

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

**Gabriel Kuhn Pohren**

**PROJETO DE UM EDIFÍCIO HOTEL DE 12 ANDARES EM CONCRETO  
ARMADO COM A UTILIZAÇÃO DO SOFTWARE TQS**

Porto Alegre  
abril de 2023

GABRIEL KUHN POHREN

**PROJETO DE UM EDIFÍCIO HOTEL DE 12 ANDARES EM  
CONCRETO ARMADO COM A UTILIZAÇÃO DO SOFTWARE  
TQS**

Trabalho de Conclusão de Curso 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: Alexandre Rodrigues Pacheco**

Porto Alegre  
abril de 2023

**GABRIEL KUHN POHREN**

**PROJETO DE UM EDIFÍCIO HOTEL DE 12 ANDARES EM  
CONCRETO ARMADO COM A UTILIZAÇÃO DO SOFTWARE  
TQS**

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

Porto Alegre, abril de 2023

Prof. Alexandre Rodrigues Pacheco (UFRGS)  
PhD pela The Pennsylvania State University, PA (EUA)  
Orientador

**BANCA EXAMINADORA**

Prof. Alexandre Rodrigues Pacheco (UFRGS)  
PhD pela The Pennsylvania State University, PA (EUA)

Prof.<sup>a</sup> Paula Manica Lazzari (UFRGS)  
Dr.<sup>a</sup> pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS

Prof.<sup>a</sup> Bruna Manica Lazzari (PUCRS)  
Dr.<sup>a</sup> pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS

À minha família que sempre acreditou em mim e me deu todo o suporte e motivação necessários.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente à minha família. Meus pais, Luiz e Lenita, que me deram a base de tudo que conquistei, minha irmã Luísa, que é um exemplo de determinação e disciplina para mim. Aos meus outros familiares, que sempre torceram por mim desde o início na faculdade, em especial minha avó Alzira.

A todos os meus professores que, de uma forma ou de outra, ajudaram a plantar em mim a semente do conhecimento, que certamente irá florescer pelo resto da minha vida. Em especial ao prof. Alexandre Pacheco, orientador deste trabalho, pela disposição, atenciosidade e paciência.

Por fim, à faculdade de Engenharia Civil da UFRGS, que proporcionou a infraestrutura e a excelência que contribuíram muito para minha formação profissional e pessoal.

## RESUMO

Este trabalho consiste na elaboração do projeto estrutural de um edifício hotel de 12 pavimentos em concreto armado, desenvolvido a partir de plantas arquitetônicas em fase de estudo preliminar. O projeto é elaborado contemplando desde a etapa de concepção estrutural, que deve ser feita de maneira a respeitar o desenho projetivo proposto pela arquitetura e, ao mesmo tempo, garantir uma estrutura segura e confortável aos usuários, até a etapa de produção das pranchas de detalhamento, que devem ser feitas da forma mais clara e detalhada possível para garantir a correta execução na obra. O trabalho também contempla as etapas de lançamento, dimensionamento e verificação dos elementos estruturais de concreto armado. Para esta tarefa foi utilizado o software TQS, que é um programa especializado em projetos estruturais em concreto armado e é referência no mercado brasileiro pela sua eficiência e riqueza de recursos. Além da produção das plantas de detalhamento, outro objetivo do trabalho é a integração com plataforma BIM (Building Information Modeling) através da geração de um arquivo de modelo 3D da edificação.

**Palavras-chave:** projeto estrutural; concreto armado; edifício hotel; TQS; BIM

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Ilustração do edifício em estudo. ....	16
Figura 2 – Planta baixa do pavimento tipo. ....	17
Figura 3 – Modelo esquemático do edifício. ....	17
Figura 4 – Concepção preliminar da estrutura .....	18
Figura 5 – Concepção preliminar da estrutura. Em destaque a região à esquerda do prédio. ....	19
Figura 6 – Modelo de cálculo escolhido no TQS. ....	20
Figura 7 – Corte arquitetônico do edifício. ....	20
Figura 8 – Entrada de dados dos pavimentos no TQS. Fonte: Autor, 2023) ...	21
Figura 9 – Critério de separação de modelos para ELU e ELS. ....	21
Figura 10 – Critério da consideração da rigidez à torção das vigas. ....	22
Figura 11 – Critério de multiplicador para deformação lenta. ....	22
Figura 12 – Modelador estrutural do TQS. Em cinza a planta arquitetônica inserida como referência externa. ....	23
Figura 13 – Inserção de pilares no modelador estrutural do TQS. ....	23
Figura 14 – Inserção das vigas e lajes no modelador estrutural do TQS. ....	24
Figura 15 – Lançamento preliminar do pavimento tipo. (Fonte: Autor,2023) ...	24
Figura 16 – Lançamento preliminar do pavimento tipo com a presença da junta de dilatação. ....	25
Figura 17 – Corte arquitetônico, em destaque a posição do forro. ....	26
Figura 18 – Pavimento Tipo com as áreas de influência de pilares. ....	27
Figura 19 – Pavimento tipo com as áreas de influência de pilares, destaque para a região esquerda do prédio. ....	27
Figura 20 – Pavimento tipo com lajes, vigas e pilares pré-dimensionados no modelador do TQS .....	28
Figura 21 – Modelo 3D do pavimento tipo lançado no TQS. ....	29
Figura 22 – Arquitetura do 2º Pavimento. ....	29
Figura 23 – Concepção do 2º pavimento. ....	30
Figura 24 – Modelo 3D do 2º pavimento lançado no TQS. ....	30
Figura 25 – Arquitetura da Cobertura .....	31
Figura 26 – Concepção da cobertura. ....	31
Figura 27 – Concepção da cobertura da área técnica e cobertura dos elevadores .....	32
Figura 28 – Modelo 3D da cobertura lançada no TQS. ....	32
Figura 29 – Planta arquitetônica, destaque para uma das escadas. ....	33
Figura 30 – Escada lançada no TQS, destaque para os apoios de patamares .....	34
Figura 31 – Modelo 3D do edifício lançado no TQS. ....	34
Figura 32 – Laje L6, destaque para o carregamento distribuído lançado. ....	37
Figura 33 – Cargas lineares lançadas no pavimento tipo. ....	37
Figura 34 – Corte esquemático de um lance de escada. ....	38

Figura 35 – Cargas da escada lançadas no TQS. ....	39
Figura 36 – Planta arquitetônica – reservatórios na cobertura. ....	39
Figura 37 – Carga dos reservatórios lançada no TQS. ....	40
Figura 38 – Charneiras plásticas do pavimento tipo, gerado pelo TQS. ....	40
Figura 39 – Entrada de dados de vento no TQS. ....	42
Figura 40 – Modelo de grelha do pavimento tipo no TQS. ....	43
Figura 41 – Deformação limite para lajes. ....	44
Figura 42 – Isopletas de deformações do pavimento tipo, no modelo de grelha. ....	44
.....	
Figura 43 – Isopletas de deformação do 2º pavimento, no modelo de grelha. ....	46
Figura 44 – Isopletas de deformação da cobertura, no modelo de grelha. ....	46
Figura 45 – Resultados do parâmetro $\gamma_z$ . ....	49
Figura 46 – Resultados do parâmetro $FAV_t$ . ....	50
Figura 47 – Resultados de deslocamentos no topo do edifício. ....	50
Figura 48 – Trecho do relatório “Resumo do detalhamento”, gerado pelo TQS. ....	51
.....	
Figura 49 – Informações do pilar P20, em destaque os lances com taxa de armadura insatisfatória. ....	52
Figura 50 – Cálculo do P20, lance 1. ....	52
Figura 51 – Casos de carregamento considerados para o lance do P20. ....	53
Figura 52 – Exemplo da divisão dos trechos de viga em 12 seções, feita pelo TQS. ....	54
Figura 53 – Exemplo de envoltória de momento fletor, em vermelho, e esforço cortante, em azul. ....	54
Figura 54 – Exemplo de armadura gerada pelo TQS com os esforços da envoltória. ....	55
Figura 55 – Ferramenta edição rápida de armaduras de vigas. ....	56
Figura 56 – Posição das vigas V12, V13, V14 e V19. ....	56
Figura 57 – Armadura excessiva na região do apoio central. ....	57
Figura 58 – Modelo de pórtico do TQS. ....	57
Figura 59 – Pórtico da viga V13, com diagrama de momentos das cargas verticais e de vento. ....	58
Figura 60 – Diagrama de momento fletor nas lajes. ....	59
Figura 61 – Faixa de armadura gerada pelo TQS para a L3. ....	59
Figura 62 – Utilização da calculadora de flexão simples do TQS para verificação. ....	60
.....	
Figura 63 – Armaduras das lajes geradas pelo TQS. ....	61
Figura 64 – Modelo 3D do edifício, aberto em um visualizador de arquivo “.ifc”. ....	62
.....	
Figura 65 – Identificação dos elementos no modelo 3D. ....	62



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Parâmetros iniciais de projeto. ....	15
Tabela 2 – Parâmetros do concreto. ....	15
Tabela 3 – Parâmetros do aço. ....	15
Tabela 4 – Cargas nas lajes – Pavimento tipo e 2º Pavimento. ....	35
Tabela 5 – Cargas nas lajes – Cobertura ....	35
Tabela 6 – Cargas de vedação. ....	36
Tabela 7 – Verificação das deformações das lajes – Pavimento Tipo ....	45

## LISTA DE SÍMBOLOS

$f_{ck}$ : resistência característica à compressão do concreto

$\nu$ : coeficiente de Poisson

$\alpha_e$ : coeficiente do tipo de agregado

$E_{ci}$ : módulo de elasticidade inicial do concreto

$E_{cs}$ : módulo de elasticidade secante do concreto

$E_s$ : módulo de elasticidade do aço

$H$ : altura estimada da viga

$l$ : maior vão da viga

$A_c$ : área da seção transversal

$N_d$ : carregamento de cálculo do pilar

$\gamma_{corr}$ : fator de correção

$\sigma_{id}$ : tensão de cálculo ideal do concreto

$\rho$ : taxa de armadura

$f_{cd}$ : resistência de cálculo do concreto

$f_{sd}$ : resistência de cálculo do aço para deformação de 0,2%

$A_i$ : área de influência do pilar do pavimento tipo

$q_T$ : carga do pavimento tipo por unidade de área

$q_C$ : carga do telhado por unidade de área

$n_p$ : número de pavimentos tipo

$\gamma_n$ : coeficiente de majoração da carga

$R_e$ : reação do lance de escada, por metro

$q_e$ : carga distribuída no lance de escada

$L$ : vão do lance de escada

$\frac{F}{A}$ : pressão devida ao vento

$q$ : pressão dinâmica do vento

$C_a$ : coeficiente de arrasto

$V_k$ : velocidade característica do vento

$V_0$ : velocidade básica do vento

$S_1$ : fator topográfico

$S_2$ : fator de rugosidade do terreno e dimensões da edificação

$S_3$ : fator estatístico

$C_{ax}$ : coeficiente de arrasto na direção  $x$   
 $C_{ay}$ : coeficiente de arrasto na direção  $y$   
 $CQPerm$ : combinação quase permanente  
 $F_g$ : carga permanente  
 $F_q$ : carga acidental  
 $\psi_2$ : fator de redução para ELS  
 $\gamma_z$ : parâmetro de estabilidade global  
 $ELU$ : estado limite último  
 $ELS$ : estado limite de serviço  
 $BIM$ : *building information modeling*

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>2</b>	<b>DIRETRIZES DO TRABALHO .....</b>	<b>14</b>
2.1	OBJETIVO .....	14
2.2	PREMISSAS .....	14
2.3	LIMITAÇÕES .....	14
2.4	PARÂMETROS DE PROJETO E MATERIAIS .....	15
<b>3</b>	<b>DESCRIÇÃO DO EDIFÍCIO .....</b>	<b>16</b>
<b>4</b>	<b>CONCEPÇÃO ESTRUTURAL.....</b>	<b>18</b>
4.1	criação do projeto no TQS .....	19
4.2	lançamento da estrutura no TQS .....	22
4.3	pré-dimensionamento dos elementos.....	25
4.4	lançamento dos demais pavimentos .....	29
4.5	lançamento das escadas .....	32
<b>5</b>	<b>CARGAS ATUANTES.....</b>	<b>35</b>
5.1	Cargas verticais.....	35
5.2	Cargas de vento .....	40
<b>6</b>	<b>VERIFICAÇÃO DAS DEFORMAÇÕES DAS LAJES.....</b>	<b>43</b>
6.1	Pavimento tipo .....	44
6.2	2º Pavimento .....	45
6.3	COBERTURA .....	46
<b>7</b>	<b>PROCESSAMENTO GLOBAL E ANÁLISE DOS RESULTADOS.....</b>	<b>47</b>
7.1	Estabilidade global.....	48
7.2	PILARES .....	51
7.3	VIGAS .....	54
7.4	LAJES .....	58
<b>8</b>	<b>INTEGRAÇÃO COM PLATAFORMA BIM .....</b>	<b>61</b>
<b>9</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>63</b>
<b>10</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>64</b>
	<b>ANEXO A – PLANTAS ARQUITETÔNICAS.....</b>	<b>65</b>
	<b>ANEXO B – QR CODE PARA VISUALIZAÇÃO DO MODELO 3D.....</b>	<b>69</b>
	<b>APÊNDICE A – PRANCHAS DE DETALHAMENTO.....</b>	<b>71</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A elaboração de um projeto estrutural é uma tarefa que proporciona inúmeros desafios e envolve grandes responsabilidades. O profissional que pretende realizar esta tarefa de forma adequada deve possuir uma base sólida de conhecimento, tanto teórico quanto prático, além de habilidades essenciais para a atuação do engenheiro estrutural, como a capacidade de conceber soluções estruturais que sejam seguras, funcionais, duráveis e otimizadas. Essas habilidades são adquiridas durante a formação, e aperfeiçoadas através da experiência e prática ao longo da carreira do engenheiro.

Entretanto, devido a competitividade e a dinâmica da área da construção civil na atualidade, surge uma nova virtude de grande importância para o profissional de engenharia, que é a capacidade de fazer projetos de forma rápida, ágil e integrada às tecnologias usadas no mercado. Isso só é possível com o uso proficiente de softwares que permitem a sistematização do processo de cálculo, análise e dimensionamento para estruturas de concreto armado, tarefas essas que se realizadas de outra forma seriam extremamente demoradas ou inviáveis. Vale ressaltar que é de responsabilidade do engenheiro o lançamento correto do modelo estrutural, bem como as demais decisões de projeto, sendo o software apenas uma ferramenta para ajudar o engenheiro com tarefas que seriam muito complicadas de fazer a mão.

Neste contexto, este trabalho visa, através da elaboração de um projeto estrutural de um edifício hotel de 12 pavimentos, integrar o desenvolvimento destas habilidades, intrínsecas à atuação do engenheiro civil no mercado atual, com os conhecimentos teóricos obtidos ao longo da formação acadêmica. O software a ser utilizado é o TQS, que é referência na área de estruturas de concreto armado pela sua riqueza de recursos e eficiência.

## **2 DIRETRIZES DO TRABALHO**

### **2.1 OBJETIVO**

O trabalho tem como principal objetivo o dimensionamento da estrutura em concreto armado para um edifício hotel de 12 pavimentos utilizando o software TQS. Desde a concepção do modelo, aplicação das cargas e geração das pranchas de armaduras. Será também produzido um arquivo de modelo 3D, no formato “.ifc”, para que o projeto também seja integrado ao BIM.

### **2.2 PREMISSAS**

Seguir à risca as prescrições descritas nas seguintes normas:

- a) NBR – 6118:2014; Projeto de estruturas de concreto: procedimento;
- b) NBR – 6120:2019; Ações para o cálculo de estruturas de edificações;
- c) NBR – 6123:1988; Forças devidas ao vento em edificações;

### **2.3 LIMITAÇÕES**

- a) Não serão dimensionados os elementos de fundação;
- b) Não será dimensionado o pavimento subsolo da edificação;

## 2.4 PARÂMETROS DE PROJETO E MATERIAIS

As tabelas a seguir apresentam os parâmetros iniciais de projeto e dos materiais adotados:

Tabela 1 – Parâmetros iniciais de projeto. (Fonte: Autor, 2023)

Parâmetros iniciais de Projeto	
Parâmetro	Valor
Classe de Agressividade Ambiental	I
Cobrimento de lajes	2,5 cm
Cobrimento de vigas/pilares	2,5 cm
Cobrimento de elementos estruturais em contato com o solo	3 cm

Tabela 2 – Parâmetros do concreto. (Fonte: Autor, 2023)

Parâmetros de material: Concreto	
Parâmetro	Valor
Resistência característica à compressão ( $f_{ck}$ )	35 MPa
Coefficiente de Poisson ( $\nu$ )	0,2
Coefficiente do tipo de agregado ( $\alpha_e$ )	1
Módulo de elasticidade inicial ( $E_{ci}$ )	33 GPa
Módulo de elasticidade secante ( $E_{cs}$ )	29 GPa
Massa específica	25 kN/m <sup>3</sup>

Tabela 3 – Parâmetros do aço. (Fonte: Autor, 2023)

Parâmetros de material: Aço	
Parâmetro	Valor
Tipos de barra	CA-50 e CA-60
Módulo de elasticidade ( $E_s$ )	200 GPa
Tensão de escoamento característico do aço CA-50	500 MPa
Tensão de escoamento característico do aço CA-60	600 MPa
Massa específica	7800 kg/m <sup>3</sup>

### 3 DESCRIÇÃO DO EDIFÍCIO

A edificação é um hotel de 12 pavimentos, localizado na avenida Dr. Timóteo, em Porto Alegre. São características da torre:

- a) É composta por 1 pavimento térreo, 1 pavimento de transição (2º pavimento), 11 pavimentos tipo e 1 cobertura.
- b) Possui 36,33 m de altura (do piso térreo ao piso da cobertura).
- c) Tem dimensões em planta baixa de aproximadamente 46,4m x 11m.
- d) Pé direito de 2,78 m(piso a piso) entre pavimentos tipo.
- e) As plantas arquitetônicas estão em fase de estudo preliminar, não estando compatibilizadas com outros projetos.



Figura 1 – Ilustração do edifício em estudo. (Fonte: OSPA, 2019)





Figura 2 – Planta baixa do pavimento tipo. (Fonte: OSPA, 2019)



Figura 3 – Modelo esquemático do edifício. (Fonte: OSPA, 2019)

## 4 CONCEPÇÃO ESTRUTURAL

Em linhas gerais, a concepção estrutural consiste nas seguintes etapas:

- Definição de materiais a serem empregados, bem como os parâmetros iniciais de projeto;
- Definição da disposição dos elementos estruturais junto ao projeto arquitetônico;
- Pré-dimensionamento dos elementos estruturais;
- Definição das cargas que atuarão sobre a estrutura;

Estando definidos os materiais e parâmetros no item 2.4, parte-se para a disposição dos elementos.

É possível fazer uma definição preliminar da estrutura analisando a planta arquitetônica. Primeiramente foram traçadas linhas horizontais e verticais sobre a planta baixa da torre para uma definição prévia da posição das vigas. No cruzamento de uma linha horizontal com uma vertical foi colocado um pilar. Na medida do possível, as vigas foram posicionadas sobre divisórias de ambiente ou sobre alvenarias. Tentou-se também evitar vãos entre pilares maiores 7 m.

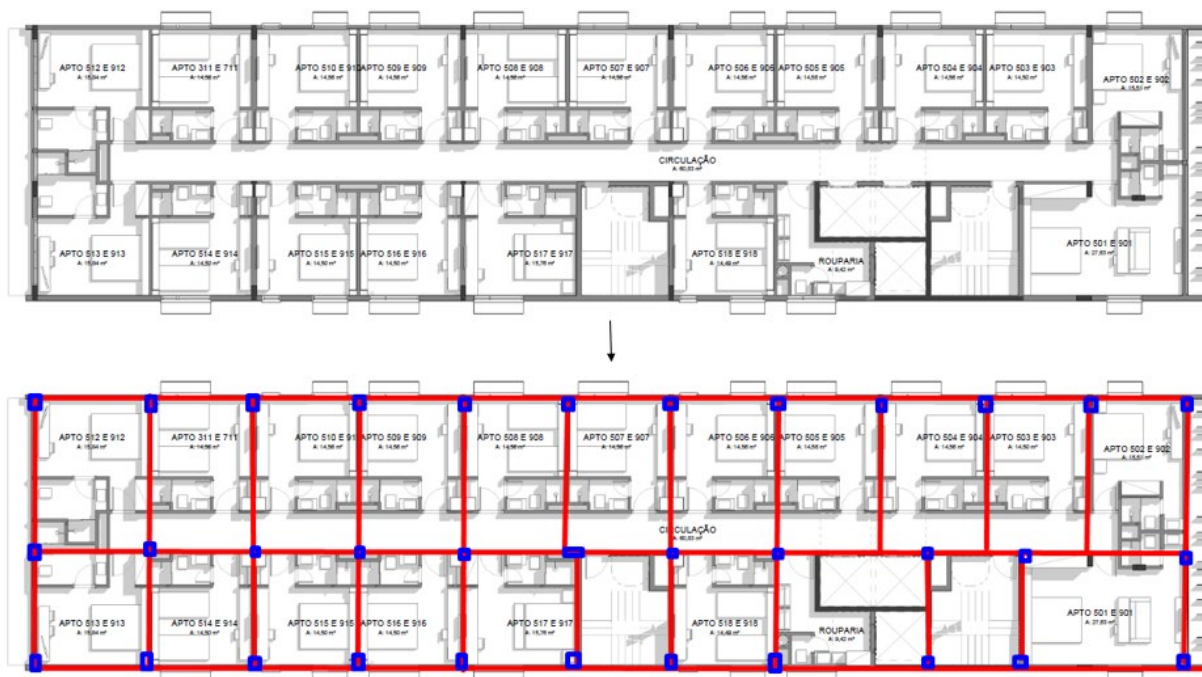


Figura 4 – Concepção preliminar da estrutura (Fonte: Autor, 2023)



Figura 5 – Conceção preliminar da estrutura. Em destaque a região à esquerda do prédio. (Fonte: Autor, 2023)

Partindo dessa concepção inicial, foi feito o lançamento no *software* TQS, que conta com uma interface gráfica e ferramentas que facilitam consideravelmente as etapas subsequentes da concepção estrutural.

#### 4.1 CRIAÇÃO DO PROJETO NO TQS

Para criar um novo projeto no TQS é necessária a entrada de alguns dados e critérios de projeto. A seguir estão listados os mais importantes:

a) Modelo estrutural do edifício:

O TQS dispõe de dois modelos de cálculo. O modelo IV considera que a estrutura é formada por pórticos compostos por barras que simulam apenas vigas e pilares, já o modelo VI considera que as lajes também fazem parte dos pórticos e, dessa forma, contribuem para a resistência aos esforços do vento e para a estabilidade global da estrutura.

O modelo escolhido para o trabalho foi o modelo IV. Este modelo permite fazer a análise das lajes de forma independente das vigas e pilares através do modelo de grelha de cada pavimento, além de atuar a favor da segurança no quesito de estabilidade global e de resistência às cargas horizontais de vento.

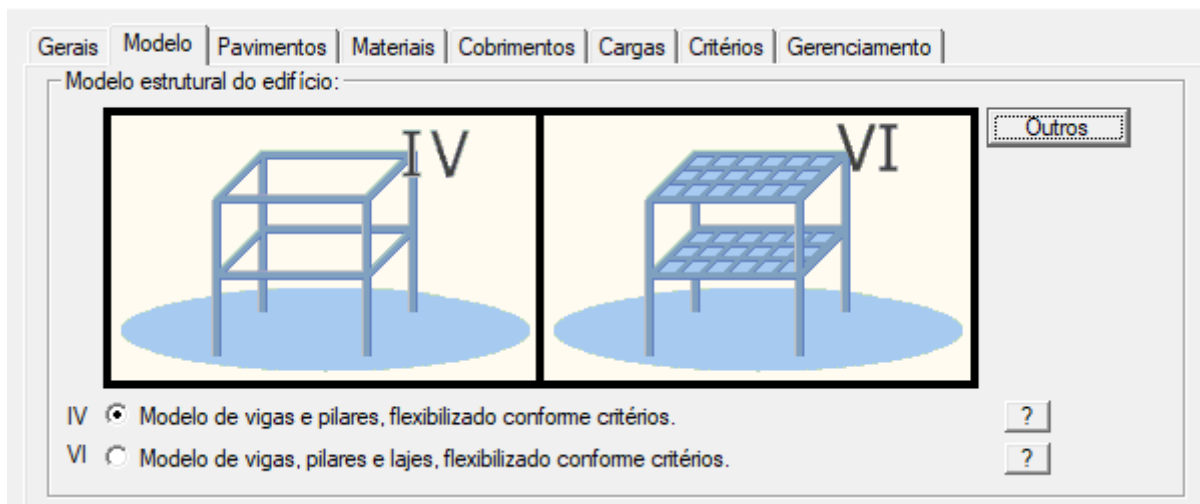


Figura 6 – Modelo de cálculo escolhido no TQS. (Fonte: Autor, 2023)

b) Pavimentos e pés-direitos:

Foram adicionados os dados referentes ao nº de pavimentos e aos respectivos pés-direitos. Essas informações podem ser extraídas da planta de corte arquitetônico. Além do térreo, 2º pavimento, pavimento tipo e cobertura, também foram lançados os pavimentos de cobertura dos elevadores e cobertura da casa de máquinas.

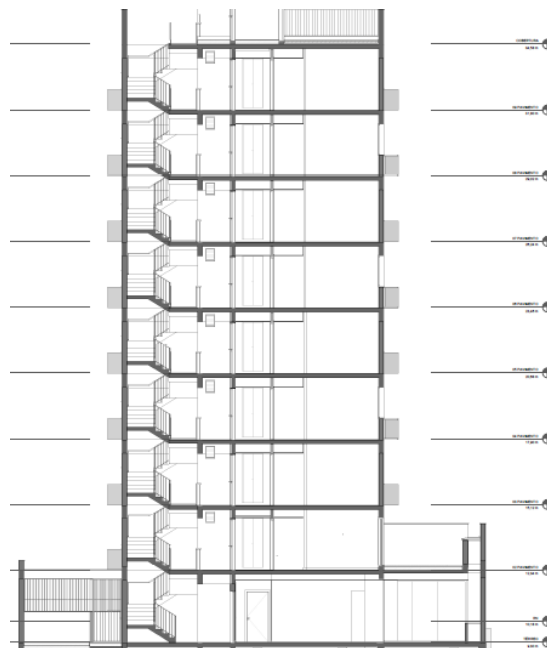


Figura 7 – Corte arquitetônico do edifício. (Fonte: OSPA, 2019)

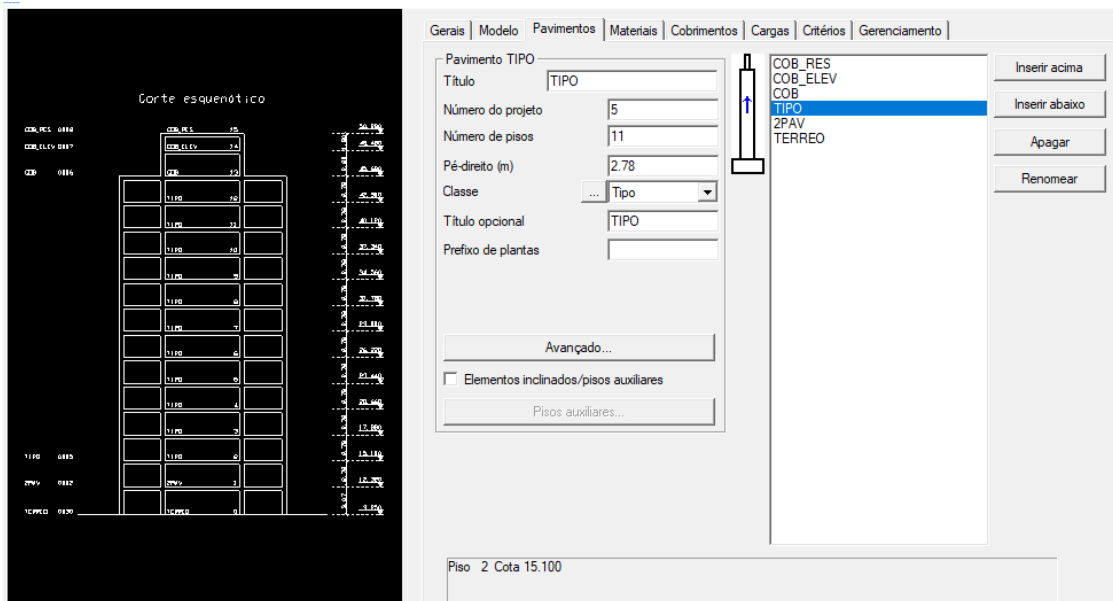


Figura 8 – Entrada de dados dos pavimentos no TQS. Fonte: Autor, 2023)

c) Outros critérios relevantes:

- Separação de modelos para ELU e ELS:

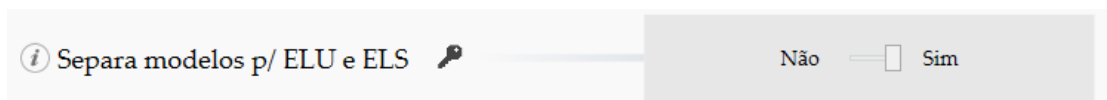


Figura 9 – Critério de separação de modelos para ELU e ELS. (Fonte: Autor, 2023)

Esse critério separa o projeto em 2 modelos: Estado Limite Último (ELU) e Estado Limite de Serviço. O modelo ELU considera a não linearidade física de vigas e pilares e é usado para o dimensionamento dos elementos estruturais e também para a verificação da estabilidade global. O modelo ELS considera a rigidez integral dos elementos e é utilizado para a verificação dos deslocamentos horizontais entre pavimentos e no topo do prédio.

- Consideração da rigidez à torção de vigas:

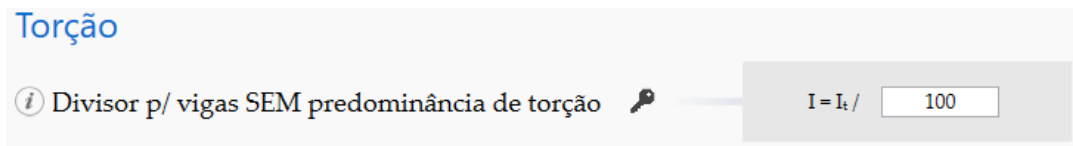


Figura 10 – Critério da consideração da rigidez à torção das vigas. (Fonte: Autor, 2023)

Esse critério define um divisor da rigidez à torção das vigas do projeto. Ao definir o valor para 100, a rigidez à torção das vigas é desconsiderada, isso significa que o valor do esforço de torção no detalhamento das vigas será nulo.

- Multiplicador para a deformação lenta:

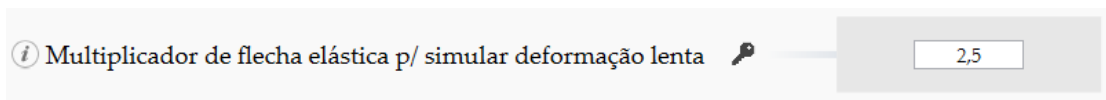


Figura 11 – Critério de multiplicador para deformação lenta. (Fonte: Autor, 2023)

Para a análise da deformação lenta nas lajes, levando em conta os efeitos de fluência do concreto, será usado um multiplicador de 2,5.

## 4.2 LANÇAMENTO DA ESTRUTURA NO TQS

Após a entrada dos dados iniciais e definição dos critérios, o modelador estrutural do TQS pode ser aberto e pode-se iniciar o lançamento do edifício, começando pelo pavimento tipo. Para facilitar esta etapa foi utilizada a ferramenta de Referência Externa. Essa ferramenta permite a inserção de um arquivo “DWG” junto ao modelador para ser usado como referência ou consulta. No caso, foi utilizado o DWG da planta arquitetônica, conforme a imagem:

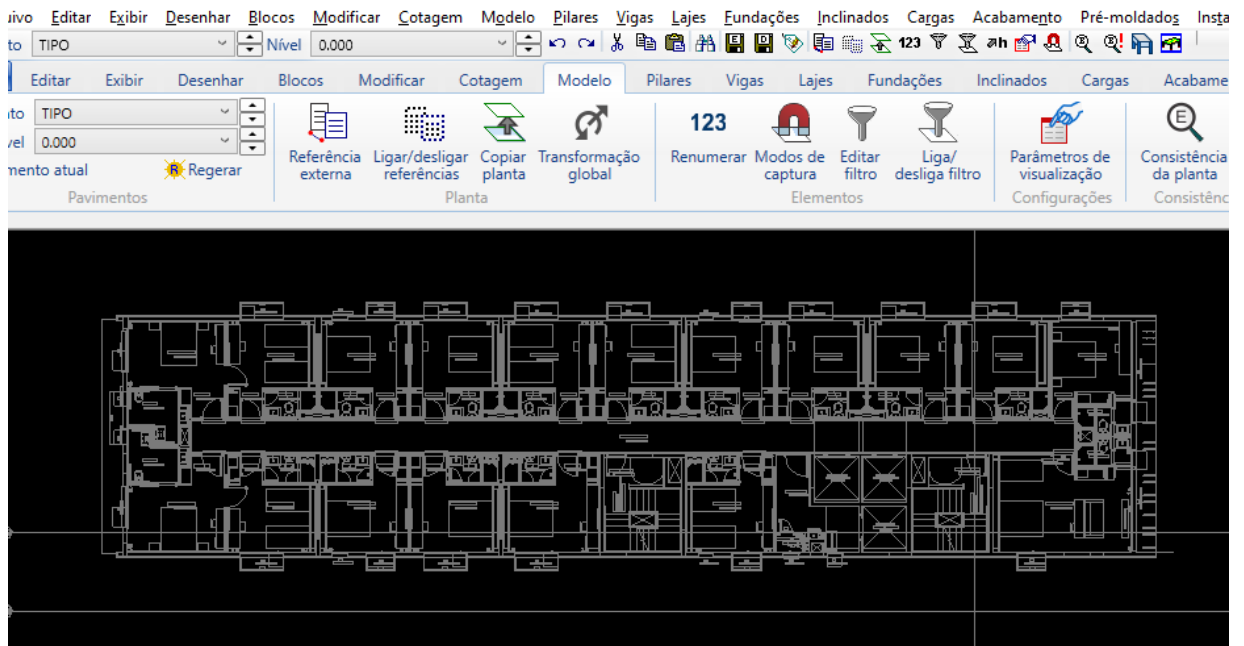


Figura 12 – Modelador estrutural do TQS. Em cinza a planta arquitetônica inserida como referência externa. (Fonte: Autor, 2023)

Com a arquitetura inserida como referência, foi possível lançar os elementos estruturais adequadamente através dos comandos “Inserir Pilar”, “Inserir Viga” e “Inserir Laje”.

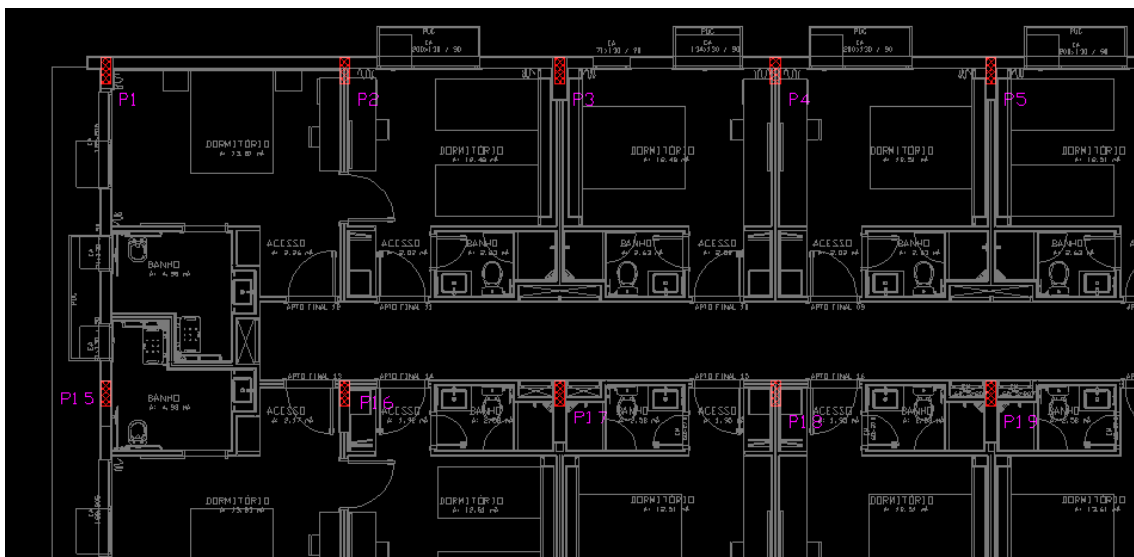


Figura 13 – Inserção de pilares no modelador estrutural do TQS. (Fonte: Autor, 2023)

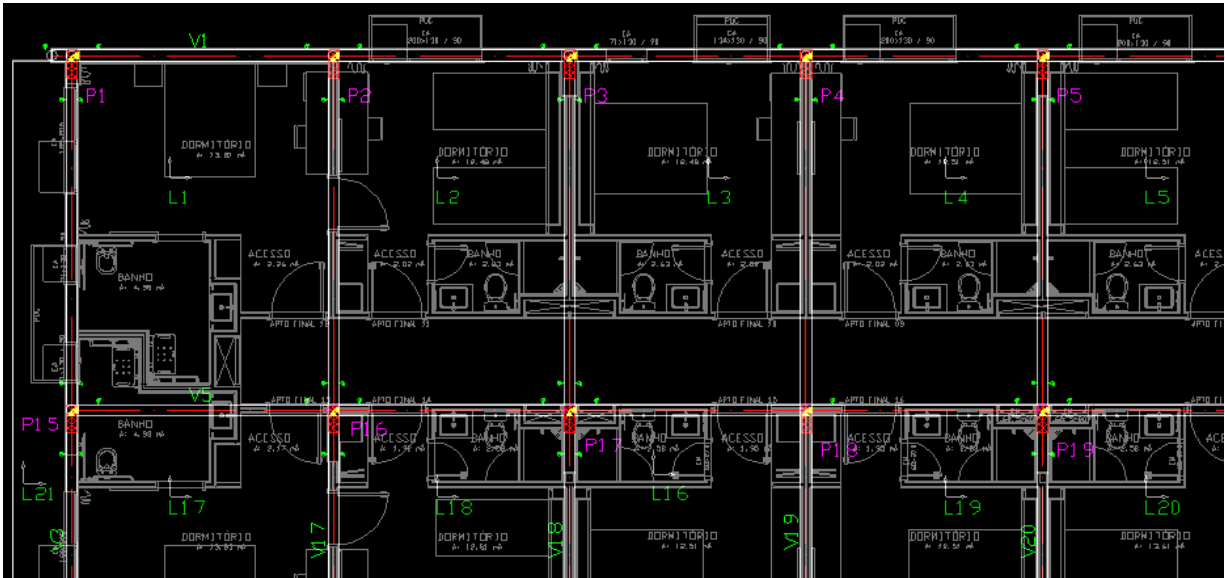


Figura 14 – Inserção das vigas e lajes no modelador estrutural do TQS. (Fonte: Autor, 2023)

Ao final do processo, o resultado é a concepção preliminar do pavimento tipo, lançado no *software* TQS:

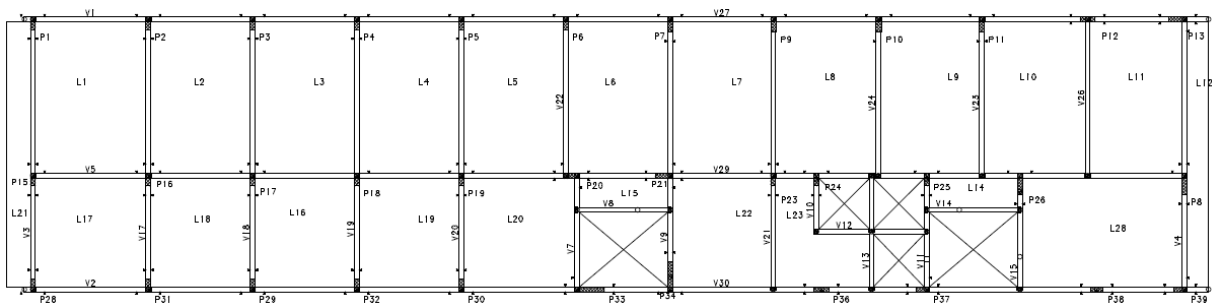


Figura 15 – Lançamento preliminar do pavimento tipo. (Fonte: Autor, 2023)

#### 4.2.1 Junta de Dilatação

Devido às grandes dimensões do edifício (46 m x 11 m), foi proposta uma junta de dilatação. A junta de dilatação consiste em uma interrupção da continuidade da estrutura com a finalidade de reduzir as tensões internas causadas pela retração térmica e fluência do concreto, inerentes ao material.

A junta foi posicionada de modo a minimizar os impactos no projeto arquitetônico, separando a estrutura em 2 blocos de maior dimensão 25,8 m e 20,7 m, conforme a Figura 16. A junta é de 2 cm.



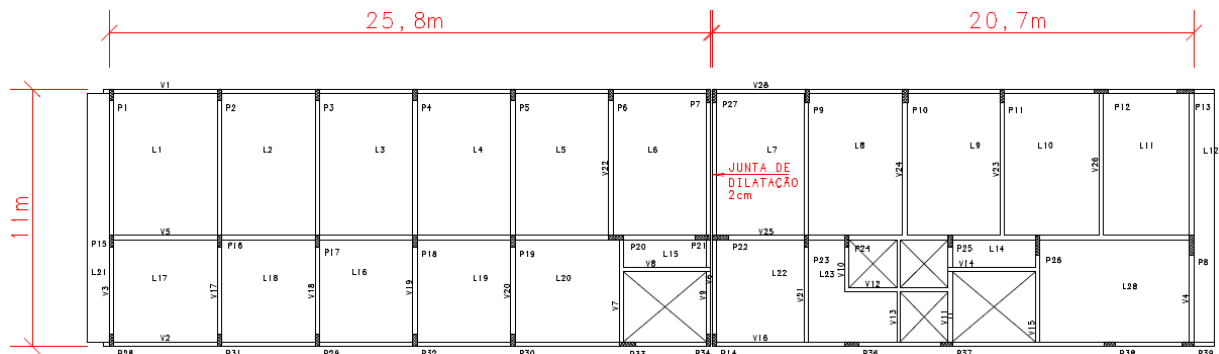


Figura 16 – Lançamento preliminar do pavimento tipo com a presença da junta de dilatação. (Fonte: Autor, 2023)

### 4.3 PRÉ-DIMENSIONAMENTO DOS ELEMENTOS

Após a concepção da estrutura, é possível fazer o pré-dimensionamento dos elementos.

