



# **RELATÓRIO TÉCNICO**

**RT-1**

**CLUBE ATHLETICO PAULISTANO**

**ED. CULTURAL e ESPORTIVO**

**AVALIAÇÃO ESTRUTURAL DO EDIFÍCIO  
EXISTENTE**

**R0**



São Paulo, 16 de abril de 2018

**Ao Clube Athletico Paulistano**

**Atenção: Eng. Gil Ferreira Bacos e Eng. Marcos Berrettini**

**Diretores de Patrimônio**

**REF:**

### **1. OBJETIVOS**

O objetivo deste relatório técnico é verificar o projeto realizado na época, ano de 1966, em relação aos pilares e cargas aplicadas na fundação a partir dos projetos em suas revisões que recebemos.

### **2. NORMAS**

Para a análise desta solicitação foram observadas as Normas Técnicas Oficiais, referentes às estruturas de concreto listadas abaixo:

ABNT NBR6118: 2014 – Projeto de estruturas de concreto – Procedimento

ABNT NBR6120:1980–Cargas para o cálculo de estruturas de edificações – Procedimento

ABNT NBR7480: 1996 – Barras e fios de aço destinados a armaduras de concreto armado – Especificações

ABNT-NBR 6123 1988 Forças devida ao vento em edificações

ABNT NBR8681: 2003 – Ações e segurança nas estruturas – Procedimento

ABNT NBR14931: 2003 – Execução de estruturas de concreto – Procedimento

ABNT NBR 8800- Projeto de estruturas em aço

ABNT NBR 10837 :1989 Calculo de alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto

Cumprir observar que o desenvolvimento e verificação dos projetos deve obrigatoriamente proporcionar a segurança estrutural prescrita nas normas, mas principalmente nas Normas Vigentes da época da realização do projeto.

### **3. DOCUMENTOS FORNECIDOS**

Foram consultados os projetos fornecidos desta estrutura, em arquivos com formato de imagem, conforme listado abaixo:

Arquivos: 02, 07, 26, 48, 49, 50, 57, 58, 131 e 163 (referente as formas gerais).



Arquivos: 23, 56, 92, 93, 97, 133 e 134 (referente as armações dos pilares).

Foram consultados ainda, os desenhos de arquitetura com base num levantamento atual em relação a estrutura existente nos dias de hoje.

Como o objetivo é o de verificar a capacidade de carga da edificação em relação ao projeto original, intervenções estruturais realizadas ao longo do tempo não foram consideradas nesta primeira análise.

#### **4.DESCRICÃO DA ESTRUTURA EXISTENTE**

Com base nos projetos existentes consultados, preparamos um modelo matemático da estrutura existente em 3D, visando verificar as cargas e os pilares existentes.

Consultando os projetos, encontramos algumas diferenças entre o projeto da estrutura e o projeto de arquitetura, que foi atualizado nesta data e onde adotamos as considerações conforme nosso entendimento, seguindo as formas da estrutura original detalhada no projeto.

No nível do 2º Andar da arquitetura, entre os eixos 6 e 8, uma indicação de vazio que iria do eixo C ao I, sendo que na planta da estrutura da época, existe laje até do eixo C ao E. Neste caso seguimos o desenho da estrutura e colocamos a laje.

No nível do 2º Andar da estrutura (que é o 3º Andar na arquitetura), temos entre o eixo A/B do 1 ao 6, uma laje. Na arquitetura estão indicadas escadas e ficamos na dúvida se a laje seria só entre eixo A/B ou seria até o eixo C, pois na arquitetura existe um desenho de cabine de projeção. Seguimos o projeto estrutural e somente colocamos um módulo de laje.

No nível do auditório, (2º andar arquitetura, 1º andar estrutura), existe na estrutura um vazio entre eixos 2 a 4, G a I. Na arquitetura está desenhado um palco e não existe nenhuma indicação de vazio. Neste caso, colocamos o vazio, porém, colocamos uma carga ao redor do vazio que se refere a um possível fechamento deste vazio com uma estrutura metálica ou de madeira.

Em todos os pavimentos, a sobrecarga considerada nas lajes foi de 500+200 Kgf/m<sup>2</sup> (sendo acidental+permanente), adotada devido a utilização indicada nos desenhos de arquitetura.

Somente no entorno das escadas principais e elevador, entre eixos 6 e 8, A e C, utilizamos uma sobrecarga de 300 Kgf/m<sup>2</sup>, por tratar-se em todos os pavimentos de saída das escadas e elevadores e Hall de acesso.



Na casa de máquinas e barrilete, não ficou claro os níveis, utilidade e cargas, adotamos neste caso, o nível da cobertura (5º Andar) como sendo casa de máquinas de elevador com s/c 2500 Kgf/m<sup>2</sup> e as demais lajes entre eixos 6 e 8, A e C, consideramos com área técnica com sobrecarga de 1000 Kgf/m<sup>2</sup>. As demais lajes deste pavimento, que se encontram entre os eixos A e B do eixo 2 ao 6 e do 8 ao 12, consideramos somente cobertura com sobrecarga de 250 Kgf/m<sup>2</sup>.

Acima do 5º Andar, consideramos como fundo da caixa d'água, adotando a sobrecarga referente ao peso da estrutura do reservatório e do nível d'água.

Nas fachadas foi adotado pele de vidro com carga de 80 Kg/m<sup>2</sup> e em fechamentos de escadas e elevadores, adotamos alvenaria de espessura 24,0cm e  $\gamma=1,3 \text{ tf/m}^3$ .

Além dos carregamentos, foram adotados os parâmetros indicados a seguir:

- a) Vento:  $V_0 = 38\text{m/s}$ ; Fator  $S_1=1,0$ , Fator  $S_2= \text{IV classe C}$ ; Fator  $S_3= 1,0$
- b) Peso próprio da estrutura de concreto:  $\gamma = 2,5\text{tf/m}^3$
- c) Classe de agressividade ambiental II
- d) Concreto com resistência  $f_{ck}= 22,5\text{MPa}$ .
- e) Cobrimento dos pilares = 1,5cm

As cargas adotadas para a realização do pórtico são estimativas, portanto se esperavam diferenças com o projeto original, mas valem como parâmetro de comparação na verificação da coerência de resultados das reações nos pilares.

Segue abaixo, imagens da estrutura modelada, conforme projetos existentes e critérios adotados.

## **5.CONCRETO E AÇO**

O concreto considerado nesta análise foi 22,5 MPa e o aço CA-50B que era o mais comum na época.

