

Experiência e Perspectivas para Estruturas dos Edifícios de Múltiplos Pavimentos O caso do Edifício Varanda Botânico

Eng. Msc. Noé Marcos Neto
Sócio diretor Marka

4 e 5 de junho de 2025

EDIFÍCIO VARANDA BOTÂNICO

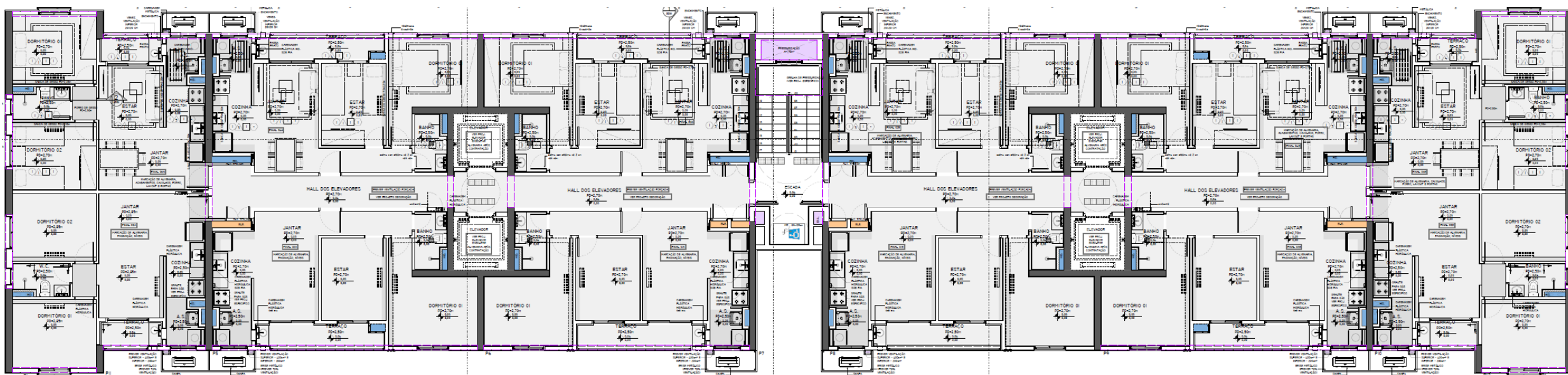
- Edifício residencial
 - 25 andares
 - Ribeirão Preto – SP
 - Finalizado em 2019
-
- Pilares–parede em concreto moldado in-loco
 - Vigas perimetrais moldadas in-loco
 - Lajes alveolares



ORGANIZAÇÃO

4 e 5 de junho de 2025

PLANTA TIPO 1: Térreo ao 13º pavimento



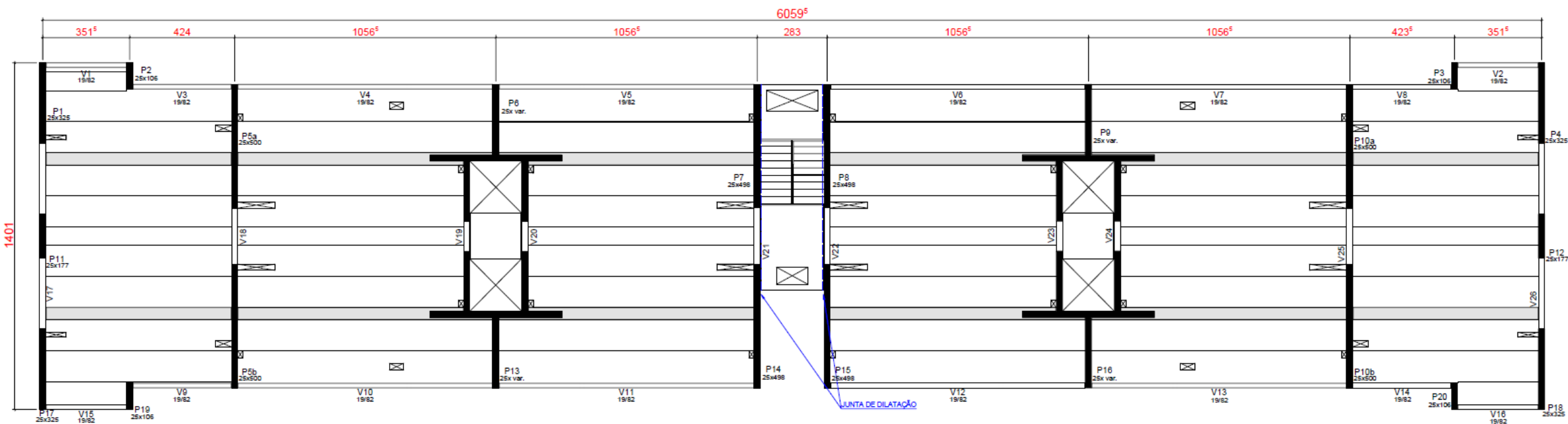
ORGANIZAÇÃO



Associação Brasileira da Construção
Industrializada de Concreto

4 e 5 de junho de 2025

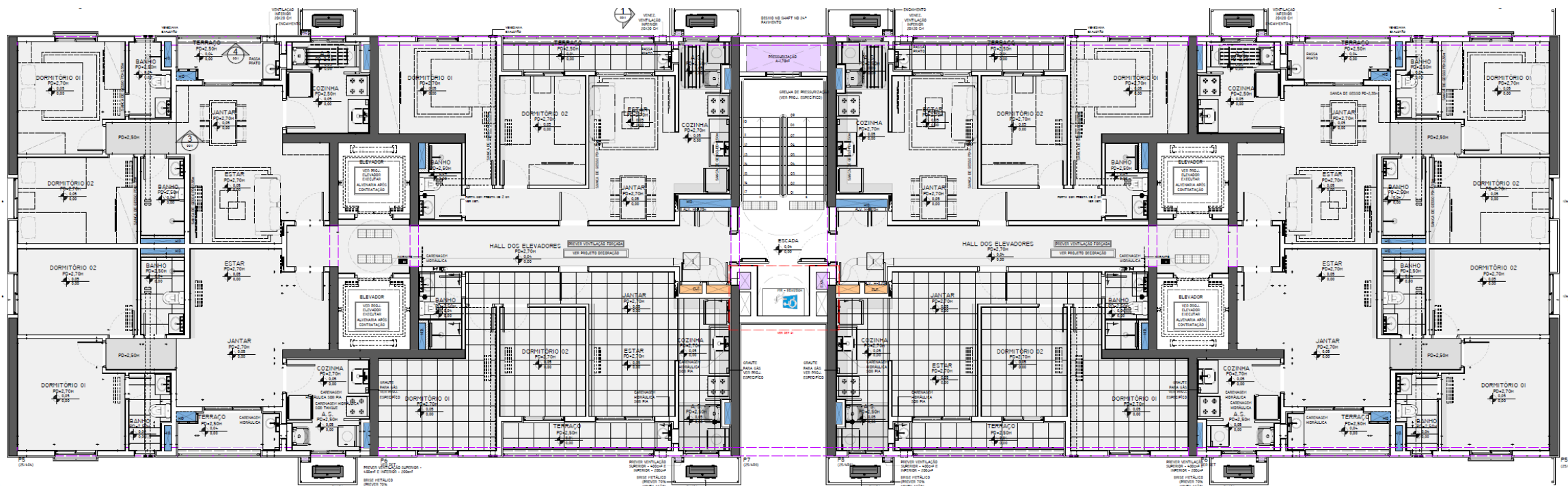
PLANTA TIPO 1: Térreo ao 13º pavimento



ORGANIZAÇÃO

4 e 5 de junho de 2025

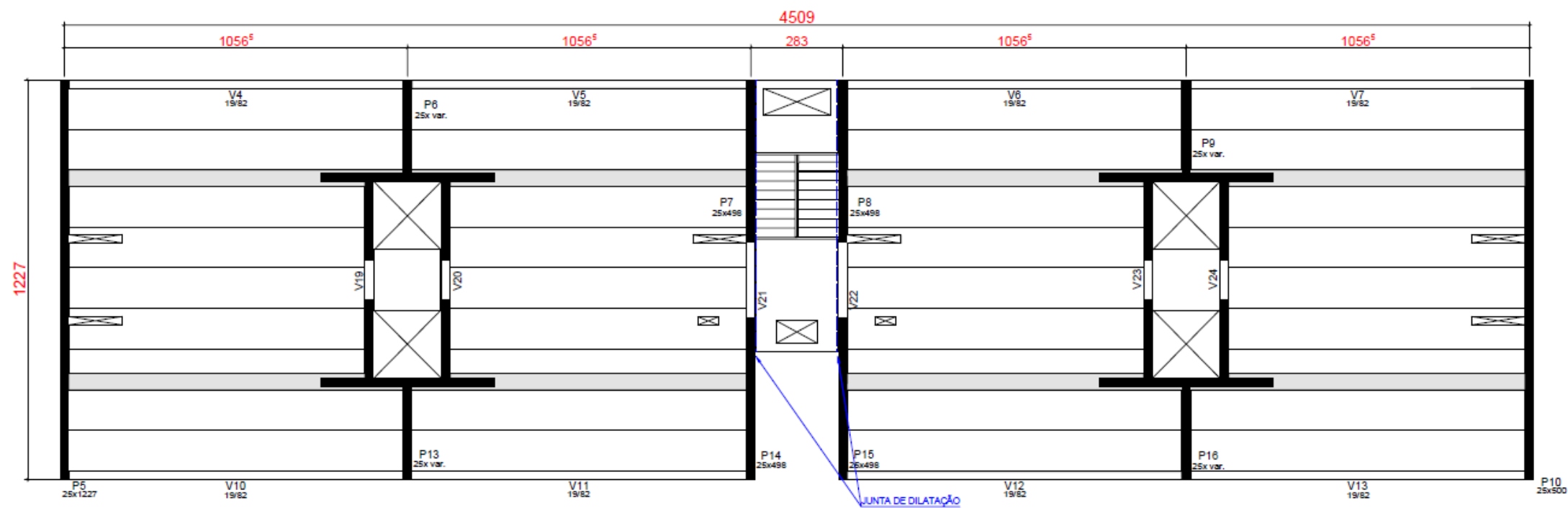
PLANTA TIPO 2: 13º pavimento ao 25º pavimento