#### 4.3.1 Vigas

Uma estimativa da altura das vigas é feita utilizando a expressão, tanto para as vigas contínuas como bi apoiadas:

$$H = l/12 \quad (1)$$

Onde:

$H$ : altura estimada da viga;

$l$ : maior vão da viga.

Utilizando este método, as vigas do pavimento teriam alturas entre 40 cm e 55 cm.

Para Araújo (2004), as dimensões dos elementos devem ser escolhidas de modo a se obter a maior uniformidade de dimensões possível, facilitando a execução e permitindo o reaproveitamento de formas. Seguindo esta orientação, adotou-se uma altura padrão de 53 cm para todas as vigas.

Essa altura foi definida em função da posição do forro, que segundo a planta de cortes arquitetônico, fica a 55 cm do piso da laje superior, conforme a Figura 17:

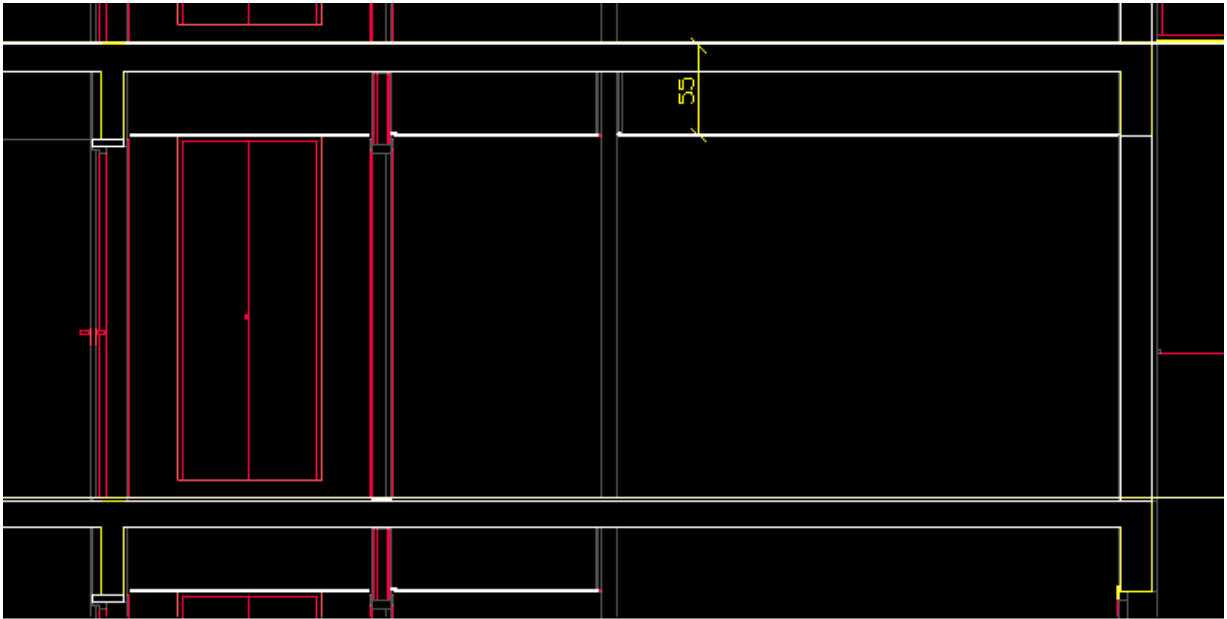


Figura 17 – Corte arquitetônico, em destaque a posição do forro. (Fonte: Autor, 2023)

Dessa forma, todas as vigas ficam “escondidas” pelo forro, não sendo visíveis através dos ambientes do pavimento. A espessura das vigas foi padronizada em 19cm.

#### 4.3.2 Lajes

Adotou-se uma espessura de 10 cm para todas as lajes do pavimento. Embora a norma NBR 6118 defina no item 13.2.4.1 que a espessura mínima para lajes maciças não em balanço é de 8 cm, optou-se por uma espessura inicial um pouco maior para garantir um melhor desempenho acústico e térmico, importantes para um edifício da categoria hoteleira.

Antes do processamento global do modelo, foi feita uma verificação do desempenho das lajes quando a deformação lenta através da análise de grelha do pavimento, após a definição das cargas.

#### 4.3.3 Pilares

O pré-dimensionamento de cada pilar é feito estimando-se a área de seção transversal necessária para absorver o esforço axial atuante. Para isso é utilizada a seguinte expressão, conforme Melo (2013, apud BACARJI, 1993, NEUMANN, 2008, PINHEIRO, 2007):

$$A_c = \left( \frac{N_d}{\sigma_{id}} \right) \cdot \gamma_{corr} \quad (2)$$

Onde:

$A_c$ : área da seção transversal;

$N_d$ : carregamento de cálculo do pilar;

$\gamma_{corr}$ : fator de correção, utilizado para levar em conta o efeito do momento fletor, sendo  $\gamma_{corr} = 3$  para edificações maiores que 30 m de altura;

$\sigma_{id}$ : tensão ideal de cálculo do concreto:

$$\sigma_{id} = 0,85f_{cd} + \rho(f_{sd} - 0,85f_{cd});$$

$\rho$ : taxa de armadura ( $0,4\% \leq \rho \leq 4\%$ )

$f_{cd}$ : resistência de cálculo do concreto;

$f_{sd} = 420 \text{ MPa}$  (CA-50): resistência de cálculo do aço para deformação de 0,2%.

A carga  $N_d$  pode ser obtida através das áreas de influência das lajes. A área de influência traçando-se mediatrizes em todos os segmentos que unem o pilar em cada direção.

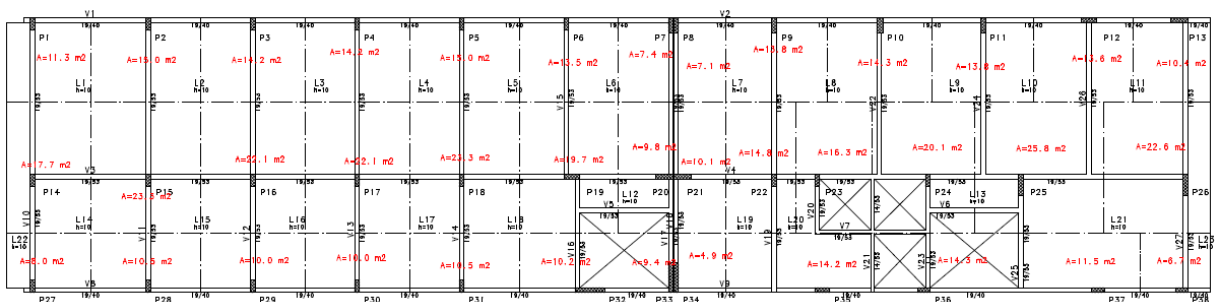


Figura 18 – Pavimento Tipo com as áreas de influência de pilares. (Fonte: Autor, 2023)

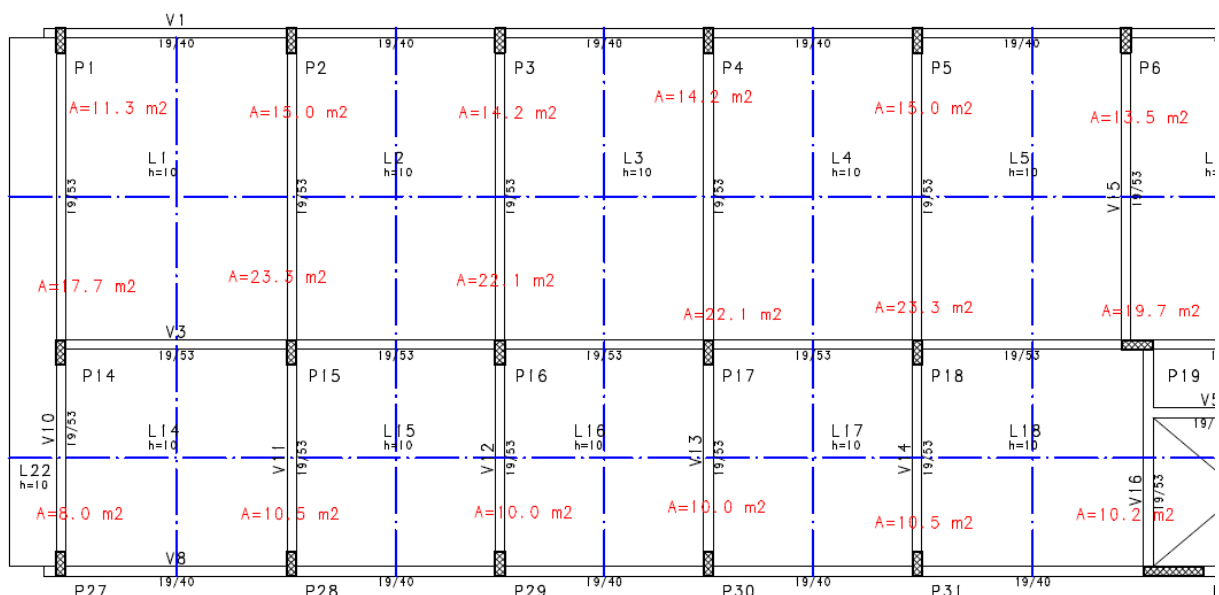


Figura 19 – Pavimento tipo com as áreas de influência de pilares, destaque para a região esquerda do prédio. (Fonte: Autor, 2023)

Conforme Melo (2013):

$$N_d = 1,4 \cdot A_i \cdot \gamma_n [q_T(n_p + 0,7) + q_c] \quad (3)$$

Onde:

$A_i$ : área do pilar do pavimento tipo;

$q_T$ : carga do pavimento tipo por unidade de área;

$q_c$ : carga do telhado por unidade de área;

$n_p$ : número de pavimentos tipo. O valor 0,7 corresponde ao percentual da carga da laje de forro em relação à laje de piso.

$\gamma_n$ : coeficiente de majoração o da carga, em função da menor dimensão da seção transversal do pilar, sendo  $\gamma_n = 1,0$  para dimensões maiores que 19 cm.

Foi estimada uma carga do pavimento tipo de  $q_T = 8 \text{ kN/m}^2$  e na cobertura uma carga de  $q_c = 5 \text{ kN/m}^2$ .

Com o intuito de uniformizar ao máximo as dimensões do projeto para facilitar a execução e o reaproveitamento das formas, foram formados 5 grupos de seções transversais:

- a) 19 x 60 cm
- b) 24 x 60 cm
- c) 24 x 70 cm
- d) 24 x 100 cm
- e) 24 x 120 cm

Ao final do processo, o resultado é a planta do pavimento tipo com todos os elementos estruturais pré-dimensionados:

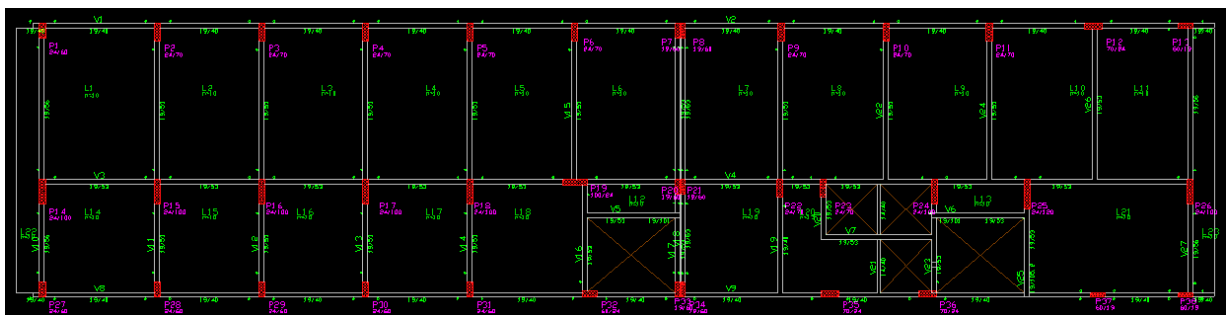


Figura 20 – Pavimento tipo com lajes, vigas e pilares pré-dimensionados no modelador do TQS (Fonte: Autor, 2023)

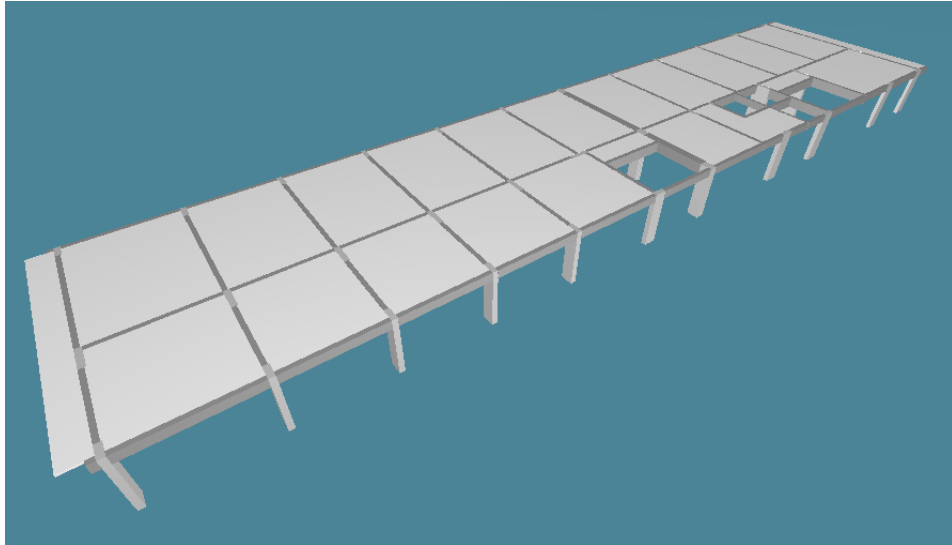


Figura 21 – Modelo 3D do pavimento tipo lançado no TQS. (Fonte: Autor, 2023)

## 4.4 LANÇAMENTO DOS DEMAIS PAVIMENTOS

### 4.4.1 2º PAVIMENTO

O 2º pavimento do prédio tem uma concepção arquitetônica bem parecida com a do tipo. As únicas diferenças são a presença de terraços de área externa e um pergolado externo.

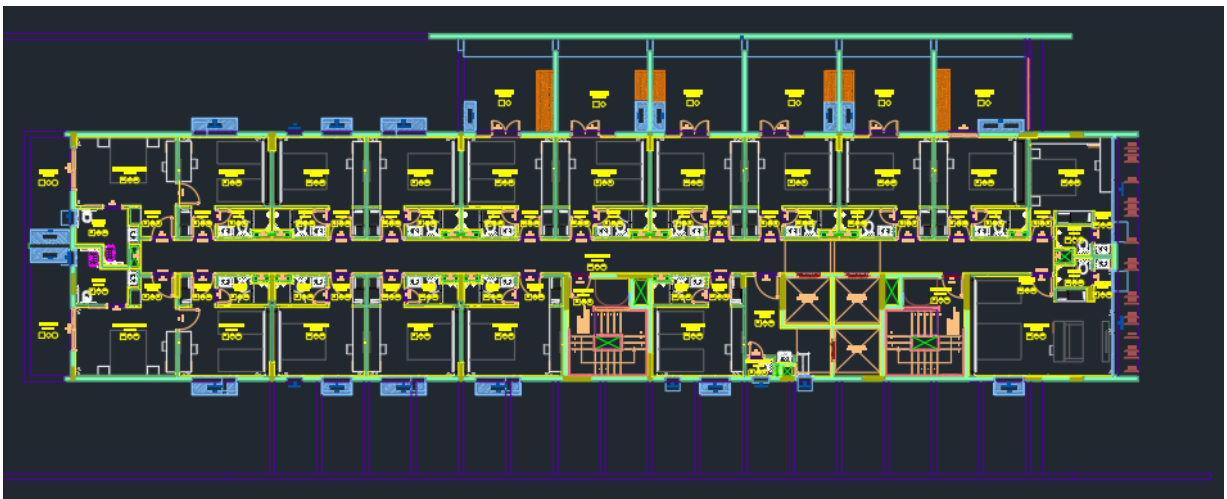


Figura 22 – Arquitetura do 2º Pavimento. (Fonte: OSPA, 2019)

Para poupar tempo, foi usada a ferramenta “Copiar Planta” do TQS, que faz uma réplica de tudo que está lançado em um pavimento e aplica a um outro pavimento. Partindo da estrutura copiada do pavimento tipo, fez-se o lançamento dos novos elementos estruturais que irão compor os terraços e o pergolado.

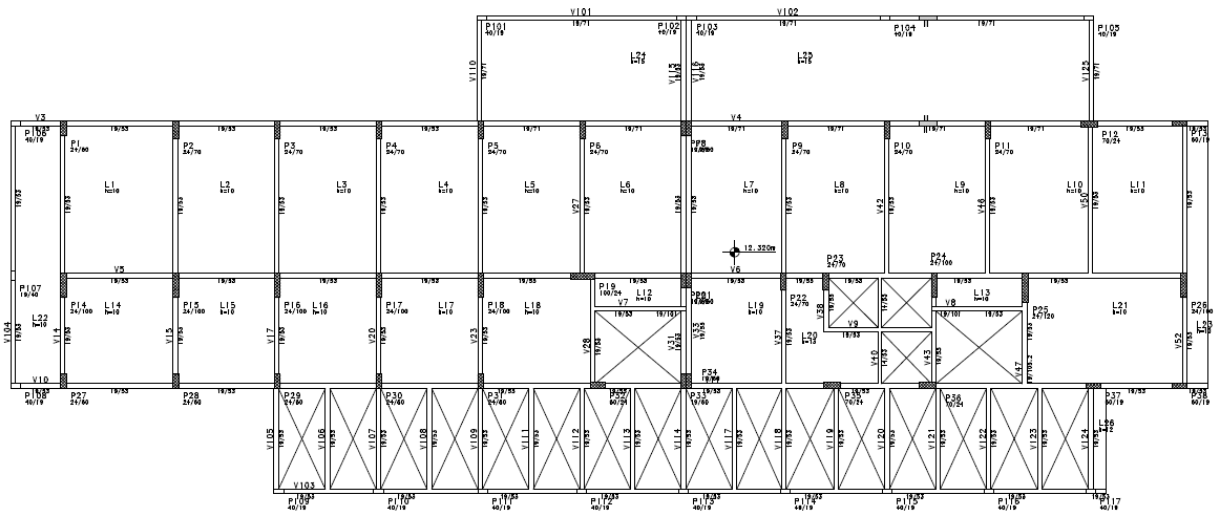


Figura 23 – Conceção do 2º pavimento. (Fonte: Autor, 2023)

Os pilares que servem de apoio para os terraços e para o pergolado foram lançados com uma seção padrão de 19 x 40 cm, nascem no térreo e morrem no 2º pavimento. As vigas do terraço foram lançadas com as dimensões sugeridas no corte arquitetônico e as vigas do pergolado foram lançadas com seção padrão de 19 x 40 cm.

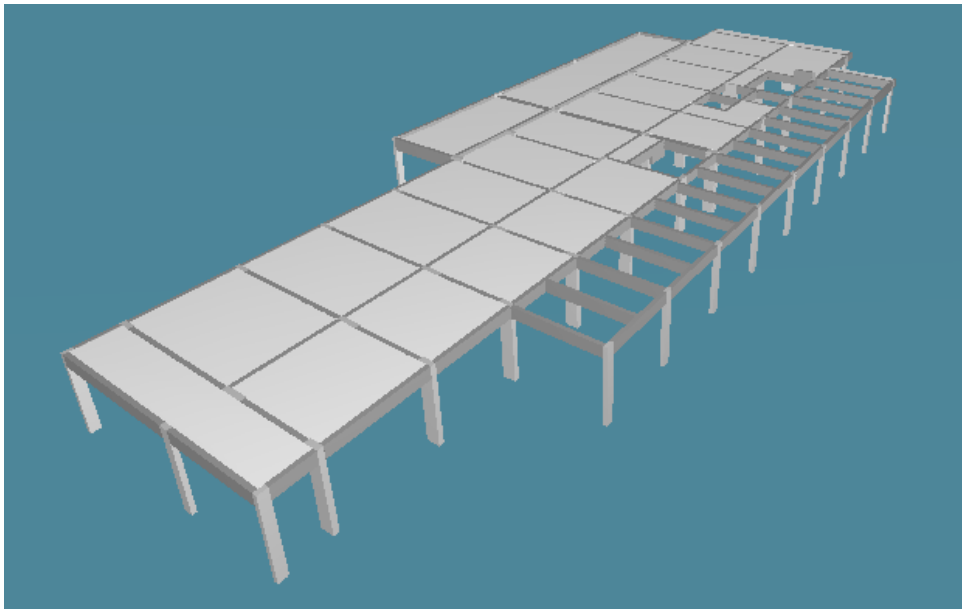


Figura 24 – Modelo 3D do 2º pavimento lançado no TQS. (Fonte: Autor, 2023)

#### 4.4.2 COBERTURA

A cobertura é composta por uma área de uso comum, uma área técnica e uma região destinada aos reservatórios.

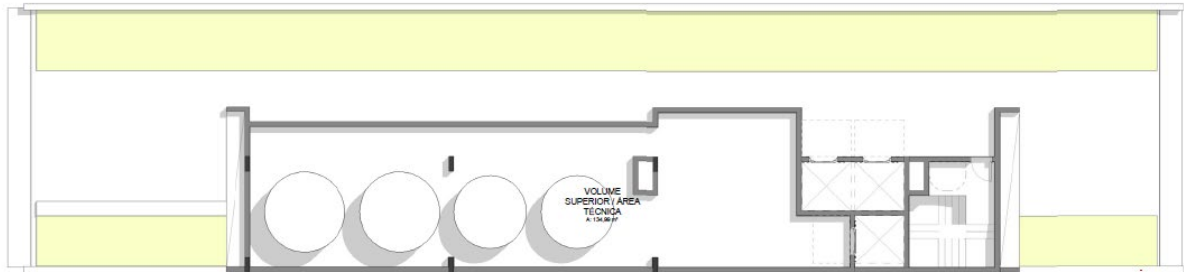


Figura 25 – Arquitetura da Cobertura (Fonte: OSPA, 2019)

Para o piso deste pavimento, foram aproveitadas as lajes e vigas lançadas no pavimento tipo, utilizando a ferramenta “Copiar planta”, assim como foi feito para o 2º pavimento. Os seguintes ajustes foram feitos para a adequação do projeto da cobertura:

- Nas vigas de borda foram lançadas platibandas em concreto, conforme está indicado nos cortes arquitetônicos;
- Uma das escadas morre no último pavimento tipo, portanto foi adicionada uma laje para preencher o vazio na cobertura;
- Alguns pilares morrem no pavimento cobertura, outros sobem para os pavimentos de cobertura da área técnica e cobertura dos elevadores;

Foram lançados também os pavimentos de cobertura da área técnica e cobertura dos elevadores. Como as plantas arquitetônicas estão em fase de estudo inicial, eram poucas as informações sobre esses pavimentos, contudo, analisando as plantas de cortes, foi possível chegar em uma concepção estrutural.

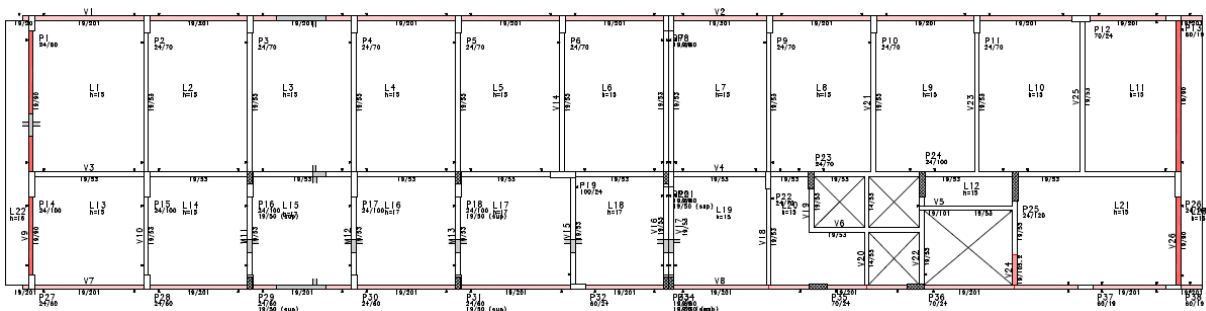


Figura 26 – Concepção da cobertura. (Fonte: Autor, 2023)

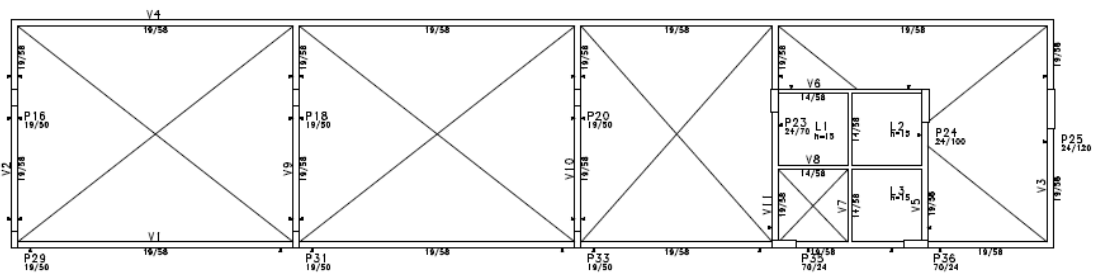
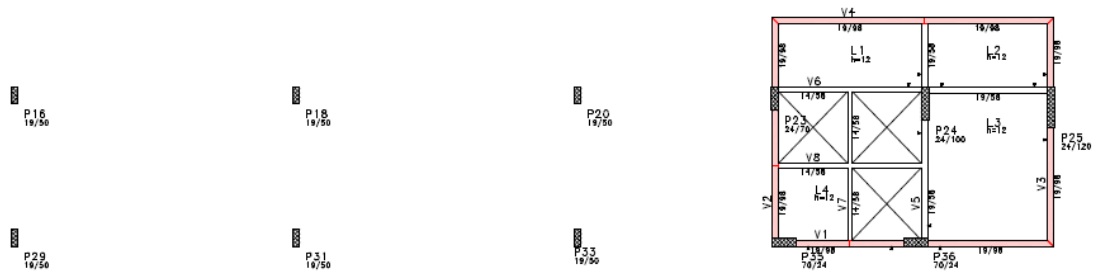


Figura 27 – Concepção da cobertura da área técnica e cobertura dos elevadores

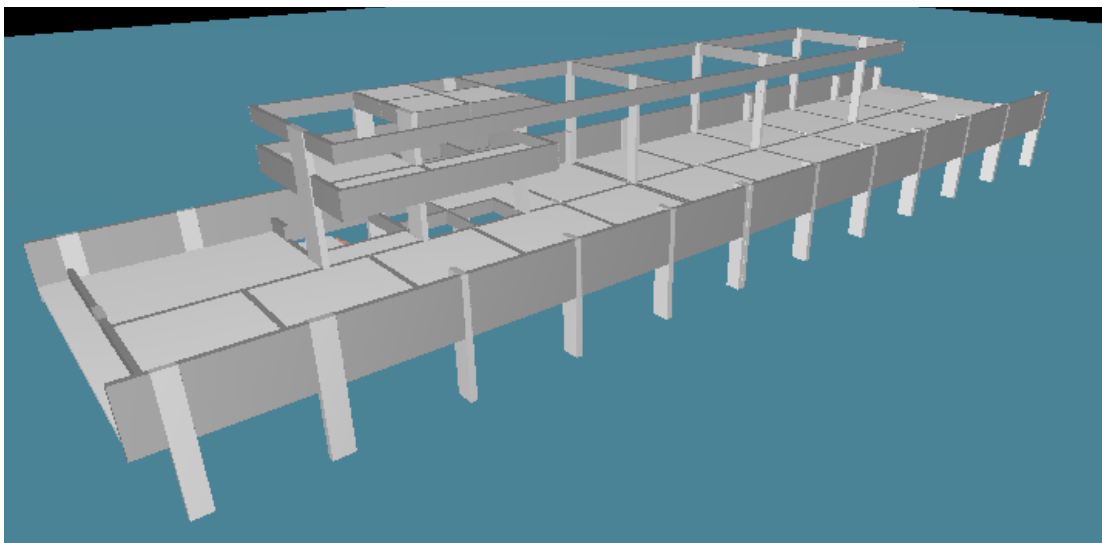


Figura 28 – Modelo 3D da cobertura lançada no TQS. (Fonte: Autor, 2023)

## 4.5 LANÇAMENTO DAS ESCADAS

O edifício possui 2 escadas, elas são iguais e espelhadas entre si. De acordo com as plantas arquitetônicas, as escadas possuem 16 degraus, distribuídos em 4 lances e vencendo um pé direito de 2,78 m, configurando assim, degraus de aproximadamente 17,38 cm.



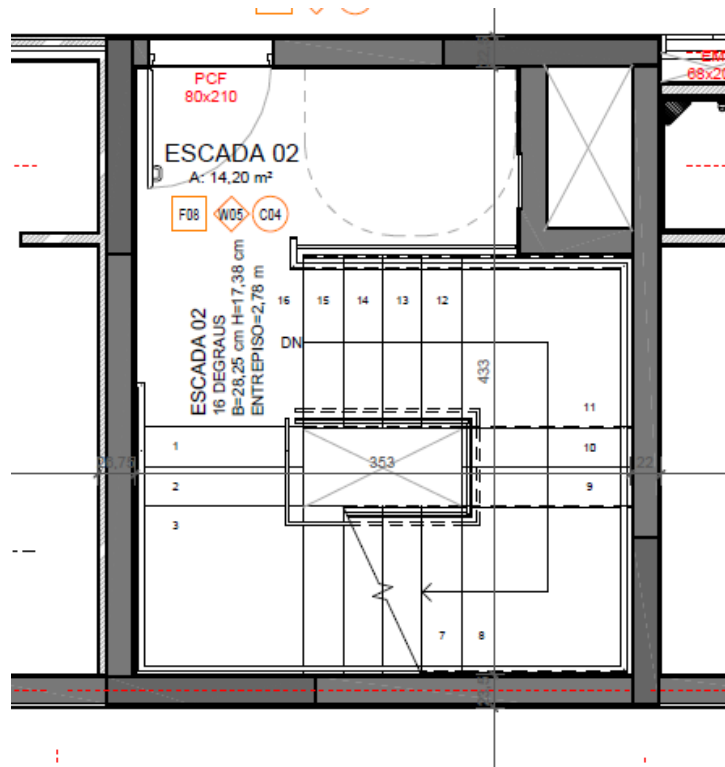


Figura 29 – Planta arquitetônica, destaque para uma das escadas. (Fonte: OSPA, 2019)

Embora o TQS tenha uma ferramenta de lançamento de escadas, optou-se por não lançar a escada como um elemento estrutural processável e que fará parte do cálculo do software, e sim apenas como um volume 3D para visualização.

Essa escolha se deu pelo fato de os lances de escada serem simples de serem calculados a mão, não sendo necessário o lançamento no TQS, aumentando o tempo de processamento e o espaço em disco do edifício. Outro motivo é quanto a definição dos apoios intermediários dos patamares, que podem se tornar tarefas complicadas em escadas mais complexas.

Para a definição dos apoios dos 1º e 3º patamares, algumas vigas do entorno das escadas tiveram a altura aumentada, de modo a promover o apoio. Para apoiar o 2º patamar foi criada uma viga intermediária, apoiada em um pilarete, conforme a Figura 30.

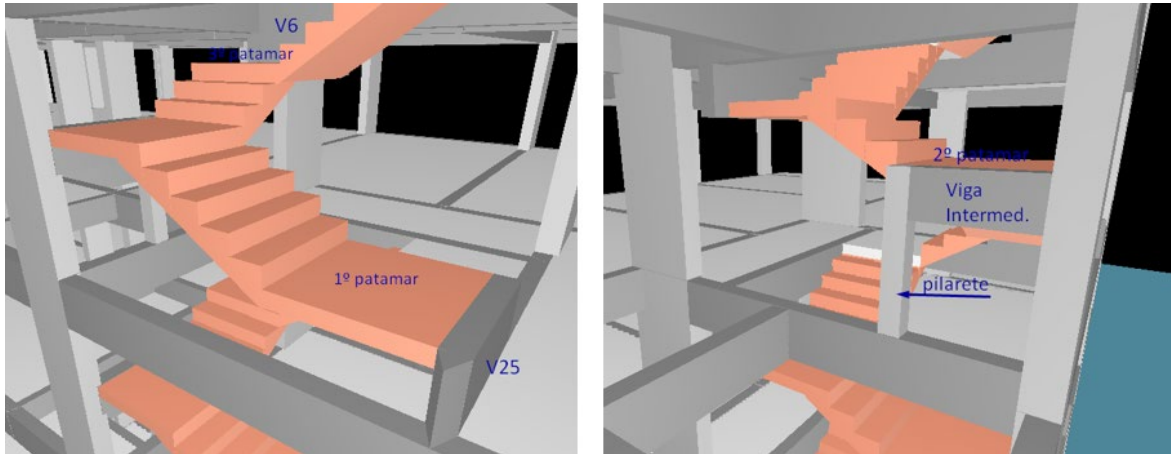


Figura 30 – Escada lançada no TQS, destaque para os apoios de patamares (Fonte: Autor, 2023)

Com o lançamento das escadas, conclui-se o lançamento inicial do edifício e parte-se para a colocação das cargas.

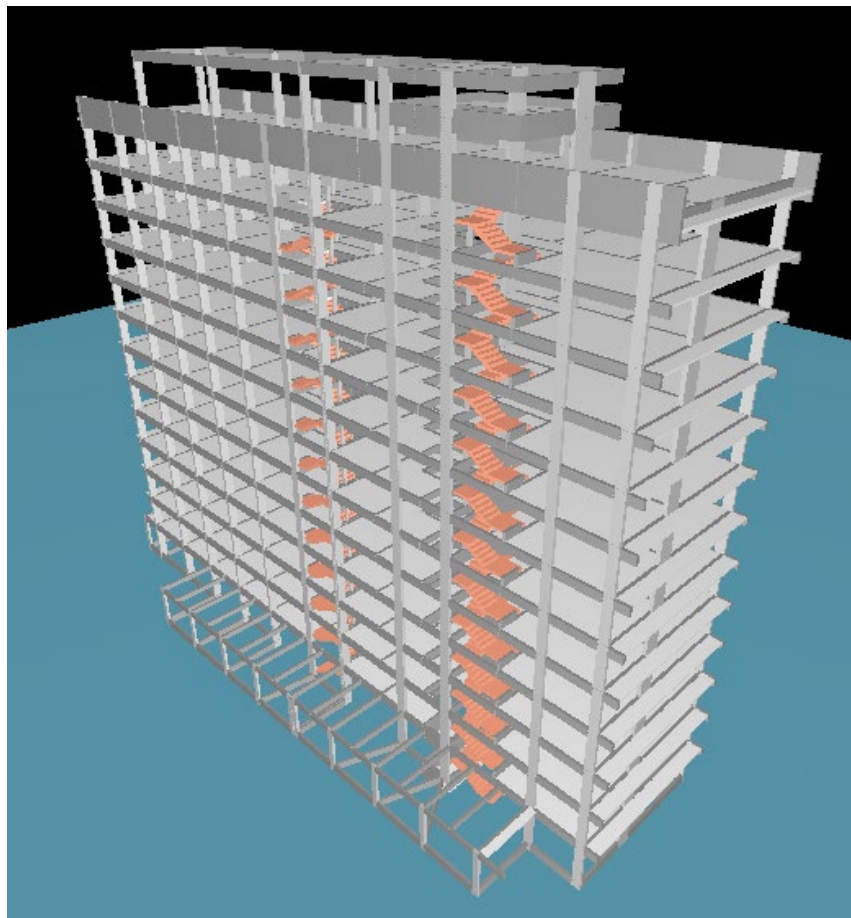


Figura 31 – Modelo 3D do edifício lançado no TQS. (Fonte: Autor, 2023)

## 5 CARGAS ATUANTES

Após a concepção inicial da estrutura, foram lançados os carregamentos, sendo eles permanentes, variáveis, verticais e horizontais.

### 5.1 CARGAS VERTICAIS

Os carregamentos verticais considerados no projeto são compostos pela carga permanente e variável distribuída nas lajes, cargas lineares de alvenaria e, na cobertura, carga dos reservatórios. As cargas nas lajes consideradas estão descritas nas tabelas a seguir:

Tabela 4 – Cargas nas lajes – Pavimento tipo e 2º Pavimento. (Fonte: Autor, 2023)

<b>Cargas nas lajes - PAVIMENTO TIPO e 2º PAVIMENTO</b>		
Ambiente	Carga permanente [kN/m <sup>2</sup> ]	Carga acidental [kN/m <sup>2</sup> ]
Dormitórios	1,5	1,5
Corredor / Circulação	1,5	3,0
Rouparia	1,5	3,0
Escadas	1,0	3,0
Varandas / Terraços	3,0	4,0

Tabela 5 – Cargas nas lajes – Cobertura (Fonte: Autor, 2023)

<b>Cargas nas lajes - COBERTURA</b>		
Ambiente	Carga permanente [kN/m <sup>2</sup> ]	Carga acidental [kN/m <sup>2</sup> ]
Áreas de uso comum	3,0	3,0
Áreas Técnicas	3,0	3,0
Cobertura dos elevadores	3,0	5,0

A carga permanente considerada nas lajes do pavimento tipo não foi calculada para um revestimento específico, mas sim como um valor determinado para que a arquitetura tenha a liberdade de escolher a combinação de piso e forro que desejar, desde que o peso não ultrapasse o valor. Já para as lajes da cobertura, que são expostas ao meio ambiente, foi considerada carga de impermeabilização com manta asfáltica e proteção mecânica, conforme a Tabela 4 da norma NBR 6120. As ações variáveis foram obtidas da Tabela 10 – Valores característicos nominais das cargas variáveis - da norma NBR 6120.

Quanto aos elementos de vedação, o pavimento tipo contém quase todas as divisórias internas compostas de *drywall*, sendo alvenaria usada apenas nas divisórias externas e no entorno das escadas. Os valores das cargas foram retirados da Tabela 2 - Alvenarias - e Tabela 3 – Divisórias e caixilhos - da norma NBR 6120 e estão descritas a seguir:

Tabela 6 – Cargas de vedação. (Fonte: Autor, 2023)

Cargas de Vedação	
Vedação	Carga [kN/m <sup>2</sup> ]
Alvenaria externa, bloco cerâmico (19 cm)	2,3
Alvenaria interna, bloco cerâmico (19 cm)	1,9
<i>Drywall</i>	0,5

No TQS, as cargas foram atribuídas às lajes na janela “Dados de lajes”, aba “Seção/carga”. Nessa janela são inseridos os valores das ações permanentes e variáveis, lembrando que o TQS considera automaticamente o peso próprio da laje.

As lajes L1 à L11 do tipo são lajes que suportam ambos ambientes dormitório e corredor simultaneamente. Para que as cargas dos dois ambientes fossem devidamente consideradas, utilizou-se a ferramenta “Carga distribuída por área”. Primeiramente foi atribuído às lajes uma carga permanente e acidental de 0,15 tf/m<sup>2</sup>. Em seguida foi lançado uma carga acidental de 0,15 tf/m<sup>2</sup> distribuída somente pela região do corredor, totalizando os 0,3 tf/m<sup>2</sup> de carga acidental prevista para esse ambiente, conforme a Figura 32:

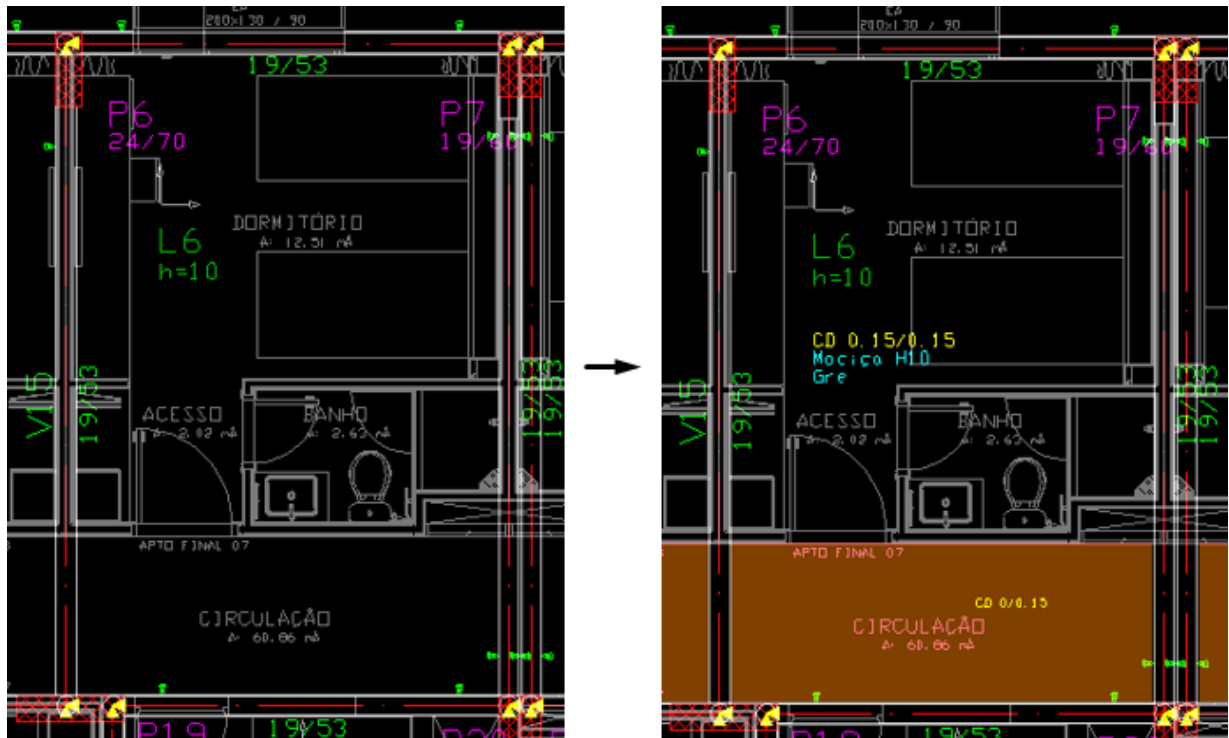


Figura 32 – Laje L6, destaque para o carregamento distribuído lançado. (Fonte: Autor, 2023)

As cargas de alvenaria e *drywall* foram lançadas utilizando a ferramenta “Carga distribuída Linearmente” e o valor inserido é função do pé direito, descontando eventuais vigas ou lajes que delimitam a altura da vedação.

