



Soluções Industrializadas em Estruturas de Concreto para Edificações de Múltiplos Pavimentos

Seminário Abcic

Augusto Guimarães Pedreira de Freitas
Pedreira Engenharia
Abece



"POR QUE NÃO?"

Por que não desenvolvermos mais edificações de múltiplos pavimentos com préfabricados?

- ✓ Onde o sonho começou...
- ✓ O que a Europa vem fazendo...
- ✓ O que temos feito no Brasil...
- ✓ Uma reflexão sobre processo construtivo “do empreendimento”
- ✓ Exercitando um estudo de sistema construtivo para determinado produto!
- ✓ O embasamento teórico e normativo do projeto...

1988 Cuba
Viagem para ver
construções
industrializadas em
Cuba.
Aproveitando da
“cooperação” da
URSS, Cuba
executou com
tecnologia
soviética diversos
edifícios pré-
moldados

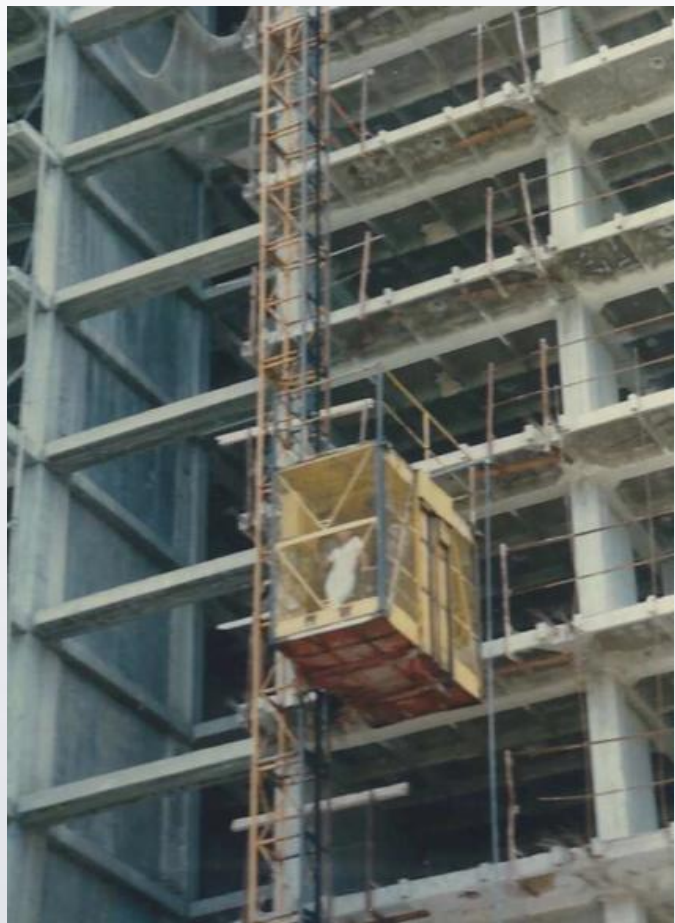


Cuba 1988
Além dos
predinhos
habitacionais, um
chamou a atenção
por se tratar de um
prédio alto
totalmente pré-
moldado

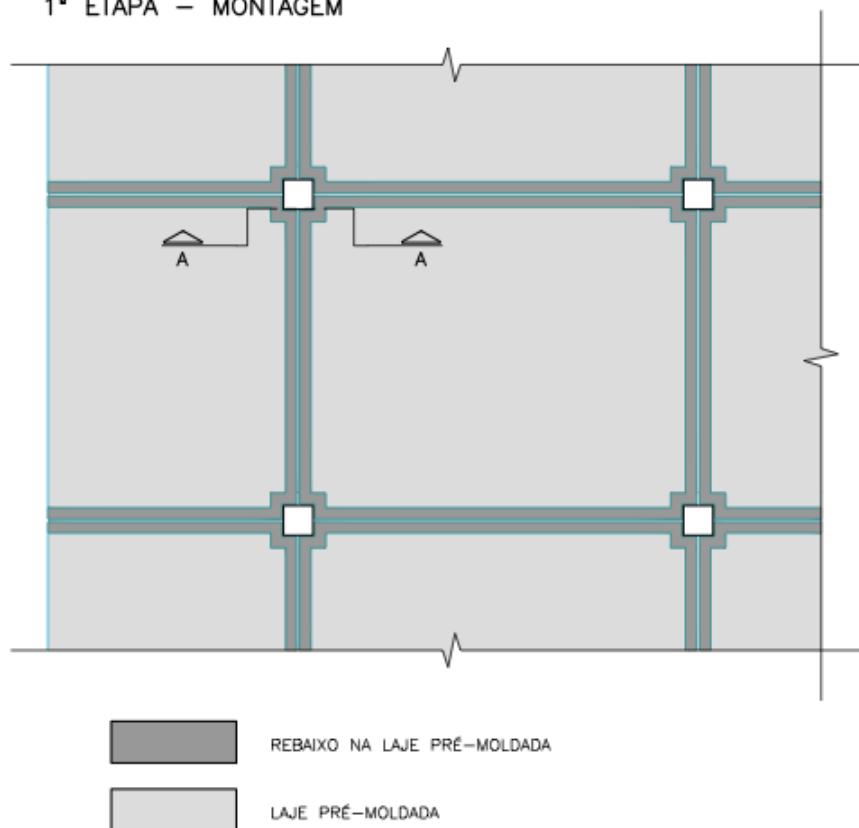




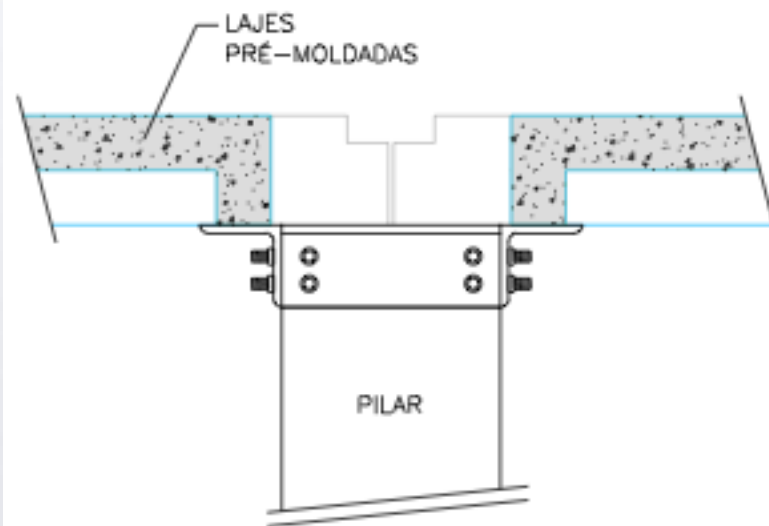
Soluções Industrializadas em Estruturas de Concreto para Edificações de Múltiplos Pavimentos
agosto - 2014



