0	0,0	58,4	58,4	0,0	0,0	-51,9	-51,9	92,3	7,2	99,5	-70,3	-2,8	-73,1
P18	0,0	0,0	75,5	75,5	0,0	0,0	-69,0	-69,0	-18,8	2,2	-16,5	41,7	6,6	48,3
P19 T	-10,2	-1,3	518,3	506,7	9,4	1,3	-49,7	-39,1	55,7	4,0	59,7	-57,5	-4,2	-61,7
P19 2°	-10,6	-2,3	215,6	202,7	11,3	1,5	166,2	179,0	57,7	4,2	61,9	-56,4	-4,1	-60,5
P20	-8,5	-1,7	0,0	-10,2	8,5	1,7	0,0	10,2	-38,8	-2,8	-41,6	37,5	2,7	40,2
P21	-16,4	-1,7	271,6	253,5	-45,2	-4,8	40,0	-9,9	3,2	0,6	3,8	-2,9	-0,5	-3,4
P22	24,5	1,4	428,5	454,4	-25,1	-1,5	-45,9	-72,5	-21,3	-1,9	-23,2	21,7	1,9	23,6
P23	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-40,7	-4,0	-44,7	40,7	4,0	44,7
P24	-12,6	-0,3	66,9	54,0	24,6	0,4	38,1	63,1	4,3	0,3	4,6	-7,8	-0,3	-8,1
P25	6,4	0,9	77,3	84,6	-12,5	-1,8	-40,3	-54,5	19,0	1,1	20,1	-24,9	-1,4	-26,3
P26	4,9	0,2	72,4	77,5	-9,8	-0,4	-51,5	-61,7	-28,6	-1,4	-30,0	27,6	1,3	28,9
P27	54,7	3,2	148,0	205,9	-55,4	-3,2	-45,6	-104,3	45,9	2,2	48,1	-51,2	-2,5	-53,7
P28	18,1	2,2	62,7	83,0	-18,5	-2,3	-40,9	-61,7	-51,5	-3,2	-54,7	50,7	2,3	53,0
P29	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-14,8	-0,8	-15,6	14,4	0,7	15,1
P30	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-7,7	-0,4	-8,1	7,7	0,4	8,1
P31	29,1	2,5	75,9	107,5	-30,2	-2,5	-36,0	-68,7	25,1	1,4	26,5	-27,6	-1,6	-29,2

(fonte: elaborado pelo autor)

Tabela 63: Combinação 3

Combinação 3														
Pilares	Momentos X - Base			Momentos X - Topo			Momentos Y - Base				Momentos Y - Topo			
	Permanente	Acidental	Total	Permanente	Acidental	Total	Permanente	Acidental	Vento ->	Total	Permanente	Acidental	Vento ->	Total
P1	-54,7	-3,2	-57,9	55,4	3,2	58,7	45,9	2,2	-97,2	-49,1	-51,2	-2,5	-2,1	-55,8
P2	-15,5	-1,9	-17,4	15,8	2,0	17,8	-51,5	-3,2	-85,5	-140,2	50,7	2,3	18,9	71,9
P3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-14,8	-0,8	-18,4	-34,0	14,4	0,7	15,4	30,5
P4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-7,7	-0,4	-6,0	-14,1	7,7	0,4	6,4	14,5
P5	-29,0	-2,5	-31,4	30,1	2,6	32,7	25,1	1,4	-59,8	-33,3	-27,6	-1,6	8,7	-20,5
P6	12,6	0,3	12,9	-24,6	-0,4	-25,1	4,3	0,3	-74,2	-69,6	-7,8	-0,3	21,3	13,2
P7	-6,4	-0,9	-7,4	12,5	1,8	14,2	19,0	1,1	-88,5	-68,4	-24,9	-1,4	31,9	5,6
P8	-4,9	-0,2	-5,1	9,8	0,4	10,2	-28,6	-1,4	-32,5	-62,4	27,6	1,3	11,6	40,5
P9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-40,7	-4,0	0,0	-44,7	40,7	4,0	0,0	44,7
P10	7,3	1,0	8,3	-7,1	-1,0	-8,1	61,3	5,3	-131,2	-64,5	-60,8	-5,3	-9,8	-75,9
P11	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-42,6	-3,7	-141,4	-187,7	43,8	3,8	11,8	59,4
P12	-10,8	-1,1	-11,9	18,1	1,9	20,0	4,8	0,5	-140,6	-135,3	-4,1	-0,5	9,9	5,4
P13	-24,6	-1,4	-26,0	25,3	1,4	26,7	-22,0	-2,0	-10,6	-34,7	22,5	2,0	9,1	33,7
P14	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	37,2	3,2	0,0	40,5	-37,2	-3,2	0,0	-40,5
P15	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	31,4	2,7	0,0	34,0	-31,4	-2,7	0,0	-34,0
P16	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-38,9	1,9	-105,6	-142,6	63,3	7,5	-5,3	65,5
P17	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	92,3	7,2	-110,2	-10,7	-70,3	-2,8	5,5	-67,6
P18	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-18,8	2,2	-97,3	-113,8	41,7	6,6	-16,7	31,6
P19 T	-10,2	-1,3	-11,6	9,4	1,3	10,6	55,7	4,0	-133,1	-73,4	-57,5	-4,2	-9,9	-71,7
P19 2°	-10,6	-2,3	-13,0	11,3	1,5	12,8	57,7	4,2	-56,8	5,0	-56,4	-4,1	28,1	-32,3
P20	-8,5	-1,7	-10,2	8,5	1,7	10,2	-38,8	-2,8	-142,1	-183,7	37,5	2,7	6,9	47,0
P21	-16,4	-1,7	-18,1	-45,2	-4,8	-50,0	3,2	0,6	-12,0	-8,3	-2,9	-0,5	8,8	5,4
P22	24,5	1,4	25,9	-25,1	-1,5	-26,5	-21,3	-1,9	-9,5	-32,7	21,7	1,9	6,4	30,0
P23	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-40,7	-4,0	0,0	-44,7	40,7	4,0	0,0	44,7
P24	-12,6	-0,3	-12,9	24,6	0,4	25,1	4,3	0,3	-74,2	-69,6	-7,8	-0,3	21,3	13,2
P25	6,4	0,9	7,4	-12,5	-1,8	-14,2	19,0	1,1	-88,5	-68,4	-24,9	-1,4	31,9	5,6
P26	4,9	0,2	5,1	-9,8	-0,4	-10,2	-28,6	-1,4	-32,5	-62,4	27,6	1,3	11,6	40,5
P27	54,7	3,2	57,9	-55,4	-3,2	-58,7	45,9	2,2	-97,2	-49,1	-51,2	-2,5	-2,1	-55,8
P28	18,1	2,2	20,3	-18,5	-2,3	-20,8	-51,5	-3,2	-85,5	-140,2	50,7	2,3	18,9	71,9
P29	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-14,8	-0,8	-18,4	-34,0	14,4	0,7	15,4	30,5
P30	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-7,7	-0,4	-6,0	-14,1	7,7	0,4	6,4	14,5
P31	29,1	2,5	31,6	-30,2	-2,5	-32,8	25,1	1,4	-59,8	-33,3	-27,6	-1,6	8,7	-20,5

(fonte: elaborado pelo autor)

Tabela 64: Combinação 4

Pilares	Combinação 4													
	Momentos X - Base			Acidental		Total		Vento <-		Acidental		Total		
	Permanente	Acidental	Total	Permanente	Acidental	Total	Permanente	Acidental	Vento <-	Total	Permanente	Acidental	Vento <-	Total
P1	-54,7	-3,2	-57,9	55,4	3,2	58,7	45,9	2,2	94,2	142,3	-51,2	-2,5	3,5	-50,2
P2	-15,5	-1,9	-17,4	15,8	2,0	17,8	-51,5	-3,2	85,4	30,7	50,7	2,3	-18,9	34,1
P3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-14,8	-0,8	18,6	3,0	14,4	0,7	-15,5	-0,4
P4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-7,7	-0,4	6,2	-1,9	7,7	0,4	-6,6	1,5
P5	-29,0	-2,5	-31,4	30,1	2,6	32,7	25,1	1,4	62,2	88,6	-27,6	-1,6	-10,2	-39,4
P6	12,6	0,3	12,9	-24,6	-0,4	-25,1	4,3	0,3	87,5	92,1	-7,8	-0,3	-20,7	-28,8
P7	-6,4	-0,9	-7,4	12,5	1,8	14,2	19,0	1,1	88,5	108,6	-24,9	-1,4	-31,9	-58,2
P8	-4,9	-0,2	-5,1	9,8	0,4	10,2	-28,6	-1,4	33,2	3,2	27,6	1,3	-12,2	16,7
P9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-40,7	-4,0	0,0	-44,7	40,7	4,0	0,0	44,7
P10	7,3	1,0	8,3	-7,1	-1,0	-8,1	61,3	5,3	127,1	193,8	-60,8	-5,3	13,3	-52,8
P11	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-42,6	-3,7	141,3	95,0	43,8	3,8	-11,9	35,7
P12	-10,8	-1,1	-11,9	18,1	1,9	20,0	4,8	0,5	143,8	149,0	-4,1	-0,5	-12,0	-16,6
P13	-24,6	-1,4	-26,0	25,3	1,4	26,7	-22,0	-2,0	11,1	-13,0	22,5	2,0	-9,5	15,1
P14	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	37,2	3,2	0,0	40,5	-37,2	-3,2	0,0	-40,5
P15	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	31,4	2,7	0,0	34,0	-31,4	-2,7	0,0	-34,0
P16	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-38,9	1,9	103,3	66,3	63,3	7,5	6,6	77,4
P17	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	92,3	7,2	109,8	209,2	-70,3	-2,8	-5,2	-78,3
P18	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-18,8	2,2	100,2	83,7	41,7	6,6	15,3	63,6
P19 T	-10,2	-1,3	-11,6	9,4	1,3	10,6	55,7	4,0	131,6	191,3	-57,5	-4,2	11,1	-50,7
P19 2°	-10,6	-2,3	-13,0	11,3	1,5	12,8	57,7	4,2	57,7	119,6	-56,4	-4,1	-28,1	-88,6
P20	-8,5	-1,7	-10,2	8,5	1,7	10,2	-38,8	-2,8	143,6	102,1	37,5	2,7	-7,6	32,6
P21	-16,4	-1,7	-18,1	-45,2	-4,8	-50,0	3,2	0,6	12,3	16,1	-2,9	-0,5	-11,9	-15,3
P22	24,5	1,4	25,9	-25,1	-1,5	-26,5	-21,3	-1,9	9,9	-13,2	21,7	1,9	-6,9	16,7
P23	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-40,7	-4,0	0,0	-44,7	40,7	4,0	0,0	44,7
P24	-12,6	-0,3	-12,9	24,6	0,4	25,1	4,3	0,3	87,5	92,1	-7,8	-0,3	-20,7	-28,8
P25	6,4	0,9	7,4	-12,5	-1,8	-14,2	19,0	1,1	88,5	108,6	-24,9	-1,4	-31,9	-58,2
P26	4,9	0,2	5,1	-9,8	-0,4	-10,2	-28,6	-1,4	33,2	3,2	27,6	1,3	-12,2	16,7
P27	54,7	3,2	57,9	-55,4	-3,2	-58,7	45,9	2,2	94,2	142,3	-51,2	-2,5	3,5	-50,2
P28	18,1	2,2	20,3	-18,5	-2,3	-20,8	-51,5	-3,2	85,4	30,7	50,7	2,3	-18,9	34,1
P29	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-14,8	-0,8	18,6	3,0	14,4	0,7	-15,5	-0,4
P30	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-7,7	-0,4	6,2	-1,9	7,7	0,4	-6,6	1,5
P31	29,1	2,5	31,6	-30,2	-2,5	-32,8	25,1	1,4	62,2	88,6	-27,6	-1,6	-10,2	-39,4

(fonte: elaborado pelo autor)

O número de barras e diâmetros que atenderam às solicitações e aprovaram a configuração do pilar podem ser observados na Tabela 65, bem como a taxa de armadura atingida.

Tabela 65: Configuração da Armadura Longitudinal dos Pilares

Pilares	$N_{sd}$ (kN)	Dimensões da Seção		Nº de Barras		$\phi$ (mm)	Taxa de Armadura (%)
		$h_x$ (cm)	$h_y$ (cm)	Face X	Face Y		
P1	1709,8	60	35	6	3	16	1,34
P2	1841,6	60	27	5	2	16	1,24
P3	772,6	35	19	2	2	16	1,21
P4	599,3	20	27	2	2	16	1,49
P5	2475,9	50	34	3	4	16	1,18
P6	1859,9	60	25	3	2	16	0,8
P7	1352,2	70	25	3	2	16	0,69
P8	1181,0	45	25	4	3	16	1,79
P9	767,0	60	19	3	2	16	1,06
P10	2481,7	90	19	6	2	20	2,2
P11	1697,5	90	19	4	2	16	0,94
P12	2660,9	90	19	6	2	20	2,2
P13	2764,7	19	90	2	9	20	3,31
P14	1946,5	75	34	4	2	16	0,63
P15	964,9	40	19	6	2	16	1,59
P16	2627,3	90	19	6	2	20	2,2
P17	2030,1	90	19	8	2	16	1,88
P18	1728,5	90	19	5	2	16	1,18
P19 T°	2189,6	25	90	3	11	20	3,35
P19 2°	1927,3	19	90	2	9	20	3,31
P20	1694,0	90	19	4	2	16	0,94
P21	2408,0	19	90	2	7	20	2,57
P22	2674,7	19	90	2	7	20	2,57
P23	767,0	60	19	3	2	16	1,06
P24	1859,8	60	25	3	2	16	0,8
P25	1352,2	70	25	3	2	16	0,69
P26	1181,0	45	25	4	3	16	1,79
P27	1709,8	60	35	6	3	16	1,34
P28	1982,6	60	27	5	2	16	1,24
P29	772,6	35	19	2	2	16	1,21
P30	599,3	20	27	2	2	16	1,49
P31	2476,4	50	34	3	4	16	1,18

(fonte: elaborado pelo autor)

### **7.1.1 Pilares do Volume Superior**

Os valores de cálculo dos momentos para os pilares do volume superior são apresentados na Tabela 66 para as Lajes Técnicas, e na Tabela 67 para a Cobertura dos Reservatórios.



Tabela 66: Momentos de Cálculo - Lajes Técnicas

Lajes Técnicas												
Pilares	Momentos X - Base			Momentos X - Topo			Momentos Y - Base			Momentos Y - Topo		
	Permanente	Acidental	Total	Permanente	Acidental	Total	Permanente	Acidental	Total	Permanente	Acidental	Total
P10	-7,1	-2,0	-9,1	8,1	5,7	13,9	-60,8	-5,3	-66,1	0,0	0,0	0,0
P11	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	43,8	3,8	47,6	0,0	0,0	0,0
P12	18,1	3,8	21,8	0,0	0,0	0,0	-4,1	-0,5	-4,6	0,0	0,0	0,0
P13	25,3	2,8	28,1	9,1	6,3	15,4	22,5	2,0	24,6	0,0	0,0	0,0
P19	-45,2	-9,5	-54,7	-8,0	-5,3	-13,3	-2,9	-0,5	-3,4	12,0	-9,1	2,9
P20	-25,1	-2,9	-28,0	0,0	0,0	0,0	21,7	1,9	23,6	12,0	9,5	21,6
P21	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	40,7	4,0	44,7	-8,1	-6,2	-14,3
P22	24,6	0,8	25,5	-9,1	-6,0	-15,1	-7,8	-0,3	-8,1	8,3	5,9	14,1

(fonte: elaborado pelo autor)

Tabela 67: Momentos de Cálculo - Cobertura dos Reservatórios

Coberturas dos Reservatórios												
Pilares	Momentos X - Base			Momentos X - Topo			Momentos Y - Base			Momentos Y - Topo		
	Permanente	Acidental	Total	Permanente	Acidental	Total	Permanente	Acidental	Total	Permanente	Acidental	Total
P10	-3,9	-3,1	-7,0	0,4	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	-1,0	-0,6	-1,5
P11	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,3	0,7
P12	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,3	-0,1	-0,4
P13	-3,8	-2,9	-6,7	0,4	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,8	0,4	1,3
P19	3,8	2,1	5,9	-0,3	0,0	-0,3	5,7	5,7	11,5	-1,3	-1,1	-2,4
P20	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-5,7	-5,7	-11,5	0,4	0,4	0,8
P21	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,1	4,1	8,1	-0,3	-0,3	-0,6
P22	3,6	2,1	5,7	-0,3	0,0	-0,3	-3,9	-3,9	-7,8	1,1	1,0	2,1

(fonte: elaborado pelo autor)

O número de barras e diâmetros que atenderam às solicitações e aprovaram a configuração dos pilares que se estendem além da laje da cobertura podem ser observados na Tabela 68, bem como a taxa de armadura atingida. O  $N_{sd}$  apresentado é considerado no nível da laje de cobertura.

Tabela 68: Configuração da Armadura Longitudinal dos Pilares acima do nível da Cobertura

Pilares	$N_{sd}$ (kN)	Arestas		Barras		$\phi$ (cm)	Taxa de Armadura (%)
		X (cm)	Y (cm)	X	Y		
P10	117,7	90	19	6	2	2	2,2
P11	82,6	90	19	4	2	1,6	0,94
P12	74,1	90	19	6	2	2	2,2
P13	113,6	19	30	2	3	2	3,31
P19	161,9	19	90	2	9	2	3,31
P20	138,8	90	19	4	2	1,6	0,94
P21	122,4	19	40	2	4	2	3,31
P22	147,8	19	90	2	7	2	2,57

(fonte: elaborado pelo autor)

### 7.1.2 Pilares sem continuidade

Os valores de cálculo dos momentos para os pilares sem continuidade da escada e do volume superior são apresentados na Tabela 69. Como esses elementos não receberam cargas de vento, as cargas acidentais são ações variáveis diretas principais, não havendo secundárias.

Tabela 69: Momentos de Cálculo - Pilaretes

Pilar	Momentos X - Base			Momentos X - Topo			Pilar	Momentos Y - Base			Momentos Y - Topo		
	Permanente	Acidental	Total	Permanente	Acidental	Total		Permanente	Acidental	Total	Permanente	Acidental	Total
PE	0,0	0,0	0,0	0,3	0,1	0,4	PE	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PL1	0,0	0,0	0,0	0,4	1,5	2,0	PL1	0,0	0,0	0,0	0,3	1,3	1,5
PL2	0,0	0,0	0,0	0,6	2,1	2,7	PL2	0,0	0,0	0,0	0,3	1,3	1,5

(fonte: elaborado pelo autor)

O número de barras e diâmetros que atenderam às solicitações e aprovaram a configuração dos pilares podem ser observados na Tabela 70, bem como a taxa de armadura atingida.

Tabela 70: Configuração da Armadura Longitudinal dos Pilares

Pilares	$N_{sd}$ (kN)	Arestas		Barras		$\phi$ (cm)	Taxa de Armadura (%)
		X (cm)	Y (cm)	X	Y		
PE	18,6	19,0	19,0	2	2	1,0	0,87
PL1	58,8	19,0	20,0	2	2	1,0	0,83
PL2	59,1	14,0	26,0	2	2	1,0	0,86

(fonte: elaborado pelo autor)

Visto que o PL2 tem uma aresta medindo 14 cm, o que é considerado um caso especial, todas as ações foram multiplicadas por 1,25 (coeficiente adicional) ao serem inseridas no PCalc, essa determinação bem como o valor são indicados no item 13.2.3 e Tabela 13.1 da NBR 6118.

## 7.2 DETALHAMENTO

Quanto ao detalhamento, seguiram-se os parâmetros e resultados do aplicativo PCalc para os dados da seção. Entretanto, são necessárias informações mais completas referentes a armação.

Para a armadura longitudinal deve-se verificar os espaçamentos mínimos e máximos entre as barras. Visto que os diâmetros utilizados estão entre 10mm e 20mm – o que atende o item 18.4.2.1 da NBR 6118, “O Diâmetro das barras longitudinais não pode ser inferior a 10mm nem superior a 1/8 da menor dimensão transversal” - e a dimensão do agregado não foi considerada; o espaçamento mínimo adotado para todas as configurações é de 2cm, enquanto o espaçamento máximo, conforme item 18.4.2.2 da NBR 6118, não deve ser maior do que duas vezes a menor aresta do pilar no trecho de forma que nunca ultrapasse 40cm, conforme Tabela 71. O cobrimento utilizado para todos os pavimentos foi de 5 cm, o que representa um valor maior do que a NBR 6118 exige.

Tabela 71: Distribuição Transversal

Distribuição Transversal								
Pilar	φ (cm)	Espaçamento Mínimo				Espaçamento Máximo		
		2 cm	φ da barra (cm)	1,2 agregado	Adotado (cm)	2*menor aresta (cm)	40 cm	Adotado (cm)
P1	1,6	2	1,6	0	2	70	40	40
P2	1,6	2	1,6	0	2	54	40	40
P3	1,6	2	1,6	0	2	38	40	38
P4	1,6	2	1,6	0	2	40	40	40
P5	1,6	2	1,6	0	2	68	40	40
P6	1,6	2	1,6	0	2	50	40	40
P7	1,6	2	1,6	0	2	50	40	40
P8	1,6	2	1,6	0	2	50	40	40
P9	1,6	2	1,6	0	2	38	40	38
P10	2	2	2	0	2	38	40	38
P11	1,6	2	1,6	0	2	38	40	38
P12	2	2	2	0	2	38	40	38
P13	2	2	2	0	2	38	40	38
P14	1,6	2	1,6	0	2	68	40	40
P15	1,6	2	1,6	0	2	38	40	38
P16	2	2	2	0	2	38	40	38
P17	1,6	2	1,6	0	2	38	40	38
P18	1,6	2	1,6	0	2	38	40	38
P19 Tº	2	2	2	0	2	50	40	40
P19 2º	2	2	2	0	2	38	40	38
P20	1,6	2	1,6	0	2	38	40	38
P21	2	2	2	0	2	38	40	38
P22	2	2	2	0	2	38	40	38
P23	1,6	2	1,6	0	2	38	40	38
P24	1,6	2	1,6	0	2	50	40	40
P25	1,6	2	1,6	0	2	50	40	40
P26	1,6	2	1,6	0	2	50	40	40
P27	1,6	2	1,6	0	2	70	40	40
P28	1,6	2	1,6	0	2	54	40	40
P29	1,6	2	1,6	0	2	38	40	38
P30	1,6	2	1,6	0	2	40	40	40
P31	1,6	2	1,6	0	2	68	40	40

(fonte: elaborado pelo autor)

Em relação aos comprimentos de traspasse de barras comprimidas isoladas,  $l_{oc}$  e  $l_{oc,min}$  foram estimados conforme item 9.5.2.3 da NBR 6118. Entretanto, adotou-se diretamente o  $l_b$ , não sendo realizada a minoração deste com a relação  $A_{s,calc}/A_{s,ef}$ . O comprimento de ancoragem básico é dado por:

$$l_b = \frac{\phi f_{yd}}{4 f_{bd}} \geq 25\phi \quad (7.1)$$

Onde

$$f_{bd} = 1,125 f_{ct,m} \quad (7.2)$$

Sendo:

$f_{bd}$  – resistência de aderência de cálculo da armadura passiva.

A Tabela 72 mostra o  $l_{oc}$  (comprimento do trecho de traspasse para barras comprimidas isoladas). Como os diâmetros utilizados foram de 16mm e 20mm, buscando-se evitar erros de execução, fixou-se o  $l_{oc}$  em 70cm para o detalhamento.

Tabela 72: Comprimento de Espera

Comprimento de Espera								
$\varphi$ (mm)	$l_{b,min}$ (cm)	$l_{b,calc}$ (cm)	$l_{b,adotado}$ (cm)	$l_{oc,min}$ (cm)				$l_{oc}$ (cm)
	25 $\varphi$			0,6lb	15 $\varphi$	20 cm	Adotado (cm)	
6,3	15,8	21,0	21,0	12,6	9,5	20	20,0	21,0
8	20,0	26,7	26,7	16,0	12,0	20	20,0	26,7
10	25,0	33,4	33,4	20,0	15,0	20	20,0	33,4
12,5	31,3	41,7	41,7	25,0	18,8	20	25,0	41,7
16	40,0	53,4	53,4	32,0	24,0	20	32,0	53,4
20	50,0	66,7	66,7	40,0	30,0	20	40,0	66,7

(fonte: elaborado pelo autor)

As armaduras transversais de pilares são compostas por estribos e estribos suplementares (grampos) determinados conforme item 18.4.3 da NBR 6118, reforçando-se que é obrigatória sua colocação em toda a altura do pilar, mesmo em cruzamentos com vigas e lajes. O valor máximo de  $12\varnothing$  para espaçamento longitudinal é utilizado apenas para aço CA-50. Para padronização, adotou-se estribos de diâmetro 0,5cm e espaçamento longitudinal de 18cm, conforme Tabela 73. Os estribos suplementares utilizados englobam as armaduras longitudinais, e não os estribos.

Tabela 73: Armaduras Transversais (Estribos e Grampos)

Armaduras Transversais (Estribos e Grampos)								
Pilar	Diâmetro dos Estribos			Espaçamento Longitudinal				
	0,5cm	1/4φ (cm)	Adotado (cm)	20cm	Menor Dimensão da Seção	12φ (cm)	Máximo (cm)	Adotado (cm)
P1	0,5	0,4	0,5	20	35	19,20	19,2	18
P2	0,5	0,4	0,5	20	27	19,20	19,2	18
P3	0,5	0,4	0,5	20	19	19,20	19,0	18
P4	0,5	0,4	0,5	20	20	19,20	19,2	18
P5	0,5	0,4	0,5	20	34	19,20	19,2	18
P6	0,5	0,4	0,5	20	25	19,20	19,2	18
P7	0,5	0,4	0,5	20	25	19,20	19,2	18
P8	0,5	0,4	0,5	20	25	19,20	19,2	18
P9	0,5	0,4	0,5	20	19	19,20	19,0	18
P10	0,5	0,5	0,5	20	19	24,00	19,0	18
P11	0,5	0,4	0,5	20	19	19,20	19,0	18
P12	0,5	0,5	0,5	20	19	24,00	19,0	18
P13	0,5	0,5	0,5	20	19	24,00	19,0	18
P14	0,5	0,4	0,5	20	34	19,20	19,2	18
P15	0,5	0,4	0,5	20	19	19,20	19,0	18
P16	0,5	0,5	0,5	20	19	24,00	19,0	18
P17	0,5	0,4	0,5	20	19	19,20	19,0	18
P18	0,5	0,4	0,5	20	19	19,20	19,0	18
P19	0,5	0,5	0,5	20	25	24,00	20,0	18
P19	0,5	0,5	0,5	20	19	24,00	19,0	18
P20	0,5	0,4	0,5	20	19	19,20	19,0	18
P21	0,5	0,5	0,5	20	19	24,00	19,0	18
P22	0,5	0,5	0,5	20	19	24,00	19,0	18
P23	0,5	0,4	0,5	20	19	19,20	19,0	18
P24	0,5	0,4	0,5	20	25	19,20	19,2	18
P25	0,5	0,4	0,5	20	25	19,20	19,2	18
P26	0,5	0,4	0,5	20	25	19,20	19,2	18
P27	0,5	0,4	0,5	20	35	19,20	19,2	18
P28	0,5	0,4	0,5	20	27	19,20	19,2	18
P29	0,5	0,4	0,5	20	19	19,20	19,0	18
P30	0,5	0,4	0,5	20	20	19,20	19,2	18
P31	0,5	0,4	0,5	20	34	19,20	19,2	18

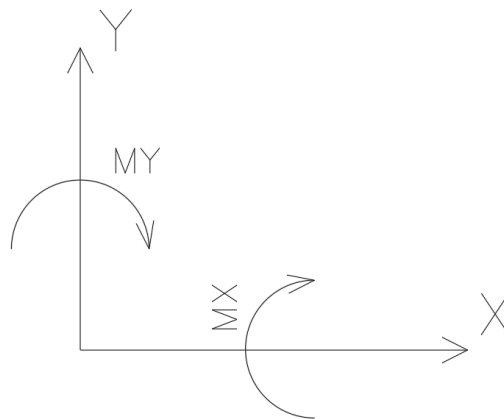
(fonte: elaborado pelo autor)

Devido às dimensões dos pilares e conseqüentemente dos estribos, foram utilizados estribos suplementares na maior parte dos detalhamentos. A função desses estribos é impedir a flambagem de barras longitudinais sobre as quais os efeitos do estribo principal já são considerados insuficientes, e sua distribuição atende o critério do item 18.2.4 NBR 6118, conforme Figura 18.2 da norma.

### 7.3 CARGAS NAS FUNDAÇÕES

As cargas a serem utilizadas para o dimensionamento das fundações estão na Tabela 74. Todos valores são característicos. Para todos os casos  $F_z$  corresponde à carga vertical, o sinal negativo representa tração,  $F_x$  e  $F_y$  representam cargas horizontais, as unidades para forças e momentos são respectivamente tonelada-força (tf) e tonelada-força.metro (tf.m) Para o Caso 1, força e momentos são resultado da combinação de ações permanentes e acidentais. Para os casos onde o vento é considerado, a carga vertical  $F_z$  e momentos  $M_x$  e  $M_y$  levam em consideração apenas a ação do vento, enquanto as forças horizontais  $F_x$  e  $F_y$  são resultado da combinação das cargas horizontais geradas pela ação do vento somadas às cargas horizontais respectivas às cargas permanentes e acidentais. Para convenção dos momentos positivos adotou-se o descrito na Figura 39.

Figura 39: Convenção de Momentos Fletores Positivos.



(fonte: elaborado pelo autor)



Tabela 74: Cargas nos Pilares

Cargas nos Pilares															
Pilar	Caso 1			Vento na Direção Y Positiva			Vento na Direção Y Negativa			Vento na Direção X Positiva			Vento na Direção X Negativa		
	Fz	Mx	My	Fz	Fy	Mx	Fz	Fy	Mx	Fz	Fx	My	Fz	Fx	My
P1	112	-44	36	15	3	-11	-15	-7	11	3	3	-7	-3	1	7
P2	128	-14	-41	12	2	-4	-12	-3	4	2	-1	-6	-2	-3	6
P3	57	0	-12	0	0	0	0	0	0	2	0	-1	-2	-1	1
P4	44	0	-6	0	0	0	0	0	0	2	0	0	-2	0	0
P5	163	-24	20	22	2	-6	-22	-4	6	5	2	-4	-5	0	5
P6	120	9	4	9	4	5	-9	-2	5	15	1	-5	-15	-1	6
P7	86	-6	15	10	3	-6	-10	-4	6	9	2	-6	-9	-1	6
P8	71	-4	-22	12	3	-5	-12	-4	5	6	-1	-2	-6	-1	2
P9	62	0	-35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P10	181	7	51	8	2	-3	-8	-2	3	9	4	-10	-9	1	9
P11	130	0	-36	0	0	0	0	0	0	4	0	-10	-4	-3	10
P12	187	-9	4	17	0	-2	-17	-2	2	5	2	-10	-5	-1	10
P13	201	-20	-19	9	12	-31	-9	-13	32	8	0	-1	-8	-1	1
P14	150	0	31	0	7	-14	0	-7	14	0	0	0	0	0	0
P15	77	0	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P16	195	0	-25	0	3	-4	0	-3	4	15	-1	-8	-15	-3	8
P17	154	0	76	0	3	-4	0	-3	4	9	4	-8	-9	2	8
P18	129	0	-10	0	4	-6	0	-4	6	6	2	-7	-6	0	7
P19	164	-9	46	2	13	-38	-2	-14	38	9	3	-10	-9	1	10
P20	133	-9	-32	0	0	0	0	0	0	1	0	-10	-1	-3	10
P21	169	-14	3	17	7	-20	-17	-5	20	4	0	-1	-4	0	1
P22	198	20	-18	9	14	-32	-9	-12	31	4	-1	-1	-4	-1	1
P23	62	0	-35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P24	120	-9	4	9	2	-5	-9	-4	5	15	1	-5	-15	-1	6
P25	86	6	15	10	4	-6	-10	-3	6	9	2	-6	-9	-1	6
P26	71	4	-22	12	4	-5	-12	-3	5	6	-1	-2	-6	-1	2
P27	112	44	36	15	7	-11	-15	-3	11	3	3	-7	-3	1	7
P28	129	16	-41	22	3	-5	-22	-2	5	2	-1	-6	-2	-3	6
P29	57	0	-12	0	0	0	0	0	0	2	0	-1	-2	-1	1
P30	44	0	-6	0	0	0	0	0	0	2	0	0	-2	0	0
P31	163	24	20	22	4	-6	-22	-2	6	5	2	-4	-5	0	5

(fonte: elaborado pelo autor)

## **8 DIAGRAMAS E PLANTAS**

Durante a execução deste trabalho, foram geradas inúmeras composições no *software* Ftool para análise estrutural, no Apêndice y encontram-se algumas delas. Foram selecionadas de modo que seja possível compreender como as estruturas foram lançadas no programa, as aplicações das cargas e os esforços resultantes.

Todas as plantas produzidas no decorrer deste trabalho encontram-se no Apêndice Z.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Cargas para o cálculo de estruturas de edificações** – NBR 6120, Rio de Janeiro, ABNT, 1980.

\_\_\_\_\_. **Forças devidas ao vento em edificações** – NBR 6123, Rio de Janeiro, ABNT, 1988.

\_\_\_\_\_. **Projeto de estruturas de concreto – Procedimento** – NBR 6118, Rio de Janeiro, ABNT, 2014.

BENINCÁ, Matehus Erpen. **Comparação entre Modelos de Análise Estrutural de Edifício de Concreto Armado: Estudo de Caso**. 2016. 196 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Engenharia Civil, Ufrgs, Porto Alegre, 2016.

CAMPOS FILHO, A. **Projeto de Escadas de Concreto Armado**. Porto Alegre, 2014. Apostila da disciplina de Estruturas de Concreto Armado II da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

\_\_\_\_\_. **Projeto de Lajes Maciças de Concreto Armado**. Porto Alegre, 2014. Apostila da disciplina de Estruturas de Concreto Armado II da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

D'ÁVILA, V. M. R. **Aderência e Ancoragem da Armadura Longitudinal Tractionada de Peças Fletidas**. Porto Alegre, 2014. Apostila da disciplina de Estruturas de Concreto Armado I da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

\_\_\_\_\_. **Hipóteses Básicas de Cálculo de Peças de Concreto Armado Submetidas a Solicitações Normais no Estado Limite Último**. Porto Alegre, 2014. Apostila da disciplina de Estruturas de Concreto Armado I da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

PORTO ALEGRE. PREFEITURA MUNICIPAL DE PORTO ALEGRE. **Lei Complementar Nº 284**: Código de Edificações de Porto Alegre. 1992. Publicado no DOPA em 03/11/1992. Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/codigo-de-obras-porto-alegre-rs>>. Acesso em: 12 nov. 2019.

TQS STORE (São Paulo). **P-Calc: Pilares de Concreto**. Disponível em: <<https://store.tqs.com.br/apps/p-calc/ejm1se496l>>. Acesso em: 28 out. 2019.

## ANEXO A – Limites

Conforme item 14.6.4.3 da NBR 6118.

$$\frac{X_{dúctil}}{d} \leq 0,45$$

Onde:

$$\frac{X_{34}}{d} = \frac{\varepsilon_{cu}}{(\varepsilon_{cu} + \varepsilon_{yd})}$$

Daí  $x_{máx}/d$  é o menor entre  $x_{34}/d$  e  $x_{dúctil}/d$ .

$$y_{máx} = \lambda \cdot \frac{x_{máx}}{d}$$

Logo

$$x_{máx} = \frac{x}{d} \cdot d$$

E

$$y_{máx} = \frac{y_{máx}}{d} \cdot d$$

$$\varepsilon_2 = 0,0035 \frac{y_{máx} - 0,8d'}{y_{máx}}$$

## ANEXO B – Fórmulas utilizadas para dimensionamento de armadura transversal

$$V_{sd} < V_{Rd2} = 0,27 \cdot \alpha_{v2} \cdot f_{cd} \cdot b \cdot d$$

$$\alpha_{v2} = \left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right)$$

$$V_{Rd3} = V_c + V_{sw}$$

$$V_{sw} = \left(\frac{A_{sw}}{S}\right) \cdot 0,9 \cdot d \cdot f_{ywd} \cdot (\sin \alpha + \cos \alpha)$$

$$V_{sw \min} = \left(\frac{A_{sw \min}}{S}\right) \cdot 0,9 \cdot d \cdot f_{ywd} \cdot (\cot \theta)$$

$$V_{sd \min} = V_{sw \min} + V_{c0}$$

$$V_c = V_{c0} = 0,6 \cdot f_{ctd} \cdot b \cdot d$$

$$f_{ctd} = \frac{f_{ctk,inf}}{\gamma_c}$$

$$\frac{A_{sw}}{s} = \frac{V_{sd} - V_c}{0,9 \cdot d \cdot f_{ywd} \cdot \cot \theta}$$

$$\frac{A_{sw \min}}{s} = 0,2 \frac{f_{ctn}}{f_{ywk}} b_w \cdot 100$$

$V_d \leq 0,67V_{Rd2}$  então  $s_{m\acute{a}x} = 0,6d$  ou  $30cm$

$V_d > 0,67V_{Rd2}$  então  $s_{m\acute{a}x} = 0,3d$  ou  $20cm$

## APÊNDICE A – Memorial de cálculo das lajes do tipo

Características do Concreto	
$f_{ck}$ (MPa)	30
Cobrimento (+)	1,5
Cobrimento (-)	2,5
$\rho_{min}$	0,15

Quadro Resumo - Armaduras Positivas										
Lajes	X					Y				
	As calc (cm <sup>2</sup> /m)	Asmin (cm <sup>2</sup> /m)	As (cm <sup>2</sup> /m)	$\phi$ (mm)	c/ (cm)	As calc (cm <sup>2</sup> /m)	Asmin (cm <sup>2</sup> /m)	As (cm <sup>2</sup> /m)	$\phi$ (mm)	c/ (cm)
L1 e L13				<b>6,3</b>	<b>25</b>	1,93	1,50	1,93	<b>6,3</b>	<b>14</b>
L2 e L14				<b>6,3</b>	<b>25</b>	4,14	1,50	4,14	<b>8,0</b>	<b>11</b>
L3 e L15	3,76	1,01	3,76	<b>8,0</b>	<b>13</b>	3,76	1,01	3,76	<b>8,0</b>	<b>13</b>
L4 e L16	0,73	1,01	1,01	<b>6,3</b>	<b>15</b>	0,24	1,01	1,01	<b>6,3</b>	<b>15</b>
L5 e L17	1,86	1,01	1,86	<b>6,3</b>	<b>15</b>	1,86	1,01	1,86	<b>6,3</b>	<b>15</b>
L6 e L12				<b>6,3</b>	<b>25</b>	1,18	1,50	1,50	<b>6,3</b>	<b>15</b>
L7	0,44	1,50	1,50	<b>6,3</b>	<b>15</b>				<b>6,3</b>	<b>25</b>
L8	0,24	1,01	1,01	<b>6,3</b>	<b>15</b>	0,24	1,01	1,01	<b>6,3</b>	<b>15</b>
L9				<b>6,3</b>	<b>25</b>	0,39	1,50	1,50	<b>6,3</b>	<b>15</b>
L10	1,32	1,50	1,50	<b>6,3</b>	<b>15</b>				<b>6,3</b>	<b>25</b>
L11	0,20	1,01	1,01	<b>6,3</b>	<b>15</b>	0,20	1,01	1,01	<b>6,3</b>	<b>15</b>
LE	0,27	1,11	1,11	<b>6,3</b>	<b>15</b>	0,27	1,11	1,11	<b>6,3</b>	<b>15</b>

Quadro Resumo - Armaduras Negativas									
Laje	M (kNm/m)	Laje	M (kNm/m)	Md (maior) (kNm/m)	As calc (cm <sup>2</sup> /m)	As min (cm <sup>2</sup> /m)	As (cm <sup>2</sup> /m)	φ (mm)	c/ (cm)
L1	0,00	L2	0,00	0	0,00	1,50	1,50	8,0	20
L1	6,07	L6	3,76	850	2,54	1,50	2,54	8,0	18
L1	6,07	L6 Faixa	10,70	1498	4,62	1,50	4,62	8,0	10
L1	6,07	L7	0,00	850	2,54	1,50	2,54	8,0	18
L2	0,00	L3	11,46	1605	4,98	1,50	4,98	10,0	15
L2	0,00	L7	1,44	201	0,58	1,50	1,50	8,0	20
L2	0,00	L7 faixa	3,14	439	1,29	1,50	1,50	8,0	20
L2	12,55	L8	0,79	1757	5,50	1,50	5,50	10,0	12
L2	12,55	L9	1,28	1757	5,50	1,50	5,50	10,0	12
L2	12,55	L10	0,00	1757	5,50	1,50	5,50	10,0	12
L2	12,55	L11	0,65	1757	5,50	1,50	5,50	10,0	12
L3	11,46	L4	2,34	1605	4,98	1,50	4,98	10,0	15
L3	11,46	L11	0,65	1605	4,98	1,50	4,98	10,0	15
L3	11,46	L15	11,46	1605	4,98	1,50	4,98	10,0	15
L4	2,34	L5	5,88	824	2,46	1,50	2,46	8,0	20
L4	0,77	L16	0,77	108	0,31	1,50	1,50	8,0	20
L5	5,88	L17	5,88	824	2,46	1,50	2,46	8,0	20
L6	0,00	L7	1,44	201	0,58	1,50	1,50	8,0	20
L6	0,00	L7 faixa	3,14	439	1,29	1,50	1,50	8,0	20
L6	3,76	L12	3,76	527	1,55	1,50	1,55	8,0	20
L6 Faixa	10,70	L12 Faixa	10,70	1498	4,62	1,50	4,62	8,0	10
L7 Faixa	3,14	L8	0,79	439	1,29	1,50	1,50	8,0	20
L8	0,79	L9	0,00	111	0,32	1,50	1,50	8,0	20
L9	0,00	L10	0,00	0	0,00	1,50	1,50	8,0	20
L10	0,00	L11	0,65	91	0,26	1,50	1,50	8,0	20
LE	1,01	L9	1,28	179	0,52	1,65	1,65	8,0	20
LE	1,01	L14	12,55	1757	5,50	1,65	5,50	10,0	15
LE	1,01	Escada	11,40	1596	4,95	1,65	4,95	10,0	16

Vãos Efetivos														
Lajes	X (cm)	Y (cm)	h (cm)	t1 (cm)	t2 (cm)	t2/2 (cm)	t1/2 (cm)	0,3*h (cm)	a1 (cm)	a2 (cm)	Lx (cm)	Ly (cm)	a (cm)	b (cm)
L1 e L13	823	316	10	19	19	9,5	9,5	3,0	3,0	3,0	829	322	322	829
L2 e L14	1216	423	10	19	19	9,5	9,5	3,0	3,0	3,0	1222	429	429	1222
L3 e L15	601	621,5	10	19	19	9,5	9,5	3,0	3,0	3,0	607	628	607	628
L4 e L16	269	475	10	19	19	9,5	9,5	3,0	3,0	3,0	275	481	275	481
L5 e L17	563	475	10	19	19	9,5	9,5	3,0	3,0	3,0	569	481	481	569
L6 e L12	677	291,5	10	19	19	9,5	9,5	3,0	3,0	3,0	683	298	298	683
L7	132	602	10	19	19	9,5	9,5	3,0	3,0	3,0	138	608	138	608
L8	188	157,5	10	19	19	9,5	9,5	3,0	3,0	3,0	194	164	164	194
L9	610,5	123,5	10	19	19	9,5	9,5	3,0	3,0	3,0	617	130	130	617
L10	176,5	369,5	10	19	19	9,5	9,5	3,0	3,0	3,0	183	376	183	376
L11	188	157,5	10	19	19	9,5	9,5	3,3	3,3	3,3	195	165	164	194
LE	177	235	11	19	19	9,5	9,5	3,3	3,3	3,3	184	242	196	242



Cômodos	Camadas	Altura (m)	Peso Específico Aparente (kN/m <sup>3</sup> )	Cargas (kN/m <sup>2</sup> )	Total p(kN/m <sup>2</sup> )
Dormitório, sala, copa, cozinha e banheiro	Piso	0,010	18	0,18	5,20
	Argamassa	0,010	21	0,21	
	Contrapiso	0,025	21	0,525	
	Laje CA	0,10	25	2,5	
	Reboco Teto	0,015	19	0,285	
	Carga Acidental (q)			1,5	
Despensa, Área de Serviço, Lavanderia	Piso	0,010	18	0,18	5,70
	Argamassa	0,010	21	0,21	
	Contrapiso	0,025	21	0,525	
	Laje CA	0,10	25	2,5	
	Reboco Teto	0,015	19	0,285	
	Carga Acidental (q)			2	
Corredores com acesso ao público	Piso	0,010	18	0,18	6,70
	Argamassa	0,010	21	0,21	
	Contrapiso	0,025	21	0,525	
	Laje CA	0,10	25	2,5	
	Reboco Teto	0,015	19	0,285	
	Carga Acidental (q)			3	

Drywall	Altura (m)	Peso (kN/m <sup>2</sup> )	Sub -Total (kN/m)	Majoração	Total (kN/m)
Montantes metálicos, 4 chapas com 12,5 mm de espessura cada e isolamento acústico com lâ de rocha ou lâ de vidro com 50 mm de espessura.	2,7	0,5	1,35	1,2	1,62

### Laje 1 e Laje 13

Classificação das Lajes		
Quanto as direções de armadura		
a (m)	3,22	menor valor
b (m)	8,29	maior valor
Área (m <sup>2</sup> )	26,69	
Relação b/a	2,57	b/a > 2 e Laje Armada em 1 só direção

<b>Composição das Cargas - ELS</b>	
Superficial	
p (kN/m <sup>2</sup> )	3,7
q (kN/m <sup>2</sup> )	1,5
p total (kN/m <sup>2</sup> )	5,2
$\psi$	0,3
pd,serviço (kN/m <sup>2</sup> )	4,15
<b>Verificação Flecha</b>	
h (cm)	10
mr (kN.m/m)	7,24
$\alpha$	0,07
ma (kN.m/m)	3,03
Ic (cm <sup>4</sup> )	8333,3
Ieq (cm <sup>4</sup> )	8333,3
k	0,53
f(t=0) (cm)	0,106
$\xi$ (t= $\infty$ )	2
$\xi$ (t=1 mês)	0,68
$\alpha f$	1,32
f̄(t= $\infty$ ) (cm)	0,25
fadm (cm)	1,29
Verificação Flecha	Aprovado

<b>Regime Rígido Plástico - ELU</b>		
Apoiada-Engastada	mE	-6,07
	mV	4,05

Camadas	Altura (m)	Peso Esp. Ap. (kN/m <sup>3</sup> )	Carga (kN/m <sup>2</sup> )	Total p(kN/m <sup>2</sup> )
Piso	0,010	18	0,18	5,20
Argamassa	0,010	21	0,21	
Contrapiso	0,025	21	0,525	
Laje CA	0,100	25	2,5	
Reboco Teto	0,015	19	0,285	
Carga Acidental	Dormitório, sala, copa, cozinha e banheiro (q)		1,5	

<b>Armadura Positiva</b>	
d (cm)	7,0
md (kN.cm)	566,68
x (cm)	0,574
x/d	0,082
As (cm <sup>2</sup> /m)	1,925
Asmin (cm <sup>2</sup> /m)	1,50
As adotado (cm <sup>2</sup> /m)	1,93

<b>Armadura Negativa Engastes</b>	
Engaste	
L6 ou L7 ou L12	
h (cm)	10
d (cm)	8,0
Apoio	
h (cm)	
d (cm)	-
Menor d (cm)	8,0
me (kN.m/m)	-6,07
x (cm)	0,758
x/d	0,095
As (cm <sup>2</sup> /m)	2,54
Asmin (cm <sup>2</sup> /m)	1,50
As adotado (cm <sup>2</sup> /m)	2,54

<b>Armadura de Distribuição</b>		
As distr (cm <sup>2</sup> /m) >=	20% Asprincipal	0,39
	0,5pmin	0,75
	0,9cm <sup>2</sup> /m	0,90
Maior		0,90
As adotado		φ 6,3 c/ 25cm
As efetivo (cm <sup>2</sup> /m)		1,25

<b>Armadura de Contorno</b>	
Fator	0,67
As (cm <sup>2</sup> /m)	1,01
As adotado	φ 8 c/ 20cm
As efetivo (cm <sup>2</sup> /m)	2,52

#### Laje 2 e Laje 14

<b>Classificação das Lajes</b>		
<b>Quanto as direções de armadura</b>		
a (m)	4,29	menor valor
b (m)	12,22	maior valor
Área (m <sup>2</sup> )	52,42	
Relação b/a	2,85	b/a > 2 e Laje Armada em 1 só direção

<b>Composição das Cargas -ELS</b>	
<b>Superficial</b>	
p (kN/m <sup>2</sup> )	4,56
q (kN/m <sup>2</sup> )	1,5
p total (kN/m <sup>2</sup> )	6,06
$\psi$	0,30
pd,serviço (kN/m <sup>2</sup> )	5,01
<b>Verificação Flecha</b>	
h (cm)	10
mr (kN.m/m)	7,24
$\alpha$	0,07
ma (kN.m/m)	6,48
Ic (cm <sup>4</sup> )	8333,33
Ieq (cm <sup>4</sup> )	8333,33
k	0,53
f(t=0) (cm)	0,402
$\xi$ (t= $\infty$ )	2
$\xi$ (t=1 mês)	0,68
$\alpha f$	1,32
f̄(t= $\infty$ ) (cm)	0,93
fadm (cm)	1,72
Verificação Flecha	Aprovado

<b>Regime Rígido Plástico</b>		
Apoiada-Engastada	mE	-12,55
	mV	8,37

<b>Drywall</b>			
Metragem sobre Laje (m)	g (kN/m)	Carga (kN)	Carga/Área da Laje(kN/m <sup>2</sup> )
27,68	1,62	44,8	0,86

Camadas	Altura (m)	Peso Esp. Ap. (kN/m <sup>3</sup> )	Carga (kN/m <sup>2</sup> )	Total p(kN/m <sup>2</sup> )
Piso	0,010	18	0,18	6,06
Argamassa	0,010	21	0,21	
Contrapiso	0,025	21	0,525	
Laje CA	0,100	25	2,5	
Drywall			0,86	
Reboco Teto	0,015	19	0,285	
Carga Acidental	Dormitório, sala, copa, cozinha e banheiro (q)		1,5	

<b>Armadura Positiva</b>	
d (cm)	7,0
md (kN.cm)	1171,33
x (cm)	1,236
x/d	0,177
As (cm <sup>2</sup> /m)	4,14
Asmin (cm <sup>2</sup> /m)	1,50
As adotado (cm <sup>2</sup> /m)	4,14

<b>Armadura Negativa Engastes</b>	
Engaste	
L8 ou L9 ou L10 ou L11	
h (cm)	10
d (cm)	8,0
LE	
h (cm)	11
d (cm)	9,0
Menor d (cm)	8,0
me (kN.m/m)	-12,55
x (cm)	1,642
x/d	0,205
As (cm <sup>2</sup> /m)	5,50
Asmin (cm <sup>2</sup> /m)	1,65
As adotado (cm <sup>2</sup> /m)	5,50

<b>Armadura de Distribuição</b>		
As distr (cm <sup>2</sup> /m) >=	20% Asprincipal	0,80
	0,5pmin	0,75
	0,9cm <sup>2</sup> /m	0,90
Maior		0,90
As adotado		φ 6,3 c/ 25cm
As efetivo (cm <sup>2</sup> /m)		1,25

<b>Armadura de Contorno</b>	
Fator	0,670
As (cm <sup>2</sup> /m)	1,11
Adotado	φ 8 c/ 20cm
As efetivo (cm <sup>2</sup> /m)	2,52

### L3 e L15

<b>Classificação das Lajes</b>		
Quanto as direções de armadura		
a (m)	6,09	menor valor
b (m)	6,29	maior valor
Área (m <sup>2</sup> )	38,31	
Relação b/a	1,03	1<b/a<2 e Laje armada em 2 direções
Quanto aos momentos no vão		
Relação a/b	0,97	Lajes Isótropas

<b>Graus de Engastamento</b>		
i1	0	1,5 engastadas; 0 apoiadas
i2	0	1,5 engastadas; 0 apoiadas
i3	1,5	1,5 engastadas; 0 apoiadas
i4	1,5	1,5 engastadas; 0 apoiadas

<b>Composição das Cargas - ELS</b>	
Superficial	
p (kN/m <sup>2</sup> )	4,0
q (kN/m <sup>2</sup> )	1,5
p total (kN/m <sup>2</sup> )	5,45
$\psi$	0,30
pd,serviço (kN/m <sup>2</sup> )	4,40
<b>Verificação Flecha</b>	
h (cm)	10
mr (kN.m/m)	7,24
$\alpha$	0,033
ma (kN.m/m)	5,39
Ic (cm <sup>4</sup> )	8333,33
Ieq (cm <sup>4</sup> )	8333,33
k	0,25
f(t=0) (cm)	0,677
$\xi$ (t= $\infty$ )	2
$\xi$ (t=1 mês)	0,68
$\alpha f$	1,32
f̄(t= $\infty$ ) (cm)	1,57
fadm (cm)	2,44
Verificação Flecha	Aprovado

<b>Cargas Lineares</b>	
Esp parede (m)	0,165
h (m)	2,7
peso esp (kN/m <sup>3</sup> )	14,26
pa/ (kN/m)	6,36
Esp parede (m)	0,106
h (m)	2,7
peso esp (kN/m <sup>3</sup> )	14,26
pb/ (kN/m)	4,09
<b>Cálculo das Solicitações</b>	
Linear	
$\alpha$	0,186
$\beta$	0,123
p*/ (kN/m <sup>2</sup> )	7,81
$\varphi$	1,00
ar	4,72
br	4,87
br*	4,87
br*/	4,98
m (kN.m/m)	7,64
ma (kN.m/m)	7,64
mb (kN.m/m)	7,64

<b>Drywall</b>			
Metragem sobre Laje (m)	g (kN/m)	Carga (kN)	Carga/Área da Laje(kN/m <sup>2</sup> )
5,96	1,62	9,7	0,25

Camadas	Altura (m)	Peso Esp. Ap. (kN/m <sup>3</sup> )	Carga (kN/m <sup>2</sup> )	Total p(kN/m <sup>2</sup> )
Piso	0,010	18	0,18	5,45
Argamassa	0,010	21	0,21	
Contrapiso	0,025	21	0,525	
Laje CA	0,100	25	2,5	
Drywall			0,25	
Reboco Teto	0,015	19	0,285	
Carga Acidental	Dormitório, sala, copa, cozinha e banheiro (q)		1,5	

Armadura Positiva	
d (cm)	7,0
md (kN.cm)	1069,96
x (cm)	1,12
x/d	0,160
As (cm <sup>2</sup> /m)	3,76
Asmin (cm <sup>2</sup> /m)	1,01
As adotado (cm <sup>2</sup> /m)	3,76

Armadura Negativa Engastes	
Engaste	
L2 ou L11 ou L14	
h (cm)	10
d (cm)	8,0
L15	
h (cm)	10
d (cm)	8,0
Menor d (cm)	8,0
m' (kN.m/m)	-11,46
x (cm)	1,487
x/d	0,186
As (cm <sup>2</sup> /m)	4,98
Asmin (cm <sup>2</sup> /m)	1,50
As adotado (cm <sup>2</sup> /m)	4,98

Armadura de Contorno	
Fator	0,67
As (cm <sup>2</sup> /m)	1,01
Adotado	φ 8 c/ 20cm
As efetivo (cm <sup>2</sup> /m)	2,52

#### L4 e L16

Classificação das Lajes		
Quanto as direções de armadura		
a (m)	2,75	menor valor
b (m)	4,81	maior valor
Área (m <sup>2</sup> )	13,23	
Relação b/a	1,75	1 < b/a < 2 e Laje armada em 2 direções
Quanto aos momentos no vão		
Relação a/b	0,57	Lajes Ortótropas

Graus de Engastamento		
i1	1,5	1,5 engastadas; 0 apoiadas
i2	1,5	1,5 engastadas; 0 apoiadas
i3	0	1,5 engastadas; 0 apoiadas
i4	1,5	1,5 engastadas; 0 apoiadas

Composição das Cargas - ELS	
Superficial	
p (kN/m <sup>2</sup> )	4,0
q (kN/m <sup>2</sup> )	1,5
p total (kN/m <sup>2</sup> )	5,53
$\psi$	0,30
pd,serviço (kN/m <sup>2</sup> )	4,48
Verificação Flecha	
h (cm)	10
mr (kN.m/m)	7,24
$\alpha$	0,042
ma (kN.m/m)	1,42
Ic (cm <sup>4</sup> )	8333,33
Ieq (cm <sup>4</sup> )	8333,33
k	0,24
f(t=0) (cm)	0,027
$\xi$ (t= $\infty$ )	2
$\xi$ (t=1 mês)	0,68
$\alpha f$	1,32
f(t= $\infty$ ) (cm)	0,06
fadm (cm)	1,10
Verificação Flecha	Aprovado

Cálculo das Solicitações	
Linear	
$\alpha$	0,00
$\beta$	0,00
p*/ (kN/m <sup>2</sup> )	5,53
$\varphi$	0,33
ar	1,74
br	3,73
br*	6,47
br*/	6,47
m (kN.m/m)	1,56
ma (kN.m/m)	1,56
mb (kN.m/m)	0,52

Drywall			
Metragem sobre Laje (m)	g (kN/m)	Carga (kN)	Carga/Área da Laje(kN/m <sup>2</sup> )
2,66	1,62	4,3	0,33



Camadas	Altura (m)	Peso Esp. Ap. (kN/m <sup>3</sup> )	Carga (kN/m <sup>2</sup> )	Total p(kN/m <sup>2</sup> )
Piso	0,010	18	0,18	5,53
Argamassa	0,010	21	0,21	
Contrapiso	0,025	21	0,525	
Laje CA	0,100	25	2,5	
Drywall			0,33	
Reboco Teto	0,015	19	0,285	
Carga Acidental	Dormitório, sala, copa, cozinha e banheiro (q)		1,5	

Armadura Positiva "a"	
d (cm)	7,0
md (kN.cm)	218,17
x (cm)	0,217
x/d	0,031
As (cm <sup>2</sup> /m)	0,726
Asmin (cm <sup>2</sup> /m)	1,01
As adotado (cm <sup>2</sup> /m)	1,01

Armadura Negativa Engastes	
Engaste	
L3	
h (cm)	10
d (cm)	8,0
L5	
h (cm)	10
d (cm)	8,0
Escolhido (cm)	8,0
ma' (kN.m/m)	-2,34
x (cm)	0,285
x/d	0,036
As (cm <sup>2</sup> /m)	0,95
Asmin (cm <sup>2</sup> /m)	1,50
As adotado (cm <sup>2</sup> /m)	1,50

Armadura Positiva "b"	
d	7,0
md	72,29
x	0,071
x/d	0,010
As	0,238
Asmin	1,01
As adotado (cm <sup>2</sup> /m)	1,01

<b>Armadura Negativa Engastes</b>	
Engaste	
L16	
h (cm)	10
d (cm)	8,0
Apoio	
h (cm)	
d (cm)	-
Escolhido (cm)	8,0
mb' (kN.m/m)	-0,77
x (cm)	0,093
x/d	0,012
As (cm <sup>2</sup> /m)	0,31
Asmin (cm <sup>2</sup> /m)	1,50
As adotado (cm <sup>2</sup> /m)	1,50

<b>Armadura de Contorno</b>	
Fator	0,670
As (cm <sup>2</sup> /m)	1,01
Adotado	φ 8 c/ 20cm
As efetivo (cm <sup>2</sup> /m)	2,52

### L5 e L17

<b>Classificação das Lajes</b>		
Quanto as direções de armadura		
a (m)	4,81	menor valor
b (m)	5,69	maior valor
Área (m <sup>2</sup> )	27,37	
Relação b/a	1,18	1 < b/a < 2 e Laje armada em 2 direções
Quanto aos momentos no vão		
Relação a/b	0,85	Lajes Isótropas

<b>Graus de Engastamento</b>		
i1	1,5	1,5 engastadas; 0 apoiadas
i2	1,5	1,5 engastadas; 0 apoiadas
i3	0	1,5 engastadas; 0 apoiadas
i4	0	1,5 engastadas; 0 apoiadas

<b>Composição das Cargas</b>	
Superficial	
p (kN/m <sup>2</sup> )	4,3
q (kN/m <sup>2</sup> )	1,5
p total (kN/m <sup>2</sup> )	5,78
$\psi$	0,30
pd,serviço (kN/m <sup>2</sup> )	4,73
<b>Verificação Flecha</b>	
h (cm)	10
mr (kN.m/m)	7,24
$\alpha$	0,039
ma (kN.m/m)	4,27
Ic (cm <sup>4</sup> )	8333,33
Ieq (cm <sup>4</sup> )	8333,33
k	0,3
f(t=0) (cm)	0,340
$\xi$ (t= $\infty$ )	2
$\xi$ (t=1 mês)	0,68
$\alpha f$	1,32
f̄(t= $\infty$ ) (cm)	0,79
fadm (cm)	1,92
Verificação Flecha	Aprovado

<b>Cálculo das Solicitações</b>	
Linear	
$\alpha$	0
$\beta$	0
p*/ (kN/m <sup>2</sup> )	5,78
$\varphi$	1,00
ar	3,73
br	4,41
br*	4,41
br*/	4,41
m (kN.m/m)	3,92
ma (kN.m/m)	3,92
mb (kN.m/m)	3,92

<b>Drywall</b>			
Metragem sobre Laje (m)	g (kN/m)	Carga (kN)	Carga/Área da Laje(kN/m <sup>2</sup> )
9,85	1,62	16,0	0,58

Camadas	Altura (m)	Peso Esp. Ap. (kN/m <sup>3</sup> )	Carga (kN/m <sup>2</sup> )	Total p(kN/m <sup>2</sup> )
Piso	0,010	18	0,18	5,78
Argamassa	0,010	21	0,21	
Contrapiso	0,025	21	0,525	
Laje CA	0,100	25	2,5	
Drywall			0,58	
Reboco Teto	0,015	19	0,285	
Carga Acidental	Dormitório, sala, copa, cozinha e banheiro (q)		1,5	

<b>Armadura de Contorno</b>	
Fator	0,670
As (cm <sup>2</sup> /m)	1,01
Asmin (cm <sup>2</sup> /m)	φ 8 c/ 20cm
As adotado (cm <sup>2</sup> /m)	2,52

<b>Armadura Positiva</b>	
d (cm)	7,0
md (kN.cm)	549,15
x (cm)	0,56
x/d	0,08
As (cm <sup>2</sup> /m)	1,86
Asmin (cm <sup>2</sup> /m)	1,01
As adotado (cm <sup>2</sup> /m)	1,86

<b>Armadura Negativa Engastes</b>	
Engaste	
L4 ou L16	
h (cm)	10
d (cm)	8,0
L15 ou L17	
h (cm)	10
d (cm)	8,0
Escolhido (cm)	8,0
m' (kN.m/m)	-5,88
x (cm)	0,73
x/d	0,09
As (cm <sup>2</sup> /m)	2,46
Asmin (cm <sup>2</sup> /m)	1,50
As adotado (cm <sup>2</sup> /m)	2,46

<b>Armadura de Contorno</b>	
Fator	0,670
As (cm <sup>2</sup> /m)	1,01
Asmin (cm <sup>2</sup> /m)	φ 8 c/ 20cm
As adotado (cm <sup>2</sup> /m)	2,52

### L6 e L12

<b>Classificação das Lajes</b>		
Quanto as direções de armadura		
a (m)	2,98	menor valor
b (m)	6,83	maior valor
Área (m <sup>2</sup> )	20,35	
Relação b/a	2,29	b/a > 2 e Laje Armada em 1 só direção

<b>Composição das Cargas - ELS</b>	
Superficial	
g (kN/m <sup>2</sup> )	11,75
q (kN/m <sup>2</sup> )	1,50
p total (kN/m <sup>2</sup> )	13,25
$\psi$	0,30
pd,serviço (kN/m <sup>2</sup> )	12,20

<b>Parede no Sentido do Vão Maior</b>	
Carga. Equiv. (kN)	24,70
P (kN/m)	12,41
l (vão menor) (m)	2,98
Ma = Mb (kN.m)	6,94
0=<z=<1/2	
z (m)	1,49
M (kN.m/m) (z)	4,62
1/2=<z=<1	
z	1,49
M (z)	4,62
z0' = 1/2	
M'máx	4,62
z0'' = 0 ou z0''' = 1	
M''máx = M'''máx	-4,62
z = 1/2	
f(t=0) (cm)	0,07

<b>Verificação Flecha Carga Distribuída</b>	
h (cm)	10
mr (kN.m/m)	7,24
$\alpha$	0,04
ma (kN.m/m)	1,70
ma total(kN.m/m)	6,32
Ic (cm <sup>4</sup> )	8333,33
Ieq (cm <sup>4</sup> )	8333,33
k	0,26
f(t=0) (cm)	0,04

<b>Flecha Total</b>	
$\xi$ (t= $\infty$ )	2
$\xi$ (t=1mês)	0,68
$\alpha f$	1,32
f(t=0) (cm)	0,11
f(t= $\infty$ ) (cm)	0,25
fadm (cm)	1,19
Verificação Flecha	Aprovado

<b>Drywall</b>			
Metragem sobre Laje (m)	g (kN/m)	Carga (kN)	Carga/Área da Laje(kN/m <sup>2</sup> )
5,62	1,62	9,1	0,45

Camadas	Altura (m)	Peso Esp. Ap. (kN/m <sup>3</sup> )	Carga (kN/m <sup>2</sup> )	Total p(kN/m <sup>2</sup> )
Piso	0,010	18	0,18	14,78
Argamassa	0,010	21	0,21	
Contrapiso	0,025	21	0,525	
Laje CA	0,100	25	2,5	
Parede			9,13	
Drywall			0,45	
Reboco Teto	0,015	19	0,285	
Carga Acidental	Dormitório, sala, copa, cozinha e banheiro (q)		1,5	

Largura de Distribuição (bw)	
Parede (m)	1,99
h laje (m)	0,10
bw (m)	2,09

Trecho fora da faixa de largura bw - ELU		
Regime Rígido Plástico		
Engastada-Engastada (carga distribuída)	mE	-3,76
	mV	2,51

Trecho fora da faixa de largura bw	
Armadura Positiva	
d (cm)	7,0
md (kN.cm)	351,05
x (cm)	0,35
x/d	0,05
As (cm <sup>2</sup> /m)	1,18
Asmin (cm <sup>2</sup> /m)	1,50
As adotado (cm <sup>2</sup> /m)	1,50

Trecho fora da faixa de largura bw	
Armadura Negativa Engastes	
Engaste	
L1 ou L13	
h (cm)	10
d (cm)	8,0
L12 ou L6	
h (cm)	10
d (cm)	8,0
Escolhido (cm)	8,0
my' (kN.m/m)	-3,76
x (cm)	0,46
x/d	0,06
As (cm <sup>2</sup> /m)	1,55
Asmin (cm <sup>2</sup> /m)	1,50
As adotado (cm <sup>2</sup> /m)	1,55

<b>Trecho fora da faixa de largura bw</b>		
<b>Armadura de Distribuição</b>		
As distr (cm <sup>2</sup> /m) >=	20% As principal	0,30
	0,5p <sub>min</sub>	0,75
	0,9cm <sup>2</sup> /m	0,90
Maior		0,90
As adotado		φ 6,3 c/ 25cm
As efetivo (cm <sup>2</sup> /m)		1,25

<b>Trecho dentro da faixa de largura bw (atua carga da parede além da carga superficial) - ELU</b>		
<b>Regime Rígido Plástico</b>		
Engastada-Engastada (carga distribuída)	mE	-3,76
	mV	6,56
Engastada-Engastada (carga concentrada)	mE	-6,94
	mV	4,62
Total	mE	-10,70
	mV	11,18

<b>Trecho dentro da faixa de largura bw</b>	
<b>Armadura Positiva</b>	
d (cm)	7,0
md (kN.cm)	1565,82
x (cm)	1,70
x/d	0,24
As (cm <sup>2</sup> /m)	5,70
As <sub>min</sub> (cm <sup>2</sup> /m)	1,50
As adotado (cm <sup>2</sup> /m)	5,70

<b>Trecho dentro da faixa de largura bw</b>	
<b>Armadura Negativa Engaste</b>	
Engaste	
L1 e L13	
h (cm)	10
d (cm)	8,0
L12 ou L6	
h (cm)	10
d (cm)	8,0
Escolhido	8,0
m' (kN.m/m)	-10,70
x (cm)	1,38
x/d	0,17
As (cm <sup>2</sup> /m)	4,62
As <sub>min</sub> (cm <sup>2</sup> /m)	1,50
As adotado	4,62

Trecho fora da faixa de largura bw		
Armadura de Distribuição		
As distr (cm <sup>2</sup> /m) >=	20% As principal	1,14
	0,5ρ <sub>min</sub>	0,75
	0,9cm <sup>2</sup> /m	0,90
Maior		0,90
As adotado		φ 6,3 c/ 25cm
As efetivo (cm <sup>2</sup> /m)		1,25

## L7

Classificação das Lajes		
Quanto as direções de armadura		
a (m)	1,38	menor valor
b (m)	6,08	maior valor
Área (m <sup>2</sup> )	8,39	
Relação b/a	4,41	b/a > 2 e Laje Armada em 1 só direção

Composição das Cargas - ELS	
Superficial	
g (kN/m <sup>2</sup> )	14,06
q (kN/m <sup>2</sup> )	3,00
p total (kN/m <sup>2</sup> )	17,06
ψ	0,30
pd,serviço (kN/m <sup>2</sup> )	14,96
Verificação Flecha (bw,V)	
h (cm)	10
m <sub>r</sub> (kN.m/m)	7,24
α	0,070
m <sub>a</sub> (kN.m/m)	2,00
I <sub>c</sub> (cm <sup>4</sup> )	8333,33
I <sub>eq</sub> (cm <sup>4</sup> )	8333,33
k	0,53
f(t=0) (cm)	0,013
ξ (t=∞)	2
ξ (t=1 mês)	0,68
αf	1,32
f(t=∞) (cm)	0,03
f <sub>adm</sub> (cm)	0,55
Verificação Flecha	Aprovado

Camadas	Altura (m)	Peso Específico Aparente (kN/m <sup>3</sup> )	q (kN/m <sup>2</sup> )	Total p(kN/m <sup>2</sup> )
Piso	0,010	18	0,18	17,06
Argamassa	0,010	21	0,21	
Contrapiso	0,025	21	0,525	
Laje CA	0,100	25	2,5	
Parede	vão		10,36	
Reboco Teto	0,015	19	0,285	
Carga Acidental	Corredores com acesso ao público (q)		3	



<b>Parede paralela ao vão</b>	
a1 (m)	0,69
a (m)	0,23
b (m)	0,33
Delta Vão (m)	0,525
<b>bw,V (m)</b>	<b>0,86</b>
Delta Engaste (m)	0,79
<b>bw, E (m)</b>	<b>1,12</b>

<b>Cumprir para adotar bw calculado</b>	
I	Aprovado
II	Aprovado
III	Aprovado
c (m)	0,66

<b>Trecho fora da faixa de largura bw - ELU</b>		
<b>Regime Rígido Plástico</b>		
Apoaida-Engastada	mE	-1,44
	mV	0,96

<b>Trecho fora da faixa de largura bw</b>	
<b>Armadura Positiva</b>	
d (cm)	7,0
md (kN.cm)	134,11
x (cm)	0,13
x/d	0,02
As (cm <sup>2</sup> /m)	0,44
Asmin (cm <sup>2</sup> /m)	1,50
As adotado (cm <sup>2</sup> /m)	1,50

<b>Trecho fora da faixa de largura bw</b>	
<b>Armadura Negativa Engastes</b>	
Engaste	
L6 e L12	
h (cm)	10
d (cm)	8,0
Apoio	
h (cm)	
d (cm)	-
Escolhido (cm)	8,0
m' (kN.m/m)	-1,44
x (cm)	0,17
x/d	0,02
As (cm <sup>2</sup> /m)	0,58
Asmin (cm <sup>2</sup> /m)	1,50
As adotado (cm <sup>2</sup> /m)	1,50

Trecho fora da faixa de largura bw		
Armadura de Distribuição		
As distr (cm <sup>2</sup> /m) >=	20% Asprincipal	0,30
	0,5pmin	0,75
	0,9cm <sup>2</sup> /m	0,90
Maior		0,90
As adotado		φ 6,3 c/ 20cm
As efetivo (cm <sup>2</sup> /m)		1,56 cm <sup>2</sup> /m

Trecho dentro da faixa de largura bw (atua carga da parede além da carga superficial) - ELU		
Regime Rígido Plástico		
Parede	engaste (bw,E)	7,93
Apoaida-Engastada	mE	-3,14
	mV	2,44

Trecho dentro da faixa de largura bw	
Armadura Positiva	
d (cm)	7,0
md (kN.cm)	341,47
x (cm)	0,34
x/d	0,05
As (cm <sup>2</sup> /m)	1,14
Asmin (cm <sup>2</sup> /m)	1,50
As adotado (cm <sup>2</sup> /m)	1,5

Trecho dentro da faixa de largura bw	
Armadura Negativa Engaste	
Engaste	
L6 e L12	
h (cm)	10
d (cm)	8,0
Apoio	
h (cm)	
d (cm)	-
Escolhido	8,0
m' (kN.m/m)	-3,14
x (cm)	0,38
x/d	0,05
As (cm <sup>2</sup> /m)	1,29
Asmin (cm <sup>2</sup> /m)	1,50
As adotado (cm <sup>2</sup> /m)	1,50

Trecho dentro da faixa de largura bw		
Armadura de Distribuição		
As distr (cm <sup>2</sup> /m) >=	20% Asprincipal	0,30
	0,5pmin	0,75
	0,9cm <sup>2</sup> /m	0,90
Maior		0,90
As adotado		φ 6,3 c/ 25cm
As efetivo (cm <sup>2</sup> /m)		1,25

## L8

Classificação das Lajes		
Quanto as direções de armadura		
a (m)	1,64	menor valor
b (m)	1,94	maior valor
Área (m <sup>2</sup> )	3,18	
Relação b/a	1,18	$1 < b/a < 2$ e Laje armada em 2 direções
Classificação quanto aos momentos no vão		
Relação a/b	0,85	Lajes Isótropas

Graus de Engastamento		
i1	1,5	1,5 engastadas; 0 apoiadas
i2	1,5	1,5 engastadas; 0 apoiadas
i3	0	1,5 engastadas; 0 apoiadas
i4	0	1,5 engastadas; 0 apoiadas

Composição das Cargas	
Superficial	
g (kN/m <sup>2</sup> )	3,70
q (kN/m <sup>2</sup> )	3,00
p total (kN/m <sup>2</sup> )	6,70
$\psi$	0,30
pd,serviço (kN/m <sup>2</sup> )	4,60
Verificação Flecha	
h (cm)	10
mr (kN.m/m)	7,24
$\alpha$	0,033
ma (kN.m/m)	0,41
Ic (cm <sup>4</sup> )	8333,33
Ieq (cm <sup>4</sup> )	8333,33
k	0,25
f(t=0) (cm)	0,004
$\xi$ (t= $\infty$ )	2
$\xi$ (t=1 mês)	0,68
$\alpha f$	1,32
f(t= $\infty$ ) (cm)	0,01
fadm (cm)	0,66
Verificação Flecha	Aprovado

Cálculo das Solicitações	
Linear	
$\alpha$	0,000
$\beta$	0,000
p*/ (kN/m <sup>2</sup> )	6,70
$\varphi$	1,00
ar	1,27
br	1,50
br*	1,50
br*/	1,50
m (kN.m/m)	0,53
ma (kN.m/m)	0,53
mb (kN.m/m)	0,53

Camadas	Altura (m)	Peso Esp. Ap. (kN/m <sup>3</sup> )	Carga (kN/m <sup>2</sup> )	Total p(kN/m <sup>2</sup> )
Piso	0,010	18	0,18	6,70
Argamassa	0,010	21	0,21	
Contrapiso	0,025	21	0,525	
Laje CA	0,100	25	2,5	
Reboco Teto	0,015	19	0,285	
Carga Acidental	Corredores com acesso ao público (q)		3	

Armadura Positiva	
d (cm)	7,0
md (kN.cm)	73,96
x (cm)	0,07
x/d	0,01
As (cm <sup>2</sup> /m)	0,24
Asmin (cm <sup>2</sup> /m)	1,01
As adotado (cm <sup>2</sup> /m)	1,01

Armadura Negativa Engastes	
Engaste	
L4	
h (cm)	10
d (cm)	8,0
L17	
h (cm)	10
d (cm)	8,0
Escolhido (cm)	8,0
m' (kN.m/m)	-0,79
x (cm)	0,10
x/d	0,01
As (cm <sup>2</sup> /m)	0,32
Asmin (cm <sup>2</sup> /m)	1,50
As adotado (cm <sup>2</sup> /m)	1,50

Armadura de Contorno	
Fator	0,670
As (cm <sup>2</sup> /m)	1,01
As adotado (cm <sup>2</sup> /m)	φ 8 c/ 20cm
As efetivo (cm <sup>2</sup> /m)	2,52

### L9

Classificação das Lajes		
Quanto as direções de armadura		
a (m)	1,30	menor valor
b (m)	6,17	maior valor
Área (m <sup>2</sup> )	8,02	
Relação b/a	4,75	b/a > 2 e Laje Armada em 1 só direção

<b>Composição das Cargas</b>	
Superficial	
g (kN/m <sup>2</sup> )	3,70
q (kN/m <sup>2</sup> )	3,00
p total (kN/m <sup>2</sup> )	6,70
$\psi$	0,30
pd,serviço (kN/m <sup>2</sup> )	4,60
<b>Verificação Flecha</b>	
h (cm)	10
mr (kN.m/m)	7,24
$\alpha$	0,033
ma (kN.m/m)	0,26
Ic (cm <sup>4</sup> )	8333,33
Ieq (cm <sup>4</sup> )	8333,33
k	0,53
f(t=0) (cm)	0,003
$\xi$ (t= $\infty$ )	2
$\xi$ (t=1 mês)	0,68
$\alpha f$	1,32
f̄(t= $\infty$ ) (cm)	0,01
fadm (cm)	0,52
Verificação Flecha	Aprovado

<b>Regime Rígido Plástico</b>		
Apoaida-Engastada	mE	-1,28
	mV	0,85

Camadas	Altura (m)	Peso Esp. Ap. (kN/m <sup>3</sup> )	Carga (kN/m <sup>2</sup> )	Total p(kN/m <sup>2</sup> )
Piso	0,010	18	0,18	6,70
Argamassa	0,010	21	0,21	
Contrapiso	0,025	21	0,525	
Laje CA	0,100	25	2,5	
Reboco Teto	0,015	19	0,285	
Carga Acidental	Corredores com acesso ao público (q)		3	

<b>Armadura Positiva</b>	
d (cm)	7,0
md (kN.cm)	119,01
x (cm)	0,12
x/d	0,02
As (cm <sup>2</sup> /m)	0,39
Asmin (cm <sup>2</sup> /m)	1,50
As adotado (cm <sup>2</sup> /m)	1,50

<b>Armadura Negativa Engastes</b>	
Engaste	
L2	
h (cm)	10
d (cm)	8,0
Apoio	
h (cm)	
d (cm)	-
Escolhido (cm)	8,0
m' (kN.m/m)	-1,28
x (cm)	0,15
x/d	0,02
As (cm <sup>2</sup> /m)	0,52
Asmin (cm <sup>2</sup> /m)	1,50
As adotado (cm <sup>2</sup> /m)	1,50

<b>Armadura de Distribuição</b>		
As distr (cm <sup>2</sup> /m) >=	20% As principal	0,30
	0,5pmin	0,75
	0,9cm <sup>2</sup> /m	0,90
Maior		0,90
As adotado		φ 6,3 c/ 25cm
As efetivo (cm <sup>2</sup> /m)		1,25

<b>Armadura de Contorno</b>	
Fator	0,670
As (cm <sup>2</sup> /m)	1,01
As adotado	φ 8 c/ 20cm
As efetivo (cm <sup>2</sup> /m)	2,52

### L10

<b>Classificação das Lajes</b>		
Quanto as direções de armadura		
a (m)	1,83	menor valor
b (m)	3,76	maior valor
Área (m <sup>2</sup> )	6,88	
Relação b/a	2,05	b/a > 2 e Laje Armada em 1 só direção

<b>Composição das Cargas - ELS</b>	
Superficial	
g (kN/m <sup>2</sup> )	11,90
q (kN/m <sup>2</sup> )	3,00
p total (kN/m <sup>2</sup> )	14,90
$\psi$	0,30
pd,serviço (kN/m <sup>2</sup> )	12,80
<b>Verificação Flecha</b>	
h (cm)	10
mr (kN.m/m)	7,24
$\alpha$	0,125
ma (kN.m/m)	5,36
Ic (cm <sup>4</sup> )	8333,33
Ieq (cm <sup>4</sup> )	8333,33
k	1,3
f(t=0) (cm)	0,083
$\xi$ (t= $\infty$ )	2
$\xi$ (t=1 mês)	0,68
$\alpha f$	1,32
f̄(t= $\infty$ ) (cm)	0,19
fadm (cm)	0,73
Verificação Flecha	Aprovado

Camadas	Altura (m)	Peso Esp. Ap. (kN/m <sup>3</sup> )	Carga (kN/m <sup>2</sup> )	Total p(kN/m <sup>2</sup> )
Piso	0,010	18	0,18	14,90
Argamassa	0,010	21	0,21	
Contrapiso	0,025	21	0,525	
Laje CA	0,100	25	2,5	
Parede	vão		8,20	
Reboco Teto	0,015	19	0,285	
Carga Acidental	Corredores com acesso ao público (q)		3	

<b>Parede paralela ao vão</b>	
a1 (m)	0,92
a (m)	0,23
b (m)	0,33
Delta Vão (m)	0,75
<b>bw, V (m)</b>	<b>1,08</b>
Delta Engaste (m)	1,13
<b>bw, E (m)</b>	<b>1,46</b>

<b>Cumprir para adotar bw calculado</b>	
(I)	Aprovado
(II)	Aprovado
(III)	Aprovado
c (m)	1,26

<b>Trecho fora da faixa de largura bw</b>		
<b>Regime Rígido Plástico</b>		
Apoiada-Apoiada	mV	2,80

<b>Trecho fora da faixa de largura bw</b>	
<b>Armadura Positiva</b>	
d (cm)	7,0
md (kN.cm)	392,66
x (cm)	0,39
x/d	0,06
As (cm <sup>2</sup> /m)	1,32
Asmin (cm <sup>2</sup> /m)	1,50
As adotado (cm <sup>2</sup> /m)	1,50

<b>Trecho fora da faixa de largura bw</b>		
<b>Armadura de Distribuição</b>		
As distr (cm <sup>2</sup> /m) >=	20% Asprincipal	0,36
	0,5pmin	0,75
	0,9cm <sup>2</sup> /m	0,90
Maior		0,90
As adotado		φ 6,3 c/ 25cm
As efetivo (cm <sup>2</sup> /m)		1,25

<b>Trecho dentro da faixa de largura bw (atua carga da parede além da carga superficial)</b>		
<b>Regime Rígido Plástico</b>		
Apoaida-Apoiada	mv	3,75

<b>Trecho dentro da faixa de largura bw</b>	
<b>Armadura Positiva</b>	
d (cm)	7,0
md (kN.cm)	524,51
x (cm)	0,53
x/d	0,08
As (cm <sup>2</sup> /m)	1,78
Asmin (cm <sup>2</sup> /m)	1,50
As adotado (cm <sup>2</sup> /m)	1,78

<b>Trecho dentro da faixa de largura bw</b>		
<b>Armadura de Distribuição</b>		
As distr (cm <sup>2</sup> /m) >=	20% Asprincipal	0,30
	0,5pmin	0,75
	0,9cm <sup>2</sup> /m	0,90
Maior		0,90
As adotado		φ 6,3 c/ 25cm
As efetivo (cm <sup>2</sup> /m)		1,25

<b>Armadura de Contorno</b>	
Fator	0,670
As (cm <sup>2</sup> /m)	1,01
As adotado	φ 8 c/ 20cm
As efetivo (cm <sup>2</sup> /m)	2,52



## L11

Classificação das Lajes		
Quanto as direções de armadura		
a (m)	1,65	menor valor
b (m)	1,95	maior valor
Área (m <sup>2</sup> )	3,22	
Relação b/a	1,18	$1 < b/a < 2$ e Laje armada em 2 direções
Classificação quanto aos momentos no vão		
Relação a/b	0,85	Lajes Isótropas

Graus de Engastamento		
i1	1,5	1,5 engastadas; 0 apoiadas
i2	1,5	1,5 engastadas; 0 apoiadas
i3	1,5	1,5 engastadas; 0 apoiadas
i4	0	1,5 engastadas; 0 apoiadas

Composição das Cargas	
Superficial	
g (kN/m <sup>2</sup> )	3,70
q (kN/m <sup>2</sup> )	3,00
p total (kN/m <sup>2</sup> )	6,70
$\psi$	0,30
pd,serviço (kN/m <sup>2</sup> )	4,60
Verificação Flecha	
h (cm)	10
mr (kN.m/m)	7,24
$\alpha$	0,033
ma (kN.m/m)	0,41
Ic (cm <sup>4</sup> )	8333,33
Ieq (cm <sup>4</sup> )	8333,33
k	0,25
f(t=0) (cm)	0,004
$\xi$ (t= $\infty$ )	2
$\xi$ (t=1 mês)	0,68
$\alpha f$	1,32
f(t= $\infty$ ) (cm)	0,01
fadm (cm)	0,66
Verificação Flecha	Aprovado

Cálculo das Solicitações	
Linear	
$\alpha$	0,000
$\beta$	0,000
p*/ (kN/m <sup>2</sup> )	6,70
$\varphi$	1,00
ar	1,28
br	1,23
br*	1,23
br*/	1,23
m (kN.m/m)	0,44
ma (kN.m/m)	0,44
mb (kN.m/m)	0,44

Camadas	Altura (m)	Peso Esp. Ap. (kN/m <sup>3</sup> )	Carga (kN/m <sup>2</sup> )	Total p(kN/m <sup>2</sup> )
Piso	0,010	18	0,18	6,70
Argamassa	0,010	21	0,21	
Contrapiso	0,025	21	0,525	
Laje CA	0,100	25	2,5	
Reboco Teto	0,015	19	0,285	
Carga Acidental	Corredores com acesso ao público (q)		3	

Armadura Positiva	
d (cm)	7,0
md (kN.cm)	61,60
x (cm)	0,06
x/d	0,01
As (cm <sup>2</sup> /m)	0,20
Asmin (cm <sup>2</sup> /m)	1,01
As adotado (cm <sup>2</sup> /m)	1,01

Armadura Negativa Engastes	
Engaste	
L2	
h (cm)	10
d (cm)	8,0
Apoio	
h (cm)	
d (cm)	-
Escolhido (cm)	8,0
m' (kN.m/m)	-1,28
x (cm)	0,15
x/d	0,02
As (cm <sup>2</sup> /m)	0,52
Asmin (cm <sup>2</sup> /m)	1,50
As adotado (cm <sup>2</sup> /m)	1,50

Armadura de Contorno	
Fator	0,670
As (cm <sup>2</sup> /m)	1,01
As adotado	φ 8 c/ 20cm
As efetivo (cm <sup>2</sup> /m)	2,52

## LE

Classificação das Lajes		
Quanto as direções de armadura		
a (m)	1,96	menor valor
b (m)	2,42	maior valor
Área (m <sup>2</sup> )	4,74	
Relação b/a	1,23	1 < b/a < 2 e Laje armada em 2 direções
Classificação quanto aos momentos no vão		
Relação a/b	0,81	Lajes Isótropas

Graus de Engastamento		
i1	1,5	1,5 engastadas; 0 apoiadas
i2	1,5	1,5 engastadas; 0 apoiadas
i3	1,5	1,5 engastadas; 0 apoiadas
i4	0	1,5 engastadas; 0 apoiadas

Composição das Cargas -ELS	
Superficial	
p (kN/m <sup>2</sup> )	4,0
q (kN/m <sup>2</sup> )	3,0
p total (kN/m <sup>2</sup> )	7,0
$\psi$	0,3
pd.serviço (kN/m <sup>2</sup> )	4,85
Verificação Flecha	
h (cm)	11
mr (kN.m/m)	8,76
$\alpha$	0,370
ma (kN.m/m)	6,82
Ic (cm <sup>4</sup> )	11091,67
Ieq (cm <sup>4</sup> )	11091,67
k	0,48
f(t=0) (cm)	0,011
$\xi$ (t= $\infty$ )	2
$\xi$ (t=1 mês)	0,68
$\alpha f$	1,32
f(t= $\infty$ ) (cm)	0,03
fadm (cm)	0,78
Verificação Flecha	Aprovado

Camadas	Altura (m)	Peso Esp. Ap. (kN/m <sup>3</sup> )	Carga (kN/m <sup>2</sup> )	Total p(kN/m <sup>2</sup> )
Piso	0,010	18	0,18	6,95
Argamassa	0,010	21	0,21	
Contrapiso	0,025	21	0,525	
Laje CA	0,110	25	2,75	
Reboco Teto	0,015	19	0,285	
Carga Acidental	Corredores com acesso ao público (q)		3	

Cálculo das Solicitações	
Linear	
$\alpha$	0,000
$\beta$	0,000
p*/ (kN/m <sup>2</sup> )	6,95
$\varphi$	1,00
ar	1,51
br	1,52
br*	1,52
br*/	1,52
m (kN.m/m)	0,67
ma (kN.m/m)	0,67
mb (kN.m/m)	0,67

<b>Armadura Negativa Engastes</b>	
Engaste	
L9	
h (cm)	10
d (cm)	8,0
L14	
h (cm)	10
d (cm)	8,0
Escolhido (cm)	8,0
ma' (kN.m/m)	-1,00
x (cm)	0,121
x/d	0,015
As (cm <sup>2</sup> /m)	0,41
Asmin (cm <sup>2</sup> /m)	1,50
As adotado (cm <sup>2</sup> /m)	1,50

<b>Armadura de Contorno</b>	
Fator	0,670
As (cm <sup>2</sup> /m)	1,01
As adotado	φ 8 c/ 20cm
As efetivo (cm <sup>2</sup> /m)	2,52

## APÊNDICE B – Memorial de cálculo das lajes da cobertura

Quadro Resumo - Armaduras Positivas										
Lajes	X					Y				
	As calc (cm <sup>2</sup> /m)	Asmin (cm <sup>2</sup> /m)	As (cm <sup>2</sup> /m)	φ (mm)	c/ (cm)	As calc (cm <sup>2</sup> /m)	Asmin (cm <sup>2</sup> /m)	As (cm <sup>2</sup> /m)	φ (mm)	c/ (cm)
L1 e L13			1,25	<b>6,3</b>	<b>25</b>	2,12	1,50	2,12	<b>6,3</b>	<b>14</b>
L2 e L14			1,25	<b>6,3</b>	<b>25</b>	3,88	1,50	3,88	<b>8,0</b>	<b>12</b>
L3 e L15	2,63	1,01	2,63	<b>6,3</b>	<b>10</b>	2,63	1,01	2,63	<b>6,3</b>	<b>10</b>
L4 e L16	0,75	1,01	1,01	<b>6,3</b>	<b>15</b>	0,25	1,01	1,01	<b>6,3</b>	<b>15</b>
L5 e L17	1,84	1,01	1,84	<b>6,3</b>	<b>15</b>	1,84	1,01	1,84	<b>6,3</b>	<b>15</b>
L6 e L12			1,25	<b>6,3</b>	<b>25</b>	1,19	1,50	1,50	<b>6,3</b>	<b>15</b>
L7	0,38	1,50	1,50	<b>6,3</b>	<b>15</b>			1,25	<b>6,3</b>	<b>25</b>
L8	0,21	1,01	1,01	<b>6,3</b>	<b>15</b>	0,21	1,01	1,01	<b>6,3</b>	<b>15</b>
L9a	0,10	1,01	1,01	<b>6,3</b>	<b>15</b>	0,10	1,01	1,01	<b>6,3</b>	<b>15</b>
L9b	0,05	1,01	1,01	<b>6,3</b>	<b>15</b>	0,02	1,01	1,01	<b>6,3</b>	<b>15</b>
L9c			1,25	<b>6,3</b>	<b>25</b>	0,22	1,50	1,50	<b>6,3</b>	<b>15</b>
L10a	0,09	1,50	1,50	<b>6,3</b>	<b>15</b>			1,25	<b>6,3</b>	<b>25</b>
L10b	0,14	1,50	1,50	<b>6,3</b>	<b>15</b>			1,25	<b>6,3</b>	<b>25</b>
L11	0,17	1,01	1,01	<b>6,3</b>	<b>15</b>	0,17	1,01	1,01	<b>6,3</b>	<b>15</b>
LECa	0,13	1,50	1,50	<b>6,3</b>	<b>15</b>			1,25	<b>6,3</b>	<b>25</b>
LECb	0,09	1,50	1,50	<b>6,3</b>	<b>15</b>			1,25	<b>6,3</b>	<b>25</b>
LECc			1,25	<b>6,3</b>	<b>25</b>	0,17	1,50	1,50	<b>6,3</b>	<b>15</b>
LECd			1,25	<b>6,3</b>	<b>25</b>	0,26	1,50	1,50	<b>6,3</b>	<b>15</b>