ORGANIZAÇÃO

4 e 5 de junho de 2025

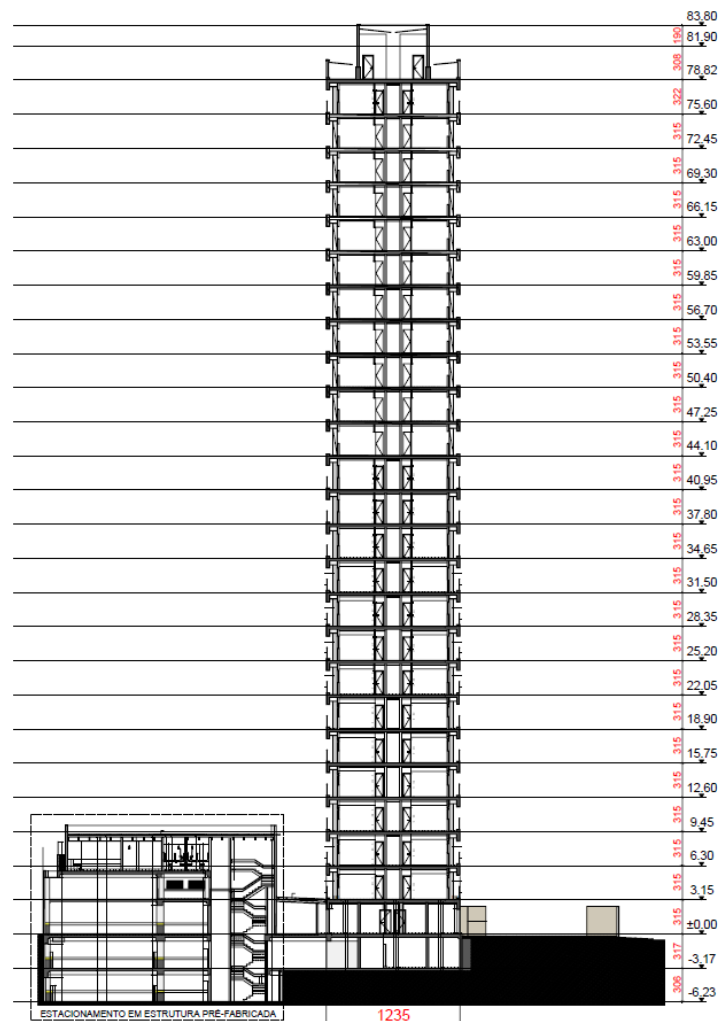
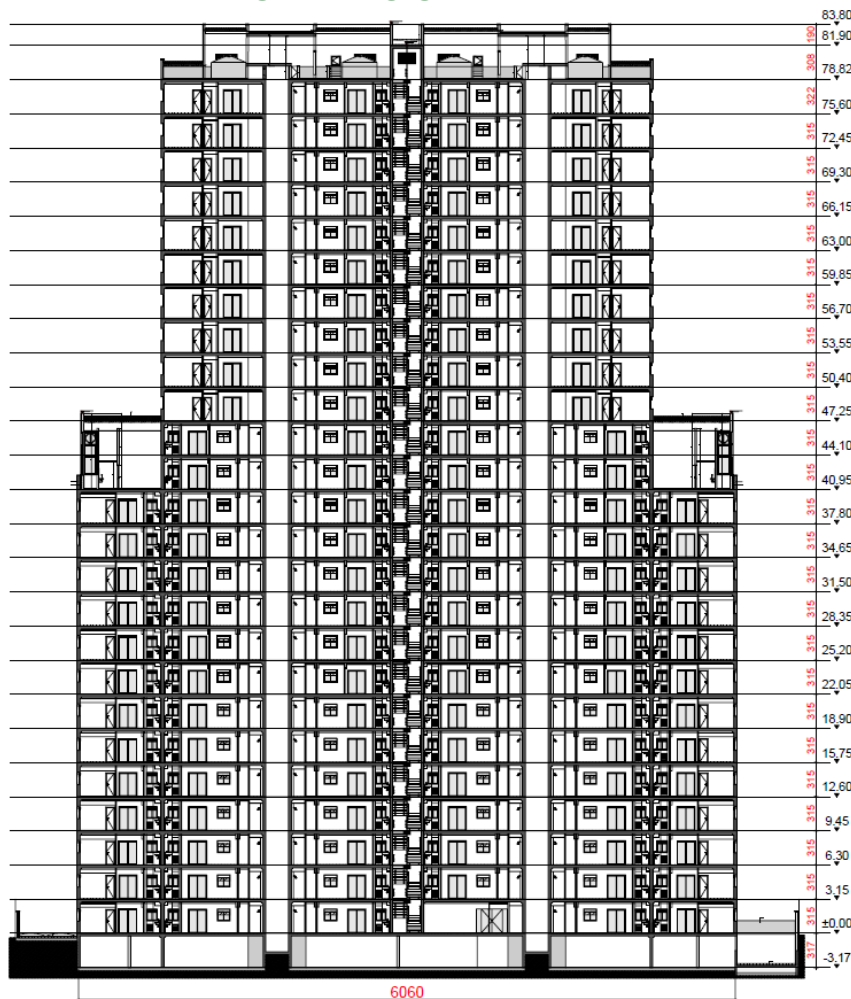
PLANTA TIPO 2: 13º pavimento ao 25º pavimento