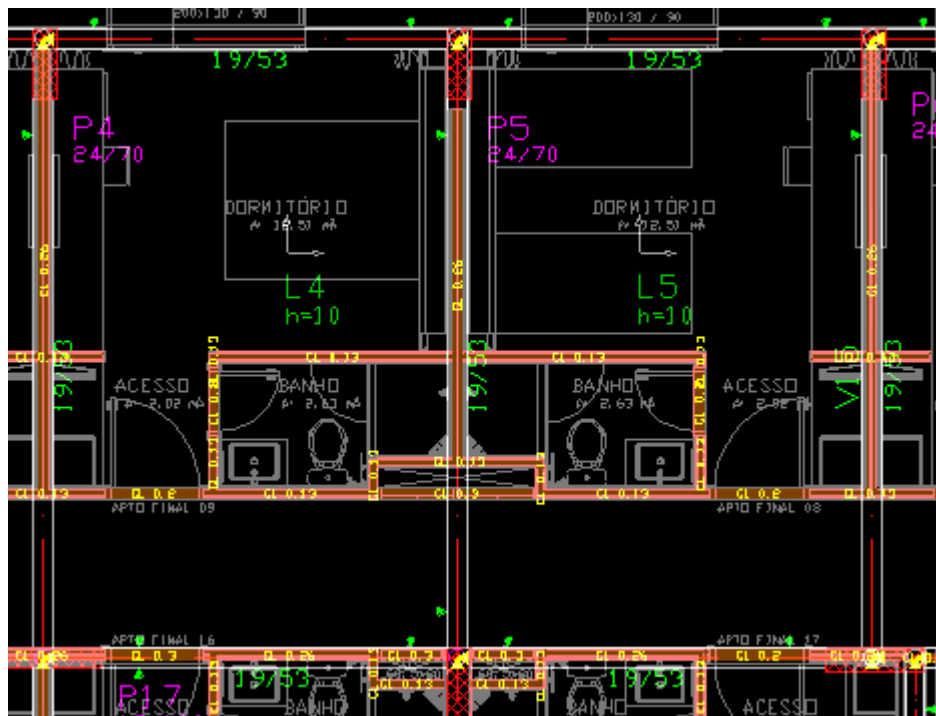


Figura 33 – Cargas lineares lançadas no pavimento tipo. (Fonte: Autor, 2023)

As cargas provenientes da escada foram obtidas considerando os lances como lajes bi-apoiadas, carregadas conforme a Tabela 4, com o acréscimo do peso próprio. As reações dos lances foram calculadas conforme segue:

$$R_e = \frac{q_e \cdot L}{2} \quad (4)$$

Onde:

$R_e$ : reação do lance de escada, por metro;

$q_e$ : carga distribuída no lance de escada;

$L$ : vão do lance de escada.

A espessura da escada foi definida em 10 cm, assim como as lajes do tipo. Para o lançamento no TQS foram calculadas as reações geradas pela carga permanente e acidental. Não foi considerado o peso próprio dos degraus, somente da laje inclinada.

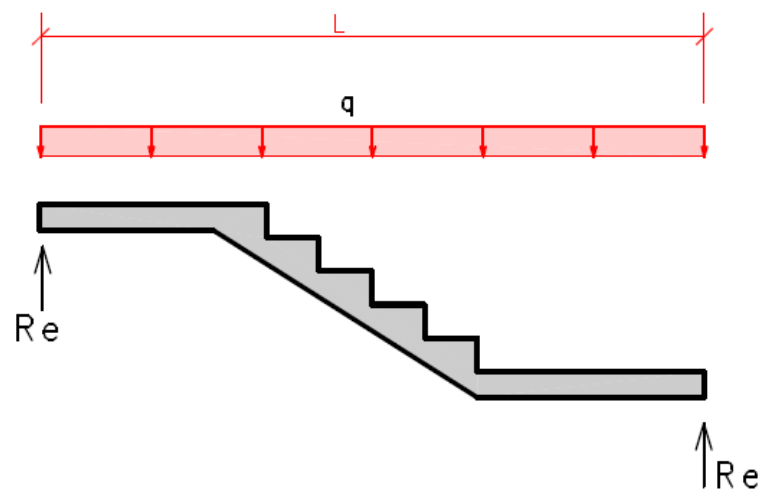


Figura 34 – Corte esquemático de um lance de escada. (Fonte: Autor, 2023)

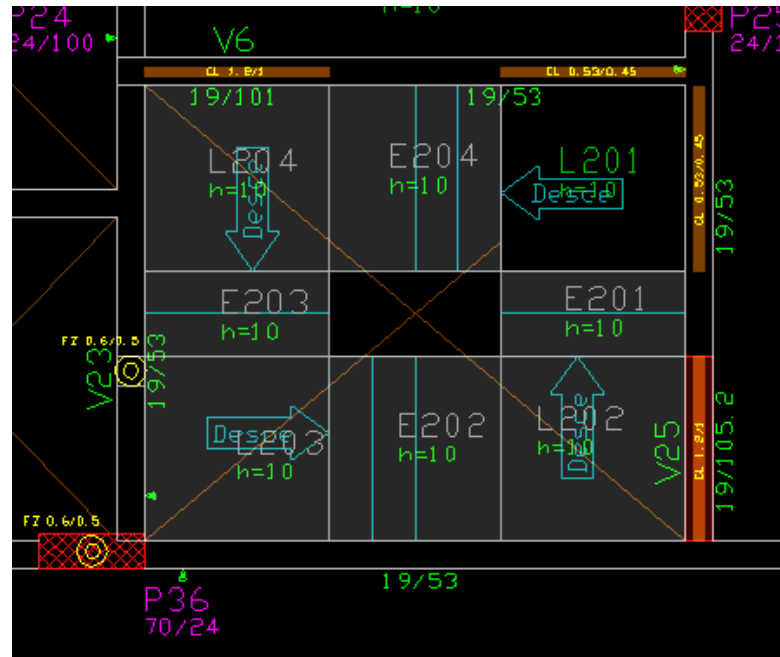


Figura 35 – Cargas da escada lançadas no TQS. (Fonte: Autor, 2023)

Na cobertura, foi inserido também a carga dos reservatórios. Segundo a arquitetura, o edifício conta com 6 reservatórios de 18 mil litros.

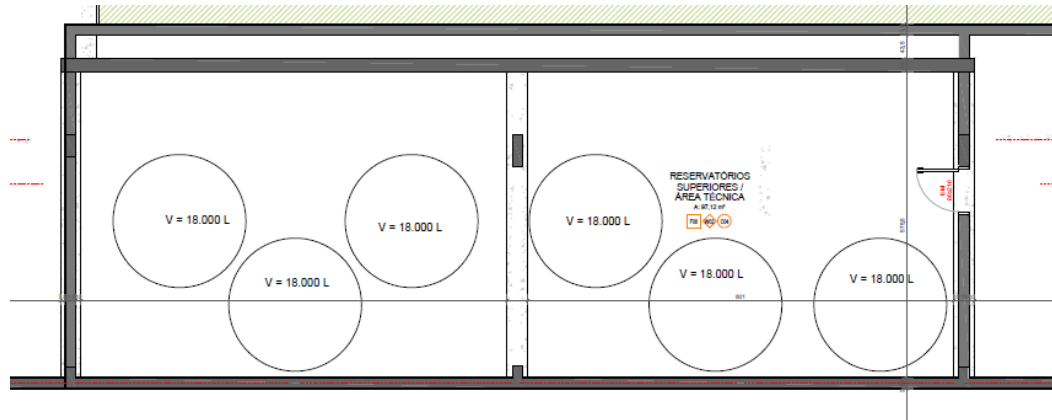


Figura 36 – Planta arquitetônica – reservatórios na cobertura. (Fonte: OSPA, 2019)

A carga considerada para cada reservatório foi de 18 toneladas, considerando-o com a capacidade máxima de água, distribuída sobre uma área circular de 2,5 m de diâmetro, resultando numa carga distribuída de 3,7 tf/m<sup>2</sup>.

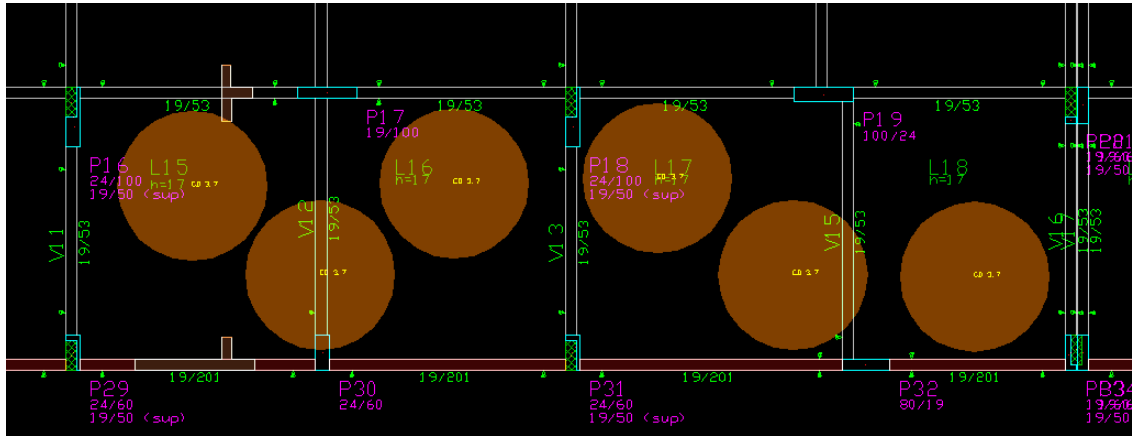


Figura 37 – Carga dos reservatórios lançada no TQS. (Fonte: Autor, 2023)

Nas vigas, além das cargas de alvenaria que devem ser lançadas manualmente, também estão atuando as cargas provenientes das lajes. A parcela de carga que é distribuída de uma laje para cada uma de suas vigas de apoio é calculada de forma automática pelo TQS através do método das charneiras plásticas. Este método consiste na divisão da laje em áreas de influência de acordo com a condição de vinculação da laje, de modo que bordas consideradas engastadas absorvem uma parcela maior de carga em relação a bordas consideradas apoiadas.

É possível fazer uma conferência deste cálculo através da ferramenta “Geração de desenhos > Distribuição de cargas em lajes”, que cria um arquivo de desenho com as áreas de influência das charneiras plásticas e a parcela de carga absorvida por cada viga, de acordo com a combinação de carregamentos escolhida.

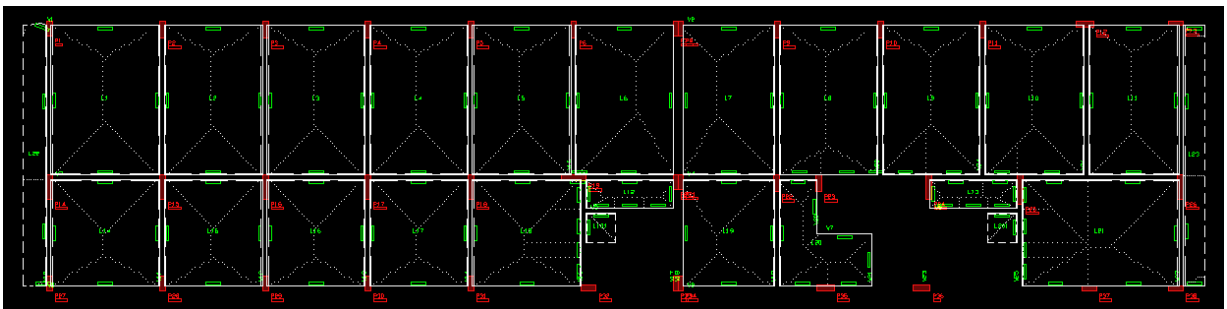


Figura 38 – Charnieras plásticas do pavimento tipo, gerado pelo TQS. (Fonte: Autor, 2023)

## 5.2 CARGAS DE VENTO

Segundo a NBR 6123, a pressão devida ao vento é dada pelas seguintes expressões:



$$\frac{F}{A} = q \cdot C_a \quad (5)$$

$$q = 0.613 \cdot V_k^2 \quad (6)$$

$$V_k = V_0 \cdot S_1 \cdot S_2 \cdot S_3 \quad (7)$$

Onde:

$\frac{F}{A}$ : pressão devida ao vento;

$q$ : pressão dinâmica do vento;

$C_a$ : coeficiente de arrasto;

$V_k$ : velocidade característica do vento;

$V_0$ : velocidade básica do vento;

$S_1$ : fator topográfico;

$S_2$ : fator de rugosidade do terreno e dimensão da edificação;

$S_3$ : fator estatístico.

Considerando o edifício situado em Porto Alegre, em uma rua com uma densidade razoável de edificações no entorno:

a) Velocidade básica do vento:  $V_0 = 46 \text{ m/s}$

O mapa de isopletas coloca Porto Alegre entre as velocidades de 45 e 50 m/s, muito mais perto de 45 m/s. A critério de segurança, considerou-se 46 m/s.

b) Fator de terreno:  $S_1 = 1,0$

Terreno plano.

c) S2 - Categoria de rugosidade: IV

Terrenos com obstáculos numerosos e pouco espaçados. Zona florestal, industrial, urbanizada, parques, subúrbios densos.

d) S2 – Classe da edificação: B

Para esse parâmetro, a presença da junta de dilatação se torna relevante. De acordo com o item 5.3.2 da norma NBR 6123, a classe da edificação deve ser considerada separadamente para cada parte dividida pela junta de dilatação. No caso do prédio em estudo, a maior dimensão continua entre 20 e 50 m mesmo considerando a separação da junta, portanto manteve-se a Classe B para toda a edificação.

Fator estatístico:  $S_3 = 1,0$

Edificações em geral. Hotéis, residências, comércio e indústria com alta taxa de ocupação.

e) Coeficientes de arrasto:  $C_{ax} = 0,77$ ;  
 $C_{ay} = 1,3$

Os coeficientes de arrasto foram calculados para vento de baixa turbulência com o auxílio do ábaco da Figura 4 da norma NBR 6123. A dimensão considerada da estrutura foi de 46,4 x 11 m e altura de 36,33 m.

No TQS, os dados de vento são inseridos no menu “Dados do edifício” aba “Cargas > Vento”.

The screenshot shows the 'Dados do edifício' (Building Data) window in the TQS software, specifically the 'Vento' (Wind) tab. The interface is organized into several sections:

- Input Fields:**
  - V0 - Velocidade básica: 46
  - S1 - Fator do terreno: 1.00
  - S2 - Categoria de rugosidade: IV
  - S2 - Classe da edificação: B
  - S3 - Fator estatístico: 1.00
- Table:**

	Ângulo	C.A.	Def Cot	Cot ini
1	90	1.3	Não	0
2	270	1.3	Não	0
3	0	0.77	Não	0
4	180	0.77	Não	0
- Buttons:** 'Inserir', 'Apagar', 'Calcular CAs'.
- Checkboxes:**
  - Casos de vento nas plantas de formas
- Diagram:** A circular diagram showing wind incidence angles: 0°, 90°, 180°, and 270°.
- Advanced Options:**
  - Excentricidades do caso selecionado
  - Ler tabelas de túnel de vento - planilha SDF
  - Ler tabelas de túnel de vento - FTV XML
- Text:** 'Fomeça as variáveis para cálculo de vento conforme a norma ou especifique valores especiais ou de ensaio no item "Excentricidades".'

Figura 39 – Entrada de dados de vento no TQS. (Fonte: Autor, 2023)

## 6 VERIFICAÇÃO DAS DEFORMAÇÕES DAS LAJES

Uma das vantagens de considerar o Modelo IV do TQS, conforme descrito no item 4.1, é que após o lançamento das cargas verticais sobre um pavimento é possível fazer a análise das deformações atuantes, e até o detalhamento das lajes, sem a necessidade de processar globalmente o edifício.

Esse procedimento é feito através do modelo de grelha do TQS, que consiste em um modelo do pavimento formado por barras que simulam vigas e lajes, sendo os pilares substituídos por molas de rigidez equivalente para simular os apoios. O modelo de grelha também consta com 9 combinações de carregamento, geradas a partir das cargas permanentes e acidentais lançadas no pavimento, e que podem ser escolhidas para a visualização dos respectivos diagramas de momento fletor, esforço cortante, deslocamentos, reações, entre outras utilidades.

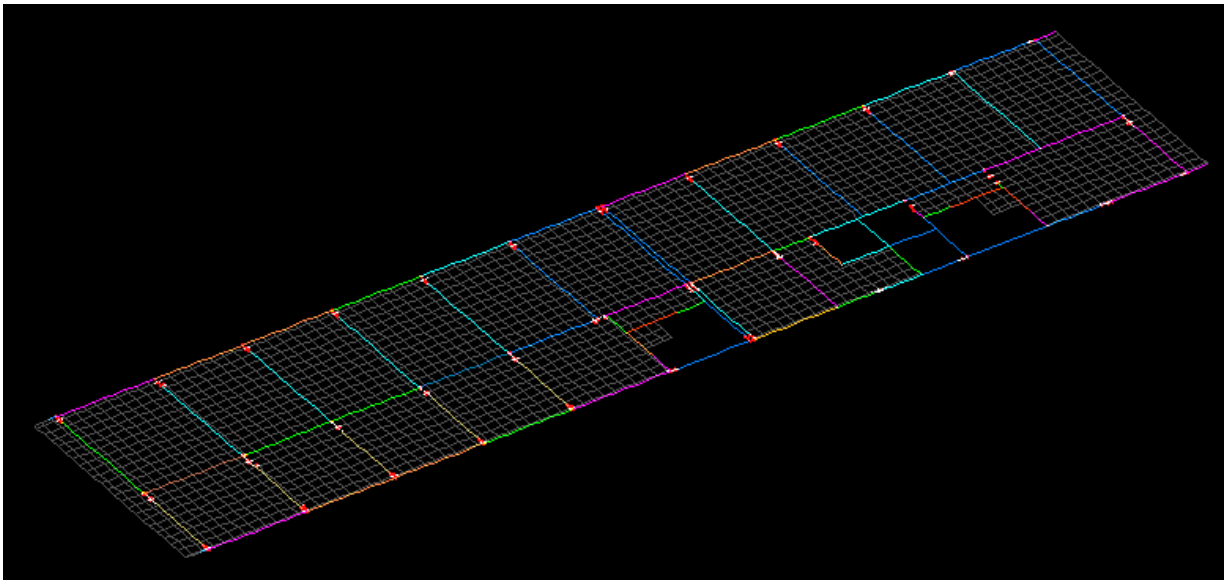


Figura 40 – Modelo de grelha do pavimento tipo no TQS. (Fonte: Autor, 2023)

Para a verificação das deformações nas lajes, foi utilizada a combinação quase permanente de serviço, considerando local em que não há predominância de pesos fixos nem elevadas concentrações de pessoas. Consultando as Tabelas 11.2 e 11.4 da norma NBR 6118:

$$CQPerm = F_g + \psi_2 \cdot F_q \quad (8)$$

Onde:

$CQPerm$ : combinação quase permanente;

$F_g$ : carga permanente;

$F_q$ : carga acidental;

$\psi_2$ : fator de redução para ELS, sendo  $\psi_2 = 0,3$

Para a consideração da deformação a longo prazo, levando em conta os efeitos de fluência do concreto, as flechas calculadas são multiplicadas por um coeficiente de valor 2,5, conforme descrito no item 4.1. As deformações foram julgadas satisfatórias se atenderem ao critério da Tabela 13.3 – Limites para deslocamentos da norma NBR 6118, que indica:

Tipo de efeito	Razão da limitação	Exemplo	Deslocamento a considerar	Deslocamento-limite
Aceitabilidade sensorial	Visual	Deslocamentos visíveis em elementos estruturais	Total	$l/250$
	Outro	Vibrações sentidas no piso	Devido a cargas acidentais	$l/350$

Figura 41 – Deformação limite para lajes. (Fonte: Autor, 2023)

No TQS, este procedimento é incorporado automaticamente ao escolher a combinação 09: ELS/CQPERM/PP + PERM + 0.3ACID.

## 6.1 PAVIMENTO TIPO

As deformações no pavimento tipo ficaram conforme a Figura 42:

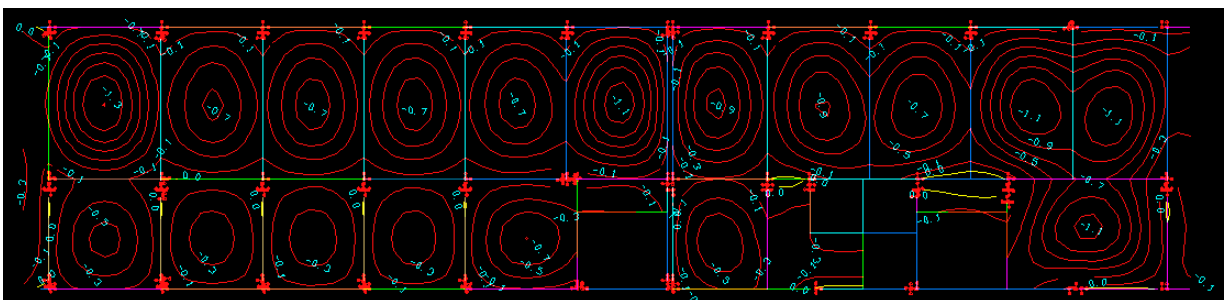


Figura 42 – Isopletas de deformações do pavimento tipo, no modelo de grelha. (Fonte: Autor, 2023)

Analisando a deformação do pavimento tipo, percebe-se que as maiores deformações se deram nas lajes de canto e nas lajes juntas à junta de dilatação. Isso ocorreu, pois, ao retirar a continuidade da laje, o apoio deixa de ser considerado engastado e passa a ser apoiado, aumentando as deformações na laje.

Seguindo o critério de verificação adotado, todas as lajes do tipo foram julgadas satisfatórias quanto a deformação. A tabela a seguir apresenta o resultado da verificação:

Tabela 7 – Verificação das deformações das lajes – Pavimento Tipo (Fonte: Autor, 2023)

Verificação das deformações das lajes - Tipo			
Laje	Vão (m)	flecha admissível (cm)	flecha - deformação lenta (cm)
L1	4,64	1,86	1,3
L2	4,22	1,69	0,6
L3	4,19	1,68	0,6
L4	4,2	1,68	0,8
L5	4,18	1,67	0,6
L6	4,19	1,68	1,2
L7	3,91	1,56	0,8
L8	4,25	1,70	0,9
L9	4,17	1,67	0,8
L10	4,25	1,70	1,2
L11	3,88	1,55	1,2
L14	4,64	1,86	0,5
L15	4,22	1,69	0,3
L16	4,19	1,68	0,3
L17	4,2	1,68	0,3
L18	4,63	1,85	0,6
L19	3,91	1,56	0,6
L20	2,32	0,93	0,3
L21	4,56	1,82	1,0

## 6.2 2º PAVIMENTO

As deformações no 2º pavimento ficaram conforme a Figura 43:

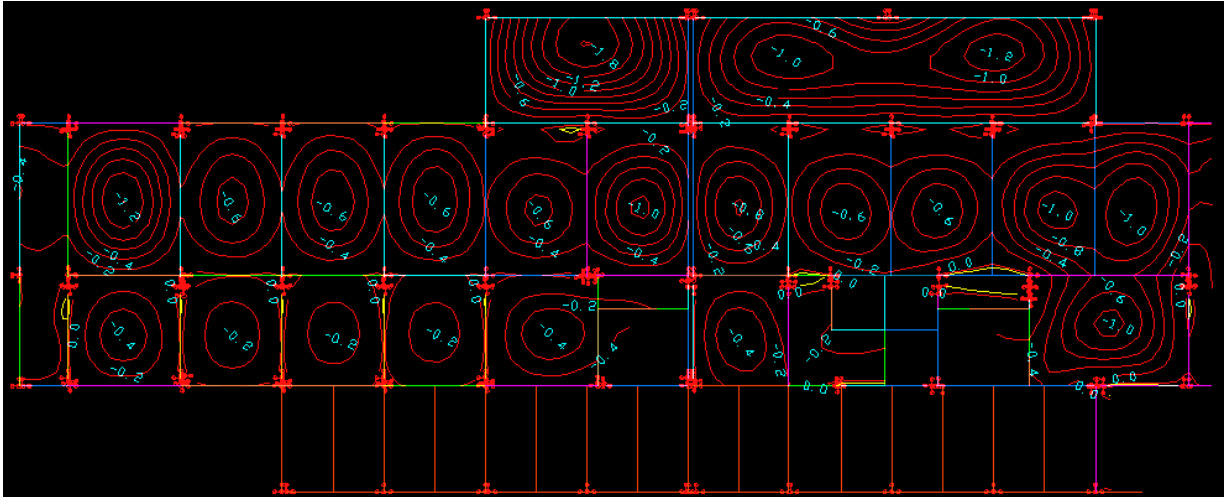


Figura 43 – Isopletas de deformação do 2º pavimento, no modelo de grelha. (Fonte: Autor, 2023)

Neste pavimento, as lajes dos terraços apresentaram deformações excessivas, devido às cargas permanentes de impermeabilização e acidentais de uso, maiores que o restante das lajes do pavimento. Para essas lajes, foi atribuída altura de  $h = 15 \text{ cm}$ . Após o reprocessamento do modelo de grelha, as lajes foram julgadas satisfatórias quanto a deformação.

### 6.3 COBERTURA

As deformações na cobertura ficaram conforme a Figura 44:

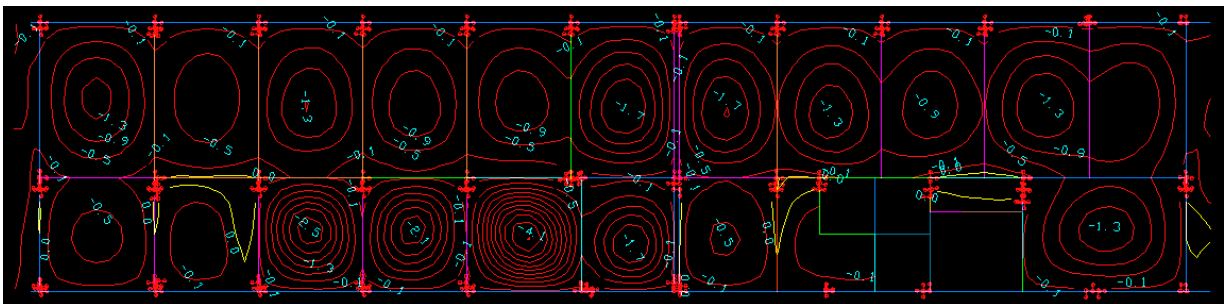


Figura 44 – Isopletas de deformação da cobertura, no modelo de grelha. (Fonte: Autor, 2023)

Neste pavimento, as lajes em geral apresentaram deformações excessivas, devido às cargas permanentes de impermeabilização, acidentais de uso e principalmente pela carga dos reservatórios na área técnica. Foi atribuído uma altura de  $h = 13 \text{ cm}$  para todas as lajes da cobertura, exceto as lajes da área técnica que suportam os reservatórios, que ficaram com  $h = 15 \text{ cm}$ . Após o reprocessamento do modelo de grelha, as lajes foram julgadas satisfatórias quanto a deformação.

## 7 PROCESSAMENTO GLOBAL E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Após a concepção estrutural de todo o edifício, lançamento das cargas verticais e de vento, e da certificação que não houve nenhum erro nos modelos de pavimento, parte-se para o processamento global do projeto.

Durante o processamento global, o TQS realiza diversos procedimentos e cálculos. Abaixo estão listados alguns dos mais importantes:

- a) Extração de dados e processamento de todos os pavimentos;
- b) Geração do modelo de grelha de todos os pavimentos;
- c) Criação dos pórticos espaciais;
- d) Cálculo da matriz de rigidez dos pórticos espaciais;
- e) Transferência de esforços da grelha para os pórticos;
- f) Transferência de esforços do vento para os pórticos;
- g) Geração de modelos de pórtico ELU e ELS;
- h) Cálculo dos parâmetros de estabilidade global;
- i) Cálculo dos deslocamentos laterais do edifício;
- j) Geração das envoltórias de esforços de vigas;
- k) Geração dos casos de carregamento em pilares;
- l) Processamento, dimensionamento e detalhamento de todas as vigas;
- m) Processamento, dimensionamento e detalhamento de todos os pilares;
- n) Geração de relatórios de detalhamento, processamento, erros, esforços, quantitativos, entre outros.

Ao finalizar o processamento, o software emite um relatório de erros, classificados em leves, médios e graves. Visto que não foi acusado nenhum erro grave após o processamento, partiu-se para a verificação dos resultados.

## 7.1 ESTABILIDADE GLOBAL

O TQS calcula os parâmetros de estabilidade  $\gamma_z$ ,  $FAVt$  e parâmetro  $\alpha$ . O parâmetro  $\gamma_z$  é calculado conforme prescrito na NBR 6118:

$$\gamma_z = \frac{1}{1 - \frac{\Delta M_{tot,d}}{M_{1,tot,d}}} \quad (9)$$

Onde:

$\gamma_z$ : parâmetro de estabilidade global;

$\Delta M_{tot,d}$ : momento de tombamento, gerada pelas forças horizontais em relação a base da estrutura;

$M_{1,tot,d}$ : momento gerado pelas forças verticais sobre o deslocamento horizontal de seus respectivos pontos de aplicação.

A norma também faz a seguinte classificação quanto ao valor do parâmetro:

$\gamma_z \leq 1,1$ : Estrutura de nós fixos: quando os nós da estrutura apresentam pequeno deslocamento horizontal e os efeitos globais de 2ª ordem são desprezíveis.

$\gamma_z > 1,1$ : Estrutura de nós móveis: quando os nós da estrutura apresentam grandes deslocamentos horizontais e os efeitos globais de 2ª devem considerados.

De um ponto de vista prático, este procedimento implica que, se os esforços gerados pelo deslocamento horizontal do edifício forem 10% maiores que os esforços gerados pelas forças de vento, determina-se o edifício com uma instabilidade considerável, caso contrário, determina-se o edifício estável globalmente. Consequentemente, quanto maior for a rigidez do prédio quanto aos deslocamentos laterais, menor será o valor do parâmetro  $\gamma_z$ .

No TQS, esse cálculo é feito para todas as combinações de carregamentos e os resultados estão apresentados a seguir:



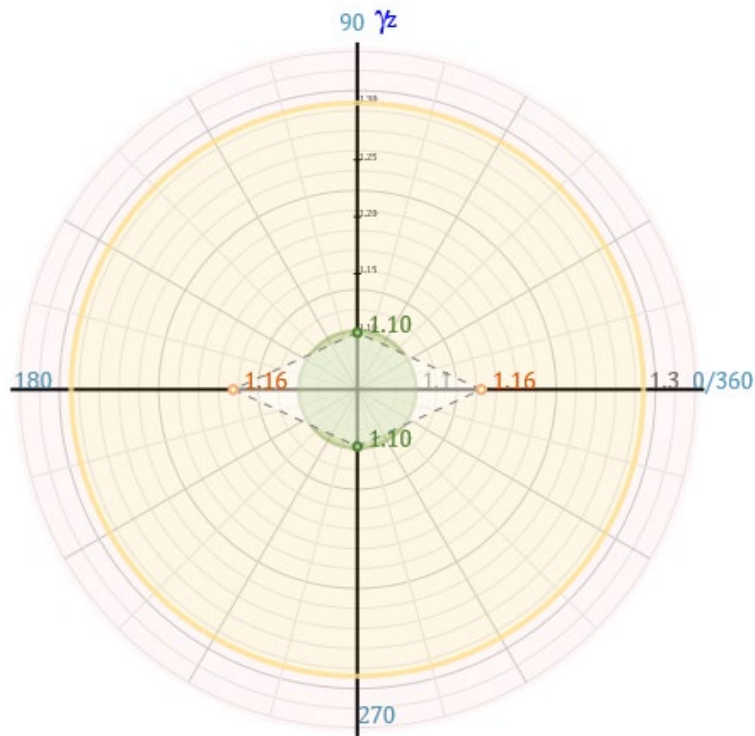


Figura 45 – Resultados do parâmetro  $\gamma_z$ . (Fonte: Autor, 2023)

Os resultados mostram que, para os carregamentos na direção  $x$  o edifício foi considerado de nós móveis e para os carregamentos na direção  $y$ , nós fixos.

Este resultado é coerente, pois analisando a estrutura percebe-se que a maioria dos pilares foi disposto de modo que seu lado de maior inércia atue na direção  $y$ , criando pórticos com rigidez muito maiores em comparação com os pórticos da direção  $x$ . Os resultados obtidos do parâmetro  $\gamma_z$  foram julgados satisfatórios.

O parâmetro  $FAVt$  é calculado de maneira bastante parecida com o parâmetro  $\gamma_z$ . A única diferença é que o  $FAVt$  também considera no cálculo o deslocamento horizontal gerado pelas cargas verticais, enquanto que o  $\gamma_z$  considera somente as cargas de vento. O TQS utiliza o parâmetro  $FAVt$  como o coeficiente de majoração para a consideração simplificada de esforços de 2ª ordem.

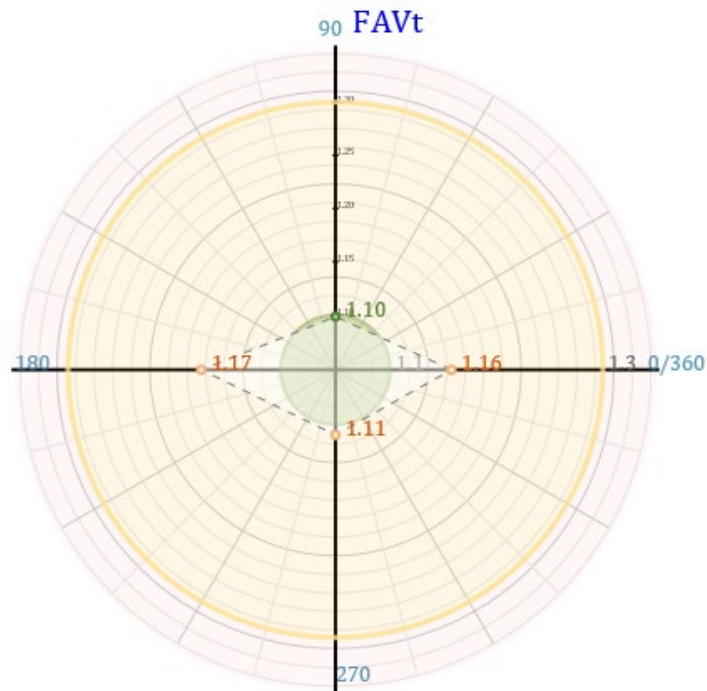


Figura 46 – Resultados do parâmetro FAVt. (Fonte: Autor, 2023)

Os deslocamentos horizontais no topo do edifício foram julgados satisfatórios, considerando o valor limite da Tabela 13.3 – Limites para deslocamentos – da NBR 6118:  $H/1700$ , onde  $H$  é a altura total do edifício.

Deslocamentos máximos				
Caso	Ang	DeslH	Relat1	Obs
5	90.00	2.05	H/ 2000.2	
6	270.00	2.05	H/ 2000.2	D
7	0.00	0.36	H/11431.5	
8	180.00	0.36	H/11431.5	

Caso - Caso de carregamento de EIS  
 DeslH - Máximo deslocamento horizontal absoluto (cm)  
 Relat1 - Valor relativo à altura total do edifício

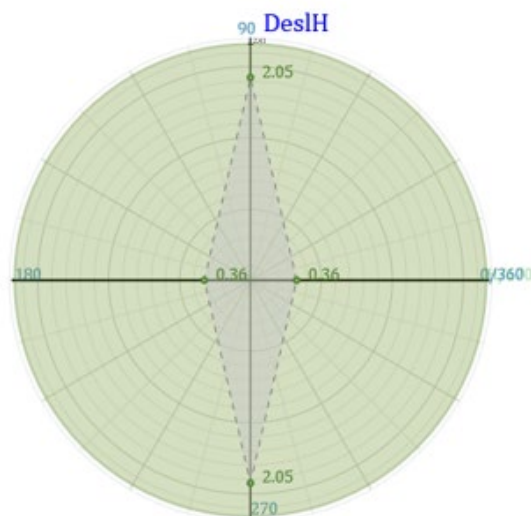


Figura 47 – Resultados de deslocamentos no topo do edifício. (Fonte: Autor, 2023)

O TQS também faz a verificação quanto ao desaprumo dos elementos verticais conforme descrito no item 11.3.3.4.1 da NBR 6118. Como não foi apontado nenhum erro grave sobre as imperfeições globais da estrutura após o processamento, constata-se que a ação de desaprumo foi menor que 30% da ação do vento, podendo então ser desprezada. Segundo Kimura (2007), os efeitos do desaprumo global são mais frequentes em edificações baixas com cargas verticais elevadas, como construções industriais. Em edifícios altos, normalmente o vento é preponderante.

## 7.2 PILARES

O dimensionamento dos pilares é feito considerando os esforços provenientes das combinações de carregamentos em ELU. Para um edifício com cargas permanentes, acidentais e vento em 4 direções, o TQS gera um total de 38 combinações. Caso fossem aplicadas cargas de outras naturezas, ou carga de vento em mais direções, a quantidade de combinações gerada aumentaria exponencialmente.

Os resultados obtidos do processamento, dimensionamento e detalhamento dos pilares podem ser verificados de forma rápida através do “Resumo do detalhamento”, que se trata de um relatório gerado pelo *software*. Neste relatório constam diversas informações de todos os pilares do edifício, sendo as mais importantes:

- a) Solução nº de barras x bitola de cada lance;
- b) Área de aço presente em cada lance;
- c) Taxa de armadura presente em cada os lances;
- d) Solução de estribos adotada de cada lance;
- e) Índice de esbeltez de cada lance

PILAR: P1															num: 1 Lances: 1 à 13		
Lance	Título	Seção [cm]	Área [cm <sup>2</sup> ]	NFer	Bitola	PDD	As	Taxa	Estr	C/	PP	fck	Cobr	T	Lbd	Ni	20rdM
					[mm]	x y	[cm <sup>2</sup> ]	[%]	[mm]	[cm]		(MPa)	(cm)				
13	COB	24.x 60.	1440.0	8	10.0	N N	6.3	0.44	5.0	12.0	N	35.0	2.5	15.9	50.	0.0635	ELOL KAPA
12	TIPO	24.x 60.	1440.0	8	10.0	N N	6.3	0.44	5.0	12.0	N	35.0	2.5	28.9	40.	0.1157	ELOL KAPA
11	TIPO	24.x 60.	1440.0	8	10.0	N N	6.3	0.44	5.0	12.0	N	35.0	2.5	42.0	40.	0.1678	ELOL KAPA
10	TIPO	24.x 60.	1440.0	8	10.0	N N	6.3	0.44	5.0	12.0	N	35.0	2.5	55.0	40.	0.2199	ELOL KAPA
9	TIPO	24.x 60.	1440.0	8	10.0	N N	6.3	0.44	5.0	12.0	N	35.0	2.5	68.0	40.	0.2720	ELOL KAPA
8	TIPO	24.x 60.	1440.0	8	10.0	N N	6.3	0.44	5.0	12.0	N	35.0	2.5	81.0	40.	0.3241	ELOL KAPA
7	TIPO	24.x 60.	1440.0	8	10.0	N N	6.3	0.44	5.0	12.0	N	35.0	2.5	94.0	40.	0.3762	ELOL KAPA
6	TIPO	24.x 60.	1440.0	8	10.0	N N	6.3	0.44	5.0	12.0	N	35.0	2.5	107.1	40.	0.4282	ELOL KAPA
5	TIPO	24.x 60.	1440.0	8	10.0	N N	6.3	0.44	5.0	12.0	N	35.0	2.5	120.1	40.	0.4803	ELOL KAPA
4	TIPO	24.x 60.	1440.0	10	10.0	N N	7.9	0.55	5.0	12.0	N	35.0	2.5	133.1	40.	0.5323	ELOL KAPA
3	TIPO	24.x 60.	1440.0	10	10.0	N N	7.9	0.55	5.0	12.0	N	35.0	2.5	146.0	40.	0.5842	ELOL KAPA
2	TIPO	24.x 60.	1440.0	12	10.0	N N	9.4	0.65	5.0	12.0	N	35.0	2.5	159.0	40.	0.6360	ELOL KAPA
1	2PAV	24.x 60.	1440.0	14	12.5	N N	17.2	1.19	5.0	15.0	N	35.0	2.5	173.8	43.	0.6952	ELOL KAPA

Figura 48 – Trecho do relatório “Resumo do detalhamento”, gerado pelo TQS. (Fonte: Autor, 2023)

Utilizando este relatório, foi verificado se a taxa de armadura ficou abaixo de 4% em todos os lances de cada pilar, conforme previsto no item 17.3.5.3.2 – Valores máximos – da NBR 6118. Ao analisar as informações do pilar P20, observou-se que este apresentava 2 lances com taxa maior que 4%.

PILAR:P20													nur		
Lance	Título	Seção [cm]	Área [cm <sup>2</sup> ]	NFer	Bitola [mm]	PDD x y	As [cm <sup>2</sup> ]	Taxa [%]	Estr [mm]	C/ [cm]	PP	fck (MPa)	Cobr (cm)	T	l
15	COB_RES	19.x 50.	950.0	0	12.5	N S	12.3	1.29	5.0			35.0	2.5		
14	COB_ELEV	19.x 50.	950.0	10	12.5	S S	12.3	1.29	5.0	15.0	N	35.0	2.5	11.0	
13	COB	19.x 60.	1140.0	10	10.0	N N	7.9	0.69	5.0	12.0	N	35.0	2.5	33.8	
12	TIPO	19.x 60.	1140.0	10	10.0	N N	7.9	0.69	5.0	12.0	N	35.0	2.5	49.5	
11	TIPO	19.x 60.	1140.0	10	10.0	N N	7.9	0.69	5.0	12.0	N	35.0	2.5	65.3	
10	TIPO	19.x 60.	1140.0	10	10.0	N N	7.9	0.69	5.0	12.0	N	35.0	2.5	81.2	
9	TIPO	19.x 60.	1140.0	10	10.0	N N	7.9	0.69	5.0	12.0	N	35.0	2.5	97.1	
8	TIPO	19.x 60.	1140.0	10	10.0	N N	7.9	0.69	5.0	12.0	N	35.0	2.5	113.0	
7	TIPO	19.x 60.	1140.0	10	10.0	N N	7.9	0.69	5.0	12.0	N	35.0	2.5	128.9	
6	TIPO	19.x 60.	1140.0	10	10.0	N N	7.9	0.69	5.0	12.0	N	35.0	2.5	144.9	
5	TIPO	19.x 60.	1140.0	10	12.5	N N	12.3	1.08	5.0	15.0	N	35.0	2.5	160.9	
4	TIPO	19.x 60.	1140.0	10	16.0	N N	20.1	1.76	5.0	19.0	N	35.0	2.5	177.0	
3	TIPO	19.x 60.	1140.0	10	20.0	N N	31.4	2.76	5.0	19.0	N	35.0	2.5	193.1	
2	TIPO	19.x 60.	1140.0	10	25.0	N N	49.1	4.31	6.3	19.0	N	35.0	2.5	209.5	
1	2PAV	19.x 60.	1140.0	10	25.0	N N	49.1	4.31	6.3	19.0	N	35.0	2.5	228.5	

PILAR:P21

nur

Figura 49 – Informações do pilar P20, em destaque os lances com taxa de armadura insatisfatória. (Fonte: Autor, 2023)

Para uma análise mais detalhada do que ocorreu nesses lances, foi usada a ferramenta “Edição rápida de armadura de pilares”. Nela é possível visualizar um resumo do cálculo de flexo-compressão realizado para a obtenção da solução de armaduras de cada lance.