Quadro Resumo - Armaduras Negativas									
Laje	M (kNm/m)	Laje	M (kNm/m)	Md (maior) (kNm/m)	As calc (cm <sup>2</sup> /m)	As min (cm <sup>2</sup> /m)	As (cm <sup>2</sup> /m)	φ (mm)	c/ (cm)
L1	0,00	L2	0,00	0	0,00	1,50	1,50	<b>8,0</b>	<b>20</b>
L1	6,66	L6	3,80	932	2,80	1,50	2,80	<b>8,0</b>	<b>15</b>
L1	6,66	L7	0,00	932	2,80	1,50	2,80	<b>8,0</b>	<b>15</b>
L2	0,00	L3	8,19	1147	3,48	1,50	3,48	<b>8,0</b>	<b>12</b>
L2	0,00	L7	1,22	171	0,50	1,50	1,50	<b>8,0</b>	<b>20</b>
L2	11,81	L8	0,67	1654	5,15	1,50	5,15	<b>10,0</b>	<b>15</b>
L2	11,81	L9a	0,34	1654	5,15	1,50	5,15	<b>10,0</b>	<b>15</b>
L2	11,81	L9b	0,08	1654	5,15	1,50	5,15	<b>10,0</b>	<b>15</b>
L2	11,81	L9c	0,72	1654	5,15	1,50	5,15	<b>10,0</b>	<b>15</b>
L2	11,81	L10a	0,00	1654	5,15	1,50	5,15	<b>10,0</b>	<b>15</b>
L2	11,81	L10b	0,00	1654	5,15	1,50	5,15	<b>10,0</b>	<b>15</b>
L2	11,81	L11	0,56	1654	5,15	1,50	5,15	<b>10,0</b>	<b>15</b>
L3	8,19	L4	2,41	1147	3,48	1,50	3,48	<b>8,0</b>	<b>12</b>
L3	8,19	L11	0,56	1147	3,48	1,50	3,48	<b>8,0</b>	<b>12</b>
L3	8,19	L15	8,19	1147	3,48	1,50	3,48	<b>8,0</b>	<b>12</b>
L4	2,41	L5	5,80	812	2,42	1,50	2,42	<b>8,0</b>	<b>20</b>
L4	0,80	L16	0,80	112	0,32	1,50	1,50	<b>8,0</b>	<b>20</b>
L5	5,80	L17	5,80	812	2,42	1,50	2,42	<b>8,0</b>	<b>20</b>
L6	0,00	L7	1,22	171	0,50	1,50	1,50	<b>8,0</b>	<b>20</b>
L6	3,80	L12	3,80	531	1,56	1,50	1,56	<b>8,0</b>	<b>20</b>
L7	1,22	L8	0,67	171	0,50	1,50	1,50	<b>8,0</b>	<b>20</b>
L8	0,67	L9a	0,34	94	0,27	1,50	1,50	<b>8,0</b>	<b>20</b>
L9a	0,34	L9b	0,18	48	0,14	1,50	1,50	<b>8,0</b>	<b>20</b>
L9a	0,34	LCEa	0,00	48	0,14	1,50	1,50	<b>8,0</b>	<b>20</b>
L9b	0,18	L9c	0,00	25	0,07	1,50	1,50	<b>8,0</b>	<b>20</b>
L9b	0,08	LCEb	0,00	11	0,03	1,50	1,50	<b>8,0</b>	<b>20</b>
L9c	0,00	L10a	0,31	43	0,12	1,50	1,50	<b>8,0</b>	<b>20</b>
L9c	0,72	LCEc	0,56	101	0,29	1,50	1,50	<b>8,0</b>	<b>20</b>
L10a	0,31	L10b	0,46	65	0,19	1,50	1,50	<b>8,0</b>	<b>20</b>
L10a	0,31	LCEc	0,00	43	0,12	1,50	1,50	<b>8,0</b>	<b>20</b>
L10a	0,31	LCEd	0,00	43	0,12	1,50	1,50	<b>8,0</b>	<b>20</b>
L10b	0,46	L11	0,56	78	0,22	1,50	1,50	<b>8,0</b>	<b>20</b>
LCEa	0,42	LCEb	0,28	59	0,17	1,50	1,50	<b>8,0</b>	<b>20</b>
LCEa	0,00	L14	11,81	1654	5,15	1,50	5,15	<b>10,0</b>	<b>15</b>
LCEb	0,28	LCEc	0,00	39	0,11	1,50	1,50	<b>8,0</b>	<b>20</b>
LCEb	0,28	LCEd	0,00	39	0,11	1,50	1,50	<b>8,0</b>	<b>20</b>
LCEb	0,00	L14	11,81	1654	5,15	1,50	5,15	<b>10,0</b>	<b>15</b>
LCEc	0,56	LCEd	0,83	117	0,34	1,50	1,50	<b>8,0</b>	<b>20</b>
LCEd	0,83	L14	11,81	1654	5,15	1,50	5,15	<b>10,0</b>	<b>15</b>

Vãos Efetivos														
Lajes	X (cm)	Y (cm)	h (cm)	t1 (cm)	t2 (cm)	t2/2 (cm)	t1/2 (cm)	0,3*h (cm)	a1 (cm)	a2 (cm)	Lx (cm)	Ly (cm)	a (cm)	b (cm)
L1 e L13	823,0	316,0	10,0	19,0	19,0	9,5	9,5	3,0	3,0	3,0	829	322	322	829
L2 e L14	1216,0	423,0	10,0	19,0	19,0	9,5	9,5	3,0	3,0	3,0	1222	429	429	1222
L3 e L15	601,0	621,5	10,0	19,0	19,0	9,5	9,5	3,0	3,0	3,0	607	628	607	628
L4 e L16	269,0	475,0	10,0	19,0	19,0	9,5	9,5	3,0	3,0	3,0	275	481	275	481
L5 e L17	563,0	475,0	10,0	19,0	19,0	9,5	9,5	3,0	3,0	3,0	569	481	481	569
L6 e L12	677,0	291,5	10,0	19,0	19,0	9,5	9,5	3,0	3,0	3,0	683	298	298	683
L7	132,0	602,0	10,0	19,0	19,0	9,5	9,5	3,0	3,0	3,0	138	608	138	608
L8	188,0	157,5	10,0	19,0	19,0	9,5	9,5	3,0	3,0	3,0	194	164	164	194
L9a	144,0	123,5	10,0	19,0	19,0	9,5	9,5	3,0	3,0	3,0	150	130	130	150
L9b	74,5	123,5	10,0	19,0	19,0	9,5	9,5	3,0	3,0	3,0	81	130	81	130
L9c	354,0	123,5	10,0	19,0	19,0	9,5	9,5	3,0	3,0	3,0	360	130	130	360
L10a	78,8	377,5	10,0	19,0	19,0	9,5	9,5	3,0	3,0	3,0	85	384	85	384
L10b	78,8	377,5	10,0	19,0	19,0	9,5	9,5	3,0	3,0	3,0	85	384	85	384
L11	188,0	157,5	10,0	19,0	19,0	9,5	9,5	3,0	3,0	3,0	194	164	164	194
LECa	74,5	235,0	10,0	19,0	19,0	9,5	9,5	3,0	3,0	3,0	81	241	81	241
LECb	74,5	235,0	10,0	19,0	19,0	9,5	9,5	3,0	3,0	3,0	81	241	81	241
LECc	354,0	108,0	10,0	19,0	19,0	9,5	9,5	3,0	3,0	3,0	360	114	114	360
LECd	354,0	108,0	10,0	19,0	19,0	9,5	9,5	3,0	3,0	3,0	360	114	114	360

Camadas	Altura (m)	Peso Esp. Ap. (kN/m <sup>3</sup> )	Carga (kN/m <sup>2</sup> )	Total p(kN/m <sup>2</sup> )
Piso	0,010	18	0,18	5,70
Argamassa	0,010	21	0,21	
Contrapiso	0,025	21	0,525	
Laje CA	0,100	25	2,5	
Reboco Teto	0,015	19	0,285	
Carga Acidental	Terraço (q)		2	

### L1 e L13

Classificação das Lajes		
Quanto as direções de armadura		
a (m)	3,22	menor valor
b (m)	8,29	maior valor
Área (m <sup>2</sup> )	26,69	
Relação b/a	2,57	b/a > 2 e Laje Armada em 1 só direção

<b>Composição das Cargas - ELS</b>	
Superficial	
p (kN/m <sup>2</sup> )	3,7
q (kN/m <sup>2</sup> )	2
p total (kN/m <sup>2</sup> )	5,7
$\psi$	0,3
pd,serviço (kN/m <sup>2</sup> )	4,3
<b>Verificação Flecha</b>	
h (cm)	10
mr (kN.m/m)	7,24
$\alpha$	0,07
ma (kN.m/m)	3,13
Ic (cm <sup>4</sup> )	8333,3
Ieq (cm <sup>4</sup> )	8333,3
k	0,53
f(t=0) (cm)	0,11
$\xi$ (t= $\infty$ )	2
$\xi$ (t=1 mês)	0,68
$\alpha f$	1,32
f̄(t= $\infty$ ) (cm)	0,25
fadm (cm)	1,29
Verificação Flecha	Aprovado

<b>Regime Rígido Plástico - ELU</b>		
Apoada-Engastada	mE	-6,66
	mV	4,44

<b>Armadura Positiva</b>	
d (cm)	7,0
md (kN.cm)	621,17
x (cm)	0,63
x/d	0,09
As (cm <sup>2</sup> /m)	2,12
Asmin (cm <sup>2</sup> /m)	1,50
As adotado (cm <sup>2</sup> /m)	2,12



<b>Armadura Negativa Engastes</b>	
Engaste	
L7 e L1	
h (cm)	10
d (cm)	8,0
Apoio	
h (cm)	
d (cm)	-
Menor d (cm)	8,0
m' (kN.m/m)	-6,66
x (cm)	0,83
x/d	0,10
As (cm <sup>2</sup> /m)	2,80
Asmin (cm <sup>2</sup> /m)	1,50
As adotado (cm <sup>2</sup> /m)	2,80

<b>Armadura de Distribuição</b>		
As distr (cm <sup>2</sup> /m) >=	20% As principal	0,42
	0,5p <sub>min</sub>	0,75
	0,9cm <sup>2</sup> /m	0,90
Maior		0,90
As adotado		φ 6,3 c/ 25cm
As efetivo (cm <sup>2</sup> /m)		1,25

<b>Armadura de Contorno</b>	
Fator	0,670
As (cm <sup>2</sup> /m)	1,01
As adotado	φ 8 c/ 20cm
As efetivo (cm <sup>2</sup> /m)	2,52

### L2 e L14

<b>Classificação das Lajes</b>		
Quanto as direções de armadura		
a (m)	4,29	menor valor
b (m)	12,22	maior valor
Área (m <sup>2</sup> )	52,42	
Relação b/a	2,85	b/a > 2 e Laje Armada em 1 só direção

<b>Composição das Cargas - ELS</b>	
Superficial	
p (kN/m <sup>2</sup> )	3,7
q (kN/m <sup>2</sup> )	2
p total (kN/m <sup>2</sup> )	5,7
$\psi$	0,3
pd,serviço (kN/m <sup>2</sup> )	4,3
<b>Verificação Flecha</b>	
h (cm)	10
mr (kN.m/m)	7,24
$\alpha$	0,07
ma (kN.m/m)	5,56
Ic (cm <sup>4</sup> )	8333,3
Ieq (cm <sup>4</sup> )	8333,3
k	0,53
f(t=0) (cm)	0,345
$\xi$ (t= $\infty$ )	2
$\xi$ (t=1 mês)	0,68
$\alpha f$	1,32
f̄(t= $\infty$ ) (cm)	0,80
fadm (cm)	1,72
Verificação Flecha	Aprovado

<b>Regime Rígido Plástico - ELU</b>		
Apoída-Engastada	mE	-11,81
	mV	7,88

<b>Armadura Positiva</b>	
d (cm)	7,0
md (kN.cm)	1102,59
x (cm)	1,16
x/d	0,17
As (cm <sup>2</sup> /m)	3,88
Asmin (cm <sup>2</sup> /m)	1,50
As adotado (cm <sup>2</sup> /m)	3,88

<b>Armadura Negativa Engastes</b>	
Engaste	
L9	
h (cm)	10
d (cm)	8,0
Apoio	
h (cm)	
d (cm)	-
Menor d (cm)	8,0
m' (kN.m/m)	-11,81
x (cm)	1,54
x/d	0,19
As (cm <sup>2</sup> /m)	5,15
Asmin (cm <sup>2</sup> /m)	1,50
As adotado (cm <sup>2</sup> /m)	5,15

Armadura de Distribuição		
As distr (cm <sup>2</sup> /m) >=	20% As principal	0,8
	0,5p <sub>min</sub>	0,75
	0,9cm <sup>2</sup> /m	0,90
Maior		0,90
As adotado		φ 6,3 c/ 25cm
As efetivo (cm <sup>2</sup> /m)		1,25

Armadura de Contorno	
Fator	0,670
As (cm <sup>2</sup> /m)	1,01
As adotado	φ 8 c/ 20cm
As efetivo (cm <sup>2</sup> /m)	2,52

### L3 e L15

Classificação das Lajes		
Quanto as direções de armadura		
a (m)	6,09	menor valor
b (m)	6,29	maior valor
Área (m <sup>2</sup> )	38,31	
Relação b/a	1,03	1 < b/a < 2 e Laje armada em 2 direções
Classificação quanto aos momentos no vão		
Relação a/b	0,97	Lajes Isótropas

Graus de Engastamento		
i1	1,5	1,5 engastadas; 0 apoiadas
i2	1,5	1,5 engastadas; 0 apoiadas
i3	0	1,5 engastadas; 0 apoiadas
i4	0	1,5 engastadas; 0 apoiadas

<b>Composição das Cargas - ELS</b>	
Superficial	
p (kN/m <sup>2</sup> )	3,7
q (kN/m <sup>2</sup> )	2
p total (kN/m <sup>2</sup> )	5,7
$\psi$	0,3
pd,serviço (kN/m <sup>2</sup> )	4,3
<b>Verificação Flecha</b>	
h (cm)	10
mr (kN.m/m)	7,24
$\alpha$	0,03
ma (kN.m/m)	5,26
Ic (cm <sup>4</sup> )	8333,3
Ieq (cm <sup>4</sup> )	8333,3
k	0,25
f(t=0) (cm)	0,661
$\xi$ (t= $\infty$ )	2
$\xi$ (t=1 mês)	0,68
$\alpha f$	1,32
f̄(t= $\infty$ ) (cm)	1,53
fadm (cm)	2,44
Verificação Flecha	Aprovado

<b>Cálculo das Solicitações - ELU</b>	
Linear	
$\alpha$	0,000
$\beta$	0,000
p*/ (kN/m <sup>2</sup> )	5,70
$\varphi$	1,00
ar	4,72
br	4,87
br*	4,87
br*/	4,87
m (kN.m/m)	5,46
ma (kN.m/m)	5,46
mb (kN.m/m)	5,46

<b>Armadura Positiva</b>	
d (cm)	7,0
md (kN.cm)	764,44
x (cm)	0,78
x/d	0,11
As (cm <sup>2</sup> /m)	2,63
Asmin (cm <sup>2</sup> /m)	1,01
As adotado (cm <sup>2</sup> /m)	2,63

<b>Armadura Negativa Engastes</b>	
Engaste	
L2 e L11	
h (cm)	10
d (cm)	8,0
L15	
h (cm)	10
d (cm)	8,0
Menor d (cm)	8,0
m' (kN.m/m)	-8,19
x (cm)	1,04
x/d	0,13
As (cm <sup>2</sup> /m)	3,48
Asmin (cm <sup>2</sup> /m)	1,50
As adotado (cm <sup>2</sup> /m)	3,48

<b>Armadura de Contorno</b>	
Fator	0,670
As (cm <sup>2</sup> /m)	1,01
As adotado	φ 8 c/ 20cm
As efetivo (cm <sup>2</sup> /m)	2,52

#### L4 e L16

<b>Classificação das Lajes</b>		
Quanto as direções de armadura		
a (m)	2,75	menor valor
b (m)	4,81	maior valor
Área (m <sup>2</sup> )	13,23	
Relação b/a	1,75	1 < b/a < 2 e Laje armada em 2 direções
<b>Classificação quanto aos momentos no vão</b>		
Relação a/b	0,57	Lajes Ortótropas

<b>Graus de Engastamento</b>		
i1	1,5	1,5 engastadas; 0 apoiadas
i2	1,5	1,5 engastadas; 0 apoiadas
i3	0	1,5 engastadas; 0 apoiadas
i4	1,5	1,5 engastadas; 0 apoiadas

<b>Composição das Cargas - ELS</b>	
Superficial	
p (kN/m <sup>2</sup> )	3,7
q (kN/m <sup>2</sup> )	2
p total (kN/m <sup>2</sup> )	5,7
$\psi$	0,3
pd,serviço (kN/m <sup>2</sup> )	4,3
<b>Verificação Flecha</b>	
h (cm)	10
mr (kN.m/m)	7,24
$\alpha$	0,04
ma (kN.m/m)	1,37
Ic (cm <sup>4</sup> )	8333,3
Ieq (cm <sup>4</sup> )	8333,3
k	0,24
f(t=0) (cm)	0,026
$\xi$ (t= $\infty$ )	2
$\xi$ (t=1 mês)	0,68
$\alpha f$	1,32
f̄(t= $\infty$ ) (cm)	0,06
fadm (cm)	1,10
Verificação Flecha	Aprovado

<b>Cálculo das Solicitações - ELU</b>	
Linear	
$\alpha$	0,00
$\beta$	0,00
p*/ (kN/m <sup>2</sup> )	5,70
$\varphi$	0,33
ar	1,74
br	3,73
br*	6,47
br*/	6,47
m (kN.m/m)	1,61
ma (kN.m/m)	1,61
mb (kN.m/m)	0,53

<b>Armadura Positiva "a"</b>	
d (cm)	7,0
md (kN.cm)	225,05
x (cm)	0,22
x/d	0,03
As (cm <sup>2</sup> /m)	0,75
Asmin (cm <sup>2</sup> /m)	1,01
As adotado (cm <sup>2</sup> /m)	1,01

<b>Armadura Negativa Engastes "a"</b>	
Engaste	
L3 ou L15	
h (cm)	10
d (cm)	8,0
L5 ou L17	
h (cm)	10
d (cm)	8,0
Menor d (cm)	8,0
ma' (kN.m/m)	-2,41
x (cm)	0,29
x/d	0,04
As (cm <sup>2</sup> /m)	0,99
Asmin (cm <sup>2</sup> /m)	1,50
As adotado (cm <sup>2</sup> /m)	1,50

<b>Armadura Positiva "b"</b>	
d	7,0
md	74,57
x	0,07
x/d	0,01
As (cm <sup>2</sup> /m)	0,25
Asmin (cm <sup>2</sup> /m)	1,01
As adotado (cm <sup>2</sup> /m)	1,01

<b>Armadura Negativa Engastes "b"</b>	
Engaste	
L16	
h (cm)	10
d (cm)	8,0
Apoio	
h (cm)	10
d (cm)	8,0
Menor d (cm)	8,0
mb' (kN.m/m)	-0,80
x (cm)	0,10
x/d	0,01
As (cm <sup>2</sup> /m)	0,32
Asmin (cm <sup>2</sup> /m)	1,50
As adotado (cm <sup>2</sup> /m)	1,50

<b>Armadura de Contorno</b>	
Fator	0,670
As (cm <sup>2</sup> /m)	1,01
As adotado	φ 8 c/ 20cm
As efetivo (cm <sup>2</sup> /m)	2,52

**L5 ou L17**

<b>Classificação das Lajes</b>		
Quanto as direções de armadura		
a (m)	4,81	menor valor
b (m)	5,69	maior valor
Área (m <sup>2</sup> )	27,37	
Relação b/a	1,18	$1 < b/a < 2$ e Laje armada em 2 direções
<b>Classificação quanto aos momentos no vão</b>		
Relação a/b	0,85	Lajes Isótropas

<b>Graus de Engastamento</b>		
i1	1,5	1,5 engastadas; 0 apoiadas
i2	1,5	1,5 engastadas; 0 apoiadas
i3	0	1,5 engastadas; 0 apoiadas
i4	0	1,5 engastadas; 0 apoiadas

<b>Composição das Cargas - ELS</b>	
Superficial	
p (kN/m <sup>2</sup> )	3,7
q (kN/m <sup>2</sup> )	2
p total (kN/m <sup>2</sup> )	5,7
$\psi$	0,3
pd,serviço (kN/m <sup>2</sup> )	4,3
<b>Verificação Flecha</b>	
h (cm)	10
mr (kN.m/m)	7,24
$\alpha$	0,04
ma (kN.m/m)	3,88
Ic (cm <sup>4</sup> )	8333,3
Ieq (cm <sup>4</sup> )	8333,3
k	0,3
f(t=0) (cm)	0,309
$\xi$ (t= $\infty$ )	2
$\xi$ (t=1 mês)	0,68
$\alpha f$	1,32
f(t= $\infty$ ) (cm)	0,72
fadm (cm)	1,92
Verificação Flecha	Aprovado

<b>Cálculo das Solicitações - ELU</b>	
Linear	
$\alpha$	0
$\beta$	0
p*/ (kN/m <sup>2</sup> )	5,70
$\varphi$	1,00
ar	3,73
br	4,41
br*	4,41
br*/	4,41
m (kN.m/m)	3,87
ma (kN.m/m)	3,87
mb (kN.m/m)	3,87



<b>Armadura Positiva</b>	
d (cm)	7,0
md (kN.cm)	541,26
x (cm)	0,55
x/d	0,08
As (cm <sup>2</sup> /m)	1,84
Asmin (cm <sup>2</sup> /m)	1,01
As adotado (cm <sup>2</sup> /m)	1,84

<b>Armadura Negativa Engastes</b>	
Engaste	
L4 ou L16	
h (cm)	10
d (cm)	8,0
L5 ou L17	
h (cm)	10
d (cm)	8,0
Menor d (cm)	8,0
m' (kN.m/m)	-5,80
x (cm)	0,72
x/d	0,09
As (cm <sup>2</sup> /m)	2,42
Asmin (cm <sup>2</sup> /m)	1,50
As adotado (cm <sup>2</sup> /m)	2,42

<b>Armadura de Contorno</b>	
Fator	0,670
As (cm <sup>2</sup> /m)	1,01
As adotado	φ 8 c/ 20cm
As efetivo (cm <sup>2</sup> /m)	2,52

### L6 ou l2

<b>Classificação das Lajes</b>		
Quanto as direções de armadura		
a (m)	2,98	menor valor
b (m)	6,83	maior valor
Área (m <sup>2</sup> )	20,35	
Relação b/a	2,29	b/a > 2 e Laje Armada em 1 só direção

<b>Composição das Cargas - ELS</b>	
Superficial	
p (kN/m <sup>2</sup> )	3,7
q (kN/m <sup>2</sup> )	2
p total (kN/m <sup>2</sup> )	5,7
$\psi$	0,3
pd,serviço (kN/m <sup>2</sup> )	4,3
<b>Verificação Flecha</b>	
h (cm)	10
mr (kN.m/m)	7,24
$\alpha$	0,04
ma (kN.m/m)	1,59
Ic (cm <sup>4</sup> )	8333,3
Ieq (cm <sup>4</sup> )	8333,3
k	0,26
f(t=0) (cm)	0,039
$\xi$ (t= $\infty$ )	2
$\xi$ (t=1 mês)	0,68
$\alpha f$	1,32
f̄(t= $\infty$ ) (cm)	0,09
fadm (cm)	1,19
Verificação Flecha	Aprovado

<b>Regime Rígido Plástico - ELU</b>		
Engastada-Engastada	mE	-3,80
	mV	2,53

<b>Armadura Positiva</b>	
d (cm)	7,0
md (kN.cm)	354,33
x (cm)	0,35
x/d	0,05
As (cm <sup>2</sup> /m)	1,19
Asmin (cm <sup>2</sup> /m)	1,50
As adotado (cm <sup>2</sup> /m)	1,50

<b>Armadura Negativa Engastes</b>	
Engaste	
L1 ou L13	
h (cm)	10
d (cm)	8,0
L6 ou L12	
h (cm)	10
d (cm)	8,0
Menor d (cm)	8,0
m' (kN.m/m)	-3,80
x (cm)	0,47
x/d	0,06
As (cm <sup>2</sup> /m)	1,56
Asmin (cm <sup>2</sup> /m)	1,50
As adotado (cm <sup>2</sup> /m)	1,56

Armadura de Distribuição		
As distr (cm <sup>2</sup> /m) >=	20% As principal	0,3
	0,5 p <sub>min</sub>	0,75
	0,9 cm <sup>2</sup> /m	0,90
Maior		0,90
As adotado		φ 6,3 c/ 25cm
As efetivo (cm <sup>2</sup> /m)		1,25

Armadura de Contorno	
Fator	0,670
As (cm <sup>2</sup> /m)	1,21
As adotado	φ 8 c/ 20cm
As efetivo (cm <sup>2</sup> /m)	2,52

## L7

Classificação das Lajes		
Quanto as direções de armadura		
a (m)	1,38	menor valor
b (m)	6,08	maior valor
Área (m <sup>2</sup> )	8,39	
Relação b/a	4,41	b/a > 2 e Laje Armada em 1 só direção

Composição das Cargas - ELS	
Superficial	
p (kN/m <sup>2</sup> )	3,7
q (kN/m <sup>2</sup> )	2
p total (kN/m <sup>2</sup> )	5,7
ψ	0,3
pd, serviço (kN/m <sup>2</sup> )	4,3
Verificação Flecha	
h (cm)	10
m <sub>r</sub> (kN.m/m)	7,24
α	0,07
m <sub>a</sub> (kN.m/m)	0,58
I <sub>c</sub> (cm <sup>4</sup> )	8333,3
I <sub>eq</sub> (cm <sup>4</sup> )	8333,3
k	0,53
f(t=0) (cm)	0,004
ξ (t=∞)	2
ξ (t=1 mês)	0,68
αf	1,32
f(t=∞) (cm)	0,01
f <sub>adm</sub> (cm)	0,55
Verificação Flecha	Aprovado

Regime Rígido Plástico - ELU		
Apoada-Engastada	mE	-1,22
	mV	0,81

<b>Armadura Positiva</b>	
d (cm)	7,0
md (kN.cm)	114,09
x (cm)	0,11
x/d	0,02
As (cm <sup>2</sup> /m)	0,38
Asmin (cm <sup>2</sup> /m)	1,50
As adotado (cm <sup>2</sup> /m)	1,50

<b>Armadura Negativa Engastes</b>	
Engaste	
L6 ou L12	
h (cm)	10
d (cm)	8,0
Apoio	
h (cm)	
d (cm)	-
Menor d (cm)	8,0
m' (kN.m/m)	-1,22
x (cm)	0,15
x/d	0,02
As (cm <sup>2</sup> /m)	0,50
Asmin (cm <sup>2</sup> /m)	1,50
As adotado (cm <sup>2</sup> /m)	1,50

<b>Armadura de Distribuição</b>		
As distr (cm <sup>2</sup> /m) >=	20% As principal	0,30
	0,5p <sub>min</sub>	0,75
	0,9cm <sup>2</sup> /m	0,90
Maior		0,90
As adotado		φ 6,3 c/ 25cm
As efetivo (cm <sup>2</sup> /m)		1,25

<b>Armadura de Contorno</b>	
Fator	0,670
As (cm <sup>2</sup> /m)	1,01
As adotado	φ 8 c/ 20cm
As efetivo (cm <sup>2</sup> /m)	2,52

### L8

<b>Classificação das Lajes</b>		
Quanto as direções de armadura		
a (m)	1,64	menor valor
b (m)	1,94	maior valor
Área (m <sup>2</sup> )	3,18	
Relação b/a	1,18	1 < b/a < 2 e Laje armada em 2 direções
<b>Classificação quanto aos momentos no vão</b>		
Relação a/b	0,85	Lajes Isótropas

Graus de Engastamento		
i1	1,5	1,5 engastadas; 0 apoiadas
i2	1,5	1,5 engastadas; 0 apoiadas
i3	0	1,5 engastadas; 0 apoiadas
i4	0	1,5 engastadas; 0 apoiadas

Composição das Cargas - ELS	
Superficial	
p (kN/m <sup>2</sup> )	3,7
q (kN/m <sup>2</sup> )	2
p total (kN/m <sup>2</sup> )	5,7
$\psi$	0,3
pd,serviço (kN/m <sup>2</sup> )	4,3
Verificação Flecha	
h (cm)	10
mr (kN.m/m)	7,24
$\alpha$	0,03
ma (kN.m/m)	0,38
Ic (cm <sup>4</sup> )	8333,3
Ieq (cm <sup>4</sup> )	8333,3
k	0,25
f(t=0) (cm)	0,003
$\xi$ (t= $\infty$ )	2
$\xi$ (t=1 mês)	0,68
$\alpha f$	1,32
f(t= $\infty$ ) (cm)	0,01
fadm (cm)	0,66
Verificação Flecha	Aprovado

Cálculo das Solicitações - ELU	
Linear	
$\alpha$	0
$\beta$	0
p*/ (kN/m <sup>2</sup> )	5,70
$\phi$	1,00
ar	1,27
br	1,50
br*	1,50
br*/	1,50
m (kN.m/m)	0,45
ma (kN.m/m)	0,45
mb (kN.m/m)	0,45

Armadura Positiva	
d (cm)	7,0
md (kN.cm)	62,92
x (cm)	0,06
x/d	0,01
As (cm <sup>2</sup> /m)	0,21
Asmin (cm <sup>2</sup> /m)	1,01
As adotado (cm <sup>2</sup> /m)	1,01

<b>Armadura Negativa Engastes</b>	
Engaste	
L4	
h (cm)	10
d (cm)	8,0
L17	
h (cm)	10
d (cm)	8,0
Menor d (cm)	8,0
m' (kN.m/m)	-0,67
x (cm)	0,08
x/d	0,01
As (cm <sup>2</sup> /m)	0,27
Asmin (cm <sup>2</sup> /m)	1,50
As adotado (cm <sup>2</sup> /m)	1,50

<b>Armadura de Contorno</b>	
Fator	0,670
As (cm <sup>2</sup> /m)	1,01
As adotado	φ 8 c/ 20cm
As efetivo (cm <sup>2</sup> /m)	2,52

**L9a**

<b>Classificação das Lajes</b>		
Quanto as direções de armadura		
a (m)	1,3	menor valor
b (m)	1,5	maior valor
Área (m <sup>2</sup> )	1,95	
Relação b/a	1,15	1 < b/a < 2 e Laje armada em 2 direções
<b>Classificação quanto aos momentos no vão</b>		
Relação a/b	0,87	Lajes Isótropas

<b>Graus de Engastamento</b>		
i1	1,5	1,5 engastadas; 0 apoiadas
i2	1,5	1,5 engastadas; 0 apoiadas
i3	1,5	1,5 engastadas; 0 apoiadas
i4	0	1,5 engastadas; 0 apoiadas

<b>Composição das Cargas - ELS</b>	
Superficial	
p (kN/m <sup>2</sup> )	3,7
q (kN/m <sup>2</sup> )	2
p total (kN/m <sup>2</sup> )	5,7
$\psi$	0,3
pd,serviço (kN/m <sup>2</sup> )	4,3
<b>Verificação Flecha</b>	
h (cm)	10
mr (kN.m/m)	7,24
$\alpha$	0,04
ma (kN.m/m)	0,31
Ic (cm <sup>4</sup> )	8333,3
Ieq (cm <sup>4</sup> )	8333,3
k	0,24
f(t=0) (cm)	0,001
$\xi$ (t= $\infty$ )	2
$\xi$ (t=1 mês)	0,68
$\alpha f$	1,32
f̄(t= $\infty$ ) (cm)	0,00
fadm (cm)	0,52
Verificação Flecha	Aprovado

<b>Cálculo das Solicitações - ELU</b>	
Linear	
$\alpha$	0
$\beta$	0
p*/ (kN/m <sup>2</sup> )	5,70
$\varphi$	1,00
ar	1,01
br	0,95
br*	0,95
br*/	0,95
m (kN.m/m)	0,23
ma (kN.m/m)	0,23
mb (kN.m/m)	0,23

<b>Armadura Positiva</b>	
d (cm)	7,0
md (kN.cm)	31,74
x (cm)	0,03
x/d	0,00
As (cm <sup>2</sup> /m)	0,10
Asmin (cm <sup>2</sup> /m)	1,01
As adotado (cm <sup>2</sup> /m)	1,01

<b>Armadura Negativa Engastes</b>	
Engaste	
L2	
h (cm)	10
d (cm)	8,0
L8 ou L9a	
h (cm)	10
d (cm)	8,0
Menor d (cm)	8,0
m' (kN.m/m)	-0,34
x (cm)	0,04
x/d	0,01
As (cm <sup>2</sup> /m)	0,14
Asmin (cm <sup>2</sup> /m)	1,50
As adotado (cm <sup>2</sup> /m)	1,50

<b>Armadura de Contorno</b>	
Fator	0,670
As (cm <sup>2</sup> /m)	1,01
As adotado	φ 8 c/ 20cm
As efetivo (cm <sup>2</sup> /m)	2,52

**L9b**

<b>Classificação das Lajes</b>		
Quanto as direções de armadura		
a (m)	0,81	menor valor
b (m)	1,30	maior valor
Área (m <sup>2</sup> )	1,05	
Relação b/a	1,60	1 < b/a < 2 e Laje armada em 2 direções
<b>Classificação quanto aos momentos no vão</b>		
Relação a/b	0,62	Lajes Ortótropas

<b>Graus de Engastamento</b>		
i1	1,5	1,5 engastadas; 0 apoiadas
i2	1,5	1,5 engastadas; 0 apoiadas
i3	1,5	1,5 engastadas; 0 apoiadas
i4	1,5	1,5 engastadas; 0 apoiadas



<b>Composição das Cargas - ELS</b>	
Superficial	
p (kN/m <sup>2</sup> )	3,7
q (kN/m <sup>2</sup> )	2
p total (kN/m <sup>2</sup> )	5,7
$\psi$	0,3
pd,serviço (kN/m <sup>2</sup> )	4,3
<b>Verificação Flecha</b>	
h (cm)	10
mr (kN.m/m)	7,24
$\alpha$	0,04
ma (kN.m/m)	0,12
Ic (cm <sup>4</sup> )	8333,3
Ieq (cm <sup>4</sup> )	8333,3
k	0,24
f(t=0) (cm)	0,000
$\xi$ (t= $\infty$ )	2
$\xi$ (t=1 mês)	0,68
$\alpha f$	1,32
f̄(t= $\infty$ ) (cm)	0,00
fadm (cm)	0,32
Verificação Flecha	Aprovado

<b>Cálculo das Solicitações - ELU</b>	
Linear	
$\alpha$	0
$\beta$	0
p*/ (kN/m <sup>2</sup> )	5,70
$\varphi$	0,45
ar	0,51
br	0,82
br*	1,23
br*/	1,23
m (kN.m/m)	0,12
ma (kN.m/m)	0,12
mb (kN.m/m)	0,05

<b>Armadura Positiva "a"</b>	
d (cm)	7,0
md (kN.cm)	16,46
x (cm)	0,02
x/d	0,00
As (cm <sup>2</sup> /m)	0,05
Asmin (cm <sup>2</sup> /m)	1,01
As adotado (cm <sup>2</sup> /m)	1,01

<b>Armadura Negativa Engastes "a"</b>	
Engaste	
L9a	
h (cm)	10
d (cm)	8,0
L9c	
h (cm)	10
d (cm)	8,0
Menor d (cm)	8,0
ma' (kN.m/m)	-0,18
x (cm)	0,02
x/d	0,00
As (cm <sup>2</sup> /m)	0,07
Asmin (cm <sup>2</sup> /m)	1,50
As adotado (cm <sup>2</sup> /m)	1,50

<b>Armadura Positiva "b"</b>	
d	7,0
md	7,36
x	0,01
x/d	0,00
As (cm <sup>2</sup> /m)	0,02
Asmin (cm <sup>2</sup> /m)	1,01
As adotado (cm <sup>2</sup> /m)	1,01

<b>Armadura Negativa Engastes "b"</b>	
Engaste	
L2	
h (cm)	10
d (cm)	8,0
LCEb	
h (cm)	10
d (cm)	8,0
Menor d (cm)	8,0
mb' (kN.m/m)	-0,08
x (cm)	0,01
x/d	0,00
As (cm <sup>2</sup> /m)	0,03
Asmin (cm <sup>2</sup> /m)	1,50
As adotado (cm <sup>2</sup> /m)	1,50

L9c

<b>Classificação das Lajes</b>		
Quanto as direções de armadura		
a (m)	1,30	menor valor
b (m)	3,6	maior valor
Área (m <sup>2</sup> )	4,68	
Relação b/a	2,77	b/a > 2 e Laje Armada em 1 só direção

<b>Composição das Cargas - ELS</b>	
Superficial	
p (kN/m <sup>2</sup> )	3,7
q (kN/m <sup>2</sup> )	2
p total (kN/m <sup>2</sup> )	5,7
$\psi$	0,3
pd,serviço (kN/m <sup>2</sup> )	4,3
<b>Verificação Flecha</b>	
h (cm)	10
mr (kN.m/m)	7,24
$\alpha$	0,04
ma (kN.m/m)	0,30
Ic (cm <sup>4</sup> )	8333,3
Ieq (cm <sup>4</sup> )	8333,3
k	0,26
f(t=0) (cm)	0,001
$\xi$ (t= $\infty$ )	2
$\xi$ (t=1 mês)	0,68
$\alpha f$	1,32
f̄(t= $\infty$ ) (cm)	0,00
fadm (cm)	0,52
Verificação Flecha	Aprovado

<b>Regime Rígido Plástico - ELU</b>		
Engastada-Engastada	mE	-0,72
	mV	0,48

<b>Armadura Positiva</b>	
d (cm)	7,0
md (kN.cm)	67,43
x (cm)	0,07
x/d	0,01
As (cm <sup>2</sup> /m)	0,22
Asmin (cm <sup>2</sup> /m)	1,50
As adotado (cm <sup>2</sup> /m)	1,50

<b>Armadura Negativa Engastes</b>	
Engaste	
L2	
h (cm)	10
d (cm)	8,0
LCEc	
h (cm)	10
d (cm)	8,0
Menor d (cm)	8,0
m' (kN.m/m)	-0,72
x (cm)	0,09
x/d	0,01
As (cm <sup>2</sup> /m)	0,29
Asmin (cm <sup>2</sup> /m)	1,50
As adotado (cm <sup>2</sup> /m)	1,50

Armadura de Distribuição		
As distr (cm <sup>2</sup> /m) >=	20% As principal	0,30
	0,5p <sub>min</sub>	0,75
	0,9cm <sup>2</sup> /m	0,90
Maior		0,90
As adotado		φ 6,3 c/ 25cm
As efetivo (cm <sup>2</sup> /m)		1,25

### L10a

Classificação das Lajes		
Quanto as direções de armadura		
a (m)	0,85	menor valor
b (m)	3,84	maior valor
Área (m <sup>2</sup> )	3,26	
Relação b/a	4,52	b/a > 2 e Laje Armada em 1 só direção

Composição das Cargas - ELS	
Superficial	
p (kN/m <sup>2</sup> )	3,7
q (kN/m <sup>2</sup> )	2
p total (kN/m <sup>2</sup> )	5,7
ψ	0,3
pd,serviço (kN/m <sup>2</sup> )	4,3
Verificação Flecha	
h (cm)	10
m <sub>r</sub> (kN.m/m)	7,24
α	0,04
m <sub>a</sub> (kN.m/m)	0,13
I <sub>c</sub> (cm <sup>4</sup> )	8333,3
I <sub>eq</sub> (cm <sup>4</sup> )	8333,3
k	0,26
f(t=0) (cm)	0,000
ξ (t=∞)	2
ξ (t=1 mês)	0,68
αf	1,32
f(t=∞) (cm)	0,00
f <sub>adm</sub> (cm)	0,34
Verificação Flecha	Aprovado

Regime Rígido Plástico - ELU		
Engastada-Engastada	mE	-0,31
	mV	0,21

<b>Armadura Positiva</b>	
d (cm)	7,0
md (kN.cm)	28,83
x (cm)	0,03
x/d	0,00
As (cm <sup>2</sup> /m)	0,09
Asmin (cm <sup>2</sup> /m)	1,50
As adotado (cm <sup>2</sup> /m)	1,50

<b>Armadura Negativa Engastes</b>	
Engaste	
L9c ou LCEc ou LCEd	
h (cm)	10
d (cm)	8,0
L10b	
h (cm)	10
d (cm)	8,0
Menor d (cm)	8,0
m' (kN.m/m)	-0,31
x (cm)	0,04
x/d	0,00
Verificação	OK
As (cm <sup>2</sup> /m)	0,12
pmin	0,150
Asmin (cm <sup>2</sup> /m)	1,50
As adotado (cm <sup>2</sup> /m)	1,50

<b>Armadura de Distribuição</b>		
As distr (cm <sup>2</sup> /m) >=	20% Asprincipal	0,30
	0,5pmin	0,75
	0,9cm <sup>2</sup> /m	0,90
Maior		0,90
As adotado		φ 6,3 c/ 25cm
As efetivo (cm <sup>2</sup> /m)		1,25

### L10b

<b>Classificação das Lajes</b>		
Quanto as direções de armadura		
a (m)	0,85	menor valor
b (m)	3,84	maior valor
Área (m <sup>2</sup> )	3,26	
Relação b/a	4,52	b/a > 2 e Laje Armada em 1 só direção

<b>Composição das Cargas - ELS</b>	
Superficial	
p (kN/m <sup>2</sup> )	3,7
q (kN/m <sup>2</sup> )	2
p total (kN/m <sup>2</sup> )	5,7
$\psi$	0,3
pd,serviço (kN/m <sup>2</sup> )	4,3
<b>Verificação Flecha</b>	
h (cm)	10
mr (kN.m/m)	7,24
$\alpha$	0,07
ma (kN.m/m)	0,22
Ic (cm <sup>4</sup> )	8333,3
Ieq (cm <sup>4</sup> )	8333,3
k	0,53
f(t=0) (cm)	0,001
$\xi$ (t= $\infty$ )	2
$\xi$ (t=1 mês)	0,68
$\alpha f$	1,32
f̄(t= $\infty$ ) (cm)	0,00
fadm (cm)	0,34
Verificação Flecha	Aprovado

<b>Regime Rígido Plástico - ELU</b>		
Apoaida-Engastada	mE	-0,46
	mV	0,31

<b>Armadura Positiva</b>	
d (cm)	7,0
md (kN.cm)	43,28
x (cm)	0,04
x/d	0,01
As (cm <sup>2</sup> /m)	0,14
Asmin (cm <sup>2</sup> /m)	1,50
As adotado (cm <sup>2</sup> /m)	1,50

<b>Armadura Negativa Engastes</b>	
Engaste	
L10a	
h (cm)	10
d (cm)	8,0
Apoio	
h (cm)	
d (cm)	-
Menor d (cm)	8,0
m' (kN.m/m)	-0,46
x (cm)	0,06
x/d	0,01
As (cm <sup>2</sup> /m)	0,19
Asmin (cm <sup>2</sup> /m)	1,50
As adotado (cm <sup>2</sup> /m)	1,50

<b>Armadura de Contorno</b>	
Fator	0,670
As (cm <sup>2</sup> /m)	1,01
As adotado	φ 8 c/ 20cm
As efetivo (cm <sup>2</sup> /m)	2,52

<b>Armadura de Distribuição</b>		
As distr (cm <sup>2</sup> /m) >=	20% As principal	0,30
	0,5p <sub>min</sub>	0,75
	0,9cm <sup>2</sup> /m	0,90
Maior		0,90
As adotado		φ 6,3 c/ 25cm
As efetivo (cm <sup>2</sup> /m)		1,25

### L11

<b>Classificação das Lajes</b>		
Quanto as direções de armadura		
a (m)	1,64	menor valor
b (m)	1,94	maior valor
Área (m <sup>2</sup> )	3,18	
Relação b/a	1,18	1 < b/a < 2 e Laje armada em 2 direções
<b>Classificação quanto aos momentos no vão</b>		
Relação a/b	0,85	Lajes Isótropas

<b>Graus de Engastamento</b>		
i1	1,5	1,5 engastadas; 0 apoiadas
i2	1,5	1,5 engastadas; 0 apoiadas
i3	1,5	1,5 engastadas; 0 apoiadas
i4	0	1,5 engastadas; 0 apoiadas

<b>Composição das Cargas - ELS</b>	
Superficial	
p (kN/m <sup>2</sup> )	3,7
q (kN/m <sup>2</sup> )	2
p total (kN/m <sup>2</sup> )	5,7
$\psi$	0,3
pd,serviço (kN/m <sup>2</sup> )	4,3
<b>Verificação Flecha</b>	
h (cm)	10
mr (kN.m/m)	7,24
$\alpha$	0,03
ma (kN.m/m)	0,38
Ic (cm <sup>4</sup> )	8333,3
Ieq (cm <sup>4</sup> )	8333,3
k	0,25
f(t=0) (cm)	0,003
$\xi$ (t= $\infty$ )	2
$\xi$ (t=1 mês)	0,68
$\alpha f$	1,32
f̄(t= $\infty$ ) (cm)	0,01
fadm (cm)	0,66
Verificação Flecha	Aprovado

<b>Cálculo das Solicitações - ELU</b>	
Linear	
$\alpha$	0
$\beta$	0
p*/ (kN/m <sup>2</sup> )	5,70
$\varphi$	1,00
ar	1,27
br	1,23
br*	1,23
br*/	1,23
m (kN.m/m)	0,37
ma (kN.m/m)	0,37
mb (kN.m/m)	0,37

<b>Armadura Positiva</b>	
d (cm)	7,0
md (kN.cm)	51,82
x (cm)	0,05
x/d	0,01
As (cm <sup>2</sup> /m)	0,17
Asmin (cm <sup>2</sup> /m)	1,01
As adotado (cm <sup>2</sup> /m)	1,01



<b>Armadura Negativa Engastes</b>	
Engaste	
L4	
h (cm)	10
d (cm)	8,0
L17	
h (cm)	10
d (cm)	8,0
Menor d (cm)	8,0
m' (kN.m/m)	-0,56
x (cm)	0,07
x/d	0,01
As (cm <sup>2</sup> /m)	0,22
Asmin (cm <sup>2</sup> /m)	1,50
As adotado (cm <sup>2</sup> /m)	1,50

<b>Armadura de Contorno</b>	
Fator	0,670
As (cm <sup>2</sup> /m)	1,01
As adotado	φ 8 c/ 20cm
As efetivo (cm <sup>2</sup> /m)	2,52

### LCEa

<b>Classificação das Lajes</b>		
Quanto as direções de armadura		
a (m)	0,81	menor valor
b (m)	2,41	maior valor
Área (m <sup>2</sup> )	1,95	
Relação b/a	2,98	b/a > 2 e Laje Armada em 1 só direção

<b>Composição das Cargas - ELS</b>	
Superficial	
p (kN/m <sup>2</sup> )	3,7
q (kN/m <sup>2</sup> )	2
p total (kN/m <sup>2</sup> )	5,7
$\psi$	0,3
pd,serviço (kN/m <sup>2</sup> )	4,3
<b>Verificação Flecha</b>	
h (cm)	10
mr (kN.m/m)	7,24
$\alpha$	0,07
ma (kN.m/m)	0,20
Ic (cm <sup>4</sup> )	8333,3
Ieq (cm <sup>4</sup> )	8333,3
k	0,53
f(t=0) (cm)	0,000
$\xi$ (t= $\infty$ )	2
$\xi$ (t=1 mês)	0,68
$\alpha f$	1,32
f̄(t= $\infty$ ) (cm)	0,00
fadm (cm)	0,32
Verificação Flecha	Aprovado

<b>Regime Rígido Plástico - ELU</b>		
Apoaida-Engastada	mE	-0,42
	mV	0,28

<b>Armadura Positiva</b>	
d (cm)	7,0
md (kN.cm)	39,31
x (cm)	0,04
x/d	0,01
As (cm <sup>2</sup> /m)	0,13
Asmin (cm <sup>2</sup> /m)	1,50
As adotado (cm <sup>2</sup> /m)	1,50

<b>Armadura Negativa Engastes</b>	
Engaste	
L9a	
h (cm)	10
d (cm)	8,0
Apoio	
h (cm)	
d (cm)	-
Menor d (cm)	8,0
m' (kN.m/m)	-0,42
x (cm)	0,05
x/d	0,01
As (cm <sup>2</sup> /m)	0,17
Asmin (cm <sup>2</sup> /m)	1,50
As adotado (cm <sup>2</sup> /m)	1,50

Armadura de Distribuição		
As distr (cm <sup>2</sup> /m) >=	20% As principal	0,30
	0,5ρ <sub>min</sub>	0,75
	0,9cm <sup>2</sup> /m	0,90
Maior		0,90
As adotado		φ 6,3 c/ 25cm
As efetivo (cm <sup>2</sup> /m)		1,25

Armadura de Contorno	
Fator	0,670
As (cm <sup>2</sup> /m)	1,01
As adotado	φ 8 c/ 20cm
As efetivo (cm <sup>2</sup> /m)	2,52

### LCEb

Classificação das Lajes		
Quanto as direções de armadura		
a (m)	0,81	menor valor
b (m)	2,41	maior valor
Área (m <sup>2</sup> )	1,95	
Relação b/a	2,98	b/a > 2 e Laje Armada em 1 só direção

Composição das Cargas - ELS	
Superficial	
p (kN/m <sup>2</sup> )	3,7
q (kN/m <sup>2</sup> )	2
p total (kN/m <sup>2</sup> )	5,7
ψ	0,3
pd,serviço (kN/m <sup>2</sup> )	4,3
Verificação Flecha	
h (cm)	10
m <sub>r</sub> (kN.m/m)	7,24
α	0,04
m <sub>a</sub> (kN.m/m)	0,12
I <sub>c</sub> (cm <sup>4</sup> )	8333,3
I <sub>eq</sub> (cm <sup>4</sup> )	8333,3
k	0,26
f(t=0) (cm)	0,000
ξ (t=∞)	2
ξ (t=1 mês)	0,68
αf	1,32
f(t=∞) (cm)	0,00
f <sub>adm</sub> (cm)	0,32
Verificação Flecha	Aprovado

Regime Rígido Plástico - ELU		
Engastada-Engastada	mE	-0,28
	mV	0,19

<b>Armadura Positiva</b>	
d (cm)	7,0
md (kN.cm)	26,18
x (cm)	0,03
x/d	0,00
As (cm <sup>2</sup> /m)	0,09
Asmin (cm <sup>2</sup> /m)	1,50
As adotado (cm <sup>2</sup> /m)	1,50

<b>Armadura Negativa Engastes</b>	
Engaste	
LCEa	
h (cm)	10
d (cm)	8,0
LCEc ou LCEd	
h (cm)	10
d (cm)	8,0
Menor d (cm)	8,0
m' (kN.m/m)	-0,28
x (cm)	0,03
x/d	0,00
As (cm <sup>2</sup> /m)	0,11
Asmin (cm <sup>2</sup> /m)	1,50
As adotado (cm <sup>2</sup> /m)	1,50

<b>Armadura de Distribuição</b>		
As distr (cm <sup>2</sup> /m) >=	20% Asprincipal	0,30
	0,5pmin	0,75
	0,9cm <sup>2</sup> /m	0,90
Maior		0,90
As adotado		φ 6,3 c/ 25cm
As efetivo (cm <sup>2</sup> /m)		1,25

### LCEc

<b>Classificação das Lajes</b>		
Quanto as direções de armadura		
a (m)	1,14	menor valor
b (m)	3,6	maior valor
Área (m <sup>2</sup> )	4,10	
Relação b/a	3,16	b/a > 2 e Laje Armada em 1 só direção

<b>Composição das Cargas - ELS</b>	
Superficial	
p (kN/m <sup>2</sup> )	3,7
q (kN/m <sup>2</sup> )	2
p total (kN/m <sup>2</sup> )	5,7
$\psi$	0,3
pd,serviço (kN/m <sup>2</sup> )	4,3
<b>Verificação Flecha</b>	
h (cm)	10
mr (kN.m/m)	7,24
$\alpha$	0,04
ma (kN.m/m)	0,23
Ic (cm <sup>4</sup> )	8333,3
Ieq (cm <sup>4</sup> )	8333,3
k	0,26
f(t=0) (cm)	0,001
$\xi$ (t= $\infty$ )	2
$\xi$ (t=1 mês)	0,68
$\alpha f$	1,32
f̄(t= $\infty$ ) (cm)	0,00
fadm (cm)	0,46
Verificação Flecha	Aprovado

<b>Regime Rígido Plástico - ELU</b>		
Engastada-Engastada	mE	-0,56
	mV	0,37

<b>Armadura Positiva</b>	
d (cm)	7,0
md (kN.cm)	51,85
x (cm)	0,05
x/d	0,01
As (cm <sup>2</sup> /m)	0,17
Asmin (cm <sup>2</sup> /m)	1,50
As adotado (cm <sup>2</sup> /m)	1,50

<b>Armadura Negativa Engastes</b>	
Engaste	
L9c	
h (cm)	10
d (cm)	8,0
LCEd	
h (cm)	10
d (cm)	8,0
Menor d (cm)	8,0
m' (kN.m/m)	-0,56
x (cm)	0,07
x/d	0,01
As (cm <sup>2</sup> /m)	0,22
Asmin (cm <sup>2</sup> /m)	1,50
As adotado (cm <sup>2</sup> /m)	1,50

Armadura de Distribuição		
As distr (cm <sup>2</sup> /m) >=	20% As principal	0,30
	0,5p <sub>min</sub>	0,75
	0,9cm <sup>2</sup> /m	0,90
Maior		0,90
As adotado		φ 6,3 c/ 25cm
As efetivo (cm <sup>2</sup> /m)		1,25

### LCEd

Classificação das Lajes		
Quanto as direções de armadura		
a (m)	1,14	menor valor
b (m)	3,60	maior valor
Area (m <sup>2</sup> )	4,10	
Relação b/a	3,16	b/a > 2 e Laje Armada em 1 só direção

Composição das Cargas - ELS	
Superficial	
p (kN/m <sup>2</sup> )	3,7
q (kN/m <sup>2</sup> )	2
p total (kN/m <sup>2</sup> )	5,7
ψ	0,3
pd,serviço (kN/m <sup>2</sup> )	4,3
Verificação Flecha	
h (cm)	10
mr (kN.m/m)	7,24
α	0,07
ma (kN.m/m)	0,39
Ic (cm <sup>4</sup> )	8333,3
Ieq (cm <sup>4</sup> )	8333,3
k	0,53
f(t=0) (cm)	0,002
ξ (t=∞)	2
ξ (t=1 mês)	0,68
αf	1,32
f(t=∞) (cm)	0,00
fadm (cm)	0,46
Verificação Flecha	Aprovado

Regime Rígido Plástico - ELU		
Apoaida-Engastada	mE	-0,83
	mV	0,56

<b>Armadura Positiva</b>	
d (cm)	7,0
md (kN.cm)	77,86
x (cm)	0,08
x/d	0,01
As (cm <sup>2</sup> /m)	0,26
Asmin (cm <sup>2</sup> /m)	1,50
As adotado (cm <sup>2</sup> /m)	1,50

<b>Armadura Negativa Engastes</b>	
Engaste	
LCEc	
h (cm)	10
d (cm)	8,0
L14	
h (cm)	10
d (cm)	8,0
Menor d (cm)	8,0
m' (kN.m/m)	-0,83
x (cm)	0,10
x/d	0,01
As (cm <sup>2</sup> /m)	0,34
Asmin (cm <sup>2</sup> /m)	1,50
As adotado (cm <sup>2</sup> /m)	1,50

<b>Armadura de Distribuição</b>		
As distr (cm <sup>2</sup> /m) >=	20% Asprincipal	0,30
	0,5pmin	0,75
	0,9cm <sup>2</sup> /m	0,90
Maior		0,90
As adotado		φ 6,3 c/ 25cm
As efetivo (cm <sup>2</sup> /m)		1,25

<b>Armadura de Contorno</b>	
Fator	0,670
As (cm <sup>2</sup> /m)	1,01
As adotado	φ 8 c/ 20cm
As efetivo (cm <sup>2</sup> /m)	2,52

## APÊNDICE C – Memorial de cálculo das lajes técnicas

Quadro Resumo - Armaduras Positivas										
Lajes	X					Y				
	As calc (cm <sup>2</sup> /m)	Asmin (cm <sup>2</sup> /m)	As (cm <sup>2</sup> /m)	φ (mm)	c/ (cm)	As calc (cm <sup>2</sup> /m)	Asmin (cm <sup>2</sup> /m)	As (cm <sup>2</sup> /m)	φ (mm)	c/ (cm)
LT1 e LT2	3,90	0,80	3,90	<b>8,0</b>	<b>12</b>	3,90	0,80	3,90	<b>8,0</b>	<b>12</b>

Armadura de Contorno	
Fator	0,670
As (cm <sup>2</sup> /m)	0,80
As adotado	φ 8 c/ 20cm
As efetivo (cm <sup>2</sup> /m)	2,52

Vãos Efetivos														
Lajes	X (cm)	Y (cm)	h (cm)	t1 (cm)	t2 (cm)	t2/2 (cm)	t1/2 (cm)	0,3*h (cm)	a1 (cm)	a2 (cm)	Lx (cm)	Ly (cm)	a (cm)	b (cm)
LT1	188	201	8	19	19	9,5	9,5	2,4	2,4	2,4	193	206	193	206
LT2	188	201	8	14	19	9,5	7	2,4	2,4	2,4	193	206	193	206

Local	Camadas	Altura (m)	Peso Específico Aparente (kN/m <sup>3</sup> )	Cargas (kN/m <sup>2</sup> )	Total (kN/m <sup>2</sup> )
Área Técnica	Piso	0,010	18	0,18	33,20
	Argamassa	0,010	21	0,21	
	Contrapiso	0,025	21	0,525	
	Laje CA	0,080	25	2	
	Reboco Teto	0,015	19	0,285	
	Carga Acidental (q)				

Classificação das Lajes		
Quanto as direções de armadura		
a (m)	1,93	menor valor
b (m)	2,06	maior valor
Área (m <sup>2</sup> )	3,98	
Relação b/a	1,07	1 < b/a < 2 e Laje armada em 2 direções
Classificação quanto aos momentos no vão		
Relação a/b	0,94	Lajes Isótropas



Graus de Engastamento		
i1	0	1,5 engastadas; 0 apoiadas
i2	0	1,5 engastadas; 0 apoiadas
i3	0	1,5 engastadas; 0 apoiadas
i4	0	1,5 engastadas; 0 apoiadas

Composição das Cargas	
Superficial	
p (kN/m <sup>2</sup> )	3,2
q (kN/m <sup>2</sup> )	30
p total (kN/m <sup>2</sup> )	33,2
$\psi$	0,4
pd,serviço (kN/m <sup>2</sup> )	15,2
Verificação Flecha	
h (cm)	8
mr (kN.m/m)	4,63
$\alpha$	0,05
ma (kN.m/m)	2,89
Ic (cm <sup>4</sup> )	4266,7
Ieq (cm <sup>4</sup> )	4266,7
k	0,48
f(t=0) (cm)	0,088
$\xi$ (t= $\infty$ )	2
$\xi$ (t=1 mês)	0,68
$\alpha f$	1,32
f(t= $\infty$ ) (cm)	0,21
fadm (cm)	0,77
Verificação Flecha	Aprovado

Camadas	Altura (m)	Peso Esp. Ap. (kN/m <sup>3</sup> )	Carga (kN/m <sup>2</sup> )	Total p(kN/m <sup>2</sup> )
Piso	0,010	18	0,18	33,20
Argamassa	0,010	21	0,21	
Contrapiso	0,025	21	0,525	
Laje CA	0,080	25	2	
Reboco Teto	0,015	19	0,285	
Carga Acidental	Áreas Técnicas (q)		30	

Cálculo das Solicitações	
Linear	
$\alpha$	0,00
$\beta$	0,00
p*/ (kN/m <sup>2</sup> )	33,20
$\varphi$	1,00
ar	1,93
br	2,06
br*	2,06
br*/	2,06
m (kN.m/m)	5,49
ma (kN.m/m)	5,49
mb (kN.m/m)	5,49

<b>Armadura Positiva</b>	
d (cm)	5,0
md (kN.cm)	768,89
x (cm)	1,16
x/d	0,23
As (cm <sup>2</sup> /m)	3,90
Asmin (cm <sup>2</sup> /m)	0,80
As adotado (cm <sup>2</sup> /m)	3,90

## APÊNDICE D – Memorial de cálculo das lajes de cobertura dos reservatórios

Quadro Resumo - Armaduras Positivas										
Lajes	X					Y				
	As calc (cm <sup>2</sup> /m)	Asmin (cm <sup>2</sup> /m)	As (cm <sup>2</sup> /m)	φ (mm)	c/ (cm)	As calc (cm <sup>2</sup> /m)	Asmin (cm <sup>2</sup> /m)	As (cm <sup>2</sup> /m)	φ (mm)	c/ (cm)
LCR 1 e 3	0,14	1,80	1,80	6,3	15			1,25	6,3	25
LCR 2			1,25	6,3	25	4,36	1,80	4,36	8,0	11

Quadro Resumo - Armaduras Negativas									
Laje	M (kNm/m)	Laje	M (kNm/m)	Md (maior) (kNm/m)	As calc (cm <sup>2</sup> /m)	As min (cm <sup>2</sup> /m)	As (cm <sup>2</sup> /m)	φ (mm)	c/ (cm)
LCR 1 e 3	0,59	LCR 2	0,00	83	0,19	1,80	1,80	8,0	20

Camadas	Altura (m)	Peso Esp. Ap. (kN/m <sup>3</sup> )	Carga (kN/m <sup>2</sup> )	Total p(kN/m <sup>2</sup> )
Piso	0,010	18	0,18	6,20
Argamassa	0,010	21	0,21	
Contrapiso	0,025	21	0,525	
Laje CA	0,120	25	3	
Reboco Teto	0,015	19	0,285	
Carga Acidental	Terraços sem acesso ao público (q)		2	

### L1 e L3

Classificação das Lajes			
Quanto as direções de armadura			
a (m)	0,92	menor valor	
b (m)	3,85	maior valor	
Área (m <sup>2</sup> )	3,54		
Relação b/a	4,18	b/a > 2 e Laje Armada em 1 só direção	

<b>Composição das Cargas</b>	
Superficial	
p (kN/m <sup>2</sup> )	4,2
q (kN/m <sup>2</sup> )	2
p total (kN/m <sup>2</sup> )	6,2
$\psi$	0,3
pd,serviço (kN/m <sup>2</sup> )	4,8
<b>Verificação Flecha</b>	
h (cm)	12
mr (kN.m/m)	10,43
$\alpha$	0,07
ma (kN.m/m)	0,29
Ic (cm <sup>4</sup> )	14400,0
Ieq (cm <sup>4</sup> )	14400,0
k	0,53
f(t=0) (cm)	0,000
$\xi$ (t= $\infty$ )	2
$\xi$ (t=1 mês)	0,68
$\alpha f$	1,32
f̄(t= $\infty$ ) (cm)	0,00
fadm (cm)	0,37
Verificação Flecha	Aprovado

<b>Regime Rígido Plástico - ELU</b>		
Apoada-Engastada	mE	-0,59
	mV	0,39

<b>Armadura Positiva</b>	
d (cm)	9,0
md (kN.cm)	55,16
x (cm)	0,04
x/d	0,00
As (cm <sup>2</sup> /m)	0,14
Asmin (cm <sup>2</sup> /m)	1,80
As adotado (cm <sup>2</sup> /m)	1,80

<b>Armadura Negativa Engastes</b>	
Engaste	
L2	
h (cm)	12
d (cm)	10,0
Apoio	
h (cm)	
d (cm)	-
Menor d (cm)	10,0
m' (kN.m/m)	-0,59
x (cm)	0,057
x/d	0,006
As (cm <sup>2</sup> /m)	0,19
Asmin (cm <sup>2</sup> /m)	1,80
As adotado (cm <sup>2</sup> /m)	1,80

Armadura de Distribuição		
As distr (cm <sup>2</sup> /m) >=	20% As principal	0,36
	0,5p <sub>min</sub>	0,9
	0,9cm <sup>2</sup> /m	0,90
Maior		0,90
As adotado		φ 6,3 c/ 25cm
As efetivo (cm <sup>2</sup> /m)		1,25

Armadura de Contorno	
Fator	0,670
As (cm <sup>2</sup> /m)	1,21
As adotado	φ 8 c/ 20cm
As efetivo (cm <sup>2</sup> /m)	2,52

## L2

Classificação das Lajes		
Quanto as direções de armadura		
a (m)	3,85	menor valor
b (m)	10,16	maior valor
Área (m <sup>2</sup> )	39,12	
Relação b/a	2,64	b/a > 2 e Laje Armada em 1 só direção

Composição das Cargas	
Superficial	
p (kN/m <sup>2</sup> )	4,2
q (kN/m <sup>2</sup> )	2
p total (kN/m <sup>2</sup> )	6,2
ψ	0,3
pd, serviço (kN/m <sup>2</sup> )	4,8
Verificação Flecha	
h (cm)	12
m <sub>r</sub> (kN.m/m)	10,43
α	0,13
m <sub>a</sub> (kN.m/m)	8,89
I <sub>c</sub> (cm <sup>4</sup> )	14400,0
I <sub>eq</sub> (cm <sup>4</sup> )	14400,0
k	1,3
f(t=0) (cm)	0,355
ξ (t=∞)	2
ξ (t=1 mês)	0,68
αf	1,32
f(t=∞) (cm)	0,82
f <sub>adm</sub> (cm)	1,54
Verificação Flecha	Aprovado

Regime Rígido Plástico - ELU		
Apoiada-Apoiada	mV	11,49

<b>Armadura Positiva</b>	
d (cm)	9,0
md (kN.cm)	1608,24
x (cm)	1,30
x/d	0,14
As (cm <sup>2</sup> /m)	4,36
Asmin (cm <sup>2</sup> /m)	1,80
As adotado	4,36

<b>Armadura de Distribuição</b>		
As distr (cm <sup>2</sup> /m) >=	20% Asprincipal	0,87
	0,5pmin	0,90
	0,9cm <sup>2</sup> /m	0,90
Maior		0,90
As adotado		φ 6,3 c/ 25cm
As efetivo (cm <sup>2</sup> /m)		1,25

<b>Armadura de Contorno</b>	
Fator	0,670
As (cm <sup>2</sup> /m)	1,21
As adotado	φ 8 c/ 20cm
As efetivo (cm <sup>2</sup> /m)	2,52

## APÊNDICE E – Composição de cargas das vigas do tipo

Para melhor compreensão:

- Vigas: trocam de denominação quando em contato com apoios, sejam eles apoios diretos ou indiretos;
- Peso Próprio das Vigas:

Peso Próprio das Vigas					
b (cm)	0,14	0,19	0,23	0,19	0,19
h (cm)	0,52	0,52	0,52	0,82	1,62
Peso Específico Aparente (kN/m <sup>3</sup> )	25	25	25	25	25
Peso Próprio (kN/m)	1,82	2,47	2,99	3,90	7,70

- Carga de Paredes sobre Vigas:

Parede Externa sobre Viga					
Camada	Espessura (m)	Altura (m)	Peso Específico Aparente (kN/m <sup>3</sup> )	q (kN/m)	Total (kN/m)
Reboco Interno	0,02	2,25	19	0,9	8,6
Blocos	0,19	2,25	13	5,6	
Reboco Externo	0,05	2,25	19	2,1	
Parede Interna sobre Viga					
Camada	Espessura (m)	Altura (m)	Peso Específico Aparente (kN/m <sup>3</sup> )	q (kN/m)	Total (kN/m)
Reboco	0,02	2,25	19	0,9	6,1
Blocos	0,15	2,25	13	4,4	
Reboco	0,02	2,25	19	0,9	
Paredes de Drywall sobre viga					
Drywall (composição: montantes metálicos, 4 chapas com 12,5 mm de espessura cada e isolamento acústico com lã de rocha ou lã de vidro com 50 mm de espessura)	Altura (m)	Peso (kN/m <sup>2</sup> )	Sub -Total (kN/m)	Majoração	Total (kN/m)
	2,25	0,5	1,13	1,2	1,4

- Lajes Apoiadas: são as lajes que se apoiam sobre determinado trecho de viga, podendo haver tanto uma laje distribuída em mais de um trecho, quando um trecho de viga que recebe mais de uma laje;
- Área de contribuição: a laje é dividida pelo Método das Charneiras Plásticas, desta forma a área de contribuição é a da respectiva charneira sobre a viga;

- Reação das Lajes: resulta da multiplicação entre a Área de Contribuição da Laje e Carga Total da Laje, então dividida pelo Comprimento de Bordo da Laje;
- Cargas Distribuídas de Paredes Sobre Lajes:

Paredes	Charneira	Comprimento (m)	q (kN/m)	Total (kN)	Área da Charneira (m <sup>2</sup> )	Carga (kN/m <sup>2</sup> )	Carga (kN/m)
L3 e L15	V22a, V22b e V22c	1,51	7,0	10,59	7,66	1,38	0,22
L6 e L12	V3a e V3b; V12a e V12b	0,67	7,0	4,69	8,19	0,57	0,08

Parede Sobre Laje						
Camada	Espessura (m)	Altura (m)	Largura (1m)	Peso Específico Aparente (kN/m <sup>3</sup> )	q (kN/m)	Total (kN/m)
Reboco	0,02	2,6	1	19	1,0	7,0
Blocos	0,15	2,6	1	13	5,1	
Reboco	0,02	2,6	1	19	1,0	

- Cargas Acidentais: Reação das Lajes para as cargas acidentais.
- Cargas Permanentes: somatório de Peso Próprio da Viga, Carga de Paredes sobre Vigas, Reação das Lajes (de apenas um lado ou de ambos os lados da viga, dependendo da configuração) para as cargas permanentes e Cargas Distribuídas de Paredes sobre Lajes.
- Carga Total: somatório das Cargas Acidentais e Cargas Permanentes.
- Observação: em Carga Total “Trecho 1”, para as Vigas “VE” e “VEP”, foram somados os valores determinados pelo dimensionamento da escada que são os Totais, 21,7 e 12,6 kN/m.

Escada			
Viga	Acidental (kN/m)	Permanente (kN/m)	Total (kN/m)
VE	8,00	13,70	21,70
VEP	4,70	7,90	12,60



Viga	Vão de Cálculo (m)	Comprimento do Bordo da Laje (m)	Peso Próprio da Viga (kN/m)	Carga de Paredes sobre Vigas (kN/m)	Lajes Apoiadas	Área de Contribuição da Laje (m²)		Carga Permanente da Laje (kN/m²)	Carga Acidentada da Laje (kN/m²)	Carga Total da Laje (kN/m²)	Reação das Lajes (Permanente +Acidental) (kN/m)	Cargas Distribuídas de Paredes sobre Lajes (kN/m)	Cargas Acidentais (kN/m)			Cargas Permanentes (kN/m)			Carga Total (kN/m)		
													Trecho 1	Trecho 2	Trecho 3	Trecho 1	Trecho 2	Trecho 3	Trecho 1	Trecho 2	Trecho 3
V1a	8,40	8,23	2,47	8,6	L1	L1	7,69	3,70	1,50	5,20	4,86	0,00	1,4	0,0	0,0	14,5	0,0	0,0	15,9	0,0	0,0
V1b	4,62	4,45	2,47	8,6	L2	L2	14,68	4,56	1,50	6,06	7,31	0,00	1,8	0,0	0,0	16,5	0,0	0,0	18,3	0,0	0,0
V1c	3,73	3,51	2,47	8,6	L2	L2		4,56	1,50	6,06	7,31	0,00	1,8	0,0	0,0	16,5	0,0	0,0	18,3	0,0	0,0
V1d	3,98	4,20	2,47	8,6	L2	L2		4,56	1,50	6,06	7,31	0,00	1,8	0,0	0,0	16,5	0,0	0,0	18,3	0,0	0,0
V1e	6,20	6,01	2,47	8,6	L3	L3		9,03	3,95	1,50	5,45	8,19	0,00	2,3	0,0	0,0	17,0	0,0	0,0	19,2	0,0
V2a	2,83	2,69	2,47	8,6	L4	L4	1,04	4,03	1,50	5,53	2,15	0,00	0,6	0,0	0,0	12,6	0,0	0,0	13,2	0,0	0,0
V2b	5,80	5,63	2,47	8,6	L5	L5	5,66	4,28	1,50	5,78	5,81	0,00	1,5	0,0	0,0	15,3	0,0	0,0	16,8	0,0	0,0
V3a	5,64	8,23	1,82	6,1	L1 e L6	L1	13,32	3,70	1,50	5,20	8,42	0,00	4,2	0,0	0,0	19,0	0,0	0,0	23,2	0,0	0,0
		L6				8,19	4,14	1,50	5,64	6,82	0,08										
V3b	2,76	8,23	1,82	6,1	L1, L6 e L7	L1	13,32	3,70	1,50	5,20	8,42	0,00	4,2	3,4	0,0	19,0	15,2	0,0	23,2	18,6	0,0
		L6				8,19	4,14	1,50	5,64	6,82	0,08										
		L7				0,44	3,70	3,00	6,70	2,21	0,00										
V4a	4,62	12,16	2,47	8,6	L2, L8 e L9	L2	25,42	4,56	1,50	6,06	12,66	0,00	4,6	3,8	0,0	22,3	21,3	0,0	26,8	25,1	0,0
		L8				0,88	3,70	3,00	6,70	3,17	0,00										
		L9				1,31	3,70	3,00	6,70	1,44	0,00										
V4b	3,73	12,16	2,47	8,6	L2 e L9	L2	25,42	4,56	1,50	6,06	12,66	0,00	3,8	0,0	0,0	21,3	0,0	0,0	25,1	0,0	0,0
		L9				1,31	3,70	3,00	6,70	1,44	0,00										
V4c	3,98	12,16	2,47	8,6	L2, L10 e L11	L2	25,42	4,56	1,50	6,06	12,66	0,00	4,8	4,5	0,0	22,6	22,3	0,0	27,4	0,0	0,0
		L10				0,99	3,60	3,00	6,70	3,75	0,00										
		L11				0,88	3,70	3,00	6,70	3,15	0,00										
V5	6,30	6,11	2,47	8,6	L9 e LE	L9	2,41	3,70	3,00	6,70	2,64	0,00	3,4	1,2	0,0	15,2	12,5	0,0	18,6	13,7	0,0
		LE				1,35	3,70	3,00	6,70	4,95	0,00										
V6	2,07	1,88	2,47	8,6	L8	L8	0,51	3,70	3,00	6,70	1,82	0,00	0,8	0,0	0,0	12,0	0,0	0,0	12,8	0,0	0,0
V7	2,05	1,88	2,47	8,6	L11	L11	0,51	3,70	3,00	6,70	1,82	0,00	0,8	0,0	0,0	12,0	0,0	0,0	12,8	0,0	0,0
V8a	5,64	6,77	2,47	8,6	L6 e L12	L6	8,19	4,14	1,50	5,64	6,82	0,00	3,6	0,0	0,0	21,0	0,0	0,0	24,7	0,0	0,0
		L12				8,19	4,14	1,50	5,64	6,82	0,00										
V8b	1,32	6,77	2,47	8,6	L6 e L12	L6	8,19	4,14	1,50	5,64	6,82	0,00	3,6	0,0	0,0	21,0	0,0	0,0	24,7	0,0	0,0
		L12				8,19	4,14	1,50	5,64	6,82	0,00										
V9	0,72		2,47	8,6								0,00	0,0	0,0	0,0	11,0	0,0	0,0	11,0	0,0	0,0
V10a	6,20	6,01	2,47	8,6	L3 e L15	L3	9,03	3,95	1,50	5,45	8,19	0,00	4,5	0,0	0,0	22,9	0,0	0,0	27,4	0,0	0,0
		L15				9,03	3,95	1,50	5,45	8,19	0,00										
V10b	2,83	2,69	2,47	8,6	L4 e L16	L4	1,81	4,03	1,50	5,53	3,72	0,00	2,0	0,0	0,0	16,4	0,0	0,0	18,5	0,0	0,0
		L16				1,81	4,03	1,50	5,53	3,72	0,00										
V10c	5,80	5,63	2,47	8,6	L5 e L17	L5	9,80	4,28	1,50	5,78	10,07	0,00	5,2	0,0	0,0	25,9	0,0	0,0	31,2	0,0	0,0
		L17				9,80	4,28	1,50	5,78	10,07	0,00										

continua

continuação

Viga	Vão de Cálculo (m)	Comprimento do Bordo da Laje (m)	Peso Próprio da Viga (kN/m)	Carga de Paredes sobre Vigas (kN/m)	Lajes Apoiadas	Área de Contribuição da Laje (m <sup>2</sup> )		Carga Permanente da Laje (kN/m <sup>2</sup> )	Carga Acidentada da Laje (kN/m <sup>2</sup> )	Carga Total da Laje (kN/m <sup>2</sup> )	Reação das Lajes (Permanente +Acidental) (kN/m)	Cargas Distribuídas de Paredes sobre Lajes (kN/m)	Cargas Acidentais (kN/m)			Cargas Permanentes (kN/m)			Carga Total (kN/m)						
													Trecho 1	Trecho 2	Trecho 3	Trecho 1	Trecho 2	Trecho 3	Trecho 1	Trecho 2	Trecho 3				
V11a	4,63	12,16	2,5	8,6	L14 e LE	L14	25,42	4,56	1,50	6,06	12,66	0,00	3,1	5,4	0,0	20,6	23,3	0,0	23,7	28,7	0,0				
		LE				1,35	3,70															3,00	6,70	4,95	
V11b	3,74	12,16	2,5	8,6	L14 e LE	L14	25,42	4,56	1,50	6,06	12,66	0,00	3,1	0,0	0,0	20,6	0,0	0,0	23,7	0,0	0,0				
		LE					3,70															3,00	6,70	0,00	
V11c	3,98	1,77	2,5	8,6	L10 e L14	L10	0,99	3,60	3,00	6,70	3,75	0,00	4,8	3,1	0,0	22,6	20,6	0,0	27,5	23,7	0,0				
		L14				25,42	4,56															1,50	6,06	12,66	0,00
V12a	5,64	6,77	1,82	6,1	L12 e L13	L12	8,19	4,14	1,50	5,64	6,82	0,08	4,2	0,0	0,0	19,0	0,0	0,0	23,2	0,0	0,0				
		L13				13,32	3,70															1,50	5,20	8,42	0,00
V12b	2,76	1,32	1,82	6,1	L7, L12 e L13	L7	0,44	3,70	3,00	6,70	2,21	0,00	3,4	4,2	0,0	15,2	19,0	0,0	18,6	23,2	0,0				
		L12				8,19	4,14															1,50	5,64	6,82	0,08
		L13				13,32	3,70															1,50	5,20	8,42	0,00
V13a	2,83	2,69	2,47	8,6	L16	L16	1,04	4,03	1,50	5,53	2,15	0,00	0,6	0,0	0,0	12,6	0,0	0,0	13,2	0,0	0,0				
V13b	5,80	5,63	2,47	8,6	L17	L17	5,66	4,28	1,50	5,78	5,81	0,00	1,5	0,0	0,0	15,3	0,0	0,0	16,8	0,0	0,0				
V14a	8,40	8,23	2,47	8,6	L13	L13	7,69	3,70	1,50	5,20	4,86	0,00	1,4	0,0	0,0	14,5	0,0	0,0	15,9	0,0	0,0				
V14b	4,52	4,45	2,47	8,6	L14	L14	14,68	4,56	1,50	6,06	7,31	0,00	5,0	0,0	0,0	16,5	0,0	0,0	18,3	0,0	0,0				
V14c	3,51	3,51	2,47	8,6	L14	L14		4,56	1,50	6,06	7,31	0,00	6,3	0,0	0,0	16,5	0,0	0,0	18,3	0,0	0,0				
V14d	4,30	4,20	2,47	8,6	L14	L14		4,56	1,50	6,06	7,31	0,00	5,2	0,0	0,0	16,5	0,0	0,0	18,3	0,0	0,0				
V14e	6,20	6,01	2,47	8,6	L15	L15	9,03	3,95	1,50	5,45	8,19	0,00	2,3	0,0	0,0	17,0	0,0	0,0	19,2	0,0	0,0				
V15a	6,41	2,92	2,99	8,6	L13 e L12	L12	1,23	4,14	1,50	5,64	2,37	0,00	0,9	0,6	0,0	13,2	12,8	0,0	14,5	13,9	0,0				
		L13				1,83	3,70															1,50	5,20	3,01	0,00
V15b	6,41	3,16	2,99	8,6	L1 e L6	L1	1,83	3,70	1,50	5,20	3,01	0,00	0,6	0,9	0,0	12,8	13,2	0,0	13,9	14,5	0,0				
		L6				1,23	4,14															1,50	5,64	2,37	0,00
V16a	3,08	6,02	1,82	8,6	L7 e L12	L7	3,54	3,70	3,00	6,70	3,94	0,00	2,9	0,0	0,0	15,6	0,0	0,0	18,4	0,0	0,0				
		L12				2,12	4,14															1,50	5,64	4,11	0,00
V16b	3,08	2,92	1,82	8,6	L6 e L7	L6	2,12	4,14	1,50	5,64	4,11	0,00	2,9	0,0	0,0	15,6	0,0	0,0	18,4	0,0	0,0				
		L7				3,54	3,70															3,00	6,70	3,94	0,00
V17a	4,47	6,02	2,47	1,4	L13 e L14	L7	3,54	3,70	3,00	6,70	3,94	0,00	3,5	3,8	0,0	13,7	12,1	0,0	17,1	15,9	0,0				
		L13				3,17	3,70															1,50	5,20	5,21	0,00
		L14				5,67	4,56															1,50	6,06	8,11	0,00
V17b	3,93	6,02	2,47	1,4	L7 e L8	L7	3,54	3,70	3,00	6,70	3,94	0,00	1,8	3,3	0,0	6,0	7,9	0,0	7,8	11,1	0,0				
		L8				0,78	3,70															3,00	6,70	3,33	0,00
V17c	4,42	3,16	2,47	1,4	L1 e L2	L1	3,17	3,70	1,50	5,20	5,21	0,00	3,8	3,5	0,0	12,1	13,7	0,0	15,9	17,1	0,0				
		L2				5,67	4,56															1,50	6,06	8,11	0,00
		L7				3,54	3,70															3,00	6,70	3,94	0,00

continua

continuação

Viga	Vão de Cálculo (m)	Comprimento do Bordo da Laje (m)	Peso Próprio da Viga (kN/m)	Carga de Paredes sobre Vigas (kN/m)	Lajes Apoiadas	Área de Contribuição da Laje (m <sup>2</sup> )		Carga Permanente da Laje (kN/m <sup>2</sup> )	Carga Acidental da Laje (kN/m <sup>2</sup> )	Carga Total da Laje (kN/m <sup>2</sup> )	Reação das Lajes (Permanente +Acidental) (kN/m)	Cargas Distribuídas de Paredes sobre Lajes (kN/m)	Cargas Acidentais (kN/m)			Cargas Permanentes (kN/m)			Carga Total (kN/m)						
													Trecho 1	Trecho 2	Trecho 3	Trecho 1	Trecho 2	Trecho 3	Trecho 1	Trecho 2	Trecho 3				
V18	3,97	1,58	2,47	8,6	L8 e L9	L8	0,78	3,70	3,00	6,70	3,33	0,00	0,0	1,5	2,7	11,0	12,9	14,3	11,0	14,4	17,0				
		L9				0,48	3,70															3,00	6,70	2,62	0,00
V19	2,54	2,35	1,82	6,1	LE	LE	0,80	3,70	3,00	6,70	2,27	0,00	1,0	0,0	0,0	9,2	0,0	0,0	10,2	0,0	0,0				
V20	3,97	1,24	2,47	4,3	L9, L10, PE	L9	0,48	3,70	3,00	6,70	2,62	0,00	2,3	3,5	0,0	9,6	11,0	0,0	12,0	14,6	0,0				
		L10				2,88	3,60															3,00	6,70	5,23	0,00
		3,70			PE (pontual)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00													
V21	3,93	3,70	1,82	6,1	L10 e L11	L10	1,66	3,60	3,00	6,70	3,02	0,00	2,8	1,4	0,0	11,4	9,5	0,0	14,3	10,9	0,0				
		L11				0,78	3,70															3,00	6,70	3,33	0,00
V22a	4,42	4,23	2,47	8,6	L14 e L15	L14	5,67	4,56	1,50	6,06	8,12	0,00	4,3	0,0	0,0	23,5	0,0	0,0	27,8	0,0	0,0				
		L15				9,65	3,95															1,50	5,45	8,46	0,22
V22b	3,97	6,22	2,47	8,6	L3, L11 e L15	L3	9,65	3,95	1,50	5,45	8,46	0,22	2,3	3,8	0,0	17,4	19,2	0,0	19,7	23,0	0,0				
		L11				0,78	3,70															3,00	6,70	3,33	0,00
		L15				9,65	3,95															1,50	5,45	8,46	0,22
V22c	4,42	4,23	2,47	8,6	L2 e L3	L2	5,67	4,56	1,50	6,06	8,12	0,00	4,3	0,0	0,0	23,5	0,0	0,0	27,8	0,0	0,0				
		L3				9,65	3,95															1,50	5,45	8,46	0,22
V23a	1,47	6,22	2,47	8,6	L15	L15	9,65	3,95	1,50	5,45	8,46	0,00	2,3	0,0	0,0	17,2	0,0	0,0	19,5	0,0	0,0				
V23b	4,94	6,22	1,82	1,4	L15 e L16	L15	9,65	3,95	1,50	5,45	8,46	0,00	3,9	0,0	0,0	13,5	0,0	0,0	17,4	0,0	0,0				
		L16				4,96	4,03															1,50	5,53	5,77	0,00
V23c	4,94	6,22	1,82	1,4	L3 e L4	L3	9,65	3,95	1,50	5,45	8,46	0,00	3,9	0,0	0,0	13,5	0,0	0,0	17,4	0,0	0,0				
		L4				4,96	4,03															1,50	5,53	5,77	0,00
V23d	1,47	6,22	2,47	8,6	L3	L3	9,65	3,95	1,50	5,45	8,46	0,00	2,3	0,0	0,0	17,2	0,0	0,0	19,5	0,0	0,0				
V24a	4,94	4,75	1,82	1,4	L16 e L17	L16	4,96	4,03	1,50	5,53	5,77	0,00	3,8	0,0	0,0	13,9	0,0	0,0	17,6	0,0	0,0				
		L17				7,15	4,28															1,50	5,78	8,71	0,00
V24b	4,94	4,75	1,82	1,4	L4 e L5	L4	4,96	4,03	1,50	5,53	5,77	0,00	3,8	0,0	0,0	13,9	0,0	0,0	17,6	0,0	0,0				
		L5				7,15	4,28															1,50	5,78	8,71	0,00
V25a	4,94	4,75	2,47	8,6	L17	L17	4,13	4,28	1,50	5,78	5,03	0,00	1,3	0,0	0,0	14,7	0,0	0,0	16,0	0,0	0,0				
V25b	4,94	4,75	2,47	8,6	L5	L5	4,13	4,28	1,50	5,78	5,03	0,00	1,3	0,0	0,0	14,7	0,0	0,0	16,0	0,0	0,0				
VE	2,54	2,35	1,82	0,0	LE	LE	0,80	3,70	3,00	6,70	2,27	0,00	1,0	0,0	0,0	3,1	0,0	0,0	25,8	0,0	0,0				
VEP	2,54	0	2,47	4,28	Escada	Escada	0	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0,0	0,0	0,0	6,7	0,0	0,0	19,3	0,0	0,0				

(fonte: elaborado pelo autor)