ORGANIZAÇÃO

4 e 5 de junho de 2025

EDIFÍCIO VARANDA BOTÂNICO



Altura torre: 83,60m

Largura 1: 60,60m

Largura 2: 12,35m

H/L2 = 6,77

ORGANIZAÇÃO



Associação Brasileira da Construção
Industrializada de Concreto

4 e 5 de junho de 2025

EDIFÍCIO VARANDA BOTÂNICO

Teste para utilização de vigas perimetrais pré-fabricadas



Teste com apoio provisório



Teste com armaduras dos
pilares-parede e viga



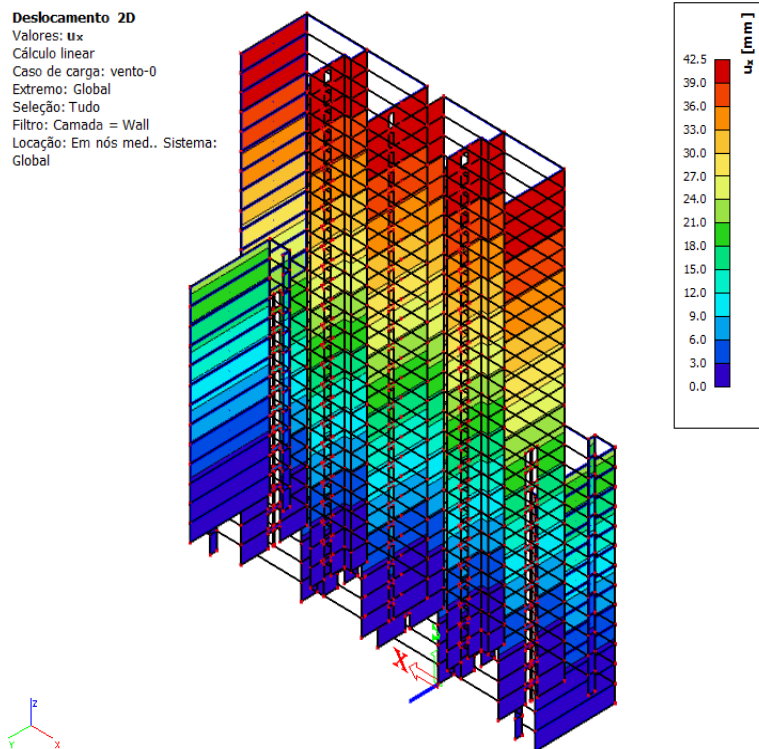
ORGANIZAÇÃO

4 e 5 de junho de 2025

EDIFÍCIO VARANDA BOTÂNICO

Deslocamento 2D

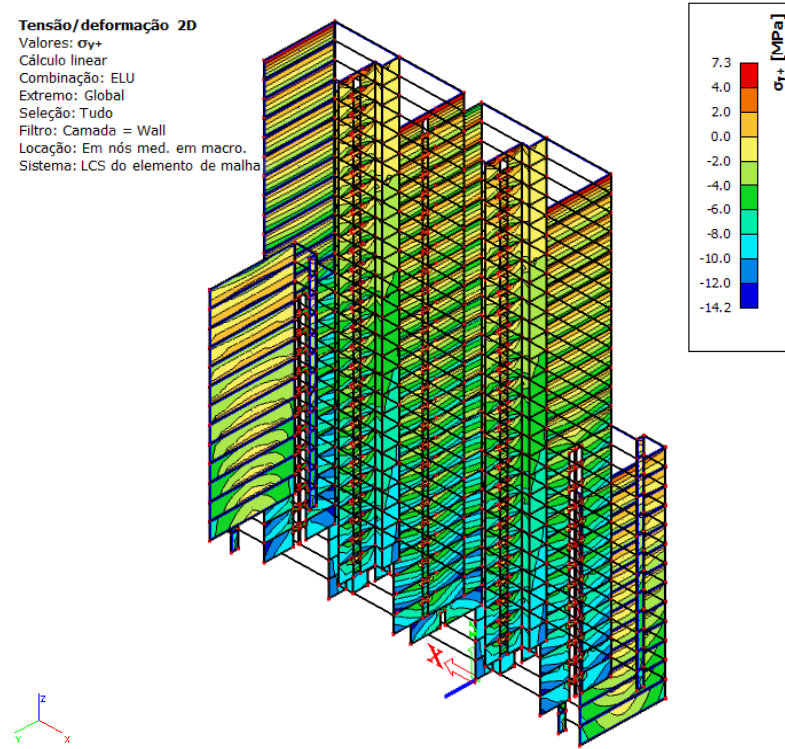
Valores: u_x
Cálculo linear
Caso de carga: vento-0
Extremo: Global
Seleção: Tudo
Filtro: Camada = Wall
Localização: Em nós med.. Sistema:
Global



DESLOCAMENTO NOS PILARES PAREDE

Tensão/deformação 2D

Valores: σ_{1+}
Cálculo linear
Combinação: ELU
Extremo: Global
Seleção: Tudo
Filtro: Camada = Wall
Localização: Em nós med. em macro.
Sistema: LCS do elemento de malha



TENSÃO NORMAL NOS PILARES PAREDE

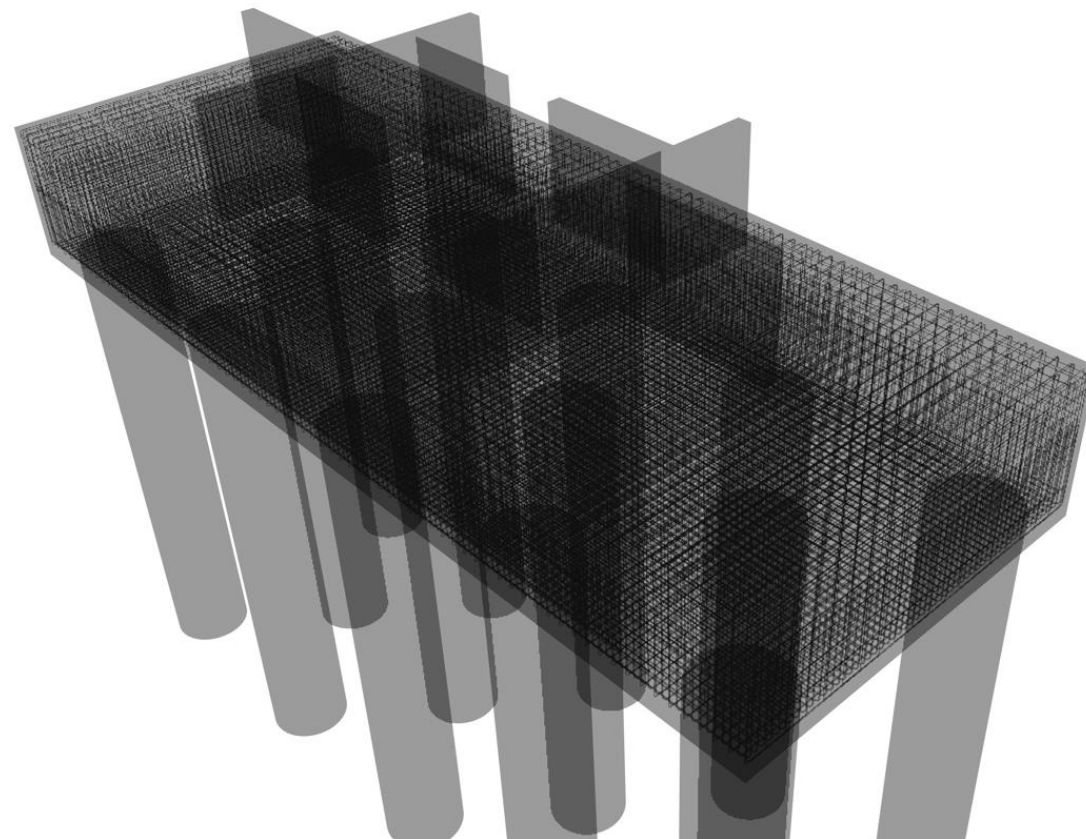
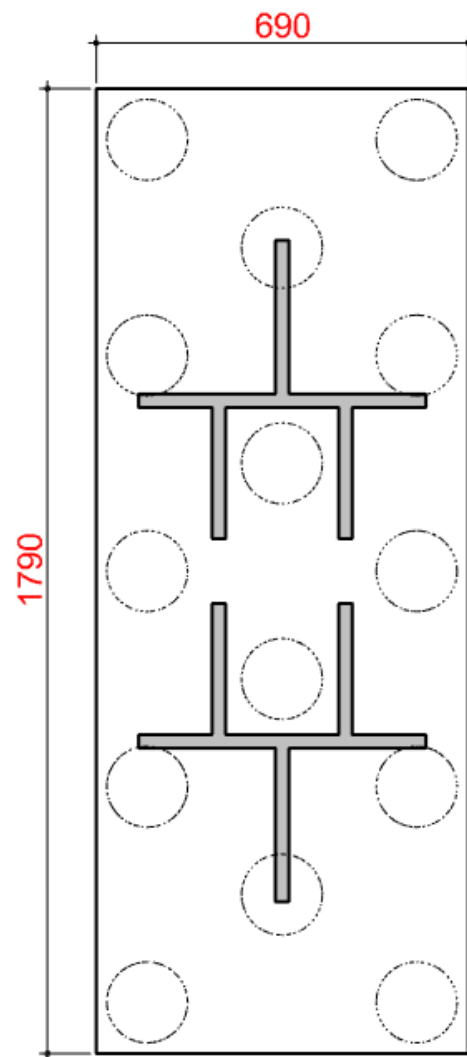
ORGANIZAÇÃO

4 e 5 de junho de 2025

EDIFÍCIO VARANDA BOTÂNICO

Bloco dos pilares dos elevadores

- Força normal máxima de 5000 tf
- 14 estacas de 150cm de diâmetro
- Bloco 6,90m x 17,90m e 2,60m de altura
- Volume do bloco 321 m³



ORGANIZAÇÃO

4 e 5 de junho de 2025

EDIFÍCIO VARANDA BOTÂNICO

Blocos dos pilares-parede

- Concretagem em única etapa
- Concretagem com controle de temperatura
- Utilização de cimento de baixo calor de hidratação
- Utilização de concreto com baixo consumo de cimento



ORGANIZAÇÃO

EDIFÍCIO VARANDA BOTÂNICO

Experiência da execução

- Limitação da máxima contra-flecha das lajes alveolares para manutenção do gabarito de altura do edifício:
 - Controle do tempo entre fabricação e montagem
 - Protensão superior necessária
- Acesso dos caminhões para descarga e montagem direta das lajes com a grua:
 - Posição única no canteiro
 - Sem estoque de lajes no canteiro
- Resistência inicial do concreto dos consoles nos pilares-parede, para permitir montagem das lajes alveolares:
 - $f_{c,16\text{horas}} = 18 \text{ Mpa}$
- Instalações prediais:
 - Furações até 150mm executadas a posteriori, com furos feitos in-loco
 - Shafts das instalações executadas na fábrica

ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA-PROJETO-PRODUÇÃO

4º ENPPCPM

EM CONCRETO PRÉ-MOLDADO

4 e 5 de junho de 2025



ORGANIZAÇÃO

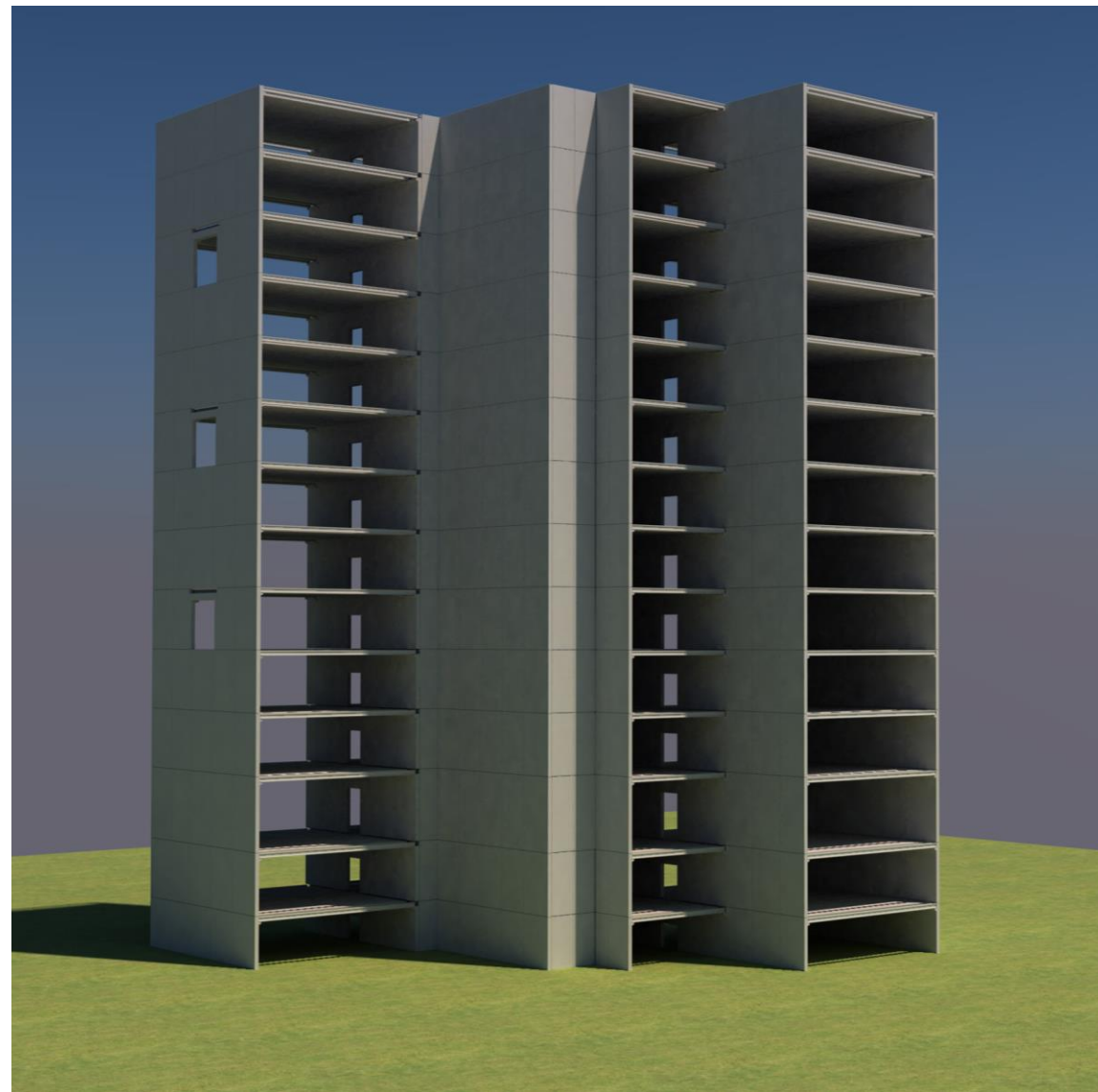
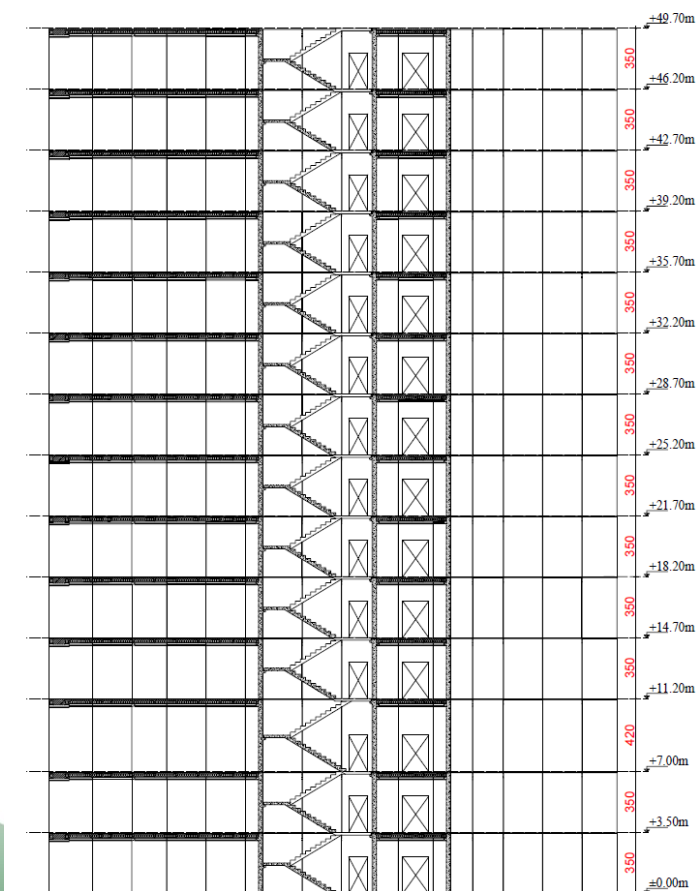
 **Abcic**
Associação Brasileira da Construção
Industrializada de Concreto

