

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

ESCOLA DE ENGENHARIA

CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

Gabriela Atiense Pereira Oro Reche

**PROJETO ESTRUTURAL DE UM EDIFÍCIO APART-HOTEL EM CONCRETO
ARMADO**

Porto Alegre

Abril, 2021

GABRIELA ATIENSE PEREIRA ORO RECHE

**PROJETO ESTRUTURAL DE UM EDIFÍCIO APART-HOTEL EM CONCRETO
ARMADO**

Trabalho de Diplomação apresentado à Comissão de Graduação do
Curso 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: Roberto Domingo Rios

Porto Alegre

Abril, 2021

GABRIELA ATIENSE PEREIRA ORO RECHE

**PROJETO ESTRUTURAL DE UM EDIFÍCIO APART-HOTEL EM CONCRETO
ARMADO**

Este Trabalho de Diplomação foi julgado adequado como pré-requisito para a obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL e aprovado em sua forma final pelo Professor Orientador e pela Comissão de Graduação (COMGRAD) do Curso Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre, Abril de 2021

Prof. Roberto Domingo Rios
Orientador

BANCA EXAMINADORA

Prof. Alexandre Rodrigues Pacheco
Dr. em Eng. Civil pela
Pennsylvania State University

Prof. Jean Marie Desir
Dr. em Eng. Civil pela
Universidade Federal do Rio do Janeiro

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, Luiz Carlos e Lisiane, pois sem o amor e apoio deles não conseguiria nem ao menos chegar em uma Universidade de enorme qualidade que é a UFRGS.

Agradeço aos meus irmãos, Henrique e Luiza, pela parceria, paciência e exemplo que me deram ao longo da minha vida.

Agradeço aos professores da Universidade, em especial ao meu orientador, Roberto Domingo Rios, por toda dedicação e seriedade no trabalho de ensino. Tenho orgulho de ter sido aluna deles.

Agradeço aos meus amigos, que sempre estão ao meu lado, as vezes mais distantes por conta da jornada de cada um, porém sempre presentes.

RESUMO

Esse trabalho visa o projeto estrutural de uma edificação, cuja planta arquitetônica foi adquirida pronta. Nele são apresentados os métodos e tabelas de dimensionamento, assim como as pranchas de detalhamento de alguns elementos. Foram calculadas todas as lajes, vigas, pilares e escada. Apenas não foram dimensionadas as fundações pelo fato de não se obter dados do solo no local. Todo o projeto foi desenvolvido em concreto armado.

Primeiramente, é feita uma descrição e análise do edifício. Um pré-lançamento da estrutura é feito com base no passo anterior e nas plantas arquitetônicas, localizando vigas, pilares e lajes. Feito isso, é iniciado o procedimento de levantamento de cargas, que é baseado na NBR 6120 (2019). Com as cargas definidas, é possível fazer um pré-dimensionamento da estrutura de lajes, vigas e pilares, e para tal foi utilizada a bibliografia de Giongo (2007), além da NBR 6118 (2014) que descreve dimensões mínimas a serem respeitadas.

As próximas etapas são muito importantes, pois tratam de estabilidade e de forças dinâmicas e estáticas do vento. Inicia-se com a análise de estabilidade que está descrita na NBR 6118 (2014). Essa verificação é muito importante pois define se o edifício será considerado de nós móveis ou fixos, alterando todo o dimensionamento da estrutura. Com essa etapa concluída, estima-se a força do vento que atuará no edifício através da NBR 6123 (1988).

Após ter a força do vento estimada, deve-se distribuí-la nos pórticos de contraventamento que suportarão essas solicitações. Essa distribuição foi feita pelo método descrito em Araújo (2010).

Por fim, são dimensionadas lajes, vigas e pilares com base na NBR 6118 (2014). Todas as lajes e a escada estão detalhadas nesse projeto, entretanto vigas e pilares foram escolhidos apenas quatro mais críticos de cada elemento para não se tornar muito extenso o trabalho.

Todo o projeto contou com o auxílio de *softwares* e programas como Ftool, Excel, AutoCad e PCalc.

Palavras-chave: Projeto Estrutural. Concreto Armado. NBR 6120. Pré-dimensionamento.

NBR 6118. Análise de Estabilidade. NBR 6123. Lajes. Vigas. Pilares, Escada.

LISTA FIGURAS

Figura 1: Representação em planta da edificação.	16
Figura 2: Diagrama de tensão-deformação idealizado. (Figura 8.2 da NBR 6118).	20
Figura 3: Simplificação do diagrama parábola-retângulo.	20
Figura 4: Diagrama tensão-deformação para aços de armaduras passivas. (Figura 8.4 da NBR 6118).	21
Figura 5: Tipos de revestimentos com espessuras das camadas.	23
Figura 6: Área de influência para pré-dimensionamento dos pilares.	29
<i>Figura 7: Localização da junta de dilatação, separação das estruturas e indicação dos pórticos...</i>	<i>32</i>
Figura 8: Domínios de estado-limite último de uma seção transversal. (Figura 17.1 da NBR 6118).	40
Figura 9: Configuração das lajes da escada.	44
Figura 10: Representação da altura média.	44
Figura 11: Distribuição das cargas nas vigas de apoio da escada.	47
Figura 12: Viga VE1.	48
Figura 13: Viga E2.	48
Figura 14: Viga E3.	49
Figura 15: Viga VE4.	49
Figura 16: Comprimento do gancho ancoragem. (Figura VII-5 de Bessa (2017)).	54
Figura 17: Carregamento V310.	56
Figura 18: Momentos fletores V310.	56
Figura 19 Carregamento V314.	59
Figura 20: Momentos fletores V314.	59
Figura 21: Emenda em pilares que mudam seção.	63

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Classes de agressividade ambiental (CAA) (Tabela 6.1 da NBR 6118).....	17
Tabela 2 - Correspondência entre a classe de agressividade e a qualidade do concreto (Tabela 7.1 da NBR 6118).....	17
Tabela 3 - Correspondência entre a classe de agressividade ambiental e o cobrimento nominal para $\Delta c = 10$ mm (Tabela 7.2 da NBR 6118).....	18
Tabela 4 - Valores estimados de módulo de elasticidade em função da resistência característica à compressão do concreto (considerando o uso de granito como agregado graúdo). (Tabela 8.1 da NBR 6118).....	19
Tabela 5 – Forças horizontais em guarda-corpos e outras barreiras destinadas à proteção de pessoas. (Parte da Tabela 12 da NBR 6118).....	24
Tabela 6 – Alvenarias. (Parte da Tabela 2 da NBR 6120).	25
Tabela 7 – Divisórias e caixilhos. (Parte da Tabela 3 da NBR 6120).	25
Tabela 8 – Peso linear das alvenarias descontando altura da viga.....	26
Tabela 9 - Valores do coeficiente adicional para lajes em balanço. (Tabela 13.2 da NBR 6118).....	26
Tabela 10 - Coeficiente α para pré-dimensionamento de pilares.	30
Tabela 11 - Pré-dimensionamento de pilares.	31
Tabela 12- Análise de estabilidade do edifício 1 e 2 nas direções X e Y.	34
Tabela 13 – Fator S2. (Tabela 2 da NBR 6123).	35
Tabela 14 - Coeficiente S2 para os diferentes níveis.....	36
Tabela 15 – Valores mínimos do fator estatístico S3. (Tabela 3 da NBR 6123).	36
Tabela 16- Velocidade característica para os diferentes níveis.	37
Tabela 17 – Pressão dinâmica e forças de arrasto no edifício 1.	38
Tabela 18 – Pressão dinâmica e forças de arrasto no edifício 2.	38
Tabela 19 – Forças que atuam nos pórticos do edifício 1.....	39
Tabela 20 – Forças que atuam nos pórticos do edifício 2.....	39
Tabela 21 – Valores do coeficiente γf_2 . (Tabela 11.2 da NBR 6118).	42
Tabela 22 – Valores mínimos para armaduras passivas aderentes. (Tabela 19.1 da NBR 6118).....	43
Tabela 23: Tabela para cálculo das lajes da escada.	46
Tabela 24: Momentos e flechas das lajes da escada.	47
Tabela 25: Armadura dimensionada para escada.....	47
Tabela 26: Cargas lineares nas vigas da escada.	48
Tabela 27: Dimensionamento vigas escada	49
Tabela 28 - Verificação da flecha em algumas vigas mais críticas.	52
Tabela 29 – Valores máximos de diâmetro e espaçamento, com barras de alta aderência. (Tabela 17.2 da NBR 6118).....	53

Tabela 30 – Taxas mínimas de armadura de flexão para vigas. (Tabela 17.3 da NBR 6118).	53
Tabela 31 – Ganchos. (Tabela VII-5 de Bessa (2017)).	55
Tabela 32 – Diâmetro dos pinos de dobramento. (Tabela 9.1 da NBR 6118).....	55
Tabela 33: Comprimento básico de ancoragem conforme f_{ck} do concreto.....	62

LISTA SÍMBOLOS

Letras romanas maiúsculas

Ac – área da seção transversal bruta de concreto

Ae – área efetiva

Ai - área de influência do pilar

As – área da seção transversal da armadura de tração

As' – área da seção transversal da armadura de compressão

As, calc – área da seção transversal da armadura de tração calculada

As,ef – área da seção transversal da armadura de tração utilizada

Ca – coeficiente de arrasto

Ecs – módulo de elasticidade secante do concreto

El(eq) – rigidez equivalente

ELU – estado limite último

ELS – estado limite de serviço

Es – módulo de elasticidade do aço

Fh - força horizontal concentrada no topo do edifício

Fi - força que atuaria em cada pórtico quando uma força de 1000 kN é aplicada

Fr - fator de rajada

Fx, Fy – forças de arrasto

Gc – módulo de elasticidade transversal do concreto

H - altura do edifício

Htot – altura total da estrutura

Ic – momento de inércia da seção bruta de concreto do pilar

Ieq – momento de inércia equivalente da seção

K – rigidez do painel

Ma - momento fletor na seção crítica

Md – momento solicitante de cálculo

Mr – momento de fissuração

Nk = somatório de todas as forças verticais atuantes na estrutura com seu valor característico

Nki - carga total por pilar

Pd,serv - carga de serviço, correspondente a combinação quase permanente de serviço

(RN) – matriz auxiliar no cálculo da distribuição das forças vento

S1 – fator topográfico
S2 – fator de rugosidade
S3 - fator estatístico
Uo – matriz de deslocamentos
Vb – velocidade básica do vento
Vd – força cortante de cálculo
Vk – velocidade característica do vento
Vsd,max – máximo força cortante de cálculo
VRd2 – força resistente de cálculo

Letras romanas minúsculas

a – largura do pilar
a - deslocamento no topo devido à força Fh
al – decalagem do diagrama de momento fletor
b – altura do pilar
b, p – coeficiente para cálculo do fator S2
bw – largura da viga
 Δc - tolerância de execução para o cobrimento
d – altura útil
fadm – flecha admissível
f(t=0) – flecha imediata
fbd – resistência de aderência de cálculo
fck - resistência característica do concreto à compressão
fcd - resistência de cálculo do concreto à compressão
fctk,sup – resistência característica do concreto à tração máxima
fctk,m - resistência característica do concreto à tração mínima
fctk,m - resistência característica do concreto à tração média
fct – resistência à tração direta no concreto
fyk - resistência característica do aço à tração
fyd - resistência de cálculo do aço à tração
g - ação permanente
h – altura da viga ou laje

l – menor vão teórico da laje

l_b – comprimento de ancoragem básico

$l_{b,nec}$ – comprimento de ancoragem necessário

m_r – momento de fissuração

n - número de pavimentos acima do tramo que se deseja fazer o pré-dimensionamento do pilar

p, q – ação variável

s_{max} – espaçamento máximo

x – altura da linha neutra

y – profundidade do retângulo no diagrama de substituição do diagrama parábola-retângulo

y_t - distância do centro de gravidade da seção à fibra mais tracionada

z - altura acima do nível geral do terreno

Letras gregas

ρ_c - massa específica do concreto

ρ_a – massa específica do aço

γ_c - coeficiente de ponderação da resistência do concreto no ELU

γ_s - coeficiente de ponderação da resistência do aço no ELU

γ_n – coeficiente adicional para lajes em balanço

ν – coeficiente de Poisson

λ - coeficiente de adapta-se do diagrama parábola-retângulo

α – coeficiente para cálculo de comprimento de ancoragem

α - coeficiente para pré-dimensionamento de pilares

α – parâmetro de instabilidade global

α_f – coeficiente para consideração da fluência na flecha diferida

K - coeficiente que depende da vinculação e da relação entre os vãos da laje

Ψ_2 - coeficiente de ponderação para cargas acidentais

α_c - parâmetro de redução da resistência do concreto na compressão

ϵ_{c2} - deformação específica de encurtamento do concreto no início do patamar plástico

ϵ_{cu} - deformação específica de encurtamento do concreto na ruptura

η_1, η_2, η_3 – coeficientes para cálculo da tensão de aderência da armadura ativa

Φ – diâmetro da barra

σ_{si} – tensão no aço determinada no estágio II

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	14
2.	DIRETRIZES DO PROJETO	15
2.1	<i>Objetivos</i>	15
2.2	<i>Delimitações e limitações</i>	15
2.3	<i>Método</i>	15
3.	DESCRIÇÃO DA EDIFICAÇÃO	15
4.	MATERIAIS	16
4.1	Concreto.....	16
4.2	Aço.....	20
4.3	Comportamento conjunto dos materiais.....	21
4.3.1	Resistência de aderência de cálculo	22
4.3.2	Comprimento de ancoragem.....	22
5.	CARGAS	22
5.1	<i>Cargas nas lajes</i>	22
5.2	<i>Paredes</i>	25
6.	PRÉ-DIMENSIONAMENTO	26
6.1	<i>Dimensões mínimas</i>	26
6.1.1	Lajes.....	26
6.1.2	Vigas	26
6.1.3	Pilares	27
6.2	<i>Dimensões econômicas</i>	27
6.2.1	Lajes.....	27
6.2.2	Vigas	27
6.2.3	Pilares	28
6.2.3.1	Área de influência	28
6.2.3.2	Ação total por andar	29
6.2.3.3	Cálculo da seção.....	30
7.	ANÁLISE DE ESTABILIDADE DA ESTRUTURA	32
8.	FORÇAS DEVIDO AO VENTO	34
8.1	Velocidade característica	34
8.2	Pressão dinâmica e Força de Arrasto	37
9.	DISTRIBUIÇÃO DOS ESFORÇOS DEVIDO AO VENTO	38
10.	DIMENSIONAMENTO LAJES	40
10.1	Cargas.....	40
10.2	Método de dimensionamento	40
10.3	Verificação do estado limite de serviço (ELS).....	41
10.4	Armaduras máximas e mínimas	42
10.5	Resultados.....	43
11.	DIMENSIONAMENTO Escada	44

11.1	SITUAÇÃO DE PROJETO	44
11.2	Cargas.....	44
11.3	DIMENSIONAMENTO E RESULTADOS	45
12.	DIMENSIONAMENTO VIGAS	50
12.1	Cargas.....	50
12.2	Método de dimensionamento	50
12.3	Verificação do estado limite de serviço (ELS).....	50
12.4	Armadura máximas e mínimas e espaçamento entre estribos.....	52
12.5	Resultados	54
13.	DIMENSIONAMENTO PILARES	60
13.1	Cargas.....	60
13.2	Método de dimensionamento	60
12.1	Armadura máximas e mínimas e espaçamento entre estribos.....	61
13.3	Resultados	62
14.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	64
	REFERÊNCIAS	65
	ANEXOS E APÊNDICES	66

1. INTRODUÇÃO

A técnica de concreto armado não é um estudo recente. Em meados do século 19 já se tinha o conhecimento de reforçar com aço os elementos construídos a base de concreto. Entretanto, esse conhecimento era apenas intuitivo e empírico. O primeiro cientista a publicar estudos sobre a aderência entre o concreto e a armadura foi o americano Hyatt, em 1877. Foi a partir daí, então, que passou-se a colocar o aço apenas nas partes tracionadas da estrutura, possibilitando uma otimização dos materiais.

No Brasil, esse sistema apareceu no início do século XX, como produto patenteado e oferecido por empresas estrangeiras. Com o surgimento das cimenteiras em meados dos anos 1920, ele começou a difundir-se no país. Foi em torno de 1940 que o concreto armado já estava estabilizado e inclusive normalizado pela ABNT.

Hoje, um dos primeiros conhecimentos que se aprende na faculdade de Engenharia Civil é que o aço resiste bem à tração e o concreto à compressão. E na medida que o curso avança, entende-se como cada elemento estrutural se comporta e como lidar com eles nos cálculos.

A motivação desse trabalho deve-se ao fato de que na graduação o dimensionamento dos elementos é feito de maneira separada. Não há uma disciplina obrigatória que envolva o cálculo da estrutura de um edifício como um todo, contemplando lajes, vigas e pilares e ainda uma análise global de estabilidade. Nesse trabalho, está sendo proposto uma solução de projeto estrutural completa a partir de uma planta arquitetônica, possibilitando assim um entendimento mais amplo do comportamento da estrutura de um edifício.

O edifício escolhido é um Apart-hotel e está descrito em detalhes no item 3 desse trabalho. Ele possui 38,84 metros na fachada principal e 13,43 metros na fachada lateral. O pé direito do pavimento tipo é 2,70 metros e a altura total da estrutura é 26,3 m. Uma questão importante nesse projeto é a presença de uma junta de dilatação. Devido ao comprimento muito extenso do edifício, é necessário a existência da mesma. Isso leva a análise de duas estruturas, como se existissem dois edifícios isolados entre si.

2. DIRETRIZES DO PROJETO

2.1 OBJETIVOS

Principal: dimensionar e detalhar um edifício em concreto armado de 7 andares mais cobertura, cuja finalidade é um Apart-Hotel. O mesmo é constituído de 10 apartamentos por andar (exceto 2º pavimento). A área total do edifício em planta é 514 m². A fachada frontal, que é a mais extensa, possui 38,84 m.

Secundários:

- Avaliar as condições e materiais disponíveis no mercado.
- Utilizar planilhas existentes e programas para o desenvolvimento do projeto.

2.2 DELIMITAÇÕES E LIMITAÇÕES

Delimitações:

- Serão dimensionadas as lajes, vigas, pilares e escada.
- Será feita a concepção estrutural a partir de uma planta arquitetônica selecionada pela autora do trabalho.
- Será utilizado concreto C35 para todas as estruturas.
- Será utilizado aço CA50 e CA60.
- O projeto deve atender todas as normas vigentes no momento, em especial NBR 6118 (2014), NBR 6120 (2019) e NBR 6123 (1988) que foram as utilizadas como base para o dimensionamento.
- Será detalhada a armadura de todas as lajes.
- Será detalhada a armadura de quatro vigas e quatro pilares mais críticos.
- Será detalhada a escada com armadura das lajes e vigas da mesma.
- Os quatro reservatórios de água fria presentes no nível 23.62m são em fibra, com capacidade de 7.500 L cada e estão apoiados nas lajes desse pavimento.
- Existe um reservatório de água quente de 4.000 L no nível 21.00m, feito em aço inoxidável e que se apoia nas lajes desse pavimento.

Limitações:

- As fundações não serão dimensionadas por falta de informações do solo.

2.3 MÉTODO

O método de dimensionamento foi baseado nas normas NBR 6118 (2014), NBR 6120 (2019) e NBR 6123 (1988). Foram utilizadas outras bibliografias adicionais para auxiliar o processo, já que todos os cálculos foram feitos em softwares mais simples como Ftool e Pcalc ou através de planilhas do Excel. Assim, foram necessários recursos que simplificassem etapas e os modelos de cálculo.

As considerações e detalhes do método para o dimensionamento de cada elemento estão descritas nos itens específicos desse trabalho.

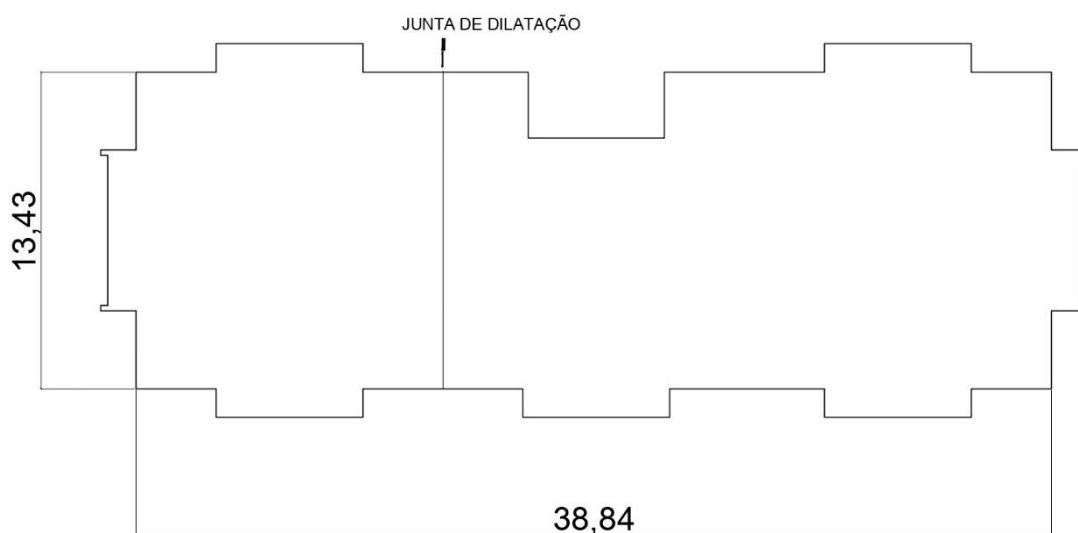
3. DESCRIÇÃO DA EDIFICAÇÃO

O edifício que está em análise no trabalho trata-se de um Apart-hotel. Ele possui 10 apartamentos por andar nos pavimentos tipo, que são do 3º ao 7º pavimento, e 8 apartamentos no 2º andar. Além desses seis andares de apartamentos tem-se a cobertura, onde está localizado

também um reservatório de água quente, e ainda um andar a mais com os reservatórios de água fria.

As dimensões em planta desse edifício são: largura igual a 13,43 metros e comprimento igual a 38,84 metros. O pé-direito do térreo é 4,10 metros e dos outros pavimentos acima é 2,70 metros, no total a estrutura possui 26,3 metros. Devido ao comprimento muito extenso do edifício, é necessário colocar uma junta de dilatação, cuja localização já veio indicada no projeto arquitetônico. Manteve-se o local da mesma pois considerou-se razoável o posicionamento, mesmo que o edifício não tenha sido dividido ao meio pela junta. Caso optasse pela repartição igual das partes do edifício, a junta teria que ser localizada justo na área dos elevadores e isso poderia causar problemas na casa de máquinas. Detalhes podem ser observados no ANEXO A, que representa as plantas arquitetônicas e cortes. Uma representação simplificada do formato da edificação pode ser observada na Figura 1 abaixo.

Figura 1: Representação em planta da edificação.



(Fonte: elaborada pelo autor.)

A estrutura é em concreto armado, alvenarias em bloco cerâmico vazado e drywall e o telhado composto por telhas cerâmicas com inclinação menor que 40%.

4. MATERIAIS

4.1 CONCRETO

Para definir o concreto, é necessário saber a classe de agressividade ambiental. Na Tabela 6.1 da NBR 6118 (2014), pode-se determinar a mesma em função do tipo de ambiente que a edificação está localizada. Para o edifício em questão, a classe é a II.

Tabela 1 - Classes de agressividade ambiental (CAA) (Tabela 6.1 da NBR 6118).

Classe de agressividade ambiental	Agressividade	Classificação geral do tipo de ambiente para efeito de projeto	Risco de deterioração da estrutura
I	Fraca	Rural	Insignificante
		Submersa	
II	Moderada	Urbana ^{a, b}	Pequeno
III	Forte	Marinha ^a	Grande
		Industrial ^{a, b}	
IV	Muito forte	Industrial ^{a, c}	Elevado
		Respingos de maré	

^a Pode-se admitir um microclima com uma classe de agressividade mais branda (uma classe acima) para ambientes internos secos (salas, dormitórios, banheiros, cozinhas e áreas de serviço de apartamentos residenciais e conjuntos comerciais ou ambientes com concreto revestido com argamassa e pintura).

^b Pode-se admitir uma classe de agressividade mais branda (uma classe acima) em obras em regiões de clima seco, com umidade média relativa do ar menor ou igual a 65 %, partes da estrutura protegidas de chuva em ambientes predominantemente secos ou regiões onde raramente chove.

^c Ambientes quimicamente agressivos, tanques industriais, galvanoplastia, branqueamento em indústrias de celulose e papel, armazéns de fertilizantes, indústrias químicas.

Com a classe já definida, consulta-se a Tabela 7.1 da NBR 6118 (2014) e define-se o concreto mínimo que deve ser utilizado. Essa verificação é um dos requisitos que garante a durabilidade da estrutura.

Tabela 2 - Correspondência entre a classe de agressividade e a qualidade do concreto (Tabela 7.1 da NBR 6118).

Concreto ^a	Tipo ^{b, c}	Classe de agressividade (Tabela 6.1)			
		I	II	III	IV
Relação água/cimento em massa	CA	≤ 0,65	≤ 0,60	≤ 0,55	≤ 0,45
	CP	≤ 0,60	≤ 0,55	≤ 0,50	≤ 0,45
Classe de concreto (ABNT NBR 8953)	CA	≥ C20	≥ C25	≥ C30	≥ C40
	CP	≥ C25	≥ C30	≥ C35	≥ C40

^a O concreto empregado na execução das estruturas deve cumprir com os requisitos estabelecidos na ABNT NBR 12655.

^b CA corresponde a componentes e elementos estruturais de concreto armado.

^c CP corresponde a componentes e elementos estruturais de concreto protendido.

Mesmo que a norma sugira um concreto mínimo C25, adotou-se C35 para esse projeto visto que é um concreto fácil de ser produzido e oferece vantagens frente a classe C25.

Com a classe do concreto definida, já é possível determinar os cobrimentos e a dimensão máxima característica do agregado graúdo utilizado. A Tabela 7.2 da NBR 6118 (2014) define os cobrimentos nominais conforme os elementos estruturais.

Tabela 3 - Correspondência entre a classe de agressividade ambiental e o cobrimento nominal para $\Delta c = 10 \text{ mm}$ (Tabela 7.2 da NBR 6118).

Tipo de estrutura	Componente ou elemento	Classe de agressividade ambiental (Tabela 6.1)			
		I	II	III	IV ^c
		Cobrimento nominal mm			
Concreto armado	Laje ^b	20	25	35	45
	Viga/pilar	25	30	40	50
	Elementos estruturais em contato com o solo ^d	30		40	50
Concreto protendido ^a	Laje	25	30	40	50
	Viga/pilar	30	35	45	55

^a Cobrimento nominal da bainha ou dos fios, cabos e cordoalhas. O cobrimento da armadura passiva deve respeitar os cobrimentos para concreto armado.

^b Para a face superior de lajes e vigas que serão revestidas com argamassa de contrapiso, com revestimentos finais secos tipo carpete e madeira, com argamassa de revestimento e acabamento, como pisos de elevado desempenho, pisos cerâmicos, pisos asfálticos e outros, as exigências desta Tabela podem ser substituídas pelas de 7.4.7.5, respeitado um cobrimento nominal $\geq 15 \text{ mm}$.

^c Nas superfícies expostas a ambientes agressivos, como reservatórios, estações de tratamento de água e esgoto, condutos de esgoto, canaletas de efluentes e outras obras em ambientes química e intensamente agressivos, devem ser atendidos os cobrimentos da classe de agressividade IV.

^d No trecho dos pilares em contato com o solo junto aos elementos de fundação, a armadura deve ter cobrimento nominal $\geq 45 \text{ mm}$.

A NBR 6118 (2014) (2014, p.20) ainda diz, “Para concretos de classe de resistência superior ao mínimo exigido, os cobrimentos definidos na Tabela 7.2 podem ser reduzidos em até 5 mm.” Essa condição será aplicada.

Em relação à dimensão máxima do agregado graúdo, essa fica definida no item 7.4.7.6 da NBR 6118 (2014) (2014) como 120% da espessura nominal do cobrimento. Optou-se por utilizar brita 1 no concreto e assim não será ultrapassado esse limite da dimensão máxima do agregado graúdo, que para brita 1 é 19mm.

Com o concreto definido, é possível calcular seus parâmetros e propriedades que são utilizados no dimensionamento da estrutura. Esses estão apresentados a seguir:

- 1) Massa específica:

$$\rho_c = 2.500 \text{ kg/m}^3 \text{ (CA).}$$

- 2) Resistência característica do concreto à compressão:

$$f_{ck} = 35 \text{ MPa.}$$

- 3) Resistência de cálculo do concreto à compressão:

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 25 \text{ MPa} \quad \text{Eq.1}$$

onde: $\gamma_c = 1,4$ (coeficiente de ponderação da resistência no ELU - definido na Tabela 12.1 da NBR 6118 (2014)).

Resistência do concreto à tração:

$$f_{ctk, inf} = 0,7 * f_{ct, m} = 2,247 \text{ MPa} \quad \text{Eq.2}$$

$$f_{ctk, sup} = 1,3 * f_{ct, m} = 4,173 \text{ MPa} \quad \text{Eq.3}$$

$$f_{ct, m} = 0,3 * f_{ck}^{\frac{2}{3}} = 3,210 \text{ MPa} \quad \text{Eq.4}$$

As tensões de tração no concreto são desprezadas no ELU.

4) Módulo de elasticidade:

A Tabela 8.1 da NBR 6118 (2014) (2014) fornece os valores estimados arredondados para serem utilizados no projeto estrutural.

Tabela 4 - Valores estimados de módulo de elasticidade em função da resistência característica à compressão do concreto (considerando o uso de granito como agregado graúdo). (Tabela 8.1 da NBR 6118)

Classe de resistência	C20	C25	C30	C35	C40	C45	C50	C60	C70	C80	C90
E_{ci} (GPa)	25	28	31	33	35	38	40	42	43	45	47
E_{cs} (GPa)	21	24	27	29	32	34	37	40	42	45	47
α_i	0,85	0,86	0,88	0,89	0,90	0,91	0,93	0,95	0,98	1,00	1,00

Logo, para esse projeto se utiliza $E_{cs} = 29 \text{ GPa}$.

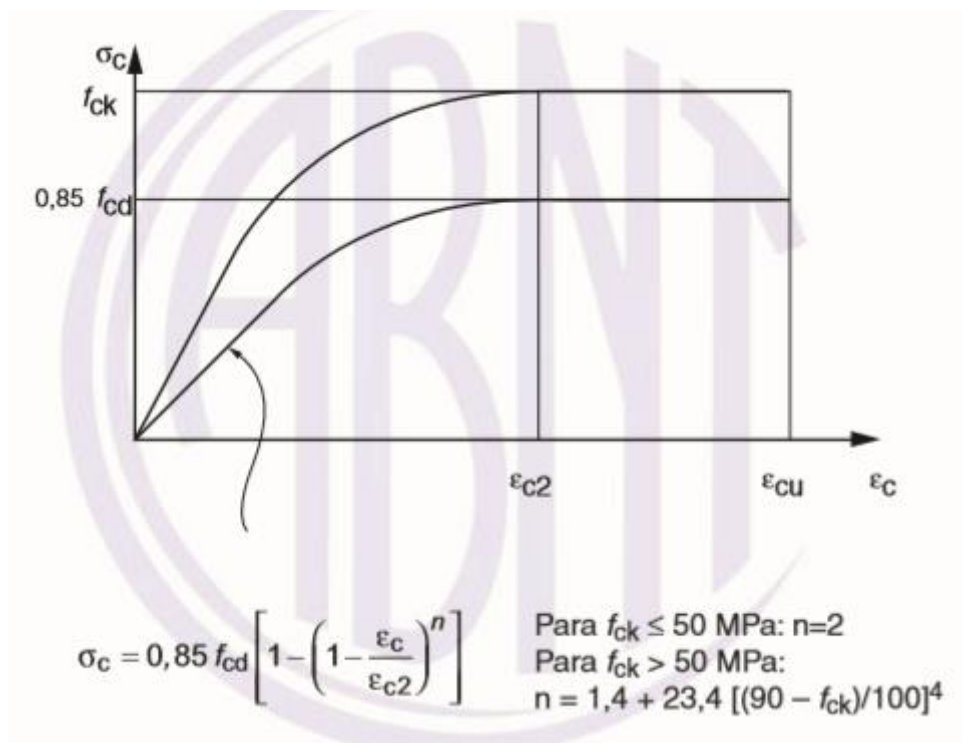
5) Coeficiente de Poisson e módulo de elasticidade transversal:

Segundo a NBR 6118 (2014) (item 8.2.9), “Para tensões de compressão menores que $0,5 f_{cd}$ e tensões de tração menores que f_{ct} , o coeficiente de Poisson ν pode ser tomado como igual a $0,2$ e o módulo de elasticidade transversal G_c igual a $E_{cs}/2,4$ ”.

6) Diagrama tensão-deformação para compressão:

Os elementos estruturais foram dimensionados considerando o diagrama parábola-retângulo simplificado pelo retângulo de profundidade $\gamma = \lambda * x$ (onde $\lambda = 0,8$). A tensão de pico é igual a $0,85 * f_{cd}$. A Figura 2 a seguir mostra o diagrama parábola-retângulo considerado na NBR 6118 (2014) e a Figura 3 representa a simplificação que é feita.

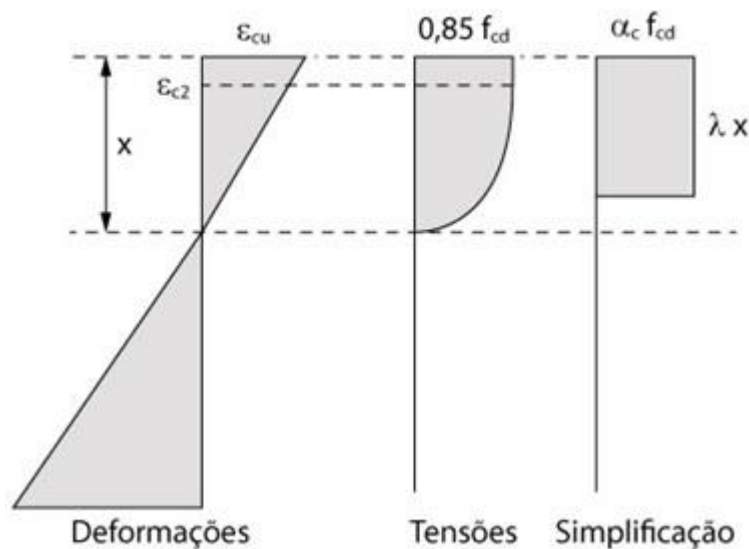
Figura 2: Diagrama de tensão-deformação idealizado. (Figura 8.2 da NBR 6118).



Onde: $\epsilon_{c2} = 2,0 \text{ ‰}$;

$\epsilon_{cu} = 3,5 \text{ ‰}$;

Figura 3: Simplificação do diagrama parábola-retângulo.



(Fonte: <https://www.guiadaengenharia.com/dimensionamento-vigas-concreto-hipoteses/>).

Onde: $\alpha_c = 0,85$.

4.2 AÇO

Para a escolha do aço, têm-se duas opções: CA50 e CA60. O aço CA60 é utilizado para bitolas menores (apenas de 5 mm nesse projeto), e fica restrito a praticamente a estribos de vigas e pilares e algumas armaduras secundárias de lajes. Em relação às outras propriedades, essas estão dispostas a seguir.

1) Tipo de superfície aderente:

Todas as bitolas de aço foram escolhidas com superfície nervurada. Isso determina o valor de $\eta_1=2,25$.

2) Massa específica:

$$\rho_{aço} = 7.850 \text{ kg/m}^3.$$

3) Resistência característica do aço à tração:

$$f_{ck} = 500 \text{ MPa.}$$

$$f_{ck} = 600 \text{ MPa.}$$

4) Resistência de cálculo do concreto à compressão:

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_s} = 43,478 \frac{kN}{cm^2} \text{ (CA50)} \text{ e } 52,173 \frac{kN}{cm^2} \text{ (CA60)} \quad \text{Eq.5}$$

onde: $\gamma_s = 1,4$ (coeficiente de ponderação da resistência no ELU - definido na Tabela 12.1 da NBR 6118 (2014)).

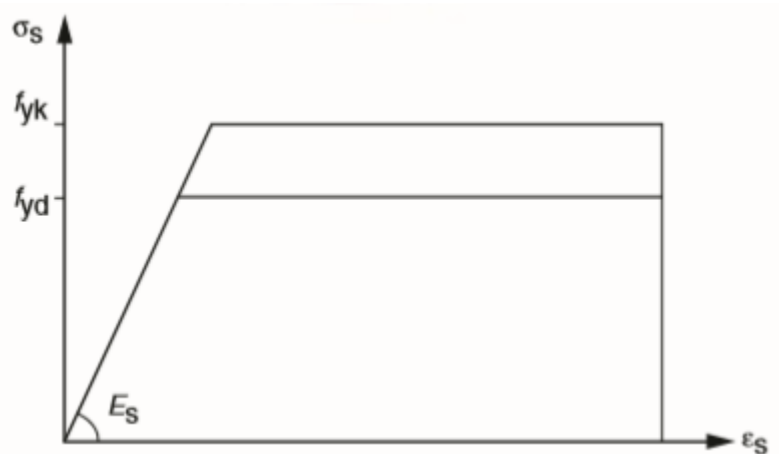
5) Módulo de elasticidade:

$$E_s = 210 \text{ GPa.}$$

6) Diagrama tensão-deformação, resistência ao escoamento e à tração:

Para as verificações dos estados-limite último e de serviço, a NBR 6118 (2014) sugere a utilização do diagrama a seguir. O valor de f_{yk} é o valor da tensão correspondente à deformação permanente de 0,2 %.

Figura 4: Diagrama tensão-deformação para aços de armaduras passivas. (Figura 8.4 da NBR 6118).



4.3 COMPORTAMENTO CONJUNTO DOS MATERIAIS

A análise do comportamento conjunto dos materiais permite definir mais alguns parâmetros de projeto como ancoragens e emendas. Nessa seção será analisada apenas a questão da ancoragem.

4.3.1 Resistência de aderência de cálculo

Esse valor está definido pela Equação 6 a seguir, disposta no item 9.3.2.1 da NBR 6118 (2014).

$$fbd = \eta_1 * \eta_2 * \eta_3 * fctd \quad \text{Eq.6}$$

$\eta_1 = 1,4$.

$\eta_2 = 1,0$ para situações de boa aderência e $0,7$ pra situações de má aderência.

$\eta_3 = 1,0$ ($\Phi < 32$ mm).

Logo, para situações de boa aderência $fbd = 4,494$ Mpa e $fbd = 3,146$ Mpa para situações de má aderência.

Pode-se considerar situações de boa aderência barras que estão nas seguintes situações, segundo item 9.3.1 da NBR 6118 (2014):

“a) com inclinação maior que 45° sobre a horizontal;

b) horizontais ou com inclinação menor que 45° sobre a horizontal, desde que:

— para elementos estruturais com $h < 60$ cm, localizados no máximo 30 cm acima da face inferior do elemento ou da junta de concretagem mais próxima;

— para elementos estruturais com $h \geq 60$ cm, localizados no mínimo 30 cm abaixo da face superior do elemento ou da junta de concretagem mais próxima.”

4.3.2 Comprimento de ancoragem

O comprimento de ancoragem básico fica definido no item 9.4.2.4 da NBR 6118 (2014) como:

$$lb = \frac{\Phi f_{yd}}{4 f_{bd}} \geq 25\Phi \quad \text{Eq.7}$$

Já o comprimento de ancoragem necessário é, conforme item 9.4.2.5 da mesma norma:

$$lb, nec = \alpha lb \frac{A_{s,calc}}{A_{s,ef}} \geq lb, min \quad \text{Eq.8}$$

onde: $\alpha = 0,7$ para barras com gancho.

$lb, mín$ é o maior valor entre $0,3 lb$, 10ϕ e 100 mm.

Para armadura transversal ao longo do comprimento de ancoragem, se prevê aço capaz de resistir a 25 % da força longitudinal de uma das barras ancoradas, dando prioridade para a de maior diâmetro. Isso deve ser considerado apenas se a armadura transversal calculada com o esforço cortante existente for menor que a que rescém descrita.

5. CARGAS

Praticamente todo carregamento que irá influenciar no dimensionamento da estrutura começa a ser transmitido pelas lajes, a não ser os horizontais provenientes do vento. Por isso, nessa seção são avaliadas as cargas atuantes nas lajes. Essas solicitações são transmitidas às vigas e aos pilares e as cargas nesses elementos serão exploradas nos itens 9 e 10, que tratam do dimensionamento dos mesmos.

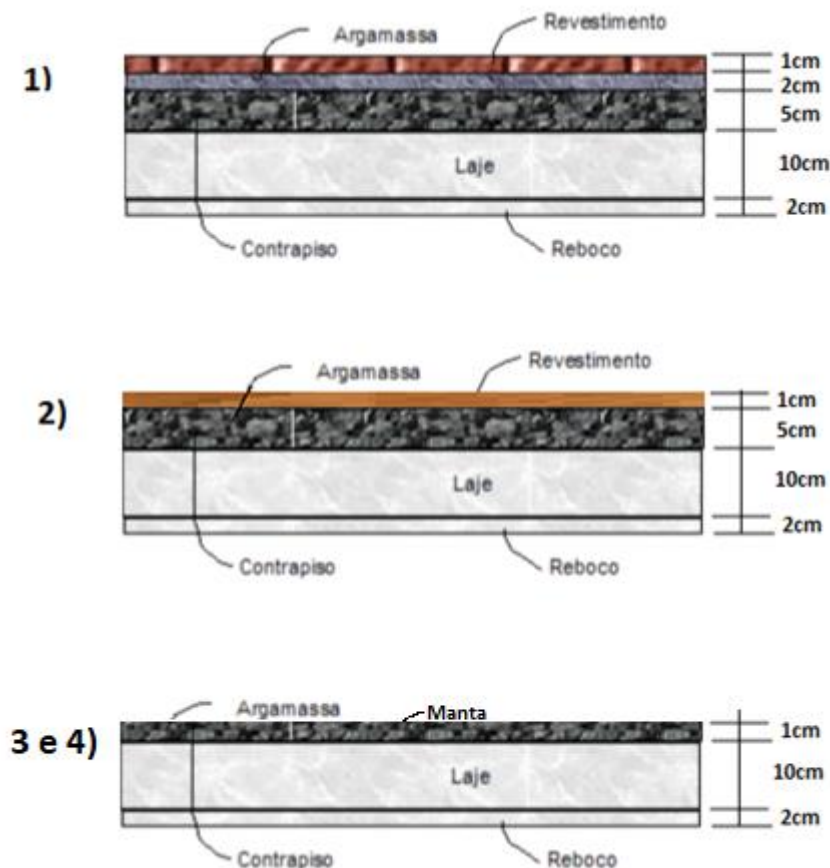
5.1 CARGAS NAS LAJES

Têm-se, nesse projeto, quatro tipos de revestimento para lajes:

- 1) Revestimento cerâmico.
- 2) Revestimento com piso laminado.
- 3) Revestimento com regularização do piso e manta asfáltica.
- 4) Revestimento com regularização do piso, manta asfáltica e carga de telhado.

A composição e espessuras das camadas estão indicadas na Figura 5 a seguir.

Figura 5: Tipos de revestimentos com espessuras das camadas.



(Fonte: elaborada pelo autor).

Assim, os pesos dos revestimentos ficam os seguintes:

1) Revestimento Cerâmico:

Cerâmica - $0,01\text{m} \times 1\text{m} \times 1\text{m} \times 18\text{ kN/m}^3 = 0,18\text{ kN}$

Arg. de assentamento (arg. cimento) - $0,02\text{m} \times 1\text{m} \times 1\text{m} \times 21\text{ kN/m}^3 = 0,42\text{ kN}$

Contrapiso (arg. cal, cimento e areia) - $0,05\text{m} \times 1\text{m} \times 1\text{m} \times 19\text{ kN/m}^3 = 0,95\text{ kN}$

Reboco (arg. cal, cimento e areia) - $0,02\text{m} \times 1\text{m} \times 1\text{m} \times 19\text{ kN/m}^3 = 0,38\text{ kN}$

Total = $1,93\text{ kN/m}^2$ *

2) Revestimento Laminado:

Piso laminado - $0,01\text{m} \times 1\text{m} \times 1\text{m} \times 4,5\text{ kN/m}^3 = 0,045\text{ kN}$

Contrapiso (arg. cal, cimento e areia) - $0,05\text{m} \times 1\text{m} \times 1\text{m} \times 19\text{ kN/m}^3 = 0,95\text{ kN}$

Reboco (arg. cal, cimento e areia) - $0,02\text{m} \times 1\text{m} \times 1\text{m} \times 19\text{ kN/m}^3 = 0,38\text{ kN}$

Total = $1,38\text{ kN/m}^2$ *

3) Revestimento com regularização do piso e manta asfáltica:
Impermeabilização com manta asfáltica simples de 0,4 cm - 0,10 kN/m² (Tabela 4 da NBR 6120 (2019)).

Regularização (arg. cal, cimento e areia) – 0,01m x 1m x 1m x 19 kN/m³ = 0,19 kN

Total = 0,29 kN/m² *

4) Revestimento com regularização do piso, manta asfáltica e carga do telhado:

Manta asfáltica simples de 0,4 cm - 0,10 kN/m² (Tabela 4 da NBR 6120 (2019))

Regularização (arg. cal, cimento e areia) – 0,01m x 1m x 1m x 19 kN/m³ = 0,19 kN

Carga do telhado – 0,7 kN/m² (Tabela 6 da NBR 6120 (2019) – composição com telhas cerâmicas em geral e inclinação ≤40%)

Total = 0,99 kN/m² *

*Não foram considerados os pesos próprios das lajes nessa etapa. O objetivo foi somente mostrar as cargas que são levadas em consideração para revestimento quando o dimensionamento é feito, no item 10.

Além desses pesos, deve-se considerar as cargas variáveis nas lajes e o peso de paredes apoiadas diretamente sobre elas. As divisórias em drywall são desconsideradas. Já as em alvenarias de cerâmica, todas estão descarregando em vigas diretamente.

As cargas variáveis são consultadas na Tabela 10 da NBR 6120 (2019), que consta, em partes, no ANEXO B.

Segundo notas da Tabela 10 da NBR 6120 (2019), para a sacada deve-se considerar um peso adicional de 2kN/m na borda, além do peso do guarda-corpo. Ainda, considera-se cargas horizontais conforme item 6.3 da NBR 6118 (2014). Essa força deve ser aplicada a uma altura de 1,1 metro do piso acabado, independente da altura do guarda-corpo. A Tabela 12 da NBR 6118 (2014) indica essa carga a ser considerada, e está representada na Tabela 5 abaixo.

Tabela 5 – Forças horizontais em guarda-corpos e outras barreiras destinadas à proteção de pessoas. (Parte da Tabela 12 da NBR 6118).

Localização da barreira	Força horizontal kN/m
Passarelas acessíveis apenas para inspeção e manutenção	0,4
Áreas privativas de unidades residenciais, escritórios, quartos de hotéis, quartos e enfermarias de hospitais	1,0
Coberturas, terraços, passarelas etc. sem acesso público	

Como a sacada é cercada por vigas, essas cargas atuam diretamente sobre elas, sem passar pelo carregamento das lajes.

Outra consideração a ser feita é o peso dos reservatórios. No projeto arquitetônico consta um de água quente que se apoia na laje 7 do pavimento cobertura. Ainda, existem mais quatro reservatórios de água fria, que ficam sobre as lajes 1 e 2 do pavimento reservatório. Os pesos estão descritos abaixo, e foram distribuídos uniformemente sobre as lajes.

$$\text{Reservatório de água quente: } \frac{4 \text{ m}^3 * 10 \text{ kN/m}^3}{19,38 \text{ m}^2} = 2,06 \text{ kN/m}^2.$$

$$\text{Reservatório de água fria: } \frac{4 * 7,5 \text{ m}^3 * 10 \text{ kN/m}^3}{(30,08 + 30,08) \text{ m}^2} = 4,99 \text{ kN/m}^2.$$

Com todos esses itens definidos, chega-se ao carregamento final das lajes, explícito no APÊNDICE B.

5.2 PAREDES

No projeto arquitetônico constam paredes de 15, 18 e 23 cm, compostas por bloco cerâmico vazado de 11,5; 14 e 19 cm respectivamente. Todas têm revestimento de 2cm por face. Ainda, são previstas paredes de Drywall de 10 cm de espessura. A seguir partes da Tabela 2 e 3 da NBR 6120 (2019) onde descrevem esses pesos.

Tabela 6 – Alvenarias. (Parte da Tabela 2 da NBR 6120).

Alvenaria	Espessura nominal do elemento cm	Peso - Espessura de revestimento por face kN/m ²		
		0 cm	1 cm	2 cm
ALVENARIA DE VEDAÇÃO				
Bloco de concreto vazado (Classe C – ABNT NBR 6136)	6,5	1,0	1,4	1,8
	9	1,1	1,5	1,9
	11,5	1,3	1,7	2,1
	14	1,4	1,8	2,2
	19	1,8	2,2	2,6
Bloco cerâmico vazado (Furo horizontal - ABNT NBR 15270-1)	9	0,7	1,1	1,6
	11,5	0,9	1,3	1,7
	14	1,1	1,5	1,9
	19	1,4	1,8	2,3
Bloco de concreto celular autoclavado (Classe C25 – ABNT NBR 13438)	7,5	0,5	0,9	1,3
	10	0,6	1,0	1,4
	12,5	0,8	1,2	1,6
	15	0,9	1,3	1,7
	17,5	1,1	1,5	1,9
20	1,2	1,6	2,0	
Bloco de vidro (decorativo, sem resistência ao fogo)	8	0,8	–	–
NOTA Na composição de pesos de alvenarias desta Tabela foi considerado o seguinte: <ul style="list-style-type: none"> — argamassa de assentamento vertical e horizontal de cal, cimento e areia com 1 cm de espessura e peso específico de 19 kN/m³; — revestimento com peso específico médio de 19 kN/m³; — proporção de um meio bloco para cada três blocos inteiros; — sem preenchimento de vazios (com graute etc.). 				

Tabela 7 – Divisórias e caixilhos. (Parte da Tabela 3 da NBR 6120).

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

Sabendo que o pé direito é 2,70 m e as vigas ficaram com 30, 40 e 50 cm de altura, desconta-se essas alturas de 2,70 e transforma-se o peso para kN/m. Os valores finais para os pesos das paredes em blocos cerâmicos são os apresentados na Tabela 8 a seguir.

Tabela 8 – Peso linear das alvenarias descontando altura da viga.

Parede (cm)	Altura viga (cm)	Peso (kN/m)
15	30	4,08
18	30	4,56
23	30	5,52
	40	5,29
	50	5,06

(Fonte: elaborada pelo autor).

Para paredes em drywall não é necessário descontar as alturas das vigas, já que são divisórias leves. O peso linear fica 1,35 kN/m.

6. PRÉ-DIMENSIONAMENTO

6.1 DIMENSÕES MÍNIMAS

A análise das dimensões mínimas foi feita com base na NBR 6118 (2014), item 13.2. Deveria ter sido feita também uma verificação do “Tempo Requerido de Resistência ao Fogo” (TRRF) e as dimensões exigidas para atender esse critério, que consta em detalhes na NBR 15200:2012.

6.1.1 Lajes

Segundo item 13.2.4.1 NBR 6118 (2014), as dimensões mínimas para lajes maciças que se aplicam nesse projeto são:

- a) 7 cm para cobertura não em balanço;
- b) 8 cm para lajes de piso não em balanço;
- c) 10 cm para lajes em balanço;

Além disso, para as lajes em balanço os esforços solicitantes de cálculo a serem considerados devem ser multiplicados por um coeficiente adicional γ_n , de acordo com o indicado na Tabela 13.2 da NBR 6118 (2014).

Tabela 9 - Valores do coeficiente adicional para lajes em balanço. (Tabela 13.2 da NBR 6118).

h cm	≥ 19	18	17	16	15	14	13	12	11	10
γ_n	1,00	1,05	1,10	1,15	1,20	1,25	1,30	1,35	1,40	1,45

onde

$$\gamma_n = 1,95 - 0,05 h;$$

h é a altura da laje, expressa em centímetros (cm).

NOTA O coeficiente γ_n deve majorar os esforços solicitantes finais de cálculo nas lajes em balanço, quando de seu dimensionamento.

6.1.2 Vigas

As larguras mínimas são 12 cm para vigas e 15 cm para vigas-paredes, conforme item 13.2.2 da NBR 6118 (2014). Entretanto, é permitido uma redução para 10 cm se respeitadas as condições abaixo:

a) alojamento das armaduras e suas interferências com as armaduras de outros elementos estruturais, respeitando os espaçamentos e cobrimentos estabelecidos nesta Norma;

b) lançamento e vibração do concreto de acordo com a ABNT NBR 14931.

6.1.3 Pilares

Segundo item 13.2.3 da NBR 6118 (2014) a dimensão mínima de pilares e pilares-parede maciços é 19 cm. Permite-se considerar valores entre 19 cm e 14 cm, porém deve-se multiplicar os esforços solicitantes de cálculo considerados no dimensionamento por um coeficiente adicional γ_n , indicado na Tabela 13.1 da norma. Nesse projeto optou-se por utilizar a dimensão mínima de 19 cm.

Deve-se observar que nenhum pilar fique com área da seção transversal inferior a 360 m².

6.2 DIMENSÕES ECONÔMICAS

A análise das dimensões econômicas do pré-dimensionamento será baseada em Giongo (2007) e devem ser respeitados as dimensões mínimas já descritas.

6.2.1 Lajes

Segundo Giongo (2007), se a laje for armada em duas direções a espessura a ser adotada deve estar entre $l/50$ e $l/40$, sendo l o menor vão teórico. Para lajes armadas em uma direção, esse limite fica entre $l/45$ e $l/30$.

Para esse projeto, optou-se por utilizar uma espessura uniforme entre as lajes, a fim de facilitar a execução e reutilização de formas durante a obra. Assim, a espessura fica definida pelo maior entre os menores vãos teóricos, que é 322 cm. Assim, tem-se:

$$\frac{322 \text{ cm}}{40} = 8.05 \text{ cm}$$

Para o nível do reservatório, o valor de l fica 452 cm, e tem-se a espessura mínima econômica:

$$\frac{452 \text{ cm}}{40} = 11.30 \text{ cm}$$

Logo, a escolha da espessura das lajes fica em:

- 10 cm para lajes internas dos pavimentos tipo e segundo pavimento.
- 10 cm para lajes em balanço.
- 12 cm para lajes do nível do reservatório.

Apesar de que o método sugere uma espessura em torno de 8 cm para as lajes do segundo pavimento e tipo, optou-se por 10 cm que é um mínimo viável por questões de deformações excessivas e para que a taxa de aço não fique muito alta.

6.2.2 Vigas

A altura a ser considerada segundo Giongo (2007) pode ser $1/10$ do vão livre. Foi utilizada uma altura constante em vigas contínuas, mesmo que os tramos sejam diferentes e portanto sugeririam alturas diferentes.

Além disso, optou-se, por critério do projetista, três alturas apenas (30, 40 e 50 cm) a fim de manter uniformidade no projeto e facilitar a execução em obra.