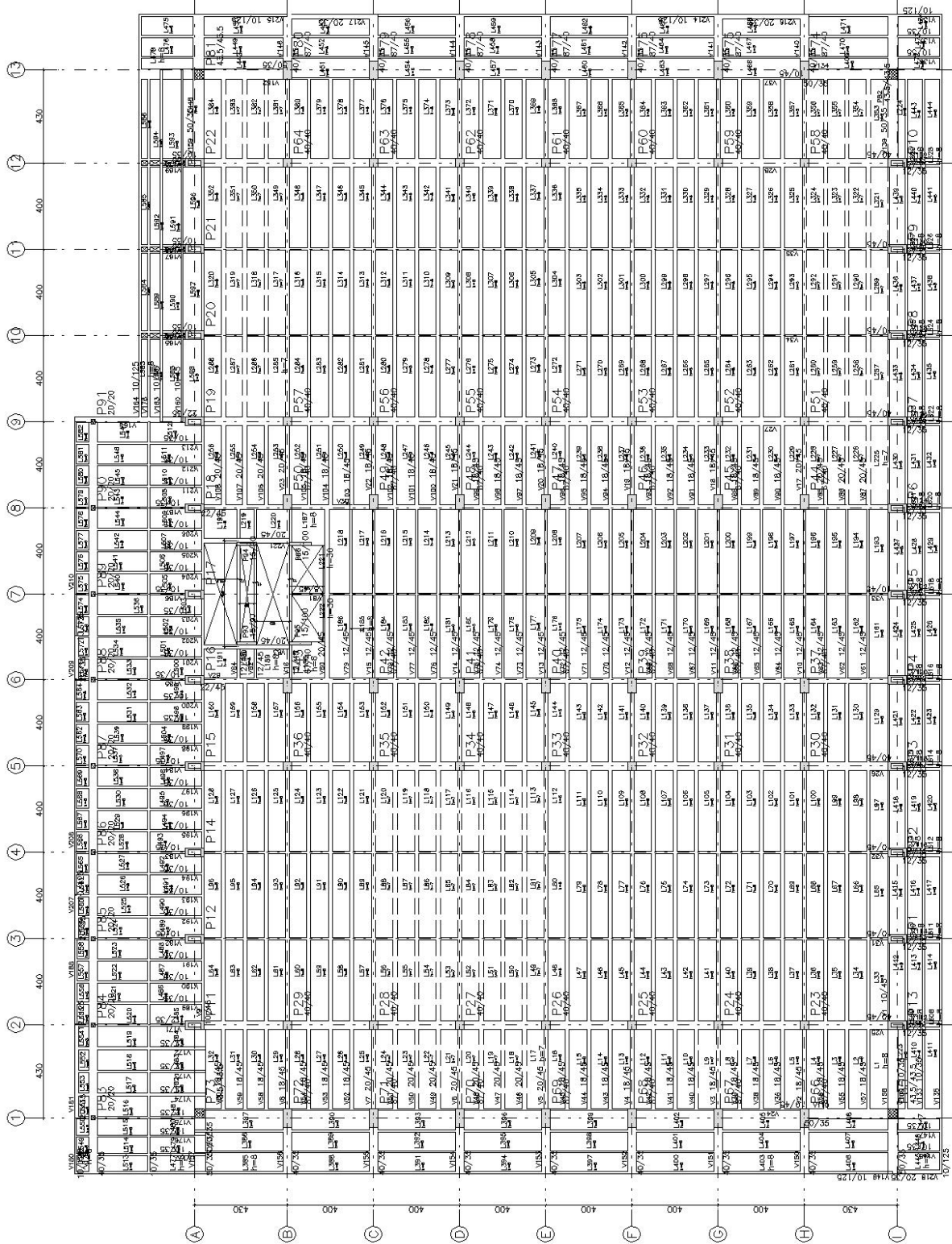
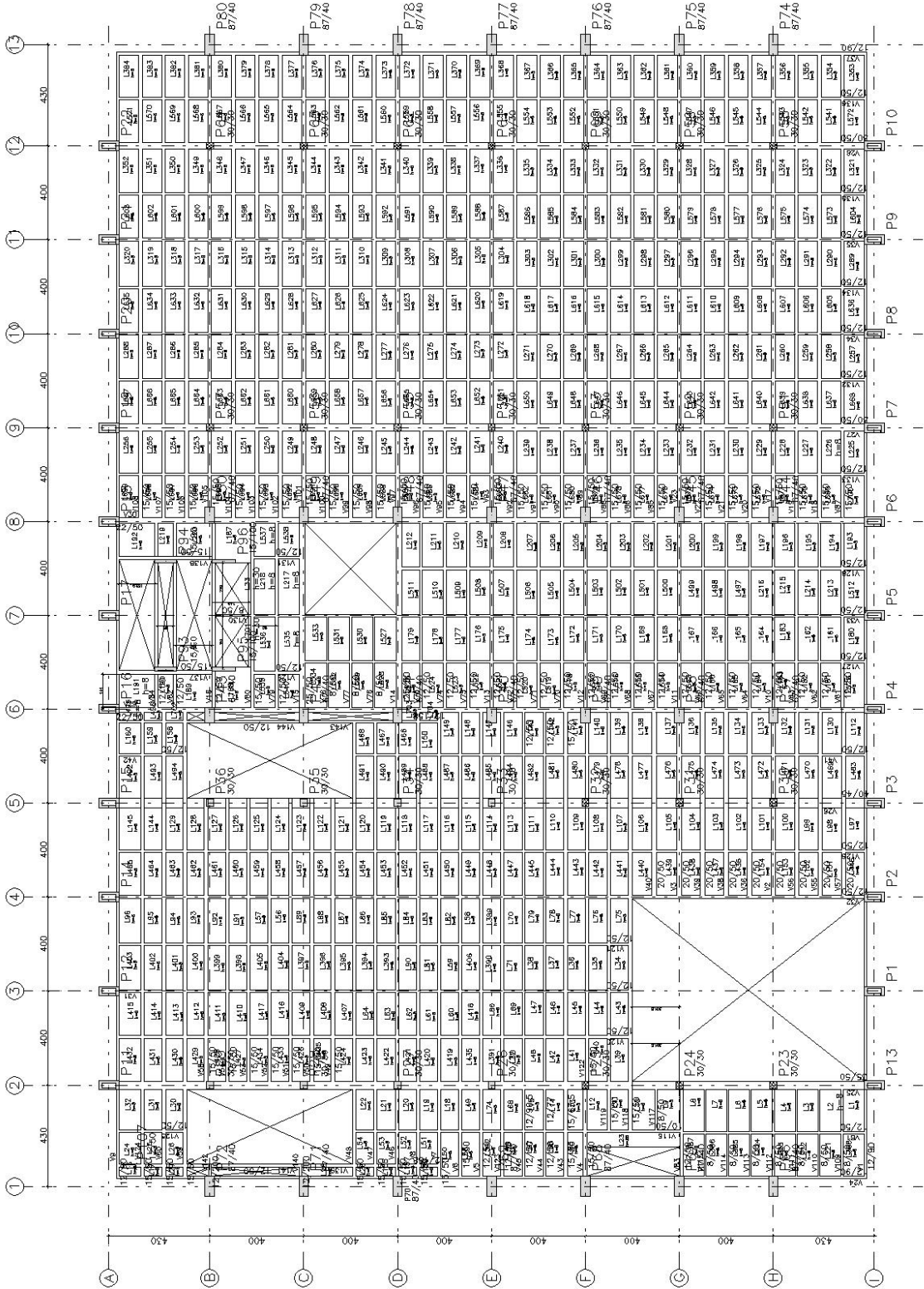