ESTUDO ATUAL DE ESTRUTURA PARA EDIFÍCIO DE 14 PAVIMENTOS

EDIFÍCIO COMERCIAL

4 e 5 de junho de 2025

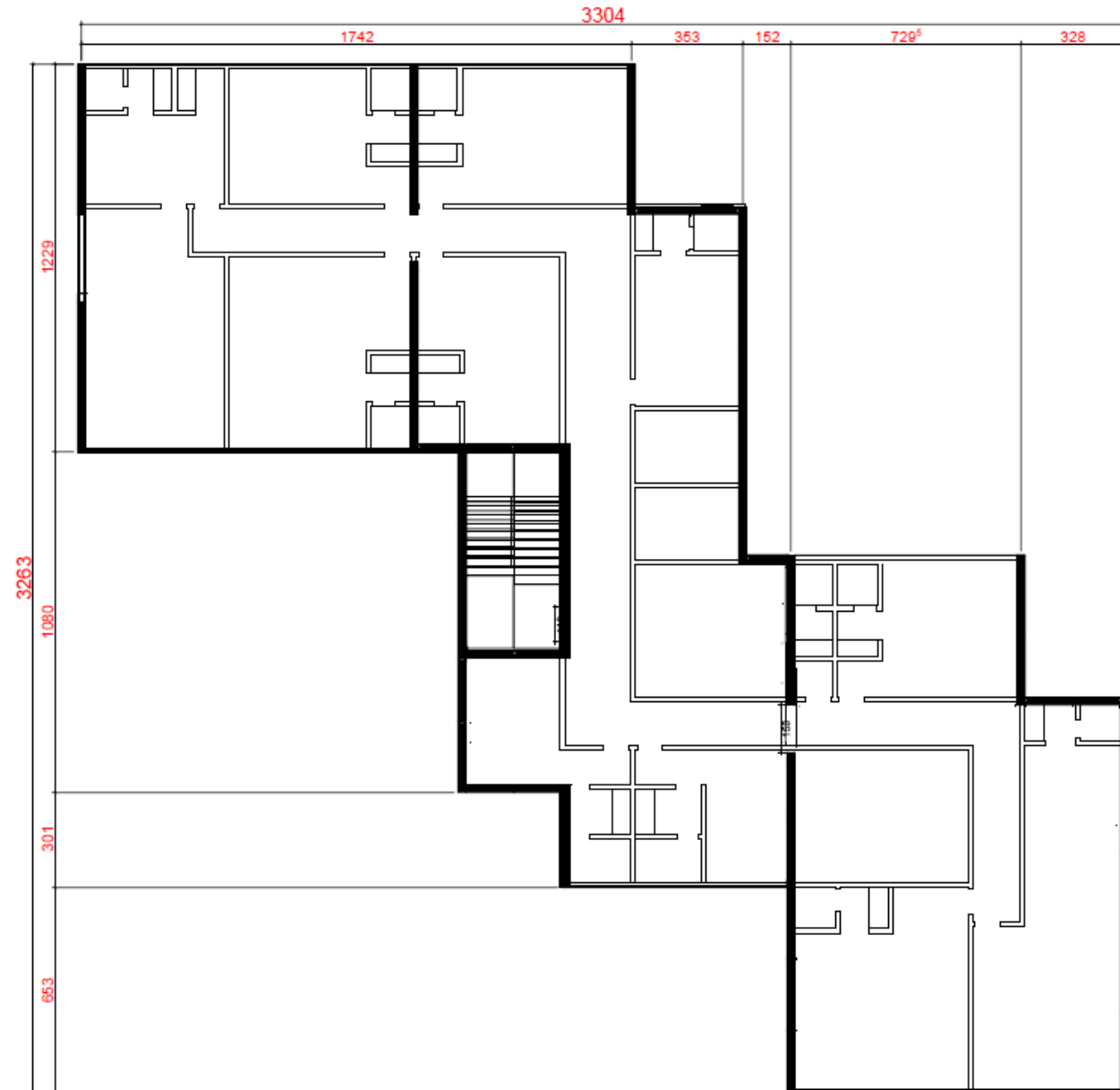
PERSPECTIVAS DE EDIFÍCIOS PRÉ-FABRICADOS COM PAINÉIS PAREDE



ORGANIZAÇÃO

4 e 5 de junho de 2025

Estudo de edifício comercial com paredes pré-fabricadas

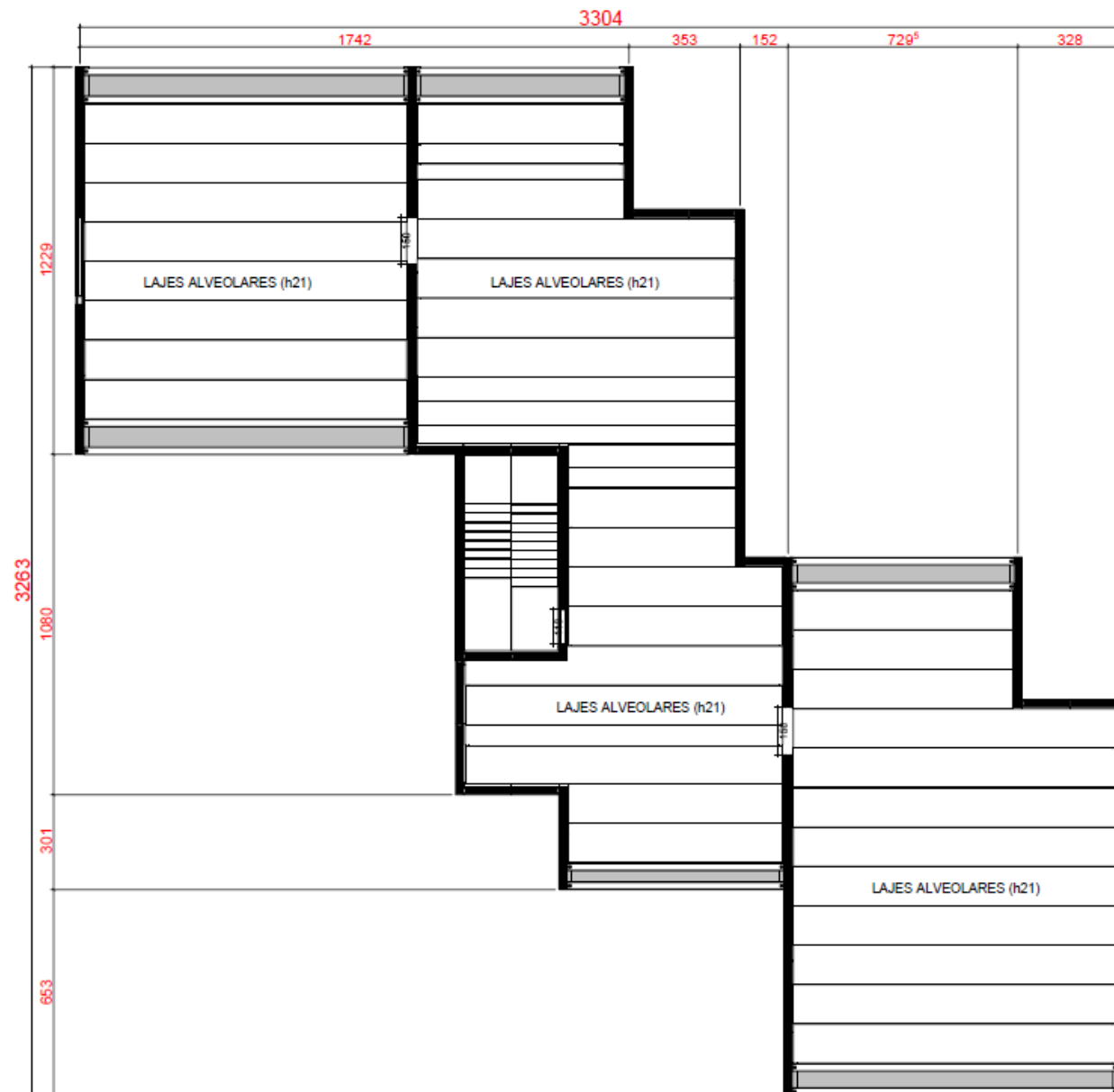


ORGANIZAÇÃO

4 e 5 de junho de 2025

Estudo prédio com paredes pré-fabricadas

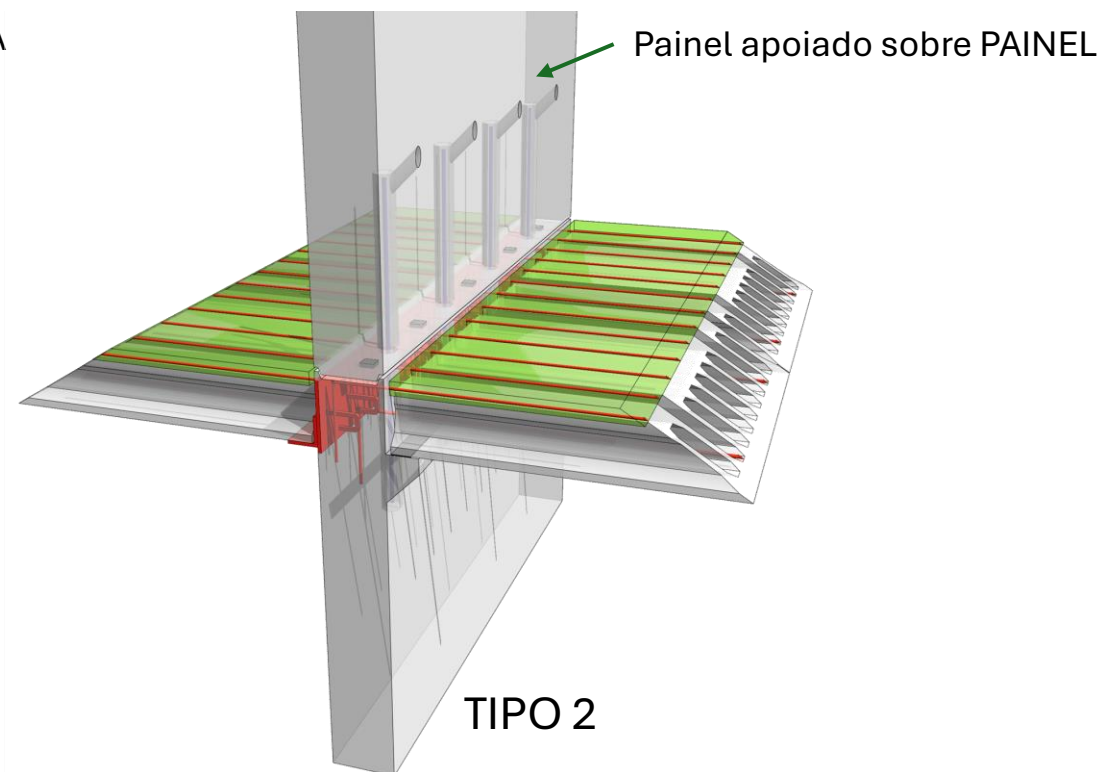
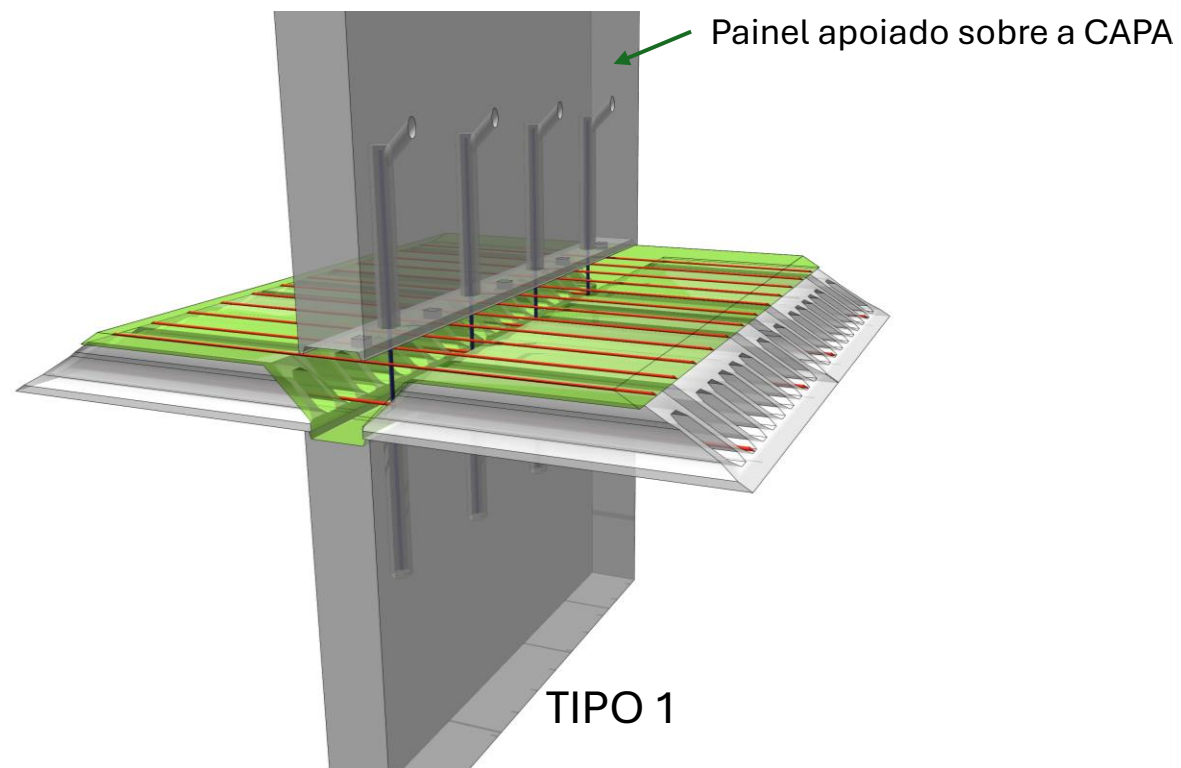
- Painéis de parede pré-fabricados
- Lajes alveolares
- 14 andares