6.2.3 Pilares

6.2.3.1 Área de influência

Para pilares, tem-se uma rotina de cálculo um pouco mais extensa. Primeiramente, deve-se determinar a área de influência de cada pilar. Como esta é uma fase de anteprojeto, não será feito essa análise para todos os pilares, e sim para 3 pilares apenas, que se encontram em situação mais crítica. Analisadas as dimensões necessárias para esses, serão utilizadas as mesmas em todos os demais, já que isso facilita, também, a execução em obra.

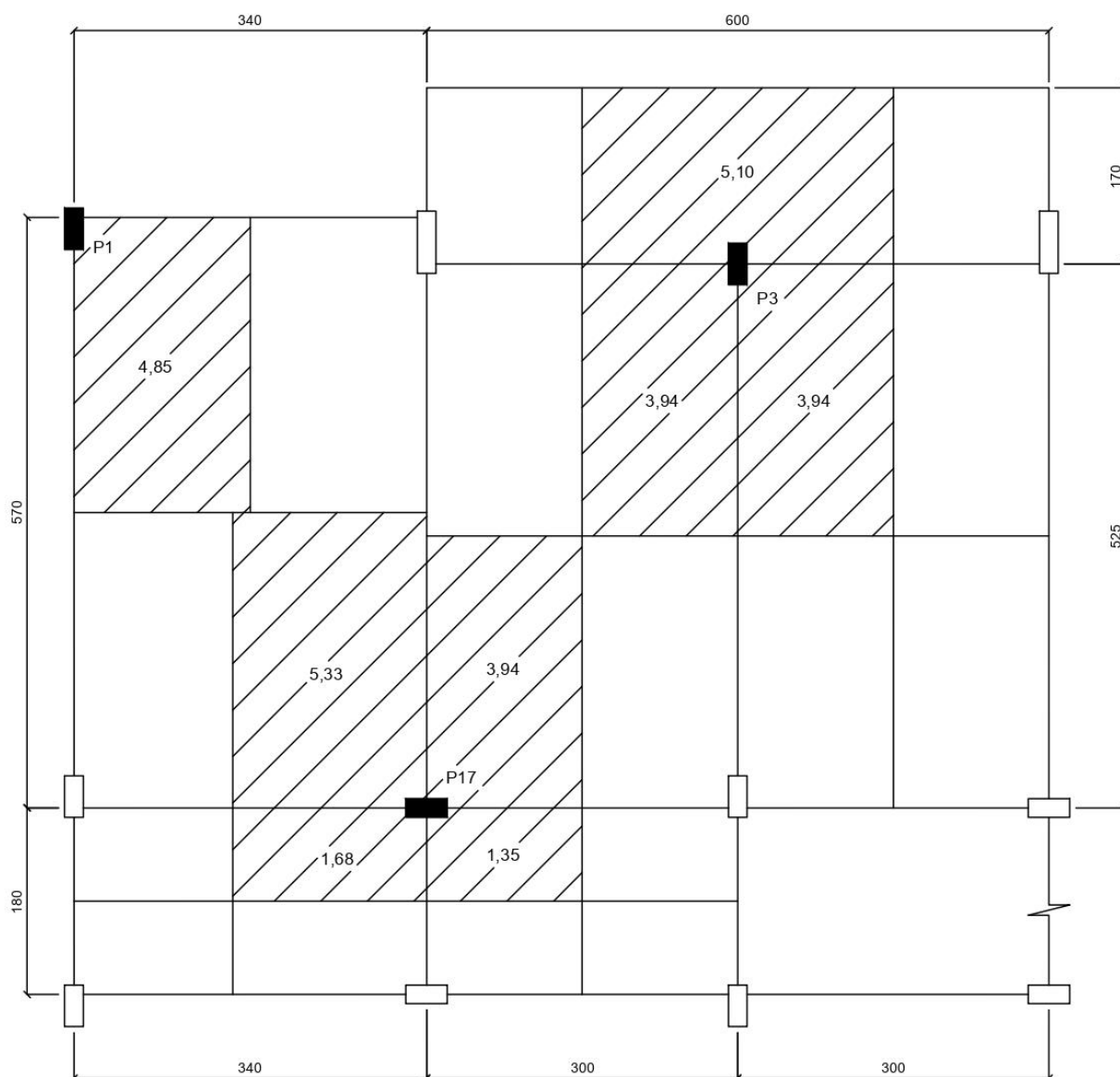
Os pilares analisados são P1, P3 e P17.

Segundo Giongo (2007), para a divisão das áreas deve-se considerar uma reta que divide os vãos em:

- a) 0,45 ℓ : adotado no caso de pilar de extremidade ou de canto na direção da menor dimensão do pilar;
- b) 0,45 ℓ : adotado no caso de pilar interno quando na direção considerada o vão consecutivo ou suas ações superarem em 20% o valor correspondente ao do vão em questão;
- c) 0,55 ℓ : complemento do vão dos casos anteriores;
- d) 0,50 ℓ : adotado no caso de pilar de extremidade ou de canto na direção da maior dimensão do pilar e para pilar interno quando, na direção considerada, o vão consecutivo e suas ações não diferem muito do valor correspondente ao vão em questão.

A divisão das áreas de influência dos pilares em questão fica como mostra a Figura 6 a seguir.

Figura 6: Área de influência para pré-dimensionamento dos pilares.



(Fonte: elaborada pelo autor).

As áreas totais de influência dos pilares em análise ficam:

$$P1 = 4,85 \text{ m}^2$$

$$P3 = 12,98 \text{ m}^2$$

$$P17 = 12,30 \text{ m}^2$$

6.2.3.2 Ação total por andar

A carga a ser considerada é composta pelo peso próprio da estrutura de concreto (lajes, pilares e vigas), revestimento (forro e piso), paredes e divisórias e as ações variáveis.

Segundo Giongo (2007), pode ser considerado uma laje fictícia de 17 cm de espessura para o peso próprio da estrutura. Esse valor adotado resulta da observação de edifícios já elaborados e com suas viabilidades técnico-econômicas verificadas. Essa laje fictícia engloba o peso de lajes,

pilares e vigas de um pavimento. O revestimento, as paredes e as cargas variáveis já foram analisados no item 5.1 e 5.2 anteriormente. A carga total para cada pilar é calculada pela seguinte fórmula, segundo Giongo (2007):

$$N_{ki} = (n + 0,7) * (g + q) * A_i \quad \text{Eq.9}$$

onde: N_k = carga total por pilar;

n = número de pavimentos acima do tramo que se deseja fazer o pré-dimensionamento;

$g+q$ = ação avaliada por unidade de área;

A_i = área de influência do pilar;

É avaliada uma seção do pilar do térreo até o 3º pavimento, depois do 4º pavimento ao 7º pavimento e outra para o nível do reservatório.

6.2.3.3 Cálculo da seção

No dimensionamento de pilares, segundo a NBR 6118 (2014) devemos levar em consideração diversas excentricidades, que na fase de anteprojeto não é preciso avaliar tão exclusivamente. Porém, Giongo (2007) sugere um coeficiente α para substituir essas excentricidades nos cálculos. São eles os dispostos na Tabela 10 abaixo.

Tabela 10 - Coeficiente α para pré-dimensionamento de pilares.

Posição do pilar	Coeficiente α
Interno	1,8
Extremidade	2,2
Canto	2,5

(Fonte: elaborada pelo autor com base em Giongo (2017))

Assim, com esses valores de α podemos fazer o pré-dimensionamento dos pilares considerando uma compressão simples com força centrada.

Considera-se uma taxa de armadura, na região de emenda das barras de transpasse, de 3,5%. O cálculo é feito no estado limite último.

A Tabela 11 apresenta o pré-dimensionamento dos pilares conforme descrito em Giongo (2007).

Tabela 11 - Pré-dimensionamento de pilares.

Tramo	Pilar	Área de influência (m ²)	Carga por andar (kN)					Carga por m ²	Carga total (kN)	Carga total de cálculo (kN)	Taxa de armadura	Tensão ideal (Mpa)	Área da seção transversal (cm ²)	a (cm)	b (cm)
			laje fic.	parede	revest.	variável	total por andar								
Térreo - 3° pav	P1	4,85	20,61	22,76	6,69	7,28	57,34	11,82	384,17	960,43	3%	33,85	397,22	19	21
	P3	12,98	55,17	28,55	20,72	32,07	136,50	10,52	914,56	2012,03	3%	33,85	832,15	19	44
	P17	12,30	52,28	17,83	16,97	21,83	108,90	8,85	729,64	1313,35	3%	33,85	543,19	19	29
4° pav - 7° pav	P1	4,85	20,61	22,76	6,69	7,28	57,34	11,82	212,15	530,39	3%	33,85	219,36	19	12
	P3	12,98	55,17	28,55	20,72	32,07	136,50	10,52	505,05	1111,12	3%	33,85	459,55	19	24
	P17	12,30	52,28	17,83	16,97	21,83	108,90	8,85	402,93	725,28	3%	33,85	299,97	19	16
Reservatório Térreo - 3° Pav	P36 - NÍVEL RESER.	15,26	64,86	31,40	29,45	22,89	300,79	19,71	992,11	1785,80	3%	33,85	738,59	19	39
	P36 - PAV TIPO	11,41	48,49	28,57	15,75	22,41	115,22	10,10							
Reservatório 4° pav - Reserv.	P36 - NÍVEL RESER.	15,26	64,86	0,00	29,45	22,89	269,39	17,65	589,99	1061,98	3%	33,85	439,22	19	23
	P36 - PAV TIPO	11,41	48,49	0,00	15,75	22,41	86,65	7,59							

(Fonte: elaborada pelo autor).

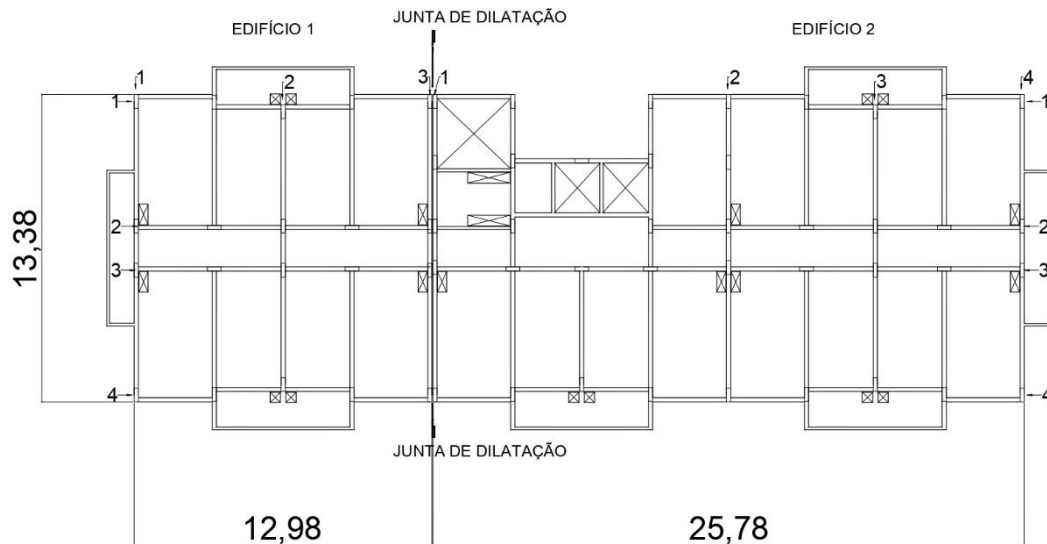
Assim, optou-se pela dimensão de 19x50 cm para os pilares do térreo ao 3° pavimento e 19x 30 cm para os pavimentos acima.

Observa-se que a carga por m² dos pavimentos ficaram próximo ao recomendado de 10 a 12 kN/m² por Giongo (2007), em alguns pilares, já em outros essa carga se distancia desse valor e por isso a análise detalhada de cargas se mostra necessária.

7. ANÁLISE DE ESTABILIDADE DA ESTRUTURA

Para analisar a estabilidade do edifício, foram consideradas duas estruturas isoladas entre si. Isso acontece devido à junta de dilatação presente no projeto. Essa junta foi necessária pelo fato da fachada frontal ser muito extensa, 38,84 metros. Ela divide, então, a edificação em duas estruturas, que chamou-se de Edifício 1 e Edifício 2. A Figura 7 a seguir mostra a localização da mesma e a indicação dos edifícios.

Figura 7: Localização da junta de dilatação, separação das estruturas e indicação dos pórticos.



(Fonte: elaborada pelo autor)

Essa análise foi feita a partir das recomendações da NBR 6118 (2014), que deixa explícita no item 15.5 como deve ser feita. Optou-se pela verificação do parâmetro α apenas, deixando de lado o γ_z .

O objetivo dessa verificação é certificar-se que a estrutura é de nós fixos, assim não é necessário considerar os esforços globais de 2ª ordem. Para isso, o coeficiente α descrito na Equação 10 abaixo deve ser menor que 0,5, valor para o caso que há apenas pórticos na estrutura de contraventamento.

$$\alpha = H_{tot} * \sqrt{\frac{N_k}{E_{cs} * I_c}} < 0,5 \quad \text{Eq.10}$$

onde: H_{tot} = altura total da estrutura (m);

N_k = somatório de todas as forças verticais atuantes na estrutura com seu valor característico (kN);

$E_{cs} * I_c$ = representa o somatório dos valores de rigidez de todos os pilares na direção considerada. No caso de estruturas de pórticos, de treliças ou mistas, ou com pilares de rigidez variável ao longo da altura, pode ser considerado o valor da expressão $E_{cs} * I_c$ de um pilar equivalente de seção constante;

Para o projeto em questão, a altura total é de 26,3 metros.

No cálculo das forças verticais atuantes, utiliza-se o valor de 12 kN/m² para pavimentos tipo e 10 kN/m² para cobertura.

Para o cálculo de $Ecs \cdot Ic$ deve-se considerar os pórticos isoladamente e calcular a rigidez equivalente para cada um.

Os pórticos que serão considerados para as estruturas de contraventamento estão indicados na Figura 7 acima e podem ser observados também no APÊNDICE C, onde constam a numeração dos pilares e vigas que fazem parte do mesmo.

O cálculo da rigidez equivalente segue a seguinte fórmula proposta na NBR 6118 (2014):

$$(EI)_{eq} = \frac{Fh \cdot H^3}{3 \cdot a} \quad \text{Eq.11}$$

onde: Fh = força horizontal concentrada no topo do edifício (kN);

H = altura do edifício (m);

a = deslocamento no topo devido à força Fh (m).

Primeiramente, foram obtidos os valores de α para o edifício 1 com os pilares de seção supostas no pré-dimensionamento. Entretanto, a estrutura estava instável em x e foi necessário aumentar a seção dos pilares de contraventamento para 19x60 cm e 19x40 cm. Além disso, as vigas que participam dos pórticos em x e y ficaram com 50 cm de altura do térreo até o nível da cobertura. Assim, assegura-se que a estrutura do edifício 1 está estável.

Para o edifício 2, já se iniciou a análise levando em consideração a mesma configuração dos pilares finais obtidos no edifício 1. As alturas das vigas ficaram também em 50 cm para as duas direções. A Tabela 12 descreve a análise feita.

Tabela 12- Análise de estabilidade do edifício 1 e 2 nas direções X e Y.

Edifício 1 - Direção x			Edifício 2 - Direção x		
Pórtico	a (m)	Eieq (kN.m ²)	Pórtico	a (m)	Eieq (kN.m ²)
1	0,446	6.921.524,66	1	0,403	7.660.049,63
2	0,237	13.025.316,46	2	0,215	14.358.139,53
3	0,237	13.025.316,46	3	0,104	29.682.692,31
4	0,446	6.921.524,66	4	0,237	13.025.316,46
	Ainf	196,70		Ainf	359,10
	Nk (kN)	18.489,80		Nk (kN)	33.755,40
	Eieq y	39.893.682,24		Eieq y	64.726.197,93
	α_x	0,45		α_x	0,48
Edifício 1 - Direção y			Edifício 2 - Direção y		
Pórtico	a (m)	Eieq (kN.m ²)	Pórtico	a (m)	Eieq (kN.m ²)
1	0,225	13.720.000,00	1	0,158	19.537.974,68
2	0,218	14.160.550,46	2	0,163	18.938.650,31
3	0,225	13.720.000,00	3	0,171	18.052.631,58
	Ainf	196,70		Ainf	359,10
	Nk (kN)	18.489,80		Nk (kN)	33.755,40
	Eieq y	41.600.550,46		Eieq y	70.249.256,57
	α_y	0,44		α_y	0,46

(Fonte: elaborada pelo autor).

Finalizada essa etapa do projeto, já tem-se as dimensões definidas dos elementos e as plantas de forma estão dispostas no APÊNDICE A. Essas dimensões sofreram alterações após a etapa de dimensionamento que é feita posteriormente.

8. FORÇAS DEVIDO AO VENTO

As ações estáticas e dinâmicas do vento são determinadas com base na NBR 6123 (1988).

8.1 VELOCIDADE CARACTERÍSTICA

Para definir a velocidade característica do vento, obteve-se os fatores S1, S2 e S3 da edificação, além da velocidade básica.

A velocidade básica para Porto Alegre segundo o mapa de isopletas contido na NBR 6123 (1988) é aproximadamente 46 m/s. Esse mapa encontra-se no ANEXO C.

O fator topográfico S1 leva em consideração as variações do relevo do terreno, e o considerado em projeto é plano ou fracamente acidentado. Para essa especificação tem-se S1=1,0.

O fator S2 considera o efeito combinado da rugosidade do terreno, da variação da velocidade do vento com a altura acima do terreno e das dimensões da edificação ou parte da edificação em consideração.

A categoria do terreno em questão é a V pelo fato de o mesmo estar localizado no centro de uma grande cidade onde a cota média dos obstáculos fica igual ou superior a 25 m (prédios de aproximadamente 9 andares).

Para a classe, tem-se duas diferentes já que o edifício em questão apresenta uma junta de dilatação que o separa em duas estruturas independentes entre si. O edifício 1 é classe A, já que a maior dimensão não excede 20 metros. O edifício 2 se enquadra na classe B, pois sua dimensão em X é 25,78 metros.

O fator S2 é calculado pela equação a seguir, disposta na NBR 6123 (1988).

$$S2 = b * Fr * (z/10)^p \quad \text{Eq.12}$$

onde: Fr = fator de rajada, obtido sempre para categoria II.

b e p = coeficientes obtidos na Tabela 2 da NBR 6123 (1988) e que está representada na Tabela 13 a seguir.

z = altura acima do nível geral do terreno (m).

Tabela 13 – Fator S2. (Tabela 2 da NBR 6123).

z (m)	Categoria														
	I			II			III			IV			V		
	Classe			Classe			Classe			Classe			Classe		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
≤ 5	1,06	1,04	1,01	0,94	0,92	0,89	0,88	0,86	0,82	0,79	0,76	0,73	0,74	0,72	0,67
10	1,10	1,09	1,06	1,00	0,98	0,95	0,94	0,92	0,88	0,86	0,83	0,80	0,74	0,72	0,67
15	1,13	1,12	1,09	1,04	1,02	0,99	0,98	0,96	0,93	0,90	0,88	0,84	0,79	0,76	0,72
20	1,15	1,14	1,12	1,06	1,04	1,02	1,01	0,99	0,96	0,93	0,91	0,88	0,82	0,80	0,76
30	1,17	1,17	1,15	1,10	1,08	1,06	1,05	1,03	1,00	0,98	0,96	0,93	0,87	0,85	0,82
40	1,20	1,19	1,17	1,13	1,11	1,09	1,08	1,06	1,04	1,01	0,99	0,96	0,91	0,89	0,86
50	1,21	1,21	1,19	1,15	1,13	1,12	1,10	1,09	1,06	1,04	1,02	0,99	0,94	0,93	0,89
60	1,22	1,22	1,21	1,16	1,15	1,14	1,12	1,11	1,09	1,07	1,04	1,02	0,97	0,95	0,92
80	1,25	1,24	1,23	1,19	1,18	1,17	1,16	1,14	1,12	1,10	1,08	1,06	1,01	1,00	0,97
100	1,26	1,26	1,25	1,22	1,21	1,20	1,18	1,17	1,15	1,13	1,11	1,09	1,05	1,03	1,01
120	1,28	1,28	1,27	1,24	1,23	1,22	1,20	1,20	1,18	1,16	1,14	1,12	1,07	1,06	1,04
140	1,29	1,29	1,28	1,25	1,24	1,24	1,22	1,22	1,20	1,18	1,16	1,14	1,10	1,09	1,07
160	1,30	1,30	1,29	1,27	1,26	1,25	1,24	1,23	1,22	1,20	1,18	1,16	1,12	1,11	1,10
180	1,31	1,31	1,31	1,28	1,27	1,27	1,26	1,25	1,23	1,22	1,20	1,18	1,14	1,14	1,12
200	1,32	1,32	1,32	1,29	1,28	1,28	1,27	1,26	1,25	1,23	1,21	1,20	1,16	1,16	1,14
250	1,34	1,34	1,33	1,31	1,31	1,31	1,30	1,29	1,28	1,27	1,25	1,23	1,20	1,20	1,18
300	-	-	-	1,34	1,33	1,33	1,32	1,32	1,31	1,29	1,27	1,26	1,23	1,23	1,22
350	-	-	-	-	-	-	1,34	1,34	1,33	1,32	1,30	1,29	1,26	1,26	1,26
400	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,34	1,32	1,32	1,29	1,29	1,29
420	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,35	1,35	1,33	1,30	1,30	1,30
450	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,32	1,32	1,32
500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,34	1,34	1,34

A Tabela 14 abaixo apresenta os valores calculados para os dois edifícios e os diferentes níveis.

Tabela 14 - Coeficiente S2 para os diferentes níveis.

Edifício 1		Edifício 2	
Fr= 1,0 b= 0,74 p= 0,15		Fr= 0,98 b= 0,73 p= 0,16	
z (m)	S2	z (m)	S2
4	0,64	4	0,62
6,8	0,70	6,8	0,67
9,6	0,74	9,6	0,71
12,4	0,76	12,4	0,74
15,2	0,79	15,2	0,76
18	0,81	18	0,79
20,8	0,83	20,8	0,80
		23,8	0,82
		26,8	0,84

(Fonte: elaborada pelo autor).

O fator estatístico S3 é baseado em conceitos estatísticos, e considera o grau de segurança requerido e a vida útil da edificação. O edifício em questão se enquadra no grupo 2 segundo a Tabela 3 da NBR 6123 (1988), portanto tem-se S3=1,0.

Tabela 15 – Valores mínimos do fator estatístico S3. (Tabela 3 da NBR 6123).

Grupo	Descrição	S ₃
1	Edificações cuja ruína total ou parcial pode afetar a segurança ou possibilidade de socorro a pessoas após uma tempestade destrutiva (hospitais, quartéis de bombeiros e de forças de segurança, centrais de comunicação, etc.)	1,10
2	Edificações para hotéis e residências. Edificações para comércio e indústria com alto fator de ocupação	1,00
3	Edificações e instalações industriais com baixo fator de ocupação (depósitos, silos, construções rurais, etc.)	0,95
4	Vedações (telhas, vidros, painéis de vedação, etc.)	0,88
5	Edificações temporárias. Estruturas dos grupos 1 a 3 durante a construção	0,83

Assim, pode-se calcular a velocidade característica para as duas estruturas do edifício, conforme a Equação 13 a seguir, retirada do item 4.2 da NBR 6123 (1988). A Tabela 16 apresenta as velocidades calculadas.

$$Vk = S1 * S2 * S3 * Vb$$

Eq.13

Tabela 16- Velocidade característica para os diferentes níveis.

Edifício 1		Edifício 2	
z (m)	Vk (m/s)	z (m)	Vk (m/s)
4	29,67	4	28,42
6,8	32,13	6,8	30,94
9,6	33,83	9,6	32,69
12,4	35,16	12,4	34,06
15,2	36,25	15,2	35,19
18	37,18	18	36,15
20,8	37,99	20,8	37,00
		23,8	37,81
		26,8	38,53

(Fonte: elaborada pelo autor).

8.2 PRESSÃO DINÂMICA E FORÇA DE ARRASTO

A pressão dinâmica segundo item 4.2 da NBR 6123 (1988) é dada pela expressão:

$$q = 0,613 * V_k^2 \quad \text{Eq.14}$$

Assim tem-se uma pressão diferente para cada edifício e cada nível. Essa está apresentada posteriormente junto com a força de arrasto.

Para força de arrasto, é necessário os coeficientes de arrasto (C_a) e a área efetiva (A_e).

Os coeficientes de arrasto são obtidos das relações das dimensões da estrutura e entrando no ábaco da Figura 4 da NBR 6123 (1988), que está disposto no ANEXO D.

- Edifício 1: $C_a x = 1,2$; $C_a y = 1,15$

- Edifício 2: $C_a x = 1,0$; $C_a y = 1,25$

As áreas efetivas são:

- Edifício 1:

$$A_e \text{ térreo } x = 4\text{m} * 15,8\text{m} = 63,2 \text{ m}^2$$

$$A_e \text{ demais pav } x = 2,8\text{m} * 15,8\text{m} = 44,24 \text{ m}^2$$

$$A_e \text{ térreo } y = 4\text{m} * 14,2\text{m} = 56,8 \text{ m}^2$$

$$A_e \text{ demais pav } y = 2,8\text{m} * 14,2\text{m} = 39,76 \text{ m}^2$$

-Edifício 2:

$$A_e \text{ térreo } x = 4\text{m} * 15,8\text{m} = 63,2 \text{ m}^2$$

$$A_e \text{ demais pav } x = 2,8\text{m} * 15,8\text{m} = 44,24 \text{ m}^2$$

$$A_e \text{ reservatório } x = 3\text{m} * 4,9\text{m} = 14,7 \text{ m}^2$$

$$A_e \text{ térreo } y = 4\text{m} * 25,8\text{m} = 103,2 \text{ m}^2$$

$$A_e \text{ demais pav } y = 2,8\text{m} * 25,8\text{m} = 72,24 \text{ m}^2$$

$$A_e \text{ reservatório } y = 3\text{m} * 13\text{m} = 39 \text{ m}^2$$

Com isso, calcula-se as forças de arrasto que atuam na estrutura. As Tabelas 17 e 18 abaixo descrevem os valores da pressão dinâmica e das forças calculadas para todos os níveis.

Tabela 17 – Pressão dinâmica e forças de arrasto no edifício 1.

Edifício 1

z (m)	Vk (m/s)	q (N/m ²)	Fx (kN)	Fy (kN)
4	29,89	547,54	41,53	35,77
6,8	32,27	638,22	33,88	29,18
9,6	33,94	706,00	37,48	32,28
12,4	35,24	761,29	40,42	34,81
15,2	36,32	808,53	42,92	36,97
18	37,24	850,08	45,13	38,87
20,8	38,05	887,37	47,11	40,57

(Fonte: elaborada pelo autor).

Tabela 18 – Pressão dinâmica e forças de arrasto no edifício 2.

Edifício 2

z (m)	Vk (m/s)	q (N/m ²)	Fx (kN)	Fy (kN)
4	28,64	502,94	31,79	64,88
6,8	31,08	592,25	26,20	53,48
9,6	32,80	659,58	29,18	59,56
12,4	34,15	714,81	31,62	64,55
15,2	35,26	762,22	33,72	68,83
18	36,22	804,08	35,57	72,61
20,8	37,06	841,75	37,24	76,01
23,8	37,81	876,15	12,88	42,71
26,8	38,64	915,24	13,45	44,62

(Fonte: elaborada pelo autor).

9. DISTRIBUIÇÃO DOS ESFORÇOS DEVIDO AO VENTO

As forças calculadas no item 8 devem ser distribuídas nos diferentes pórticos de contraventamento do edifício. Para tal, utilizou-se como referência Araújo (2010). O autor utiliza um método simplificado, que despreza a interação entre os diversos andares da estrutura e adota uma rigidez equivalente para os elementos de contraventamento. Ainda, deve-se admitir que as lajes não apresentam nenhum movimento relativo no seu próprio plano e que os painéis de contraventamento recebem apenas cargas no plano vertical, levando a uma rigidez nula na direção normal a esse. Despreza-se a rigidez a torção.

Para sistemas hiperestáticos, o método da rigidez exige o cálculo da rigidez K para cada painel de contraventamento, que é obtido pela equação disposta em Araújo (2010):

$$K = \frac{3E_{eq}}{htot^3} \quad \text{Eq.15}$$

onde: E_{eq} = Rigidez equivalente do painel (kN.m²) – determinada no item 7, Tabela 12.

htot = altura total da edificação.

Deve-se, então, arbitrar um eixo cartesiano X-Y para que se determine a posição x_i , y_i e o ângulo α_i com o eixo X de cada painel. Com esses valores, aplica-se o método e obtém-se as matrizes. Por fim, chega-se nos valores percentuais das forças que atuarão em cada pórtico.

Importante salientar que a excentricidade considerada no método pode atuar em duas direções, então os valores percentuais calculados devem ser considerados espelhados quando os pórticos forem dimensionados.

No APÊNDICE D é apresentado a evolução do cálculo para a direção X e Y nos dois edifícios para todos os pórticos de contraventamento considerados no item 7 e explícitos na Figura 7 e no APÊNDICE C.

Chega-se, por fim, ao valor da força que atuará em cada pórtico quando uma força de 1000 kN for aplicada e conseqüentemente o valor em percentual para que possam ser aplicadas as forças reais que atuam na estrutura. As equações 16 e 17 abaixo foram retiradas de Araújo (2010).

$$F_i = K_i(RN)U_o \quad \text{Eq.16}$$

$$\%for\caca = \frac{F_i}{1000} \quad \text{Eq.17}$$

As Tabela 19 e 20 abaixo apresentam as forças calculadas e seus valores percentuais.

Tabela 19 – Forças que atuam nos pórticos do edifício 1.

Edifício 1 - Direção X		
	kN	%
F1	246,04	25%
F2	345,09	35%
F3	307,46	31%
F4	100,72	10%
Edifício 1 - Direção Y		
	kN	%
F1	75,45	8%
F2	340,38	34%
F3	584,12	58%

(Fonte: elaborada do autor)

Tabela 20 – Forças que atuam nos pórticos do edifício 2.

Edifício 2 - Direção X		
	kN	%
F1	228,11	23%
F2	268,48	27%
F3	450,05	45%
F4	53,16	5%
Edifício 2 - Direção Y		
	kN	%
F1	227,96	23%
F2	257,65	26%
F3	282,09	28%
F4	232,50	23%

(Fonte: elaboradas pelo autor).

Aplica-se ao dimensionamento das lajes a Teoria das Placas. A mesma é baseada na teoria da elasticidade que nos leva a uma equação geral das placas. Ainda, as seguintes condições, descritas no item 14.5.2 da NBR 6118 (2014), devem ser atendidas:

- Admite-se comportamento elástico-linear para os materiais.

- Os materiais são homogêneos e isotrópicos.

- Na análise global, as características geométricas podem ser determinadas pela seção bruta de concreto dos elementos estruturais. Em análises locais para cálculo dos deslocamentos, na eventualidade da fissuração, esta deve ser considerada.

- Coeficiente de Poisson igual a 0,2.

- Deve-se garantir a ductilidade.

Visto que a solução da equação geral das placas é muito complexa, deve-se utilizar alguma tabela pronta desenvolvida por diversos autores para o cálculo das lajes armadas em duas direções. Escolheu-se a do autor Czerny, automatizada em uma planilha do Excel. Para lajes armadas em uma direção, calcula-se como uma viga de 100 cm de largura e encontra-se o valor de cm² de aço necessário a cada metro.

10.3 VERIFICAÇÃO DO ESTADO LIMITE DE SERVIÇO (ELS)

Para verificação do estado-limite de deformação excessiva, podem ser utilizados valores de rigidez do estágio I, considerando o módulo de elasticidade secante do concreto, desde que o momento fletor seja menor que o de fissuração. Se o momento fletor for maior que o de fissuração, deve-se multiplicar o momento de inércia da seção bruta de concreto por 0,3. Essa explicação simplificada foi retirada do material de Campos Filho (2014). Na NBR 6118 (2014) consta nos itens 17.3.1 e 17.3.2.

$$Md \leq mr \rightarrow I_{eq} = I_c$$

$$Md > mr \rightarrow I_{eq} = 0,3 * I_c$$

O momento de fissuração é dado por:

$$mr = 0,25 * f_{ctm} * b * h^2 \quad \text{Eq.18}$$

A expressão para o cálculo da flecha imediata utilizada na planilha de Czerny e também descrita por Campos Filho (2014) é a seguinte:

$$f(t = 0) = K \frac{P_{d,serv} * l^4}{E_{cs} * I_{eq}} \quad \text{Eq.19}$$

onde: K= coeficiente que depende da vinculação e da relação entre os vãos da laje.

l= menor vão da laje.

P_{d,serv}= carga de serviço, correspondente a combinação quase permanente de serviço

$$P_{d,serv} = \sum g + \sum \Psi_2 * q \quad \text{Eq.20}$$

onde: g= cargas permanentes.

q= cargas variáveis.

Ψ₂= coeficiente de ponderação, dado pela Tabela 21 abaixo. (=0,3)

Tabela 21 – Valores do coeficiente γf_2 . (Tabela 11.2 da NBR 6118).

Ações		γf_2		
		Ψ_0	Ψ_1^a	Ψ_2
Cargas acidentais de edifícios	Locais em que não há predominância de pesos de equipamentos que permanecem fixos por longos períodos de tempo, nem de elevadas concentrações de pessoas ^b	0,5	0,4	0,3
	Locais em que há predominância de pesos de equipamentos que permanecem fixos por longos períodos de tempo, ou de elevada concentração de pessoas ^c	0,7	0,6	0,4
	Biblioteca, arquivos, oficinas e garagens	0,8	0,7	0,6
Vento	Pressão dinâmica do vento nas estruturas em geral	0,6	0,3	0
Temperatura	Variações uniformes de temperatura em relação à média anual local	0,6	0,5	0,3

^a Para os valores de Ψ_1 relativos às pontes e principalmente para os problemas de fadiga, ver Seção 23.
^b Edifícios residenciais.
^c Edifícios comerciais, de escritórios, estações e edifícios públicos.

A flecha diferida no tempo é apenas a flecha em $t=0$ multiplicada por $(1+\alpha f)$, onde $\alpha f=2,32$. Essa dedução e o cálculo de αf estão descritos no item 17.3.2.1.2 da NBR 6118 (2014).

Deve-se, então, comparar a flecha diferida com a flecha admissível, dada pela expressão a seguir e retirada da Tabela 13.3 da NBR 6118 (2014).

$$f_{adm} = \frac{l}{250} \quad \text{Eq.21}$$

10.4 ARMADURAS MÁXIMAS E MÍNIMAS

Para melhorar o desempenho e a ductilidade à flexão, assim como controlar a fissuração, são necessários valores mínimos de armadura passiva definidos na Tabela 19.1 da NBR 6118 (2014), que está representada na Tabela 22 a seguir.

Tabela 22 – Valores mínimos para armaduras passivas aderentes. (Tabela 19.1 da NBR 6118).

Armadura	Elementos estruturais sem armaduras ativas	Elementos estruturais com armadura ativa aderente	Elementos estruturais com armadura ativa não aderente
Armaduras negativas	$\rho_s \geq \rho_{\min}$	$\rho_s \geq \rho_{\min} - \rho_p \geq 0,67 \rho_{\min}$	$\rho_s \geq \rho_{\min} - 0,5 \rho_p \geq 0,67 \rho_{\min}$ (ver 19.3.3.2)
Armaduras negativas de bordas sem continuidade	$\rho_s \geq 0,67 \rho_{\min}$		
Armaduras positivas de lajes armadas nas duas direções	$\rho_s \geq 0,67 \rho_{\min}$	$\rho_s \geq 0,67 \rho_{\min} - \rho_p \geq 0,5 \rho_{\min}$	$\rho_s \geq \rho_{\min} - 0,5 \rho_p \geq 0,5 \rho_{\min}$
Armadura positiva (principal) de lajes armadas em uma direção	$\rho_s \geq \rho_{\min}$	$\rho_s \geq \rho_{\min} - \rho_p \geq 0,5 \rho_{\min}$	$\rho_s \geq \rho_{\min} - 0,5 \rho_p \geq 0,5 \rho_{\min}$
Armadura positiva (secundária) de lajes armadas em uma direção	$A_s/s \geq 20\%$ da armadura principal $A_s/s \geq 0,9 \text{ cm}^2/\text{m}$ $\rho_s \geq 0,5 \rho_{\min}$		–
onde $\rho_s = A_s/b_w h$ e $\rho_p = A_p/b_w h$. NOTA Os valores de ρ_{\min} são definidos em 17.3.5.2.1.			

O valor de ρ_{\min} fica definido na Tabela 28, no item 12.4 adiante como sendo igual a $0,164 \cdot h$.

Nos apoios de lajes que não apresentem continuidade com planos de lajes adjacentes e que tenham ligação com os elementos de apoio, deve-se dispor de armadura negativa de borda, conforme Tabela 22 acima. Essa armadura deve se estender até pelo menos 0,15 do vão menor da laje a partir da face do apoio.

A armadura de tração não pode ter valor maior que 4 % A_c , sendo A_c a área da seção bruta de concreto.

10.5 RESULTADOS

O dimensionamento das lajes em detalhe está disposto na tabela do APÊNDICE E, apresentando nas últimas colunas as soluções encontradas.

As plantas de detalhamento encontram-se no APÊNDICE F.

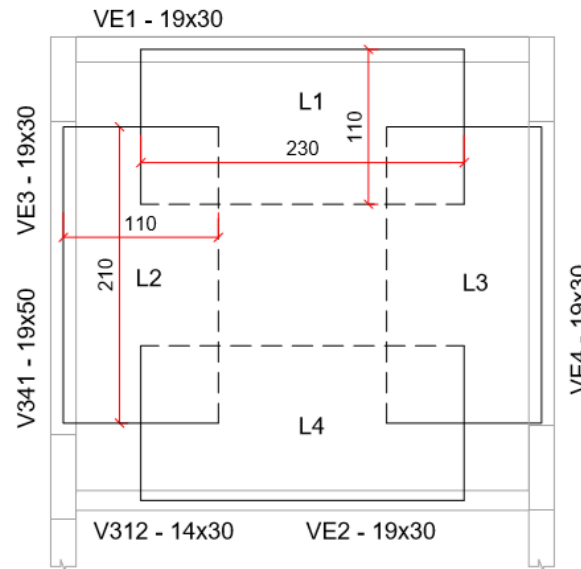
Não estão dispostas as soluções adotadas para as armaduras negativas na tabela do APÊNDICE E, já que a escolha foi feita conforme maior momento negativo nos apoios, e portanto deve-se olhar a planta de detalhamento apresentada no APÊNDICE F.

11. DIMENSIONAMENTO ESCADA

11.1 SITUAÇÃO DE PROJETO

A escada do projeto em questão é no formato de U. Para essa configuração, tem-se a situação de 4 lajes, que estão apoiadas entre si e nas vigas do contorno. A configuração das lajes com suas dimensões consta na Figura 9 abaixo, e segue o proposto por Melges (1997).

Figura 9: Configuração das lajes da escada.



(Fonte: elaborada pelo autor).

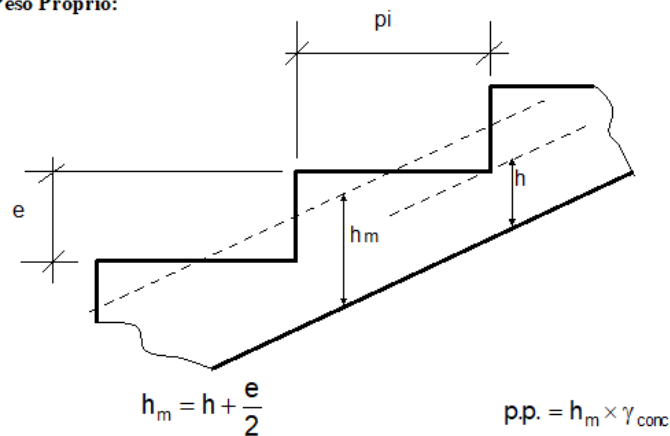
As lajes L1 e L2 são iguais, assim como a L3 e L4, portanto será feito o dimensionamento para duas configurações de lajes diferentes apenas, e não quatro.

11.2 CARGAS

Como em qualquer laje, é presenciado duas naturezas de cargas: permanentes e variáveis. Para as cargas permanentes, têm-se o peso próprio da laje e degraus, revestimento e peso próprio do corrimão. O peso próprio da laje e dos degraus calcula-se pela altura média da laje, proposta em Melges (1997). A Figura 10 representa essa h_m (altura média).

Figura 10: Representação da altura média.

a) Peso Próprio:



(Fonte: Melges (1997)).

Para o espelho (e) de 17,5 cm, que é o valor de 2,80 m do pé direito dividido em 16 degraus, e uma espessura de 15 cm de laje, têm-se:

$$h_m = 0,15 \text{ m} + \frac{0,175}{2} \text{ m} = 0,2375 \text{ m}.$$

$$p.p \text{ (peso próprio)} = 0,2375 \text{ m} * 25 \text{ kN/m}^3 = 5,94 \text{ kN/m}^2$$

O peso do revestimento já foi apresentado no item 5 e é 1,93 kN/m² para a escada feita em revestimento cerâmico.

O peso do corrimão metálico, por fim, considera-se como 1 kN/m, após uma pesquisa feita em catálogos de fabricantes. Transforma-se essa carga linear em distribuída e chega-se ao valor de 0,91 kN/m².

Em relação à carga variável, considera-se o valor de 3 kN/m² recomendado na tabela 10 da NBR 6120 (2019).

Portanto, tem-se:

$$p_{ELS} = 1,4 * 5,94 + 1,93 + 0,91 + 0,3 * 3,0 = 12,06 \text{ kN/m}^2$$

$$p_{ELU} = 1,4 * 5,94 + 1,93 + 0,91 + 3,0 = 14,16 \text{ kN/m}^2$$

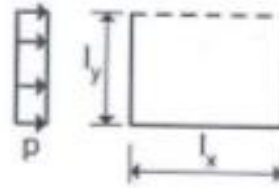
Considerou-se a mesma carga nos trechos de patamar, sem desconsiderar os degraus. Poderia ser descontado porém desse jeito está a favor da segurança.

11.3 DIMENSIONAMENTO E RESULTADOS

Para o dimensionamento das lajes, deve-se encontrar os momentos que ocorrem com a carga aplicada e então calcular as armaduras, como já foi explicado mais detalhadamente no item 10. Nesse projeto, utilizou-se uma planilha de dimensionamento, baseada em Czerny, porém essa planilha não dimensiona lajes que possuem bordo livre. Portanto, utilizou-se o material de Araújo (2010), onde constam tabelas para o cálculo dos momentos e flecha. A tabela utilizada para essa configuração de laje apoiada nos 3 lados e livre no outro é a apresentada a seguir.

Tabela 23: Tabela para cálculo das lajes da escada.

Tabela A2.7 - Laje retangular, simplesmente apoiada em três bordos, com carga uniforme



l_y/l_x	w_e	m_y	m_x	w_o	m_{m}^o
0,30	1,31	12,3	13,4	2,47	21,8
0,35	1,76	15,6	17,5	3,22	29,0
0,40	2,24	19,0	22,4	3,98	36,3
0,45	2,74	22,3	27,8	4,74	43,6
0,50	3,26	25,1	33,3	5,50	51,0
0,55	3,78	27,5	38,7	6,23	58,3
0,60	4,30	29,6	43,9	6,94	65,1
0,65	4,80	31,3	49,1	7,59	71,6
0,70	5,29	32,7	53,9	8,20	77,4
0,75	5,76	33,8	58,4	8,73	82,8
0,80	6,21	34,7	62,7	9,22	87,5
0,85	6,64	35,4	66,8	9,65	91,7
0,90	7,03	36,0	70,7	10,03	95,5
0,95	7,40	36,3	74,3	10,40	99,2
1,00	7,76	36,3	77,6	10,75	102,6
1,10	8,39	36,3	83,8	11,25	107,6
1,20	8,95	36,0	89,1	11,68	111,9
1,30	9,41	35,5	93,7	11,98	114,8
1,40	9,85	35,0	97,6	12,22	117,2
1,50	10,27	34,4	100,9	12,42	119,1
1,75	10,97	32,6	107,4	12,64	121,3
2,00	11,56	30,9	112,4	12,84	123,2

(Fonte: Araújo (2010)).

Com esses coeficientes, encontra-se o momento e a flecha pela expressão abaixo, respectivamente, explícita no mesmo material em Araújo (2010):

$$M = 0,001 * m_x * p_{ELU} * l_x^2$$

$$W = 0,001 * w_o * p_{ELS} * l_x^4 / D$$

Onde:

$p_{ELU,ELS}$ = cargas atuantes na laje.

l_y = vão perpendicular ao bordo livre da laje.

$$D = \frac{E_c s * h^3}{12(1 - \nu^2)}$$

Assim, os valores para as lajes $L1=L2$ e $L3=L4$ constam na tabela abaixo:

Tabela 24: Momentos e flechas das lajes da escada.

Laje	Dimensões (cm)			Coeficientes			Momentos		Flechas (mm)		
	lx	ly	ly/lx	m _{x0}	m _y	w ₀	M _x (kN.m/m)	M _y (kN.m/m)	t ₀	t _∞	limite
L1=L4	230	110	0,48	51,00	25,10	5,50	3,84	1,89	0,06	0,14	4,40
L2=L3	210	110	0,52	58,30	27,50	6,23	3,66	1,73	0,04	0,10	4,40

(Fonte: elaborada pelo autor)

A verificação da flecha das lajes da escada é feito conforme item 10.3 já apresentado anteriormente.

Com os momentos, dimensiona-se as armaduras através da planilha utilizada para vigas, considerando-se uma viga de 1 metro de largura. Assim, chega-se ao valor de cm² de aço necessários em 1 metro de laje.

Os resultados estão na tabela 25 a seguir. Importante salientar que deve-se cuidar a armadura mínima, que para uma laje armada em duas direções com espessura de 15 cm fica $\rho_{min}=0,67*0,164*15=1,65 \text{ cm}^2$.

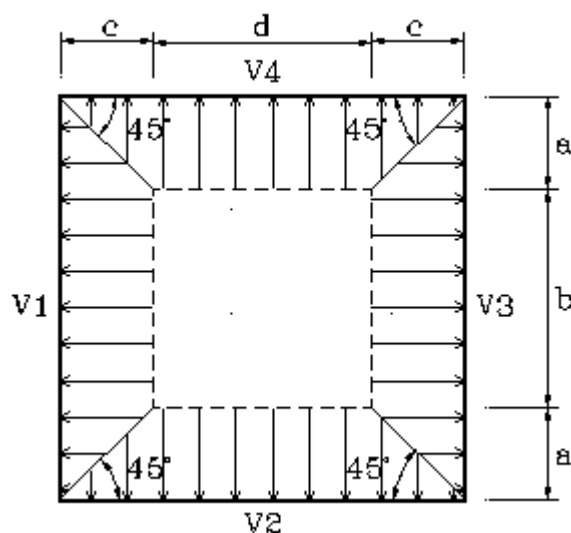
Tabela 25: Armadura dimensionada para escada.

Laje	Dimensões (cm)		Armaduras (cm ²)		Armadura adotada	
	lx	ly	As _x	As _y	As _x	As _y
L1=L4	230	110	1,65	1,65	Ø5 c/20	Ø5 c/20
L2=L3	210	110	1,65	1,65	Ø5 c/20	Ø5 c/20

(Fonte: elaborada pelo autor)

Com os momentos e as armaduras de flexão já dimensionadas, deve-se pensar nas reações que irão acontecer nas vigas. Melges (1997), propõe a seguinte distribuição de cargas:

Figura 11: Distribuição das cargas nas vigas de apoio da escada.



(Fonte: Melges (1997))

Aplicando a esse projeto, chega-se às seguintes cargas lineares nas vigas:

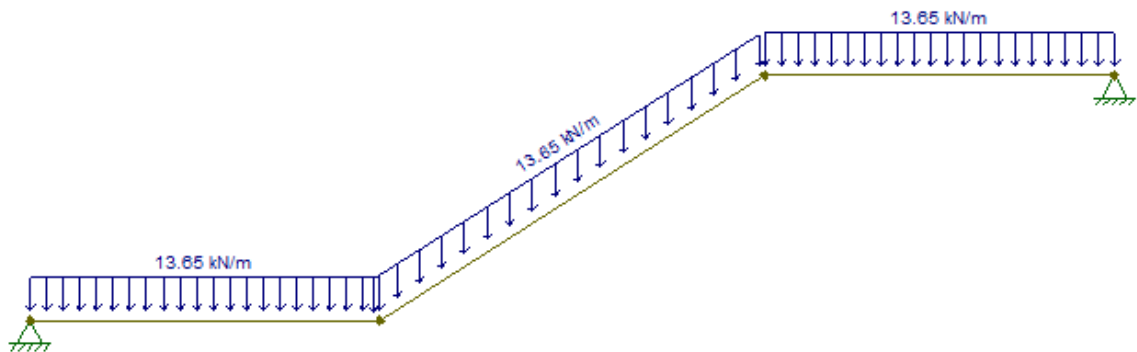
Tabela 26: Cargas lineares nas vigas da escada.

Viga	Carga laje (kN/m ²)	Área inf. (m ²)	q linear (kN/m)
V312=VE1=VE2	12,06	2,33	12,22 + pp (1,43)
V341=VE3=VE4	12,06	2,14	12,29 + pp (1,43)

(Fonte: elaborada pelo autor)

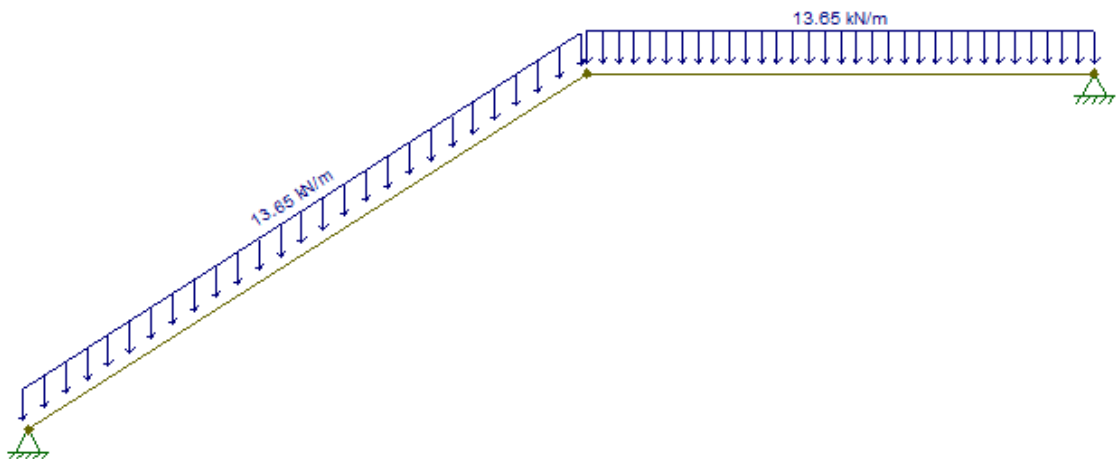
Aplicando a carga no ftool e entrando na planilha de dimensionamento, chegamos aos seguintes resultados apresentados nas Figura 12,13,14 e 15 e na Tabela 27.

Figura 12: Viga VE1



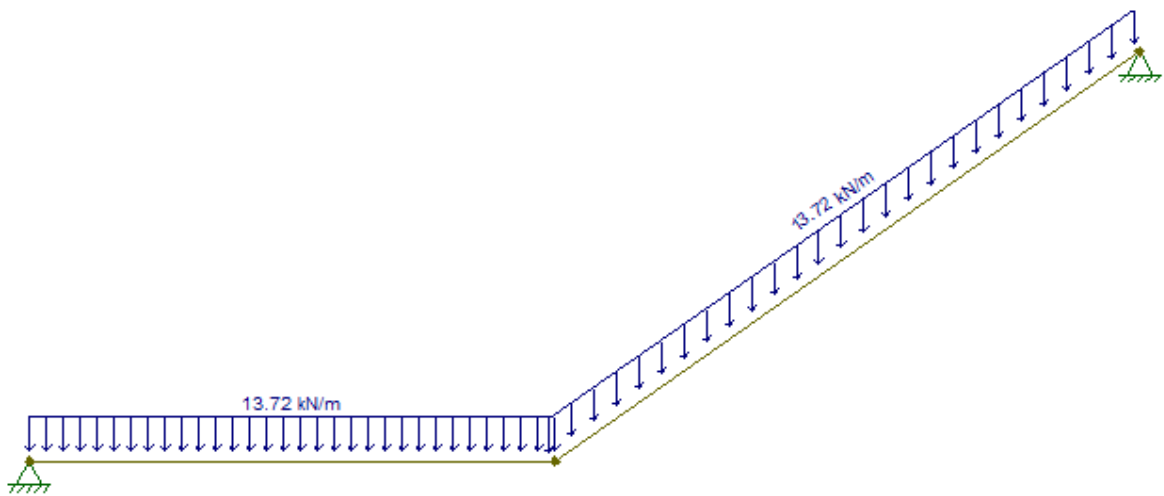
(Fonte: elaborada pelo autor)

Figura 13: Viga E2



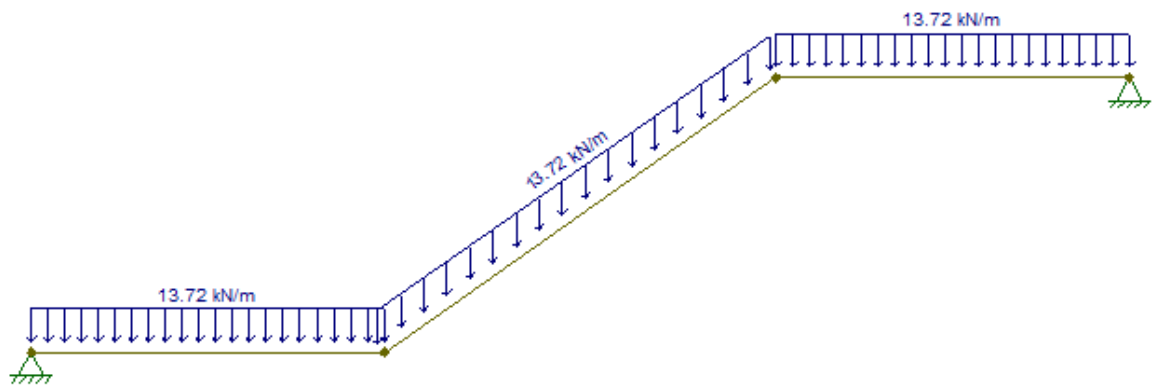
(Fonte: elaborada pelo autor)

Figura 14: Viga E3



(Fonte: elaborada pelo autor)

Figura 15: Viga VE4



(Fonte: elaborada pelo autor)

Tabela 27: Dimensionamento vigas escada

Viga	bw (cm)	h (cm)	I (cm ⁴)	L (m)	q ELU (kN/m)	Mk+ (kN.m)	Vsk (kN)	Domínio	As + (cm ²)	Asw/sw (cm ² /m)	smax (cm)	As +	Asw
VE1	19	30	42750	4,5	13,65	15,7	22,5	2	1,99	2,81	15	3Φ10	Φ5 c/10
VE2	19	30	42750	2,4	13,65	2,3	7,7	2	0,93	2,81	15	2Φ8	Φ5 c/10
VE3	19	30	42750	2,12	13,72	2,0	7,0	2	0,93	2,81	15	2Φ8	Φ5 c/10
VE4	19	30	42750	3,02	13,72	15,2	20,7	2	1,93	2,81	15	3Φ10	Φ5 c/10

(Fonte: elaborada pelo autor)

O detalhamento da escada encontra-se no APÊNDICE F, logo após o detalhamento das lajes.