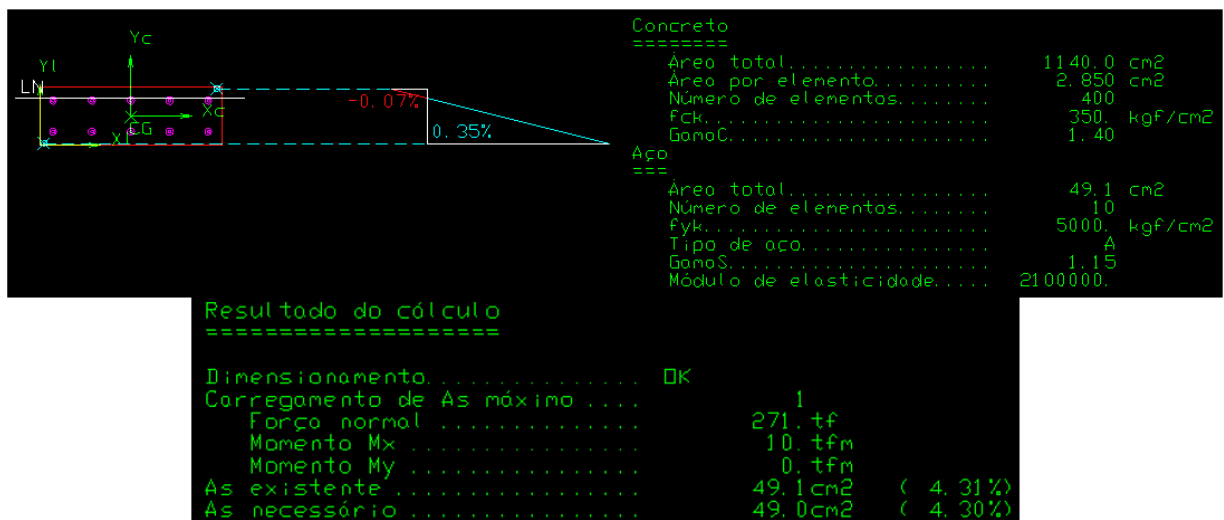


Figura 50 – Cálculo do P20, lance 1. (Fonte: Autor, 2023)

Analisando o cálculo do pilar P20, no lance do térreo ao 2º pavimento, observou-se que a seção obteve um  $A_s$  necessário de 49,1 cm<sup>2</sup> para resistir a um esforço normal

de 271 tf mais um momento em torno do eixo x de 10 tf·m, que foi o caso de carregamento que gerou a maior armadura. A seção também foi verificada para outros 41 casos de carregamento, conforme a Figura 51.

Listo de carregamentos						
Coso	Sistemo	Fz tf	Mx tf·m	My tf·m	Sd/Rd	
1	Centrol	271.	10.	0.	1.00	OK
2	Centrol	271.	-10.	0.	1.00	OK
3	Centrol	271.	0.	9.	0.71	OK
4	Centrol	271.	0.	-9.	0.71	OK
5	Centrol	262.	-5.	6.	0.81	OK
6	Centrol	261.	0.	-1.	0.60	OK
7	Centrol	271.	-7.	-6.	0.89	OK
8	Centrol	271.	-7.	6.	0.89	OK
9	Centrol	271.	0.	11.	0.73	OK
10	Centrol	250.	-0.	4.	0.61	OK
11	Centrol	250.	-5.	-6.	0.78	OK
12	Centrol	250.	0.	-10.	0.71	OK
13	Centrol	271.	0.	6.	0.89	OK
14	Centrol	271.	0.	-6.	0.89	OK
15	Centrol	252.	-5.	1.	0.77	OK
16	Centrol	264.	-0.	-4.	0.64	OK
17	Centrol	264.	0.	9.	0.85	OK
18	Centrol	264.	0.	18.	0.80	OK
19	Centrol	229.	-0.	6.	0.58	OK
20	Centrol	229.	-0.	-10.	0.75	OK
21	Centrol	229.	-0.	-20.	0.75	OK
22	Centrol	261.	0.	-1.	0.79	OK
23	Centrol	232.	0.	1.	0.53	OK
24	Centrol	232.	0.	-1.	0.71	OK
25	Centrol	251.	0.	1.	0.77	OK
26	Centrol	262.	-0.	-2.	0.62	OK
27	Centrol	262.	-0.	11.	0.71	OK
28	Centrol	241.	-0.	4.	0.59	OK
29	Centrol	241.	-0.	-6.	0.75	OK
30	Centrol	241.	-0.	-12.	0.68	OK
31	Centrol	260.	0.	1.	0.79	OK
32	Centrol	243.	-0.	1.	0.74	OK
33	Centrol	255.	-0.	-4.	0.63	OK
34	Centrol	255.	-0.	9.	0.82	OK
35	Centrol	255.	-0.	18.	0.78	OK
36	Centrol	221.	-0.	6.	0.56	OK
37	Centrol	221.	-0.	-10.	0.73	OK
38	Centrol	221.	-0.	-20.	0.73	OK
39	Centrol	252.	0.	1.	0.77	OK
40	Centrol	252.	0.	-1.	0.61	OK
41	Centrol	223.	0.	1.	0.51	OK
42	Centrol	223.	-5.	-1.	0.68	OK

Figura 51 – Casos de carregamento considerados para o lance do P20. (Fonte: Autor, 2023)

Para garantir o correto dimensionamento deste elemento estrutural foi feito um aumento da seção do pilar de 19x60 cm para 24x60 cm. Optou-se por aumentar o pilar no sentido da menor dimensão pois o esforço preponderante do cálculo foi o momento em torno do eixo de menor inércia do pilar ( $M_x$ ).

O pilar P37 teve o mesmo problema, com a taxa de armadura maior que 4% em certos lances, e foram solucionados de maneira análoga ao procedimento feito com o P20. Após o reprocessamento da estrutura, o resultado apresentado foi julgado satisfatório para todos os pilares da estrutura.

### 7.3 VIGAS

Assim como os pilares, as vigas também são dimensionadas frente às solicitações provenientes de diversas combinações de carregamentos, ou também chamadas de envoltórias de solicitações. O *software* TQS calcula a envoltória de uma viga dividindo cada trecho em 12 seções espaçadas igualmente, conforme a Figura 52:

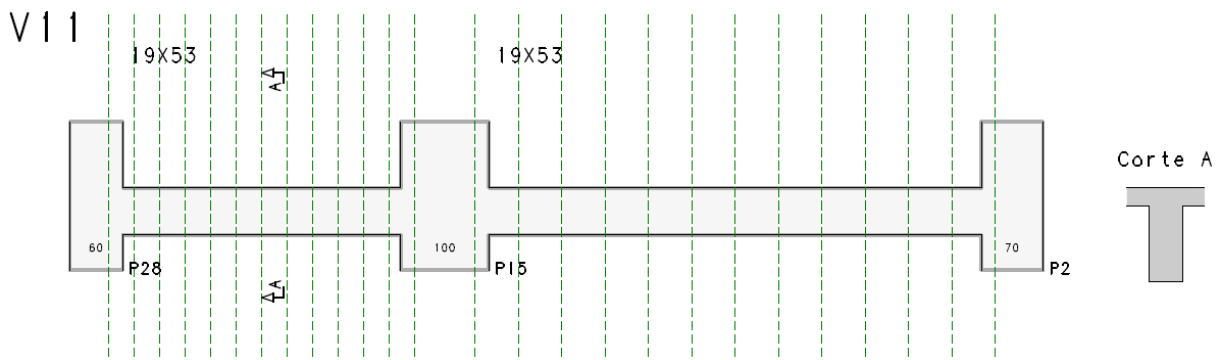


Figura 52 – Exemplo da divisão dos trechos de viga em 12 seções, feita pelo TQS. (Fonte: Autor, 2023)

Para cada seção, é encontrado o valor máximo e mínimo dos esforços cortante e momento fletor, obtidos considerando todas as combinações de carregamentos previstas no projeto. O diagrama resultante, formado por ambos os valores máximos e mínimos dos esforços, é denominado de envoltória de solicitações.

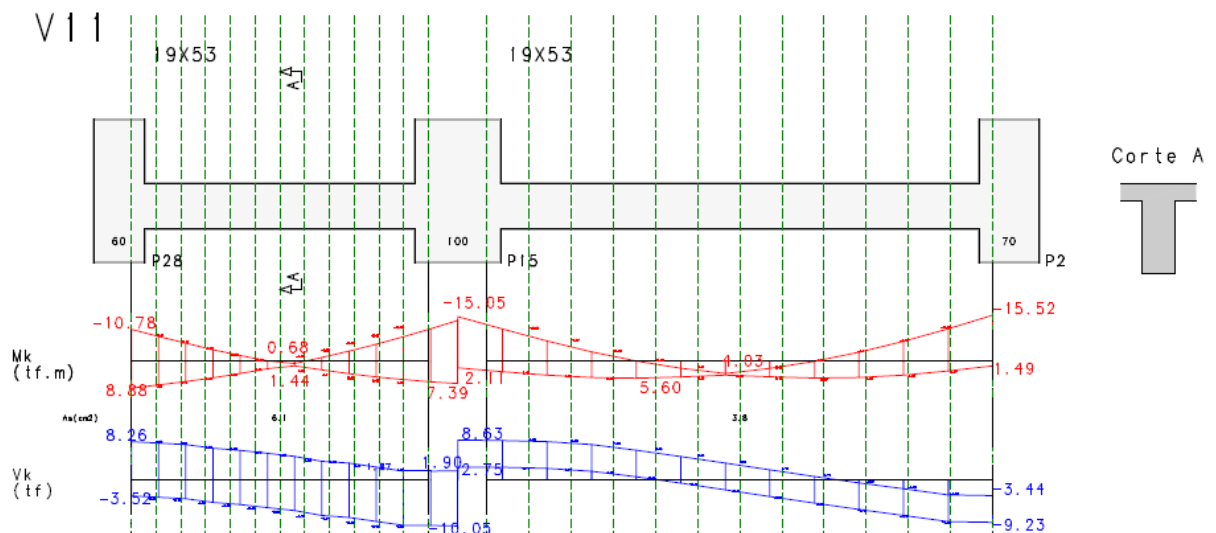


Figura 53 – Exemplo de envoltória de momento fletor, em vermelho, e esforço cortante, em azul. (Fonte: Autor, 2023)

Nota-se que no exemplo da Figura 53, na região do pilar P15, ocorreram esforços de momento fletor negativo e positivo simultaneamente. Este é um efeito comum de ocorrer em vigas de contraventamento, ou seja, vigas que pertencem a pórticos rígidos que absorvem maiores parcelas dos esforços de vento.

A partir dos esforços da envoltória, o programa calcula as armaduras de flexão, cortante e torção, quando considerada. Neste projeto foi desconsiderada a rigidez a torção das vigas, conforme apontado no item 4.1, portanto a envoltória de esforço torsor ficou nulo e nenhuma armadura de torção foi dimensionada.

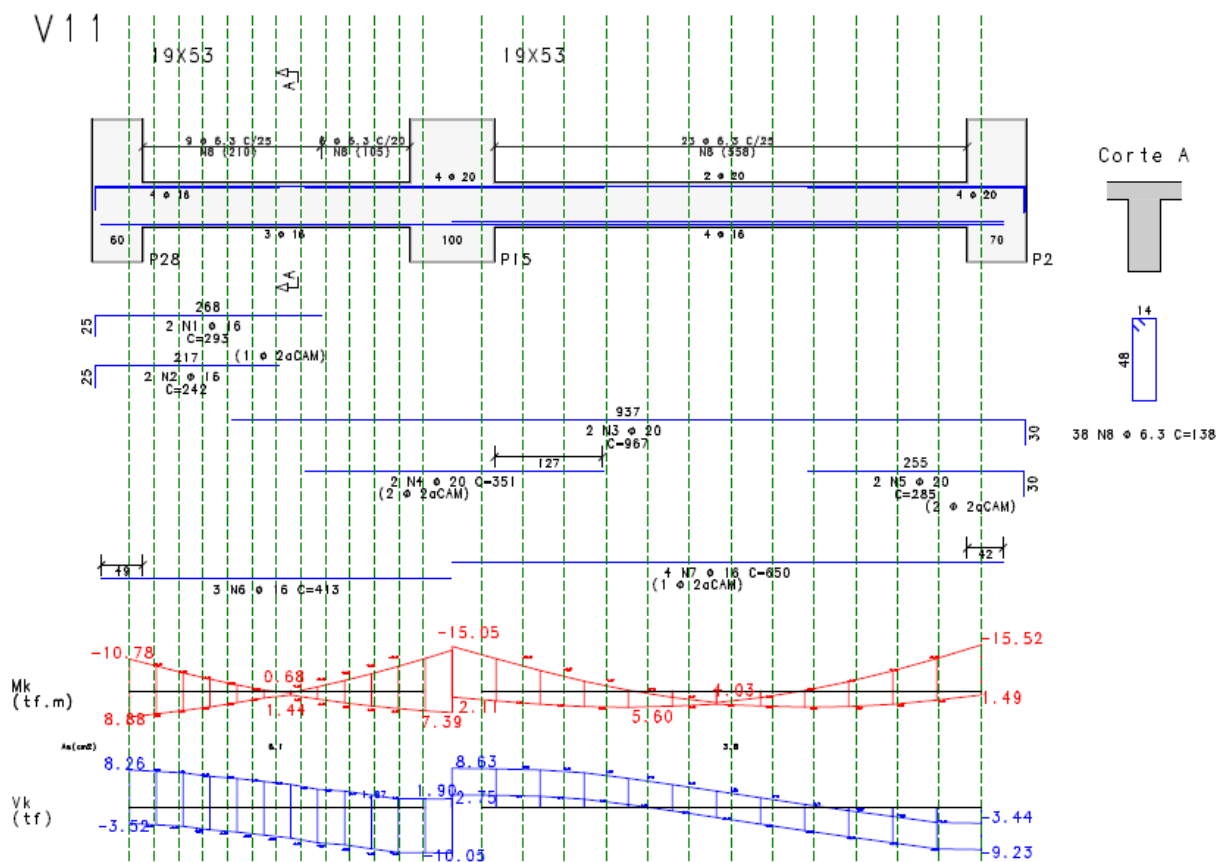


Figura 54 – Exemplo de armadura gerada pelo TQS com os esforços da envoltória. (Fonte: Autor, 2023)

No processamento das vigas do projeto não foi apontado nenhum aviso ou erro grave de cálculo. De qualquer forma, é prudente fazer uma verificação dos resultados apresentados pelo TQS. Uma verificação rápida pode ser feita através da ferramenta “Edição rápida de armaduras de vigas”, que é uma interface gráfica onde é possível comparar as armaduras geradas pelo programa com as envoltórias de solicitações.





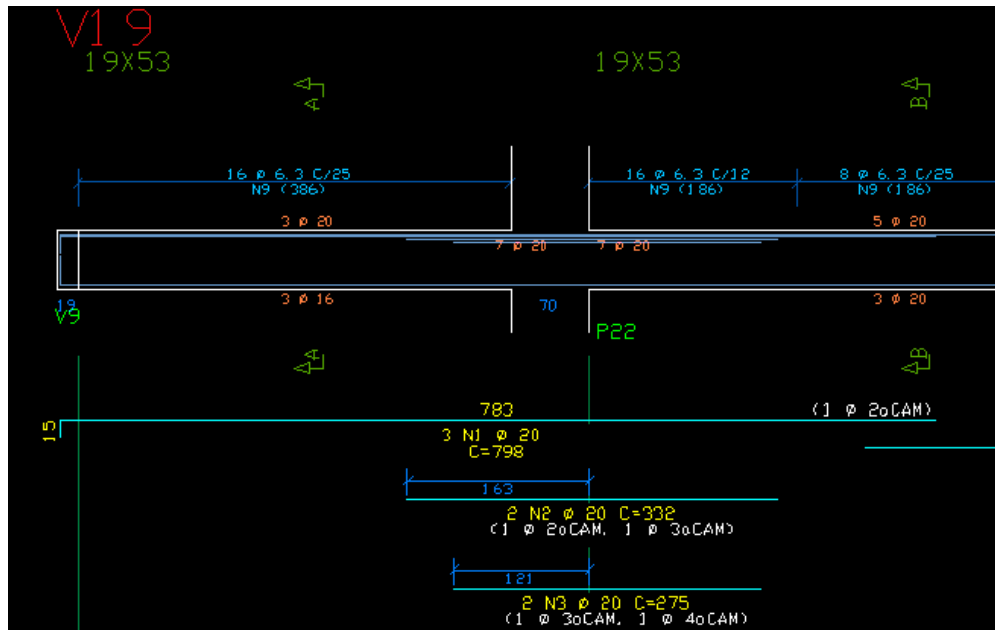


Figura 57 – Armadura excessiva na região do apoio central. (Fonte: Autor, 2023)

Isso ocorreu devido as cargas de vento na direção  $y$ , aliadas com as cargas verticais do pavimento, geraram uma ampliação do momento negativo na região do apoio. As solicitações de cada carregamento podem ser visualizadas com a ferramenta “Visualizador de pórticos”.

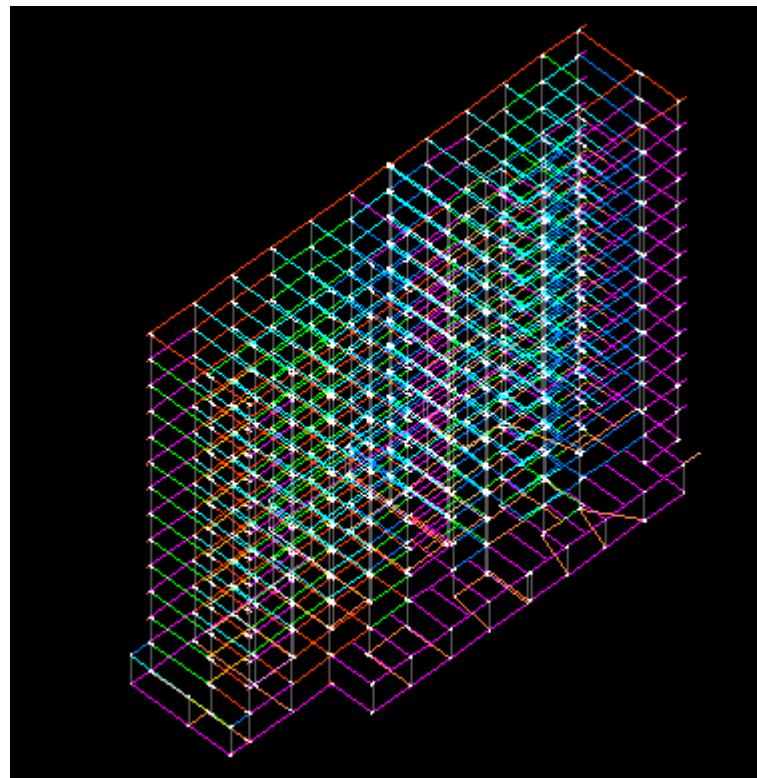


Figura 58 – Modelo de pórtico do TQS. (Fonte: Autor, 2023)

Dentro da ferramenta é possível escolher o carregamento ou combinação de carregamento para visualizar os respectivos diagramas de esforços gerados, bem como é possível escolher um pórtico específico para ver o efeito. Ao escolher o pórtico que contém a viga V13 e aplicando as cargas verticais e de vento, fica nítida a quantidade de momento negativo promovida pelo engaste no pilar central, gerando uma grande quantidade de armaduras.

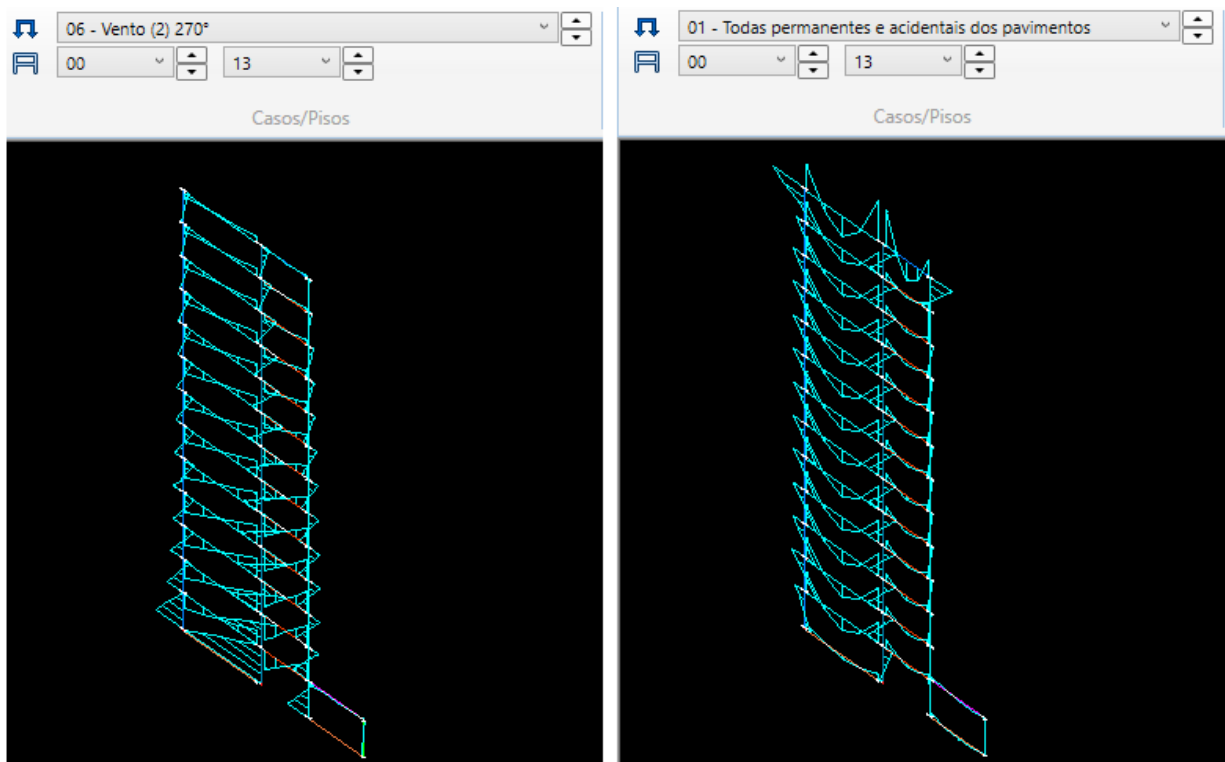


Figura 59 – Pórtico da viga V13, com diagrama de momentos das cargas verticais e de vento. (Fonte: Autor, 2023)

Para resolver o problema da alta taxa de armadura, a seção das vigas V12, V13, V14 e V19 foram alteradas para 24 x 53 cm, de modo a promover um maior espaço para alojamento das barras de aço, melhorando o desempenho das vigas. Após o reprocessamento da estrutura, foi feita uma nova verificação e o resultado de todas as vigas foi julgado satisfatório.

## 7.4 LAJES

As lajes são dimensionadas através do modelo de grelha em cada pavimento, ferramenta que já foi utilizada neste projeto para a verificação das deformações. Utilizando a ferramenta “Edição rápida de armaduras de lajes” é possível visualizar os

diagramas de esforços nas lajes, bem como os parâmetros usados pelo TQS para o dimensionamento das faixas de armadura.

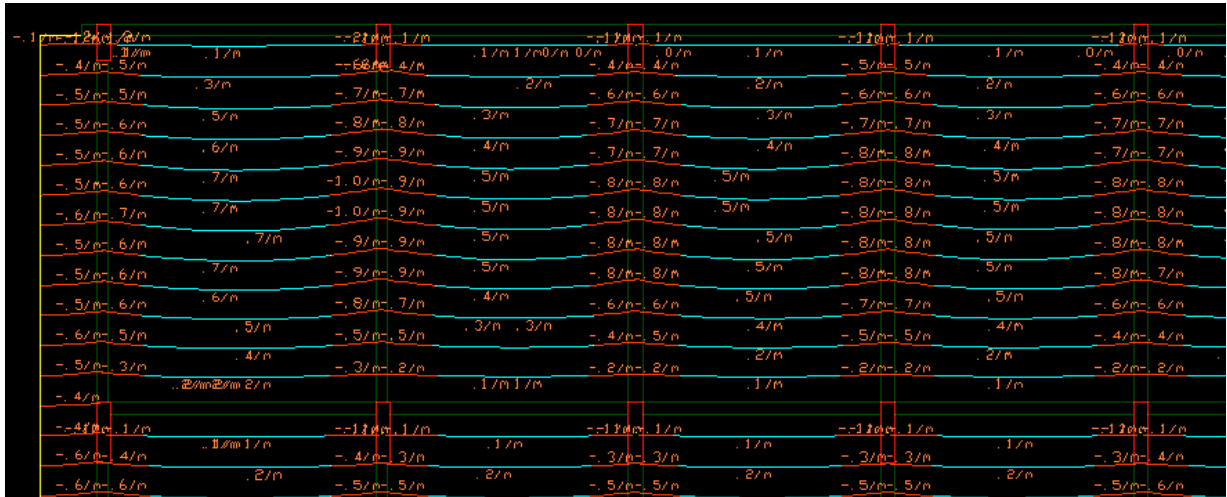


Figura 60 – Diagrama de momento fletor nas lajes. (Fonte: Autor, 2023)

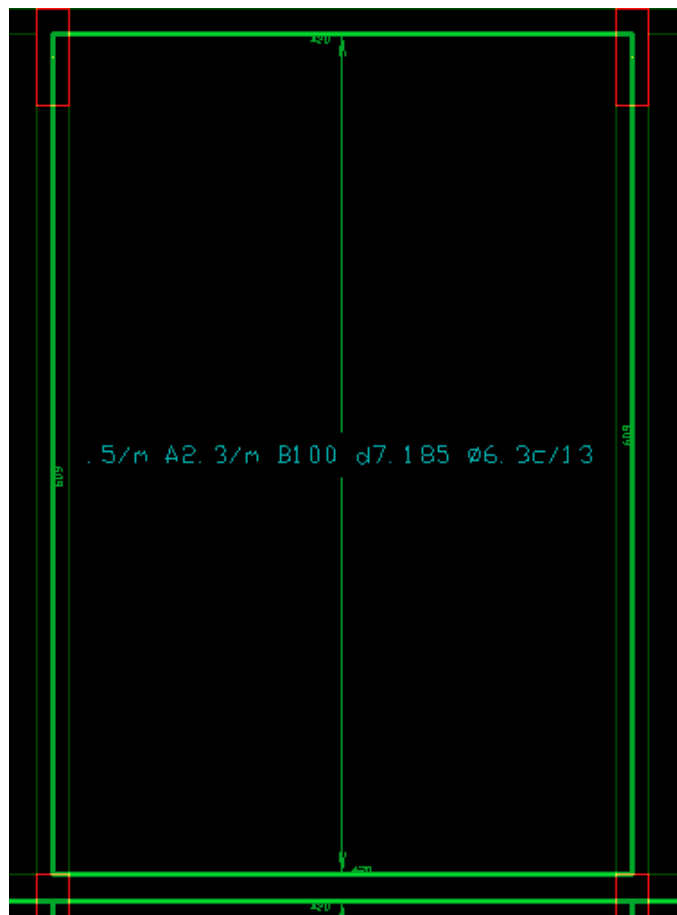


Figura 61 – Faixa de armadura gerada pelo TQS para a L3. (Fonte: Autor, 2023)

A Figura 61 mostra uma faixa de armação gerada pelo *software* para a armadura positiva horizontal da laje L3. Uma faixa de armação consiste em uma solução de bitola – espaçamento que será distribuído ao longo da laje, ou trecho de laje. Os parâmetros utilizados para o dimensionamento são dispostos no centro da faixa, e correspondem às seguintes informações, da esquerda para a direita:

- Momento fletor utilizado no cálculo. No exemplo:  $0,5 \text{ tf} \cdot \text{m}/\text{m}$ ;
- Área de aço obtido. No exemplo:  $2,3 \text{ cm}^2/\text{m}$ ;
- Base utilizada para o cálculo. No exemplo:  $100 \text{ cm}$  ou  $1 \text{ m}$
- Altura útil utilizada para o cálculo. No exemplo:  $7,185 \text{ cm}$
- Solução bitola-espaçamento adotada. No exemplo:  $\phi 6.3 \text{ C}/13$

Foi feita uma verificação do resultado obtido utilizando a calculadora do TQS de flexão simples de seções retangulares, entrando com os dados da faixa de armação.

$f_{ck}$   MPa

**Geometria / Seção**

$b_w$   cm

$d$   cm

**Esforço solicitante**

$M_{Sd} \text{ (tf.m)} = M_{Sk} \text{ (tf.m)} \times \gamma_f$

=  x

**$M_{Sd} \rightarrow A_s$**

**Armaduras**

$A_s$     $\text{cm}^2$

$\emptyset$   mm

$\emptyset$   mm c/  cm

$A_s'$    $\text{cm}^2$

**$M_{Rd} \leftarrow A_s$**

Armadura mínima

Armadura dupla

## Flexão simples

### Resultados

$A_s = 2.32 \text{ cm}^2$

$A_s' = 0.00 \text{ cm}^2$

$x = 0.59 \text{ cm}$

$\beta_x = x/d = 0.08$

### Equilíbrio

Figura 62 – Utilização da calculadora de flexão simples do TQS para verificação. (Fonte: Autor, 2023)

Com o comando “Armaduras > Calcular tudo”, o programa converte as faixas de armação em armaduras que são usadas no detalhamento da planta de lajes.

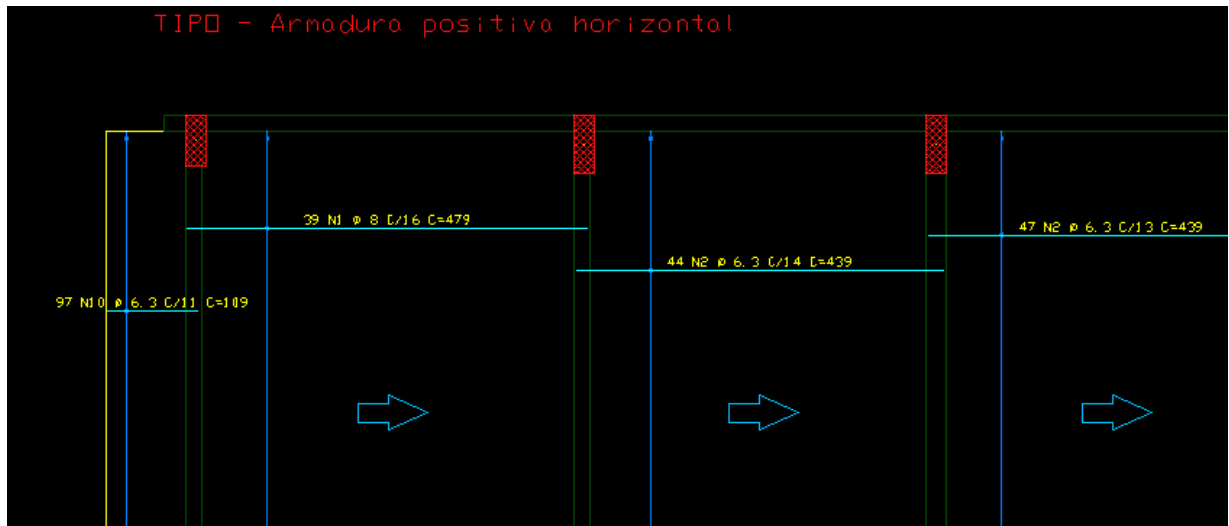


Figura 63 – Armaduras das lajes geradas pelo TQS. (Fonte: Autor, 2023)

As armaduras positivas verticais, bem como as armaduras negativas, são dimensionadas de maneira análoga, com suas respectivas faixas de armação. O resultado do dimensionamento e detalhamento de todas as lajes do projeto foi julgado satisfatório.

## 8 INTEGRAÇÃO COM PLATAFORMA BIM

Além das plantas de detalhamento, também foi produzido um arquivo de modelo 3D no formato “.ifc”. Este tipo de arquivo é um dos mais utilizados na plataforma BIM e pode ser importado em diversos programas de projetos como o Revit, Archicad, SketchUp, entre outros *softwares* vastamente utilizados em outras disciplinas de projeto como as instalações elétricas / hidráulicas e arquitetura.

Este arquivo é cada vez mais requisitado no mercado pois facilita de maneira considerável a etapa de compatibilização de um projeto, pois permite a união de dois ou mais projetos, com todos os respectivos elementos identificados. É possível incluir também as armaduras dispostas das vigas, lajes e pilares, podendo ser usada como consulta no momento de montagem na obra.

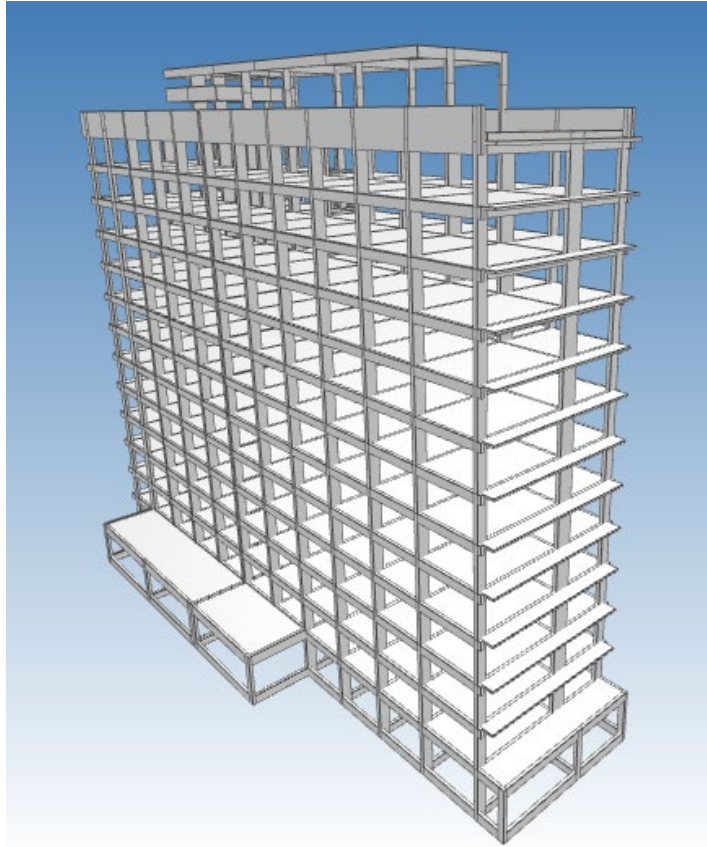


Figura 64 – Modelo 3D do edifício, aberto em um visualizador de arquivo “.ifc”. (Fonte: Autor, 2023)

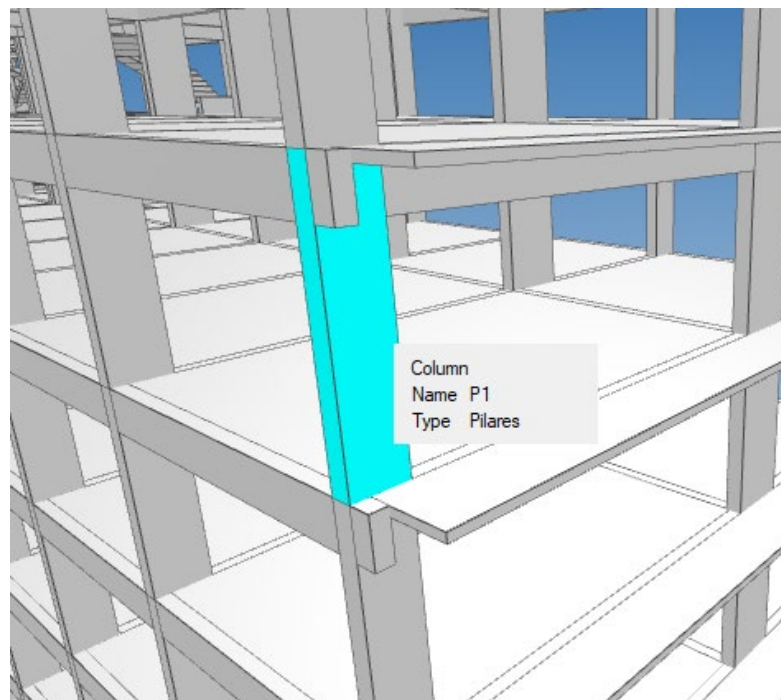


Figura 65 – Identificação dos elementos no modelo 3D. (Fonte: Autor, 2023)

## 9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho buscou apresentar uma metodologia de projeto de estrutura de concreto armado com um viés mais prático, voltada para a aplicação no dia a dia de um escritório de projetos estruturais, sem nunca deixar de lado o embasamento teórico do comportamento da estrutura e de seus materiais. Para isto, foram consultados engenheiros calculistas com muitos anos de experiência na área de estruturas e na utilização do software TQS.

A capacidade do engenheiro de elaborar projetos de forma ágil, eficaz e integrada à plataforma BIM vem ganhando cada vez mais importância, visto o cenário atual do mercado da construção civil. Neste contexto, a realização do trabalho contribuiu para o desenvolvimento destas habilidades, bem como a chamada “sensibilidade estrutural”, que é a capacidade de prever o comportamento de uma estrutura e antever a ordem de grandeza dos resultados obtidos.

Um ponto importante a ser ressaltado acerca dos resultados finais do projeto é que vários elementos estruturais ficaram com armação mínima, principalmente os pilares e lajes. Dessa forma, pode-se afirmar que a estrutura não foi dimensionada da maneira mais eficiente em termos das dimensões dos elementos e utilização dos materiais. Fica como sugestão ou inspiração para próximos trabalhos a correta otimização da estrutura para melhor aproveitamento dos materiais e espaços, sem abrir mão da segurança. Vale lembrar que, ao modificar as dimensões de pilares, vários aspectos globais da estrutura são impactados, como a estabilidade, a distribuição dos esforços, a ancoragem de outros elementos, entre outros fatores, tornando este uma tarefa desafiadora.

## 10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. **NBR 6123 - Forças devidas ao vento em edificações**. Rio de Janeiro: ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1988.

ABNT. **NBR 6118 - Projeto de estruturas de concreto - Procedimento**. Rio de Janeiro: ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2014.

ABNT. **NBR 6120 - Ações para o cálculo de estruturas de edificações**. Rio de Janeiro: ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2019.

ARAÚJO, J. M. D. **Curso de Concreto Armado**. 3ª. ed. Rio Grande: Dunas, v. 1, 2, 3 e 4, 2010.

BLESSMANN, J. **O vento na engenharia estrutural**. 2ª. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2013.

KIMURA, A. **Informática Aplicada em Estruturas de Concreto Armado**. 1ª. ed. São Paulo: Pini, 2007.

MELO, P. R. D. **Pré-dimensionamento de estruturas de madeira, de aço e de concreto para auxílio à concepção de projetos arquitetônicos**. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia. 2013.

SUSSEKIND, J. C. **Curso de Análise Estrutural - Vol.I - Estruturas Isostáticas**. 6ª. ed. Rio de Janeiro: Editora Globo, 1981.