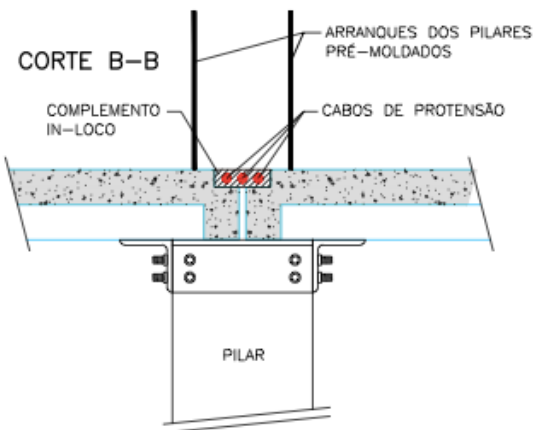
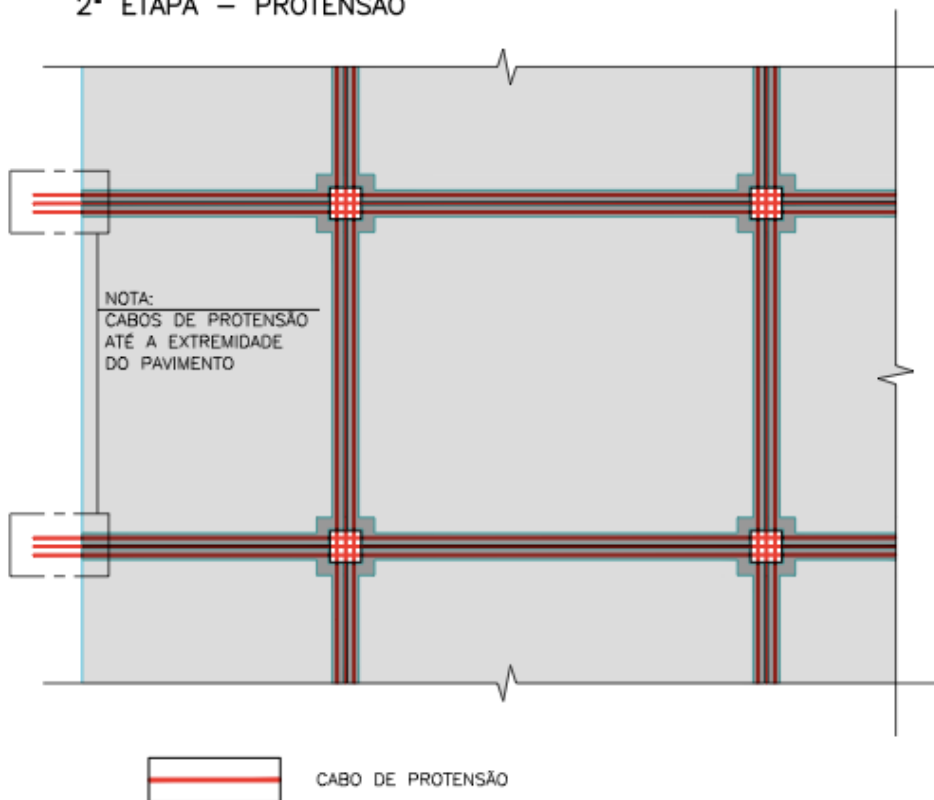
1ª ETAPA – MONTAGEM



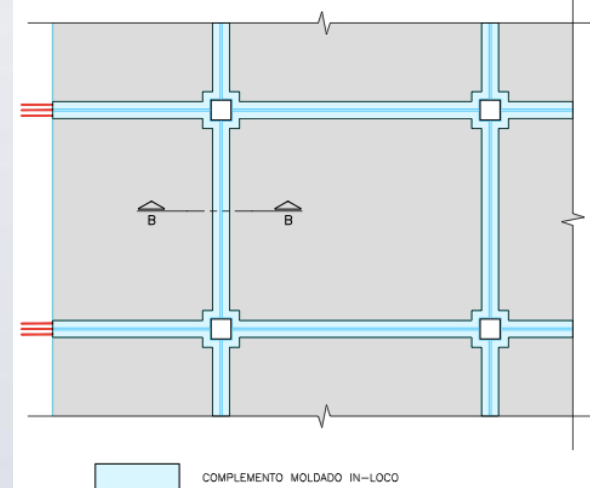
CORTE A-A



2ª ETAPA – PROTENSÃO



3ª ETAPA – CONCRETAGEM DO COMPLEMENTO IN-LOCO



Analisando o sistema
estrutural fica um
enorme
questionamento

- Colapso Progressivo
- Robustez
- "Plano B"

**Não podemos ser
exageradamente otimistas.**


É fundamental que as
normas tratem desse
tema, para Pré-Moldados
ou Convencionais, para
prédios altos ou baixos,
para prédios residenciais
ou comerciais,
TODOS podem sofrer
Colapso Progressivo



"POR QUE NÃO?"

Por que não fazemos mais, o que Cuba já fazia há 25 anos?
Sem negligenciar a questão do Colapso Progressivo

- ✓ Onde o sonho começou...
- ✓ O que a Europa vem fazendo...
- ✓ O que temos feito no Brasil...
- ✓ Uma reflexão sobre processo construtivo “do empreendimento”
- ✓ Exercitando um estudo de sistema construtivo para determinado produto!
- ✓ O embasamento teórico e normativo do projeto...