### APÊNDICE F – Composição de cargas das vigas da cobertura

Viga	Vão de Cálculo (m)	Comprimento do Bordo da Laje (m)	Peso Próprio da Viga (kN/m)	Carga de Paredes sobre Vigas (kN/m)	Lajes Apoiadas	Área de Contribuição da Laje (m <sup>2</sup> )		Carga Permanente da Laje (kN/m <sup>2</sup> )	Carga Acidentada da Laje (kN/m <sup>2</sup> )	Carga Total da Laje (kN/m <sup>2</sup> )	Reação das Lajes (Permanente +Acidental) (kN/m)	Cargas Acidentais (kN/m)			Cargas Permanentes (kN/m)			Carga Total (kN/m)		
												Trecho 1	Trecho 1	Trecho 2	Trecho 3	Trecho 2	Trecho 3	Trecho 1	Trecho 2	Trecho 3
V1a	8,40	8,23	7,70	0,0	L1	L1	7,69	3,7	2,0	5,7	5,33	1,9	0,0	0,0	11,2	0,0	0,0	13,0	0,0	0,0
V1b	4,62	4,45	7,70	0,0	L2	L2	14,68	3,7	2,0	5,7	6,88	2,4	0,0	0,0	9,2	0,0	0,0	14,6	0,0	0,0
V1c	3,73	3,51	7,70	0,0	L2	L2		3,7	2,0	5,7	6,88	2,4	0,0	0,0	9,2	0,0	0,0	14,6	0,0	0,0
V1d	3,98	4,20	7,70	0,0	L2	L2		3,7	2,0	5,7	6,88	2,4	0,0	0,0	9,2	0,0	0,0	14,6	0,0	0,0
V1e	6,20	6,01	7,70	0,0	L3	L3		9,03	3,7	2,0	5,7	8,56	3,0	0,0	0,0	13,3	0,0	0,0	16,3	0,0
V2a	2,83	2,69	7,70	0,0	L4	L4	1,04	3,7	2,0	5,7	2,21	0,8	0,0	0,0	9,1	0,0	0,0	9,9	0,0	0,0
V2b	5,80	5,63	7,70	0,0	L5	L5	5,66	3,7	2,0	5,7	5,73	2,0	0,0	0,0	11,4	0,0	0,0	13,4	0,0	0,0
V3a	5,64	8,23 6,77	2,47	0,0	L1 e L6	L1 L6	13,32 8,19	3,7 3,7	2,0 2,0	5,70 5,70	9,23 6,90	5,7	0,0	0,0	12,9	0,0	0,0	18,6	0,0	0,0
V3b	2,76	8,23 6,77 1,32	2,47	0,0	L1, L6 e L7	L1 L6 L7	13,32 8,19 0,44	3,7 3,7 3,7	2,0 2,0 2,0	5,70 5,70 5,70	9,23 6,90 1,88	5,7	3,9	0,0	12,9	9,7	0,0	18,6	13,6	0,0
V4a	4,62	12,16 1,88 1,44 0,74	2,47	20,7	L2, L8, L9a, L9b	L2 L8 L9a L9b	25,42 0,88 0,52 0,14	3,7 3,7 3,7 3,7	2,0 2,0 2,0 2,0	5,70 5,70 5,70 5,70	11,91 2,68 2,05 1,08	5,1	4,9	4,6	32,7	32,3	31,7	37,8	37,2	36,2
V4b	3,73	12,16 3,54	2,47	20,7	L2 e L9c	L2 L9c	25,42 1,80	3,7 3,7	2,0 2,0	5,70 5,70	11,91 2,91	5,2	0,0	0,0	32,8	0,0	0,0	38,0	0,0	0,0
V4c	3,98	12,16 0,79 0,79 1,88	2,47	20,7	L2, L10a, L10b e L11	L2 L10a L10b L11	25,42 0,16 0,20 0,88	3,7 3,7 3,7 3,7	2,0 2,0 2,0 2,0	5,70 5,70 5,70 5,70	11,91 1,12 1,42 2,68	4,6	4,7	5,1	31,7	31,9	32,7	36,3	36,6	37,8
V5	6,30	1,44 0,75 0,75 0,75 3,54 3,54	2,47	0,0	L9a e LCEa L9b e LCEb L9c e LCEc	L9a LCEa L9b LCEb L9c LCEc	0,30 0,18 0,14 0,14 1,80 1,62	3,7 3,7 3,7 3,7 3,7 3,7	2,0 2,0 2,0 2,0 2,0 2,0	5,70 5,70 5,70 5,70 5,70 5,70	1,18 1,35 1,06 1,06 2,91 2,61	0,4 0,7 1,9	0,9 0,0 0,0	0,0 0,0 0,0	3,2 3,8 6,0	4,1 0,0 0,0	0,0 0,0 0,0	3,7 4,6 8,0	5,0 0,0 0,0	0,0 0,0 0,0
V6	2,07	1,88	2,47	4,7	L8	L8	0,51	3,7	2,0	5,70	1,55	0,5	0,0	0,0	8,1	0,0	0,0	8,7	0,0	0,0
V7	2,05	1,88	2,47	4,7	L11	L11	0,51	3,7	2,0	5,70	1,55	0,5	0,0	0,0	8,1	0,0	0,0	8,7	0,0	0,0
V8a	5,64	6,77 6,77	2,47	0,0	L6 e L12	L6 L12	8,19 8,19	3,7 3,7	2,0 2,0	5,70 5,70	6,90 6,90	4,8	0,0	0,0	11,4	0,0	0,0	16,3	0,0	0,0
V8b	1,32	6,77 6,77	2,47	0,0	L6 e L12	L6 L12	8,19 8,19	3,7 3,7	2,0 2,0	5,70 5,70	6,90 6,90	4,8	0,0	0,0	11,4	0,0	0,0	16,3	0,0	0,0
V9	0,72	-	2,47	20,7	-	-	-	3,7	2,0	5,70	-	0,0	0,0	0,0	23,2	0,0	0,0	23,2	0,0	0,0
V10a	6,20	6,01 6,01	2,47	0,0	L3 e L15	L3 L15	9,03 9,03	3,7 3,7	2,0 2,0	5,70 5,70	8,56 8,56	6,0	0,0	0,0	13,6	0,0	0,0	19,6	0,0	0,0
V10b	2,83	2,69 2,69	2,47	0,0	L4 e L16	L4 L16	1,81 1,81	3,7 3,7	2,0 2,0	5,70 5,70	3,83 3,83	2,7	0,0	0,0	7,4	0,0	0,0	10,1	0,0	0,0
V10c	5,80	5,63 5,63	2,47	0,0	L5 e L17	L5 L17	9,80 9,80	3,7 3,7	2,0 2,0	5,70 5,70	9,92 9,92	7,0	0,0	0,0	15,4	0,0	0,0	22,3	0,0	0,0

continua

continuação

Viga	Vão de Cálculo (m)	Comprimento do Bordo da Laje (m)	Peso Próprio da Viga (kN/m)	Carga de Paredes sobre Vigas (kN/m)	Lajes Apoiadas	Área de Contribuição da Laje (m²)		Carga Permanente da Laje (kN/m²)	Carga Acidentada da Laje (kN/m²)	Carga Total da Laje (kN/m²)	Reação das Lajes (Permanente +Acidental) (kN/m)	Cargas Acidentais (kN/m)			Cargas Permanentes (kN/m)			Carga Total (kN/m)		
												Trecho 1	Trecho 1	Trecho 2	Trecho 3	Trecho 2	Trecho 3	Trecho 1	Trecho 2	Trecho 3
V11a	4,63	12,16	2,47	4,7	L14, LCEa, LCEb	L14	25,46	3,7	2,0	5,70	11,94	4,2	4,7	4,6	14,9	31,8	31,7	19,1	36,5	36,2
		0,75		20,7		LCEa	0,18	3,7	2,0	5,70	1,35									
		0,75				LCEb	0,14	3,7	2,0	5,70	1,06									
V11b	3,74	12,16	2,47	20,7	L14 e LCEd	L14	25,46	3,7	2,0	5,70	11,94	5,1	0,0	0,0	32,7	0,0	0,0	35,9	0,0	0,0
		3,54				LCEd	1,62	3,7	2,0	5,70	0,76									
V11c	3,98	12,16	2,47	4,7	L14, L10a e L10b	L14	25,46	3,7	2,0	5,70	11,94	4,6	4,7	4,2	31,7	31,9	14,9	35,2	35,2	19,1
		0,79		20,7		L10a	0,16	3,7	2,0	5,70	0,07									
		0,79				L10b	0,20	3,7	2,0	5,70	0,09									
V12a	5,64	6,77	2,47	0,0	L12 e L13	L12	8,19	3,7	2,0	5,70	6,90	5,7	0,0	0,0	12,9	0,0	0,0	18,6	0,0	0,0
		8,23				L13	13,32	3,7	2,0	5,70	9,23									
V12b	2,76	1,32	2,47	0,0	L7, L12 e L13	L7	0,44	3,7	2,0	5,70	1,88	3,9	5,7	0,0	9,7	12,9	0,0	13,6	18,6	0,0
		6,77				L12	8,19	3,7	2,0	5,70	6,90									
		8,23				L13	13,32	3,7	2,0	5,70	9,23									
V13a	2,83	2,69	7,70	0,0	L16	L16	1,04	3,7	2,0	5,70	2,21	0,8	0,0	0,0	9,1	0,0	0,0	9,9	0,0	0,0
V13b	5,80	5,63	7,70	0,0	L17	L17	5,66	3,7	2,0	5,70	5,73	2,0	0,0	0,0	11,4	0,0	0,0	13,4	0,0	0,0
V14a	8,40	8,23	7,70	0,0	L13	L13	7,69	3,7	2,0	5,70	5,33	1,9	0,0	0,0	11,2	0,0	0,0	13,0	0,0	0,0
V14b	4,62	4,45	7,70	0,0	L14	L14	14,68	3,7	2,0	5,70	6,88	2,4	0,0	0,0	9,2	0,0	0,0	14,6	0,0	0,0
V14c	3,73	3,51	7,70	0,0	L14	L14		3,7	2,0	5,70	6,88	2,4	0,0	0,0	9,2	0,0	0,0	14,6	0,0	0,0
V14d	3,98	4,20	7,70	0,0	L14	L14		3,7	2,0	5,70	6,88	2,4	0,0	0,0	9,2	0,0	0,0	14,6	0,0	0,0
V14e	6,20	6,01	7,70	0,0	L15	L15		9,03	3,7	2,0	5,70	8,56	3,0	0,0	0,0	13,3	0,0	0,0	16,3	0,0
V15a	6,41	2,92	7,70	0,0	L13 e L12	L12	1,23	3,7	2,0	5,70	2,40	1,2	0,8	0,0	9,8	9,3	0,0	11,0	10,1	0,0
		3,16				L13	1,83	3,7	2,0	5,70	3,30									
V15b	6,41	3,16	7,70	0,0	L1 e L6	L1	1,83	3,7	2,0	5,70	3,30	0,8	1,2	0,0	9,3	9,8	0,0	10,1	11,0	0,0
		2,92				L6	1,23	3,7	2,0	5,70	2,40									
V16a	3,08	6,02	2,47	0,0	L7 e L12	L7	3,54	3,7	2,0	5,70	3,35	2,6	0,0	0,0	7,3	0,0	0,0	10,0	0,0	0,0
		2,92				L12	2,12	3,7	2,0	5,70	4,15									
V16b	3,08	2,92	2,47	0,0	L6 e L7	L6	2,12	3,7	2,0	5,70	4,15	2,6	0,0	0,0	7,3	0,0	0,0	10,0	0,0	0,0
		6,02				L7	3,54	3,7	2,0	5,70	3,35									
V17a	4,47	6,02	2,47	0,0	L13 e L14	L7	3,54	3,7	2,0	5,70	3,35	4,7	3,9	0,0	11,1	9,6	0,0	15,8	13,5	0,0
		3,16				L13	3,17	3,7	2,0	5,70	5,71									
		4,24				L14	5,67	3,7	2,0	5,70	7,63									
V17b	3,93	6,02	2,47	4,7	L7 e L8	L7	3,54	3,7	2,0	5,70	3,35	1,2	2,2	0,0	9,3	11,2	0,0	10,5	13,3	0,0
		1,58				L8	0,78	3,7	2,0	5,70	2,84									
V17c	4,42	3,16	2,47	0,0	L1 e L2	L1	3,17	3,7	2,0	5,70	5,71	3,9	4,7	0,0	9,6	11,1	0,0	13,5	15,8	0,0
		4,24				L2	5,67	3,7	2,0	5,70	7,63									
		6,02				L7	3,54	3,7	2,0	5,70	3,35									

continua

continuação

Viga	Vão de Cálculo (m)	Comprimento do Bordo da Laje (m)	Peso Próprio da Viga (kN/m)	Carga de Paredes sobre Vigas (kN/m)	Lajes Apoiadas	Área de Contribuição da Laje (m <sup>2</sup> )		Carga Permanente da Laje (kN/m <sup>2</sup> )	Carga Acidental da Laje (kN/m <sup>2</sup> )	Carga Total da Laje (kN/m <sup>2</sup> )	Reação das Lajes (Permanente +Acidental) (kN/m)	Cargas Acidentais (kN/m)			Cargas Permanentes (kN/m)			Carga Total (kN/m)					
												Trecho 1	Trecho 1	Trecho 2	Trecho 3	Trecho 2	Trecho 3	Trecho 1	Trecho 2	Trecho 3			
V18	3,97	1,58	2,47	4,0	L8 e L9a	L8	0,78	3,7	2,0	5,70	2,84	0,0	1,0	1,8	6,4	25,1	26,5	6,4	26,1	28,3			
		1,24		20,7		L9a	0,48														3,7	2,0	5,70
V19	2,54	2,35	2,47	14,8	LCEa	LCEa	0,51	3,7	2,0	5,70	1,24	0,4	0,0	0,0	18,1	0,0	0,0	18,5	0,0	0,0			
V20	3,97	1,08	2,47	0,0	LCEc, LCEd, L9c, L10a	LCEc	0,29	3,7	2,0	5,70	1,54	1,2	1,2	1,3	4,8	4,8	4,9	6,0	6,0	6,2			
		LCEd				0,29	L9c														0,38	L10a	1,33
		L10b				0,94	L11														0,78	L14	5,67
		L11				0,78	L15														9,65		
V21	3,97	3,78	2,47	4,0	L10 e L11	L10b	0,94	3,7	2,0	5,70	1,43	0,5	1,5	0,0	7,4	5,2	0,0	7,9	6,7	0,0			
		1,58		0,0		L11	0,78														L11	0,78	
V22a	4,42	4,23	2,47	0,0	L14 e L15	L14	5,67	3,7	2,0	5,70	7,64	5,8	0,0	0,0	13,2	0,0	0,0	19,0	0,0	0,0			
		6,22				L15	9,65														L15	9,65	
V22b	3,97	6,22	2,47	4,7	L3, L11 e L15	L3	9,65	3,7	2,0	5,70	8,85	3,1	4,1	0,0	12,9	14,7	0,0	16,0	18,8	0,0			
		1,58				L11	0,78														L15	9,65	
		6,22				L15	9,65																
V22c	4,42	4,23	2,47	0,0	L2 e L3	L2	5,67	3,7	2,0	5,70	7,64	5,8	0,0	0,0	13,2	0,0	0,0	19,0	0,0	0,0			
		6,22				L3	9,65														L3	9,65	
V23a	1,47	6,22	7,70	0,0	L15	L15	9,65	3,7	2,0	5,70	8,85	3,1	0,0	0,0	13,4	0,0	0,0	16,5	0,0	0,0			
V23b	4,94	6,22	2,47	0,0	L15 e L16	L15	9,65	3,7	2,0	5,70	8,85	5,2	0,0	0,0	12,1	0,0	0,0	17,3	0,0	0,0			
		4,75				L16	4,96														L3	9,65	
V23c	4,94	6,22	2,47	0,0	L3 e L4	L3	9,65	3,7	2,0	5,70	8,85	5,2	0,0	0,0	12,1	0,0	0,0	17,3	0,0	0,0			
		4,75				L4	4,96														L3	9,65	
V23d	1,47	6,22	7,70	0,0	L3	L3	9,65	3,7	2,0	5,70	8,85	3,1	0,0	0,0	13,4	0,0	0,0	16,5	0,0	0,0			
V24a	4,94	4,75	2,47	0,0	L16 e L17	L16	4,96	3,7	2,0	5,70	5,95	5,1	0,0	0,0	11,9	0,0	0,0	17,0	0,0	0,0			
		4,75				L17	7,15														L4	4,96	
V24b	4,94	4,75	2,47	0,0	L4 e L5	L4	4,96	3,7	2,0	5,70	5,95	5,1	0,0	0,0	11,9	0,0	0,0	17,0	0,0	0,0			
		4,75				L5	7,15														L17	4,13	
V25a	4,94	4,75	7,70	0,0	L17	L17	4,13	3,7	2,0	5,70	4,96	1,7	0,0	0,0	10,9	0,0	0,0	12,7	0,0	0,0			
V25b	4,94	4,75	7,70	0,0	L5	L5	4,13	3,7	2,0	5,70	4,96	1,7	0,0	0,0	10,9	0,0	0,0	12,7	0,0	0,0			
VR1	3,97	2,35	2,47	0,0	LCEa, LCEb, L9a, L9b	LCEa	0,89	3,7	2,0	5,70	2,15	1,4	0,0	0,0	5,0	0,0	0,0	6,4	0,0	0,0			
		LCEb				0,74	L9a														0,48		
		L9a				0,48	L9b														0,32		
		L9b				0,32																	
VR2	3,97	2,35	2,47	0,0	LCEb, LCEc, L9b, L9c	LCEb	0,74	3,7	2,0	5,70	1,79	1,2	1,2	1,1	4,6	4,6	4,6	5,8	5,8	5,7			
		LCEc				0,29	L9b														0,32		
		LCEd				0,29	L9c														0,38		
		L9b				0,32																	
		L9c				0,38																	
VR3	3,97	3,78	2,47	0,0	L10a, L10b	L10a	1,33	3,7	2,0	5,7	2,01	1,6	0,0	0,0	5,4	0,0	0,0	6,9	0,0	0,0			
		3,78				0,0	L10b														1,64	3,7	2,0
VR4	3,73	3,54	2,47	0,0	LCEc, LCEd	LCEc	1,62	3,7	2,0	5,7	2,61	1,8	0,0	0,0	5,9	0,0	0,0	7,7	0,0	0,0			
		3,54				0,0	LCEd														1,62	3,7	2,0

(fonte: elaborado pelo autor)

### APÊNDICE G – Composição de cargas das vigas das lajes técnicas

Viga	Vão de Cálculo (m)	Comprimento do Bordo da Laje (m)	Peso Próprio da Viga (kN/m)	Carga de Paredes sobre Vigas (kN/m)	Lajes Apoiadas	Área Ponderada Laje (m <sup>2</sup> )		Carga Permanente da Laje (kN/m <sup>2</sup> )	Carga Acidenta da Lajel (kN/m <sup>2</sup> )	Carga Total da Laje (kN/m <sup>2</sup> )	Reação das Lajes (Permanente +Acidental) (kN/m)	Cargas Acidentais (kN/m)		Cargas Permanentes (kN/m)		Carga Total (kN/m)	
						Trecho 1	Trecho 2					Trecho 1	Trecho 2	Trecho 1	Trecho 2		
V1	2,07	1,88	2,47	0,0	L1	L1	0,88	3,20	30,00	33,20	15,52	14,03	0,00	3,97	0,00	17,99	0,00
V2	2,05	1,88	2,47	0,0	L2	L2	0,88	3,20	30,00	33,20	15,52	14,03	0,00	3,97	0,00	17,99	0,00
V3	4,63	1,88	2,47	12,4	L1	L1	0,88	3,20	30,00	33,20	15,52	14,03	0,00	16,32	14,82	30,34	14,82
V4	3,98	1,88	2,47	12,4	L2	L2	0,88	3,20	30,00	33,20	15,52	14,03	0,00	16,32	14,82	30,34	14,82
V5	3,97	2,01	2,47	12,4	L1	L1	1,01	3,20	30,00	33,20	16,61	15,01	0,00	16,42	14,82	31,43	14,82
V6	2,20	2,01	2,47	0,0	L1	L1	1,01	3,20	30,00	33,20	16,61	15,01	0,00	4,07	0,00	19,08	0,00
V7	2,20	2,01	1,82	0,0	L2	L2	1,01	3,20	30,00	33,20	16,61	15,01	0,00	4,07	0,00	18,43	0,00
V8	3,97	2,01	2,47	12,4	L2	L2	1,01	3,20	30,00	33,20	16,61	15,01	0,00	16,42	14,82	31,43	14,82

(fonte: elaborado pelo autor)

**APÊNDICE H – Composição de cargas das vigas das coberturas dos reservatórios**

Viga	Vão de Cálculo (m)	Comprimento do Bordo da Laje (m)	Peso Próprio da Viga (kN/m)	Carga de Paredes sobre Vigas (kN/m)	Lajes Apoiadas	Área Ponderada Laje (m <sup>2</sup> )		Carga Permanente da Laje (kN/m <sup>2</sup> )	Carga Acidental da Laje (kN/m <sup>2</sup> )	Carga Total da Laje (kN/m <sup>2</sup> )	Reação das Lajes (Permanente +Acidental) (kN/m)	Cargas Acidentais (kN/m)	Cargas Permanentes (kN/m)	Carga Total (kN/m)
						L1	L2							
V1a	4,63	0,85	3,90	0	L1 e L2	L1	0,13	4,20	2,00	6,20	0,96	0,31	4,54	4,85
		L2				12,86	7,91							
V1b	3,73	10,08	3,90	0	L2	L2	12,86	4,20	2,00	6,20	7,91	2,55	9,25	11,80
V1c	3,98	10,08	3,90	0	L2 e L3	L2	12,86	4,20	2,00	6,20	7,91	2,55	9,25	11,80
		L3				0,13	4,20							
V2a	4,63	0,85	3,90	0	L1 e L2	L1	0,13	4,20	2,00	6,20	0,96	0,31	4,54	4,85
		L2				12,86	4,20							
V2b	3,73	10,08	3,90	0	L2	L2	12,86	4,20	2,00	6,20	7,91	2,55	9,25	11,80
V2c	3,98	10,08	3,90	0	L2 e L3	L2	12,86	4,20	2,00	6,20	7,91	2,55	9,25	11,80
		L3				0,13	4,20							
V3	3,96	3,78	3,90	0	L1	L1	1,07	4,20	2,00	6,20	1,76	0,57	5,09	5,66
V4	3,96	3,78	2,47	0	L1 e L2	L1	1,86	4,20	2,00	6,20	3,05	4,25	11,40	15,65
		L2				6,17	4,20							
V5	3,96	3,78	2,47	0	L2 e L3	L2	6,17	4,20	2,00	6,20	10,13	4,25	11,40	15,65
		L3				1,86	4,20							
V6	3,96	3,78	3,90	0	L3	L3	1,07	4,20	2,00	6,20	1,76	0,57	5,09	5,66

(fonte: elaborado pelo autor)



### APÊNDICE I – Dimensionamento de vigas do tipo

Vigas	Trechos	Lado	Mk (kN.m)						Md (1,4g+0,7q+1,4v) (kN.m)	Vd (1,4g+1,4c+0,84v) (kN)	Aresta do Pilar (m)	ΔMd (kN.m)	Md atualizado (kN.m)	Vk (kN)			
			Permanente	Acidental	Vento (+)	Vento (-)	Permanente	Acidental						Vento (+)	Vento (-)		
V1 ou V14	P1	D	-70,8	-6,8	12,1	-12,1	-120,8	90,4	0,60	19,0	-101,8	57,8	5,6	-2	2		
	a	-	44,5	4,3			65,3	0,0	0,00	0,0	65,3						
	P2	E	-96,2	-9,4	-11,7	11,7	-157,6	-99,7	0,60	20,9	-136,7	-63,8	-6,2	-2	2		
	D	-21,7	-2,5	15,1	-15,1	-53,3	58,8	0,60	12,3	-40,9	35,6	4	-4	4			
	b	-	16,7	1,8			24,6	0,0	0,00	0,0	24,6						
	P3	E	-33,6	-3,5	-10,7	10,7	-64,5	-66,5	0,35	8,1	-56,3	-40,7	-4,4	-4	4		
	D	-12,3	-1,4	6,4	-6,4	-27,2	47,1	0,35	5,8	-21,4	29,4	3,2	-1,7	1,7			
	c	-	13,9	1,6			20,6	0,0	0,00	0,0	20,6						
	P4	E	-17,3	-1,8	-2,3	2,3	-28,7	-51,3	0,20	3,6	-25,1	-32,1	-3,5	-1,7	1,7		
	D	-6,1	-0,6	-4,9	4,9	-15,8	34,4	0,20	2,4	-13,4	20,3	2,2	-3,4	3,4			
d	-	6,3	0,7			9,3	0,0	0,00	0,0	9,3							
P5	E	-47,8	-6,3	-14,2	14,2	-91,2	-73,6	0,50	12,9	-78,3	-45,5	-5	-3,4	3,4			
D	-95,1	-10,0			-140,1	121,7	0,50	21,3	-118,8	78,3	8,6						
e	-	59,7	6,4			88,1	0,0	0,00	0,0	88,1							
Apoio V23c	E	0,0	0,0	0,0		0,0	-70,6	0,00	0,0	0,0	-45	-5,4					
V2 ou V13	P6	D	-9,2	-0,5	15,8	-15,8	-35,4	35,9	0,60	7,5	-27,8	18,1	0,9	-11,1	11,1		
	a	-	3,7	0,1			5,3	0,0	0,00	0,0	5,3						
	P7	E	-8,5	-0,4	-15,8	15,8	-34,3	-34,9	0,70	8,6	-25,7	-17,5	-0,8	-11,1	11,1		
	D	-40,7	-4,0	9,8	-9,8	-73,5	71,2	0,70	17,5	-56,0	44,5	4,4	-3,3	3,3			
	b	-	23,8	2,3			34,9	0,0	0,00	0,0	34,9						
P8	E	-40,7	-4,0	-9,5	9,5	-73,1	-71,2	0,45	11,2	-61,9	-44,5	-4,4	-3,3	3,3			
V3 ou V12	Apoio V15a ou V15b	D	0,0	0,0			0,0	81,2	0,00	0,0	0,0	49	9				
	a	-	53,0	9,5			80,9	0,0	0,00	0,0	80,9						
	P9	E	-85,2	-16,9			-131,1	-122,4	0,60	25,7	-105,4	-72,5	-14,9				
	D	-26,9	-5,4			-41,4	76,2	0,60	16,0	-25,4	45,2	9,2					
	b	-	15,7	3,0			24,1	0,0	0,00	0,0	24,1						
Apoio V17a ou V17b	E	0,0	0,0			0,0	-37,1	0,00	0,0	0,0	-21,9	-4,6					
V4	P10	D	-86,8	-15,1	13,2	-13,2	-150,6	166,3	0,90	52,4	-98,2	97,8	17,6	-5,7	5,7		
	a	-	66,2	11,3			100,6	0,0	0,00	0,0	100,6						
	P11	E	-80,4	-14,0	-12,9	12,9	-140,4	-142,7	0,90	44,9	-95,5	-83,9	-14,6	-5,7	5,7		
	D	-18,2	-3,2	15,2	-15,2	-49,0	65,3	0,90	20,6	-28,4	35,5	6,3	-8,1	8,1			
	b	-	12,0	2,1			18,3	0,0	0,00	0,0	18,3						
	P12	E	-32,8	-5,8	-15,2	15,2	-71,3	-79,5	0,90	25,0	-46,2	-44,1	-7,8	-8,1	8,1		
	D	-42,8	-7,8	11,5	-11,5	-81,5	107,3	0,90	33,8	-47,7	61,9	11,8	-4,9	4,9			
c	-	37,2	6,5			56,6	0,0	0,00	0,0	56,6							
P13	E	-30,8	-5,7	-8,0	8,0	-58,3	-99,6	0,19	6,6	-51,7	-57,4	-10,8	-4,9	4,9			
V5	Apoio V18	D	0,0	0,0			0,0	121,2	0,00	0,0	0,0	72,2	14,4				
	a	-	114,9	27,5			180,1	0,0	0,00	0,0	180,1						
Apoio V20	E	0,0	0,0			0,0	-89,6	0,00	0,0	0,0	-54,3	-9,7					
V6	Apoio V17b	D	0,0	0,0			0,0	18,5	0,00	0,0	0,0	12,4	0,8				
	a	-	6,4	0,4			9,2	0,0	0,00	0,0	9,2						
Apoio V18	E	0,0	0,0			0,0	-18,5	0,00	0,0	0,0	-12,4	-0,8					
V7	Apoio V21	D	0,0	0,0			0,0	18,3	0,00	0,0	0,0	12,3	0,8				
	a	-	6,3	0,4			9,1	0,0	0,00	0,0	9,1						
	Apoio V22b	E	0,0	0,0			0,0	-18,3	0,00	0,0	0,0	-12,3	-0,8				
V8	P14	D	-53,1	-9,2			-80,8	95,9	0,75	25,2	-55,6	58,4	10,1				
	a	-	27,9	4,8			42,4	0,0	0,00	0,0	42,4						
	P15	E	-58,5	-10,1			-89,0	-85,0	0,40	11,9	-77,1	-50,3	-10,4				
	D	-103,2	-17,7			-156,9	151,1	0,40	21,1	-135,7	92,1	15,8					
	b	-	0,0	0,0			0,0	105,4	0,00	0,0	0,0	64,3	11				
V9	Apoio V18	D	0,0	0,0			0,0	5,6	0,00	0,0	0,0	4	0				
	a	-	0,7	0,0			1,0	0,0	0,00	0,0	1,0						
	Apoio V19	E	0,0	0,0			0,0	-5,6	0,00	0,0	0,0	-4	0				
V10	Apoio V22b	D	0,0	0,0			0,0	108,6	0,00	0,0	0,0	67	10,6				
	a	-	80,3	12,4			121,1	0,0	0,00	0,0	121,1						
	P16	E	-123,1	-21,1			-187,1	-159,5	0,90	50,2	-136,9	-96,5	-17,4				
	D	-43,8	-7,3	14,7	-14,7	-87,0	82,5	0,90	26,0	-61,0	45,5	6,7	-11,2	11,2			
	b	-	16,3	3,5			25,3	0,0	0,00	0,0	25,3						
	P17	E	16,2	3,5	-14,4	14,4	5,0	-9,4	0,00	0,0	5,0	-1	1	-11,2	11,2		
	D	-93,3	-18,8	9,9	-9,9	-157,6	143,7	0,90	45,3	-112,4	83,9	16,7	-3,4	3,4			
	c	-	38,6	7,8			59,5	0,0	0,00	0,0	59,5						
P18	E	-49,7	-10,0	-10,1	10,1	-90,7	-76,8	0,90	24,2	-66,5	-66,4	13,6	-3,4	3,4			
V11	P19	D	-82,1	-11,9	10,9	-10,9	-138,5	144,3	0,19	9,6	-128,9	87,3	12,4	-5,6	5,6		
	a	-	54,6	7,1			81,4	0,0	0,00	0,0	81,4						
	P20	E	-71,1	-10,5	-10,7	10,7	-121,9	-139,2	0,90	43,9	-78,0	-82,2	-13,9	-5,6	5,6		
	D	-17,4	-2,8	9,7	-9,7	-39,9	59,1	0,90	18,6	-21,3	34,1	5,2	-4,8	4,8			
	b	-	10,9	1,5			16,3	0,0	0,00	0,0	16,3						
	P21	E	-33,7	-5,4	-5,5	5,5	-58,7	-73,2	0,19	4,9	-53,8	-42,8	-6,6	-4,8	4,8		
	D	-37,4	-6,7	4,8	-4,8	-63,8	103,7	0,19	6,9	-56,9	60,8	11,8	-2,5	2,5			
	c	-	37,8	7,0			57,8	0,0	0,00	0,0	57,8						
P22	E	-31,7	-5,6	-5,2	5,2	-55,6	-92,3	0,19	6,1	-49,4	-55	-9,4	-2,5	2,5			

continua

continuação

Vigas	Trechos	Lado	Mk (kN.m)						Vk (kN)						
			Permanente	Acidental	Vento (+)	Vento (-)	Md (1,4g+0,7q+1,4v) (kN.m)	Vd (1,4g+1,4c+0,84v) (kN)	Aresta do Pilar (m)	ΔMd (kN.m)	Md atualizado (kN.m)	Permanente	Acidental	Vento (+)	Vento (-)
V15	P27	D	-79,7	-9,0	96,4	-96,4	-252,8	130,9	0,60	27,5	-225,3	68,9	7,1	-29,2	29,2
	a	-	67,5	8,9			100,7	0,0	0,00	0,0	100,7				
	P14	E	-90,6	-9,7	-90,8	90,8	-260,8	-133,4	0,75	35,0	-225,7	-71,2	-6,6	-29,2	29,2
		D	-90,6	-9,7	90,8	-90,8	-260,8	133,4	0,75	35,0	-225,7	71,2	6,6	-29,2	29,2
	b	-	67,5	8,9			100,7	0,0	0,00	0,0	100,7				
P1	E	-79,7	-9,0	-96,3	96,3	-252,7	-130,9	0,60	27,5	-225,2	-68,9	-7,1	-29,2	29,2	
V16	Apoio V12b	D	0,0	0,0			0,0	33,0	0,00	0,0	0,0	20,3	3,3		
	a	-	12,7	1,9			19,1	0,0	0,00	0,0	19,1				
	Apoio V8b	E	-20,5	-3,4			-31,1	-52,6	0,00	0,0	-31,1	-32,1	-5,5		
		D	-20,5	-3,4			-31,1	52,6	0,00	0,0	-31,1	32,1	5,5		
	b	-	12,7	1,9			19,1	0,0	0,00	0,0	19,1				
Apoio V3b	E	0,0	0,0			0,0	-33,0	0,00	0,0	0,0	-20,3	-3,3			
V17	P28	D	-26,7	-6,6	65,1	-65,1	-133,1	94,0	0,27	8,9	-124,3	35,1	8,8	-38,7	38,7
	a	-	18,4	4,5			28,9	0,0	0,00	0,0	28,9				
	P19	E	-29,7	-7,5	-77,2	77,2	-154,9	-113,3	0,90	35,7	-119,2	-46	-11,7	-38,7	38,7
		D	-16,1	-3,9	74,1	-74,1	-129,0	60,0	0,90	18,9	-110,1	17,4	4,3	-35,3	35,3
	b	-	7,5	1,2			11,3	0,0	0,00	0,0	11,3				
	P10	E	-18,8	-4,5	-41,7	41,7	-87,9	-68,9	0,19	4,6	-83,3	-21,9	-6,1	-35,3	35,3
		D	-28,8	-7,1	29,3	-29,3	-86,3	99,3	0,19	6,6	-79,7	46,4	11,8	-21,2	21,2
	c	-	19,6	4,9			30,9	0,0	0,00	0,0	30,9				
P2	E	-23,2	-5,7	-49,5	49,5	-105,8	-77,7	0,27	7,3	-98,4	-34,2	-8,6	-21,2	21,2	
V18	Apoio V11a	D	0,0	0,0			0,0	88,2	0,00	0,0	0,0	56,6	6,4		
	a	-	101,3	16,0			153,0	0,0	0,00	0,0	153,0				
	Apoio V4a	E	0,0	0,0			0,0	-131,9	0,00	0,0	0,0	-81,1	-13,1		
V19	Apoio V11a	D	0,0	0,0			0,0	19,6	0,00	0,0	0,0	12,7	1,3		
	a	-	8,8	0,8			12,9	0,0	0,00	0,0	12,9				
	Apoio V5	E	0,0	0,0			0,0	-22,3	0,00	0,0	0,0	-14,6	-1,3		
V20	P21	D	-36,3	-7,7	71,4	-71,4	-156,2	109,5	0,90	34,5	-121,7	49,5	10,6	-30,2	30,2
	a	-	48,7	10,4			75,5	0,0	0,00	0,0	75,5				
	P12	E	-35,0	-7,4	-48,4	48,4	-121,9	-147,2	0,19	9,8	-112,2	-71,2	-15,8	-30,2	30,2
V21	Apoio V11c	D	0,0	0,0			0,0	49,6	0,00	0,0	0,0	30	5,4		
	a	-	37,0	5,1			55,4	0,0	0,00	0,0	55,4				
	Apoio V4c	E	0,0	0,0			0,0	-47,6	0,00	0,0	0,0	-30	-4		
V22	P31	D	-44,3	-7,4	-83,0	83,0	-183,4	125,1	0,34	14,9	-168,5	55,8	10	-39,3	39,3
	a	-	22,5	4,0			34,3	0,0	0,00	0,0	34,3				
	P22	E	-35,5	-5,8	-90,7	90,7	-180,7	-129,1	0,90	40,7	-140,1	-59,4	-9,2	-39,3	39,3
		D	-66,7	-9,7	108,1	-108,1	-251,5	180,9	0,90	57,0	-194,5	85,3	11,2	-54,5	54,5
	b	-	51,3	7,7			77,2	0,0	0,00	0,0	77,2				
	P13	E	-66,6	-9,6	-108,1	108,1	-251,3	-184,4	0,90	58,1	-193,2	-86,5	-12,5	-54,5	54,5
		D	-35,5	-5,7	90,6	-90,6	-180,5	129,0	0,90	40,6	-139,9	59,4	9,2	-39,2	39,2
	c	-	21,9	4,0			33,5	0,0	0,00	0,0	33,5				
P5	E	-40,5	-7,5	-82,8	82,8	-177,9	-125,2	0,34	14,9	-163,0	-55,9	-10	-39,2	39,2	
V23	a	-	0,0				0,0	-72,8	0,00	0,0	0,0	-46,5	-5,5		
	P24	E	-97,6				-136,6	0,0	0,25	0,0	-136,6				
		D	-38,6	-8,4	45,1	-45,1	-123,1	77,6	0,25	6,8	-116,3	36	9,8	-16	16
	b	-	9,3	3,8			15,7	0,0	0,00	0,0	15,7				
	P16	E	-25,9	-7,9	-33,8	33,8	-89,1	-70,0	0,19	4,7	-84,5	-30,9	-9,5	-16	16
		D	-25,9	-7,9	33,8	-33,8	-89,1	70,0	0,19	4,7	-84,5	30,9	9,5	-16	16
	c	-	9,3	3,8			15,7	0,0	0,00	0,0	15,7				
	P6	E	-38,6	-8,4	-45,1	45,1	-123,1	-77,6	0,25	6,8	-116,3	-36	-9,8	-16	16
D		-97,6				-136,6	0,0	0,25	0,0	-136,6					
d	-	0,0				0,0	56,0	0,00	0,0	0,0	45,5	-5,5			
V24	P25	D	-24,7	-6,9	49,7	-49,7	-109,0	74,7	0,25	6,5	-102,5	33,6	9,3	-17,4	17,4
	a	-	16,2	4,5			25,8	0,0	0,00	0,0	25,8				
	P17	E	-27,5	-7,5	-36,4	36,4	-94,7	-76,8	0,19	5,1	-89,6	-34,8	-9,6	-17,4	17,4
		D	-27,5	-7,5	36,4	-36,4	-94,7	76,8	0,19	5,1	-89,6	34,8	9,6	-17,4	17,4
	b	-	16,2	4,5			25,8	0,0	0,00	0,0	25,8				
	P7	E	-24,7	-6,9	-49,7	49,7	-109,0	-74,7	0,25	6,5	-102,5	-33,6	-9,3	-17,4	17,4
V25	P26	D	-19,7	-1,8	56,3	-56,3	-107,7	68,1	0,25	6,0	-101,7	33,7	3	-19,9	19,9
	a	-	18,7	1,7			27,4	0,0	0,00	0,0	27,4				
	P18	E	-33,3	-2,9	-42,2	42,2	-107,7	-76,4	0,19	5,1	-102,7	-39,2	-3,4	-19,9	19,9
		D	-33,3	-2,9	42,2	-42,2	-107,7	76,4	0,19	5,1	-102,7	39,2	3,4	-19,9	19,9
	b	-	18,7	1,7			27,4	0,0	0,00	0,0	27,4				
P8	E	-19,7	-1,8	-56,2	56,2	-107,5	-68,1	0,25	6,0	-101,6	-33,7	-3	-19,9	19,9	
VE	P20	D	-20,8	-8,2			-34,9	86,4	0,19	5,7	-29,1	44,2	17,5		
	a	-	13,7	5,4			23,0	0,0	0,00	0,0	23,0				
	Apoio V5	E	0,0	0,0			0,0	-54,5	0,00	0,0	0,0	-27,9	-11		
VEP	P21	D	-5,3	-1,2			-8,3	37,8	0,90	11,9	3,6	21,9	5,1		
	a	-	9,8	2,3			15,3	0,0	0,00	0,0	15,3				
	PE	E	-0,8	-0,2			-1,3	-26,7	0,00	0,0	-1,3	-14,8	-4,3		

(fonte: elaborado pelo autor)

Vigas	Trechos	Lado	Md atualizado (kN.m)	bw (cm)	h (cm)	c1 (cm)	c2 (cm)	d1 (cm)	d2 (cm)	d (cm)	x <sub>max</sub> (cm)	y <sub>max</sub> (cm)	M <sub>máximo</sub> (kNm)	e <sub>2</sub>	σ <sub>2</sub> (kN/cm <sup>2</sup> )	y (cm)
V1 ou V14	P1	D	-101,8	19	52	3	2	48,70	44,70	47,58	21,41	17,13	231,24		43,48	6,65
	a	-	65,3	19	52	3	2	47,70	43,70	47,70	21,47	17,17	232,44		43,48	4,14
	P2	E	-136,7	19	52	3	2	48,50	44,50	47,95	21,58	17,26	234,89		43,48	9,10
		D	-40,9	19	52	3	2	49,00	45,00	47,92	21,56	17,25	234,60		43,48	2,53
	b	-	24,6	19	52	3	2	48,00	44,00	48,00	21,60	17,28	235,38		43,48	1,51
	P3	E	-56,3	19	52	3	2	48,88	44,88	48,11	21,65	17,32	236,48		43,48	3,51
		D	-21,4	19	52	3	2	49,00	45,00	49,00	22,05	17,64	245,29		43,48	1,28
	c	-	20,6	19	52	3	2	48,00	44,00	48,00	21,60	17,28	235,38		43,48	1,26
	P4	E	-25,1	19	52	3	2	49,00	45,00	49,00	22,05	17,64	245,29		43,48	1,50
		D	-13,4	19	52	3	2	49,00	45,00	49,00	22,05	17,64	245,29		43,48	0,80
	d	-	9,3	19	52	3	2	48,00	44,00	48,00	21,60	17,28	235,38		43,48	0,56
	P5	E	-78,3	19	52	3	2	48,70	44,70	48,70	21,92	17,53	242,29		43,48	4,89
		D	-118,8	19	52	3	2	48,50	44,50	47,70	21,47	17,17	232,44		43,48	7,84
	e	-	88,1	19	52	3	2	47,70	43,70	46,58	20,96	16,77	221,62		43,48	5,83
Apoio V23c	E	0,0	19	52	3	2	49,00	45,00	49,00	22,05	17,64	245,29		43,48	0,00	
V2 ou V13	P6	D	-27,8	19	52	3	2	49,00	45,00	49,00	22,05	17,64	245,29		43,48	1,67
	a	-	5,3	19	52	3	2	48,00	44,00	48,00	21,60	17,28	235,38		43,48	0,32
	P7	E	-25,7	19	52	3	2	49,00	45,00	49,00	22,05	17,64	245,29		43,48	1,54
		D	-56,0	19	52	3	2	48,88	44,88	47,72	21,47	17,18	232,63		43,48	3,52
	b	-	34,9	19	52	3	2	47,88	43,88	47,88	21,54	17,24	234,15		43,48	2,16
	P8	E	-61,9	19	52	3	2	48,88	44,88	47,72	21,47	17,18	232,63		43,48	3,91
V3 ou V12	Apoio V15a ou V15b	D	0,0	14	52	2,5	2	49,00	45,00	49,00	22,05	17,64	180,74		43,48	0,00
	a		80,9	14	52	2,5	2	48,20	44,20	47,40	21,33	17,07	169,15		43,48	7,24
	P9	E	-105,4	14	52	2,5	2	48,50	44,50	48,50	21,83	17,46	177,07		43,48	9,44
		D	-25,4	14	52	2,5	2	49,00	45,00	49,00	22,05	17,64	180,74		43,48	2,08
	b		24,1	14	52	2,5	2	48,50	44,50	48,50	21,83	17,46	177,07		43,48	1,99
	Apoio V17a ou V17b	E	0,0	14	52	2,5	2	49,00	45,00	49,00	22,05	17,64	180,74		43,48	0,00
V4	P10	D	-98,2	19	52	2,5	2	48,50	44,50	48,50	21,83	17,46	240,31		43,48	6,25
	a	-	100,6	19	52	2,5	2	48,00	44,00	48,00	21,60	17,28	235,38		43,48	6,49
	P11	E	-95,5	19	52	2,5	2	48,50	44,50	48,50	21,83	17,46	240,31		43,48	6,07
		D	-28,4	19	52	2,5	2	49,00	45,00	49,00	22,05	17,64	245,29		43,48	1,71
	b	-	18,3	19	52	2,5	2	48,50	44,50	48,50	21,83	17,46	240,31		43,48	1,10
	P12	E	-46,2	19	52	2,5	2	48,88	44,88	48,88	21,99	17,60	244,04		43,48	2,81
		D	-47,7	19	52	2,5	2	48,88	44,88	48,88	21,99	17,60	244,04		43,48	2,91
	c	-	56,6	19	52	2,5	2	48,38	44,38	48,38	21,77	17,42	239,07		43,48	3,51
P13	E	-51,7	19	52	2,5	2	48,88	44,88	48,11	21,65	17,32	236,48		43,48	3,21	
V5	Apoio V18	D	0,0	19	52	2,5	2	49,00	45,00	49,00	22,05	17,64	245,29		43,48	0,00
	a	-	180,1	19	52	2,5	2	48,00	44,00	47,43	21,34	17,07	229,81		43,48	12,66
	Apoio V20	E	0,0	19	52	2,5	2	49,00	45,00	49,00	22,05	17,64	245,29		43,48	0,00
V6	Apoio V17b	D	0,0	19	52	2,5	2	48,50	44,50	48,50	21,83	17,46	240,31		43,48	0,00
	a	-	9,2	19	52	2,5	2	48,50	44,50	48,50	21,83	17,46	240,31		43,48	0,55
	Apoio V18	E	0,0	19	52	2,5	2	48,50	44,50	48,50	21,83	17,46	240,31		43,48	0,00
V7	Apoio V21	D	0,0	19	52	2,5	2	48,50	44,50	48,50	21,83	17,46	240,31		43,48	0,00
	a	-	9,1	19	52	2,5	2	48,50	44,50	48,50	21,83	17,46	240,31		43,48	0,55
	Apoio V22b	E	0,0	19	52	2,5	2	48,50	44,50	48,50	21,83	17,46	240,31		43,48	0,00
V8	P14	D	-55,6	19	52	2,5	2	48,70	44,70	48,70	21,92	17,53	242,29		43,48	3,42
	a	-	42,4	19	52	2,5	2	48,38	44,38	48,38	21,77	17,42	239,07		43,48	2,60
	P15	E	-77,1	19	52	2,5	2	48,70	44,70	48,70	21,92	17,53	242,29		43,48	4,81
		D	-135,7	19	52	2,5	2	48,50	44,50	47,70	21,47	17,17	232,44		43,48	9,09
	b	-	0,0	19	52	2,5	2	48,50	44,50	48,50	21,83	17,46	240,31		43,48	0,00
V9	Apoio V18	D	0,0	19	52	2,5	2	48,50	44,50	48,50	21,83	17,46	240,31		43,48	0,00
	a	-	1,0	19	52	2,5	2	48,50	44,50	48,50	21,83	17,46	240,31		43,48	0,06
	Apoio V19	E	0,0	19	52	2,5	2	48,50	44,50	48,50	21,83	17,46	240,31		43,48	0,00
V10	Apoio V22b	D	0,0	19	52	2,5	2	49,00	45,00	49,00	22,05	17,64	245,29		43,48	0,00
	a	-	121,1	19	52	2,5	2	48,00	44,00	47,66	21,45	17,16	232,07		43,48	8,02
	P16	E	-136,9	19	52	2,5	2	48,50	44,50	47,37	21,32	17,05	229,28		43,48	9,25
		D	-61,0	19	52	2,5	2	48,70	44,70	48,70	21,92	17,53	242,29		43,48	3,77
	b	-	25,3	19	52	2,5	2	48,50	44,50	48,50	21,83	17,46	240,31		43,48	1,53
	P17	E	5,0	19	52	2,5	2	48,50	44,50	48,50	21,83	17,46	240,31		43,48	0,30
		D	-112,4	19	52	2,5	2	48,50	44,50	47,95	21,58	17,26	234,89		43,48	7,33
	c	-	59,5	19	52	2,5	2	48,38	44,38	47,61	21,43	17,14	231,59		43,48	3,76
P18	E	-66,5	19	52	2,5	2	48,88	44,88	47,72	21,47	17,18	232,63		43,48	4,22	
V11	P19	D	-128,9	19	52	2,5	2	48,50	44,50	47,95	21,58	17,26	234,89		43,48	8,53
	a	-	81,4	19	52	2,5	2	48,20	44,20	47,70	21,46	17,17	232,40		43,48	5,22
	P20	E	-78,0	19	52	2,5	2	48,70	44,70	47,90	21,56	17,25	234,43		43,48	4,96
		D	-21,3	19	52	2,5	2	49,00	45,00	49,00	22,05	17,64	245,29		43,48	1,27
	b	-	16,3	19	52	2,5	2	48,50	44,50	48,50	21,83	17,46	240,31		43,48	0,98
	P21	E	-53,8	19	52	2,5	2	48,88	44,88	48,11	21,65	17,32	236,48		43,48	3,35
		D	-56,9	19	52	2,5	2	48,88	44,88	48,11	21,65	17,32	236,48		43,48	3,55
c	-	57,8	19	52	2,5	2	48,38	44,38	47,61	21,43	17,14	231,59		43,48	3,65	
P22	E	-49,4	19	52	2,5	2	48,88	44,88	48,11	21,65	17,32	236,48		43,48	3,07	

continuação

Vigas	Trechos	Lado	Md atualizado (kN.m)	bw (cm)	h (cm)	c1 (cm)	c2 (cm)	d1 (cm)	d2 (cm)	d (cm)	x <sub>max</sub> (cm)	y <sub>max</sub> (cm)	M <sub>máximo</sub> (kNm)	e <sub>2</sub>	σ <sub>2</sub> (kN/cm <sup>2</sup> )	y (cm)
V15	P27	D	-225,3	23	52	3	2	48,50	44,50	48,06	21,63	17,30	285,59		43,48	12,93
	a	-	100,7	23	52	3	2	47,70	43,70	47,70	21,47	17,17	281,38		43,48	5,34
	P14	E	-225,7	23	52	3	2	48,50	44,50	48,06	21,63	17,30	285,59		43,48	12,96
		D	-225,7	23	52	3	2	48,50	44,50	48,06	21,63	17,30	285,59		43,48	12,96
	b	-	100,7	23	52	3	2	47,70	43,70	47,70	21,47	17,17	281,38		43,48	5,34
P1	E	-225,2	23	52	3	2	48,50	44,50	48,06	21,63	17,30	285,59		43,48	12,92	
V16	Apoio V12b	D	0,0	14	52	2,5	2	48,50	44,50	48,50	21,83	17,46	177,07		43,48	0,00
	a	-	19,1	14	52	2,5	2	48,50	44,50	48,50	21,83	17,46	177,07		43,48	1,57
	Apoio V8b	E	-31,1	14	52	2,5	2	49,00	45,00	49,00	22,05	17,64	180,74		43,48	2,55
		D	-31,1	14	52	2,5	2	49,00	45,00	49,00	22,05	17,64	180,74		43,48	2,55
	b	-	19,1	14	52	2,5	2	48,50	44,50	48,50	21,83	17,46	177,07		43,48	1,57
Apoio V3b	E	0,0	14	52	2,5	2	49,00	45,00	49,00	22,05	17,64	180,74		43,48	0,00	
V17	P28	D	-124,3	14	52	2,5	2	48,50	44,50	46,94	21,12	16,90	165,85		43,48	11,89
	a	-	28,9	14	52	2,5	2	48,50	44,50	48,50	21,83	17,46	177,07		43,48	2,40
	P19	E	-119,2	19	52	2,5	2	48,50	44,50	47,95	21,58	17,26	234,89		43,48	7,82
		D	-110,1	19	52	2,5	2	48,50	44,50	48,16	21,67	17,34	236,97		43,48	7,13
	b	-	11,3	19	52	2,5	2	48,50	44,50	48,50	21,83	17,46	240,31		43,48	0,68
	P10	E	-83,3	19	52	2,5	2	48,70	44,70	48,20	21,69	17,35	237,30		43,48	5,28
		D	-79,7	19	52	2,5	2	48,70	44,70	48,20	21,69	17,35	237,30		43,48	5,04
	c	-	30,9	14	52	2,5	2	48,50	44,50	48,50	21,83	17,46	177,07		43,48	2,56
P2	E	-98,4	14	52	2,5	2	48,70	44,70	47,58	21,41	17,13	170,39		43,48	8,96	
V18	Apoio V11a	D	0,0	19	52	2,5	2	49,00	45,00	49,00	22,05	17,64	245,29		43,48	0,00
	a	-	153,0	19	52	2,5	2	48,00	44,00	46,87	21,09	16,87	224,47		43,48	10,64
	Apoio V4a	E	0,0	19	52	2,5	2	49,00	45,00	49,00	22,05	17,64	245,29		43,48	0,00
V19	Apoio V11a	D	0,0	14	52	2,5	2	48,50	44,50	48,50	21,83	17,46	177,07		43,48	0,00
	a	-	12,9	14	52	2,5	2	48,50	44,50	48,50	21,83	17,46	177,07		43,48	1,05
	Apoio V5	E	0,0	14	52	2,5	2	48,50	44,50	48,50	21,83	17,46	177,07		43,48	0,00
V20	P21	D	-121,7	19	52	2,5	2	48,50	44,50	47,70	21,47	17,17	232,44		43,48	8,05
	a	-	75,5	19	52	2,5	2	48,20	44,20	48,20	21,69	17,35	237,34		43,48	4,76
	P12	E	-112,2	19	52	2,5	2	48,50	44,50	48,50	21,83	17,46	240,31		43,48	7,22
V21	Apoio V11c	D	0,0	14	52	2,5	2	49,00	45,00	49,00	22,05	17,64	180,74		43,48	0,00
	a	-	55,4	14	52	2,5	2	48,20	44,20	48,20	21,69	17,35	174,88		43,48	4,74
	Apoio V4c	E	0,0	14	52	2,5	2	49,00	45,00	49,00	22,05	17,64	180,74		43,48	0,00
V22	P31	D	-168,5	19	52	2,5	2	48,50	44,50	46,94	21,12	16,90	225,09		43,48	11,88
	a	-	34,3	19	52	2,5	2	48,38	44,38	48,38	21,77	17,42	239,07		43,48	2,09
	P22	E	-140,1	19	52	2,5	2	48,50	44,50	47,70	21,47	17,17	232,44		43,48	9,42
		D	-194,5	19	52	2,5	2	48,50	44,50	46,50	20,93	16,74	220,90		43,48	14,28
	b	-	77,2	19	52	2,5	2	48,20	44,20	48,20	21,69	17,35	237,34		43,48	4,88
	P13	E	-193,2	19	52	2,5	2	48,50	44,50	46,50	20,93	16,74	220,90		43,48	14,16
		D	-139,9	19	52	2,5	2	48,50	44,50	47,70	21,47	17,17	232,44		43,48	9,40
	c	-	33,5	19	52	2,5	2	48,38	44,38	48,38	21,77	17,42	239,07		43,48	2,04
P5	E	-163,0	19	52	2,5	2	48,50	44,50	46,94	21,12	16,90	225,09		43,48	11,42	
V23	a	-	0,0	19	52	3	2	48,00	44,00	48,00	21,60	17,28	235,38		43,48	0,00
	P24	E	-136,6	14	52	2,5	2	48,50	44,50	47,70	21,47	17,17	171,27		43,48	13,01
		D	-116,3	14	52	2,5	2	48,50	44,50	48,50	21,83	17,46	177,07		43,48	10,55
	b	-	15,7	14	52	2,5	2	48,50	44,50	48,50	21,83	17,46	177,07		43,48	1,28
	P16	E	-84,5	14	52	2,5	2	48,50	44,50	48,50	21,83	17,46	177,07		43,48	7,39
		D	-84,5	14	52	2,5	2	48,50	44,50	48,50	21,83	17,46	177,07		43,48	7,39
	c	-	15,7	14	52	2,5	2	48,50	44,50	48,50	21,83	17,46	177,07		43,48	1,28
	P6	E	-116,3	14	52	2,5	2	48,50	44,50	48,50	21,83	17,46	177,07		43,48	10,55
d	-	0,0	19	52	3	2	49,00	45,00	49,00	22,05	17,64	245,29		43,48	0,00	
V24	P25	D	-102,5	14	52	2,5	2	48,50	44,50	48,50	21,83	17,46	177,07		43,48	9,15
	a	-	25,8	14	52	2,5	2	48,50	44,50	48,50	21,83	17,46	177,07		43,48	2,14
	P17	E	-89,6	14	52	2,5	2	48,70	44,70	47,90	21,56	17,25	172,74		43,48	8,00
		D	-89,6	14	52	2,5	2	48,70	44,70	47,90	21,56	17,25	172,74		43,48	8,00
	b	-	25,8	14	52	2,5	2	48,50	44,50	48,50	21,83	17,46	177,07		43,48	2,14
P7	E	-102,5	14	52	2,5	2	48,50	44,50	48,50	21,83	17,46	177,07		43,48	9,15	
V25	P26	D	-101,7	19	52	3	2	48,50	44,50	48,50	21,83	17,46	240,31		43,48	6,49
	a	-	27,4	19	52	3	2	48,00	44,00	48,00	21,60	17,28	235,38		43,48	1,68
	P18	E	-102,7	19	52	3	2	48,50	44,50	48,50	21,83	17,46	240,31		43,48	6,56
		D	-102,7	19	52	3	2	48,50	44,50	48,50	21,83	17,46	240,31		43,48	6,56
	b	-	27,4	19	52	3	2	48,00	44,00	48,00	21,60	17,28	235,38		43,48	1,68
P8	E	-101,6	19	52	3	2	48,50	44,50	48,50	21,83	17,46	240,31		43,48	6,48	
VE	P20	D	-29,1	14	52	2,5	2	49,00	45,00	49,00	22,05	17,64	180,74		43,48	2,39
	a	-	23,0	14	52	2,5	2	48,50	44,50	48,50	21,83	17,46	177,07		43,48	1,89
	Apoio V5	E	0,0	14	52	2,5	2	49,00	45,00	49,00	22,05	17,64	180,74		43,48	0,00
VEP	P21	D	3,6	19	52	2,5	2	48,50	44,50	48,50	21,83	17,46	240,31		43,48	0,22
	a	-	15,3	19	52	2,5	2	48,50	44,50	48,50	21,83	17,46	240,31		43,48	0,92
	PE	E	-1,3	19	52	2,5	2	49,00	45,00	49,00	22,05	17,64	245,29		43,48	0,07

(fonte: elaborado pelo autor)

Vigas	Trechos	Lado	Md atualizado (kN.m)	As calc (cm <sup>2</sup> )	As, mín. (cm <sup>2</sup> )	As' (cm <sup>2</sup> )	As <sub>máx</sub> (cm <sup>2</sup> ):	As esc (cm <sup>2</sup> )	Espaço Livre (cm)	Nº máximo de barras	Camada 1			Camada 2			As,ef (cm <sup>2</sup> )	Taxa de Armadura
											φ (cm)	Nº Barras	As (cm <sup>2</sup> )	φ (cm)	Nº Barras	As (cm <sup>2</sup> )		
V1 ou V14	P1	D	-101,8	5,29	1,48	0,00	39,52	5,29	8,50	2	1,60	2	4,02	1,00	2	1,57	5,59	0,62%
	a	-	65,3	3,29	1,48	0,00	39,52	3,29	12,00	3	1,60	2	4,02				4,02	0,44%
	P2	E	-136,7	7,24	1,48	0,00	39,52	7,24	8,50	2	2,00	2	6,28	0,80	2	1,00	7,28	0,80%
		D	-40,9	2,02	1,48	0,00	39,52	2,02	8,50	4	1,00	2	1,57	0,63	2	0,58	2,15	0,24%
	b	-	24,6	1,20	1,48	0,00	39,52	1,48	12,00	4	1,00	2	1,57				1,57	0,17%
	P3	E	-56,3	2,79	1,48	0,00	39,52	2,79	8,50	2	1,25	2	2,46	0,63	2	0,58	3,04	0,33%
		D	-21,4	1,02	1,48	0,00	39,52	1,48	8,50	4	1,00	2	1,57				1,57	0,17%
	c	-	20,6	1,00	1,48	0,00	39,52	1,48	12,00	4	1,00	2	1,57				1,57	0,17%
	P4	E	-25,1	1,20	1,48	0,00	39,52	1,48	8,50	4	1,00	2	1,57				1,57	0,17%
		D	-13,4	0,63	1,48	0,00	39,52	1,48	8,50	4	1,00	2	1,57				1,57	0,17%
	d	-	9,3	0,45	1,48	0,00	39,52	1,48	12,00	4	1,00	2	1,57				1,57	0,17%
	P5	E	-78,3	3,90	1,48	0,00	39,52	3,90	8,50	2	1,60	2	4,02				4,02	0,43%
D		-118,8	6,24	1,48	0,00	39,52	6,24	8,50	2	2,00	2	6,28	1,00	2	1,57	7,85	0,87%	
e	-	88,1	4,50	1,48	0,00	39,52	4,50	12,00	4	1,25	4	4,92				4,92	0,54%	
Apoio V23c	E	0,0	0,00	1,48	0,00	39,52	1,48	8,50	4	1,00	2	1,57				1,57	0,17%	
V2 ou V13	P6	D	-27,8	1,33	1,48	0,00	39,52	1,48	8,50	4	1,00	2	1,57				1,57	0,17%
	a	-	5,3	0,25	1,48	0,00	39,52	1,48	12,00	4	1,00	2	1,57				1,57	0,17%
	P7	E	-25,7	1,23	1,48	0,00	39,52	1,48	8,50	4	1,00	2	1,57				1,57	0,17%
		D	-56,0	2,81	1,48	0,00	39,52	2,81	8,50	2	1,25	2	2,46	0,80	2	1,00	3,46	0,38%
	b	-	34,9	1,72	1,48	0,00	39,52	1,72	12,00	4	1,25	2	2,46				2,46	0,27%
P8	E	-61,9	3,11	1,48	0,00	39,52	3,11	8,50	2	1,25	2	2,46	0,80	2	1,00	3,46	0,38%	
V3 ou V12	Apoio V15a ou V15b	D	0,0	0,00	1,09	0,00	29,12	1,09	4,50	2	1,00	2	1,57				1,57	0,23%
	a	-	80,9	4,25	1,09	0,00	29,12	4,25	8,00	2	1,60	2	4,02	0,80	2	1,00	5,02	0,76%
	P9	E	-105,4	5,54	1,09	0,00	29,12	5,54	4,50	2	2,00	2	6,28				6,28	0,92%
		D	-25,4	1,22	1,09	0,00	29,12	1,22	4,50	2	1,00	2	1,57				1,57	0,23%
	b	-	24,1	1,17	1,09	0,00	29,12	1,17	8,00	3	1,00	2	1,57				1,57	0,23%
Apoio V17a ou V17b	E	0,0	0,00	1,09	0,00	29,12	1,09	4,50	2	1,00	2	1,57				1,57	0,23%	
V4	P10	D	-98,2	4,98	1,48	0,00	39,52	4,98	9,50	2	2,00	2	6,28				6,28	0,68%
	a	-	100,6	5,17	1,48	0,00	39,52	5,17	13,00	3	2,00	2	6,28				6,28	0,69%
	P11	E	-95,5	4,83	1,48	0,00	39,52	4,83	9,50	2	2,00	2	6,28				6,28	0,68%
		D	-28,4	1,36	1,48	0,00	39,52	1,48	9,50	4	1,00	2	1,57				1,57	0,17%
	b	-	18,3	0,88	1,48	0,00	39,52	1,48	13,00	5	1,00	2	1,57				1,57	0,17%
	P12	E	-46,2	2,24	1,48	0,00	39,52	2,24	9,50	4	1,25	2	2,46				2,46	0,26%
		D	-47,7	2,31	1,48	0,00	39,52	2,31	9,50	4	1,25	2	2,46				2,46	0,26%
c	-	56,6	2,79	1,48	0,00	39,52	2,79	13,00	4	1,25	3	3,69				3,69	0,40%	
V5	P13	E	-51,7	2,56	1,48	0,00	39,52	2,56	9,50	4	1,25	2	2,46	0,63	2	0,58	3,04	0,33%
	Apoio V18	D	0,0	0,00	1,48	0,00	39,52	1,48	9,50	4	1,00	2	1,57				1,57	0,17%
	a	-	180,1	10,08	1,48	0,00	39,52	10,08	13,00	3	2,00	3	9,42	1,00	2	1,57	10,99	1,22%
V6	Apoio V20	E	0,0	0,00	1,48	0,00	39,52	1,48	9,50	4	1,00	2	1,57				1,57	0,17%
	Apoio V17b	D	0,0	0,00	1,48	0,00	39,52	1,48	13,00	5	1,00	2	1,57				1,57	0,17%
	a	-	9,2	0,44	1,48	0,00	39,52	1,48	13,00	5	1,00	2	1,57				1,57	0,17%
V7	Apoio V18	E	0,0	0,00	1,48	0,00	39,52	1,48	13,00	5	1,00	2	1,57				1,57	0,17%
	Apoio V21	D	0,0	0,00	1,48	0,00	39,52	1,48	13,00	5	1,00	2	1,57				1,57	0,17%
	a	-	9,1	0,43	1,48	0,00	39,52	1,48	13,00	5	1,00	2	1,57				1,57	0,17%
V8	Apoio V22b	E	0,0	0,00	1,48	0,00	39,52	1,48	13,00	5	1,00	2	1,57				1,57	0,17%
	P14	D	-55,6	2,72	1,48	0,00	39,52	2,72	9,50	2	1,60	2	4,02				4,02	0,43%
	a	-	42,4	2,07	1,48	0,00	39,52	2,07	13,00	4	1,25	2	2,46				2,46	0,27%
	P15	E	-77,1	3,83	1,48	0,00	39,52	3,83	9,50	2	1,60	2	4,02				4,02	0,43%
		D	-135,7	7,23	1,48	0,00	39,52	7,23	9,50	2	2,00	2	6,28	1,00	2	1,57	7,85	0,87%
b	-	0,0	0,00	1,48	0,00	39,52	1,48	13,00	5	1,00	2	1,57				1,57	0,17%	
V9	Apoio V18	D	0,0	0,00	1,48	0,00	39,52	1,48	13,00	5	1,00	2	1,57				1,57	0,17%
	a	-	1,0	0,05	1,48	0,00	39,52	1,48	13,00	5	1,00	2	1,57				1,57	0,17%
	Apoio V19	E	0,0	0,00	1,48	0,00	39,52	1,48	13,00	5	1,00	2	1,57				1,57	0,17%
V10	Apoio V22b	D	0,0	0,00	1,48	0,00	39,52	1,48	9,50	4	1,00	2	1,57				1,57	0,17%
	a	-	121,1	6,38	1,48	0,00	39,52	6,38	13,00	3	2,00	2	6,28	0,63	2	0,58	6,86	0,76%
	P16	E	-136,9	7,36	1,48	0,00	39,52	7,36	9,50	2	2,00	2	6,28	1,25	2	2,46	8,74	0,97%
		D	-61,0	3,00	1,48	0,00	39,52	3,00	9,50	2	1,60	2	4,02				4,02	0,43%
	b	-	25,3	1,22	1,48	0,00	39,52	1,48	13,00	5	1,00	2	1,57				1,57	0,17%
	P17	E	5,0	0,24	1,48	0,00	39,52	1,48	13,00	5	1,00	2	1,57				1,57	0,17%
		D	-112,4	5,84	1,48	0,00	39,52	5,84	9,50	2	2,00	2	6,28	0,80	2	1,00	7,28	0,80%
	c	-	59,5	2,99	1,48	0,00	39,52	2,99	13,00	4	1,25	2	2,46	0,63	2	0,58	3,04	0,34%
P18	E	-66,5	3,36	1,48	0,00	39,52	3,36	9,50	4	1,25	2	2,46	0,80	2	1,00	3,46	0,38%	
V11	P19	D	-128,9	6,79	1,48	0,00	39,52	6,79	9,50	2	2,00	2	6,28	0,80	2	1,00	7,28	0,80%
	a	-	81,4	4,15	1,48	0,00	39,52	4,15	13,00	4	1,60	2	4,02	0,63	2	0,58	4,60	0,51%
	P20	E	-78,0	3,95	1,48	0,00	39,52	3,95	9,50	2	1,60	2	4,02	0,80	2	1,00	5,02	0,55%
		D	-21,3	1,01	1,48	0,00	39,52	1,48	9,50	4	1,00	2	1,57				1,57	0,17%
	b	-	16,3	0,78	1,48	0,00	39,52	1,48	13,00	5	1,00	2	1,57				1,57	0,17%
	P21	E	-53,8	2,66	1,48	0,00	39,52	2,66	9,50	4	1,25	2	2,46	0,63	2	0,58	3,04	0,33%
		D	-56,9	2,82	1,48	0,00	39,52	2,82	9,50	4	1,25	2	2,46	0,63	2	0,58	3,04	0,33%
	c	-	57,8	2,90	1,48	0,00	39,52	2,90	13,00	4	1,25	2	2,46	0,63	2	0,58	3,04	0,34%
P22	E	-49,4	2,44	1,48	0,00	39,52	2,44	9,50	4	1,25	2	2,46	0,63	2	0,58	3,04	0,33%	

continua

continuação

Vigas	Trechos	Lado	Md atualizado (kN.m)	As calc (cm²)	As, min. (cm²)	As' (cm²)	As <sub>máx</sub> (cm²):	As esc (cm²)	Espaço Livre (cm)	Nº máximo de barras	Camada 1			Camada 2			As,ef (cm²)	Taxa de Armadura
											φ (cm)	Nº Barras	As (cm²)	φ (cm)	Nº Barras	As (cm²)		
V15	P27	D	-225,3	12,46	1,79	0,00	47,84	12,46	12,50	4	2,00	4	12,56	1,00	2	1,57	14,13	1,28%
	a	-	100,7	5,14	1,79	0,00	47,84	5,14	16,00	5	1,60	3	6,03				6,03	0,55%
	P14	E	-225,7	12,49	1,79	0,00	47,84	12,49	12,50	4	2,00	4	12,56	1,00	2	1,57	14,13	1,28%
	b	-	100,7	5,14	1,79	0,00	47,84	5,14	16,00	5	1,60	3	6,03				6,03	0,55%
	P1	E	-225,2	12,45	1,79	0,00	47,84	12,45	12,50	4	2,00	4	12,56	1,00	2	1,57	14,13	1,28%
V16	Apoio V12b	D	0,0	0,00	1,09	0,00	29,12	1,09	8,00	3	1,00	2	1,57				1,57	0,23%
	a	-	19,1	0,92	1,09	0,00	29,12	1,09	8,00	3	1,00	2	1,57				1,57	0,23%
	Apoio V8b	E	-31,1	1,50	1,09	0,00	29,12	1,50	4,50	2	1,00	2	1,57				1,57	0,23%
	b	-	19,1	0,92	1,09	0,00	29,12	1,09	8,00	3	1,00	2	1,57				1,57	0,23%
	Apoio V3b	E	0,0	0,00	1,09	0,00	29,12	1,09	4,50	2	1,00	2	1,57				1,57	0,23%
V17	P28	D	-124,3	6,97	1,09	0,00	29,12	6,97	4,50	2	2,00	2	6,28	1,60	2	4,02	10,30	1,57%
	a	-	28,9	1,41	1,09	0,00	29,12	1,41	8,00	3	1,00	2	1,57				1,57	0,23%
	P19	E	-119,2	6,23	1,48	0,00	39,52	6,23	9,50	2	2,00	2	6,28	0,80	2	1,00	7,28	0,80%
	b	-	11,3	0,54	1,48	0,00	39,52	1,48	13,00	5	1,00	2	1,57				1,57	0,17%
	P10	E	-83,3	4,20	1,48	0,00	39,52	4,20	9,50	2	1,60	2	4,02	0,63	2	0,58	4,60	0,50%
	c	-	30,9	1,50	1,09	0,00	29,12	1,50	8,00	3	1,00	2	1,57				1,57	0,23%
	P2	E	-98,4	5,25	1,09	0,00	29,12	5,25	4,50	2	1,60	2	4,02	1,00	2	1,57	5,59	0,84%
V18	Apoio V11a	D	0,0	0,00	1,48	0,00	39,52	1,48	9,50	4	1,00	2	1,57				1,57	0,17%
	a	-	153,0	8,47	1,48	0,00	39,52	8,47	13,00	3	2,00	2	6,28	1,25	2	2,46	8,74	0,98%
V19	Apoio V4a	E	0,0	0,00	1,48	0,00	39,52	1,48	9,50	4	1,00	2	1,57				1,57	0,17%
	Apoio V11a	D	0,0	0,00	1,09	0,00	29,12	1,09	8,00	3	1,00	2	1,57				1,57	0,23%
	a	-	12,9	0,62	1,09	0,00	29,12	1,09	8,00	3	1,00	2	1,57				1,57	0,23%
V20	Apoio V5	E	0,0	0,00	1,09	0,00	29,12	1,09	8,00	3	1,00	2	1,57				1,57	0,23%
	P21	D	-121,7	6,41	1,48	0,00	39,52	6,41	9,50	2	2,00	2	6,28	1,00	2	1,57	7,85	0,87%
	a	-	75,5	3,79	1,48	0,00	39,52	3,79	13,00	4	1,60	2	4,02				4,02	0,44%
V21	P12	E	-112,2	5,75	1,48	0,00	39,52	5,75	9,50	2	2,00	2	6,28				6,28	0,68%
	Apoio V11c	D	0,0	0,00	1,09	0,00	29,12	1,09	4,50	2	1,00	2	1,57				1,57	0,23%
	a	-	55,4	2,78	1,09	0,00	29,12	2,78	8,00	2	1,60	2	4,02				4,02	0,60%
V22	Apoio V4c	E	0,0	0,00	1,09	0,00	29,12	1,09	4,50	2	1,00	2	1,57				1,57	0,23%
	P31	D	-168,5	9,45	1,48	0,00	39,52	9,45	9,50	2	2,00	2	6,28	1,60	2	4,02	10,30	1,15%
	a	-	34,3	1,67	1,48	0,00	39,52	1,67	13,00	4	1,25	2	2,46				2,46	0,27%
	P22	E	-140,1	7,49	1,48	0,00	39,52	7,49	9,50	2	2,00	2	6,28	1,00	2	1,57	7,85	0,87%
	b	-	77,2	3,88	1,48	0,00	39,52	3,88	13,00	4	1,60	2	4,02				4,02	0,44%
	P13	E	-193,2	11,27	1,48	0,00	39,52	11,27	9,50	2	2,00	2	6,28	2,00	2	6,28	12,56	1,42%
	c	-	33,5	1,63	1,48	0,00	39,52	1,63	13,00	4	1,25	2	2,46				2,46	0,27%
V23	P5	E	-163,0	9,09	1,48	0,00	39,52	9,09	9,50	2	2,00	2	6,28	1,60	2	4,02	10,30	1,15%
	a	-	0,0	0,00	1,48	0,00	39,52	1,48	12,00	4	1,00	2	1,57				1,57	0,17%
	P24	E	-136,6	7,63	1,09	0,00	29,12	7,63	4,50	2	2,00	2	6,28	1,00	2	1,57	7,85	1,18%
	b	-	15,7	0,75	1,09	0,00	29,12	1,09	8,00	3	1,00	2	1,57				1,57	0,23%
	P16	E	-84,5	4,34	1,09	0,00	29,12	4,34	4,50	2	2,00	2	6,28				6,28	0,92%
	c	-	15,7	0,75	1,09	0,00	29,12	1,09	8,00	3	1,00	2	1,57				1,57	0,23%
	P6	E	-116,3	6,19	1,09	0,00	29,12	6,19	4,50	2	2,00	2	6,28				6,28	0,92%
V24	d	-	0,0	0,00	1,48	0,00	39,52	1,48	8,50	4	1,00	2	1,57				1,57	0,17%
	P25	D	-102,5	5,36	1,09	0,00	29,12	5,36	4,50	2	2,00	2	6,28				6,28	0,92%
	a	-	25,8	1,25	1,09	0,00	29,12	1,25	8,00	3	1,00	2	1,57				1,57	0,23%
	P17	E	-89,6	4,69	1,09	0,00	29,12	4,69	4,50	2	1,60	2	4,02	0,80	2	1,00	5,02	0,75%
	b	-	25,8	1,25	1,09	0,00	29,12	1,25	8,00	3	1,00	2	1,57				1,57	0,23%
	P7	E	-102,5	5,36	1,09	0,00	29,12	5,36	4,50	2	2,00	2	6,28				6,28	0,92%
	P26	D	-101,7	5,17	1,48	0,00	39,52	5,17	8,50	2	2,00	2	6,28				6,28	0,68%
V25	a	-	27,4	1,33	1,48	0,00	39,52	1,48	12,00	4	1,00	2	1,57				1,57	0,17%
	P18	E	-102,7	5,22	1,48	0,00	39,52	5,22	8,50	2	2,00	2	6,28				6,28	0,68%
	b	-	27,4	1,33	1,48	0,00	39,52	1,48	12,00	4	1,00	2	1,57				1,57	0,17%
	P8	E	-101,6	5,16	1,48	0,00	39,52	5,16	8,50	2	2,00	2	6,28				6,28	0,68%
VE	P20	D	-29,1	1,40	1,09	0,00	29,12	1,40	4,50	2	1,00	2	1,57				1,57	0,23%
	a	-	23,0	1,11	1,09	0,00	29,12	1,11	8,00	3	1,00	2	1,57				1,57	0,23%
VEP	Apoio V5	E	0,0	0,00	1,09	0,00	29,12	1,09	4,50	2	1,00	2	1,57				1,57	0,23%
	P21	D	3,6	0,17	1,48	0,00	39,52	1,48	9,50	4	1,00	2	1,57				1,57	0,17%
	a	-	15,3	0,73	1,48	0,00	39,52	1,48	13,00	5	1,00	2	1,57				1,57	0,17%
	PE	E	-1,3	0,06	1,48	0,00	39,52	1,48	9,50	4	1,00	2	1,57				1,57	0,17%

(fonte: elaborado pelo autor)

## APÊNDICE J – Dimensionamento de vigas da cobertura

Vigas	Trechos	Lado	Mk (kN.m)				Md (1,4g+0,7q+1,4v) (kN.m)	Vd (1,4g+1,4c+0,84v) (kN)	Aresta do Pilar (m)	ΔMd (kN.m)	Md atualizado (kN.m)	Vk (kN)			
			Permanente	Acidental	Vento (+)	Vento (-)						Permanente	Acidental	Vento (+)	Vento (-)
V1 ou V14	P1	D	-17,6	-2,7	3	-3	-30,7	63,5	0,60	13,3	-17,4	38,4	6,5	-0,8	0,8
	a	-	48,4	8,5			73,7	0,0	0,00	73,7					
	P2	E	-88,4	-14,3	-4	4	-139,4	-91,0	0,60	19,1	-120,3	-55,3	-9,2	-0,8	0,8
	D	-68,3	-12,5	-0,9	0,9	-105,6	101,1	0,60	21,2	-84,4	61	10,6	1	-1	
	b	-	83,7	10,8			124,7	0,0	0,00	0,0	124,7				
	P3	E	83,7	10,8	3,9	-3,9	119,3	6,9	0,00	0,0	119,3	4,8	-0,5	1	-1
	D	88,9	11,3	4,9	-4,9	125,5	26,1	0,00	0,0	125,5	13,5	3,5	-2,7	2,7	
	c	-	96,4	13,8			144,6	0,0	0,00	0,0	144,6				
	P4	E	55,1	7,5	-5,3	5,3	75,0	-54,3	0,00	0,0	75,0	-31,7	-5,5	-2,7	2,7
	D	58,6	8	-5	5	80,6	-13,0	0,00	0,0	80,6	-8,3	-0,5	0,8	-0,8	
V2 ou V13	d	-	58,6	8			87,6	0,0	0,00	87,6					
	P5	E	-70,6	-13,3	-1,9	1,9	-110,8	-94,2	0,50	16,5	-94,3	-56,7	-10,1	0,8	-0,8
	D	-45,2	-9,9			-70,2	83,0	0,50	14,5	-55,7	48,4	10,9			
	V1e	-	43,1	9,9			67,3	0,0	0,00	67,3					
	Apoio V23c	E	0,0	0,0			0,0	-58,1	0,00	0,0	0,0	-33,8	-7,7		
	P6	D	-9,4	-0,9	0,1	-0,1	-13,9	57,5	0,60	12,1	-1,9	34,6	3	5,8	-5,8
	a	-	51,9	4,4			75,7	0,0	0,00	0,0	75,7				
	P7	E	51,9	4,4	16,5	-16,5	52,6	18,2	0,00	0,0	52,6	8,7	0,8	5,8	-5,8
	D	43,5	3,2	20,2	-20,2	34,9	45,8	0,00	0,0	34,9	25,4	4,9	-4	4	
	b	-	69,5	9,3			103,8	0,0	0,00	0,0	103,8				
P8	E	-18	-2	-3,1	3,1	-30,9	-78,0	0,45	12,3	-18,7	-46,6	-6,7	-4	4	
V3 ou V12	Apoio V15a ou V15b	D	0,0	0,0			0,0	55,2	0,00	0,0	0,0	27,4	12,0		
	a	-	28,9	12,7			49,4	0,0	0,00	49,4					
	P9	E	-51,4	-22,5			-87,7	-91,8	0,60	19,3	-68,4	-45,6	-20		
	D	-15,2	-6,1			-25,6	52,4	0,60	11,0	-14,6	26,5	10,9			
	b	-	8,4	3,3			14,1	0,0	0,00	14,1					
Apoio V17a ou V17b	E	0,0	0,0			0,0	-25,1	0,00	0,0	0,0	-12,8	-5,1			
V4	P10	D	-98,3	-22	2,2	-2,2	-156,1	197,7	0,90	62,3	-93,8	116	24,7	-0,9	0,9
	a	-	71,7	18,1			113,1	0,0	0,00	113,1					
	P11	E	-103,8	-25	-2,1	2,1	-165,8	-225,9	0,90	71,2	-94,6	-130,4	-30,4	-0,9	0,9
	D	-32,1	-5,3	2	-2	-51,5	91,9	0,90	29,0	-22,5	56,3	8,7	-1,1	1,1	
	b	-	16,2	2			24,1	0,0	0,00	0,0	24,1				
	P12	E	-50,5	-9,1	-2	2	-79,9	-108,6	0,90	34,2	-45,7	-66,2	-10,7	-1,1	1,1
	D	-70,7	-18,8	1,9	-1,9	-114,8	196,4	0,90	61,9	-52,9	114,8	25,1	-0,7	0,7	
	c	-	54,4	18,4			89,0	0,0	0,00	0,0	89,0				
P13	E	-28,6	-6,9	-1,1	1,1	-46,4	-129,0	0,19	8,6	-37,8	-74,1	-17,6	-0,7	0,7	
V5	Apoio V18	D	0,0	0,0			0,0	24,8	0,00	0,0	0,0	16,8	0,9		
	a	-	11,2	0,6			16,1	0,0	0,00	16,1					
	Apoio VR1	E	-4	0,2			-5,5	-30,5	0,00	0,0	-5,5	-21	-0,8		
	D	-4	0,2						0,00	0,0	0,0	-3,5	-2,8		
	b	-	-8,4	-1,3			-12,7	0,0	0,00	0,0	-12,7				
	Apoio VR2	E	-17	-2,7			-25,7	-38,5	0,00	0,0	-25,7	-24	-3,5		
	D	-17	-2,7						0,00	0,0	0,0	32,9	4,3		
	c	-	13,1	2,1			19,8	0,0	0,00	0,0	19,8				
Apoio V20	E	0,0	0,0			0,0	-40,6	0,00	0,0	0,0	-26,1	-2,9			
V6	Apoio V17b	D	0,0	0,0			0,0	12,6	0,00	0,0	0,0	8,4	0,6		
	a	-	4,4	0,3			6,4	0,0	0,00	6,4					
	Apoio V18	E	0,0	0,0			0,0	-12,6	0,00	0,0	0,0	-8,4	-0,6		
V7	Apoio V21	D	0,0	0,0			0,0	12,6	0,00	0,0	0,0	8,4	0,6		
	a	-	4,3	0,3			6,2	0,0	0,00	6,2					
	Apoio V22b	E	0,0	0,0			0,0	-12,6	0,00	0,0	0,0	-8,4	-0,6		
V8	P14	D	-6,3	-3,9			-11,6	48,0	0,75	12,6	1,1	23,8	10,5		
	a	-	18,5	7,6			31,2	0,0	0,00	31,2					
	P15	E	-53,6	-21,4			-90,0	-80,4	0,40	11,3	-78,8	-40,6	-16,8		
	D	-47,3	-17,5			-78,5	83,9	0,40	11,7	-66,7	43,4	16,5			
	b	-	0,0	0,0			0,0	53,8	0,00	0,0	0,0	28,3	10,1		
V9	Apoio V18	D	0	0			0,0	11,8	0,00	0,0	0,0	8,4	0		
	a	-	1,5	0			2,1	0,0	0,00	2,1					
	Apoio V19	E	0,0	0,0			0,0	-11,8	0,00	0,0	0,0	-8,4	0,0		
V10	Apoio V22b	D	0,0	0,0			0,0	65,2	0,00	0,0	0,0	32,3	14,3		
	a	-	38,3	17			65,5	0,0	0,00	65,5					
	P16	E	-61,1	-27			-104,4	-105,0	0,90	33,1	-71,4	-52	-23		
	D	-25,2	-9,5	0,8	-0,8	-43,1	42,1	0,90	13,3	-29,8	22	7,8	-0,5	0,5	
	b	-	7,3	1,7			11,4	0,0	0,00	11,4					
	P17	E	7,3	1,7	-9,5	9,5	-1,9	1,8	0,00	0,0	-1,9	0,9	0,1	-0,5	0,5
	D	-65,4	-24,3	3,5	-3,5	-113,5	106,0	0,90	33,4	-80,1	52,8	22,2	-1,2	1,2	
	c	-	25,5	11			43,4	0,0	0,00	43,4					
P18	E	-17,3	-12,8	-3,5	3,5	-38,1	-77,2	0,90	24,3	-13,8	-36,2	-18,2	-1,2	1,2	
V11	P19	D	-77,2	-19,4	1,8	-1,8	-124,2	136,9	0,19	9,1	-115,1	76,7	20,6	-0,8	0,8
	a	-	51	14,3			81,4	0,0	0,00	81,4					
	P20	E	-84,2	-18,5	-1,7	1,7	-133,2	-199,1	0,90	62,7	-70,5	-117,8	-23,9	-0,8	0,8
	D	-31,8	-4,5	1,9	-1,9	-50,3	89,6	0,90	28,2	-22,1	55,9	7,7	-0,7	0,7	
	b	-	16	1,3			23,3	0,0	0,00	23,3					
	P21	E	-51,2	-11,5	-0,8	0,8	-80,9	-109,4	0,19	7,3	-73,6	-66,3	-11,4	-0,7	0,7
	D	-53,2	-13,4	0,5	-0,5	-84,6	170,9	0,19	11,4	-73,2	100,1	21,8	-0,3	0,3	
	c	-	45,4	17			75,5	0,0	0,00	75,5					
P22	E	-23,8	-6,2	-0,8	0,8	-38,8	-90,7	0,19	6,0	-32,7	-49	-15,6	-0,3	0,3	

continua

continuação

Vigas	Trechos	Lado	Mk (kN.m)				Md (1,4g+0,7q+1,4v) (kN.m)	Vd (1,4g+1,4c+0,84v) (kN)	Aresta do Pilar (m)	$\Delta$ Md (kN.m)	Md atualizado (kN.m)	Vk (kN)			
			Permanente	Acidental	Vento (+)	Vento (-)						Permanente	Acidental	Vento (+)	Vento (-)
V15	P27	D	-30	-3,8	11,2	-11,2	-60,3	90,5	0,60	19,0	-41,3	53,7	9,1	-3,1	3,1
	a	-	88,8	18,7			137,4	0,0	0,00	0,0	137,4				
	P14	E	21	-7,5	-8,4	8,4	12,4	-67,1	0,00	0,0	12,4	-36,8	-9,3	-3,1	3,1
	D	21	-7,5	8,7	-8,7		12,0	67,3	0,00	0,0	12,0	36,8	9,3	-3,3	3,3
	b	-	88,8	18,7			137,4	0,0	0,00	0,0	137,4				
P1	E	-30	-3,8	-12,6	12,6	-62,3	-90,7	0,60	19,0	-43,3	-53,7	-9,1	-3,3	3,3	
V16	Apoio V12b	D	0,0	0,0			0,0	16,1	0,00	0,0	0,0	8,5	3,0		
	a	-	4,9	1,8			8,1	0,0	0,00	0,0	8,1				
	Apoio V8b	E	-8,7	-3,1			-14,4	-26,9	0,00	0,0	-14,4	-14,1	-5,1		
	D	-8,7	-3,1			-14,4	26,9	0,00	0,0	-14,4	14,1	5,1			
	b	-	4,9	1,8			8,1	0,0	0,00	0,0	8,1				
Apoio V3b	E	0,0	0,0			0,0	-16,1	0,00	0,0	0,0	-8,5	-3,0			
V17	P28	D	-17,1	-6,3	6,8	-6,8	-37,9	56,2	0,60	11,8	-26,1	27	11	-3,6	3,6
	a	-	15,7	6,7			26,7	0,0	0,00	0,0	26,7				
	P19	E	-20,8	-9	-9,1	9,1	-48,2	-69,8	0,19	4,6	-43,5	-33,7	-14	-3,6	3,6
	D	-19	-3,2	12,2	-12,2		-45,9	39,9	0,19	2,7	-43,3	23,3	2,5	-4,5	4,5
	b	-	9,6	-0,5			13,1	0,0	0,00	0,0	13,1				
	P10	E	-17,1	-5	-5,4	5,4	-35,0	-45,1	0,90	14,2	-20,8	-25	-4,5	-4,5	4,5
	D	-19,9	-7,5	3,4	-3,4		-37,9	68,4	0,90	21,5	-16,3	33,6	13,8	-2,4	2,4
c	-	16,1	7,6			27,9	0,0	0,00	0,0	27,9					
P2	E	-15,8	-5,4	-7,1	7,1	-35,8	-54,8	0,60	11,5	-24,3	-26,7	-11	-2,4	2,4	
V18	Apoio V11a	D	0,0	0,0			0,0	76,4	0,00	0,0	0,0	38,8	15,8		
	a	-	66,6	34			117,0	0,0	0,00	0,0	117,0				
Apoio V4a	E	0,0	0,0			0,0	-118,6	0,00	0,0	0,0	-64,2	-20,5			
V19	Apoio V11a	D	0,0	0,0			0,0	36,0	0,00	0,0	0,0	25,1	0,6		
	a	-	17,5	0,4			24,8	0,0	0,00	0,0	24,8				
Apoio V5	E	0,0	0,0			0,0	-41,7	0,00	0,0	0,0	-29,2	-0,6			
V20	P21	D	-44,7	-3,1	12,8	-12,8	-82,7	105,5	0,19	7,0	-75,7	66,6	5,8	-4,9	4,9
	a	-	46,8	3,6			68,0	0,0	0,00	0,0	68,0				
P12	E	-27,6	-3,2	-6,8	6,8	-50,4	-95,4	0,90	30,0	-20,4	-59,7	-5,5	-4,9	4,9	
V21	Apoio V11c	D	0,0	0,0			0,0	52,5	0,00	0,0	0,0	21,4	16,1		
	a	-	29	33,5			64,1	0,0	0,00	0,0	64,1				
Apoio V4c	E	0,0	0,0			0,0	-58,0	0,00	0,0	0,0	-21,2	-20,2			
V22	P31	D	-29,3	-7,5	9,5	-9,5	-59,6	69,7	0,50	12,2	-47,4	34,3	12,6	-4,8	4,8
	a	-	15,4	6,1			25,8	0,0	0,00	0,0	25,8				
	P22	E	-6,3	-8,6	-11,6	11,6	-31,1	-55,7	0,19	3,7	-27,4	-23,9	-13	-4,8	4,8
	D	-44,7	-12,1	13,6	-13,6		-90,1	104,6	0,19	7,0	-83,1	56,1	14,5	-6,9	6,9
	b	-	40	10,1			63,1	0,0	0,00	0,0	63,1				
	P13	E	-44,2	-11,3	-13,7	13,7	-89,0	-105,5	0,19	7,0	-82,0	-57,4	-13,8	-6,9	6,9
	D	-6	-8,3	12,1	-12,1		-31,2	55,7	0,19	3,7	-27,4	23,8	12,9	-5,1	5,1
c	-	15,5	6,1			26,0	0,0	0,00	0,0	26,0					
P5	E	-29,5	-7,7	-10,2	10,2	-61,0	-70,2	0,50	12,3	-48,7	-34,4	-12,7	-5,1	5,1	
V23	a	-	0,0	0,0			0,0	-60,6	0,00	0,0	0,0	-35,3	-8,0		
	P24	E	-66,4	-15,1			-103,5	-94,8	0,60	19,9	-83,6	-55,1	-12,6		
	D	-37,1	-12,6	3,3	-3,3		-65,4	64,9	0,60	13,6	-51,8	32,3	13,4	-1,1	1,1
	b	-	6,2	4,6			11,9	0,0	0,00	0,0	11,9				
	P16	E	-24,7	-9,8	-2,3	2,3	-44,7	-56,4	0,90	17,8	-26,9	-27,3	-12,3	-1,1	1,1
	D	-24,7	-9,8	2,4	-2,4		-44,8	56,4	0,90	17,8	-27,0	27,3	12,3	-1,2	1,2
	c	-	6,2	4,6			11,9	0,0	0,00	0,0	11,9				
P6	E	-37,1	-12,6	-3,4	3,4	-65,5	-65,0	0,60	13,6	-51,9	-32,3	-13,4	-1,2	1,2	
D	-66,4	-15,1				-103,5	94,8	0,60	19,9	-83,6	55,1	12,6			
d	-	0,0	0,0			0,0	60,6	0,00	0,0	0,0	35,3	8,0			
V24	P25	D	-17,9	-6,8	3,8	-3,8	-35,1	57,2	0,70	14,0	-21,1	28,3	11,8	-1,3	1,3
	a	-	15,8	6,8			26,9	0,0	0,00	0,0	26,9				
	P17	E	-23,4	-10,9	-2,6	2,6	-44,0	-62,6	0,90	19,7	-24,3	-30,5	-13,4	-1,3	1,3
	D	-23,4	-10,9	2,6	-2,6		-44,0	62,6	0,90	19,7	-24,3	30,5	13,4	-1,3	1,3
	b	-	15,8	6,8			26,9	0,0	0,00	0,0	26,9				
P7	E	-17,9	-6,8	-3,9	3,9	-35,3	-57,2	0,70	14,0	-21,3	-28,3	-11,8	-1,3	1,3	
V25	P26	D	-6,3	-0,6	4,2	-4,2	-15,1	60,3	0,45	9,5	-5,6	37,2	5	-1,4	1,4
	a	-	57	6,6			84,4	0,0	0,00	0,0	84,4				
	P18	E	44,2	3	-2,6	2,6	60,3	-29,6	0,00	0,0	60,3	-16,7	-3,6	-1,4	1,4
	D	44,2	3	2,5	-2,5		60,5	29,6	0,00	0,0	60,5	16,7	3,6	-1,4	1,4
	b	-	57	6,6			84,4	0,0	0,00	0,0	84,4				
P8	E	-6,3	-0,6	-4,4	4,4	-15,4	-60,3	0,45	9,5	-5,9	-37,2	-5	-1,4	1,4	
VR1	Apoio V11	D	0	0			0,0	54,0	0,00	0,0	0,0	30,7	7,9		
	a	-	43,8	15,5			72,2	0,0	0,00	0,0	72,2				
Apoio V4	E	0	0			0,0	-62,7	0,00	0,0	0,0	-33	-11,8			
VR2	P20	D	-28,5	-2,9			-41,9	113,0	0,90	35,6	-6,3	73,1	7,6		
	a	-	76,7	8,4			113,3	0,0	0,00	0,0	113,3				
P11	E	-20	-2,1			-29,5	-113,8	0,90	35,9	6,4	-73,1	-8,2			
VR3	Apoio V11c	D	0	0			0,0	54,5	0,00	0,0	0,0	35,8	3,1		
	a	-	47,3	3,1			68,4	0,0	0,00	0,0	68,4				
	Apoio V4c	E	0	0			0,0	-59,5	0,00	0,0	0,0	-39,4	-3,1		
VR4	Apoio VR2	D	0	0			0,0	41,7	0,00	0,0	0,0	26,4	3,4		
	a	-	16,7	3,2			25,6	0,0	0,00	0,0	25,6				
Apoio V20	E	0	0			0,0	-42,1	0,00	0,0	0,0	-26,7	-3,4			

(fonte: elaborado pelo autor)