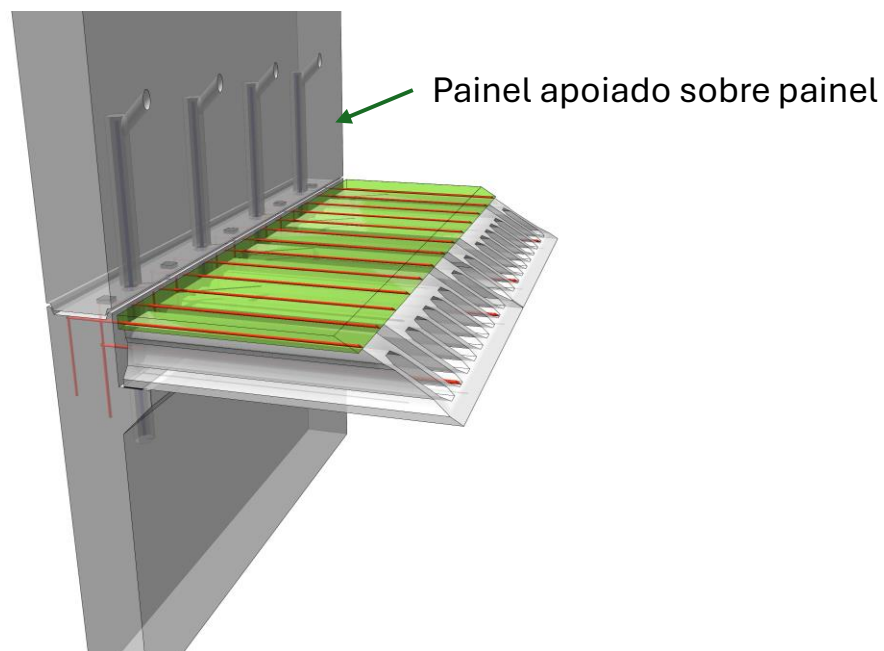
ORGANIZAÇÃO

4 e 5 de junho de 2025

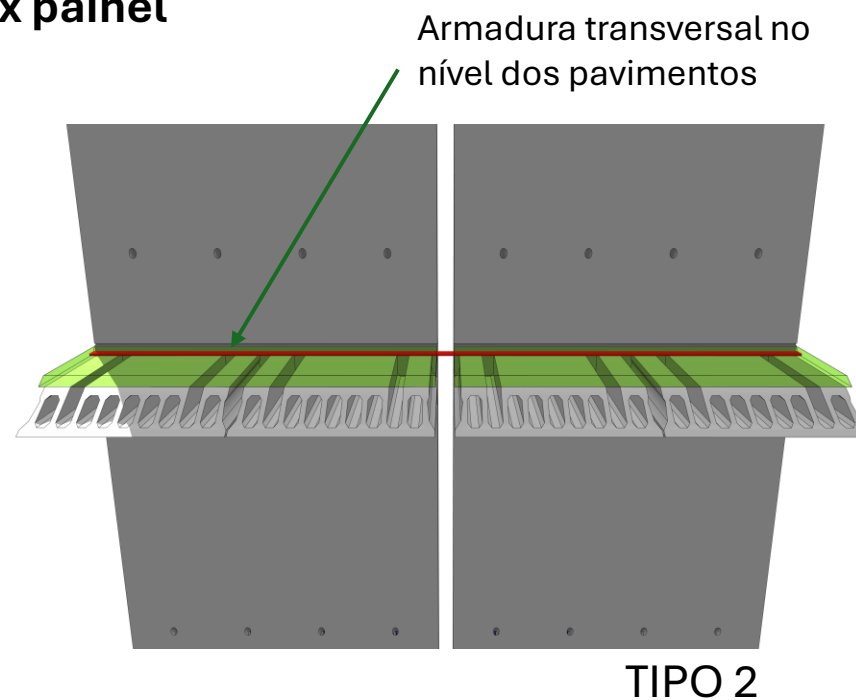
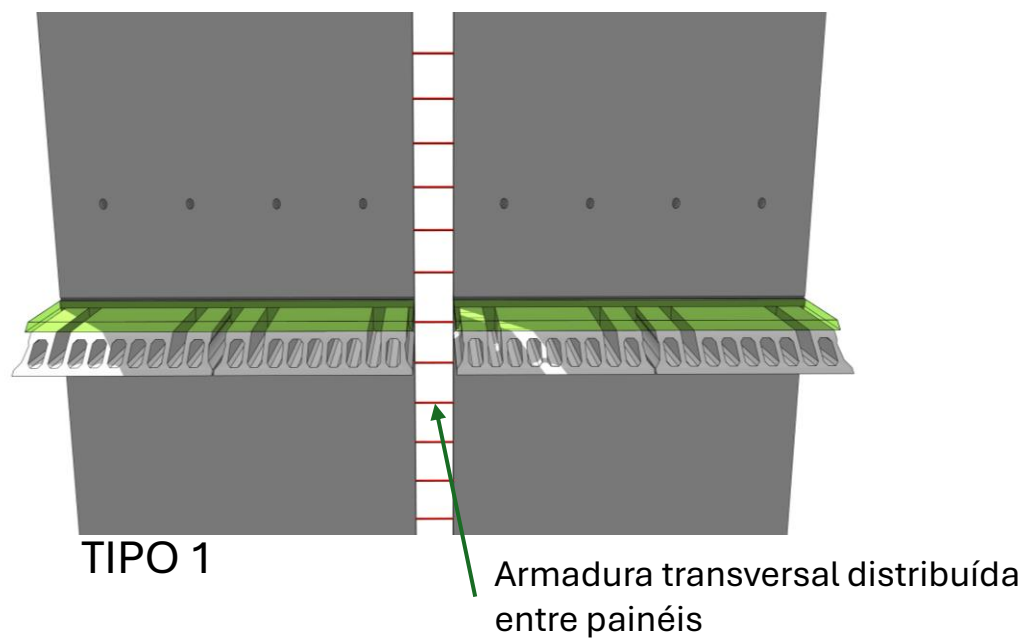
- Ligação lajes x painéis internos**



- **Ligação lajes x painéis perimetrais**



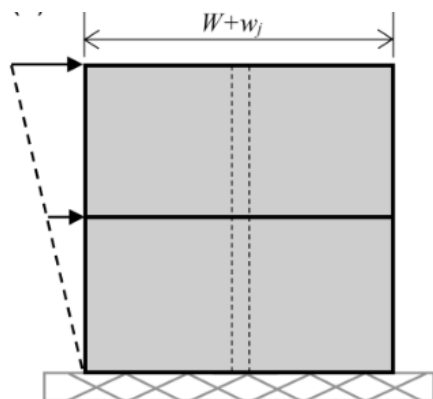
- **Ligação vertical painel x painel**



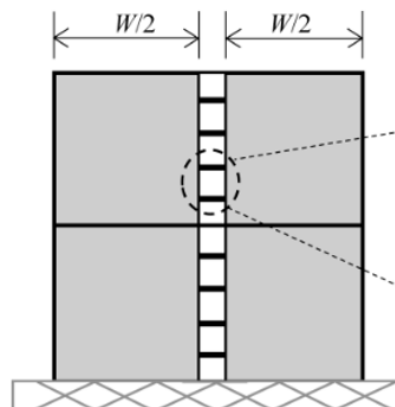
Fonte: van KEULEN, D.C, *Narrow Vertical Mortar Connections for Precast Concrete Shear Walls*. TU Delft, Delft University of Technology, Delft, 2023.