12. DIMENSIONAMENTO VIGAS

12.1 CARGAS

As cargas que atuam nas vigas são retiradas das áreas de influência das lajes. Essas áreas são decorrentes do método das charneiras plásticas, que divide a carga da laje entre seus apoios. A divisão das áreas está apresentada no APÊNDICE G, e segue a recomendação do item 14.7.6.1 da NBR 6118 (2014).

Além da carga resultante do método das charneiras plásticas, tem-se o peso próprio das vigas e as cargas lineares de paredes que descarregam diretamente nelas. A segunda já foi descrita no item 5.2. Os pesos próprios das vigas constam abaixo.

Vigas 19x50 → pp (peso próprio) = 2,38 kN/m.

Vigas 19x40 → pp = 1,90 kN/m.

Vigas 19x30 → pp = 1,43 kN/m.

Vigas 15x30 → pp = 1,13 kN/m.

Vigas 14x30 → pp = 1,05 kN/m.

Nas vigas da sacada, deve-se ainda acrescentar uma carga linear concentrada de 2 kN/m, além do guarda-corpo que considerou-se como 1 kN/m.

As cargas totais lineares em cada viga estão na sexta coluna da tabela apresentada no APÊNDICE H.

12.2 MÉTODO DE DIMENSIONAMENTO

Assim como nas lajes, deve-se encontrar os esforços resistentes da seção submetida ao momento fletor e comparar com os esforços solicitantes até que esse seja menor. Para tal, é feita uma análise linear com equações de equilíbrio e de compatibilidade para o dimensionamento da armadura longitudinal.

As mesmas hipóteses importantes apresentadas no item 10.2 devem ser levadas em consideração para vigas.

Para o cálculo dos estribos, que resistem ao esforço cortante, a NBR 6118 (2014) no item 17.4.1 fala em dois modelos que podem ser seguidos: I e II. Nesse projeto utilizou-se o modelo I, onde se admite diagonais de compressão inclinadas $\theta=45^\circ$ em relação ao eixo longitudinal da viga. É feita a verificação da compressão dessa diagonal e então o cálculo da armadura transversal. Esse modelo está descrito no item 17.4.2.2 da NBR 6118 (2014).

As vigas foram dimensionadas como seções retangulares por praticidade, mesmo sabendo que seria mais conveniente o cálculo da mesa colaborante devido à laje.

12.3 VERIFICAÇÃO DO ESTADO LIMITE DE SERVIÇO (ELS)

No item 17.3.2.1, a NBR 6118 (2014) diz que o modelo de comportamento da estrutura pode admitir o concreto e o aço como materiais de comportamento elástico e linear, de modo que as seções ao longo do elemento estrutural possam ter as deformações específicas determinadas no estágio I, desde que os esforços não superem aqueles que dão início à fissuração, e no estágio II, em caso contrário.

O momento de fissuração é calculado pela Equação 22 a seguir, disposta na NBR 6118 (2014) no item 17.3.1.

$$M_r = \frac{\alpha * f_{ct} * I_c}{y_t} \quad \text{Eq.22}$$

onde: α = fator que correlaciona aproximadamente a resistência à tração na flexão com a resistência à tração direta ($\alpha = 1,5$ para seções retangulares);

f_{ct} = resistência à tração direta do concreto, igual à $f_{ct,m}$ no estado-limite de deformação excessiva;

y_t = distância do centro de gravidade da seção à fibra mais tracionada;

I_c = momento de inércia da seção bruta de concreto;

Deve ser utilizado no cálculo o valor do módulo de elasticidade secante E_{cs} , sendo obrigatória a consideração do efeito da fluência.

Para os casos que os esforços superem o momento de fissuração, deve-se calcular a rigidez conforme a Equação 23 a seguir, disposta no item 17.3.2.1.1 da NBR 6118 (2014).

$$(EI)_{eq, t0} = E_{cs} \left\{ \left(\frac{M_r}{M_a} \right)^3 * I_c + \left[1 - \left(\frac{M_r}{M_a} \right)^3 * I_{ii} \right] \right\} \leq E_{cs} * I_c \quad \text{Eq.23}$$

onde: I_c = momento de inércia da seção bruta de concreto; I_{ii} é o momento de inércia da seção fissurada de concreto no estágio II, calculado com $\alpha_e = E_s / E_{cs}$;

M_a = momento fletor na seção crítica do vão considerado, ou seja, o momento máximo no vão para vigas biapoiadas ou contínuas e momento no apoio para balanços, para a combinação de ações considerada nessa avaliação;

M_r = momento de fissuração do elemento estrutural, cujo valor deve ser reduzido à metade no caso de utilização de barras lisas;

E_{cs} é o módulo de elasticidade secante do concreto.

Os valores das flechas foram obtidos do programa FTool, considerando as cargas de serviço.

Para o cálculo da flecha diferida, apenas se multiplica a flecha em t_0 (que foi retirada do FTool) por $(1 + \alpha_f)$, onde α_f já foi determinado no item 10.3 como sendo 2,32.

A flecha admissível é retirada da Tabela 13.3 da NBR 6118 (2014) e é expressa pela Equação 24 a seguir.

$$f_{adm} = \frac{l}{250} \quad \text{Eq.24}$$

onde: l = vão do menor tramo da viga.

Verificou-se algumas vigas apenas para o ELS, pois as configurações das vigas do segundo pavimento e do pavimento tipo são parecidas. Não se verificou para cobertura já que as cargas são menores e portanto suas deformações também serão. Ainda, as vigas que participam dos pórticos de contraventamento não foram verificadas, pois observou-se que as deformações obtidas pelo Ftool com as cargas últimas já eram pequenas, logo considerando as cargas de serviço essas deformações seriam ainda menores e teria que ser feito um trabalho grande para calcular as cargas de serviço pelas áreas de influência e então aplicar aos pórticos.

As vigas verificadas encontram-se na Tabela 28 abaixo.

Tabela 28 - Verificação da flecha em algumas vigas mais críticas.

Viga	bw	h	I (cm ⁴)	L tramo (m)	q ELS (kN/m)	Mk+ (kN.m)	Mr (kN.m)	As (cm ²)	x2 (cm)	Eleq	flecha (t=0) (cm)	flecha (t=∞) (cm)	flecha adm (cm)	contra-flecha (cm)
201	15	30	33750	6	8,54	38,40	14,13	8,04	10,98	20642	2,40	5,58	2,40	3,18
205	19	30	42750	3,41	7,19	6,00	17,90	-	-	-	0,02	0,05	1,36	-
214	19	30	42750	6,05	10,93	63,00	17,90	14,58	12,48	33063	2,53	5,88	2,42	3,46
230	15	30	33750	6,69	4,3	24,10	14,13	1,57	5,63	5844	2,77	6,43	2,68	3,76
232	19	30	42750	5,46	15,11	21,30	17,90	3,68	7,33	12287	1,25	2,91	2,18	0,72
239 - a	19	30	42750	1,77	13,17	1,50	17,90	-	-	-	0,00	0,01	0,71	-
239 - b	19	30	42750	2,84	20,3	10,10	17,90	-	-	-	0,04	0,10	1,14	-
239 - c	19	30	42750	2,59	7,42	1,90	17,90	-	-	-	0,01	0,01	1,04	-
242 - a	19	30	42750	1,77	15,84	2,00	17,90	-	-	-	0,00	0,01	0,71	-
242 - b	19	30	42750	2,84	13,73	8,30	17,90	-	-	-	0,04	0,09	1,14	-
242 - c	19	30	42750	2,59	12,76	3,60	17,90	-	-	-	0,01	0,03	1,04	-
2__ b	19	30	42750	1,48	4,42	49,40	17,90	7,04	9,54	20163	0,59	1,38	0,59	0,79
342 - a	19	50	197917	5,46	20,4	29,80	44,32	-	-	-	0,11	0,26	2,18	-
342 - b	19	50	197917	1,86	13,17	31,40	44,32	-	-	-	0,01	0,02	0,74	-
342 - c	19	50	197917	2,84	20,3	14,80	44,32	-	-	-	0,02	0,04	1,14	-
342 - d	19	50	197917	2,74	7,42	9,80	44,32	-	-	-	0,00	0,00	1,10	-
901	19	40	101333	6,41	14,39	29,90	29,57	4,02	9,15	26627	1,14	2,65	2,56	0,08
904	19	40	101333	4,7	35,67	46,90	29,57	3,14	8,23	21702	1,35	3,14	1,88	1,26

(Fonte: elaborada pelo autor).

Para vigas onde a verificação se mostrou insatisfeita, considerou-se uma contraflecha, permitida por norma nas notas da Tabela13.3.

12.4 ARMADURA MÁXIMAS E MÍNIMAS E ESPAÇAMENTO ENTRE ESTRIBOS

Para dispensar a avaliação da grandeza da abertura de fissuras e atender ao estado-limite de fissuração, o diâmetro máximo que deve ser usado deve ser 20 mm e o espaçamento máximo de estribos 20 cm. Esses valores são retirados da Tabela 17.2 da NBR 6118 (2014) que está apresentada a seguir. A tensão σ_s é determinada no estágio II, e para esse projeto fica igual a 210 Mpa, portanto adota-se os valores da tensão logo acima dessa, já que a mesma não se encontra na tabela.

Tabela 29 – Valores máximos de diâmetro e espaçamento, com barras de alta aderência. (Tabela 17.2 da NBR 6118).

Tensão na barra	Valores máximos			
	Concreto sem armaduras ativas		Concreto com armaduras ativas	
σ_{si} ou $\Delta\sigma_{pi}$ MPa	$\phi_{m\acute{a}x}$ mm	$s_{m\acute{a}x}$ cm	$\phi_{m\acute{a}x}$ mm	$s_{m\acute{a}x}$ cm
160	32	30	25	20
200	25	25	16	15
240	20	20	12,5	10
280	16	15	8	5
320	12,5	10	6	-
360	10	5	-	-
400	8	-	-	-

A taxa de armadura mínima para tração é retirada da tabela 17.3 da NBR 6118 (2014) que está disposta na Tabela 30 a seguir. Multiplicando a taxa mínima pela área da seção bruta de concreto tem-se a armadura mínima para a viga.

Tabela 30 – Taxas mínimas de armadura de flexão para vigas. (Tabela 17.3 da NBR 6118).

Forma da seção	Valores de $\rho_{m\acute{i}n}^a$ ($A_{s,m\acute{i}n}/A_c$) %														
	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90
Retangular	0,150	0,150	0,150	0,164	0,179	0,194	0,208	0,211	0,219	0,226	0,233	0,239	0,245	0,251	0,256

^a Os valores de $\rho_{m\acute{i}n}$ estabelecidos nesta Tabela pressupõem o uso de aço CA-50, $d/h = 0,8$ e $\gamma_c = 1,4$ e $\gamma_s = 1,15$. Caso esses fatores sejam diferentes, $\rho_{m\acute{i}n}$ deve ser recalculado.

A soma das armaduras de tração e de compressão ($A_s + A_s'$) não pode ter valor maior que 4 % A_c , sendo A_c a área da seção transversal bruta de concreto.

O espaçamento mínimo livre entre as faces das barras longitudinais, medido no plano da seção transversal, deve ser igual ou superior ao maior dos seguintes valores, segundo item 18.3.2.2 da NBR 6118 (2014):

a) na direção horizontal (ah):

- 20 mm;
- diâmetro da barra, do feixe ou da luva;
- 1,2 vez a dimensão máxima característica do agregado graúdo ($=1,2 \cdot 19 \text{ mm} = 2,28 \text{ cm}$);

b) na direção vertical (av):

- 20 mm;
- diâmetro da barra, do feixe ou da luva;

— 0,5 vez a dimensão máxima característica do agregado graúdo ($0,5 \cdot 19 \text{ mm} = 0,95 \text{ cm}$).

Segundo item 18.3.3.2 da NBR 6118 (2014), o diâmetro da barra que constitui o estribo deve ser maior ou igual a 5 mm, sem exceder $1/10$ da largura da alma da viga. Em relação ao espaçamento, o mínimo apenas deve garantir espaço suficiente para o vibrador. O espaçamento máximo deve atender às seguintes condições:

— se $Vd \leq 0,67 VRd2$, então $s_{m\acute{a}x} = 0,6 d \leq 300 \text{ mm}$;

— se $Vd > 0,67 VRd2$, então $s_{m\acute{a}x} = 0,3 d \leq 200 \text{ mm}$.

O estribo mínimo em cm^2/m é dado pela Equação 25 a seguir, disposta no item 17.4.1.1.1 da NBR 6118 (2014).

$$\frac{A_{swmin}}{s} = 0,2 * \frac{f_{ct,m}}{f_{yw}} * b_w \quad \text{Eq.25}$$

A mínima armadura lateral deve ser 0,10 % $A_{c,alma}$ em cada face da alma da viga, não sendo necessária uma armadura superior a $5 \text{ cm}^2/\text{m}$ por face. Essa deve ser disposta de modo que o afastamento entre as barras não ultrapasse $d/3$ e 20 cm. Essas especificações que foram descritas nesse parágrafo constam no item 17.3.5.2.3 da NBR 6118 (2014).

12.5 RESULTADOS

No APÊNDICE H são apresentados os resultados do dimensionamento das vigas. Para vigas com mais de um tramo, a armadura apresentada foi calculada para os maiores momentos positivo e negativo encontrados na viga.

Para o detalhamento, foram escolhidas as seguintes vigas: V301, V310, 314 e 334. São as 3 vigas mais carregadas e uma viga de 2 tramos escolhida. É necessário, então, o dimensionamento para todos os tramos das vigas, a fim de um detalhamento correto e econômico. Ainda, devem ser calculados parâmetros de ancoragem das barras. Esses detalhes são apresentados nos itens 11.5.1 a 9.5.4 a seguir. O APÊNDICE I mostra as vigas com suas armaduras posicionadas.

12.5.1 Detalhamento V301

Primeiramente, essa viga possui um tramo apenas, e portanto não é necessário o dimensionamento para outros tramos.

Tinha sido pensado na Tabela do APÊNDICE H em $4\Phi 16$, porém com o cálculo do comprimento de ancoragem necessário, essas barras tiveram que ser substituídas por $4\Phi 10 + 2\Phi 6.3$ na primeira camada, $2\Phi 10$ na segunda e na terceira camada.

Para os parâmetros de ancoragem, segue-se o item 9.4.2.3 da NBR 6118 (2014). Optou-se por fazer com ganchos semicirculares, e segundo Bessa (2017), que resume o conteúdo de ganchos disposto na NBR 6118 (2014), o gancho fica determinado conforme a Figura 16 e a Tabela 31 a seguir.

Figura 16: Comprimento do gancho ancoragem. (Figura VII-5 de Bessa (2017)).



Tabela 31 – Ganchos. (Tabela VII-5 de Bessa (2017)).

Bitola	$(l_2 - l_1)$ cm	$\varnothing l_{90}$ (cm)
5	10	6
6,3	12	8
8	15	10
10	19	12
12,5	23	15
16	30	19
20	45	26
22,2	50	29
25	56	33

O diâmetro do pino de dobramento fica definido na tabela 9.1 da NBR 6118 (2014) que está representada na Tabela 32 abaixo. Nessa viga, têm-se $5 * 1,0\text{cm} = 5\text{ cm}$ para as barras de $\Phi 10$ e $5 * 0,63\text{cm} = 3,15\text{ cm}$ para as barras de $\Phi 6,3$.

Tabela 32 – Diâmetro dos pinos de dobramento. (Tabela 9.1 da NBR 6118).

Bitola mm	Tipo de aço		
	CA-25	CA-50	CA-60
< 20	4 ϕ	5 ϕ	6 ϕ
≥ 20	5 ϕ	8 ϕ	–

Em relação aos estribos, deve-se seguir o disposto no item 9.4.6.1 da NBR 6118 (2014). Utilizou-se o semicircular e em ângulo de 45° (interno) com ponta reta de comprimento igual a 5Φ (porém não inferior a 5 cm). Como os estribos dessa viga são de $\Phi 5\text{ mm}$, a ponta fica definida como 5 cm, já que $5 * 0,5 = 2,5\text{ cm}$.

Deve-se calcular também o comprimento de ancoragem básico e o necessário, conforme Equação 7 e 8, disposta no item 4.3.2.

$$l_b = \frac{1,0}{4} * \frac{434,78}{4,494} = 24,19 \geq 25\phi \quad (25 * 1,0 = 25)$$

$$l_{b, nec} = 0,7 * 25 \frac{6,60}{6,90} = 16,74 \geq l_b, \min(0,3l_b ; 10\Phi ; 10\text{ cm})$$

Utilizando um comprimento de ancoragem de 17 cm, a armadura fica com um cobrimento de 2 cm ao invés de 2,5 cm. Porém, admitiu-se como satisfatório já que haverá o revestimento externo nessa região, por essa viga estar em uma das faces da edificação.

A NBR 6118 (2014) diz no item 17.3.5.2.3 que em vigas com altura igual ou inferior a 60 cm, pode ser dispensada a utilização da armadura de pele.

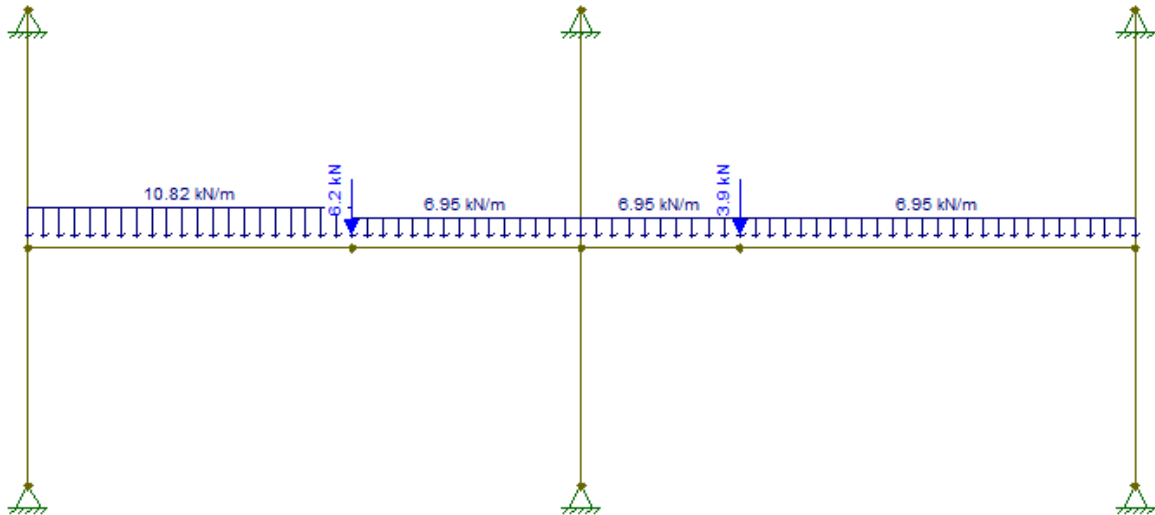
A armadura de montagem tem diâmetro igual ao do estribo de 5mm.

Com esses parâmetros é possível realizar o detalhamento por completo da V301, apresentado no APÊNDICE I.

12.5.2 Detalhamento V310

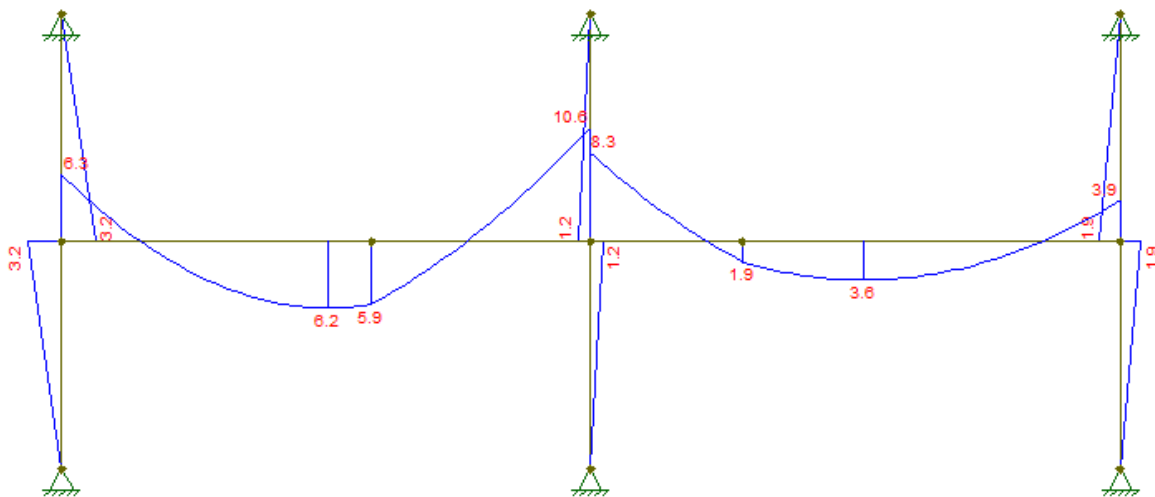
Essa viga possui 2 tramos, logo precisa-se fazer o dimensionamento para o tramo que ainda não está apresentado na Tabela do APÊNDICE H. O carregamento da viga e seus momentos estão apresentados nas Figuras 17 e 18 a seguir.

Figura 17: Carregamento V310.



(Fonte: elaborada pela autor - FTool)

Figura 18: Momentos fletores V310.



(Fonte: elaborada pela autor - FTool)

Na Tabela do APÊNDICE H já têm-se a armadura calculada para o primeiro tramo e no apoio intermediário, resta calcular a armadura para o segundo tramo. Utiliza-se a planilha de dimensionamento e chega-se a seguinte área para o momento em questão:

- $M = 3,6 \text{ kN.m}$; $A_s = 0,93 \text{ cm}^2$; Adotada = $2\Phi 8$.

Os ganchos ficam determinados pela Tabela VII-5 do material de Bessa (2017) já apresentada na Tabela 31.

O diâmetro da dobra é $5\Phi = 5 \cdot 0,8 = 4 \text{ cm}$, segundo tabela 9.1 da NBR 6118 (2014) e apresentada na Tabela 32.

Para os estribos tem-se a mesma especificação da V301, já que o diâmetro é igual. São estribos com dobra semicircular e em ângulo de 45° (interno) com ponta reta de comprimento igual a 5 cm.

O comprimento de ancoragem básico e o necessário para ambos os tramos fica:

$$lb = \frac{0,8}{4} * \frac{434,78}{4,494} = 19,35 \geq 25\Phi \quad (25 * 0,8 = 20)$$

$$lb, nec = 0,7 * 20 * \frac{0,93}{1,01} = 12,89 \geq lb, \min(0,3lb ; 10 \Phi ; 10 \text{ cm}). \quad (\text{Adota-se } 13 \text{ cm}).$$

Já para o apoio intermediário, deve ser feita uma análise mais aprofundada que está disposta nos parágrafos a seguir e baseia-se no material de Bessa (2017).

Primeiramente, calcula-se a decalagem al do diagrama de momentos pela Equação 26 a seguir:

$$al = \left[\frac{V_{sd,max}}{2 * (V_{sd,max} - V_c)} \right] * d \quad 0,5 * d \leq al \leq d \quad \text{Eq.26}$$

O valor de V_c é dado pela Equação 27 abaixo.

$$V_c = 0,6 * f_{ctd} * b_w * d \quad \text{Eq.27}$$

$$\text{onde: } f_{ctd} = \frac{f_{ctk,inf}}{\gamma_c} = \frac{2,247}{1,4} = 1,605 \text{ MPa}$$

$$V_c = 0,6 * \frac{1,605}{10} * 19 * 26,5 = 48,49 \text{ kN}$$

E, portanto:

$$al = \left[\frac{17,6}{2 * (17,6 - 48,49)} \right] * 26,5 = -7,55 \geq 0,5 * 26,5 = 13,25 \text{ cm}$$

$$lb = \frac{1,0}{4} * \frac{434,78}{4,494} = 24,18 \geq 25\Phi \quad (25 * 1,0 = 25)$$

$$lb, nec = 0,7 * 25 * \frac{1,33}{1,57} = 14,83 \geq lb, \min(0,3lb ; 10 \Phi ; 10 \text{ cm}). \quad (\text{Adota-se } 15 \text{ cm}).$$

O comprimento da barra então para cada um dos lados a partir do eixo do apoio fica o maior valor entre:

$$al + lb, nec ; (13,25 + 15 = 28,25 \text{ cm})$$

$$71 \text{ cm (distância entre } M = 0 \text{ e o eixo do apoio)} + al + 10 * \Phi ; (71 + 29 + 8 = 107,25 \text{ cm})$$

E, portanto adota-se o comprimento de 108 cm para cada lado.

Para a ancoragem da armadura positiva, Bessa (2017), diz que o comprimento de ancoragem pode ser 10Φ , e baseou-se no item 18.3.2.4 da NBR 6118 (2014). Logo, para essas barras de $\Phi 8$ tem-se comprimento igual a 8cm.

Não será utilizada armadura de pele pelo fato da viga possuir 30 cm de altura. A armadura de montagem fica com diâmetro igual ao do estribo de 5mm.

O detalhamento dessa viga também se encontra no APÊNDICE I.

12.5.3 Detalhamento V314

Essa viga possui um tramo apenas, que já está calculado. A viga ficou com 6Φ16 como As e 4Φ8 como As' para aguentar o momento máximo de 73,5 kN.m.

Para os parâmetros de ancoragem, segue-se o item 9.4.2.3 da NBR 6118 (2014). Optou-se por fazer com ganchos semicirculares, e segundo Bessa (2017), que resume o conteúdo de ganchos disposto na NBR 6118 (2014), o gancho fica determinado conforme a Figura 16 e a Tabela 31 já apresentada no item 11.5.1.

O diâmetro do pino de dobramento fica definido na tabela 9.1 da NBR 6118 (2014) que já foi apresentada na Tabela 32. Nessa viga, têm-se 5*1,6=8cm para barras de Φ16mm e 5*0,8=3cm para Φ8mm.

Em relação aos estribos, tem-se as mesmas configurações da viga V301.

Deve-se calcular também o comprimento de ancoragem básico e o necessário, conforme Equação 7 e 8, disposta no item 4.3.2. Calculou-se apenas para Φ20mm, que é o maior diâmetro utilizado.

$$lb = \frac{1,6}{4} * \frac{434,78}{4,494} = 38,70 \geq 25\phi \quad (25 * 1,6 = 40)$$

$$lb, nec = 0,7 * 40 \frac{10,78}{12,06} = \mathbf{25,03} \geq lb, \min (0,3lb ; 10 \Phi ; 10 \text{ cm})$$

Não foi possível conseguir uma armadura que ancorasse com um comprimento menor que 16,5 cm as barras dessa viga, então optou-se pela escolha apresentada e as vigas V342 e V346 terão que ser aumentadas suas larguras de 19 cm para 28 cm nesse trecho de ancoragem da V314.

A NBR 6118 (2014) diz no item 17.3.5.2.3 que em vigas com altura igual ou inferior a 60 cm, pode ser dispensada a utilização da armadura de pele.

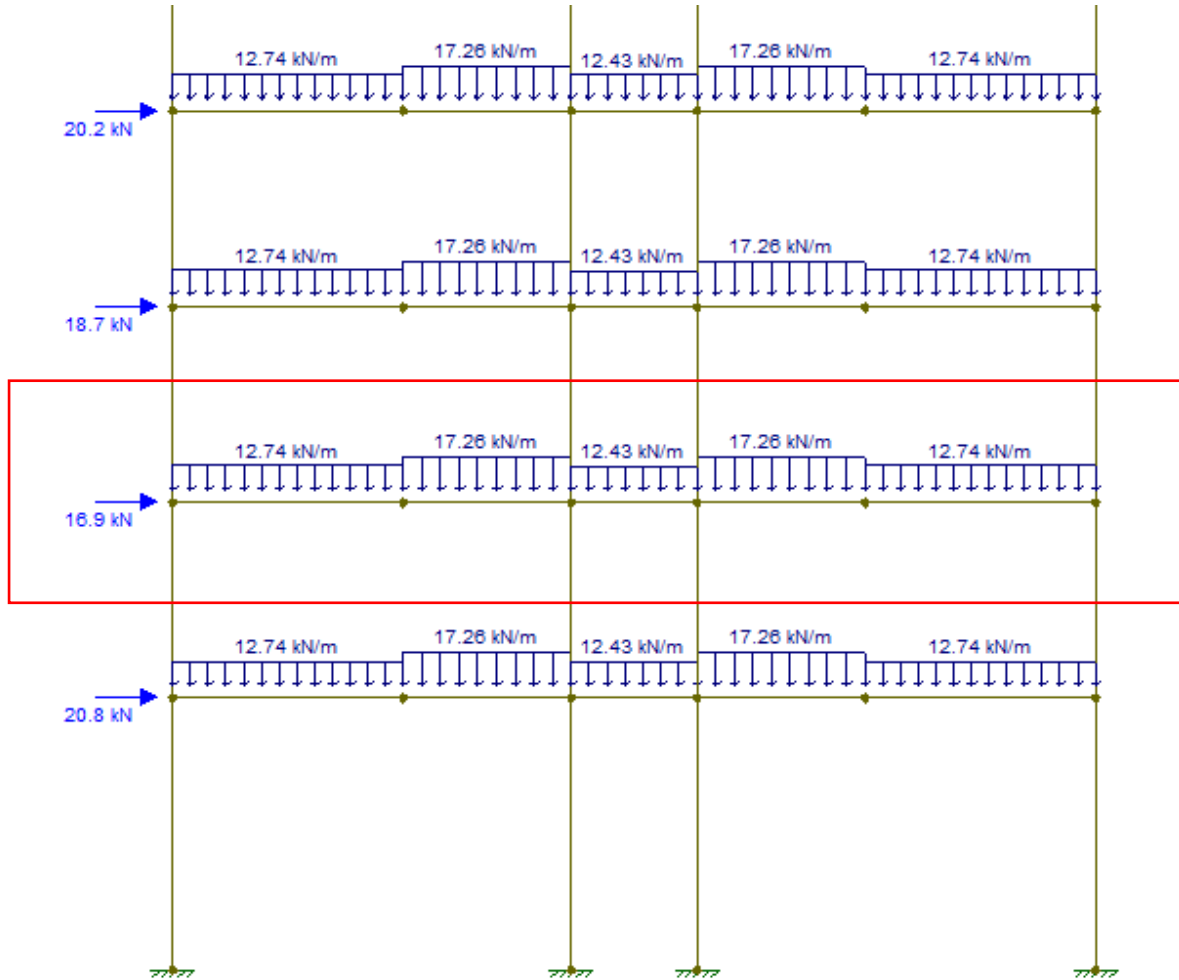
A armadura de montagem tem diâmetro igual ao do estribo de 5mm.

Com esses parâmetros é possível realizar o detalhamento por completo da V314, apresentado no APÊNDICE I.

12.5.4 Detalhamento V334

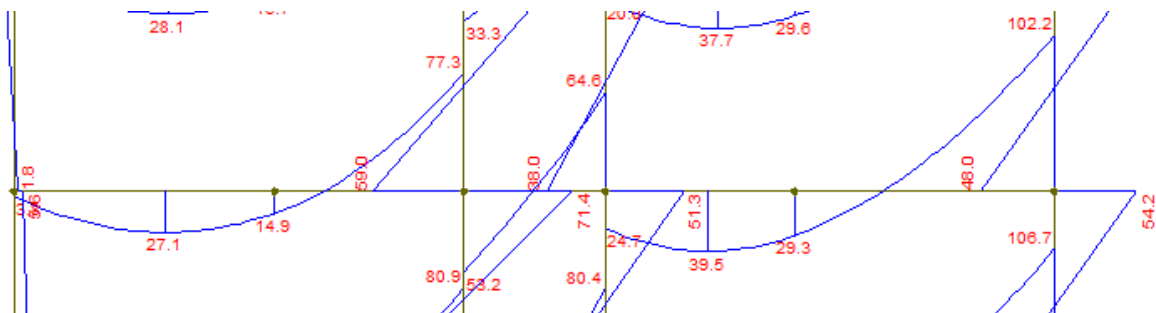
Essa viga participa de um pórtico de contraventamento e possui 3 tramos. O carregamento da viga e seus momentos estão apresentados nas Figuras 19 e 20 a seguir.

Figura 19 Carregamento V334.



(Fonte: elaborada pela autor - FTool)

Figura 20: Momentos fletores V334.



(Fonte: elaborada pela autor - FTool)

Porém, essa viga tem seus carregamentos espelhados, já que faz parte de um pórtico de contraventamento em Y. Assim, optou-se por armar toda a viga para o momento negativo máximo de 102,2 kN.m e para o momento positivo máximo, de 53,2 kN.m, devido à complexidade dos momentos que aparecem e ainda o espelhamento dos mesmos.

Os ganchos ficam determinados pela Tabela VII-5 do material de Bessa (2017) já apresentada na Tabela 31.

O diâmetro da dobra é $5\Phi = 5 * 1,0 = 5$ cm para $\Phi 10$ mm e $5 * 1,6 = 8$ cm para $\Phi 16$ mm, segundo tabela 9.1 da NBR 6118 (2014) e apresentada na Tabela 32.

Para os estribos, deve-se seguir o disposto no item 9.4.6.1 da NBR 6118 (2014). Utilizou-se o semicircular e em ângulo de 45° (interno) com ponta reta de comprimento igual a 5Φ (porém não inferior a 5 cm). Como os estribos dessa viga são de $\Phi 6,3$ mm, a ponta fica definida como 5 cm, já que $5 * 0,63 = 3,15$ cm.

O comprimento de ancoragem básico e o necessário fica, segundo Equação 7 e 8 já apresentada:

$$lb(+\Phi 10mm) = \frac{1,0}{4} * \frac{434,78}{4,494} = 24,19 \geq 25\Phi \quad (25 * 1,0 = \mathbf{25})$$

$$lb, nec(+\Phi 10mm) = 0,7 * 25 * \frac{3,86}{3,93} = \mathbf{17,19} \geq lb, \min(0,3lb ; 10 \Phi ; 10 \text{ cm}).$$

$$lb(+\Phi 16mm) = \frac{1,6}{4} * \frac{434,78}{4,494} = 38,70 \geq 25\Phi \quad (25 * 1,6 = \mathbf{40})$$

$$lb, nec(+\Phi 16mm) = 0,7 * 40 * \frac{7,78}{8,04} = \mathbf{27,10} \geq lb, \min(0,3lb ; 10 \Phi ; 10 \text{ cm}).$$

Adotou-se 28 cm para todas as barras, tanto de 10 como de 16 mm.

O detalhamento dessa viga também se encontra no APÊNDICE I.

13. DIMENSIONAMENTO PILARES

13.1 CARGAS

Para o dimensionamento do pilar é necessário saber qual a força axial, normalmente de compressão, atuante no mesmo e os momentos que são transmitidos no topo e na base de um trecho do pilar. As forças axiais são as reações que ocorrem nas vigas, já calculadas, somadas ao peso próprio do pilar. Os momentos de primeira ordem também virão através das vigas, e são retirados pelos diagramas fornecidos pelo Ftool. Quando os pilares fazem parte de pórticos de contraventamento, as reações devem ser retiradas considerando o pórtico por inteiro.

Os valores do momentos e forças axiais estão dispostos na tabela do APÊNDICE J, nas colunas 9,16,17,18 e 19.

13.2 MÉTODO DE DIMENSIONAMENTO

Assim como nas lajes e vigas, deve-se encontrar os esforços resistentes da seção submetida ao momento fletor e esforço normal e comparar com os esforços solicitantes até que verificação seja satisfatória. Para resolver pilares, são empregados três tipos de relações, segundo material de Campos Filho (2014):

- relações de tensão-deformação dos materiais;
- relações de compatibilidade de deformações;
- relações de equivalência entre esforços atuantes e resistentes.

As mesmas hipóteses importantes apresentadas no item 10.2 e explicitas no item 17.2.2 da NBR 6118 (2014), devem ser levadas em consideração para pilares. Ainda, vale a consideração de materiais isotrópicos e homogêneos e do seu comportamento elástico-linear.

Para o dimensionamento foi utilizado o programa PCalc, com a opção de armadura dupla e simétrica. Dentre os métodos possíveis para o calcular momentos de segunda ordem, optou-se pelo do Pilar-padrão com curvatura aproximada.

A escolha de armaduras simétricas evita a inversão das armaduras na obra.

12.1 ARMADURA MÁXIMAS E MÍNIMAS E ESPAÇAMENTO ENTRE ESTRIBOS

Segundo item 17.3.5.3.1 da NBR 6118 (2014), a armadura mínima de pilares é definida pela Equação 28 a seguir.

$$A_{s, \min} = \left(0,15 * \frac{N_d}{f_{yd}} \right) \geq 0,004 * A_c \quad \text{Eq.28}$$

onde: N_d = força axial atuante no pilar.

A_c = área da seção bruta de concreto.

f_{yd} = resistência de cálculo do aço.

Para o valor máximo tem-se no item 17.3.5.3.2 da mesma norma:

$$A_{s, \max} = 0,08 * A_c \quad \text{Eq.29}$$

Esse valor deve ser respeitado inclusive na região de emenda, e por isso nas verificações da tabela do APÊNDICE J, adotou-se 4% como valor máximo.

Em relação ao diâmetro das barras, a NBR 6118 (2014) deixa explícito no item 18.4.2.1 que não pode ser inferior a 10mm nem superior a 1/8 da menor dimensão transversal. Assim, o diâmetro máximo é:

- 20mm, para pilares com menor dimensão igual a 19cm;
- 25mm, para pilares de menor dimensão entre 20 e 25 cm;
- 32mm, para pilares com menor dimensão igual ou maior que 26 cm.

O espaçamento mínimo livre entre as faces das barras longitudinais, medido no plano da seção transversal, fora da região de emendas, deve ser igual ou superior ao maior dos seguintes valores:

- 20 mm;
- diâmetro da barra, do feixe ou da luva;
- 1,2 vez a dimensão máxima característica do agregado graúdo ($1,2 * 19 \text{ mm} = 2,28 \text{ cm}$).

O espaçamento máximo entre eixos das barras deve ser menor ou igual a duas vezes a menor dimensão da seção no trecho considerado, sem exceder 400 mm. Como os pilares possuem menor dimensão igual a 19 cm, o espaçamento máximo fica 38 cm.

Segundo item 18.4.3 da NBR 6118 (2014), o diâmetro dos estribos não pode ser inferior a 5 mm nem a 1/4 do diâmetro da barra da armadura longitudinal. Como o maior diâmetro utilizado foi 20 mm, o estribo fica com 5 mm para todos os pilares.

O espaçamento longitudinal dos estribos deve ter um espaçamento máximo, a fim de garantir o posicionamento, impedir a flambagem das barras longitudinais e garantir a costura das emendas de barras longitudinais nos pilares usuais. Esse valor fica definido como o menor dos seguintes valores:

- 200 mm;
- menor dimensão da seção;
- 12 ϕ para CA-50.

Por simplificação utilizou-se a cada 20 cm ao invés de 19 cm, que é a menor dimensão do pilar.

13.3 RESULTADOS

No APÊNDICE J são apresentados os resultados do dimensionamento dos pilares. Vários tiveram que ter suas dimensões aumentadas, principalmente os que participam dos pórticos de contraventamento.

Para o detalhamento, foram escolhidos os 4 pilares críticos: P18, P24, P34 e P38. As pranchas de detalhamento estão no APÊNDICE K.

Os comprimentos de espera das barras calculados para o detalhamento seguem o item 9.5.2.3 da NBR 6118 (2014), e são calculados conforme Equação 30 a seguir.

$$loc = lb * \frac{As,calc}{As,ef} \geq loc, min \quad \text{Eq.30}$$

Sendo loc,min o maior valor entre 0,6lb, 15 Φ e 200mm.

Porém, como o PCalc não fornece o valor de $As,calc$, considerou-se a relação de $As,calc/As,ef$ igual a 1,2.

O comprimento básico de ancoragem para os pilares segue a equação 7 já apresentada no item 4.3.2, que pode ser simplificada na tabela retirada de Campos Filho (2014) apresentada abaixo.

Tabela 33: Comprimento básico de ancoragem conforme f_{ck} do concreto.

f_{ck} [MPa]	15	20	25	30	35	40	45	50	55	≥ 60
ℓ_b	53 ϕ	44 ϕ	38 ϕ	34 ϕ	30 ϕ	28 ϕ	26 ϕ	26 ϕ	26 ϕ	25 ϕ

(Fonte: Campos Filho (2014))

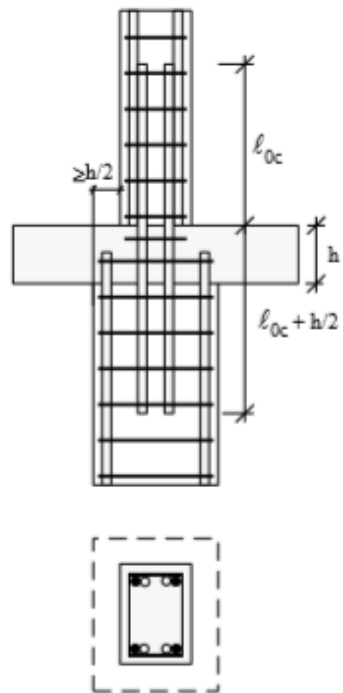
Logo, os comprimentos finais de ancoragem ficaram iguais para todos os pilares:

- loc,P18,P24,P34, P38 = 90 cm

Nos pontos onde o pilar muda de seção de 33 cm para 19 cm, deve-se colocar uma emenda com o comprimento de espera em ambos pavimentos mais a espessura da laje dividida por 2. Esse detalhe é mostrado na Figura 21 a seguir, retirada de Campos Filho (2014).

Ainda, tem a disposição dos ganchos, necessária sempre que a distância do estribo for maior que 20 Φt , pois em distâncias maiores que essa as barras longitudinais não estão protegidas contra flambagem, segundo Campos Filho (2014).

Figura 21: Emenda em pilares que mudam seção



(Fonte: Campos Filho (2014)).

14. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesse trabalho de conclusão de curso, o objetivo principal era realizar o projeto estrutural de uma edificação, que envolve dimensionar e detalhar as estruturas para suportarem as cargas que serão impostas futuramente. Partiu-se de uma planta arquitetônica escolhida pela autora e então foi feita toda a análise de carga, estabilidade e cálculo das estruturas.

A planta escolhida é de um Apart-Hotel, e portanto a área é relativamente grande (514 m²) para esse tipo de trabalho. Entretanto, as simetrias da planta possibilitaram a utilização da mesma. Ainda, a fachada possui 38,84 m o que leva a necessidade de uma junta de dilatação. Esse fato acaba dividindo a estrutura em duas partes isoladas entre si, e ambas foram analisadas quanto à estabilidade e às forças do vento atuantes.

Apesar de algumas complexidades, o projeto foi realizado com êxito apenas através de softwares, planilhas e programas simples. Tiveram que ser feitas algumas simplificações que foram descritas ao longo do texto mas que não comprometeram o dimensionamento. Não foram detalhadas todas as estruturas, visto que muitas se repetem ou são muito parecidas, e como foi utilizado AutoCad para tal, o trabalho de detalhamento iria tornar o trabalho muito extenso.

Como conclusão, pode-se dizer que o edifício foi projetado com sucesso e verificado sua segurança. Foram utilizados softwares e recursos simples de fácil acesso, levando em consideração algumas simplificações que não comprometem o cálculo da estrutura. Para fins acadêmicos, o desenvolvimento feito aqui é muito interessante pois proporciona ao engenheiro sem muita experiência ainda acompanhar as etapas do cálculo e entender os elementos. Por outro lado, em um cenário real seria aconselhável a utilização de softwares integrados, que trabalham com conceito BIM, pois pode-se evitar erros e ter uma agilidade maior de entrega do projeto.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, José Milton de. **Projeto Estrutural de Edifícios de Concreto Armado**. Rio Grande: DUNAS, 2010.

ARAÚJO, José Milton de. **Curso de Concreto Armado: Volume 2**. Rio Grande: DUNAS, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto - Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6120: Ações para o cálculo de estruturas de edificações. Rio de Janeiro: ABNT, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6123: Forças devidas ao vento em edificações. Rio de Janeiro: ABNT, 1988.

BESSA, Virgínia Maria Rosito d'Ávila. **Estruturas de Concreto Armado I**. Apostila da disciplina ENG 01111- Estruturas de Concreto Armado I da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2017.

CAMPOS FILHO, Américo. **Projeto de Pilares de Concreto Armado**. Apostila da disciplina ENG 01112- Estruturas de Concreto Armado II da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2014.

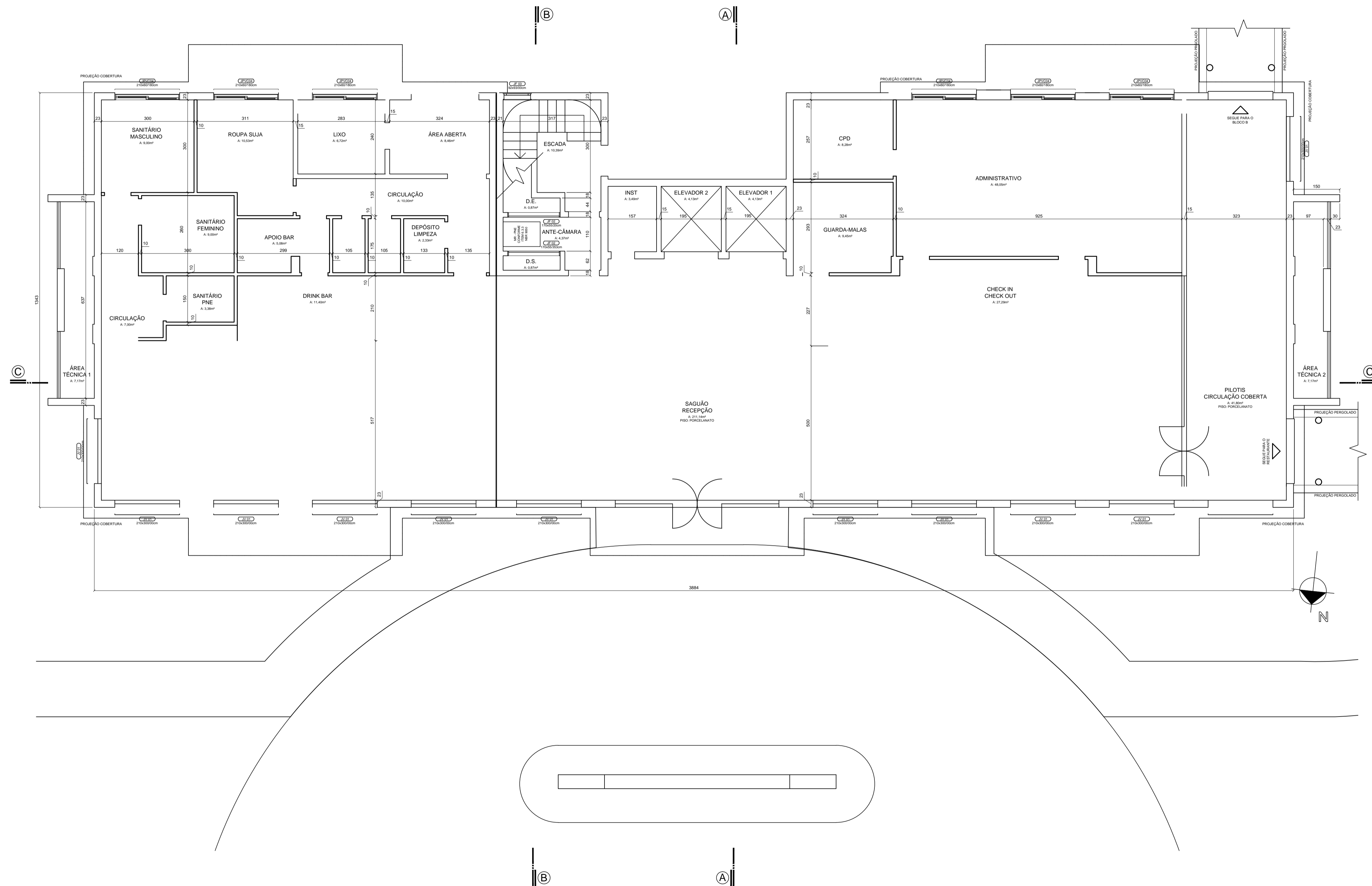
GIONGO, José Samuel. **Concreto Armado: Projeto Estrutural de Edifícios**. Apostila das disciplinas de Concreto Armado da Universidade São Paulo (USP). São Carlos, 2007.

MELGES, José Luiz Pinheiro.; PINHEIRO, Libânio Miranda .; GIONGO, José Samuel. **Concreto Armado: Escadas**. Apostila das disciplinas de Concreto Armado da Universidade São Paulo (USP). São Carlos, 1997.

VASCONCELOS, Augusto C; CARRIERI JUNIOR, Renato. **A Escola Brasileira do Concreto**. São Paulo: Axis Mundi, 2006.