Vigas	Trechos	Lado	Md atualizado (kN.m)	bw (cm)	h (cm)	c1 (cm)	c2 (cm)	d1 (cm)	d2 (cm)	d (cm)	x <sub>max</sub> (cm)	y <sub>max</sub> (cm)	M <sub>máximo</sub> (kNm)	e <sub>2</sub>	σ <sub>2</sub> (kN/cm <sup>2</sup> )	y (cm)
V1 ou V14	P1	D	-17,4	19	162	3,00	2,00	158,50	154,50	158,50	71,33	57,06	2566,5		43,48	0,32
	a	-	73,7	19	162	3,00	2,00	157,50	153,50	157,50	70,88	56,70	2534,2		43,48	1,36
	P2	E	-120,3	19	162	3,00	2,00	158,50	154,50	158,50	71,33	57,06	2566,5		43,48	2,21
		D	-84,4	19	162	3,00	2,00	158,50	154,50	158,50	71,33	57,06	2566,5		43,48	1,55
	b	-	124,7	19	162	3,00	2,00	157,50	153,50	157,50	70,88	56,70	2534,2		43,48	2,31
	P3	E	119,3	19	162	3,00	2,00	157,50	153,50	157,50	70,88	56,70	2534,2		43,48	2,20
		D	125,5	19	162	3,00	2,00	157,50	153,50	157,50	70,88	56,70	2534,2		43,48	2,32
	c	-	144,6	19	162	3,00	2,00	157,50	153,50	157,50	70,88	56,70	2534,2		43,48	2,68
	P4	E	75,0	19	162	3,00	2,00	157,50	153,50	157,50	70,88	56,70	2534,2		43,48	1,38
		D	80,6	19	162	3,00	2,00	157,50	153,50	157,50	70,88	56,70	2534,2		43,48	1,49
	d	-	87,6	19	162	3,00	2,00	157,50	153,50	157,50	70,88	56,70	2534,2		43,48	1,62
	P5	E	-94,3	19	162	3,00	2,00	158,50	154,50	158,50	71,33	57,06	2566,5		43,48	1,73
		D	-55,7	19	162	3,00	2,00	158,50	154,50	158,50	71,33	57,06	2566,5		43,48	1,02
	V1e	-	67,3	19	162	3,00	2,00	157,50	153,50	157,50	70,88	56,70	2534,2		43,48	1,24
Apoio V23c	E	0,0	19	162	3,00	2,00	158,50	154,50	158,50	71,33	57,06	2566,5		43,48	0,00	
V2 ou V13	P6	D	-1,9	19	162	3,00	2,00	158,50	154,50	158,50	71,33	57,06	2566,5		43,48	0,03
	a	-	75,7	19	162	3,00	2,00	157,50	153,50	157,50	70,88	56,70	2534,2		43,48	1,40
	P7	E	52,6	19	162	3,00	2,00	157,50	153,50	157,50	70,88	56,70	2534,2		43,48	0,97
		D	34,9	19	162	3,00	2,00	157,50	153,50	157,50	70,88	56,70	2534,2		43,48	0,64
	b	-	103,8	19	162	3,00	2,00	157,50	153,50	157,50	70,88	56,70	2534,2		43,48	1,92
	P8	E	-18,7	19	162	3,00	2,00	158,50	154,50	158,50	71,33	57,06	2566,5		43,48	0,34
V3 ou V12	Apoio V15a ou V15b	D	0,0	14	52	2,50	2,00	49,00	45,00	49,00	22,05	17,64	180,7		43,48	0,00
	a	-	49,4	14	52	2,50	2,00	48,38	44,38	48,38	21,77	17,42	176,2		43,48	4,18
	P9	E	-68,4	14	52	2,50	2,00	48,70	44,70	48,70	21,92	17,53	178,5		43,48	5,86
		D	-14,6	14	52	2,50	2,00	49,00	45,00	49,00	22,05	17,64	180,7		43,48	1,18
	b	-	14,1	14	52	2,50	2,00	48,50	44,50	48,50	21,83	17,46	177,1		43,48	1,15
Apoio V17a ou V17b	E	0,0	14	52	2,50	2,00	49,00	45,00	49,00	22,05	17,64	180,7		43,48	0,00	
V4	P10	D	-93,8	19	52	2,50	2,00	48,50	44,50	48,50	21,83	17,46	240,3		43,48	5,95
	a	-	113,1	19	52	2,50	2,00	48,00	44,00	48,00	21,60	17,28	235,4		43,48	7,37
	P11	E	-94,6	19	52	2,50	2,00	48,50	44,50	48,50	21,83	17,46	240,3		43,48	6,01
		D	-22,5	19	52	2,50	2,00	49,00	45,00	49,00	22,05	17,64	245,3		43,48	1,34
	b	-	24,1	19	52	2,50	2,00	48,50	44,50	48,50	21,83	17,46	240,3		43,48	1,46
	P12	E	-45,7	19	52	2,50	2,00	48,88	44,88	48,88	21,99	17,60	244,0		43,48	2,78
		D	-52,9	19	52	2,50	2,00	49,00	45,00	49,00	21,15	16,92	225,7		43,48	3,37
	c	-	89,0	19	52	2,50	2,00	48,20	44,20	48,20	21,69	17,35	237,3		43,48	5,67
	P13	E	-37,8	19	52	2,50	2,00	49,00	45,00	49,00	21,56	17,25	234,6		43,48	2,34
	V5	Apoio V18	D	0,0	19	52	2,50	2,00	48,50	44,50	48,50	21,83	17,46	240,3		43,48
a		-	16,1	19	52	2,50	2,00	48,50	44,50	48,50	21,83	17,46	240,3		43,48	0,97
Apoio VR1		E	-5,5	19	52	2,50	2,00	49,00	45,00	49,00	22,05	17,64	245,3		43,48	0,32
		D	0,0	19	52	2,50	2,00	49,00	45,00	49,00	22,05	17,64	245,3		0,00	0,00
b		-	-12,7	19	52	2,50	2,00	49,00	45,00	49,00	22,05	17,64	245,3		43,48	0,75
Apoio VR2		E	-25,7	19	52	2,50	2,00	49,00	45,00	49,00	22,05	17,64	245,3		43,48	1,54
		D	0,0	19	52	2,50	2,00	49,00	45,00	49,00	22,05	17,64	245,3		0,00	0,00
c		-	19,8	19	52	2,50	2,00	48,50	44,50	48,50	21,83	17,46	240,3		43,48	1,19
Apoio V20		E	0,0	19	52	2,50	2,00	49,00	45,00	49,00	22,05	17,64	245,3		43,48	0,00
V6	Apoio V17b	D	0,0	19	52	2,50	2,00	48,50	44,50	48,50	21,83	17,46	240,3		43,48	0,00
	a	-	6,4	19	52	2,50	2,00	48,50	44,50	48,50	21,83	17,46	240,3		43,48	0,38
Apoio V18	E	0,0	19	52	2,50	2,00	48,50	44,50	48,50	21,83	17,46	240,3		43,48	0,00	
V7	Apoio V21	D	0,0	19	52	2,50	2,00	48,50	44,50	48,50	21,83	17,46	240,3		43,48	0,00
	a	-	6,2	19	52	2,50	2,00	48,50	44,50	48,50	21,83	17,46	240,3		43,48	0,37
	Apoio V22b	E	0,0	19	52	2,50	2,00	48,50	44,50	48,50	21,83	17,46	240,3		43,48	0,00
V8	P14	D	1,1	19	52	2,50	2,00	48,50	44,50	48,50	21,83	17,46	240,3		43,48	0,06
	a	-	31,2	19	52	2,50	2,00	48,50	44,50	48,50	21,83	17,46	240,3		43,48	1,90
	P15	E	-78,8	19	52	2,50	2,00	48,70	44,70	48,70	21,92	17,53	242,3		43,48	4,92
		D	-66,7	19	52	2,50	2,00	48,70	44,70	48,70	21,92	17,53	242,3		43,48	4,13
	b	-	0,0	19	52	2,50	2,00	49,00	45,00	49,00	22,05	17,64	245,3		43,48	0,00
V9	Apoio V18	D	0,0	19	52	2,50	2,00	49,00	45,00	49,00	22,05	17,64	245,3		43,48	0,00
	a	-	2,1	19	52	2,50	2,00	48,50	44,50	48,50	21,83	17,46	240,3		43,48	0,13
	Apoio V19	E	0,0	19	52	2,50	2,00	49,00	45,00	49,00	22,05	17,64	245,3		43,48	0,00
V10	Apoio V22b	D	0,0	19	52	2,50	2,00	49,00	45,00	49,00	22,05	17,64	245,3		43,48	0,00
	a	-	65,5	19	52	2,50	2,00	48,20	44,20	48,20	21,69	17,35	237,3		43,48	4,10
	P16	E	-71,4	19	52	2,50	2,00	48,70	44,70	48,70	21,92	17,53	242,3		43,48	4,44
		D	-29,8	19	52	2,50	2,00	49,00	45,00	49,00	22,05	17,64	245,3		43,48	1,79
	b	-	11,4	19	52	2,50	2,00	48,50	44,50	48,50	21,83	17,46	240,3		43,48	0,68
	P17	E	-1,9	19	52	2,50	2,00	49,00	45,00	49,00	22,05	17,64	245,3		43,48	0,11
		D	-80,1	19	52	2,50	2,00	48,70	44,70	48,70	21,92	17,53	242,3		43,48	5,01
	c	-	43,4	19	52	2,50	2,00	48,38	44,38	48,38	21,77	17,42	239,1		43,48	2,67
	P18	E	-13,8	19	52	2,50	2,00	49,00	45,00	49,00	22,05	17,64	245,3		43,48	0,82
V11	P19	D	-115,1	19	52	2,50	2,00	48,70	44,70	48,70	21,23	16,99	227,4		43,48	7,67
	a	-	81,4	19	52	2,50	2,00	48,38	44,38	46,78	21,05	16,84	223,5		43,48	5,33
	P20	E	-70,5	19	52	2,50	2,00	48,70	44,70	48,70	21,92	17,53	242,3		43,48	4,38
		D	-22,1	19	52	2,50	2,00	49,00	45,00	49,00	22,05	17,64	245,3		43,48	1,32
	b	-	23,3	19	52	2,50	2,00	48,50	44,50	48,50	21,83	17,46	240,3		43,48	1,41
	P21	E	-73,6	19	52	3,00	2,00	48,70	44,70	48,70	21,92	17,53	242,3		43,48	4,58
		D	-73,2	19	52	3,00	2,00	48,70	44,70	48,70	21,92	17,53	242,3		43,48	4,56
	c	-	75,5	19	52	3,00	2,00	47,70	43,70	47,70	21,47	17,17	232,4		43,48	4,81
P22	E	-32,7	19	52	3,00	2,00	49,00	45,00	49,00	21,56	17,25	234,6		43,48	2,02	

continua

continuação

Vigas	Trechos	Lado	Md atualizado (kN.m)	bw (cm)	h (cm)	c1 (cm)	c2 (cm)	d1 (cm)	d2 (cm)	d (cm)	x <sub>max</sub> (cm)	y <sub>max</sub> (cm)	M <sub>máximo</sub> (kNm)	e <sub>2</sub>	σ <sub>2</sub> (kN/cm <sup>2</sup> )	y (cm)
V15	P27	D	-41,3	23	162	3,00	2,00	158,50	154,50	158,50	71,33	57,06	3106,8		43,48	0,62
	a	-	137,4	23	162	3,00	2,00	157,70	153,70	157,70	70,97	56,77	3075,5		43,48	2,09
	P14	E	12,4	23	162	2,50	2,00	158,00	154,00	158,00	71,10	56,88	3087,2		43,48	0,19
		D	12,0	23	162	2,50	2,00	158,00	154,00	158,00	71,10	56,88	3087,2		43,48	0,18
	b	-	137,4	23	162	2,50	2,00	158,20	154,20	158,20	71,19	56,95	3095,1		43,48	2,09
P1	E	-43,3	23	162	2,50	2,00	158,50	154,50	158,50	71,33	57,06	3106,8		43,48	0,65	
V16	Apoio V12b	D	0,0	14	52	2,50	2,00	49,00	45,00	49,00	22,05	17,64	180,7		43,48	0,00
	a	-	8,1	14	52	2,50	2,00	48,50	44,50	48,50	21,83	17,46	177,1		43,48	0,66
	Apoio V8b	E	-14,4	14	52	2,50	2,00	49,00	45,00	49,00	22,05	17,64	180,7		43,48	1,16
		D	-14,4	14	52	2,50	2,00	49,00	45,00	49,00	22,05	17,64	180,7		43,48	1,16
	b	-	8,1	14	52	2,50	2,00	48,50	44,50	48,50	21,83	17,46	177,1		43,48	0,66
Apoio V3b	E	0,0	14	52	2,50	2,00	49,00	45,00	49,00	22,05	17,64	180,7		43,48	0,00	
V17	P28	D	-26,1	14	52	2,50	2,00	49,00	45,00	49,00	22,05	17,64	180,7		43,48	2,13
	a	-	26,7	14	52	2,50	2,00	48,50	44,50	48,50	21,83	17,46	177,1		43,48	2,21
	P19	E	-43,5	14	52	2,50	2,00	48,88	44,88	48,88	21,99	17,60	179,8		43,48	3,63
		D	-43,3	19	52	2,50	2,00	48,88	44,88	48,88	21,99	17,60	244,0		43,48	2,63
	b	-	13,1	19	52	2,50	2,00	48,50	44,50	48,50	21,83	17,46	240,3		43,48	0,79
	P10	E	-20,8	19	52	2,50	2,00	49,00	45,00	49,00	22,05	17,64	245,3		43,48	1,24
		D	-16,3	14	52	2,50	2,00	49,00	45,00	49,00	22,05	17,64	180,7		43,48	1,32
	c	-	27,9	14	52	2,50	2,00	48,50	44,50	48,50	21,83	17,46	177,1		43,48	2,31
P2	E	-24,3	14	52	2,50	2,00	49,00	45,00	49,00	22,05	17,64	180,7		43,48	1,99	
V18	Apoio V11a	D	0,0	19	52	2,50	2,00	48,50	44,50	48,50	21,83	17,46	240,3		43,48	0,00
	a	-	117,0	19	52	2,50	2,00	48,20	44,20	46,20	20,79	16,63	218,1		43,48	8,02
	Apoio V4a	E	0,0	19	52	2,50	2,00	49,00	45,00	49,00	22,05	17,64	245,3		43,48	0,00
V19	Apoio V11a	D	0,0	14	52	2,50	2,00	48,50	44,50	48,50	21,83	17,46	177,1		43,48	0,00
	a	-	24,8	14	52	2,50	2,00	48,50	44,50	48,50	21,83	17,46	177,1		43,48	2,05
	Apoio V5	E	0,0	14	52	2,50	2,00	48,50	44,50	48,50	21,83	17,46	177,1		43,48	0,00
V20	P21	D	-75,7	19	52	2,50	2,00	48,70	44,70	48,70	21,92	17,53	242,3		43,48	4,72
	a	-	68,0	19	52	2,50	2,00	48,20	44,20	48,20	21,69	17,35	237,3		43,48	4,27
	P12	E	-20,4	19	52	2,50	2,00	49,00	45,00	49,00	22,05	17,64	245,3		43,48	1,22
V21	Apoio V11c	D	0,0	14	52	2,50	2,00	48,50	44,50	48,50	21,83	17,46	177,1		43,48	0,00
	a	-	64,1	14	52	2,50	2,00	48,20	44,20	48,20	21,69	17,35	174,9		43,48	5,53
	Apoio V4c	E	0,0	14	52	2,50	2,00	48,50	44,50	48,50	21,83	17,46	177,1		43,48	0,00
V22	P31	D	-47,4	19	52	2,50	2,00	48,88	44,88	48,88	21,99	17,60	244,0		43,48	2,89
	a	-	25,8	19	52	2,50	2,00	48,50	44,50	48,50	21,83	17,46	240,3		43,48	1,56
	P22	E	-27,4	19	52	2,50	2,00	49,00	45,00	49,00	22,05	17,64	245,3		43,48	1,64
		D	-83,1	19	52	2,50	2,00	48,70	44,70	48,20	21,69	17,35	237,3		43,48	5,27
	b	-	63,1	19	52	2,50	2,00	48,20	44,20	48,20	21,69	17,35	237,3		43,48	3,94
	P13	E	-82,0	19	52	3,00	2,00	48,70	44,70	48,20	21,69	17,35	237,3		43,48	5,19
		D	-27,4	14	52	2,50	2,00	49,00	45,00	49,00	22,05	17,64	180,7		43,48	2,25
	c	-	26,0	14	52	2,50	2,00	48,50	44,50	48,50	21,83	17,46	177,1		43,48	2,15
P5	E	-48,7	14	52	2,50	2,00	48,88	44,88	48,88	21,99	17,60	179,8		43,48	4,08	
V23	a	-	0,0	19	162	2,50	2,00	158,70	154,70	157,90	71,06	56,85	2547,2		43,48	0,00
	P24	E	-83,6	14	52	2,50	2,00	48,70	44,70	48,20	21,69	17,35	174,9		43,48	7,37
		D	-51,8	14	52	2,50	2,00	48,88	44,88	48,11	21,65	17,32	174,2		43,48	4,42
	b	-	11,9	14	52	2,50	2,00	48,60	44,60	47,13	21,21	16,97	167,2		43,48	1,00
	P16	E	-26,9	14	52	2,50	2,00	49,00	45,00	49,00	22,05	17,64	180,7		43,48	2,20
		D	-27,0	14	52	3,00	2,00	49,00	45,00	49,00	22,05	17,64	180,7		43,48	2,21
	c	-	11,9	14	52	2,50	2,00	48,50	44,50	48,50	21,83	17,46	177,1		43,48	0,97
	P6	E	-51,9	14	52	2,50	2,00	48,88	44,88	48,11	21,65	17,32	174,2		43,48	4,43
		D	-83,6	14	52	2,50	2,00	48,70	44,70	48,20	21,69	17,35	174,9		43,48	7,37
	d	-	0,0	19	162	2,50	2,00	158,70	154,70	157,90	71,06	56,85	2547,2		43,48	0,00
V24	P25	D	-21,1	14	52	2,50	2,00	49,00	45,00	49,00	22,05	17,64	180,7		43,48	1,72
	a	-	26,9	14	52	2,50	2,00	48,50	44,50	48,50	21,83	17,46	177,1		43,48	2,22
	P17	E	-24,3	14	52	3,00	2,00	49,00	45,00	49,00	22,05	17,64	180,7		43,48	1,99
		D	-24,3	14	52	3,00	2,00	49,00	45,00	49,00	22,05	17,64	180,7		43,48	1,99
	b	-	26,9	14	52	3,00	2,00	48,00	44,00	48,00	21,60	17,28	173,4		43,48	2,25
P7	E	-21,3	14	52	3,00	2,00	49,00	45,00	49,00	22,05	17,64	180,7		43,48	1,73	
V25	P26	D	-5,6	19	162	3,00	2,00	158,70	154,70	157,90	71,06	56,85	2547,2		43,48	0,10
	a	-	84,4	19	162	3,00	2,00	157,70	153,70	157,70	70,97	56,77	2540,7		43,48	1,55
	P18	E	60,3	19	162	2,50	2,00	158,20	154,20	157,40	70,83	56,67	2531,1		43,48	1,11
		D	60,5	19	162	2,50	2,00	158,20	154,20	157,40	70,83	56,67	2531,1		43,48	1,11
	b	-	84,4	19	162	2,50	2,00	158,20	154,20	157,40	70,83	56,67	2531,1		43,48	1,56
	P8	E	-5,9	19	162	2,50	2,00	158,70	154,70	157,90	71,06	56,85	2547,2		43,48	0,11
VR1	Apoio V11	D	0,0	19	52	2,50	2,00	49,00	45,00	49,00	22,05	17,64	245,3		43,48	0,00
	a	-	72,2	19	52	2,50	2,00	48,20	44,20	48,20	21,69	17,35	237,3		43,48	4,54
	Apoio V4	E	0,0	19	52	2,50	2,00	49,50	45,50	49,50	22,28	17,82	250,3		43,48	0,00
VR2	P20	D	-6,3	19	52	2,50	2,00	49,50	45,50	49,50	22,28	17,82	250,3		43,48	0,37
	a	-	113,3	19	52	2,50	2,00	48,70	44,70	48,70	21,92	17,53	242,3		43,48	7,26
	P11	E	6,4	19	52	2,50	2,00	49,00	45,00	49,00	22,05	17,64	245,3		43,48	0,38
VR3	Apoio V11c	D	0,0	19	52	2,50	2,00	49,50	45,50	49,50	22,28	17,82	250,3		43,48	0,00
	a	-	68,4	19	52	2,50	2,00	48,70	44,70	48,70	21,92	17,53	242,3		43,48	4,24
	Apoio V4c	E	0,0	19	52	2,50	2,00	49,50	45,50	49,50	22,28	17,82	250,3		43,48	0,00
VR4	Apoio VR2	D	0,0	19	52	2,50	2,00	49,50	45,50	49,50	22,28	17,82	250,3		43,48	0,00
	a	-	25,6	19	52	2,50	2,00	49,00	45,00	49,00	22,05	17,64	245,3		43,48	1,53
	Apoio V20	E	0,0	19	52	2,50	2,00	49,50	45,50	49,50	22,28	17,82	250,3		43,48	0,00

(fonte: elaborado pelo autor)

Vigas	Trechos	Lado	Md atualizado (kN.m)	As calc (cm²)	As, mín. (cm²)	As' (cm²)	As <sub>máx</sub> (cm²):	As esc (cm²)	Espaço Livre (cm)	Nº máximo de barras	Camada 1			Camada 2			Taxa de Armadura	
											φ (cm)	Nº Barras	As (cm²)	φ (cm)	Nº Barras	As (cm²)		As,ef (cm²)
V1 ou V14	P1	D	-17,4	0,25	4,62	0,00	123,12	4,62	8,5	2	2,00	2	6,28			6,28	0,21%	
	a	-	73,7	1,08	4,62	0,00	123,12	4,62	12	3	2,00	2	6,28			6,28	0,21%	
	P2	E	-120,3	1,77	4,62	0,00	123,12	4,62	8,5	2	2,00	2	6,28			6,28	0,21%	
		D	-84,4	1,24	4,62	0,00	123,12	4,62	8,5	2	2,00	2	6,28			6,28	0,21%	
	b	-	124,7	1,84	4,62	0,00	123,12	4,62	12	3	2,00	2	6,28			6,28	0,21%	
	P3	E	119,3	1,75	4,62	0,00	123,12	4,62	12	3	2,00	2	6,28			6,28	0,21%	
		D	125,5	1,85	4,62	0,00	123,12	4,62	12	3	2,00	2	6,28			6,28	0,21%	
	c	-	144,6	2,13	4,62	0,00	123,12	4,62	12	3	2,00	2	6,28			6,28	0,21%	
	P4	E	75,0	1,10	4,62	0,00	123,12	4,62	12	3	2,00	2	6,28			6,28	0,21%	
		D	80,6	1,18	4,62	0,00	123,12	4,62	12	3	2,00	2	6,28			6,28	0,21%	
	d	-	87,6	1,29	4,62	0,00	123,12	4,62	12	3	2,00	2	6,28			6,28	0,21%	
	P5	E	-94,3	1,39	4,62	0,00	123,12	4,62	8,5	2	2,00	2	6,28			6,28	0,21%	
		D	-55,7	0,82	4,62	0,00	123,12	4,62	8,5	2	2,00	2	6,28			6,28	0,21%	
	V1e	-	67,3	0,99	4,62	0,00	123,12	4,62	12	3	2,00	2	6,28			6,28	0,21%	
Apoio V23c	E	0,0	0,00	4,62	0,00	123,12	4,62	8,5	2	2,00	2	6,28			6,3	0,21%		
V2 ou V13	P6	D	-1,9	0,03	4,62	0,00	123,12	4,62	8,5	2	2,00	2	6,28			6,28	0,21%	
	a	-	75,7	1,11	4,62	0,00	123,12	4,62	12	3	2,00	2	6,28			6,28	0,21%	
	P7	E	52,6	0,77	4,62	0,00	123,12	4,62	12	3	2,00	2	6,28			6,28	0,21%	
		D	34,9	0,51	4,62	0,00	123,12	4,62	12	3	2,00	2	6,28			6,28	0,21%	
	b	-	103,8	1,53	4,62	0,00	123,12	4,62	12	3	2,00	2	6,28			6,28	0,21%	
	P8	E	-18,7	0,27	4,62	0,00	123,12	4,62	8,5	2	2,00	2	6,28			6,28	0,21%	
V3 ou V12	Apoio V15a ou V15b	D	0,0	0,00	1,09	0,00	29,12	1,09	4,5	2	1,00	2	1,57			1,6	0,23%	
	a	-	49,4	2,45	1,09	0,00	29,12	2,45	8	3	1,25	2	2,46			2,46	0,36%	
	P9	E	-68,4	3,44	1,09	0,00	29,12	3,44	4,5	2	1,60	2	4,02			4,02	0,59%	
		D	-14,6	0,69	1,09	0,00	29,12	1,09	4,5	2	1,00	2	1,57			1,57	0,23%	
	b	-	14,1	0,68	1,09	0,00	29,12	1,09	8	3	1,00	2	1,57			1,57	0,23%	
Apoio V17a ou V17b	E	0,0	0,00	1,09	0,00	29,12	1,09	4,5	2	1,00	2	1,57			1,6	0,23%		
V4	P10	D	-93,8	4,74	1,48	0,00	39,52	4,74	9,5	2	2,00	2	6,28			6,28	0,68%	
	a	-	113,1	5,87	1,48	0,00	39,52	5,87	13	3	2,00	2	6,28			6,28	0,69%	
	P11	E	-94,6	4,78	1,48	0,00	39,52	4,78	9,5	2	2,00	2	6,28			6,28	0,68%	
		D	-22,5	1,07	1,48	0,00	39,52	1,48	9,5	4	1,00	2	1,57			1,57	0,17%	
	b	-	24,1	1,16	1,48	0,00	39,52	1,48	13	5	1,00	2	1,57			1,57	0,17%	
	P12	E	-45,7	2,21	1,48	0,00	39,52	2,21	9,5	4	1,25	2	2,46			2,46	0,26%	
		D	-52,9	2,69	1,48	0,00	39,52	2,69	9,5	4	1,00	2	1,57	1	2	1,57	3,14	0,35%
c	-	89,0	4,51	1,48	0,00	39,52	4,51	13	4	1,60	3	6,03			6,03	0,66%		
P13	E	-37,8	1,86	1,48	0,00	39,52	1,86	9,5	4	1,00	2	1,57	0,63	2	0,58	2,15	0,24%	
V5	Apoio V18	D	0,0	0,00	1,48	0,00	39,52	1,48	13,0	5	1,00	2	1,57			1,6	0,17%	
	a	-	16,1	0,77	1,48	0,00	39,52	1,48	13	5	1,00	2	1,57			1,57	0,17%	
	Apoio VR1	E	-5,5	0,26	1,48	0,00	39,52	1,48	9,5	4	1,00	2	1,57			1,57	0,17%	
		D	0,0	0,00	1,48	0,00	39,52	1,48	9,5	4	1,00	2	1,57			1,57	0,17%	
	b	-	-12,7	0,60	1,48	0,00	39,52	1,48	9,5	4	1,00	2	1,57			1,57	0,17%	
	Apoio VR2	E	-25,7	1,23	1,48	0,00	39,52	1,48	9,5	4	1,00	2	1,57			1,57	0,17%	
		D	0,0	0,00	1,48	0,00	39,52	1,48	9,5	4	1,00	2	1,57			1,57	0,17%	
c	-	19,8	0,95	1,48	0,00	39,52	1,48	13	5	1,00	2	1,57			1,57	0,17%		
Apoio V20	E	0,0	0,00	1,48	0,00	39,52	1,48	9,5	4	1,00	2	1,57			1,6	0,17%		
V6	Apoio V17b	D	0,0	0,00	1,48	0,00	39,52	1,48	13,0	5	1,00	2	1,57			1,6	0,17%	
	a	-	6,4	0,30	1,48	0,00	39,52	1,48	13	5	1,00	2	1,57			1,57	0,17%	
	Apoio V18	E	0,0	0,00	1,48	0,00	39,52	1,48	13,0	5	1,00	2	1,57			1,6	0,17%	
V7	Apoio V21	D	0,0	0,00	1,48	0,00	39,52	1,48	13,0	5	1,00	2	1,57			1,6	0,17%	
	a	-	6,2	0,30	1,48	0,00	39,52	1,48	13	5	1,00	2	1,57			1,57	0,17%	
	Apoio V22b	E	0,0	0,00	1,48	0,00	39,52	1,48	13,0	5	1,00	2	1,57			1,6	0,17%	
V8	P14	D	1,1	0,05	1,48	0,00	39,52	1,48	9,5	4	1,00	2	1,57			1,57	0,17%	
	a	-	31,2	1,51	1,48	0,00	39,52	1,51	13	5	1,00	2	1,57			1,57	0,17%	
	P15	E	-78,8	3,92	1,48	0,00	39,52	3,92	9,5	2	1,60	2	4,02			4,02	0,43%	
		D	-66,7	3,29	1,48	0,00	39,52	3,29	9,5	2	1,60	2	4,02			4,02	0,43%	
	b	-	0,0	0,00	1,48	0,00	39,52	1,48	9,5	4	1,00	2	1,57			1,6	0,17%	
V9	Apoio V18	D	0,0	0,00	1,48	0,00	39,52	1,48	9,5	4	1,00	2	1,57			1,6	0,17%	
	a	-	2,1	0,10	1,48	0,00	39,52	1,48	13	5	1,00	2	1,57			1,57	0,17%	
	Apoio V19	E	0,0	0,00	1,48	0,00	39,52	1,48	9,5	4	1,00	2	1,57			1,6	0,17%	
V10	Apoio V22b	D	0,0	0,00	1,48	0,00	39,52	1,48	9,5	4	1,00	2	1,57			1,6	0,17%	
	a	-	65,5	3,27	1,48	0,00	39,52	3,27	13	4	1,60	2	4,02			4,02	0,44%	
	P16	E	-71,4	3,53	1,48	0,00	39,52	3,53	9,5	2	1,60	2	4,02			4,02	0,43%	
		D	-29,8	1,42	1,48	0,00	39,52	1,48	9,5	4	1,00	2	1,57			1,57	0,17%	
	b	-	11,4	0,54	1,48	0,00	39,52	1,48	13	5	1,00	2	1,57			1,57	0,17%	
	P17	E	-1,9	0,09	1,48	0,00	39,52	1,48	13	5	1,00	2	1,57			1,57	0,17%	
		D	-80,1	3,99	1,48	0,00	39,52	3,99	9,5	2	1,60	2	4,02			4,02	0,43%	
	c	-	43,4	2,12	1,48	0,00	39,52	2,12	13	4	1,25	2	2,46			2,46	0,27%	
P18	E	-13,8	0,65	1,48	0,00	39,52	1,48	9,5	4	1,00	2	1,57			1,57	0,17%		
V11	P19	D	-115,1	6,11	1,48	0,00	39,52	6,11	9,5	2	1,60	2	4,02	1,25	2	2,46	6,48	0,72%
	a	-	81,4	4,25	1,48	0,00	39,52	4,25	13	4	1,25	3	3,69	1,25	2	2,46	6,15	0,69%
	P20	E	-70,5	3,49	1,48	0,00	39,52	3,49	9,5	2	1,60	2	4,02			4,02	0,43%	
		D	-22,1	1,05	1,48	0,00	39,52	1,48	9,5	4	1,00	2	1,57			1,57	0,17%	
	b	-	23,3	1,12	1,48	0,00	39,52	1,48	13	5	1,00	2	1,57			1,57	0,17%	
	P21	E	-73,6	3,65	1,48	0,00	39,52	3,65	8,5	2	1,60	2	4,02			4,02	0,43%	
		D	-73,2	3,63	1,48	0,00	39,52	3,63	8,5	2	1,60	2	4,02			4,02	0,43%	
c	-	75,5	3,83	1,48	0,00	39,52	3,83	12	3	1,60	2	4,02			4,02	0,44%		
P22	E	-32,7	1,61	1,48	0,00	39,52	1,61	8,5	4	1,00	2	1,57	0,63	2	0,58	2,15	0,24%	

continua

continuação

Vigas	Trechos	Lado	Md atualizado (kN.m)	As calc (cm²)	As, mín. (cm²)	As' (cm²)	As <sub>máx</sub> (cm²):	As esc (cm²)	Espaço Livre (cm)	Nº máximo de barras	Camada 1			Camada 2			As,ef (cm²)	Taxa de Armadura
											φ (cm)	Nº Barras	As (cm²)	φ (cm)	Nº Barras	As (cm²)		
V15	P27	D	-41,3	0,60	5,59	0,00	149,04	5,59	12,5	4	2,00	2	6,28			6,28	0,17%	
	a	-	137,4	2,02	5,59	0,00	149,04	5,59	16	5	1,60	3	6,03			6,03	0,17%	
	P14	E	12,4	0,18	5,59	0,00	149,04	5,59	17	4	2,00	2	6,28			6,28	0,17%	
		D	12,0	0,17	5,59	0,00	149,04	5,59	17	4	2,00	2	6,28			6,28	0,17%	
	b	-	137,4	2,01	5,59	0,00	149,04	5,59	17	5	1,60	3	6,03			6,03	0,17%	
P1	E	-43,3	0,63	5,59	0,00	149,04	5,59	13,5	4	2,00	2	6,28			6,28	0,17%		
V16	Apoio V12b	D	0,0	0,00	1,09	0,00	29,12	1,09	4,5	2	1,00	2	1,57			1,6	0,23%	
	a	-	8,1	0,39	1,09	0,00	29,12	1,09	8	3	1,00	2	1,57			1,57	0,23%	
	Apoio V8b	E	-14,4	0,68	1,09	0,00	29,12	1,09	4,5	2	1,00	2	1,57			1,57	0,23%	
		D	-14,4	0,68	1,09	0,00	29,12	1,09	4,5	2	1,00	2	1,57			1,57	0,23%	
	b	-	8,1	0,39	1,09	0,00	29,12	1,09	8	3	1,00	2	1,57			1,57	0,23%	
Apoio V3b	E	0,0	0,00	1,09	0,00	29,12	1,09	4,5	2	1,00	2	1,57			1,6	0,23%		
V17	P28	D	-26,1	1,25	1,09	0,00	29,12	1,25	4,5	2	1,00	2	1,57			1,57	0,23%	
	a	-	26,7	1,29	1,09	0,00	29,12	1,29	8	3	1,00	2	1,57			1,57	0,23%	
	P19	E	-43,5	2,13	1,09	0,00	29,12	2,13	4,5	2	1,25	2	2,46			2,46	0,36%	
		D	-43,3	2,09	1,48	0,00	39,52	2,09	9,5	4	1,25	2	2,46			2,46	0,26%	
	b	-	13,1	0,63	1,48	0,00	39,52	1,48	13	5	1,00	2	1,57			1,57	0,17%	
	P10	E	-20,8	0,99	1,48	0,00	39,52	1,48	9,5	4	1,00	2	1,57			1,57	0,17%	
		D	-16,3	0,78	1,09	0,00	29,12	1,09	4,5	2	1,00	2	1,57			1,57	0,23%	
c	-	27,9	1,35	1,09	0,00	29,12	1,35	8	3	1,00	2	1,57			1,57	0,23%		
P2	E	-24,3	1,17	1,09	0,00	29,12	1,17	4,5	2	1,00	2	1,57			1,57	0,23%		
V18	Apoio V11a	D	0,0	0,00	1,48	0,00	39,52	1,48	13,0	5	1,00	2	1,57			1,6	0,17%	
	a	-	117,0	6,38	1,48	0,00	39,52	6,38	13	4	1,60	2	4,02	1,6	2	4,02	8,04	0,92%
	Apoio V4a	E	0,0	0,00	1,48	0,00	39,52	1,48	9,5	4	1,00	2	1,57			1,6	0,17%	
V19	Apoio V11a	D	0,0	0,00	1,09	0,00	29,12	1,09	8,0	3	1,00	2	1,57			1,6	0,23%	
	a	-	24,8	1,20	1,09	0,00	29,12	1,20	8	3	1,00	2	1,57			1,57	0,23%	
	Apoio V5	E	0,0	0,00	1,09	0,00	29,12	1,09	8,0	3	1,00	2	1,57			1,6	0,23%	
V20	P21	D	-75,7	3,75	1,48	0,00	39,52	3,75	9,5	2	1,60	2	4,02			4,02	0,43%	
	a	-	68,0	3,40	1,48	0,00	39,52	3,40	13	4	1,60	2	4,02			4,02	0,44%	
	P12	E	-20,4	0,97	1,48	0,00	39,52	1,48	9,5	4	1,00	2	1,57			1,57	0,17%	
V21	Apoio V11c	D	0,0	0,00	1,09	0,00	29,12	1,09	8,0	3	1,00	2	1,57			1,6	0,23%	
	a	-	64,1	3,24	1,09	0,00	29,12	3,24	8	2	1,60	2	4,02			4,02	0,60%	
	Apoio V4c	E	0,0	0,00	1,09	0,00	29,12	1,09	8,0	3	1,00	2	1,57			1,6	0,23%	
V22	P31	D	-47,4	2,30	1,48	0,00	39,52	2,30	9,5	4	1,25	2	2,46			2,46	0,26%	
	a	-	25,8	1,25	1,48	0,00	39,52	1,48	13	5	1,00	2	1,57			1,57	0,17%	
	P22	E	-27,4	1,31	1,48	0,00	39,52	1,48	9,5	4	1,00	2	1,57			1,57	0,17%	
		D	-83,1	4,20	1,48	0,00	39,52	4,20	9,5	2	1,60	2	4,02	0,63	2	0,58	4,6	0,50%
	b	-	63,1	3,14	1,48	0,00	39,52	3,14	13	4	1,60	2	4,02			4,02	0,44%	
	P13	E	-82,0	4,13	1,48	0,00	39,52	4,13	8,5	2	1,60	2	4,02	0,63	2	0,58	4,6	0,50%
		D	-27,4	1,32	1,09	0,00	29,12	1,32	4,5	2	1,00	2	1,57			1,57	0,23%	
c	-	26,0	1,26	1,09	0,00	29,12	1,26	8	3	1,00	2	1,57			1,57	0,23%		
P5	E	-48,7	2,39	1,09	0,00	29,12	2,39	4,5	2	1,25	2	2,46			2,46	0,36%		
V23	a	-	0,0	0,00	4,62	0,00	123,12	4,62	8,5	2	1,60	2	4,02	0,8	2	1,0	5,0	0,17%
	P24	E	-83,6	4,32	1,09	0,00	29,12	4,32	4,5	2	1,60	2	4,02	0,63	2	0,58	4,6	0,68%
		D	-51,8	2,59	1,09	0,00	29,12	2,59	4,5	2	1,25	2	2,46	0,63	2	0,58	3,04	0,45%
	b	-	11,9	0,59	1,09	0,00	29,12	1,09	8	3	0,80	2	1,00	0,63	2	0,58	1,58	0,24%
	P16	E	-26,9	1,29	1,09	0,00	29,12	1,29	4,5	2	1,00	2	1,57			1,57	0,23%	
		D	-27,0	1,30	1,09	0,00	29,12	1,30	3,5	2	1,00	2	1,57			1,57	0,23%	
	c	-	11,9	0,57	1,09	0,00	29,12	1,09	8	3	1,00	2	1,57			1,57	0,23%	
P6	E	-51,9	2,60	1,09	0,00	29,12	2,60	4,5	2	1,25	2	2,46	0,63	2	0,58	3,04	0,45%	
d	-	0,0	0,00	4,62	0,00	123,12	4,62	8,5	2	1,60	2	4,02	0,8	2	1,0	5,0	0,17%	
V24	P25	D	-21,1	1,01	1,09	0,00	29,12	1,09	4,5	2	1,00	2	1,57			1,57	0,23%	
	a	-	26,9	1,30	1,09	0,00	29,12	1,30	8	3	1,00	2	1,57			1,57	0,23%	
	P17	E	-24,3	1,17	1,09	0,00	29,12	1,17	3,5	2	1,00	2	1,57			1,57	0,23%	
		D	-24,3	1,17	1,09	0,00	29,12	1,17	3,5	2	1,00	2	1,57			1,57	0,23%	
	b	-	26,9	1,32	1,09	0,00	29,12	1,32	7	3	1,00	2	1,57			1,57	0,23%	
P7	E	-21,3	1,02	1,09	0,00	29,12	1,09	3,5	2	1,00	2	1,57			1,57	0,23%		
V25	P26	D	-5,6	0,08	4,62	0,00	123,12	4,62	8,5	2	1,60	2	4,02	0,8	2	1	5,02	0,17%
	a	-	84,4	1,24	4,62	0,00	123,12	4,62	12	3	1,60	3	6,03			6,03	0,20%	
	P18	E	60,3	0,88	4,62	0,00	123,12	4,62	13	4	1,60	2	4,02	0,8	2	1	5,02	0,17%
		D	60,5	0,89	4,62	0,00	123,12	4,62	13	4	1,60	2	4,02	0,8	2	1	5,02	0,17%
	b	-	84,4	1,24	4,62	0,00	123,12	4,62	13	4	1,60	2	4,02	0,8	2	1	5,02	0,17%
P8	E	-5,9	0,09	4,62	0,00	123,12	4,62	9,5	2	1,60	2	4,02	0,8	2	1	5,02	0,17%	
VR1	Apoio V11	D	0,0	0,00	1,48	0,00	39,52	1,48	9,5	4	1,00	2	1,57			1,57	0,17%	
	a	-	72,2	3,61	1,48	0,00	39,52	3,61	13	4	1,60	2	4,02			4,02	0,44%	
	Apoio V4	E	0,0	0,00	1,48	0,00	39,52	1,48	9,5	4	1,00	2	1,57			1,57	0,17%	
VR2	P20	D	-6,3	0,30	1,48	0,00	39,52	1,48	9,5	4	1,00	2	1,57			1,57	0,17%	
	a	-	113,3	5,85	1,48	0,00	39,52	5,85	13	4	1,60	3	6,03			6,03	0,66%	
	P11	E	6,4	0,30	1,48	0,00	39,52	1,48	9,5	4	1,00	2	1,57			1,57	0,17%	
VR3	Apoio V11c	D	0,0	0,00	1,48	0,00	39,52	1,48	9,5	4	1,00	2	1,57			1,57	0,17%	
	a	-	68,4	3,42	1,48	0,00	39,52	3,42	13	4	1,60	2	4,02			4,02	0,44%	
	Apoio V4c	E	0,0	0,00	1,48	0,00	39,52	1,48	9,5	4	1,00	2	1,57			1,57	0,17%	
VR4	Apoio VR2	D	0,0	0,00	1,48	0,00	39,52	1,48	9,5	4	1,00	2	1,57			1,57	0,17%	
	a	-	25,6	1,23	1,48	0,00	39,52	1,48	13	5	1,00	2	1,57			1,57	0,17%	
	Apoio V20	E	0,0	0,00	1,48	0,00	39,52	1,48	9,5	4	1,00	2	1,57			1,57	0,17%	

(fonte: elaborado pelo autor)

### APÊNDICE K – Dimensionamento de vigas das lajes técnicas

Vigas	Trechos	Lado	Mk (kN.m)	Vk (kN)	Md (kN.m)	bw (cm)	h (cm)	c1 (cm)	c2 (cm)	d1 (cm)	d2 (cm)	d (cm)X	X <sub>max</sub> (cm)	Y <sub>max</sub> (cm)	M <sub>máximo</sub> (kNm)	e <sub>2</sub>	σ <sub>2</sub> (kN/cm <sup>2</sup> )	y (cm)
V1	Apoio V5	D	0,0	19,2	0,0	19	52	3	3	48,00	44,00	48,00	21,60	17,28	235,38		43,48	0,00
	a	-	9,5	0	13,3	19	52	3	3	48,00	44,00	48,00	21,60	17,28	235,38		43,48	0,81
	PL1	E	-1,2	-19,2	-1,7	19	52	3	3	48,00	44,00	48,00	21,60	17,28	235,38		43,48	0,10
V2	PL2	D	-1,2	19,7	-1,7	19	52	3	3	48,00	44,00	48,00	21,60	17,28	235,38		43,48	0,10
	a	-	9,3	0	13,0	19	52	3	3	48,00	44,00	48,00	21,60	17,28	235,38		43,48	0,79
	Apoio V8	E	0,0	-19	0,0	19	52	3	3	48,00	44,00	48,00	21,60	17,28	235,38		43,48	0,00
V3	P19	D	-12,9	44,2	-18,1	19	52	3	3	48,00	44,00	48,00	21,60	17,28	235,38		43,48	1,10
	a	-	38,2	0	53,5	19	52	3	3	47,88	43,88	47,11	21,20	16,96	226,75		43,48	3,40
	P20	E	-11,2	-22,5	-15,7	19	52	3	3	48,00	44,00	48,00	21,60	17,28	235,38		43,48	0,95
V4	P21	D	-9,2	24,3	-12,9	19	52	3	3	48,00	44,00	48,00	21,60	17,28	235,38		43,48	0,78
	a	-	33	0	46,2	19	52	3	3	47,88	43,88	47,88	21,54	17,24	234,15		43,48	2,87
	P22	E	-10	-40,3	-14,0	19	52	3	3	48,00	44,00	48,00	21,60	17,28	235,38		43,48	0,85
V5	P19	D	-10,2	41,4	-14,3	19	52	3	3	48,00	44,00	48,00	21,60	17,28	235,38		43,48	0,87
	a	-	32,6	0	45,6	19	52	3	3	47,88	43,88	47,88	21,54	17,24	234,15		43,48	2,84
	P10	E	-9,5	-25,9	-13,3	19	52	3	3	48,00	44,00	48,00	21,60	17,28	235,38		43,48	0,81
V6	Apoio V3	D	0,0	21,3	0,0	19	52	3	3	48,00	44,00	48,00	21,60	17,28	235,38		43,48	0,00
	a	-	11,4	0	16,0	19	52	3	3	48,00	44,00	48,00	21,60	17,28	235,38		43,48	0,97
	PL1	E	-1,5	-22,7	-2,1	19	52	3	3	48,00	44,00	48,00	21,60	17,28	235,38		43,48	0,13
V7	Apoio V4	D	0,0	21,1	0,0	14	52	3	3	48,00	44,00	48,00	21,60	17,28	173,44		43,48	0,00
	a	-	11,1	0	15,5	14	52	3	3	48,00	44,00	48,00	21,60	17,28	173,44		43,48	1,29
	PL2	E	-2	-22,9	-2,8	14	52	3	3	48,00	44,00	48,00	21,60	17,28	173,44		43,48	0,23
V8	P22	D	-10,9	41,1	-15,3	19	52	3	3	48,00	44,00	48,00	21,60	17,28	235,38		43,48	0,93
	a	-	32	0	44,8	19	52	3	3	47,88	43,88	47,88	21,54	17,24	234,15		43,48	2,78
	P13	E	-10,2	-25,8	-14,3	19	52	3	3	48,00	44,00	48,00	21,60	17,28	235,38		43,48	0,87

(fonte: elaborado pelo autor)

Vigas	Trechos	Lado	Md (kN.m)	As calc (cm <sup>2</sup> )	As, mín. (cm <sup>2</sup> )	As' (cm <sup>2</sup> )	As <sub>máx</sub> (cm <sup>2</sup> ):	As esc (cm <sup>2</sup> )	Espaço Livre (cm)	Nº máximo de barras	Camada 1			Camada 2			As,ef (cm <sup>2</sup> )	Taxa de Armadura
											φ (cm)	Nº Barras	As (cm <sup>2</sup> )	φ (cm)	Nº Barras	As (cm <sup>2</sup> )		
V1	Apoio V5	D	0,0	0,00	1,48	0,00	39,52	1,48	8,50	4	1,00	2	1,57				1,57	0,17%
	a	-	13,3	0,64	1,48	0,00	39,52	1,48	12,00	4	1,00	2	1,57				1,57	0,17%
	PL1	E	-1,7	0,08	1,48	0,00	39,52	1,48	8,50	4	1,00	2	1,57				1,57	0,17%
V2	PL2	D	-1,7	0,08	1,48	0,00	39,52	1,48	8,50	4	1,00	2	1,57				1,57	0,17%
	a	-	13,0	0,63	1,48	0,00	39,52	1,48	12,00	4	1,00	2	1,57				1,57	0,17%
	Apoio V8	E	0,0	0,00	1,48	0,00	39,52	1,48	8,50	4	1,00	2	1,57				1,57	0,17%
V3	P19	D	-18,1	0,88	1,48	0,00	39,52	1,48	8,50	4	1,00	2	1,57				1,57	0,17%
	a	-	53,5	2,71	1,48	0,00	39,52	2,71	12,00	4	1,25	2	2,46	0,63	2	0,58	3,04	0,34%
	P20	E	-15,7	0,76	1,48	0,00	39,52	1,48	8,50	4	1,00	2	1,57				1,57	0,17%
V4	P21	D	-12,9	0,62	1,48	0,00	39,52	1,48	8,50	4	1,00	2	1,57				1,57	0,17%
	a	-	46,2	2,29	1,48	0,00	39,52	2,29	12,00	4	1,25	2	2,46				2,46	0,27%
	P22	E	-14,0	0,68	1,48	0,00	39,52	1,48	8,50	4	1,00	2	1,57				1,57	0,17%
V5	P19	D	-14,3	0,69	1,48	0,00	39,52	1,48	8,50	4	1,00	2	1,57				1,57	0,17%
	a	-	45,6	2,26	1,48	0,00	39,52	2,26	12,00	4	1,25	2	2,46				2,46	0,27%
	P10	E	-13,3	0,64	1,48	0,00	39,52	1,48	8,50	4	1,00	2	1,57				1,57	0,17%
V6	Apoio V3	D	0,0	0,00	1,48	0,00	39,52	1,48	8,50	4	1,00	2	1,57				1,57	0,17%
	a	-	16,0	0,77	1,48	0,00	39,52	1,48	12,00	4	1,00	2	1,57				1,57	0,17%
	PL1	E	-2,1	0,10	1,48	0,00	39,52	1,48	8,50	4	1,00	2	1,57				1,57	0,17%
V7	Apoio V4	D	0,0	0,00	1,09	0,00	29,12	1,09	3,50	2	1,00	2	1,57				1,57	0,23%
	a	-	15,5	0,75	1,09	0,00	29,12	1,09	7,00	3	1,00	2	1,57				1,57	0,23%
	PL2	E	-2,8	0,13	1,09	0,00	29,12	1,09	3,50	2	1,00	2	1,57				1,57	0,23%
V8	P22	D	-15,3	0,74	1,48	0,00	39,52	1,48	8,50	4	1,00	2	1,57				1,57	0,17%
	a	-	44,8	2,22	1,48	0,00	39,52	2,22	12,00	4	1,25	2	2,46				2,46	0,27%
	P13	E	-14,3	0,69	1,48	0,00	39,52	1,48	8,50	4	1,00	2	1,57				1,57	0,17%

(fonte: elaborado pelo autor)

## APÊNDICE L – Dimensionamento de vigas da cobertura dos reservatórios

Vigas	Trechos	Lado	Mfk (kN.m)	Vd (kN)	Md atualizado (kN.m)	bw (cm)	h (cm)	c1 (cm)	c2 (cm)	d1 (cm)	d2 (cm)	d (cm)	x <sub>max</sub> (cm)	y <sub>max</sub> (cm)	M <sub>máximo</sub> (kNm)	e <sub>2</sub>	σ <sub>2</sub> (kN/cm <sup>2</sup> )	y (cm)
V1	P10	D	-1,1	47,1	-1,5	19	82	3	3	78,00	74,00	78,00	35,10	28,08	621,54		43,48	0,06
	a	-	44,8	0	62,7	19	82	3	3	78,00	74,00	78,00	35,10	28,08	621,54		43,48	2,36
	P11	E	-30,1	-41,5	-42,1	19	82	3	3	78,00	74,00	78,00	35,10	28,08	621,54		43,48	1,58
		D	-29,6	23,2	-41,4	19	82	3	3	78,00	74,00	78,00	35,10	28,08	621,54		43,48	1,55
	b	-	6,8	0	9,5	19	82	3	3	78,00	74,00	78,00	35,10	28,08	621,54		43,48	0,35
		E	-23	-19,7	-32,2	19	82	3	3	78,00	74,00	78,00	35,10	28,08	621,54		43,48	1,20
	P12	D	-23,3	38,5	-32,6	19	82	3	3	78,00	74,00	78,00	35,10	28,08	621,54		43,48	1,22
c	-	40,4	0	56,6	19	82	3	3	78,00	74,00	77,21	34,74	27,80	609,01		43,48	2,15	
P13	E	-0,9	-42,6	-1,3	19	82	3	3	78,00	74,00	78,00	35,10	28,08	621,54		43,48	0,05	
V2	P20	D	-1,7	60,3	-2,4	19	82	3	3	78,00	74,00	78,00	35,10	28,08	621,54		43,48	0,09
	a	-	57,8	0	80,9	19	82	3	3	78,00	74,00	77,21	34,74	27,80	609,01		43,48	3,09
	P21	E	-33,6	-46,1	-47,0	19	82	3	3	78,00	74,00	78,00	35,10	28,08	621,54		43,48	1,76
		D	-33	23,4	-46,2	19	82	3	3	78,00	74,00	78,00	35,10	28,08	621,54		43,48	1,73
	b	-	6,8	0	9,5	19	82	3	3	78,00	74,00	78,00	35,10	28,08	621,54		43,48	0,35
		E	-25,7	-19,5	-36,0	19	82	3	3	78,00	74,00	78,00	35,10	28,08	621,54		43,48	1,34
	P22	D	-26,1	43,7	-36,5	19	82	3	3	78,00	74,00	78,00	35,10	28,08	621,54		43,48	1,37
c	-	52,6	0	73,6	19	82	3	3	78,00	74,00	78,00	35,10	28,08	621,54		43,48	2,78	
P23	E	-1,5	-56,3	-2,1	19	82	3	3	78,00	74,00	78,00	35,10	28,08	621,54		43,48	0,08	
V3	P20	D	-0,2	11,1	-0,3	19	82	3	3	78,00	74,00	78,00	35,10	28,08	621,54		43,48	0,01
	a	-	10,8	0	15,1	19	82	3	3	78,00	74,00	78,00	35,10	28,08	621,54		43,48	0,56
	P10	E	-0,2	-11,1	-0,3	19	82	3	3	78,00	74,00	78,00	35,10	28,08	621,54		43,48	0,01
V4	Apoio V2a	D	0,0	58,9	0,0	19	52	3	3	48,00	44,00	48,00	21,60	17,28	235,38		43,48	0,00
	a	-	55,9	0	78,3	19	52	3	3	47,88	43,88	47,02	21,16	16,93	225,88		43,48	5,08
V5	Apoio V1a	E	0,0	-41,1	0,0	19	52	3	3	48,00	44,00	48,00	21,60	17,28	235,38		43,48	0,00
	Apoio V2c	D	0,0	58,9	0,0	19	52	3	3	48,00	44,00	48,00	21,60	17,28	235,38		43,48	0,00
	a	-	55,9	0	78,3	19	52	3	3	47,88	43,88	47,02	21,16	16,93	225,88		43,48	5,08
V6	Apoio V1c	E	0,0	-41,1	0,0	19	52	3	3	48,00	44,00	48,00	21,60	17,28	235,38		43,48	0,00
	P23	D	-0,2	11,1	-0,3	19	82	3	3	78,00	74,00	78,00	35,10	28,08	621,54		43,48	0,01
V6	a	-	10,8	0	15,1	19	82	3	3	78,00	74,00	78,00	35,10	28,08	621,54		43,48	0,56
	P13	E	-0,2	-11,1	-0,3	19	82	3	3	78,00	74,00	78,00	35,10	28,08	621,54		43,48	0,01

(fonte: elaborado pelo autor)

Vigas	Trechos	Lado	Md atualizado (kN.m)	As calc (cm <sup>2</sup> )	As, mín. (cm <sup>2</sup> )	As' (cm <sup>2</sup> )	As <sub>máx</sub> (cm <sup>2</sup> ):	As esc (cm <sup>2</sup> )	Espaço Livre (cm)	N° máximo de barras	Camada 1			Camada 2			As,ef (cm <sup>2</sup> )	Taxa de Armadura
											φ (cm)	N° Barras	As (cm <sup>2</sup> )	φ (cm)	N° Barras	As (cm <sup>2</sup> )		
V1	P10	D	-1,5	0,05	2,34	0,00	62,32	2,34	8,50	4	1,00	3	2,36				2,36	0,16%
	a	-	62,7	1,88	2,34	0,00	62,32	2,34	12,00	4	1,00	3	2,36				2,36	0,16%
	P11	E	-42,1	1,26	2,34	0,00	62,32	2,34	8,50	4	1,00	3	2,36				2,36	0,16%
		D	-41,4	1,23	2,34	0,00	62,32	2,34	8,50	4	1,00	3	2,36				2,36	0,16%
	b	-	9,5	0,28	2,34	0,00	62,32	2,34	12,00	4	1,00	3	2,36				2,36	0,16%
		E	-32,2	0,96	2,34	0,00	62,32	2,34	8,50	4	1,00	3	2,36				2,36	0,16%
	P12	D	-32,6	0,97	2,34	0,00	62,32	2,34	8,50	4	1,00	3	2,36				2,36	0,16%
c	-	56,6	1,71	2,34	0,00	62,32	2,34	12,00	4	1,00	3	2,36	0,63	2	0,58	2,94	0,20%	
P13	E	-1,3	0,04	2,34	0,00	62,32	2,34	8,50	4	1,00	3	2,36				2,36	0,16%	
V2	P20	D	-2,4	0,07	2,34	0,00	62,32	2,34	8,50	4	1,00	3	2,36				2,36	0,16%
	a	-	80,9	2,46	2,34	0,00	62,32	2,46	12,00	4	1,00	3	2,36	0,63	2	0,58	2,94	0,20%
	P21	E	-47,0	1,40	2,34	0,00	62,32	2,34	8,50	4	1,00	3	2,36				2,36	0,16%
		D	-46,2	1,38	2,34	0,00	62,32	2,34	8,50	4	1,00	3	2,36				2,36	0,16%
	b	-	9,5	0,28	2,34	0,00	62,32	2,34	12,00	4	1,00	3	2,36				2,36	0,16%
		E	-36,0	1,07	2,34	0,00	62,32	2,34	8,50	4	1,00	3	2,36				2,36	0,16%
	P22	D	-36,5	1,09	2,34	0,00	62,32	2,34	8,50	4	1,00	3	2,36				2,36	0,16%
c	-	73,6	2,21	2,34	0,00	62,32	2,34	12,00	4	1,00	3	2,36				2,36	0,16%	
P23	E	-2,1	0,06	2,34	0,00	62,32	2,34	8,50	4	1,00	3	2,36				2,36	0,16%	
V3	P20	D	-0,3	0,01	2,34	0,00	62,32	2,34	8,50	4	1,00	3	2,36				2,36	0,16%
	a	-	15,1	0,45	2,34	0,00	62,32	2,34	12,00	4	1,00	3	2,36				2,36	0,16%
	P10	E	-0,3	0,01	2,34	0,00	62,32	2,34	8,50	4	1,00	3	2,36				2,36	0,16%
V4	Apoio V2a	D	0,0	0,00	1,48	0,00	39,52	1,48	12,00	4	1,00	2	1,57				1,57	0,17%
	a	-	78,3	4,05	1,48	0,00	39,52	4,05	12,00	4	1,25	3	3,69	0,80	2	1,00	4,69	0,52%
V5	Apoio V1a	E	0,0	0,00	1,48	0,00	39,52	1,48	12,00	4	1,00	2	1,57				1,57	0,17%
	Apoio V2c	D	0,0	0,00	1,48	0,00	39,52	1,48	12,00	4	1,00	2	1,57				1,57	0,17%
	a	-	78,3	4,05	1,48	0,00	39,52	4,05	12,00	4	1,25	3	3,69	0,8	2	1,00	4,69	0,52%
V6	Apoio V1c	E	0,0	0,00	1,48	0,00	39,52	1,48	12,00	4	1,00	2	1,57				1,57	0,17%
	P23	D	-0,3	0,01	2,34	0,00	62,32	2,34	8,50	4	1,00	3	2,36				2,36	0,16%
	a	-	15,1	0,45	2,34	0,00	62,32	2,34	12,00	4	1,00	3	2,36				2,36	0,16%
P13	E	-0,3	0,01	2,34	0,00	62,32	2,34	8,50	4	1,00	3	2,36				2,36	0,16%	

(fonte: elaborado pelo autor)

**APÊNDICE M – Comprimentos de ancoragem de vigas do tipo**

Vigas	Trechos	Aderência	n1	n2	n3	fbd	$\phi$ (mm)	lb calc (cm)	$25*\phi$ (cm)	lb (cm)	$0,3*lb$ (cm)	$10*\phi$ (cm)	10 (cm)	lb,min (cm)	lb,adotado(cm)	Gancho	$\alpha$	lb,nec (cm)
V1 ou V14	P1	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	16,0	76,2	40,0	76,2	22,9	16	10	22,9	76,2	Sim	0,7	51
	a	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	16,0	53,4	40,0	53,4	16,0	16	10	16,0	53,4	Não	1	44
	P2	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	20,0	95,3	50,0	95,3	28,6	20	10	28,6	95,3	Não	1	95
	b	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	10,0	47,7	25,0	47,7	14,3	10	10	14,3	47,7	Não	1	45
	P3	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	12,5	59,6	31,3	59,6	17,9	13	10	17,9	59,6	Não	1	55
	c	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	10,0	47,7	25,0	47,7	14,3	10	10	14,3	47,7	Não	1	45
	P4	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	10,0	47,7	25,0	47,7	14,3	10	10	14,3	47,7	Não	1	45
	d	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	10,0	47,7	25,0	47,7	14,3	10	10	14,3	47,7	Não	1	45
	P5	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	16,0	76,2	40,0	76,2	22,9	16	10	22,9	76,2	Não	1	74
	e	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	12,5	41,7	31,3	41,7	12,5	13	10	12,5	41,7	Não	1	39
	Apoio V23c	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	10,0	33,4	25,0	33,4	10,0	10	10	10,0	33,4	Sim	0,7	23
	V2 ou V13	P6	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	10,0	47,7	25,0	47,7	14,3	10	10	14,3	47,7	Sim	0,7
a		Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	10,0	33,4	25,0	33,4	10,0	10	10	10,0	33,4	Não	1	32
P7		Má	2,25	0,7	1,0	2,28	10,0	47,7	25,0	47,7	14,3	10	10	14,3	47,7	Não	1	45
b		Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	12,5	59,6	31,3	59,6	17,9	13	10	17,9	59,6	Não	1	49
P8		Má	2,25	0,7	1,0	2,28	12,5	59,6	31,3	59,6	17,9	13	10	17,9	59,6	Sim	0,7	38
V3 ou V12	Apoio V15a ou V15b	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	10,0	33,4	25,0	33,4	10,0	10	10	10,0	33,4	Sim	0,7	17
	a	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	16,0	53,4	40,0	53,4	16,0	16	10	16,0	53,4	Não	1	46
	P9	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	20,0	95,3	50,0	95,3	28,6	20	10	28,6	95,3	Não	1	85
	b	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	10,0	47,7	25,0	47,7	14,3	10	10	14,3	47,7	Não	1	38
	Apoio V17a ou V17b	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	10,0	33,4	25,0	33,4	10,0	10	10	10,0	33,4	Sim	0,7	17
V4	P10	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	20,0	95,3	50,0	95,3	28,6	20	10	28,6	95,3	Sim	0,7	53
	a	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	20,0	66,7	50,0	66,7	20,0	20	10	20,0	66,7	Não	1	55
	P11	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	20,0	95,3	50,0	95,3	28,6	20	10	28,6	95,3	Não	1	74
	b	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	10,0	47,7	25,0	47,7	14,3	10	10	14,3	47,7	Não	1	45
	P12	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	12,5	59,6	31,3	59,6	17,9	13	10	17,9	59,6	Não	1	55
	c	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	12,5	59,6	31,3	59,6	17,9	13	10	17,9	59,6	Não	1	56
	P13	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	12,5	59,6	31,3	59,6	17,9	13	10	17,9	59,6	Sim	0,7	36
V5	Apoio V18	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	10,0	33,4	25,0	33,4	10,0	10	10	10,0	33,4	Sim	0,7	23
	a	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	20,0	66,7	50,0	66,7	20,0	20	10	20,0	66,7	Não	1	62
V6	Apoio V20	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	10,0	33,4	25,0	33,4	10,0	10	10	10,0	33,4	Sim	0,7	23
	Apoio V17b	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	10,0	33,4	25,0	33,4	10,0	10	10	10,0	33,4	Sim	0,7	23
	a	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	10,0	33,4	25,0	33,4	10,0	10	10	10,0	33,4	Não	1	32
V7	Apoio V18	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	10,0	33,4	25,0	33,4	10,0	10	10	10,0	33,4	Sim	0,7	23
	Apoio V21	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	10,0	33,4	25,0	33,4	10,0	10	10	10,0	33,4	Sim	0,7	23
	a	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	10,0	33,4	25,0	33,4	10,0	10	10	10,0	33,4	Não	1	32
V8	Apoio V22b	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	10,0	33,4	25,0	33,4	10,0	10	10	10,0	33,4	Sim	0,7	23
	P14	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	16,0	76,2	40,0	76,2	22,9	16	10	22,9	76,2	Sim	0,7	37
	a	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	12,5	41,7	31,3	41,7	12,5	13	10	12,5	41,7	Não	1	36
	P15	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	16,0	76,2	40,0	76,2	22,9	16	10	22,9	76,2	Não	1	73
	b	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	20,0	95,3	50,0	95,3	28,6	20	10	28,6	95,3	Não	1	88
V9	Apoio V18	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	10,0	33,4	25,0	33,4	10,0	10	10	10,0	33,4	Sim	0,7	23
	a	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	10,0	33,4	25,0	33,4	10,0	10	10	10,0	33,4	Não	1	32
	Apoio V19	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	10,0	33,4	25,0	33,4	10,0	10	10	10,0	33,4	Sim	0,7	23
V10	Apoio V22b	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	10,0	33,4	25,0	33,4	10,0	10	10	10,0	33,4	Sim	0,7	23
	a	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	20,0	66,7	50,0	66,7	20,0	20	10	20,0	66,7	Não	1	63
	P16	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	20,0	95,3	50,0	95,3	28,6	20	10	28,6	95,3	Não	1	81
	b	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	16,0	76,2	40,0	76,2	22,9	16	10	22,9	76,2	Não	1	57
	P17	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	10,0	47,7	25,0	47,7	14,3	10	10	14,3	47,7	Não	1	45
	c	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	20,0	95,3	50,0	95,3	28,6	20	10	28,6	95,3	Não	1	77
	P18	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	12,5	59,6	31,3	59,6	17,9	13	10	17,9	59,6	Não	1	42
	P19	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	12,5	59,6	31,3	59,6	17,9	13	10	17,9	59,6	Sim	0,7	41
V11	a	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	16,0	53,4	40,0	53,4	16,0	16	10	16,0	53,4	Não	1	49
	P20	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	16,0	76,2	40,0	76,2	22,9	16	10	22,9	76,2	Não	1	60
	b	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	10,0	47,7	25,0	47,7	14,3	10	10	14,3	47,7	Não	1	45
	P21	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	10,0	47,7	25,0	47,7	14,3	10	10	14,3	47,7	Não	1	45
	c	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	12,5	59,6	31,3	59,6	17,9	13	10	17,9	59,6	Não	1	53
	P22	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	12,5	59,6	31,3	59,6	17,9	13	10	17,9	59,6	Não	1	56
	P22	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	12,5	59,6	31,3	59,6	17,9	13	10	17,9	59,6	Sim	0,7	34

continua

continuação

Vigas	Trechos	Aderência	n1	n2	n3	fbd	$\phi$ (mm)	lb calc (cm)	25* $\phi$ (cm)	lb (cm)	0,3*lb (cm)	10* $\phi$ (cm)	10 (cm)	lb,min (cm)	lb,adotado(cm)	Gancho	$\alpha$	lb,nec (cm)
V15	P27	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	20,0	95,3	50,0	95,3	28,6	20	10	28,6	95,3	Sim	0,7	59
	a	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	16,0	53,4	40,0	53,4	16,0	16	10	16,0	53,4	Não	1	46
	P14	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	20,0	95,3	50,0	95,3	28,6	20	10	28,6	95,3	Não	1	85
		Má	2,25	0,7	1,0	2,28	20,0	95,3	50,0	95,3	28,6	20	10	28,6	95,3	Não	1	85
	b	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	16,0	53,4	40,0	53,4	16,0	16	10	16,0	53,4	Não	1	46
P1	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	20,0	95,3	50,0	95,3	28,6	20	10	28,6	95,3	Sim	0,7	59	
V16	Apoio V12b	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	10,0	33,4	25,0	33,4	10,0	10	10	10,0	33,4	Sim	0,7	17
	a	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	10,0	33,4	25,0	33,4	10,0	10	10	10,0	33,4	Não	1	24
	Apoio V8b	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	10,0	47,7	25,0	47,7	14,3	10	10	14,3	47,7	Não	1	46
		Má	2,25	0,7	1,0	2,28	10,0	47,7	25,0	47,7	14,3	10	10	14,3	47,7	Não	1	46
	b	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	10,0	33,4	25,0	33,4	10,0	10	10	10,0	33,4	Não	1	24
Apoio V3b	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	10,0	33,4	25,0	33,4	10,0	10	10	10,0	33,4	Sim	0,7	17	
V17	P28	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	20,0	95,3	50,0	95,3	28,6	20	10	28,6	95,3	Sim	0,7	46
	a	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	10,0	33,4	25,0	33,4	10,0	10	10	10,0	33,4	Não	1	30
	P19	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	20,0	95,3	50,0	95,3	28,6	20	10	28,6	95,3	Não	1	82
		Má	2,25	0,7	1,0	2,28	20,0	95,3	50,0	95,3	28,6	20	10	28,6	95,3	Não	1	79
	b	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	10,0	33,4	25,0	33,4	10,0	10	10	10,0	33,4	Não	1	32
	P10	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	16,0	76,2	40,0	76,2	22,9	16	10	22,9	76,2	Não	1	70
		Má	2,25	0,7	1,0	2,28	16,0	76,2	40,0	76,2	22,9	16	10	22,9	76,2	Não	1	67
	c	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	10,0	33,4	25,0	33,4	10,0	10	10	10,0	33,4	Não	1	32
P2	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	16,0	76,2	40,0	76,2	22,9	16	10	22,9	76,2	Sim	0,7	51	
V18	Apoio V11a	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	10,0	33,4	25,0	33,4	10,0	10	10	10,0	33,4	Sim	0,7	23
	a	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	20,0	66,7	50,0	66,7	20,0	20	10	20,0	66,7	Não	1	65
Apoio V4a	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	10,0	33,4	25,0	33,4	10,0	10	10	10,0	33,4	Sim	0,7	23	
V19	Apoio V11a	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	10,0	33,4	25,0	33,4	10,0	10	10	10,0	33,4	Sim	0,7	17
	a	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	10,0	33,4	25,0	33,4	10,0	10	10	10,0	33,4	Não	1	24
Apoio V5	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	10,0	33,4	25,0	33,4	10,0	10	10	10,0	33,4	Sim	0,7	17	
V20	P21	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	20,0	95,3	50,0	95,3	28,6	20	10	28,6	95,3	Sim	0,7	55
	a	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	16,0	53,4	40,0	53,4	16,0	16	10	16,0	53,4	Não	1	51
P12	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	20,0	95,3	50,0	95,3	28,6	20	10	28,6	95,3	Sim	0,7	62	
V21	Apoio V11c	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	10,0	33,4	25,0	33,4	10,0	10	10	10,0	33,4	Sim	0,7	17
	a	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	16,0	53,4	40,0	53,4	16,0	16	10	16,0	53,4	Não	1	37
Apoio V4c	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	10,0	33,4	25,0	33,4	10,0	10	10	10,0	33,4	Sim	0,7	17	
V22	P31	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	20,0	95,3	50,0	95,3	28,6	20	10	28,6	95,3	Sim	0,7	62
	a	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	12,5	41,7	31,3	41,7	12,5	13	10	12,5	41,7	Não	1	29
	P22	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	20,0	95,3	50,0	95,3	28,6	20	10	28,6	95,3	Não	1	91
		Má	2,25	0,7	1,0	2,28	20,0	95,3	50,0	95,3	28,6	20	10	28,6	95,3	Não	1	87
	b	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	16,0	53,4	40,0	53,4	16,0	16	10	16,0	53,4	Não	1	52
	P13	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	20,0	95,3	50,0	95,3	28,6	20	10	28,6	95,3	Não	1	86
		Má	2,25	0,7	1,0	2,28	20,0	95,3	50,0	95,3	28,6	20	10	28,6	95,3	Não	1	91
	c	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	12,5	41,7	31,3	41,7	12,5	13	10	12,5	41,7	Não	1	28
P5	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	20,0	95,3	50,0	95,3	28,6	20	10	28,6	95,3	Sim	0,7	59	
V23	a	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	10,0	47,7	25,0	47,7	14,3	10	10	14,3	47,7	Sim	0,7	32
	P24	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	20,0	95,3	50,0	95,3	28,6	20	10	28,6	95,3	Não	1	93
		Má	2,25	0,7	1,0	2,28	20,0	95,3	50,0	95,3	28,6	20	10	28,6	95,3	Não	1	94
	b	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	10,0	33,4	25,0	33,4	10,0	10	10	10,0	33,4	Não	1	24
	P16	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	20,0	95,3	50,0	95,3	28,6	20	10	28,6	95,3	Não	1	66
		Má	2,25	0,7	1,0	2,28	20,0	95,3	50,0	95,3	28,6	20	10	28,6	95,3	Não	1	66
	c	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	10,0	33,4	25,0	33,4	10,0	10	10	10,0	33,4	Não	1	24
	P6	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	20,0	95,3	50,0	95,3	28,6	20	10	28,6	95,3	Não	1	94
Má	2,25	0,7	1,0	2,28	20,0	95,3	50,0	95,3	28,6	20	10	28,6	95,3	Não	1	93		
d	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	10,0	47,7	25,0	47,7	14,3	10	10	14,3	47,7	Sim	0,7	32	
V24	P25	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	20,0	95,3	50,0	95,3	28,6	20	10	28,6	95,3	Sim	0,7	57
	a	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	10,0	33,4	25,0	33,4	10,0	10	10	10,0	33,4	Não	1	27
	P17	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	16,0	76,2	40,0	76,2	22,9	16	10	22,9	76,2	Não	1	72
		Má	2,25	0,7	1,0	2,28	16,0	76,2	40,0	76,2	22,9	16	10	22,9	76,2	Não	1	72
	b	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	10,0	33,4	25,0	33,4	10,0	10	10	10,0	33,4	Não	1	27
	P7	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	20,0	95,3	50,0	95,3	28,6	20	10	28,6	95,3	Sim	0,7	57
V25	P26	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	20,0	95,3	50,0	95,3	28,6	20	10	28,6	95,3	Sim	0,7	55
	a	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	10,0	33,4	25,0	33,4	10,0	10	10	10,0	33,4	Não	1	32
	P18	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	20,0	95,3	50,0	95,3	28,6	20	10	28,6	95,3	Não	1	80
		Má	2,25	0,7	1,0	2,28	20,0	95,3	50,0	95,3	28,6	20	10	28,6	95,3	Não	1	80
	b	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	10,0	33,4	25,0	33,4	10,0	10	10	10,0	33,4	Não	1	32
P8	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	20,0	95,3	50,0	95,3	28,6	20	10	28,6	95,3	Sim	0,7	55	
VE	P20	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	10,0	47,7	25,0	47,7	14,3	10	10	14,3	47,7	Sim	0,7	30
	a	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	10,0	33,4	25,0	33,4	10,0	10	10	10,0	33,4	Não	1	24
Apoio V5	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	10,0	33,4	25,0	33,4	10,0	10	10	10,0	33,4	Sim	0,7	17	
VEP	P21	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	10,0	47,7	25,0	47,7	14,3	10	10	14,3	47,7	Sim	0,7	32
	a	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	10,0	33,4	25,0	33,4	10,0	10	10	10,0	33,4	Não	1	32
PE	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	10,0	47,7	25,0	47,7	14,3	10	10	14,3	47,7	Sim	0,7	32	

(fonte: elaborado pelo autor)



**APÊNDICE N – Comprimentos de ancoragem de vigas da cobertura**

Vigas	Trechos	Aderência	n1	n2	n3	fbd	φ (mm)	lb calc (cm)	25*φ(cm)	lb (cm)	0,3*lb (cm)	10*φ (cm)	10 (cm)	lb,min (cm)	lb,adotado(cm)	Gancho	α	lb,nec (cm)	
V1 ou V14	P1	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	20,0	95,3	50,0	95,3	28,6	20	10	28,6	95,3	Sim	0,7	50	
	a	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	20,0	66,7	50,0	66,7	20,0	20	10	20,0	66,7	Não	1	50	
	P2	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	20,0	95,3	50,0	95,3	28,6	20	10	28,6	95,3	Não	1	71	
	b	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	20,0	66,7	50,0	66,7	20,0	20	10	20,0	66,7	Não	1	50	
	P3	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	20,0	66,7	50,0	66,7	20,0	20	10	20,0	66,7	Não	1	50	
	c	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	20,0	66,7	50,0	66,7	20,0	20	10	20,0	66,7	Não	1	50	
	P4	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	20,0	66,7	50,0	66,7	20,0	20	10	20,0	66,7	Não	1	50	
	d	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	20,0	66,7	50,0	66,7	20,0	20	10	20,0	66,7	Não	1	50	
	P5	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	20,0	95,3	50,0	95,3	28,6	20	10	28,6	95,3	Não	1	71	
	e	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	20,0	95,3	50,0	95,3	28,6	20	10	28,6	95,3	Não	1	71	
	e	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	20,0	66,7	50,0	66,7	20,0	20	10	20,0	66,7	Não	1	50	
	Apoio V23c	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	20,0	66,7	50,0	66,7	20,0	20	10	20,0	66,7	Sim	0,7	35	
	V2 ou V13	P6	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	20,0	95,3	50,0	95,3	28,6	20	10	28,6	95,3	Sim	0,7	50
		a	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	20,0	66,7	50,0	66,7	20,0	20	10	20,0	66,7	Não	1	50
P7		Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	20,0	66,7	50,0	66,7	20,0	20	10	20,0	66,7	Não	1	50	
b		Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	20,0	66,7	50,0	66,7	20,0	20	10	20,0	66,7	Não	1	50	
P8		Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	20,0	66,7	50,0	66,7	20,0	20	10	20,0	66,7	Não	1	50	
P8		Má	2,25	0,7	1,0	2,28	20,0	95,3	50,0	95,3	28,6	20	10	28,6	95,3	Sim	0,7	50	
V3 ou V12	Apoio V15a ou V15b	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	10,0	33,4	25,0	33,4	10,0	10	10	10,0	33,4	Sim	0,7	17	
	a	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	12,5	41,7	31,3	41,7	12,5	13	10	12,5	41,7	Não	1	42	
	P9	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	16,0	76,2	40,0	76,2	22,9	16	10	22,9	76,2	Não	1	66	
	b	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	10,0	47,7	25,0	47,7	14,3	10	10	14,3	47,7	Não	1	34	
	b	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	10,0	33,4	25,0	33,4	10,0	10	10	10,0	33,4	Não	1	24	
Apoio V17a ou V17b	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	10,0	33,4	25,0	33,4	10,0	10	10	10,0	33,4	Sim	0,7	17		
V4	P10	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	20,0	95,3	50,0	95,3	28,6	20	10	28,6	95,3	Sim	0,7	51	
	a	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	20,0	66,7	50,0	66,7	20,0	20	10	20,0	66,7	Não	1	63	
	P11	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	20,0	95,3	50,0	95,3	28,6	20	10	28,6	95,3	Não	1	73	
	b	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	10,0	47,7	25,0	47,7	14,3	10	10	14,3	47,7	Não	1	45	
	b	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	10,0	33,4	25,0	33,4	10,0	10	10	10,0	33,4	Não	1	32	
	P12	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	12,5	59,6	31,3	59,6	17,9	13	10	17,9	59,6	Não	1	54	
	c	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	10,0	47,7	25,0	47,7	14,3	10	10	14,3	47,7	Não	1	41	
	P13	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	16,0	53,4	40,0	53,4	16,0	16	10	16,0	53,4	Não	1	40	
V5	P13	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	10,0	47,7	25,0	47,7	14,3	10	10	14,3	47,7	Sim	0,7	29	
	Apoio V18	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	10,0	33,4	25,0	33,4	10,0	10	10	10,0	33,4	Sim	0,7	23	
	a	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	10,0	33,4	25,0	33,4	10,0	10	10	10,0	33,4	Não	1	32	
	Apoio VR1	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	10,0	47,7	25,0	47,7	14,3	10	10	14,3	47,7	Não	1	45	
	b	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	10,0	47,7	25,0	47,7	14,3	10	10	14,3	47,7	Não	1	45	
	Apoio VR2	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	10,0	47,7	25,0	47,7	14,3	10	10	14,3	47,7	Não	1	45	
	c	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	10,0	47,7	25,0	47,7	14,3	10	10	14,3	47,7	Não	1	45	
	c	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	10,0	33,4	25,0	33,4	10,0	10	10	10,0	33,4	Não	1	32	
	Apoio V20	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	10,0	33,4	25,0	33,4	10,0	10	10	10,0	33,4	Sim	0,7	23	
	Apoio V17b	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	10,0	33,4	25,0	33,4	10,0	10	10	10,0	33,4	Sim	0,7	23	
V6	a	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	10,0	33,4	25,0	33,4	10,0	10	10	10,0	33,4	Não	1	32	
	Apoio V18	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	10,0	33,4	25,0	33,4	10,0	10	10	10,0	33,4	Sim	0,7	23	
V7	Apoio V21	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	10,0	33,4	25,0	33,4	10,0	10	10	10,0	33,4	Sim	0,7	23	
	a	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	10,0	33,4	25,0	33,4	10,0	10	10	10,0	33,4	Não	1	32	
	Apoio V22b	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	10,0	33,4	25,0	33,4	10,0	10	10	10,0	33,4	Sim	0,7	23	
V8	P14	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	10,0	47,7	25,0	47,7	14,3	10	10	14,3	47,7	Sim	0,7	32	
	a	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	10,0	33,4	25,0	33,4	10,0	10	10	10,0	33,4	Não	1	33	
	P15	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	16,0	76,2	40,0	76,2	22,9	16	10	22,9	76,2	Não	1	75	
	b	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	16,0	76,2	40,0	76,2	22,9	16	10	22,9	76,2	Não	1	63	
	b	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	10,0	33,4	25,0	33,4	10,0	10	10	10,0	33,4	Sim	0,7	23	
V9	Apoio V18	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	10,0	33,4	25,0	33,4	10,0	10	10	10,0	33,4	Sim	0,7	23	
	a	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	10,0	33,4	25,0	33,4	10,0	10	10	10,0	33,4	Não	1	32	
	Apoio V19	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	10,0	33,4	25,0	33,4	10,0	10	10	10,0	33,4	Sim	0,7	23	
V10	Apoio V22b	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	10,0	33,4	25,0	33,4	10,0	10	10	10,0	33,4	Sim	0,7	23	
	a	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	16,0	53,4	40,0	53,4	16,0	16	10	16,0	53,4	Não	1	44	
	P16	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	16,0	76,2	40,0	76,2	22,9	16	10	22,9	76,2	Não	1	67	
	b	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	10,0	47,7	25,0	47,7	14,3	10	10	14,3	47,7	Não	1	45	
	b	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	10,0	33,4	25,0	33,4	10,0	10	10	10,0	33,4	Não	1	32	
	P17	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	10,0	33,4	25,0	33,4	10,0	10	10	10,0	33,4	Não	1	32	
	c	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	16,0	76,2	40,0	76,2	22,9	16	10	22,9	76,2	Não	1	76	
	c	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	12,5	41,7	31,3	41,7	12,5	13	10	12,5	41,7	Não	1	36	
	P18	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	10,0	47,7	25,0	47,7	14,3	10	10	14,3	47,7	Sim	0,7	32	
	P19	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	16,0	76,2	40,0	76,2	22,9	16	10	22,9	76,2	Sim	0,7	51	
V11	a	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	12,5	41,7	31,3	41,7	12,5	13	10	12,5	41,7	Não	1	29	
	P20	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	16,0	76,2	40,0	76,2	22,9	16	10	22,9	76,2	Não	1	67	
	b	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	10,0	47,7	25,0	47,7	14,3	10	10	14,3	47,7	Não	1	45	
	b	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	10,0	33,4	25,0	33,4	10,0	10	10	10,0	33,4	Não	1	32	
	P21	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	16,0	76,2	40,0	76,2	22,9	16	10	22,9	76,2	Não	1	70	
	c	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	16,0	76,2											

continuação

Vigas	Trechos	Aderência	n1	n2	n3	fbd	$\varphi$ (mm)	lb calc (cm)	$25^{\circ}\varphi$ (cm)	lb (cm)	$0,3^{\circ}\text{lb}$ (cm)	$10^{\circ}\varphi$ (cm)	10 (cm)	lb,min (cm)	lb,adotado(cm)	Gancho	$\alpha$	lb,nec (cm)
V15	P27	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	20,0	95,3	50,0	95,3	28,6	20	10	28,59	95,3	Sim	0,70	<b>60</b>
	a	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	16,0	53,4	40,0	53,4	16,0	16	10	16,01	53,4	Não	1,00	<b>50</b>
	P14	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	20,0	66,7	50,0	66,7	20,0	20	10	20,01	66,7	Não	1,00	<b>60</b>
		Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	20,0	66,7	50,0	66,7	20,0	20	10	20,01	66,7	Não	1,00	<b>60</b>
	b	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	16,0	53,4	40,0	53,4	16,0	16	10	16,01	53,4	Não	1,00	<b>50</b>
	P1	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	20,0	95,3	50,0	95,3	28,6	20	10	28,59	95,3	Sim	0,70	<b>60</b>
V16	Apoio V12b	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	10,0	33,4	25,0	33,4	10,0	10	10	10,01	33,4	Sim	0,70	<b>17</b>
	a	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	10,0	33,4	25,0	33,4	10,0	10	10	10,01	33,4	Não	1,00	<b>24</b>
	Apoio V8b	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	10,0	47,7	25,0	47,7	14,3	10	10	14,30	47,7	Não	1,00	<b>34</b>
		Má	2,25	0,7	1,0	2,28	10,0	47,7	25,0	47,7	14,3	10	10	14,30	47,7	Não	1,00	<b>34</b>
	b	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	10,0	33,4	25,0	33,4	10,0	10	10	10,01	33,4	Não	1,00	<b>24</b>
	Apoio V3b	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	10,0	33,4	25,0	33,4	10,0	10	10	10,01	33,4	Sim	0,70	<b>17</b>
V17	P28	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	10,0	47,7	25,0	47,7	14,3	10	10	14,30	47,7	Sim	0,70	<b>27</b>
	a	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	10,0	33,4	25,0	33,4	10,01	10	10	10,01	33,4	Não	1,00	<b>28</b>
	P19	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	12,5	59,6	31,3	59,57	17,87	13	10	17,87	59,6	Não	1,00	<b>52</b>
		Má	2,25	0,7	1,0	2,28	12,5	59,6	31,3	59,57	17,87	13	10	17,87	59,6	Não	1,00	<b>51</b>
	b	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	10,0	33,4	25,0	33,36	10,01	10	10	10,01	33,4	Não	1,00	<b>32</b>
	P10	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	10,0	47,7	25,0	47,65	14,30	10	10	14,30	47,7	Não	1,00	<b>45</b>
		Má	2,25	0,7	1,0	2,28	10,0	47,7	25,0	47,65	14,30	10	10	14,30	47,7	Não	1,00	<b>34</b>
	c	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	10,0	33,4	25,0	33,36	10,01	10	10	10,01	33,4	Não	1,00	<b>29</b>
P2	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	10,0	47,7	25,0	47,65	14,30	10	10	14,30	47,7	Sim	0,70	<b>25</b>	
V18	Apoio V11a	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	10,0	33,4	25,0	33,36	10,01	10	10	10,01	33,4	Sim	0,70	<b>23</b>
	a	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	16,0	53,4	40,0	53,37	16,01	16	10	16,01	53,4	Não	1,00	<b>43</b>
	Apoio V4a	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	10,0	33,4	25,0	33,36	10,01	10	10	10,01	33,4	Sim	0,70	<b>23</b>
V19	Apoio V11a	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	10,0	33,4	25,0	33,36	10,01	10	10	10,01	33,4	Sim	0,70	<b>17</b>
	a	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	10,0	33,4	25,0	33,36	10,01	10	10	10,01	33,4	Não	1,00	<b>26</b>
	Apoio V5	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	10,0	33,4	25,0	33,36	10,01	10	10	10,01	33,4	Sim	0,70	<b>17</b>
V20	P21	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	16,0	76,2	40,0	76,25	22,87	16	10	22,87	76,2	Sim	0,70	<b>50</b>
	a	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	16,0	53,4	40,0	53,37	16,01	16	10	16,01	53,4	Não	1,00	<b>46</b>
	P12	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	10,0	47,7	25,0	47,65	14,30	10	10	14,30	47,7	Sim	0,70	<b>32</b>
V21	Apoio V11c	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	10,0	33,4	25,0	33,36	10,01	10	10	10,01	33,4	Sim	0,70	<b>17</b>
	a	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	16,0	53,4	40,0	53,37	16,01	16	10	16,01	53,4	Não	1,00	<b>44</b>
	Apoio V4c	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	10,0	33,4	25,0	33,36	10,01	10	10	10,01	33,4	Sim	0,70	<b>17</b>
V22	P31	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	12,5	59,6	31,3	59,57	17,87	13	10	17,87	59,6	Sim	0,70	<b>39</b>
	a	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	10,0	33,4	25,0	33,36	10,01	10	10	10,01	33,4	Não	1,00	<b>32</b>
	P22	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	10,0	47,7	25,0	47,65	14,30	10	10	14,30	47,7	Não	1,00	<b>45</b>
		Má	2,25	0,7	1,0	2,28	16,0	76,2	40,0	76,25	22,87	16	10	22,87	76,2	Não	1,00	<b>70</b>
	b	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	16,0	53,4	40,0	53,37	16,01	16	10	16,01	53,4	Não	1,00	<b>42</b>
	P13	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	16,0	76,2	40,0	76,25	22,87	16	10	22,87	76,2	Não	1,00	<b>69</b>
		Má	2,25	0,7	1,0	2,28	10,0	47,7	25,0	47,65	14,30	10	10	14,30	47,7	Não	1,00	<b>41</b>
	c	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	10,0	33,4	25,0	33,36	10,01	10	10	10,01	33,4	Não	1,00	<b>27</b>
P5	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	12,5	59,6	31,3	59,57	17,87	13	10	17,87	59,6	Sim	0,70	<b>41</b>	
V23	a	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	16,0	53,4	40,0	53,37	16,01	16	10	16,01	53,4	Sim	0,70	<b>35</b>
	P24	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	16,0	76,2	40,0	76,25	22,87	16	10	22,87	76,2	Não	1,00	<b>72</b>
		Má	2,25	0,7	1,0	2,28	12,5	59,6	31,3	59,57	17,87	13	10	17,87	59,6	Não	1,00	<b>51</b>
	b	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	8,0	26,7	20,0	26,69	8,01	8	10	10,00	26,7	Não	1,00	<b>19</b>
	P16	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	10,0	47,7	25,0	47,65	14,30	10	10	14,30	47,7	Não	1,00	<b>40</b>
		Má	2,25	0,7	1,0	2,28	10,0	47,7	25,0	47,65	14,30	10	10	14,30	47,7	Não	1,00	<b>40</b>
	c	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	10,0	33,4	25,0	33,36	10,01	10	10	10,01	33,4	Não	1,00	<b>24</b>
	P6	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	12,5	59,6	31,3	59,57	17,87	13	10	17,87	59,6	Não	1,00	<b>51</b>
d	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	16,0	76,2	40,0	76,25	22,87	16	10	22,87	76,2	Não	1,00	<b>72</b>	
	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	16,0	53,4	40,0	53,37	16,01	16	10	16,01	53,4	Sim	0,70	<b>35</b>	
V24	P25	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	10,0	47,7	25,0	47,65	14,30	10	10	14,30	47,7	Sim	0,70	<b>24</b>
	a	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	10,0	33,4	25,0	33,36	10,01	10	10	10,01	33,4	Não	1,00	<b>28</b>
	P17	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	10,0	47,7	25,0	47,65	14,30	10	10	14,30	47,7	Não	1,00	<b>36</b>
		Má	2,25	0,7	1,0	2,28	10,0	47,7	25,0	47,65	14,30	10	10	14,30	47,7	Não	1,00	<b>36</b>
	b	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	10,0	33,4	25,0	33,36	10,01	10	10	10,01	33,4	Não	1,00	<b>29</b>
P7	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	10,0	47,7	25,0	47,65	14,30	10	10	14,30	47,7	Sim	0,70	<b>24</b>	
V25	P26	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	16,0	76,2	40,0	76,25	22,87	16	10	22,87	76,2	Sim	0,70	<b>50</b>
	a	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	16,0	53,4	40,0	53,37	16,01	16	10	16,01	53,4	Não	1,00	<b>41</b>
	P18	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	16,0	53,4	40,0	53,37	16,01	16	10	16,01	53,4	Não	1,00	<b>50</b>
		Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	16,0	53,4	40,0	53,37	16,01	16	10	16,01	53,4	Não	1,00	<b>50</b>
	b	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	16,0	53,4	40,0	53,37	16,01	16	10	16,01	53,4	Não	1,00	<b>50</b>
P8	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	16,0	76,2	40,0	76,25	22,87	16	10	22,87	76,2	Sim	0,70	<b>50</b>	
VR1	Apoio V11	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	10,0	33,4	25,0	33,36	10,01	10	10	10,01	33,4	Sim	0,70	<b>23</b>
	a	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	16,0	53,4	40,0	53,37	16,01	16	10	16,01	53,4	Não	1,00	<b>48</b>
	Apoio V4	Boa	3,25	1,0	2,0	9,41	10,0	11,5	25,0	25,00	7,50	10	10	10,00	25,0	Sim	0,70	<b>17</b>

### APÊNDICE O – Comprimentos de ancoragem de vigas das lajes técnicas

Vigas	Trechos	Aderência	n1	n2	n3	fbd	$\varphi$ (mm)	lb calc (cm)	$25*\varphi$ (cm)	lb (cm)	$0,3*lb$ (cm)	$10*\varphi$ (cm)	10 (cm)	lb,min (cm)	lb,adotado(cm)	Gancho	$\alpha$	lb,nec (cm)
V1	Apoio V5	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	10,0	47,7	25,0	47,7	14,3	10,0	10	14,3	47,7	Sim	0,7	32
	a	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	10,0	33,4	25,0	33,4	10,0	10,0	10	10,0	33,4	Não	1	32
	PL1	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	10,0	47,7	25,0	47,7	14,3	10,0	10	14,3	47,7	Sim	0,7	32
V2	PL2	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	10,0	47,7	25,0	47,7	14,3	10,0	10	14,3	47,7	Sim	0,7	32
	a	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	10,0	33,4	25,0	33,4	10,0	10,0	10	10,0	33,4	Não	1	32
	Apoio V8	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	10,0	47,7	25,0	47,7	14,3	10,0	10	14,3	47,7	Sim	0,7	32
V3	P19	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	10,0	47,7	25,0	47,7	14,3	10,0	10	14,3	47,7	Sim	0,7	32
	a	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	12,5	41,7	31,3	41,7	12,5	12,5	10	12,5	41,7	Não	1	38
	P20	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	10,0	47,7	25,0	47,7	14,3	10,0	10	14,3	47,7	Sim	0,7	32
V4	P21	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	10,0	47,7	25,0	47,7	14,3	10,0	10	14,3	47,7	Sim	0,7	32
	a	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	12,5	41,7	31,3	41,7	12,5	12,5	10	12,5	41,7	Não	1	39
	P22	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	10,0	47,7	25,0	47,7	14,3	10,0	10	14,3	47,7	Sim	0,7	32
V5	P19	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	10,0	47,7	25,0	47,7	14,3	10,0	10	14,3	47,7	Sim	0,7	32
	a	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	12,5	41,7	31,3	41,7	12,5	12,5	10	12,5	41,7	Não	1	39
	P10	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	10,0	47,7	25,0	47,7	14,3	10,0	10	14,3	47,7	Sim	0,7	32
V6	Apoio V3	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	10,0	47,7	25,0	47,7	14,3	10,0	10	14,3	47,7	Sim	0,7	32
	a	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	10,0	33,4	25,0	33,4	10,0	10,0	10	10,0	33,4	Não	1	32
	PL1	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	10,0	47,7	25,0	47,7	14,3	10,0	10	14,3	47,7	Sim	0,7	32
V7	Apoio V4	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	10,0	47,7	25,0	47,7	14,3	10,0	10	14,3	47,7	Sim	0,7	24
	a	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	10,0	33,4	25,0	33,4	10,0	10,0	10	10,0	33,4	Não	1	24
	PL2	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	10,0	47,7	25,0	47,7	14,3	10,0	10	14,3	47,7	Sim	0,7	24
V8	P22	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	10,0	47,7	25,0	47,7	14,3	10,0	10	14,3	47,7	Sim	0,7	32
	a	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	12,5	41,7	31,3	41,7	12,5	12,5	10	12,5	41,7	Não	1	38
	P13	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	10,0	47,7	25,0	47,7	14,3	10,0	10	14,3	47,7	Sim	0,7	32

(fonte: elaborado pelo autor)

### APÊNDICE P – Comprimentos de ancoragem de vigas da cobertura dos reservatórios

Vigas	Trechos	Aderência	n1	n2	n3	fbd	$\phi$ (mm)	lb calc (cm)	25* $\phi$ (cm)	lb (cm)	0,3*lb (cm)	10* $\phi$ (cm)	10 (cm)	lb,min (cm)	lb,adotado(cm)	Gancho	$\alpha$	lb,nec (cm)
V1	P10	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	10,0	47,7	25,0	47,7	14,3	10,0	10	14,3	47,7	Sim	0,7	34
	a	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	10,0	33,4	25,0	33,4	10,0	10,0	10	10,0	33,4	Não	1	34
	P11	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	10,0	47,7	25,0	47,7	14,3	10,0	10	14,3	47,7	Não	1	48
		Má	2,25	0,7	1,0	2,28	10,0	47,7	25,0	47,7	14,3	10,0	10	14,3	47,7	Não	1	48
	b	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	10,0	33,4	25,0	33,4	10,0	10,0	10	10,0	33,4	Não	1	34
	P12	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	10,0	47,7	25,0	47,7	14,3	10,0	10	14,3	47,7	Não	1	48
		Má	2,25	0,7	1,0	2,28	10,0	47,7	25,0	47,7	14,3	10,0	10	14,3	47,7	Não	1	48
c	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	10,0	33,4	25,0	33,4	10,0	10,0	10	10,0	33,4	Não	1	27	
P13	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	10,0	47,7	25,0	47,7	14,3	10,0	10	14,3	47,7	Sim	0,7	34	
V2	P20	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	10,0	47,7	25,0	47,7	14,3	10,0	10	14,3	47,7	Sim	0,7	34
	a	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	10,0	33,4	25,0	33,4	10,0	10,0	10	10,0	33,4	Não	1	28
	P21	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	10,0	47,7	25,0	47,7	14,3	10,0	10	14,3	47,7	Não	1	48
		Má	2,25	0,7	1,0	2,28	10,0	47,7	25,0	47,7	14,3	10,0	10	14,3	47,7	Não	1	48
	b	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	10,0	33,4	25,0	33,4	10,0	10,0	10	10,0	33,4	Não	1	34
	P22	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	10,0	47,7	25,0	47,7	14,3	10,0	10	14,3	47,7	Não	1	48
		Má	2,25	0,7	1,0	2,28	10,0	47,7	25,0	47,7	14,3	10,0	10	14,3	47,7	Não	1	48
c	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	10,0	33,4	25,0	33,4	10,0	10,0	10	10,0	33,4	Não	1	34	
P23	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	10,0	47,7	25,0	47,7	14,3	10,0	10	14,3	47,7	Sim	0,7	34	
V3	P20	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	10,0	47,7	25,0	47,7	14,3	10,0	10	14,3	47,7	Sim	0,7	34
	a	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	10,0	33,4	25,0	33,4	10,0	10,0	10	10,0	33,4	Não	1	34
	P10	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	10,0	47,7	25,0	47,7	14,3	10,0	10	14,3	47,7	Sim	0,7	34
V4	Apoio V2a	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	10,0	33,4	25,0	33,4	10,0	10,0	10	10,0	33,4	Sim	0,7	23
	a	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	12,5	41,7	31,3	41,7	12,5	12,5	10	12,5	41,7	Não	1	36
	Apoio V1a	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	10,0	33,4	25,0	33,4	10,0	10,0	10	10,0	33,4	Sim	0,7	23
V5	Apoio V2c	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	10,0	33,4	25,0	33,4	10,0	10,0	11	11,0	33,4	Sim	0,7	23
	a	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	12,5	41,7	31,3	41,7	12,5	12,5	12	12,5	41,7	Não	1	36
	Apoio V1c	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	10,0	33,4	25,0	33,4	10,0	10,0	13	13,0	33,4	Sim	0,7	23
V6	P23	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	10,0	47,7	25,0	47,7	14,3	10,0	14	14,3	47,7	Sim	0,7	34
	a	Boa	2,25	1,0	1,0	3,26	10,0	33,4	25,0	33,4	10,0	10,0	15	15,0	33,4	Não	1	34
	P13	Má	2,25	0,7	1,0	2,28	10,0	47,7	25,0	47,7	14,3	10,0	16	16,0	47,7	Sim	0,7	34