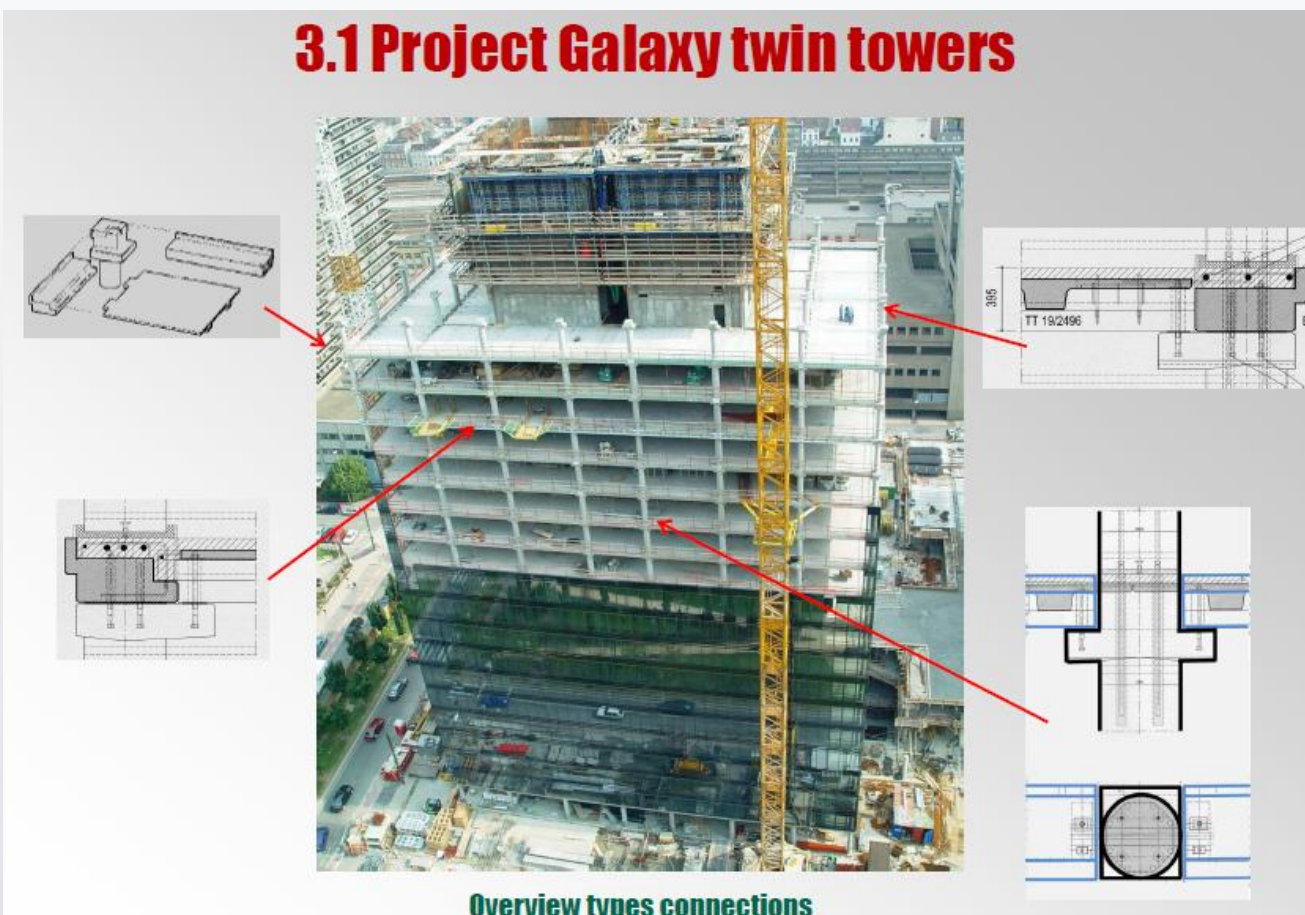


Connections in
precast tower
buildings - Arnold
Van Acker - 2013

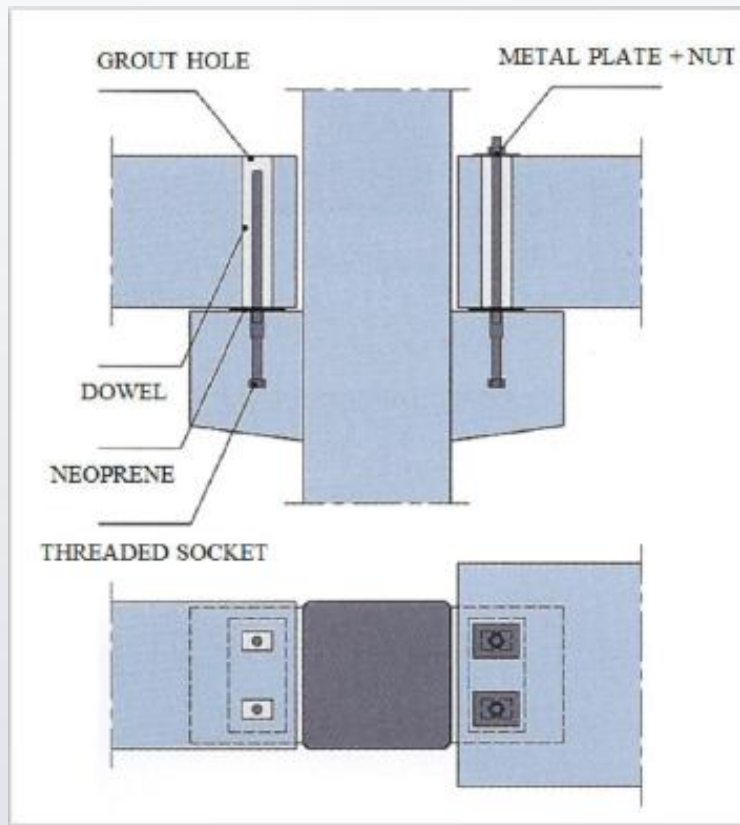
15 11 2004

200551 DEXIA

3.1 Project Galaxy twin towers



Overview types connections





Soluções Industrializadas em Estruturas de Concreto para Edificações de Múltiplos Pavimentos
agosto - 2014



"POR QUE NÃO?"

Por que não seguimos a tendência dos países mais desenvolvidos?

- ✓ Onde o sonho começou...
- ✓ O que a Europa vem fazendo...
- ✓ **O que temos feito no Brasil...**
- ✓ Uma reflexão sobre processo construtivo “do empreendimento”
- ✓ Exercitando um estudo de sistema construtivo para determinado produto!
- ✓ O embasamento teórico e normativo do projeto...