ANEXOS E APÊNDICES

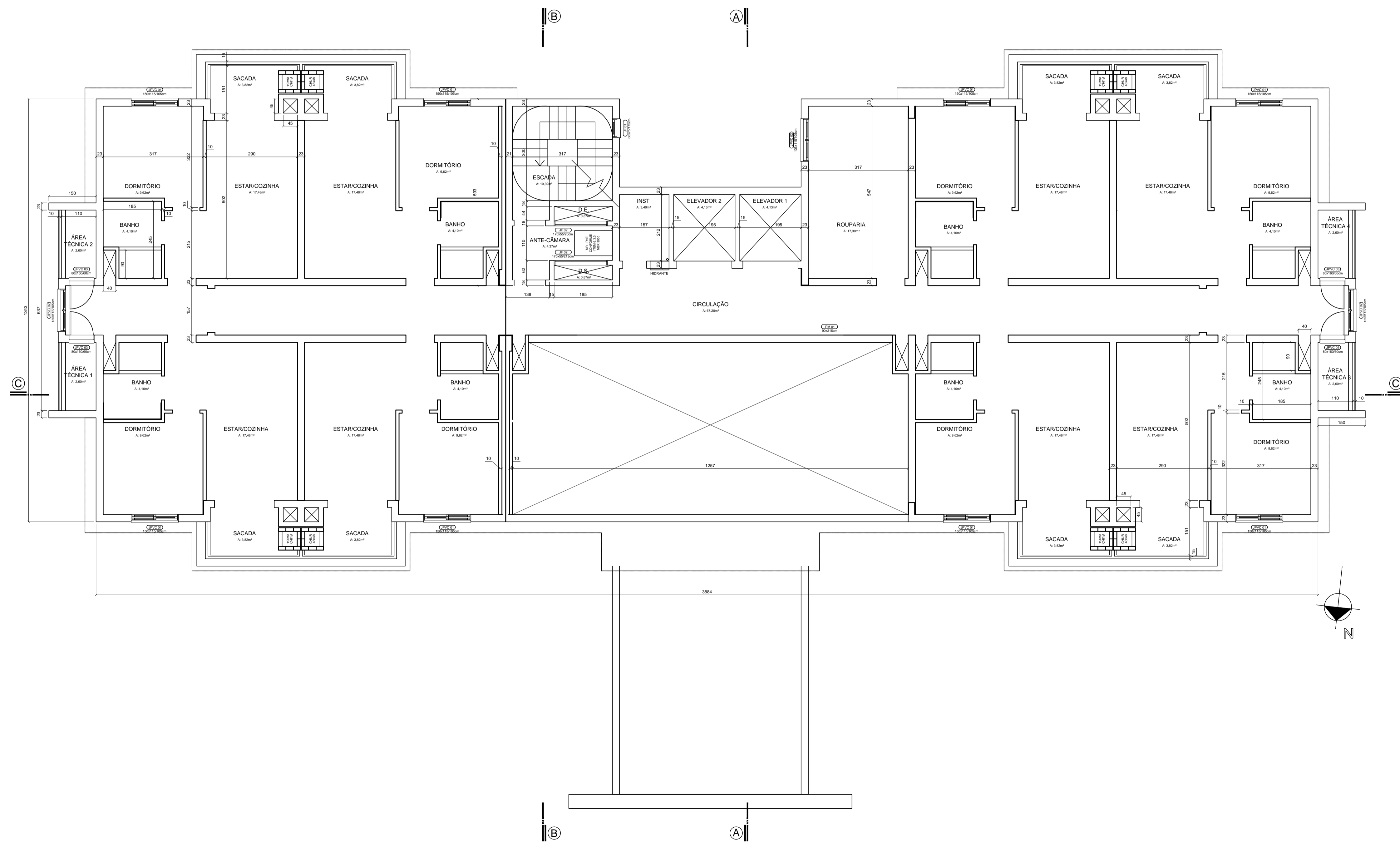
ANEXO A



PLANTA BAIXA TÉRREO
 ESCALA 1:75

ANEXO A		FOLHA AN-A_01_07
LOCAL RUA SÃO MANOEL, 530 - RIO BRANCO, PORTO ALEGRE RS		
OBRA APART-HOTEL	DATA 18 NOV 2020	DIM A1
PRANCHA PROJETO ARQUITETÔNICO TÉRREO		
AUTOR DESCONHECIDO	VISTO AUTOR	ESC 1/75
ORIENTADOR ROBERTO DOMINGO RIOS	VISTO ORIENTADOR	ARQUIVO
ARQUITETÔNICO E FORMAS		

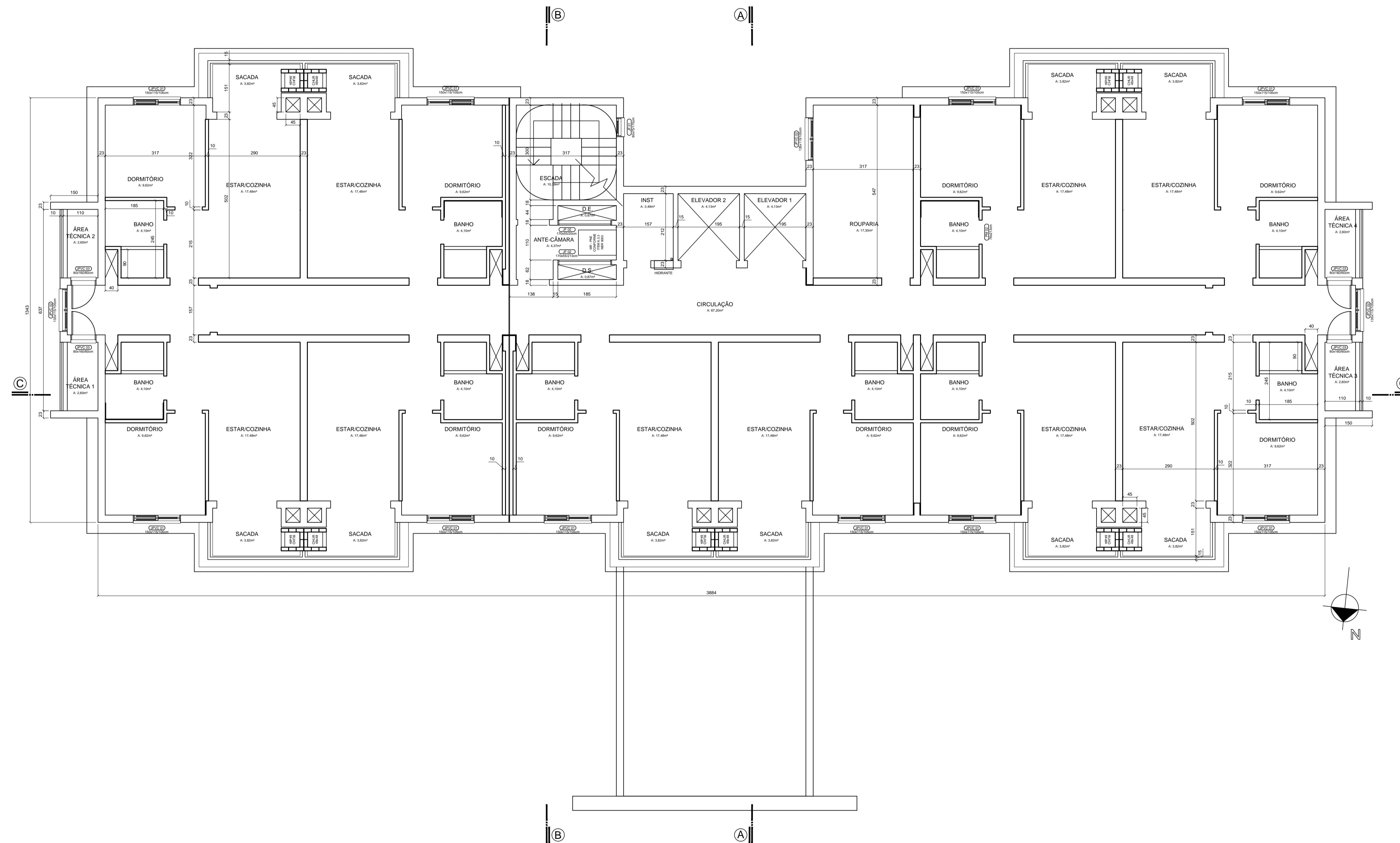
ANEXO A



PLANTA BAIXA 2º PAVIMENTO
 ESCALA 1:75

ANEXO A		FOLHA AN-A_02_07
LOCAL RUA SÃO MANOEL, 530 - RIO BRANCO, PORTO ALEGRE RS		
OBRA APART-HOTEL		DATA 18 NOV 2020
PRANCHA PROJETO ARQUITETÔNICO 2º PAVIMENTO		DIM A1
AUTOR DESCONHECIDO	VISTO AUTOR	ESC 1/75
ORIENTADOR ROBERTO DOMINGO RIOS	VISTO ORIENTADOR	ARQUIVO
ARQUITETÔNICO E FORMAS		

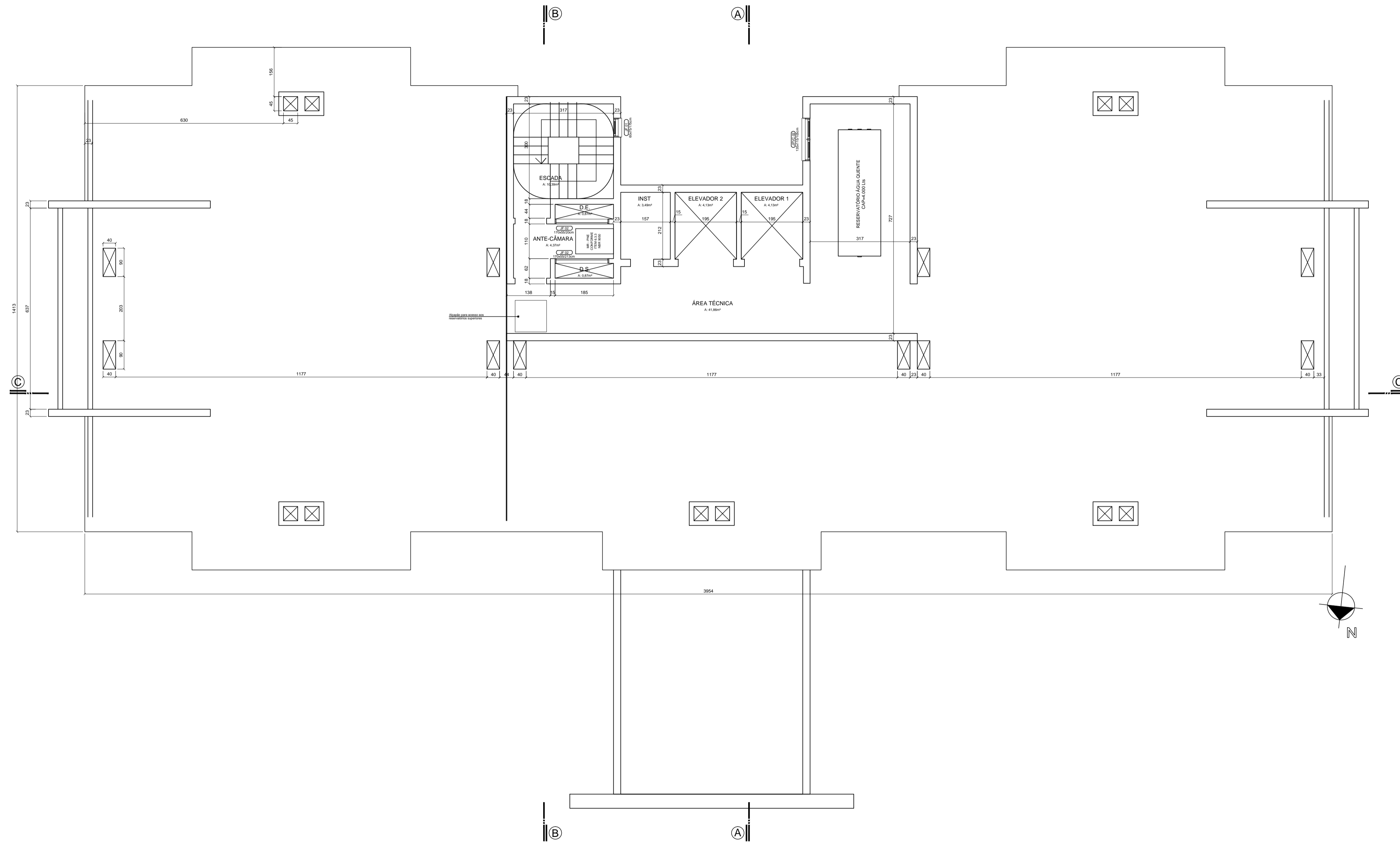
ANEXO A



PLANTA BAIXA TIPO (3° AO 7° PAVIMENTO)
 ESCALA 1:75

ANEXO A		FOLHA AN-A_03_07
LOCAL RUA SÃO MANOEL, 530 - RIO BRANCO, PORTO ALEGRE RS		
OBRA APART-HOTEL	DATA 18 NOV 2020	DIM A1
PRANCHA PROJETO ARQUITETÔNICO TIPO (3° AO 7° PAV.)		
AUTOR DESCONHECIDO	VISTO AUTOR	ESC 1/75
ORIENTADOR ROBERTO DOMINGO RIOS	VISTO ORIENTADOR	ARQUIVO
ARQUITETÔNICO E FORMAS		

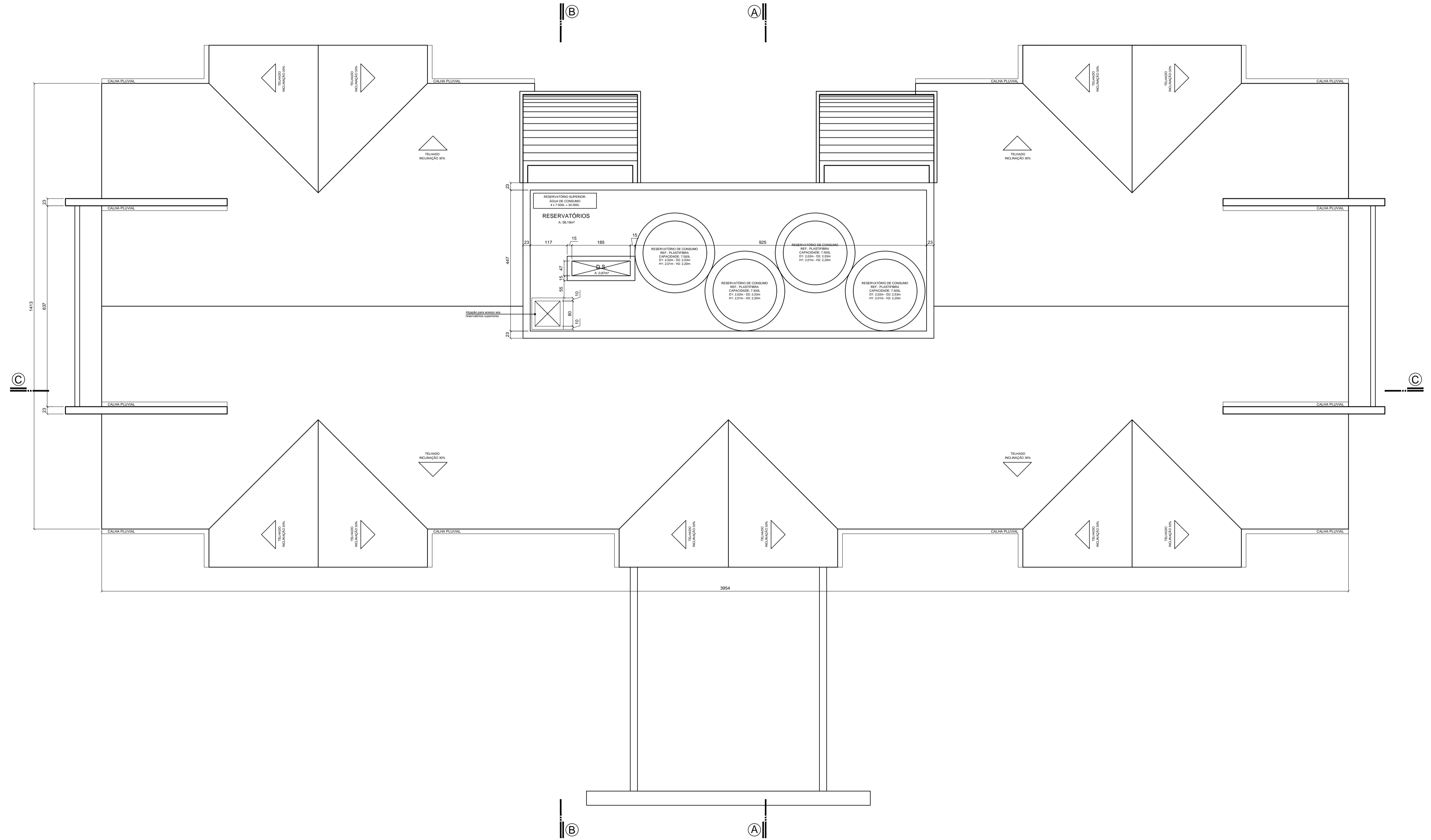
ANEXO A



PLANTA BAIXA COBERTURA
 ESCALA 1:75

ANEXO A		FOLHA AN-A_04_07
LOCAL RUA SÃO MANOEL, 530 - RIO BRANCO, PORTO ALEGRE RS		
OBRA APART-HOTEL		DATA 18 NOV 2020
PRANCHA PROJETO ARQUITETÔNICO COBERTURA		DIM A1
AUTOR DESCONHECIDO	VISTO AUTOR	ESC 1/75
ORIENTADOR ROBERTO DOMINGO RIOS	VISTO ORIENTADOR	ARQUIVO
ARQUITETÔNICO E FORMAS		

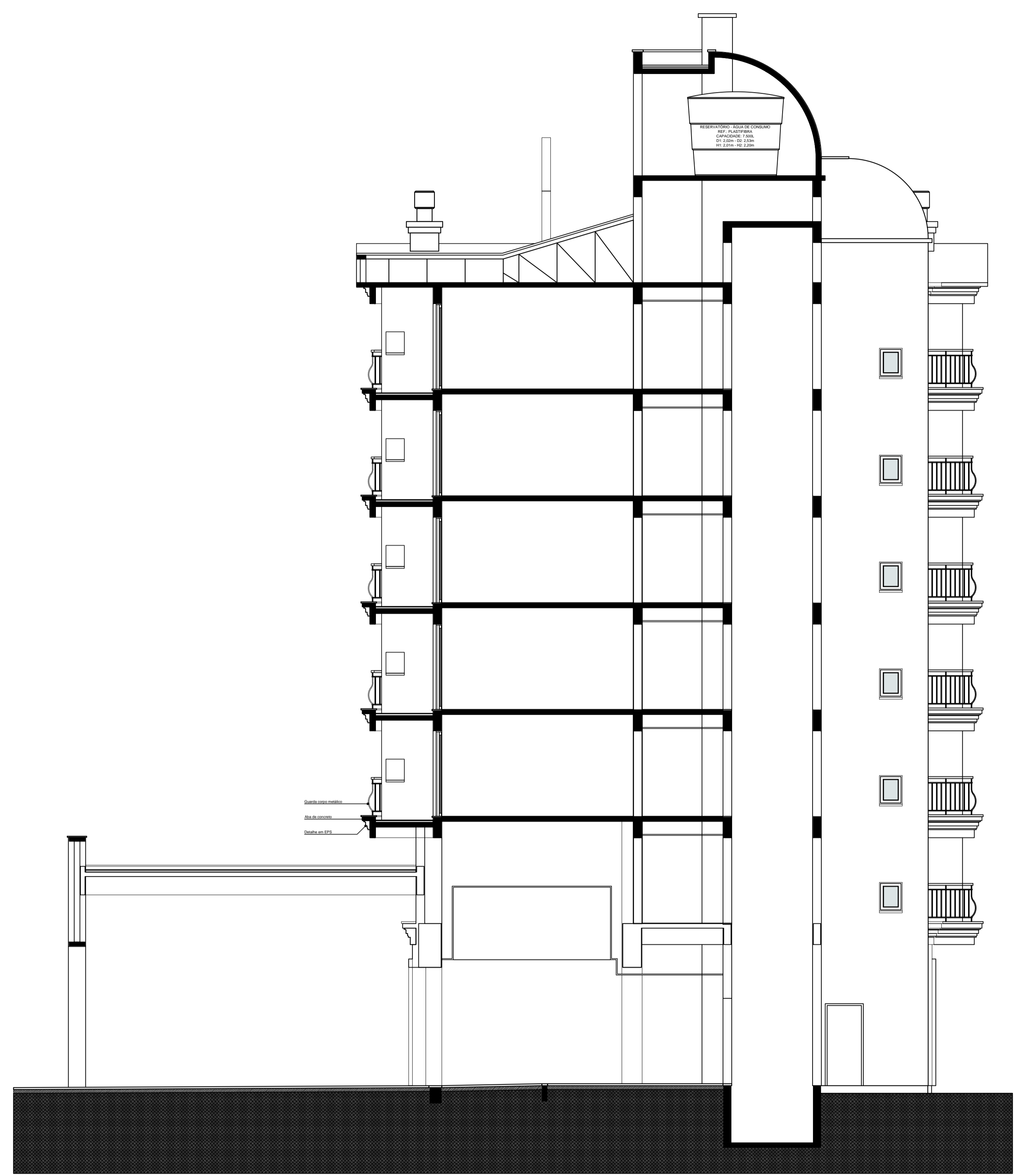
ANEXO A



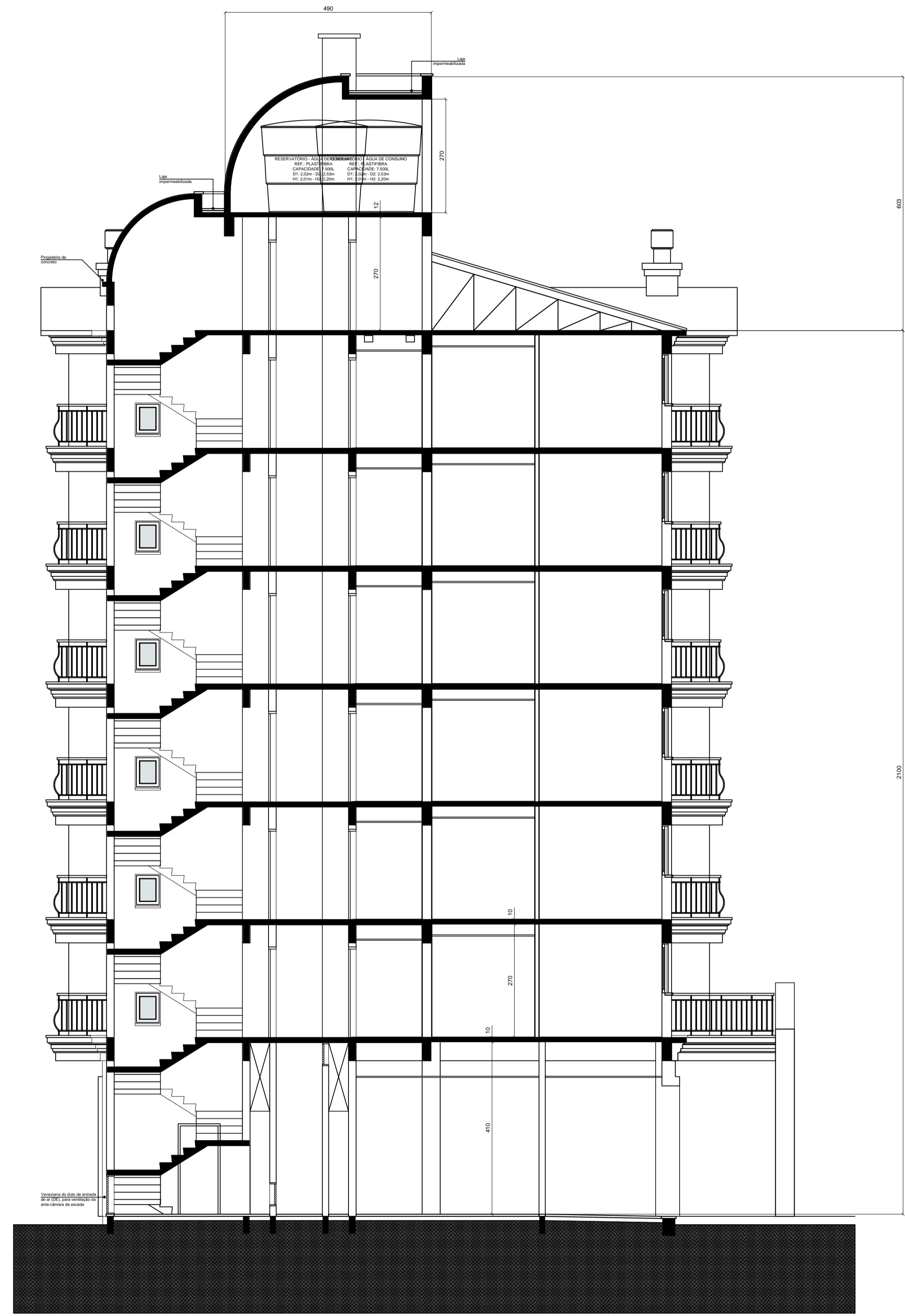
PLANTA BAIXA RESERVATÓRIO
 ESCALA 1:75

ANEXO A		FOLHA AN-A_05_08
LOCAL RUA SÃO MANOEL, 530 - RIO BRANCO, PORTO ALEGRE RS		
OBRA APART-HOTEL		DATA 18 NOV 2020
PRANCHA PROJETO ARQUITETÔNICO RESERVATÓRIOS		DIM A1
AUTOR DESCONHECIDO	VISTO AUTOR	ESC 1/75
ORIENTADOR ROBERTO DOMINGO RIOS	VISTO ORIENTADOR	ARQUIVO
ARQUITETÔNICO E FORMAS		

ANEXO A



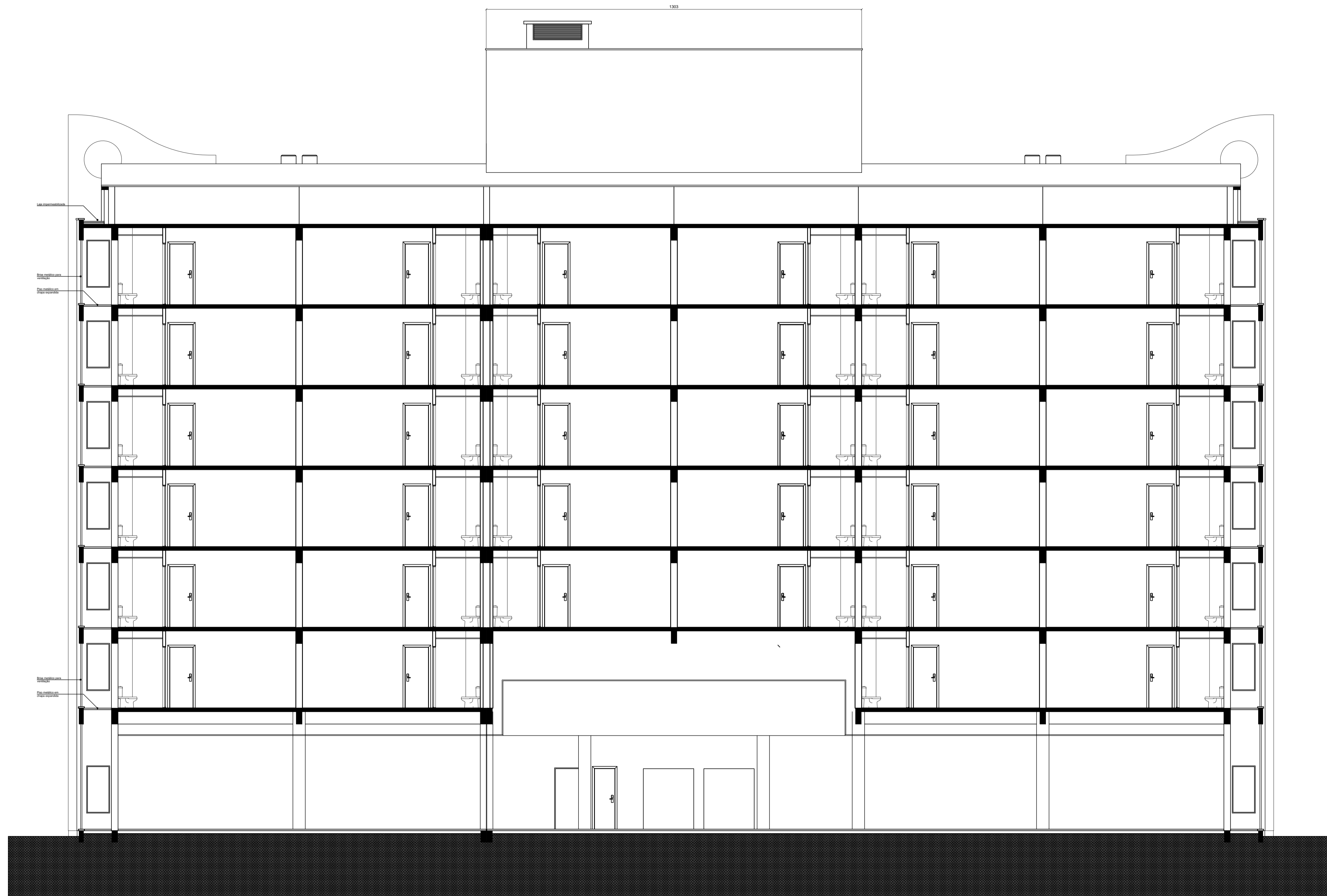
CORTE AA
ESCALA 1:75



CORTE BB
ESCALA 1:75

ANEXO A		FOLHA
		AN-A_06_07
LOCAL RUA SÃO MANOEL, 530 - RIO BRANCO, PORTO ALEGRE RS		
OBRA APART-HOTEL		DATA 18 NOV 2020
PRANCHA PROJETO ARQUITETÔNICO CORTES AA E BB		DIM A1
AUTOR DESCONHECIDO	VISTO AUTOR	ESC 1/75
ORIENTADOR ROBERTO DOMINGO RIOS	VISTO ORIENTADOR	ARQUIVO
ARQUITETÔNICO E FORMAS		

ANEXO A



CORTE CC
ESCALA 1:75

ANEXO A		FOLHA AN-A_07_07
LOCAL RUA SÃO MANOEL, 530 - RIO BRANCO, PORTO ALEGRE RS		
OBRA APART-HOTEL		DATA 18 NOV 2020
PRANCHA PROJETO ARQUITETÔNICO CORTE CC		DIM A1
AUTOR DESCONHECIDO	VISTO AUTOR	ESC 1/75
ORIENTADOR ROBERTO DOMINGO RIOS	VISTO ORIENTADOR	ARQUIVO
ARQUITETÔNICO E FORMAS		

ANEXO B

Partes da Tabela 10 da NBR 6120.

A primeira e a segunda coluna se referem ao local, a terceira à carga uniformemente distribuída em kN/m² e a última às eventuais cargas concentradas, em kN.

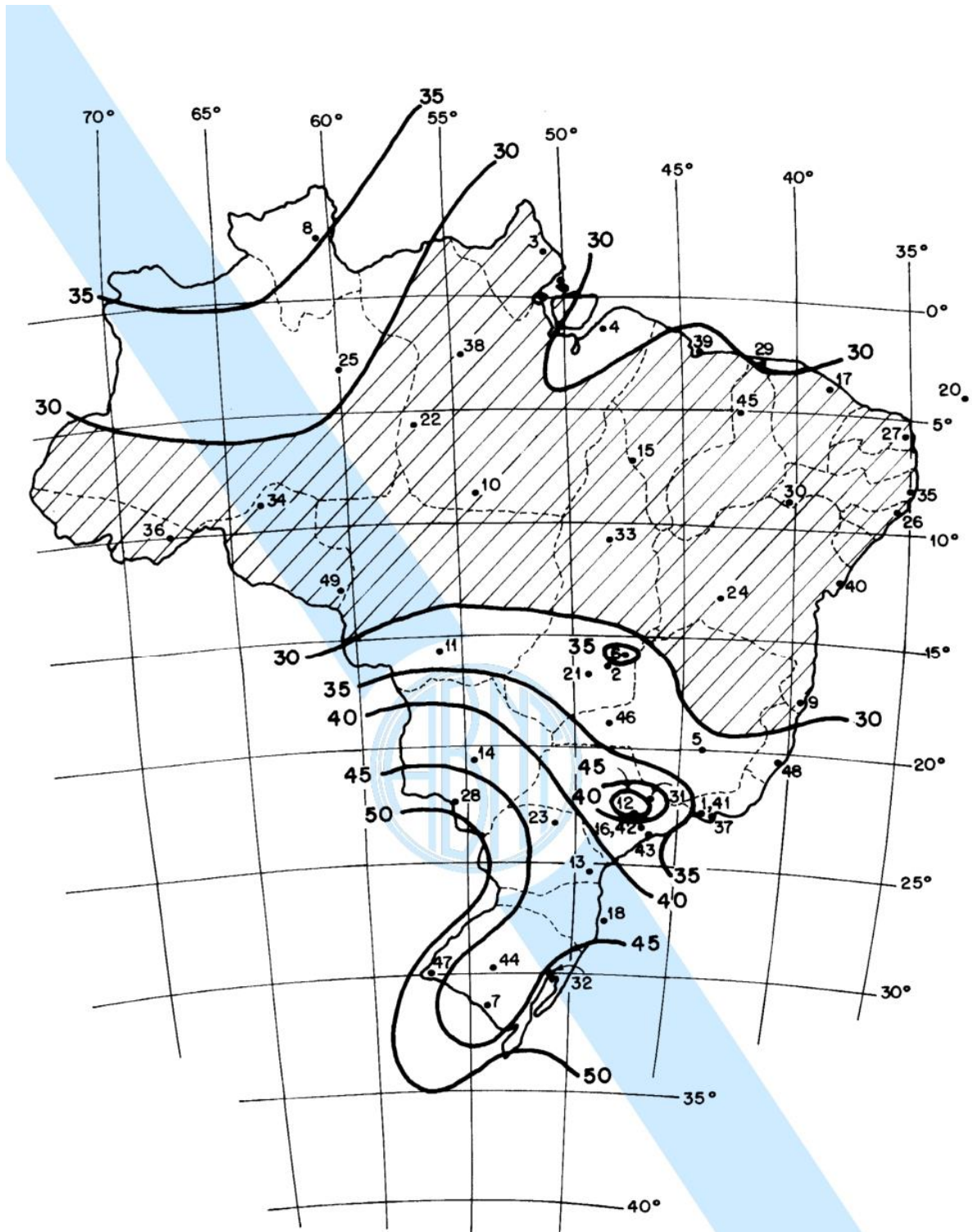
Áreas técnicas a,c As cargas devem ser validadas caso a caso, porém com os valores mínimos indicados nesta Tabela.	Barrilete	1,5	d
	Áreas técnicas em geral (fora da projeção dos equipamentos), exceto barrilete	3	-
	Sala de ventiladores, pressurização, exaustores	3	-
	Sala de ar-condicionado (<i>fan coil</i>)	4	-
	Sala de painéis elétricos de baixa tensão	4	-
	Sala de gerador e transformador (com leiaute)	3	-
	Sala de gerador e transformador (sem leiaute)	10	-
	Sala de <i>no-breaks</i>	7,5	-
	Sala de baterias	10	-
	CPD (centro de processamento de dados)	5	-
	Casa de máquinas de elevador de passageiros ($v \leq 1,0$ m/s)	30 ^{e,f}	g
	Casa de máquinas de elevador de passageiros ($v > 1,0$ m/s)	50 ^{e,f}	g
	Poço de elevador de passageiros	50 ^f	-
Poço de plataforma de elevação motorizada para pessoas com mobilidade reduzida	2,5 ^h	-	
Balcões, sacadas, varandas e terraços ^{i,j}	Residencial	2,5	-
	Comercial, corporativos e escritórios	3	-
	Com acesso público (hotéis, hospitais, escolas, teatros etc.)	4	-
Coberturas ^{a,g,n,o} Cargas para estruturas de concreto armado, mistas de aço e concreto e alvenaria estrutural. Outras coberturas: ver 6.4	Com acesso apenas para manutenção ou inspeção	1	g
	Com placas de aquecimento solar ou fotovoltaicas	1,5	g
	Outros usos: conforme o item pertinente desta Tabela.		

Edifícios residenciais	Dormitórios	1,5	-
	Sala, copa, cozinha	1,5	-
	Sanitários	1,5	-
	Despensa, área de serviço e lavanderia	2	-
	Quadras esportivas	5 ^a	-
	Salão de festas, salão de jogos	3 ^a	-
	Áreas de uso comum	3 ^a	-
	Academia	3 ^a	-
	Ferro acessíveis apenas para manutenção e sem estoque de materiais	0,1 ^{a,r}	-
	Sótão	2 ^a	-
	Corredores dentro de unidades autônomas	1,5	-
	Corredores de uso comum	3	-
	Depósitos	3	-
	Áreas técnicas (ver item nesta Tabela)		
	Jardins (ver item nesta Tabela)		

Hotéis	Dormitórios	1,5	-
	Sanitários dentro de unidades autônomas	1,5	-
	Demais sanitários, vestiários	2	-
	Salão de esportes, academia	5 ^a	-
	Salão de festas, salão de jogos	3 ^a	-
	Áreas de uso comum	3 ^a	-
	Corredores de unidades autônomas	1,5	-
	Corredores de uso comum	3	-
	Restaurante	3 ^a	-
	Sala de assembleia com assentos fixos	4 ^a	-
	Sala de assembleia com assentos móveis	5 ^a	-
	Cozinhas	3 ^a	-
	Depósitos	5 ^a	-
	Salas administrativas	2,5	-
	Áreas técnicas (ver item nesta Tabela)		
Lavanderias (ver item nesta Tabela)			

ANEXO C

Mapa de isopletas. (Figura 1 da NBR 6123).

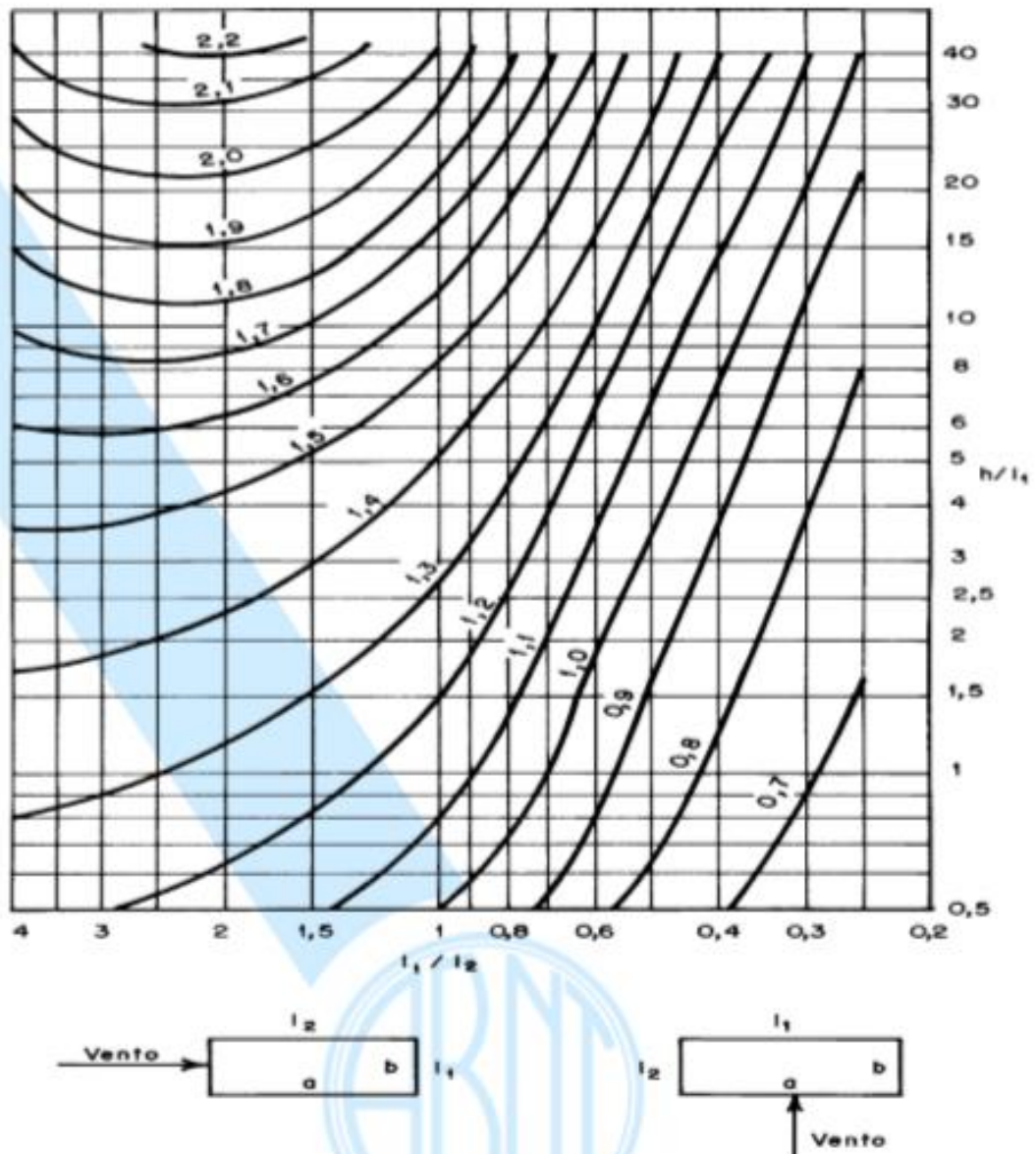


V_0 = em m/s

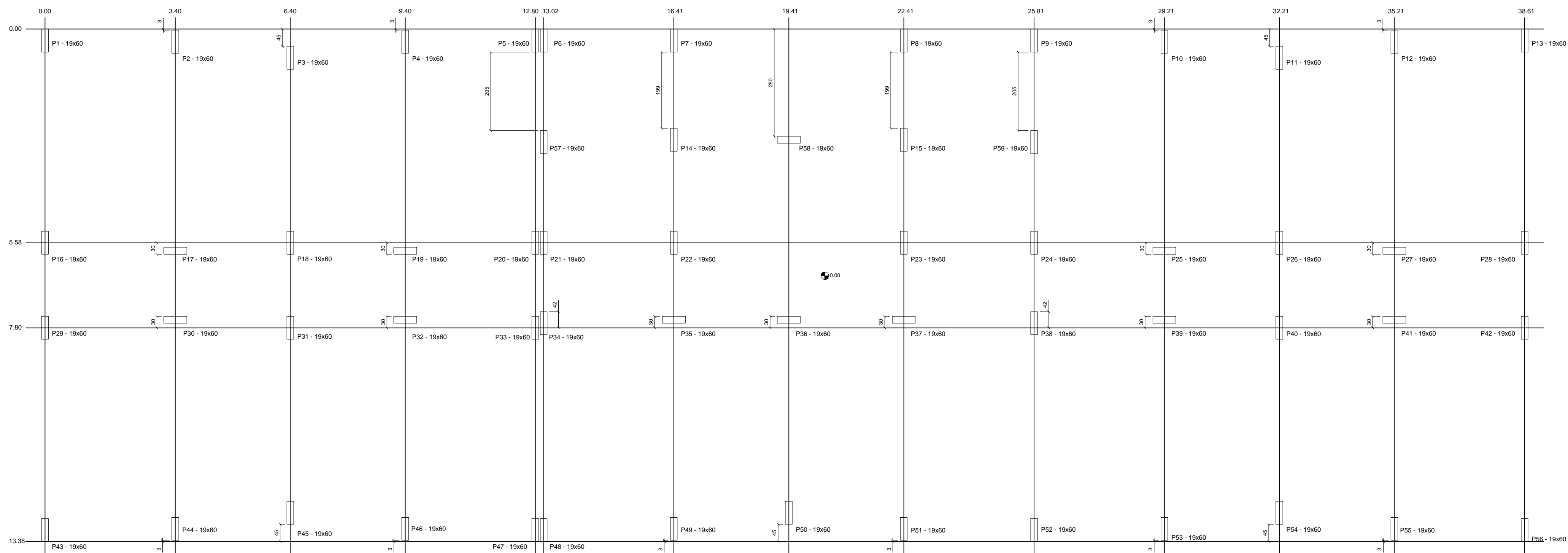
V_0 = máxima velocidade média medida sobre 3 s, que pode ser excedida em média uma vez em 50 anos, a 10 m sobre o nível do terreno em lugar aberto e plano

ANEXO D

Ábaco do Coeficiente de Arrasto C_a para edificações paralelepípedicas em vento de baixa turbulência. (Figura 4 da NBR 6123).



APÊNDICE A



LOCAÇÃO PILARES

ESCALA 1:75

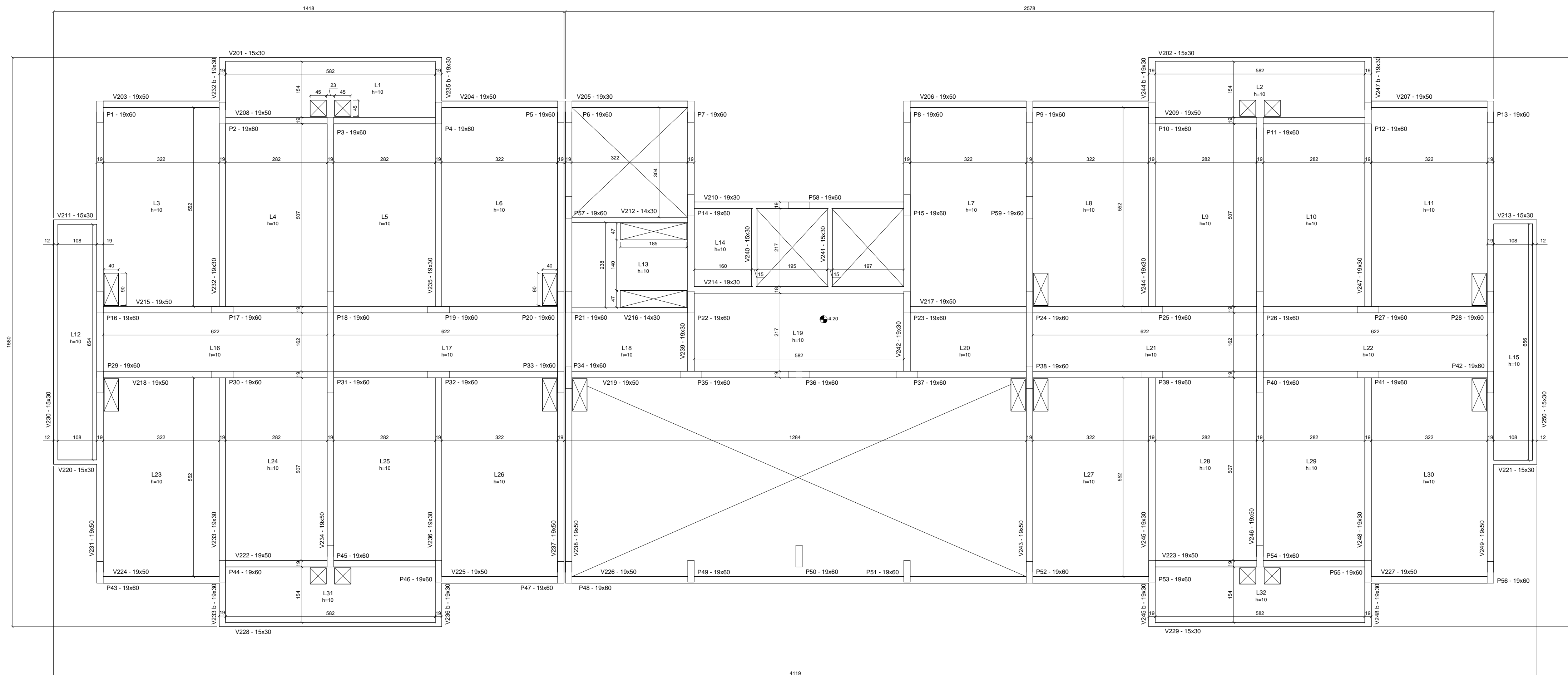
DIMENSÕES EM PLANTA SÃO AS DEFINIDAS NO PRÉ-DIMENSIONAMENTO. APÓS O DIMENSIONAMENTO, ALGUMAS MUDARAM.

NOTAS

- 1- DIMENSÕES, ELEVAÇÕES E MEDIDAS EM CENTÍMETROS(CONCRETO)
(AÇO) BITOLAS EM MM.
- 2- CONCRETO ESTRUTURAL:
RESISTÊNCIA = $f_{ck} > 35$ MPa
FATOR ÁGUA-CIMENTO MÁXIMO EM MASSA = $a/c < 0,60$
DIÂMETRO MÁXIMO DO AGREGADO = 19,0 mm (BRITA Nº1).
- 3- AÇO DA ARMADURA:
 \emptyset 6,3mm = CA-50; $f_{yk} = 500$ MPa.
 \emptyset 5,0mm = CA-60; $f_{yk} = 600$ MPa.
- 4- COBRIMENTO DAS ARMADURAS:
VIGAS E PILARES = 2,5 cm.
LAJES = 2,0 cm.
- 5- AS FORMAS DEVEREM ESTAR TOTALMENTE LIMPAS E SATURADAS COM ÁGUA ANTES DA CONCRETAGEM.
- 6- PREVER CONTROLE RIGOROSO DAS DIMENSÕES DAS PEÇAS.

APÊNDICE A		FOLHA AP-A_01_06
LOCAL RUA SÃO MANOEL, 530 - RIO BRANCO, PORTO ALEGRE RS		
OBRA APART-HOTEL		DATA 18 NOV 2020
PRANCHA LOCAÇÃO PILARES		DIM A2-1
AUTOR GABRIELA ATIENSE PEREIRA ORO RECHE	VISTO AUTOR	ESC 1/75
ORIENTADOR ROBERTO DOMINGO RIOS	VISTO ORIENTADOR	ARQUIVO
ARQUITETÔNICO E FORMAS		

APÊNDICE A



PLANTA FORMAS 2º PAVIMENTO

ESCALA 1:75

DIMENSÕES EM PLANTA SÃO AS DEFINIDAS NO PRÉ-DIMENSIONAMENTO. APÓS O DIMENSIONAMENTO, ALGUMAS MUDARAM.

NOTAS

- DIMENSÕES, ELEVAÇÕES E MEDIDAS EM CENTÍMETROS(CONCRETO) (AÇO) BITOLAS EM MM.
- CONCRETO ESTRUTURAL:
RESISTÊNCIA = $f_{ck} > 35$ MPa
FATOR ÁGUA-CIMENTO MÁXIMO EM MASSA = $a/c < 0,60$
DIÂMETRO MÁXIMO DO AGREGADO = 19,0 mm (BRITA Nº1).
- AÇO DA ARMADURA:
 \emptyset 6,3mm = CA-50; $f_{yk} = 500$ MPa.
 \emptyset 5,0mm = CA-60; $f_{yk} = 600$ MPa.
- COBRIMENTO DAS ARMADURAS:
VIGAS E PILARES = 2,5 cm.
LAJES = 2,0 cm.
- AS FORMAS DEVEM ESTAR TOTALMENTE LIMPAS E SATURADAS COM ÁGUA ANTES DA CONCRETAGEM.
- PREVER CONTROLE RIGOROSO DAS DIMENSÕES DAS PEÇAS.

APÊNDICE A

FOLHA
AP-A_02_06

LOCAL
RUA SÃO MANOEL, 530 - RIO BRANCO, PORTO ALEGRE RS

OBRA
APART-HOTEL
PRANCHA
FORMAS 2º PAVIMENTO

DATA
18 NOV 2020

DIM
A2-1

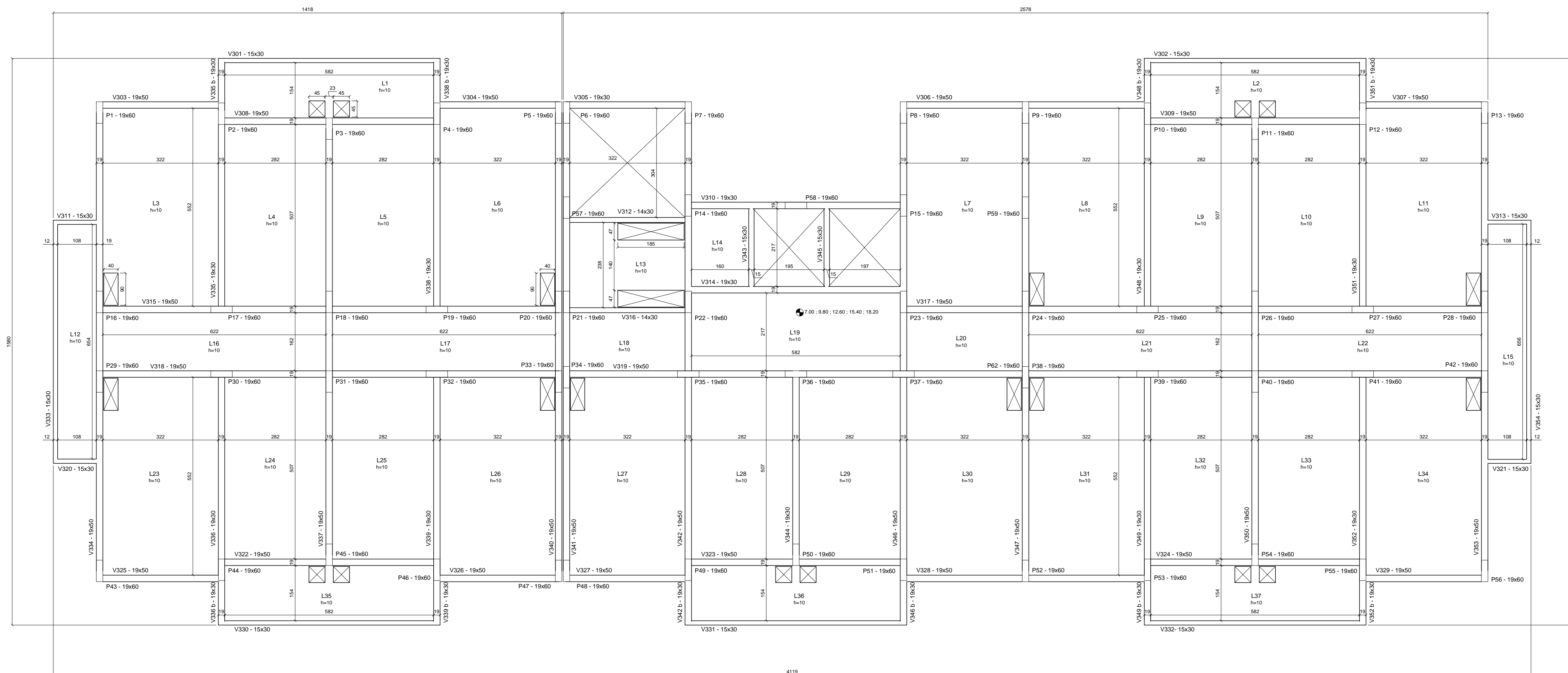
AUTOR
GABRIELA ATIENSE PEREIRA ORO RECHE
ORIENTADOR
ROBERTO DOMINGO RIOS

VISTO AUTOR
VISTO ORIENTADOR

ESC
1/75

ARQUIVO
ARQUITETÔNICO E FORMAS

APÊNDICE A



PLANTA FORMAS 3º PAVIMENTO

ESCALA 1:75

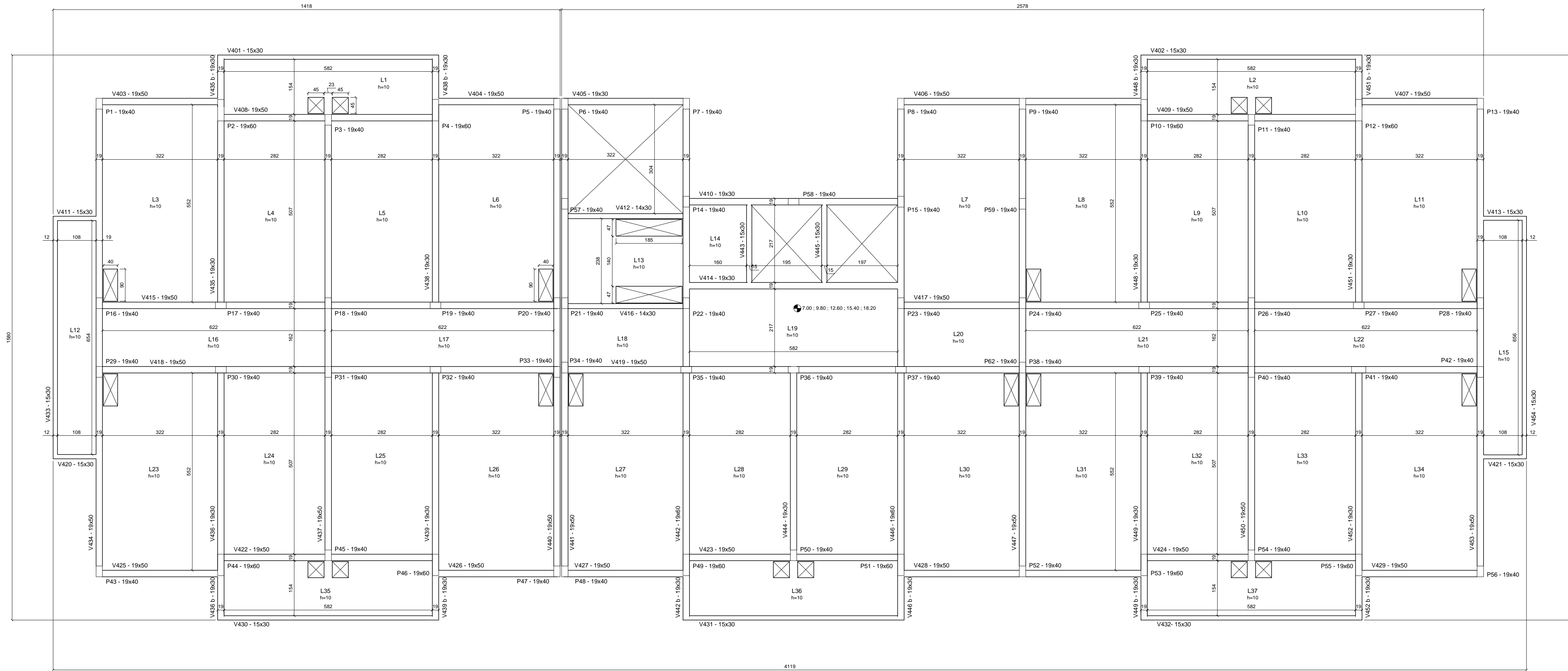
DIMENSÕES EM PLANTA SÃO AS DEFINIDAS NO PRÉ-DIMENSIONAMENTO. APÓS O DIMENSIONAMENTO, ALGUMAS MUDARAM.

NOTAS

- DIMENSÕES, ELEVAÇÕES E MEDIDAS EM CENTÍMETROS (CONCRETO) (AÇO) BITOLAS EM MM.
- CONCRETO ESTRUTURAL:
RESISTÊNCIA = $f_{ck} > 35$ MPa
FATOR ÁGUA-CIMENTO MÁXIMO EM MASSA = $a/c < 0,60$
DIÂMETRO MÁXIMO DO AGREGADO = 19,0 mm (BRITA Nº1).
- AÇO DA ARMADURA:
 \emptyset 6,3mm = CA-50; $f_{yk} = 500$ MPa.
 \emptyset 5,0mm = CA-60; $f_{yk} = 600$ MPa.
- COBRIMENTO DAS ARMADURAS:
VIGAS E PILARES = 2,5 cm.
LAJES = 2,0 cm.
- AS FORMAS DEVEREM ESTAR TOTALMENTE LIMPAS E SATURADAS COM ÁGUA ANTES DA CONCRETAGEM.
- PREVER CONTROLE RIGOROSO DAS DIMENSÕES DAS PEÇAS.