Figura 1-Planta Estrutura Modelada Térreo

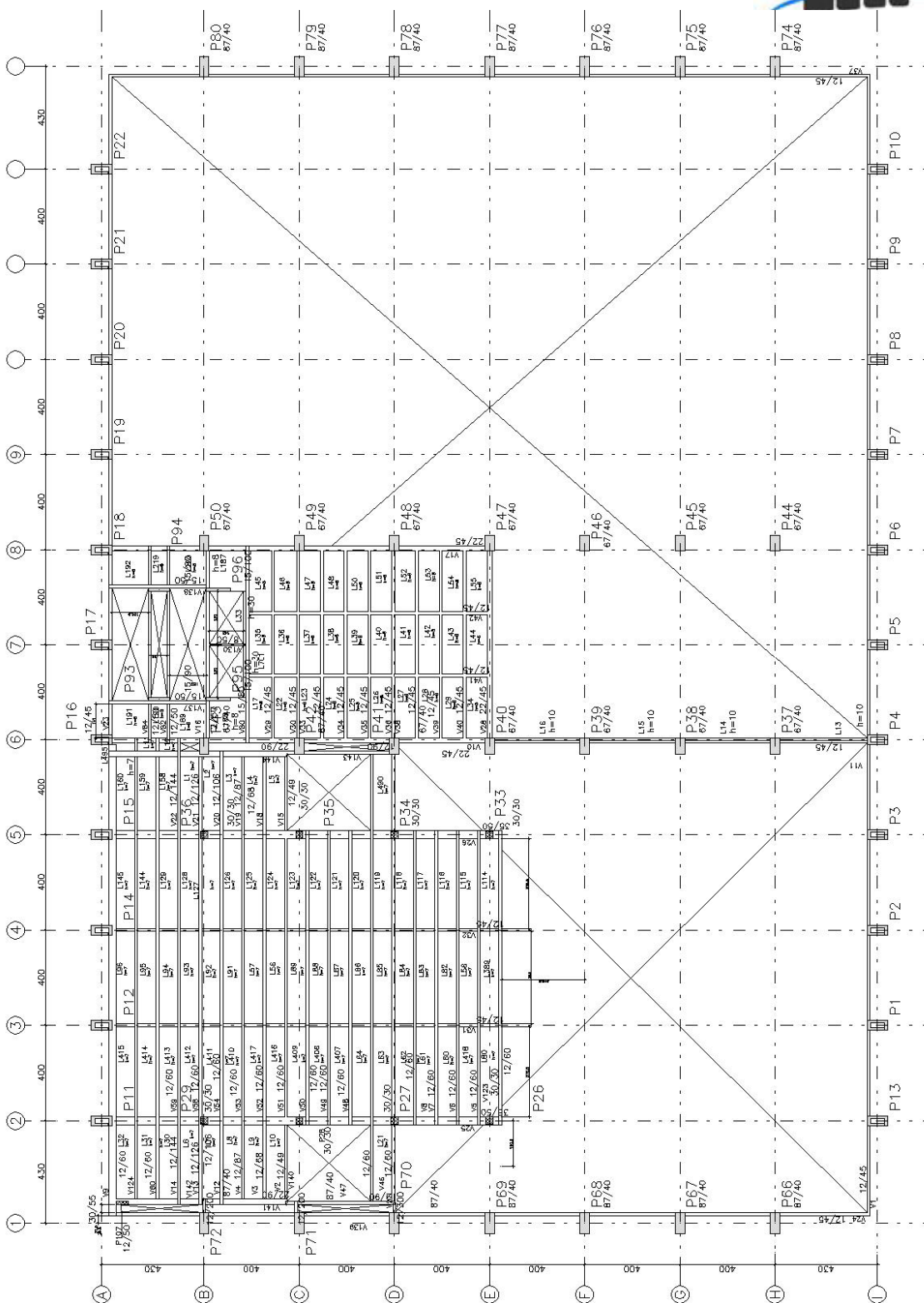
FÔRMAS – TÉRREO





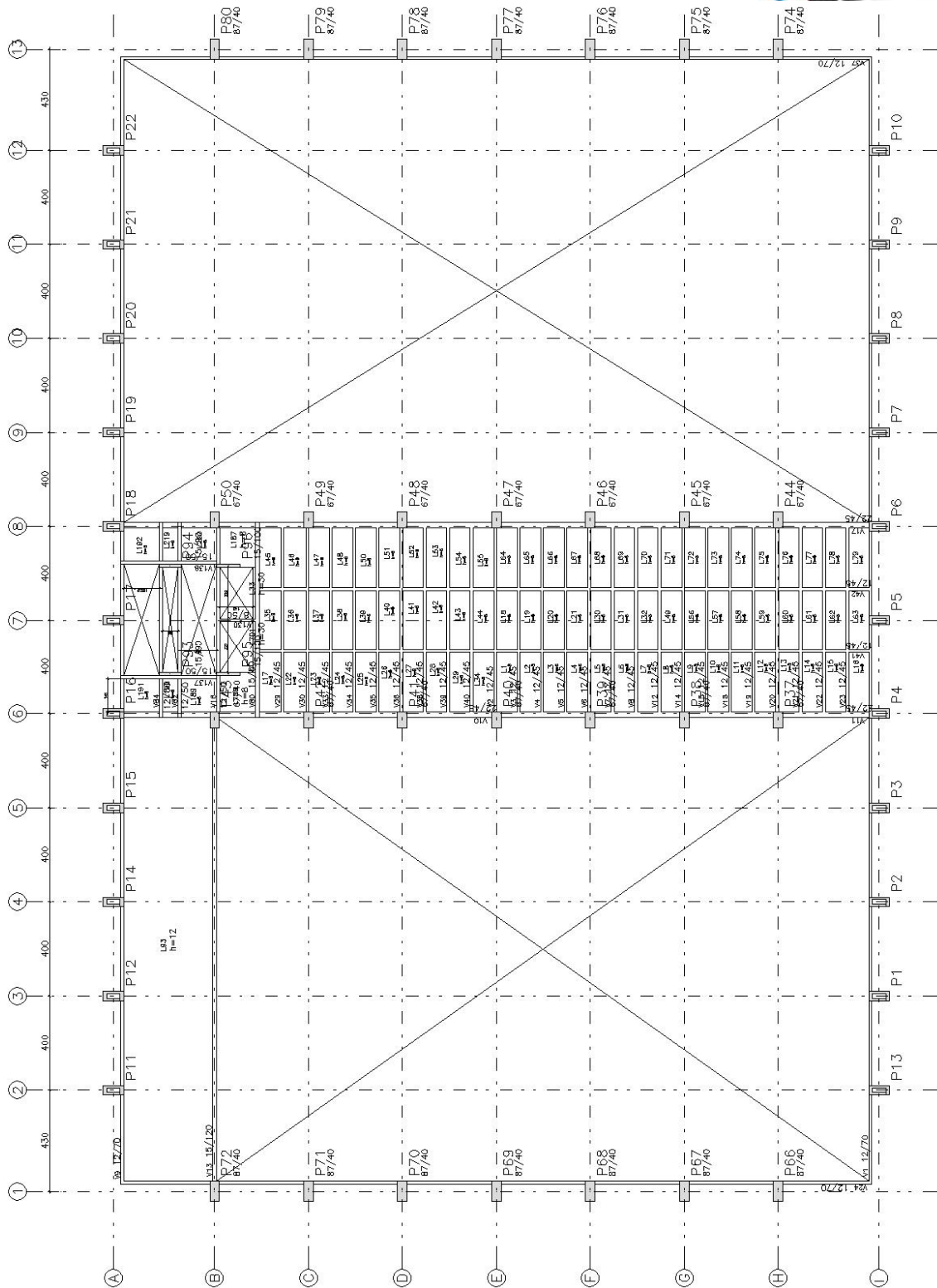
FÔRMAS — 1º ANDAR

Figura 2-Planta Estrutura Modelada 1º Andar



FÔRMAS – AUDITÓRIO E MEZANINO

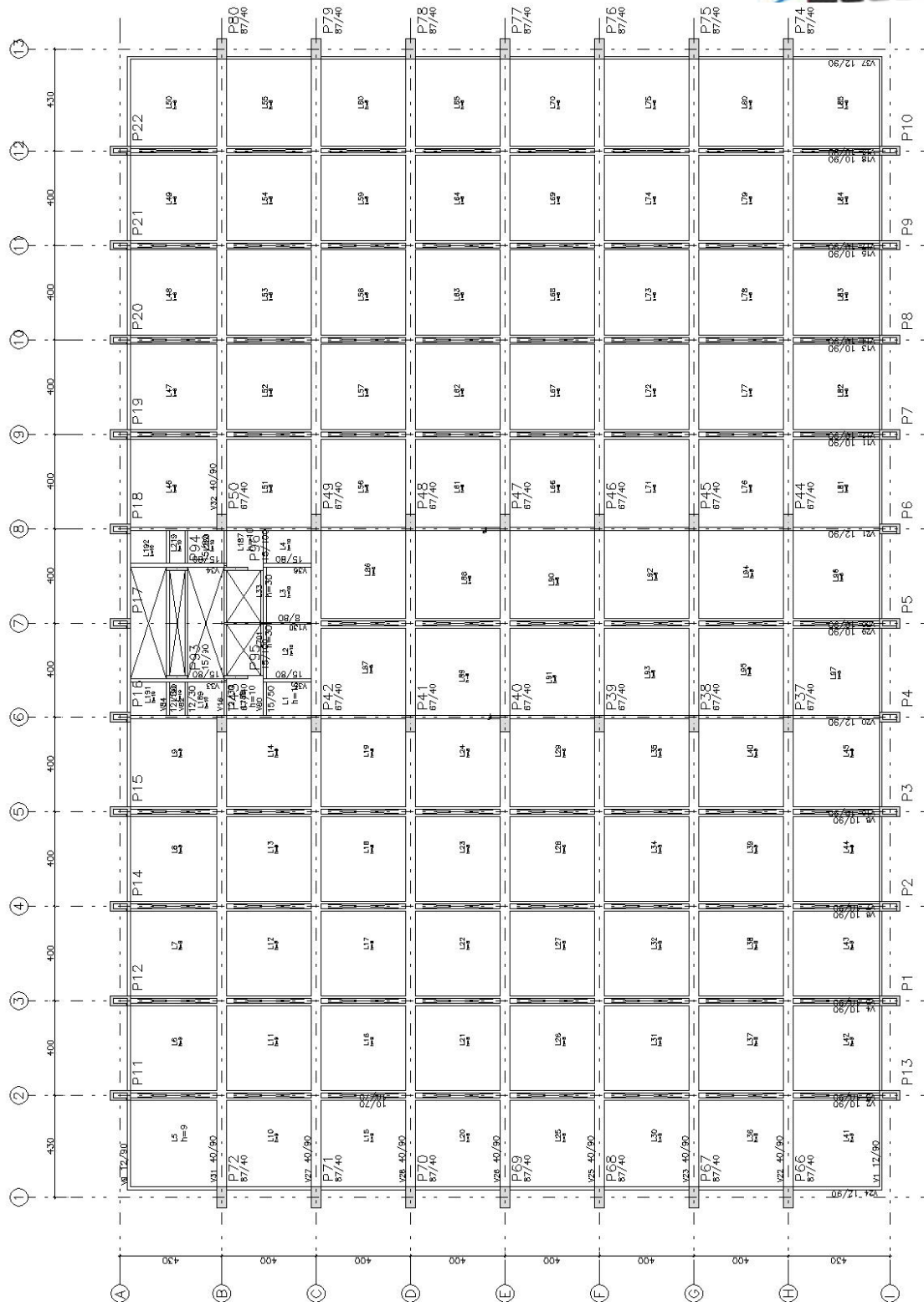
Figura 3-Planta Estrutura Modelada Mezanino e Auditório