Pré-Moldados no Brasil

- Galpões
- Indústrias
- Shoppings
- Estádios
- Edifícios Institucionais
- Obras de Infraestrutura
- ...
- Edifícios Residenciais do Segmento Econômico

E ALGUNS EDIFÍCIOS
RESIDENCIAIS E
COMERCIAIS DE
MULTIPLAS
PAVIMENTOS...

ALGUMAS EXPERIÊNCIAS
ISOLADAS

2004 Brasil

Sistema Pré-Viga e Pré-Laje, que já existia desde 1986, é executado com fechamento de painel de fachada, compondo um sistema híbrido mais completo.

Ed Hermano Marchetti - Munte





Soluções Industrializadas em Estruturas de Concreto para Edificações de Múltiplos Pavimentos
agosto - 2014



Soluções Industrializadas em Estruturas de Concreto para Edificações de Múltiplos Pavimentos
agosto - 2014

Quantos edifícios, como este, foram feitos no Brasil, usando elementos pré-moldados?

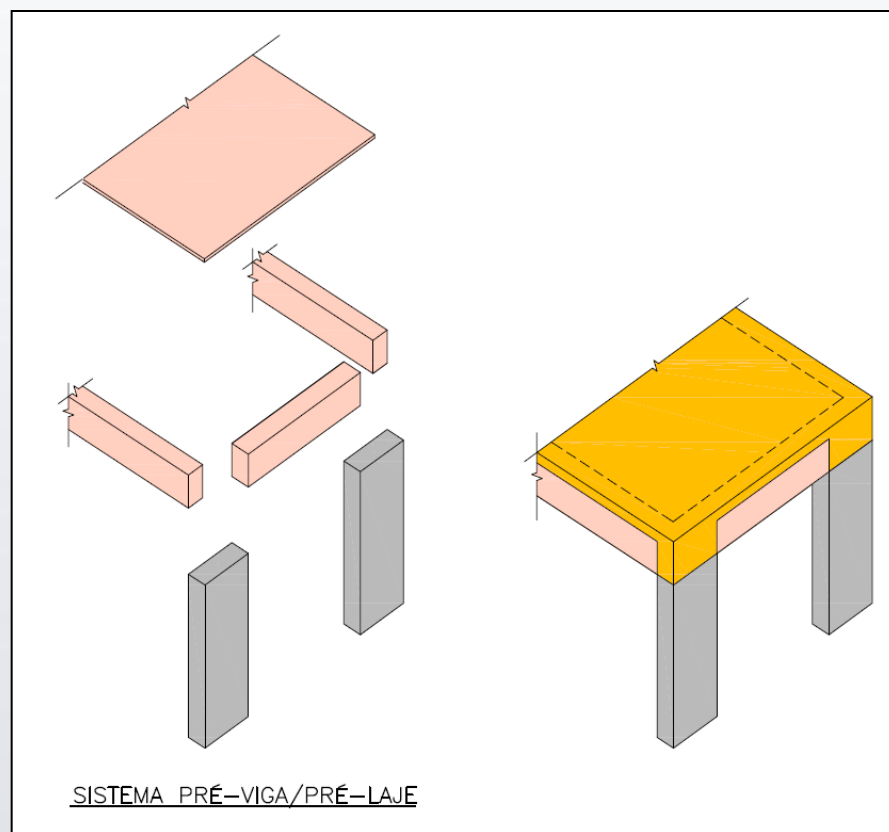


Existem, é bem verdade, diversos edifícios de múltiplos pavimentos que são executados com elementos pré-moldados:

- Sistema Pré-Viga
- Sistema Pré-Viga/Pré-laje
- Sistema Pré-Viga/Laje Alveolar
- Sistema Viga/Pilar Pré-moldados com ligação semi-rígida e laje alveolar
- Sistema Painel Portante

Sistema Pré-Viga/Pré-Laje

Sistema que elimina as formas de vigas e lajes, permanecendo os pilares moldados in loco e, com a concretagem local, se garante o monolitismo da estrutura final



1994



Sistema Painel Portante

Sistema de paredes e lajes pré-moldadas com solidarização de juntas e capa de laje in loco

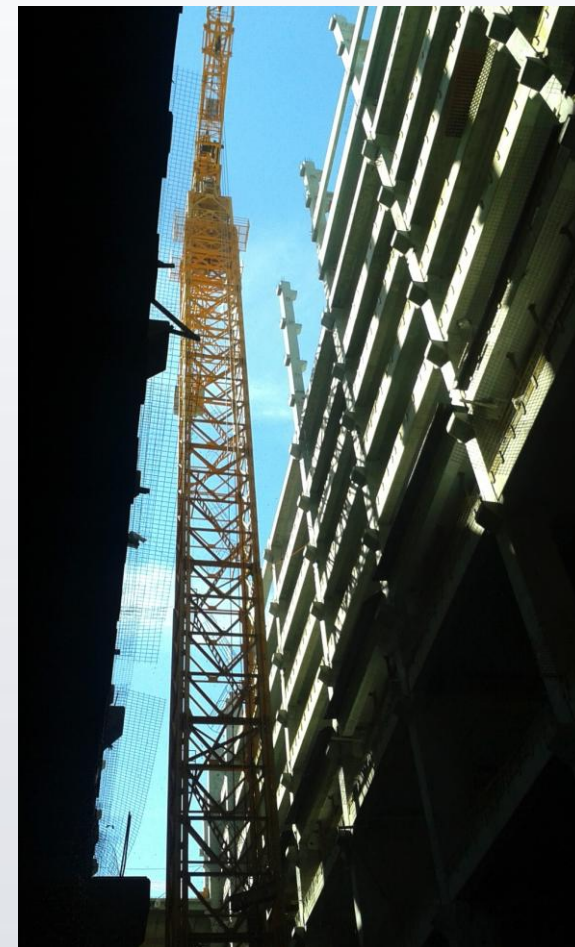




1982

Sistema Pilar/Viga Pré-Fabricado com Laje Alveolares

Conforme vimos no case apresentado pelo Luis Andre Tomazoni da Cassol





"POR QUE NÃO?"

Por que, nas inúmeras vezes que falamos a respeito destes sistemas, grande parte da platéia acha que é novidade?