## **ANEXO A – PLANTAS ARQUITETÔNICAS**

LEGENDA DE VEGETAÇÕES		
	VEGETAÇÃO EXISTENTE A FIRMAR/EM	VEGETAÇÃO EXISTENTE A REMOVER
	VEGETAÇÃO EXISTENTE A REMOVER	VEGETAÇÃO EXISTENTE A TRANSPLANTAR
	VEGETAÇÃO EXISTENTE A TRANSPLANTAR	VEGETAÇÕES NOVAS CONFORME PROJETO PAISAGÍSTICO

LEGENDA DE SIMBÓLOS DE REVESTIMENTOS		
	INDICAÇÃO REVESTIMENTO PISO CÓDIGO VIDE LEGENDA ESPECÍFICA	INDICAÇÃO REVESTIMENTO PAREDE CÓDIGO VIDE LEGENDA ESPECÍFICA
	INDICAÇÃO REVESTIMENTO PAREDE CÓDIGO VIDE LEGENDA ESPECÍFICA	INDICAÇÃO REVESTIMENTO FORRO CÓDIGO VIDE LEGENDA ESPECÍFICA

NOMENCLATURA DE ESQUADRIAS		
EX 001x001x100	1 = ESQUADRIA	001 = LARGURA
X	MATERIAL	002 = ALTURA
003	LEGENDA	003 = PÉTIMO

LEGENDA DE ESQUADRIAS			
COD	DESCRIÇÃO	COD	DESCRIÇÃO
EA	ESQUADRIA DE ALUMÍNIO	EM	ESQUADRIA DE MADEIRA
EF	ESQUADRIA DE AÇO	ET	ESQUADRIA DE FERRO
PCF	PORTA CORTA FOGO	JCF	JANELA CORTA FOGO

LEGENDA DE ELEMENTOS DE FACHADA			
COD	DESCRIÇÃO	COD	DESCRIÇÃO
BR	BRISE METÁLICO	PUC	PROTETOR DE UNIDADE CONDENSADORA

LEGENDA DE REVESTIMENTOS DE PISOS		
COD	DESCRIÇÃO	
P01	BALATO TEAR LEVADO FLAMEADO 4mm 10x10cm	
P02	BALATO TEAR LEVADO FLAMEADO 4mm 20x40cm	
P03	REVESTIMENTO CERÂMICO CINZA CLARO 60x60cm	
P04	CARPETE MODULAR EM PLACAS 60x60cm	
P05	PISO VINÍLICO C/BAZEL	
P06	PORCELANATO RETIFICADO 60x60cm	
P07	PORCELANATO RETIFICADO 60x60cm	
P08	CONCRETO ALISADO COM NATURAL	
P09	GRANILHA EMBALADA APLICADA SOBRE SISTEMA MODULAR DE COBERTURA REF. ECOTELHADO ALVOCALINHE	

LEGENDA DE REVESTIMENTOS DE PAREDES		
COD	DESCRIÇÃO	
W01	PANEL DE AÇO CORTEN	
W02	PNITURA ACRÍLICA ACETINADA COR BRANCO	
W03	PNITURA ACRÍLICA ACETINADA COR BRANCO RAL 9017	
W04	PORCELANATO RETIFICADO 60x60cm	
W05	CONCRETO APARENTE COM APLICAÇÃO DE VERNIZ HIDROFUGANTE INCOLOR	
W06	TEXTURAS REELS. TRIPLEX P/ACABAMENTO NA COR CINZA CLARO P/03, 1015	

LEGENDA DE REVESTIMENTOS DE FORRO		
COD	DESCRIÇÃO	
CO1	FORRO DE GESSO ACARTONADO. PINTURA P/03 COR BRANCO FORRO	
CO2	FORRO DE PLACA CIMENTICA	
CO3	FORRO DE GESSO IRMONEVEL. PINTURA COR BRANCO	
CO4	CONCRETO APARENTE COM APLICAÇÃO DE VERNIZ HIDROFUGANTE INCOLOR	

LEGENDA DE SOLEIRAS, PINGADEIRAS E DEGRAUS		
COD	DESCRIÇÃO	

LEGENDA DE RODAPÉS		
COD	DESCRIÇÃO	
RO1	RODAPÊ EM BALATO 23mm 1x10cm	
RO2	RODAPÊ DE POLIESTERNO COR BRANCO 10cm	
RO3	RODAPÊ DE POLIESTERNO COR CINZA CLARO 10cm	
RO4	RODAPÊ CERÂMICO COR CINZA CLARO 45x6cm	

**NÃO LIBERADO PARA EXECUÇÃO**



PLANTA BAIXA 05º E 09º PAVIMENTO  
ESC.: 1 : 50

REV.	DATA	SOLICITANTE	AL TERÇAÇÕES
1	20/03/2018	REVISÃO COMPLETA	REVISÃO COMPLETA
2	20/03/2018	REVISÃO COMPLETA	REVISÃO COMPLETA
3	20/03/2018	REVISÃO COMPLETA	REVISÃO COMPLETA
4	20/03/2018	REVISÃO COMPLETA	REVISÃO COMPLETA
5	20/03/2018	REVISÃO COMPLETA	REVISÃO COMPLETA
6	20/03/2018	REVISÃO COMPLETA	REVISÃO COMPLETA

**DR. TIMÓTEO**  
 RAUL DR. TIMÓTEO S/RT. 0316 891 - PORTO ALEGRE - RS  
 EXP. UNICO: 022 33662-00-5

PLANTA BAIXA 05º E 09º PAVIMENTO 1 : 50

PROJETO / ETAPA: ARQUITETÔNICO / ESTUDO PRELIMINAR ARQ007  
 ARQUIVO: C:\Users\OSR\Documents\02241M Exp\exp V03\_C01.rvt

CLIENTE: RSP TECNOLOGIA LTDA

LEGENDA DE VEGETAÇÕES		
	VEGETAÇÃO EXISTENTE A FIRMAR/EM	VEGETAÇÃO EXISTENTE A REMOVER
	VEGETAÇÃO EXISTENTE A REMOVER	VEGETAÇÃO EXISTENTE A TRANSPLANTAR
	VEGETAÇÃO EXISTENTE A TRANSPLANTAR	VEGETAÇÕES NOVAS CONFORME PROJETO PAISAGÍSTICO

LEGENDA DE SÍMBOLOS DE REVESTIMENTOS		
	INDICAÇÃO REVESTIMENTO PISO CÓDIGO VIDE LEGENDA ESPECÍFICA	INDICAÇÃO REVESTIMENTO PAREDE CÓDIGO VIDE LEGENDA ESPECÍFICA
	INDICAÇÃO REVESTIMENTO PAREDE CÓDIGO VIDE LEGENDA ESPECÍFICA	INDICAÇÃO REVESTIMENTO FORRO CÓDIGO VIDE LEGENDA ESPECÍFICA

NOMENCLATURA DE ESQUADRIAS			
EA	ESQUADRIA DE ALUMÍNIO	EM	ESQUADRIA DE MADEIRA
EF	ESQUADRIA DE AÇO	EV	ESQUADRIA DE VIDRO
PCF	PORTA CORTA FOGO	JCF	JANELA CORTA FOGO

LEGENDA DE ESQUADRIAS			
COD	DESCRIÇÃO	COD	DESCRIÇÃO
EA	ESQUADRIA DE ALUMÍNIO	EM	ESQUADRIA DE MADEIRA
EF	ESQUADRIA DE AÇO	EV	ESQUADRIA DE VIDRO
PCF	PORTA CORTA FOGO	JCF	JANELA CORTA FOGO

LEGENDA DE ELEMENTOS DE FACHADA			
COD	DESCRIÇÃO	COD	DESCRIÇÃO
BR	BRISE METÁLICO	PRO	PROTETOR DE UNIDADE CONDENSADORA

LEGENDA DE REVESTIMENTOS DE PISOS			
COD	DESCRIÇÃO	COD	DESCRIÇÃO
BS1	BASTÃO TEAR LEVADO FLAMEADO 40x40x10mm	BS2	BASTÃO TEAR LEVADO FLAMEADO 40x40x10mm
BS3	REVESTIMENTO CERÂMICO CINZA CLARO 60x60	BS4	CARPETE MODULAR EM PLACAS 60x60
BS5	PISO VINÍLICO C/BAZEL	BS6	PORCELANATO RETIFICADO COM BRANCO GELADO 60x60
BS7	PORCELANATO RETIFICADO COM BRANCO GELADO 60x60	BS8	CONCRETO APARENTE COM APLICAÇÃO DE VERNIZ HIDROFUGANTE INCOLOR
BS9	CONCRETO APARENTE COM APLICAÇÃO DE VERNIZ HIDROFUGANTE INCOLOR	BS10	CONCRETO APARENTE COM APLICAÇÃO DE VERNIZ HIDROFUGANTE INCOLOR

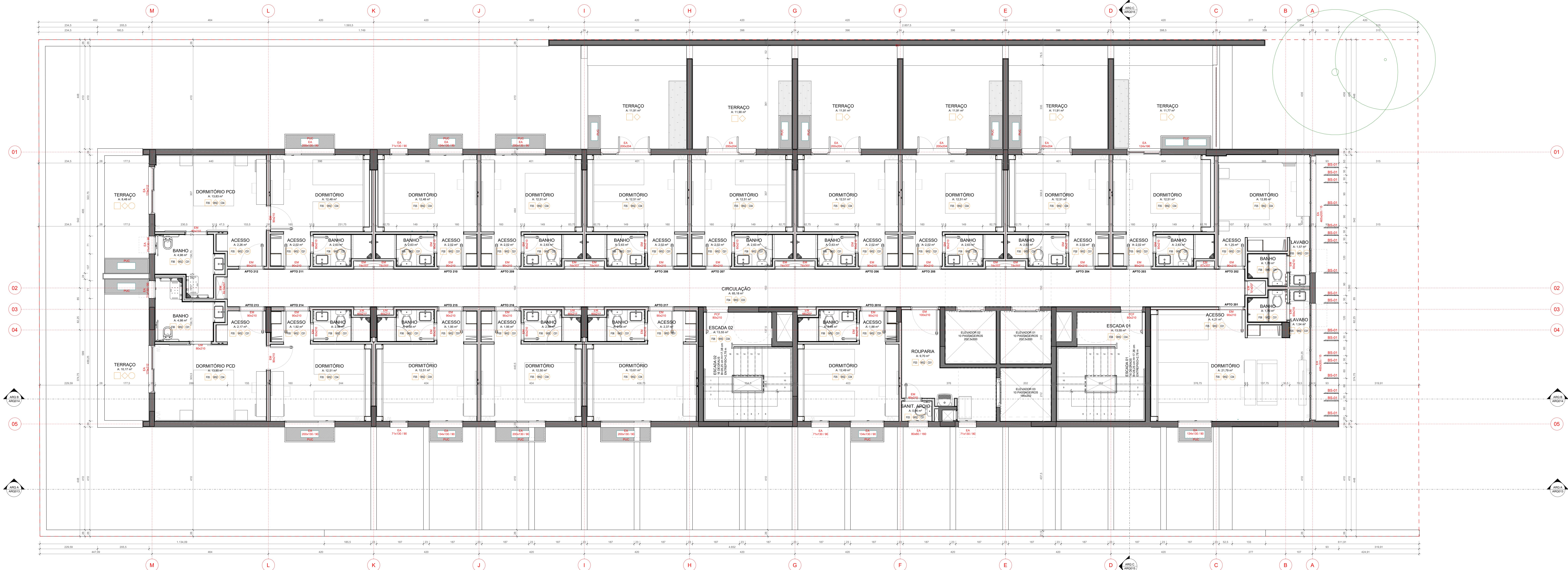
LEGENDA DE REVESTIMENTOS DE PAREDES			
COD	DESCRIÇÃO	COD	DESCRIÇÃO
W01	PAINEL DE AÇO CORTEN	W02	PINTURA ACRÍLICA ACETINADA COM BRANCO
W03	PINTURA ACRÍLICA ACETINADA COM BRANCO	W04	PINTURA ACRÍLICA ACETINADA COM BRANCO RAL 9017
W05	PORELANATO RETIFICADO COM BRANCO GELADO 60x60	W06	CONCRETO APARENTE COM APLICAÇÃO DE VERNIZ HIDROFUGANTE INCOLOR
W07	TEXTURAS REELS TRIPLEX P/INT. ACABAMENTO NA COR CINZA CLARO RAL 7035		

LEGENDA DE REVESTIMENTOS DE FORRO			
COD	DESCRIÇÃO	COD	DESCRIÇÃO
CO1	FORRO DE GESSO ACARTONADO PINTURA P/INT. COM BRANCO FORRO	CO2	FORRO DE PLACA CIMENTICA
CO3	FORRO DE GESSO REMANÉVEL PINTURA COM BRANCO	CO4	CONCRETO APARENTE COM APLICAÇÃO DE VERNIZ HIDROFUGANTE INCOLOR

LEGENDA DE SOLEIRAS, PINGADEIRAS E DEGRAUS			
COD	DESCRIÇÃO	COD	DESCRIÇÃO

LEGENDA DE RODAPÉS			
COD	DESCRIÇÃO	COD	DESCRIÇÃO
RO1	RODAPÊ EM BASTÃO 40x40x10mm	RO2	RODAPÊ DE POLIESTERNO COM BRANCO 100x10
RO3	RODAPÊ DE POLIESTERNO COM CINZA CLARO 100x10	RO4	RODAPÊ CERÂMICO COM CINZA CLARO 40x40mm

**NÃO LIBERADO PARA EXECUÇÃO**



**PLANTA BAIXA 02º PAVIMENTO**  
ESC.: 1 : 50

Nº	DATA	SOLICITANTE	AL TERÇAÇÕES
1	20/07/2018	DR. TIMÓTEO	REVISÃO COMPLEMENTAR
2	20/07/2018	DR. TIMÓTEO	REVISÃO COMPLEMENTAR
3	20/07/2018	DR. TIMÓTEO	REVISÃO COMPLEMENTAR
4	20/07/2018	DR. TIMÓTEO	REVISÃO COMPLEMENTAR
5	20/07/2018	DR. TIMÓTEO	REVISÃO COMPLEMENTAR
6	20/07/2018	DR. TIMÓTEO	REVISÃO COMPLEMENTAR

**DR. TIMÓTEO**  
RUA DR. TIMÓTEO S/Nº - 01048-001 - PORTO ALEGRE - RS  
EXP. UNICO: 020.38682-0/5

**PLANTA BAIXA 02º PAVIMENTO** 1 : 50

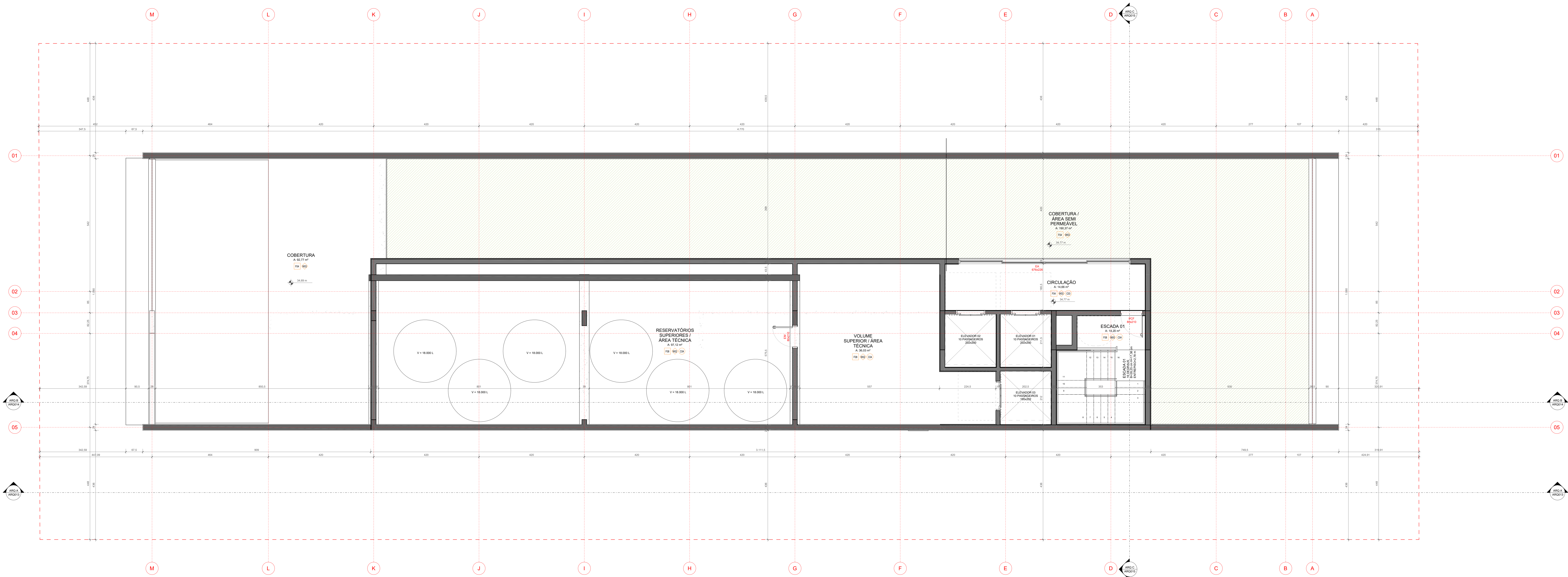
PROJETO / ETAPA: ARQUITETÔNICO / ESTUDO PRELIMINAR  
ARQUIVO: C:\Users\OSPF10\Documents\024TIM\Estu\piso V01\_CSP.rvt

ARQ004

LEGENDA DE VEGETAÇÕES		
	VEGETAÇÃO EXISTENTE A REMOVER	VEGETAÇÕES NOVAS CONFORME PROJETO PAISAGÍSTICO
	VEGETAÇÃO EXISTENTE A REMOVER	
	VEGETAÇÃO EXISTENTE A TRANSPLANTAR	

LEGENDA DE SIMBOLOS DE REVESTIMENTOS			
	INDICAÇÃO REVESTIMENTO PISO	INDICAÇÃO REVESTIMENTO PAREDE	INDICAÇÃO REVESTIMENTO FORRO
NOMENCLATURA DE ESQUADRIAS			
EX: 010401E1001 - E = ESQUADRIA - 001 = LARGURA - 002 = ALTURA - X = MATERIAL - 003 = FERTILIZANTE			
LEGENDA DE ESQUADRIAS			
COD	DESCRIÇÃO	COD	DESCRIÇÃO
EA	ESQUADRIA DE ALUMÍNIO	EM	ESQUADRIA DE MADEIRA
EP	ESQUADRIA DE AÇO	EF	ESQUADRIA DE FERRO
PCF	PORTA CORTA FOGO	JCF	JANELA CORTA FOGO
LEGENDA DE ELEMENTOS DE FACHADA			
COD	DESCRIÇÃO	COD	DESCRIÇÃO
BR	BRISE METÁLICO	PRO	PROTETOR DE UNIDADE CONDENSADORA
LEGENDA DE REVESTIMENTOS DE PISOS			
COD	DESCRIÇÃO	COD	DESCRIÇÃO
F01	BASTÃO TÊXTIL LEVANTADO FLAMEADO 4x3m 120x120cm	F02	BASTÃO TÊXTIL LEVANTADO FLAMEADO 4x3m 80x80cm
F03	REVESTIMENTO CERÂMICO CINZA CLARO 60x60cm	F04	CARPETE MODULAR EM PLACAS 60x60cm
F05	PISO VINÍLICO TÊXTIL 60x60cm	F06	PORCELANATO RETIFICADO COR BRANCO GELADO 60x60cm
F07	PISO MARMÔ 60x60cm	F08	CONCRETO ALISADO COR NATURAL
F09	GRANILHA EMBALECA APLICADA SOBRE SISTEMA MODULAR DE COBERTURA REF. FOTOLINEADO ALVOCALINLEVE		
LEGENDA DE REVESTIMENTOS DE PAREDES			
COD	DESCRIÇÃO	COD	DESCRIÇÃO
W01	PANEL DE AÇO CORTIN	W02	PINTURA ACRÍLICA ACEITADA COR BRANCO
W03	PINTURA ACRÍLICA ACEITADA COR BRANCO	W04	PINTURA ACRÍLICA ACEITADA COR CINZA CHAMBO RAL 9011
W05	CONCRETO APARENTE COM APLICAÇÃO DE VERNIZ HIDROFUGANTE INCOLOR	W06	TEXTURAS REDES, TÊXTILAS, PAPI, ACABAMENTO NA COR CINZA CLARO RAL 7035
LEGENDA DE REVESTIMENTOS DE FORRO			
COD	DESCRIÇÃO	COD	DESCRIÇÃO
CO1	FORRO DE GESSO ACABADO, PINTURA PUX COR BRANCO FORRO	CO2	FORRO DE PLACA CIMENTÍCIA
CO3	FORRO DE GESSO BRANCO, PINTURA COR BRANCO	CO4	CONCRETO APARENTE COM APLICAÇÃO DE VERNIZ HIDROFUGANTE INCOLOR
LEGENDA DE SOLEIRAS, PINGADEIRAS E DEGRAUS			
COD	DESCRIÇÃO	COD	DESCRIÇÃO
LEGENDA DE RODAPÉS			
COD	DESCRIÇÃO	COD	DESCRIÇÃO
RO01	RODAPÊ EM BASTÃO 4x3m 1x10cm	RO02	RODAPÊ DE POLIESTERNO COR BRANCO 10cm
RO03	RODAPÊ DE POLIESTERNO COR CINZA CHAMBO 10cm	RO04	RODAPÊ CERÂMICO COR CINZA CLARO 45x4,5cm



**NÃO LIBERADO PARA EXECUÇÃO**

**PLANTA BAIXA VOLUME SUPERIOR**  
ESC.: 1 : 50

REV.	DATA	DESCRIÇÃO
1	20/08/2018	REVISÃO CORP. SOLICITAÇÕES MELHORIA
2	20/08/2018	REVISÃO CORP. SOLICITAÇÕES MELHORIA
3	20/08/2018	REVISÃO CORP. SOLICITAÇÕES MELHORIA
4	20/08/2018	REVISÃO CORP. SOLICITAÇÕES MELHORIA
5	20/08/2018	REVISÃO CORP. SOLICITAÇÕES MELHORIA
6	20/08/2018	REVISÃO CORP. SOLICITAÇÕES MELHORIA
7	20/08/2018	REVISÃO CORP. SOLICITAÇÕES MELHORIA
8	20/08/2018	REVISÃO CORP. SOLICITAÇÕES MELHORIA
9	20/08/2018	REVISÃO CORP. SOLICITAÇÕES MELHORIA
10	20/08/2018	REVISÃO CORP. SOLICITAÇÕES MELHORIA
11	20/08/2018	REVISÃO CORP. SOLICITAÇÕES MELHORIA
12	20/08/2018	REVISÃO CORP. SOLICITAÇÕES MELHORIA
13	20/08/2018	REVISÃO CORP. SOLICITAÇÕES MELHORIA
14	20/08/2018	REVISÃO CORP. SOLICITAÇÕES MELHORIA
15	20/08/2018	REVISÃO CORP. SOLICITAÇÕES MELHORIA
16	20/08/2018	REVISÃO CORP. SOLICITAÇÕES MELHORIA
17	20/08/2018	REVISÃO CORP. SOLICITAÇÕES MELHORIA
18	20/08/2018	REVISÃO CORP. SOLICITAÇÕES MELHORIA
19	20/08/2018	REVISÃO CORP. SOLICITAÇÕES MELHORIA
20	20/08/2018	REVISÃO CORP. SOLICITAÇÕES MELHORIA
21	20/08/2018	REVISÃO CORP. SOLICITAÇÕES MELHORIA
22	20/08/2018	REVISÃO CORP. SOLICITAÇÕES MELHORIA
23	20/08/2018	REVISÃO CORP. SOLICITAÇÕES MELHORIA
24	20/08/2018	REVISÃO CORP. SOLICITAÇÕES MELHORIA
25	20/08/2018	REVISÃO CORP. SOLICITAÇÕES MELHORIA
26	20/08/2018	REVISÃO CORP. SOLICITAÇÕES MELHORIA
27	20/08/2018	REVISÃO CORP. SOLICITAÇÕES MELHORIA
28	20/08/2018	REVISÃO CORP. SOLICITAÇÕES MELHORIA
29	20/08/2018	REVISÃO CORP. SOLICITAÇÕES MELHORIA
30	20/08/2018	REVISÃO CORP. SOLICITAÇÕES MELHORIA
31	20/08/2018	REVISÃO CORP. SOLICITAÇÕES MELHORIA
32	20/08/2018	REVISÃO CORP. SOLICITAÇÕES MELHORIA
33	20/08/2018	REVISÃO CORP. SOLICITAÇÕES MELHORIA
34	20/08/2018	REVISÃO CORP. SOLICITAÇÕES MELHORIA
35	20/08/2018	REVISÃO CORP. SOLICITAÇÕES MELHORIA
36	20/08/2018	REVISÃO CORP. SOLICITAÇÕES MELHORIA
37	20/08/2018	REVISÃO CORP. SOLICITAÇÕES MELHORIA
38	20/08/2018	REVISÃO CORP. SOLICITAÇÕES MELHORIA
39	20/08/2018	REVISÃO CORP. SOLICITAÇÕES MELHORIA
40	20/08/2018	REVISÃO CORP. SOLICITAÇÕES MELHORIA
41	20/08/2018	REVISÃO CORP. SOLICITAÇÕES MELHORIA
42	20/08/2018	REVISÃO CORP. SOLICITAÇÕES MELHORIA
43	20/08/2018	REVISÃO CORP. SOLICITAÇÕES MELHORIA
44	20/08/2018	REVISÃO CORP. SOLICITAÇÕES MELHORIA
45	20/08/2018	REVISÃO CORP. SOLICITAÇÕES MELHORIA
46	20/08/2018	REVISÃO CORP. SOLICITAÇÕES MELHORIA
47	20/08/2018	REVISÃO CORP. SOLICITAÇÕES MELHORIA
48	20/08/2018	REVISÃO CORP. SOLICITAÇÕES MELHORIA
49	20/08/2018	REVISÃO CORP. SOLICITAÇÕES MELHORIA
50	20/08/2018	REVISÃO CORP. SOLICITAÇÕES MELHORIA
51	20/08/2018	REVISÃO CORP. SOLICITAÇÕES MELHORIA
52	20/08/2018	REVISÃO CORP. SOLICITAÇÕES MELHORIA
53	20/08/2018	REVISÃO CORP. SOLICITAÇÕES MELHORIA
54	20/08/2018	REVISÃO CORP. SOLICITAÇÕES MELHORIA
55	20/08/2018	REVISÃO CORP. SOLICITAÇÕES MELHORIA
56	20/08/2018	REVISÃO CORP. SOLICITAÇÕES MELHORIA
57	20/08/2018	REVISÃO CORP. SOLICITAÇÕES MELHORIA
58	20/08/2018	REVISÃO CORP. SOLICITAÇÕES MELHORIA
59	20/08/2018	REVISÃO CORP. SOLICITAÇÕES MELHORIA
60	20/08/2018	REVISÃO CORP. SOLICITAÇÕES MELHORIA
61	20/08/2018	REVISÃO CORP. SOLICITAÇÕES MELHORIA
62	20/08/2018	REVISÃO CORP. SOLICITAÇÕES MELHORIA
63	20/08/2018	REVISÃO CORP. SOLICITAÇÕES MELHORIA
64	20/08/2018	REVISÃO CORP. SOLICITAÇÕES MELHORIA
65	20/08/2018	REVISÃO CORP. SOLICITAÇÕES MELHORIA
66	20/08/2018	REVISÃO CORP. SOLICITAÇÕES MELHORIA
67	20/08/2018	REVISÃO CORP. SOLICITAÇÕES MELHORIA
68	20/08/2018	REVISÃO CORP. SOLICITAÇÕES MELHORIA
69	20/08/2018	REVISÃO CORP. SOLICITAÇÕES MELHORIA
70	20/08/2018	REVISÃO CORP. SOLICITAÇÕES MELHORIA
71	20/08/2018	REVISÃO CORP. SOLICITAÇÕES MELHORIA
72	20/08/2018	REVISÃO CORP. SOLICITAÇÕES MELHORIA
73	20/08/2018	REVISÃO CORP. SOLICITAÇÕES MELHORIA
74	20/08/2018	REVISÃO CORP. SOLICITAÇÕES MELHORIA
75	20/08/2018	REVISÃO CORP. SOLICITAÇÕES MELHORIA
76	20/08/2018	REVISÃO CORP. SOLICITAÇÕES MELHORIA
77	20/08/2018	REVISÃO CORP. SOLICITAÇÕES MELHORIA
78	20/08/2018	REVISÃO CORP. SOLICITAÇÕES MELHORIA
79	20/08/2018	REVISÃO CORP. SOLICITAÇÕES MELHORIA
80	20/08/2018	REVISÃO CORP. SOLICITAÇÕES MELHORIA
81	20/08/2018	REVISÃO CORP. SOLICITAÇÕES MELHORIA
82	20/08/2018	REVISÃO CORP. SOLICITAÇÕES MELHORIA
83	20/08/2018	REVISÃO CORP. SOLICITAÇÕES MELHORIA
84	20/08/2018	REVISÃO CORP. SOLICITAÇÕES MELHORIA
85	20/08/2018	REVISÃO CORP. SOLICITAÇÕES MELHORIA
86	20/08/2018	REVISÃO CORP. SOLICITAÇÕES MELHORIA
87	20/08/2018	REVISÃO CORP. SOLICITAÇÕES MELHORIA
88	20/08/2018	REVISÃO CORP. SOLICITAÇÕES MELHORIA
89	20/08/2018	REVISÃO CORP. SOLICITAÇÕES MELHORIA
90	20/08/2018	REVISÃO CORP. SOLICITAÇÕES MELHORIA
91	20/08/2018	REVISÃO CORP. SOLICITAÇÕES MELHORIA
92	20/08/2018	REVISÃO CORP. SOLICITAÇÕES MELHORIA
93	20/08/2018	REVISÃO CORP. SOLICITAÇÕES MELHORIA
94	20/08/2018	REVISÃO CORP. SOLICITAÇÕES MELHORIA
95	20/08/2018	REVISÃO CORP. SOLICITAÇÕES MELHORIA
96	20/08/2018	REVISÃO CORP. SOLICITAÇÕES MELHORIA
97	20/08/2018	REVISÃO CORP. SOLICITAÇÕES MELHORIA
98	20/08/2018	REVISÃO CORP. SOLICITAÇÕES MELHORIA
99	20/08/2018	REVISÃO CORP. SOLICITAÇÕES MELHORIA
100	20/08/2018	REVISÃO CORP. SOLICITAÇÕES MELHORIA

**DR. TIMÓTEO**  
RUA DR. TIMÓTEO, S/N, 1316-000 - PORTO ALEGRE / RS  
EXP. UNICO: 002.33680-00-5

**PLANTA BAIXA VOLUME SUPERIOR** 1 : 50

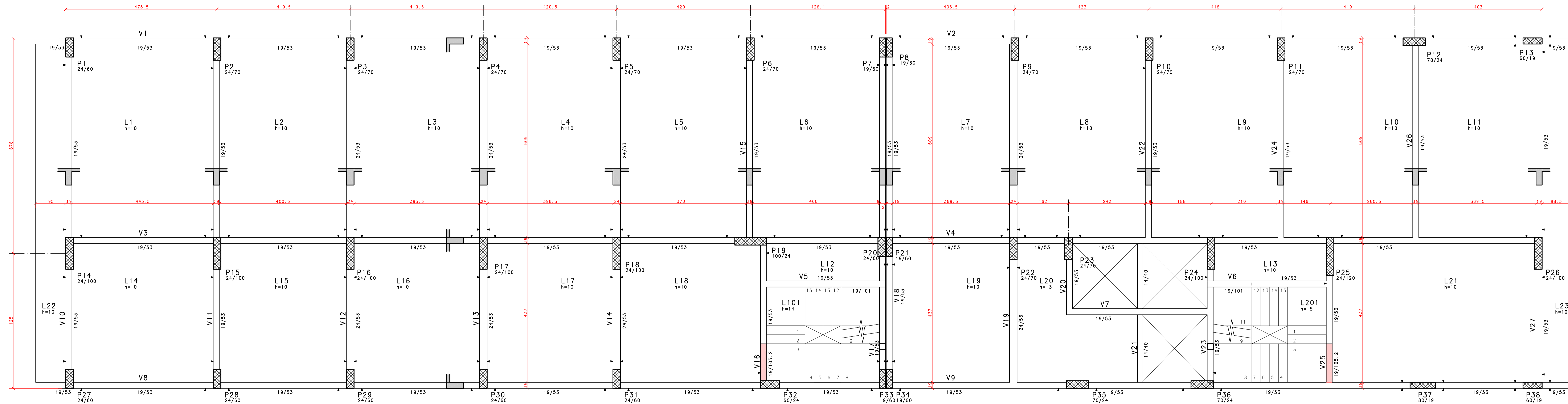
PROJETO / ETAPA: ARQUITETÔNICO / ESTUDO PRELIMINAR  
ARQUIVO: C:\Users\DR10\Documents\0024TM\ExpUnico\_V03\_C01.rvt

## **ANEXO B – QR CODE PARA VISUALIZAÇÃO DO MODELO 3D**



## **APÊNDICE A – PRANCHAS DE DETALHAMENTO**

Desenho produzido por versão acadêmica, proibido uso comercial



**CONVENÇÕES**

- PILAR QUE NASCE NESTE PAVIMENTO
- PILAR QUE MORRE NESTE PAVIMENTO
- PILAR QUE PASSA PELO PAVIMENTO
- INDICA QUE O EIXO DA VIGA É O MESMO DO PILAR
- INDICA QUE A VIGA ESTÁ NA FACE DO PILAR

**EDIFÍCIO HOTEL TCC**  
 UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
 ESCOLA DE ENGENHARIA  
 PORTO ALEGRE - RS  
 ENGENHARIA CIVIL

**PROJETO ESTRUTURAL**  
 FORMAS - PAVIMENTO TIPO

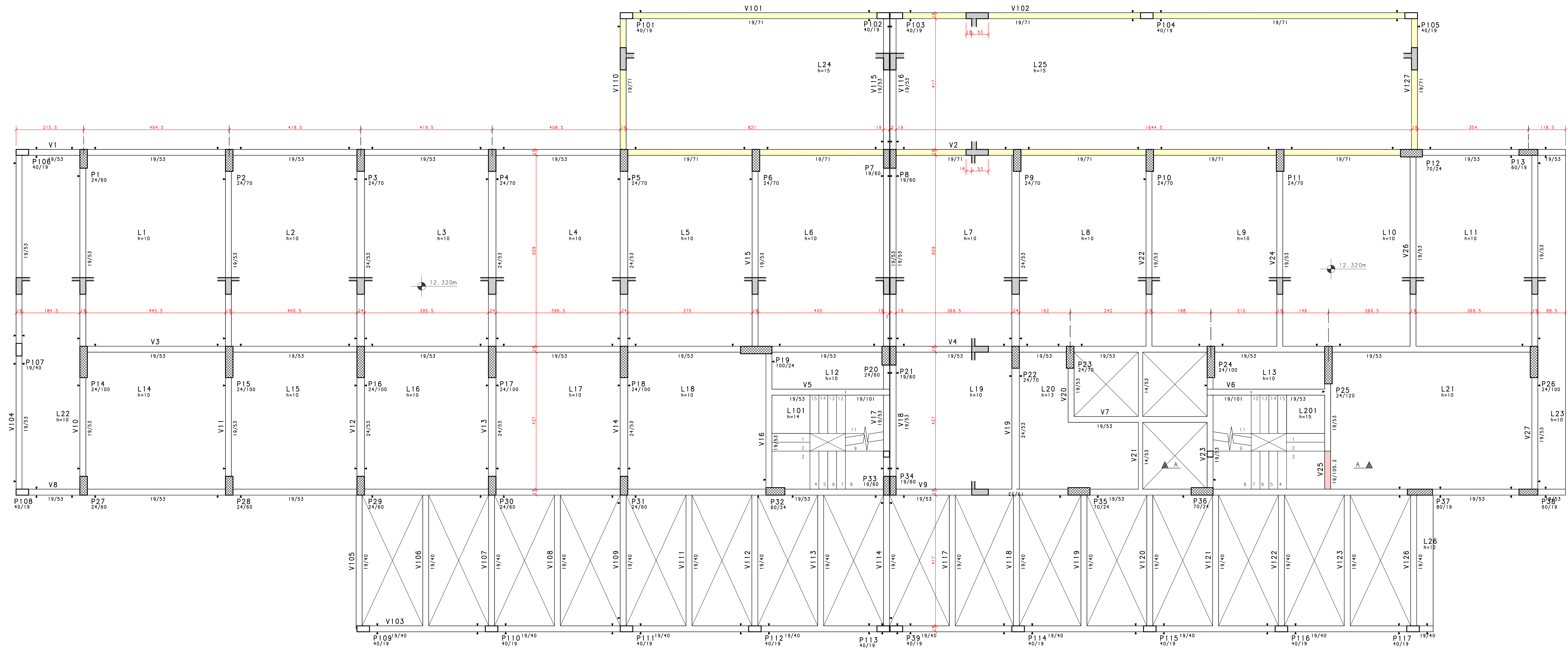
EMISSÃO: 25/03/23 ESCALA: 1:50 DESENHO: POHREN FASE: ARQUIVO:

110x46

0201-R00







**CONVENÇÕES**

- PILAR QUE NASCE NESTE PAVIMENTO
- PILAR QUE MORRE NESTE PAVIMENTO
- ▨ PILAR QUE PASSA PELO PAVIMENTO
- INDICA QUE O EIXO DA VIGA É O MESMO DO PILAR
- ⊥ INDICA QUE A VIGA ESTÁ NA FACE DO PILAR

**EDIFÍCIO HOTEL TCC**  
 UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
 ESCOLA DE ENGENHARIA  
 PORTO ALEGRE - RS  
 ENGENHARIA CIVIL

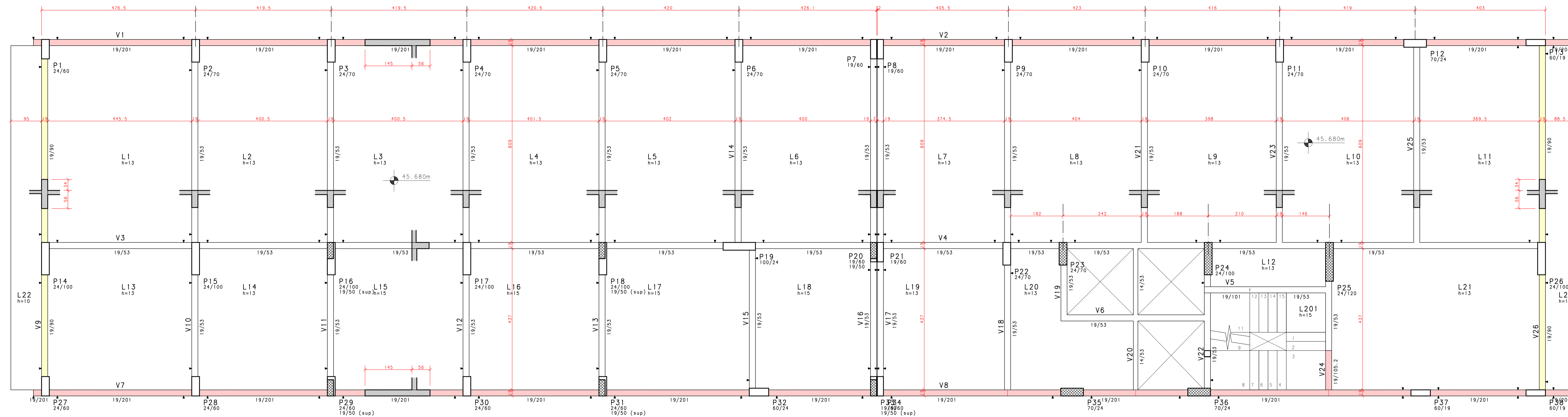
**PROJETO ESTRUTURAL**  
 FORMAS - 2º PAVIMENTO

EMISSÃO: 25/03/23 ESCALA: 1:50 DESENHO: POHREN FASE: ARQUIVO: 0202-R00

110x56



Desenho produzido por versão acadêmica, proibido uso comercial



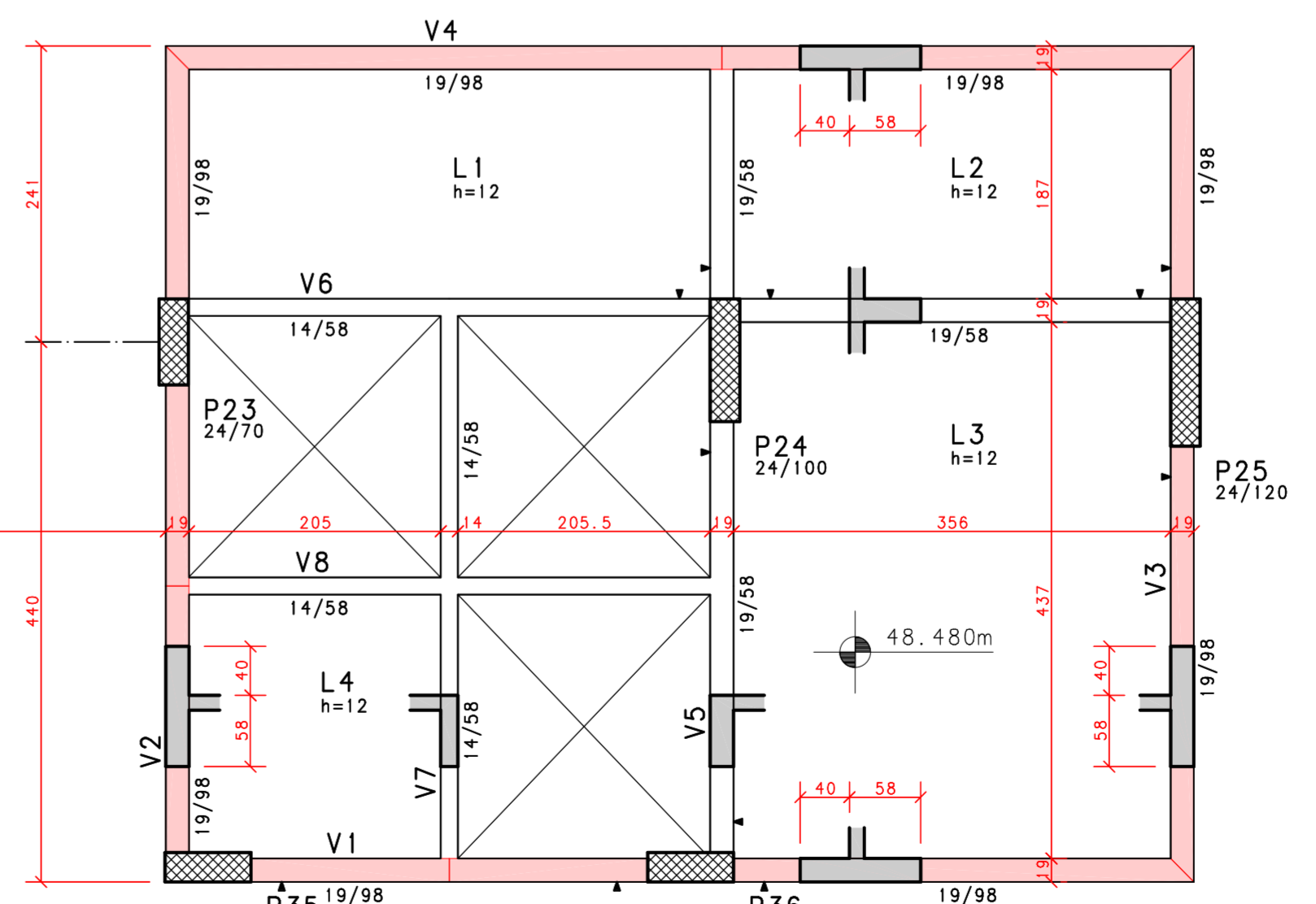
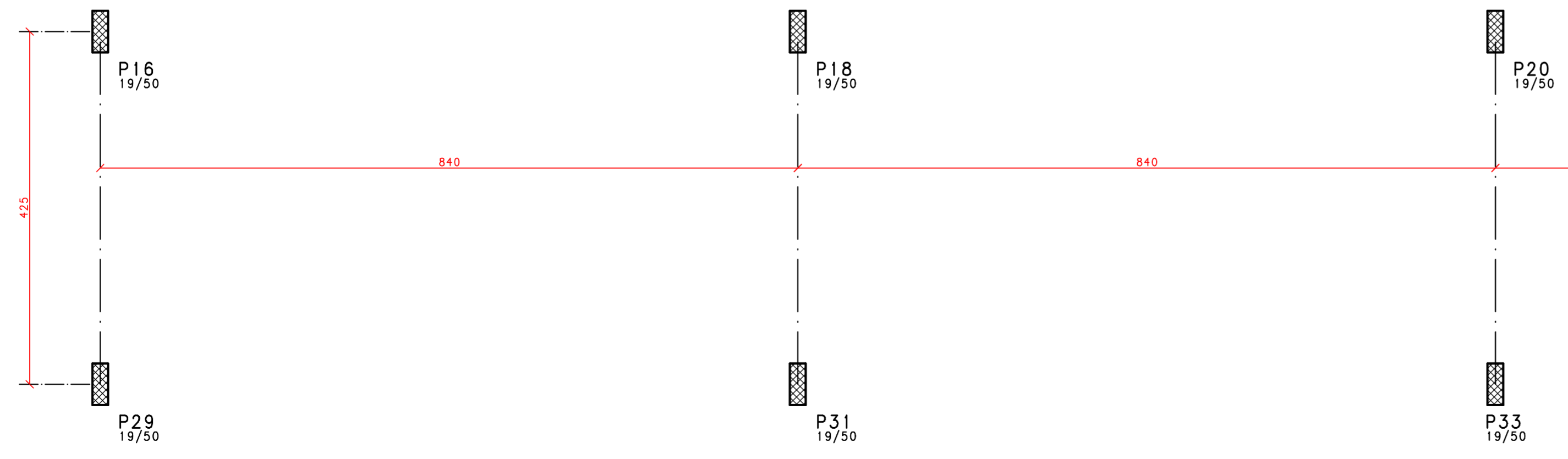
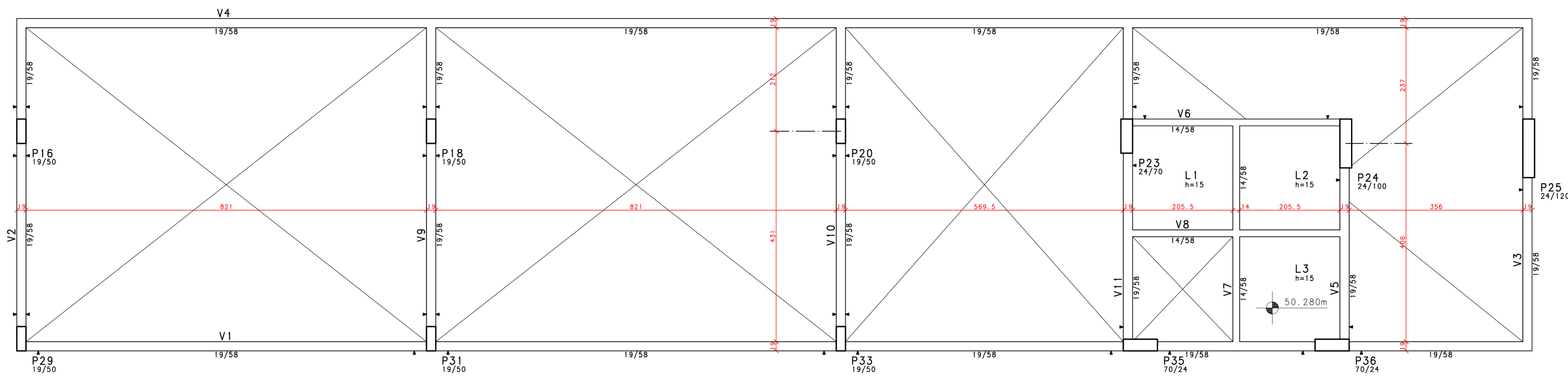
**CONVENÇÕES**