FÓRMAS — 2º ANDAR

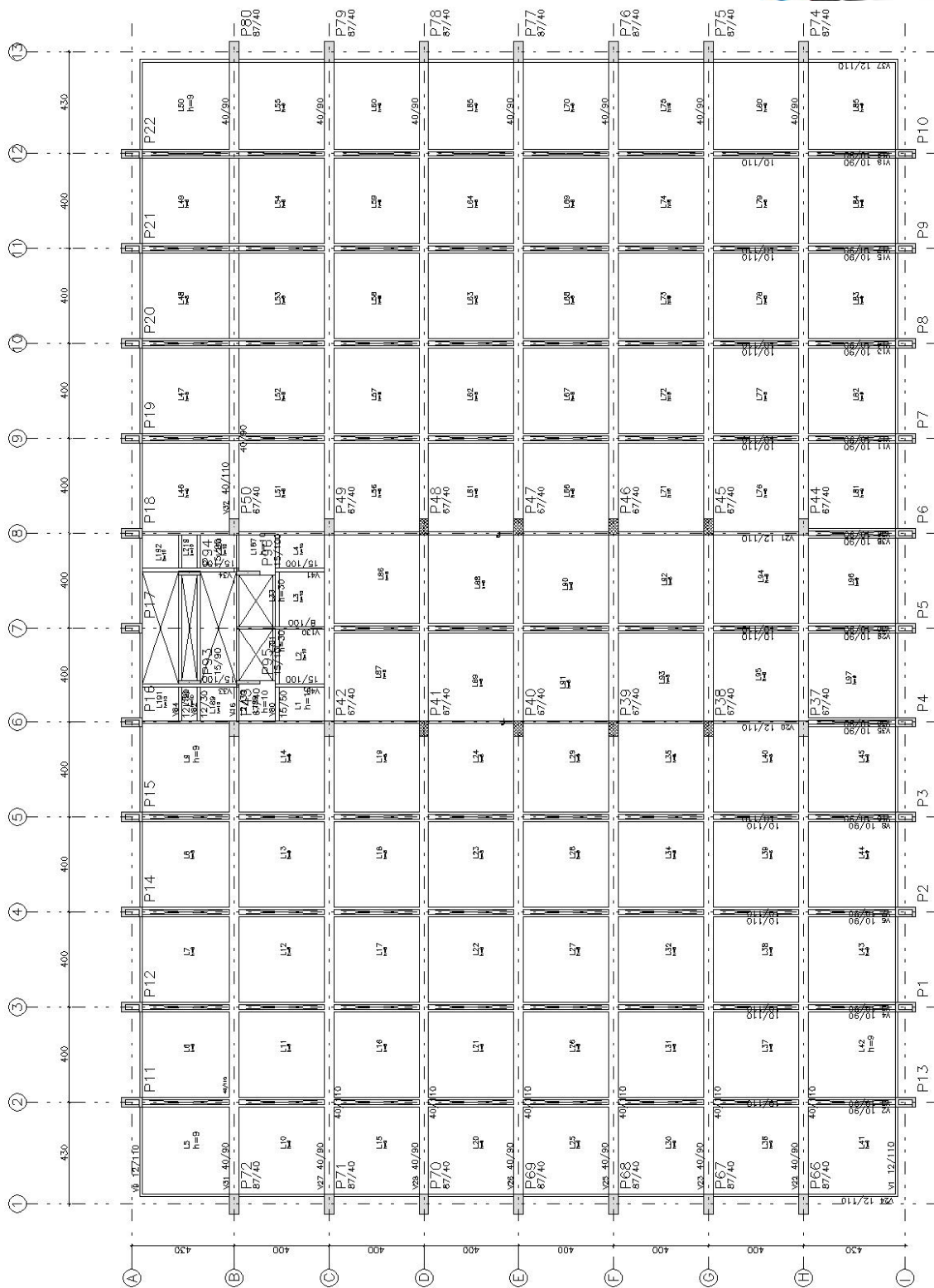
Figura 4-Planta Estrutura Modelada 2º Andar





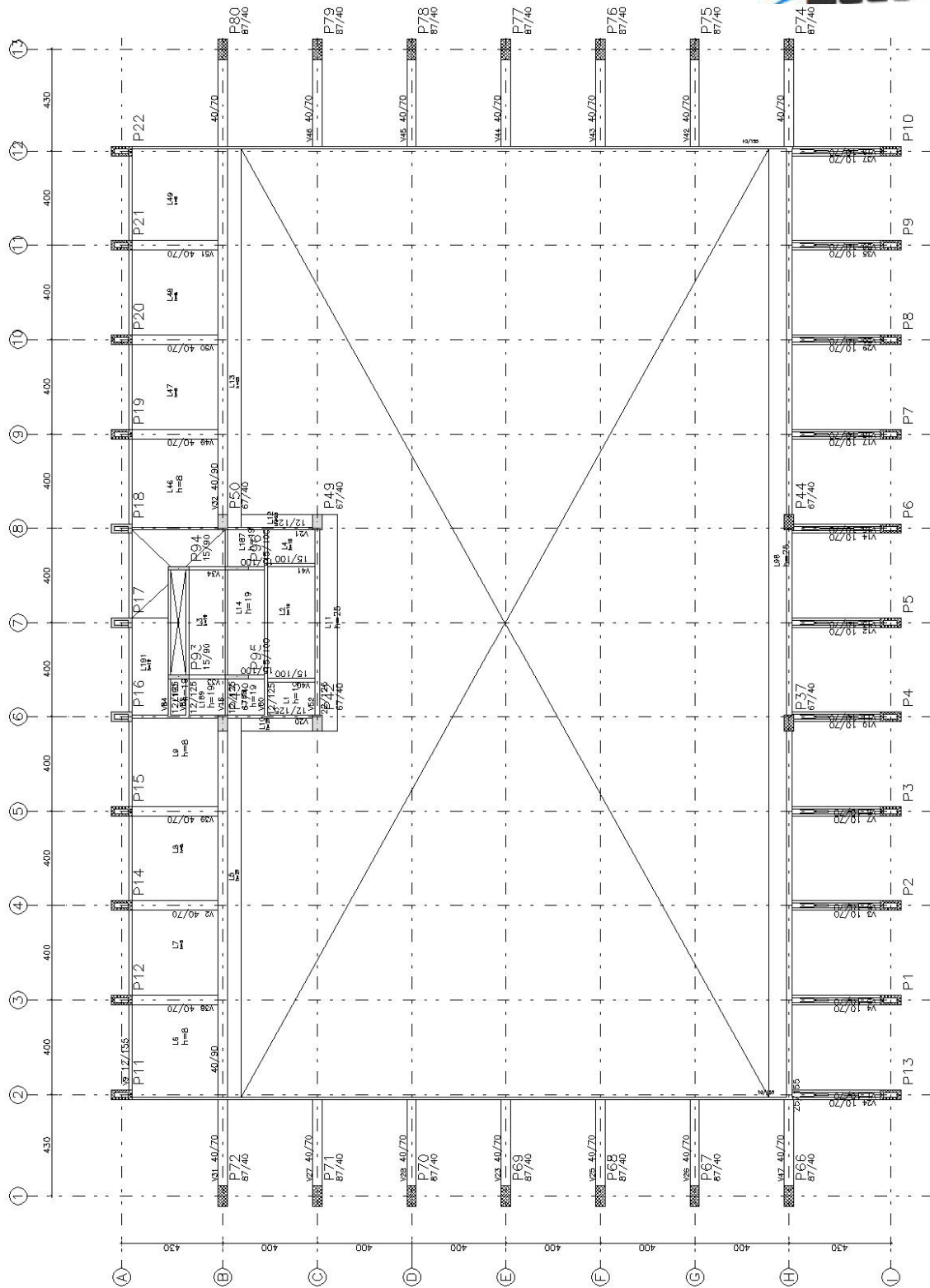
FÔRMAS - 3º ANDAR

Figura 5-Planta Estrutura Modelada 3º Andar



FÔRMAS - 4º ANDAR

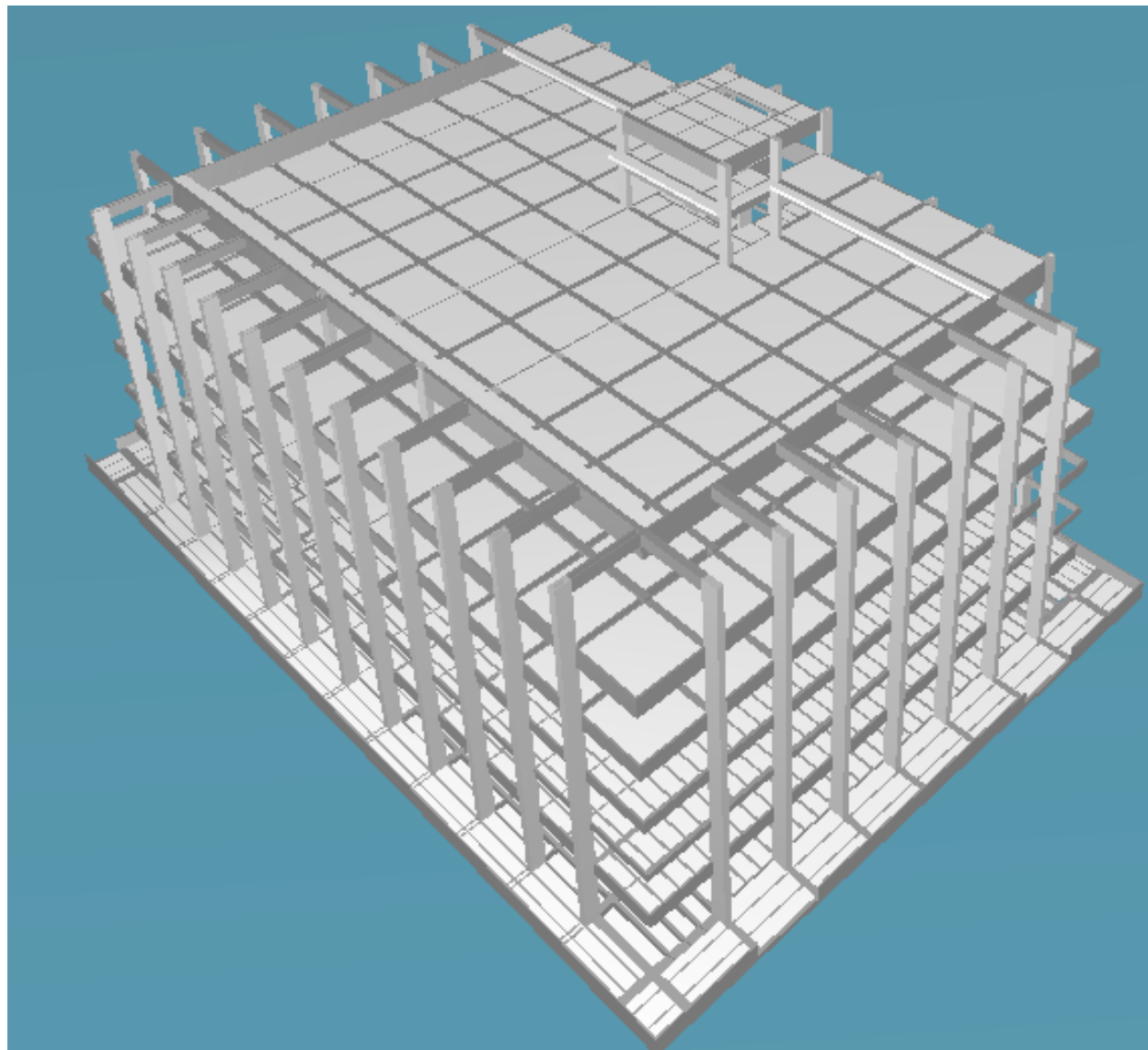
Figura 6-Planta Estrutura Modelada 4º Andar