APÊNDICE A		FOLHA
		AP-A_03_06
LOCAL RUA SÃO MANOEL, 530 - RIO BRANCO, PORTO ALEGRE RS		
OBRA APART-HOTEL	DATA 18 NOV 2020	
PRANCHA FORMAS 3º PAVIMENTO	DIM A2-1	
AUTOR GABRIELA ATIENSE PEREIRA ORO RECHE	VISTO AUTOR	ESC 1/75
ORIENTADOR ROBERTO DOMINGO RIOS	VISTO ORIENTADOR	ARQUIVO
ARQUITETÔNICO E FORMAS		

APÊNDICE A



PLANTA FORMAS TIPO (4° AO 7° PAVIMENTO)

ESCALA 1:75

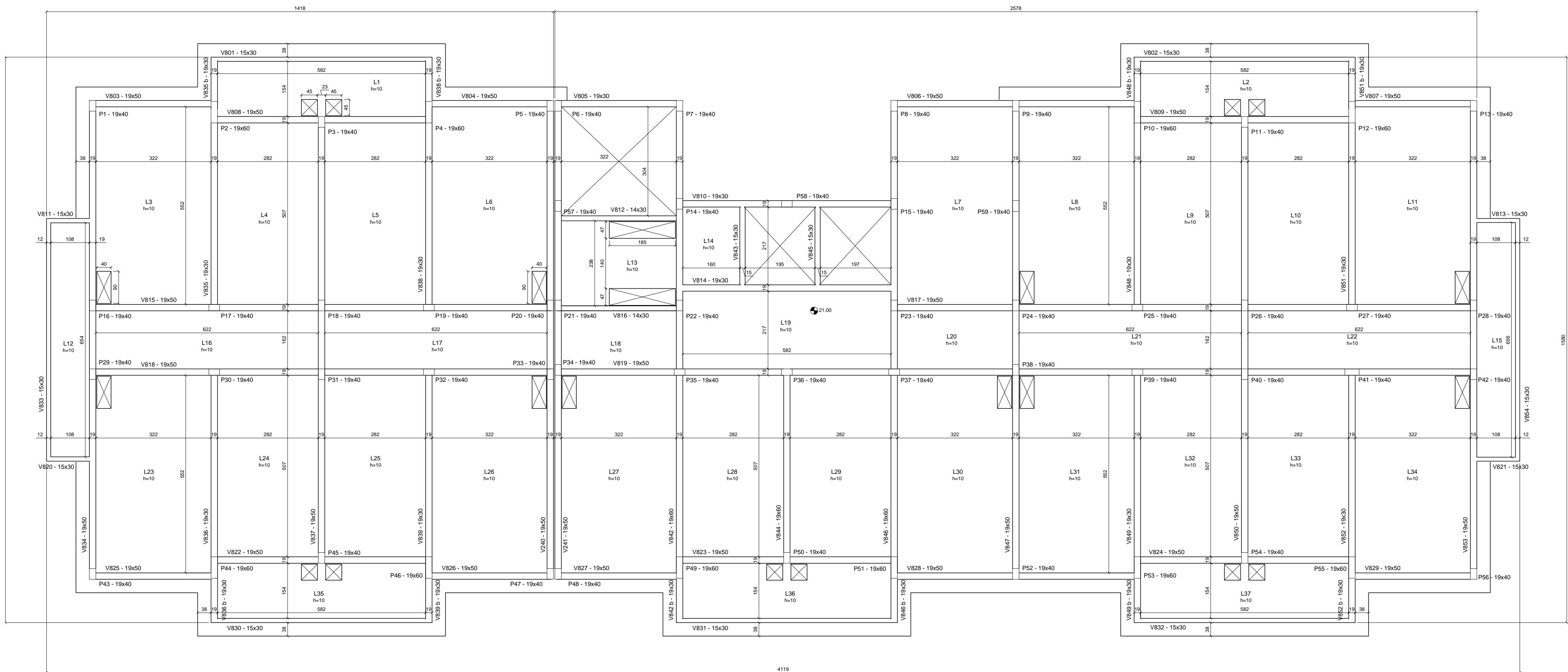
DIMENSÕES EM PLANTA SÃO AS DEFINIDAS NO PRÉ-DIMENSIONAMENTO. APÓS O DIMENSIONAMENTO, ALGUMAS MUDARAM.

NOTAS

- DIMENSÕES, ELEVÇÕES E MEDIDAS EM CENTÍMETROS(CONCRETO) (AÇO) BITOLAS EM MM.
- CONCRETO ESTRUTURAL:
RESISTÊNCIA = $f_{ck} > 35$ MPa
FATOR ÁGUA-CIMENTO MÁXIMO EM MASSA = $a/c < 0,60$
DIÂMETRO MÁXIMO DO AGREGADO = 19,0 mm (BRITA Nº1).
- AÇO DA ARMADURA:
 \varnothing 6,3mm = CA-50; $f_{yk} = 500$ MPa.
 \varnothing 5,0mm = CA-60; $f_{yk} = 600$ MPa.
- COBRIMENTO DAS ARMADURAS:
VIGAS E PILARES = 2,5 cm.
LAJES = 2,0 cm.
- AS FORMAS DEVEM ESTAR TOTALMENTE LIMPAS E SATURADAS COM ÁGUA ANTES DA CONCRETAGEM
- PREVER CONTROLE RIGOROSO DAS DIMENSÕES DAS PEÇAS.

APÊNDICE A		FOLHA AP-A_04_06
LOCAL RUA SÃO MANOEL, 530 - RIO BRANCO, PORTO ALEGRE RS		
OBRA APART-HOTEL	DATA 18 NOV 2020	
PRANCHA FORMAS TIPO (4° AO 7° PAVIMENTO)	DIM A2-1	
AUTOR GABRIELA ATIENSE PEREIRA ORO RECHE	VISTO AUTOR	ESC 1/75
ORIENTADOR ROBERTO DOMINGO RIOS	VISTO ORIENTADOR	ARQUIVO
ARQUITETÔNICO E FORMAS		

APÊNDICE A



PLANTA FORMAS COBERTURA

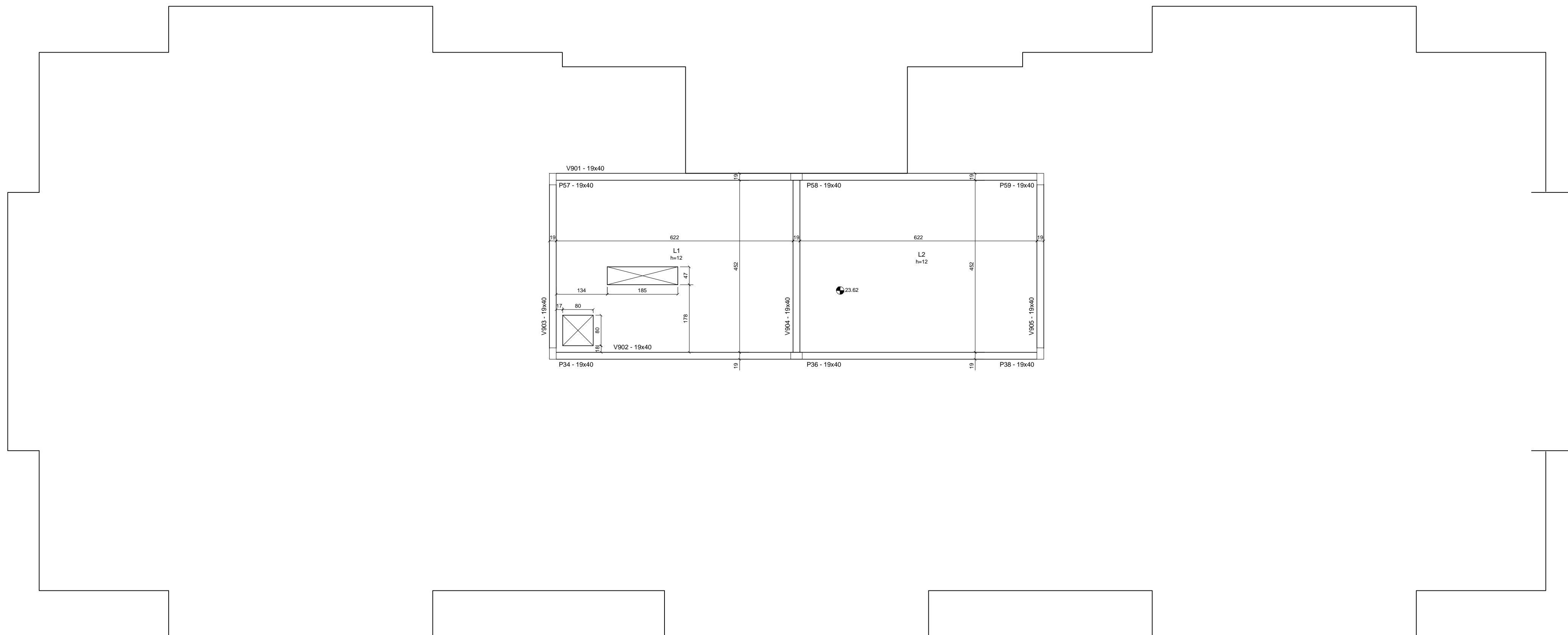
ESCALA 1:75

DIMENSÕES EM PLANTA SÃO AS DEFINIDAS NO PRÉ-DIMENSIONAMENTO. APÓS O DIMENSIONAMENTO, ALGUMAS MUDARAM.

- NOTAS**
- DIMENSÕES, ELEVAÇÕES E MEDIDAS EM CENTÍMETROS(CONCRETO) (AÇO) BITOLAS EM MM.
 - CONCRETO ESTRUTURAL:
RESISTÊNCIA = $f_{ck} > 35$ MPa
FATOR ÁGUA-CIMENTO MÁXIMO EM MASSA = $a/c < 0,60$
DIÂMETRO MÁXIMO DO AGREGADO = 19,0 mm (BRITA Nº1).
 - AÇO DA ARMADURA:
 \varnothing 6,3mm = CA-50; $f_{yk} = 500$ MPa.
 \varnothing 5,0mm = CA-60; $f_{yk} = 600$ MPa.
 - COBRIMENTO DAS ARMADURAS:
VIGAS E PILARES = 2,5 cm.
LAJES = 2,0 cm.
 - AS FORMAS DEVEM ESTAR TOTALMENTE LIMPAS E SATURADAS COM ÁGUA ANTES DA CONCRETAGEM.
 - PREVER CONTROLE RIGOROSO DAS DIMENSÕES DAS PEÇAS.

APÊNDICE A		FOLHA AP-A_05_06
LOCAL RUA SÃO MANOEL, 530 - RIO BRANCO, PORTO ALEGRE RS		
OBRA APART-HOTEL	DATA 18 NOV 2020	
PRANCHA FORMAS COBERTURA	DIM A2-1	
AUTOR GABRIELA ATIENSE PEREIRA ORO RECHE	VISTO AUTOR	ESC 1/75
ORIENTADOR ROBERTO DOMINGO RIOS	VISTO ORIENTADOR	ARQUIVO ARQUITETÔNICO E FORMAS

APÊNDICE A



PLANTA FORMAS RESERVATÓRIO

ESCALA 1:75

DIMENSÕES EM PLANTA SÃO AS DEFINIDAS NO PRÉ-DIMENSIONAMENTO. APÓS O DIMENSIONAMENTO, ALGUMAS MUDARAM.

NOTAS

- 1- DIMENSÕES, ELEVAÇÕES E MEDIDAS EM CENTÍMETROS(CONCRETO) (AÇO) BITOLAS EM MM.
- 2- CONCRETO ESTRUTURAL:
RESISTÊNCIA = $f_{ck} \geq 35$ MPa
FATOR ÁGUA-CIMENTO MÁXIMO EM MASSA = $a/c < 0,60$
DIÂMETRO MÁXIMO DO AGREGADO = 19,0 mm (BRITA Nº1).
- 3- AÇO DA ARMADURA:
 \emptyset 6,3mm = CA-50; $f_{yk} = 500$ MPa.
 \emptyset 5,0mm = CA-60; $f_{yk} = 600$ MPa.
- 4- COBRIMENTO DAS ARMADURAS:
VIGAS E PILARES = 2,5 cm.
LAJES = 2,0 cm.
- 5- AS FORMAS DEVEREM ESTAR TOTALMENTE LIMPAS E SATURADAS COM ÁGUA ANTES DA CONCRETAGEM.
- 6- PREVER CONTROLE RIGOROSO DAS DIMENSÕES DAS PEÇAS.

APÊNDICE A		FOLHA
RUA SÃO MANOEL, 530 - RIO BRANCO, PORTO ALEGRE RS		AP-A_06_06
OBRA	PRANCHA	DATA
APART-HOTEL	FORMAS RESERVATÓRIO	18 NOV 2020
AUTOR	VISTO	DIM
GABRIELA ATIENSE PEREIRA ORO RECHE	AUTOR	A2-1
ROBERTO DOMINGO RIOS	ORIENTADOR	ESC
		1/75
		ARQUIVO
		ARQUITETÔNICO E FORMAS

APÊNDICE B

Carregamento e dimensões das lajes.

LAJES - 2º PAVIMENTO

Laje	Dimensões (cm)		Área (m ²)	pp	Revest.	Cargas (kN/m ²)	
	lx	ly				variável	total
L1	600	170	10,20	2,50	1,93	2,50	6,93
L2	600	170	10,20	2,50	1,93	2,50	6,93
L3	340	570	19,38	2,50	1,52	1,50	5,52
L4	300	525	15,75	2,50	1,38	1,50	5,38
L5	300	525	15,75	2,50	1,38	1,50	5,38
L6	340	570	19,38	2,50	1,52	1,50	5,52
L7	340	570	19,38	2,50	1,93	2,00	6,43
L8	340	570	19,38	2,50	1,52	1,50	5,52
L9	300	525	15,75	2,50	1,38	1,50	5,38
L10	300	525	15,75	2,50	1,38	1,50	5,38
L11	340	570	19,38	2,50	1,52	1,50	5,52
L12	124	660	8,18	2,50	1,78	3,00	7,28
L13	340	261	8,87	2,50	1,93	3,00	7,43
L14	176	235	4,14	2,50	1,93	3,00	7,43
L15	124	660	8,18	2,50	1,78	3,00	7,28
L16	640	180	11,52	2,50	1,38	3,00	6,88
L17	640	180	11,52	2,50	1,38	3,00	6,88
L18	340	180	6,12	2,50	1,38	3,00	6,88
L19	600	235	14,10	2,50	1,38	3,00	6,88
L20	340	180	6,12	2,50	1,38	3,00	6,88
L21	640	180	11,52	2,50	1,38	3,00	6,88
L22	640	180	11,52	2,50	1,38	3,00	6,88
L23	340	570	19,38	2,50	1,52	1,50	5,52
L24	300	525	15,75	2,50	1,38	1,50	5,38
L25	300	525	15,75	2,50	1,38	1,50	5,38
L26	340	570	19,38	2,50	1,52	1,50	5,52
L27	340	570	19,38	2,50	1,52	1,50	5,52
L28	300	525	15,75	2,50	1,38	1,50	5,38
L29	300	525	15,75	2,50	1,38	1,50	5,38
L30	340	570	19,38	2,50	1,52	1,50	5,52
L31	600	170	10,20	2,50	1,93	2,50	6,93

LAJES - PAVIMENTO TIPO

Laje	Dimensões (cm)		Área (m ²)	Cargas (kN/m ²)			total
	lx	ly		pp	Revest.	variável	
L1	600	170	10,20	2,50	1,93	2,50	6,93
L2	600	170	10,20	2,50	1,93	2,50	6,93
L3	340	570	19,38	2,50	1,52	1,50	5,52
L4	300	525	15,75	2,50	1,38	1,50	5,38
L5	300	525	15,75	2,50	1,38	1,50	5,38
L6	340	570	19,38	2,50	1,52	1,50	5,52
L7	340	570	19,38	2,50	1,93	2,00	6,43
L8	340	570	19,38	2,50	1,52	1,50	5,52
L9	300	525	15,75	2,50	1,38	1,50	5,38
L10	300	525	15,75	2,50	1,38	1,50	5,38
L11	340	570	19,38	2,50	1,52	1,50	5,52
L12	124	660	8,18	2,50	1,78	3,00	7,28
L13	340	261	8,87	2,50	1,93	3,00	7,43
L14	176	235	4,14	2,50	1,93	3,00	7,43
L15	124	660	8,18	2,50	1,78	3,00	7,28
L16	640	180	11,52	2,50	1,38	3,00	6,88
L17	640	180	11,52	2,50	1,38	3,00	6,88
L18	340	180	6,12	2,50	1,38	3,00	6,88
L19	600	235	14,10	2,50	1,38	3,00	6,88
L20	340	180	6,12	2,50	1,38	3,00	6,88
L21	640	180	11,52	2,50	1,38	3,00	6,88
L22	640	180	11,52	2,50	1,38	3,00	6,88
L23	340	570	19,38	2,50	1,52	1,50	5,52
L24	300	525	15,75	2,50	1,38	1,50	5,38
L25	300	525	15,75	2,50	1,38	1,50	5,38
L26	340	570	19,38	2,50	1,52	1,50	5,52
L27	340	570	19,38	2,50	1,52	1,50	5,52
L28	300	525	15,75	2,50	1,38	1,50	5,38
L29	300	525	15,75	2,50	1,38	1,50	5,38
L30	340	570	19,38	2,50	1,52	1,50	5,52
L31	340	570	19,38	2,50	1,52	1,50	5,52
L32	300	525	15,75	2,50	1,93	1,50	5,93
L33	300	525	15,75	2,50	1,93	1,50	5,93
L34	340	570	19,38	2,50	1,52	1,50	5,52
L35	600	170	10,20	2,50	1,93	2,50	6,93
L36	600	170	10,20	2,50	1,93	2,50	6,93
L37	600	170	10,20	2,50	1,93	2,50	6,93

LAJES - COBERTURA

Laje	Dimensões (cm)		Área (m ²)	Cargas (kN/m ²)			total
	lx	ly		pp	Revest.	variável	
L1	600	170	10,20	2,50	0,99	1,00	4,49
L2	600	170	10,20	2,50	0,99	1,00	4,49
L3	340	570	19,38	2,50	0,99	1,00	4,49
L4	300	525	15,75	2,50	0,99	1,00	4,49
L5	300	525	15,75	2,50	0,99	1,00	4,49
L6	340	570	19,38	2,50	0,99	1,00	4,49
L7	340	570	19,38	2,50	0,99	4,23	7,72
L8	340	570	19,38	2,50	0,99	1,00	4,49
L9	300	525	15,75	2,50	0,99	1,00	4,49
L10	300	525	15,75	2,50	0,99	1,00	4,49
L11	340	570	19,38	2,50	0,99	1,00	4,49
L12	124	660	8,18	2,50	0,99	1,00	4,49
L13	340	261	8,87	2,50	0,99	3,00	6,49
L14	176	235	4,14	2,50	0,99	3,00	6,49
L15	124	660	8,18	2,50	0,99	1,00	4,49
L16	640	180	11,52	2,50	0,99	1,00	4,49
L17	640	180	11,52	2,50	0,99	1,00	4,49
L18	340	180	6,12	2,50	0,99	3,00	6,49
L19	600	235	14,10	2,50	0,99	3,00	6,49
L20	340	180	6,12	2,50	0,99	3,00	6,49
L21	640	180	11,52	2,50	0,99	1,00	4,49
L22	640	180	11,52	2,50	0,99	1,00	4,49
L23	340	570	19,38	2,50	0,99	1,00	4,49
L24	300	525	15,75	2,50	0,99	1,00	4,49
L25	300	525	15,75	2,50	0,99	1,00	4,49
L26	340	570	19,38	2,50	0,99	1,00	4,49
L27	340	570	19,38	2,50	0,99	1,00	4,49
L28	300	525	15,75	2,50	0,99	1,00	4,49
L29	300	525	15,75	2,50	0,99	1,00	4,49
L30	340	570	19,38	2,50	0,99	1,00	4,49
L31	340	570	19,38	2,50	0,99	1,00	4,49
L32	300	525	15,75	2,50	0,99	1,00	4,49
L33	300	525	15,75	2,50	0,99	1,00	4,49
L34	340	570	19,38	2,50	0,99	1,00	4,49
L35	600	170	10,20	2,50	0,99	1,00	4,49
L36	600	170	10,20	2,50	0,99	1,00	4,49
L37	600	170	10,20	2,50	0,99	1,00	4,49

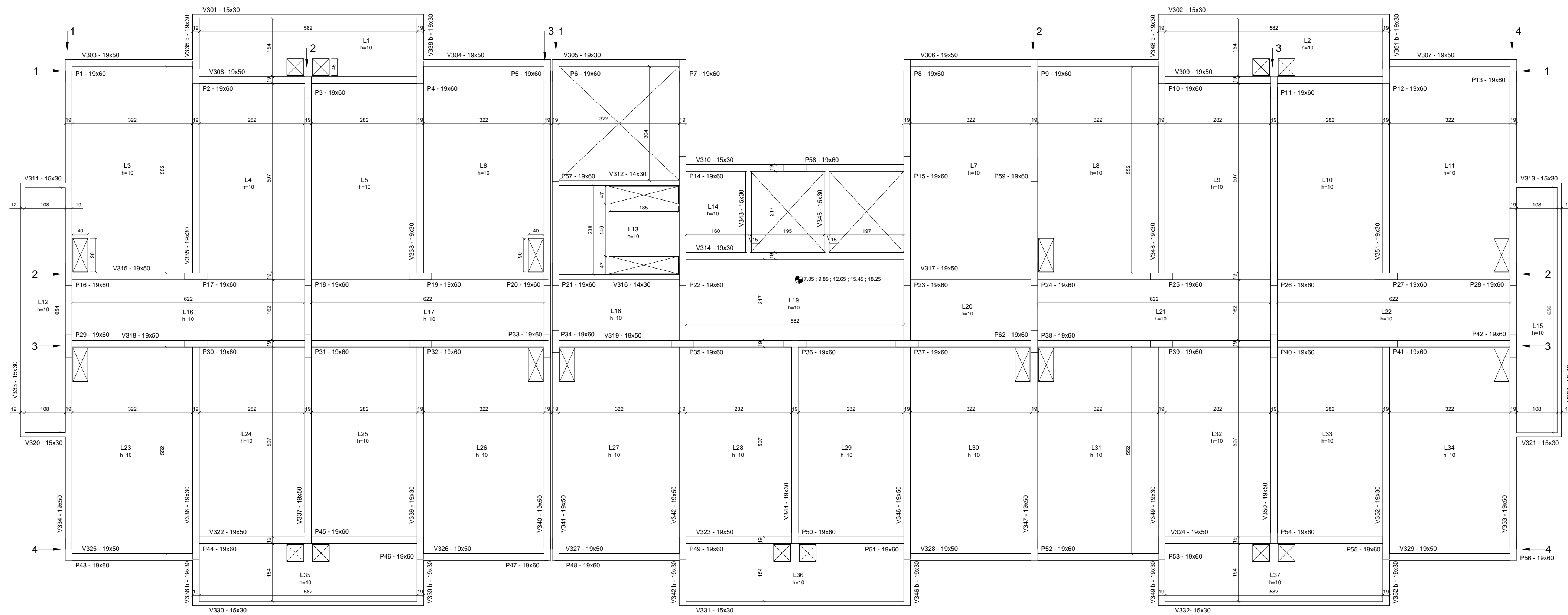
LAJES - RESERVATÓRIO

Laje	Dimensões (cm)		Área (m ²)	Cargas (kN/m ²)			total
	lx	ly		pp	Revest.	variável	
L1	640	470	30,08	3,00	0,29	5,99	9,28
L2	640	470	30,08	3,00	0,29	5,99	9,28

APÊNDICE C

EDIFÍCIO 1

EDIFÍCIO 2



PÓRTICOS CONTRAVENTAMENTO

ESCALA 1:75

APÊNDICE C		FOLHA AP-C_01_01
LOCAL RUA SÃO MANOEL, 530 - RIO BRANCO, PORTO ALEGRE RS		
OBRA APART-HOTEL		DATA 18 NOV 2020
PRANCHA PÓRTICOS CONTRAVENTAMENTO		DIM A2-1
AUTOR GABRIELA ATIENSE PEREIRA ORO RECHE	VISTO AUTOR	ESC 1/75
ORIENTADOR ROBERTO DOMINGO RIOS	VISTO ORIENTADOR	ARQUIVO
ARQUITETÔNICO E FORMAS		

APÊNDICE D

Desenvolvimento do cálculo para distribuição do vento.

Pórticos direção X

Pórtico	Edifício 1			
	K	xi (m)	yi (m)	α (°)
1	1,00	6,40	13,08	0
2	1,88	6,40	7,44	0
3	1,88	6,40	5,64	0
4	1,00	6,40	0	0

Pórtico	Edifício 2			
	K	xi (m)	yi (m)	α (°)
1	1,00	8,10	13,08	0
2	1,87	8,10	7,44	0
3	3,88	12,70	5,64	0
4	1,70	12,70	0	0

ey	7,521
----	-------

ey	7,521
----	-------

Pórtico 1

N =	1	0	-13,08
	0	1	6,4

Pórtico 1

N =	1	0	-13,08
	0	1	8,1

R =	1	0
-----	---	---

R =	1	0
-----	---	---

RN =	1	0	-13,08
------	---	---	--------

RN =	1	0	-13,08
------	---	---	--------

RN t =	1
	0
	-13,08

RN t =	1
	0
	-13,08

K1 =	1	0	-13,08
	0	0	0
	-13,08	0	171,09

K1 =	1	0	-13,08
	0	0	0
	-13,08	0	171,09

Pórtico 2

N =	1	0	-7,44
	0	1	6,4

Pórtico 2

N =	1	0	-7,44
	0	1	8,1

R =	1	0
-----	---	---

R =	1	0
-----	---	---

RN =	1	0	-7,44
------	---	---	-------

RN =	1	0	-7,44
------	---	---	-------

RN t =	1
	0
	-7,44

RN t =	1
	0
	-7,44

K2 =	1,88	0	-14,00
	0	0	0
	-14,00	0	104,17

K2 =	1,87	0	-13,95
	0	0	0
	-13,95	0	103,76

Pórtico 3

$$N = \begin{bmatrix} 1 & 0 & -5,64 \\ 0 & 1 & 6,4 \end{bmatrix}$$

$$R = \begin{bmatrix} 1 & 0 \end{bmatrix}$$

$$RN = \begin{bmatrix} 1 & 0 & -5,64 \end{bmatrix}$$

$$RN\ t = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ -5,64 \end{bmatrix}$$

$$K3 = \begin{bmatrix} 1,88 & 0 & -10,61 \\ 0 & 0 & 0 \\ -10,61 & 0 & 59,86 \end{bmatrix}$$

Pórtico 3

$$N = \begin{bmatrix} 1 & 0 & -5,64 \\ 0 & 1 & 12,695 \end{bmatrix}$$

$$R = \begin{bmatrix} 1 & 0 \end{bmatrix}$$

$$RN = \begin{bmatrix} 1 & 0 & -5,64 \end{bmatrix}$$

$$RN\ t = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ -5,64 \end{bmatrix}$$

$$K3 = \begin{bmatrix} 3,88 & 0 & -21,86 \\ 0 & 0 & 0 \\ -21,86 & 0 & 123,26 \end{bmatrix}$$

Pórtico 4

$$N = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 6,4 \end{bmatrix}$$

$$R = \begin{bmatrix} 1 & 0 \end{bmatrix}$$

$$RN = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$RN\ t = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$K4 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0,00 \end{bmatrix}$$

$$Ktotal = \begin{bmatrix} 5,76 & 0,00 & -37,69 \\ 0,00 & 0,00 & 0,00 \\ -37,69 & 0,00 & 335,12 \end{bmatrix}$$

$$P = \begin{bmatrix} 1000 \\ 0 \\ -7521 \end{bmatrix}$$

$$\begin{matrix} u0 \\ v0 \\ \theta \end{matrix} = \begin{bmatrix} 100,72 \\ 0 \\ -11,11 \end{bmatrix} \text{ *obter da HP}$$

Pórtico 4

$$N = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 12,695 \end{bmatrix}$$

$$R = \begin{bmatrix} 1 & 0 \end{bmatrix}$$

$$RN = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$RN\ t = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$K4 = \begin{bmatrix} 1,70 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0,00 \end{bmatrix}$$

$$Ktotal = \begin{bmatrix} 8,45 & 0,00 & -48,88 \\ 0,00 & 0,00 & 0,00 \\ -48,88 & 0,00 & 398,10 \end{bmatrix}$$

$$P = \begin{bmatrix} 1000 \\ 0 \\ -7521 \end{bmatrix}$$

$$\begin{matrix} u0 \\ v0 \\ \theta \end{matrix} = \begin{bmatrix} 31,26 \\ 0 \\ -15,05 \end{bmatrix}$$

Pórticos direção Y

Edifício 1

Pórtico	K	xi (m)	yi (m)	α (°)
1	1,00	0	6,54	90
2	1,03	6,4	6,54	90
3	1,00	12,8	6,54	90

Edifício 2

Pórtico	K	xi (m)	yi (m)	α (°)
1	1,42	0	6,54	90
2	1,38	9,39	6,54	90
3	1,32	19,19	6,09	90
4	1,00	25,59	6,54	90

$$ex = 7,381$$

Pórtico 1

$$N = \begin{bmatrix} 1,00 & 0 & -6,54 \\ 0 & 1,00 & 0 \end{bmatrix}$$

$$R = \begin{bmatrix} 0 & 1,00 \end{bmatrix}$$

$$RN = \begin{bmatrix} 0 & 1,00 & 0 \end{bmatrix}$$

$$RN\ t = \begin{bmatrix} 0 \\ 1,00 \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$K1 = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1,00 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Pórtico 2

$$N = \begin{bmatrix} 1,00 & 0 & -6,54 \\ 0 & 1,00 & 6,40 \end{bmatrix}$$

$$R = \begin{bmatrix} 0 & 1,00 \end{bmatrix}$$

$$RN = \begin{bmatrix} 0 & 1,00 & 6,40 \end{bmatrix}$$

$$RN\ t = \begin{bmatrix} 0 \\ 1,00 \\ 6,40 \end{bmatrix}$$

$$K2 = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1,03 & 6,61 \\ 0 & 6,61 & 42,28 \end{bmatrix}$$

Pórtico 3

$$N = \begin{bmatrix} 1,00 & 0 & -6,54 \\ 0 & 1,00 & 12,80 \end{bmatrix}$$

$$R = \begin{bmatrix} 0 & 1,00 \end{bmatrix}$$

$$ey = 13,776$$

Pórtico 1

$$N = \begin{bmatrix} 1 & 0 & -6,54 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

$$R = \begin{bmatrix} 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$RN = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

$$RN\ t = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$K1 = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1,42 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Pórtico 2

$$N = \begin{bmatrix} 1 & 0 & -6,54 \\ 0 & 1 & 9,39 \end{bmatrix}$$

$$R = \begin{bmatrix} 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$RN = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 9,39 \end{bmatrix}$$

$$RN\ t = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 9,39 \end{bmatrix}$$

$$K2 = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1,38 & 12,96 \\ 0 & 12,96 & 121,71 \end{bmatrix}$$

Pórtico 3

$$N = \begin{bmatrix} 1 & 0 & -6,09 \\ 0 & 1 & 19,19 \end{bmatrix}$$

$$R = \begin{bmatrix} 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$RN = \begin{bmatrix} 0 & 1,00 & 12,80 \end{bmatrix}$$

$$RN\ t = \begin{bmatrix} 0 \\ 1,00 \\ 12,80 \end{bmatrix}$$

$$K3 = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1,00 & 12,80 \\ 0 & 12,80 & 163,84 \end{bmatrix}$$

$$Ktotal = \begin{bmatrix} 0,00 & 0,00 & 0,00 \\ 0,00 & 3,03 & 19,41 \\ 0,00 & 19,41 & 206,12 \end{bmatrix}$$

$$P = \begin{bmatrix} 0 \\ 1000 \\ 7381 \end{bmatrix}$$

$$\begin{matrix} u0 \\ v0 \\ \theta \end{matrix} = \begin{bmatrix} -41,77 \\ 75,45 \\ 39,74 \end{bmatrix}$$

$$RN = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 19,19 \end{bmatrix}$$

$$RN\ t = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 19,19 \end{bmatrix}$$

$$K3 = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1,32 & 25,25 \\ 0 & 25,25 & 484,55 \end{bmatrix}$$

Pórtico 4

$$N = \begin{bmatrix} 1 & 0 & -6,54 \\ 0 & 1 & 25,59 \end{bmatrix}$$

$$R = \begin{bmatrix} 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$RN = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 25,59 \end{bmatrix}$$

$$RN\ t = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 25,59 \end{bmatrix}$$

$$K4 = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 25,59 \\ 0 & 25,59 & 654,85 \end{bmatrix}$$

$$Ktotal = \begin{bmatrix} 0,00 & 0,00 & 0,00 \\ 0,00 & 5,12 & 63,80 \\ 0,00 & 63,80 & 1261,11 \end{bmatrix}$$

$$P = \begin{bmatrix} 0 \\ 1000 \\ 13776 \end{bmatrix}$$

$$\begin{matrix} u0 \\ v0 \\ \theta \end{matrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 160,08 \\ 2,83 \end{bmatrix}$$

APÊNDICE E

Dimensionamento das lajes.

LAJES - 2º PAVIMENTO

Laje	Dimensões (cm)		Armada	Caso	Momentos (kNm/m)				Flechas (mm)			Armaduras calculadas (cm ²)				Armaduras adotadas	
	lx	ly			mx	my	nx	ny	to	t _{oo}	limite	As+ (x)	As+ (y)	As(-) x	As(-) y	As+ (x)	As+ (y)
L1	170	600	1 direção	a-a	3,51	-	-	-	0,25	0,58	6,8	1,64	0,9	1,64	1,1	Φ5 c/10	Φ5 c/20
L2	170	600	1 direção	a-a	3,51	-	-	-	0,25	0,58	6,8	1,64	0,9	1,64	1,1	Φ5 c/10	Φ5 c/20
L3	340	570	2 direções	3	3,23	1,15	7,23	5,28	1,10	2,55	13,60	1,41	1,10	3,25	2,34	Φ6,3 c/20	Φ5 c/15
L4	300	525	2 direções	5B	1,82	0,57	3,86	2,69	0,39	0,90	12	1,1	1,1	1,69	1,64	Φ5 c/15	Φ5 c/15
L5	300	525	2 direções	5B	1,82	0,57	3,86	2,69	0,39	0,90	12	1,1	1,1	1,69	1,64	Φ5 c/15	Φ5 c/15
L6	340	570	2 direções	3	3,23	1,15	7,23	5,28	1,10	2,55	13,60	1,41	1,10	3,25	2,34	Φ6,3 c/20	Φ5 c/15
L7	340	570	2 direções	3	3,76	1,34	8,42	6,15	1,24	2,88	13,6	1,65	1,1	3,81	2,74	Φ5 c/10	Φ5 c/15
L8	340	570	2 direções	5B	2,51	0,78	5,3	3,7	0,64	1,48	13,6	1,1	1,1	2,35	1,64	Φ5 c/15	Φ5 c/15
L9	300	525	2 direções	5B	1,82	0,57	3,86	2,69	0,39	0,90	12	1,1	1,1	1,69	1,64	Φ5 c/15	Φ5 c/15
L10	300	525	2 direções	5B	1,82	0,57	3,86	2,69	0,39	0,90	12	1,1	1,1	1,69	1,64	Φ5 c/15	Φ5 c/15
L11	340	570	2 direções	3	3,23	1,15	7,23	5,28	1,10	2,55	13,60	1,41	1,10	3,25	2,34	Φ6,3 c/20	Φ5 c/15
L12	124	660	1 direção	a-e	1,1	-	1,96	-	0,03	0,07	4,96	1,64	0,9	1,64	1,1	Φ5 c/10	Φ5 c/20
L13	261	340	1 direção	a-e	4,98	-	-	8,86	0,06	0,14	10,44	1,64	0,9	1,1	2,83	Φ5 c/10	Φ5 c/20
L14	176	235	2 direções	3	0,88	0,47	2,18	1,79	0,08	0,19	7,04	1,1	1,1	1,64	1,64	Φ5 c/15	Φ5 c/15
L15	124	660	1 direção	a-e	1,1	-	1,96	-	0,03	0,07	4,96	1,64	0,9	1,64	1,1	Φ5 c/10	Φ5 c/20
L16	180	640	1 direção	e-e	1,3	-	2,6	-	0,06	0,14	7,2	1,64	0,9	1,64	1,64	Φ5 c/10	Φ5 c/20
L17	180	640	1 direção	e-e	1,3	-	2,6	-	0,06	0,14	7,2	1,64	0,9	1,64	1,64	Φ5 c/10	Φ5 c/20
L18	180	340	2 direções	2A	1,85	0,6	-	2,7	0,2	0,46	7,2	1,1	1,1	1,64	1,64	Φ5 c/15	Φ5 c/15
L19	235	600	1 direção	a-a	6,65	-	-	-	0,86	2,00	9,4	2,1	0,9	1,1	1,64	Φ6,3 c/15	Φ5 c/20
L20	180	340	2 direções	5A	1,15	0,25	2,46	1,82	0,1	0,23	7,2	1,1	1,1	1,64	1,64	Φ5 c/15	Φ5 c/15
L21	180	640	1 direção	e-e	1,3	-	2,6	-	0,06	0,14	7,2	1,64	0,9	1,64	1,64	Φ5 c/10	Φ5 c/20
L22	180	640	1 direção	e-e	1,3	-	2,6	-	0,06	0,14	7,2	1,64	0,9	1,64	1,64	Φ5 c/10	Φ5 c/20

L23	340	570	2 direções	3	3,23	1,15	7,23	5,28	1,10	2,55	13,60	1,41	1,10	3,25	2,34	Φ6,3 c/20	Φ5 c/15
L24	300	525	2 direções	5B	1,82	0,57	3,86	2,69	0,39	0,90	12	1,1	1,1	1,69	1,64	Φ5 c/15	Φ5 c/15
L25	300	525	2 direções	5B	1,82	0,57	3,86	2,69	0,39	0,90	12	1,1	1,1	1,69	1,64	Φ5 c/15	Φ5 c/15
L26	340	570	2 direções	3	3,23	1,15	7,23	5,28	1,10	2,55	13,60	1,41	1,10	3,25	2,34	Φ6,3 c/20	Φ5 c/15
L27	340	570	2 direções	3	3,23	1,15	7,23	5,28	1,10	2,55	13,60	1,41	1,10	3,25	2,34	Φ6,3 c/20	Φ5 c/15
L28	300	525	2 direções	5B	1,82	0,57	3,86	2,69	0,39	0,90	12	1,1	1,1	1,69	1,64	Φ5 c/15	Φ5 c/15
L29	300	525	2 direções	5B	1,82	0,57	3,86	2,69	0,39	0,90	12	1,1	1,1	1,69	1,64	Φ5 c/15	Φ5 c/15
L30	340	570	2 direções	3	3,23	1,15	7,23	5,28	1,10	2,55	13,60	1,41	1,10	3,25	2,34	Φ6,3 c/20	Φ5 c/15
L31	170	600	1 direção	a-a	3,51	-	-	-	0,25	0,58	6,8	1,64	0,9	1,64	1,1	Φ5 c/10	Φ5 c/20
L32	170	600	1 direção	a-a	3,51	-	-	-	0,25	0,58	6,8	1,64	0,9	1,64	1,1	Φ5 c/10	Φ5 c/20

LAJES - PAVIMENTO TIPO

Laje	Dimensões (cm)		Armada	Caso	Momentos (kNm/m)				Flechas (mm)			Armaduras (cm ²)				Armaduras adotadas	
	lx	ly			mx	my	nx	ny	to	tco	limite	As+ (x)	As+ (y)	As(-) x	As(-) y	As+ (x)	As+ (y)
L1	170	600	1 direção	a-a	3,51	-	-	-	0,25	0,58	6,8	1,64	0,9	1,64	1,1	Φ5 c/10	Φ5 c/20
L2	170	600	1 direção	a-a	3,51	-	-	-	0,25	0,58	6,8	1,64	0,9	1,64	1,1	Φ5 c/10	Φ5 c/20
L3	340	570	2 direções	3	3,23	1,15	7,23	5,28	1,10	2,55	13,60	1,41	1,10	3,25	2,34	Φ6,3 c/20	Φ5 c/15
L4	300	525	2 direções	5B	1,82	0,57	3,86	2,69	0,39	0,90	12	1,1	1,1	1,69	1,64	Φ5 c/15	Φ5 c/15
L5	300	525	2 direções	5B	1,82	0,57	3,86	2,69	0,39	0,90	12	1,1	1,1	1,69	1,64	Φ5 c/15	Φ5 c/15
L6	340	570	2 direções	3	3,23	1,15	7,23	5,28	1,10	2,55	13,60	1,41	1,10	3,25	2,34	Φ6,3 c/20	Φ5 c/15
L7	340	570	2 direções	3	3,76	1,34	8,42	6,15	1,24	2,88	13,6	1,65	1,1	3,81	2,74	Φ5 c/10	Φ5 c/15
L8	340	570	2 direções	5B	2,51	0,78	5,3	3,7	0,64	1,48	13,6	1,1	1,1	2,35	1,62	Φ5 c/15	Φ5 c/15
L9	300	525	2 direções	5B	1,82	0,57	3,86	2,69	0,39	0,90	12	1,1	1,1	1,69	1,64	Φ5 c/15	Φ5 c/15
L10	300	525	2 direções	5B	1,82	0,57	3,86	2,69	0,39	0,90	12	1,1	1,1	1,69	1,64	Φ5 c/15	Φ5 c/15
L11	340	570	2 direções	3	3,23	1,15	7,23	5,28	1,10	2,55	13,60	1,41	1,10	3,25	2,34	Φ6,3 c/20	Φ5 c/15
L12	124	660	1 direção	a-e	1,1	-	1,96	-	0,03	0,07	4,96	1,64	0,9	1,64	1,1	Φ5 c/10	Φ5 c/20
L13	340	340	1 direção	a-e	4,98	-	-	8,86	0,06	0,14	13,6	1,64	0,9	1,1	2,83	Φ5 c/10	Φ5 c/20
L14	176	235	2 direções	3	0,88	0,47	2,18	1,79	0,08	0,19	7,04	1,1	1,1	1,64	1,64	Φ5 c/15	Φ5 c/15
L15	124	660	1 direção	a-e	1,1	-	1,96	-	0,03	0,07	4,96	1,64	0,9	1,64	1,1	Φ5 c/10	Φ5 c/20
L16	180	640	1 direção	e-e	1,3	-	2,6	-	0,06	0,14	7,2	1,64	0,9	1,64	1,64	Φ5 c/10	Φ5 c/20
L17	180	640	1 direção	e-e	1,3	-	2,6	-	0,06	0,14	7,2	1,64	0,9	1,64	1,64	Φ5 c/10	Φ5 c/20
L18	180	340	2 direções	3	1,21	0,38	2,62	1,84	0,12	0,28	7,2	1,1	1,1	1,64	1,64	Φ5 c/15	Φ5 c/15
L19	235	600	1 direção	a-e	3,74	-	6,65	-	0,36	0,84	9,4	1,64	0,9	2,1	1,64	Φ5 c/10	Φ5 c/20
L20	180	340	2 direções	6	0,88	0,22	1,85	1,28	0,06	0,14	7,2	1,1	1,1	1,64	1,64	Φ5 c/15	Φ5 c/15
L21	180	640	1 direção	e-e	1,3	-	2,6	-	0,06	0,14	7,2	1,64	0,9	1,64	1,64	Φ5 c/10	Φ5 c/20
L22	180	640	1 direção	e-e	1,3	-	2,6	-	0,06	0,14	7,2	1,64	0,9	1,64	1,64	Φ5 c/10	Φ5 c/20
L23	340	570	2 direções	3	3,23	1,15	7,23	5,28	1,10	2,55	13,60	1,41	1,10	3,25	2,34	Φ6,3 c/20	Φ5 c/15
L24	300	525	2 direções	5B	1,82	0,57	3,86	2,69	0,39	0,90	12	1,1	1,1	1,69	1,64	Φ5 c/15	Φ5 c/15
L25	300	525	2 direções	5B	1,82	0,57	3,86	2,69	0,39	0,90	12	1,1	1,1	1,69	1,64	Φ5 c/15	Φ5 c/15
L26	340	570	2 direções	3	3,23	1,15	7,23	5,28	1,10	2,55	13,60	1,41	1,10	3,25	2,34	Φ6,3 c/20	Φ5 c/15

L27	340	570	2 direções	3	3,23	1,15	7,23	5,28	1,10	2,55	13,60	1,41	1,10	3,25	2,34	Φ6,3 c/20	Φ5 c/15
L28	300	525	2 direções	5B	1,82	0,57	3,86	2,69	0,39	0,90	12	1,1	1,1	1,69	1,64	Φ5 c/15	Φ5 c/15
L29	300	525	2 direções	5B	1,82	0,57	3,86	2,69	0,39	0,90	12	1,1	1,1	1,69	1,64	Φ5 c/15	Φ5 c/15
L30	340	570	2 direções	5B	2,51	0,78	5,30	3,70	0,64	1,48	13,60	1,10	1,10	2,35	1,64	Φ5 c/15	Φ5 c/15
L31	340	570	2 direções	5B	2,51	0,78	5,30	3,70	0,64	1,48	13,60	1,10	1,10	2,35	1,64	Φ5 c/10	Φ5 c/20
L32	300	525	2 direções	5B	1,82	0,57	3,86	2,69	0,39	0,90	12	1,1	1,1	1,69	1,64	Φ5 c/10	Φ5 c/20
L33	300	525	2 direções	5B	1,82	0,57	3,86	2,69	0,39	0,90	12	1,1	1,1	1,69	1,64	Φ5 c/10	Φ5 c/20
L34	340	570	2 direções	3	3,23	1,15	7,23	5,28	1,10	2,55	13,60	1,41	1,10	3,25	2,34	Φ6,3 c/20	Φ5 c/15
L35	170	600	1 direção	a-a	3,51	-	-	-	0,25	0,58	6,8	1,64	0,9	1,64	1,1	Φ5 c/10	Φ5 c/20
L36	170	600	1 direção	a-a	3,51	-	-	-	0,25	0,58	6,8	1,64	0,9	1,64	1,1	Φ5 c/10	Φ5 c/20
L37	170	600	1 direção	a-a	3,51	-	-	-	0,25	0,58	6,8	1,64	0,9	1,64	1,1	Φ5 c/10	Φ5 c/20

LAJES - COBERTURA

Laje	Dimensões (cm)		Armada	Caso	Momentos (kNm/m)				Flechas (mm)			Armaduras (cm ²)				Armaduras adotadas	
	lx	ly			mx	my	nx	ny	to	too	limite	As+ (x)	As+ (y)	As(-) x	As(-) y	As+ (x)	As+ (y)
L1	170	600	1 direção	a-e	1,28	-	2,28	-	0,07	0,16	6,8	1,64	0,9	1,64	1,64	Φ5 c/10	Φ5 c/20
L2	170	600	1 direção	a-e	1,28	-	2,28	-	0,07	0,16	6,8	1,64	0,9	1,64	1,64	Φ5 c/10	Φ5 c/20
L3	340	570	2 direções	3	2,63	0,94	5,89	4,31	0,92	2,13	13,60	1,15	1,10	2,62	1,90	Φ5 c/15	Φ5 c/15
L4	300	525	2 direções	6	1,45	0,39	3,13	2,25	0,33	0,32	12	1,1	1,1	1,64	1,64	Φ5 c/15	Φ5 c/15
L5	300	525	2 direções	6	1,45	0,39	3,13	2,25	0,33	0,32	12	1,1	1,1	1,64	1,64	Φ5 c/15	Φ5 c/15
L6	340	570	2 direções	3	2,63	0,94	5,89	4,31	0,92	2,13	13,60	1,15	1,10	2,62	1,90	Φ5 c/15	Φ5 c/15
L7	340	570	2 direções	3	4,52	1,61	10,12	7,4	1,23	2,85	13,6	1,99	1,1	4,64	3,33	Φ6,3 c/15	Φ5 c/15
L8	340	570	2 direções	5B	2,17	0,68	4,59	3,2	0,58	1,35	13,6	1,1	1,1	2,03	1,64	Φ5 c/15	Φ5 c/15
L9	300	525	2 direções	6	1,45	0,39	3,13	2,25	0,33	0,32	12	1,1	1,1	1,64	1,64	Φ5 c/15	Φ5 c/15
L10	300	525	2 direções	6	1,45	0,39	3,13	2,25	0,33	0,32	12	1,1	1,1	1,64	1,64	Φ5 c/15	Φ5 c/15
L11	340	570	2 direções	3	2,63	0,94	5,89	4,31	0,92	2,13	13,60	1,15	1,10	2,62	1,90	Φ5 c/15	Φ5 c/15
L12	124	660	1 direção	a-e	0,68	-	1,21	-	0,02	0,05	4,96	1,64	0,9	1,64	1,1	Φ5 c/10	Φ5 c/20
L13	261	340	1 direção	a-e	4,36	-	-	7,75	0,52	1,21	10,44	1,64	0,9	1,1	2,46	Φ5 c/10	Φ5 c/20
L14	176	235	2 direções	3	0,77	0,41	1,9	1,57	0,06	0,14	7,04	1,1	1,1	1,64	1,64	Φ5 c/15	Φ5 c/15
L15	124	660	1 direção	a-e	0,68	-	1,21	-	0,02	0,05	4,96	1,64	0,9	1,64	1,1	Φ5 c/10	Φ5 c/20
L16	180	640	1 direção	e-e	1,23	-	2,46	-	0,05	0,12	7,2	1,64	0,9	1,64	1,64	Φ5 c/10	Φ5 c/20
L17	180	640	1 direção	e-e	1,23	-	2,46	-	0,05	0,12	7,2	1,64	0,9	1,64	1,64	Φ5 c/10	Φ5 c/20
L18	180	340	2 direções	3	1,15	0,36	2,48	1,74	0,1	0,23	7,2	1,1	1,1	1,64	1,64	Φ5 c/15	Φ5 c/15
L19	235	600	1 direção	a-e	3,54	-	6,28	-	0,33	0,77	9,4	1,64	0,9	1,98	1,64	Φ5 c/10	Φ5 c/20
L20	180	340	2 direções	6	0,83	0,2	1,74	1,21	0,05	0,12	7,2	1,1	1,1	1,64	1,64	Φ5 c/15	Φ5 c/15
L21	180	640	1 direção	e-e	1,23	-	2,46	-	0,05	0,12	7,2	1,64	0,9	1,64	1,64	Φ5 c/10	Φ5 c/20
L22	180	640	1 direção	e-e	1,23	-	2,46	-	0,05	0,12	7,2	1,64	0,9	1,64	1,64	Φ5 c/10	Φ5 c/20
L23	340	570	2 direções	3	2,63	0,94	5,89	4,31	0,92	2,13	13,60	1,15	1,10	2,62	1,90	Φ5 c/15	Φ5 c/15
L24	300	525	2 direções	6	1,45	0,39	3,13	2,25	0,33	0,32	12	1,1	1,1	1,64	1,64	Φ5 c/15	Φ5 c/15
L25	300	525	2 direções	6	1,45	0,39	3,13	2,25	0,33	0,32	12	1,1	1,1	1,64	1,64	Φ5 c/15	Φ5 c/15
L26	340	570	2 direções	3	2,63	0,94	5,89	4,31	0,92	2,13	13,60	1,15	1,10	2,62	1,90	Φ5 c/15	Φ5 c/15

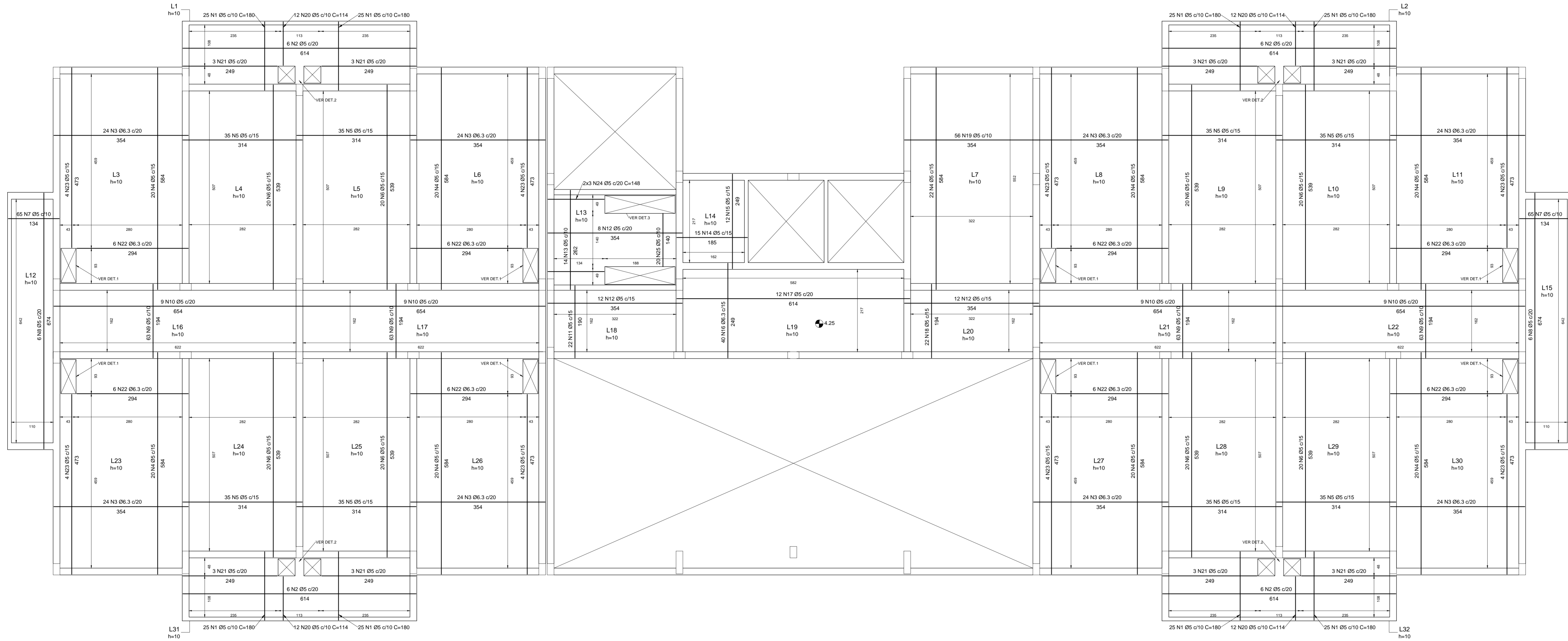
L27	340	570	2 direções	3	2,63	0,94	5,89	4,31	0,92	2,13	13,60	1,15	1,10	2,62	1,90	Ø5 c/15	Ø5 c/15
L28	300	525	2 direções	6	1,45	0,39	3,13	2,25	0,33	0,32	12	1,1	1,1	1,64	1,64	Ø5 c/15	Ø5 c/15
L29	300	525	2 direções	6	1,45	0,39	3,13	2,25	0,33	0,32	12	1,1	1,1	1,64	1,64	Ø5 c/15	Ø5 c/15
L30	340	570	2 direções	5B	2,04	0,64	4,32	3,01	0,54	1,25	13,60	1,1	1,1	1,91	1,32	Ø5 c/15	Ø5 c/15
L31	340	570	2 direções	5B	2,04	0,64	4,32	3,01	0,54	1,25	13,60	1,1	1,1	1,91	1,32	Ø5 c/15	Ø5 c/15
L32	300	525	2 direções	6	1,45	0,39	3,13	2,25	0,33	0,32	12	1,1	1,1	1,64	1,64	Ø5 c/15	Ø5 c/15
L33	300	525	2 direções	6	1,45	0,39	3,13	2,25	0,33	0,32	12	1,1	1,1	1,64	1,64	Ø5 c/15	Ø5 c/15
L34	340	570	2 direções	3	2,63	0,94	5,89	4,31	0,92	2,13	13,60	1,15	1,10	2,62	1,90	Ø5 c/15	Ø5 c/15
L35	170	600	1 direção	a-e	1,28	-	2,28	-	0,07	0,16	6,8	1,64	0,9	1,64	1,64	Ø5 c/10	Ø5 c/20
L36	170	600	1 direção	a-e	1,28	-	2,28	-	0,07	0,16	6,8	1,64	0,9	1,64	1,64	Ø5 c/10	Ø5 c/20
L37	170	600	1 direção	a-e	1,28	-	2,28	-	0,07	0,16	6,8	1,64	0,9	1,64	1,64	Ø5 c/10	Ø5 c/20

LAJES - RESERVATÓRIO

Laje	Dimensões (cm)		Armada	Caso	Momentos (kNm/m)				Flechas (mm)			Armaduras (cm ²)				Armaduras adotadas *	
	lx	ly			mx	my	nx	ny	to	t _o	limite	As+ (x)	As+ (y)	As(-) x	As(-) y	As+ (x)	As+ (y)
L1	470	640	2 direções	2A	10,67	6,8	0	22,43	3,78	8,77	18,8	3,77	2,37	0	8,35	Φ10 c/15	Φ8 c/15
L2	470	640	2 direções	2A	10,67	6,8	0	22,43	3,78	8,77	18,8	3,77	2,37	0	8,35	Φ10 c/15	Φ8 c/15

*Poderia ser c/20 , porem foi adotado c/15 para levar em consideração a carga concentrada dos reservatórios.