- PILAR QUE NASCE NESTE PAVIMENTO
- PILAR QUE MORRE NESTE PAVIMENTO
- PILAR QUE PASSA PELO PAVIMENTO
- INDICA QUE O EIXO DA VIGA É O MESMO DO PILAR
- INDICA QUE A VIGA ESTÁ NA FACE DO PILAR

**EDIFÍCIO HOTEL TCC**  
 UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
 ESCOLA DE ENGENHARIA  
 PORTO ALEGRE - RS  
 ENGENHARIA CIVIL



<b>PROJETO ESTRUTURAL</b>				E.U.:
<b>FORMAS - COBERTURA</b>				M2: 00 000 000
EMISSÃO: 25/03/23	ESCALA: 1:50	DESENHO: POHREN	FASE:	PRANCHA: 0203-R00
ARQUIVO:				110x46



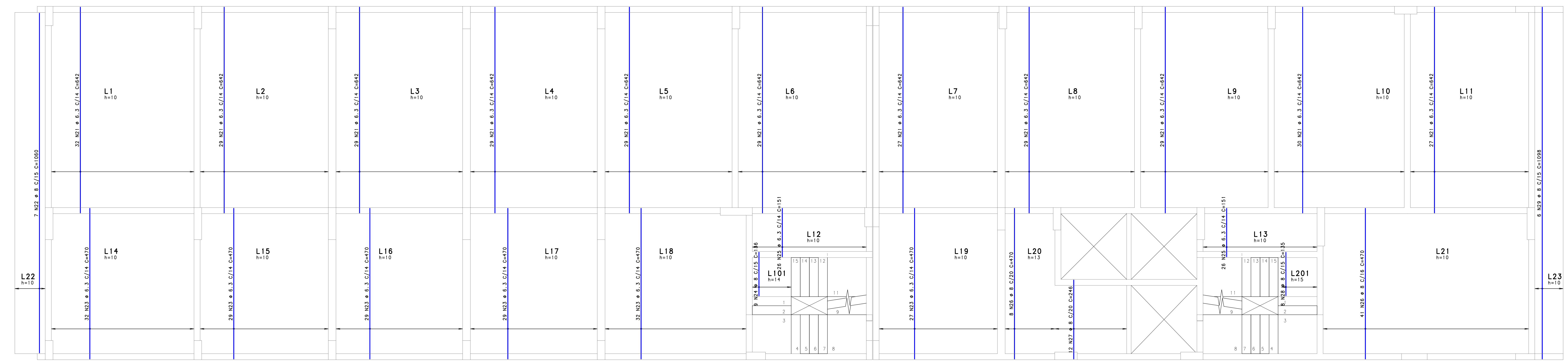
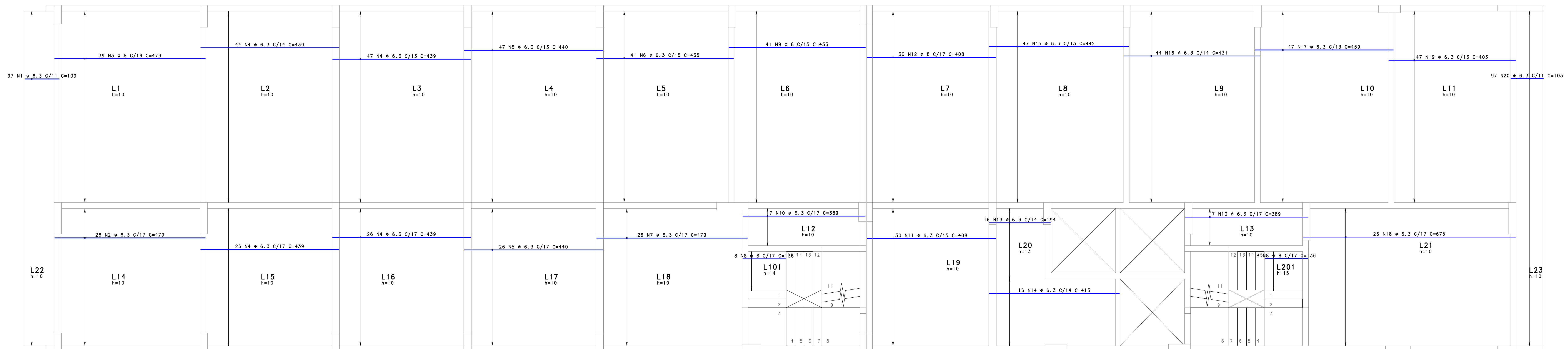
**CONVENÇÕES**

- PILAR QUE NASCE NESTE PAVIMENTO
- PILAR QUE MORRE NESTE PAVIMENTO
- PILAR QUE PASSA PELO PAVIMENTO
- INDICA QUE O EIXO DA VIGA É O MESMO DO PILAR
- INDICA QUE A VIGA ESTÁ NA FACE DO PILAR

**EDIFÍCIO HOTEL TCC**  
 UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
 ESCOLA DE ENGENHARIA  
 PORTO ALEGRE - RS  
 ENGENHARIA CIVIL



<b>PROJETO ESTRUTURAL</b>			
FORMAS - COBERTURA DOS ELEVADORES e COBERTURA DAS ESCADAS			
EMISSÃO: 25/03/23	ESCALA: 1:50	DESENHO: POHREN	FASE:
ARQUIVO:	PRANCHA: 0204-R00		QUART: 000000



Desenho produzido por versão acadêmica. Proibido uso comercial

ACO	POS	QUANT	BIT (mm)	COMPRIMENTO (cm)	UNID.	TOTAL
50A	1	97	6.3	109	10573	
50A	2	26	6.3	479	12454	
50A	3	39	8	479	18681	
50A	4	143	6.3	439	62777	
50A	5	73	6.3	440	32120	
50A	6	41	6.3	435	17855	
50A	7	26	6.3	479	12454	
50A	8	16	8	136	2176	
50A	9	41	8	433	17753	
50A	10	14	6.3	386	5446	
50A	11	30	6.3	408	12240	
50A	12	36	6.3	408	14688	
50A	13	16	6.3	194	3104	
50A	14	16	6.3	413	6608	
50A	15	47	6.3	442	20774	
50A	16	44	6.3	431	18964	
50A	17	47	6.3	439	20833	
50A	18	26	6.3	675	17550	
50A	19	47	6.3	403	18941	
50A	20	37	6.3	403	14911	
50A	21	319	6.3	642	204798	
50A	22	7	8	1080	7420	
50A	23	178	6.3	470	83660	
50A	24	9	8	136	1224	
50A	25	52	6.3	351	18352	
50A	26	49	8	470	23030	
50A	27	12	8	248	2976	
50A	28	8	8	135	1080	
50A	29	8	8	1098	6588	

RESUMO TOTAL	ACO	CA	50-60
ACO	BIT (mm)	COMPR (cm)	PESO (kg)
50A	6.3	5788	1418
50A	8	326	318
Peso Total			50A = 1796 kg

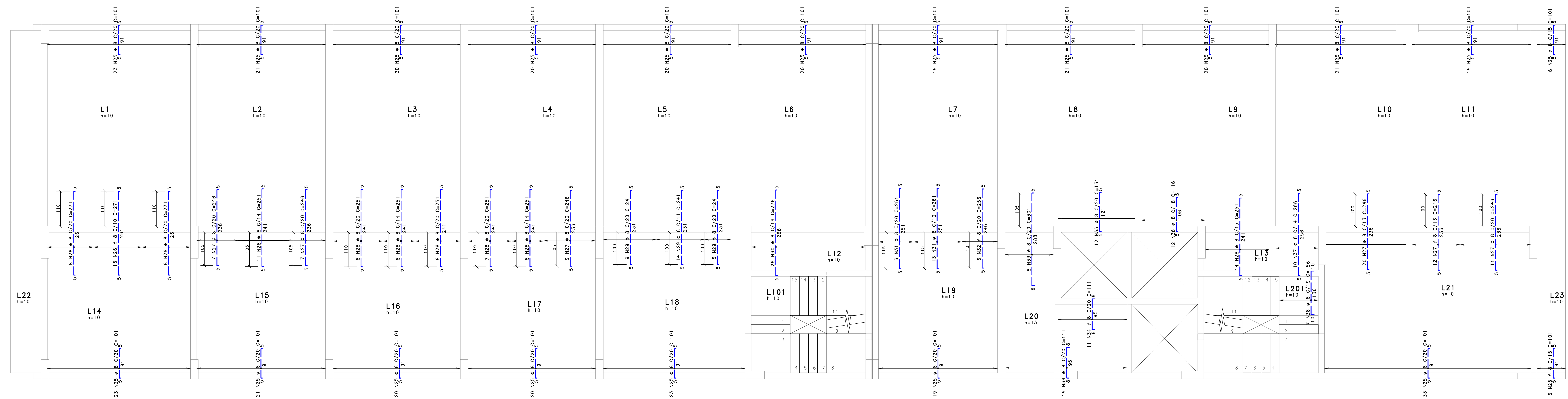
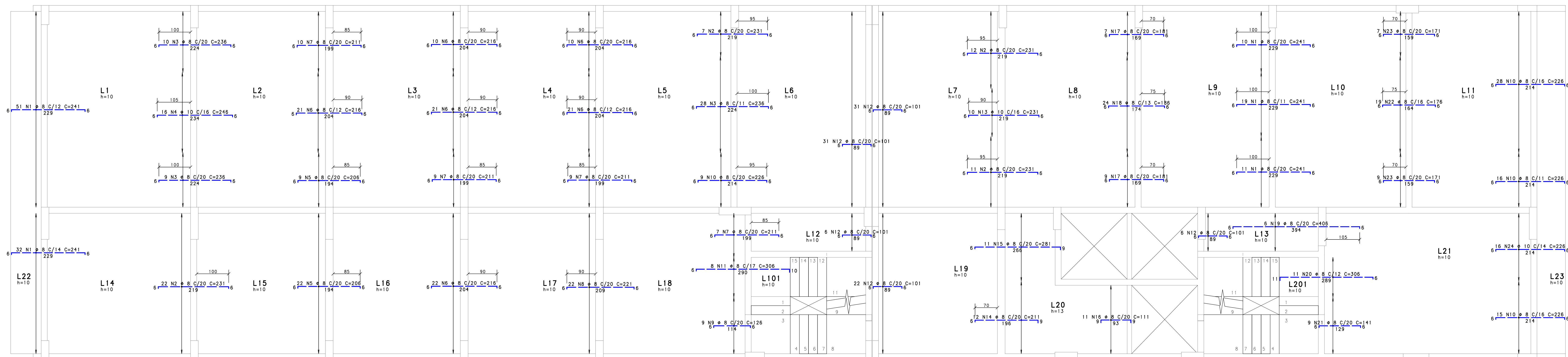
**EDIFÍCIO HOTEL TCC**  
 UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
 ESCOLA DE ENGENHARIA  
 PORTO ALEGRE - RS  
 ENGENHARIA CIVIL

**PROJETO ESTRUTURAL**  
 LAJES - PAVIMENTO TIPO  
 ARMADURAS POSITIVAS

VERSÃO: 25/02/23 ESCALA: 1:50 DESENHO: POHREN TABELA: 0301-R00

120x74





Desenho produzido por versão acadêmica, proibido uso comercial

ACO	POS	QUANT	BIT (mm)	COMPRIMENTO (cm)	UNID	TOTAL (cm)
50A	1	123	8	241	29643	
50A	2	52	8	251	12952	
50A	3	47	8	236	11092	
50A	4	16	10	246	3936	
50A	5	31	8	206	6386	
50A	6	105	8	216	22680	
50A	7	35	8	211	7385	
50A	8	22	8	221	4862	
50A	9	8	8	138	1104	
50A	10	68	8	238	15984	
50A	11	6	8	356	2136	
50A	12	96	8	101	9696	
50A	13	10	10	231	2310	
50A	14	12	8	211	2532	
50A	15	11	8	261	2891	
50A	16	11	8	111	1221	
50A	17	16	8	181	2896	
50A	18	24	8	186	4464	
50A	19	6	8	406	2436	
50A	20	11	8	306	3366	
50A	21	9	8	141	1269	
50A	22	8	8	178	1384	
50A	23	16	8	171	2736	
50A	24	16	10	236	3816	
50A	25	385	8	101	38895	
50A	26	51	8	271	8401	
50A	27	66	8	246	8236	
50A	28	64	8	251	8064	
50A	29	28	8	241	6728	
50A	30	26	8	276	7176	
50A	31	19	8	281	4539	
50A	32	6	8	256	1536	
50A	33	19	8	101	4539	
50A	34	30	8	111	3330	
50A	35	12	8	131	1572	
50A	36	12	8	116	1392	
50A	37	6	8	246	2664	
50A	38	7	8	158	1092	

ACO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
50A	8	2835	1841
50A	10	99	61
<b>Peso Total</b>			<b>50A = 1102 kg</b>

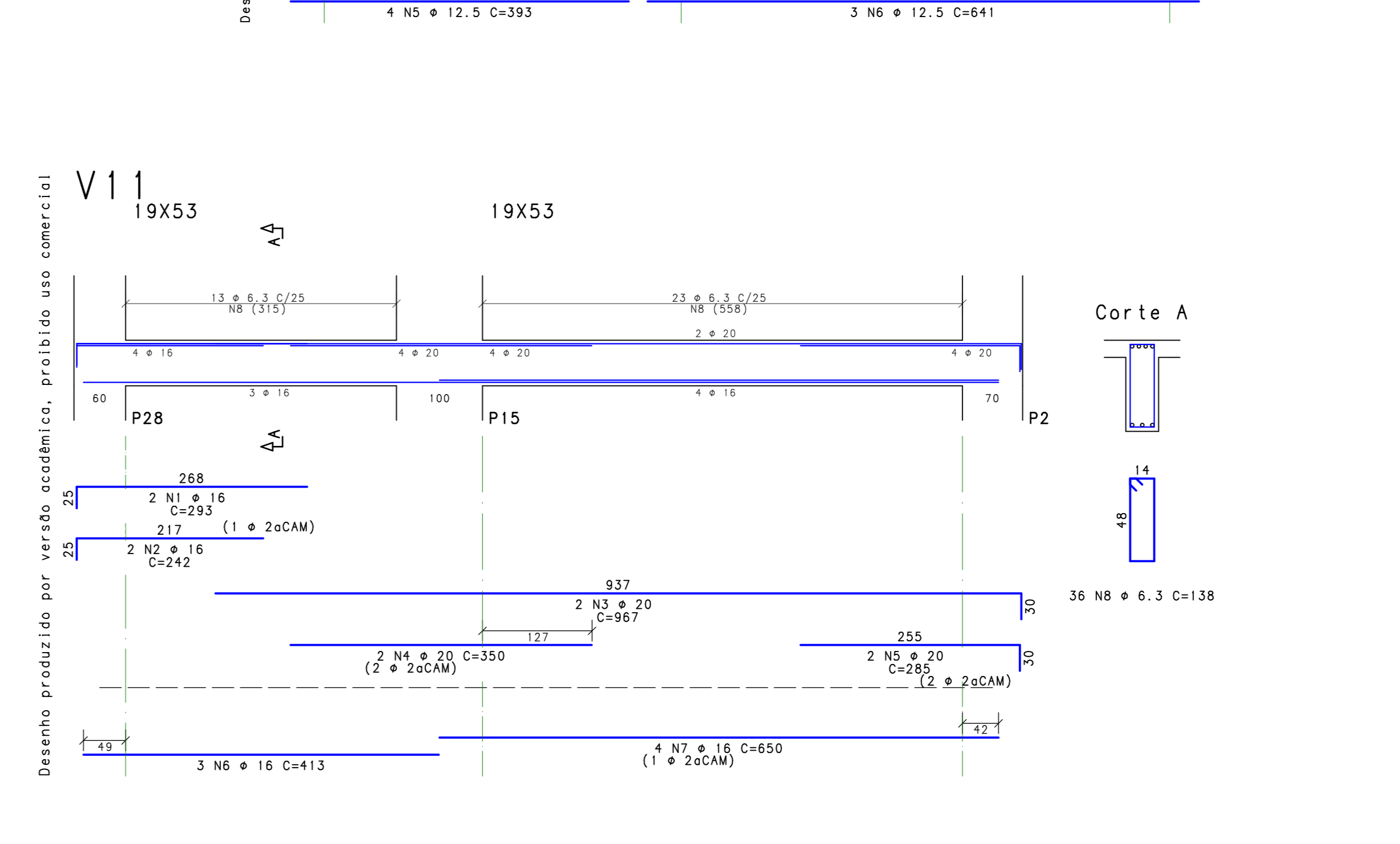
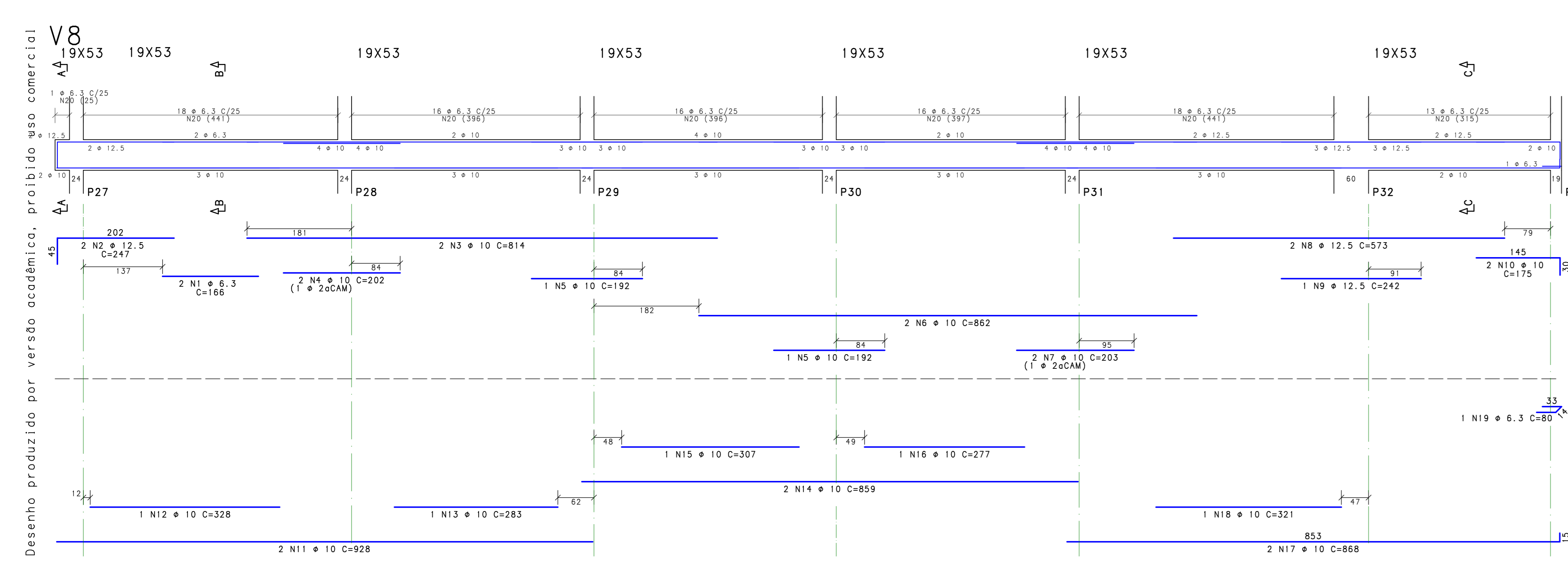
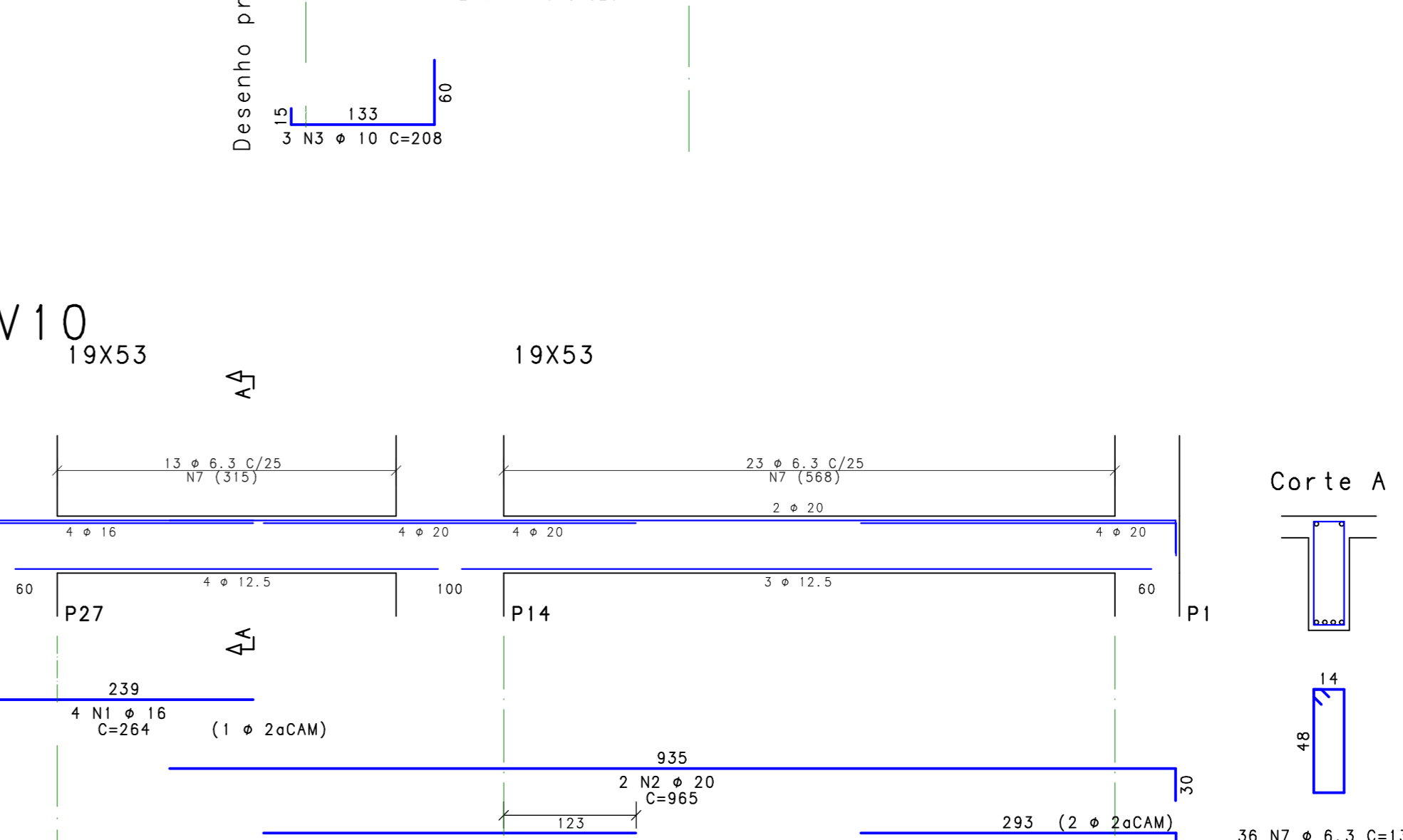
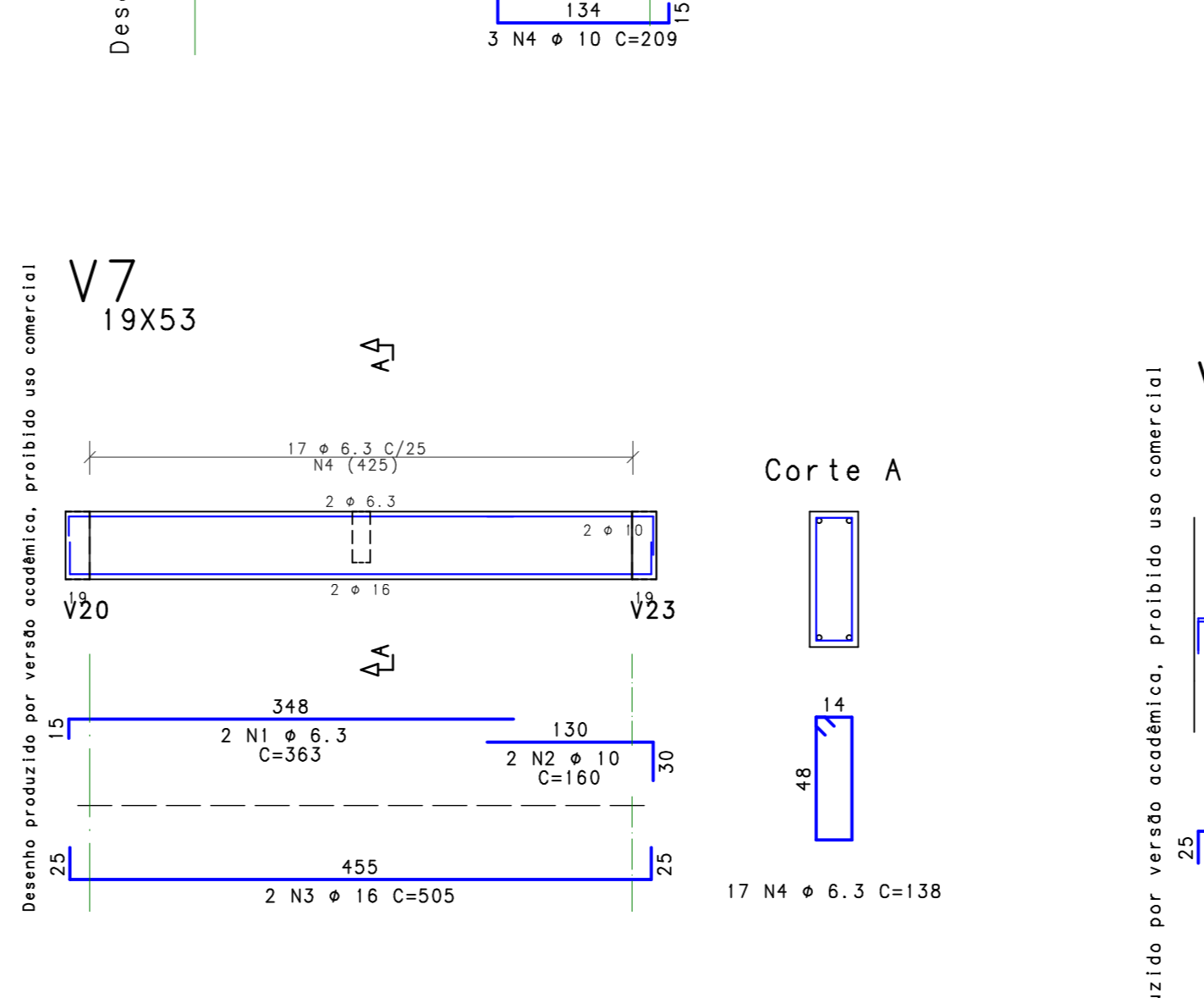
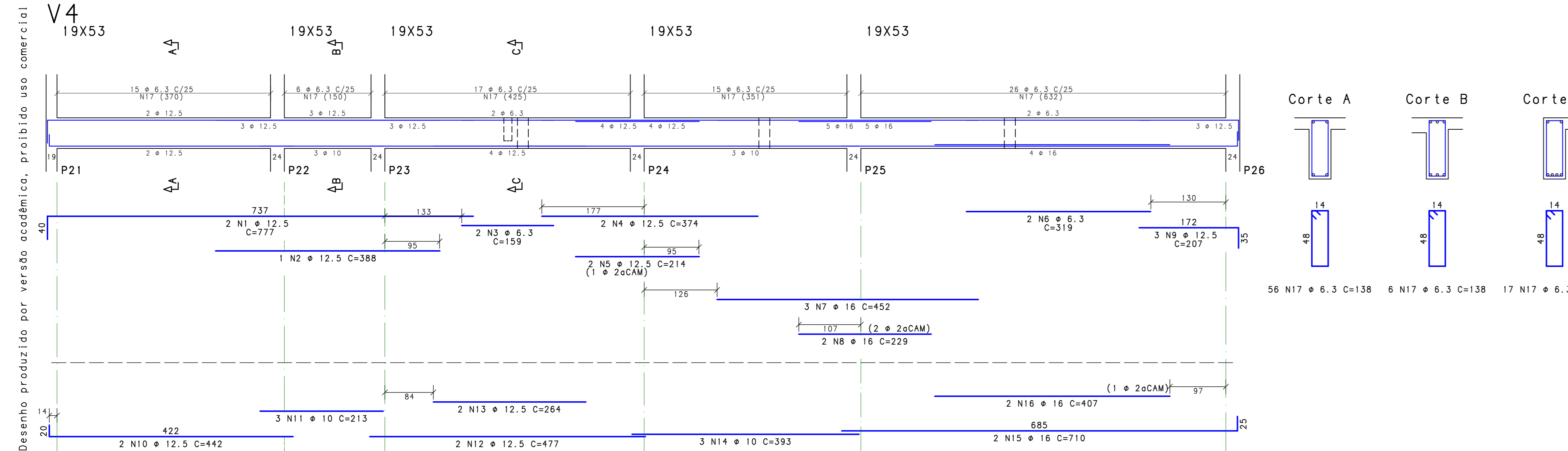
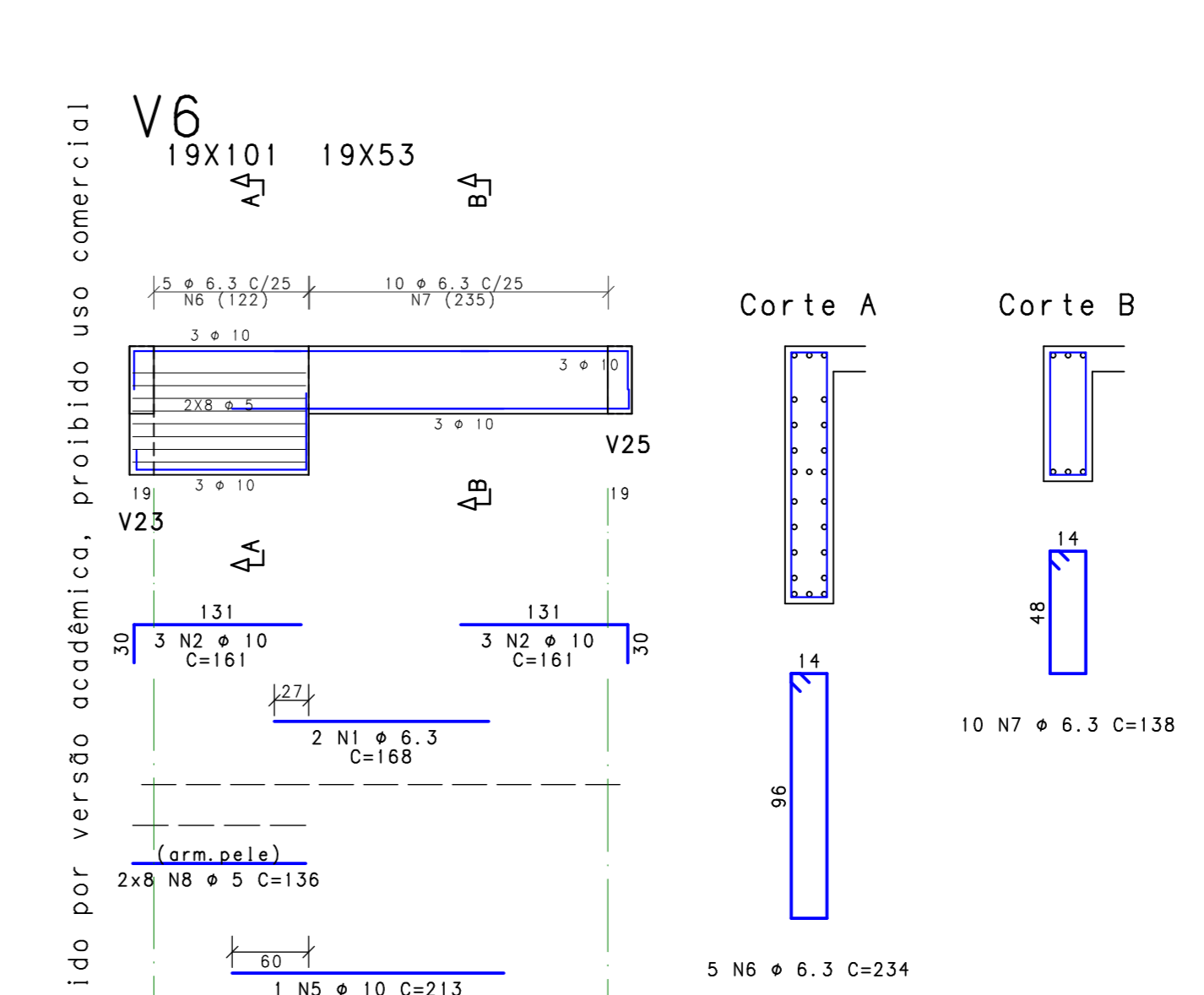
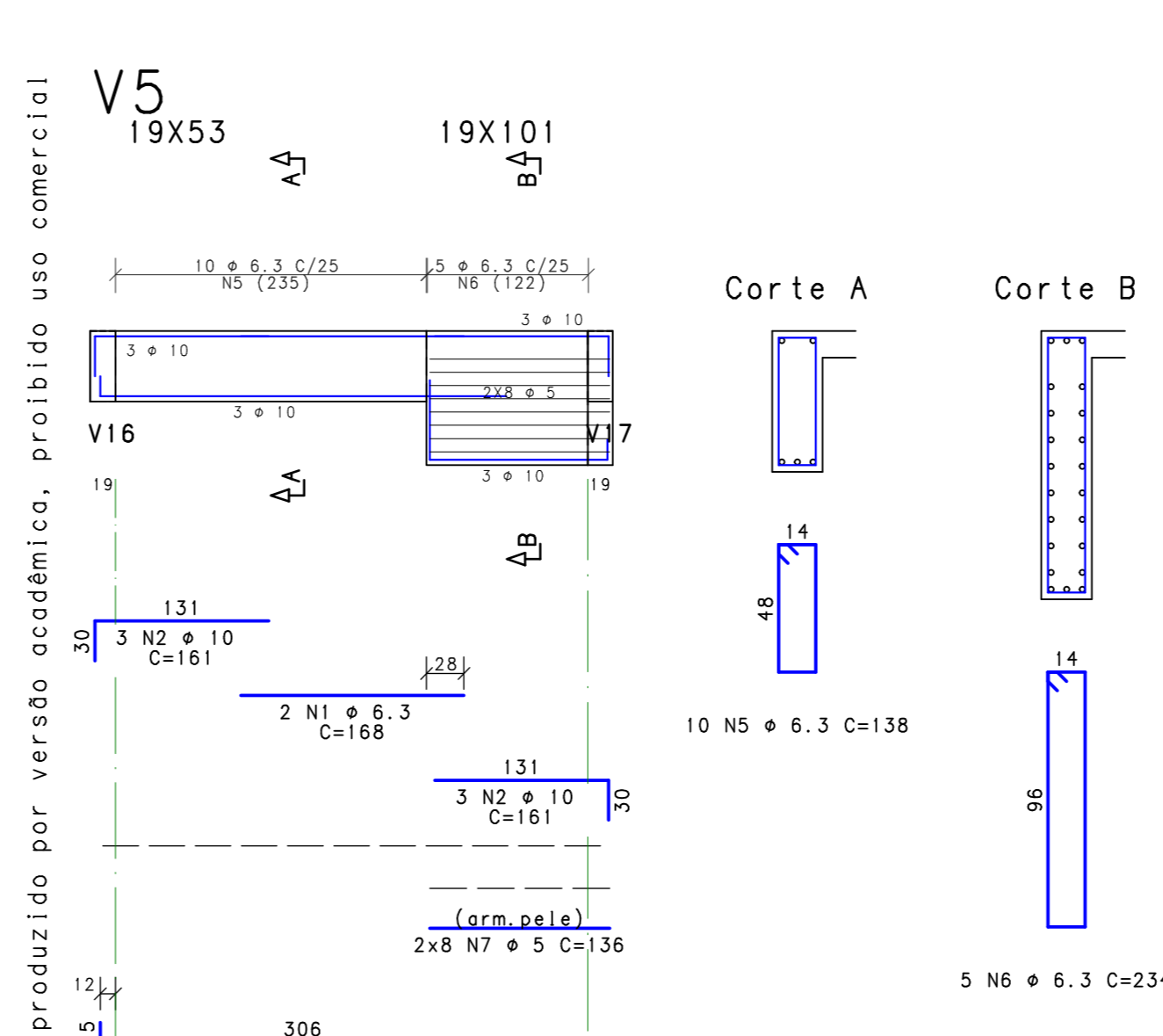
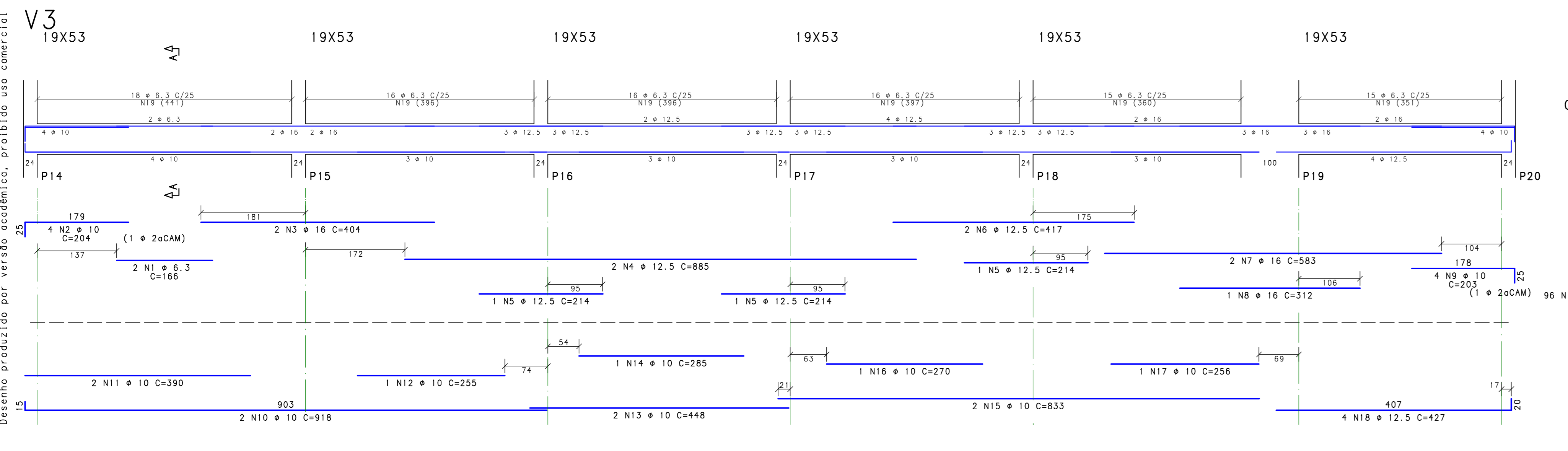
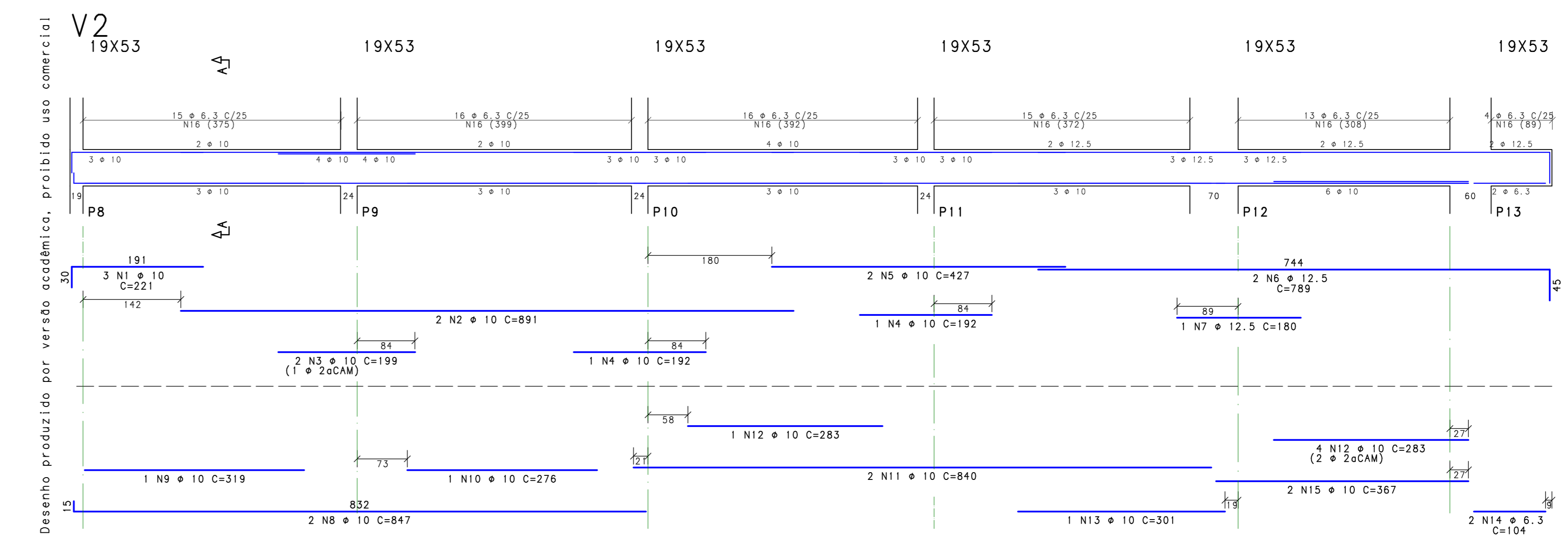
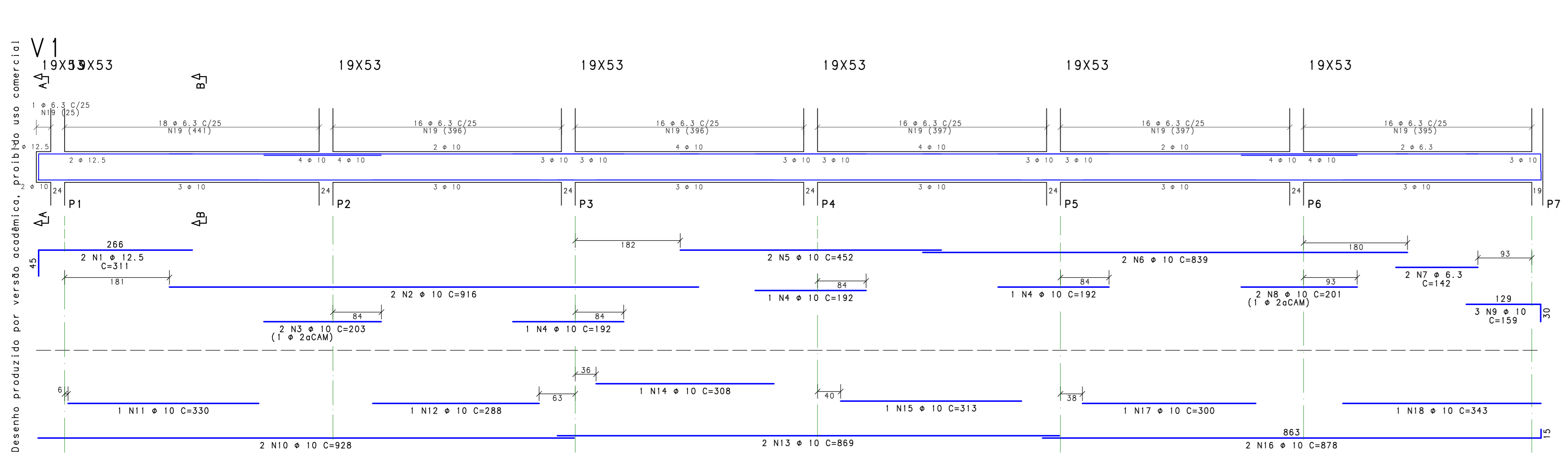
**EDIFÍCIO HOTEL TCC**  
 UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
 ESCOLA DE ENGENHARIA  
 PORTO ALEGRE - RS  
 ENGENHARIA CIVIL