- ✓ Onde o sonho começou...
- ✓ O que a Europa vem fazendo...
- ✓ O que temos feito no Brasil...
- ✓ **Uma reflexão sobre processo construtivo “do empreendimento”**
- ✓ Exercitando um estudo de sistema construtivo para determinado produto!
- ✓ O embasamento teórico e normativo do projeto...

PROCESSOS CONSTRUTIVOS NO MERCADO DE CONSTRUÇÃO: EDIFÍCIOS DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS

Uma das vantagens do uso de elementos pré-moldados é a velocidade que se ganha no processo construtivo.

Para entender como o pré-moldado pode ajudar no processo construtivo, precisamos analisar o caminho crítico de uma execução, sob o ponto de vista do empreendimento e não só da estrutura.

PROCESSO CONSTRUTIVO "RESIDENCIAL"

- ① Sobe a estrutura
- ② Defasado de uns 30 dias, sobe a vedação
- ③ Desce o encunhamento após cada 5 pavimentos
- ④ Desce a massa da fachada após a estrutura
- ⑤ Desce o acabamento interno
- ⑥ Desce a pintura externa

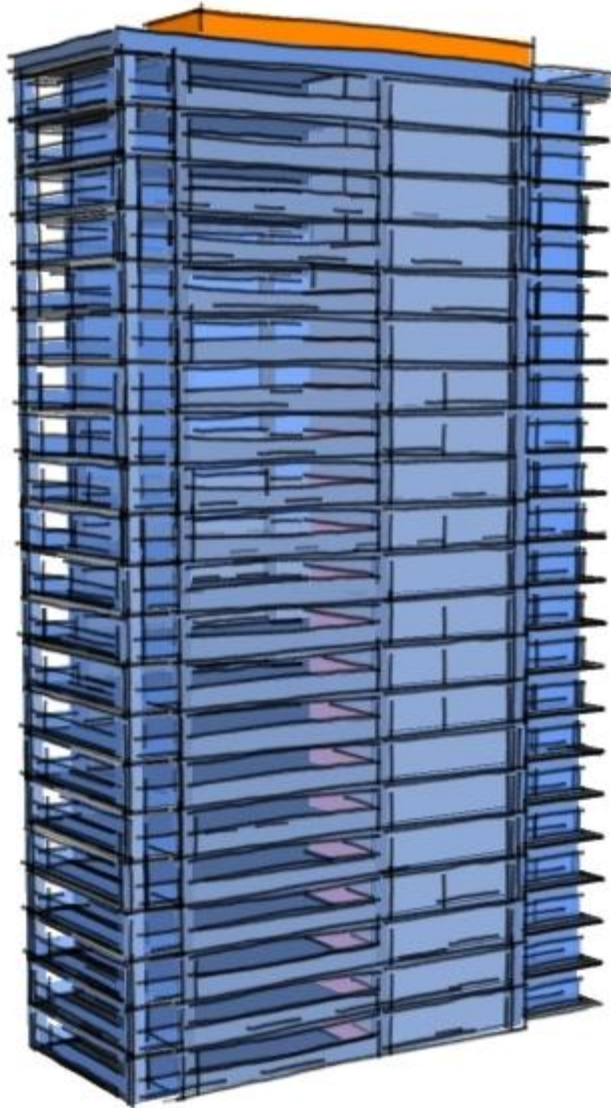
PROCESSO CONSTRUTIVO "RESIDENCIAL"



PROCESSO CONSTRUTIVO “COMERCIAL”

- ① Sobe a estrutura
- ② Defasado de 20 dias, sobe a fachada e vedação
- ③ Defasado de 20 dias, sobe o acabamento

PROCESSO CONSTRUTIVO "COMERCIAL"



PROCESSO CONSTRUTIVO “PAINEL PORTANTE”

- ① Sobe a estrutura
- ② Juntos, sobe a fachada e vedação
- ③ Defasado de 20 dias, sobe o acabamento

PROCESSO CONSTRUTIVO "PAINEL PORTANTE"





"POR QUE NÃO?"

Por que não repensar a forma de executar nossos empreendimentos, sobretudo o residencial?

- ✓ Onde o sonho começou...
- ✓ O que a Europa vem fazendo...
- ✓ O que temos feito no Brasil...
- ✓ Uma reflexão sobre processo construtivo “do empreendimento”
- ✓ **Exercitando um estudo de sistema construtivo para determinado produto!**
- ✓ O embasamento teórico e normativo do projeto...