4 e 5 de junho de 2025

- Rigidez das chaves de cisalhamento entre elementos**

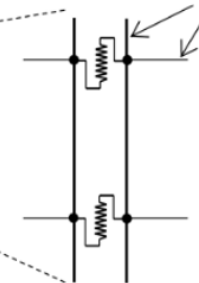


Modelo monolítico com força lateral

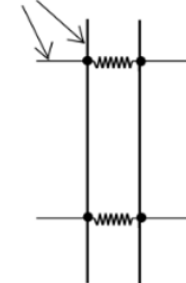


Modelo com molas

Molas



Mola de cisalhamento



Mola axial

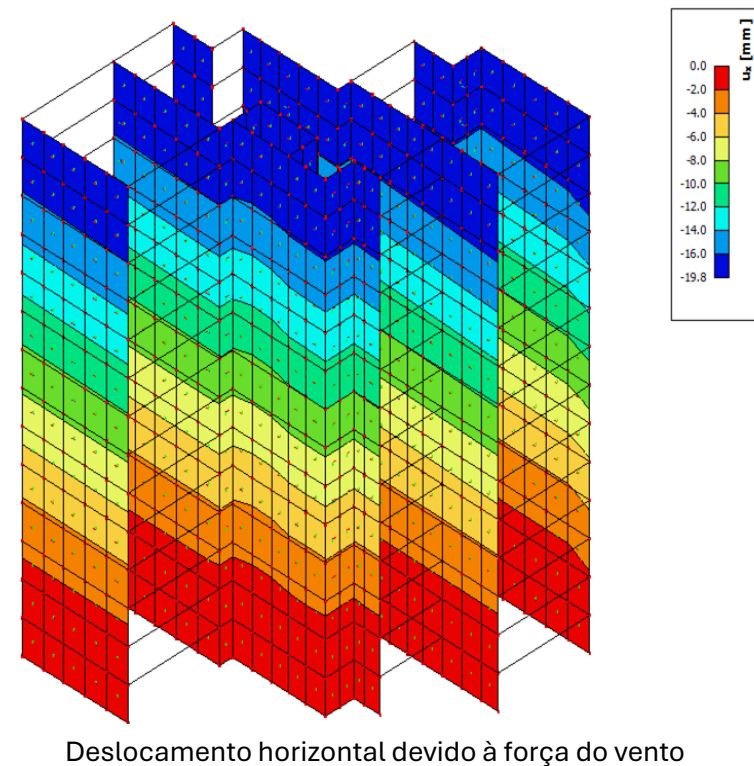
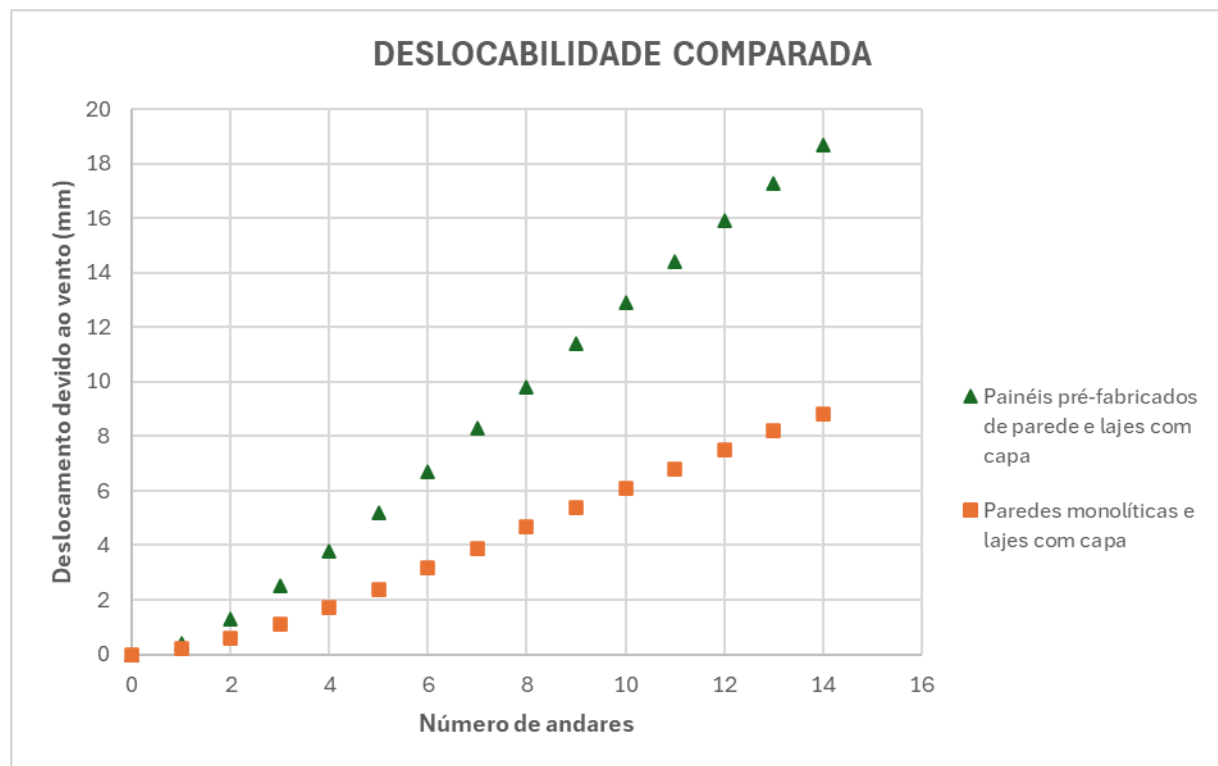
$$K_0 = 25 \sqrt{f_{cmg} A / w_j}$$

$$K_a = AE_g / w_j$$

Fonte: BISWAL, A. et. Al, *Study of shear behavior of grouted vertical joints between precast concrete wall panels under direct shear loading*. fib. International Federation for Structural Concrete, 2018.

ORGANIZAÇÃO

4 e 5 de junho de 2025



ESTUDO PARA PAVIMENTO EM LAJE SEM CAPA ESTRUTURAL

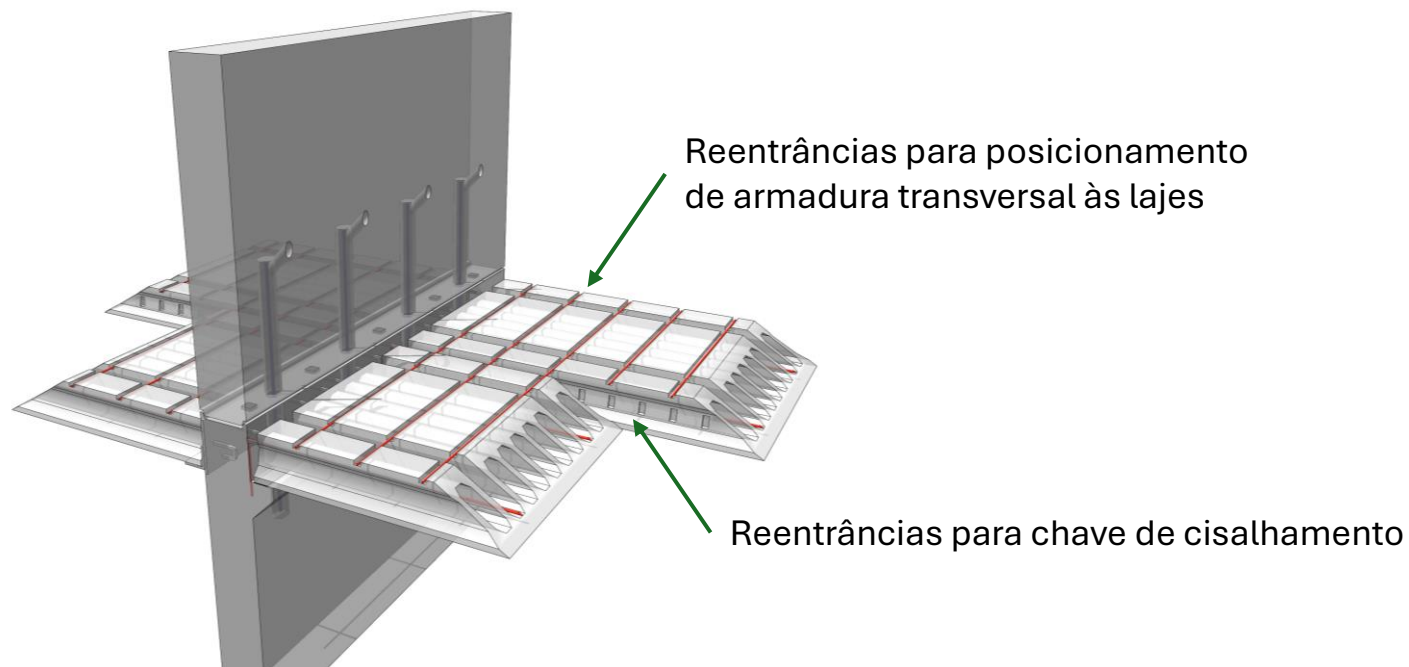
Principais desafios:

- Redução da rigidez no plano horizontal;
- Vibrações excessivas;
- Redução da carga normal nas paredes paralelas à laje;
- Planicidade do painel alveolar.