APÊNDICE F



ARMADURA POSITIVA LAJES 2º PAVIMENTO

ESCALA 1:50

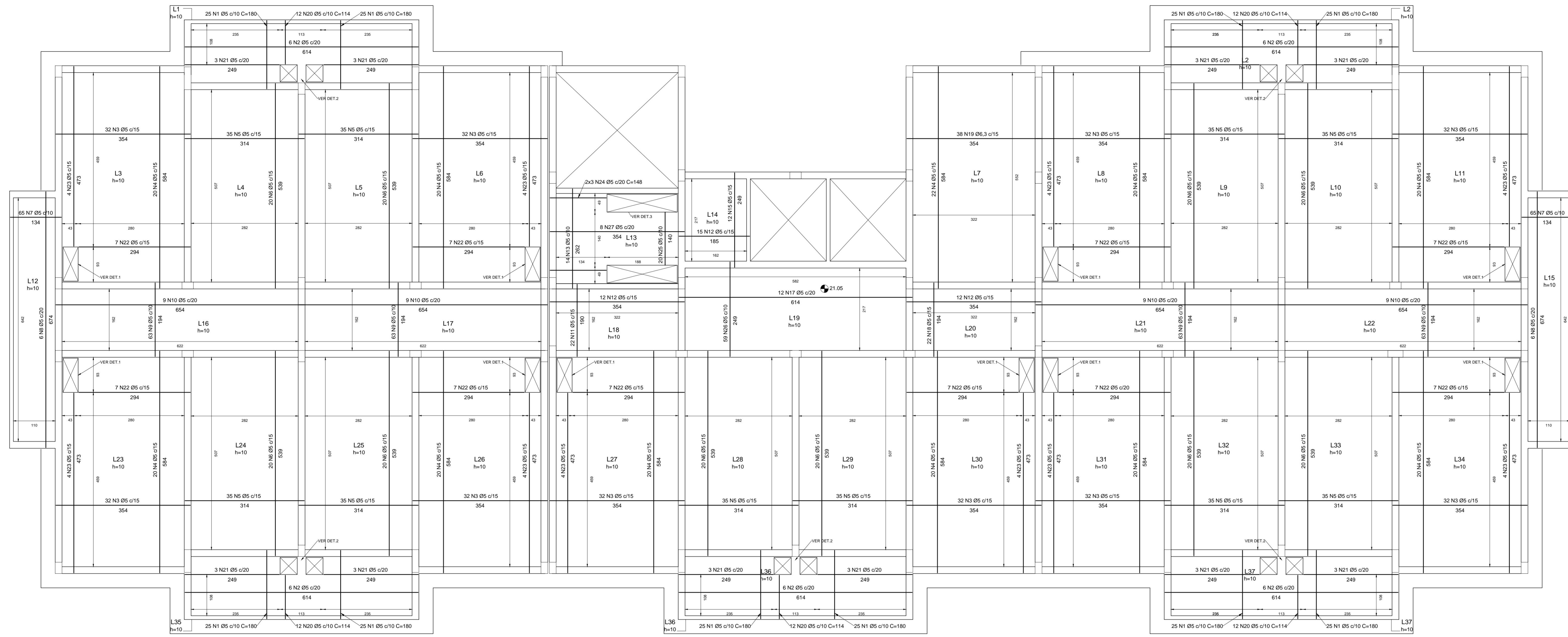
Laje	Posição	Arço	Bitola (mm)	Quant.	Comprimento (cm)	Peso (kg)	
				Unid.	Total		
L1	N1	CA60	5	50	9000	13,87	
	N2	CA60	5	6	614	3684	5,68
	N20	CA60	5	12	114	1368	2,13
	N21	CA60	5	6	249	1494	2,30
L2	N1	CA60	5	50	9000	13,87	
	N2	CA60	5	6	614	3684	5,68
	N3	CA50	6,3	24	354	8456	20,79
	N4	CA60	5	20	584	11680	18,00
L3	N22	CA50	6,3	6	294	1764	4,32
	N23	CA60	5	4	473	1892	2,92
	N5	CA60	5	35	314	10990	16,94
	N6	CA60	5	20	539	10780	16,62
L4	N3	CA50	6,3	24	354	8456	20,79
	N4	CA60	5	20	584	11680	18,00
	N23	CA60	5	4	473	1892	2,92
	N5	CA60	5	35	314	10990	16,94
L5	N6	CA60	5	20	539	10780	16,62
	N3	CA50	6,3	24	354	8456	20,79
	N4	CA60	5	20	584	11680	18,00
	N23	CA60	5	4	473	1892	2,92
L6	N19	CA60	5	56	354	19824	30,56
	N4	CA60	5	20	584	11680	18,00
	N23	CA60	5	4	473	1892	2,92
	N3	CA50	6,3	24	354	8456	20,79
L7	N4	CA60	5	20	584	11680	18,00
	N23	CA60	5	4	473	1892	2,92
	N3	CA50	6,3	24	354	8456	20,79
	N4	CA60	5	20	584	11680	18,00
L8	N23	CA60	5	4	473	1892	2,92
	N5	CA60	5	35	314	10990	16,94
	N6	CA60	5	20	539	10780	16,62
	N3	CA50	6,3	24	354	8456	20,79
L9	N4	CA60	5	20	584	11680	18,00
	N23	CA60	5	4	473	1892	2,92
	N3	CA50	6,3	24	354	8456	20,79
	N4	CA60	5	20	584	11680	18,00
L10	N23	CA60	5	4	473	1892	2,92
	N5	CA60	5	35	314	10990	16,94
	N6	CA60	5	20	539	10780	16,62
	N3	CA50	6,3	24	354	8456	20,79
L11	N4	CA60	5	20	584	11680	18,00
	N23	CA60	5	4	473	1892	2,92
	N3	CA50	6,3	24	354	8456	20,79
	N4	CA60	5	20	584	11680	18,00
L12	N23	CA60	5	4	473	1892	2,92
	N5	CA60	5	35	314	10990	16,94
	N6	CA60	5	20	539	10780	16,62
	N3	CA50	6,3	24	354	8456	20,79
L13	N4	CA60	5	20	584	11680	18,00
	N23	CA60	5	4	473	1892	2,92
	N3	CA50	6,3	24	354	8456	20,79
	N4	CA60	5	20	584	11680	18,00
L14	N23	CA60	5	4	473	1892	2,92
	N5	CA60	5	35	314	10990	16,94
	N6	CA60	5	20	539	10780	16,62
	N3	CA50	6,3	24	354	8456	20,79
L15	N4	CA60	5	20	584	11680	18,00
	N23	CA60	5	4	473	1892	2,92
	N3	CA50	6,3	24	354	8456	20,79
	N4	CA60	5	20	584	11680	18,00
L16	N23	CA60	5	4	473	1892	2,92
	N5	CA60	5	35	314	10990	16,94
	N6	CA60	5	20	539	10780	16,62
	N3	CA50	6,3	24	354	8456	20,79
L17	N4	CA60	5	20	584	11680	18,00
	N23	CA60	5	4	473	1892	2,92
	N3	CA50	6,3	24	354	8456	20,79
	N4	CA60	5	20	584	11680	18,00
L18	N23	CA60	5	4	473	1892	2,92
	N5	CA60	5	35	314	10990	16,94
	N6	CA60	5	20	539	10780	16,62
	N3	CA50	6,3	24	354	8456	20,79
L19	N4	CA60	5	20	584	11680	18,00
	N23	CA60	5	4	473	1892	2,92
	N3	CA50	6,3	24	354	8456	20,79
	N4	CA60	5	20	584	11680	18,00
L20	N23	CA60	5	4	473	1892	2,92
	N5	CA60	5	35	314	10990	16,94
	N6	CA60	5	20	539	10780	16,62
	N3	CA50	6,3	24	354	8456	20,79
L21	N4	CA60	5	20	584	11680	18,00
	N23	CA60	5	4	473	1892	2,92
	N3	CA50	6,3	24	354	8456	20,79
	N4	CA60	5	20	584	11680	18,00
L22	N23	CA60	5	4	473	1892	2,92
	N5	CA60	5	35	314	10990	16,94
	N6	CA60	5	20	539	10780	16,62
	N3	CA50	6,3	24	354	8456	20,79
L23	N4	CA60	5	20	584	11680	18,00
	N23	CA60	5	4	473	1892	2,92
	N3	CA50	6,3	24	354	8456	20,79
	N4	CA60	5	20	584	11680	18,00
L24	N23	CA60	5	4	473	1892	2,92
	N5	CA60	5	35	314	10990	16,94
	N6	CA60	5	20	539	10780	16,62
	N3	CA50	6,3	24	354	8456	20,79
L25	N4	CA60	5	20	584	11680	18,00
	N23	CA60	5	4	473	1892	2,92
	N3	CA50	6,3	24	354	8456	20,79
	N4	CA60	5	20	584	11680	18,00
L26	N23	CA60	5	4	473	1892	2,92
	N5	CA60	5	35	314	10990	16,94
	N6	CA60	5	20	539	10780	16,62
	N3	CA50	6,3	24	354	8456	20,79
L27	N4	CA60	5	20	584	11680	18,00
	N23	CA60	5	4	473	1892	2,92
	N3	CA50	6,3	24	354	8456	20,79
	N4	CA60	5	20	584	11680	18,00
L28	N23	CA60	5	4	473	1892	2,92
	N5	CA60	5	35	314	10990	16,94
	N6	CA60	5	20	539	10780	16,62
	N3	CA50	6,3	24	354	8456	20,79
L29	N4	CA60	5	20	584	11680	18,00
	N23	CA60	5	4	473	1892	2,92
	N3	CA50	6,3	24	354	8456	20,79
	N4	CA60	5	20	584	11680	18,00
L30	N23	CA60	5	4	473	1892	2,92
	N5	CA60	5	35	314	10990	16,94
	N6	CA60	5	20	539	10780	16,62
	N3	CA50	6,3	24	354	8456	20,79
L31	N4	CA60	5	20	584	11680	18,00
	N23	CA60	5	4	473	1892	2,92
	N1	CA60	5	50	180	9000	13,87
	N2	CA60	5	6	614	3684	5,68
L32	N20	CA60	5	12	114	1368	2,13
	N21	CA60	5	6	249	1494	2,30

RESUMO AÇO ARMADURA LONGITUDINAL POSITIVA			
Arço	Bitola	Compr. Total (m)	Peso (kg)
CA60	Ø5	5104,31	865,42
CA60	Ø6,3	960,4	258,51
			1123,93

- NOTAS**
- DIMENSÕES, ELEVACIONES E MEDIDAS EM CENTÍMETROS (CONCRETO) (AÇO) BITOLAS EM MM.
 - CONCRETO ESTRUTURAL:
RESISTÊNCIA = f_{ck} = 35 MPa
FATOR AGUA-CIMENTO MÁXIMO EM MASSA = a/c = 0,60
DIÂMETRO MÁXIMO DO AGREGADO = 19,0 mm (BRITA Nº1).
 - AÇO DA ARMADURA:
Ø 6,3mm = CA-50; fyk = 500 MPa.
Ø 5,0mm = CA-60; fyk = 600 MPa.
 - COBRIMENTO DAS ARMADURAS:
VIGAS E PILARES = 2,5 cm.
LAJES = 2,0 cm.
 - AS FORMAS DEVEREM ESTAR TOTALMENTE LIMPAS E SATURADAS COM ÁGUA ANTES DA CONCRETAGEM.
 - PREVER CONTROLE RIGOROSO DAS DIMENSÕES DAS PEÇAS.

FOLHA	
APÊNDICE F	AP-F_01_09
LOCAL: RUA SÃO MANOEL, 530 - RIO BRANCO, PORTO ALEGRE RS	
OBRA: APART-HOTEL PRANCHA	DATA: 18 NOV 2020
ARMADURA POSITIVA LAJES 2º PAVIMENTO	DIM: A1-1
AUTOR: GABRIELA ATIENSE PEREIRA ORO RECHE	ESC: 1/50
ORIENTADOR: ROBERTO DOMINGO RIOS	ARQUIVO: Detalhamento lajes

APÊNDICE F



Laie	Posição	Apn	Bitola (mm)	Quant.	Comprimento (cm)	Total	Peso (kg)
L1	N1	CAPO	5	50	180	9000	13,87
	N2	CAPO	5	6	614	3684	5,68
	N20	CAPO	5	12	114	1368	2,11
L2	N1	CAPO	5	50	180	9000	13,87
	N2	CAPO	5	6	614	3684	5,68
	N20	CAPO	5	12	114	1368	2,11
L3	N1	CAPO	5	50	180	9000	13,87
	N2	CAPO	5	6	614	3684	5,68
	N20	CAPO	5	12	114	1368	2,11
L4	N1	CAPO	5	50	180	9000	13,87
	N2	CAPO	5	6	614	3684	5,68
	N20	CAPO	5	12	114	1368	2,11
L5	N1	CAPO	5	50	180	9000	13,87
	N2	CAPO	5	6	614	3684	5,68
	N20	CAPO	5	12	114	1368	2,11
L6	N1	CAPO	5	50	180	9000	13,87
	N2	CAPO	5	6	614	3684	5,68
	N20	CAPO	5	12	114	1368	2,11
L7	N1	CAPO	5	50	180	9000	13,87
	N2	CAPO	5	6	614	3684	5,68
	N20	CAPO	5	12	114	1368	2,11
L8	N1	CAPO	5	50	180	9000	13,87
	N2	CAPO	5	6	614	3684	5,68
	N20	CAPO	5	12	114	1368	2,11
L9	N1	CAPO	5	50	180	9000	13,87
	N2	CAPO	5	6	614	3684	5,68
	N20	CAPO	5	12	114	1368	2,11
L10	N1	CAPO	5	50	180	9000	13,87
	N2	CAPO	5	6	614	3684	5,68
	N20	CAPO	5	12	114	1368	2,11
L11	N1	CAPO	5	50	180	9000	13,87
	N2	CAPO	5	6	614	3684	5,68
	N20	CAPO	5	12	114	1368	2,11
L12	N1	CAPO	5	50	180	9000	13,87
	N2	CAPO	5	6	614	3684	5,68
	N20	CAPO	5	12	114	1368	2,11
L13	N1	CAPO	5	50	180	9000	13,87
	N2	CAPO	5	6	614	3684	5,68
	N20	CAPO	5	12	114	1368	2,11
L14	N1	CAPO	5	50	180	9000	13,87
	N2	CAPO	5	6	614	3684	5,68
	N20	CAPO	5	12	114	1368	2,11
L15	N1	CAPO	5	50	180	9000	13,87
	N2	CAPO	5	6	614	3684	5,68
	N20	CAPO	5	12	114	1368	2,11
L16	N1	CAPO	5	50	180	9000	13,87
	N2	CAPO	5	6	614	3684	5,68
	N20	CAPO	5	12	114	1368	2,11
L17	N1	CAPO	5	50	180	9000	13,87
	N2	CAPO	5	6	614	3684	5,68
	N20	CAPO	5	12	114	1368	2,11
L18	N1	CAPO	5	50	180	9000	13,87
	N2	CAPO	5	6	614	3684	5,68
	N20	CAPO	5	12	114	1368	2,11
L19	N1	CAPO	5	50	180	9000	13,87
	N2	CAPO	5	6	614	3684	5,68
	N20	CAPO	5	12	114	1368	2,11
L20	N1	CAPO	5	50	180	9000	13,87
	N2	CAPO	5	6	614	3684	5,68
	N20	CAPO	5	12	114	1368	2,11
L21	N1	CAPO	5	50	180	9000	13,87
	N2	CAPO	5	6	614	3684	5,68
	N20	CAPO	5	12	114	1368	2,11
L22	N1	CAPO	5	50	180	9000	13,87
	N2	CAPO	5	6	614	3684	5,68
	N20	CAPO	5	12	114	1368	2,11
L23	N1	CAPO	5	50	180	9000	13,87
	N2	CAPO	5	6	614	3684	5,68
	N20	CAPO	5	12	114	1368	2,11
L24	N1	CAPO	5	50	180	9000	13,87
	N2	CAPO	5	6	614	3684	5,68
	N20	CAPO	5	12	114	1368	2,11
L25	N1	CAPO	5	50	180	9000	13,87
	N2	CAPO	5	6	614	3684	5,68
	N20	CAPO	5	12	114	1368	2,11
L26	N1	CAPO	5	50	180	9000	13,87
	N2	CAPO	5	6	614	3684	5,68
	N20	CAPO	5	12	114	1368	2,11
L27	N1	CAPO	5	50	180	9000	13,87
	N2	CAPO	5	6	614	3684	5,68
	N20	CAPO	5	12	114	1368	2,11
L28	N1	CAPO	5	50	180	9000	13,87
	N2	CAPO	5	6	614	3684	5,68
	N20	CAPO	5	12	114	1368	2,11
L29	N1	CAPO	5	50	180	9000	13,87
	N2	CAPO	5	6	614	3684	5,68
	N20	CAPO	5	12	114	1368	2,11
L30	N1	CAPO	5	50	180	9000	13,87
	N2	CAPO	5	6	614	3684	5,68
	N20	CAPO	5	12	114	1368	2,11
L31	N1	CAPO	5	50	180	9000	13,87
	N2	CAPO	5	6	614	3684	5,68
	N20	CAPO	5	12	114	1368	2,11
L32	N1	CAPO	5	50	180	9000	13,87
	N2	CAPO	5	6	614	3684	5,68
	N20	CAPO	5	12	114	1368	2,11
L33	N1	CAPO	5	50	180	9000	13,87
	N2	CAPO	5	6	614	3684	5,68
	N20	CAPO	5	12	114	1368	2,11
L34	N1	CAPO	5	50	180	9000	13,87
	N2	CAPO	5	6	614	3684	5,68
	N20	CAPO	5	12	114	1368	2,11
L35	N1	CAPO	5	50	180	9000	13,87
	N2	CAPO	5	6	614	3684	5,68
	N20	CAPO	5	12	114	1368	2,11
L36	N1	CAPO	5	50	180	9000	13,87
	N2	CAPO	5	6	614	3684	5,68
	N20	CAPO	5	12	114	1368	2,11
L37	N1	CAPO	5	50	180	9000	13,87
	N2	CAPO	5	6	614	3684	5,68
	N20	CAPO	5	12	114	1368	2,11

ARMADURA POSITIVA LAJES COBERTURA

ESCALA 1:50

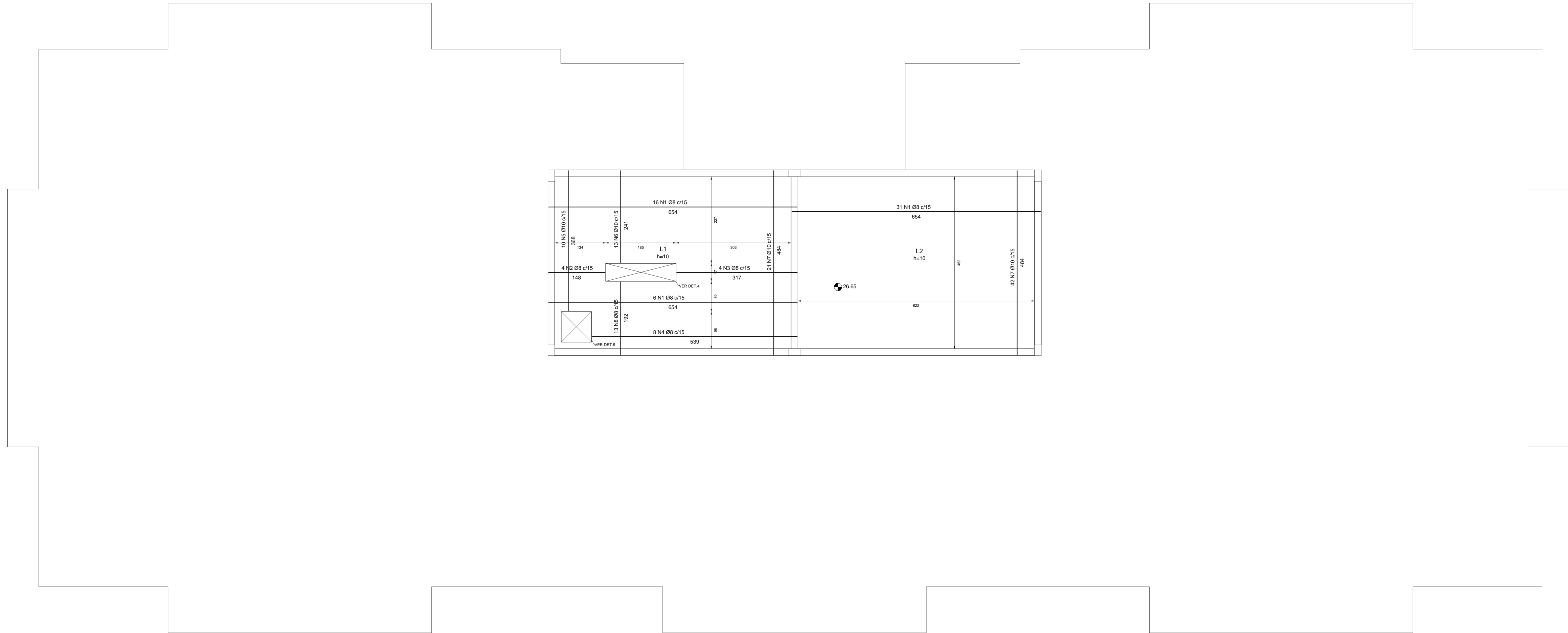
NOTAS

- DIMENSÕES, ELEVACOES E MEDIDAS EM CENTÍMETROS (CONCRETO) (AÇO) BITOLAS EM MM.
- CONCRETO ESTRUTURAL:
RESISTÊNCIA = f_{ck} x 35 MPa
FATOR ÁGUA-CIMENTO MÁXIMO EM MASSA = 0,50
DIÂMETRO MÁXIMO DO AGREGADO = 19,0 mm (BRITA Nº1).
- AÇO DA ARMADURA:
Ø 6,3mm = CA-50; fyk = 500 MPa.
Ø 5,0mm = CA-60; fyk = 600 MPa.
- COBRIMENTO DAS ARMADURAS:
VIGAS E PILARES = 2,5 cm.
LAJES = 2,0 cm.
- AS FORMAS DEVEM ESTAR TOTALMENTE LIMPAS E SATURADAS COM ÁGUA ANTES DA CONCRETAGEM.
- PREVER CONTROLE RIGOROSO DAS DIMENSÕES DAS PEÇAS.

APÊNDICE F LOCAL: RUA SÃO MANOEL, 530 - RIO BRANCO, PORTO ALEGRE RS OBRA: APART-HOTEL PRANCHA: ARMADURA POSITIVA LAJES COBERTURA AUTOR: GABRIELA ATIENSE PEREIRA ORO RECHE ORIENTADOR: ROBERTO DOMINGO RIOS		FOLHA: AP-F_03_09 DATA: 18 NOV 2020 DIM: A1-1 ESC: 1/50 ARQUIVO: Detalhamento lajes
---	--	--

RESUMO AÇO ARMADURA LONGITUDINAL POSITIVA			
Aço	Bitola	Compr. Total (m)	Peso (kg)
CA60	Ø5	7307,52	1238,97
CA50	Ø6,3	150,98	25,26

APÊNDICE F



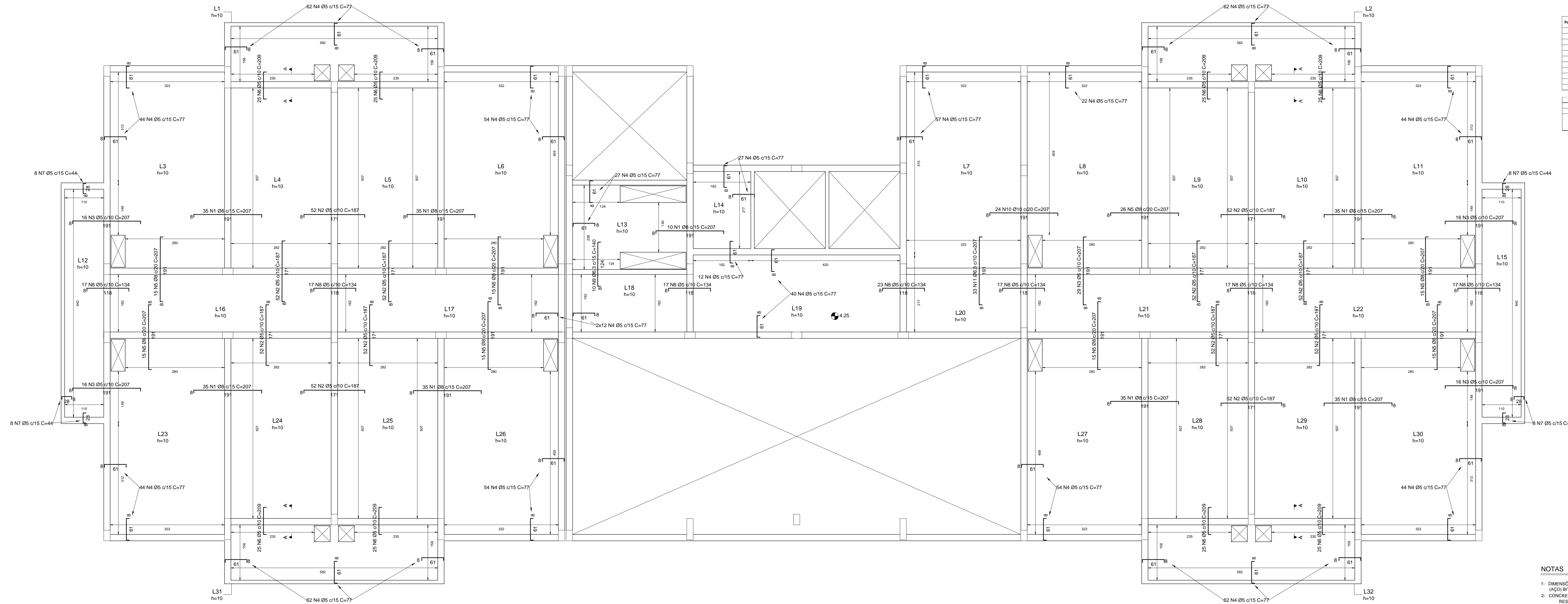
Laje	Posição	Apo	Bitola (mm)	Quant.	Comprimento (cm)		Peso (kg)
					Unit.	Total	
L1	N1	CASO	8	12	654	7848	30,97
	N2	CASO	8	3	148	444	3,75
	N3	CASO	8	3	317	951	3,75
	N4	CASO	8	5	654	3270	12,90
	N5	CASO	8	5	529	2645	12,76
	N6	CASO	10	8	368	2944	18,15
	N7	CASO	10	10	241	2410	14,86
	N8	CASO	10	16	484	7744	47,74
	N9	CASO	8	10	192	1920	7,58
	N1	CASO	8	24	654	15696	65,93
L2	N8	CASO	10	32	484	15488	95,41

RESUMO AÇO ARMADURA LONGITUDINAL POSITIVA				
Aço	Bitola	Comp. Total (m)	Peso (kg)	TOTAL (kg)
CASO	Ø8	333,63	144,81	338,68
CASO	Ø10	285,86	193,87	

- NOTAS**
- DIMENSÕES, ELEVÇÕES E MEDIDAS EM CENTÍMETROS(CONCRETO)
 - (AÇO) BITOLAS EM MM.
CONCRETO ESTRUTURAL:
RESISTÊNCIA = fck ≥ 35 MPa
FATOR ÁGUA-CIMENTO MÁXIMO EM MASSA = a/c < 0,60
DIÂMETRO MÁXIMO DO AGREGADO = 19,0 mm (BRITA Nº1).
 - AÇO DA ARMADURA:
Ø 6,3mm = CA-50; fyk = 500 MPa.
Ø 9,0mm = CA-60; fyk = 600 MPa.
 - COBRIMENTO DAS ARMADURAS:
VIGAS E PILARES = 2,5 cm.
LAJES = 2,0 cm.
 - AS FORMAS DEVEREM ESTAR TOTALMENTE LIMPAS E SATURADAS COM ÁGUA ANTES DA CONCRETAGEM.
 - PREVER CONTROLE RIGOROSO DAS DIMENSÕES DAS PEÇAS.

APÊNDICE F		FOLHA	
		AP-F_04_09	
LOCAL: RUA SÃO MANOEL, 530 - RIO BRANCO, PORTO ALEGRE RS			
OBRA: APART-HOTEL		DATA: 18 NOV 2020	
PRANCHA: ARMADURA POSITIVA LAJES RESERVATÓRIO		DIM: A1-1	
AUTOR: GABRIELA ATIENSE PEREIRA ORO RECHE	VISTO AUTOR:	ESC: 1/50	
ORIENTADOR: ROBERTO DOMINGO RIOS	VISTO ORIENTADOR:	ARQUIVO	
Detalhamento: lqjs			

APÊNDICE F



Posição	Aço	Bitola (mm)	Quant.	Comprimento (m)	Peso (kg)	
				Unid.	Total	
N1	CASO	8	255	207	52395	238,28
N2	CASO	5	624	187	116288	179,85
N3	CASO	5	98	207	20251	29,67
N4	CASO	5	795	77	61215	78,95
N5	CASO	8	131	207	27117	107,00
N6	CASO	5	200	209	42800	64,43
N7	CASO	5	32	44	1408	2,17
N8	CASO	5	125	134	16750	25,82
N9	CASO	6,3	32	140	1400	3,43
N10	CASO	32	24	207	4968	36,63
N11	CASO	6,3	33	207	6831	16,72

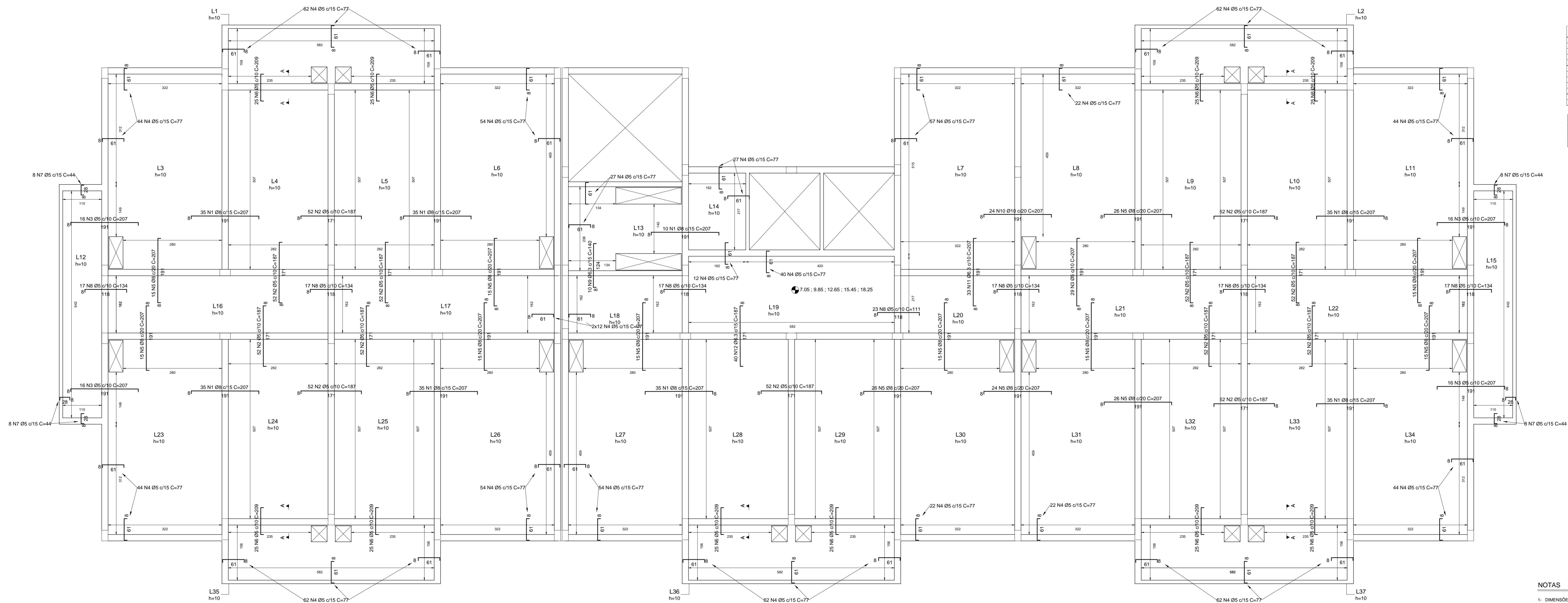
RESUMO AÇO ARMADURA LONGITUDINAL NEGATIVA				
Aço	Bitola	Comp. Total (m)	Peso (kg)	TOTAL (kg)
CASO	Ø5	2371,22	483,93	483,93
	Ø6,3	82,31	23,16	
CASO	Ø8	779,02	346,83	402,66
	Ø10	49,68	33,69	

- NOTAS**
- DIMENSÕES, ELEVAÇÕES E MEDIDAS EM CENTÍMETROS (CONCRETO) (AÇO) BITOLAS EM MM.
 - CONCRETO ESTRUTURAL: RESISTÊNCIA = fck ≥ 35 MPa. FATOR ÁGUA-CIMENTO MÁXIMO EM MASSA = a/c < 0,60. DIÂMETRO MÁXIMO DO AGREGADO = 19,0 mm (BRITA Nº1).
 - AÇO DA ARMADURA: Ø 6,3mm = CA-50; fyk = 500 MPa. Ø 5,0mm = CA-60; fyk = 600 MPa.
 - COBRIMENTO DAS ARMADURAS: VIGAS E PILARES = 2,5 cm. LAJES = 2,0 cm.
 - AS FORMAS DEVEREM ESTAR TOTALMENTE LIMPAS E SATURADAS COM ÁGUA ANTES DA CONCRETAGEM.
 - PREVER CONTROLE RIGOROSO DAS DIMENSÕES DAS PEÇAS.

ARMADURA POSITIVA LAJES 2º PAVIMENTO
ESCALA 1:50

APÊNDICE F		FOLHA
		AP-F_05_09
LOCAL	RUA SÃO MANOEL, 530 - RIO BRANCO, PORTO ALEGRE RS	
OBRA	APART-HOTEL	
PRANCHA	ARMADURA NEGATIVA LAJES 2º PAVIMENTO	
AUTOR	VISTO AUTOR	DATA
ORIENTADOR	VISTO ORIENTADOR	DIM
		ESC
		ARQUIVO
		Detalhamento lajes

APÊNDICE F



Posição	App	Diâmetro (mm)	Quant.	Comprimento (cm)	Total	Peso (kg)
N1	CASO	8	250	207	51750	208,28
N2	CASO	5	636	187	120432	124,84
N3	CASO	5	93	207	19251	25,67
N4	CASO	5	905	77	69377	106,03
N5	CASO	8	737	207	152529	124,84
N6	CASO	5	250	209	52250	80,54
N7	CASO	5	37	44	1628	2,17
N8	CASO	5	325	134	43550	25,82
N9	CASO	6,3	10	140	1400	3,43
N10	CASO	10	24	207	4968	30,63
N11	CASO	6,3	33	207	6851	16,72
N12	CASO	6,3	40	187	7480	18,30

RESUMO AÇO ARMADURA LONGITUDINAL NEGATIVA					
App	Diâmetro	Comp. Total (m)	Peso (kg)	Diâmetro	Peso (kg)
CASO	Ø5	280,448	483,97	Ø5	483,97
CASO	Ø6,3	127,12	42,29	Ø6,3	42,29
CASO	Ø8	3038,44	442,05	Ø8	518,03
CASO	Ø10	49,68	33,69	Ø10	33,69

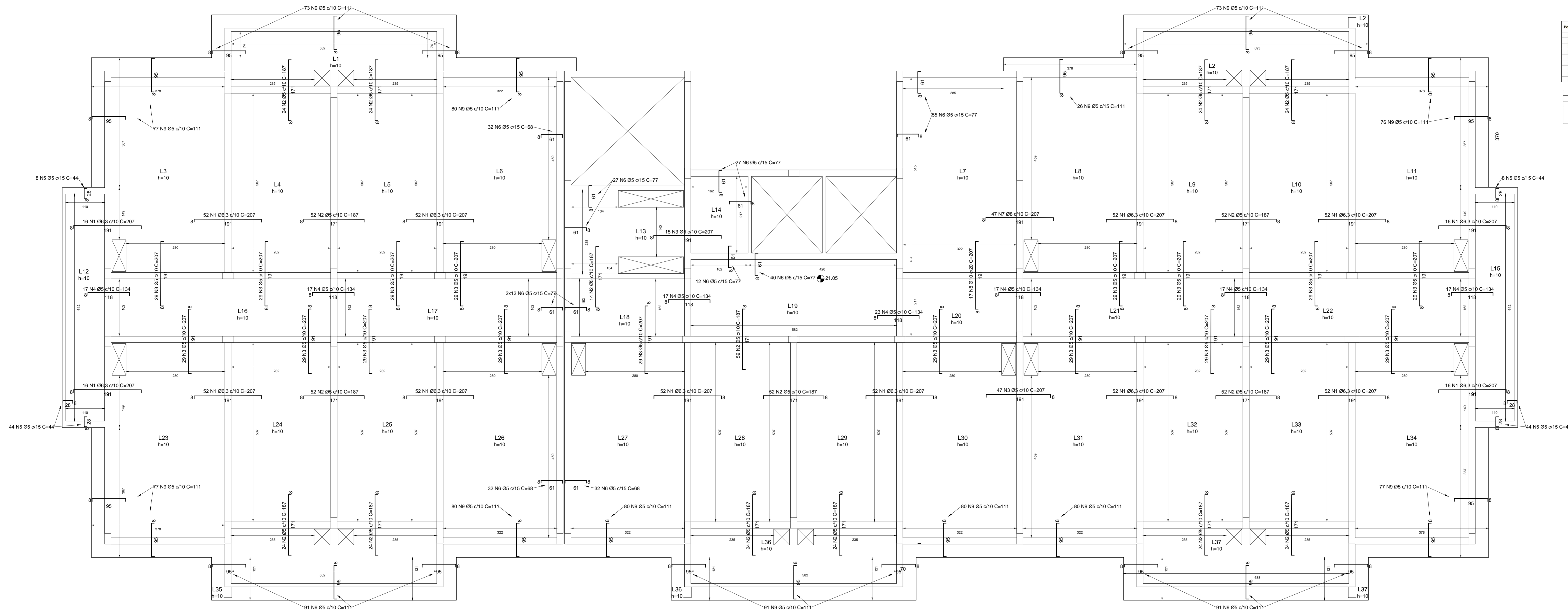
- NOTAS**
- DIMENSÕES, ELEVAÇÕES E MEDIDAS EM CENTÍMETROS (CONCRETO) (AÇO) BRUTAS EM MM.
 - CONCRETO ESTRUTURAL:
RESISTÊNCIA = 16 x 35 MPa
FACTOR ACUMULADO MÁXIMO EM MASSA = $\alpha < 0,60$
DIÂMETRO MÁXIMO DO AGREGADO = 19,0 mm (BRITA Nº1).
 - AÇO DA ARMADURA:
Ø 6,3mm = CA-50; fy = 500 MPa
Ø 5,0mm = CA-60; fy = 600 MPa.
 - COBRIMENTO DAS ARMADURAS:
VIGAS E PILARES = 2,5 cm.
LAJES = 2,0 cm.
 - AS FORMAS DEVEM ESTAR TOTALMENTE LIMPAS E SATURADAS COM ÁGUA ANTES DA CONCRETAGEM.
 - PREVER CONTROLE RIGOROSO DAS DIMENSÕES DAS PEÇAS.

ARMADURA POSITIVA LAJES PAVIMENTO TIPO (3º AO 7º PAVIMENTO)

ESCALA 1:50

FOLHA	
AP-F_06_09	
LOCAL	RUA SÃO MANOEL, 530 - RIO BRANCO, PORTO ALEGRE RS
OBRA	APART-HOTEL
PRANCHA	ARMADURA NEGATIVA LAJES TIPO (3º AO 7 PAV.)
AUTOR	GABRIELA ATIENSE PEREIRA ORO RECHE
ORIENTADOR	ROBERTO DOMINGO RIOS
DATA	18 NOV 2020
DIM	A1-1
ESC	1/50
ARQUIVO	Detalhamento lajes

APÊNDICE F



Posição	Apq	Bitola (mm)	Quant.	Comprimento (cm)	Total	Peso (kg)
N1	CASO	6,3	584	207	120088	295,82
N2	CASO	5	573	187	107351	165,16
N3	CASO	5	584	207	120088	186,13
N4	CASO	5	125	134	16750	25,87
N5	CASO	5	326	44	4526	7,05
N6	CASO	5	283	77	21837	33,9
N7	CASO	8	47	207	9759	38,97
N8	CASO	35	17	207	3559	21,92
N9	CASO	5	1152	111	127872	197,09

RESUMO AÇO ARMADURA LONGITUDINAL NEGATIVA					
Apq	Bitola	Comp. Total (m)	Peso (kg)	TOTAL (kg)	
CASO	Ø5	3998,21	676,28	676,28	
CASO	Ø6,3	1208,88	326,40		
CASO	Ø8	92,29	42,23	395,49	
Ø10	85,19	23,87			

ARMADURA POSITIVA LAJES COBERTURA

ESCALA 1:50

APÊNDICE F		FOLHA
		AP-F_07_09
LOCAL RUA SÃO MANOEL, 530 - RIO BRANCO, PORTO ALEGRE RS		
OBRA	DATA	
APART-HOTEL	18 NOV 2020	
PRANCHA	DIM	
ARMADURA NEGATIVA LAJES COBERTURA	A1-1	
AUTOR	VISTO AUTOR	ESC
GABRIELA ATIENSE PEREIRA ORO RECHE		1/50
ORIENTADOR	VISTO ORIENTADOR	ARQUIVO
ROBERTO DOMINGO RIOS		Detalhamento lajes

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

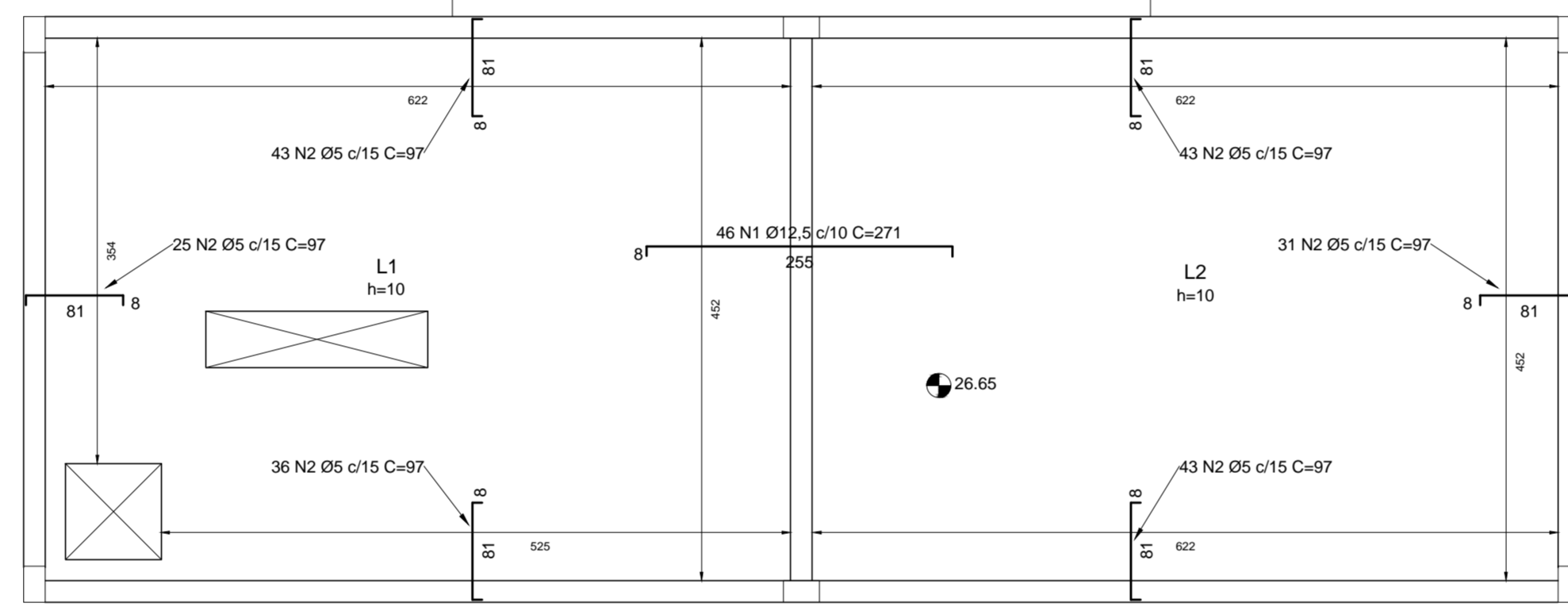
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

APÊNDICE F

Posição	Aço	Bitola (mm)	Quant.	Comprimento (cm)		Peso (kg)
				Unid.	Total	
N1	CA50	12,5	46	271	12566	130,00
N2	CA50	5	221	97	21437	33,04

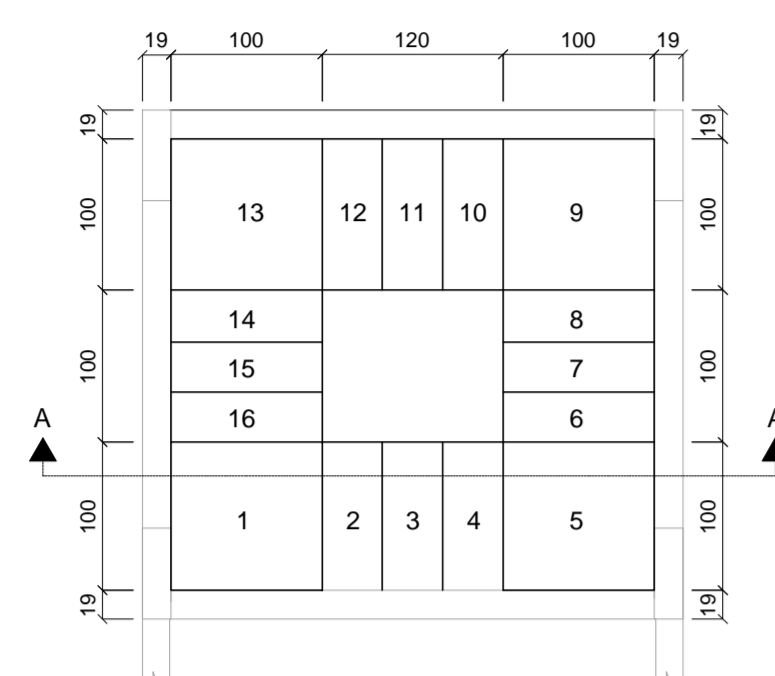
RESUMO AÇO ARMADURA LONGITUDINAL NEGATIVA					
Aço	Bitola	Comp. Total (m)	Peso (kg)	Total (kg)	
CA50	Ø5	214,37	36,35	36,35	
CA50	Ø12,5	124,66	132,30	132,30	



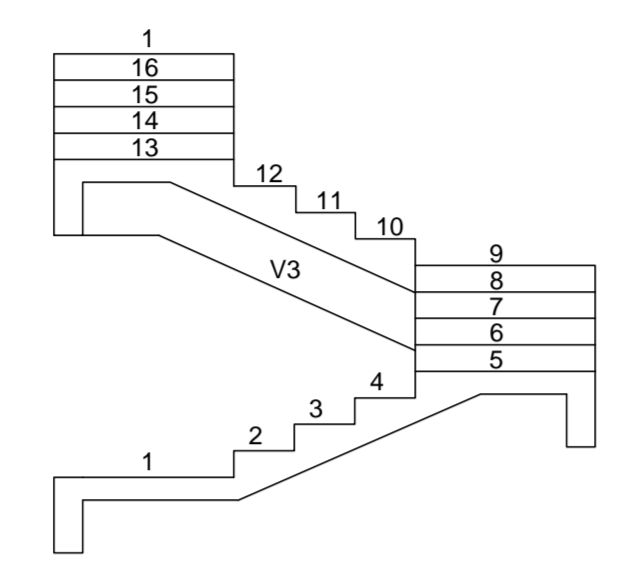
- NOTAS**
- DIMENSÕES, ELEVÇÕES E MEDIDAS EM CENTÍMETROS(CONCRETO)
(AÇO) BITOLAS EM MM.
 - CONCRETO ESTRUTURAL:
RESISTENCIA = fck > 35 MPa
FATOR AGUA-CIMENTO MÁXIMO EM MASSA = a/c < 0,60
DIÂMETRO MÁXIMO DO AGREGADO = 19,0 mm (BRITA Nº1).
 - AÇO DA ARMADURA:
Ø 6,3mm = CA-50; fyk = 500 MPa.
Ø 5,0mm = CA-60; fyk = 600 MPa.
 - COBRIMENTO DAS ARMADURAS:
VIGAS E PILARES = 2,5 cm.
LAJES = 2,0 cm.
 - AS FORMAS DEVEM ESTAR TOTALMENTE LIMPAS E SATURADAS COM AGUA ANTES DA CONCRETAGEM.
 - PREVER CONTROLE RIGOROSO DAS DIMENSÕES DAS PEÇAS.