(fonte: elaborado pelo autor)

## APÊNDICE Q – Comprimentos de traspasse das barras do tipo

Vigas	Trechos	Lado	lb (cm)	lb,nec (cm)	φ (mm)	l0c mín				l0c (cm)	α0t	l0t mín				l0t (cm)
						0,6lb (cm)	15φ (cm)	200mm (cm)	Maior (cm)			0,3*α0t*lb (cm)	15φ (cm)	200mm (cm)	Maior (cm)	
V1 ou V14	P1	D	76,2	51	16,0	45,7	24,0	20,0	45,7	51	2	45,7	24,0	20	45,7	102
	a	-	53,4	44	16,0	32,0	24,0	20,0	32,0	44	2	32,0	24,0	20	32,0	88
	P2	E	95,3	95	20,0	57,2	30,0	20,0	57,2	95	2	57,2	30,0	20	57,2	190
		D	47,7	45	10,0	28,6	15,0	20,0	28,6	45	2	28,6	15,0	20	28,6	90
	b	-	33,4	32	10,0	20,0	15,0	20,0	20,0	32	2	20,0	15,0	20	20,0	64
	P3	E	59,6	55	12,5	35,7	18,8	20,0	35,7	55	2	35,7	18,8	20	35,7	110
		D	47,7	45	10,0	28,6	15,0	20,0	28,6	45	2	28,6	15,0	20	28,6	90
	c	-	33,4	32	10,0	20,0	15,0	20,0	20,0	32	2	20,0	15,0	20	20,0	64
	P4	E	47,7	45	10,0	28,6	15,0	20,0	28,6	45	2	28,6	15,0	20	28,6	90
		D	47,7	45	10,0	28,6	15,0	20,0	28,6	45	2	28,6	15,0	20	28,6	90
d	-	33,4	32	10,0	20,0	15,0	20,0	20,0	32	2	20,0	15,0	20	20,0	64	
P5	E	76,2	74	16,0	45,7	24,0	20,0	45,7	74	2	45,7	24,0	20	45,7	148	
	D	95,3	76	20,0	57,2	30,0	20,0	57,2	76	2	57,2	30,0	20	57,2	152	
e	-	41,7	39	12,5	25,0	18,8	20,0	25,0	39	2	25,0	18,8	20	25,0	78	
Apoio V23c	E	33,4	23	10,0	20,0	15,0	20,0	20,0	23	2	20,0	15,0	20	20,0	46	
V2 ou V13	P6	D	47,7	32	10,0	28,6	15,0	20,0	28,6	32	2	28,6	15,0	20	28,6	64
	a	-	33,4	32	10,0	20,0	15,0	20,0	20,0	32	2	20,0	15,0	20	20,0	64
	P7	E	47,7	45	10,0	28,6	15,0	20,0	28,6	45	2	28,6	15,0	20	28,6	90
		D	59,6	49	12,5	35,7	18,8	20,0	35,7	49	2	35,7	18,8	20	35,7	98
	b	-	41,7	30	12,5	25,0	18,8	20,0	25,0	30	2	25,0	18,8	20	25,0	60
P8	E	59,6	38	12,5	35,7	18,8	20,0	35,7	38	2	35,7	18,8	20	35,7	76	
V3 ou V12	Apoio V15a ou V15b	D	33,4	17	10,0	20,0	15,0	20,0	20,0	20	2	20,0	15,0	20	20,0	34
	a	-	53,4	46	16,0	32,0	24,0	20,0	32,0	46	2	32,0	24,0	20	32,0	92
	P9	E	95,3	85	20,0	57,2	30,0	20,0	57,2	85	2	57,2	30,0	20	57,2	170
		D	47,7	38	10,0	28,6	15,0	20,0	28,6	38	2	28,6	15,0	20	28,6	76
	b	-	33,4	25	10,0	20,0	15,0	20,0	20,0	25	2	20,0	15,0	20	20,0	50
Apoio V17a ou V17b	E	33,4	17	10,0	20,0	15,0	20,0	20,0	20	2	20,0	15,0	20	20,0	34	
V4	P10	D	95,3	53	20,0	57,2	30,0	20,0	57,2	57	2	57,2	30,0	20	57,2	106
	a	-	66,7	55	20,0	40,0	30,0	20,0	40,0	55	2	40,0	30,0	20	40,0	110
	P11	E	95,3	74	20,0	57,2	30,0	20,0	57,2	74	2	57,2	30,0	20	57,2	148
		D	47,7	45	10,0	28,6	15,0	20,0	28,6	45	2	28,6	15,0	20	28,6	90
	b	-	33,4	32	10,0	20,0	15,0	20,0	20,0	32	2	20,0	15,0	20	20,0	64
	P12	E	59,6	55	12,5	35,7	18,8	20,0	35,7	55	2	35,7	18,8	20	35,7	110
		D	59,6	56	12,5	35,7	18,8	20,0	35,7	56	2	35,7	18,8	20	35,7	112
c	-	41,7	32	12,5	25,0	18,8	20,0	25,0	32	2	25,0	18,8	20	25,0	64	
P13	E	59,6	36	12,5	35,7	18,8	20,0	35,7	36	2	35,7	18,8	20	35,7	72	
V5	Apoio V18	D	33,4	23	10,0	20,0	15,0	20,0	20,0	23	2	20,0	15,0	20	20,0	46
	a	-	66,7	62	20,0	40,0	30,0	20,0	40,0	62	2	40,0	30,0	20	40,0	124
	Apoio V20	E	33,4	23	10,0	20,0	15,0	20,0	20,0	23	2	20,0	15,0	20	20,0	46
V6	Apoio V17b	D	33,4	23	10,0	20,0	15,0	20,0	20,0	23	2	20,0	15,0	20	20,0	46
	a	-	33,4	32	10,0	20,0	15,0	20,0	20,0	32	2	20,0	15,0	20	20,0	64
V7	Apoio V18	E	33,4	23	10,0	20,0	15,0	20,0	20,0	23	2	20,0	15,0	20	20,0	46
	Apoio V21	D	33,4	23	10,0	20,0	15,0	20,0	20,0	23	2	20,0	15,0	20	20,0	46
a	-	33,4	32	10,0	20,0	15,0	20,0	20,0	32	2	20,0	15,0	20	20,0	64	
V8	Apoio V22b	E	33,4	23	10,0	20,0	15,0	20,0	20,0	23	2	20,0	15,0	20	20,0	46
	P14	D	76,2	37	16,0	45,7	24,0	20,0	45,7	46	2	45,7	24,0	20	45,7	74
V8	a	-	41,7	36	12,5	25,0	18,8	20,0	25,0	36	2	25,0	18,8	20	25,0	72
	P15	E	76,2	73	16,0	45,7	24,0	20,0	45,7	73	2	45,7	24,0	20	45,7	146
		D	95,3	88	20,0	57,2	30,0	20,0	57,2	88	2	57,2	30,0	20	57,2	176
	b	-	33,4	23	10,0	20,0	15,0	20,0	20,0	23	2	20,0	15,0	20	20,0	46
V9	Apoio V18	D	33,4	23	10,0	20,0	15,0	20,0	20,0	23	2	20,0	15,0	20	20,0	46
	a	-	33,4	32	10,0	20,0	15,0	20,0	20,0	32	2	20,0	15,0	20	20,0	64
	Apoio V19	E	33,4	23	10,0	20,0	15,0	20,0	20,0	23	2	20,0	15,0	20	20,0	46
V10	Apoio V22b	D	33,4	23	10,0	20,0	15,0	20,0	20,0	23	2	20,0	15,0	20	20,0	46
	a	-	66,7	63	20,0	40,0	30,0	20,0	40,0	63	2	40,0	30,0	20	40,0	126
	P16	E	95,3	81	20,0	57,2	30,0	20,0	57,2	81	2	57,2	30,0	20	57,2	162
		D	76,2	57	16,0	45,7	24,0	20,0	45,7	57	2	45,7	24,0	20	45,7	114
	b	-	33,4	32	10,0	20,0	15,0	20,0	20,0	32	2	20,0	15,0	20	20,0	64
	P17	E	47,7	45	10,0	28,6	15,0	20,0	28,6	45	2	28,6	15,0	20	28,6	90
		D	95,3	77	20,0	57,2	30,0	20,0	57,2	77	2	57,2	30,0	20	57,2	154
c	-	41,7	42	12,5	25,0	18,8	20,0	25,0	42	2	25,0	18,8	20	25,0	84	
P18	E	59,6	41	12,5	35,7	18,8	20,0	35,7	41	2	35,7	18,8	20	35,7	82	
V11	P19	D	95,3	63	20,0	57,2	30,0	20,0	57,2	63	2	57,2	30,0	20	57,2	126
	a	-	53,4	49	16,0	32,0	24,0	20,0	32,0	49	2	32,0	24,0	20	32,0	98
	P20	E	76,2	60	16,0	45,7	24,0	20,0	45,7	60	2	45,7	24,0	20	45,7	120
		D	47,7	45	10,0	28,6	15,0	20,0	28,6	45	2	28,6	15,0	20	28,6	90
	b	-	33,4	32	10,0	20,0	15,0	20,0	20,0	32	2	20,0	15,0	20	20,0	64
	P21	E	59,6	53	12,5	35,7	18,8	20,0	35,7	53	2	35,7	18,8	20	35,7	106
		D	59,6	56	12,5	35,7	18,8	20,0	35,7	56	2	35,7	18,8	20	35,7	112
c	-	41,7	40	12,5	25,0	18,8	20,0	25,0	40	2	25,0	18,8	20	25,0	80	
P22	E	59,6	34	12,5	35,7	18,8	20,0	35,7	36	2	35,7	18,8	20	35,7	68	

continua

continuação

Vigas	Trechos	Lado	lb (cm)	lb,nec (cm)	φ (mm)	10c mín				10c (cm)	α0t	10t mín				10t (cm)
						0,6lb (cm)	15φ (cm)	200mm (cm)	Maior (cm)			0,3*α0t*lb (cm)	15φ (cm)	200mm (cm)	Maior (cm)	
V15	P27	D	95,3	59	20,0	57,2	30,0	20,0	57,2	<b>59</b>	2	57,2	30,0	20	57,2	<b>118</b>
	a	-	53,4	46	16,0	32,0	24,0	20,0	32,0	<b>46</b>	2	32,0	24,0	20	32,0	<b>92</b>
	P14	E	95,3	85	20,0	57,2	30,0	20,0	57,2	<b>85</b>	2	57,2	30,0	20	57,2	<b>170</b>
		D	95,3	85	20,0	57,2	30,0	20,0	57,2	<b>85</b>	2	57,2	30,0	20	57,2	<b>170</b>
	b	-	53,4	46	16,0	32,0	24,0	20,0	32,0	<b>46</b>	2	32,0	24,0	20	32,0	<b>92</b>
P1	E	95,3	59	20,0	57,2	30,0	20,0	57,2	<b>59</b>	2	57,2	30,0	20	57,2	<b>118</b>	
V16	Apoio V12b	D	33,4	17	10,0	20,0	15,0	20,0	20,0	<b>20</b>	2	20,0	15,0	20	20,0	<b>34</b>
	a	-	33,4	24	10,0	20,0	15,0	20,0	20,0	<b>24</b>	2	20,0	15,0	20	20,0	<b>48</b>
	Apoio V8b	E	47,7	46	10,0	28,6	15,0	20,0	28,6	<b>46</b>	2	28,6	15,0	20	28,6	<b>92</b>
		D	47,7	46	10,0	28,6	15,0	20,0	28,6	<b>46</b>	2	28,6	15,0	20	28,6	<b>92</b>
	b	-	33,4	24	10,0	20,0	15,0	20,0	20,0	<b>24</b>	2	20,0	15,0	20	20,0	<b>48</b>
Apoio V3b	E	33,4	17	10,0	20,0	15,0	20,0	20,0	<b>20</b>	2	20,0	15,0	20	20,0	<b>34</b>	
V17	P28	D	95,3	46	20,0	57,2	30,0	20,0	57,2	<b>57</b>	2	57,2	30,0	20	57,2	<b>92</b>
	a	-	33,4	30	10,0	20,0	15,0	20,0	20,0	<b>30</b>	2	20,0	15,0	20	20,0	<b>60</b>
	P19	E	95,3	82	20,0	57,2	30,0	20,0	57,2	<b>82</b>	2	57,2	30,0	20	57,2	<b>164</b>
		D	95,3	79	20,0	57,2	30,0	20,0	57,2	<b>79</b>	2	57,2	30,0	20	57,2	<b>158</b>
	b	-	33,4	32	10,0	20,0	15,0	20,0	20,0	<b>32</b>	2	20,0	15,0	20	20,0	<b>64</b>
	P10	E	76,2	70	16,0	45,7	24,0	20,0	45,7	<b>70</b>	2	45,7	24,0	20	45,7	<b>140</b>
		D	76,2	67	16,0	45,7	24,0	20,0	45,7	<b>67</b>	2	45,7	24,0	20	45,7	<b>134</b>
c	-	33,4	32	10,0	20,0	15,0	20,0	20,0	<b>32</b>	2	20,0	15,0	20	20,0	<b>64</b>	
P2	E	76,2	51	16,0	45,7	24,0	20,0	45,7	<b>51</b>	2	45,7	24,0	20	45,7	<b>102</b>	
V18	Apoio V11a	D	33,4	23	10,0	20,0	15,0	20,0	20,0	<b>23</b>	2	20,0	15,0	20	20,0	<b>46</b>
	a	-	66,7	65	20,0	40,0	30,0	20,0	40,0	<b>65</b>	2	40,0	30,0	20	40,0	<b>130</b>
	Apoio V4a	E	33,4	23	10,0	20,0	15,0	20,0	20,0	<b>23</b>	2	20,0	15,0	20	20,0	<b>46</b>
V19	Apoio V11a	D	33,4	17	10,0	20,0	15,0	20,0	20,0	<b>20</b>	2	20,0	15,0	20	20,0	<b>34</b>
	a	-	33,4	24	10,0	20,0	15,0	20,0	20,0	<b>24</b>	2	20,0	15,0	20	20,0	<b>48</b>
	Apoio V5	E	33,4	17	10,0	20,0	15,0	20,0	20,0	<b>20</b>	2	20,0	15,0	20	20,0	<b>34</b>
V20	P21	D	95,3	55	20,0	57,2	30,0	20,0	57,2	<b>57</b>	2	57,2	30,0	20	57,2	<b>110</b>
	a	-	53,4	51	16,0	32,0	24,0	20,0	32,0	<b>51</b>	2	32,0	24,0	20	32,0	<b>102</b>
	P12	E	95,3	62	20,0	57,2	30,0	20,0	57,2	<b>62</b>	2	57,2	30,0	20	57,2	<b>124</b>
V21	Apoio V11c	D	33,4	17	10,0	20,0	15,0	20,0	20,0	<b>20</b>	2	20,0	15,0	20	20,0	<b>34</b>
	a	-	53,4	37	16,0	32,0	24,0	20,0	32,0	<b>37</b>	2	32,0	24,0	20	32,0	<b>74</b>
	Apoio V4c	E	33,4	17	10,0	20,0	15,0	20,0	20,0	<b>20</b>	2	20,0	15,0	20	20,0	<b>34</b>
V22	P31	D	95,3	62	20,0	57,2	30,0	20,0	57,2	<b>62</b>	2	57,2	30,0	20	57,2	<b>124</b>
	a	-	41,7	29	12,5	25,0	18,8	20,0	25,0	<b>29</b>	2	25,0	18,8	20	25,0	<b>58</b>
	P22	E	95,3	91	20,0	57,2	30,0	20,0	57,2	<b>91</b>	2	57,2	30,0	20	57,2	<b>182</b>
		D	95,3	87	20,0	57,2	30,0	20,0	57,2	<b>87</b>	2	57,2	30,0	20	57,2	<b>174</b>
	b	-	53,4	52	16,0	32,0	24,0	20,0	32,0	<b>52</b>	2	32,0	24,0	20	32,0	<b>104</b>
	P13	E	95,3	86	20,0	57,2	30,0	20,0	57,2	<b>86</b>	2	57,2	30,0	20	57,2	<b>172</b>
		D	95,3	91	20,0	57,2	30,0	20,0	57,2	<b>91</b>	2	57,2	30,0	20	57,2	<b>182</b>
c	-	41,7	28	12,5	25,0	18,8	20,0	25,0	<b>28</b>	2	25,0	18,8	20	25,0	<b>56</b>	
P5	E	95,3	59	20,0	57,2	30,0	20,0	57,2	<b>59</b>	2	57,2	30,0	20	57,2	<b>118</b>	
V23	a	-	47,7	32	10,0	28,6	15,0	20,0	28,6	<b>32</b>	2	28,6	15,0	20	28,6	<b>64</b>
	P24	E	95,3	93	20,0	57,2	30,0	20,0	57,2	<b>93</b>	2	57,2	30,0	20	57,2	<b>186</b>
		D	95,3	94	20,0	57,2	30,0	20,0	57,2	<b>94</b>	2	57,2	30,0	20	57,2	<b>188</b>
	b	-	33,4	24	10,0	20,0	15,0	20,0	20,0	<b>24</b>	2	20,0	15,0	20	20,0	<b>48</b>
	P16	E	95,3	66	20,0	57,2	30,0	20,0	57,2	<b>66</b>	2	57,2	30,0	20	57,2	<b>132</b>
		D	95,3	66	20,0	57,2	30,0	20,0	57,2	<b>66</b>	2	57,2	30,0	20	57,2	<b>132</b>
	c	-	33,4	24	10,0	20,0	15,0	20,0	20,0	<b>24</b>	2	20,0	15,0	20	20,0	<b>48</b>
P6	E	95,3	94	20,0	57,2	30,0	20,0	57,2	<b>94</b>	2	57,2	30,0	20	57,2	<b>188</b>	
D	95,3	93	20,0	57,2	30,0	20,0	57,2	<b>93</b>	2	57,2	30,0	20	57,2	<b>186</b>		
d	-	47,7	32	10,0	28,6	15,0	20,0	28,6	<b>32</b>	2	28,6	15,0	20	28,6	<b>64</b>	
V24	P25	D	95,3	57	20,0	57,2	30,0	20,0	57,2	<b>57</b>	2	57,2	30,0	20	57,2	<b>114</b>
	a	-	33,4	27	10,0	20,0	15,0	20,0	20,0	<b>27</b>	2	20,0	15,0	20	20,0	<b>54</b>
	P17	E	76,2	72	16,0	45,7	24,0	20,0	45,7	<b>72</b>	2	45,7	24,0	20	45,7	<b>144</b>
		D	76,2	72	16,0	45,7	24,0	20,0	45,7	<b>72</b>	2	45,7	24,0	20	45,7	<b>144</b>
	b	-	33,4	27	10,0	20,0	15,0	20,0	20,0	<b>27</b>	2	20,0	15,0	20	20,0	<b>54</b>
P7	E	95,3	57	20,0	57,2	30,0	20,0	57,2	<b>57</b>	2	57,2	30,0	20	57,2	<b>114</b>	
V25	P26	D	95,3	55	20,0	57,2	30,0	20,0	57,2	<b>57</b>	2	57,2	30,0	20	57,2	<b>110</b>
	a	-	33,4	32	10,0	20,0	15,0	20,0	20,0	<b>32</b>	2	20,0	15,0	20	20,0	<b>64</b>
	P18	E	95,3	80	20,0	57,2	30,0	20,0	57,2	<b>80</b>	2	57,2	30,0	20	57,2	<b>160</b>
		D	95,3	80	20,0	57,2	30,0	20,0	57,2	<b>80</b>	2	57,2	30,0	20	57,2	<b>160</b>
	b	-	33,4	32	10,0	20,0	15,0	20,0	20,0	<b>32</b>	2	20,0	15,0	20	20,0	<b>64</b>
P8	E	95,3	55	20,0	57,2	30,0	20,0	57,2	<b>57</b>	2	57,2	30,0	20	57,2	<b>110</b>	
VE	P20	D	47,7	30	10,0	28,6	15,0	20,0	28,6	<b>30</b>	2	28,6	15,0	20	28,6	<b>60</b>
	a	-	33,4	24	10,0	20,0	15,0	20,0	20,0	<b>24</b>	2	20,0	15,0	20	20,0	<b>48</b>
	Apoio V5	E	33,4	17	10,0	20,0	15,0	20,0	20,0	<b>20</b>	2	20,0	15,0	20	20,0	<b>34</b>
VEP	P21	D	47,7	32	10,0	28,6	15,0	20,0	28,6	<b>32</b>	2	28,6	15,0	20	28,6	<b>64</b>
	a	-	33,4	32	10,0	20,0	15,0	20,0	20,0	<b>32</b>	2	20,0	15,0	20	20,0	<b>64</b>
PE	E	47,7	32	10,0	28,6	15,0	20,0	28,6	<b>32</b>	2	28,6	15,0	20	28,6	<b>64</b>	

(fonte: elaborado pelo autor)

## APÊNDICE R – Comprimentos de traspasse das barras da cobertura

Vigas	Trechos	Lado	lb (cm)	lb,nec (cm)	φ (mm)	l0c mín				l0c (cm)	α0t	l0t mín				l0t (cm)
						0,6lb (cm)	15φ (cm)	200mm (cm)	Maior (cm)			0,3*α0t*lb (cm)	15φ (cm)	200mm (cm)	Maior (cm)	
V1 ou V14	P1	D	95,3	50	20,0	57,2	30,0	20	57,2	<b>57</b>	2	57,2	30,0	20	57,2	<b>100</b>
	a	-	66,7	50	20,0	40,0	30,0	20	40,0	<b>50</b>	2	40,0	30,0	20	40,0	<b>100</b>
	P2	E	95,3	71	20,0	57,2	30,0	20	57,2	<b>71</b>	2	57,2	30,0	20	57,2	<b>142</b>
		D	95,3	71	20,0	57,2	30,0	20	57,2	<b>71</b>	2	57,2	30,0	20	57,2	<b>142</b>
	b	-	66,7	50	20,0	40,0	30,0	20	40,0	<b>50</b>	2	40,0	30,0	20	40,0	<b>100</b>
	P3	E	66,7	50	20,0	40,0	30,0	20	40,0	<b>50</b>	2	40,0	30,0	20	40,0	<b>100</b>
		D	66,7	50	20,0	40,0	30,0	20	40,0	<b>50</b>	2	40,0	30,0	20	40,0	<b>100</b>
	c	-	66,7	50	20,0	40,0	30,0	20	40,0	<b>50</b>	2	40,0	30,0	20	40,0	<b>100</b>
	P4	E	66,7	50	20,0	40,0	30,0	20	40,0	<b>50</b>	2	40,0	30,0	20	40,0	<b>100</b>
		D	66,7	50	20,0	40,0	30,0	20	40,0	<b>50</b>	2	40,0	30,0	20	40,0	<b>100</b>
	d	-	66,7	50	20,0	40,0	30,0	20	40,0	<b>50</b>	2	40,0	30,0	20	40,0	<b>100</b>
	P5	E	95,3	71	20,0	57,2	30,0	20	57,2	<b>71</b>	2	57,2	30,0	20	57,2	<b>142</b>
		D	95,3	71	20,0	57,2	30,0	20	57,2	<b>71</b>	2	57,2	30,0	20	57,2	<b>142</b>
e	-	66,7	50	20,0	40,0	30,0	20	40,0	<b>50</b>	2	40,0	30,0	20	40,0	<b>100</b>	
Apoio V23c	E	66,7	35	20,0	40,0	30,0	20	40,0	<b>40</b>	2	40,0	30,0	20	40,0	<b>70</b>	
V2 ou V13	P6	D	95,3	50	20,0	57,2	30,0	20	57,2	<b>57</b>	2	57,2	30,0	20	57,2	<b>100</b>
	a	-	66,7	50	20,0	40,0	30,0	20	40,0	<b>50</b>	2	40,0	30,0	20	40,0	<b>100</b>
	P7	E	66,7	50	20,0	40,0	30,0	20	40,0	<b>50</b>	2	40,0	30,0	20	40,0	<b>100</b>
		D	66,7	50	20,0	40,0	30,0	20	40,0	<b>50</b>	2	40,0	30,0	20	40,0	<b>100</b>
	b	-	66,7	50	20,0	40,0	30,0	20	40,0	<b>50</b>	2	40,0	30,0	20	40,0	<b>100</b>
P8	E	95,3	50	20,0	57,2	30,0	20	57,2	<b>57</b>	2	57,2	30,0	20	57,2	<b>100</b>	
V3 ou V12	Apoio V15a ou V15b	D	33,4	17	10,0	20,0	15,0	20	20,0	<b>20</b>	2	20,0	15,0	20	20,0	<b>34</b>
	a	-	41,7	42	12,5	25,0	18,8	20	25,0	<b>42</b>	2	25,0	18,8	20	25,0	<b>84</b>
	P9	E	76,2	66	16,0	45,7	24,0	20	45,7	<b>66</b>	2	45,7	24,0	20	45,7	<b>132</b>
		D	47,7	34	10,0	28,6	15,0	20	28,6	<b>34</b>	2	28,6	15,0	20	28,6	<b>68</b>
	b	-	33,4	24	10,0	20,0	15,0	20	20,0	<b>24</b>	2	20,0	15,0	20	20,0	<b>48</b>
Apoio V17a ou V17b	E	33,4	17	10,0	20,0	15,0	20	20,0	<b>20</b>	2	20,0	15,0	20	20,0	<b>34</b>	
V4	P10	D	95,3	51	20,0	57,2	30,0	20	57,2	<b>57</b>	2	57,2	30,0	20	57,2	<b>102</b>
	a	-	66,7	63	20,0	40,0	30,0	20	40,0	<b>63</b>	2	40,0	30,0	20	40,0	<b>126</b>
	P11	E	95,3	73	20,0	57,2	30,0	20	57,2	<b>73</b>	2	57,2	30,0	20	57,2	<b>146</b>
		D	47,7	45	10,0	28,6	15,0	20	28,6	<b>45</b>	2	28,6	15,0	20	28,6	<b>90</b>
	b	-	33,4	32	10,0	20,0	15,0	20	20,0	<b>32</b>	2	20,0	15,0	20	20,0	<b>64</b>
	P12	E	59,6	54	12,5	35,7	18,8	20	35,7	<b>54</b>	2	35,7	18,8	20	35,7	<b>108</b>
		D	47,7	41	10,0	28,6	15,0	20	28,6	<b>41</b>	2	28,6	15,0	20	28,6	<b>82</b>
c	-	53,4	40	16,0	32,0	24,0	20	32,0	<b>40</b>	2	32,0	24,0	20	32,0	<b>80</b>	
P13	E	47,7	29	10,0	28,6	15,0	20	28,6	<b>29</b>	2	28,6	15,0	20	28,6	<b>58</b>	
V5	Apoio V18	D	33,4	23	10,0	20,0	15,0	20	20,0	<b>23</b>	2	20,0	15,0	20	20,0	<b>46</b>
	a	-	33,4	32	10,0	20,0	15,0	20	20,0	<b>32</b>	2	20,0	15,0	20	20,0	<b>64</b>
	Apoio VR1	E	47,7	45	10,0	28,6	15,0	20	28,6	<b>45</b>	2	28,6	15,0	20	28,6	<b>90</b>
		D	47,7	45	10,0	28,6	15,0	20	28,6	<b>45</b>	2	28,6	15,0	20	28,6	<b>90</b>
	b	-	47,7	45	10,0	28,6	15,0	20	28,6	<b>45</b>	2	28,6	15,0	20	28,6	<b>90</b>
	Apoio VR2	E	47,7	45	10,0	28,6	15,0	20	28,6	<b>45</b>	2	28,6	15,0	20	28,6	<b>90</b>
		D	47,7	45	10,0	28,6	15,0	20	28,6	<b>45</b>	2	28,6	15,0	20	28,6	<b>90</b>
c	-	33,4	32	10,0	20,0	15,0	20	20,0	<b>32</b>	2	20,0	15,0	20	20,0	<b>64</b>	
Apoio V20	E	33,4	23	10,0	20,0	15,0	20	20,0	<b>23</b>	2	20,0	15,0	20	20,0	<b>46</b>	
V6	Apoio V17b	D	33,4	23	10,0	20,0	15,0	20	20,0	<b>23</b>	2	20,0	15,0	20	20,0	<b>46</b>
	a	-	33,4	32	10,0	20,0	15,0	20	20,0	<b>32</b>	2	20,0	15,0	20	20,0	<b>64</b>
	Apoio V18	E	33,4	23	10,0	20,0	15,0	20	20,0	<b>23</b>	2	20,0	15,0	20	20,0	<b>46</b>
V7	Apoio V21	D	33,4	23	10,0	20,0	15,0	20	20,0	<b>23</b>	2	20,0	15,0	20	20,0	<b>46</b>
	a	-	33,4	32	10,0	20,0	15,0	20	20,0	<b>32</b>	2	20,0	15,0	20	20,0	<b>64</b>
Apoio V22b	E	33,4	23	10,0	20,0	15,0	20	20,0	<b>23</b>	2	20,0	15,0	20	20,0	<b>46</b>	
V8	P14	D	47,7	32	10,0	28,6	15,0	20	28,6	<b>32</b>	2	28,6	15,0	20	28,6	<b>64</b>
	a	-	33,4	33	10,0	20,0	15,0	20	20,0	<b>33</b>	2	20,0	15,0	20	20,0	<b>66</b>
	P15	E	76,2	75	16,0	45,7	24,0	20	45,7	<b>75</b>	2	45,7	24,0	20	45,7	<b>150</b>
		D	76,2	63	16,0	45,7	24,0	20	45,7	<b>63</b>	2	45,7	24,0	20	45,7	<b>126</b>
b	-	33,4	23	10,0	20,0	15,0	20	20,0	<b>23</b>	2	20,0	15,0	20	20,0	<b>46</b>	
V9	Apoio V18	D	33,4	23	10,0	20,0	15,0	20	20,0	<b>23</b>	2	20,0	15,0	20	20,0	<b>46</b>
	a	-	33,4	32	10,0	20,0	15,0	20	20,0	<b>32</b>	2	20,0	15,0	20	20,0	<b>64</b>
	Apoio V19	E	33,4	23	10,0	20,0	15,0	20	20,0	<b>23</b>	2	20,0	15,0	20	20,0	<b>46</b>
V10	Apoio V22b	D	33,4	23	10,0	20,0	15,0	20	20,0	<b>23</b>	2	20,0	15,0	20	20,0	<b>46</b>
	a	-	53,4	44	16,0	32,0	24,0	20	32,0	<b>44</b>	2	32,0	24,0	20	32,0	<b>88</b>
	P16	E	76,2	67	16,0	45,7	24,0	20	45,7	<b>67</b>	2	45,7	24,0	20	45,7	<b>134</b>
		D	47,7	45	10,0	28,6	15,0	20	28,6	<b>45</b>	2	28,6	15,0	20	28,6	<b>90</b>
	b	-	33,4	32	10,0	20,0	15,0	20	20,0	<b>32</b>	2	20,0	15,0	20	20,0	<b>64</b>
	P17	E	33,4	32	10,0	20,0	15,0	20	20,0	<b>32</b>	2	20,0	15,0	20	20,0	<b>64</b>
		D	76,2	76	16,0	45,7	24,0	20	45,7	<b>76</b>	2	45,7	24,0	20	45,7	<b>152</b>
c	-	41,7	36	12,5	25,0	18,8	20	25,0	<b>36</b>	2	25,0	18,8	20	25,0	<b>72</b>	
P18	E	47,7	32	10,0	28,6	15,0	20	28,6	<b>32</b>	2	28,6	15,0	20	28,6	<b>64</b>	
V11	P19	D	76,2	51	16,0	45,7	24,0	20	45,7	<b>51</b>	2	45,7	24,0	20	45,7	<b>102</b>
	a	-	41,7	29	12,5	25,0	18,8	20	25,0	<b>29</b>	2	25,0	18,8	20	25,0	<b>58</b>
	P20	E	76,2	67	16,0	45,7	24,0	20	45,7	<b>67</b>	2	45,7	24,0	20	45,7	<b>134</b>
		D	47,7	45	10,0	28,6	15,0	20	28,6	<b>45</b>	2	28,6	15,0	20	28,6	<b>90</b>
	b	-	33,4	32	10,0	20,0	15,0	20	20,0	<b>32</b>	2	20,0	15,0	20	20,0	<b>64</b>
	P21	E	76,2	70	16,0	45,7	24,0	20	45,7	<b>70</b>	2	45,7	24,0	20	45,7	<b>140</b>
		D	76,2	69	16,0	45,7	24,0	20	45,7	<b>69</b>	2	45,7	24,0	20	45,7	<b>138</b>
c	-	53,4	51	16,0	32,0	24,0	20	32,0	<b>51</b>	2	32,0	24,0	20	32,0	<b>102</b>	
P22	E	47,7	25	10,0	28,6	15,0	20	28,6	<b>29</b>	2	28,6	15,0	20	28,6	<b>50</b>	

continua

continuação

Vigas	Trechos	Lado	lb (cm)	lb,nec (cm)	φ (mm)	10c mín				10c (cm)	α0t	10t mín				10t (cm)
						0,6lb (cm)	15φ (cm)	200mm (cm)	Maior (cm)			0,3*α0t*lb (cm)	15φ (cm)	200mm (cm)	Maior (cm)	
V15	P27	D	95,3	60	20,0	57,2	30,0	20	57,2	60	2	57,2	30,0	20	57,2	120
	a	-	53,4	50	16,0	32,0	24,0	20	32,0	50	2	32,0	24,0	20	32,0	100
	P14	E	66,7	60	20,0	40,0	30,0	20	40,0	60	2	40,0	30,0	20	40,0	120
		D	66,7	60	20,0	40,0	30,0	20	40,0	60	2	40,0	30,0	20	40,0	120
	b	-	53,4	50	16,0	32,0	24,0	20	32,0	50	2	32,0	24,0	20	32,0	100
P1	E	95,3	60	20,0	57,2	30,0	20	57,2	60	2	57,2	30,0	20	57,2	120	
V16	Apoio V12b	D	33,4	17	10,0	20,0	15,0	20	20,0	20	2	20,0	15,0	20	20,0	34
	a	-	33,4	24	10,0	20,0	15,0	20	20,0	24	2	20,0	15,0	20	20,0	48
	Apoio V8b	E	47,7	34	10,0	28,6	15,0	20	28,6	34	2	28,6	15,0	20	28,6	68
		D	47,7	34	10,0	28,6	15,0	20	28,6	34	2	28,6	15,0	20	28,6	68
	b	-	33,4	24	10,0	20,0	15,0	20	20,0	24	2	20,0	15,0	20	20,0	48
Apoio V3b	E	33,4	17	10,0	20,0	15,0	20	20,0	20	2	20,0	15,0	20	20,0	34	
V17	P28	D	47,7	27	10,0	28,6	15,0	20	28,6	29	2	28,6	15,0	20	28,6	54
	a	-	33,4	28	10,0	20,0	15,0	20	20,0	28	2	20,0	15,0	20	20,0	56
	P19	E	59,6	52	12,5	35,7	18,8	20	35,7	52	2	35,7	18,8	20	35,7	104
		D	59,6	51	12,5	35,7	18,8	20	35,7	51	2	35,7	18,8	20	35,7	102
	b	-	33,4	32	10,0	20,0	15,0	20	20,0	32	2	20,0	15,0	20	20,0	64
	P10	E	47,7	45	10,0	28,6	15,0	20	28,6	45	2	28,6	15,0	20	28,6	90
		D	47,7	34	10,0	28,6	15,0	20	28,6	34	2	28,6	15,0	20	28,6	68
c	-	33,4	29	10,0	20,0	15,0	20	20,0	29	2	20,0	15,0	20	20,0	58	
P2	E	47,7	25	10,0	28,6	15,0	20	28,6	29	2	28,6	15,0	20	28,6	50	
V18	Apoio V11a	D	33,4	23	10,0	20,0	15,0	20	20,0	23	2	20,0	15,0	20	20,0	46
	a	-	53,4	43	16,0	32,0	24,0	20	32,0	43	2	32,0	24,0	20	32,0	86
	Apoio V4a	E	33,4	23	10,0	20,0	15,0	20	20,0	23	2	20,0	15,0	20	20,0	46
V19	Apoio V11a	D	33,4	17	10,0	20,0	15,0	20	20,0	20	2	20,0	15,0	20	20,0	34
	a	-	33,4	26	10,0	20,0	15,0	20	20,0	26	2	20,0	15,0	20	20,0	52
	Apoio V5	E	33,4	17	10,0	20,0	15,0	20	20,0	20	2	20,0	15,0	20	20,0	34
V20	P21	D	76,2	50	16,0	45,7	24,0	20	45,7	50	2	45,7	24,0	20	45,7	100
	a	-	53,4	46	16,0	32,0	24,0	20	32,0	46	2	32,0	24,0	20	32,0	92
	P12	E	47,7	32	10,0	28,6	15,0	20	28,6	32	2	28,6	15,0	20	28,6	64
V21	Apoio V11c	D	33,4	17	10,0	20,0	15,0	20	20,0	20	2	20,0	15,0	20	20,0	34
	a	-	53,4	44	16,0	32,0	24,0	20	32,0	44	2	32,0	24,0	20	32,0	88
	Apoio V4c	E	33,4	17	10,0	20,0	15,0	20	20,0	20	2	20,0	15,0	20	20,0	34
V22	P31	D	59,6	39	12,5	35,7	18,8	20	35,7	39	2	35,7	18,8	20	35,7	78
	a	-	33,4	32	10,0	20,0	15,0	20	20,0	32	2	20,0	15,0	20	20,0	64
	P22	E	47,7	45	10,0	28,6	15,0	20	28,6	45	2	28,6	15,0	20	28,6	90
		D	76,2	70	16,0	45,7	24,0	20	45,7	70	2	45,7	24,0	20	45,7	140
	b	-	53,4	42	16,0	32,0	24,0	20	32,0	42	2	32,0	24,0	20	32,0	84
	P13	E	76,2	69	16,0	45,7	24,0	20	45,7	69	2	45,7	24,0	20	45,7	138
		D	47,7	41	10,0	28,6	15,0	20	28,6	41	2	28,6	15,0	20	28,6	82
c	-	33,4	27	10,0	20,0	15,0	20	20,0	27	2	20,0	15,0	20	20,0	54	
P5	E	59,6	41	12,5	35,7	18,8	20	35,7	41	2	35,7	18,8	20	35,7	82	
V23	a	-	53,4	35	16,0	32,0	24,0	20	32,0	35	2	32,0	24,0	20	32,0	70
	P24	E	76,2	72	16,0	45,7	24,0	20	45,7	72	2	45,7	24,0	20	45,7	144
		D	59,6	51	12,5	35,7	18,8	20	35,7	51	2	35,7	18,8	20	35,7	102
	b	-	26,7	19	8,0	16,0	12,0	20	20,0	20	2	16,0	12,0	20	20,0	38
	P16	E	47,7	40	10,0	28,6	15,0	20	28,6	40	2	28,6	15,0	20	28,6	80
		D	47,7	40	10,0	28,6	15,0	20	28,6	40	2	28,6	15,0	20	28,6	80
	c	-	33,4	24	10,0	20,0	15,0	20	20,0	24	2	20,0	15,0	20	20,0	48
P6	E	59,6	51	12,5	35,7	18,8	20	35,7	51	2	35,7	18,8	20	35,7	102	
	D	76,2	72	16,0	45,7	24,0	20	45,7	72	2	45,7	24,0	20	45,7	144	
d	-	53,4	35	16,0	32,0	24,0	20	32,0	35	2	32,0	24,0	20	32,0	70	
V24	P25	D	47,7	24	10,0	28,6	15,0	20	28,6	29	2	28,6	15,0	20	28,6	48
	a	-	33,4	28	10,0	20,0	15,0	20	20,0	28	2	20,0	15,0	20	20,0	56
	P17	E	47,7	36	10,0	28,6	15,0	20	28,6	36	2	28,6	15,0	20	28,6	72
		D	47,7	36	10,0	28,6	15,0	20	28,6	36	2	28,6	15,0	20	28,6	72
	b	-	33,4	29	10,0	20,0	15,0	20	20,0	29	2	20,0	15,0	20	20,0	58
	P7	E	47,7	24	10,0	28,6	15,0	20	28,6	29	2	28,6	15,0	20	28,6	48
V25	P26	D	76,2	50	16,0	45,7	24,0	20	45,7	50	2	45,7	24,0	20	45,7	100
	a	-	53,4	41	16,0	32,0	24,0	20	32,0	41	2	32,0	24,0	20	32,0	82
	P18	E	53,4	50	16,0	32,0	24,0	20	32,0	50	2	32,0	24,0	20	32,0	100
		D	53,4	50	16,0	32,0	24,0	20	32,0	50	2	32,0	24,0	20	32,0	100
	b	-	53,4	50	16,0	32,0	24,0	20	32,0	50	2	32,0	24,0	20	32,0	100
P8	E	76,2	50	16,0	45,7	24,0	20	45,7	50	2	45,7	24,0	20	45,7	100	
VR1	Apoio V11	D	33,4	23	10,0	20,0	15,0	20	20,0	23	2	20,0	15,0	20	20,0	46
	a	-	53,4	48	16,0	32,0	24,0	20	32,0	48	2	32,0	24,0	20	32,0	96
	Apoio V4	E	25,0	17	10,0	15,0	15,0	20	20,0	20	2	15,0	15,0	20	20,0	34
VR2	P20	D	25,0	17	10,0	15,0	15,0	20	20,0	20	2	15,0	15,0	20	20,0	34
	a	-	40,0	39	16,0	24,0	24,0	20	24,0	39	2	24,0	24,0	20	24,0	78
	P11	E	25,0	17	10,0	15,0	15,0	20	20,0	20	2	15,0	15,0	20	20,0	34
VR3	Apoio V11c	D	25,0	17	10,0	15,0	15,0	20	20,0	20	2	15,0	15,0	20	20,0	34
	a	-	40,0	34	16,0	24,0	24,0	20	24,0	34	2	24,0	24,0	20	24,0	68
	Apoio V4c	E	25,0	17	10,0	15,0	15,0	20	20,0	20	2	15,0	15,0	20	20,0	34
VR4	Apoio VR2	D	25,0	17	10,0	15,0	15,0	20	20,0	20	2	15,0	15,0	20	20,0	34
	a	-	25,0	24	10,0	15,0	15,0	20	20,0	24	2	15,0	15,0	20	20,0	48
	Apoio V20	E	25,0	17	10,0	15,0	15,0	20	20,0	20	2	15,0	15,0	20	20,0	34

(fonte: elaborado pelo autor)



### APÊNDICE S – Comprimentos de traspasse das barras das lajes técnicas

Vigas	Trechos	Lado	lb (cm)	lb,nec (cm)	φ (mm)	l0c mín				l0c (cm)	α0t	l0t mín				l0t (cm)
						0,6lb (cm)	15φ (cm)	200mm (cm)	Maior (cm)			0,3*α0t*lb (cm)	15φ (cm)	200mm (cm)	Maior (cm)	
V1	Apoio V5	D	47,7	32	10,0	28,6	15,0	20	28,6	32	2	28,6	15,0	20	28,6	64
	a	-	33,4	32	10,0	20,0	15,0	20	20,0	32	2	20,0	15,0	20	20,0	64
	PL1	E	47,7	32	10,0	28,6	15,0	20	28,6	32	2	28,6	15,0	20	28,6	64
V2	PL2	D	47,7	32	10,0	28,6	15,0	20	28,6	32	2	28,6	15,0	20	28,6	64
	a	-	33,4	32	10,0	20,0	15,0	20	20,0	32	2	20,0	15,0	20	20,0	64
	Apoio V8	E	47,7	32	10,0	28,6	15,0	20	28,6	32	2	28,6	15,0	20	28,6	64
V3	P19	D	47,7	32	10,0	28,6	15,0	20	28,6	32	2	28,6	15,0	20	28,6	64
	a	-	41,7	38	12,5	25,0	18,8	20	25,0	38	2	25,0	18,8	20	25,0	76
	P20	E	47,7	32	10,0	28,6	15,0	20	28,6	32	2	28,6	15,0	20	28,6	64
V4	P21	D	47,7	32	10,0	28,6	15,0	20	28,6	32	2	28,6	15,0	20	28,6	64
	a	-	41,7	39	12,5	25,0	18,8	20	25,0	39	2	25,0	18,8	20	25,0	78
	P22	E	47,7	32	10,0	28,6	15,0	20	28,6	32	2	28,6	15,0	20	28,6	64
V5	P19	D	47,7	32	10,0	28,6	15,0	20	28,6	32	2	28,6	15,0	20	28,6	64
	a	-	41,7	39	12,5	25,0	18,8	20	25,0	39	2	25,0	18,8	20	25,0	78
	P10	E	47,7	32	10,0	28,6	15,0	20	28,6	32	2	28,6	15,0	20	28,6	64
V6	Apoio V3	D	47,7	32	10,0	28,6	15,0	20	28,6	32	2	28,6	15,0	20	28,6	64
	a	-	33,4	32	10,0	20,0	15,0	20	20,0	32	2	20,0	15,0	20	20,0	64
	PL1	E	47,7	32	10,0	28,6	15,0	20	28,6	32	2	28,6	15,0	20	28,6	64
V7	Apoio V4	D	47,7	24	10,0	28,6	15,0	20	28,6	29	2	28,6	15,0	20	28,6	48
	a	-	33,4	24	10,0	20,0	15,0	20	20,0	24	2	20,0	15,0	20	20,0	48
	PL2	E	47,7	24	10,0	28,6	15,0	20	28,6	29	2	28,6	15,0	20	28,6	48
V8	P22	D	47,7	32	10,0	28,6	15,0	20	28,6	32	2	28,6	15,0	20	28,6	64
	a	-	41,7	38	12,5	25,0	18,8	20	25,0	38	2	25,0	18,8	20	25,0	76
	P13	E	47,7	32	10,0	28,6	15,0	20	28,6	32	2	28,6	15,0	20	28,6	64

(fonte: elaborado pelo autor)

## APÊNDICE T – Comprimentos de traspasse das barras da cobertura dos reservatórios

Vigas	Trechos	Lado	lb (cm)	lb,nec (cm)	φ (mm)	l0c mín				l0c (cm)	α0t	l0t mín				l0t (cm)
						0,6lb (cm)	15φ (cm)	200mm (cm)	Maior (cm)			0,3*α0t*lb (cm)	15φ (cm)	200mm (cm)	Maior (cm)	
V1	P10	D	47,7	34	10,0	28,6	15,0	20	28,6	<b>34</b>	2	28,6	15,0	20	28,6	<b>68</b>
	a	-	33,4	34	10,0	20,0	15,0	20	20,0	<b>34</b>	2	20,0	15,0	20	20,0	<b>68</b>
	P11	E	47,7	48	10,0	28,6	15,0	20	28,6	<b>48</b>	2	28,6	15,0	20	28,6	<b>96</b>
		D	47,7	48	10,0	28,6	15,0	20	28,6	<b>48</b>	2	28,6	15,0	20	28,6	<b>96</b>
	b	-	33,4	34	10,0	20,0	15,0	20	20,0	<b>34</b>	2	20,0	15,0	20	20,0	<b>68</b>
	P12	E	47,7	48	10,0	28,6	15,0	20	28,6	<b>48</b>	2	28,6	15,0	20	28,6	<b>96</b>
		D	47,7	48	10,0	28,6	15,0	20	28,6	<b>48</b>	2	28,6	15,0	20	28,6	<b>96</b>
c	-	33,4	27	10,0	20,0	15,0	20	20,0	<b>27</b>	2	20,0	15,0	20	20,0	<b>54</b>	
P13	E	47,7	34	10,0	28,6	15,0	20	28,6	<b>34</b>	2	28,6	15,0	20	28,6	<b>68</b>	
V2	P20	D	47,7	34	10,0	28,6	15,0	20	28,6	<b>34</b>	2	28,6	15,0	20	28,6	<b>68</b>
	a	-	33,4	28	10,0	20,0	15,0	20	20,0	<b>28</b>	2	20,0	15,0	20	20,0	<b>56</b>
	P21	E	47,7	48	10,0	28,6	15,0	20	28,6	<b>48</b>	2	28,6	15,0	20	28,6	<b>96</b>
		D	47,7	48	10,0	28,6	15,0	20	28,6	<b>48</b>	2	28,6	15,0	20	28,6	<b>96</b>
	b	-	33,4	34	10,0	20,0	15,0	20	20,0	<b>34</b>	2	20,0	15,0	20	20,0	<b>68</b>
	P22	E	47,7	48	10,0	28,6	15,0	20	28,6	<b>48</b>	2	28,6	15,0	20	28,6	<b>96</b>
		D	47,7	48	10,0	28,6	15,0	20	28,6	<b>48</b>	2	28,6	15,0	20	28,6	<b>96</b>
c	-	33,4	34	10,0	20,0	15,0	20	20,0	<b>34</b>	2	20,0	15,0	20	20,0	<b>68</b>	
P23	E	47,7	34	10,0	28,6	15,0	20	28,6	<b>34</b>	2	28,6	15,0	20	28,6	<b>68</b>	
V3	P20	D	47,7	34	10,0	28,6	15,0	20	28,6	<b>34</b>	2	28,6	15,0	20	28,6	<b>68</b>
	a	-	33,4	34	10,0	20,0	15,0	20	20,0	<b>34</b>	2	20,0	15,0	20	20,0	<b>68</b>
V4	P10	E	47,7	34	10,0	28,6	15,0	20	28,6	<b>34</b>	2	28,6	15,0	20	28,6	<b>68</b>
	Apoio V2a	D	33,4	23	10,0	20,0	15,0	20	20,0	<b>23</b>	2	20,0	15,0	20	20,0	<b>46</b>
	a	-	41,7	36	12,5	25,0	18,8	20	25,0	<b>36</b>	2	25,0	18,8	20	25,0	<b>72</b>
V5	Apoio V1a	E	33,4	23	10,0	20,0	15,0	20	20,0	<b>23</b>	2	20,0	15,0	20	20,0	<b>46</b>
	Apoio V2c	D	33,4	23	10,0	20,0	15,0	20	20,0	<b>23</b>	2	20,0	15,0	20	20,0	<b>46</b>
	a	-	41,7	36	12,5	25,0	18,8	20	25,0	<b>36</b>	2	25,0	18,8	20	25,0	<b>72</b>
V6	Apoio V1c	E	33,4	23	10,0	20,0	15,0	20	20,0	<b>23</b>	2	20,0	15,0	20	20,0	<b>46</b>
	P23	D	47,7	34	10,0	28,6	15,0	20	28,6	<b>34</b>	2	28,6	15,0	20	28,6	<b>68</b>
	a	-	33,4	34	10,0	20,0	15,0	20	20,0	<b>34</b>	2	20,0	15,0	20	20,0	<b>68</b>
V6	P13	E	47,7	34	10,0	28,6	15,0	20	28,6	<b>34</b>	2	28,6	15,0	20	28,6	<b>68</b>

(fonte: elaborado pelo autor)

**APÊNDICE U – Dimensionamento da armadura transversal e determinação do al – vigas do tipo**

Vigas	Trechos	Lado	bw (cm)	d (cm)	VSd (kN)	Vsd Mín (kN)	Vsd adotado	VRd <sub>2</sub> (kN)	Biela	Vc=Vco (kN)	Asw/s (cm <sup>2</sup> /m)	Asw/s mín. (cm <sup>2</sup> /m)	Vsw,min (kN)	S Max (cm)	Asw/s usado (cm <sup>2</sup> /m)	S (cm)	Bitola (mm)	Área do estribo (cm <sup>2</sup> )	Área total (cm <sup>2</sup> )
V1 ou V14	P1	D	19	47,58	90,4	83,3	90,4	460,2	OK	78,5	0,64	2,53	4,71	28,55	2,53	15	5	0,20	2,62
	a	-	19	47,70	0,0	83,5	83,5	461,4	OK	78,8	0,25	2,53	4,73	28,62	2,53	15	5	0,20	2,62
	P2	E	19	47,95	99,7	83,9	99,7	463,9	OK	79,2	1,09	2,53	4,75	28,77	2,53	15	5	0,20	2,62
		D	19	47,92	58,8	83,9	83,9	463,6	OK	79,1	0,25	2,53	4,75	28,75	2,53	15	5	0,20	2,62
	b	-	19	48,00	0,0	84,0	84,0	464,3	OK	79,2	0,25	2,53	4,75	28,80	2,53	15	5	0,20	2,62
	P3	E	19	48,11	66,5	84,2	84,2	465,4	OK	79,4	0,25	2,53	4,77	28,87	2,53	15	5	0,20	2,62
		D	19	49,00	47,1	85,8	85,8	474,0	OK	80,9	0,25	2,53	4,85	29,40	2,53	15	5	0,20	2,62
	c	-	19	48,00	0,0	84,0	84,0	464,3	OK	79,2	0,25	2,53	4,75	28,80	2,53	15	5	0,20	2,62
	P4	E	19	49,00	51,3	85,8	85,8	474,0	OK	80,9	0,25	2,53	4,85	29,40	2,53	15	5	0,20	2,62
		D	19	49,00	34,4	85,8	85,8	474,0	OK	80,9	0,25	2,53	4,85	29,40	2,53	15	5	0,20	2,62
d	-	19	48,00	0,0	84,0	84,0	464,3	OK	79,2	0,25	2,53	4,75	28,80	2,53	15	5	0,20	2,62	
P5	E	19	48,70	73,6	85,2	85,2	471,1	OK	80,4	0,25	2,53	4,82	29,22	2,53	15	5	0,20	2,62	
	D	19	47,70	121,7	83,5	121,7	461,4	OK	78,8	2,30	2,53	4,73	28,62	2,53	15	5	0,20	2,62	
e	-	19	46,58	0,0	81,5	81,5	450,6	OK	76,9	0,25	2,53	4,61	27,95	2,53	15	5	0,20	2,62	
Apoio V23c	E	19	49,00	70,6	85,8	85,8	474,0	OK	80,9	0,25	2,53	4,85	29,40	2,53	15	5	0,20	2,62	
V2 ou V13	P6	D	19	49,00	35,9	85,8	85,8	474,0	OK	80,9	0,25	2,53	4,85	29,40	2,53	15	5	0,20	2,62
	a	-	19	48,00	0,0	84,0	84,0	464,3	OK	79,2	0,25	2,53	4,75	28,80	2,53	15	5	0,20	2,62
	P7	E	19	49,00	34,9	85,8	85,8	474,0	OK	80,9	0,25	2,53	4,85	29,40	2,53	15	5	0,20	2,62
		D	19	47,72	71,2	83,5	83,5	461,6	OK	78,8	0,25	2,53	4,73	28,63	2,53	15	5	0,20	2,62
b	-	19	47,88	0,0	83,8	83,8	463,1	OK	79,0	0,25	2,53	4,74	28,73	2,53	15	5	0,20	2,62	
P8	E	19	47,72	71,2	83,5	83,5	461,6	OK	78,8	0,25	2,53	4,73	28,63	2,53	15	5	0,20	2,62	
V3 ou V12	Apoio V15a ou V15b	D	14	49,00	81,2	63,2	81,2	349,3	OK	59,6	1,13	1,86	3,58	29,40	1,86	20	5	0,20	1,96
	a	-	14	47,40	0,0	61,1	61,1	337,9	OK	57,7	0,19	1,86	3,46	28,44	1,86	20	5	0,20	1,96
	P9	E	14	48,50	122,4	62,5	122,4	345,7	OK	59,0	3,34	1,86	3,54	29,10	3,34	10	5	0,20	3,93
		D	14	49,00	76,2	63,2	76,2	349,3	OK	59,6	0,86	1,86	3,58	29,40	1,86	20	5	0,20	1,96
	b	0	14	48,50	0,0	62,5	62,5	345,7	OK	59,0	0,19	1,86	3,54	29,10	1,86	20	5	0,20	1,96
Apoio V17a ou V17b	E	14	49,00	37,1	63,2	63,2	349,3	OK	59,6	0,19	1,86	3,58	29,40	1,86	20	5	0,20	1,96	
V4	P10	D	19	48,50	166,3	84,9	166,3	469,2	OK	80,1	4,54	2,53	4,80	29,10	4,54	8	5	0,20	4,91
	a	-	19	48,00	0,0	84,0	84,0	464,3	OK	79,2	0,25	2,53	4,75	28,80	2,53	15	5	0,20	2,62
	P11	E	19	48,50	142,7	84,9	142,7	469,2	OK	80,1	3,30	2,53	4,80	29,10	3,30	10	5	0,20	3,93
		D	19	49,00	65,3	85,8	85,8	474,0	OK	80,9	0,25	2,53	4,85	29,40	2,53	15	5	0,20	2,62
	b	-	19	48,50	0,0	84,9	84,9	469,2	OK	80,1	0,25	2,53	4,80	29,10	2,53	15	5	0,20	2,62
	P12	E	19	48,88	79,5	85,5	85,5	472,8	OK	80,7	0,25	2,53	4,84	29,33	2,53	15	5	0,20	2,62
		D	19	48,88	107,3	85,5	107,3	472,8	OK	80,7	1,39	2,53	4,84	29,33	2,53	15	5	0,20	2,62
c	-	19	48,38	0,0	84,7	84,7	468,0	OK	79,9	0,25	2,53	4,79	29,03	2,53	15	5	0,20	2,62	
P13	E	19	48,11	99,6	84,2	99,6	465,4	OK	79,4	1,07	2,53	4,77	28,87	2,53	15	5	0,20	2,62	
V5	Apoio V18	D	19	49,00	121,2	85,8	121,2	474,0	OK	80,9	2,10	2,53	4,85	29,40	2,53	15	5	0,20	2,62
	a	-	19	47,43	0,0	83,0	83,0	458,8	OK	78,3	0,25	2,53	4,70	28,46	2,53	15	5	0,20	2,62
Apoio V20	E	19	49,00	89,6	85,8	89,6	474,0	OK	80,9	0,45	2,53	4,85	29,40	2,53	15	5	0,20	2,62	
V6	Apoio V17b	D	19	48,50	18,5	84,9	84,9	469,2	OK	80,1	0,25	2,53	4,80	29,10	2,53	15	5	0,20	2,62
	a	-	19	48,50	0,0	84,9	84,9	469,2	OK	80,1	0,25	2,53	4,80	29,10	2,53	15	5	0,20	2,62
Apoio V18	E	19	48,50	18,5	84,9	84,9	469,2	OK	80,1	0,25	2,53	4,80	29,10	2,53	15	5	0,20	2,62	
V7	Apoio V21	D	19	48,50	18,3	84,9	84,9	469,2	OK	80,1	0,25	2,53	4,80	29,10	2,53	15	5	0,20	2,62
	a	-	19	48,50	0,0	84,9	84,9	469,2	OK	80,1	0,25	2,53	4,80	29,10	2,53	15	5	0,20	2,62
Apoio V22b	E	19	48,50	18,3	84,9	84,9	469,2	OK	80,1	0,25	2,53	4,80	29,10	2,53	15	5	0,20	2,62	
V8	P14	D	19	48,70	95,9	85,2	95,9	471,1	OK	80,4	0,81	2,53	4,82	29,22	2,53	15	5	0,20	2,62
	a	-	19	48,38	0,0	84,7	84,7	468,0	OK	79,9	0,25	2,53	4,79	29,03	2,53	15	5	0,20	2,62
	P15	E	19	48,70	85,0	85,2	85,2	471,1	OK	80,4	0,25	2,53	4,82	29,22	2,53	15	5	0,20	2,62
		D	19	47,70	151,1	83,5	151,1	461,4	OK	78,8	3,87	2,53	4,73	28,62	3,87	10	5	0,20	3,93
b	-	19	48,50	105,4	84,9	105,4	469,2	OK	80,1	1,33	2,53	4,80	29,10	2,53	15	5	0,20	2,62	
V9	Apoio V18	D	19	48,50	5,6	84,9	84,9	469,2	OK	80,1	0,25	2,53	4,80	29,10	2,53	15	5	0,20	2,62
	a	-	19	48,50	0,0	84,9	84,9	469,2	OK	80,1	0,25	2,53	4,80	29,10	2,53	15	5	0,20	2,62
Apoio V19	E	19	48,50	5,6	84,9	84,9	469,2	OK	80,1	0,25	2,53	4,80	29,10	2,53	15	5	0,20	2,62	
V10	Apoio V22b	D	19	49,00	108,6	85,8	108,6	474,0	OK	80,9	1,45	2,53	4,85	29,40	2,53	15	5	0,20	2,62
	a	-	19	47,66	0,0	83,4	83,4	461,1	OK	78,7	0,25	2,53	4,72	28,60	2,53	15	5	0,20	2,62
	P16	E	19	47,37	159,5	82,9	159,5	458,3	OK	78,2	4,38	2,53	4,69	28,42	4,38	8	5	0,20	4,91
		D	19	48,70	82,5	85,2	85,2	471,1	OK	80,4	0,25	2,53	4,82	29,22	2,53	15	5	0,20	2,62
	b	-	19	48,50	0,0	84,9	84,9	469,2	OK	80,1	0,25	2,53	4,80	29,10	2,53	15	5	0,20	2,62
	P17	E	19	48,50	9,4	84,9	84,9	469,2	OK	80,1	0,25	2,53	4,80	29,10	2,53	15	5	0,20	2,62
		D	19	47,95	143,7	83,9	143,7	463,9	OK	79,2	3,44	2,53	4,75	28,77	3,44	10	5	0,20	3,93
	c	-	19	47,61	0,0	83,3	83,3	460,6	OK	78,6	0,25	2,53	4,72	28,57	2,53	15	5	0,20	2,62
P18	E	19	47,72	76,8	83,5	83,5	461,6	OK	78,8	0,25	2,53	4,73	28,63	2,53	15	5	0,20	2,62	
V11	P19	D	19	47,95	144,3	83,9	144,3	463,9	OK	79,2	3,47	2,53	4,75	28,77	3,47	10	5	0,20	3,93
	a	-	19	47,70	0,0	83,5	83,5	461,4	OK	78,7	0,25	2,53	4,72	28,62	2,53	15	5	0,20	2,62
	P20	E	19	47,90	139,2	83,8	139,2	463,4	OK	79,1	3,21	2,53	4,75	28,74	3,21	10	5	0,20	3,93
		D	19	49,00	59,1	85,8	85,8	474,0	OK	80,9	0,25	2,53	4,85	29,40	2,53	15	5	0,20	2,62
	b	-	19	48,50	0,0	84,9	84,9	469,2	OK	80,1	0,25	2,53	4,80	29,10	2,53	15	5	0,20	2,62
	P21	E	19	48,11	73,2	84,2	84,2	465,4	OK	79,4	0,25	2,53	4,77	28,87	2,53	15	5	0,20	2,62
D		19	48,11	103,7	84,2	103,7	465,4	OK	79,4	1,29	2,53	4,77	28,87	2,53	15	5	0,20	2,62	
c	-	19	47,61	0,0	83,3	83,3	460,6	OK	78,6	0,25	2,53	4,72	28,57	2,53	15	5	0,20	2,62	
P22	E	19	48,11	92,3	84,2	92,3	465,4	OK	79,4	0,68	2,53	4,77	28,87	2,53	15	5	0,20	2,62	

continua

continuação

Vigas	Trechos	Lado	bw (cm)	d (cm)	VSd (kN)	Vsd Mín (kN)	Vsd adotado	VRd <sub>2</sub> (kN)	Biela	Vc=Vco (kN)	Asw/s (cm <sup>2</sup> /m)	Asw/s mín. (cm <sup>2</sup> /m)	Vsw,min (kN)	S Max (cm)	Asw/s usado (cm <sup>2</sup> /m)	S (cm)	Bitola (mm)	Área do estribo (cm <sup>2</sup> )	Área total (cm <sup>2</sup> )
V15	P27	D	23	48,06	130,9	101,8	130,9	562,7	OK	96,0	1,85	3,06	5,76	28,83	3,06	12	5	0,20	3,27
	a	-	23	47,70	0,0	101,1	101,1	558,6	OK	95,3	0,31	3,06	5,72	28,62	3,06	12	5	0,20	3,27
	P14	E	23	48,06	133,4	101,8	133,4	562,7	OK	96,0	1,99	3,06	5,76	28,83	3,06	12	5	0,20	3,27
		D	23	48,06	133,4	101,8	133,4	562,7	OK	96,0	1,99	3,06	5,76	28,83	3,06	12	5	0,20	3,27
	b	-	23	47,70	0,0	101,1	101,1	558,6	OK	95,3	0,31	3,06	5,72	28,62	3,06	12	5	0,20	3,27
P1	E	23	48,06	130,9	101,8	130,9	562,7	OK	96,0	1,85	3,06	5,76	28,83	3,06	12	5	0,20	3,27	
V16	Apoio V12b	D	14	48,50	33,0	62,5	62,5	345,7	OK	59,0	0,19	1,86	3,54	29,10	1,86	20	5	0,20	1,96
	a	-	14	48,50	0,0	62,5	62,5	345,7	OK	59,0	0,19	1,86	3,54	29,10	1,86	20	5	0,20	1,96
	Apoio V8b	E	14	49,00	52,6	63,2	63,2	349,3	OK	59,6	0,19	1,86	3,58	29,40	1,86	20	5	0,20	1,96
		D	14	49,00	52,6	63,2	63,2	349,3	OK	59,6	0,19	1,86	3,58	29,40	1,86	20	5	0,20	1,96
	b	-	14	48,50	0,0	62,5	62,5	345,7	OK	59,0	0,19	1,86	3,54	29,10	1,86	20	5	0,20	1,96
Apoio V3b	E	14	49,00	33,0	63,2	63,2	349,3	OK	59,6	0,19	1,86	3,58	29,40	1,86	20	5	0,20	1,96	
V17	P28	D	14	46,94	94,0	60,5	94,0	334,6	OK	57,1	2,01	1,86	3,43	28,16	2,01	15	5	0,20	2,62
	a	-	14	48,50	0,0	62,5	62,5	345,7	OK	59,0	0,19	1,86	3,54	29,10	1,86	20	5	0,20	1,96
	P19	E	19	47,95	113,3	83,9	113,3	463,9	OK	79,2	1,82	2,53	4,75	28,77	2,53	15	5	0,20	2,62
		D	19	48,16	60,0	84,3	84,3	465,9	OK	79,5	0,25	2,53	4,77	28,90	2,53	15	5	0,20	2,62
	b	-	19	48,50	0,0	84,9	84,9	469,2	OK	80,1	0,25	2,53	4,80	29,10	2,53	15	5	0,20	2,62
	P10	E	19	48,20	68,9	84,3	84,3	466,2	OK	79,6	0,25	2,53	4,77	28,92	2,53	15	5	0,20	2,62
		D	19	48,20	99,3	84,3	99,3	466,2	OK	79,6	1,04	2,53	4,77	28,92	2,53	15	5	0,20	2,62
c	-	14	48,50	0,0	62,5	62,5	345,7	OK	59,0	0,19	1,86	3,54	29,10	1,86	20	5	0,20	1,96	
P2	E	14	47,58	77,7	61,4	77,7	339,1	OK	57,9	1,07	1,86	3,47	28,55	1,86	20	5	0,20	1,96	
V18	Apoio V11a	D	19	49,00	88,2	85,8	88,2	474,0	OK	80,9	0,38	2,53	4,85	29,40	2,53	15	5	0,20	2,62
	a	-	19	46,87	0,0	82,0	82,0	453,4	OK	77,4	0,25	2,53	4,64	28,12	2,53	15	5	0,20	2,62
Apoio V4a	E	19	49,00	131,9	85,8	131,9	474,0	OK	80,9	2,66	2,53	4,85	29,40	2,66	12	5	0,20	3,27	
V19	Apoio V11a	D	14	48,50	19,6	62,5	62,5	345,7	OK	59,0	0,19	1,86	3,54	29,10	1,86	20	5	0,20	1,96
	a	-	14	48,50	0,0	62,5	62,5	345,7	OK	59,0	0,19	1,86	3,54	29,10	1,86	20	5	0,20	1,96
	Apoio V5	E	14	48,50	22,3	62,5	62,5	345,7	OK	59,0	0,19	1,86	3,54	29,10	1,86	20	5	0,20	1,96
V20	P21	D	19	47,70	109,5	83,5	109,5	461,4	OK	78,8	1,65	2,53	4,73	28,62	2,53	15	5	0,20	2,62
	a	-	19	48,20	0,0	84,4	84,4	466,3	OK	79,6	0,25	2,53	4,77	28,92	2,53	15	5	0,20	2,62
	P12	E	19	48,50	147,2	84,9	147,2	469,2	OK	80,1	3,53	2,53	4,80	29,10	3,53	10	5	0,20	3,93
V21	Apoio V11c	D	14	49,00	49,6	63,2	63,2	349,3	OK	59,6	0,19	1,86	3,58	29,40	1,86	20	5	0,20	1,96
	a	-	14	48,20	0,0	62,2	62,2	343,6	OK	58,6	0,19	1,86	3,52	28,92	1,86	20	5	0,20	1,96
	Apoio V4c	E	14	49,00	47,6	63,2	63,2	349,3	OK	59,6	0,19	1,86	3,58	29,40	1,86	20	5	0,20	1,96
V22	P31	D	19	46,94	125,1	82,1	125,1	454,1	OK	77,5	2,59	2,53	4,65	28,16	2,59	15	5	0,20	2,62
	a	-	19	48,38	0,0	84,7	84,7	468,0	OK	79,9	0,25	2,53	4,79	29,03	2,53	15	5	0,20	2,62
	P22	E	19	47,70	129,1	83,5	129,1	461,4	OK	78,8	2,69	2,53	4,73	28,62	2,69	12	5	0,20	3,27
		D	19	46,50	180,9	81,4	180,9	449,8	OK	76,8	5,72	2,53	4,61	27,90	5,72	6	5	0,20	6,54
	b	0	19	48,20	0,0	84,4	84,4	466,3	OK	79,6	0,25	2,53	4,77	28,92	2,53	15	5	0,20	2,62
	P13	E	19	46,50	184,4	81,4	184,4	449,8	OK	76,8	5,91	2,53	4,61	27,90	5,91	6	5	0,20	6,54
		D	19	47,70	129,0	83,5	129,0	461,4	OK	78,8	2,69	2,53	4,73	28,62	2,69	12	5	0,20	3,27
c	0	19	48,38	0,0	84,7	84,7	468,0	OK	79,9	0,25	2,53	4,79	29,03	2,53	15	5	0,20	2,62	
P5	E	19	46,94	125,2	82,1	125,2	454,1	OK	77,5	2,60	2,53	4,65	28,16	2,60	15	5	0,20	2,62	
V23	a	-	19	48,00	72,8	84,0	84,0	464,3	OK	79,2	0,25	2,53	4,75	28,80	2,53	15	5	0,20	2,62
	P24	E	14	47,70	0,0	61,5	61,5	340,0	OK	58,0	0,19	1,86	3,48	28,62	1,86	20	5	0,20	1,96
		D	14	48,50	77,6	62,5	77,6	345,7	OK	59,0	0,98	1,86	3,54	29,10	1,86	20	5	0,20	1,96
	b	-	14	48,50	0,0	62,5	62,5	345,7	OK	59,0	0,19	1,86	3,54	29,10	1,86	20	5	0,20	1,96
	P16	E	14	48,50	70,0	62,5	70,0	345,7	OK	59,0	0,58	1,86	3,54	29,10	1,86	20	5	0,20	1,96
		D	14	48,50	70,0	62,5	70,0	345,7	OK	59,0	0,58	1,86	3,54	29,10	1,86	20	5	0,20	1,96
	c	-	14	48,50	0,0	62,5	62,5	345,7	OK	59,0	0,19	1,86	3,54	29,10	1,86	20	5	0,20	1,96
P6	E	14	48,50	77,6	62,5	77,6	345,7	OK	59,0	0,98	1,86	3,54	29,10	1,86	20	5	0,20	1,96	
V24	P25	D	14	47,70	0,0	61,5	61,5	340,0	OK	58,0	0,19	1,86	3,48	28,62	1,86	20	5	0,20	1,96
		D	14	49,00	56,0	85,8	85,8	474,0	OK	80,9	0,25	2,53	4,85	29,40	2,53	15	5	0,20	2,62
	a	-	14	48,50	0,0	62,5	62,5	345,7	OK	59,0	0,19	1,86	3,54	29,10	1,86	20	5	0,20	1,96
	P17	E	14	47,90	76,8	61,8	76,8	341,5	OK	58,3	0,99	1,86	3,50	28,74	1,86	20	5	0,20	1,96
		D	14	47,90	76,8	61,8	76,8	341,5	OK	58,3	0,99	1,86	3,50	28,74	1,86	20	5	0,20	1,96
	b	-	14	48,50	0,0	62,5	62,5	345,7	OK	59,0	0,19	1,86	3,54	29,10	1,86	20	5	0,20	1,96
	P7	E	14	48,50	74,7	62,5	74,7	345,7	OK	59,0	0,83	1,86	3,54	29,10	1,86	20	5	0,20	1,96
V25	P26	D	19	48,50	68,1	84,9	84,9	469,2	OK	80,1	0,25	2,53	4,80	29,10	2,53	15	5	0,20	2,62
	a	-	19	48,00	0,0	84,0	84,0	464,3	OK	79,2	0,25	2,53	4,75	28,80	2,53	15	5	0,20	2,62
	P18	E	19	48,50	76,4	84,9	84,9	469,2	OK	80,1	0,25	2,53	4,80	29,10	2,53	15	5	0,20	2,62
		D	19	48,50	76,4	84,9	84,9	469,2	OK	80,1	0,25	2,53	4,80	29,10	2,53	15	5	0,20	2,62
	b	-	19	48,00	0,0	84,0	84,0	464,3	OK	79,2	0,25	2,53	4,75	28,80	2,53	15	5	0,20	2,62
P8	E	19	48,50	68,1	84,9	84,9	469,2	OK	80,1	0,25	2,53	4,80	29,10	2,53	15	5	0,20	2,62	
VE	P20	D	14	49,00	86,4	63,2	86,4	349,3	OK	59,6	1,40	1,86	3,58	29,40	1,86	20	5	0,20	1,96
	a	-	14	48,50	0,0	62,5	62,5	345,7	OK	59,0	0,19	1,86	3,54	29,10	1,86	20	5	0,20	1,96
	Apoio V5	E	14	49,00	54,5	63,2	63,2	349,3	OK	59,6	0,19	1,86	3,58	29,40	1,86	20	5	0,20	1,96
VEP	P21	D	19	48,50	37,8	84,9	84,9	469,2	OK	80,1	0,25	2,53	4,80	29,10	2,53	15	5	0,20	2,62
	a	-	19	48,50	0,0	84,9	84,9	469,2	OK	80,1	0,25	2,53	4,80	29,10	2,53	15	5	0,20	2,62
	PE	E	19	49,00	26,7	85,8	85,8	474,0	OK	80,9	0,25	2,53	4,85	29,40	2,53	15	5	0,20	2,62

(fonte: elaborado pelo autor)

Vigas	Trechos	Lado	VSd (kN)	Vc	al/d	al/d adotado	d (cm)	al (cm)	al adotado (cm)
V1 ou V14	P1	D	90,4	78,5	3,8	1,00	47,6	47,6	48
	a	-	0,0	78,8	-	-	47,7	-	-
	P2	E	99,7	79,2	2,4	1,00	48,0	48,0	48
		D	58,8	79,1	-1,4	1,00	47,9	47,9	48
	b	-	0,0	79,2	-	-	48,0	-	-
	P3	E	66,5	79,4	-2,6	1,00	48,1	48,1	49
		D	47,1	80,9	-0,7	1,00	49,0	49,0	49
	c	-	0,0	79,2	-	-	48,0	-	-
	P4	E	51,3	80,9	-0,9	1,00	49,0	49,0	49
		D	34,4	80,9	-0,4	1,00	49,0	49,0	49
	d	-	0,0	79,2	-	-	48,0	-	-
	P5	E	73,6	80,4	-5,4	1,00	48,7	48,7	49
D		121,7	78,8	1,4	1,00	47,7	47,7	48	
e	-	0,0	76,9	-	-	46,6	-	-	
Apoio V23c	E	70,6	80,9	-3,4	1,00	49,0	49,0	49	
V2 ou V13	P6	D	35,9	80,9	-0,4	1,00	49,0	49,0	49
	a	-	0,0	79,2	-	-	48,0	-	-
	P7	E	34,9	80,9	-0,4	1,00	49,0	49,0	49
		D	71,2	78,8	-4,7	1,00	47,7	47,7	48
	b	-	0,0	79,0	-	-	47,9	-	-
P8	E	71,2	78,8	-4,7	1,00	47,7	47,7	48	
V3 ou V12	Apoio V15a ou V15b	D	81,2	59,6	1,9	1,00	49,0	49,0	49
	a	-	0,0	57,7	-	-	47,4	-	-
	P9	E	122,4	59,0	0,97	0,97	48,5	46,8	47
		D	76,2	59,6	2,3	1,00	49,0	49,0	49
	b	0	0,0	59,0	0,0	1,00	48,5	48,5	49
Apoio V17a ou V17b	E	37,1	59,6	-0,8	1,00	49,0	49,0	49	
V4	P10	D	166,3	80,1	0,96	0,96	48,5	46,8	47
	a	-	0,0	79,2	-	-	48,0	-	-
	P11	E	142,7	80,1	1,1	1,00	48,5	48,5	49
		D	65,3	80,9	-2,1	1,00	49,0	49,0	49
	b	-	0,0	80,1	-	-	48,5	-	-
	P12	E	79,5	80,7	-32,4	1,00	48,9	48,9	49
		D	107,3	80,7	2,0	1,00	48,9	48,9	49
c	-	0,0	79,9	-	-	48,4	-	-	
P13	E	99,6	79,4	2,5	1,00	48,1	48,1	49	
V5	Apoio V18	D	121,2	80,9	1,5	1,00	49,0	49,0	49
	a	-	0,0	78,3	-	-	47,4	-	-
Apoio V20	E	89,6	80,9	5,1	1,00	49,0	49,0	49	
V6	Apoio V17b	D	18,5	80,1	-0,2	1,00	48,5	48,5	49
	a	-	0,0	80,1	-	-	48,5	-	-
Apoio V18	E	18,5	80,1	-0,2	1,00	48,5	48,5	49	
	D	18,3	80,1	-0,1	1,00	48,5	48,5	49	
V7	a	-	0,0	80,1	-	-	48,5	-	-
	Apoio V22b	E	18,3	80,1	-0,1	1,00	48,5	48,5	49
V8	P14	D	95,9	80,4	3,1	1,00	48,7	48,7	49
	a	-	0,0	79,9	-	-	48,4	-	-
	P15	E	85,0	80,4	9,3	1,00	48,7	48,7	49
		D	151,1	78,8	1,0	1,00	47,7	47,7	48
b	-	105,4	80,1	-	-	48,5	-	-	
V9	Apoio V18	D	5,6	80,1	0,0	1,00	48,5	48,5	49
	a	-	0,0	80,1	-	-	48,5	-	-
	Apoio V19	E	5,6	80,1	0,0	1,00	48,5	48,5	49
V10	Apoio V22b	D	108,6	80,9	2,0	1,00	49,0	49,0	49
	a	-	0,0	78,7	-	-	47,7	-	-
	P16	E	159,5	78,2	1,0	0,98	47,4	46,5	47
		D	82,5	80,4	19,8	1,00	48,7	48,7	49
	b	-	0,0	80,1	-	-	48,5	-	-
	P17	E	9,4	80,1	-0,1	1,00	48,5	48,5	49
		D	143,7	79,2	1,1	1,00	48,0	48,0	48
c	-	0,0	78,6	-	-	47,6	-	-	
P18	E	76,8	78,8	-19,1	1,00	47,7	47,7	48	
V11	P19	D	144,3	79,2	1,1	1,00	48,0	48,0	48
	a	-	0,0	78,7	-	-	47,7	-	-
	P20	E	139,2	79,1	1,2	1,00	47,9	47,9	48
		D	59,1	80,9	-1,4	1,00	49,0	49,0	49
	b	-	0,0	80,1	-	-	48,5	-	-
	P21	E	73,2	79,4	-5,9	1,00	48,1	48,1	49
		D	103,7	79,4	2,1	1,00	48,1	48,1	49
c	-	0,0	78,6	-	-	47,6	-	-	
P22	E	92,3	79,4	3,6	1,00	48,1	48,1	49	

continua

continuação

Vigas	Trechos	Lado	Vsd adotado (kN)	Vc	al/d	al/d adotado	d (cm)	al (cm)	al adotado (cm)
V15	P27	0	130,9	96,0	1,9	1,00	48,1	48,1	49
	a	Lado	0,0	95,3	0,0	1,00	47,7	47,7	48
	P14	D	133,4	96,0	1,8	1,00	48,1	48,1	49
		-	133,4	96,0	-	-	48,1	-	-
	b	E	0,0	95,3	0,0	1,00	47,7	47,7	48
P1	D	130,9	96,0	1,9	1,00	48,1	48,1	49	
V16	Apoio V12b	-	33,0	59,0	-	-	48,5	-	-
	a	E	0,0	59,0	0,0	1,00	48,5	48,5	49
	Apoio V8b	D	52,6	59,6	-3,8	1,00	49,0	49,0	49
		-	52,6	59,6	-	-	49,0	-	-
	b	E	0,0	59,0	0,0	1,00	48,5	48,5	49
Apoio V3b	D	33,0	59,6	-0,6	1,00	49,0	49,0	49	
V17	P28	-	94,0	57,1	-	-	46,9	-	-
	a	E	0,0	59,0	0,0	1,00	48,5	48,5	49
	P19	D	113,3	79,2	1,7	1,00	48,0	48,0	48
		-	60,0	79,5	-	-	48,2	-	-
	b	E	0,0	80,1	0,0	1,00	48,5	48,5	49
	P10	D	68,9	79,6	-3,2	1,00	48,2	48,2	49
		-	99,3	79,6	-	-	48,2	-	-
c	E	0,0	59,0	0,0	1,00	48,5	48,5	49	
P2	D	77,7	57,9	2,0	1,00	47,6	47,6	48	
V18	Apoio V11a	-	88,2	80,9	-	-	49,0	-	-
	a	E	0,0	77,4	0,0	1,00	46,9	46,9	47
	Apoio V4a	D	131,9	80,9	1,3	1,00	49,0	49,0	49
V19	Apoio V11a	-	19,6	59,0	-	-	48,5	-	-
	a	E	0,0	59,0	0,0	1,00	48,5	48,5	49
	Apoio V5	D	22,3	59,0	-0,3	1,00	48,5	48,5	49
V20	P21	-	109,5	78,8	-	-	47,7	-	-
	a	E	0,0	79,6	0,0	1,00	48,2	48,2	49
	P12	D	147,2	80,1	1,1	1,00	48,5	48,5	49
V21	Apoio V11c	-	49,6	59,6	-	-	49,0	-	-
	a	E	0,0	58,6	0,0	1,00	48,2	48,2	49
	Apoio V4c	D	47,6	59,6	-2,0	1,00	49,0	49,0	49
V22	P31	-	125,1	77,5	-	-	46,9	-	-
	a	E	0,0	79,9	0,0	1,00	48,4	48,4	49
	P22	D	129,1	78,8	1,3	1,00	47,7	47,7	48
		-	180,9	76,8	-	-	46,5	-	-
	b	E	0,0	79,6	0,0	1,00	48,2	48,2	49
	P13	D	184,4	76,8	0,9	0,86	46,5	39,8	40
		0	129,0	78,8	1,3	1,00	47,7	47,7	48
c	E	0,0	79,9	0,0	1,00	48,4	48,4	49	
P5	D	125,2	77,5	1,3	1,00	46,9	46,9	47	
V23	a	0	72,8	79,2	-5,6	1,00	48,0	48,0	48
	P24	E	0,0	58,0	0,0	1,00	47,7	47,7	48
		-	77,6	59,0	-	-	48,5	-	-
	b	E	0,0	59,0	0,0	1,00	48,5	48,5	49
	P16	D	70,0	59,0	3,2	1,00	48,5	48,5	49
		-	70,0	59,0	-	-	48,5	-	-
	c	E	0,0	59,0	0,0	1,00	48,5	48,5	49
P6	D	77,6	59,0	2,1	1,00	48,5	48,5	49	
-	0,0	58,0	-	-	47,7	-	-		
d	E	56,0	80,9	-1,1	1,00	49,0	49,0	49	
V24	P25	D	74,7	59,0	2,4	1,00	48,5	48,5	49
	a	-	0,0	59,0	-	-	48,5	-	-
	P17	D	76,8	58,3	2,1	1,00	47,9	47,9	48
		-	76,8	58,3	-	-	47,9	-	-
	b	E	0,0	59,0	0,0	1,00	48,5	48,5	49
P7	D	74,7	59,0	2,4	1,00	48,5	48,5	49	
V25	P26	-	68,1	80,1	-	-	48,5	-	-
	a	E	0,0	79,2	0,0	1,00	48,0	48,0	48
	P18	D	76,4	80,1	-10,3	1,00	48,5	48,5	49
		-	76,4	80,1	-	-	48,5	-	-
	b	E	0,0	79,2	0,0	1,00	48,0	48,0	48
P8	D	68,1	80,1	-2,8	1,00	48,5	48,5	49	
VE	P20	-	86,4	59,6	-	-	49,0	-	-
	a	E	0,0	59,0	0,0	1,00	48,5	48,5	49
	Apoio V5	D	54,5	59,6	-5,3	1,00	49,0	49,0	49
VEP	P21	-	37,8	80,1	-	-	48,5	-	-
	a	E	0,0	80,1	0,0	1,00	48,5	48,5	49
	PE	D	26,7	80,9	-0,2	1,00	49,0	49,0	49

(fonte: elaborado pelo autor)