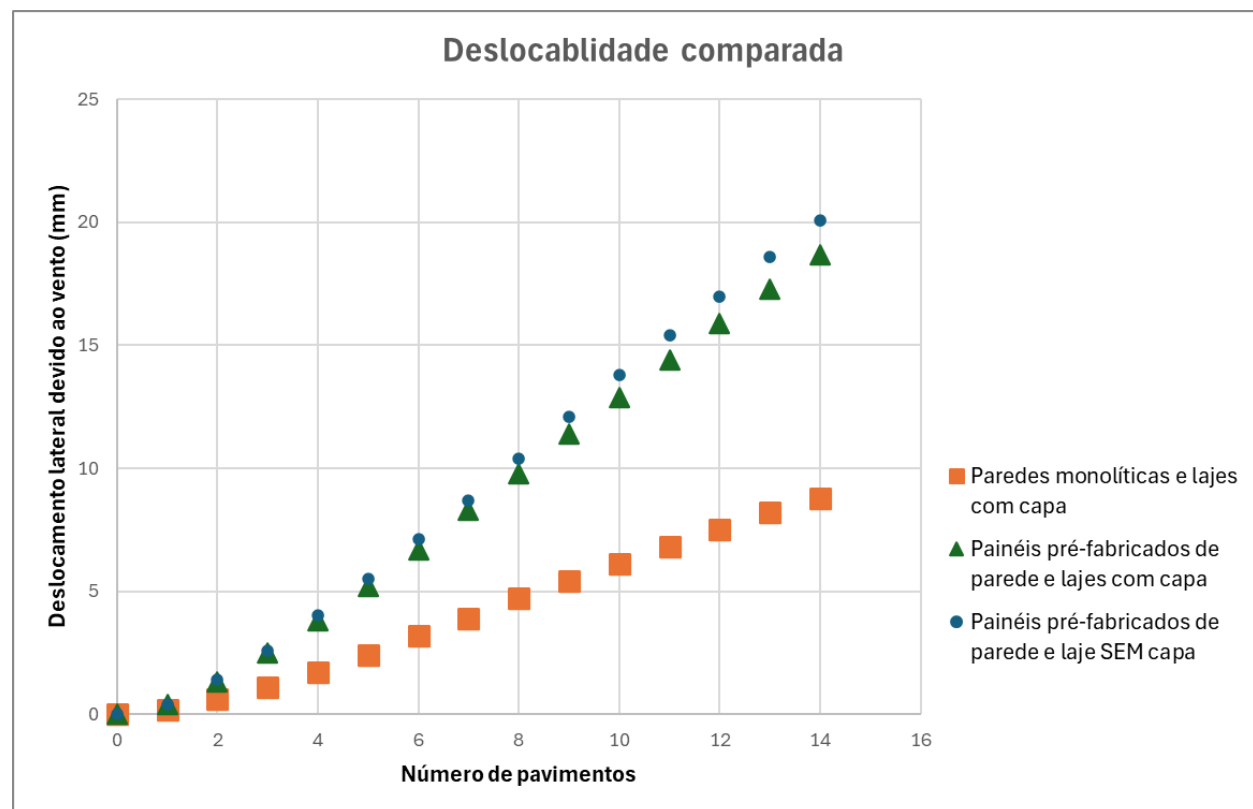
Principais vantagens:

- Melhoria do ciclo de montagem;
- Redução do peso próprio da estrutura;
- Redução do consumo de concreto – conceito da desmaterialização;
- Redução do custo da estrutura.

- **Proposta para disposição da armadura transversal para junta de cisalhamento horizontal da laje**



4 e 5 de junho de 2025



4 e 5 de junho de 2025

- Efeito da capa estrutural no conforto dinâmico**

Resultados experimentais em lajes alveolares: L/50 (sem capa)

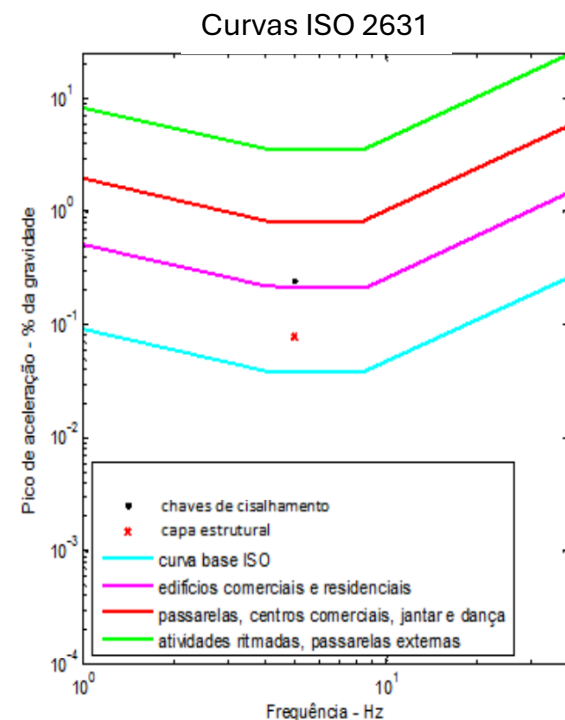
RESULTADOS EXPERIMENTAIS – FREQUÊNCIA NATURAL

	Frequência natural (Hz)		
	1º modo	2º modo	3º modo
Laje sem capa	7,4	8,8	12,3
Laje com capa 5cm	8,1	10,9	16,3

LIMITE DE CONFORTO ABNT NBR 6118:2023

	Frequência natural mínima (Hz)
Salas de concerto com cadeiras fixas	$1,2 \cdot 3,5 = 4,2$
Escritórios	$1,2 \cdot 4,0 = 4,8$
Salas de dança ou concerto sem cadeiras fixas	$1,2 \cdot 7,0 = 8,4$
Academias	$1,2 \cdot 8,0 = 9,6$

RESULTADOS EXPERIMENTAIS - ACELERAÇÃO

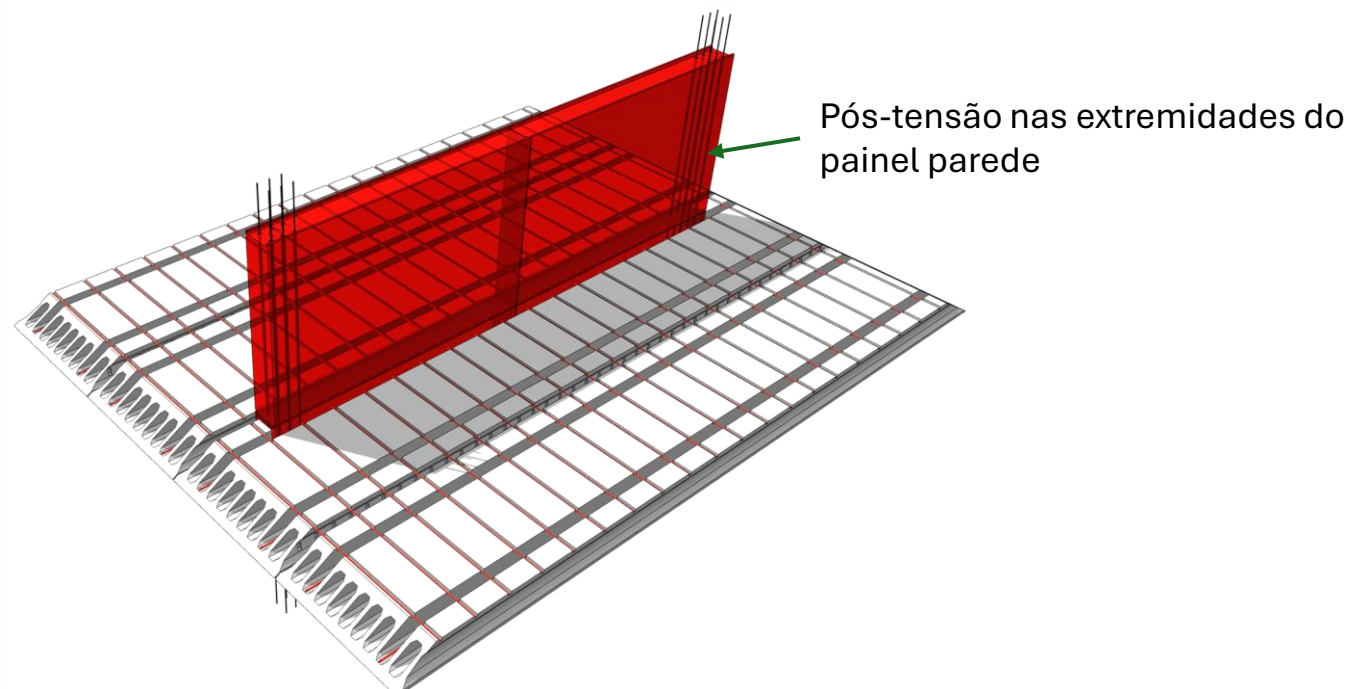


Fonte: MARCOS, L.K, *Sensibilidade a vibrações de pavimentos com lajes alveolares*. Universidade de São Paulo, São Carlos, 2015.

ORGANIZAÇÃO

- **Redução da carga normal nos painéis paralelos à laje sem capa**

Degradação da rigidez horizontal da ligação painel x painel



- **Análise de viabilidade econômica**

LAJE COM CAPA

Quant. (un.)	Elemento estrutural
5408,73	m ² painéis de parede
6102,39	m ² lajes alveolares
1437,36	m de terças
49,10	m ³ escadas
7306,86	m ² de capeamento das lajes
TOTAL	R\$ 6.627.400,35
Área construída	7.623,70 m²
Preço/m²	R\$ 869,32 / U\$ 152,00

LAJE SEM CAPA

Quant. (un.)	Elemento estrutural
5408,73	m ² painéis de parede
6102,39	m ² lajes alveolares
1437,36	m de terças
49,10	m ³ escadas
7306,86	Chaveteamento e armaduras transversais
TOTAL	R\$ 5.750.577,15
Área construída	7.623,70 m²
Preço/m²	R\$ 754,30 / U\$ 131,82

Nota: nos valores acima, não foi considerado o custo de transporte

4 e 5 de junho de 2025

OBRIGADO!

Eng. Msc. Noé Marcos Neto
noe@marka.ind.br



ORGANIZAÇÃO