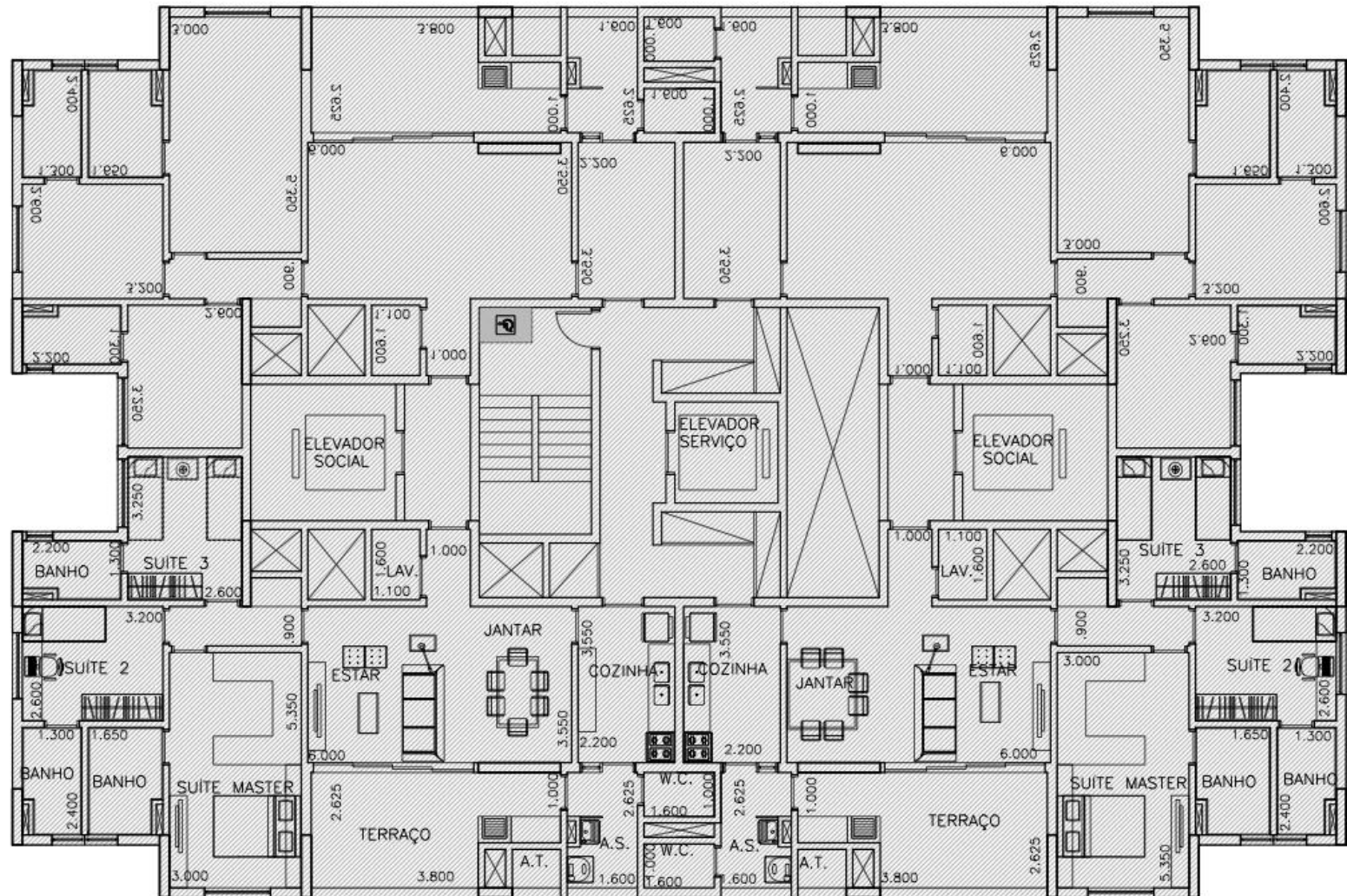
Estudo de Caso

Ao analisar um empreendimento, desde que exista a possibilidade de interação com os responsáveis pelo produto, podem ser estudadas diversas possibilidades de execução.

Cada possibilidade resulta numa estratégia de execução e desenvolvimento do empreendimento:

- Execução da Estrutura
- Forma de Contratação da Mão de Obra
- Planejamento dos Insumos e Estoques
- Sequência executiva e Fluxo de Equipes
- Planejamento dos serviços de acabamento

São inúmeras variáveis que mudam completamente a forma de se encarar a viabilidade de uma solução estrutural



PROCESSO CONSTRUTIVO "RESIDENCIAL"