**APÊNDICE V – Dimensionamento da armadura transversal e determinação do al – vigas da cobertura**

Vigas	Trechos	Lado	bw (cm)	d (cm)	Vsd (kN)	Vsd Mín (kN)	Vsd adotado	VRd <sub>2</sub> (kN)	Vc=Vco (kN)	Asw/s (cm <sup>2</sup> /m)	Asw/s mín. (cm <sup>2</sup> /m)	Vsw,min (kN)	S Max (cm)	Asw/s usado (cm <sup>2</sup> /m)	S (cm)	Bitola (mm)	Área do estribo (cm <sup>2</sup> )	Área total (cm <sup>2</sup> )
V1 ou V14	P1	D	19	157,50	63,5	275,6	275,6	1523,6	260,0	0,25	2,53	15,60	94,50	2,53	15	5	0,20	2,62
	a	-	19	157,50	0,0	275,6	275,6	1523,6	260,0	0,25	2,53	15,60	94,50	2,53	15	5	0,20	2,62
	P2	E	19	157,50	91,0	275,6	275,6	1523,6	260,0	0,25	2,53	15,60	94,50	2,53	15	5	0,20	2,62
	D	19	157,50	101,1	275,6	275,6	1523,6	260,0	0,25	2,53	15,60	94,50	2,53	15	5	0,20	2,62	
	b	-	19	157,50	0,0	275,6	275,6	1523,6	260,0	0,25	2,53	15,60	94,50	2,53	15	5	0,20	2,62
	P3	E	19	157,50	6,9	275,6	275,6	1523,6	260,0	0,25	2,53	15,60	94,50	2,53	15	5	0,20	2,62
	D	19	157,50	26,1	275,6	275,6	1523,6	260,0	0,25	2,53	15,60	94,50	2,53	15	5	0,20	2,62	
	c	-	19	157,50	0,0	275,6	275,6	1523,6	260,0	0,25	2,53	15,60	94,50	2,53	15	5	0,20	2,62
	P4	E	19	157,50	54,3	275,6	275,6	1523,6	260,0	0,25	2,53	15,60	94,50	2,53	15	5	0,20	2,62
	D	19	157,50	13,0	275,6	275,6	1523,6	260,0	0,25	2,53	15,60	94,50	2,53	15	5	0,20	2,62	
	d	-	19	157,50	0,0	275,6	275,6	1523,6	260,0	0,25	2,53	15,60	94,50	2,53	15	5	0,20	2,62
	P5	E	19	157,50	94,2	275,6	275,6	1523,6	260,0	0,25	2,53	15,60	94,50	2,53	15	5	0,20	2,62
	D	19	157,50	83,0	275,6	275,6	1523,6	260,0	0,25	2,53	15,60	94,50	2,53	15	5	0,20	2,62	
e	-	19	157,50	0,0	275,6	275,6	1523,6	260,0	0,25	2,53	15,60	94,50	2,53	15	5	0,20	2,62	
Apoio V23c	E	19	157,50	58,1	275,6	275,6	1523,6	260,0	0,25	2,53	15,60	94,50	2,53	15	5	0,20	2,62	
V2 ou V13	P6	D	19	157,50	57,5	275,6	275,6	1523,6	260,0	0,25	2,53	15,60	94,50	2,53	15	5	0,20	2,62
	a	-	19	157,50	0,0	275,6	275,6	1523,6	260,0	0,25	2,53	15,60	94,50	2,53	15	5	0,20	2,62
	P7	E	19	157,50	18,2	275,6	275,6	1523,6	260,0	0,25	2,53	15,60	94,50	2,53	15	5	0,20	2,62
	D	19	157,50	45,8	275,6	275,6	1523,6	260,0	0,25	2,53	15,60	94,50	2,53	15	5	0,20	2,62	
	b	-	19	157,50	0,0	275,6	275,6	1523,6	260,0	0,25	2,53	15,60	94,50	2,53	15	5	0,20	2,62
P8	E	19	157,50	78,0	275,6	275,6	1523,6	260,0	0,25	2,53	15,60	94,50	2,53	15	5	0,20	2,62	
V3 ou V12	Apoio V15a ou V15b	D	14	49,00	55,2	63,2	63,2	349,3	59,6	0,19	1,86	3,58	29,40	1,86	20	5	0,20	1,96
	a	-	14	48,38	0,0	62,4	62,4	344,8	58,8	0,19	1,86	3,53	29,03	1,86	20	5	0,20	1,96
	P9	E	14	48,70	91,8	62,8	91,8	347,1	59,2	1,71	1,86	3,55	29,22	1,86	20	5	0,20	1,96
	D	14	49,00	52,4	63,2	63,2	349,3	59,6	0,19	1,86	3,58	29,40	1,86	20	5	0,20	1,96	
	b	-	14	48,50	0,0	62,5	62,5	345,7	59,0	0,19	1,86	3,54	29,10	1,86	20	5	0,20	1,96
Apoio V17a ou V17b	E	14	49,00	25,1	63,2	63,2	349,3	59,6	0,19	1,86	3,58	29,40	1,86	20	5	0,20	1,96	
V4	P10	D	19	48,50	197,7	84,9	197,7	469,2	80,1	6,20	2,53	4,80	29,10	6,20	6	5	0,20	6,54
	a	-	19	48,00	0,0	84,0	84,0	464,3	79,2	0,25	2,53	4,75	28,80	2,53	15	5	0,20	2,62
	P11	E	19	48,50	225,9	84,9	225,9	469,2	80,1	7,68	2,53	4,80	29,10	7,68	5	5	0,20	7,85
	D	19	49,00	91,9	85,8	91,9	474,0	80,9	0,57	2,53	4,85	29,40	2,53	15	5	0,20	2,62	
	b	-	19	48,50	0,0	84,9	84,9	469,2	80,1	0,25	2,53	4,80	29,10	2,53	15	5	0,20	2,62
	P12	E	19	48,88	108,6	85,5	108,6	472,8	80,7	1,46	2,53	4,84	29,33	2,53	15	5	0,20	2,62
	D	19	47,00	196,4	82,3	196,4	454,7	77,6	6,46	2,53	4,66	28,20	6,46	5	5	0,20	7,85	
	c	-	19	48,20	0,0	84,4	84,4	466,3	79,6	0,25	2,53	4,77	28,92	2,53	15	5	0,20	2,62
P13	E	19	47,92	129,0	83,9	129,0	463,6	79,1	2,66	2,53	4,75	28,75	2,66	12	5	0,20	3,27	
V5	Apoio V18	D	19	48,50	24,8	84,9	84,9	469,2	80,1	0,25	2,53	4,80	29,10	2,53	15	5	0,20	2,62
	a	-	19	48,50	0,0	84,9	84,9	469,2	80,1	0,25	2,53	4,80	29,10	2,53	15	5	0,20	2,62
	Apoio VR1	E	19	49,00	30,5	85,8	85,8	474,0	80,9	0,25	2,53	4,85	29,40	2,53	15	5	0,20	2,62
	D	19	49,00	0,0	85,8	85,8	474,0	80,9	0,25	2,53	4,85	29,40	2,53	15	5	0,20	2,62	
	b	-	19	49,00	0,0	85,8	85,8	474,0	80,9	0,25	2,53	4,85	29,40	2,53	15	5	0,20	2,62
	Apoio VR2	E	19	49,00	38,5	85,8	85,8	474,0	80,9	0,25	2,53	4,85	29,40	2,53	15	5	0,20	2,62
	D	19	49,00	0,0	85,8	85,8	474,0	80,9	0,25	2,53	4,85	29,40	2,53	15	5	0,20	2,62	
c	-	19	48,50	0,0	84,9	84,9	469,2	80,1	0,25	2,53	4,80	29,10	2,53	15	5	0,20	2,62	
V6	Apoio V20	E	19	49,00	40,6	85,8	85,8	474,0	80,9	0,25	2,53	4,85	29,40	2,53	15	5	0,20	2,62
	Apoio V17b	D	19	48,50	12,6	84,9	84,9	469,2	80,1	0,25	2,53	4,80	29,10	2,53	15	5	0,20	2,62
	a	-	19	48,50	0,0	84,9	84,9	469,2	80,1	0,25	2,53	4,80	29,10	2,53	15	5	0,20	2,62
V7	Apoio V18	E	19	48,50	12,6	84,9	84,9	469,2	80,1	0,25	2,53	4,80	29,10	2,53	15	5	0,20	2,62
	Apoio V21	D	19	48,50	12,6	84,9	84,9	469,2	80,1	0,25	2,53	4,80	29,10	2,53	10	5	0,20	3,93
V8	a	-	19	48,50	0,0	84,9	84,9	469,2	80,1	0,25	2,53	4,80	29,10	2,53	15	5	0,20	2,62
	P14	D	19	48,50	48,0	84,9	84,9	469,2	80,1	0,25	2,53	4,80	29,10	2,53	15	5	0,20	2,62
	a	-	19	48,50	0,0	84,9	84,9	469,2	80,1	0,25	2,53	4,80	29,10	2,53	15	5	0,20	2,62
V9	P15	E	19	48,70	80,4	85,2	85,2	471,1	80,4	0,25	2,53	4,82	29,22	2,53	15	5	0,20	2,62
	D	19	48,70	83,9	85,2	85,2	471,1	80,4	0,25	2,53	4,82	29,22	2,53	15	5	0,20	2,62	
	b	-	19	49,00	53,8	85,8	85,8	474,0	80,9	0,25	2,53	4,85	29,40	2,53	15	5	0,20	2,62
V10	Apoio V18	D	19	49,00	11,8	85,8	85,8	474,0	80,9	0,25	2,53	4,85	29,40	2,53	15	5	0,20	2,62
	a	-	19	48,50	0,0	84,9	84,9	469,2	80,1	0,25	2,53	4,80	29,10	2,53	15	5	0,20	2,62
	Apoio V19	E	19	49,00	11,8	85,8	85,8	474,0	80,9	0,25	2,53	4,85	29,40	2,53	15	5	0,20	2,62
V11	Apoio V22b	D	19	49,00	65,2	85,8	85,8	474,0	80,9	0,25	2,53	4,85	29,40	2,53	15	5	0,20	2,62
	a	-	19	48,20	0,0	84,4	84,4	466,3	79,6	0,25	2,53	4,77	28,92	2,53	15	5	0,20	2,62
	P16	E	19	48,70	105,0	85,2	105,0	471,1	80,4	1,29	2,53	4,82	29,22	2,53	15	5	0,20	2,62
	D	19	49,00	42,1	85,8	85,8	474,0	80,9	0,25	2,53	4,85	29,40	2,53	15	5	0,20	2,62	
	b	-	19	48,50	0,0	84,9	84,9	469,2	80,1	0,25	2,53	4,80	29,10	2,53	15	5	0,20	2,62
	P17	E	19	49,00	1,8	85,8	85,8	474,0	80,9	0,25	2,53	4,85	29,40	2,53	15	5	0,20	2,62
	D	19	48,70	106,0	85,2	106,0	471,1	80,4	1,34	2,53	4,82	29,22	2,53	15	5	0,20	2,62	
c	-	19	48,38	0,0	84,7	84,7	468,0	79,9	0,25	2,53	4,79	29,03	2,53	15	5	0,20	2,62	
V12	P18	E	19	49,00	77,2	85,8	85,8	474,0	80,9	0,25	2,53	4,85	29,40	2,53	15	5	0,20	2,62
	P19	D	19	47,18	136,9	82,6	136,9	456,4	77,9	3,19	2,53	4,67	28,31	3,19	12	5	0,20	3,27
	a	-	19	46,78	0,0	81,9	81,9	452,5	77,2	0,25	2,53	4,63	28,07	2,53	15	5	0,20	2,62
	P20	E	19	48,70	199,1	85,2	199,1	471,1	80,4	6,22	2,53	4,82	29,22	6,22	5	5	0,20	7,85
	D	19	49,00	89,6	85,8	89,6	474,0	80,9	0,46	2,53	4,85	29,40	2,53	15	5	0,20	2,62	
	b	-	19	48,50	0,0	84,9	84,9	469,2	80,1	0,25	2,53	4,80	29,10	2,53	15	5	0,20	2,62
	P21	E	19	48,70	109,4	85,2	109,4	471,1	80,4	1,52	2,53	4,82	29,22	2,53	15	5	0,20	2,62
D	19	48,70	170,9	85,2	170,9	471,1	80,4	4,75	2,53	4,82	29,22	4,75	8	5	0,20	4,91		
c	-	19	47,70	0,0	83,5	83,5	461,4	78,8	0,25	2,53	4,73	28,62	2,53	15	5	0,20	2,62	
P22	E	19	47,92	90,7	83,9	90,7	463,6	79,1	0,									

continuação

Vigas	Trechos	Lado	bw (cm)	d (cm)	VSd (kN)	Vsd Mín (kN)	Vsd adotado	VRd2 (kN)	Vc=Vco (kN)	Asw/s (cm <sup>2</sup> /m)	Asw/s mín. (cm <sup>2</sup> /m)	Vsw,min (kN)	S Max (cm)	Asw/s usado (cm <sup>2</sup> /m)	S (cm)	Bitola (mm)	Área do estribo (cm <sup>2</sup> )	Área total (cm <sup>2</sup> )
V15	P27	D	23	157,50	90,5	333,7	333,7	1844,4	314,8	0,31	3,06	18,89	94,50	3,06	12	5	0,20	3,27
	a	-	23	157,70	0,0	334,1	334,1	1846,7	315,2	0,31	3,06	18,91	94,62	3,06	12	5	0,20	3,27
	P14	E	23	158,00	67,1	334,7	334,7	1850,2	315,8	0,31	3,06	18,95	94,80	3,06	12	5	0,20	3,27
		D	23	158,00	67,3	334,7	334,7	1850,2	315,8	0,31	3,06	18,95	94,80	3,06	12	5	0,20	3,27
	b	-	23	158,20	0,0	335,1	335,1	1852,6	316,2	0,31	3,06	18,97	94,92	3,06	12	5	0,20	3,27
P1	E	23	157,50	90,7	333,7	333,7	1844,4	314,8	0,31	3,06	18,89	94,50	3,06	12	5	0,20	3,27	
V16	Apoio V12b	D	14	49,00	16,1	63,2	63,2	349,3	59,6	0,19	1,86	3,58	29,40	1,86	20	5	0,20	1,96
	a	-	14	48,50	0,0	62,5	62,5	345,7	59,0	0,19	1,86	3,54	29,10	1,86	20	5	0,20	1,96
	Apoio V8b	E	14	49,00	26,9	63,2	63,2	349,3	59,6	0,19	1,86	3,58	29,40	1,86	20	5	0,20	1,96
		D	14	49,00	26,9	63,2	63,2	349,3	59,6	0,19	1,86	3,58	29,40	1,86	20	5	0,20	1,96
	b	-	14	48,50	0,0	62,5	62,5	345,7	59,0	0,19	1,86	3,54	29,10	1,86	20	5	0,20	1,96
Apoio V3b	E	14	49,00	16,1	63,2	63,2	349,3	59,6	0,19	1,86	3,58	29,40	1,86	20	5	0,20	1,96	
V17	P28	D	14	49,00	56,2	63,2	63,2	349,3	59,6	0,19	1,86	3,58	29,40	1,86	20	5	0,20	1,96
	a	-	14	48,50	0,0	62,5	62,5	345,7	59,0	0,19	1,86	3,54	29,10	1,86	20	5	0,20	1,96
	P19	E	14	48,88	69,8	63,0	69,8	348,4	59,5	0,54	1,86	3,57	29,33	1,86	20	5	0,20	1,96
		D	19	48,88	39,9	85,5	85,5	472,8	80,7	0,25	2,53	4,84	29,33	2,53	15	5	0,20	2,62
	b	-	19	48,50	0,0	84,9	84,9	469,2	80,1	0,25	2,53	4,80	29,10	2,53	15	5	0,20	2,62
		E	19	49,00	45,1	85,8	85,8	474,0	80,9	0,25	2,53	4,85	29,40	2,53	15	5	0,20	2,62
	P10	D	14	49,00	68,4	63,2	68,4	349,3	59,6	0,46	1,86	3,58	29,40	1,86	20	5	0,20	1,96
c	-	14	48,50	0,0	62,5	62,5	345,7	59,0	0,19	1,86	3,54	29,10	1,86	20	5	0,20	1,96	
P2	E	14	49,00	54,8	63,2	63,2	349,3	59,6	0,19	1,86	3,58	29,40	1,86	20	5	0,20	1,96	
V18	Apoio V11a	D	19	48,50	76,4	84,9	84,9	469,2	80,1	0,25	2,53	4,80	29,10	2,53	15	5	0,20	2,62
	a	-	19	46,20	0,0	80,9	80,9	446,9	76,3	0,25	2,53	4,58	27,72	2,53	15	5	0,20	2,62
Apoio V4a	E	19	49,00	118,6	85,8	118,6	474,0	80,9	1,96	2,53	4,85	29,40	2,53	15	5	0,20	2,62	
V19	Apoio V11a	D	14	48,50	36,0	62,5	62,5	345,7	59,0	0,19	1,86	3,54	29,10	1,86	20	5	0,20	1,96
	a	-	14	48,50	0,0	62,5	62,5	345,7	59,0	0,19	1,86	3,54	29,10	1,86	20	5	0,20	1,96
Apoio V5	E	14	48,50	41,7	62,5	62,5	345,7	59,0	0,19	1,86	3,54	29,10	1,86	20	5	0,20	1,96	
V20	P21	D	19	48,70	105,5	85,2	105,5	471,1	80,4	1,32	2,53	4,82	29,22	2,53	15	5	0,20	2,62
	a	-	19	48,20	0,0	84,4	84,4	466,3	79,6	0,25	2,53	4,77	28,92	2,53	15	5	0,20	2,62
P12	E	19	49,00	95,4	85,8	95,4	474,0	80,9	0,76	2,53	4,85	29,40	2,53	15	5	0,20	2,62	
V21	Apoio V11c	D	14	48,50	52,5	62,5	62,5	345,7	59,0	0,19	1,86	3,54	29,10	1,86	20	5	0,20	1,96
	a	-	14	48,20	0,0	62,2	62,2	343,6	58,6	0,19	1,86	3,52	28,92	1,86	20	5	0,20	1,96
Apoio V4c	E	14	48,50	58,0	62,5	62,5	345,7	59,0	0,19	1,86	3,54	29,10	1,86	20	5	0,20	1,96	
V22	P31	D	19	48,88	69,7	85,5	85,5	472,8	80,7	0,25	2,53	4,84	29,33	2,53	15	5	0,20	2,62
	a	-	19	48,50	0,0	84,9	84,9	469,2	80,1	0,25	2,53	4,80	29,10	2,53	15	5	0,20	2,62
	P22	E	19	49,00	55,7	85,8	85,8	474,0	80,9	0,25	2,53	4,85	29,40	2,53	15	5	0,20	2,62
		D	19	48,20	104,6	84,3	104,6	466,2	79,6	1,33	2,53	4,77	28,92	2,53	15	5	0,20	2,62
	b	-	19	48,20	0,0	84,4	84,4	466,3	79,6	0,25	2,53	4,77	28,92	2,53	15	5	0,20	2,62
		E	19	48,20	105,5	84,3	105,5	466,2	79,6	1,37	2,53	4,77	28,92	2,53	15	5	0,20	2,62
	P13	D	14	49,00	55,7	63,2	63,2	349,3	59,6	0,19	1,86	3,58	29,40	1,86	20	5	0,20	1,96
c	-	14	48,50	0,0	62,5	62,5	345,7	59,0	0,19	1,86	3,54	29,10	1,86	20	5	0,20	1,96	
P5	E	14	48,88	70,2	63,0	70,2	348,4	59,5	0,56	1,86	3,57	29,33	1,86	20	5	0,20	1,96	
V23	a	-	19	156,90	60,6	274,6	274,6	1517,8	259,0	0,25	2,53	15,54	94,14	2,53	15	5	0,20	2,62
	P24	E	14	48,20	94,8	62,1	94,8	343,5	58,6	1,92	1,86	3,52	28,92	1,92	15	5	0,20	2,62
		D	14	48,11	64,9	62,0	64,9	342,9	58,5	0,34	1,86	3,51	28,87	1,86	20	5	0,20	1,96
	b	-	14	47,13	0,0	60,8	60,8	336,0	57,3	0,19	1,86	3,44	28,28	1,86	20	5	0,20	1,96
		E	14	49,00	56,4	63,2	63,2	349,3	59,6	0,19	1,86	3,58	29,40	1,86	20	5	0,20	1,96
	P16	D	14	49,00	56,4	63,2	63,2	349,3	59,6	0,19	1,86	3,58	29,40	1,86	20	5	0,20	1,96
		-	14	48,50	0,0	62,5	62,5	345,7	59,0	0,19	1,86	3,54	29,10	1,86	20	5	0,20	1,96
P6	E	14	48,11	65,0	62,0	65,0	342,9	58,5	0,34	1,86	3,51	28,87	1,86	20	5	0,20	1,96	
	D	14	48,20	94,8	62,1	94,8	343,5	58,6	1,92	1,86	3,52	28,92	1,92	20	5	0,20	1,96	
d	-	19	156,90	60,6	274,6	274,6	1517,8	259,0	0,25	2,53	15,54	94,14	2,53	15	5	0,20	2,62	
V24	P25	D	14	49,00	57,2	63,2	63,2	349,3	59,6	0,19	1,86	3,58	29,40	1,86	20	5	0,20	1,96
	a	-	14	48,50	0,0	62,5	62,5	345,7	59,0	0,19	1,86	3,54	29,10	1,86	20	5	0,20	1,96
	P17	E	14	49,00	62,6	63,2	63,2	349,3	59,6	0,19	1,86	3,58	29,40	1,86	20	5	0,20	1,96
		D	14	49,00	62,6	63,2	63,2	349,3	59,6	0,19	1,86	3,58	29,40	1,86	20	5	0,20	1,96
	b	-	14	48,00	0,0	61,9	61,9	342,1	58,4	0,19	1,86	3,50	28,80	1,86	20	5	0,20	1,96
P7	E	14	49,00	57,2	63,2	63,2	349,3	59,6	0,19	1,86	3,58	29,40	1,86	20	5	0,20	1,96	
V25	P26	D	19	156,90	60,3	274,6	274,6	1517,8	259,0	0,25	2,53	15,54	94,14	2,53	15	5	0,20	2,62
	a	-	19	157,70	0,0	276,0	276,0	1525,5	260,4	0,25	2,53	15,62	94,62	2,53	15	5	0,20	2,62
	P18	E	19	157,40	29,6	275,5	275,5	1522,7	259,9	0,25	2,53	15,59	94,44	2,53	15	5	0,20	2,62
		D	19	157,40	29,6	275,5	275,5	1522,7	259,9	0,25	2,53	15,59	94,44	2,53	15	5	0,20	2,62
	b	-	19	157,40	0,0	275,5	275,5	1522,7	259,9	0,25	2,53	15,59	94,44	2,53	15	5	0,20	2,62
P8	E	19	156,90	60,3	274,6	274,6	1517,8	259,0	0,25	2,53	15,54	94,14	2,53	15	5	0,20	2,62	
VR1	Apoio V11	D	19	49,00	54,0	85,8	85,8	474,0	80,9	0,25	2,53	4,85	29,40	2,53	15	5	0,20	2,62
	a	-	19	48,20	0,0	84,4	84,4	466,3	79,6	0,25	2,53	4,77	28,92	2,53	15	5	0,20	2,62
Apoio V4	E	19	49,00	62,7	85,8	85,8	474,0	80,9	0,25	2,53	4,85	29,40	2,53	15	5	0,20	2,62	
VR2	P20	D	19	49,00	113,0	85,8	113,0	474,0	80,9	1,67	2,53	4,85	29,40	2,53	15	5	0,20	2,62
	a	-	19	48,20	0,0	84,4	84,4	466,3	79,6	0,25	2,53	4,77	28,92	2,53	15	5	0,20	2,62
P11	E	19	48,50	113,8	84,9	113,8	469,2	80,1	1,78	2,53	4,80	29,10	2,53	15	5	0,20	2,62	
VR3	Apoio V11c	D	19	49,00	54,5	85,8	85,8	474,0	80,9	0,25	2,53	4,85	29,40	2,53	15	5	0,20	2,62
	a	-	19	48,20	0,0	84,4	84,4	466,3	79,6	0,25	2,53	4,77	28,92	2,53	15	5	0,20	2,62
Apoio V4c	E	19	49,00	59,5	85,8	85,8	474,0	80,9	0,25	2,53	4,85	29,40	2,53	15	5	0,20	2,62	
VR4	Apoio VR2	D	19	49,00	41,7	85,8	85,8	474,0	80,9	0,25	2,53	4,85	29,40	2,53	15	5	0,20	2,62
	a	-	19	48,50	0,0	84,9	84,9	469,2	80,1	0,25	2,53	4,80	29,10	2,53	15	5	0,20	2,62
Apoio V20	E	19	49,00	42,1	85,8	85,8	474,0	80										



Vigas	Trechos	Lado	VSd (kN)	Vc	al/d	al/d adotado	d (cm)	al (cm)	al adotado (cm)
V1 ou V14	P1	D	63,5	260,0	-0,2	1,0	157,5	157,5	158
	a	-	0,0	260,0	-	-	157,5	-	-
	P2	E	91,0	260,0	-0,3	1,0	157,5	157,5	158
	D	101,1	260,0	-0,3	1,0	157,5	157,5	158	
	b	-	0,0	260,0	-	-	157,5	-	-
	P3	E	6,9	260,0	0,0	1,0	157,5	157,5	158
	D	26,1	260,0	-0,1	1,0	157,5	157,5	158	
	c	-	0,0	260,0	-	-	157,5	-	-
	P4	E	54,3	260,0	-0,1	1,0	157,5	157,5	158
	D	13,0	260,0	0,0	1,0	157,5	157,5	158	
d	-	0,0	260,0	-	-	157,5	-	-	
P5	E	94,2	260,0	-0,3	1,0	157,5	157,5	158	
D	83,0	260,0	-0,2	1,0	157,5	157,5	158		
e	-	0,0	260,0	-	-	157,5	-	-	
Apoio V23c	E	58,1	260,0	-0,1	1,0	157,5	157,5	158	
P6	D	57,5	260,0	-0,1	1,0	157,5	157,5	158	
a	-	0,0	260,0	-	-	157,5	-	-	
P7	E	18,2	260,0	0,0	1,0	157,5	157,5	158	
D	45,8	260,0	-0,1	1,0	157,5	157,5	158		
b	-	0,0	260,0	-	-	157,5	-	-	
P8	E	78,0	260,0	-0,2	1,0	157,5	157,5	158	
V3 ou V12	Apoio V15a ou V15b	D	55,2	59,6	-6,2	1,0	49,0	49,0	49
	a	-	0,0	58,8	0,0	1,0	48,4	48,4	49
	P9	E	91,8	59,2	1,4	1,0	48,7	48,7	49
	D	52,4	59,6	-3,6	1,0	49,0	49,0	49	
	b	-	0,0	59,0	0,0	1,0	48,5	48,5	49
Apoio V17a ou V17b	E	25,1	59,6	-0,4	1,0	49,0	49,0	49	
V4	P10	D	197,7	80,1	0,8	0,8	48,5	40,8	41
	a	-	0,0	79,2	-	-	48,0	-	-
	P11	E	225,9	80,1	0,8	0,8	48,5	37,6	38
	D	91,9	80,9	4,2	1,0	49,0	49,0	49	
	b	-	0,0	80,1	-	-	48,5	-	-
	P12	E	108,6	80,7	1,9	1,0	48,9	48,9	49
	D	196,4	77,6	0,8	0,8	47,0	38,8	39	
	c	-	0,0	79,6	-	-	48,2	-	-
P13	E	129,0	79,1	1,3	1,0	47,9	47,9	48	
V5	Apoio V18	D	24,8	80,1	-0,2	1,0	48,5	48,5	49
	a	-	0,0	80,1	-	-	48,5	-	-
	Apoio VR1	E	30,5	80,9	-0,3	1,0	49,0	49,0	49
	D	0,0	80,9	0,0	1,0	49,0	49,0	49	
	b	-	0,0	80,9	-	-	49,0	-	-
	Apoio VR2	E	38,5	80,9	-0,5	1,0	49,0	49,0	49
	D	0,0	80,9	0,0	1,0	49,0	49,0	49	
c	-	0,0	80,1	0,0	1,0	48,5	48,5	49	
Apoio V20	E	40,6	80,9	-0,5	1,0	49,0	49,0	49	
V6	Apoio V17b	D	12,6	80,1	-0,1	1,0	48,5	48,5	49
	a	-	0,0	80,1	-	-	48,5	-	-
	Apoio V18	E	12,6	80,1	-0,1	1,0	48,5	48,5	49
V7	Apoio V21	D	12,6	80,1	-0,1	1,0	48,5	48,5	49
	a	-	0,0	80,1	-	-	48,5	-	-
	Apoio V22b	E	12,6	80,1	-0,1	1,0	48,5	48,5	49
V8	P14	D	48,0	80,1	-0,7	1,0	48,5	48,5	49
	a	-	0,0	80,1	-	-	48,5	-	-
	P15	E	80,4	80,4	-	1,0	48,7	48,7	49
	D	83,9	80,4	12,1	1,0	48,7	48,7	49	
b	-	53,8	80,9	-	-	49,0	-	-	
V9	Apoio V18	D	11,8	80,9	-0,1	1,0	49,0	49,0	49
	a	-	0,0	80,1	-	-	48,5	-	-
	Apoio V19	E	11,8	80,9	-0,1	1,0	49,0	49,0	49
V10	Apoio V22b	D	65,2	80,9	-2,1	1,0	49,0	49,0	49
	a	-	0,0	79,6	-	-	48,2	-	-
	P16	E	105,0	80,4	2,1	1,0	48,7	48,7	49
	D	42,1	80,9	-0,5	1,0	49,0	49,0	49	
	b	-	0,0	80,1	-	-	48,5	-	-
	P17	E	1,8	80,9	0,0	1,0	49,0	49,0	49
	D	106,0	80,4	2,1	1,0	48,7	48,7	49	
	c	-	0,0	79,9	-	-	48,4	-	-
P18	E	77,2	80,9	-10,3	1,0	49,0	49,0	49	
V11	P19	D	136,9	77,9	1,2	1,0	47,2	47,2	48
	a	-	0,0	77,2	-	-	46,8	-	-
	P20	E	199,1	80,4	0,8	0,8	48,7	40,9	41
	D	89,6	80,9	5,1	1,0	49,0	49,0	49	
	b	-	0,0	80,1	-	-	48,5	-	-
	P21	E	109,4	80,4	1,9	1,0	48,7	48,7	49
	D	170,9	80,4	0,9	0,9	48,7	46,0	46	
c	-	0,0	78,8	-	-	47,7	-	-	
P22	E	90,7	79,1	3,9	1,0	47,9	47,9	48	

continua

continuação

Vigas	Trechos	Lado	VSd (kN)	Vc	al/d	al/d adotado	d (cm)	al (cm)	al adotado (cm)
V15	P27	D	90,5	314,8	-0,2	1,0	157,5	157,5	158
	a	-	0,0	315,2	-	-	157,7	-	-
	P14	E	67,1	315,8	-0,1	1,0	158,0	158,0	158
		D	67,3	315,8	-0,1	1,0	158,0	158,0	158
	b	-	0,0	316,2	-	-	158,2	-	-
	P1	E	90,7	314,8	-0,2	1,0	157,5	157,5	158
V16	Apoio V12b	D	16,1	59,6	-0,2	1,0	49,0	49,0	49
	a	-	0,0	59,0	-	-	48,5	-	-
	Apoio V8b	E	26,9	59,6	-0,4	1,0	49,0	49,0	49
		D	26,9	59,6	-0,4	1,0	49,0	49,0	49
	b	-	0,0	59,0	-	-	48,5	-	-
	Apoio V3b	E	16,1	59,6	-0,2	1,0	49,0	49,0	49
V17	P28	D	56,2	59,6	-8,3	1,0	49,0	49,0	49
	a	-	0,0	59,0	-	-	48,5	-	-
	P19	E	69,8	59,5	3,4	1,0	48,9	48,9	49
		D	39,9	80,7	-0,5	1,0	48,9	48,9	49
	b	-	0,0	80,1	-	-	48,5	-	-
	P10	E	45,1	80,9	-0,6	1,0	49,0	49,0	49
		D	68,4	59,6	3,9	1,0	49,0	49,0	49
	c	-	0,0	59,0	-	-	48,5	-	-
P2	E	54,8	59,6	-5,7	1,0	49,0	49,0	49	
V18	Apoio V11a	D	76,4	80,1	-10,5	1,0	48,5	48,5	49
	a	-	0,0	76,3	-	-	46,2	-	-
	Apoio V4a	E	118,6	80,9	1,6	1,0	49,0	49,0	49
V19	Apoio V11a	D	36,0	59,0	-0,8	1,0	48,5	48,5	49
	a	-	0,0	59,0	-	-	48,5	-	-
V20	Apoio V5	E	41,7	59,0	-1,2	1,0	48,5	48,5	49
	P21	D	105,5	80,4	2,1	1,0	48,7	48,7	49
	a	-	0,0	79,6	-	-	48,2	-	-
V21	P12	E	95,4	80,9	3,3	1,0	49,0	49,0	49
	Apoio V11c	D	52,5	59,0	-4,0	1,0	48,5	48,5	49
V22	a	-	0,0	58,6	-	-	48,2	-	-
	Apoio V4c	E	58,0	59,0	-27,8	1,0	48,5	48,5	49
	P31	D	69,7	80,7	-3,2	1,0	48,9	48,9	49
V23	a	-	0,0	80,1	-	-	48,5	-	-
	P22	E	55,7	80,9	-1,1	1,0	49,0	49,0	49
		D	104,6	79,6	2,1	1,0	48,2	48,2	49
	b	-	0,0	79,6	0,0	1,0	48,2	48,2	49
	P13	E	105,5	79,6	2,0	1,0	48,2	48,2	49
		D	55,7	59,6	-7,1	1,0	49,0	49,0	49
	c	-	0,0	59,0	0,0	1,0	48,5	48,5	49
	P5	E	70,2	59,5	3,3	1,0	48,9	48,9	49
	a	-	60,6	259,0	-	-	156,9	-	-
V24	P24	E	94,8	58,6	1,3	1,0	48,2	48,2	49
		D	64,9	58,5	5,1	1,0	48,1	48,1	49
	b	-	0,0	57,3	-	-	47,1	-	-
	P16	E	56,4	59,6	-8,7	1,0	49,0	49,0	49
		D	56,4	59,6	-8,9	1,0	49,0	49,0	49
	c	-	0,0	59,0	-	-	48,5	-	-
	P6	E	65,0	58,5	5,0	1,0	48,1	48,1	49
d	-	60,6	259,0	-	-	156,9	-	-	
V25	P25	D	57,2	59,6	-12,0	1,0	49,0	49,0	49
	a	-	0,0	59,0	-	-	48,5	-	-
	P17	E	62,6	59,6	10,6	1,0	49,0	49,0	49
		D	62,6	59,6	10,6	1,0	49,0	49,0	49
	b	-	0,0	58,4	-	-	48,0	-	-
V26	P7	E	57,2	59,6	-12,0	1,0	49,0	49,0	49
	P26	D	60,3	259,0	-0,2	1,0	156,9	156,9	157
	a	-	0,0	260,4	-	-	157,7	-	-
	P18	E	29,6	259,9	-0,1	1,0	157,4	157,4	158
		D	29,6	259,9	-0,1	1,0	157,4	157,4	158
	b	-	0,0	259,9	-	-	157,4	-	-
P8	E	60,3	259,0	-0,2	1,0	156,9	156,9	157	
VR1	Apoio V11	D	54,0	80,9	-1,0	1,0	49,0	49,0	49
	a	-	0,0	79,6	-	-	48,2	-	-
VR2	Apoio V4	E	62,7	80,9	-1,7	1,0	49,0	49,0	49
	P20	D	113,0	80,9	1,8	1,0	49,0	49,0	49
VR3	a	-	0,0	79,6	-	-	48,2	-	-
	P11	E	113,8	80,1	1,7	1,0	48,5	48,5	49
	Apoio V11c	D	54,5	80,9	-1,0	1,0	49,0	49,0	49
VR4	a	-	0,0	79,6	-	-	48,2	-	-
	Apoio V4c	E	59,5	80,9	-1,4	1,0	49,0	49,0	49
	Apoio VR2	D	41,7	80,9	-0,5	1,0	49,0	49,0	49
	a	-	0,0	80,1	-	-	48,5	-	-
VR5	Apoio V20	E	42,1	80,9	-0,5	1,0	49,0	49,0	49

(fonte: elaborado pelo autor)

### APÊNDICE W – Dimensionamento da armadura transversal e determinação do al – vigas de lajes técnicas

Vigas	Trechos	Lado	bw (cm)	d (cm)	VSd (kN)	Vsd Mín (kN)	Vsd adotado	VRd <sub>2</sub> (kN)	Biela	Vc=Vco (kN)	Asw/s (cm <sup>2</sup> /m)	Asw/s mín. (cm <sup>2</sup> /m)	Vsw,min (kN)	S Max (cm)	Asw/s usado (cm <sup>2</sup> /m)	S (cm)	Bitola (mm)	Área do estribo (cm <sup>2</sup> )	Área total (cm <sup>2</sup> )
V1	Apoio V5	D	19	48,00	19,2	84,0	84,0	464,3	OK	79,2	0,25	2,53	4,75	28,80	2,53	15	5	0,20	2,62
	a	-	19	48,00	0,0	84,0	84,0	464,3	OK	79,2	0,25	2,53	4,75	28,80	2,53	15	5	0,20	2,62
	PL1	E	19	48,00	19,2	84,0	84,0	464,3	OK	79,2	0,25	2,53	4,75	28,80	2,53	15	5	0,20	2,62
V2	PL2	D	19	48,00	19,7	84,0	84,0	464,3	OK	79,2	0,25	2,53	4,75	28,80	2,53	15	5	0,20	2,62
	a	-	19	48,00	0,0	84,0	84,0	464,3	OK	79,2	0,25	2,53	4,75	28,80	2,53	15	5	0,20	2,62
	Apoio V8	E	19	48,00	19,0	84,0	84,0	464,3	OK	79,2	0,25	2,53	4,75	28,80	2,53	15	5	0,20	2,62
V3	P19	D	19	48,00	44,2	84,0	84,0	464,3	OK	79,2	0,25	2,53	4,75	28,80	2,53	15	5	0,20	2,62
	a	-	19	47,11	0,0	82,4	82,4	455,7	OK	77,8	0,25	2,53	4,67	28,27	2,53	15	5	0,20	2,62
	P20	E	19	48,00	22,5	84,0	84,0	464,3	OK	79,2	0,25	2,53	4,75	28,80	2,53	15	5	0,20	2,62
V4	P21	D	19	48,00	24,3	84,0	84,0	464,3	OK	79,2	0,25	2,53	4,75	28,80	2,53	15	5	0,20	2,62
	a	-	19	47,88	0,0	83,8	83,8	463,1	OK	79,0	0,25	2,53	4,74	28,73	2,53	15	5	0,20	2,62
	P22	E	19	48,00	40,3	84,0	84,0	464,3	OK	79,2	0,25	2,53	4,75	28,80	2,53	15	5	0,20	2,62
V5	P19	D	19	48,00	41,4	84,0	84,0	464,3	OK	79,2	0,25	2,53	4,75	28,80	2,53	15	5	0,20	2,62
	a	-	19	47,88	0,0	83,8	83,8	463,1	OK	79,0	0,25	2,53	4,74	28,73	2,53	15	5	0,20	2,62
	P10	E	19	48,00	25,9	84,0	84,0	464,3	OK	79,2	0,25	2,53	4,75	28,80	2,53	15	5	0,20	2,62
V6	Apoio V3	D	19	48,00	21,3	84,0	84,0	464,3	OK	79,2	0,25	2,53	4,75	28,80	2,53	15	5	0,20	2,62
	a	-	19	48,00	0,0	84,0	84,0	464,3	OK	79,2	0,25	2,53	4,75	28,80	2,53	15	5	0,20	2,62
	PL1	E	19	48,00	22,7	84,0	84,0	464,3	OK	79,2	0,25	2,53	4,75	28,80	2,53	15	5	0,20	2,62
V7	Apoio V4	D	14	48,00	21,1	61,9	61,9	342,1	OK	58,4	0,19	1,86	3,50	28,80	1,86	15	5	0,20	2,62
	a	-	14	48,00	0,0	61,9	61,9	342,1	OK	58,4	0,19	1,86	3,50	28,80	1,86	15	5	0,20	2,62
	PL2	E	14	48,00	22,9	61,9	61,9	342,1	OK	58,4	0,19	1,86	3,50	28,80	1,86	15	5	0,20	2,62
V8	P22	D	19	48,00	41,1	84,0	84,0	464,3	OK	79,2	0,25	2,53	4,75	28,80	2,53	15	5	0,20	2,62
	a	-	19	47,88	0,0	83,8	83,8	463,1	OK	79,0	0,25	2,53	4,74	28,73	2,53	15	5	0,20	2,62
	P13	E	19	48,00	25,8	84,0	84,0	464,3	OK	79,2	0,25	2,53	4,75	28,80	2,53	15	5	0,20	2,62

(fonte: elaborado pelo autor)

Vigas	Trechos	Lado	VSd (kN)	Vc	al/d	al/d adotado	d (cm)	al (cm)	al adotado (cm)
V1	Apoio V5	D	19,2	79,2	-0,2	1,00	48,0	48,0	<b>48</b>
	a	-	0,0	79,2	-	-	48,0	-	-
	PL1	E	19,2	79,2	-0,2	1,00	48,0	48,0	<b>48</b>
V2	PL2	D	19,7	79,2	-0,2	1,00	48,0	48,0	<b>48</b>
	a	-	0,0	79,2	-	-	48,0	-	-
	Apoio V8	E	19,0	79,2	-0,2	1,00	48,0	48,0	<b>48</b>
V3	P19	D	44,2	79,2	-0,6	1,00	48,0	48,0	<b>48</b>
	a	-	0,0	77,8	-	-	47,1	-	-
	P20	E	22,5	79,2	-0,2	1,00	48,0	48,0	<b>48</b>
V4	P21	D	24,3	79,2	-0,2	1,00	48,0	48,0	<b>48</b>
	a	-	0,0	79,0	-	-	47,9	-	-
	P22	E	40,3	79,2	-0,5	1,00	48,0	48,0	<b>48</b>
V5	P19	D	41,4	79,2	-0,5	1,00	48,0	48,0	<b>48</b>
	a	-	0,0	79,0	-	-	47,9	-	-
	P10	E	25,9	79,2	-0,2	1,00	48,0	48,0	<b>48</b>
V6	Apoio V3	D	21,3	79,2	-0,2	1,00	48,0	48,0	<b>48</b>
	a	-	0,0	79,2	-	-	48,0	-	-
	PL1	E	22,7	79,2	-0,2	1,00	48,0	48,0	<b>48</b>
V7	Apoio V4	D	21,1	58,4	-0,3	1,00	48,0	48,0	<b>48</b>
	a	-	0,0	58,4	-	-	48,0	-	-
	PL2	E	22,9	58,4	-0,3	1,00	48,0	48,0	<b>48</b>
V8	P22	D	41,1	79,2	-0,5	1,00	48,0	48,0	<b>48</b>
	a	-	0,0	79,0	-	-	47,9	-	-
	P13	E	25,8	79,2	-0,2	1,00	48,0	48,0	<b>48</b>

(fonte: elaborado pelo autor)

**APÊNDICE X – Dimensionamento da armadura transversal e determinação do al – vigas da cobertura dos reservatórios**

Vigas	Trechos	Lado	bw (cm)	d (cm)	VSd (kN)	Vsd Mín (kN)	Vsd adotado	VRd <sub>2</sub> (kN)	Biela	Vc=Vco (kN)	Asw/s (cm <sup>2</sup> /m)	Asw/s mín. (cm <sup>2</sup> /m)	Vsw,min (kN)	S Max (cm)	Asw/s usado (cm <sup>2</sup> /m)	S (cm)	Bitola (mm)	Área do estribo (cm <sup>2</sup> )	Área total (cm <sup>2</sup> )
V1	P10	D	19	78,0	47,1	136,5	136,5	754,5	OK	128,8	0,25	2,53	7,73	46,80	2,53	15	5	0,20	2,62
	a	-	19	78,0	0,0	136,5	136,5	754,5	OK	128,8	0,25	2,53	7,73	46,80	2,53	15	5	0,20	2,62
	P11	E	19	78,0	41,5	136,5	136,5	754,5	OK	128,8	0,25	2,53	7,73	46,80	2,53	15	5	0,20	2,62
		D	19	78,0	23,2	136,5	136,5	754,5	OK	128,8	0,25	2,53	7,73	46,80	2,53	15	5	0,20	2,62
	b	-	19	78,0	0,0	136,5	136,5	754,5	OK	128,8	0,25	2,53	7,73	46,80	2,53	15	5	0,20	2,62
	P12	E	19	78,0	19,7	136,5	136,5	754,5	OK	128,8	0,25	2,53	7,73	46,80	2,53	15	5	0,20	2,62
		D	19	78,0	38,5	136,5	136,5	754,5	OK	128,8	0,25	2,53	7,73	46,80	2,53	15	5	0,20	2,62
c	-	19	77,2	0,0	135,1	135,1	746,9	OK	127,5	0,25	2,53	7,65	46,33	2,53	15	5	0,20	2,62	
P13	E	19	78,0	42,6	136,5	136,5	754,5	OK	128,8	0,25	2,53	7,73	46,80	2,53	15	5	0,20	2,62	
V2	P20	D	19	78,0	60,3	136,5	136,5	754,5	OK	128,8	0,25	2,53	7,73	46,80	2,53	15	5	0,20	2,62
	a	-	19	77,2	0,0	135,1	135,1	746,9	OK	127,5	0,25	2,53	7,65	46,33	2,53	15	5	0,20	2,62
	P21	E	19	78,0	46,1	136,5	136,5	754,5	OK	128,8	0,25	2,53	7,73	46,80	2,53	15	5	0,20	2,62
		D	19	78,0	23,4	136,5	136,5	754,5	OK	128,8	0,25	2,53	7,73	46,80	2,53	15	5	0,20	2,62
	b	-	19	78,0	0,0	136,5	136,5	754,5	OK	128,8	0,25	2,53	7,73	46,80	2,53	15	5	0,20	2,62
	P22	E	19	78,0	19,5	136,5	136,5	754,5	OK	128,8	0,25	2,53	7,73	46,80	2,53	15	5	0,20	2,62
		D	19	78,0	43,7	136,5	136,5	754,5	OK	128,8	0,25	2,53	7,73	46,80	2,53	15	5	0,20	2,62
c	-	19	78,0	0,0	136,5	136,5	754,5	OK	128,8	0,25	2,53	7,73	46,80	2,53	15	5	0,20	2,62	
P23	E	19	78,0	56,3	136,5	136,5	754,5	OK	128,8	0,25	2,53	7,73	46,80	2,53	15	5	0,20	2,62	
V3	P20	D	19	78,0	11,1	136,5	136,5	754,5	OK	128,8	0,25	2,53	7,73	46,80	2,53	15	5	0,20	2,62
	a	-	19	78,0	0,0	136,5	136,5	754,5	OK	128,8	0,25	2,53	7,73	46,80	2,53	15	5	0,20	2,62
	P10	E	19	78,0	11,1	136,5	136,5	754,5	OK	128,8	0,25	2,53	7,73	46,80	2,53	15	5	0,20	2,62
V4	Apoio V2a	D	19	48,0	58,9	84,0	84,0	464,3	OK	79,2	0,25	2,53	4,75	28,80	2,53	15	5	0,20	2,62
	a	-	19	47,0	0,0	82,3	82,3	454,9	OK	77,6	0,25	2,53	4,66	28,21	2,53	15	5	0,20	2,62
	Apoio V1a	E	19	48,0	41,1	84,0	84,0	464,3	OK	79,2	0,25	2,53	4,75	28,80	2,53	15	5	0,20	2,62
V5	Apoio V2c	D	19	48,0	58,9	84,0	84,0	464,3	OK	79,2	0,25	2,53	4,75	28,80	2,53	15	5	0,20	2,62
	a	-	19	47,0	0,0	82,3	82,3	454,9	OK	77,6	0,25	2,53	4,66	28,21	2,53	15	5	0,20	2,62
	Apoio V1c	E	19	48,0	41,1	84,0	84,0	464,3	OK	79,2	0,25	2,53	4,75	28,80	2,53	15	5	0,20	2,62
V6	P23	D	19	78,0	11,1	136,5	136,5	754,5	OK	128,8	0,25	2,53	7,73	46,80	2,53	15	5	0,20	2,62
	a	-	19	78,0	0,0	136,5	136,5	754,5	OK	128,8	0,25	2,53	7,73	46,80	2,53	15	5	0,20	2,62
	P13	E	19	78,0	11,1	136,5	136,5	754,5	OK	128,8	0,25	2,53	7,73	46,80	2,53	15	5	0,20	2,62

(fonte: elaborado pelo autor)

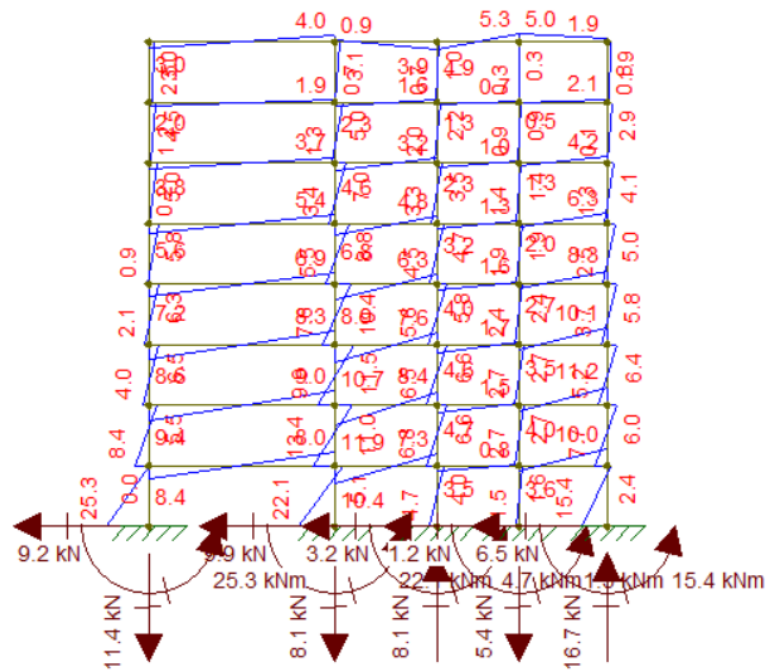
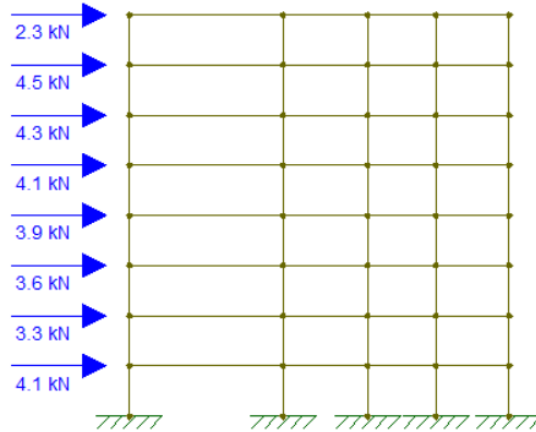
Vigas	Trechos	Lado	VSd (kN)	Vc	al/d	al/d adotado	d (cm)	al (cm)	al adotado (cm)
V1	P10	D	47,1	128,8	-0,3	1,00	78,0	78,0	<b>78</b>
	a	-	0,0	128,8	-	-	78,0	-	-
	P11	E	41,5	128,8	-0,2	1,00	78,0	78,0	<b>78</b>
		D	23,2	128,8	-0,1	1,00	78,0	78,0	<b>78</b>
	b	-	0,0	128,8	-	-	78,0	-	-
	P12	E	19,7	128,8	-0,1	1,00	78,0	78,0	<b>78</b>
		D	38,5	128,8	-0,2	1,00	78,0	78,0	<b>78</b>
c	-	0,0	127,5	-	-	77,2	-	-	
P13	E	42,6	128,8	-0,2	1,00	78,0	78,0	<b>78</b>	
V2	P20	D	60,3	128,8	-0,4	1,00	78,0	78,0	<b>78</b>
	a	-	0,0	127,5	-	-	77,2	-	-
	P21	E	46,1	128,8	-0,3	1,00	78,0	78,0	<b>78</b>
		D	23,4	128,8	-0,1	1,00	78,0	78,0	<b>78</b>
	b	-	0,0	128,8	-	-	78,0	-	-
	P22	E	19,5	128,8	-0,1	1,00	78,0	78,0	<b>78</b>
		D	43,7	128,8	-0,3	1,00	78,0	78,0	<b>78</b>
c	-	0,0	128,8	-	-	78,0	-	-	
P23	E	56,3	128,8	-0,4	1,00	78,0	78,0	<b>78</b>	
V3	P20	D	11,1	128,8	0,0	1,00	78,0	78,0	<b>78</b>
	a	-	0,0	128,8	-	-	78,0	-	-
	P10	E	11,1	128,8	0,0	1,00	78,0	78,0	<b>78</b>
V4	Apoio V2a	D	58,9	79,2	-1,4	1,00	48,0	48,0	<b>48</b>
	a	-	0,0	77,6	-	-	47,0	-	-
	Apoio V1a	E	41,1	79,2	-0,5	1,00	48,0	48,0	<b>48</b>
V5	Apoio V2c	D	58,9	79,2	-1,4	1,00	48,0	48,0	<b>48</b>
	a	-	0,0	77,6	-	-	47,0	-	-
	Apoio V1c	E	41,1	79,2	-0,5	1,00	48,0	48,0	<b>48</b>
V6	P23	D	11,1	128,8	0,0	1,00	78,0	78,0	<b>78</b>
	a	-	0,0	128,8	-	-	78,0	-	-
	P13	E	11,1	128,8	0,0	1,00	78,0	78,0	<b>78</b>

(fonte: elaborado pelo autor)

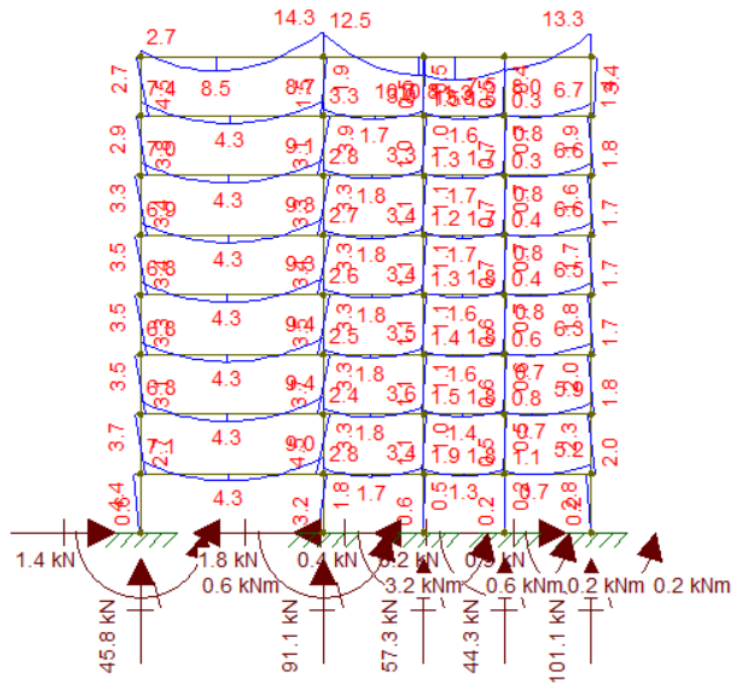
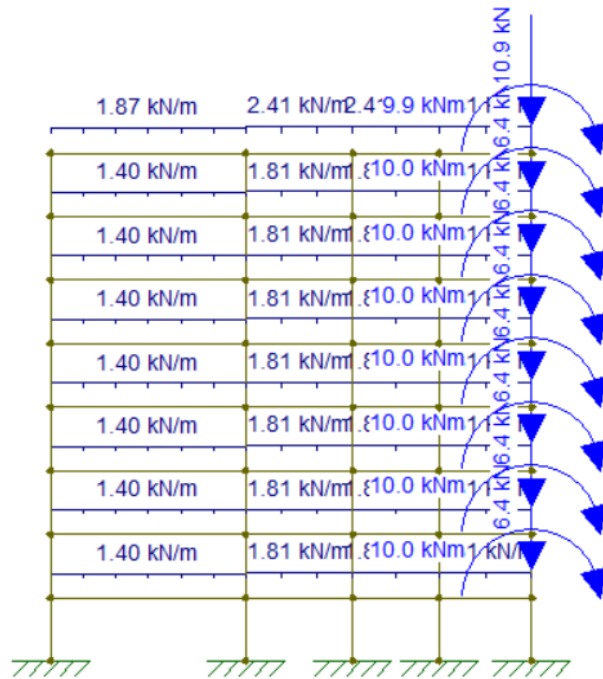
# APÊNDICE Y – Diagramas

## Pórtico PX1

Vento



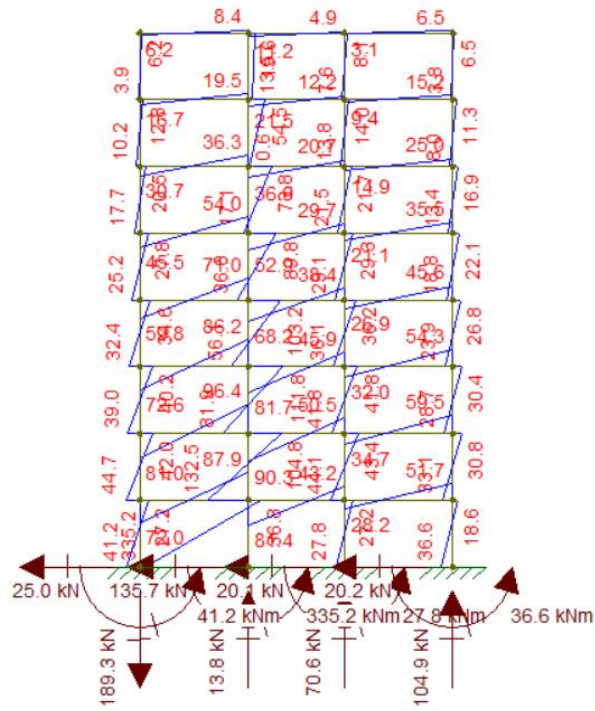
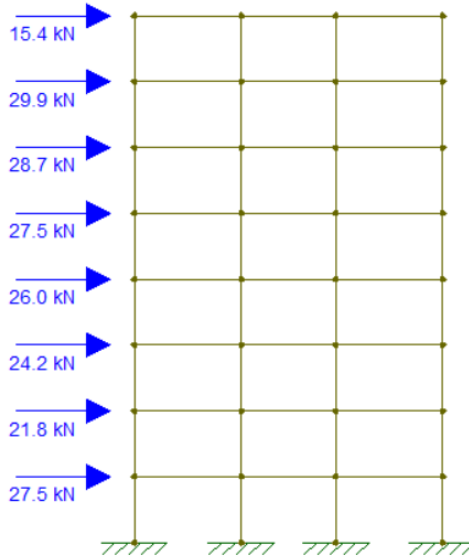
Acidentais





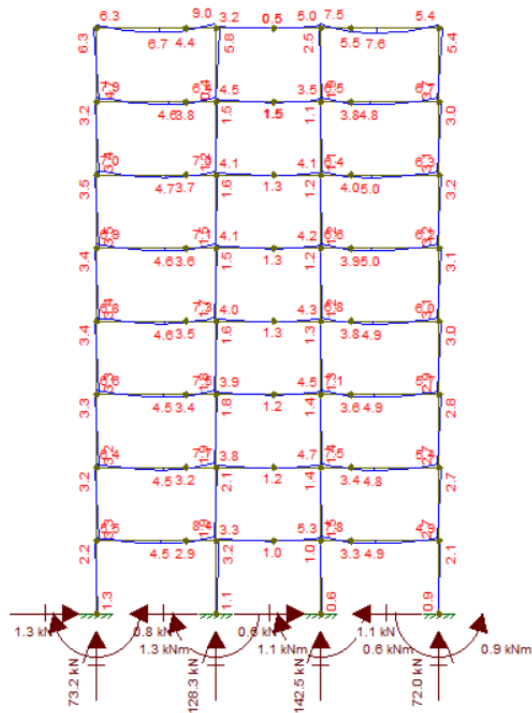
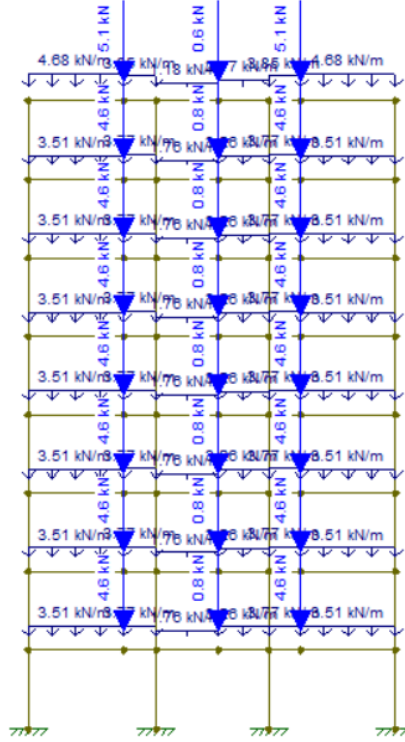
Pórtico PY2

Vento





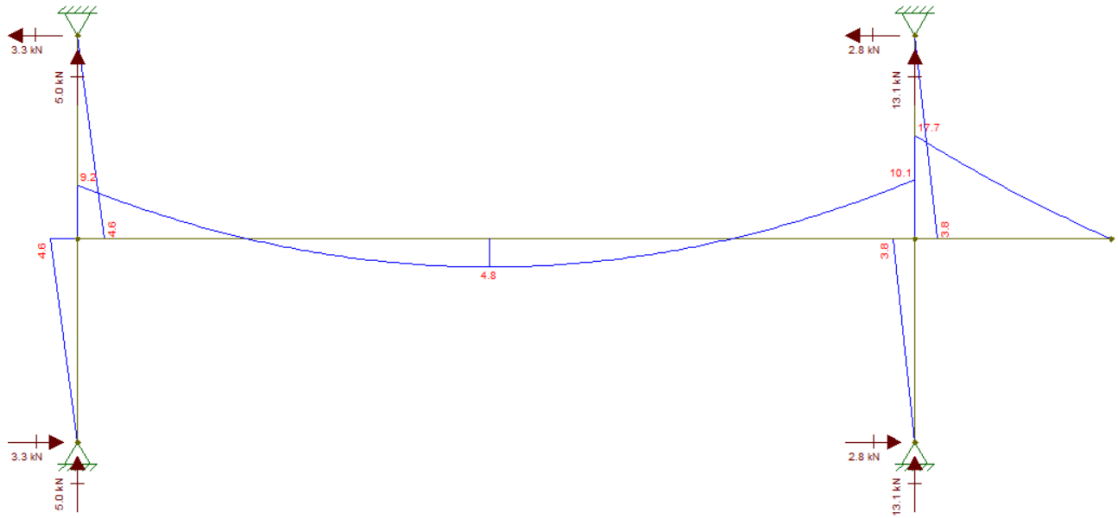
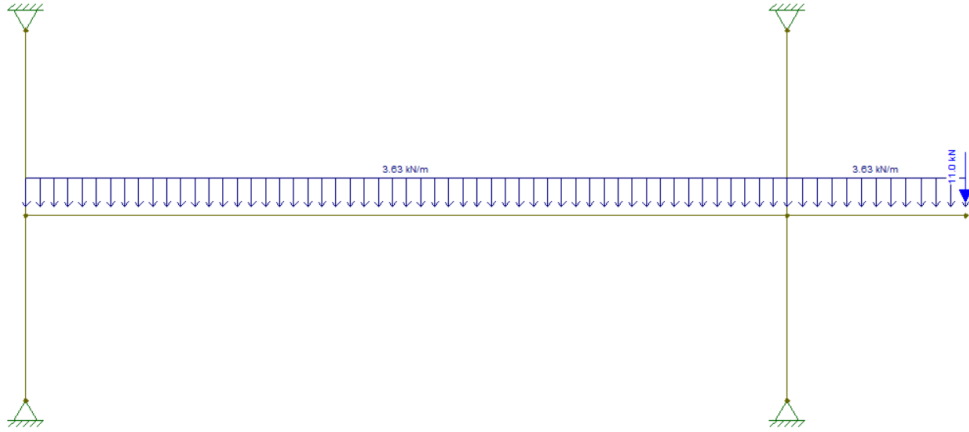
Acidentais



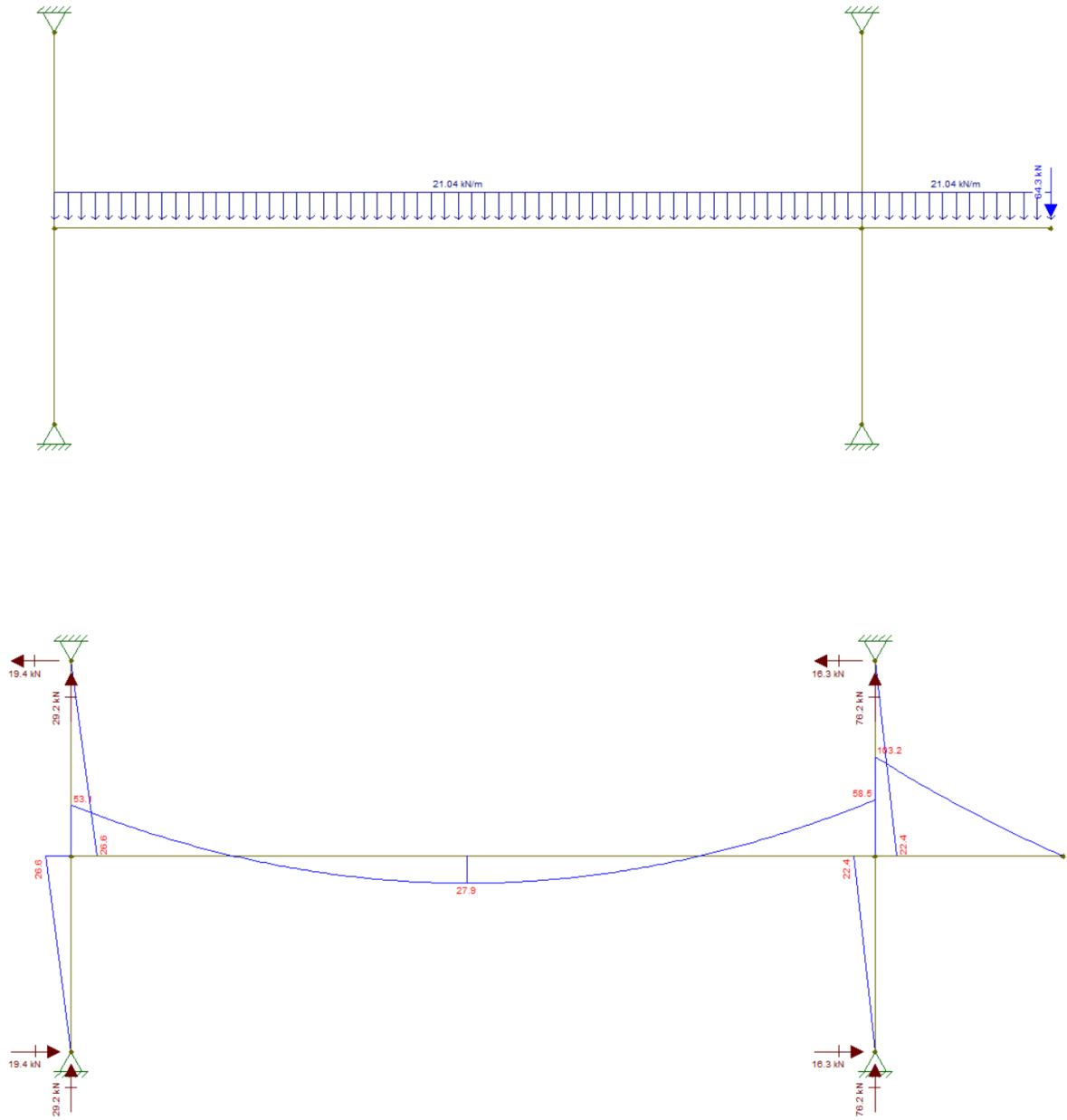


### Viga 8 - Tipo

Acidentais



Permanentes



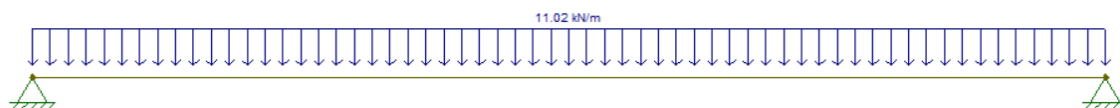
**V9 - Tipo**

Acidentais

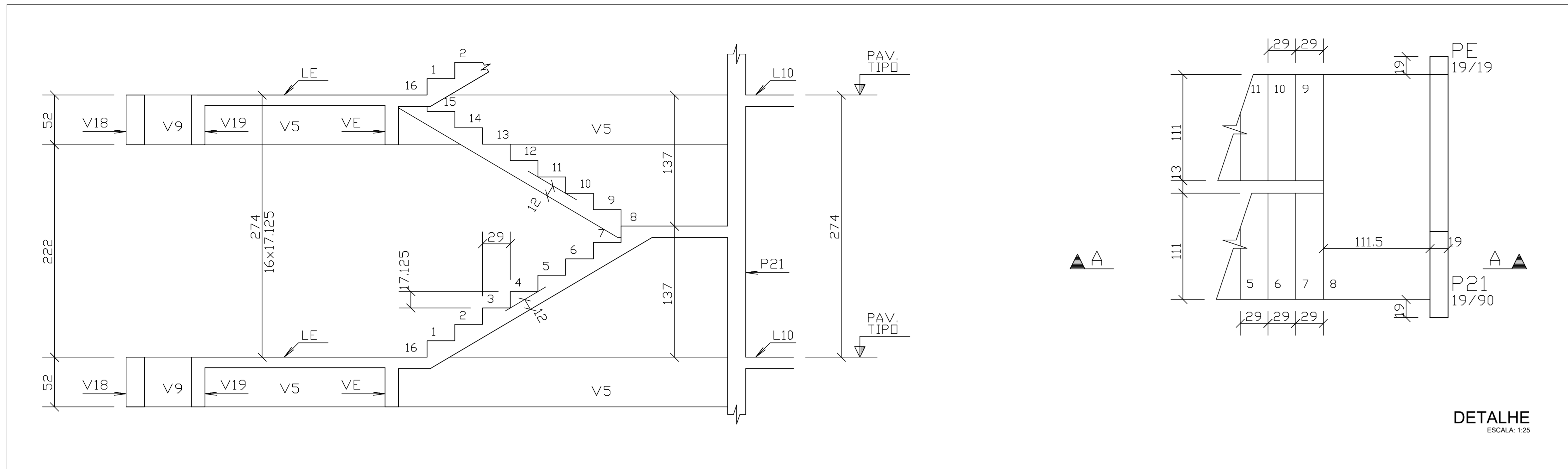
A V9 não recebe cargas acidentais.



Permanentes



**APÊNDICE Z – Plantas**



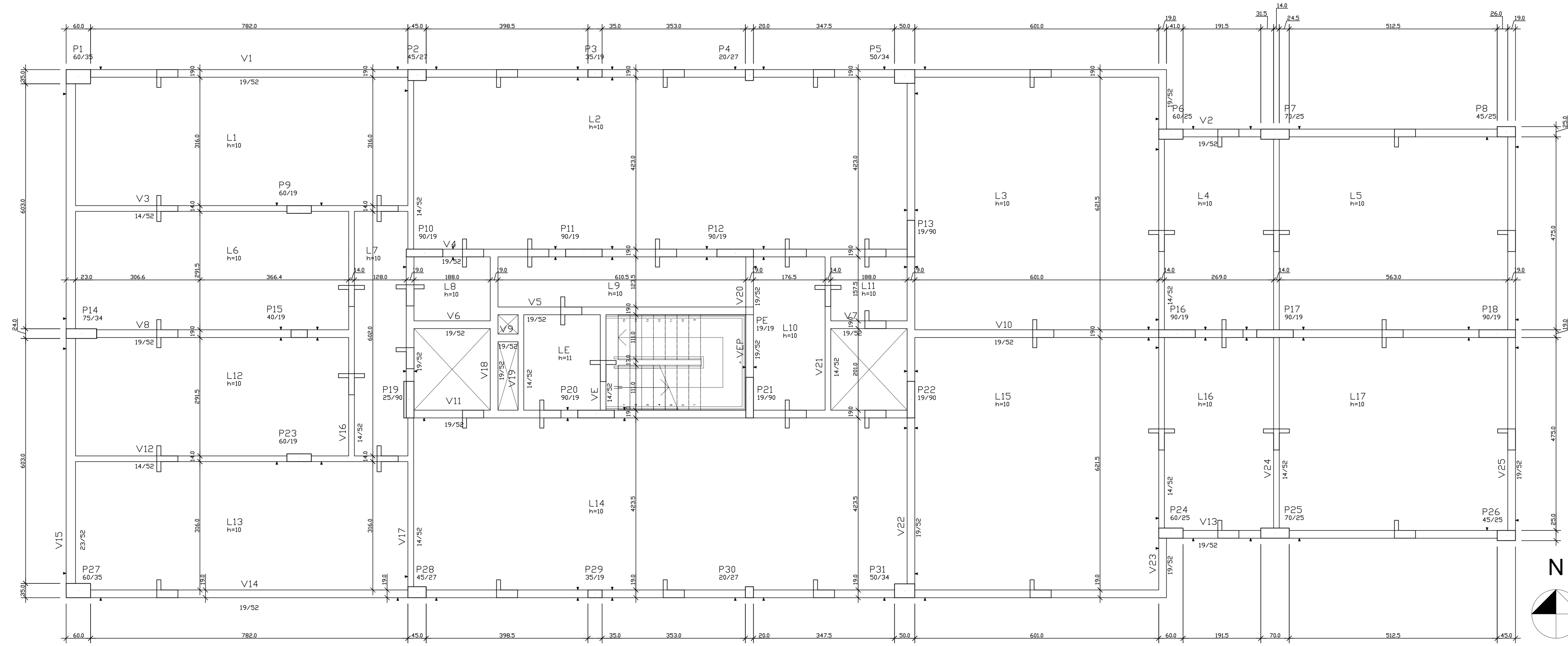
**COBRIMENTOS DAS ARMADURAS**

VIGAS EXTERNAS = 3.0 cm  
 VIGAS INTERNAS = 2.5 cm  
 LAJES = 1.5 cm (ARMADURA NEGATIVA)  
 LAJES = 2.5 cm (ARMADURA POSITIVA)  
 PILARES = 5.0 cm

CONVENÇÕES		VOLUMES DE CONCRETO	
	PILAR QUE NASCE NESTE PAVIMENTO	VIGAS	20.4 m³
	PILAR QUE MORRE NESTE PAVIMENTO	LAJES	38.1 m³
	PILAR QUE PASSA PELO PAVIMENTO	PILARES	13.0 m³
	INDICA QUE O EIXO DA VIGA É O MESMO DO PILAR	ESCALA	1.6 m³
	INDICA QUE A VIGA ESTÁ NA FACE DO PILAR	TOTAL	73.1 m³

TABELA DE NÍVEIS

PAV.	NÍVEIS
CDB	21.92
8°	19.18
7°	16.44
6°	13.70
5°	10.96
4°	8.22
3°	5.48
2°	2.74
T°	0,00



PLANTA BAIXA TÉRREO  
 ESCALA: 1:50

AP-0001-EX-ARG-003-PAV-TIPO-RED

ARQUIVOS DE REFERÊNCIA

REV	DATA	EMISSÃO INICIAL	DISCRIMINAÇÃO	ALESSANDRO	RESPONSÁVEL
00	27/08/2019				

OBSERVAÇÕES:

**CONCRETO: fck = 30MPa**

Os baldrames apresentados nessa prancha não foram dimensionados, visto que esse dimensionamento não pertence ao escopo do trabalho, eles apenas foram mantidos para facilitar o entendimento e por padrões estéticos.

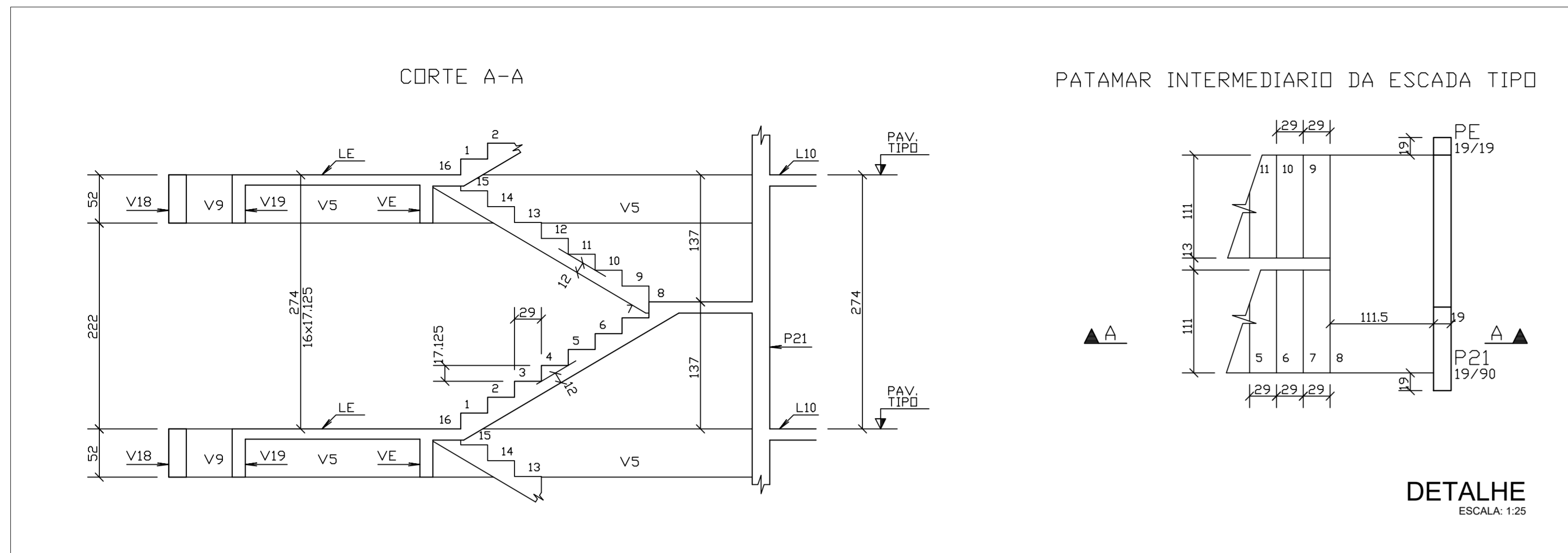
**EDIFÍCIO RESIDENCIAL**  
 RUA PROFESSOR OSCAR PEREIRA, 198 - PORTO ALEGRE  
 INGENHEIRO

PROPRIETÁRIO: EMPRESA FANTASIA CONSTRUÇÕES E INCORPORAÇÕES  
 COORDENADOR: EMPRESA FANTASIA CONSTRUÇÕES E INCORPORAÇÕES

**ASF ENGENHARIA**

ASSISTENTE: \_\_\_\_\_  
 ASS. COAUTOR: \_\_\_\_\_

PROJETO ESTRUTURAL			EXPERIENTE ÚNICO
PAV. TIPO - TERREO - FORMAS			PROT: 000.000000.00.0
EMISSÃO: 19/11/2019	ESCALA: 1:50, 1:25	DESENHO: ALESSANDRO	PRONAL:
ARQUIVO: AP-0001-EX-ESTFOR-001-TERREO-RED			<b>01-R00</b>



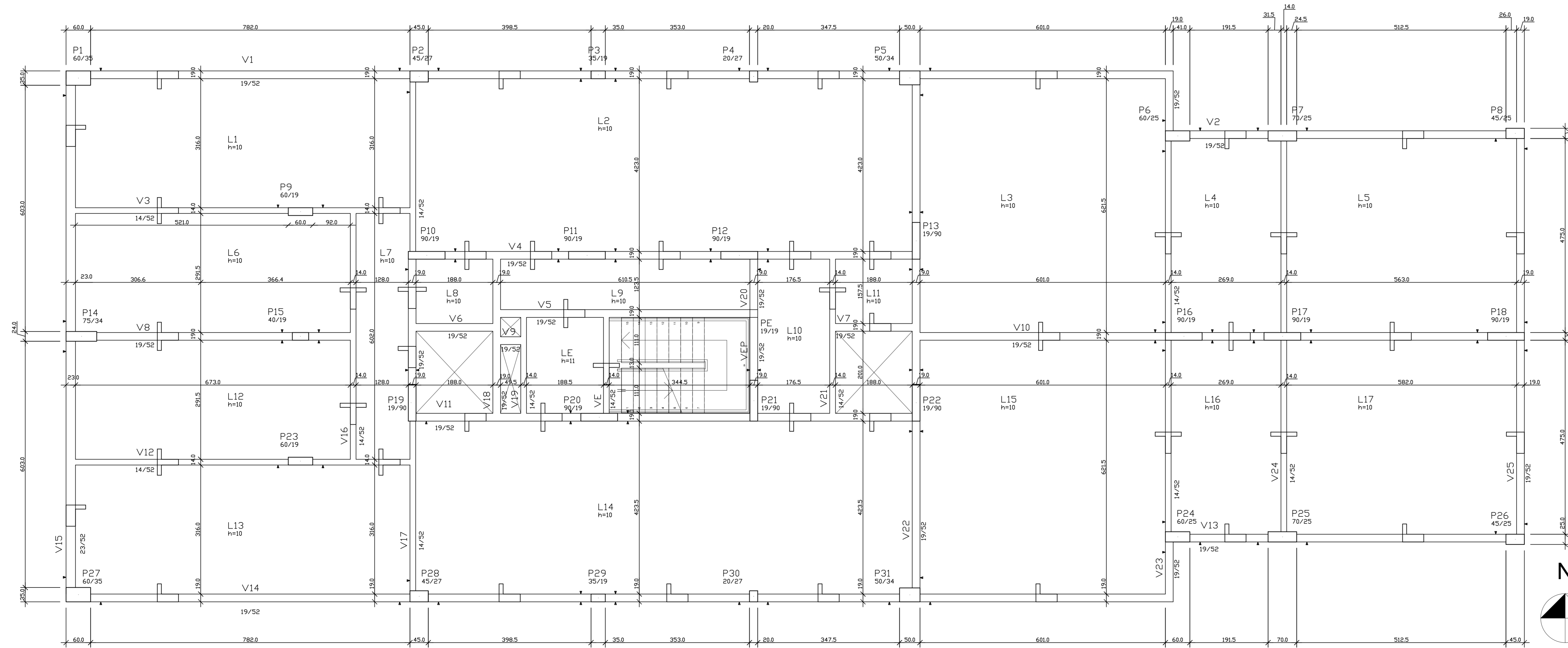
**COBRIMENTOS DAS ARMADURAS**

- VIGAS EXTERNAS = 3.0 cm
- VIGAS INTERNAS = 2.5 cm
- LAJES = 1.5 cm (ARMADURA NEGATIVA)
- LAJES = 2.5 cm (ARMADURA POSITIVA)
- PILARES = 5.0 cm

CONVENÇÕES		VOLUMES DE CONCRETO	
	PILAR QUE NASCE NESTE PAVIMENTO	VIGAS	20.4 m³
	PILAR QUE MORRE NESTE PAVIMENTO	LAJES	380.1 m³
	PILAR QUE PASSA PELO PAVIMENTO	PILARES	12.9 m³
	INDICA QUE O EIXO DA VIGA É O MESMO DO PILAR	ESCALA	1.6 m³
	INDICA QUE A VIGA ESTÁ NA FACE DO PILAR	TOTAL	730 m³

**TABELA DE NÍVEIS**

PAV.	NÍVEIS
CDB	21.92
8°	19.18
7°	16.44
6°	13.70
5°	10.96
4°	8.22
3°	5.48
2°	2.74
T°	0,00



AP-0001-EX-ARG-003-PAV-TIPO-RED

ARQUIVOS DE REFERÊNCIA

REV	DATA	EMISSÃO INICIAL	DISCRIMINAÇÃO	ALESSANDRO	RESPONSÁVEL
00	27/08/2019	EMISSÃO INICIAL		ALESSANDRO	

CONCRETO: fck = 30MPa

**EDIFÍCIO RESIDENCIAL**  
RUA PROFESSOR OSCAR PEREIRA, 198 - PORTO ALEGRE

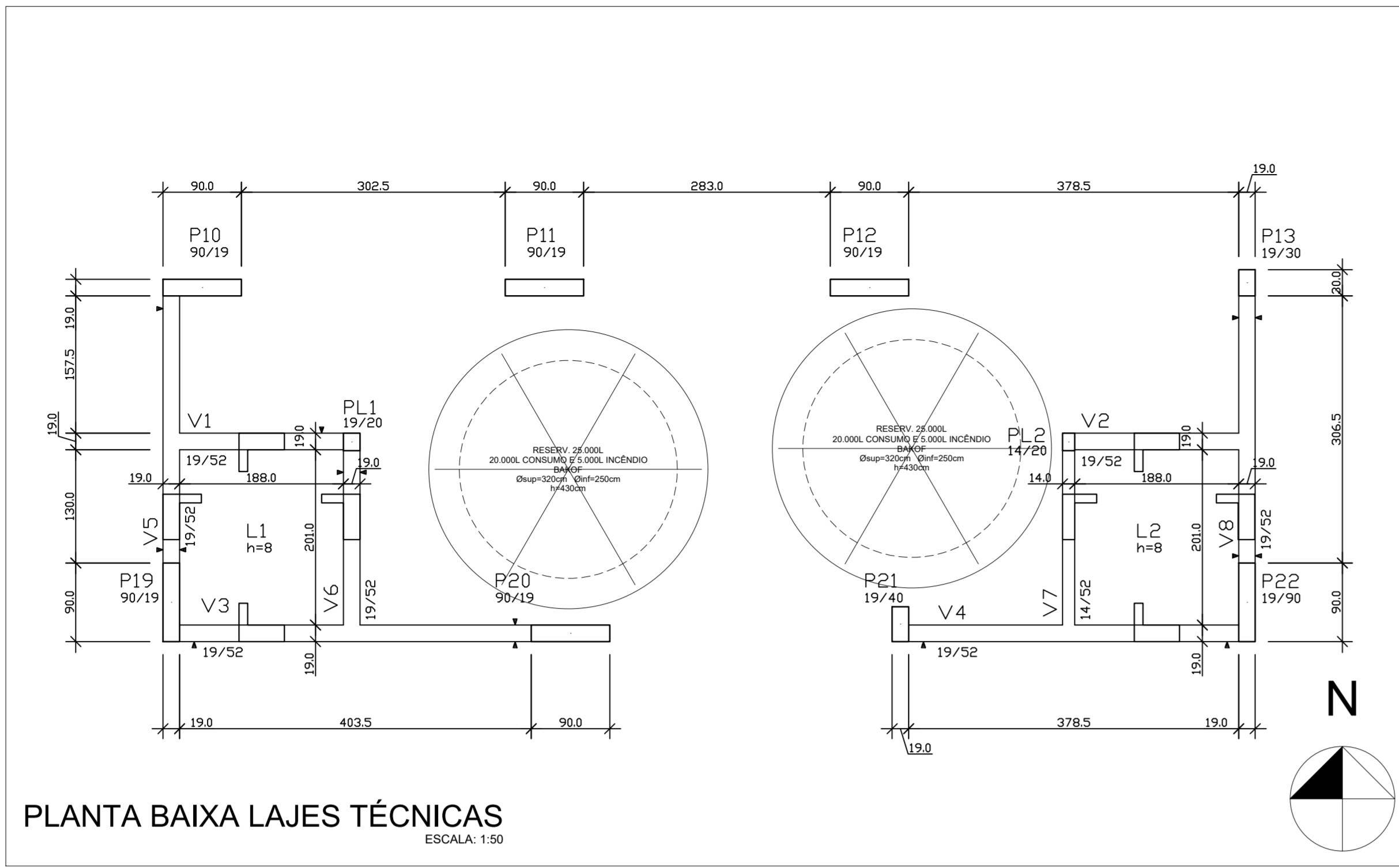
**ASF ENGENHARIA**

PROJETO ESTRUTURAL			EXPERIENTE ÚNICO
PAV. TIPO - 2º AO 8º PAV - FORMAS			PROT: 000.000000.00.0
EMISSÃO: 19/11/2019	ESCALA: 1:50, 1:25	DESENHO: ALESSANDRO	PRONOME:
ARQUIVO: AP-0001-EX-ESTFOR-003-TIPO2A08PAV-RED			02-R00



LAJES TÉCNICAS

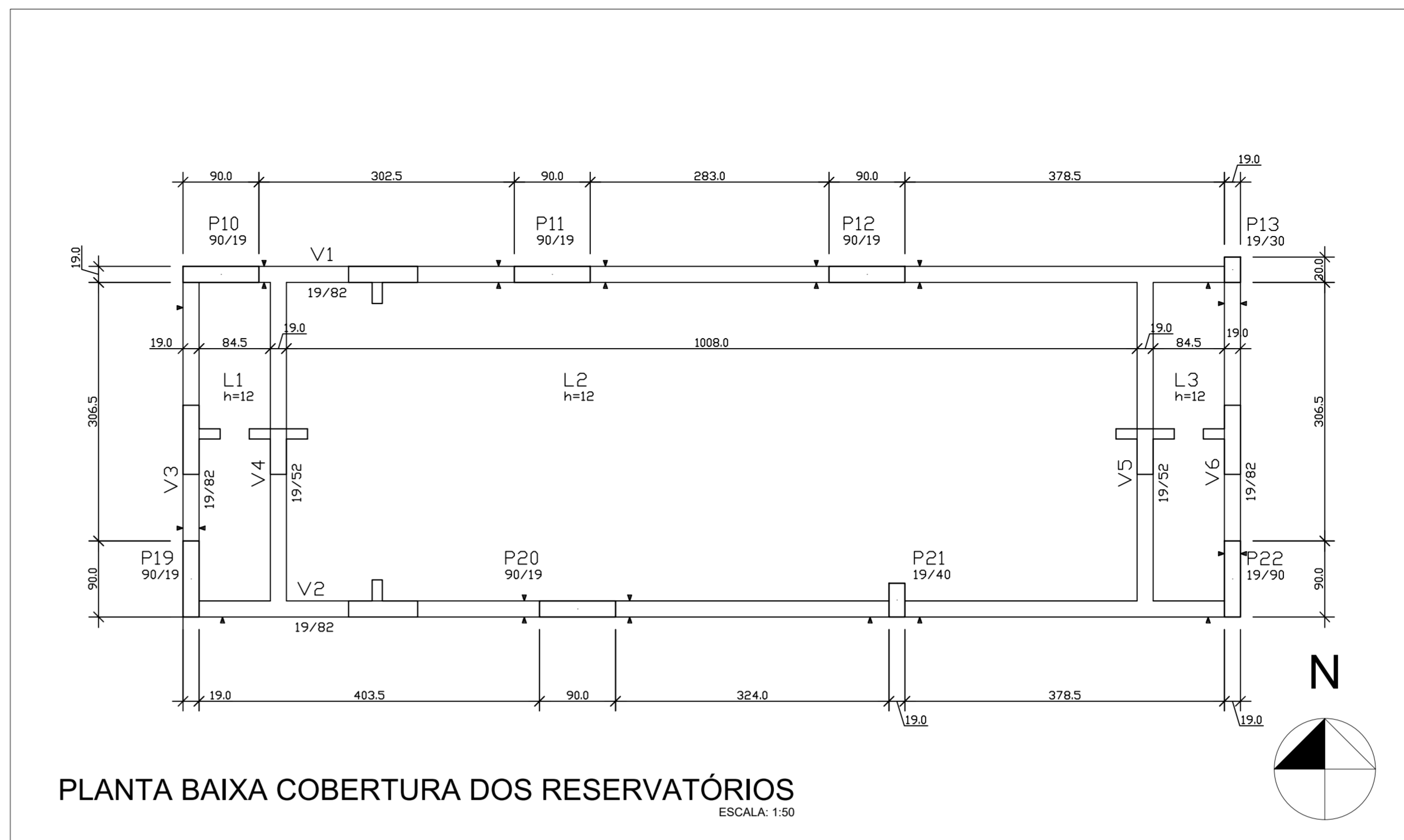
VOLUMES DE CONCRETO		
VIGAS	2.1	m³
LAJES	1.2	m³
PILARES	2.2	m³
TOTAL	5.5	m³



PLANTA BAIXA LAJES TÉCNICAS  
ESCALA: 1:50

COB. DO RESERVATÓRIO

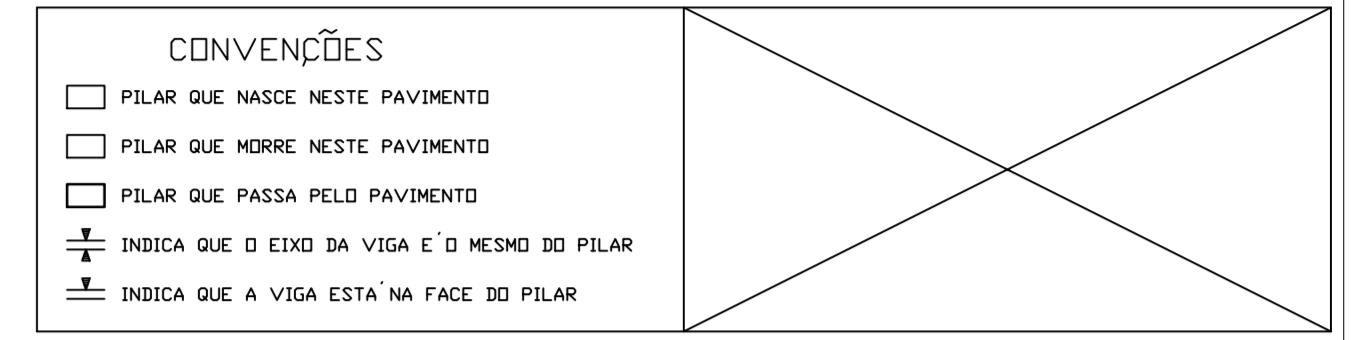
VOLUMES DE CONCRETO		
VIGAS	4.8	m³
LAJES	5.4	m³
PILARES	4.7	m³
TOTAL	14.9	m³



PLANTA BAIXA COBERTURA DOS RESERVATÓRIOS  
ESCALA: 1:50

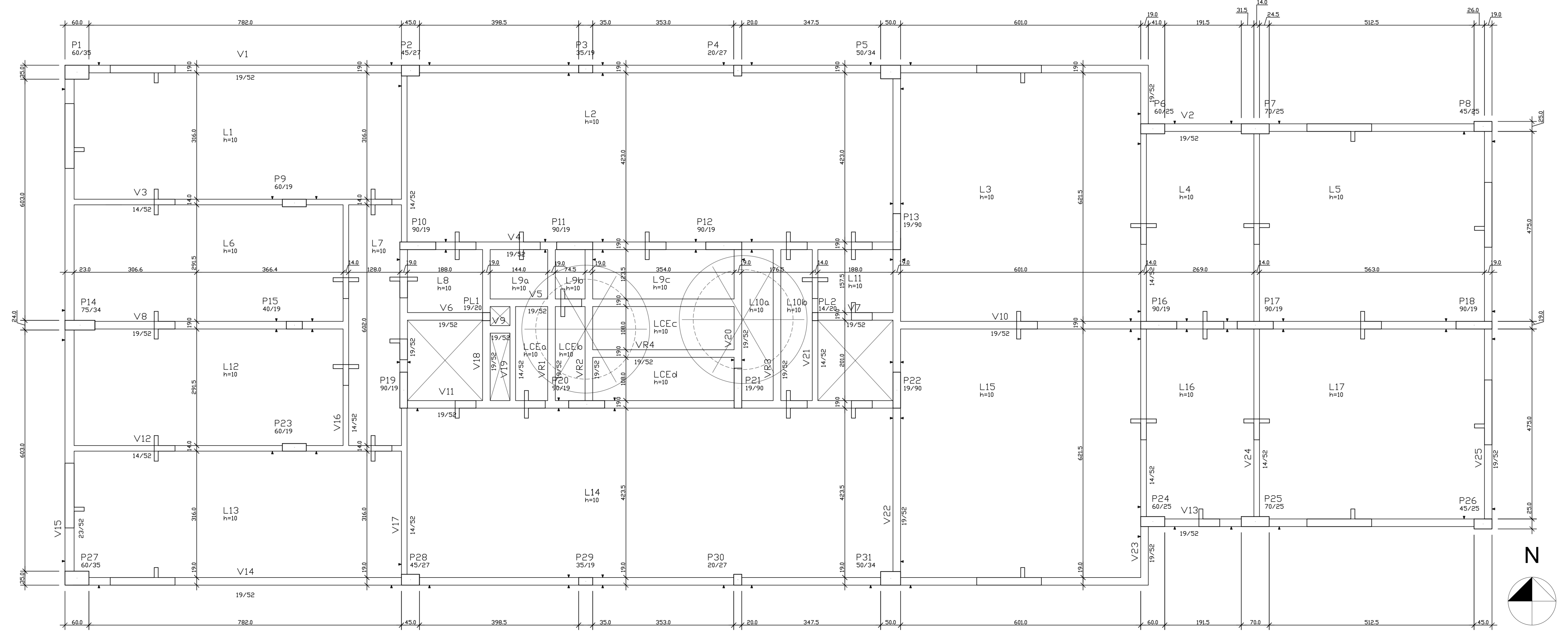
COBRIMENTOS DAS ARMADURAS

- VIGAS EXTERNAS = 3.0 cm
- VIGAS INTERNAS = 2.5 cm
- LAJES = 1.5 cm (ARMADURA NEGATIVA)
- LAJES = 2.5 cm (ARMADURA POSITIVA)
- PILARES = 5.0 cm



COBERTURA

VOLUMES DE CONCRETO		
VIGAS	40.0	m³
LAJES	38.7	m³
PILARES	12.9	m³
TOTAL	73.0	m³



PLANTA BAIXA COBERTURA  
ESCALA: 1:50

TABELA DE NÍVEIS

PAV.	NÍVEIS
CDB	21.92
8°	19.18
7°	16.44
6°	13.70
5°	10.96
4°	8.22
3°	5.48
2°	2.74
T°	0,00

ARQUIVOS DE REFERÊNCIA		
00	27/08/2019	EMISSÃO INICIAL
REV	DATA	DISCRIMINAÇÃO

CONCRETO: fck = 30MPa

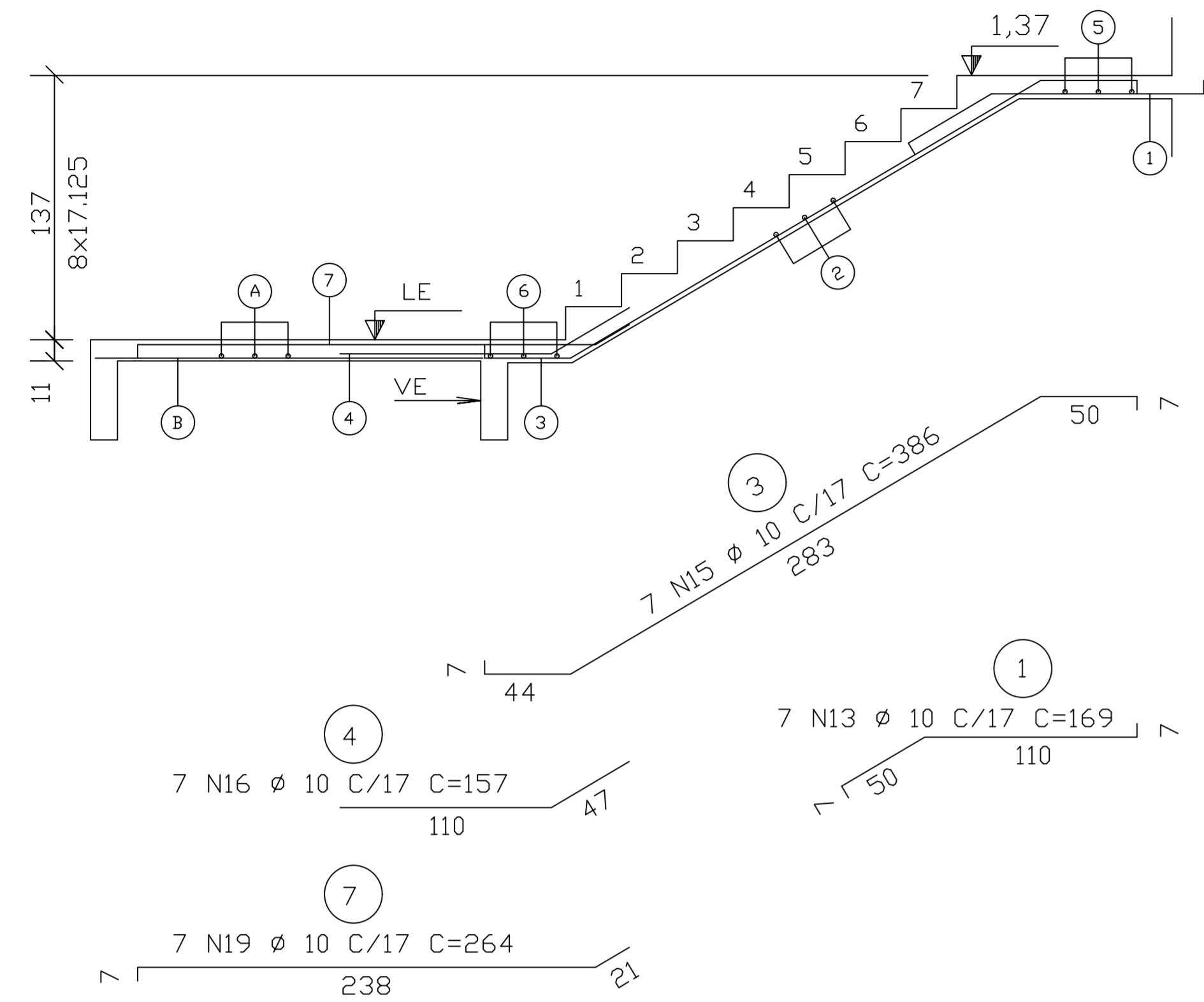
EDIFÍCIO RESIDENCIAL  
RUA PROFESSOR OSCAR PEREIRA, 198 - PORTO ALEGRE

ASF ENGENHRIA

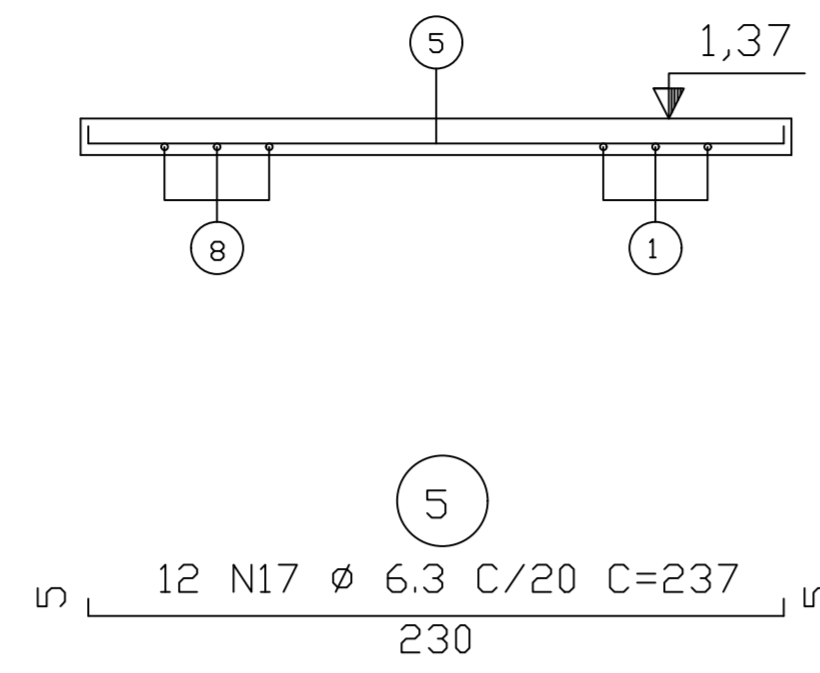
PROJETO ESTRUTURAL		EXPERIENTE UNICO
COBERTURA - FORMAS		PROT: 000.000000.00.0
EMISSÃO: 19/11/2019	ESCALA: 1:50	DESENHO: ALESSANDRO
ARQUIVO: AP-0001-EX-ESTFOR-003-COBERTURA-000		FRANCA: 03-R00

DETALHE ARMADURA DA ESCADA  
ESCALA: 1:25

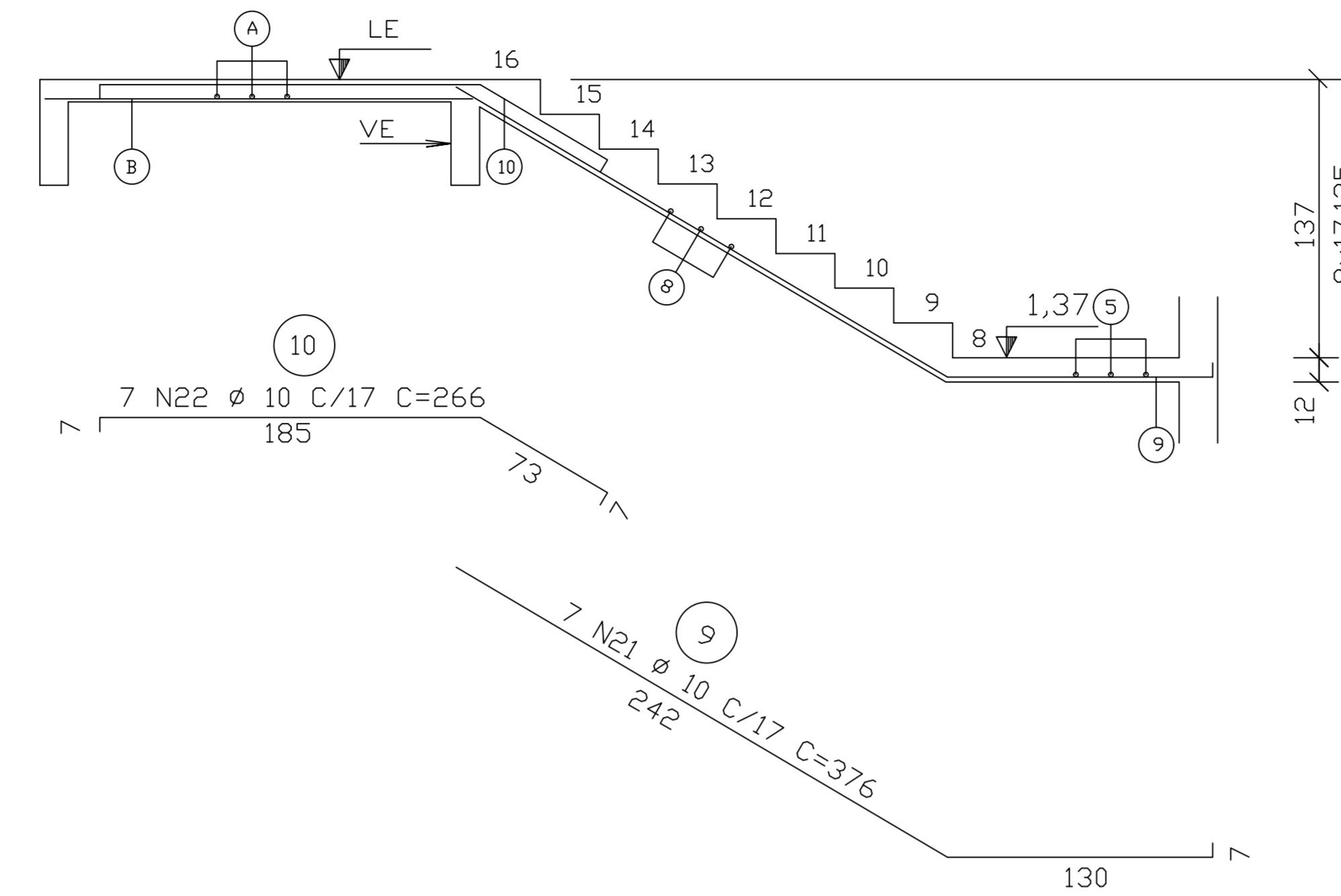
1º LANCE



PATAMAR INTERMEDIÁRIO

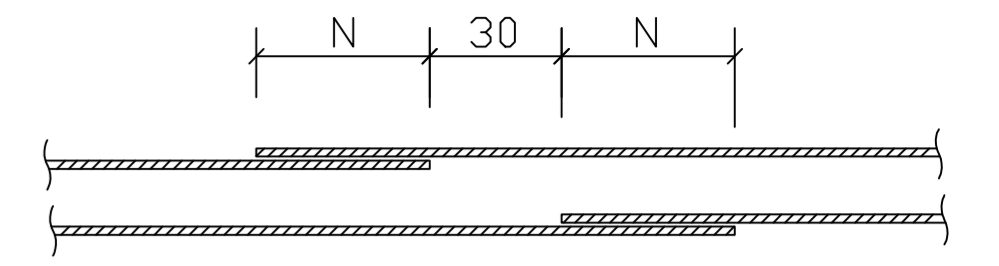


2º LANCE



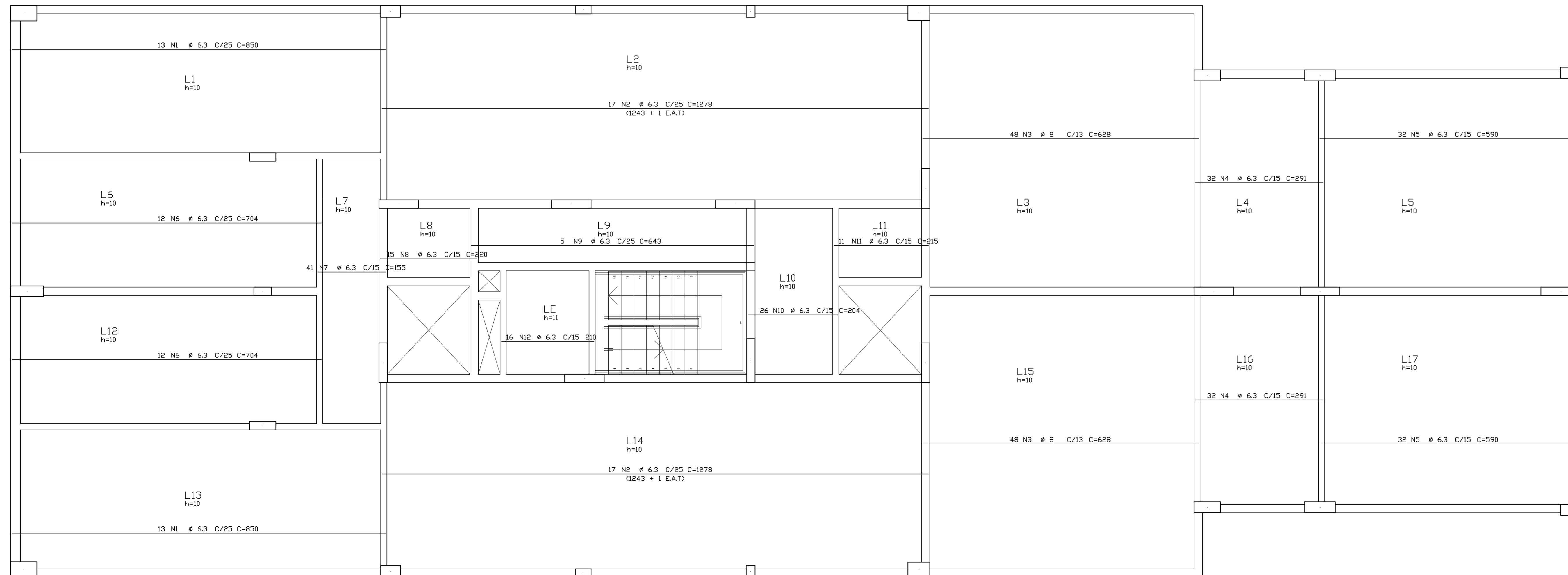
- 2) 14 N14  $\phi$  6.3 C/20 C=107
- 6) 2 N18  $\phi$  6.3 C/20 C=107
- 8) 14 N20  $\phi$  6.3 C/20 C=107
- A) VER PLANTA 3-02 DE LAJE
- B) VER PLANTA 3-02 DE LAJE

DET. DOS TRASPASSES



E.A.T.= EMENDAS ALTERNADAS POR TRASPASSE

VALORES DE "N"	
$\phi$ 5	= 30 cm
$\phi$ 6.3	= 35 cm
$\phi$ 8	= 45 cm
$\phi$ 10	= 55 cm
$\phi$ 12.5	= 70 cm
$\phi$ 16	= 90 cm
$\phi$ 20	= 110 cm



PLANTA BAIXA TIPO  
ESCALA: 1:50

Aço	Pos	Quant	BIT (mm)	Comprimento	
				Unit (cm)	Total (cm)
50	1	26	6,3	850	22100
50	2	34	6,3	1278	43452
50	3	96	8	628	60288
50	4	64	6,3	291	18624
50	5	64	6,3	590	37760
50	6	24	6,3	704	16896
50	7	41	6,3	155	6355
50	8	15	6,3	220	3300
50	9	5	6,3	643	3215
50	10	26	6,3	204	5304
50	11	11	6,3	215	2365
50	12	16	6,3	210	3360
50	13	7	10	169	1183
50	14	14	6,3	107	1498
50	15	7	10	386	2702
50	16	7	10	157	1099
50	17	12	6,3	237	2844
50	18	2	6,3	207	414
50	19	7	10	264	1848
50	20	14	6,3	107	1498
50	21	7	10	376	2632
50	22	7	10	266	1862

RESUMO TOTAL AÇO CA 50			
Aço	Bit (mm)	Compr (m)	Peso (kg)
50	6,3	1690	414
50	8	603	238
50	10	113	70
Peso Total:		50A	722

CONCRETO: fck = 30MPa

Os quantitativos de aço apresentados representam a quantidade para cada pavimento.