FÔRMAS - 5º ANDAR/COBERTURA

Figura 7-Planta Estrutura Modelada Cobertura





**Figura 9-Estrutura Modelada em 3D**

## **6. ANÁLISE**

A partir do modelo lançado, chegamos aos valores de cargas na fundação, na combinação para estado limite último, conforme mostrado nas imagens abaixo:



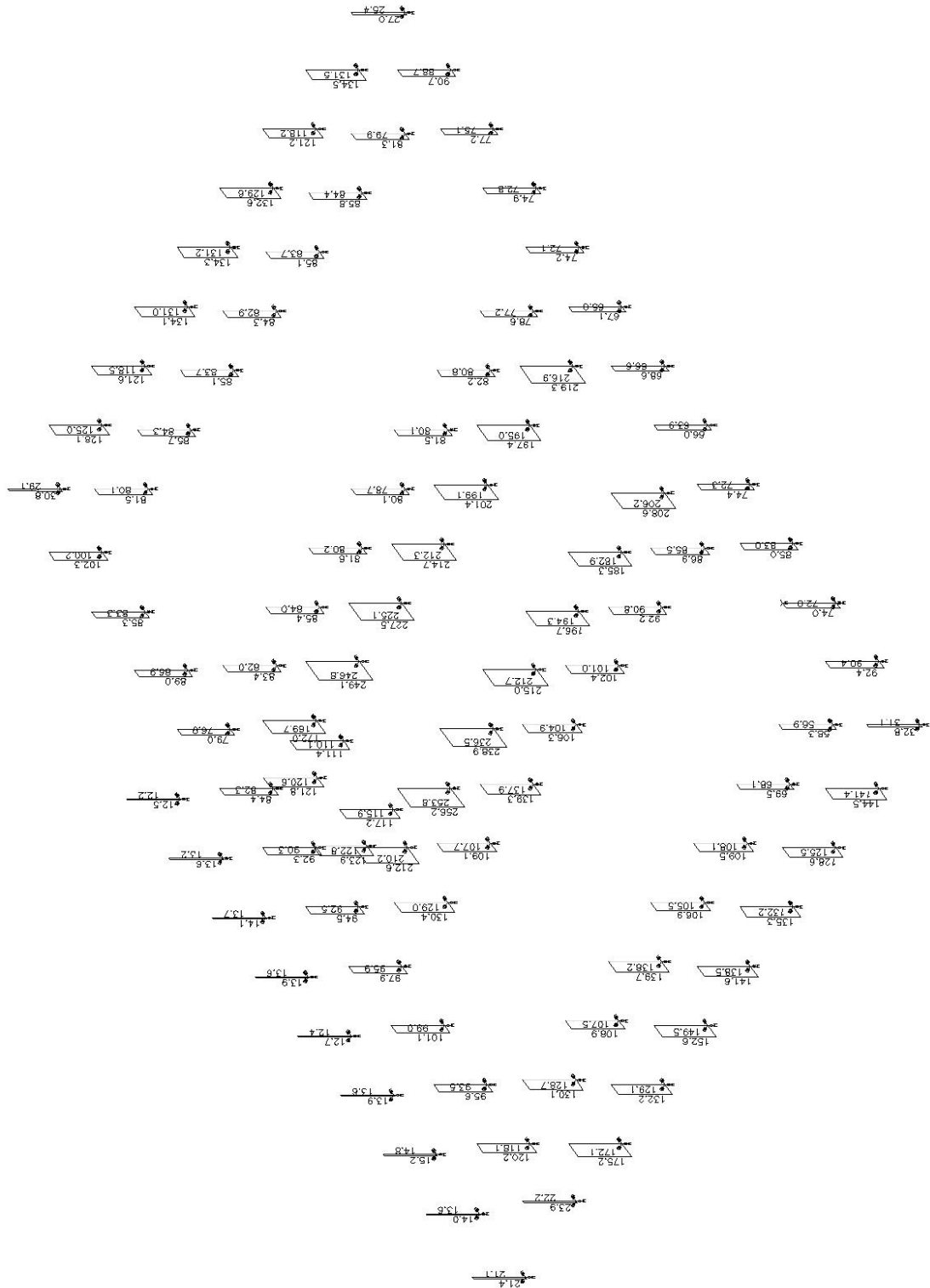


Figura 10-Cargas no pavimento inferior em 3D

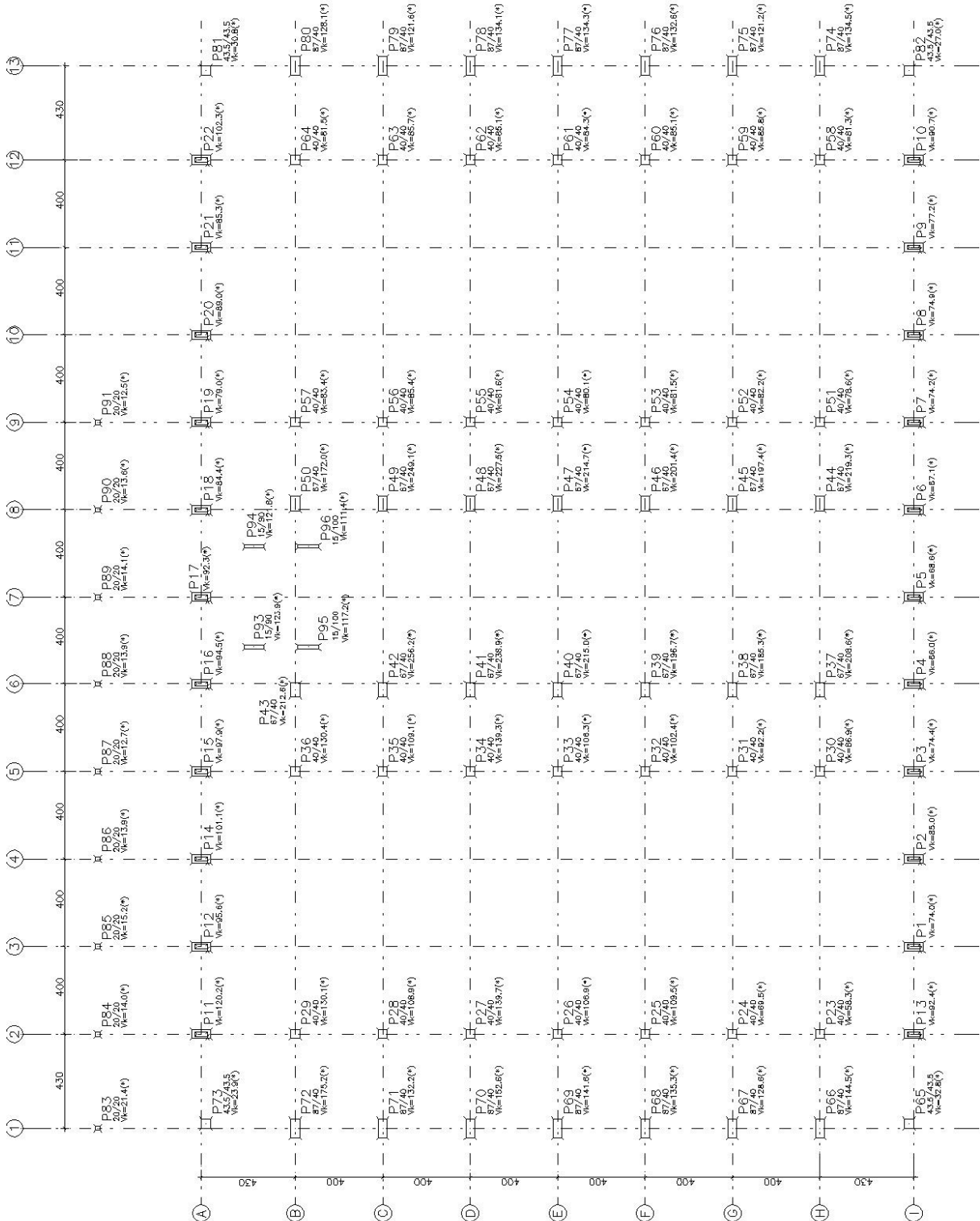


Figura 11-Planta de Cargas na fundação

(\*) Esforços Característicos Verticais, para combinação de estado limite último, em toneladas (tf).