APÊNDICE F		FOLHA
		AP-F_08_09
LOCAL: RUA SÃO MANOEL, 530 - RIO BRANCO, PORTO ALEGRE RS		
OBRA	APART-HOTEL	DATA
PRANCHA	ARMADURA NEGATIVA LAJES RESERVATÓRIO	18 NOV 2020
AUTOR	GABRIELA ATIENSE PEREIRA ORO RECHE	DIM
ORIENTADOR	ROBERTO DOMINGO RIOS	A1-1
VISTO AUTOR		ESC
VISTO ORIENTADOR		1/50
		ARQUIVO
		Detalhamento lajes

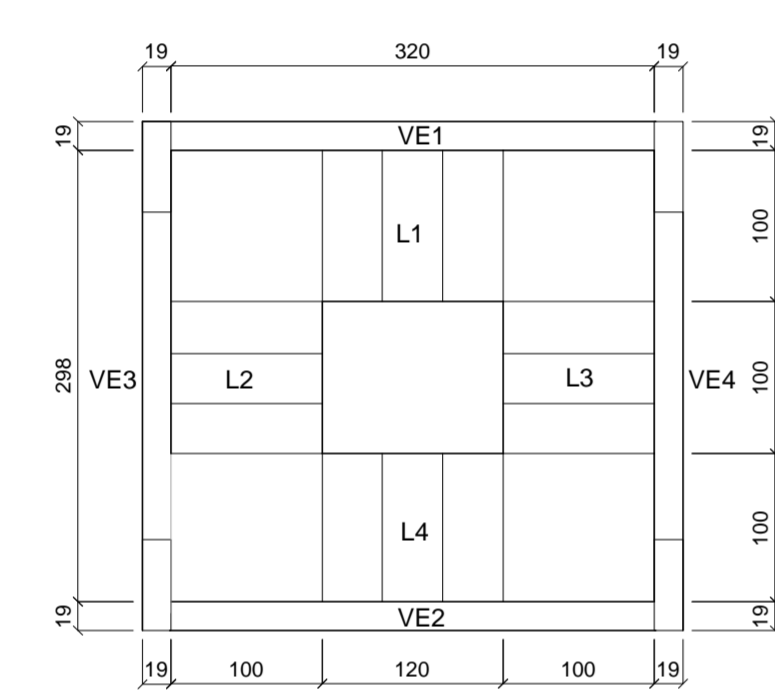
APÊNDICE F



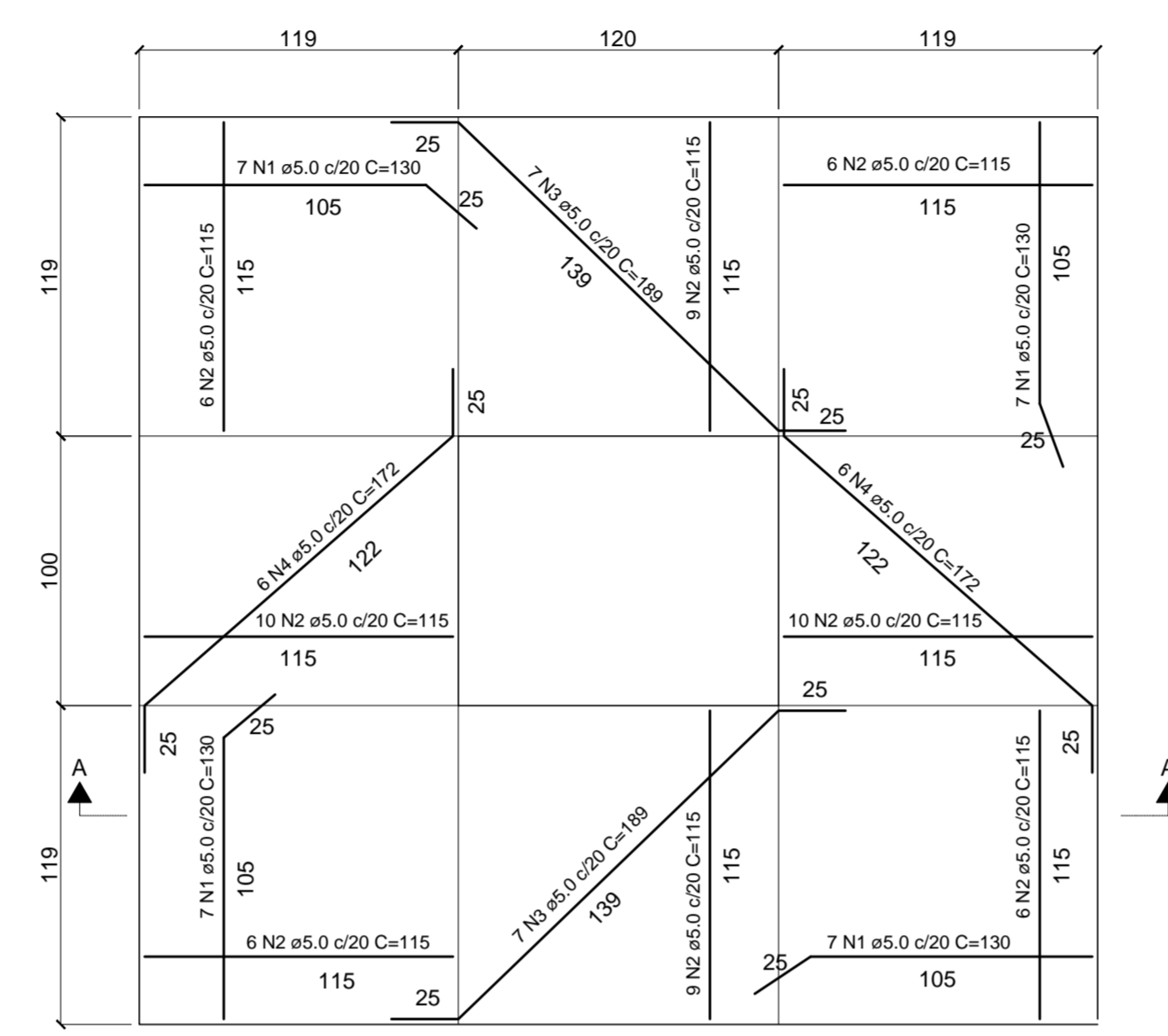
VISTA SUPERIOR
ESCALA 1:50



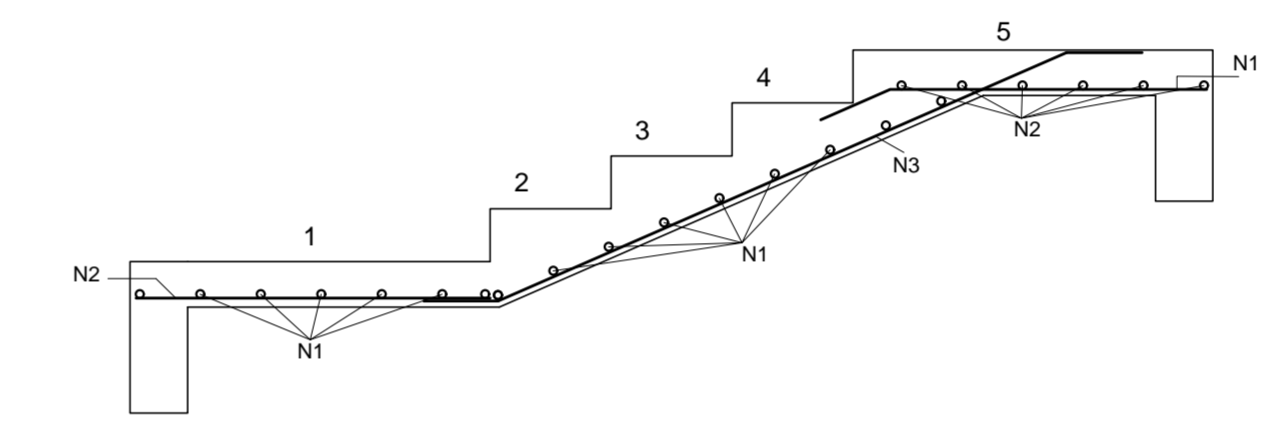
CORTE AA
ESCALA 1:50



GEOMETRIA VIGAS E LAJES
ESCALA 1:50



ARMADURA POSITIVA DA ESCADA
ESCALA 1:25



CORTE AA COM ARMADURA DAS LAJES
ESCALA 1:25

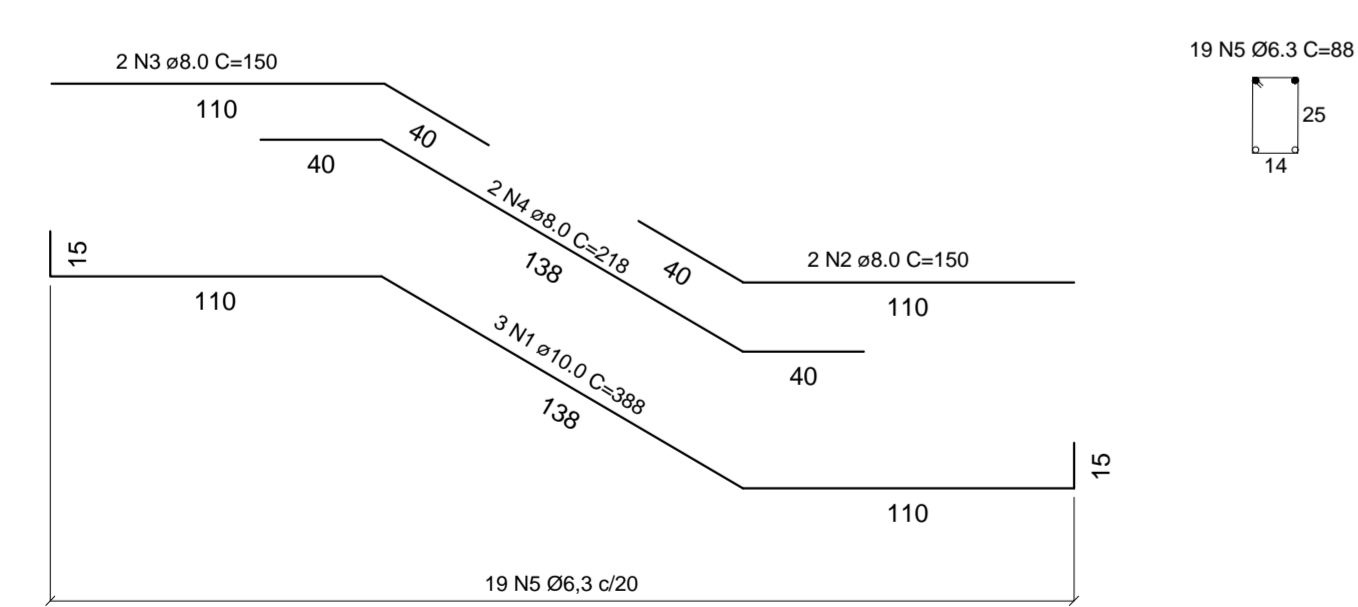
AÇO LAJES DA ESCADA							
Laje	Posição	Aço	Bitola (mm)	Quant.	Comprimento (cm)		Peso (kg)
					Unit.	Total	
L1	N1	CA60	5	7	130	910	1,40
	N2	CA60	5	15	115	1725	2,66
	N3	CA60	5	7	189	1323	2,04
L2	N1	CA60	5	7	130	910	1,40
	N2	CA60	5	12	115	1380	2,13
	N4	CA60	5	6	172	1032	1,59
L3	N1	CA60	5	7	130	910	1,40
	N2	CA60	5	16	115	1840	2,84
	N4	CA60	5	6	172	1032	1,59
L4	N1	CA60	5	7	130	910	1,40
	N2	CA60	5	15	115	1725	2,66
	N3	CA60	5	7	189	1323	2,04

AÇO VIGAS DA ESCADA							
Laje	Posição	Aço	Bitola (mm)	Quant.	Comprimento (cm)		Peso (kg)
					Unit.	Total	
VE1	N1	CA50	10	3	388	1164	7,18
	N2	CA50	8	2	150	300	1,18
	N3	CA50	8	2	150	300	1,18
	N4	CA50	8	2	218	436	1,72
	N5	CA50	6,3	19	88	1672	4,09
VE2	N1	CA50	8	2	278	556	2,19
	N2	CA50	8	2	178	356	1,40
	N3	CA50	8	2	150	300	1,18
	N4	CA50	8	19	88	1672	6,60
VE3	N1	CA50	8	2	262	524	2,07
	N2	CA50	8	2	150	300	1,18
	N3	CA50	8	2	162	324	1,28
	N4	CA50	6,3	13	88	1144	2,80
VE4	N1	CA50	10	3	372	1116	6,88
	N2	CA50	8	2	150	300	1,18
	N3	CA50	8	2	150	300	1,18
	N4	CA50	8	2	202	404	1,59
	N5	CA50	6,3	18	88	1584	3,88

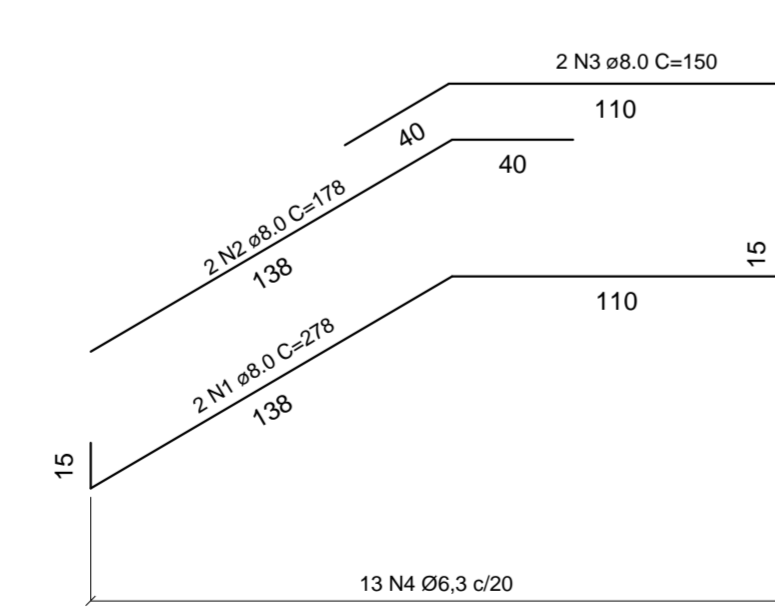
RESUMO AÇO ARMADURA LAJES				
Aço	Bitola	Comp. Total (m)	Peso+10% (kg)	TOTAL (kg)
CA60	Ø5	160,52	24,74	24,74

RESUMO AÇO ARMADURA VIGAS				
Aço	Bitola	Comp. Total (m)	Peso+10% (kg)	TOTAL (kg)
CA50	Ø6,3	44	10,77	43,54
	Ø8	63,24	24,95	
	Ø10	12,68	7,82	

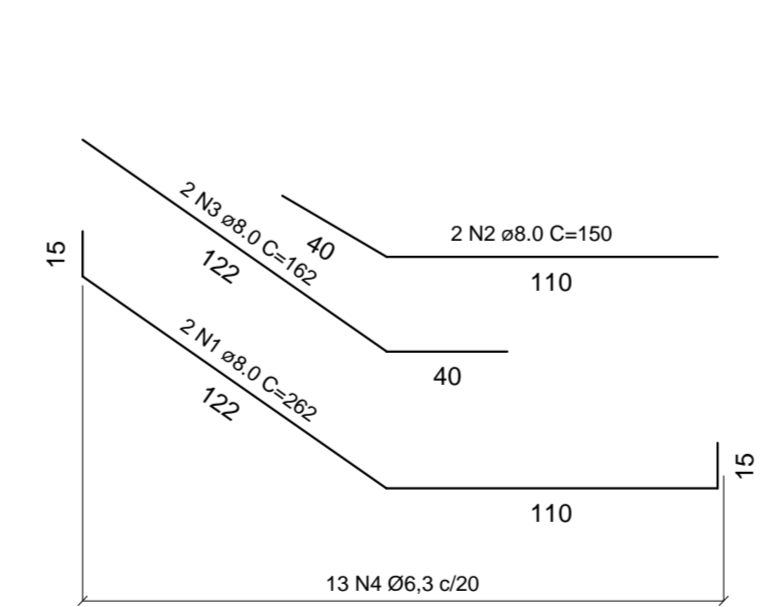
VE1 19X30 ESCALA 1:25



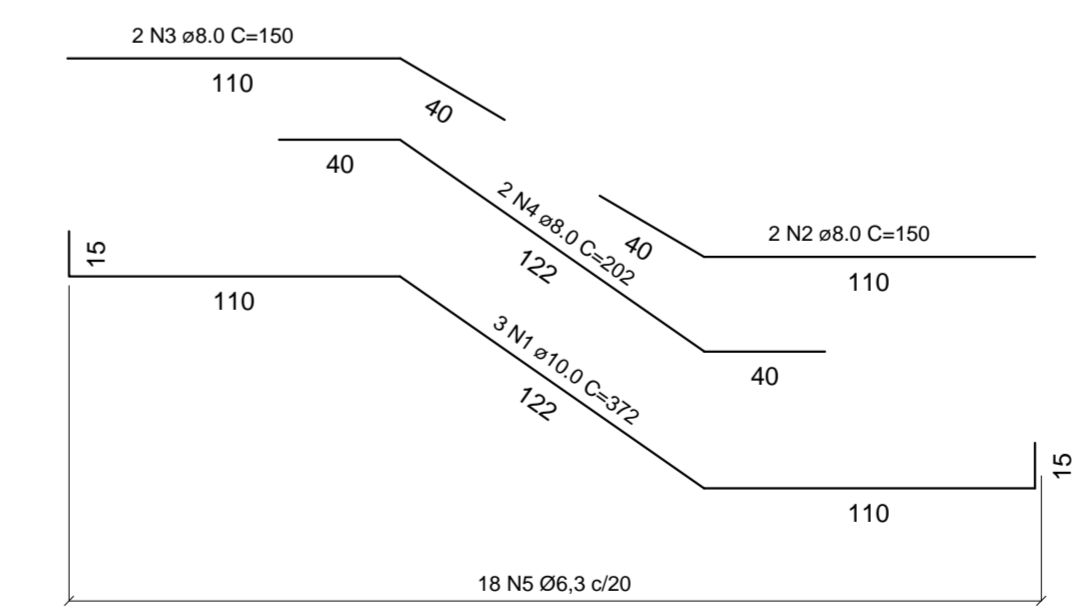
VE2 19X30 ESCALA 1:25



VE3 19X30 ESCALA 1:25



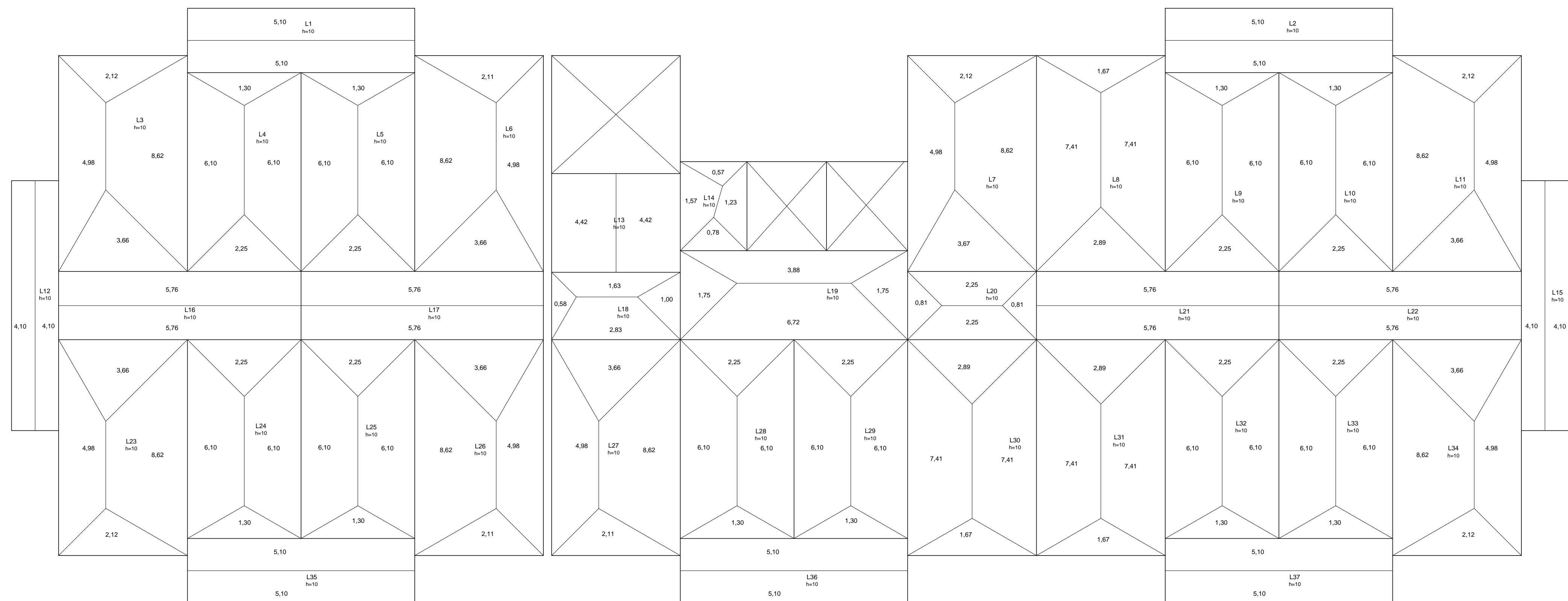
VE4 19X30 ESCALA 1:25



- NOTAS**
- DIMENSÕES, ELEVAÇÕES E MEDIDAS EM CENTÍMETROS (CONCRETO) (AÇO) BITOLAS EM MM.
 - CONCRETO ESTRUTURAL: RESISTÊNCIA = 10x > 35 MPa FATOR ACUMULADO MÁXIMO EM MASSA = αlc < 0,60 DIÂMETRO MÁXIMO DO AGREGADO = 19,0 mm (BRITA Nº1).
 - AÇO DA ARMADURA: Ø 6,3mm = CA-50; fy = 500 MPa, Ø 5,0mm = CA-40; fy = 600 MPa.
 - COBRIMENTO DAS ARMADURAS: VIGAS E PILARES = 2,5 cm. LAJES = 2,0 cm.
 - AS FORMAS DEVEM ESTAR TOTALMENTE LIMPAS E SATURADAS COM ÁGUA ANTES DA CONCRETAGEM.
 - PREVER CONTROLE RIGOROSO DAS DIMENSÕES DAS PEÇAS.

APÊNDICE F		FOLHA
		AP-F_09_09
LOCAL: RUA SÃO MANOEL, 530 - RIO BRANCO, PORTO ALEGRE RS		
OBRA: APART-HOTEL		DATA: 18 NOV 2020
PRANCHA: DETALHAMENTO ESCADA		DIM: A1-1
AUTOR: GABRIELA ATIENSE PEREIRA ORO RECHE	VISTO AUTOR:	ESC: 1/50
ORIENTADOR: ROBERTO DOMINGO RIOS	VISTO ORIENTADOR:	ARQUIVO
Detalhamento: lqps		

APÊNDICE G

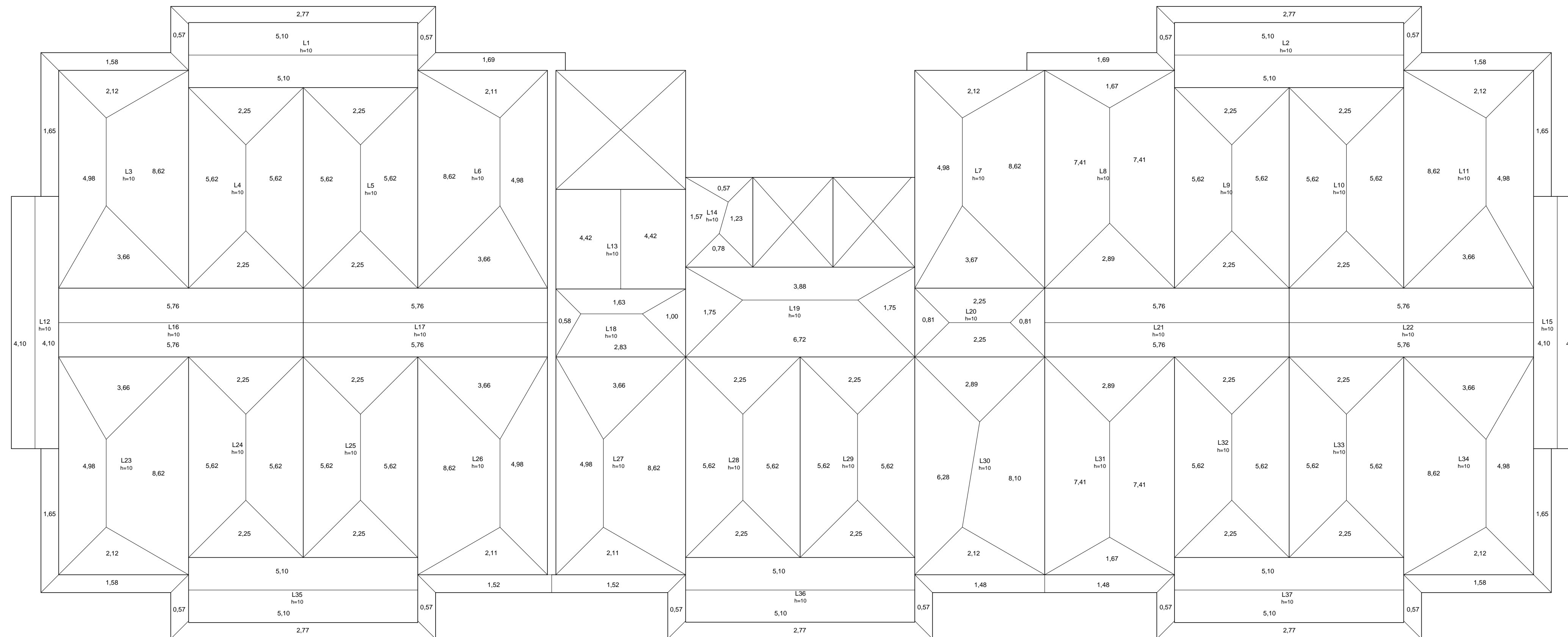


ÁREAS DE INFLUÊNCIA - TIPO (3° ao 7° PAVIMENTO)

ESCALA 1:75

APÊNDICE G		FOLHA
		AP-G_02_04
LOCAL RUA SÃO MANOEL, 530 - RIO BRANCO, PORTO ALEGRE RS		
OBRA APART-HOTEL		DATA 18 NOV 2020
PRANCHA ÁREAS DE INFLUÊNCIA TIPO (3° AO 7° PAVIMENTO)		DIM A2-1
AUTOR GABRIELA ATIENSE PEREIRA ORO RECHE	VISTO AUTOR	ESC 1/75
ORIENTADOR ROBERTO DOMINGO RIOS	VISTO ORIENTADOR	ARQUIVO
ARQUITETÔNICO E FORMAS		

APÊNDICE G

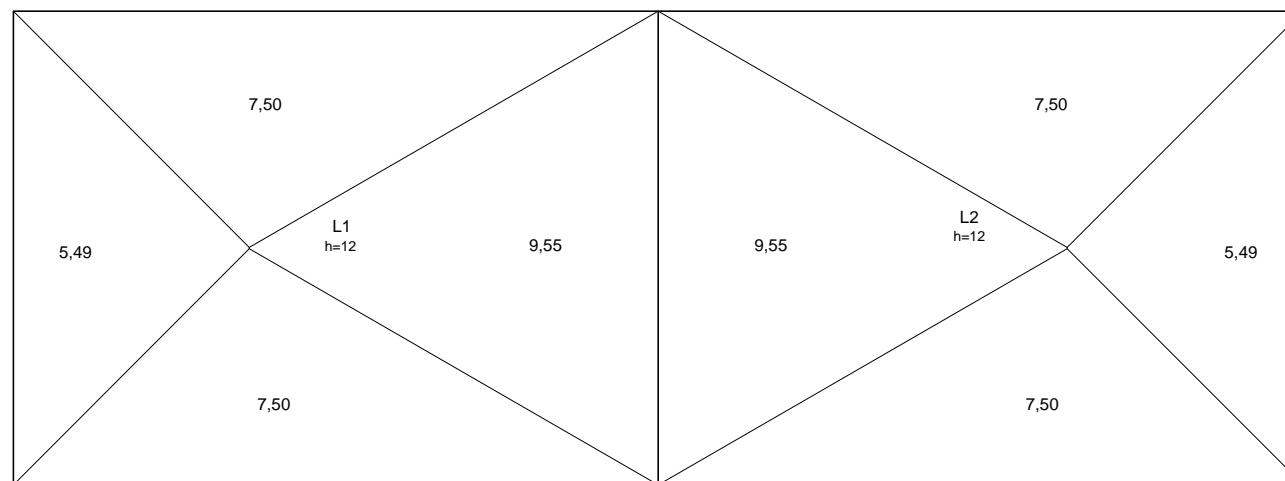


ÁREAS DE INFLUÊNCIA - COBERTURA

ESCALA 1:75

APÊNDICE G		FOLHA AP-G_03_04
LOCAL RUA SÃO MANOEL, 530 - RIO BRANCO, PORTO ALEGRE RS		
OBRA APART-HOTEL		DATA 18 NOV 2020
PRANCHA ÁREAS DE INFLUÊNCIA COBERTURA		DIM A2-1
AUTOR GABRIELA ATIENSE PEREIRA ORO RECHE	VISTO AUTOR	ESC 1/75
ORIENTADOR ROBERTO DOMINGO RIOS	VISTO ORIENTADOR	ARQUIVO
ARQUITETÔNICO E FORMAS		

APÊNDICE G

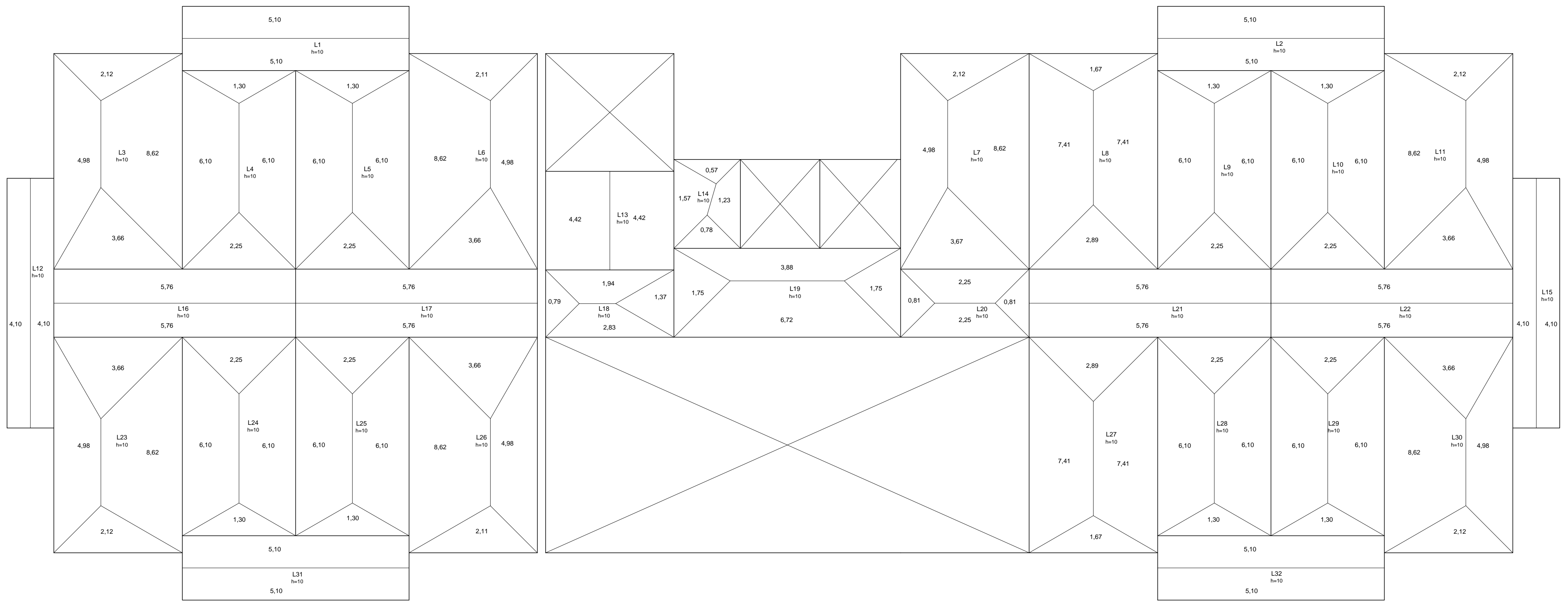


ÁREAS DE INFLUÊNCIA - RESERVATÓRIO

ESCALA 1:75

APÊNDICE G		FOLHA AP-G_04_04
LOCAL RUA SÃO MANOEL, 530 - RIO BRANCO, PORTO ALEGRE RS		
OBRA APART-HOTEL		DATA 18 NOV 2020
PRANCHA ÁREAS DE INFLUÊNCIA COBERTURA		DIM A3
AUTOR GABRIELA ATIENSE PEREIRA ORO RECHE	VISTO AUTOR	ESC 1/75
ORIENTADOR ROBERTO DOMINGO RIOS	VISTO ORIENTADOR	ARQUIVO ARQUITETÔNICO E FORMAS

APÊNDICE G



ÁREAS DE INFLUÊNCIA - 2 PAV
 ESCALA 1:75

APÊNDICE G		FOLHA AP-G_01_04
LOCAL RUA SÃO MANOEL, 530 - RIO BRANCO, PORTO ALEGRE RS		
OBRA APART-HOTEL	DATA 18 NOV 2020	
PRANCHA ÁREAS DE INFLUÊNCIA 2° PAVIMENTO	DIM A2-1	
AUTOR GABRIELA ATIENSE PEREIRA ORO RECHE	VISTO AUTOR	ESC 1/75
ORIENTADOR ROBERTO DOMINGO RIOS	VISTO ORIENTADOR	ARQUIVO
ARQUITETÔNICO E FORMAS		

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

APÊNDICE H

Dimensionamento das vigas.

VIGAS 2 PAVIMENTO

Viga	bw (cm)	h (cm)	I (cm ⁴)	L (m)	q ELU (kN/m)	* Mk+ (kN.m)	* Mk - apoio (kN.m)	Vsk (kN)	Domínio	As + (cm ²)	As' + (cm ²)	As - (cm ²)	Asw/sw (cm ² /m)	smax (cm)	As +	As' +	As - apoio	Asw
201	15	30	33750	6	10,02	45,07	-	30,05	2	6,60	-	-	2,21	15,00	4 Ø16	-	-	Ø5 c/15
202	15	30	33750	6	10,02	45,07	-	30,05	2	6,60	-	-	2,21	15,00	4 Ø16	-	-	Ø5 c/15
203	19	50	197917	3,41	10,87	34,00	38,10	39,60	2	2,42	-	2,71	2,81	27,00	2 Ø12,5	-	4 Ø10	Ø6,3 c/20
204	19	50	197917	3,41	10,87	16,50	44,30	36,40	2	1,56	-	3,19	2,81	27,00	2 Ø10	-	3 Ø12,5	Ø6,3 c/20
205	19	30	42750	3,41	7,19	6,00	4,50	12,30	2	0,93	-	0,93	2,81	15,00	2 Ø8	-	2 Ø8	Ø6,3 c/20
206	19	50	197917	6,82	10,96	9,30	28,20	28,70	2	1,56	-	2,00	2,81	27,00	2 Ø10	-	3 Ø10	Ø6,3 c/20
207	19	50	197917	3,41	10,87	19,60	27,40	31,90	2	1,56	-	1,94	2,81	27,00	2 Ø10	-	3 Ø10	Ø6,3 c/20
208	19	50	197917	6,02	15,66	14,60	35,60	39,00	2	1,56	-	2,54	2,81	27,00	2 Ø10	-	4 Ø10	Ø6,3 c/20
209	19	50	197917	6,02	15,63	9,50	26,10	33,30	2	1,56	-	1,85	2,81	27,00	2 Ø10	-	3 Ø10	Ø6,3 c/20
210	19	30	42750	6,05	10,82	6,20	10,60	17,60	2	0,93	-	1,33	2,81	15,00	2 Ø8	-	2 Ø10	Ø5 c/10
211	15	30	33750	1,25	1,13	0,00	17,30	19,70	2	-	-	2,23	2,21	15,00	-	-	2 Ø10	Ø5 c/15
212	14	30	31500	3,41	5,61	4,60	3,50	9,60	2	0,69	-	0,69	2,07	15,00	2 Ø8	-	2 Ø8	Ø5 c/15
213	15	30	33750	1,25	1,13	0,00	17,30	19,70	2	-	-	2,23	2,21	15,00	-	-	2 Ø10	Ø5 c/15
214	19	30	42750	6,05	13,76	73,50	-	49,60	3	10,78	1,92	-	2,81	15,00	4 Ø20	4 Ø8	-	Ø5 c/10
215	19	50	197917	12,8	19,53	35,30	66,90	58,30	2	2,52	-	4,90	2,81	27,00	4 Ø10	-	4 Ø12,5	Ø6,3 c/20
216	14	30	31500	3,41	9,17	5,80	7,60	15,60	2	0,72	-	0,95	2,07	15,00	2 Ø8	-	2 Ø8	Ø5 c/15
217	19	50	197917	16,19	19,06	19,80	46,70	48,40	2	1,56	-	3,36	2,81	27,00	2 Ø10	-	3 Ø12,5	Ø6,3 c/20
218	19	50	197917	12,8	19,53	35,30	66,90	58,30	2	2,52	-	4,90	2,81	27,00	4 Ø10	-	4 Ø12,5	Ø6,3 c/20
219	19	50	197917	25,66	17,81	14,50	32,60	40,20	2	1,56	-	2,32	2,81	21,00	2 Ø10	-	2 Ø12,5	Ø6,3 c/20
220	15	30	33750	1,25	1,13	0,00	17,30	19,70	2	-	-	2,23	2,21	15,00	-	-	2 Ø10	Ø5 c/15
221	15	30	33750	1,25	1,13	0,00	17,30	19,70	2	-	-	2,23	2,21	15,00	-	-	2 Ø10	Ø5 c/15
222	19	50	197917	6,02	15,66	14,60	35,60	39,00	2	1,56	-	2,54	2,81	27,00	2 Ø10	-	4 Ø10	Ø6,3 c/20

223	19	50	197917	6,02	11,53	8,00	18,70	23,90	2	1,56	-	2,54	2,81	27,00	2 Φ10	-	4 Φ10	Φ6,3 c/20
224	19	50	197917	3,41	10,87	34,00	37,90	39,60	2	2,42	-	2,71	2,81	27,00	4 Φ10	-	4 Φ10	Φ6,3 c/20
225	19	50	197917	3,41	10,87	16,50	44,40	36,40	2	1,56	-	3,19	2,81	27,00	2 Φ10	-	3 Φ12,5	Φ6,3 c/20
226	19	50	197917	16,2	6,49	6,70	19,00	21,40	2	2,27	-	1,56	2,81	27,00	3 Φ10	-	2 Φ10	Φ6,3 c/20
227	19	50	197917	3,41	10,87	14,40	20,70	27,60	2	1,56	-	1,56	2,81	27,00	2 Φ10	-	2 Φ10	Φ6,3 c/20
228	15	30	33750	6	10,02	45,07	-	30,05	2	6,60	-	-	2,21	15,00	4 Φ16	-	-	Φ5 c/15
229	15	30	33750	6	10,02	45,07	-	30,05	2	6,60	-	-	2,21	15,00	4 Φ16	-	-	Φ5 c/15
230	15	30	33750	6,69	5,59	31,25	-	18,69	2	4,27	-	-	2,21	15,00	2 Φ10	-	-	Φ5 c/15
231	19	50	197917	13,2	17,26	65,20	106,70	98,10	2	4,78	-	8,16	2,87	27,00	4 Φ12,5	-	4 Φ16	Φ6,3 c/20
232	19	30	42750	5,46	17,94	25,30	48,80	51,50	3	3,29	-	6,90	2,81	15,00	3 Φ12,5	-	4 Φ16	Φ5 c/10
233	19	30	42750	5,46	17,94	25,30	48,80	51,50	3	3,29	-	6,90	2,81	15,00	3 Φ12,5	-	4 Φ16	Φ5 c/10
234	19	50	197917	12,3	19,43	38,60	73,10	65,00	2	2,76	-	5,40	2,81	27,00	4 Φ10	-	2 Φ16	Φ6,3 c/20
235	19	30	42750	5,46	17,94	25,30	48,80	51,50	3	3,29	-	6,90	2,81	15,00	3 Φ12,5	-	4 Φ16	Φ5 c/10
236	19	30	42750	5,46	17,94	25,30	48,80	51,50	3	3,29	-	6,90	2,81	15,00	3 Φ12,5	-	4 Φ16	Φ5 c/10
237	19	50	197917	13,2	12,74	74,60	90,00	98,50	2	5,52	-	6,76	2,81	15,00	3 Φ16	-	4 Φ16	Φ5 c/10
238	19	50	197917	13,2	19,73	42,70	55,80	64,40	2	3,07	-	4,05	2,81	27,00	4 Φ10	-	2 Φ16	Φ6,3 c/20
239	19	30	42750	7,2	24,97	12,20	30,60	74,60	2	1,53	-	4,05	2,81	15,00	2 Φ10	-	2 Φ16	Φ5 c/10
240	15	30	33750	2,36	10,52	7,32	-	12,41	2	0,91	-	-	2,21	15,00	2 Φ8	-	-	Φ5 c/15
241	15	30	33750	2,36	6,65	4,63	-	7,85	2	0,74	-	-	2,21	15,00	2 Φ8	-	-	Φ5 c/15
242	19	30	42750	7,2	17,87	7,70	22,00	57,80	2	0,95	-	2,84	2,81	15,00	2 Φ8	-	4 Φ10	Φ5 c/10
243	19	50	197917	13,2	19,53	53,40	70,20	69,50	2	3,87	-	5,17	2,81	27,00	2 Φ16	-	3 Φ16	Φ6,3 c/20
244	19	30	42750	5,46	17,94	25,30	48,80	51,50	3	3,29	-	6,90	2,81	15,00	3 Φ12,5	-	4 Φ16	Φ5 c/10
245	19	30	42750	5,46	17,94	25,30	48,80	51,50	3	3,29	-	6,90	2,81	15,00	3 Φ12,5	-	4 Φ16	Φ5 c/10
246	19	50	197917	12,3	19,43	62,00	66,40	73,90	2	4,53	-	4,87	2,81	27,00	4 Φ12,5	-	2 Φ12,5	Φ6,3 c/20
247	19	30	42750	5,46	17,94	25,30	48,80	51,50	3	3,29	-	6,90	2,81	15,00	3 Φ12,5	-	4 Φ16	Φ5 c/10
248	19	30	42750	5,46	17,94	25,30	48,80	51,50	3	3,29	-	6,90	2,81	15,00	3 Φ12,5	-	4 Φ16	Φ5 c/10
249	19	50	197917	13,2	17,26	54,20	66,70	73,80	2	3,93	-	4,90	2,87	27,00	2 Φ16	-	4 Φ12,5	Φ6,3 c/20
250	15	30	33750	6,69	5,59	31,25	-	18,69	2	4,27	-	-	2,21	15,00	4 Φ12,5	-	-	Φ5 c/15
2__b	19	30	42750	1,48	4,42	0,00	49,40	36,60	3	7,00	-	-	2,81	15,00	-	-	3 Φ16 + 2Φ8	Φ5 c/10

VIGAS PAVIMENTO TIPO

Viga	bw (cm)	h (cm)	I (cm ⁴)	L (m)	q ELU (kN/m)	* Mk+ (kN.m)	* Mk - apoio (kN.m)	Vsk (kN)	Domínio	As + (cm ²)	As' + (cm ²)	As - (cm ²)	Asw/sw (cm ² /m)	smax (cm)	As +	As' +	As - apoio	Asw
301	15	30	33750	6	10,02	45,07	-	30,05	2	6,60	-	-	2,21	15,00	4 Ø16	-	-	Ø5 c/15
302	15	30	33750	6	10,02	45,07	-	30,05	2	6,60	-	-	2,21	15,00	4 Ø16	-	-	Ø5 c/15
303	19	50	197917	3,41	10,87	20,10	27,90	32,30	2	1,56		1,98	2,81	27,00	2 Ø10		3 Ø10	Ø6,3 c/20
304	19	50	197917	3,41	15,66	11,30	29,80	35,80	2	1,56		2,12	2,81	27,00	2 Ø10		3 Ø10	Ø6,3 c/20
305	19	30	42750	3,41	7,19	6,00	4,50	12,30	2	0,93	-	0,93	2,81	15,00	2 Ø8	-	2 Ø8	Ø6,3 c/20
306	19	50	197917	6,82	10,96	7,90	22,40	25,80	2	1,56		1,58	2,81	27,00	2 Ø10		2 Ø10	Ø6,3 c/20
307	19	50	197917	3,41	10,87	13,00	20,70	27,10	2	1,56		1,56	2,81	27,00	2 Ø10		2 Ø10	Ø6,3 c/20
308	19	50	197917	6,02	15,66	11,30	29,80	35,80	2	1,56		2,12	2,81	27,00	2 Ø10		3 Ø10	Ø6,3 c/20
309	19	50	197917	6,02	10,57	8,20	22,40	30,90	2	1,56		1,58	2,81	27,00	2 Ø10		2 Ø10	Ø6,3 c/20
310	19	30	42750	6,05	10,82	6,20	10,60	17,60	2	0,93	-	1,33	2,81	15,00	2 Ø8	-	2 Ø10	Ø5 c/15
311	15	30	33750	1,25	1,13	0,00	17,30	19,70	2	-	-	2,23	2,21	15,00	-	-	2 Ø10	Ø5 c/15
312	14	30	31500	3,41	5,61	4,60	3,50	9,60	2	0,69	-	0,69	2,07	15,00	2 Ø8	-	2 Ø8	Ø5 c/15
313	15	30	33750	1,25	1,13	0,00	17,30	19,70	2	-	-	2,23	2,21	15,00	-	-	2 Ø10	Ø5 c/15
314	19	30	42750	6,05	13,76	73,50	-	49,60	3	10,78	1,92	-	2,81	15,00	4 Ø20	4 Ø8	-	Ø5 c/10
315	19	50	197917	12,8	19,53	27,90	53,70	52,80	2	1,98		3,89	2,81	27,00	4 Ø8		2 Ø16	Ø6,3 c/20
316	14	30	31500	3,41	9,17	5,80	7,60	15,60	2	0,72	-	0,95	2,07	15,00	2 Ø8	-	2 Ø8	Ø5 c/15
317	19	50	197917	16,19	19,06	16,40	37,70	44,30	2	1,56		2,69	2,81	27,00	2 Ø10		4 Ø10	Ø6,3 c/20
318	19	50	197917	12,8	19,53	27,90	53,70	52,80	2	1,98		3,89	2,81	27,00	4 Ø8		2 Ø16	Ø6,3 c/20
319	19	50	197917	25,66	18,60	15,90	28,30	31,20	2	1,56		2,01	2,81	27,00	2 Ø10		4 Ø10	Ø6,3 c/20
320	15	30	33750	1,25	1,13	0,00	17,30	19,70	2	-	-	2,23	2,21	15,00	-	-	2 Ø10	Ø5 c/15
321	15	30	33750	1,25	1,13	0,00	17,30	19,70	2	-	-	2,23	2,21	15,00	-	-	2 Ø10	Ø5 c/15
322	19	50	197917	6,02	15,66	11,30	29,80	35,80	2	1,56		2,12	2,81	27,00	2 Ø10		3 Ø10	Ø6,3 c/20
323	19	50	197917	6,02	11,53	5,40	14,80	21,60	2	1,56		1,56	2,81	27,00	2 Ø10		2 Ø10	Ø6,3 c/20
324	19	50	197917	6,02	11,53	5,80	16,20	22,30	2	1,56		1,56	2,81	27,00	2 Ø10		2 Ø10	Ø6,3 c/20
325	19	50	197917	3,41	10,87	20,10	27,90	32,30	2	1,56		1,98	2,81	27,00	2 Ø10		3 Ø10	Ø6,3 c/20
326	19	50	197917	3,41	15,66	11,30	29,80	35,80	2	1,56		2,12	2,81	27,00	2 Ø10		3 Ø10	Ø6,3 c/20

327	19	50	197917	3,41	10,87	8,50	16,90	23,10	2	1,56		1,56	2,81	27,00	2 Ø10	2 Ø10	Ø6,3 c/20	
328	19	50	197917	6,82	9,67	5,90	17,10	21,00	2	1,56		1,56	2,81	27,00	2 Ø10	2 Ø10	Ø6,3 c/20	
329	19	50	197917	3,41	10,87	10,90	15,60	24,00	2	1,56		1,56	2,81	27,00	2 Ø10	2 Ø10	Ø6,3 c/20	
330	15	30	33750	6	10,02	45,07	-	30,05	2	6,60	-	-	2,21	15,00	4 Ø16	-	-	Ø5 c/15
331	15	30	33750	6	10,02	45,07	-	30,05	2	6,60	-	-	2,21	15,00	4 Ø16	-	-	Ø5 c/15
332	15	30	33750	6	10,02	45,07	-	30,05	2	6,60	-	-	2,21	15,00	4 Ø16	-	-	Ø5 c/15
333	15	30	33750	6,69	5,59	31,25	-	18,69	2	4,27	-	-	2,21	15,00	2 Ø10	-	-	Ø5 c/15
334	19	50	197917	12,3	17,26	53,20	102,20	76,60	2	3,86		7,78	2,81	27,00	4 Ø10	4 Ø16	Ø6,3 c/20	
335	19	30	42750	5,46	17,94	25,30	48,80	51,50	3	3,29	-	6,90	2,81	15,00	3 Ø12,5	-	4 Ø16	Ø5 c/10
336	19	30	42750	5,46	17,94	25,30	48,80	51,50	3	3,29	-	6,90	2,81	15,00	3 Ø12,5	-	4 Ø16	Ø5 c/10
337	19	50	197917	12,75	19,43	32,10	71,70	61,80	2	2,28		5,29	2,81	27,00	3 Ø10	3 Ø16	Ø6,3 c/20	
338	19	30	42750	5,46	17,94	25,30	48,80	51,50	3	3,29	-	6,90	2,81	15,00	3 Ø12,5	-	4 Ø16	Ø5 c/10
339	19	30	42750	5,46	17,94	25,30	48,80	51,50	3	3,29	-	6,90	2,81	15,00	3 Ø12,5	-	4 Ø16	Ø5 c/10
340	19	50	197917	13,2	12,74	62,80	82,10	82,90	2	4,59		6,12	2,81	27,00	4 Ø12,5	2 Ø20	Ø6,3 c/20	
341	19	50	197917	13,2	19,73	57,10	63,60	51,70	2	4,15		4,66	2,81	27,00	4 Ø12,5	4 Ø12,5	Ø6,3 c/20	
342	19	50	197917	12,9	23,23	33,90	59,50	65,90	2	2,42		4,34	2,81	27,00	2 Ø12,5	4 Ø12,5	Ø6,3 c/20	
343	15	30	33750	2,36	10,52	7,32	-	12,41	2	0,91	-	-	2,21	15,00	2 Ø8	-	-	Ø5 c/15
344	19	30	42750	5,25	20,87	30,00	54,30	59,30	3	3,96	-	7,85	2,81	15,00	2 Ø16	4 Ø16	Ø5 c/10	
345	15	30	33750	5,25	6,65	22,91	-	17,46	2	0,74	-	-	2,21	15,00	2 Ø8	-	-	Ø5 c/15
346	19	50	197917	12,9	21,75	33,00	53,40	61,30	2	2,35		3,87	2,81	27,00	2 Ø12,5	2 Ø16	Ø6,3 c/20	
347	19	50	197917	13,2	19,53	46,20	80,60	69,10	2	3,33		6,00	2,81	27,00	3 Ø12,5	3 Ø16	Ø6,3 c/20	
348	19	30	42750	5,46	17,94	25,30	48,80	51,50	3	3,29	-	6,90	2,81	15,00	3 Ø12,5	-	4 Ø16	Ø5 c/10
349	19	30	42750	5,46	17,94	25,30	48,80	51,50	3	3,29	-	6,90	2,81	15,00	3 Ø12,5	-	4 Ø16	Ø5 c/10
350	19	50	197917	6,69	14,37	64,20	67,50	75,70	2	4,70		4,96	2,81	27,00	4 Ø12,5	4 Ø12,5	Ø6,3 c/20	
351	19	30	42750	5,46	17,94	25,30	48,80	51,50	3	3,29	-	6,90	2,81	15,00	3 Ø12,5	-	4 Ø16	Ø5 c/10
352	19	30	42750	5,46	17,94	25,30	48,80	51,50	3	3,29	-	6,90	2,81	15,00	3 Ø12,5	-	4 Ø16	Ø5 c/10
353	19	50	197917	13,2	12,20	59,50	60,00	62,40	2	4,34		4,38	2,81	27,00	4 Ø12,5	4 Ø12,5	Ø6,3 c/20	
354	15	30	33750	6,69	5,59	31,25	-	18,69	2	4,27	-	-	2,21	15,00	2 Ø10	-	-	Ø5 c/15
3__b	19	30	42750	1,48	4,42	0,00	49,40	36,60	3	7,00	-	-	2,81	15,00	-	-	=2__b	Ø5 c/10

VIGAS COBERTURA

Viga	bw (cm)	h (cm)	I (cm ⁴)	L (m)	q ELU (kN/m)	*Mk+ (kN.m)	* Mk - apoio (kN.m)	Vsk (kN)	Domínio	As + (cm ²)	As' + (cm ²)	As - (cm ²)	Asw/sw (cm ² /m)	smax (cm)	As +	As - apoio	Asw
801	15	30	33750	6	7,69	34,61	-	23,07	2	4,80	-	-	2,21	15,00	4 Φ12,5	-	Φ5 c/15
802	15	30	33750	6	7,69	34,61	-	23,07	2	4,80	-	-	2,21	15,00	4 Φ12,5	-	Φ5 c/15
803	19	50	197917	3,41	7,26	6,90	6,20	13,80	2	1,56		1,56	2,81	27,00	2 Φ10	2 Φ10	Φ6,3 c/20
804	19	50	197917	3,41	7,26	5,30	5,70	12,60	2	1,56		1,56	2,81	27,00	2 Φ10	2 Φ10	Φ6,3 c/20
805	19	30	42750	3,41	7,19	6,00	4,50	12,30	2	0,93	-	0,93	2,81	15,00	2 Φ8	2 Φ8	Φ6,3 c/20
806	19	50	197917	6,82	6,72	5,30	7,10	11,60	2	1,56		1,56	2,81	27,00	2 Φ10	2 Φ10	Φ6,3 c/20
807	19	50	197917	3,41	6,79	7,00	3,40	11,90	2	1,56		1,56	2,81	27,00	2 Φ10	2 Φ10	Φ6,3 c/20
808	19	50	197917	6,02	9,56	6,30	11,00	17,50	2	1,56		1,56	2,81	27,00	2 Φ10	2 Φ10	Φ6,3 c/20
809	19	50	197917	6,02	9,08	5,90	8,40	15,20	2	1,56		1,56	2,81	27,00	2 Φ10	2 Φ10	Φ6,3 c/20
810	19	30	42750	6,05	10,82	5,80	10,00	16,00	2	0,93		1,25	2,81	15,00	2 Φ8	3 Φ8	Φ5 c/10
811	15	30	33750	1,25	0,90	0,00	17,20	19,50	2	-	-	2,23	2,21	15,00	-	2 Φ10	Φ5 c/15
812	14	30	31500	3,41	5,96	3,70	4,90	10,20	2	0,69		0,69	2,07	15,00	2 Φ8	2 Φ8	Φ5 c/15
813	15	30	33750	1,25	0,90	0,00	17,20	19,50	2	-	-	2,23	2,21	15,00	-	2 Φ10	Φ5 c/15
814	19	30	42750	6,05	14,04	68,80	-	47,30	3	10,12	1,26	0,93	2,81	15,00	5 Φ16	2 Φ10	Φ5 c/10
815	19	50	197917	12,8	11,22	11,90	12,50	21,00	2	1,56		1,56	2,81	27,00	2 Φ10	2 Φ10	Φ6,3 c/20
816	14	30	31500	3,41	9,07	5,70	7,50	15,50	2	0,71		0,94	2,07	15,00	2 Φ8	2 Φ8	Φ5 c/15
817	19	50	197917	16,19	14,49	14,00	10,80	29,50	2	1,56		1,56	2,81	27,00	2 Φ10	2 Φ10	Φ6,3 c/20
818	19	50	197917	12,8	11,22	11,90	12,50	21,00	2	1,56		1,56	2,81	27,00	2 Φ10	2 Φ10	Φ6,3 c/20
819	19	50	197917	25,66	16,94	10,80	26,10	30,90	2	1,56		1,85	2,81	27,00	2 Φ10	4 Φ8	Φ6,3 c/20
820	15	30	33750	1,25	0,90	0,00	17,20	19,50	2	-	-	2,23	2,21	15,00	-	2 Φ10	Φ5 c/15
821	15	30	33750	1,25	0,90	0,00	17,20	19,50	2	-	-	2,23	2,21	15,00	-	2 Φ10	Φ5 c/15
822	19	50	197917	6,02	9,56	6,30	11,00	17,50	2	1,56		1,56	2,81	27,00	2 Φ10	2 Φ10	Φ6,3 c/20
823	19	50	197917	6,02	9,08	4,50	7,70	14,80	2	1,56		1,56	2,81	27,00	2 Φ10	2 Φ10	Φ6,3 c/20
824	19	50	197917	6,02	9,08	5,00	9,40	15,40	2	1,56		1,56	2,81	27,00	2 Φ10	2 Φ10	Φ6,3 c/20
825	19	50	197917	3,41	7,26	6,90	6,20	13,80	2	1,56		1,56	2,81	27,00	2 Φ10	2 Φ10	Φ6,3 c/20
826	19	50	197917	3,41	7,26	5,30	5,70	12,60	2	1,56		1,56	2,81	27,00	2 Φ10	2 Φ10	Φ6,3 c/20

827	19	50	197917	3,41	6,79	5,50	4,80	11,90	2	1,56	1,56	2,81	27,00	2 Ø10	2 Ø10	Ø6,3 c/20	
828	19	50	197917	6,82	6,65	3,30	9,10	11,90	2	1,56	1,56	2,81	27,00	2 Ø10	2 Ø10	Ø6,3 c/20	
829	19	50	197917	3,41	6,79	6,20	5,30	12,50	2	1,56	1,56	2,81	27,00	2 Ø10	2 Ø10	Ø6,3 c/20	
830	15	30	33750	6	7,69	34,61	-	23,07	2	4,80	-	-	2,21	15,00	-	Ø5 c/15	
831	15	30	33750	6	7,69	34,61	-	23,07	2	4,80	-	-	2,21	15,00	-	Ø5 c/15	
832	15	30	33750	6	7,69	34,61	-	23,07	2	4,80	-	-	2,21	15,00	-	Ø5 c/15	
833	15	30	33750	6,69	5,59	31,25	-	18,69	2	4,27	-	-	2,21	15,00	2 Ø10	-	Ø5 c/15
834	19	50	197917	13,2	9,56	18,70	33,30	31,10	2	1,56	2,37	2,81	27,00	2 Ø10	3 Ø10	Ø6,3 c/20	
835	19	30	42750	5,46	15,03	21,20	40,90	43,20	2	2,73	5,61	2,81	15,00	4 Ø10	3 Ø16	Ø5 c/10	
836	19	30	42750	5,46	15,03	21,20	40,90	43,20	2	2,73	5,61	2,81	15,00	4 Ø10	3 Ø16	Ø5 c/10	
837	19	50	197917	12,75	12,47	17,80	36,50	36,60	2	1,56	2,61	2,81	27,00	2 Ø10	4 Ø10	Ø6,3 c/20	
838	19	30	42750	5,46	15,03	21,20	40,90	43,20	2	2,73	5,61	2,81	15,00	4 Ø10	3 Ø16	Ø5 c/10	
839	19	30	42750	5,46	15,03	21,20	40,90	43,20	2	2,73	5,61	2,81	15,00	4 Ø10	3 Ø16	Ø5 c/10	
840	19	50	197917	13,2	7,68	11,00	31,00	25,40	2	1,56	2,20	2,81	27,00	2 Ø10	3 Ø10	Ø6,3 c/20	
841	19	50	197917	13,2	18,23	18,40	31,40	42,20	2	1,56	2,23	2,81	27,00	2 Ø10	3 Ø10	Ø6,3 c/20	
842	19	50	197917	12,9	21,40	21,80	38,30	70,40	2	1,56	2,74	2,81	27,00	2 Ø10	4 Ø10	Ø6,3 c/20	
843	15	30	33750	2,35	8,38	5,78	-	9,85	2	0,74	-	2,21	15,00	2 Ø6,3	-	Ø5 c/15	
844	19	30	42750	5,25	12,46	17,90	32,40	35,40	2	2,28	3,32	2,81	15,00	3 Ø10	3 Ø12,5	Ø5 c/10	
845	15	30	33750	2,35	5,21	3,60	-	6,12	2	0,74	-	2,21	15,00	2 Ø6,3	-	Ø5 c/15	
846	19	50	197917	12,9	16,86	18,80	32,20	36,80	2	1,56	2,29	2,81	27,00	2 Ø10	3 Ø10	Ø6,3 c/20	
847	19	50	197917	13,2	20,36	32,70	45,50	50,70	2	2,33	3,27	2,81	27,00	3 Ø10	3 Ø12,5	Ø6,3 c/20	
848	19	30	42750	5,46	15,03	21,20	40,90	43,20	2	2,73	5,61	2,81	15,00	4 Ø10	3 Ø16	Ø5 c/10	
849	19	30	42750	5,46	15,03	21,20	40,90	43,20	2	2,73	5,61	2,81	15,00	4 Ø10	3 Ø16	Ø5 c/10	
850	19	50	197917	6,69	7,68	11,00	31,00	25,40	2	1,56	2,20	2,81	27,00	2 Ø10	3 Ø10	Ø5 c/20	
851	19	30	42750	5,46	15,03	21,20	40,90	43,20	2	2,73	5,61	2,81	15,00	4 Ø10	3 Ø16	Ø6,3 c/20	
852	19	30	42750	5,46	15,03	21,20	40,90	43,20	2	2,73	5,61	2,81	15,00	4 Ø10	3 Ø16	Ø5 c/10	
853	19	50	197917	13,2	9,56	19,20	32,70	31,00	2	1,56	2,33	2,81	27,00	2 Ø10	3 Ø10	Ø6,3 c/20	
854	15	30	33750	6,69	5,59	31,25	-	18,69	2	4,27	-	-	2,21	15,00	2 Ø10	-	Ø5 c/15
8_b	19	30	42750	1,48	6,06	-	40,80	32,10	2	-	5,59	2,81	15,00	-	3 Ø16	Ø5 c/10	

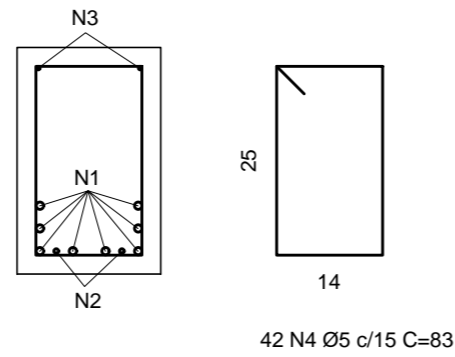
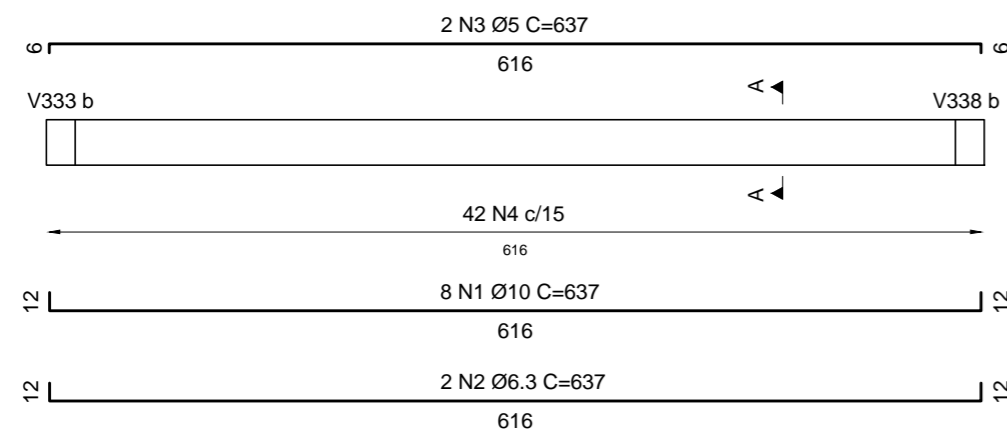
VIGAS RESERVATÓRIO

Viga	bw (cm)	h (cm)	I (cm ⁴)	L (m)	q ELU (kN/m)	* Mk+ (kN.m)	*Mk - apoio (kN.m)	Vsk (kN)	Domínio	As + (cm ²)	As' + (cm ²)	As - (cm ²)	Asw/sw (cm ² /m)	smax (cm)	As +	As' +	As - apoio	Asw
901	19	40	101333	12,8	19,29	40,10	78,30	67,60	2	3,74		7,81	2,81	21,00	2 Ø16		4 Ø16	Ø6,3 c/20
902	19	40	101333	12,8	18,79	42,30	82,80	88,50	3	3,96	-	8,33	2,81	21,00	2 Ø16	-	3 Ø20	Ø6,3 c/20
903	19	40	101333	4,7	18,75	23,90	46,40	51,30	2	2,18		4,88	2,81	21,00	3 Ø10		4 Ø12,5	Ø6,3 c/20
904	19	40	101333	4,7	40,56	53,50	58,70	95,30	2	3,14		3,46	2,81	21,00	4 Ø10		3 Ø12,5	Ø6,3 c/20
905	19	40	101333	4,7	18,75	35,40	48,80	56,20	2	3,28		4,62	2,81	21,00	3 Ø12,5		4 Ø12,5	Ø6,3 c/20

*Foi considerado o maior momento positivo e negativo nas vigas de mais de um tramo.