EDIFÍCIO RESIDENCIAL

RUA PROFESSOR OSCAR PEREIRA, 198 - PORTO ALEGRE

PROPRIETÁRIO: EMPRESA FANTASIA CONSTRUÇÕES E INCORPORAÇÕES

CONSTRUTORA: EMPRESA FANTASIA CONSTRUÇÕES E INCORPORAÇÕES

ASF ENGENHRIA

ASSISTENTE:

ASS. COAUTORA:

PROJETO ESTRUTURAL

LAJES - TIPO - ARMADURAS POSITIVAS HORIZONTAIS E ESCADA

EMISSÃO: 09/11/2019 ESCALA: 1:50, 1:25 DESENHO: ALESSANDRO

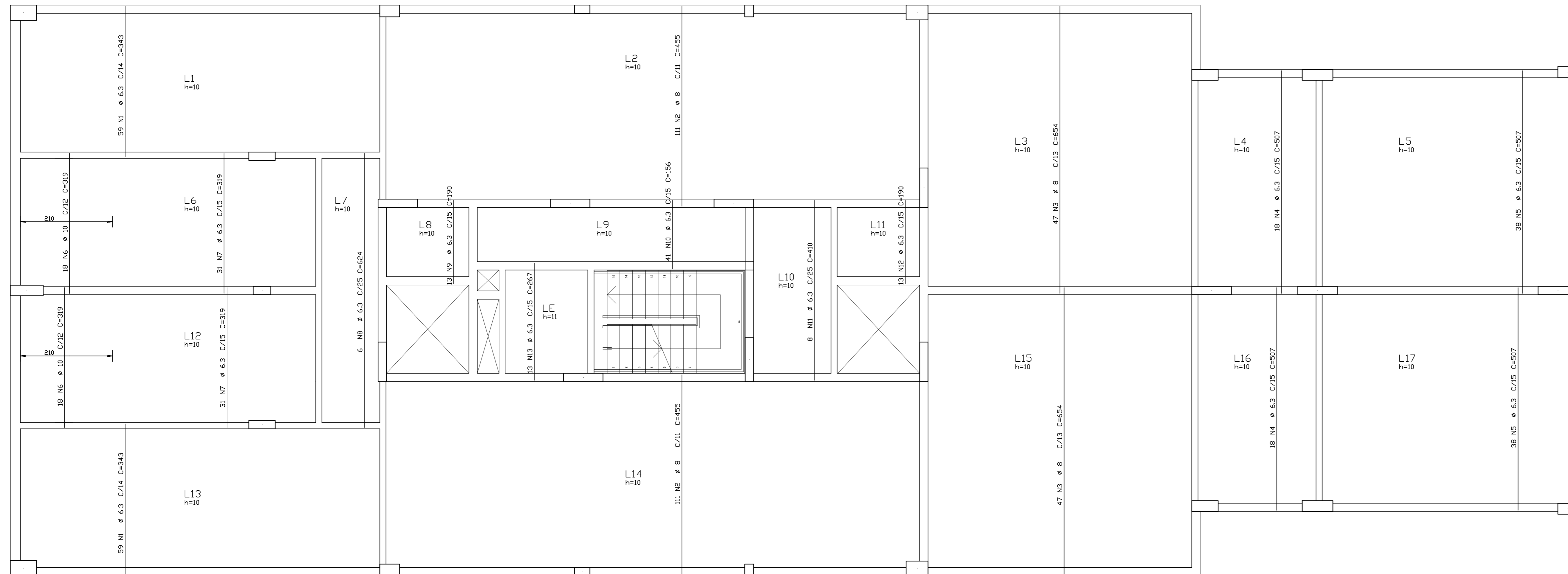
ARQUIVO: AP-EX-EST\_AÇO\_LAJ-0001-TIPOARMPH-000

EXPERIENTE UNICO:

PROT: 000.000000.00.0

PRONOME:

01-R00



PLANTA BAIXA TIPO  
ESCALA: 1:50

Aço	Pos	Quant	BIT (mm)	Comprimento	
				Unit (cm)	Total (cm)
50	1	118	6,3	343	40474
50	2	222	8	455	101010
50	3	94	8	654	61476
50	4	36	6,3	507	18252
50	5	76	6,3	507	38532
50	6	36	10	319	11484
50	7	62	6,3	319	19778
50	8	6	6,3	624	3744
50	9	13	6,3	190	2470
50	10	41	6,3	156	6396
50	11	8	6,3	410	3280
50	12	13	6,3	190	2470
50	13	13	6,3	267	3471

RESUMO TOTAL AÇO CA 50			
Aço	Bit (mm)	Compr (m)	Peso (kg)
50	6,3	1389	340
50	8	1625	642
50	10	115	71
Peso Total:		50A	1053

ARQUIVOS DE REFERENCIA

REV	DATA	EMISSÃO INICIAL	DISCRIMINAÇÃO	ALESSANDRO	RESPONSÁVEL
00	27/08/2019	EMISSÃO INICIAL		ALESSANDRO	RESPONSÁVEL

OBSERVAÇÕES:  
**CONCRETO: fck = 30MPa**

Os quantitativos de aço apresentados representam a quantidade para cada pavimento.

**EDIFÍCIO RESIDENCIAL**

RUA PROFESSOR OSCAR PEREIRA, 198 - PORTO ALEGRE

ENDEREÇO:

PROPRIETÁRIO: EMPRESA FANTASIA CONSTRUÇÕES E INCORPORAÇÕES

CONSTRUTOR: EMPRESA FANTASIA CONSTRUÇÕES E INCORPORAÇÕES

**ASF ENGENHRIA**

ASSAULTOR-CREA:

ASS. CO-AUTOR-CREA:

**PROJETO ESTRUTURAL**

LAJES - TIPO - ARMADURAS POSITIVAS VERTICAIS

EXPEDIENTE ÚNICO:

PROT. 000.000000.00.0

EMISSÃO: 01/10/2019

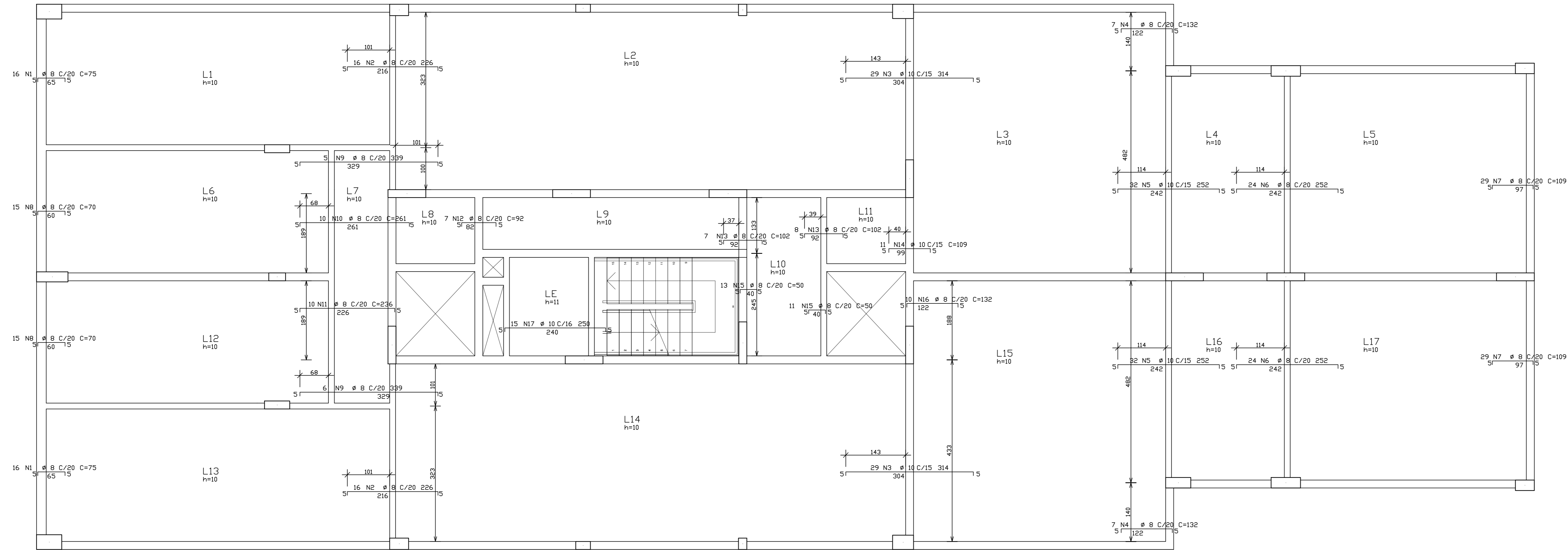
ESCALA: 1:50

DESENHO: ALESSANDRO

ARQUIVO: AP-EX-EST\_ACO\_LAJ-0002-TIPOARPV-000

PRANCHA:

02-R00



PLANTA BAIXA TIPO  
ESCALA: 1:50

Aço	Pos	Quant	BIT (mm)	Comprimento	
				Unit (cm)	Total (cm)
50	1	32	8	75	2400
50	2	32	8	226	7232
50	3	58	10	314	18212
50	4	14	8	132	1848
50	5	64	10	252	16128
50	6	48	8	252	12096
50	7	58	8	109	6322
50	8	30	8	70	2100
50	9	10	8	339	3390
50	10	10	8	261	2610
50	11	10	8	236	2360
50	12	7	8	92	644
50	13	15	8	102	1530
50	14	11	10	109	1199
50	15	24	8	50	1200
50	16	10	8	132	1320
50	17	15	10	250	3750

RESUMO TOTAL AÇO CA 50			
Aço	Bit (mm)	Compr (m)	Peso (kg)
50	8	451	178
50	10	393	242
Peso Total:		50A	420

ARQUIVOS DE REFERÊNCIA

REV	DATA	EMISSÃO INICIAL	DISCRIMINAÇÃO	ALESSANDRO	RESPONSÁVEL
00	27/08/2019	EMISSÃO INICIAL		ALESSANDRO	

OBSERVAÇÕES:  
**CONCRETO: fck = 30MPa**

Os quantitativos de aço apresentados representam a quantidade para cada pavimento.

**EDIFÍCIO RESIDENCIAL**

RUA PROFESSOR OSCAR PEREIRA, 198 - PORTO ALEGRE

ENDEREÇO:

PROPRIETÁRIO: EMPRESA FANTASIA CONSTRUÇÕES E INCORPORAÇÕES

CONSTRUTORA: EMPRESA FANTASIA CONSTRUÇÕES E INCORPORAÇÕES

**ASF ENGENHRIA**

ASSIAUTOR-CREA:

ASS. CO-AUTOR-CREA:

**PROJETO ESTRUTURAL**

LAJES - TIPO - ARMADURAS NEGATIVAS HORIZONTAIS

EXPEDIENTE ÚNICO:

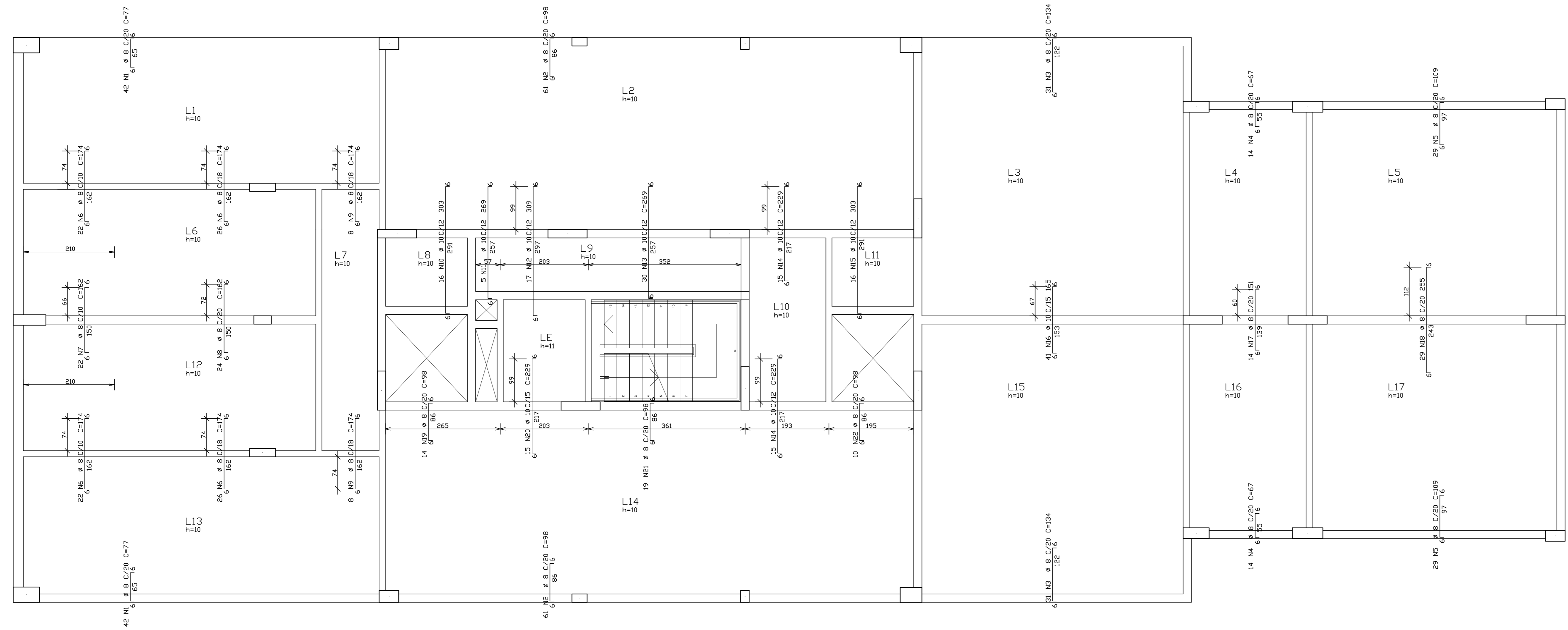
PROT. 000.000000.00.0

EMISSÃO: 01/10/2019 ESCALA: 1:50 DESENHO: ALESSANDRO

ARQUIVO: AP-EX-EST\_ACO\_LAJ-0003-TIPOARNH-R00

PRANCHA:

**03-R00**



PLANTA BAIXA TIPO  
ESCALA: 1:50

Aço	Pos	Quant	BIT (mm)	Comprimento	
				Unit (cm)	Total (cm)
50	1	84	8	77	6468
50	2	122	8	98	11956
50	3	62	8	134	8308
50	4	28	8	67	1876
50	5	58	8	109	6322
50	6	96	8	174	16704
50	7	22	8	162	3564
50	8	24	8	162	3888
50	9	16	8	174	2784
50	10	16	10	303	4848
50	11	5	10	269	1345
50	12	17	10	309	5253
50	13	30	10	269	8070
50	14	30	10	229	6870
50	15	16	10	303	4848
50	16	41	10	165	6765
50	17	14	8	151	2114
50	18	29	8	255	7395
50	19	14	8	98	1372
50	20	15	10	299	4485
50	21	19	8	98	1862
50	22	10	8	98	980

RESUMO TOTAL AÇO CA 50			
Aço	Bit (mm)	Compr (m)	Peso (kg)
50	8	756	299
50	10	425	262
Peso Total:		50A	561

ARQUIVOS DE REFERENCIA

REV	DATA	EMISSÃO INICIAL	DISCRIMINAÇÃO	RESPONSÁVEL
00	27/08/2019	EMISSÃO INICIAL		ALESSANDRO

OBSERVAÇÕES:

**CONCRETO: fck = 30MPa**

Os quantitativos de aço apresentados representam a quantidade para cada pavimento.

**EDIFÍCIO RESIDENCIAL**

RUA PROFESSOR OSCAR PEREIRA, 198 - PORTO ALEGRE

ENDEREÇO:

PROPRIETÁRIO: EMPRESA FANTASIA CONSTRUÇÕES E INCORPORAÇÕES

CONSTRUTORA: EMPRESA FANTASIA CONSTRUÇÕES E INCORPORAÇÕES

**ASF ENGENHRIA**

ASS: AUTOR-CREA:

ASS: CO-AUTOR-CREA:

**PROJETO ESTRUTURAL**

LAJES - TIPO - ARMADURAS NEGATIVAS VERTICAIS

EXPEDIENTE ÚNICO:

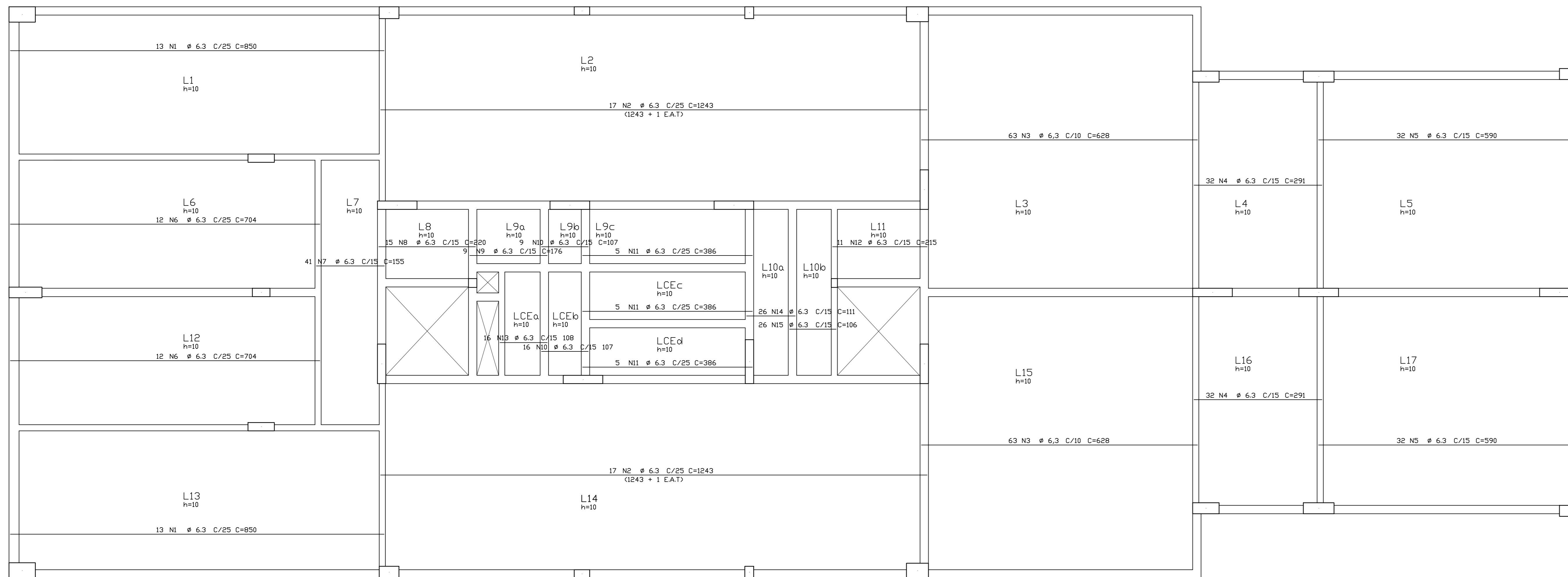
PROT. 000.000000.00.0

EMISSÃO: 01/10/2019 ESCALA: 1:50 DESENHO: ALESSANDRO

ARQUIVO: AP-EX-EST\_ACO\_LAJ-0004-TIPOARMV-R00

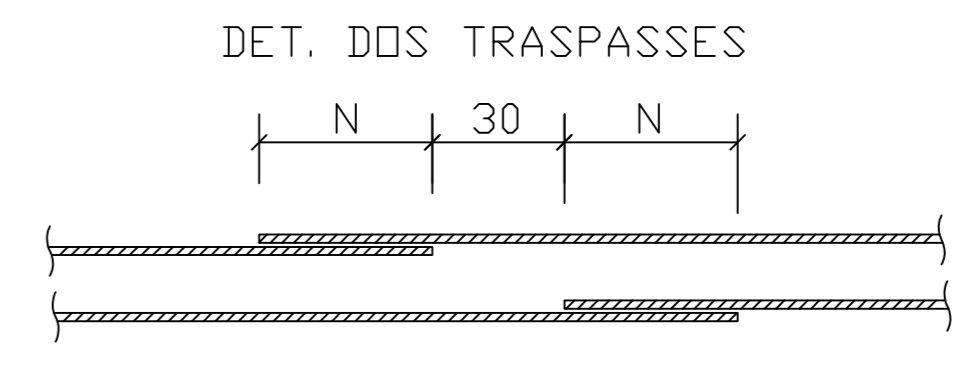
FRANCHA:

**04-R00**



Aço	Pos	Quant	BIT (mm)	Comprimento	
				Unit (cm)	Total (cm)
50	1	26	6,3	850	22100
50	2	34	6,3	1243	42262
50	3	126	6,3	628	79128
50	4	64	6,3	291	18624
50	5	64	6,3	590	37760
50	6	24	6,3	704	16896
50	7	41	6,3	155	6355
50	8	15	6,3	220	3300
50	9	9	6,3	176	1584
50	10	25	6,3	107	2675
50	11	15	6,3	383	5745
50	12	11	6,3	215	2365
50	13	16	6,3	108	1728
50	14	26	6,3	111	2886
50	15	26	6,3	106	2756

RESUMO TOTAL AÇO CA 50			
Aço	Bit (mm)	Compr (m)	Peso (kg)
50	6,3	2462	603
Peso Total:		50A	603



E.A.T.= EMENDAS ALTERNADAS POR TRASPASSE

VALORES DE "N"	
Ø 5	= 30 cm
Ø 6.3	= 35 cm
Ø 8	= 45 cm
Ø 10	= 55 cm
Ø 12.5	= 70 cm
Ø 16	= 90 cm
Ø 20	= 110 cm

PLANTA BAIXA COBERTURA  
ESCALA: 1:50

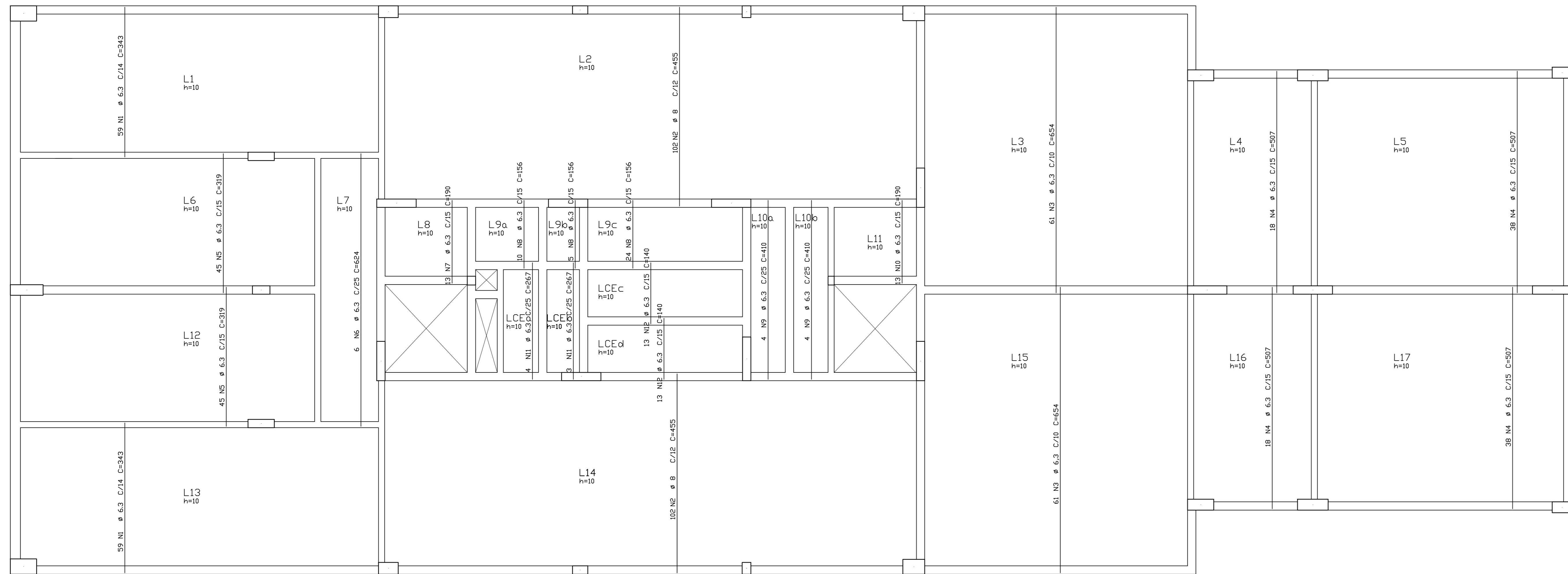
ARQUIVOS DE REFERENCIA			
REV	DATA	DISCRIMINAÇÃO	RESPONSÁVEL
00	27/08/2019	EMISSÃO INICIAL	ALESSANDRO
			RESPONSÁVEL

CONCRETO: fck = 30MPa

**EDIFÍCIO RESIDENCIAL**  
RUA PROFESSOR OSCAR PEREIRA, 198 - PORTO ALEGRE  
ENDEREÇO:  
PROPRIETÁRIO: EMPRESA FANTASIA CONSTRUÇÕES E INCORPORAÇÕES  
CONSTRUTORA: EMPRESA FANTASIA CONSTRUÇÕES E INCORPORAÇÕES

**ASF ENGENHRIA**  
ASSAULTOR-CREA:  
ASS. CO-AUTOR-CREA:

PROJETO ESTRUTURAL			EXPEDIENTE ÚNICO:
LAJES - COBERTURA - ARMADURAS POSITIVAS HORIZONTAIS			PROT. 000.000000.00.0
EMISSÃO: 01/10/2019	ESCALA: 1:50	DESENHO: ALESSANDRO	FRANCHA: 05-R00
ARQUIVO: AP-EX-EST_ACO_LAJ-0005-COBRAPH-R00			



PLANTA BAIXA COBERTURA  
ESCALA: 1:50

Aço	Pos	Quant	BIT (mm)	Comprimento	
				Unit (cm)	Total (cm)
50	1	118	6,3	343	40474
50	2	204	8	455	92820
50	3	122	6,3	654	79788
50	4	112	6,3	507	56784
50	5	90	6,3	319	28710
50	6	6	6,3	624	3744
50	7	13	6,3	190	2470
50	8	39	6,3	156	6084
50	9	8	6,3	410	3280
50	10	13	6,3	190	2470
50	11	7	6,3	267	1869
50	12	26	6,3	140	3640

RESUMO TOTAL AÇO CA 50			
Aço	Bit (mm)	Compr (m)	Peso (kg)
50	6,3	2293	562
50	8	928	367
Peso Total:		50A	928

ARQUIVOS DE REFERENCIA

REV	DATA	EMISSÃO INICIAL	DISCRIMINAÇÃO	ALESSANDRO	RESPONSÁVEL
00	27/08/2019	EMISSÃO INICIAL		ALESSANDRO	RESPONSÁVEL

OBSERVAÇÕES:  
**CONCRETO: fck = 30MPa**

**EDIFÍCIO RESIDENCIAL**

RUA PROFESSOR OSCAR PEREIRA, 198 - PORTO ALEGRE

ENDEREÇO:

PROPRIETÁRIO: EMPRESA FANTASIA CONSTRUÇÕES E INCORPORAÇÕES

CONSTRUTORA: EMPRESA FANTASIA CONSTRUÇÕES E INCORPORAÇÕES

**ASF ENGENHRIA**

ASSAULTOR-CREA:

ASS. CO-AUTOR-CREA:

**PROJETO ESTRUTURAL**

LAJES - COBERTURA - ARMADURAS POSITIVAS VERTICAIS

EXPEDIENTE ÚNICO:

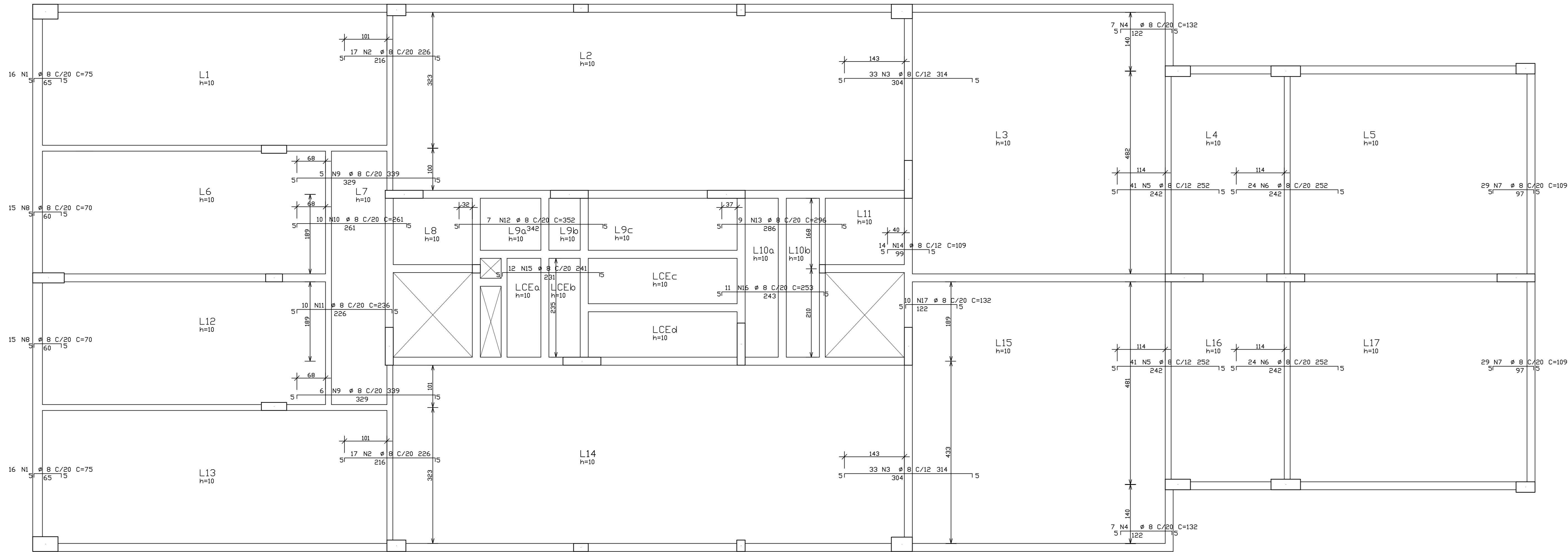
PROT. 000.000000.00.0

EMISSÃO: 01/10/2019 ESCALA: 1:50 DESENHO: ALESSANDRO

ARQUIVO: AP-EX-EST\_ACO\_LAJ-0006-COBARV-R00

FRANCA:

**06-R00**



PLANTA BAIXA COBERTURA  
ESCALA: 1:50

Aço	Pos	Quant	BIT (mm)	Comprimento	
				Unit (cm)	Total (cm)
50	1	32	8	75	2400
50	2	34	8	226	7684
50	3	66	8	314	20724
50	4	14	8	132	1848
50	5	82	8	252	20664
50	6	48	8	252	12096
50	7	58	8	109	6322
50	8	30	8	70	2100
50	9	11	8	339	3729
50	10	10	8	261	2610
50	11	10	8	236	2360
50	12	7	8	352	2464
50	13	9	8	296	2664
50	14	14	8	109	1526
50	15	12	8	241	2892
50	16	11	8	253	2783
50	17	10	8	132	1320

RESUMO TOTAL AÇO CA 50			
Aço	Bit (mm)	Compr (m)	Peso (kg)
50	8	962	380
Peso Total:		50A	380

ARQUIVOS DE REFERENCIA

REV	DATA	EMISSÃO INICIAL	DISCRIMINAÇÃO	RESPONSÁVEL
00	27/08/2019	EMISSÃO INICIAL		ALESSANDRO

OBSERVAÇÕES:  
**CONCRETO: fck = 30MPa**

**EDIFÍCIO RESIDENCIAL**

RUA PROFESSOR OSCAR PEREIRA, 198 - PORTO ALEGRE

PROPRIETÁRIO: EMPRESA FANTASIA CONSTRUÇÕES E INCORPORAÇÕES

CONSTRUTORA: EMPRESA FANTASIA CONSTRUÇÕES E INCORPORAÇÕES

**ASF ENGENHRIA**

ASSAULTOR-CREA: \_\_\_\_\_  
ASS. CO-AUTOR-CREA: \_\_\_\_\_

**PROJETO ESTRUTURAL**

LAJES - COBERTURA - ARMADURAS NEGATIVAS HORIZONTAIS

EMISSÃO: 01/10/2019 ESCALA: 1:50 DESENHO: ALESSANDRO

ARQUIVO: AP-EX-EST\_ACO\_LAJ-0007-COBRANH-R00

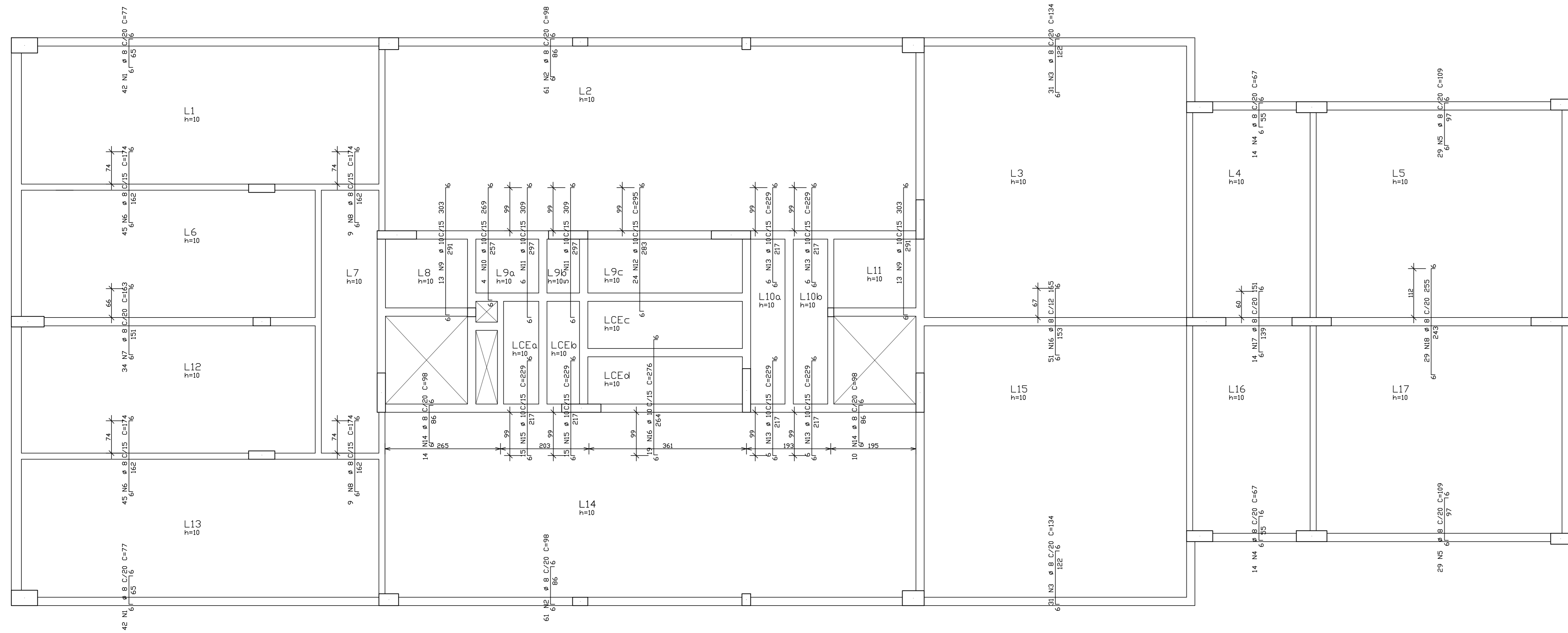
EXPEDIENTE ÚNICO:

PROT. 000.000000.00.0

PRANCHA:

**07-R00**





PLANTA BAIXA COBERTURA  
ESCALA: 1:50

Aço	Pos	Quant	BIT (mm)	Comprimento	
				Unit (cm)	Total (cm)
50	1	84	8	77	6468
50	2	122	8	98	11956
50	3	62	8	134	8308
50	4	28	8	67	1876
50	5	58	8	109	6322
50	6	90	8	174	15660
50	7	34	8	163	5542
50	8	18	8	174	3132
50	9	26	10	303	7878
50	10	4	10	269	1076
50	11	11	10	309	3399
50	12	24	10	295	7080
50	13	24	10	229	5496
50	14	24	8	98	2352
50	15	30	10	229	6870
50	16	19	10	276	5244

RESUMO TOTAL AÇO CA 50			
Aço	Bit (mm)	Compr (m)	Peso (kg)
50	8	616	243
50	10	370	229
Peso Total:		50A	472

ARQUIVOS DE REFERENCIA

REV	DATA	EMISSÃO INICIAL	DISCRIMINAÇÃO	ALESSANDRO	RESPONSÁVEL
00	27/08/2019	EMISSÃO INICIAL		ALESSANDRO	

OBSERVAÇÕES:  
CONCRETO: fck = 30MPa

EDIFÍCIO RESIDENCIAL

RUA PROFESSOR OSCAR PEREIRA, 198 - PORTO ALEGRE

ENDEREÇO:

PROPRIETÁRIO: EMPRESA FANTASIA CONSTRUÇÕES E INCORPORAÇÕES

CONSTRUTOR: EMPRESA FANTASIA CONSTRUÇÕES E INCORPORAÇÕES

ASF ENGENHRIA

ASS: AUTOR-CREA:

ASS: CO-AUTOR-CREA:

PROJETO ESTRUTURAL

LAJES - COBERTURA - ARMADURAS NEGATIVAS VERTICAIS

EXPEDIENTE ÚNICO:

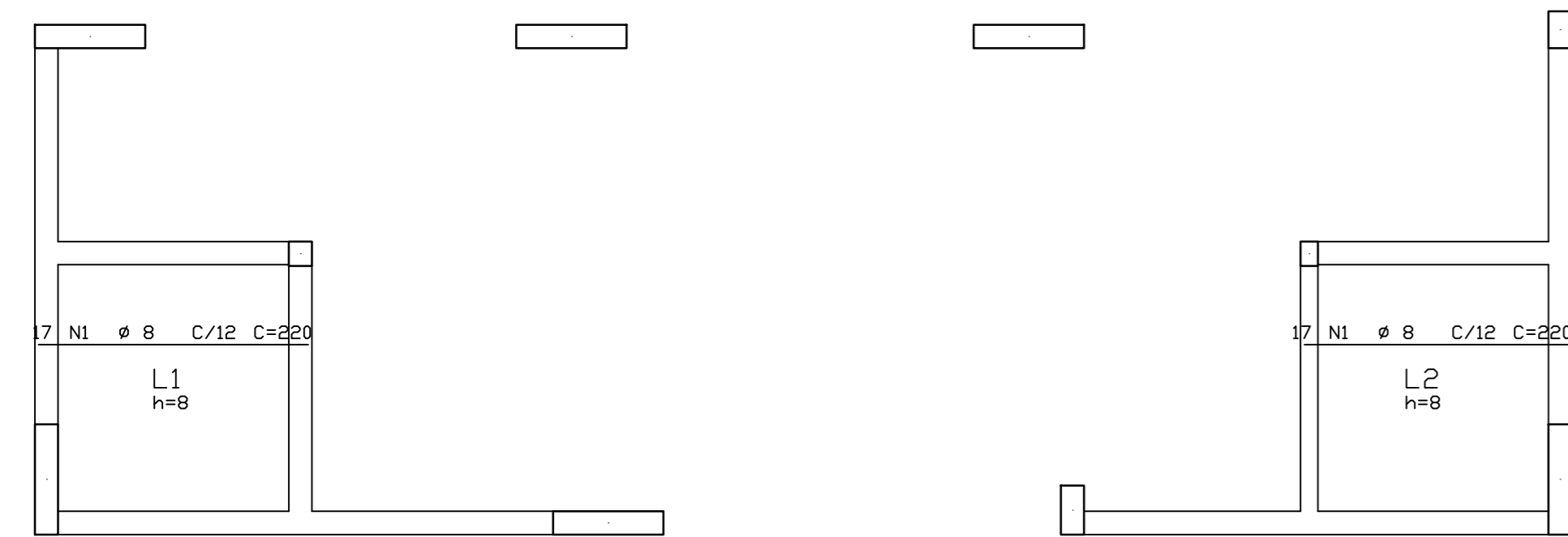
PROT. 000.000000.00.0

EMISSÃO: 01/10/2019 ESCALA: 1:50 DESENHO: ALESSANDRO

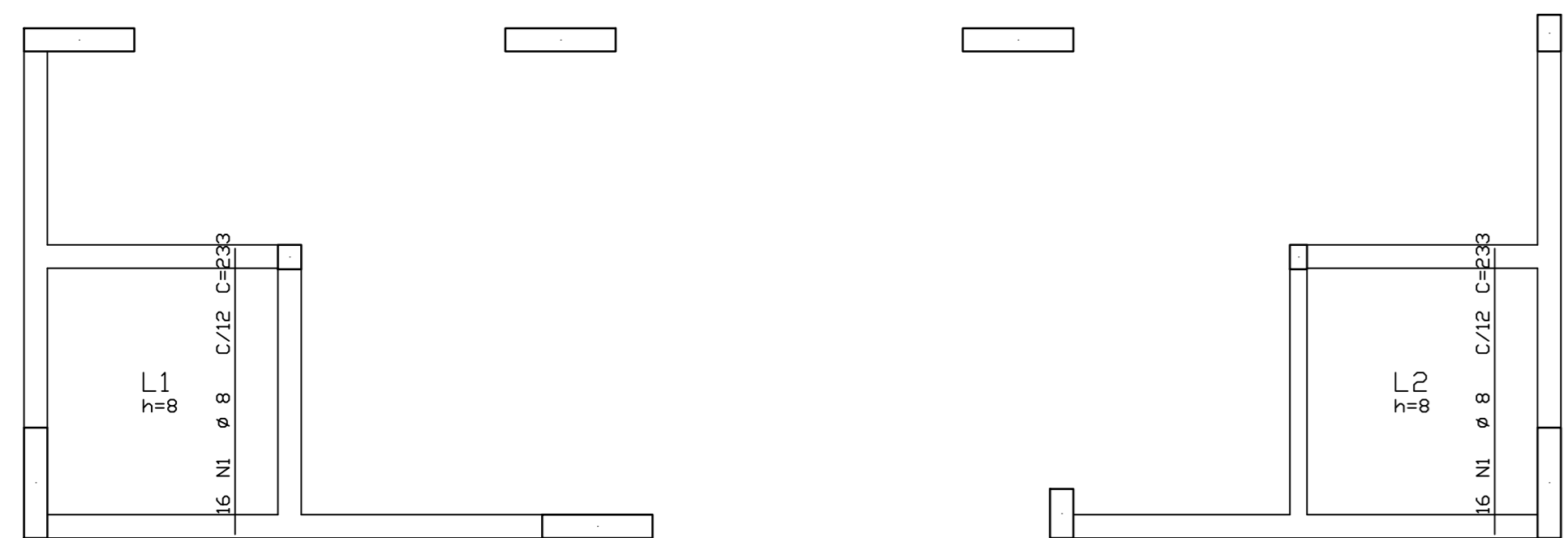
ARQUIVO: AP-EX-EST\_ACO\_LAJ-0008-COBRANV-R00

FRANCA:

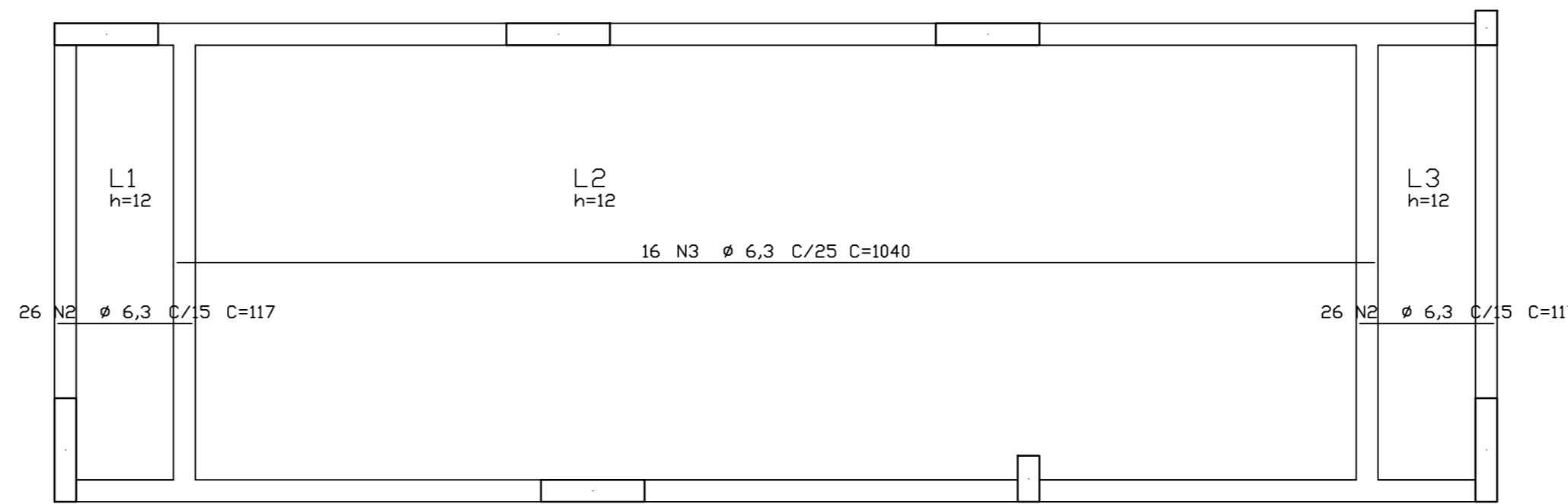
08-R00



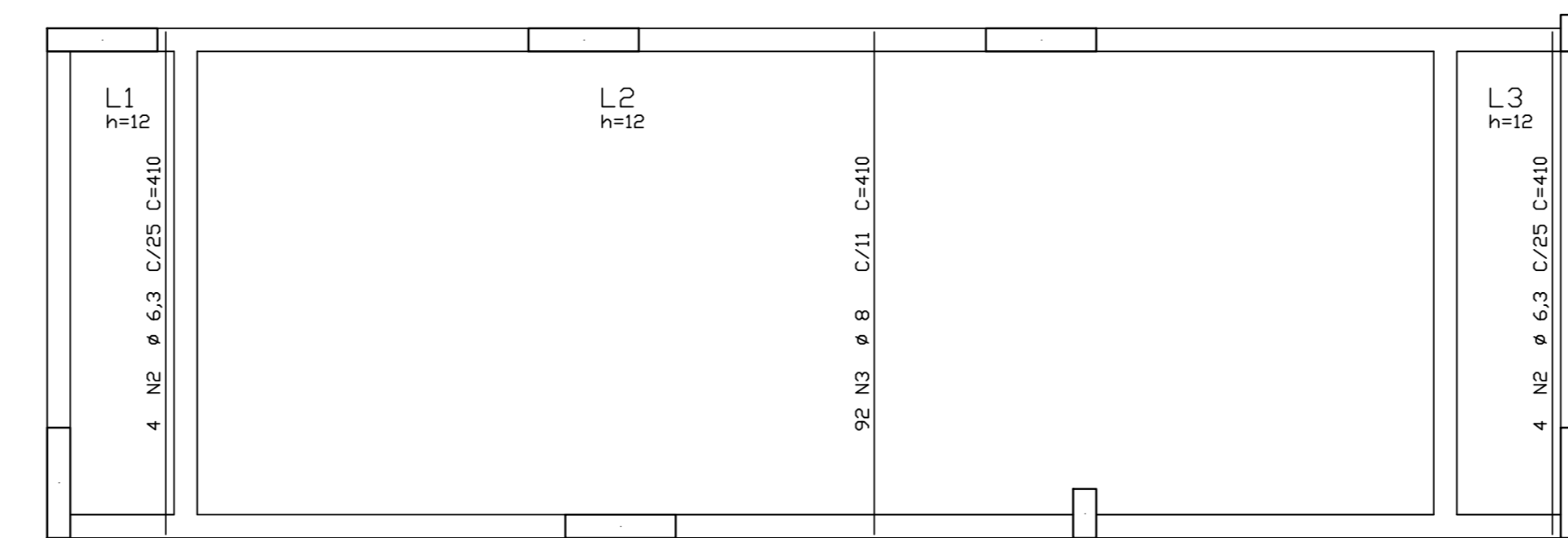
PLANTA BAIXA LAJES TÉCNICAS  
ESCALA: 1:50



PLANTA BAIXA LAJES TÉCNICAS  
ESCALA: 1:50



PLANTA BAIXA COBERTURA DOS RESERVATÓRIOS  
ESCALA: 1:50



PLANTA BAIXA COBERTURA DOS RESERVATÓRIOS  
ESCALA: 1:50

Aço	Pos	Quant	BIT (mm)	Comprimento	
				Unit (cm)	Total (cm)
50	1	34	8	220	7480
50	2	52	6,3	117	6084
50	3	16	6,3	1040	16640

RESUMO TOTAL AÇO CA 50			
Aço	Bit (mm)	Compr (m)	Peso (kg)
50	6,3	227	56
50	8	75	30
Peso Total:		50A	86

Aço	Pos	Quant	BIT (mm)	Comprimento	
				Unit (cm)	Total (cm)
50	1	32	8	233	7456
50	2	8	6,3	410	3280
50	3	92	8	410	37720

RESUMO TOTAL AÇO CA 50			
Aço	Bit (mm)	Compr (m)	Peso (kg)
50	6,3	33	8
50	8	452	178
Peso Total:		50A	186

ARQUIVOS DE REFERENCIA

REV	DATA	EMISSÃO INICIAL	DISCRIMINAÇÃO	RESPONSÁVEL
00	27/08/2019	EMISSÃO INICIAL		ALESSANDRO

OBSERVAÇÕES:  
**CONCRETO: fck = 30MPa**

**EDIFÍCIO RESIDENCIAL**

RUA PROFESSOR OSCAR PEREIRA, 198 - PORTO ALEGRE

PROPRIETÁRIO: EMPRESA FANTASIA CONSTRUÇÕES E INCORPORAÇÕES

CONSTRUTORA: EMPRESA FANTASIA CONSTRUÇÕES E INCORPORAÇÕES

**ASF ENGENHRIA**

ASS: AUTOR-CREA:

ASS: CO-AUTOR-CREA:

**PROJETO ESTRUTURAL**

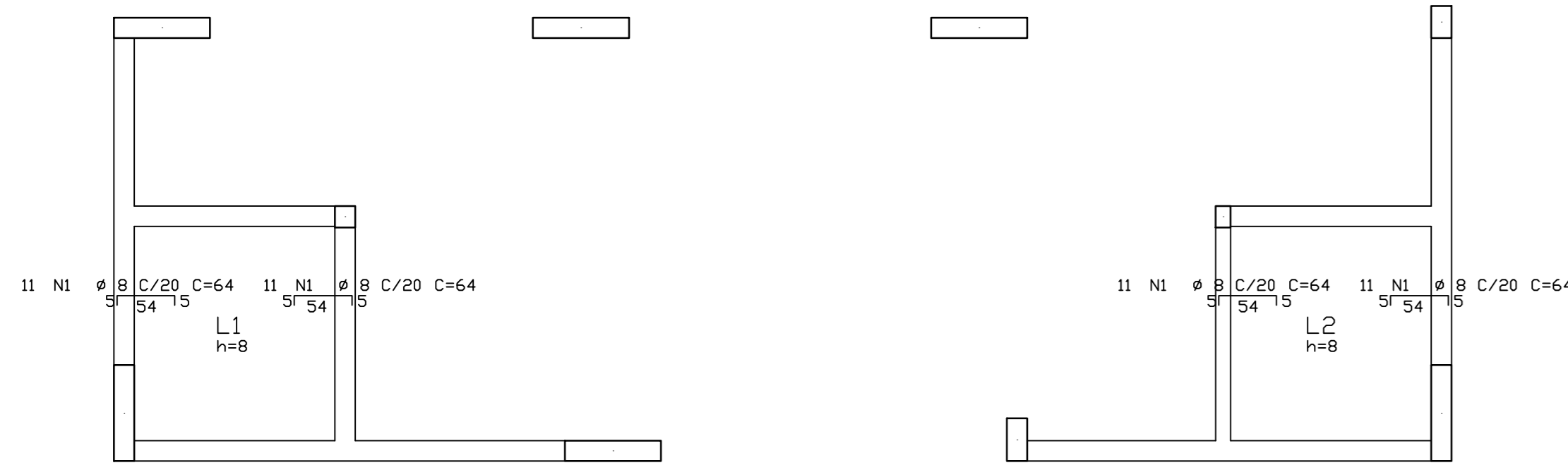
LAJES - L. T. E COB. RES. - ARM. POSITIVAS HORIZONTAIS E VERTICAIS

EXPEDIENTE ÚNICO:

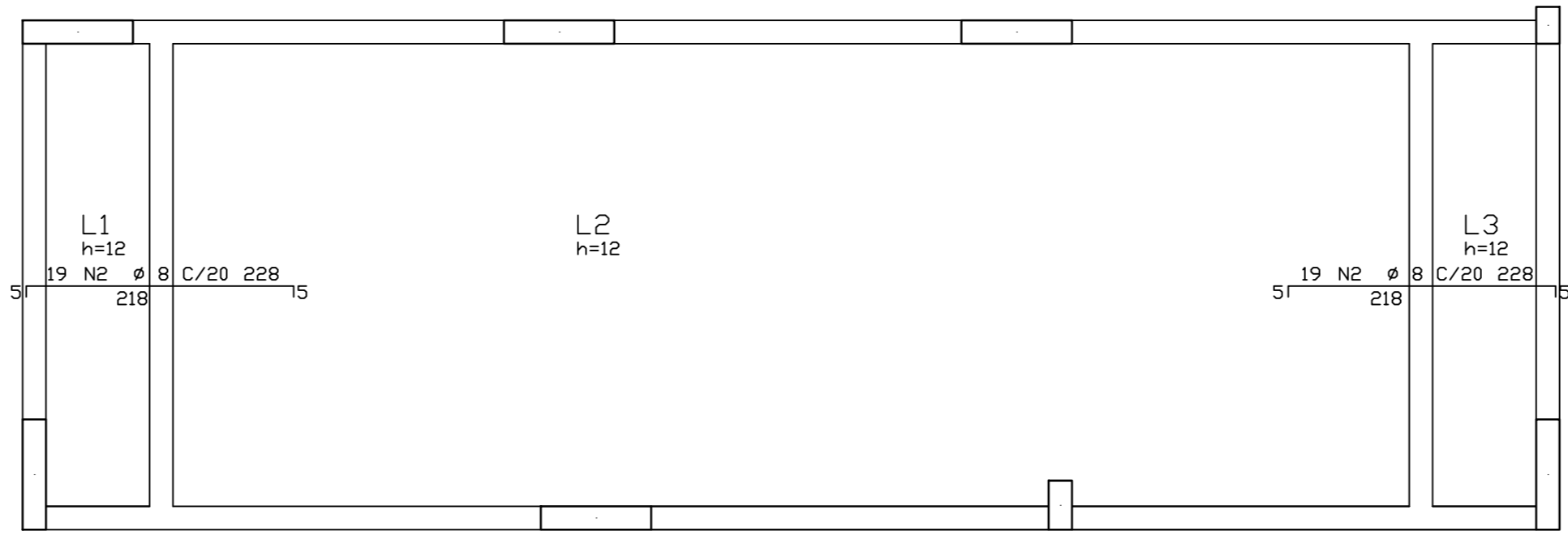
PROT. 000.000000.00.0

EMISSÃO:	ESCALA:	DESENHO:	FRANCHA:
01/12/2019	1:50	ALESSANDRO	09-R00

ARQUIVO: AP-EX-EST\_ACO\_LAJ-0009-LTECOBRESARPHPEV-R00



PLANTA BAIXA LAJES TÉCNICAS  
ESCALA: 1:50



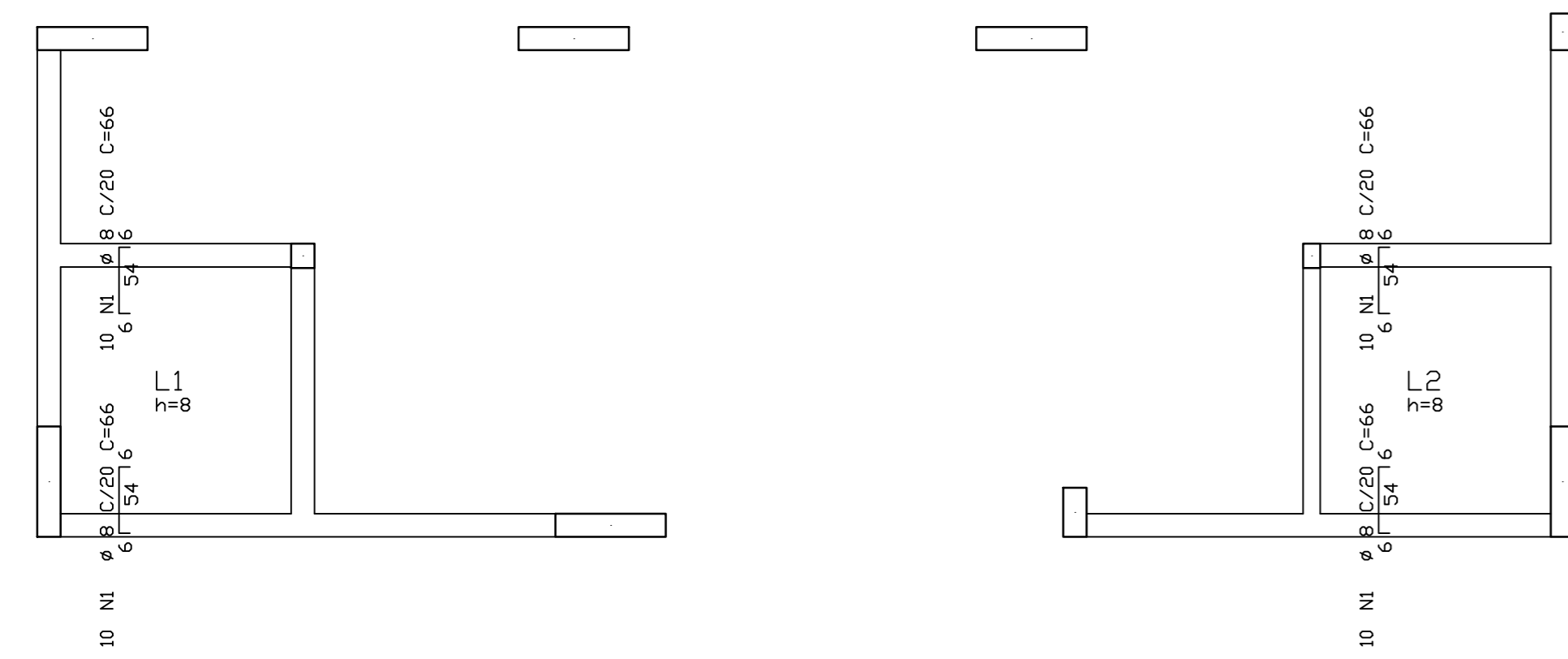
PLANTA BAIXA COBERTURA DOS RESERVATÓRIOS  
ESCALA: 1:50

Aço	Pos	Quant	BIT (mm)	Comprimento	
				Unit (cm)	Total (cm)
50	1	44	8	64	2816
50	2	38	8	228	8664

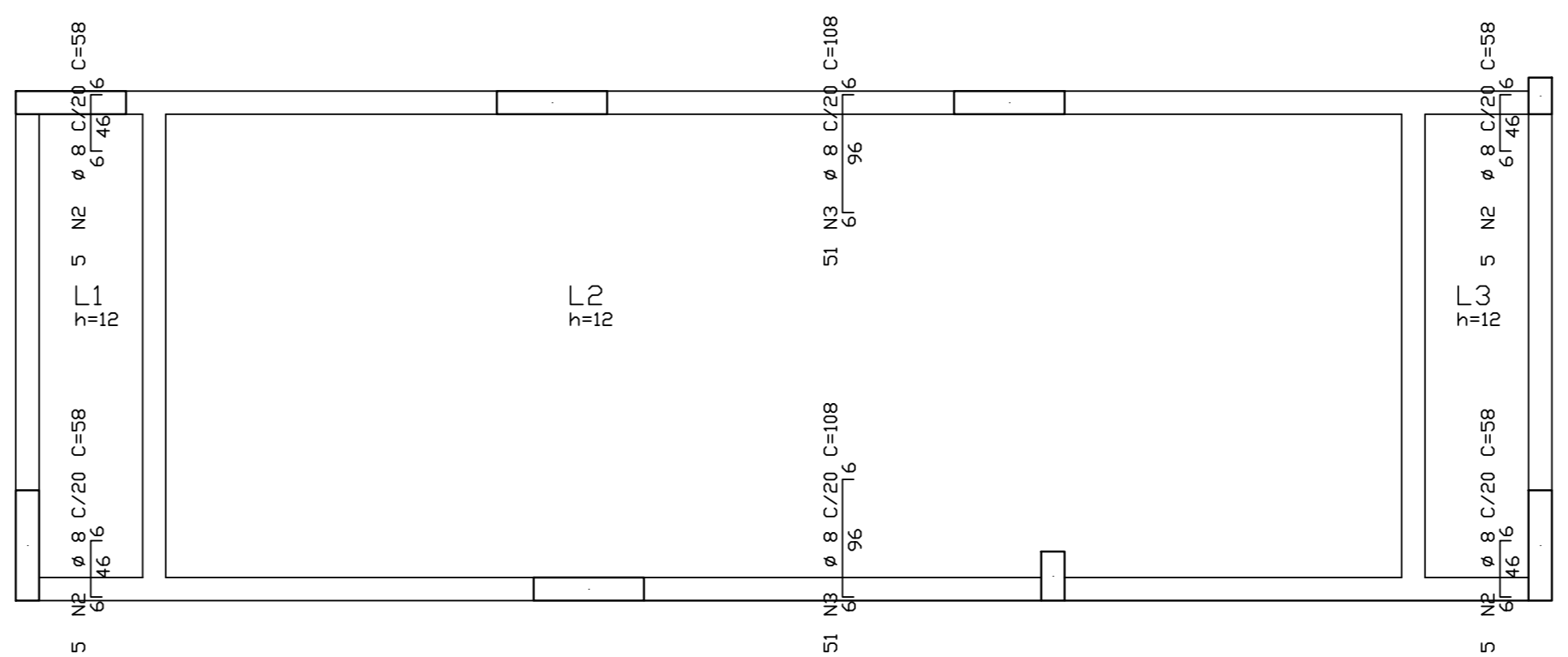
RESUMO TOTAL AÇO CA 50			
Aço	Bit (mm)	Compr (m)	Peso (kg)
50	8	115	45
Peso Total:		50A	45

Aço	Pos	Quant	BIT (mm)	Comprimento	
				Unit (cm)	Total (cm)
50	1	40	8	66	2640
50	2	20	8	58	1160
50	3	102	8	108	11016

RESUMO TOTAL AÇO CA 50			
Aço	Bit (mm)	Compr (m)	Peso (kg)
50	8	148	59
Peso Total:		50A	59



PLANTA BAIXA LAJES TÉCNICAS  
ESCALA: 1:50



PLANTA BAIXA COBERTURA DOS RESERVATÓRIOS  
ESCALA: 1:50

ARQUIVOS DE REFERENCIA

REV	DATA	EMISSÃO INICIAL	DISCRIMINAÇÃO	ALESSANDRO	RESPONSÁVEL
00	27/08/2019	EMISSÃO INICIAL		ALESSANDRO	RESPONSÁVEL

OBSERVAÇÕES:  
CONCRETO: fck = 30MPa

EDIFÍCIO RESIDENCIAL

RUA PROFESSOR OSCAR PEREIRA, 198 - PORTO ALEGRE

PROPRIETÁRIO: EMPRESA FANTASIA CONSTRUÇÕES E INCORPORAÇÕES

CONSTRUTORA: EMPRESA FANTASIA CONSTRUÇÕES E INCORPORAÇÕES

ASF ENGENHRIA

ASS/AUTOR-CREA:

ASS. CO-AUTOR-CREA:

PROJETO ESTRUTURAL

LAJES - L.T. E COB. RES. - ARM. NEGATIVAS HORIZONTAIS E VERTICAIS

EXPEDIENTE ÚNICO:

PROT. 000.000000.00.0

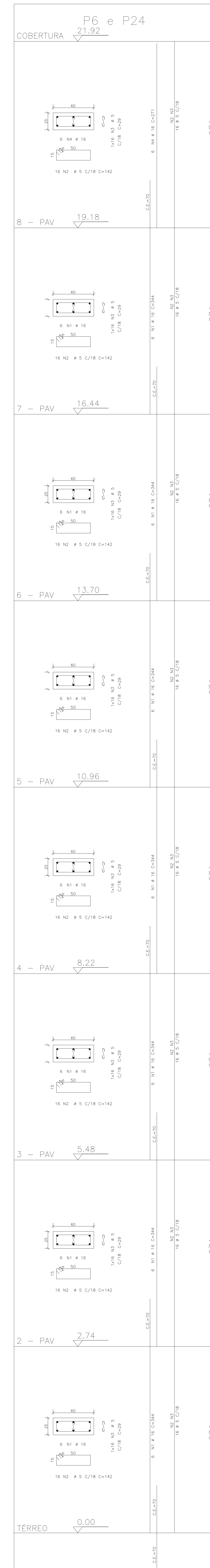
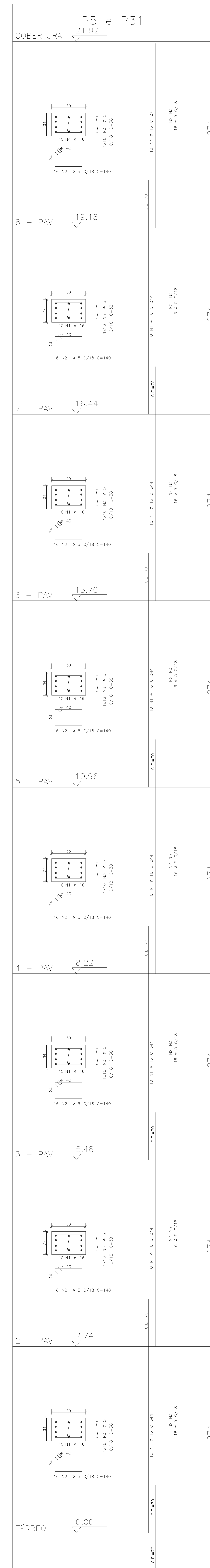
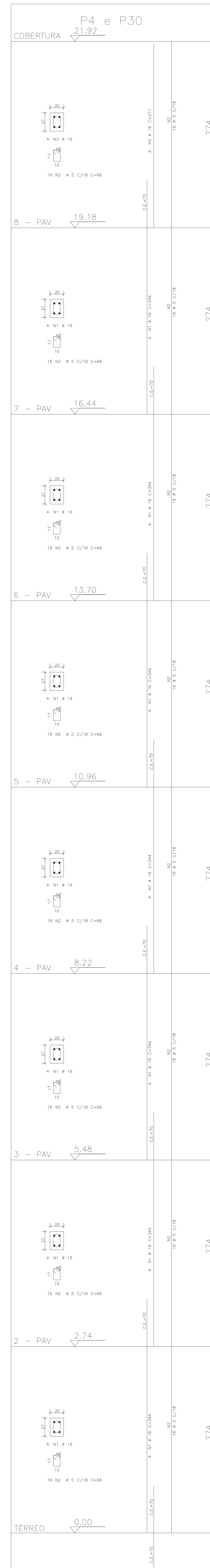
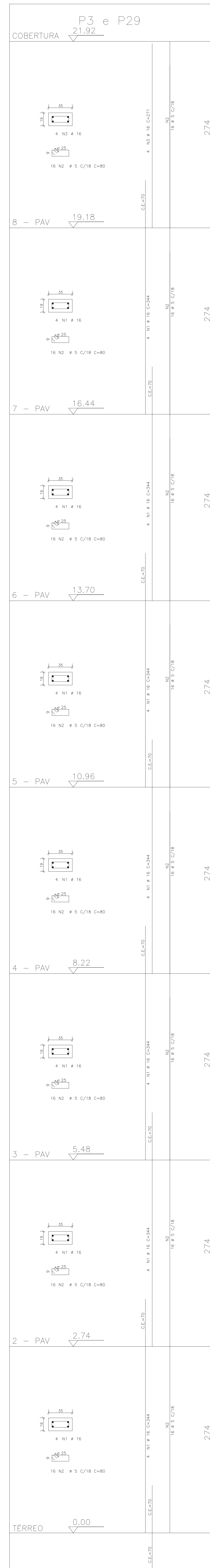
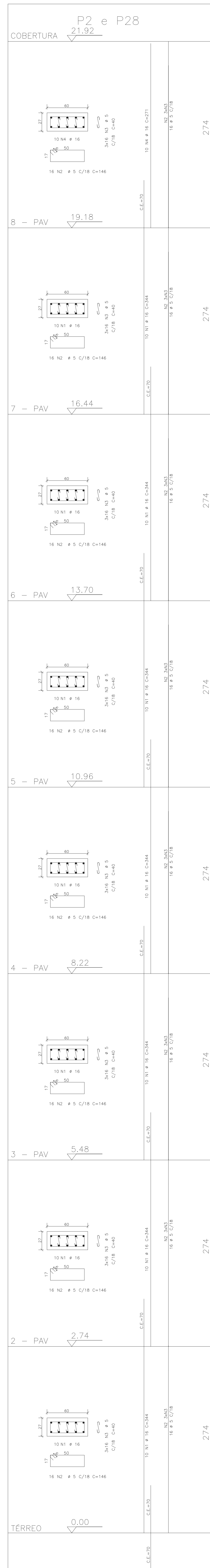
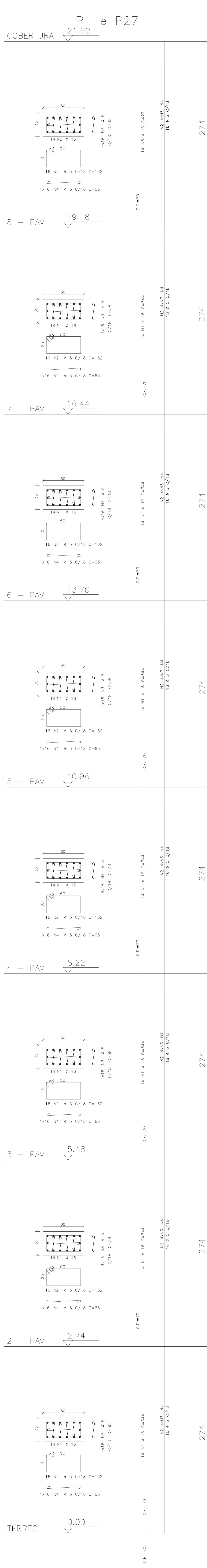
EMISSÃO: 01/11/2019

ESCALA: 1:50

DESENHO: ALESSANDRO

ARQUIVO: AP-EX-EST\_ACO\_LAJ-00010-LTECOBRESARNHENV-R00

FRANCA: 10-R00



Aço	Pos	Quant	BIT (mm)	Comprimento	Total (cm)
50	1	1	192	344	33112
60	2	178	5	162	20736
60	3	52	5	98	5146
60	4	128	5	65	8320
50	5	14	16	271	3794
50	1	70	16	344	24080
60	2	124	5	146	18688
60	3	84	5	69	5800
50	4	10	16	271	2710
50	1	128	16	344	43904
60	2	178	5	162	22736
60	3	52	5	98	5146
60	4	128	5	65	8320
50	5	14	16	271	3794
50	1	70	16	344	24080
60	2	124	5	146	18688
60	3	84	5	69	5800
50	4	10	16	271	2710
50	1	47	16	344	14448
60	2	128	5	142	18176
60	3	128	5	29	3712
60	4	6	16	271	1626

Aço	Bit (mm)	Compr (m)	Peso (kg)
50	5	277	507
50	16	608	4058
50	608	521	4058
Resumo de Aço por Pavimento CA 50-60			
Aço	Bit (mm) <td>Compr (m) <td>Peso (kg) </td></td>	Compr (m) <td>Peso (kg) </td>	Peso (kg)
50	5	428	66
50	16	608	55
50	608	66	521
Resumo de Aço por Pavimento CA 50-60			
Aço	Bit (mm) <td>Compr (m) <td>Peso (kg) </td></td>	Compr (m) <td>Peso (kg) </td>	Peso (kg)
50	5	428	66
50	16	608	55
50	608	66	521
Resumo de Aço por Pavimento CA 50-60			
Aço	Bit (mm) <td>Compr (m) <td>Peso (kg) </td></td>	Compr (m) <td>Peso (kg) </td>	Peso (kg)
50	5	428	66
50	16	608	55
50	608	66	521
Resumo de Aço por Pavimento CA 50-60			
Aço	Bit (mm) <td>Compr (m) <td>Peso (kg) </td></td>	Compr (m) <td>Peso (kg) </td>	Peso (kg)
50	5	428	66
50	16	608	55
50	608	66	521
Resumo de Aço por Pavimento CA 50-60			
Aço	Bit (mm) <td>Compr (m) <td>Peso (kg) </td></td>	Compr (m) <td>Peso (kg) </td>	Peso (kg)
50	5	428	66
50	16	608	55
50	608	66	521
Resumo de Aço por Pavimento CA 50-60			
Aço	Bit (mm) <td>Compr (m) <td>Peso (kg) </td></td>	Compr (m) <td>Peso (kg) </td>	Peso (kg)
50	5	428	66
50	16	608	55
50	608	66	521

ARQUIVOS DE REFERENCIA

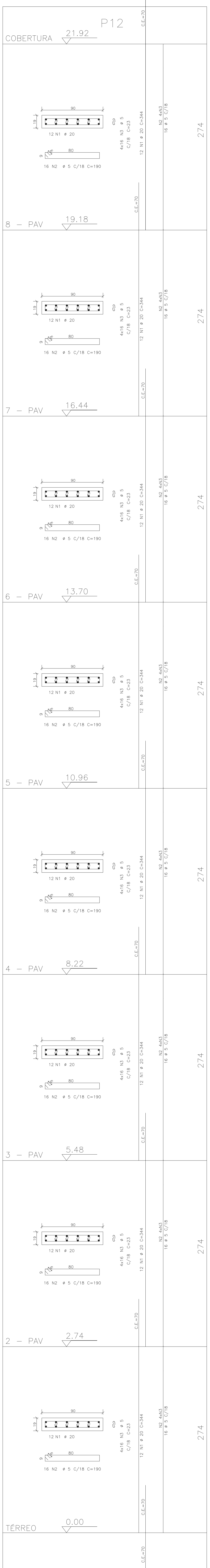
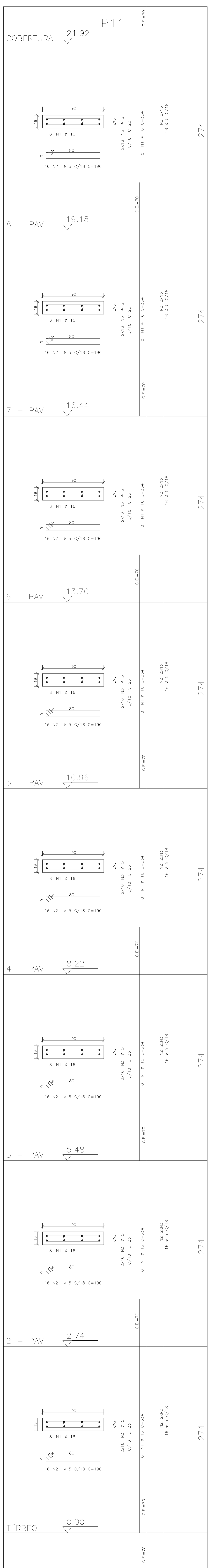
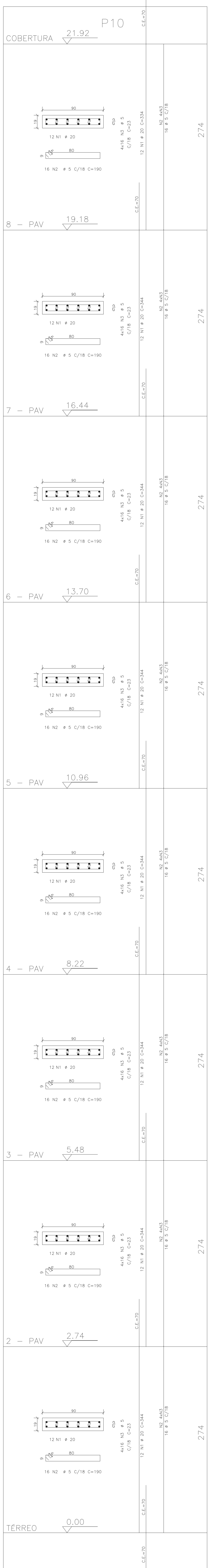
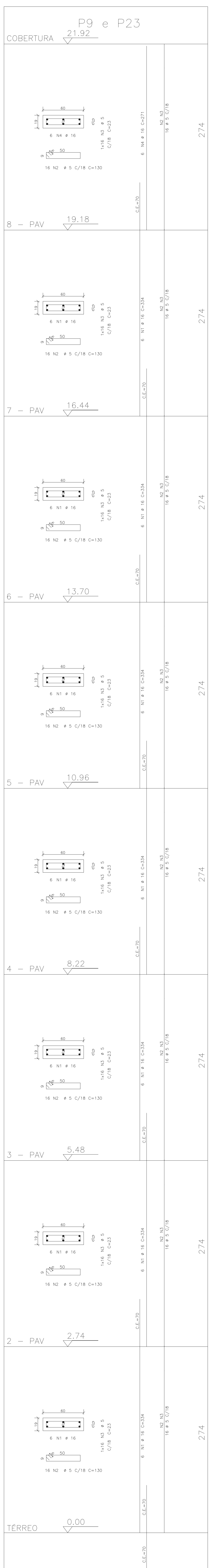
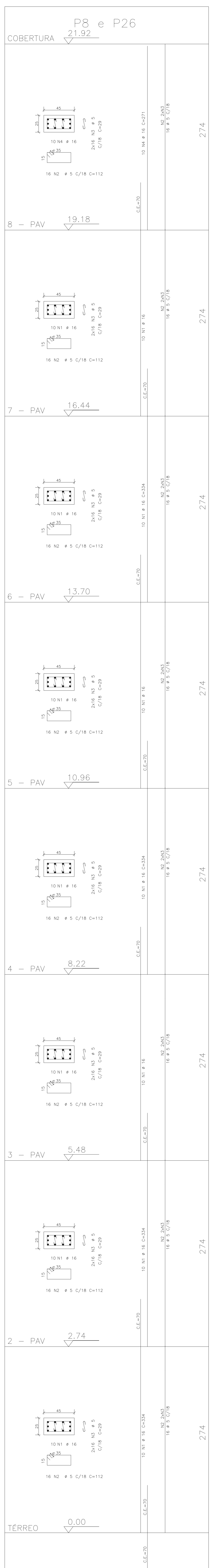
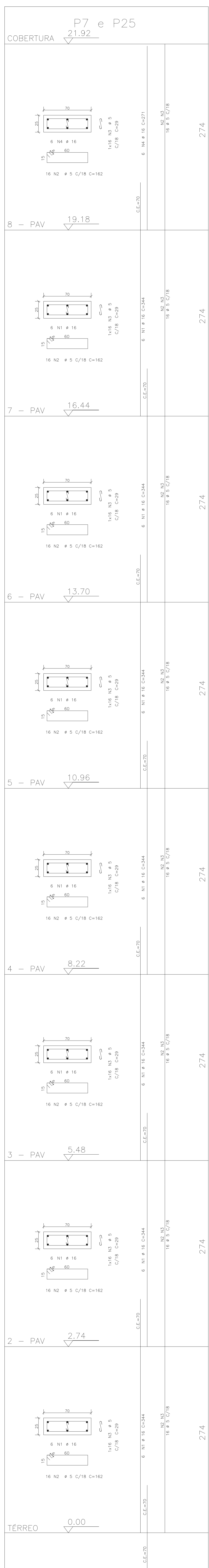
NO	EXTENSÃO	VERSÃO	DATA	COMPROVAÇÃO	APROVADO	RESPONSÁVEL

CONCRETO: f<sub>ck</sub> = 30MPa  
C.E. F-1001 - REPRESENTA O COMPRIMENTO DE ESPERA

EDIFÍCIO RESIDENCIAL  
RUA PROFESSOR OSCAR PEREIRA, 108 - PORTO ALEGRE  
RS

ASF ENGENHRIA

PROJETO ESTRUTURAL  
PIARES - TÉRREO AD (P-PAV) P1=P27 / P2=P28 / P3=P29  
P4=P30 / P5=P31 / P6=P24



Aço	Pos	Quant	Bit (mm)	Comprimento	Comprimento
50	1	42	16	344	14448
60	2	178	5	162	28776
50	3	178	5	251	44776
50	4	6	16	271	1626
50	1	70	16	344	24080
60	2	178	5	112	19936
60	3	208	5	20	4160
60	4	10	16	271	2710
50	1	42	16	344	14448
60	2	178	5	23	2544
60	3	16	16	271	4336
50	1	96	20	344	33024
60	2	178	5	190	24320
60	3	16	16	271	4336
50	1	64	16	344	22016
60	2	178	5	190	24320
60	3	16	16	271	4336
50	1	96	20	344	33024
60	2	178	5	190	24320
60	3	16	16	271	4336

Aço	Bit (mm)	Compr (m)	Peso (kg)
60	5	2340	380
50	16	179	287
50	20	608	1629
Peso Total			2047
SOMA =			3836

Aço	Bit (mm)	Compr (m)	Peso (kg)
60	5	179	287
50	16	179	287
50	20	608	1629
Peso Total			1203
SOMA =			486

Aço	Bit (mm)	Compr (m)	Peso (kg)
60	5	292	45
50	16	179	287
50	20	608	1629
Peso Total			2047
SOMA =			486

Aço	Bit (mm)	Compr (m)	Peso (kg)
60	5	292	45
50	16	179	287
50	20	608	1629
Peso Total			2047
SOMA =			486

Aço	Bit (mm)	Compr (m)	Peso (kg)
60	5	292	45
50	16	179	287
50	20	608	1629
Peso Total			2047
SOMA =			486

Aço	Bit (mm)	Compr (m)	Peso (kg)
60	5	292	45
50	16	179	287
50	20	608	1629
Peso Total			2047
SOMA =			486

Aço	Bit (mm)	Compr (m)	Peso (kg)
60	5	292	45
50	16	179	287
50	20	608	1629
Peso Total			2047
SOMA =			486

Aço	Bit (mm)	Compr (m)	Peso (kg)
60	5	292	45
50	16	179	287
50	20	608	1629
Peso Total			2047
SOMA =			486

Aço	Bit (mm)	Compr (m)	Peso (kg)
60	5	292	45
50	16	179	287
50	20	608	1629
Peso Total			2047
SOMA =			486