TABELA CARGAS NA FUNDAÇÃO

Elem	Fz (tf)	Elem	Fz (tf)	Elem	Fz (tf)	Elem	Fz (tf)
P1	74.0	P28	108.9	P55	81.6	P82	27.0
P2	85.0	P29	130.1	P56	85.4	P83	21.4
P3	74.4	P30	86.9	P57	83.4	P84	14.0
P4	66.0	P31	92.2	P58	81.3	P85	15.2
P5	68.6	P32	102.4	P59	85.8	P86	13.9
P6	67.1	P33	106.3	P60	85.1	P87	12.7
P7	74.2	P34	139.3	P61	84.3	P88	13.9
P8	74.9	P35	109.1	P62	85.1	P89	14.1
P9	77.2	P36	130.4	P63	85.7	P90	13.6
P10	90.7	P37	208.6	P64	81.5	P91	12.5
P11	120.2	P38	185.3	P65	32.8	P93	123.9
P12	95.6	P39	196.7	P66	144.5	P94	121.8
P13	92.4	P40	215.0	P67	128.6	P95	117.2
P14	101.1	P41	238.9	P68	135.3	P96	111.4
P15	97.9	P42	256.2	P69	141.6		
P16	94.5	P43	212.6	P70	152.6		
P17	92.3	P44	219.3	P71	132.2		
P18	84.4	P45	197.4	P72	175.2		
P19	79.0	P46	201.4	P73	23.9		
P20	89.0	P47	214.7	P74	134.5		
P21	85.3	P48	227.5	P75	121.2		
P22	102.3	P49	249.1	P76	132.6		
P23	58.3	P50	172.0	P77	134.3		
P24	69.5	P51	78.6	P78	134.1		
P25	109.5	P52	82.2	P79	121.6		
P26	106.9	P53	81.5	P80	128.1		
P27	139.7	P54	80.1	P81	30.8		

**Figura 12-Tabela das cargas na fundação**

Com os valores dos esforços normais nos pilares, realizamos uma comparação com o estaqueamento existente, com base na capacidade e quantidade das estacas existentes, conforme indicado no projeto abaixo:

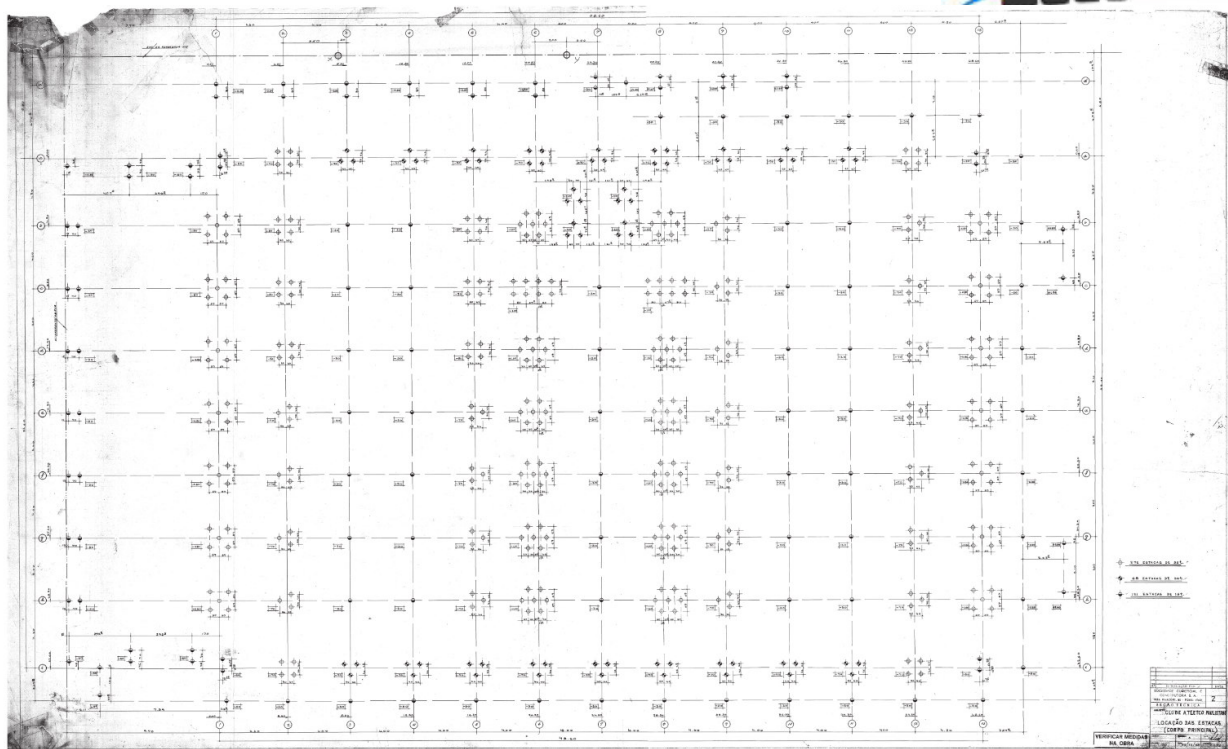


Figura 13-Planta das estacas - Projeto antigo - folha 02

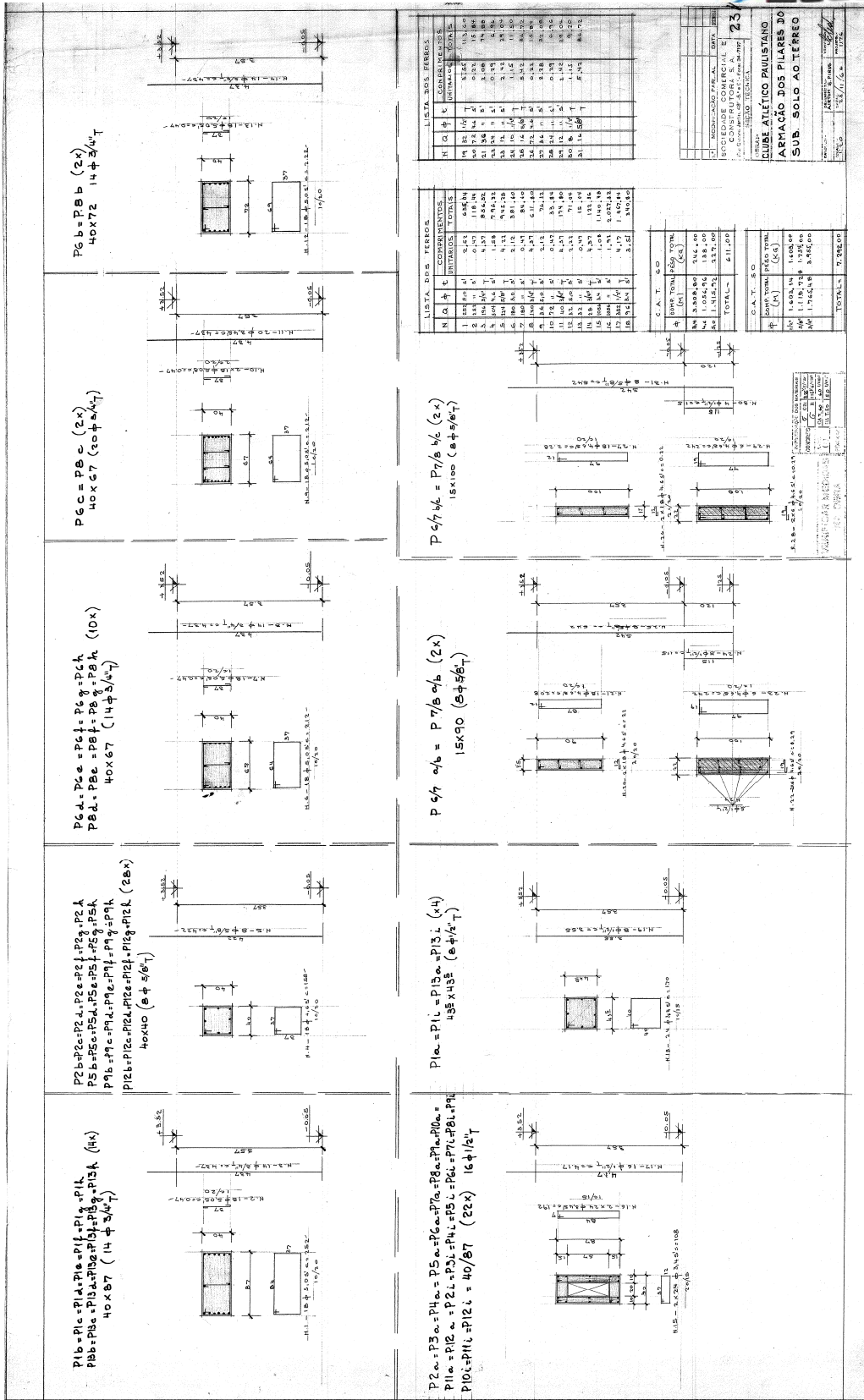
### CARGA NOS BLOCOS DE ESTACAS

Podemos observar que a grande maioria dos pilares se encontra com os carregamentos próximos ao determinado através do estaqueamento. Encontramos apenas, 4 pilares que sugerimos que a fundação seja verificada, conforme tabela abaixo:

Pilares Eixo	Carga Modelo Novo (tf)	Carga existente (tf)
6/7-A/B	123,9	90,0
7/8-A/B	121,8	90,0
6/7-B/C	117,2	90,0
7/8-B/C	111,4	90,0

A armação dos pilares, foi determinada a partir dos esforços retirados no pórtico e comparadas com a armação existente, seguindo as informações constantes nos projetos existentes.