**PROJETO ESTRUTURAL**  
 LAJES - PAVIMENTO TIPO  
 ARMADURAS NEGATIVAS

25/02/23 ESCALA: 1:50 DESENHO: POHREN TAREF: PRONOME: 0302-R00

120x74





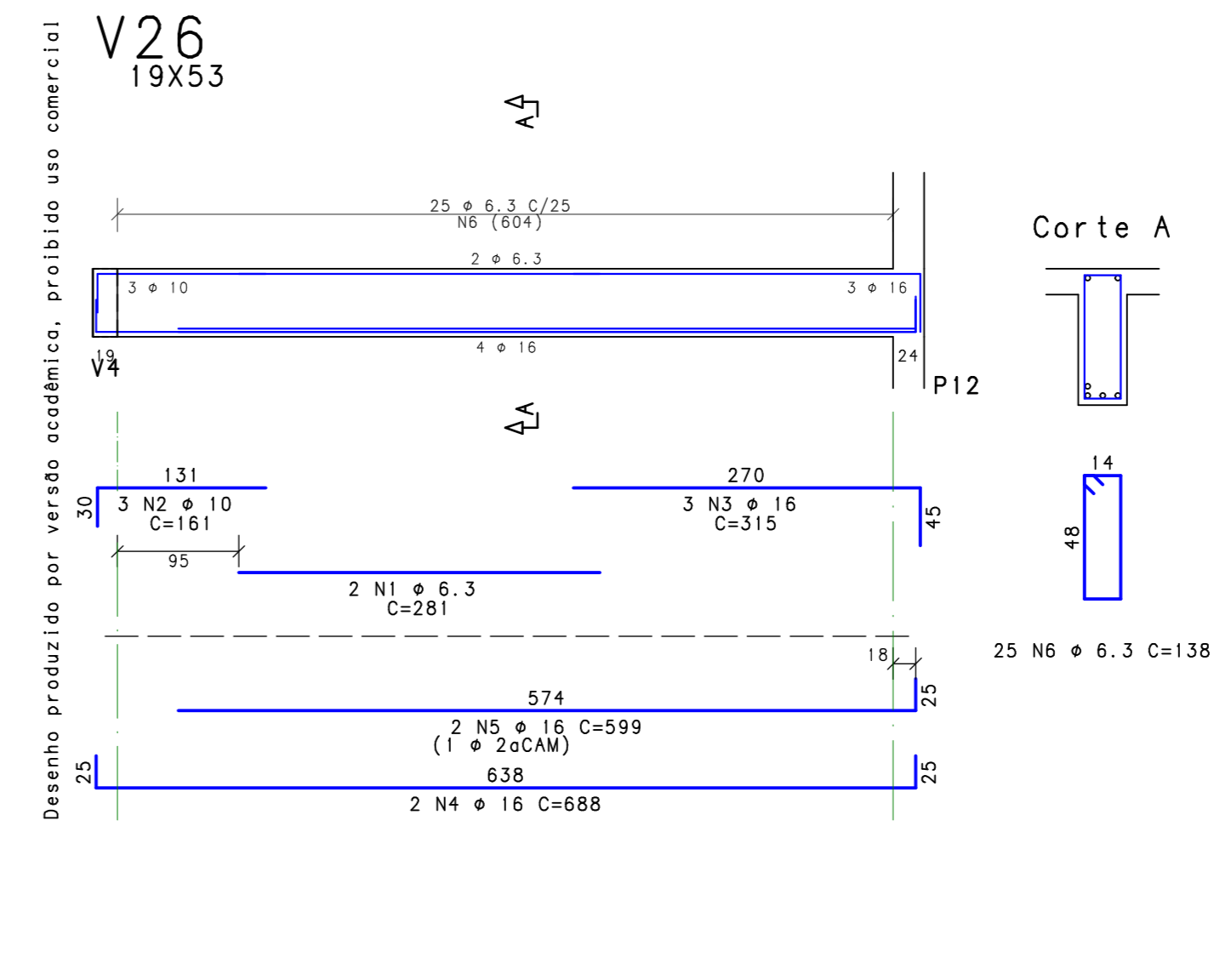
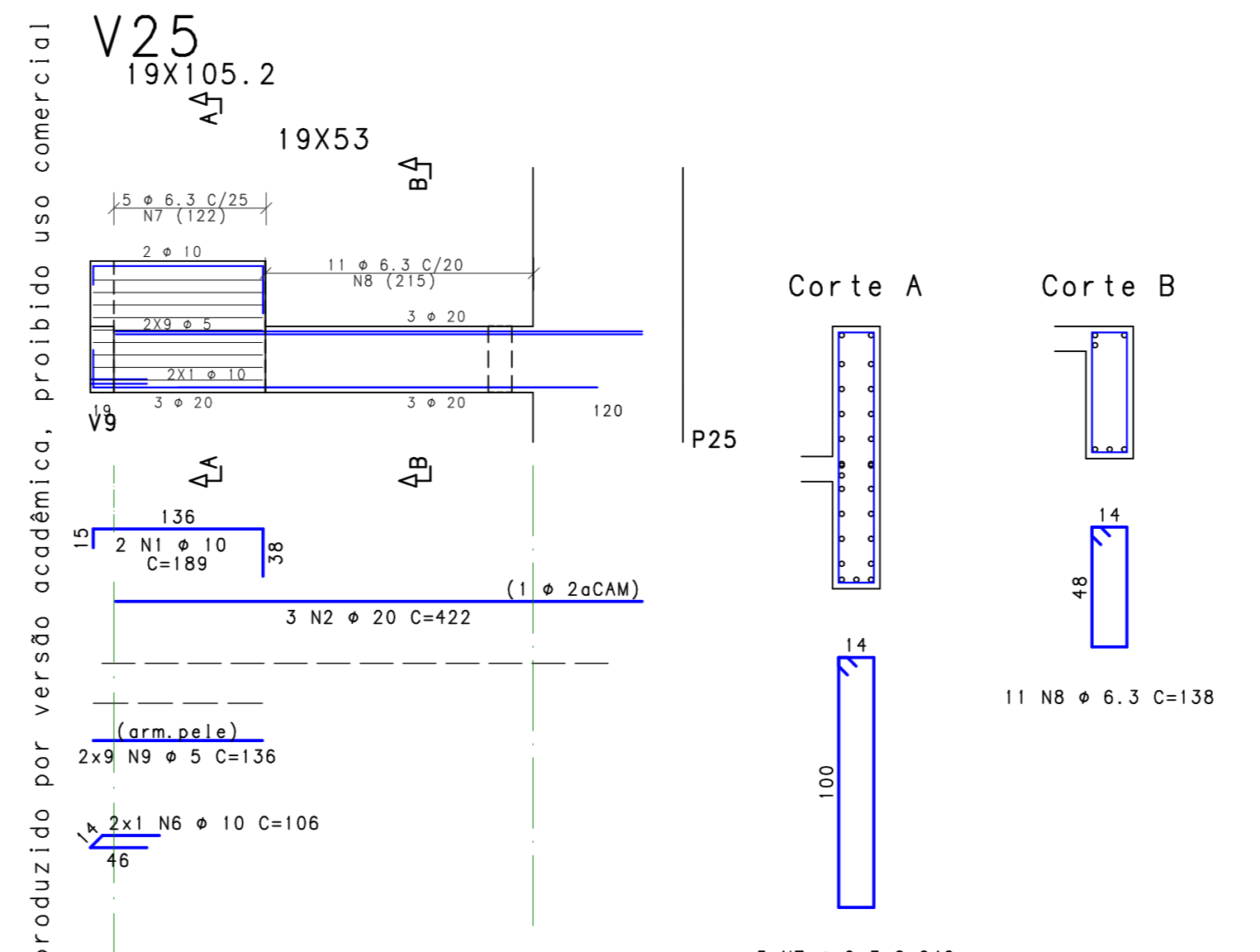
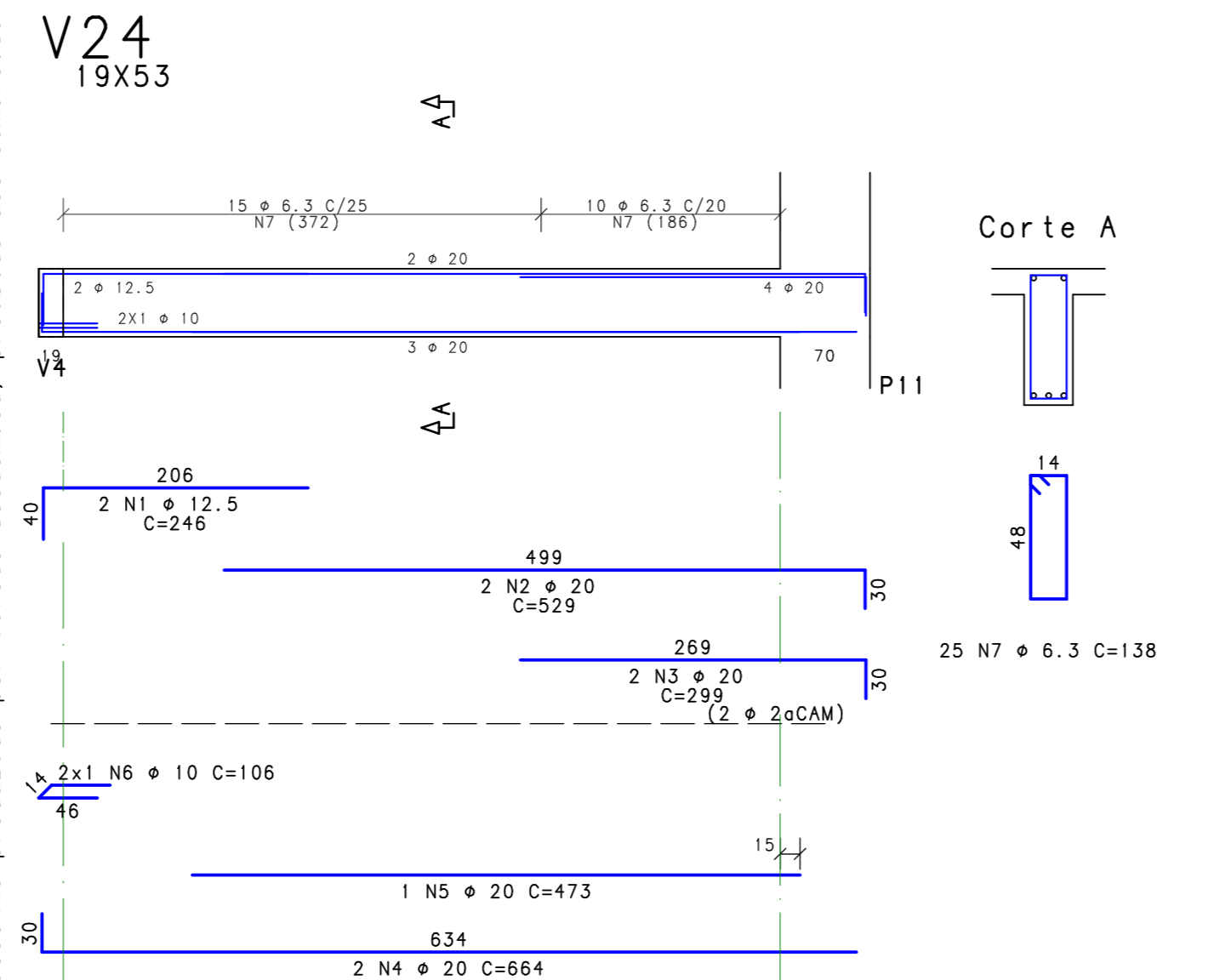
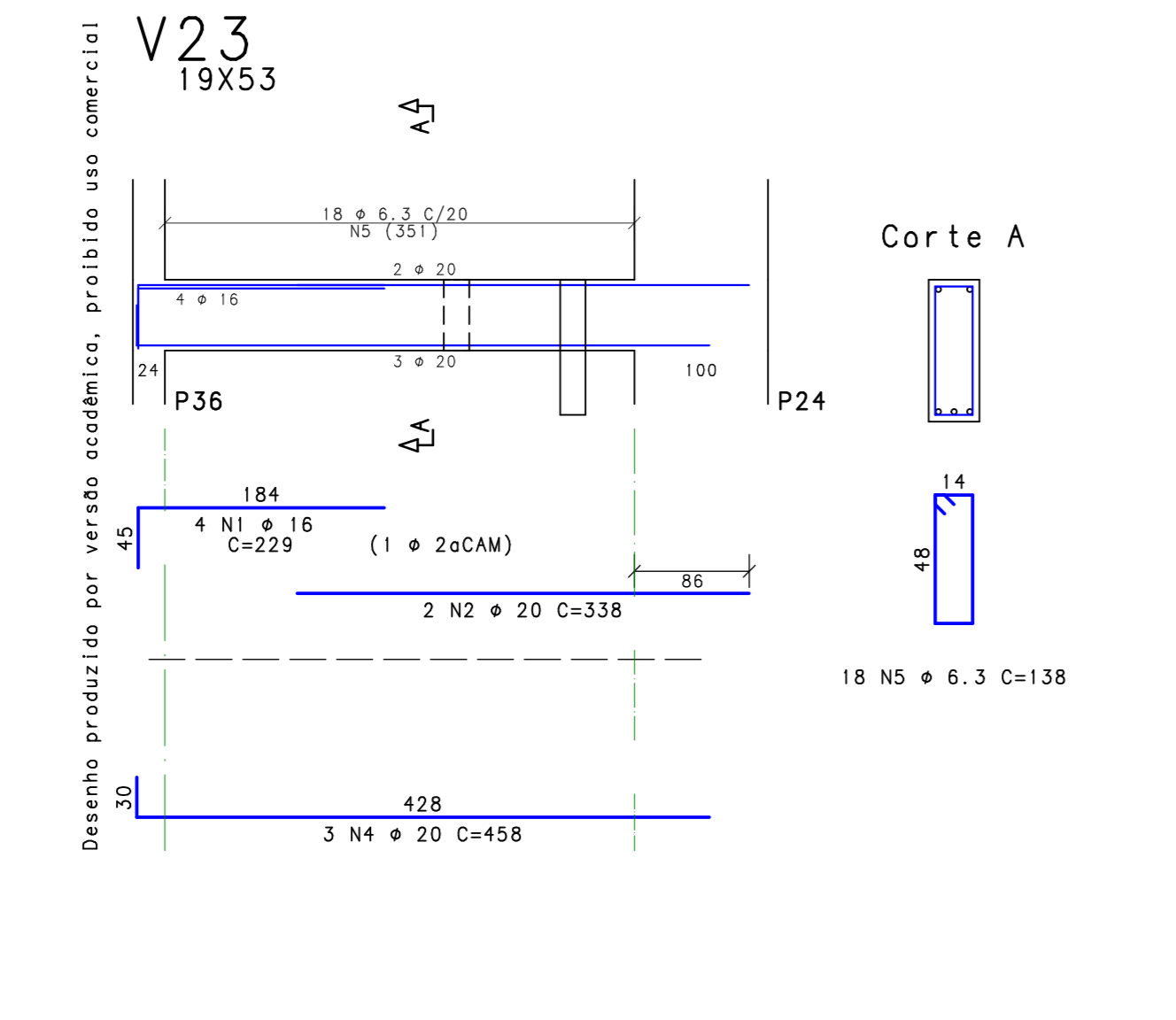
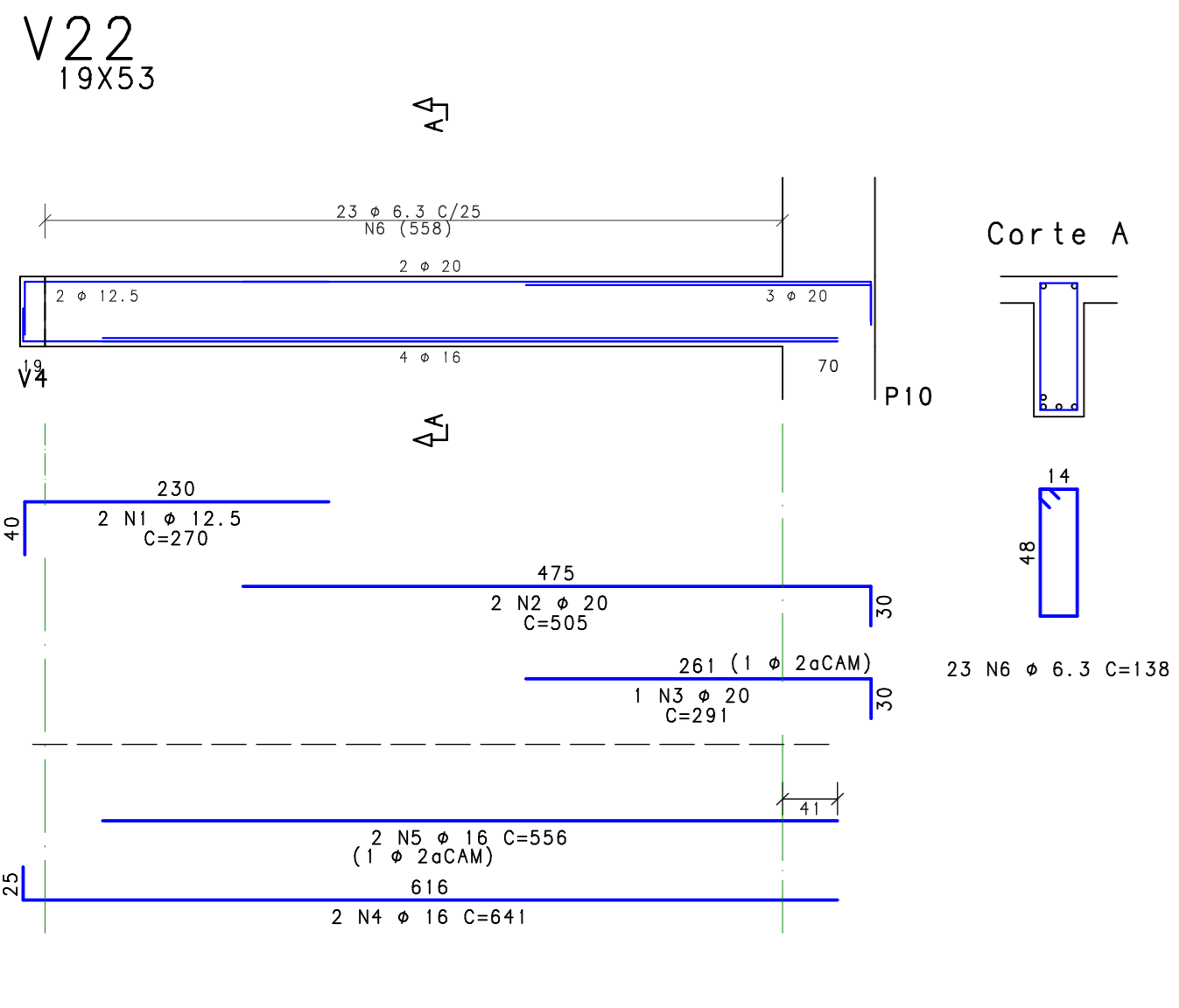
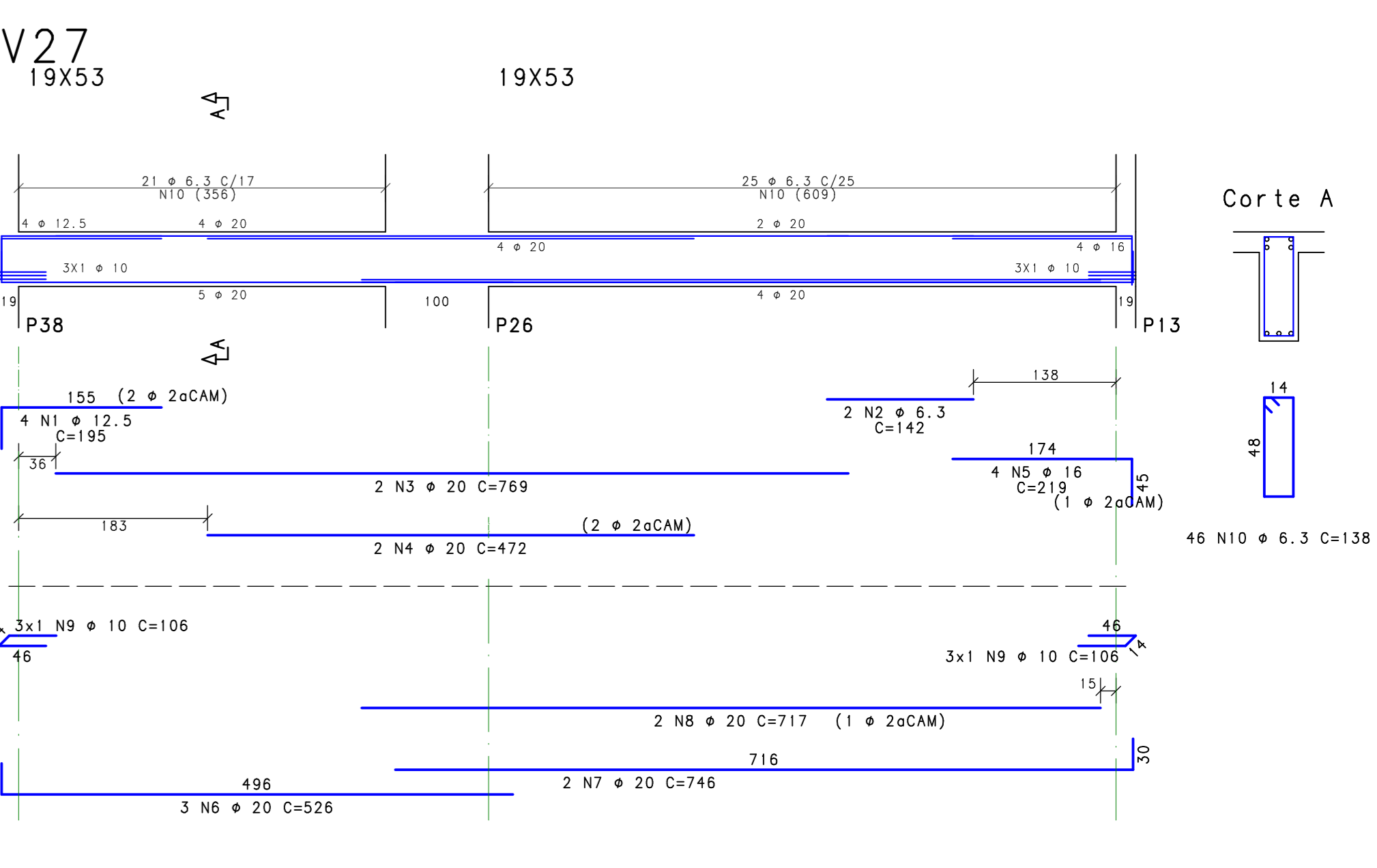
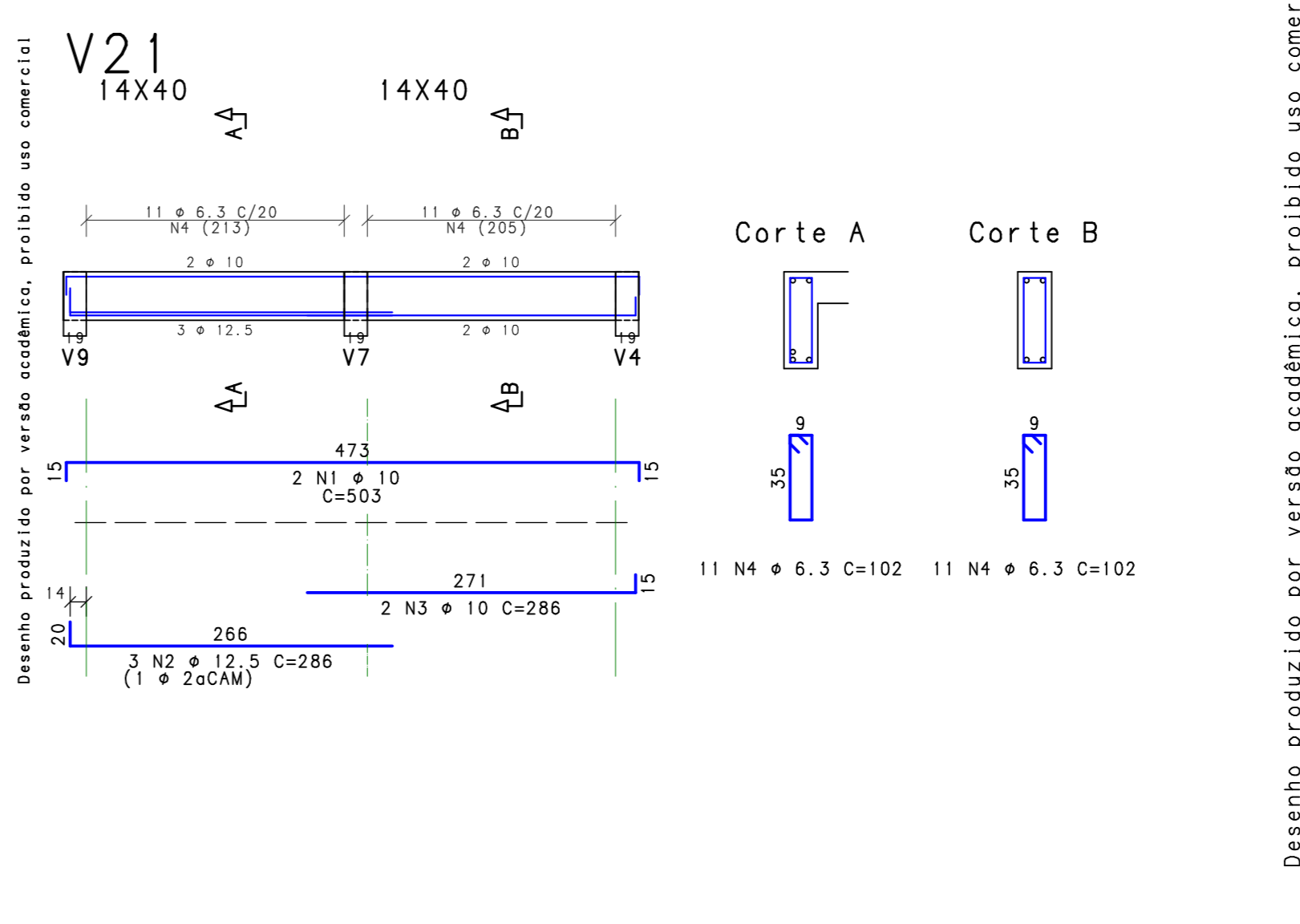
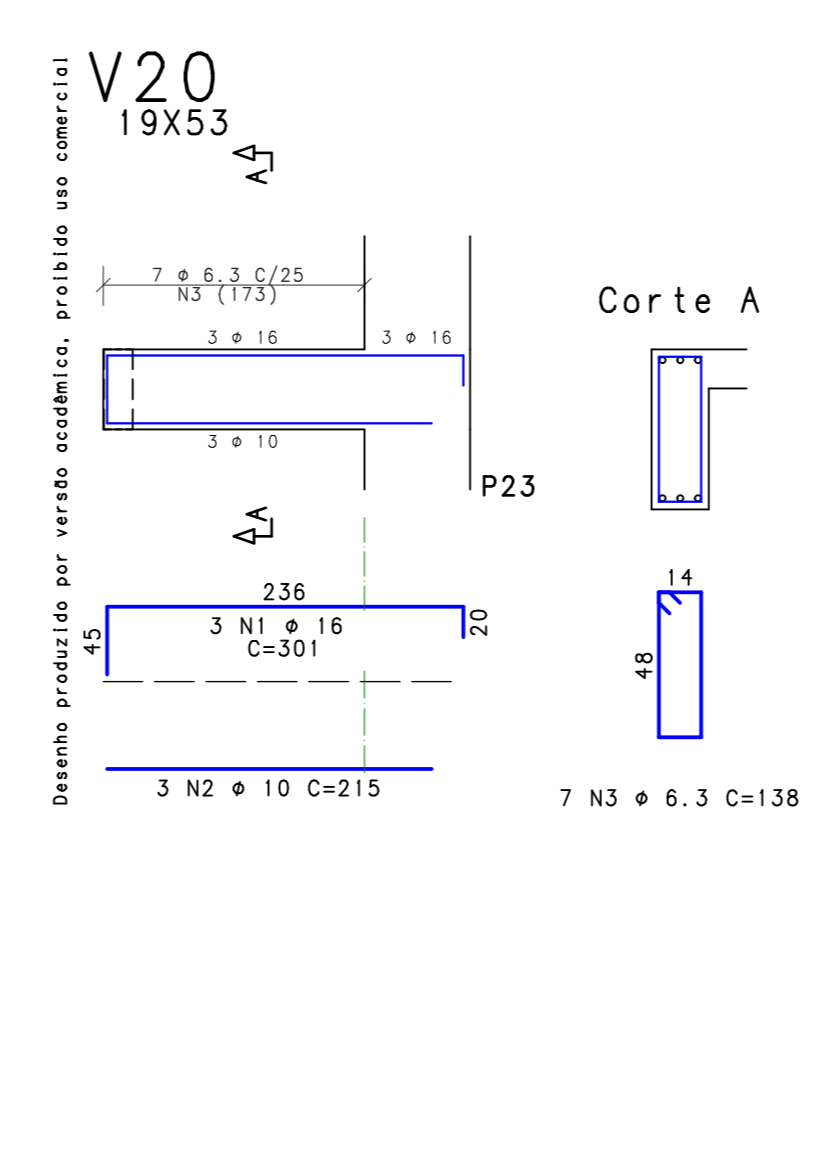
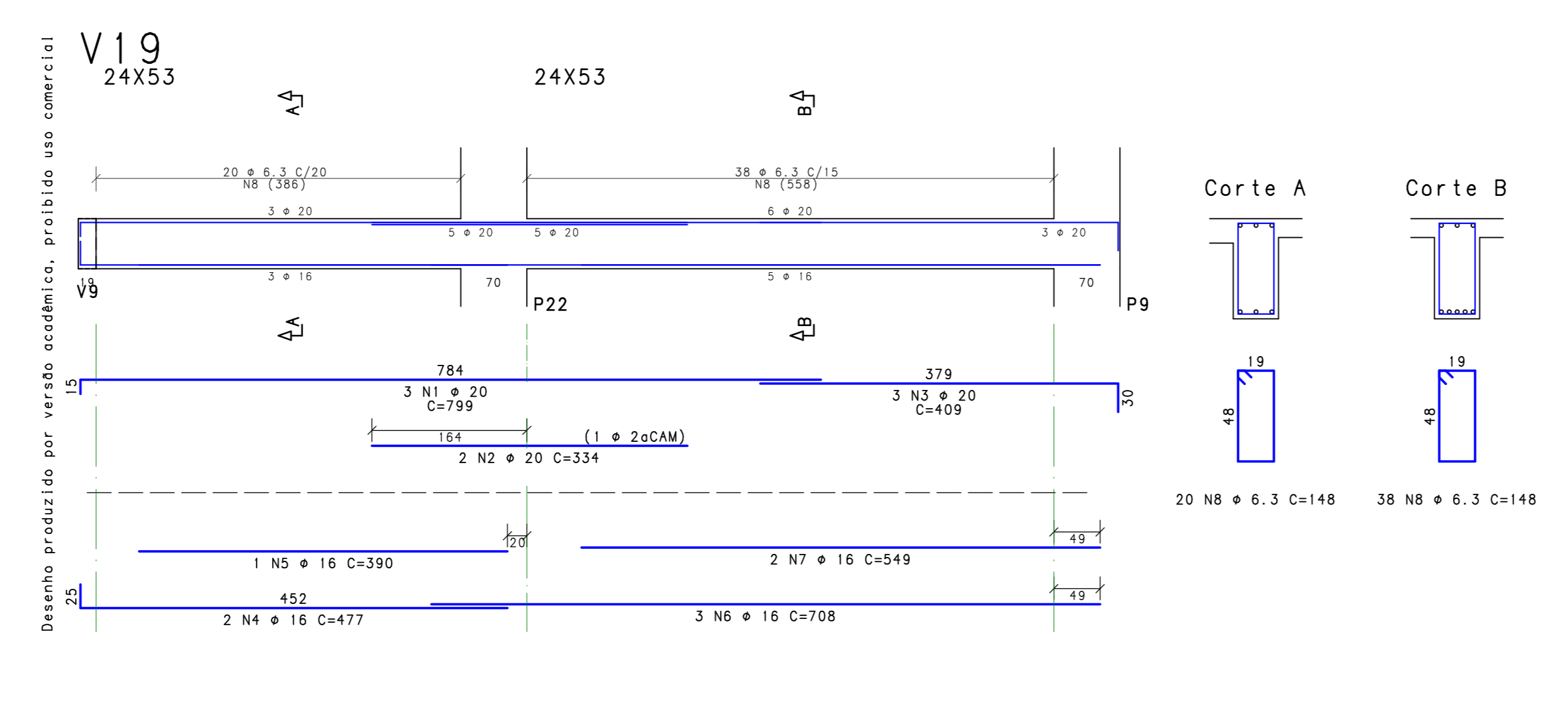
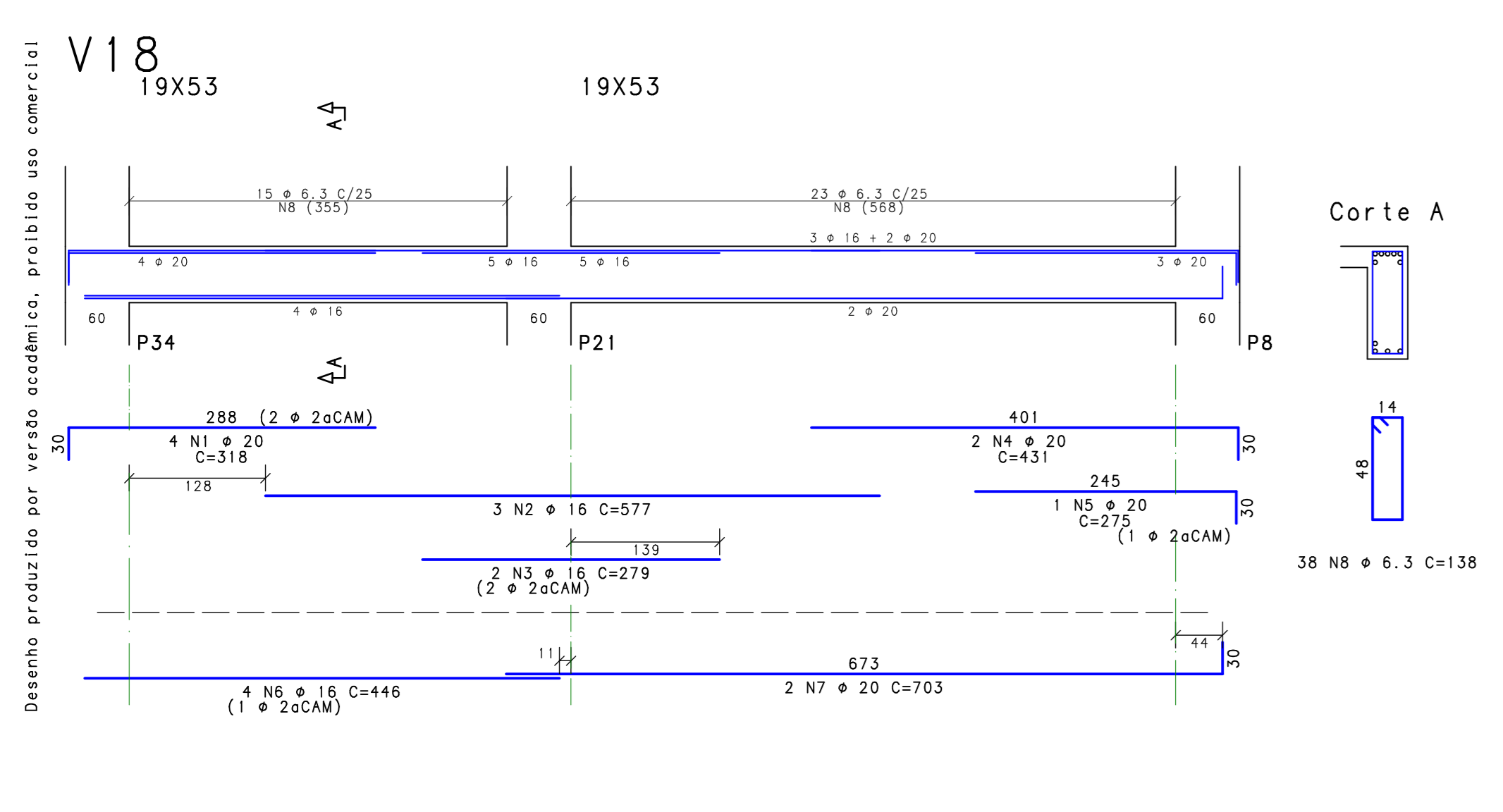
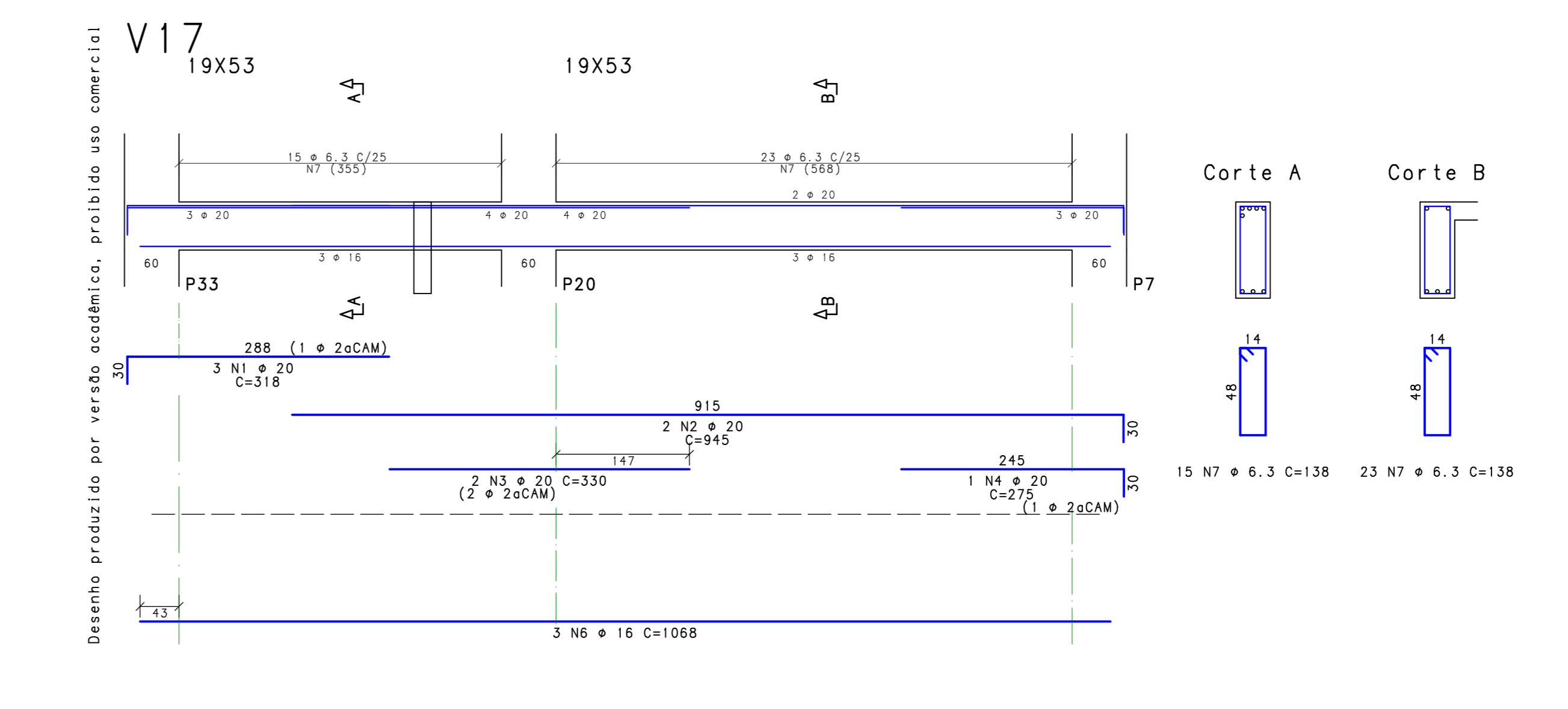
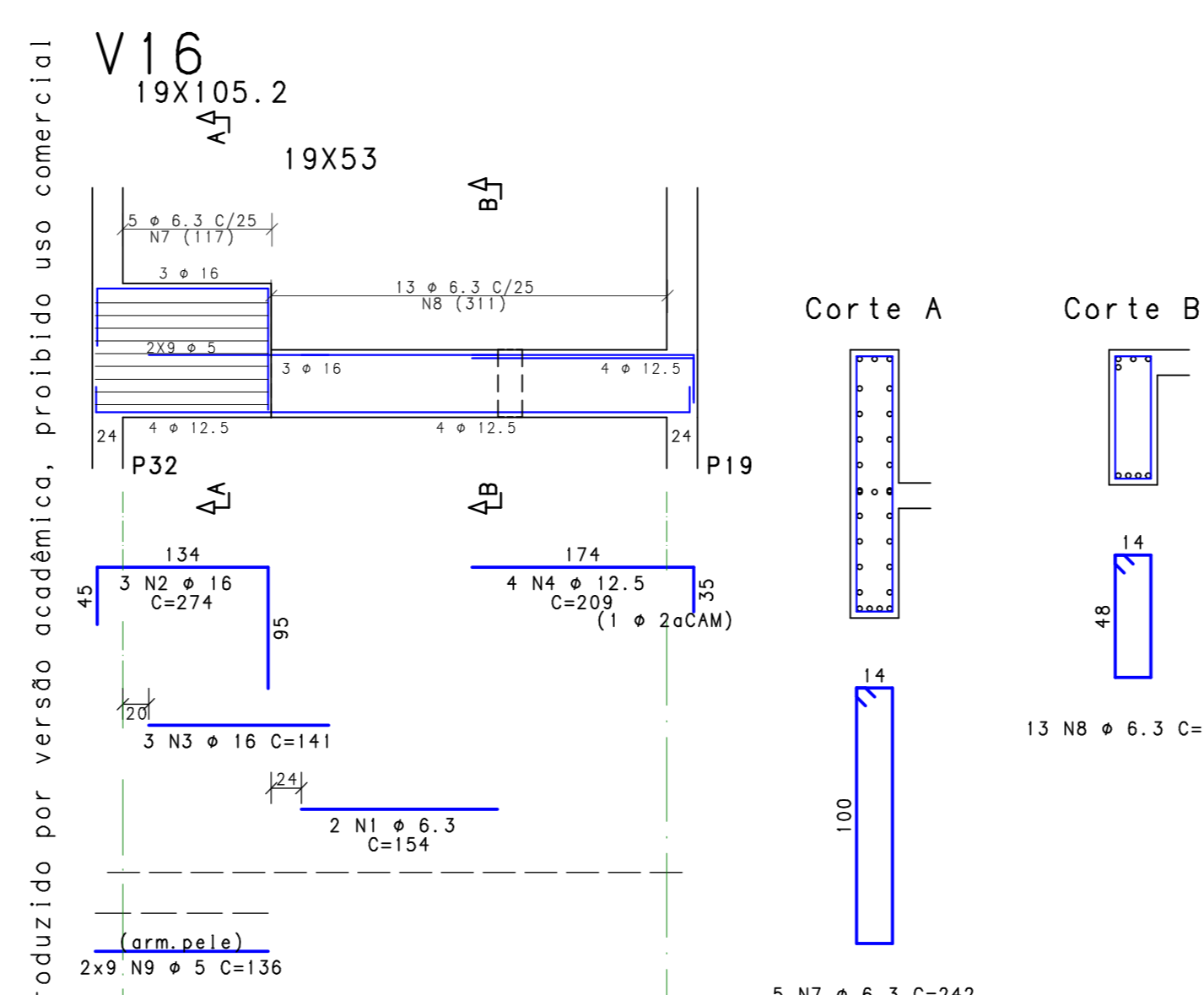
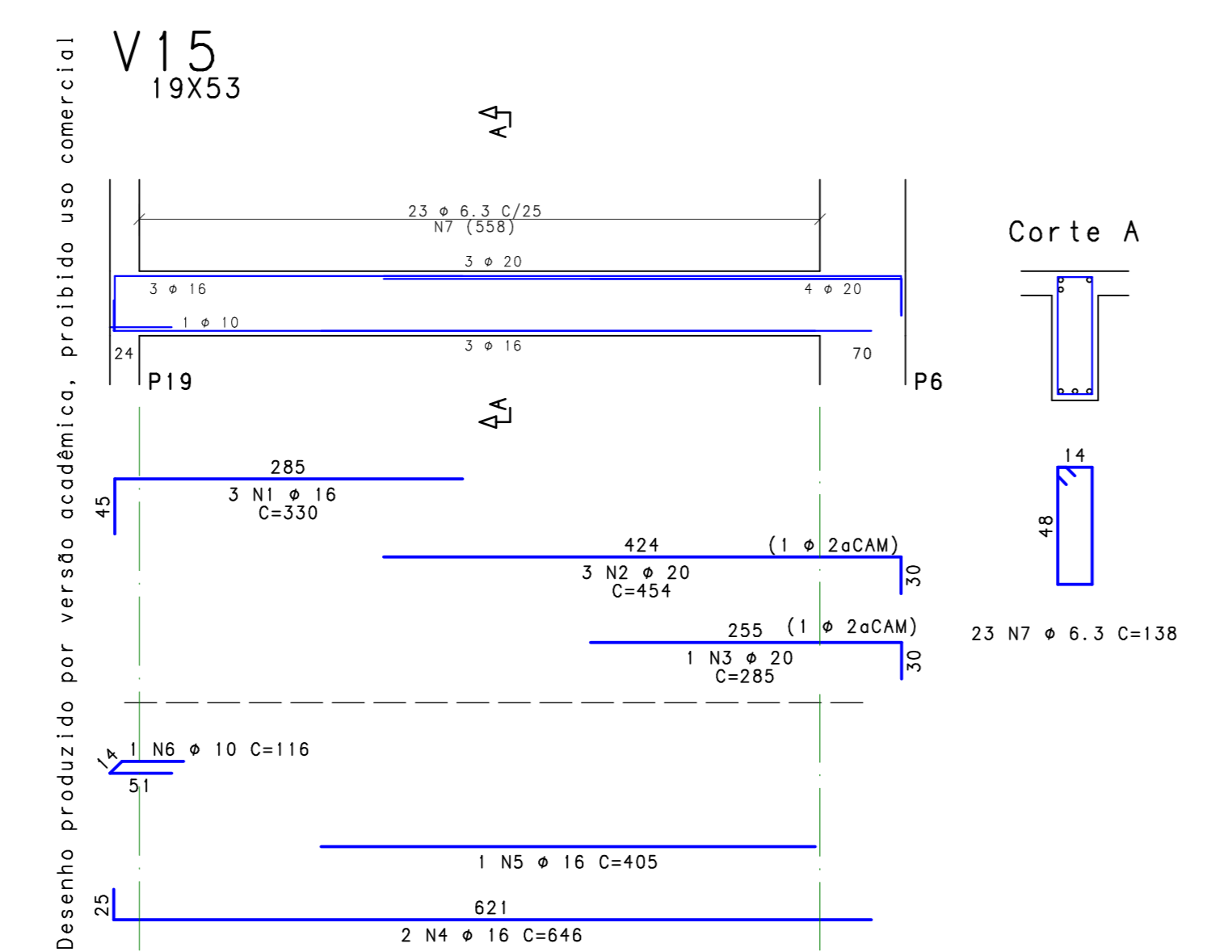
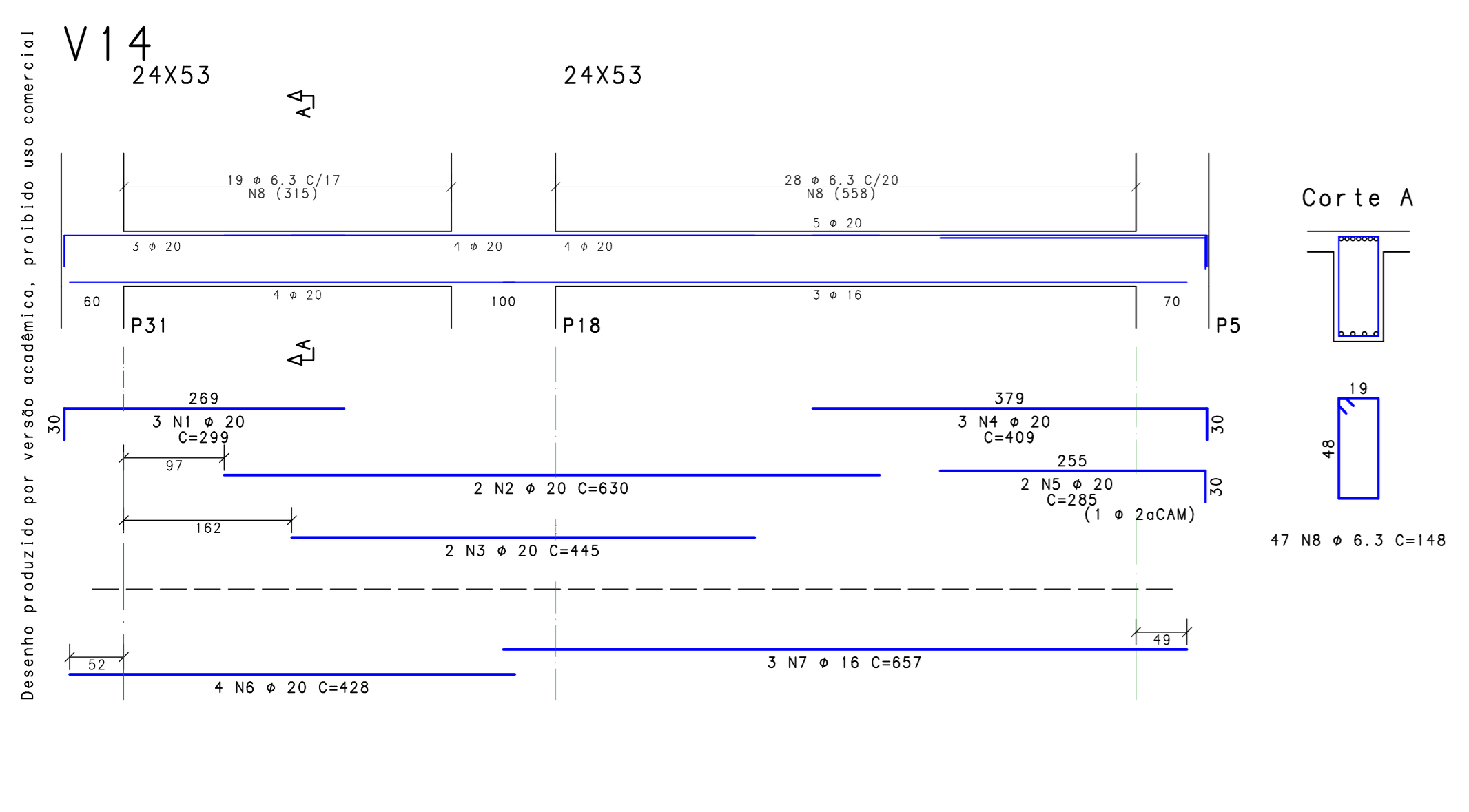
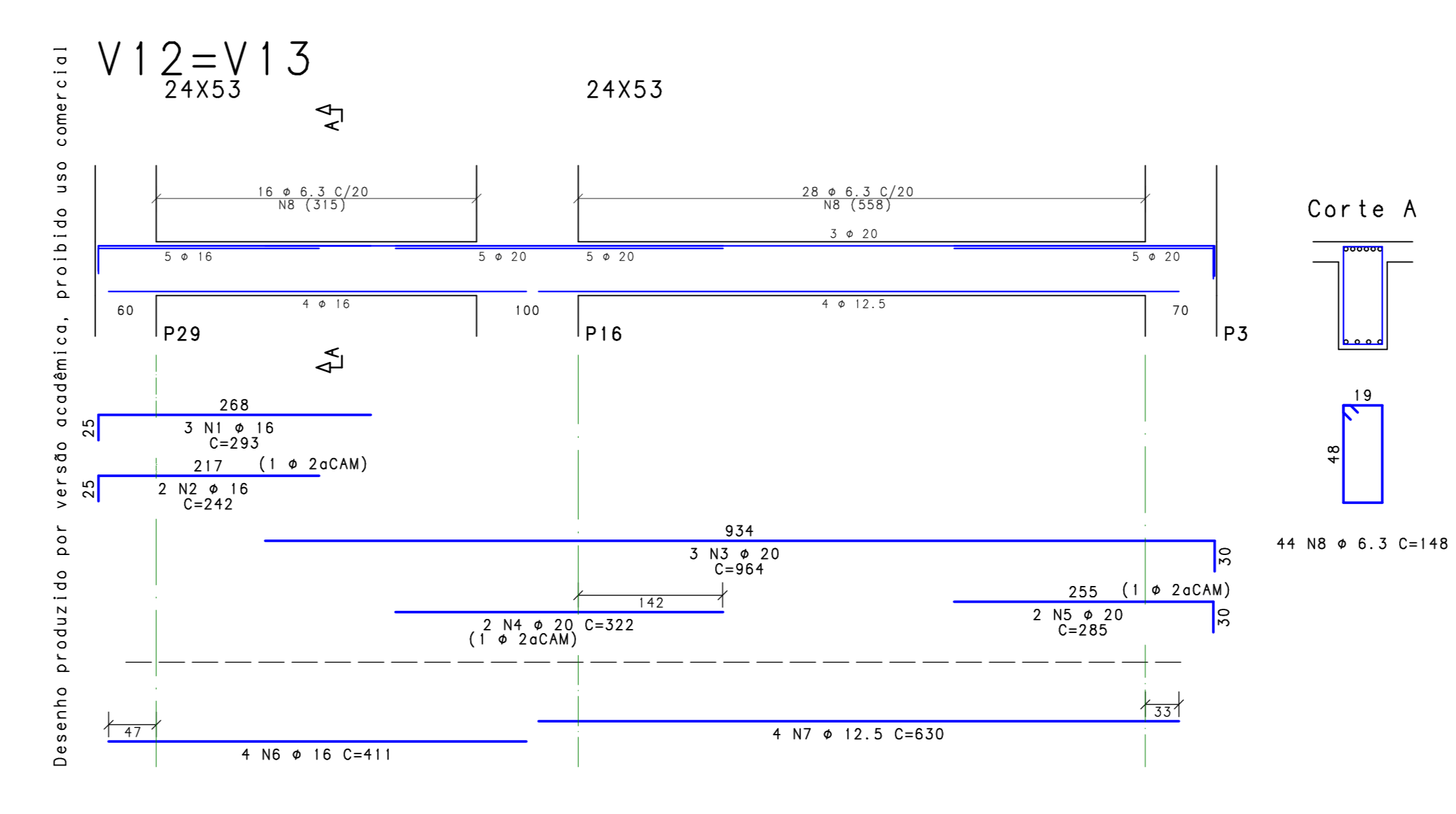
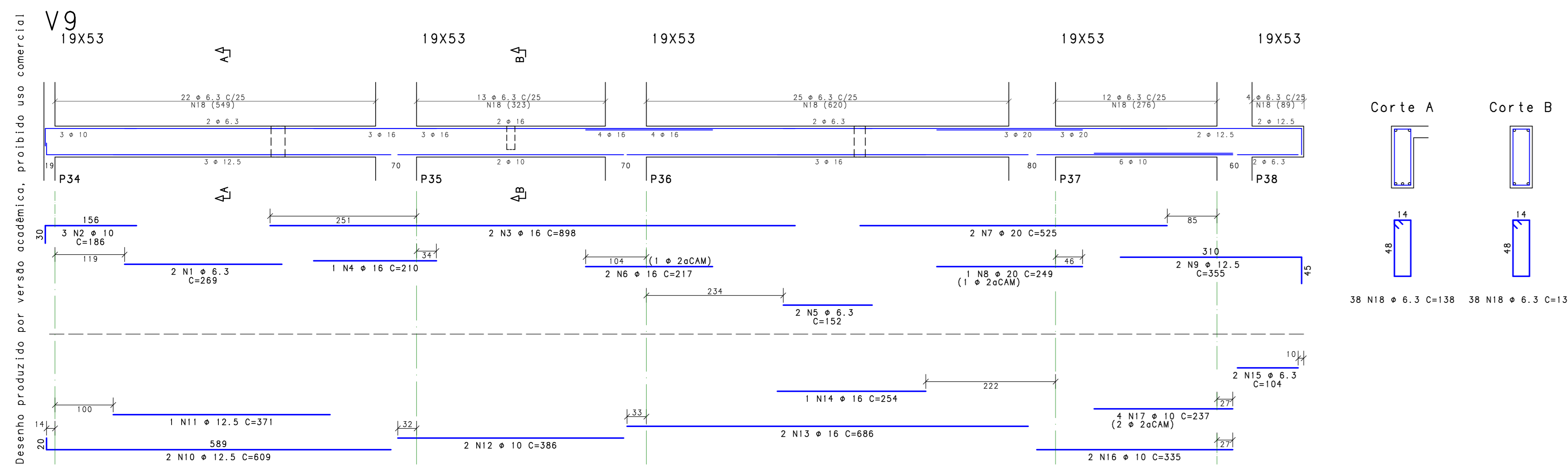
ACO	POS	QUANT	BIT (mm)	COMPRIMENTO (cm)	UNID	TOTAL (cm)	
<b>V1</b>							
SDA	1	2	12,5	311	632		
SDA	2	2	10	916	1832		
SDA	3	2	10	253	506		
SDA	4	3	10	192	576		
SDA	5	2	10	452	904		
SDA	6	2	10	839	1678		
SDA	7	2	6,3	142	284		
SDA	8	2	10	201	402		
SDA	9	3	10	159	477		
SDA	10	2	10	928	1856		
SDA	11	1	10	350	350		
SDA	12	1	10	288	288		
SDA	13	2	10	869	1738		
SDA	14	1	10	308	308		
SDA	15	1	10	315	315		
SDA	16	2	10	878	1756		
SDA	17	1	10	300	300		
SDA	18	1	10	343	343		
SDA	19	99	6,3	138	13662		
<b>V2</b>							
SDA	1	3	10	221	663		
SDA	2	2	10	891	1782		
SDA	3	2	10	199	398		
SDA	4	2	10	192	384		
SDA	5	2	10	427	854		
SDA	6	2	12,5	789	1578		
SDA	7	1	12,5	180	180		
SDA	8	2	10	847	1694		
SDA	9	1	10	319	319		
SDA	10	1	10	276	276		
SDA	11	2	10	840	1680		
SDA	12	5	10	283	1415		
SDA	13	1	10	301	301		
SDA	14	2	6,3	104	208		
SDA	15	2	10	367	734		
SDA	16	7	6,3	138	10092		
<b>V3</b>							
SDA	1	2	6,3	164	327		
SDA	2	4	10	204	816		
SDA	3	2	16	454	1636		
SDA	4	2	12,5	885	1770		
SDA	5	3	12,5	214	642		
SDA	6	2	12,5	417	834		
SDA	7	2	16	583	1166		
SDA	8	1	16	312	312		
SDA	9	4	10	253	1012		
SDA	10	2	10	918	1836		
SDA	11	2	10	380	760		
SDA	12	1	10	255	255		
SDA	13	2	10	448	896		
SDA	14	1	10	285	285		
SDA	15	1	10	255	255		
SDA	16	1	10	270	270		
SDA	17	1	10	255	255		
SDA	18	4	12,5	427	1708		
SDA	19	99	6,3	138	13662		
<b>V4</b>							
SDA	1	3	12,5	277	831		
SDA	2	1	12,5	288	288		
SDA	3	2	6,3	214	428		
SDA	4	2	12,5	274	548		
SDA	5	2	12,5	214	428		
SDA	6	2	6,3	219	438		
SDA	7	1	12,5	442	442		
SDA	8	2	16	329	658		
SDA	9	3	12,5	207	621		
SDA	10	2	12,5	442	884		
SDA	11	3	10	312	936		
SDA	12	2	12,5	477	954		
SDA	13	2	10	342	684		
SDA	14	3	10	393	1179		
SDA	15	2	10	315	630		
SDA	16	2	16	407	814		
SDA	17	79	6,3	138	10902		
<b>V5</b>							
SDA	1	2	6,3	168	336		
SDA	2	3	10	321	963		
SDA	3	2	10	208	416		
SDA	4	2	10	208	416		
SDA	5	10	6,3	138	1380		
SDA	6	5	6,3	234	1170		
SDA	608	7	16	5,1	236	2178	
<b>V6</b>							
SDA	1	7	2	6,3	168	336	
SDA	2	3	10	208	624		
SDA	3	4	2	10	208	832	
SDA	4	1	10	213	213		
SDA	5	6	6,3	234	1170		
SDA	7	10	6,3	138	1380		
SDA	8	16	5,1	80	816		
<b>V7</b>							
SDA	1	2	6,3	263	526		
SDA	2	2	10	160	320		
SDA	3	2	16	505	1010		
SDA	4	17	6,3	138	2346		
<b>V8</b>							
SDA	1	2	6,3	166	332		
SDA	2	2	12,5	247	494		
SDA	3	2	10	814	1628		
SDA	4	2	10	202	404		
SDA	5	2	10	192	384		
SDA	6	5	2	10	802	1724	
SDA	7	1	10	255	255		
SDA	8	2	12,5	573	1146		
SDA	9	1	12,5	242	242		
SDA	10	2	10	175	350		
SDA	11	2	10	228	456		
SDA	12	1	10	228	228		
SDA	13	1	10	207	207		
SDA	14	2	10	859	1718		
SDA	15	1	10	868	868		
SDA	16	1	10	277	277		
SDA	17	2	10	868	1736		
SDA	18	1	10	321	321		
SDA	19	1	6,3	80	80		
SDA	20	98	6,3	138	13524		
<b>V10</b>							
SDA	1	4	16	264	1056		
SDA	2	2	20	246	492		
SDA	3	2	20	345	690		
SDA	4	2	20	345	690		
SDA	5	4	12,5	393	1572		
SDA	6	3	12,5	441	1323		
SDA	7	36	6,3	138	4968		
<b>V11</b>							
SDA	1	2	16	293	586		
SDA	2	2	20	242	484		
SDA	3	2	20	305	610		
SDA	4	2	20	300	600		
SDA	5	2	20	285	570		
SDA	6	3	16	413	1239		
SDA	7	4	16	550	2200		
SDA	8	36	6,3	138	4968		