PILAR

VIGA

LAJE

Pilar Periférico
ou Parede

Pilar
Contraventado

Núcleo
Rígido

in loco

in loco

in loco

in loco

in loco

Prémoldado

Prémoldado

Prémoldado

Prémoldada

**Laje
Alveolar**

Painel

Painel

Painel

Pré-Viga

Pré-Laje

**sem
viga**

**Prémoldada
maciça**

PILAR

VIGA

LAJE

Pilar Periférico
ou Parede

Pilar
Contraventado

Núcleo
Rígido

in loco

in loco

in loco

in loco

in loco

Prémoldado

Prémoldado

Prémoldado

Prémoldada

Laje Alveolar

Painel

Painel

Painel

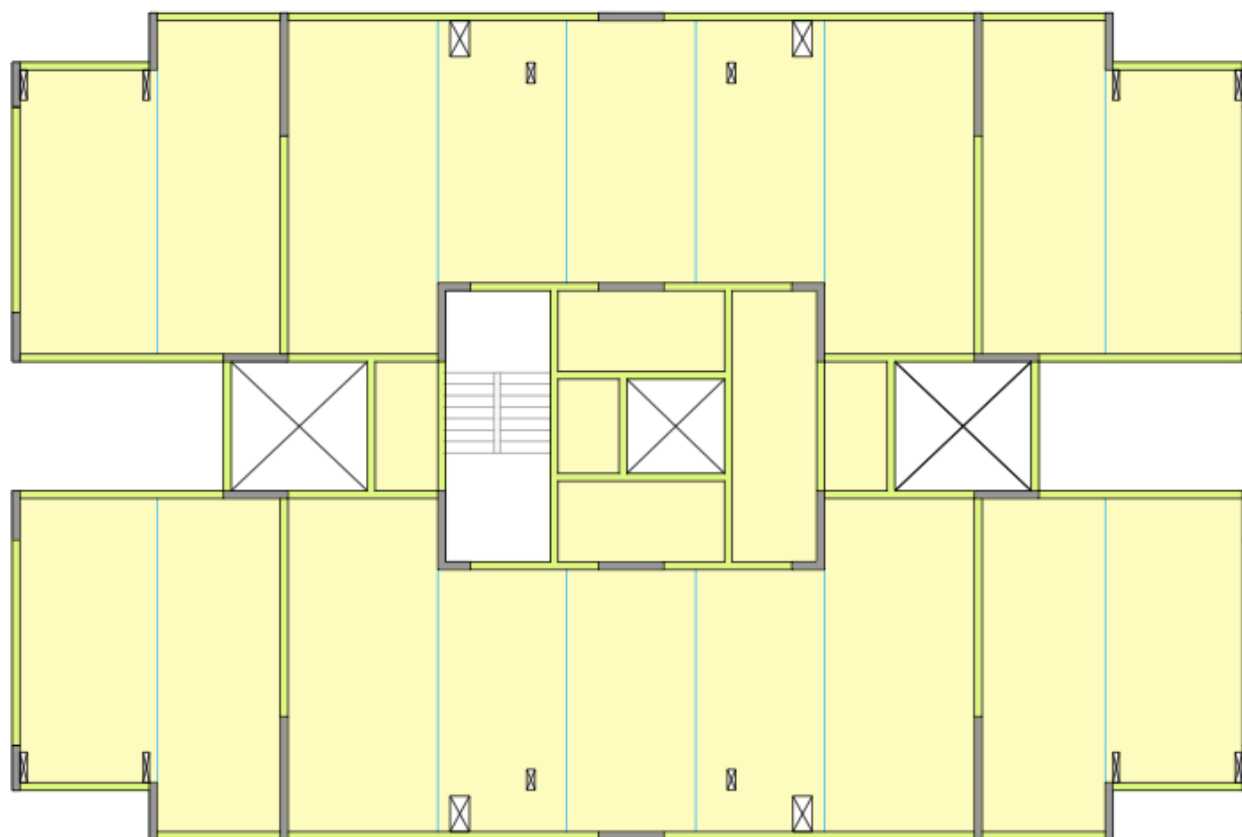
Pré-Viga

Pré-Laje

sem
viga

Prémoldada
maciça





LEGENDA

-  PILARES MOLDADOS IN-LOCO
-  PRE-VIDAS
-  ESTRUTURA EM PRE-LAÇES

PILAR

VIGA

LAJE

Pilar Periférico
ou Parede

Pilar
Contraventado

Núcleo
Rígido

in loco

in loco

in loco

in loco

in loco

Prémoldado

Prémoldado

Prémoldado

Prémoldada

Laje
Alveolar

Painel

Painel

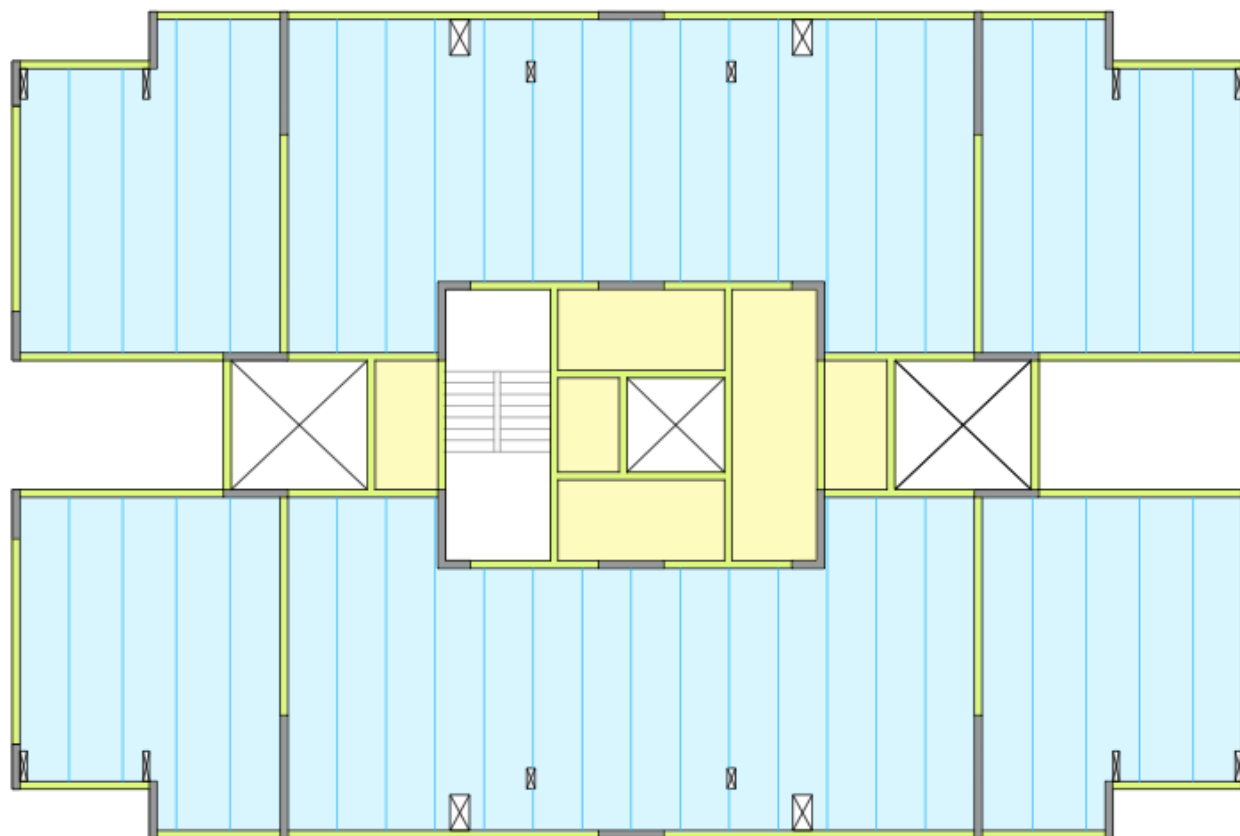
Painel

Pré-Viga

Pré-Laje

sem
viga

Prémoldada
maciça



LEGENDA

-  PILARES MOLDADOS IN-LOCO
-  PRE-VIDAS
-  ESTRUTURA EM LAJES ALVEOLARES
-  ESTRUTURA EM PRE-LAJES

PROCESSO CONSTRUTIVO "PAINEL PORTANTE"