Aço	Bit (mm)	Compr (m)	Peso (kg)
60	5	292	45
50	16	147	232
50	20	608	1629
Peso Total			1906
SOMA =			435

ARQUIVOS DE REFERENCIA

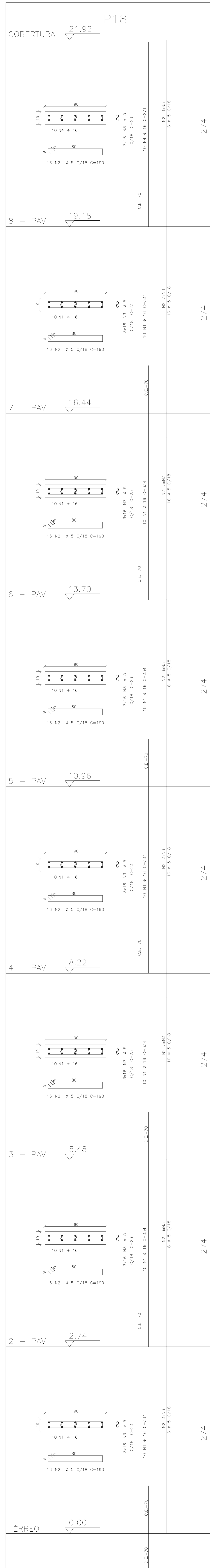
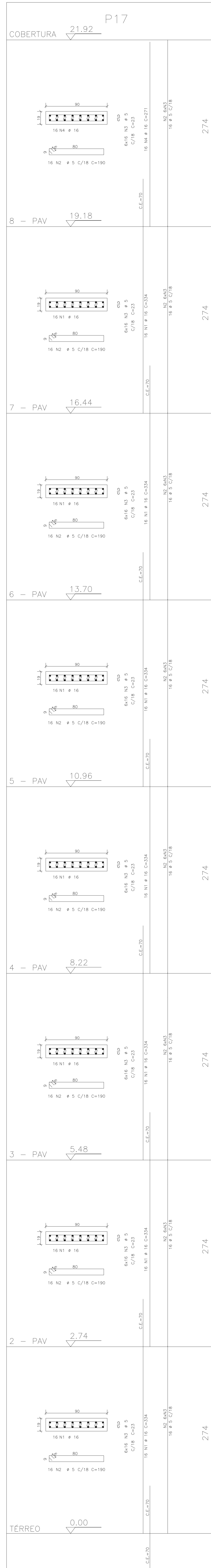
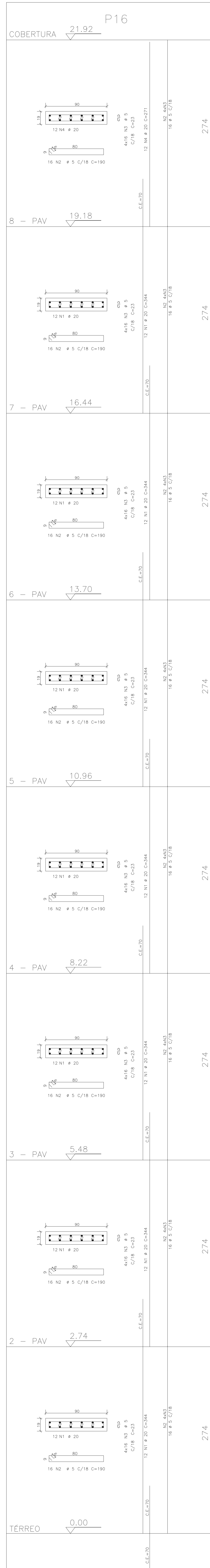
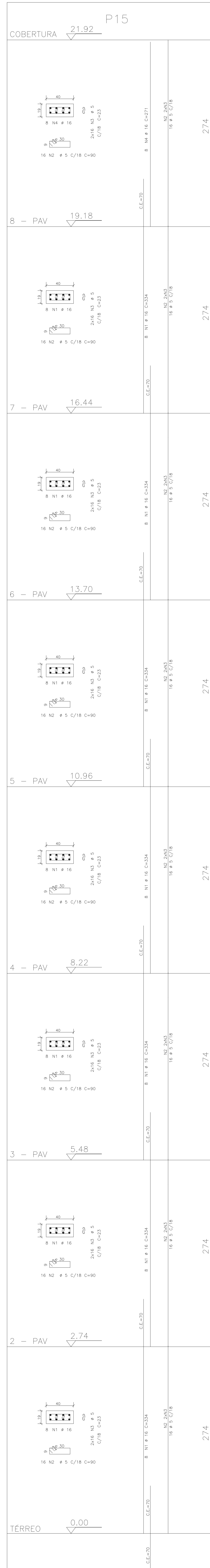
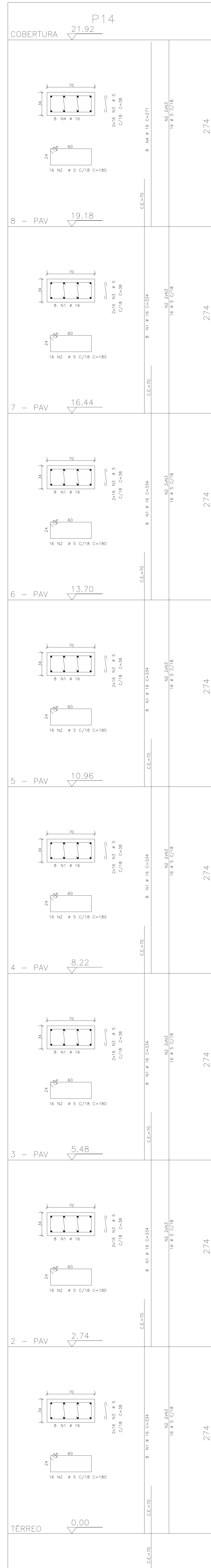
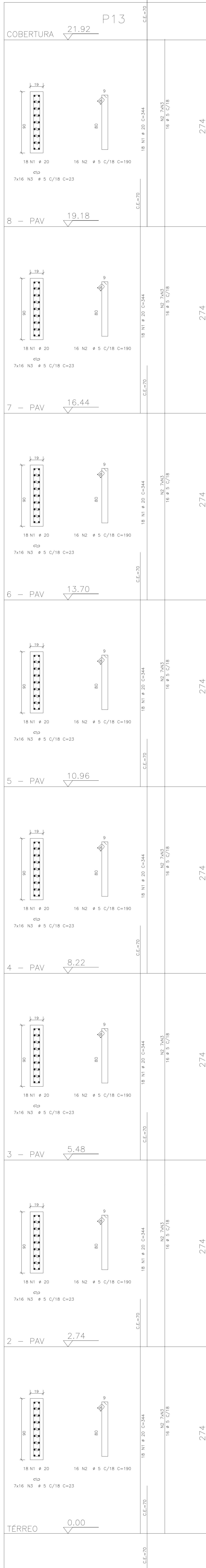
Arquivo	Descrição	Responsável

**CONCRETO: f<sub>ck</sub> = 30MPa**  
C.E. 1-0001 - REPRESENTA O COMPRIMENTO DE ESPERA

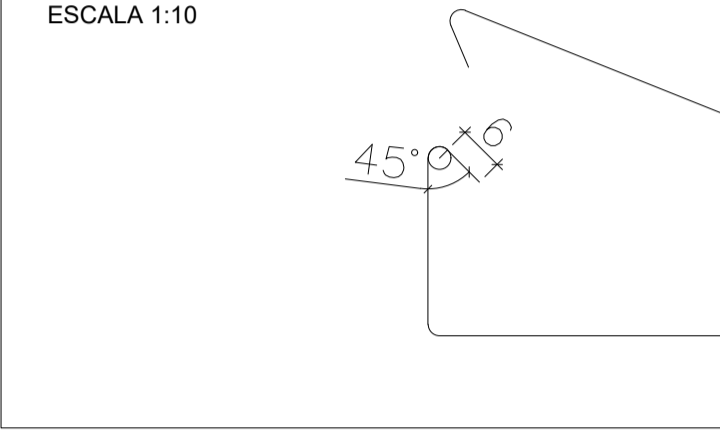
**EDIFÍCIO RESIDENCIAL**  
RUA PROFESSOR OSCAR PEREIRA, 108 - PORTO ALEGRE  
RS/BRASIL

**ASF ENGENHRIA**

**PROJETO ESTRUTURAL**  
PILARES - TÉRREO AD (P-PAV) P11/P25 / P12/P26 / P13/P27 / P14/P28 / P15/P29 / P16/P30 / P17/P31 / P18/P32 / P19/P33 / P20/P34 / P21/P35 / P22/P36 / P23/P37 / P24/P38 / P25/P39 / P26/P40 / P27/P41 / P28/P42 / P29/P43 / P30/P44 / P31/P45 / P32/P46 / P33/P47 / P34/P48 / P35/P49 / P36/P50 / P37/P51 / P38/P52 / P39/P53 / P40/P54 / P41/P55 / P42/P56 / P43/P57 / P44/P58 / P45/P59 / P46/P60 / P47/P61 / P48/P62 / P49/P63 / P50/P64 / P51/P65 / P52/P66 / P53/P67 / P54/P68 / P55/P69 / P56/P70 / P57/P71 / P58/P72 / P59/P73 / P60/P74 / P61/P75 / P62/P76 / P63/P77 / P64/P78 / P65/P79 / P66/P80 / P67/P81 / P68/P82 / P69/P83 / P70/P84 / P71/P85 / P72/P86 / P73/P87 / P74/P88 / P75/P89 / P76/P90 / P77/P91 / P78/P92 / P79/P93 / P80/P94 / P81/P95 / P82/P96 / P83/P97 / P84/P98 / P85/P99 / P86/P100 / P87/P101 / P88/P102 / P89/P103 / P90/P104 / P91/P105 / P92/P106 / P93/P107 / P94/P108 / P95/P109 / P96/P110 / P97/P111 / P98/P112 / P99/P113 / P100/P114 / P101/P115 / P102/P116 / P103/P117 / P104/P118 / P105/P119 / P106/P120 / P107/P121 / P108/P122 / P109/P123 / P110/P124 / P111/P125 / P112/P126 / P113/P127 / P114/P128 / P115/P129 / P116/P130 / P117/P131 / P118/P132 / P119/P133 / P120/P134 / P121/P135 / P122/P136 / P123/P137 / P124/P138 / P125/P139 / P126/P140 / P127/P141 / P128/P142 / P129/P143 / P130/P144 / P131/P145 / P132/P146 / P133/P147 / P134/P148 / P135/P149 / P136/P150 / P137/P151 / P138/P152 / P139/P153 / P140/P154 / P141/P155 / P142/P156 / P143/P157 / P144/P158 / P145/P159 / P146/P160 / P147/P161 / P148/P162 / P149/P163 / P150/P164 / P151/P165 / P152/P166 / P153/P167 / P154/P168 / P155/P169 / P156/P170 / P157/P171 / P158/P172 / P159/P173 / P160/P174 / P161/P175 / P162/P176 / P163/P177 / P164/P178 / P165/P179 / P166/P180 / P167/P181 / P168/P182 / P169/P183 / P170/P184 / P171/P185 / P172/P186 / P173/P187 / P174/P188 / P175/P189 / P176/P190 / P177/P191 / P178/P192 / P179/P193 / P180/P194 / P181/P195 / P182/P196 / P183/P197 / P184/P198 / P185/P199 / P186/P200 / P187/P201 / P188/P202 / P189/P203 / P190/P204 / P191/P205 / P192/P206 / P193/P207 / P194/P208 / P195/P209 / P196/P210 / P197/P211 / P198/P212 / P199/P213 / P200/P214 / P201/P215 / P202/P216 / P203/P217 / P204/P218 / P205/P219 / P206/P220 / P207/P221 / P208/P222 / P209/P223 / P210/P224 / P211/P225 / P212/P226 / P213/P227 / P214/P228 / P215/P229 / P216/P230 / P217/P231 / P218/P232 / P219/P233 / P220/P234 / P221/P235 / P222/P236 / P223/P237 / P224/P238 / P225/P239 / P226/P240 / P227/P241 / P228/P242 / P229/P243 / P230/P244 / P231/P245 / P232/P246 / P233/P247 / P234/P248 / P235/P249 / P236/P250 / P237/P251 / P238/P252 / P239/P253 / P240/P254 / P241/P255 / P242/P256 / P243/P257 / P244/P258 / P245/P259 / P246/P260 / P247/P261 / P248/P262 / P249/P263 / P250/P264 / P251/P265 / P252/P266 / P253/P267 / P254/P268 / P255/P269 / P256/P270 / P257/P271 / P258/P272 / P259/P273 / P260/P274 / P261/P275 / P262/P276 / P263/P277 / P264/P278 / P265/P279 / P266/P280 / P267/P281 / P268/P282 / P269/P283 / P270/P284 / P271/P285 / P272/P286 / P273/P287 / P274/P288 / P275/P289 / P276/P290 / P277/P291 / P278/P292 / P279/P293 / P280/P294 / P281/P295 / P282/P296 / P283/P297 / P284/P298 / P285/P299 / P286/P300 / P287/P301 / P288/P302 / P289/P303 / P290/P304 / P291/P305 / P292/P306 / P293/P307 / P294/P308 / P295/P309 / P296/P310 / P297/P311 / P298/P312 / P299/P313 / P300/P314 / P301/P315 / P302/P316 / P303/P317 / P304/P318 / P305/P319 / P306/P320 / P307/P321 / P308/P322 / P309/P323 / P310/P324 / P311/P325 / P312/P326 / P313/P327 / P314/P328 / P315/P329 / P316/P330 / P317/P331 / P318/P332 / P319/P333 / P320/P334 / P321/P335 / P322/P336 / P323/P337 / P324/P338 / P325/P339 / P326/P340 / P327/P341 / P328/P342 / P329/P343 / P330/P344 / P331/P345 / P332/P346 / P333/P347 / P334/P348 / P335/P349 / P336/P350 / P337/P351 / P338/P352 / P339/P353 / P340/P354 / P341/P355 / P342/P356 / P343/P357 / P344/P358 / P345/P359 / P346/P360 / P347/P361 / P348/P362 / P349/P363 / P350/P364 / P351/P365 / P352/P366 / P353/P367 / P354/P368 / P355/P369 / P356/P370 / P357/P371 / P358/P372 / P359/P373 / P360/P374 / P361/P375 / P362/P376 / P363/P377 / P364/P378 / P365/P379 / P366/P380 / P367/P381 / P368/P382 / P369/P383 / P370/P384 / P371/P385 / P372/P386 / P373/P387 / P374/P388 / P375/P389 / P376/P390 / P377/P391 / P378/P392 / P379/P393 / P380/P394 / P381/P395 / P382/P396 / P383/P397 / P384/P398 / P385/P399 / P386/P400 / P387/P401 / P388/P402 / P389/P403 / P390/P404 / P391/P405 / P392/P406 / P393/P407 / P394/P408 / P395/P409 / P396/P410 / P397/P411 / P398/P412 / P399/P413 / P400/P414 / P401/P415 / P402/P416 / P403/P417 / P404/P418 / P405/P419 / P406/P420 / P407/P421 / P408/P422 / P409/P423 / P410/P424 / P411/P425 / P412/P426 / P413/P427 / P414/P428 / P415/P429 / P416/P430 / P417/P431 / P418/P432 / P419/P433 / P420/P434 / P421/P435 / P422/P436 / P423/P437 / P424/P438 / P425/P439 / P426/P440 / P427/P441 / P428/P442 / P429/P443 / P430/P444 / P431/P445 / P432/P446 / P433/P447 / P434/P448 / P435/P449 / P436/P450 / P437/P451 / P438/P452 / P439/P453 / P440/P454 / P441/P455 / P442/P456 / P443/P457 / P444/P458 / P445/P459 / P446/P460 / P447/P461 / P448/P462 / P449/P463 / P450/P464 / P451/P465 / P452/P466 / P453/P467 / P454/P468 / P455/P469 / P456/P470 / P457/P471 / P458/P472 / P459/P473 / P460/P474 / P461/P475 / P462/P476 / P463/P477 / P464/P478 / P465/P479 / P466/P480 / P467/P481 / P468/P482 / P469/P483 / P470/P484 / P471/P485 / P472/P486 / P473/P487 / P474/P488 / P475/P489 / P476/P490 / P477/P491 / P478/P492 / P479/P493 / P480/P494 / P481/P495 / P482/P496 / P483/P497 / P484/P498 / P485/P499 / P486/P500 / P487/P501 / P488/P502 / P489/P503 / P490/P504 / P491/P505 / P492/P506 / P493/P507 / P494/P508 / P495/P509 / P496/P510 / P497/P511 / P498/P512 / P499/P513 / P500/P514 / P501/P515 / P502/P516 / P503/P517 / P504/P518 / P505/P519 / P506/P520 / P507/P521 / P508/P522 / P509/P523 / P510/P524 / P511/P525 / P512/P526 / P513/P527 / P514/P528 / P515/P529 / P516/P530 / P517/P531 / P518/P532 / P519/P533 / P520/P534 / P521/P535 / P522/P536 / P523/P537 / P524/P538 / P525/P539 / P526/P540 / P527/P541 / P528/P542 / P529/P543 / P530/P544 / P531/P545 / P532/P546 / P533/P547 / P534/P548 / P535/P549 / P536/P550 / P537/P551 / P538/P552 / P539/P553 / P540/P554 / P541/P555 / P542/P556 / P543/P557 / P544/P558 / P545/P559 / P546/P560 / P547/P561 / P548/P562 / P549/P563 / P550/P564 / P551/P565 / P552/P566 / P553/P567 / P554/P568 / P555/P569 / P556/P570 / P557/P571 / P558/P572 / P559/P573 / P560/P574 / P561/P575 / P562/P576 / P563/P577 / P564/P578 / P565/P579 / P566/P580 / P567/P581 / P568/P582 / P569/P583 / P570/P584 / P571/P585 / P572/P586 / P573/P587 / P574/P588 / P575/P589 / P576/P590 / P577/P591 / P578/P592 / P579/P593 / P580/P594 / P581/P595 / P582/P596 / P583/P597 / P584/P598 / P585/P599 / P586/P600 / P587/P601 / P588/P602 / P589/P603 / P590/P604 / P591/P605 / P592/P606 / P593/P607 / P594/P608 / P595/P609 / P596/P610 / P597/P611 / P598/P612 / P599/P613 / P600/P614 / P601/P615 / P602/P616 / P603/P617 / P604/P618 / P605/P619 / P606/P620 / P607/P621 / P608/P622 / P609/P623 / P610/P624 / P611/P625 / P612/P626 / P613/P627 / P614/P628 / P615/P629 / P616/P630 / P617/P631 / P618/P632 / P619/P633 / P620/P634 / P621/P635 / P622/P636 / P623/P637 / P624/P638 / P625/P639 / P626/P640 / P627/P641 / P628/P642 / P629/P643 / P630/P644 / P631/P645 / P632/P646 / P633/P647 / P634/P648 / P635/P649 / P636/P650 / P637/P651 / P638/P652 / P639/P653 / P640/P654 / P641/P655 / P642/P656 / P643/P657 / P644/P658 / P645/P659 / P646/P660 / P647/P661 / P648/P662 / P649/P663 / P650/P664 / P651/P665 / P652/P666 / P653/P667 / P654/P668 / P655/P669 / P656/P670 / P657/P671 / P658/P672 / P659/P673 / P660/P674 / P661/P675 / P662/P676 / P663/P677 / P664/P678 / P665/P679 / P666/P680 / P667/P681 / P668/P682 / P669/P683 / P670/P684 / P671/P685 / P672/P686 / P673/P687 / P674/P688 / P675/P689 / P676/P690 / P677/P691 / P678/P692 / P679/P693 / P680/P694 / P681/P695 / P682/P696 / P683/P697 / P684/P698 / P685/P699 / P686/P700 / P687/P701 / P688/P702 / P689/P703 / P690/P704 / P691/P705 / P692/P706 / P693/P707 / P694/P708 / P695/P709 / P696/P710 / P697/P711 / P698/P712 / P699/P713 / P700/P714 / P701/P715 / P702/P716 / P703/P717 / P704/P718 / P705/P719 / P706/P720 / P707/P721 / P708/P722 / P709/P723 / P710/P724 / P711/P725 / P712/P726 / P713/P727 / P714/P728 / P715/P729 / P716/P730 / P717/P731 / P718/P732 / P719/P733 / P720/P734 / P721/P735 / P722/P736 / P723/P737 / P724/P738 / P725/P739 / P726/P740 / P727/P741 / P728/P742 / P729/P743 / P730



DETALHE ESTRIBO



Aço	Pos	Quant	BIT (mm)	Comprimento	Unit (cm)	Total (cm)
50	1	144	20	344	49536	
60	2	128	5	190	24320	
80	3	896	5	23	20608	
50	1	56	16	344	19264	
60	2	128	5	190	24320	
80	3	256	5	39	9728	
50	4	8	16	271	2168	
50	1	66	16	344	22664	
60	2	128	5	90	11520	
80	3	256	5	23	5696	
50	4	8	16	271	2168	
50	1	86	20	344	28896	
60	2	128	5	190	24320	
80	3	512	5	23	11776	
50	4	8	20	271	2062	
50	1	112	16	344	38528	
60	2	128	5	190	24320	
80	3	768	5	23	17664	
50	4	16	16	271	4336	
50	1	70	16	344	24080	
60	2	128	5	190	24320	
80	3	384	5	23	8832	
50	4	10	16	271	2710	

Resumo Total Aço CA 50-60			Resumo de Aço por Pavimento CA 50-60		
Aço	Bit (mm)	Compr (m)	Aço	Bit (mm)	Compr (m)
50	5	293	50	5	258
60	16	758	60	16	144
80	20	805	80	20	103
Peso Total		608	Peso Total		482
		50A =			482
Resumo de Aço por Pavimento CA 50-60			Resumo de Aço por Pavimento CA 50-60		
Aço	Bit (mm)	Compr (m)	Aço	Bit (mm)	Compr (m)
50	5	258	50	5	258
60	16	144	60	16	144
80	20	103	80	20	103
Peso Total		608	Peso Total		608
		50A =			482
Resumo de Aço por Pavimento CA 50-60			Resumo de Aço por Pavimento CA 50-60		
Aço	Bit (mm)	Compr (m)	Aço	Bit (mm)	Compr (m)
50	5	258	50	5	258
60	16	144	60	16	144
80	20	103	80	20	103
Peso Total		608	Peso Total		608
		50A =			482
Resumo de Aço por Pavimento CA 50-60			Resumo de Aço por Pavimento CA 50-60		
Aço	Bit (mm)	Compr (m)	Aço	Bit (mm)	Compr (m)
50	5	258	50	5	258
60	16	144	60	16	144
80	20	103	80	20	103
Peso Total		608	Peso Total		608
		50A =			482

ARQUIVOS DE REFERENCIA

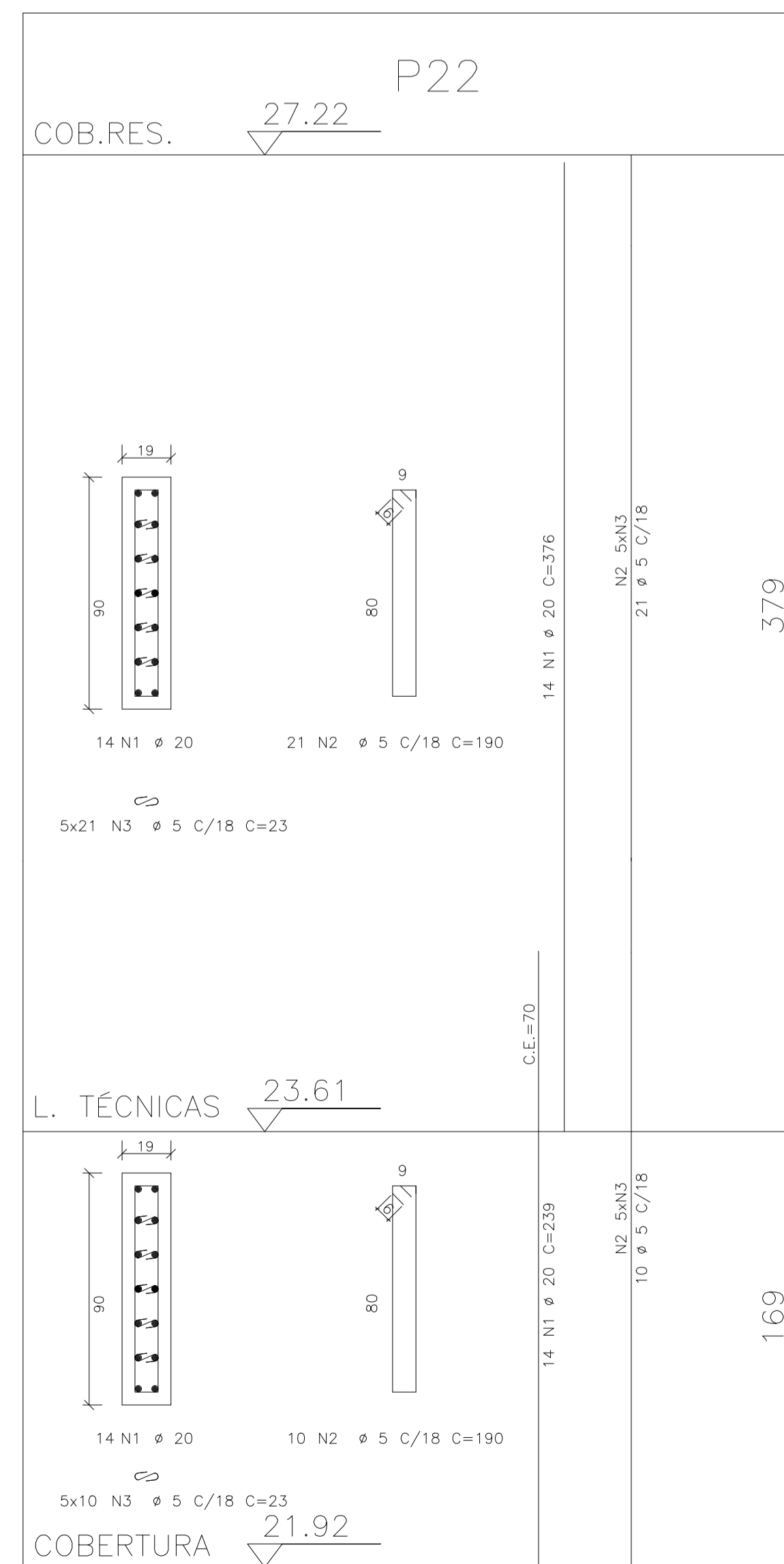
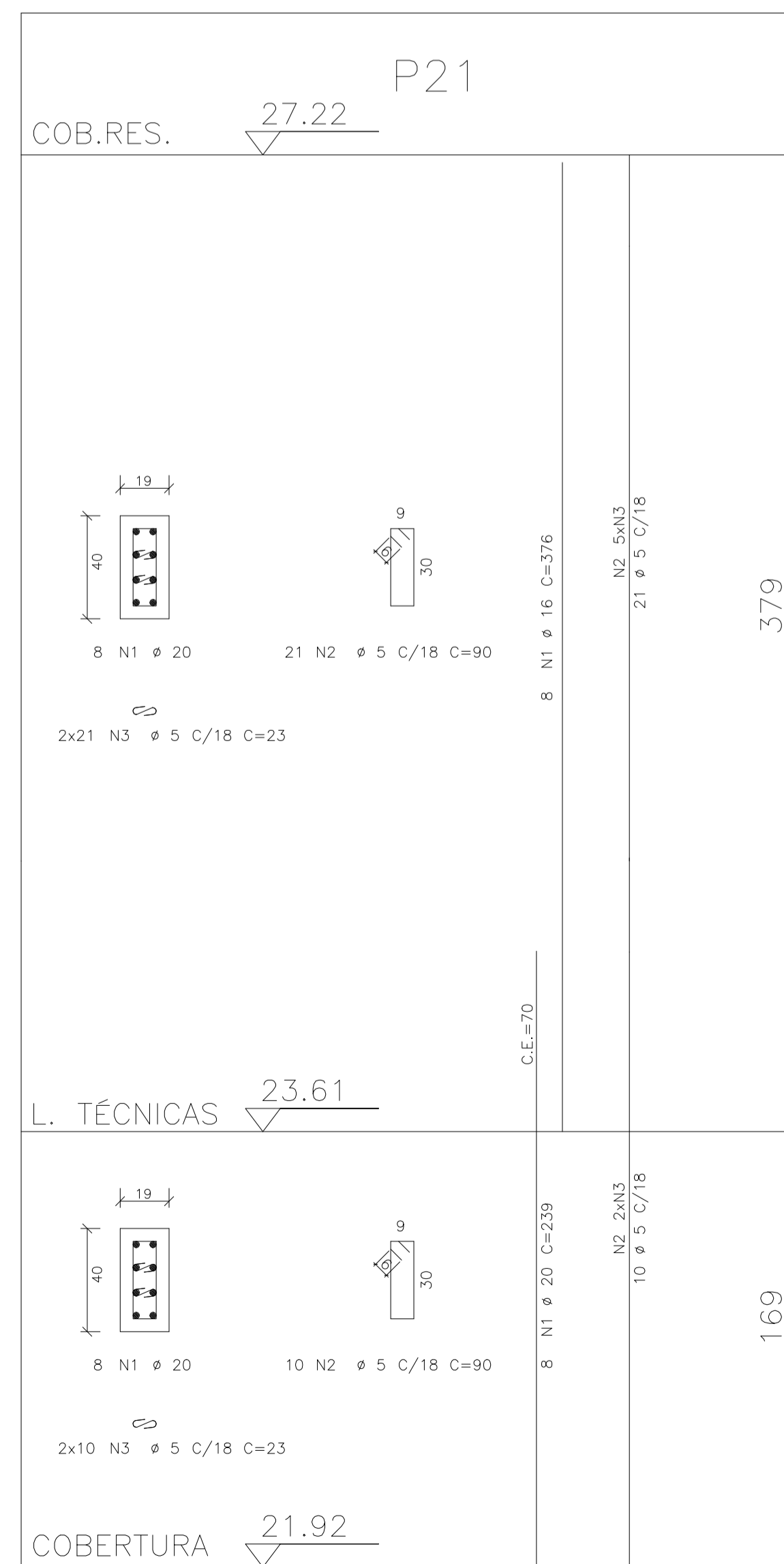
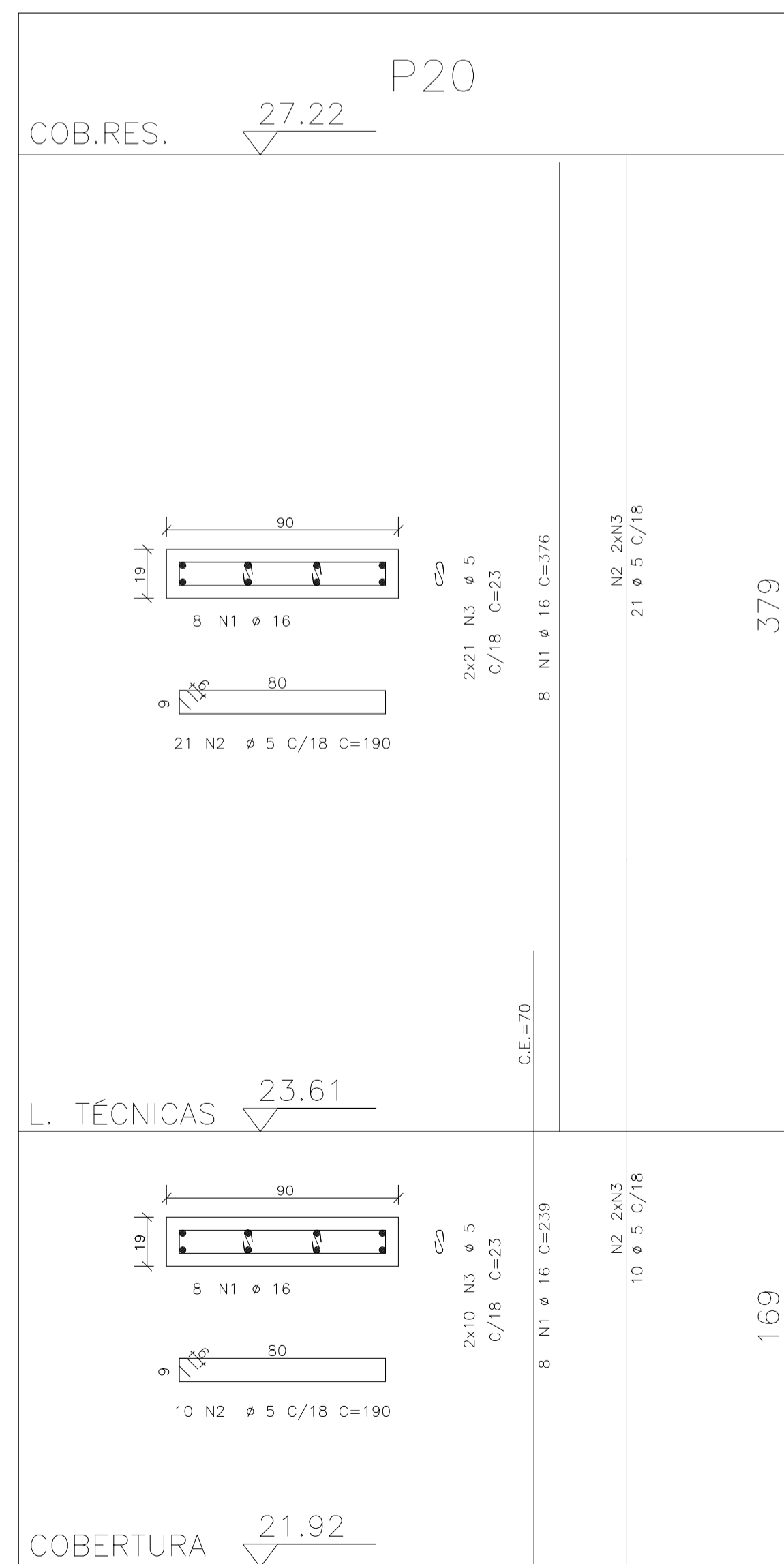
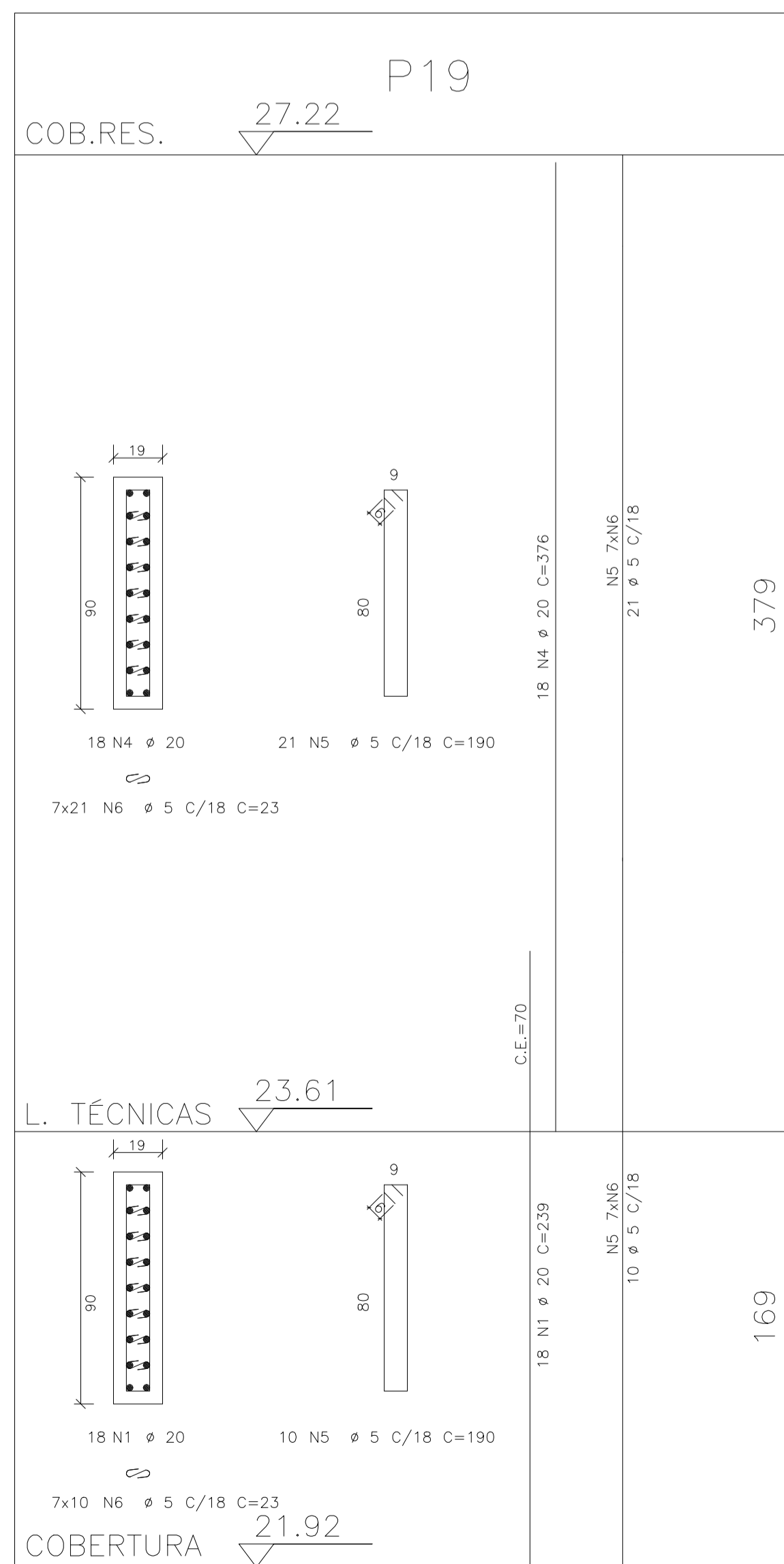
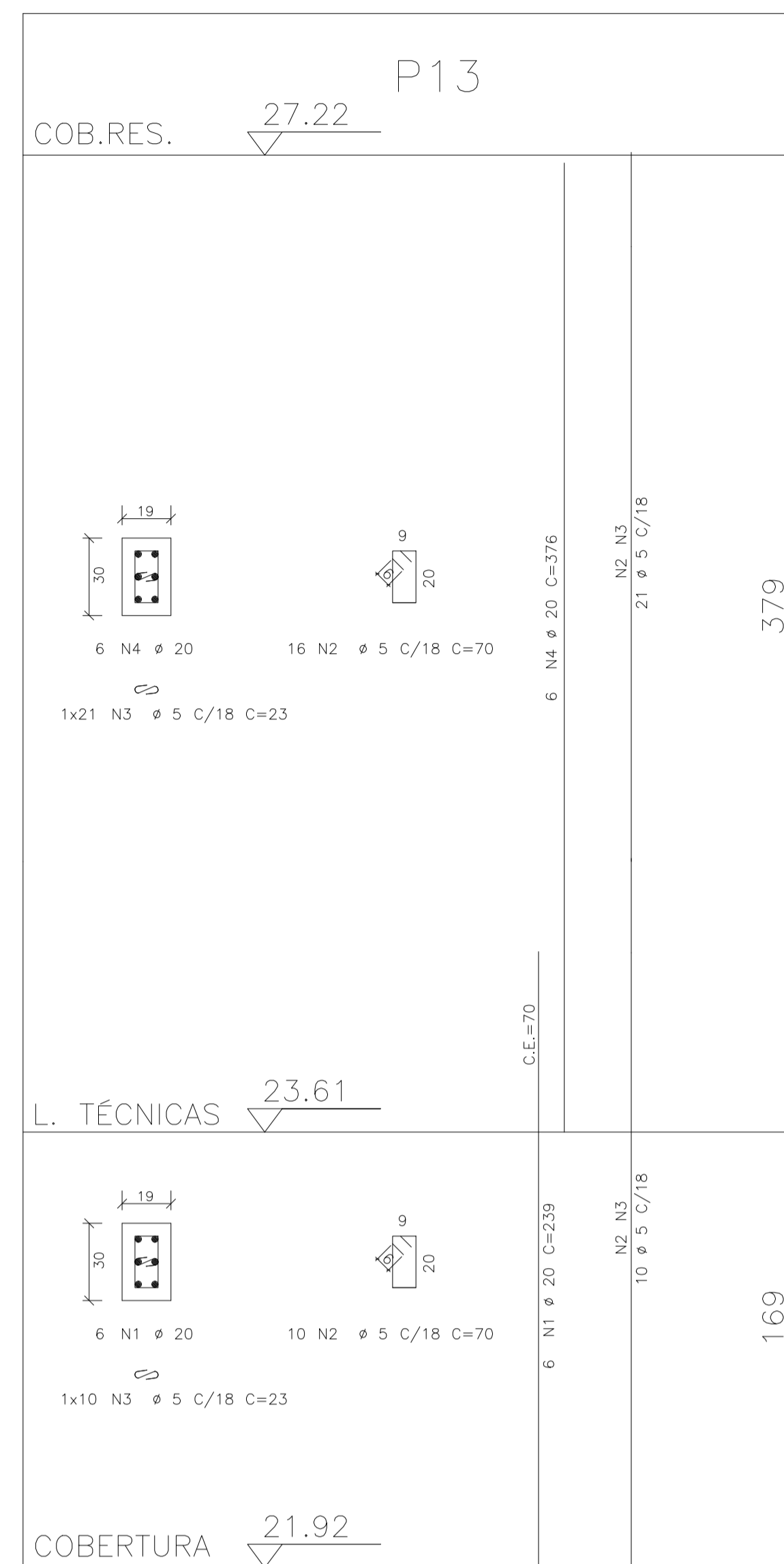
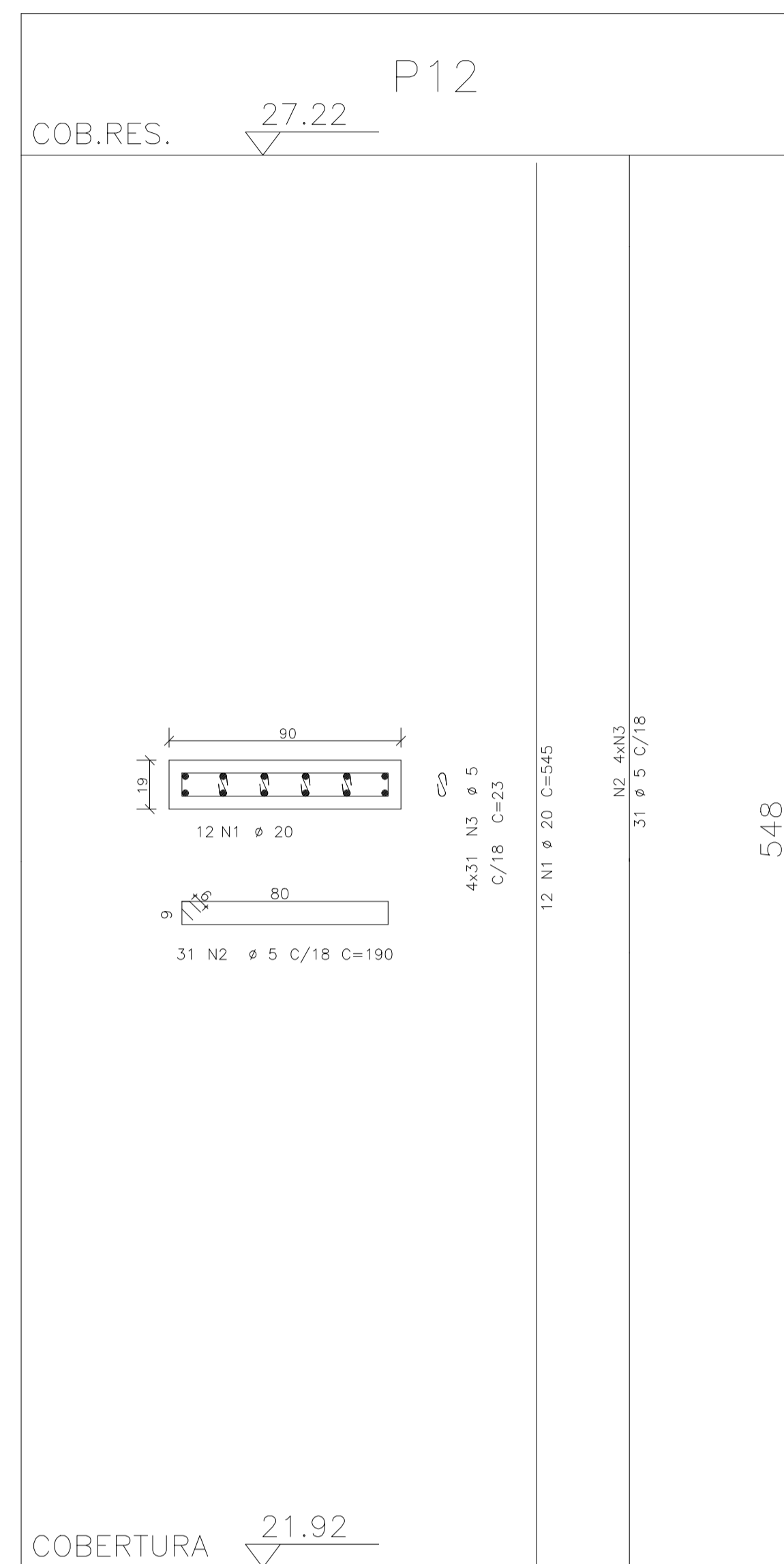
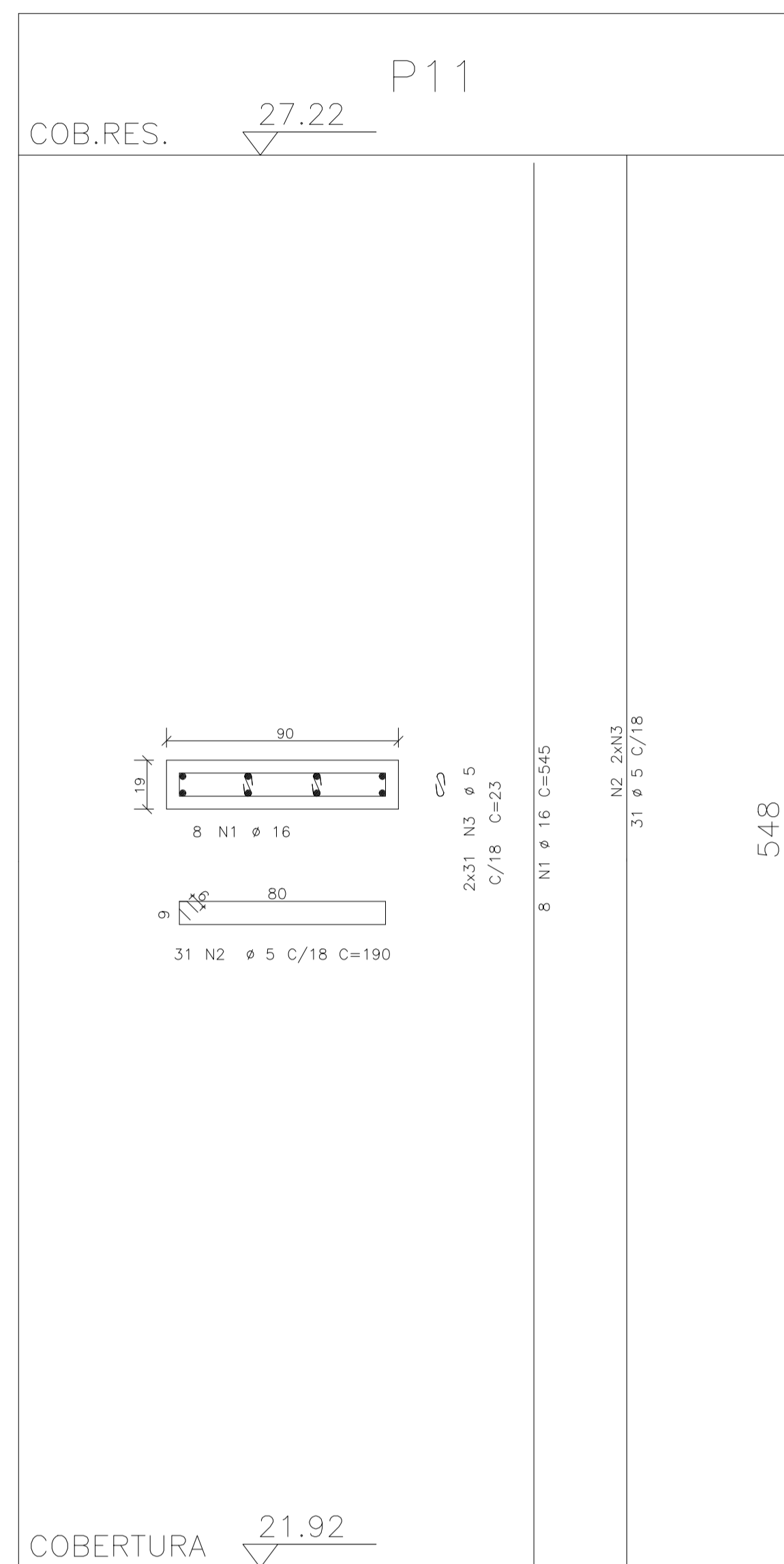
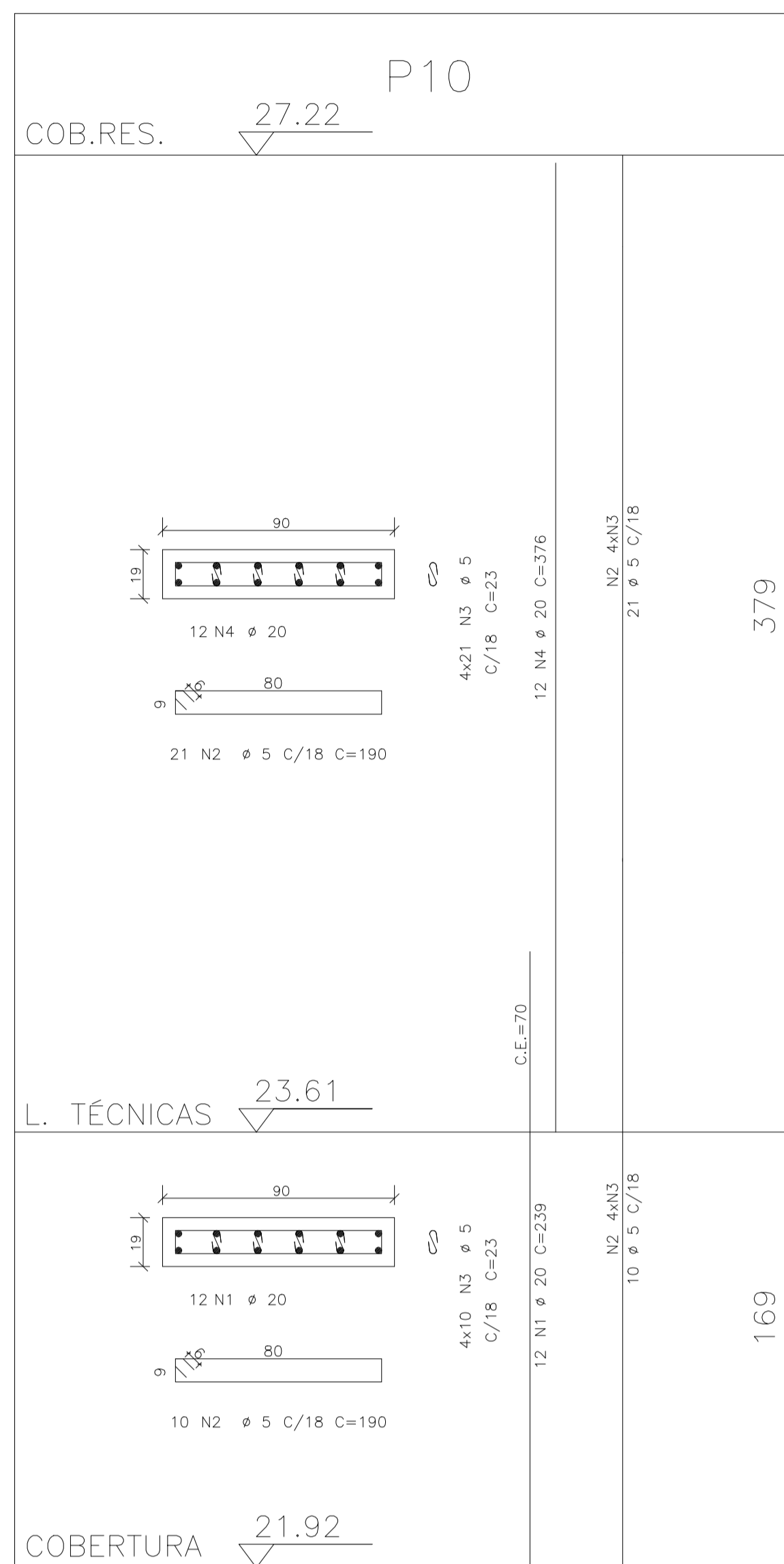
NO	EXTENSÃO	INDICAÇÃO	STATUS
01	01		
02	02		
03	03		
04	04		
05	05		

**CONCRETO: f<sub>ck</sub> = 30MPa**  
 C.E. 100% - REPRESENTA O COMPRIMENTO DE ESPERA

**EDIFÍCIO RESIDENCIAL**  
 RUA PROFESSOR OSCAR PEREIRA, 188 - PORTO ALEGRE  
 INTERVENÇÃO: REPAROS EM DANOS DE CONCRETO E REFORÇO DE ARMADURA

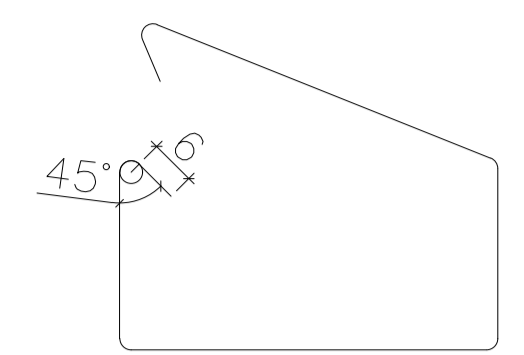
**ASF ENGENHRIA**





DETALHE ESTRIBO

ESCALA 1:10



Aço	Pos	Quant	BIT (mm)	Comprimento	
				Unit (cm)	Total (cm)
<b>P10</b>					
50	1	12	20	239	2868
60	2	31	5	190	5890
60	3	124	5	23	2852
50	4	12	20	376	4512
<b>P11</b>					
50	1	8	16	545	4360
60	2	31	5	190	5890
60	3	124	5	23	2852
<b>P12</b>					
50	1	12	20	545	6540
60	2	31	5	190	5890
60	3	124	5	23	2852
<b>P13</b>					
50	1	6	20	239	1434
60	2	31	5	190	5890
60	3	31	5	23	713
50	4	6	20	376	2256
<b>P19</b>					
50	1	18	20	239	4302
60	2	31	5	190	5890
60	3	217	5	23	4991
50	4	18	20	376	6768
<b>P20</b>					
50	1	8	16	239	1912
60	2	31	5	190	5890
60	3	62	5	23	1426
50	4	8	16	376	3008
<b>P21</b>					
50	1	8	20	239	1912
60	2	31	5	190	5890
60	3	62	5	23	1426
50	4	8	20	376	3008
<b>P22</b>					
50	1	10	20	239	2390
60	2	31	5	190	5890
60	3	115	5	23	2645
50	4	10	20	271	2710

Aço	Bit (mm)	Compr (m)	Peso (kg)
<b>Resumo Total Aço CA 50-60</b>			
60	5	655	101
50	16	93	146
50	20	387	954
Peso Total			60B = 101
Peso Total			50A = 1101
<b>Concretura - PAV</b>			
<b>Resumo de Aço por Pavimento CA 50-60</b>			
Aço	Bit (mm)	Compr (m)	Peso (kg)
60	5	211	33
50	16	63	99
50	20	194	480
Peso Total			60B = 33
Peso Total			50A = 579
<b>L. Técnica - PAV</b>			
<b>Resumo de Aço por Pavimento CA 50-60</b>			
Aço	Bit (mm)	Compr (m)	Peso (kg)
60	5	443	68
50	16	30	47
50	20	193	475
Peso Total			60B = 68
Peso Total			50A = 522

RE 0005-CA-ARA-002-PAVIMENTO-R01

ARQUIVOS DE REFERÊNCIA

REV	DATA	EMISSÃO INICIAL	DISPONIBILIZAÇÃO	ALESSANDRO	RESPONSÁVEL
00	27/08/2023	EMISSÃO INICIAL		ALESSANDRO	

**CONCRETO: fck = 30MPa**  
C.E.=70cm - REPRESENTA O COMPRIMENTO DE ESPERA

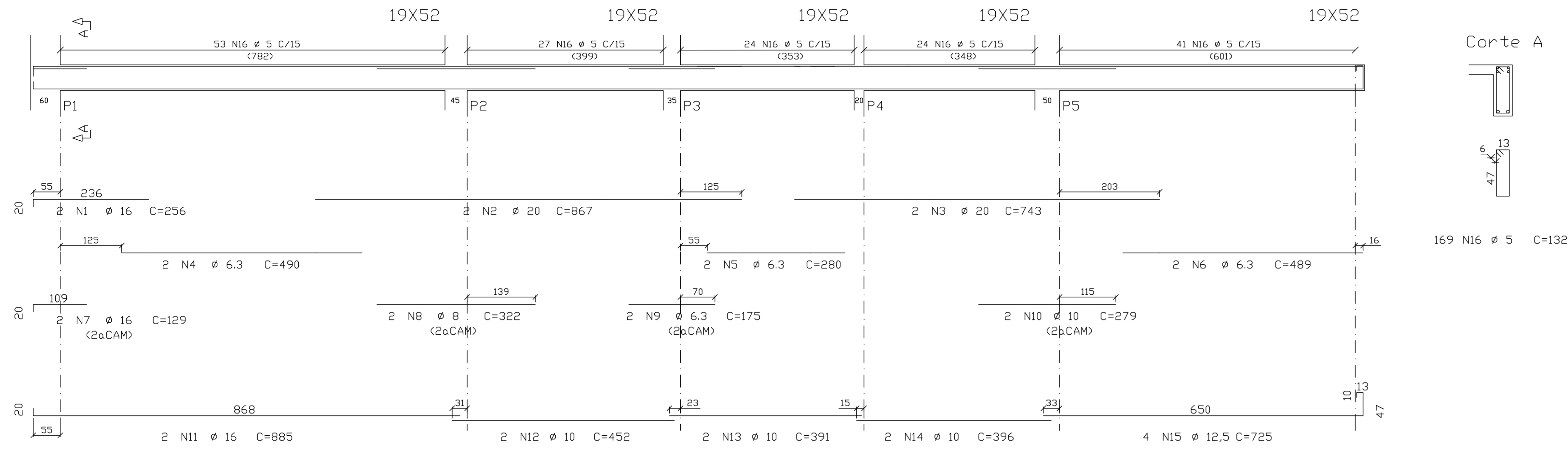
**EDIFÍCIO RESIDENCIAL**  
RUA PROFESSOR OSCAR PEREIRA, 198 - PORTO ALEGRE

**ASF ENGENHRIA**

PROJETO ESTRUTURAL		EXPERIENTE UNICO	
PILARES - COBERTURA A COB. RES.	P10 / P11 / P12 / P13 P19 / P20 / P21 / P22	PROJ: 000.000000.00.0	
EMISSÃO	ESCALA	DESENHO	PRIMEIRA
ARQUIVO	AF-EX-EST_ACO_PL-0005-COBLT-COBTRES-R00	ALESSANDRO	



V1=V14



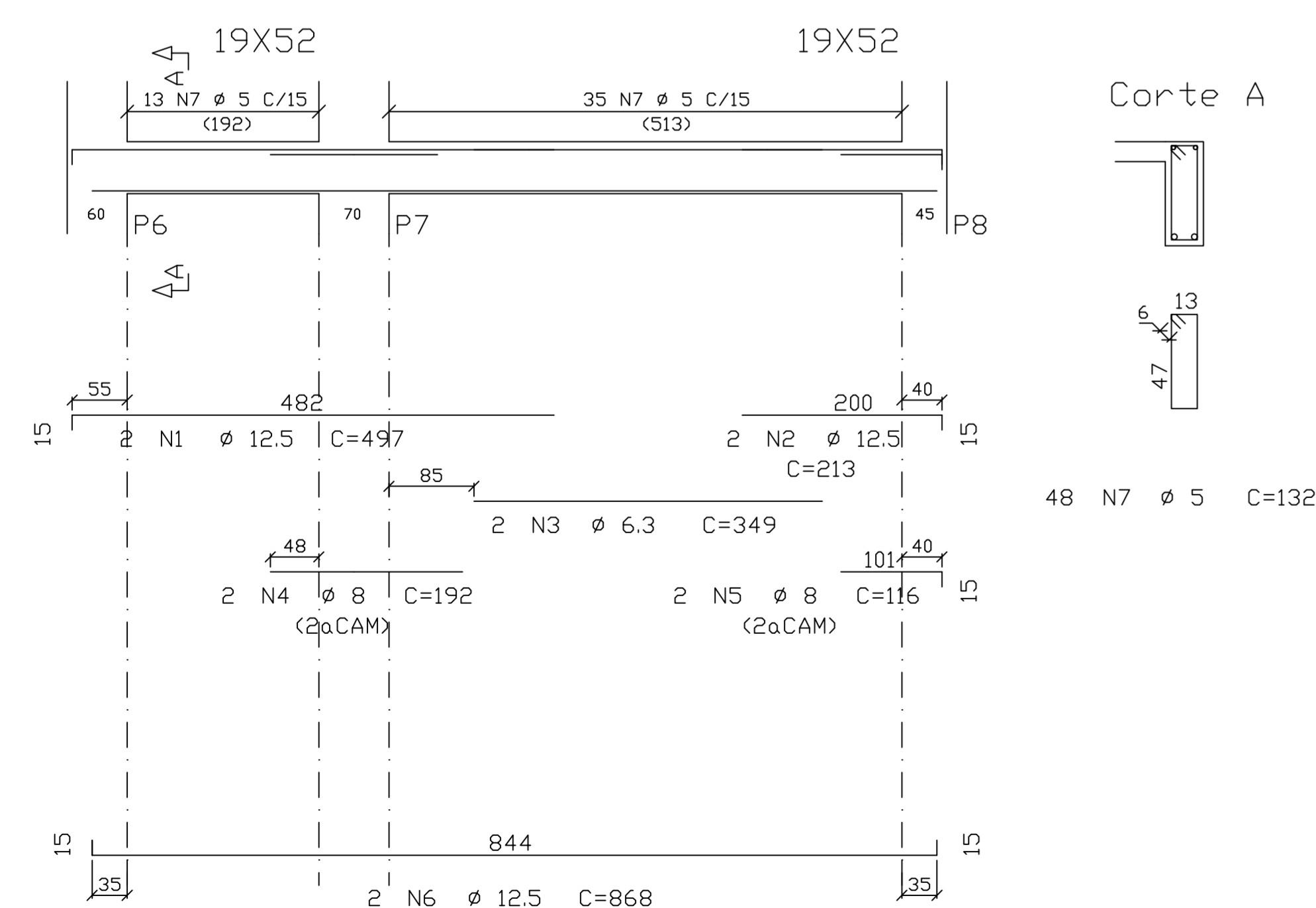
Aço	Pos	Quant	BIT (mm)	Comprimento	
				Unit (cm)	Total (cm)
V1=V14 (x2)					
50	1	4	16	256	1024
50	2	4	20	867	3468
50	3	4	20	743	2972
50	4	4	6,3	490	1960
50	5	4	6,3	280	1120
50	6	4	6,3	489	1956
50	7	4	16	129	516
50	8	4	8	322	1288
50	9	4	6,3	175	700
50	10	4	10	279	1116
50	11	4	16	885	3540
50	12	4	10	452	1808
50	13	4	10	391	1564
50	14	4	10	396	1584
50	15	8	12,5	725	5800
60	16	338	5	132	44616
V2=V13 (x2)					
50	1	4	12,5	497	1988
50	2	4	12,5	213	852
50	3	4	6,3	348	1392
50	4	4	8	192	768
50	5	4	8	116	464
50	6	4	12,5	868	3472
60	7	96	5	132	12672
V15					
50	1	4	20	308	1232
50	2	2	20	556	1112
50	3	4	6,3	206	824
50	4	4	20	224	896
50	5	2	20	394	788
50	6	4	10	142	568
50	7	2	10	270	540
50	8	6	16	670	4020
60	9	102	5	140	14280

Resumo Total Aço CA 50-60			
Aço	Bit (mm)	Compr (m)	Peso (kg)
60	5	716	110
50	6,3	80	19
50	8	25	10
50	10	72	44
50	12,5	121	117
50	16	91	144
50	20	105	258
Peso Total		60B =	110
Peso Total		50A =	592

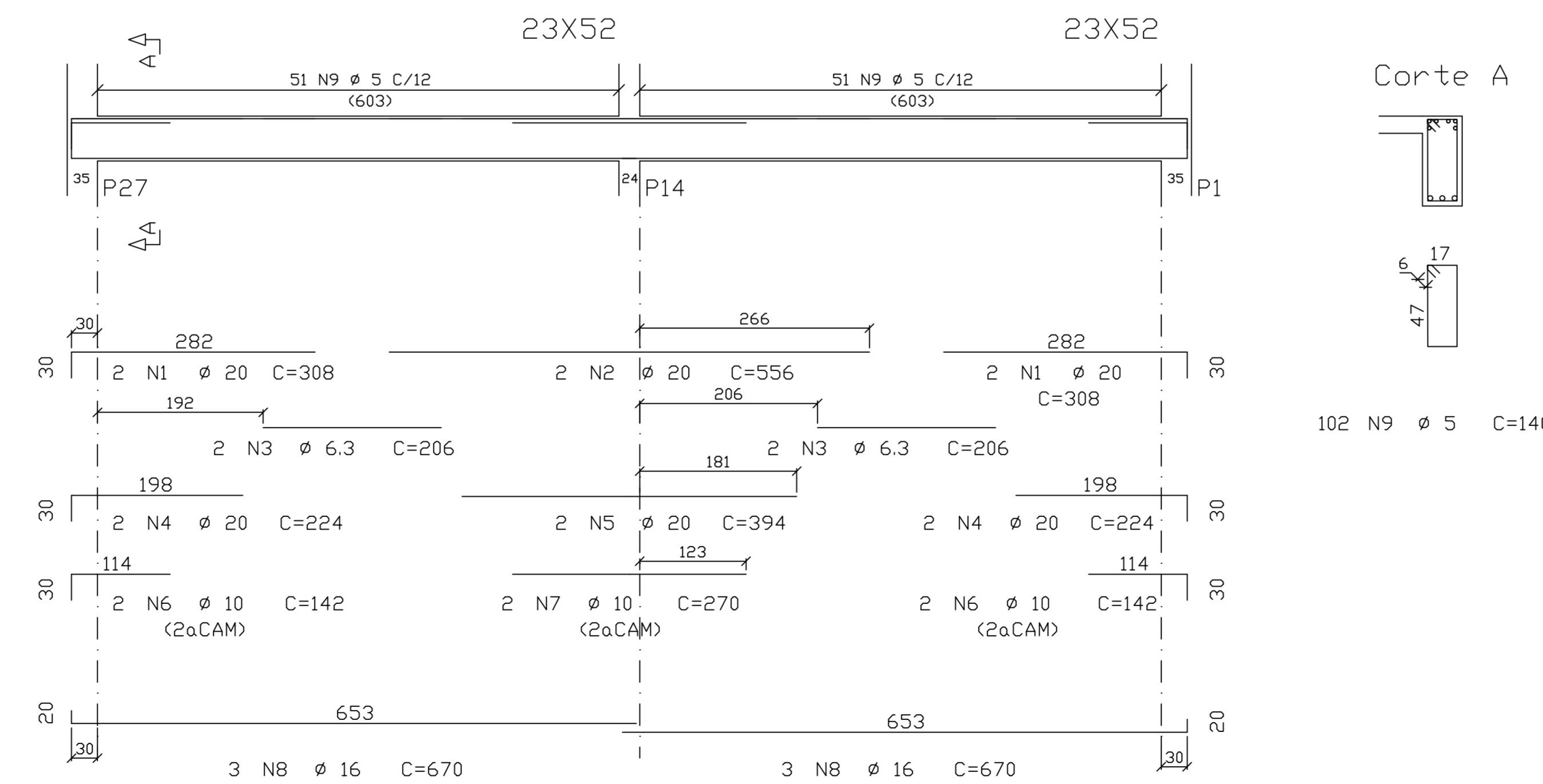
DETALHE EXECUTIVO EXTREMIDADES



V2=V13



V15



ARQUIVOS DE REFERÊNCIA

REV	DATA	EMISSÃO INICIAL	DISCRIMINAÇÃO	RESPONSÁVEL
00	27/08/2019	EMISSÃO INICIAL		ALESSANDRO

OBSERVAÇÕES:

EDIFÍCIO RESIDENCIAL

RUA PROFESSOR OSCAR PEREIRA, 198 - PORTO ALEGRE

PROPRIETÁRIO: EMPRESA FANTASIA CONSTRUÇÕES E INCORPORAÇÕES

CONSTRUIDOR: EMPRESA FANTASIA CONSTRUÇÕES E INCORPORAÇÕES

ASF ENGENHARIA

PROJETO ESTRUTURAL

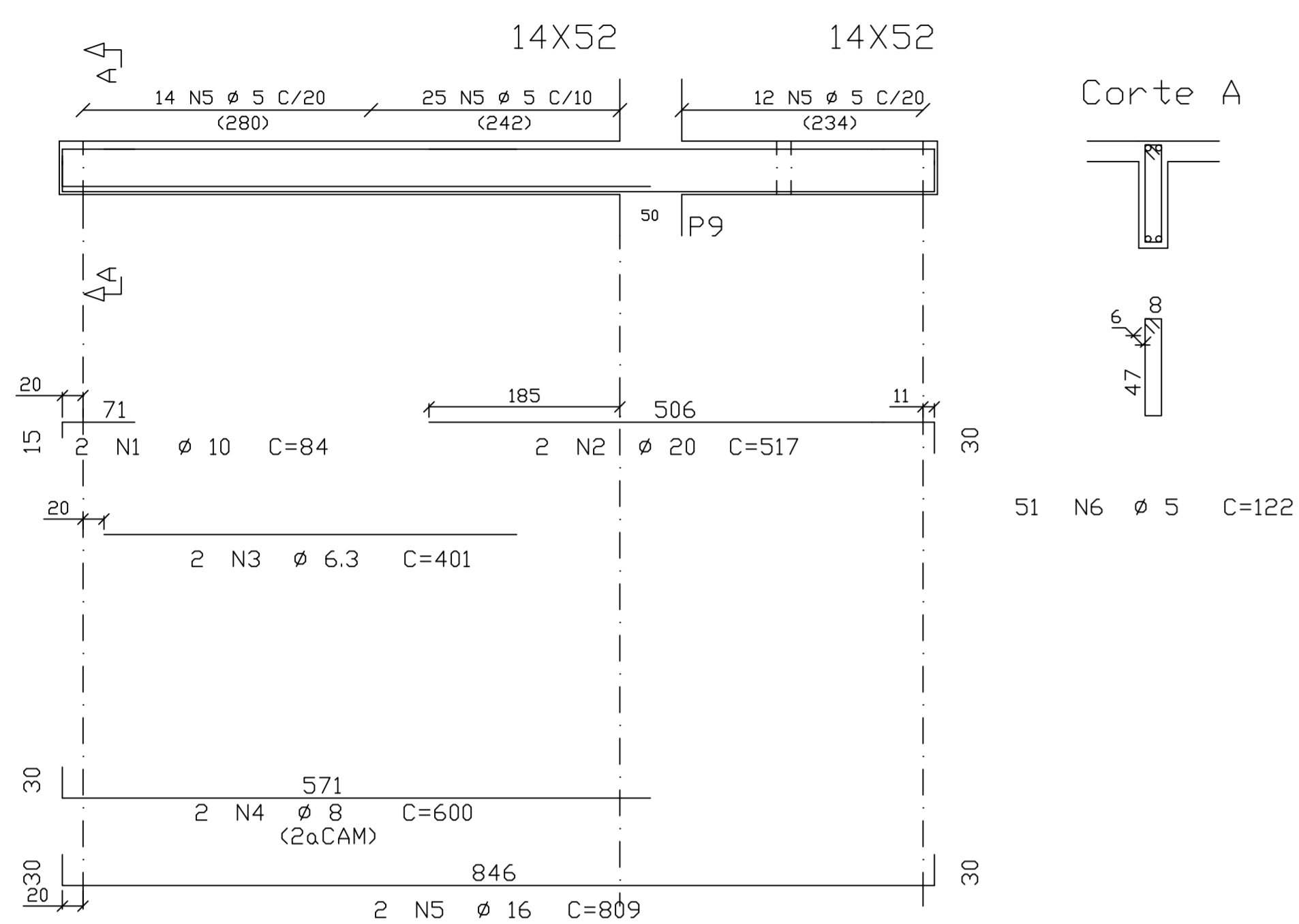
VIGAS PAV, TIPO V1=V14 / V2=V13 / V15

2º AO 8º PAV

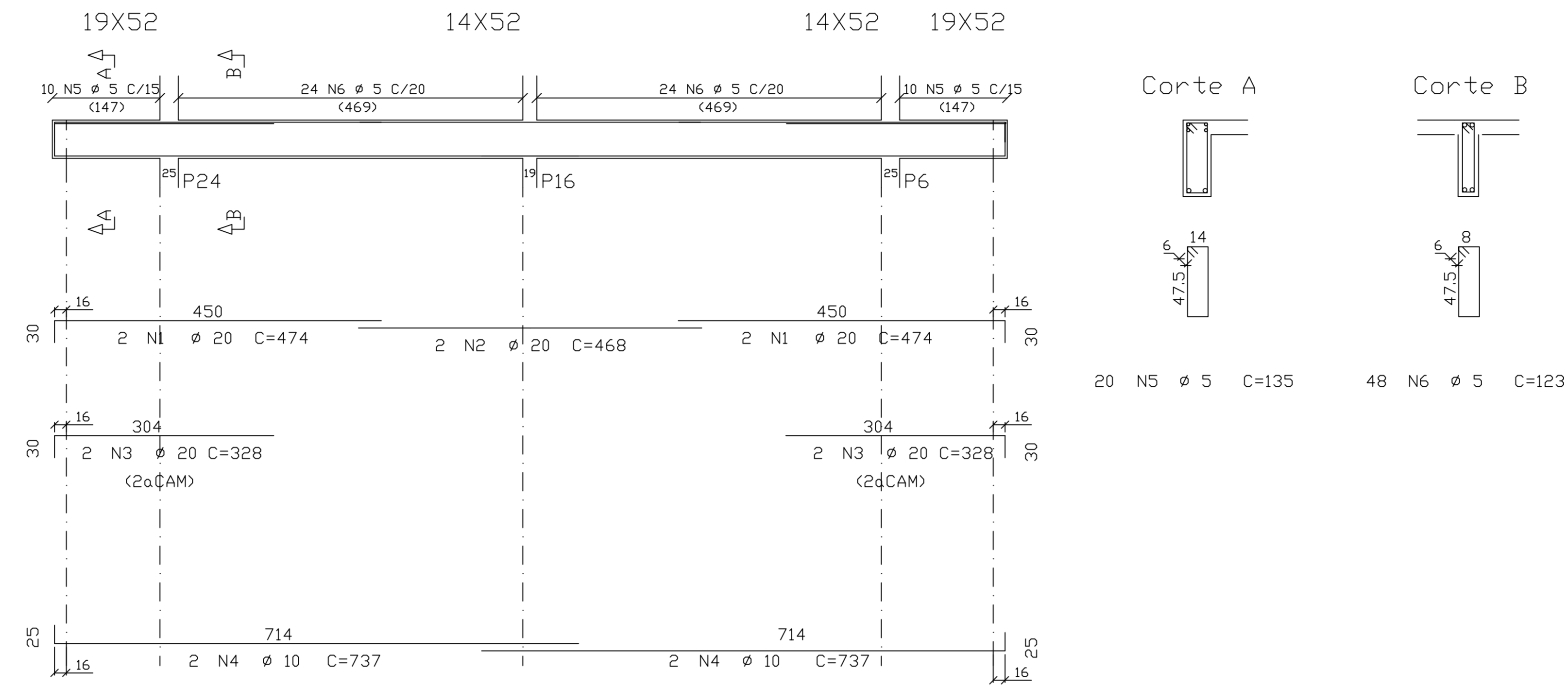
PROJ: 000.000000.00.0

EMISSÃO: 09/11/2019 ESCALA: 1:50.1:25 DESENHO: ALESSANDRO PRIMEIRA: 01-R00

V3=V12



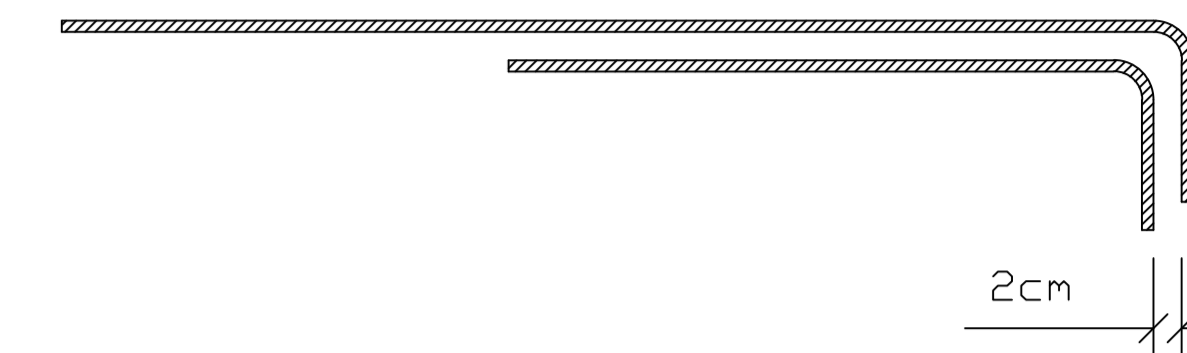
V23



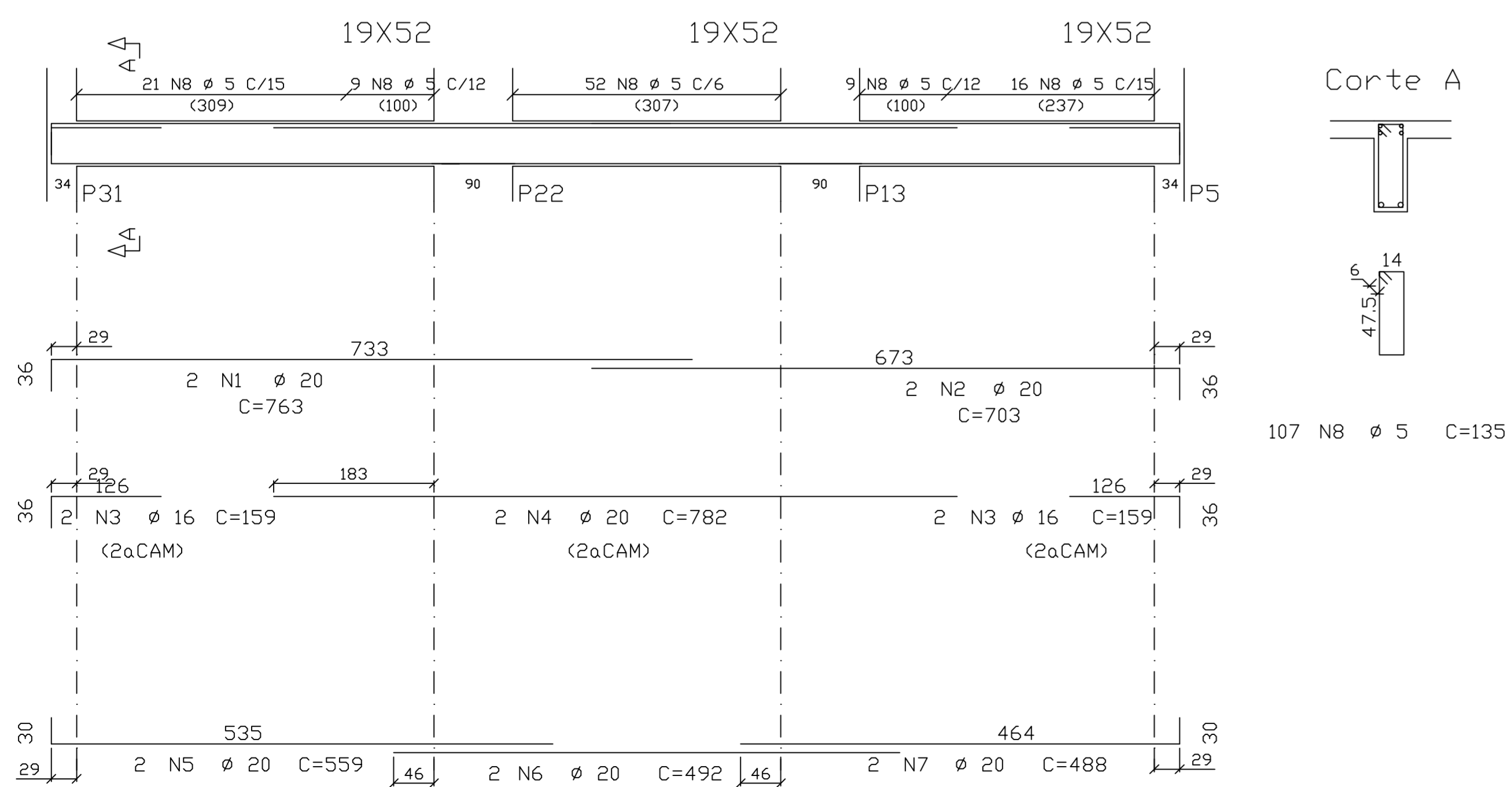
Aço	Pos	Quant	BIT (mm)	Comprimento	
				Unit (cm)	Total (cm)
V3=V12 (x2)					
50	1	4	10	84	336
50	2	4	20	517	2068
50	3	4	6,3	401	1604
50	4	4	8	600	2400
50	5	4	16	809	3236
60	6	102	5	122	12444
V4					
50	1	2	20	663	1326
50	2	2	12,5	623	1246
50	3	2	6,3	138	276
50	4	2	6,3	125	250
50	5	2	20	477	954
50	6	2	10	392	784
50	7	3	12,5	469	1407
60	8	81	5	135	10935
V22					
50	1	2	20	763	1526
50	2	2	20	703	1406
50	3	4	16	159	636
50	4	2	20	782	1564
50	5	2	20	559	1118
50	6	2	20	492	984
50	7	2	20	488	976
60	8	107	5	135	14445
V23					
50	1	4	20	474	1896
50	2	2	20	468	936
50	3	4	20	328	1312
50	4	4	10	737	2948
50	5	20	5	135	2700
60	6	48	5	123	5904

Resumo Total Aço CA 50-60			
Aço	Bit (mm)	Compr (m)	Peso (kg)
60B	5	464	71
50A	6,3	21	5
50A	8	24	9
50A	10	41	25
50A	12,5	27	26
50A	16	39	61
50A	20	161	396
Peso Total		60B =	71
Peso Total		50A =	523

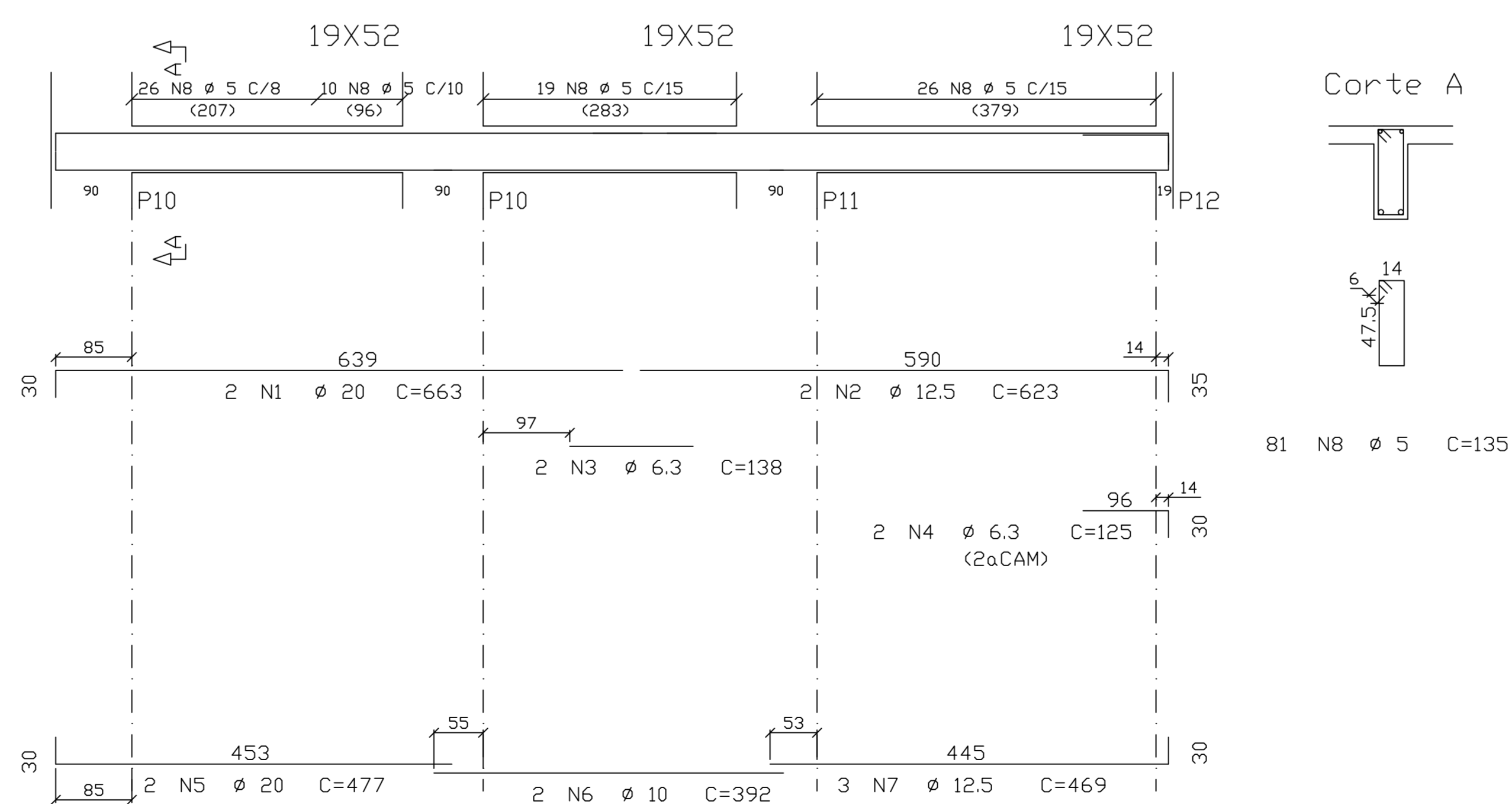
DETALHE EXECUTIVO EXTREMIDADES



V22



V4



EDIFÍCIO RESIDENCIAL

RUA PROFESSOR OSCAR PEREIRA, 198 - PORTO ALEGRE

PROPRIETÁRIO: EMPRESA FANTASIA CONSTRUÇÕES E INCORPORAÇÕES

CONSTRUIDOR: EMPRESA FANTASIA CONSTRUÇÕES E INCORPORAÇÕES

ASF ENGENHARIA

PROJETO ESTRUTURAL

VIGAS PAV. TIPO 2º AO 8º PAV

V3=V12 / V4 / V22 / V23

EMISSÃO: 09/11/2019

ESCALA: 1:50, 1:25

DESENHO: ALESSANDRO

ARQUIVO: AP-EX-EST\_ACO\_VIG-0002-TIPO2A08PAV-ROD

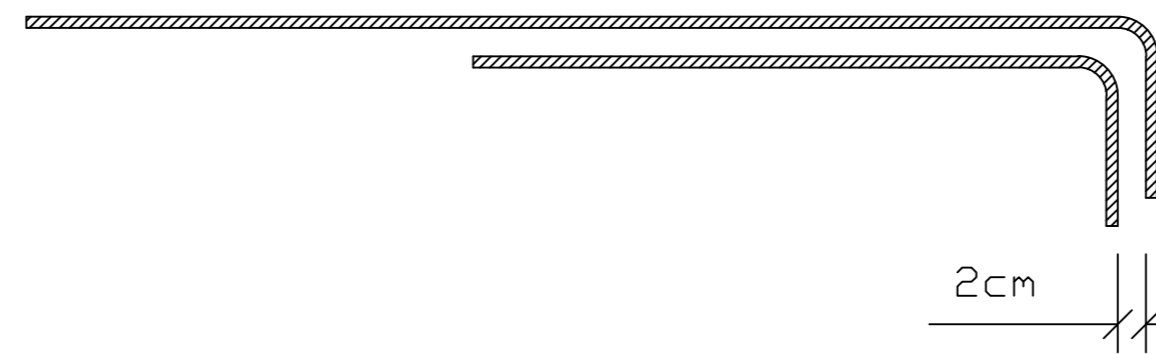
EXPERIENTE UNICO

PROT: 000.000000.00.0

PRIMEIRO: 02-R00

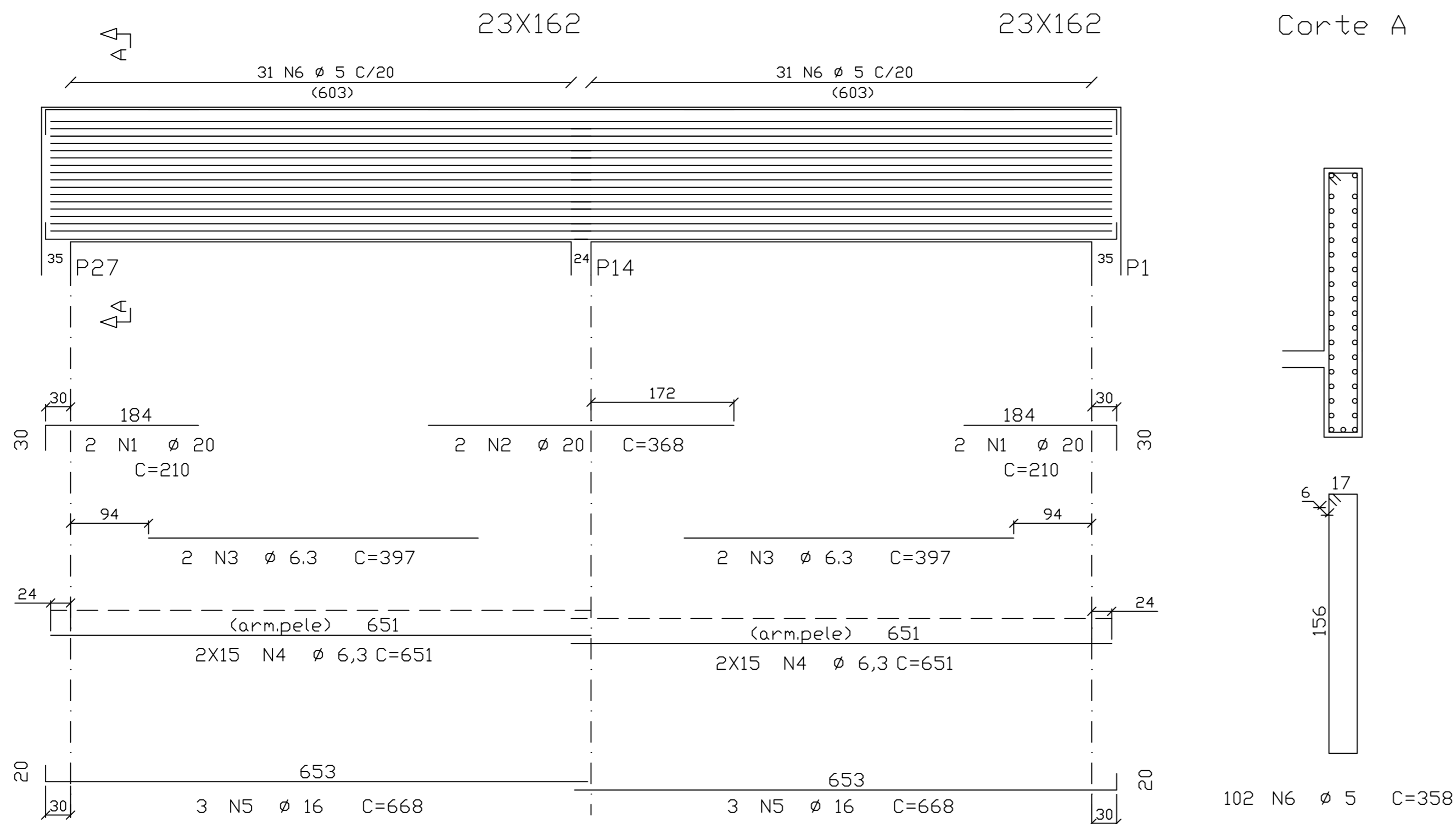
Aço	Pos	Quant	BIT (mm)	Comprimento	
				Unit (cm)	Total (cm)
V15					
50	1	4	20	184	736
50	2	2	20	368	736
50	3	4	6,3	397	1588
50	4	60	6,3	651	39060
50	5	6	16	668	4008
60	6	102	5	358	36516

### DETALHE EXECUTIVO EXTREMIDADES



Resumo Total Aço CA 50-60			
Aço	Bit (mm)	Compr (m)	Peso (kg)
60	5	365	56
50	6,3	406	100
50	8	0	0
50	10	0	0
50	12,5	0	0
50	16	40	63
50	20	15	36
Peso Total		60B =	56
Peso Total		50A =	63

V15 COB



ARQUIVOS DE REFERÊNCIA			
00	27/08/2019	EMISSÃO INICIAL	ALESSANDRO
REV	DATA	DISCRIMINAÇÃO	RESPONSÁVEL

OBSERVAÇÕES:

**EDIFÍCIO RESIDENCIAL**  
 RUA PROFESSOR OSCAR PEREIRA, 198 - PORTO ALEGRE  
 ENDEREÇO:  
 PROPRIETÁRIO: EMPRESA FANTASIA CONSTRUÇÕES E INCORPORAÇÕES  
 CONSTRUÇÃO: EMPRESA FANTASIA CONSTRUÇÕES E INCORPORAÇÕES

**ASF ENGENHARIA**  
 ASSIAUTOR/CREA:  
 ASS\_CO-AUTOR-CREA:

<b>PROJETO ESTRUTURAL</b>		EXPEDIENTE ÚNICO:
VIGAS COBERTURA	V15	PROT: 000.000000.00.0
EMISSÃO: 19/11/2019	ESCALA: 1:50, 1:25	DESENHO: ALESSANDRO
ARQUIVO: AP-EX-EST_ACO_VIG-0003-COBERTURA-R00	PRANCHA: <b>03-R00</b>	