ACO	BIT	COMPR	PESO
608	5	44	7
SDA	5	3	204
SDA	10	588	313
SDA	12,5	188	181
SDA	16	133	210
SDA	20	85	180
Peso Total	608	5	kg
Peso Total	SDA	1068	kg

Desenho produzido por verso acadêmica, proibido uso comercial.

**EDIFÍCIO HOTEL TCC**  
 UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
 ESCOLA DE ENGENHARIA  
 PORTO ALEGRE - RS  
 ENGENHARIA CIVIL

RESUMO TOTAL			
ACO	BIT	COMPR	PESO
608	5	44	7
SDA	5	3	204
SDA	10	588	313
SDA	12,5	188	181
SDA	16	133	210
SDA	20	85	180
Peso Total	608	5	kg
Peso Total	SDA	1068	kg



ACO	POS	QUANT	BIT (mm)	COMPRIMENTO (cm)	RESUMO TOTAL	ACO	POS	QUANT	BIT (mm)	COMPRIMENTO (cm)		
V9	1	2	6.3	269	538	V18	1	4	20	318	1272	
V9	2	3	10	186	558	V18	2	3	16	577	1731	
V9	3	2	16	898	1796	V18	3	2	18	279	558	
V9	4	1	16	210	210	V18	4	2	20	451	902	
V9	5	2	6.3	122	244	V18	5	2	16	279	558	
V9	6	2	16	217	434	V18	6	4	16	446	1784	
V9	7	2	20	325	650	V18	7	2	20	763	1526	
V9	8	2	20	249	498	V18	8	38	6.3	138	5244	
V9	9	2	12.5	355	710	V19	1	3	20	799	2397	
V9	10	2	12.5	609	1218	V19	2	3	20	405	1215	
V9	11	1	12.5	371	371	V19	3	5	20	459	1377	
V9	12	2	10	386	772	V19	4	2	16	279	558	
V9	13	2	16	898	1796	V19	5	1	16	390	390	
V9	14	1	16	254	254	V19	6	2	16	745	1490	
V9	15	2	6.3	104	208	V19	7	2	16	549	1098	
V9	16	2	10	335	670	V19	8	2	10	106	212	
V9	17	2	10	237	474	V19	9	18	6.3	138	2484	
V9	18	76	6.3	138	10488	V20	1	3	18	301	903	
V12=V13	1	6	16	293	1758	V20	2	3	10	215	645	
V12=V13	2	4	16	352	1408	V20	3	7	6.3	138	968	
V12=V13	3	6	20	984	5904	V21	1	2	10	303	1006	
V12=V13	4	2	20	409	818	V21	2	3	12.5	285	855	
V12=V13	5	4	20	285	1140	V21	3	2	10	303	1006	
V12=V13	6	1	16	405	405	V21	4	2	16	506	1112	
V12=V13	7	8	12.5	630	5040	V21	5	1	20	289	598	
V12=V13	8	88	6.3	148	13024	V21	6	2	10	106	212	
V14	1	3	20	299	897	V22	1	2	12.5	270	540	
V14	2	3	20	650	1950	V22	2	2	20	305	1010	
V14	3	2	20	445	890	V22	3	1	20	291	291	
V14	4	2	20	409	818	V22	4	2	16	841	1282	
V14	5	2	20	285	570	V22	5	2	16	506	1112	
V14	6	2	20	428	856	V22	6	23	6.3	138	3124	
V14	7	2	16	657	1051	V23	1	4	16	239	916	
V14	8	2	16	148	296	V23	2	2	20	328	656	
V14	9	1	16	423	423	V23	3	4	20	458	1374	
V14	10	1	16	274	822	V23	4	18	6.3	138	2484	
V14	11	4	12.5	209	836	V24	1	2	10	246	492	
V14	12	4	12.5	506	2024	V24	2	3	12.5	285	855	
V14	13	3	6.3	242	1210	V24	3	2	20	289	598	
V14	14	3	6.3	138	1776	V24	4	2	16	506	1112	
V14	15	9	18	5	136	2448	V24	5	1	20	473	473
V14	16	41	6.3	148	6068	V24	6	2	10	106	212	
V15	1	3	16	330	990	V25	1	2	10	189	378	
V15	2	3	20	454	1362	V25	2	2	20	305	1010	
V15	3	2	20	285	570	V25	3	1	20	291	291	
V15	4	2	16	646	1292	V25	4	2	20	529	1058	
V15	5	1	16	405	405	V25	5	3	20	769	1538	
V15	6	1	10	116	116	V25	6	3	20	289	598	
V15	7	23	6.3	138	3174	V25	7	2	10	106	212	
V15	8	2	16	423	846	V25	8	6.3	242	1210		
V15	9	18	6.3	138	2484	V25	9	11	6.3	138	1518	
V15	10	41	6.3	148	6068	V25	10	18	6.3	138	2484	
V17	1	3	20	318	954	V26	1	2	3	3	187	
V17	2	3	20	945	2835	V26	2	3	10	161	483	
V17	3	2	20	320	640	V26	3	3	12.5	312	936	
V17	4	1	20	275	275	V26	4	2	16	880	1376	
V17	5	1	16	1068	1068	V26	5	16	506	1112		
V17	6	38	6.3	138	5244	V26	6	25	6.3	138	3450	
V18	1	4	20	318	1272	V27	1	4	12.5	195	780	
V18	2	3	16	577	1731	V27	2	3	20	405	1215	
V18	3	2	18	279	558	V27	3	2	20	472	944	
V18	4	2	20	451	902	V27	4	1	20	218	218	
V18	5	2	16	279	558	V27	5	3	20	526	1578	
V18	6	4	16	446	1784	V27	6	2	16	745	1490	
V18	7	2	20	763	1526	V27	7	4	20	745	1490	
V18	8	38	6.3	138	5244	V27	8	2	20	717	1434	
V18	9	2	10	106	212	V27	9	6	10	106	636	
V18	10	46	6.3	138	6348	V27	10	10	46	6.3	138	6348

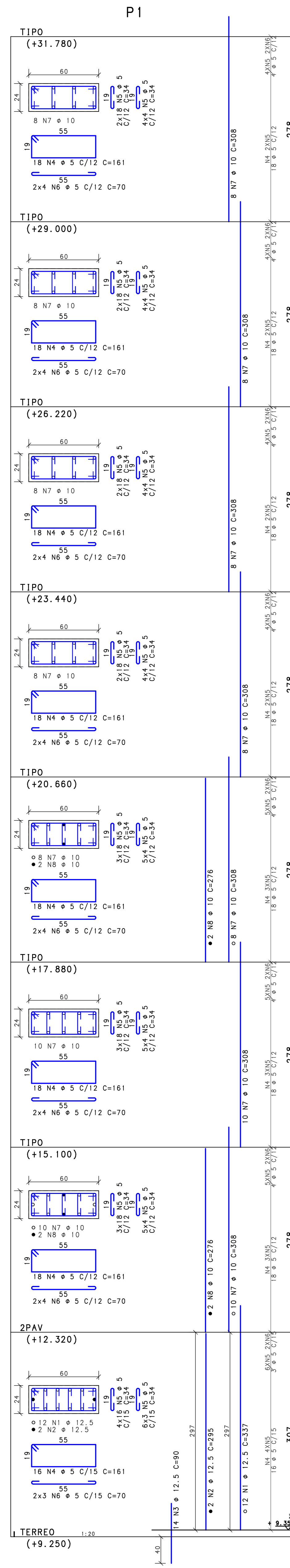
ACO	BIT	COMPR	PESO
608	5	49	8
12.5	8	818	203
10	72	44	
12.5	129	24	
16	364	575	
20	450	1131	
Peso Total	6038	6	9.0
Peso Total	SOA =	2077	kg

Desenho produzido por versão acadêmica, proibido uso comercial.

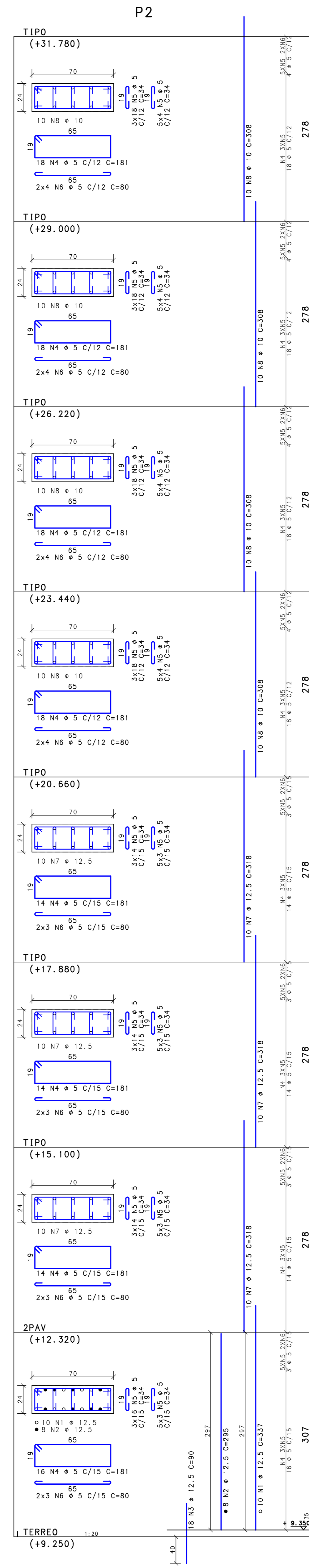
**EDIFÍCIO HOTEL TCC**  
 UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
 ESCOLA DE ENGENHARIA  
 PORTO ALEGRE - RS  
 ENGENHARIA CIVIL

PROJETO ESTRUTURAL			
VIGAS - PAVIMENTO TIPO			
FECHA	ESCALA	DESENHO	PROJETO
25/03/23	1:50	POHREN	
QUANT	00	000	000
0402-R00			

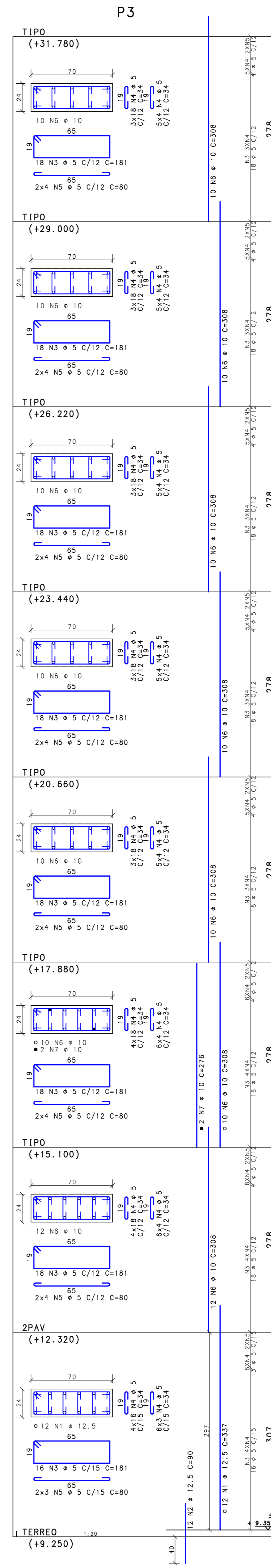
Desenho produzido por versão acadêmica, proibido uso comercial



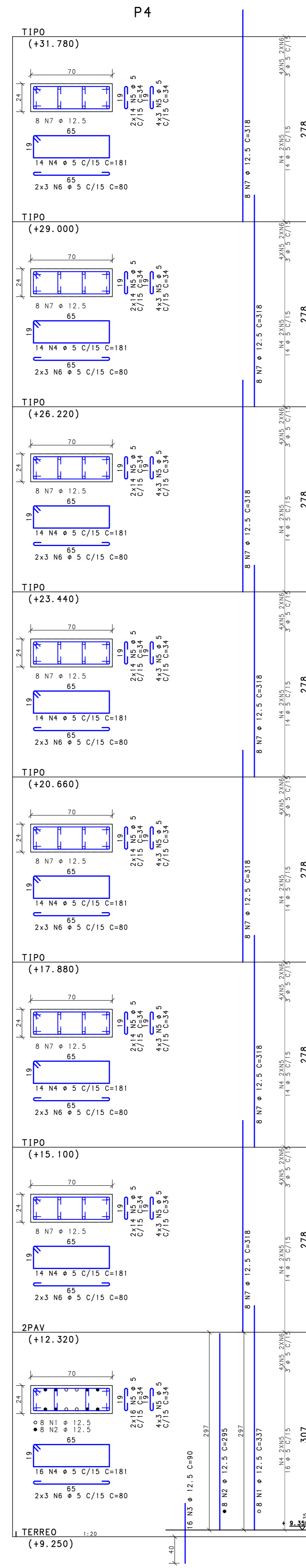
Desenho produzido por versão acadêmica, proibido uso comercial



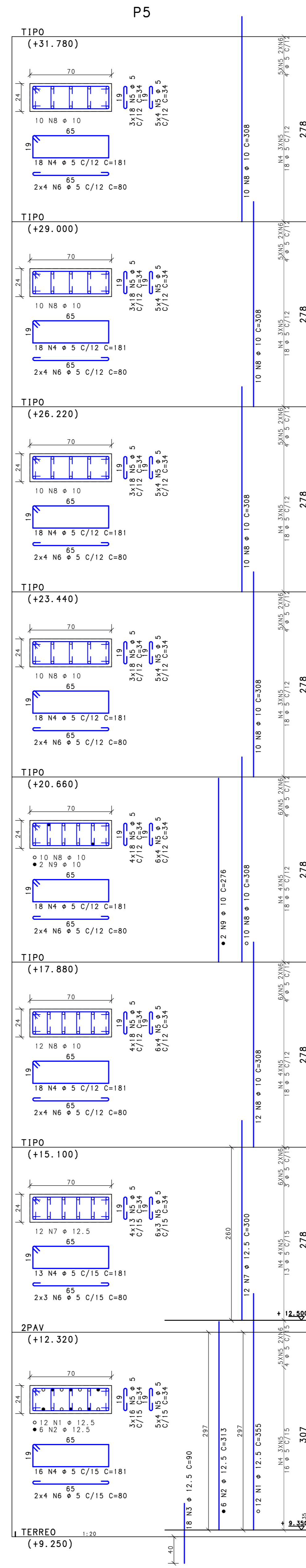
Desenho produzido por versão acadêmica, proibido uso comercial



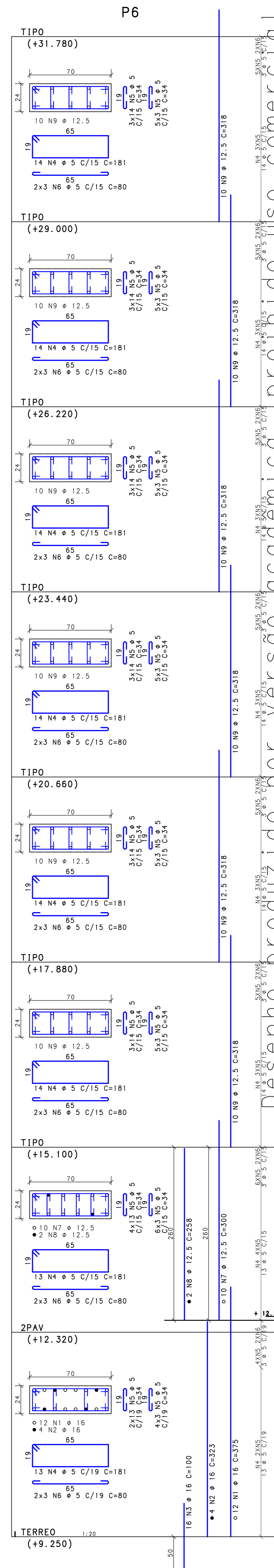
Desenho produzido por versão acadêmica, proibido uso comercial



Desenho produzido por versão acadêmica, proibido uso comercial



Desenho produzido por versão acadêmica, proibido uso comercial



Desenho produzido por versão acadêmica, proibido uso comercial

ACO	POS	QUANT	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
<b>P1</b>					
SBA	1	12	12,5	337	4044
SBA	2	12	12,5	290	3570
SBA	3	14	12,5	90	1080
SBA	4	14	12,5	90	1080
SBA	5	512	5	34	17408
SBA	6	82	5	191	22920
SBA	7	4	10	308	18480
SBA	8	4	10	278	1164
<b>P2</b>					
SBA	1	10	12,5	337	4044
SBA	2	10	12,5	290	3570
SBA	3	18	12,5	90	1080
SBA	4	18	12,5	90	1080
SBA	5	530	5	34	18020
SBA	6	82	5	191	22920
SBA	7	20	12,5	318	9540
SBA	8	40	10	600	14400
<b>P3</b>					
SBA	1	12	12,5	337	4044
SBA	2	12	12,5	290	3570
SBA	3	14	12,5	90	1080
SBA	4	14	12,5	90	1080
SBA	5	644	5	34	21988
SBA	6	82	5	191	22920
SBA	7	22	10	308	22176
SBA	8	2	10	278	352
<b>P4</b>					
SBA	1	8	12,5	337	4044
SBA	2	8	12,5	290	3570
SBA	3	14	12,5	90	1080
SBA	4	14	12,5	90	1080
SBA	5	530	5	34	18020
SBA	6	82	5	191	22920
SBA	7	20	12,5	318	9540
SBA	8	40	10	600	14400
<b>P5</b>					
SBA	1	10	12,5	337	4044
SBA	2	10	12,5	290	3570
SBA	3	18	12,5	90	1080
SBA	4	18	12,5	90	1080
SBA	5	530	5	34	18020
SBA	6	82	5	191	22920
SBA	7	20	12,5	318	9540
SBA	8	40	10	600	14400
<b>P6</b>					
SBA	1	12	12,5	337	4044
SBA	2	12	12,5	290	3570
SBA	3	14	12,5	90	1080
SBA	4	14	12,5	90	1080
SBA	5	644	5	34	21988
SBA	6	82	5	191	22920
SBA	7	22	10	308	22176
SBA	8	2	10	278	352

RESUMO TOTAL ACO CA 50-60				
ACO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)	
60B	5	246	314	
SBA	10	743	458	
SBA	12,5	89	80	
SBA	16	74	117	
Peso Total				60B = 414 kg
Peso Total				SBA = 1405 kg

RESUMO ACO POR PAVIMENTO CA 50-60				
ACO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)	
60B	5	333	50	
SBA	10	308	314	
SBA	16	74	117	
Peso Total				60B = 50 kg
Peso Total				SBA = 431 kg

RESUMO ACO POR PAVIMENTO CA 50-60				
ACO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)	
60B	5	246	314	
SBA	10	104	84	
SBA	12,5	89	86	
Peso Total				60B = 53 kg
Peso Total				SBA = 150 kg

RESUMO ACO POR PAVIMENTO CA 50-60				
ACO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)	
60B	5	338	52	
SBA	10	97	80	
SBA	12,5	89	86	
Peso Total				60B = 52 kg
Peso Total				SBA = 146 kg

RESUMO ACO POR PAVIMENTO CA 50-60				
ACO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)	
60B	5	338	52	
SBA	10	117	72	
SBA	12,5	89	86	
Peso Total				60B = 52 kg
Peso Total				SBA = 127 kg

RESUMO ACO POR PAVIMENTO CA 50-60				
ACO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)	
60B	5	338	52	
SBA	10	117	72	
SBA	12,5	89	86	
Peso Total				60B = 52 kg
Peso Total				SBA = 127 kg

RESUMO ACO POR PAVIMENTO CA 50-60				
ACO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)	
60B	5	338	52	
SBA	10	117	72	
SBA	12,5	89	86	
Peso Total				60B = 52 kg
Peso Total				SBA = 127 kg

**EDIFÍCIO HOTEL TCC**  
 UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
 ESCOLA DE ENGENHARIA  
 PORTO ALEGRE - RS  
 ENGENHARIA CIVIL

**PROJETO ESTRUTURAL**  
 PILARES - TÉRREO ao 9ºPAV

INSCRIÇÃO: 25/03/23 | ESCALA: 1:50 | DESENHO: POHREN | FASE: PROJETO | PLANETA: 0501-R00



REV.	DATA	DESCRIÇÃO
00	00/00/00	00