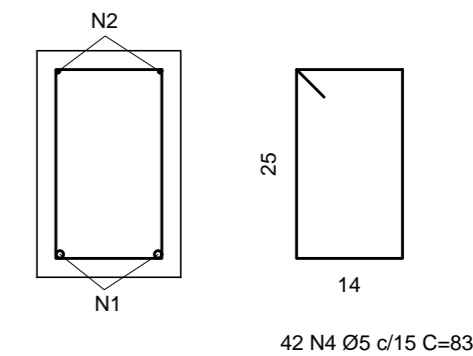
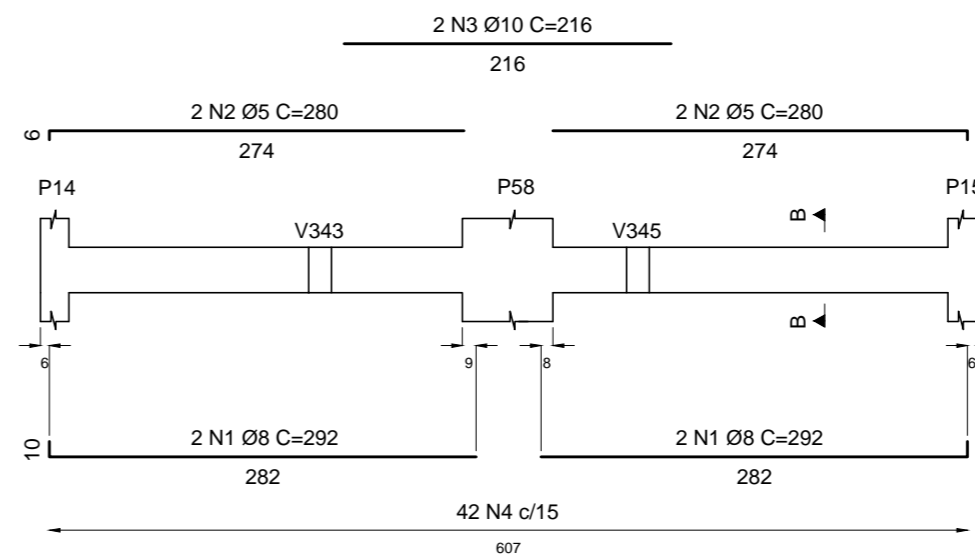
APÊNDICE I

V301 19x30
ESCALA 1:50



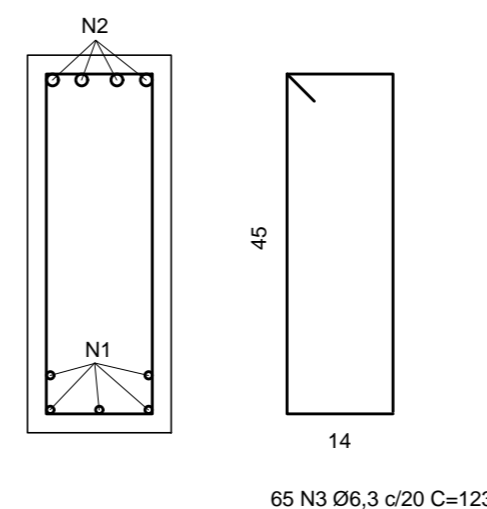
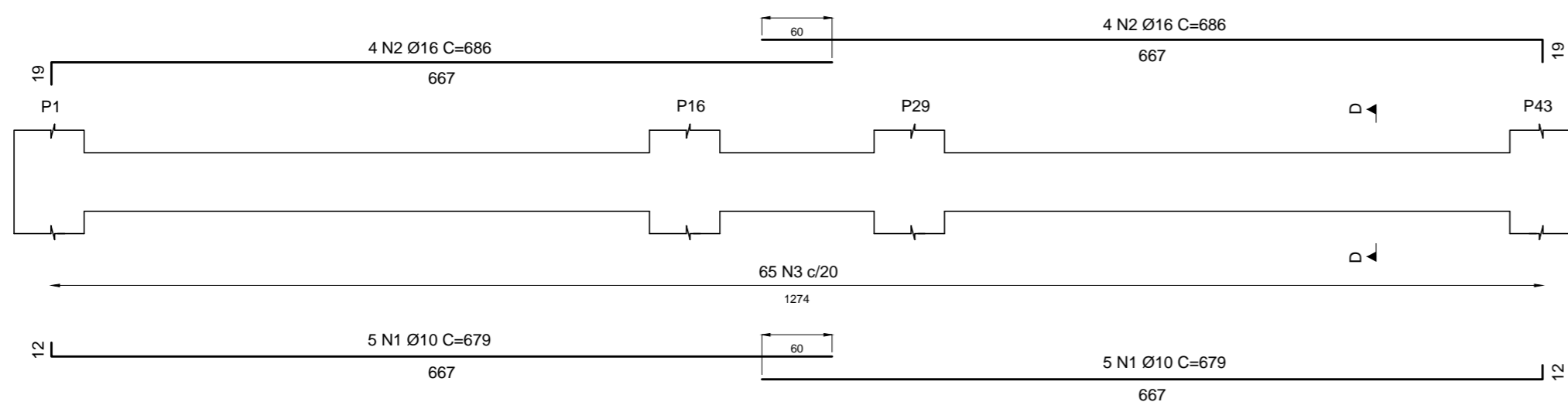
CORTE AA
ESCALA 1:10

V310 19X30
ESCALA 1:50



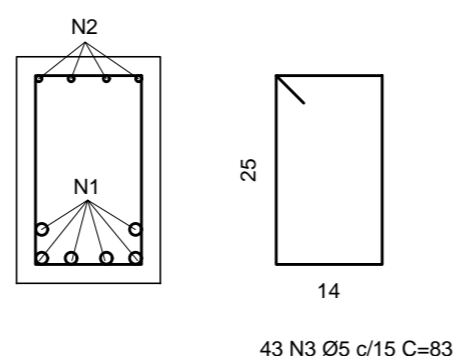
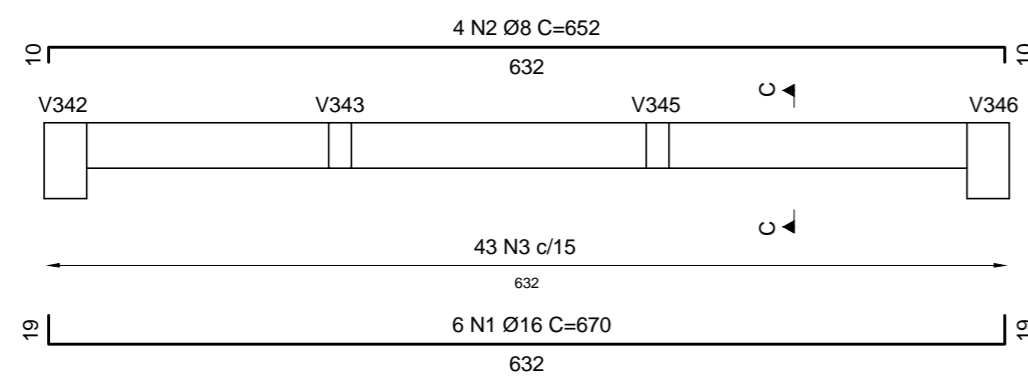
CORTE BB
ESCALA 1:10

V334 19X50
ESCALA 1:50



CORTE DD
ESCALA 1:10

V314 19x30
ESCALA 1:50



CORTE CC
ESCALA 1:10

Viga	Posição	Aço	Bitola (mm)	Quant.	Comprimento (cm)		Peso (kg)
					Unit.	Total	
V301	N1	CA50	10	8	637	5096	31,42
	N2	CA50	6,3	2	637	1274	3,12
	N3	CA60	5	2	637	1274	1,96
	N4	CA60	5	42	83	3486	5,37
V310	N1	CA50	8	4	292	1168	4,61
	N2	CA60	5	2	284	568	0,88
	N3	CA50	10	2	216	432	2,66
	N4	CA60	5	42	83	3486	5,37
V314	N1	CA50	16	6	670	4020	63,45
	N2	CA50	8	4	652	2608	10,29
	N3	CA60	5	43	83	3569	5,50
V334	N1	CA50	10	10	679	6790	41,86
	N2	CA50	16	8	686	5488	86,62
	N3	CA50	6,3	65	123	7995	19,56

RESUMO AÇO ARMADURA VIGAS				
Aço	Bitola	Comp. Total (m)	Peso+10% (Kg)	TOTAL (Kg)
CA60	Ø5	123,83	19,09	19,09
CA50	Ø6.3	92,69	22,68	113,53
	Ø8	37,76	14,90	
	Ø10	123,18	75,95	
	Ø16	95,08	150,07	

NOTAS

- DIMENSÕES, ELEVAÇÕES E MEDIDAS EM CENTÍMETROS(CONCRETO) (AÇO) BITOLAS EM MM.
- CONCRETO ESTRUTURAL:
RESISTÊNCIA = $f_{ck} > 35$ MPa
FATOR ÁGUA-CIMENTO MÁXIMO EM MASSA = $a/c < 0,60$
DIÂMETRO MÁXIMO DO AGREGADO = 19,0 mm (BRITA Nº1).
- AÇO DA ARMADURA:
Ø 6,3mm = CA-50; $f_{yk} = 500$ MPa.
Ø 5,0mm = CA-60; $f_{yk} = 600$ MPa.
- COBRIMENTO DAS ARMADURAS:
VIGAS E PILARES = 2,5 cm.
LAJES = 2,0 cm.
- AS FORMAS DEVEM ESTAR TOTALMENTE LIMPAS E SATURADAS COM ÁGUA ANTES DA CONCRETAGEM.
- PREVER CONTROLE RIGOROSO DAS DIMENSÕES DAS PEÇAS.

APÊNDICE I

FOLHA
AP-I_01_01

LOCAL RUA SÃO MANOEL, 530 - RIO BRANCO, PORTO ALEGRE RS

OBRA
APART-HOTEL
PRANCHA
DETALHAMENTO VIGAS

DATA
18 NOV 2020

DIM
A2

AUTOR
GABRIELA ATIENSE PEREIRA ORO RECHE

VISTO AUTOR

ESC
1/50 E 1/10

ORIENTADOR
ROBERTO DOMINGO RIOS

VISTO ORIENTADOR

ARQUIVO
DETALHAMENTO VIGAS

APÊNDICE J

Dimensionamento de pilares.

Térreo ao 3º pavimento.

Pilar	tipo	hx (cm)	hy (cm)	le (Cm)	λ_x	λ_y	Nd (kN)	e1x (cm)	e1y (cm)	M1d,min x (kN.m)	M1d,min y (kN.m)	α_b x	α_b y	M1d,base x (kN.m)	M1d,topo x (kN.m)	M1d,base y (kN.m)	M1d,topo y (kN.m)	λ_x lim	λ_y lim	As	taxa armadura
(P5)=P1=P43= P47	canto	24	60	400	58	23	3073	1,92	0,96	68,22	101,41	1,00	1,00	59,10	46,90	29,50	27,60	35	35	10 Φ 25	3,41%
(P2)=P4=P44= P46	intermediário	24	60	400	58	23	2250	1,05	1,36	49,94	74,24	1,00	1,00	23,70	23,70	30,50	29,70	35	35	6 Φ 20	1,31%
(P3)=P45	extremidade	33	60	400	42	23	4240	1,33	0,71	105,57	139,92	1,00	1,00	56,40	36,70	30,20	29,10	36	35	8 Φ 25	1,98%
P6	canto	19	60	400	73	23	1549	3,71	0,14	32,07	51,12	1,00	1,00	57,40	34,30	2,20	2,20	35	35	8 Φ 20	2,20%
P7	canto	19	60	400	73	23	321	0,25	0,68	6,65	10,60	1,00	1,00	0,80	0,80	2,20	2,20	35	35	6 Φ 10	0,41%
P8	canto	19	60	400	73	23	1015	0,08	1,76	21,01	33,49	1,00	1,00	0,80	0,80	17,90	17,10	35	35	6 Φ 10	0,41%
(P9) = P11	extremidade	33	60	400	42	23	3877	1,88	0,47	96,54	127,95	1,00	1,00	73,00	44,40	18,10	17,50	35	35	6 Φ 25	1,49%
P13	canto	19	60	400	73	23	2063	3,21	0,80	42,70	68,07	1,00	1,00	66,20	33,90	16,40	14,00	35	35	14 Φ 20	3,86%
(P12) = P10	intermediário	24	60	400	58	23	2230	1,06	0,81	49,51	73,59	1,00	1,00	23,70	23,70	18,10	17,60	35	35	6 Φ 20	1,31%
(P20)=P16=P29 =P33	extremidade	33	60	400	42	23	4182	2,24	0,36	104,13	138,01	1,00	1,00	93,60	55,40	14,20	15,00	35	35	8 Φ 25	1,98%
(P17)=P19=P30 =P32	extremidade	60	24	400	23	58	2717	0,69	3,67	89,67	60,32	1,00	1,00	18,80	18,80	99,70	66,50	35	35	8 Φ 25	2,73%
(P18)=P31	intermediário	33	60	400	42	23	4600	1,11	0,32	114,54	151,80	1,00	1,00	50,90	26,00	14,00	14,60	35	35	10 Φ 25	2,48%

(P21)=P22	extremidade	24	60	400	58	23	2241	2,78	0,17	49,75	73,96	1,00	1,00	62,40	44,10	3,80	3,80	35	35	6 Ø20	1,31%
P23	extremidade	19	60	400	73	23	1927	0,56	0,45	39,88	63,58	1,00	1,00	10,80	10,80	8,20	8,60	35	35	14 Ø20	3,86%
(P27)=P25	extremidade	60	24	400	23	58	2647	0,71	2,24	87,36	58,77	1,00	1,00	18,80	18,80	59,20	40,30	35	35	10 Ø20	2,18%
(P24)=P26	intermediário	33	60	400	42	23	4852	1,63	0,16	120,82	160,12	1,00	1,00	79,00	55,90	7,8	7,8	35	35	12 Ø25	2,97%
(P28)=P42	extremidade	24	60	400	58	23	3117	2,20	0,20	69,19	102,86	1,00	1,00	68,50	40,30	6,30	4,80	35	35	10 Ø25	3,41%
P34	extremidade	33	60	400	42	23	5291	1,14	0,10	131,74	174,59	1,00	1,00	60,30	37,50	4,70	5,40	35	35	16 Ø25	3,97%
(P35)=P37	intermediário	60	33	400	23	42	3355	0,02	0,89	110,70	83,53	1,00	1,00	0,70	0,70	30,00	20,40	35	35	6 Ø16	0,61%
P36	extremidade	60	33	400	23	42	4040	0,51	0,77	133,31	100,59	1,00	1,00	20,70	20,70	31,10	22,50	35	35	8 Ø25	1,98%
(P41)=P39	extremidade	60	24	400	23	58	2422	0,78	1,30	79,92	53,77	1,00	1,00	18,80	18,80	31,50	22,50	35	35	6 Ø25	2,05%
*P38	intermediário	40	60	400	35	23	6443	1,22	0,07	173,97	212,63	1,00	1,00	78,80	52,70	4,30	4,70	35	35	14 Ø25	2,86%
(P40)=P42	intermediário	33	60	400	42	23	4401	2,64	0,10	109,59	145,24	1,00	1,00	116,10	15,20	4,20	4,40	35	35	14 Ø25	2,86%
(P48)=P56	canto	24	60	400	58	23	2682	2,11	0,44	59,54	88,51	1,00	1,00	56,60	30,20	11,90	11,40	35	35	8 Ø25	2,73%
(P49)=P51	intermediário	19	60	400	73	23	1966	1,52	0,61	40,70	64,89	1,00	1,00	29,80	29,80	12,00	11,60	35	35	14 Ø20	3,86%
P50	extremidade	19	60	400	73	23	1842	1,48	0,65	38,12	60,77	1,00	1,00	27,20	27,20	11,90	11,50	35	35	14 Ø20	3,86%
(P53)=P55	intermediário	19	60	400	73	23	1942	1,22	0,61	40,19	64,08	1,00	1,00	23,70	23,70	11,90	11,50	35	35	14 Ø20	3,86%
(P54)=P52	extremidade	24	60	400	58	23	3052	3,79	0,39	67,75	100,71	1,00	1,00	115,60	14,90	12,00	11,60	35	35	10 Ø25	3,41%
(P59)=P57	extremidade	24	60	400	58	23	3067	2,59	0,67	68,08	101,20	1,00	1,00	79,50	57,10	20,70	20,70	35	35	8 Ø25	2,73%

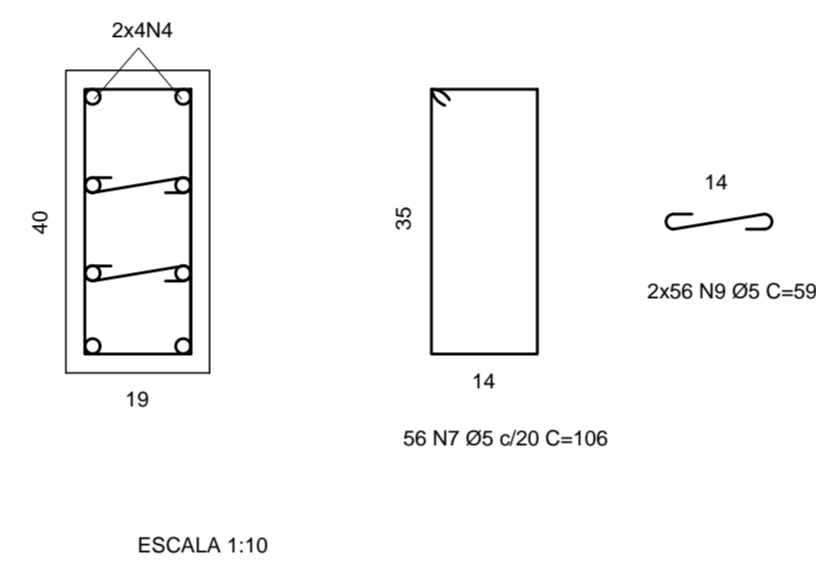
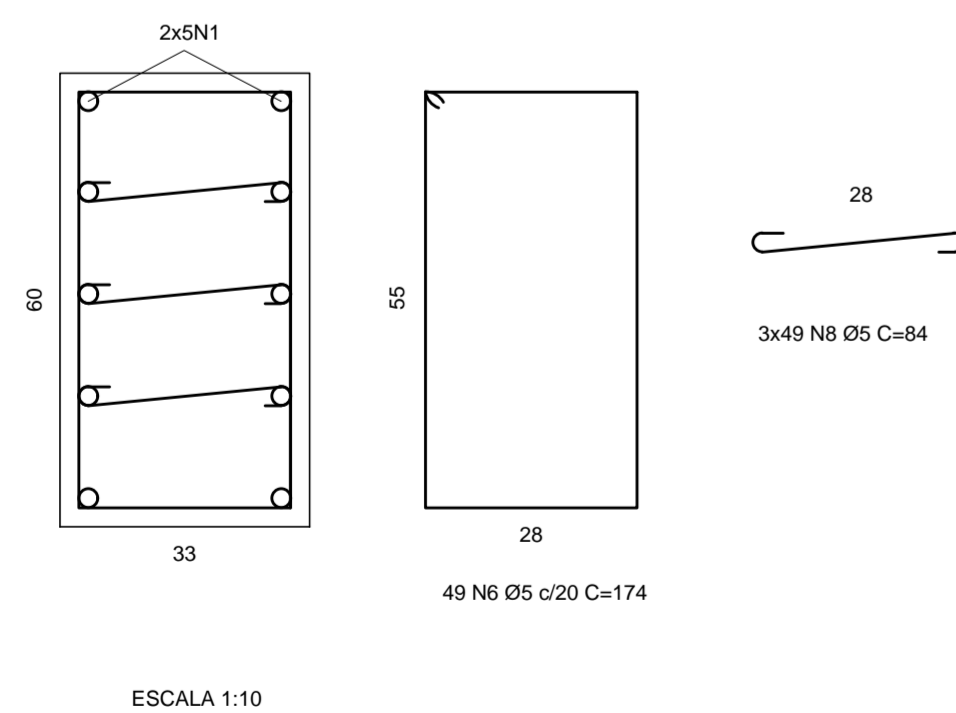
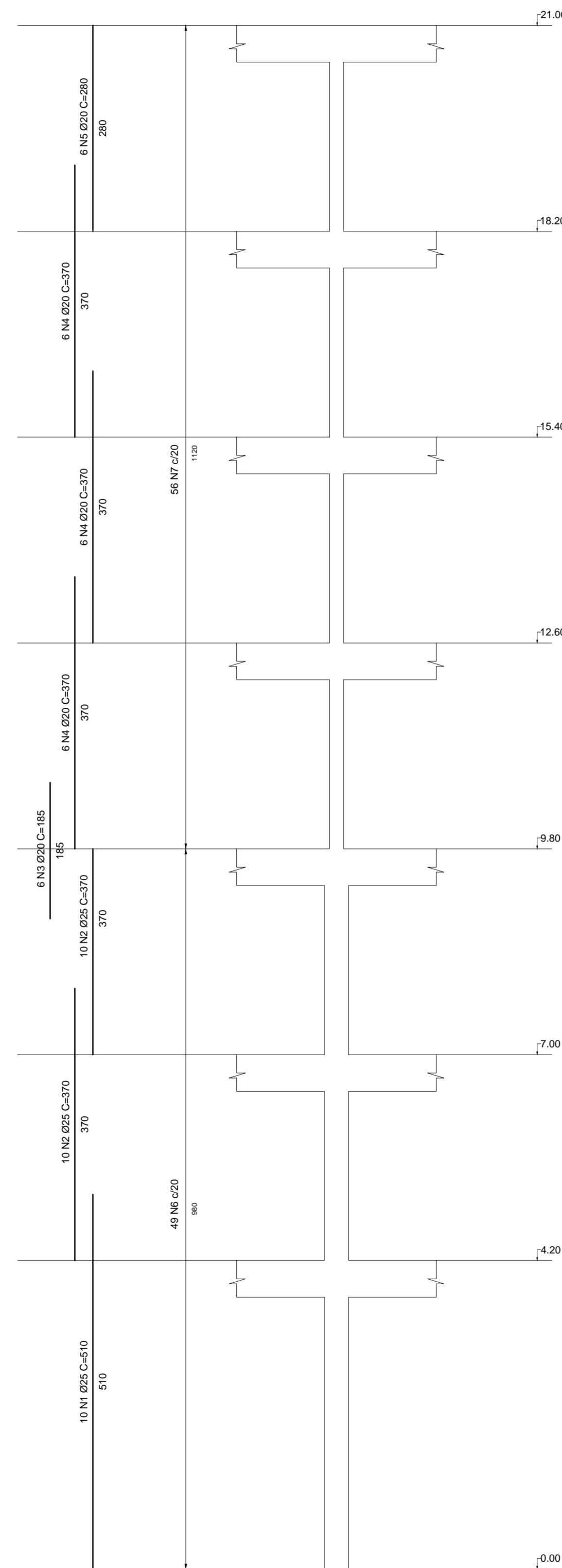
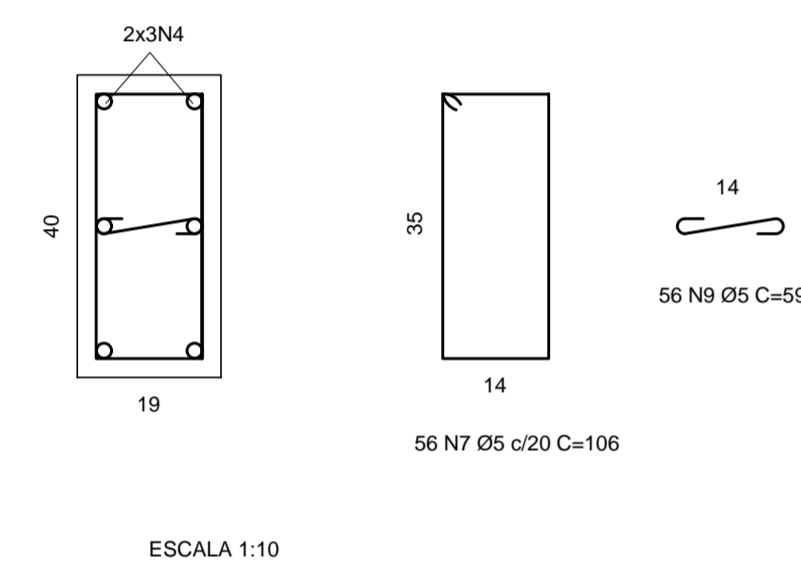
4º pavimento à cobertura.

Pilar	tipo	hx (cm)	hy (cm)	le (Cm)	λx	λy	Nd (kN)	e1x (cm)	e1y (cm)	M1d,min x (kN.m)	M1d,min y (kN.m)	αb x	αb y	M1d,base x (kN.m)	M1d,topo x (kN.m)	M1d,base y (kN.m)	M1d,topo y (kN.m)	λx lim	λy lim	As	taxa armadura
(P5)=P1=P43= P47	canto	19	40	280	51	24	875	4,44	1,42	18,11	23,62	1,00	1,00	38,80	35,00	12,40	11,90	35	35	4 Ø10	0,41%
(P4)=P2=P44= P46	intermediário	19	60	280	51	16	780	3,04	2,19	16,14	25,73	0,40	1,00	23,70	23,70	17,10	17,00	68	64	6 Ø10	0,41%
(P3)=P45	extremidade	19	40	280	51	24	1234	2,58	0,96	25,53	33,30	1,00	1,00	31,80	29,30	11,80	11,50	36	35	6 Ø16	1,59%
P6	canto	19	40	280	51	24	454	5,35	0,48	9,40	12,26	1,00	1,00	24,30	23,40	2,20	2,20	35	35	4 Ø10	0,41%
P7	canto	19	40	280	51	24	113	0,71	1,95	2,34	3,05	1,00	1,00	0,80	0,80	2,20	2,20	35	35	4 Ø10	0,41%
P8	canto	19	40	280	51	24	296	0,27	2,84	6,12	7,98	0,40	1,00	0,80	0,80	8,40	8,10	63	65	4 Ø10	0,41%
(P9) = P11	extremidade	19	40	280	51	24	1127	2,83	0,66	23,32	30,42	1,00	1,00	30,70	31,90	7,30	7,40	35	35	4 Ø16	1,06%
P13	canto	19	40	280	51	24	637	4,46	0,38	13,19	17,20	1,00	1,00	28,40	25,60	2,30	2,40	35	35	4 Ø10	0,41%
(P12) = P10	intermediário	19	60	280	51	16	762	3,11	1,15	15,78	25,15	1,00	1,00	23,70	23,70	8,70	8,80	35	35	6 Ø10	0,41%
(P20)=P16=P29 =P33	extremidade	19	40	280	51	24	1131	4,12	1,30	23,41	30,53	1,00	1,00	46,60	43,20	14,70	14,40	35	35	4 Ø16	1,06%
(P17)=P19=P30 =P32	extremidade	40	19	280	24	51	880	2,14	3,34	23,77	18,22	0,40	0,40	18,80	18,80	29,40	27,20	35	35	4 Ø10	0,41%
(P18)=P31	intermediário	19	40	280	51	24	1357	3,20	0,91	28,10	36,65	1,00	1,00	43,40	40,40	12,30	12,40	35	35	6 Ø20	2,48%
(P21)=P22	extremidade	19	40	280	51	24	766	3,90	0,50	15,86	20,69	1,00	1,00	20,90	29,90	3,80	3,80	35	35	4 Ø10	0,41%
P23	extremidade	19	60	280	51	16	667	0,92	1,49	13,80	22,00	1,00	1,00	6,10	6,10	9,90	9,60	35	35	6 Ø10	0,41%

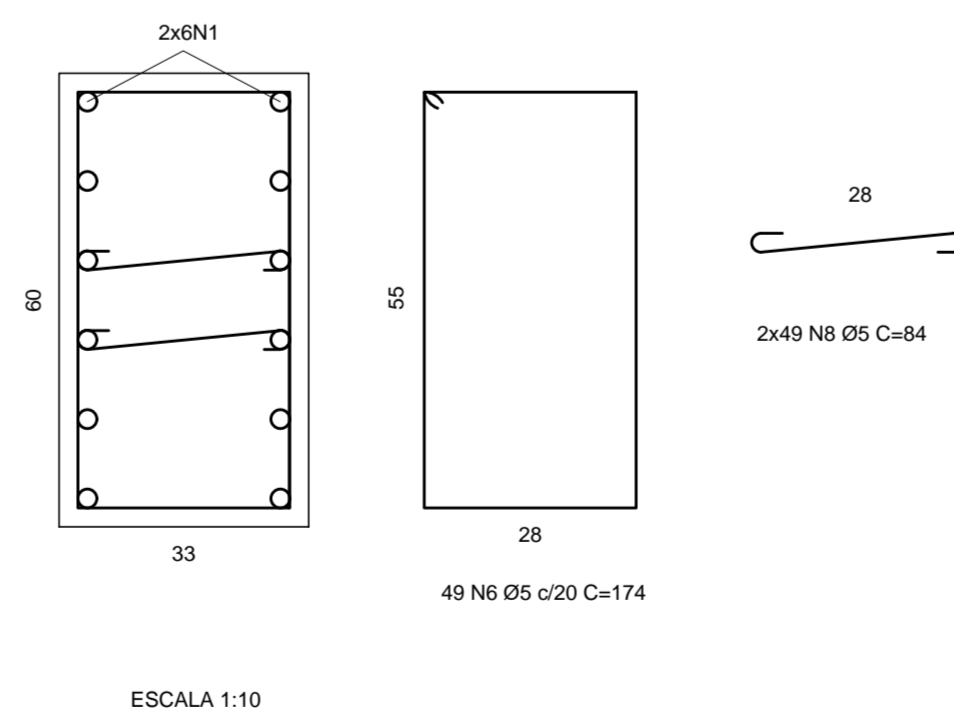
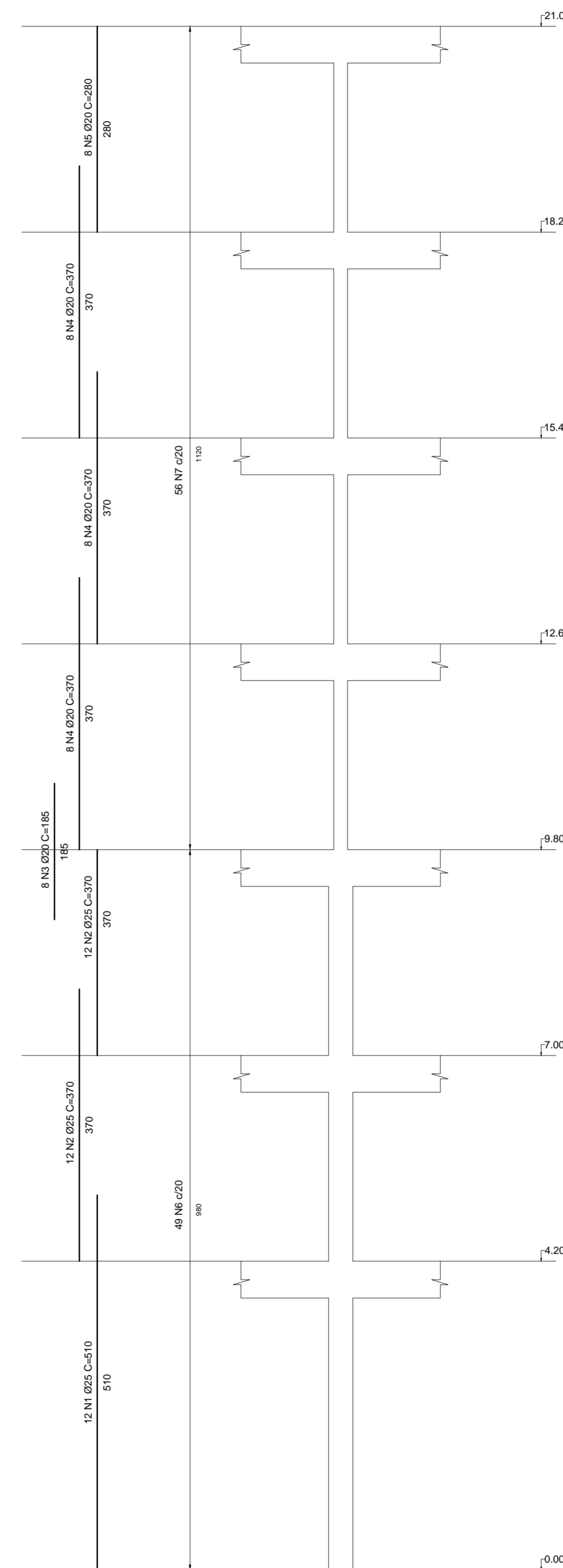
(P27)=P25	extremidade	40	19	280	24	51	846	2,22	2,03	22,85	17,52	1,00	1,00	18,80	18,80	17,20	15,90	35	35	4 Ø10	0,41%
(P24)=P26	intermediário	19	40	280	51	24	1522	3,31	0,45	31,50	41,08	1,00	1,00	38,70	50,30	6,9	6,8	35	35	8 Ø20	3,31%
(P28)=P42	extremidade	19	40	280	51	24	882	3,91	0,03	18,25	23,80	1,00	1,00	34,50	32,00	0,30	0,30	35	35	4 Ø10	0,41%
P34	extremidade	23	40	280	42	24	1846	1,00	0,47	40,44	49,85	1,00	1,00	17,50	18,50	8,60	8,50	35	35	6 Ø20	2,05%
(P35)=P37	intermediário	40	19	280	24	51	1213	0,26	0,68	32,75	25,11	1,00	1,00	3,20	3,20	8,30	8,30	35	35	6 Ø16	1,59%
P36	extremidade	40	23	280	24	42	1777	1,17	0,22	47,97	38,91	1,00	1,00	20,70	20,70	3,90	3,80	35	35	6 Ø20	2,05%
(P41)=P39	extremidade	40	19	280	24	51	831	2,26	1,05	22,43	17,20	1,00	1,00	18,80	18,80	8,40	8,70	35	35	4 Ø10	0,41%
P38	intermediário	23	40	280	42	24	2182	1,70	0,76	47,78	58,91	1,00	1,00	37,00	35,60	16,30	16,50	35	35	10 Ø20	3,41%
(P40)=P42	intermediário	19	40	280	51	24	1189	2,88	0,42	24,61	32,10	1,00	1,00	34,20	17,10	5,00	5,00	35	35	6 Ø16	1,59%
(P48)=P56	canto	19	40	280	51	24	786	3,97	0,83	16,26	21,21	1,00	1,00	31,20	28,70	6,50	6,20	35	35	4 Ø10	0,41%
(P49)=P51	intermediário	19	60	280	51	16	704	2,78	0,88	14,58	23,24	1,00	1,00	19,60	19,60	6,20	6,20	35	35	4 Ø10	0,41%
P50	extremidade	19	40	280	51	24	659	4,13	0,67	13,65	17,80	1,00	1,00	27,20	27,20	4,40	4,30	35	35	4 Ø10	0,41%
(P53)=P55	intermediário	19	60	280	51	16	682	3,48	0,89	14,11	22,50	1,00	1,00	23,70	23,70	6,10	6,10	35	35	6 Ø10	0,41%
(P54)=P52	extremidade	19	40	280	51	24	977	4,32	0,47	20,22	26,37	1,00	1,00	42,20	22,90	4,60	4,50	35	35	4 Ø10	0,41%
(P59)=P57	extremidade	19	40	280	51	24	1126	3,42	1,84	23,30	30,39	1,00	1,00	36,90	38,50	20,70	20,70	35	35	6 Ø16	1,59%
P58	extremidade	19	40	280	51	24	259	11,3	7,98	5,37	7,00	0,40	0,40	29,30	29,30	20,70	20,70	81	69	4 Ø10	0,41%

APÊNDICE K

P18 19x40 / 33x60
ESCALA 1:50



P24 19x40 / 33x60
ESCALA 1:50



Pilar	Posição	Aço	Bitola (mm)	Quant.	Comprimento (cm)		Peso (kg)
					Unit.	Total	
P18	N1	CA50	25	10	510	5100	196,52
	N2	CA50	25	20	370	7400	285,15
	N3	CA50	20	6	185	1110	27,37
	N4	CA50	20	18	370	6660	164,25
	N5	CA50	20	6	280	1680	41,43
	N6	CA60	5	49	174	8526	13,14
	N7	CA60	5	56	106	5936	9,15
	N8	CA60	5	147	84	12348	19,03
	N9	CA60	5	56	59	3304	5,09
P24	N1	CA50	25	12	510	6120	235,83
	N2	CA50	25	24	370	8880	342,18
	N3	CA50	20	8	185	1480	36,50
	N4	CA50	20	24	370	8880	218,99
	N5	CA50	20	8	280	2240	55,24
	N6	CA60	5	49	174	8526	13,14
	N7	CA60	5	56	106	5936	9,15
	N8	CA60	5	98	84	8232	12,69
	N9	CA60	5	112	59	6608	10,19

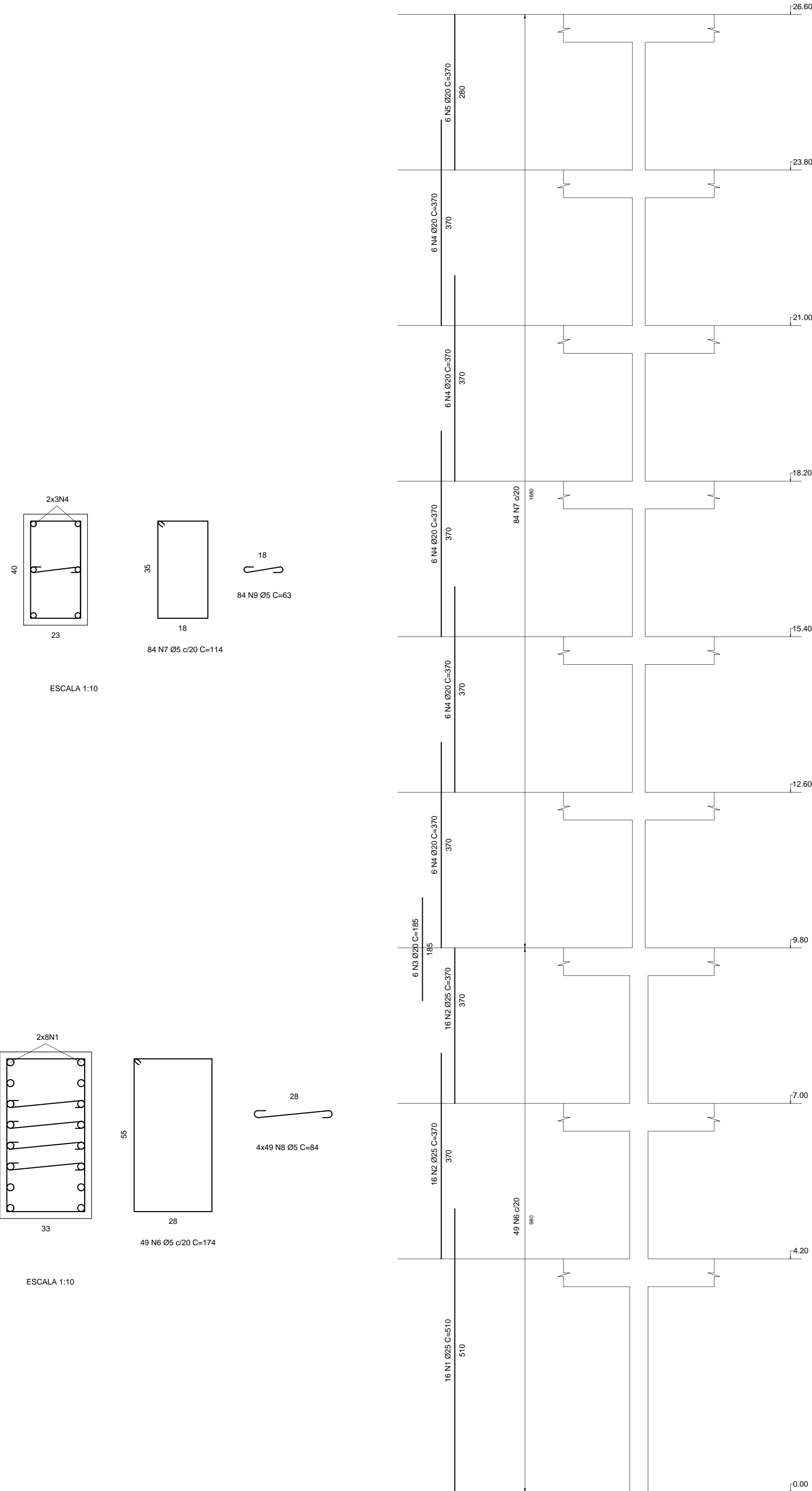
RESUMO AÇO ARMADURA PILARES				
Aço	Bitola	Comp. Total (m)	Peso+10% (Kg)	TOTAL (Kg)
CA60	Φ5	594,16	91,58	91,58
CA50	Φ20	220,5	543,79	1603,46
	Φ25	275	1059,67	

- NOTAS**
- 1- DIMENSÕES, ELEVAÇÕES E MEDIDAS EM CENTÍMETROS(CONCRETO) (AÇO) BITOLAS EM MM.
 - 2- CONCRETO ESTRUTURAL:
RESISTÊNCIA = fck >= 25 MPa
FATOR AGUA-CEMENTO MÁXIMO EM MASSA = a/c < 0,60
DIÂMETRO MÁXIMO DO AGREGADO = 19,0 mm (BRITA Nº1).
 - 3- AÇO DA ARMADURA:
Ø 6,3mm = CA-50; fyk = 500 MPa.
Ø 5,0mm = CA-60; fyk = 600 MPa.
 - 4- COBRIMENTO DAS ARMADURAS:
VIGAS E PILARES = 2,5 cm.
LAJES = 3,0 cm.
 - 5- AS FORMAS DEVEM ESTAR TOTALMENTE LIMPAS E SATURADAS COM ÁGUA ANTES DA CONCRETAGEM.
 - 6- PREVER CONTROLE RIGOROSO DAS DIMENSÕES DAS PEÇAS.

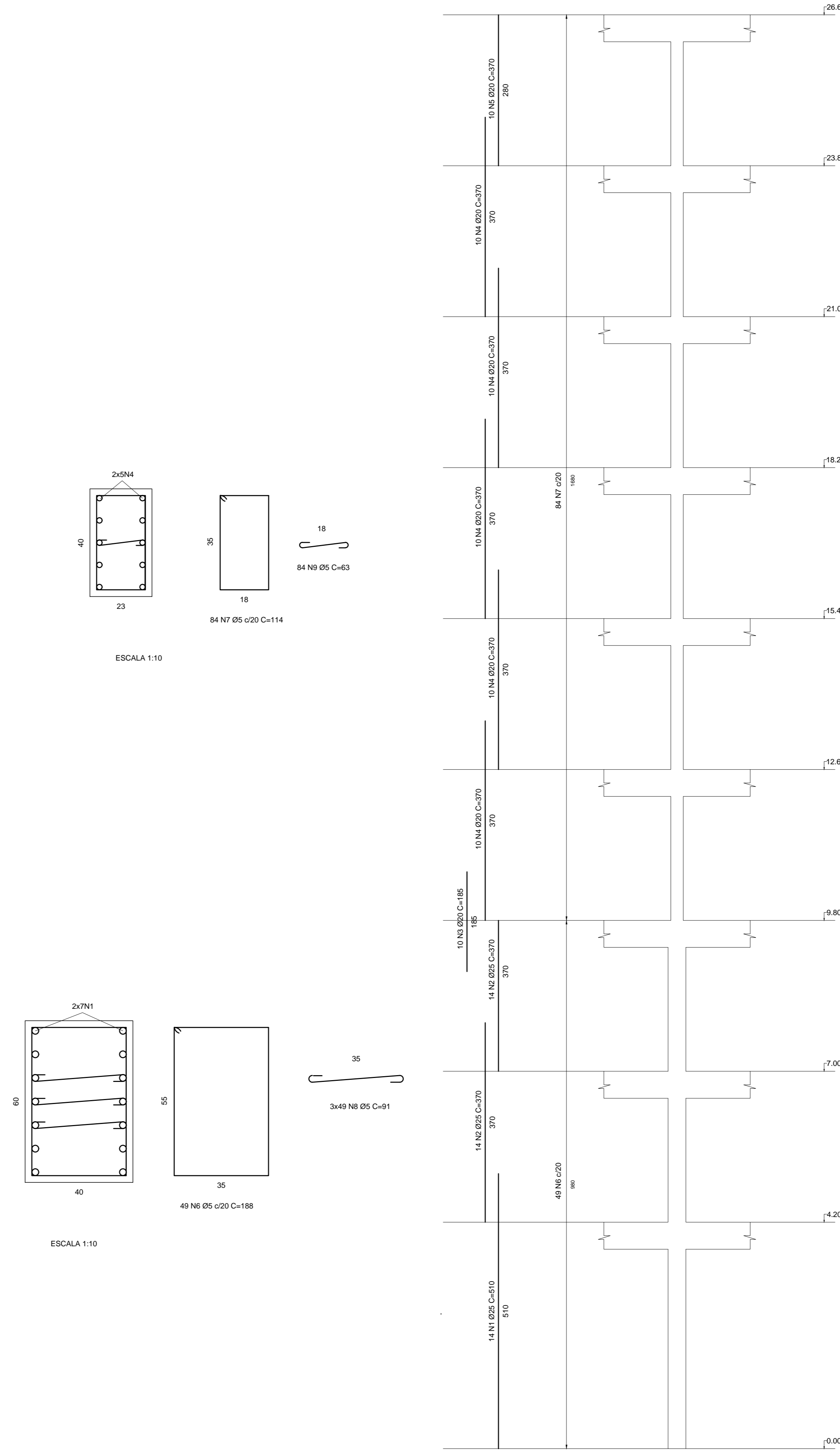
APÊNDICE K		FOLHA
		AP-K_01_02
LOCAL	RUA SÃO MANOEL, 530 - RIO BRANCO, PORTO ALEGRE RS	
OBRA	APART-HOTEL	DATA
PRANCHA	DETALHAMENTO PILARES P18 E P24	DIM
AUTOR	GABRIELA ATIENSE PEREIRA ORIO RECHE	ESC
ORIENTADOR	ROBERTO DOMINGO RIOS	ARQUIVO
		DETALHAMENTO PILARES

APÊNDICE K

P34 23x40 / 33x60
ESCALA 1:50



P38 23x40 / 40x60
ESCALA 1:50



Pilar	Posição	Aço	Bitola (mm)	Quant.	Comprimento (cm)		Peso (kg)
					Unit.	Total	
P34	N1	CA50	25	16	510	8160	314,43
	N2	CA50	25	32	370	11840	456,24
	N3	CA50	20	6	185	1110	27,37
	N4	CA50	20	30	370	11100	273,74
	N5	CA50	20	6	280	1680	41,43
	N6	CA60	5	49	174	8526	13,14
	N7	CA60	5	84	114	9576	14,76
	N8	CA60	5	196	84	16464	25,38
	N9	CA60	5	84	63	5292	8,16
P38	N1	CA50	25	14	510	7140	275,13
	N2	CA50	25	28	370	10360	399,21
	N3	CA50	20	10	185	1850	45,62
	N4	CA50	20	50	370	18500	456,24
	N5	CA50	20	10	280	2800	69,05
	N6	CA60	5	49	188	9212	14,20
	N7	CA60	5	84	114	9576	14,76
	N8	CA60	5	147	91	13377	20,62
	N9	CA60	5	84	63	5292	8,16

RESUMO AÇO ARMADURA PILARES				
Aço	Bitola	Comp. Total (m)	Peso+10% (Kg)	TOTAL (Kg)
CA60	Ø5	1066,17	119,17	119,17
CA50	Ø20	496,4	913,46	2358,47
	Ø25	525	1445,01	

- NOTAS**
- 1- DIMENSÕES, ELEVACIONES E MEDIDAS EM CENTÍMETROS (CONCRETO);
 - 2- AÇO: BITOLAS EM MM.
CONCRETO ESTRUTURAL:
RESISTÊNCIA = f_{cd} = 35 MPa
FATOR AGUA-CEMENTO MÁXIMO EM MASSA = w/c = 0,40
DIÂMETRO MÁXIMO DO AGREGADO = 19,0 mm (BITA Nº1)
 - 3- AÇO DA ARMADURA:
Ø 8,30mm = CA-50; Ø4 = 500 MPa
Ø 5,00mm = CA-60; Ø4 = 600 MPa
4- COBRIMENTO DAS ARMADURAS:
VIGAS E PILARES = 2,5 cm.
LAJES = 2,0 cm
 - 5- AS FORMAS DEVEM ESTAR TOTALMENTE LIMPAS E SATURADAS COM ÁGUA ANTES DA CONCRETAGEM.
 - 6- PREVER CONTROLE RIGOROSO DAS DIMENSÕES DAS PEÇAS.

APÊNDICE K		FOLHA
		AP-K_02_02
LOCAL	RUA SÃO MANOEL, 531 - RIO BRANCO, PORTO ALEGRE RS	DATA
OBRA	APART-HOTEL	16 DEZ 2020
PRANCHA	DETALHAMENTO PILARES P34 E P38	DM
AUTOR	GABRIELA ARIENSE PEREIRA ORIO RECHE	ESC
ORIENTADOR	ROBERTO DOMINGO RIOS	1/50 E 1/10
		AROUND
		DETALHAMENTO PLANES