Segue abaixo, algumas comparações entre a armadura determinada e a armadura existente conforme projetos.









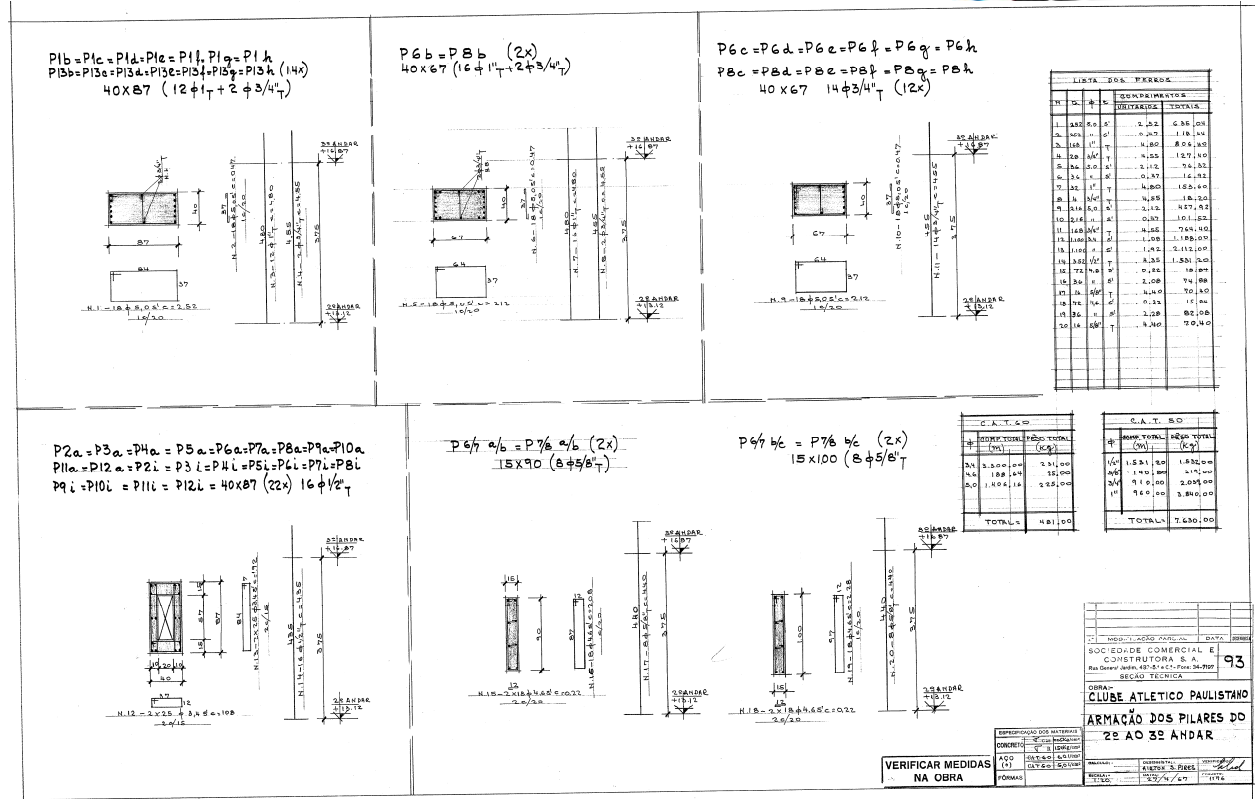


Figura 17-Desenho Antigo - Armação pilares – 2º Andar ao 3º Andar

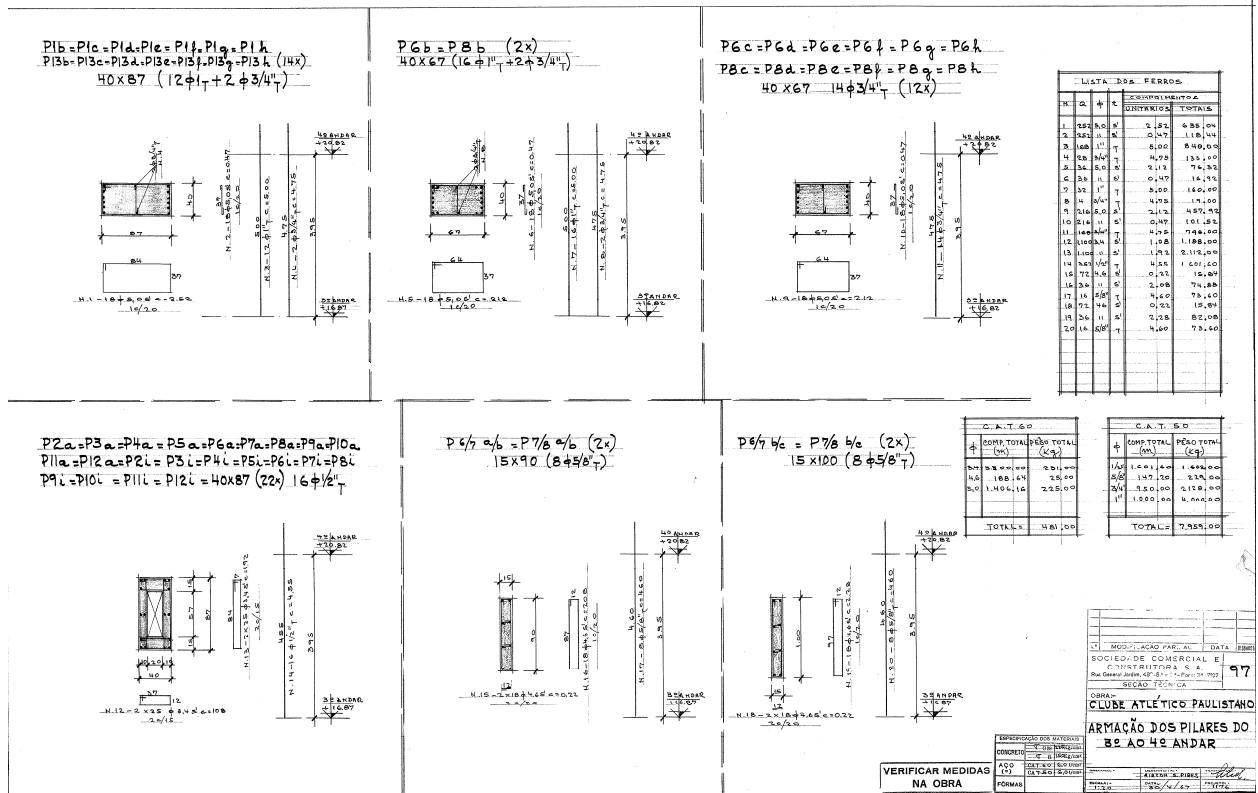
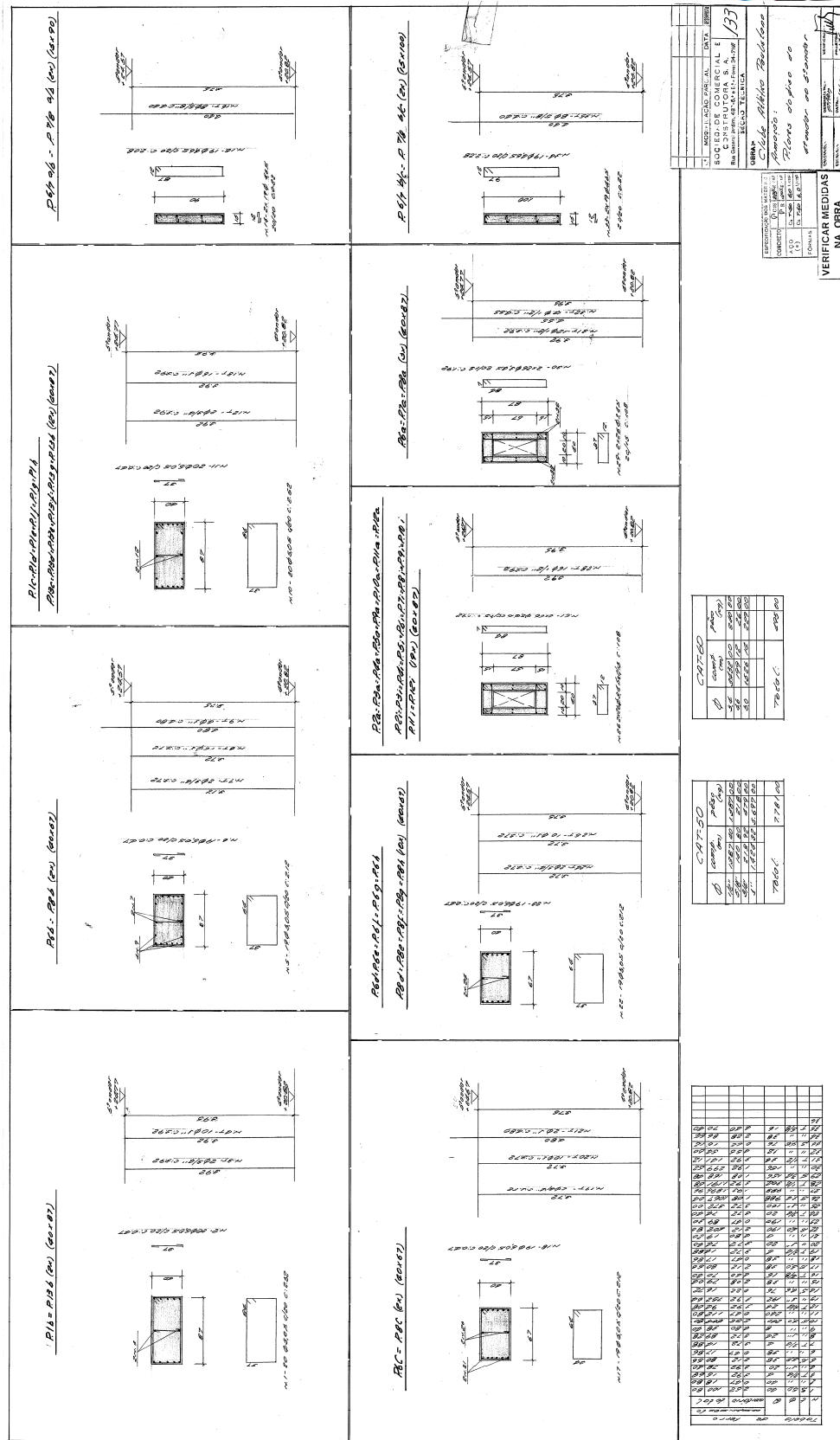


Figura 18-Desenho Antigo - Armação pilares – 3º Andar ao 4º Andar



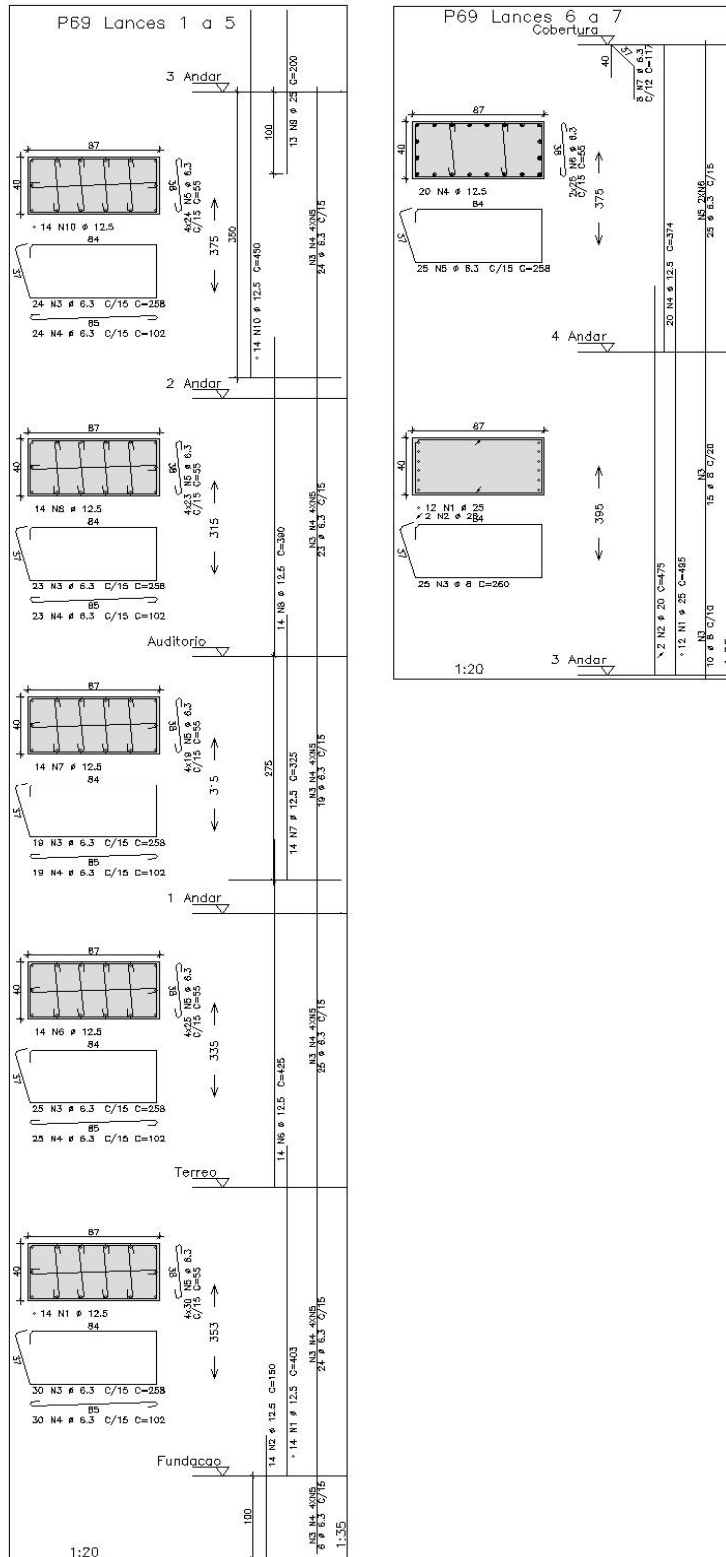


Figura -200Armação encontrada – P69=Eixo 1-E





Abaixo, segue tabela com os resumos dos resultados mostrados nas figuras acima:

Pilar/Eixo	Lance	Armadura Existente	Armadura Encontrada
P12 / 3-A	Subsolo à Cobertura	16Ø1/2mm=20cm <sup>2</sup>	26Ø10,0mm=20,8cm <sup>2</sup>
P25 / 2-F	Subsolo ao Térreo	8Ø5/8mm=16cm <sup>2</sup>	10Ø10,0mm=8cm <sup>2</sup>
P25 / 2-F	Subsolo ao 1º Andar	8Ø5/8mm=16cm <sup>2</sup>	8Ø10,0mm=6,4cm <sup>2</sup>
P69 / 1-E	Subsolo ao 1º Andar	12Ø3/4mm=34,2cm <sup>2</sup>	14Ø12,5mm=17,5cm <sup>2</sup>
P69 / 1-E	1º Andar ao 3º Andar	12Ø3/4,0mm=34,2cm <sup>2</sup>	14Ø12,5mm=17,5cm <sup>2</sup>
P69 / 1-E	3º Andar ao 4º Andar	12Ø1”+2φ3/4mm=65cm <sup>2</sup>	14Ø25,0mm=70cm <sup>2</sup>
P69 / 1-E	4º Andar ao 5º Andar	12Ø1”+2 φ1”mm=65cm <sup>2</sup>	20Ø12,5mm=25cm <sup>2</sup>

O pilar P69 (Eixo 1-E) no lance do 3º ao 4º Andar foi verificado, com a armadura e sua disposição existente no pilar e desta as armações existente e encontrada, ficam equivalentes.

Inicialmente, calculamos os pilares com base nos procedimentos da nova norma NBR6118:2014 e constatamos que a armadura existente está suficiente para a maioria dos pilares.

Realizamos também, a verificação das armações, calculando pelo processo ômega, que era utilizado na época em que o projeto foi realizado.

Comparando todos os resultados com a armação existente, entendemos que os 4 pilares da tabela acima, eixos 6/7-A/B, 7/8-A/B, 6/7-B/C e 7/8-B/C, estão com armadura abaixo do recomendado nos dois primeiros pavimentos, conforme o nosso modelo.

Numa verificação adicional, consideramos o concreto de melhor resistência, de 30 MPa, com base nas extrações de corpos de prova realizados no local. Nesta situação, ainda alguns pilares da caixa de escada não se encontram em situação favorável.

## 7.RECOMENDAÇÕES E CONCLUSÕES

Ao realizar a verificação da edificação, foram adotadas as cargas de utilização conforme entendimento e situação de uso atual. Assim, não é possível termos a certeza quanto as cargas que foram adotadas na época de execução do projeto.

Verificamos que o estaqueamento é datado de anos anteriores ao da realização do projeto. Também recebemos uma planta de revisão do próprio projeto que foi modificado em



sua cobertura. Assim, fica uma dúvida se algum desenho e informação tenha se extraviado ao longo do tempo, e não temos como afirmar que as fundações e cargas aplicadas são as definitivas.

Mesmo assim, comparando os resultados obtidos com o estaqueamento considerado existente, verificamos que a grande maioria das reações dos pilares na fundação obtidas estão coerentes com o projeto original.

Conforme pode-se verificar nos resultados obtidos, temos 4 pilares que sugerimos que sejam reavaliados em suas fundações, pois consideramos que ficaram com uma variação de carga acima do limite esperado.

Podemos concluir que a edificação **não foi projetada** para prever andares adicionais.

Numa primeira consideração, em termos de armações e dimensionamento, recomendamos que os pilares 6/7-A/B e 7/8-A/B, (pilares dos elevadores), sejam reforçados da fundação ao térreo e do térreo ao primeiro pavimento, em função de nossa análise ser inconclusiva devido a dúvidas quanto ao seu dimensionamento.

Quanto à continuidade dos trabalhos relativos aos demais pilares, com a carga dos 2 novos pavimentos, como também a nova carga na fundação, será objeto de outro relatório a ser entregue na sequência..

Nesta conjuntura serão efetivamente apontados quais os pilares que terão que ser reforçados devido do aumento de carga.

Atenciosamente

**Américo Grieco**

**Eng. Civil CREA-0600822480**