PILAR

VIGA

LAJE

Pilar Periférico
ou Parede

Pilar
Contraventado

Núcleo
Rígido

in loco

in loco

in loco

in loco

in loco

Prémoldado

Prémoldado

Prémoldado

Prémoldada

Laje
Alveolar

Painel

Painel

Painel

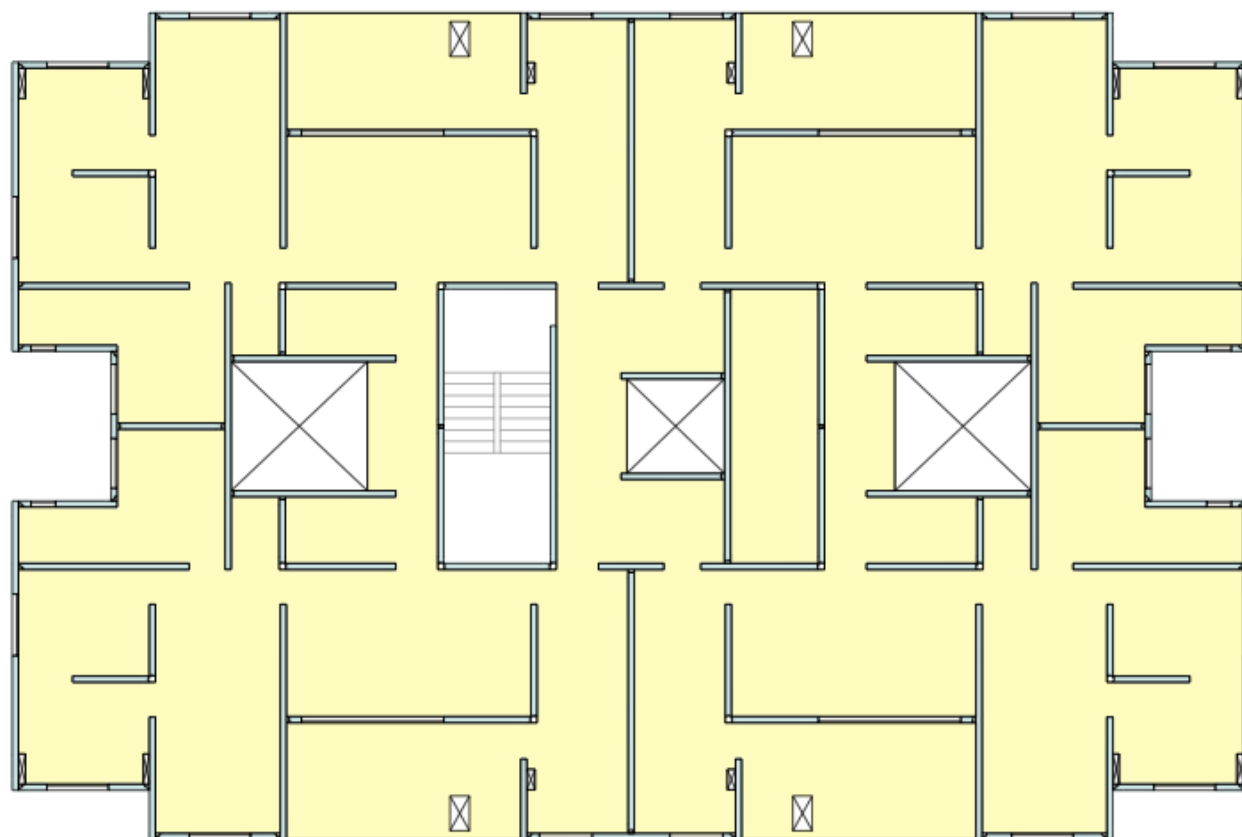
Pré-Viga

Pré-Laje

sem
viga

Prémoldada
maciça





LEGENDA

-  PAINÉIS PRÉ-MOLDADOS
-  ESTRUTURA EM PRÉ-LAÇAS

PILAR

VIGA

LAJE

Pilar Periférico
ou Parede

Pilar
Contraventado

Núcleo
Rígido

in loco

in loco

in loco

in loco

in loco

Prémoldado

Prémoldado

Prémoldado

Prémoldada

Laje Alveolar

Painel

Painel

Painel

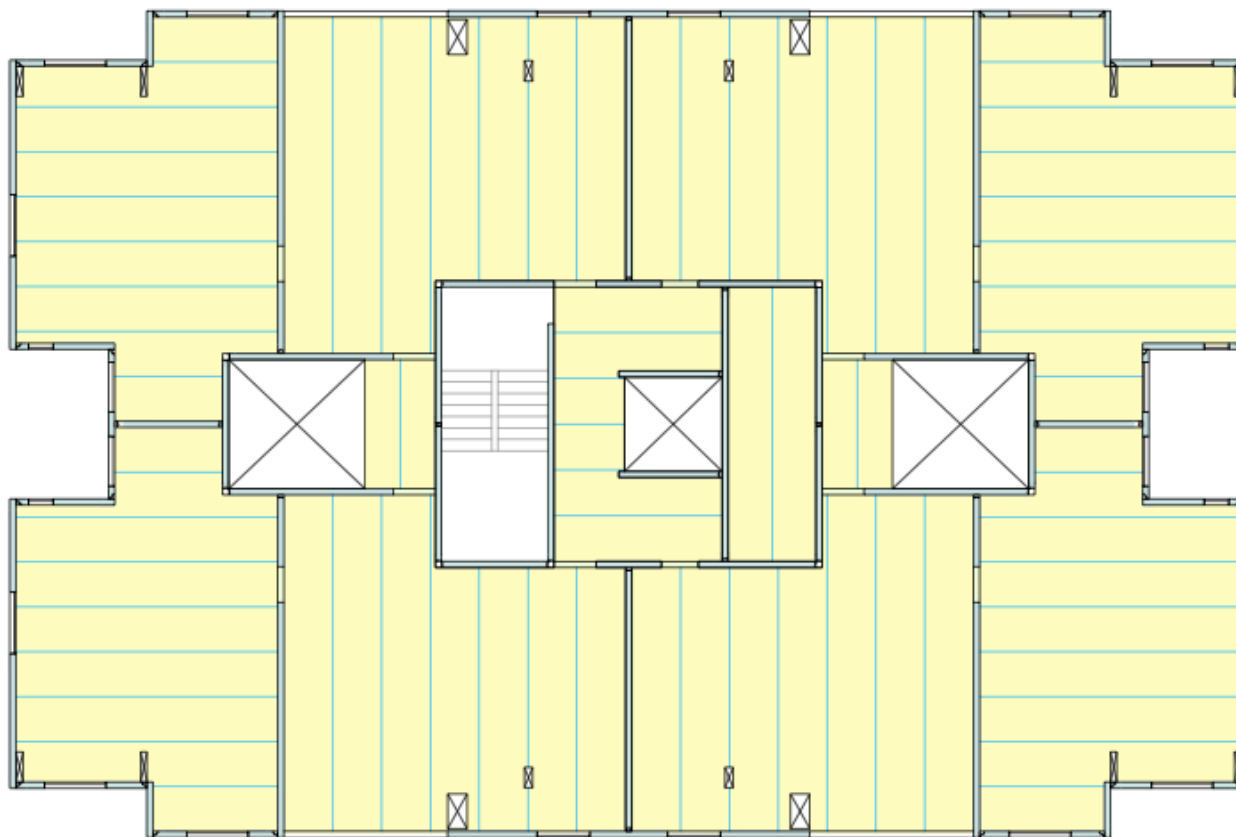
Pré-Viga

Pré-Laje

sem
viga

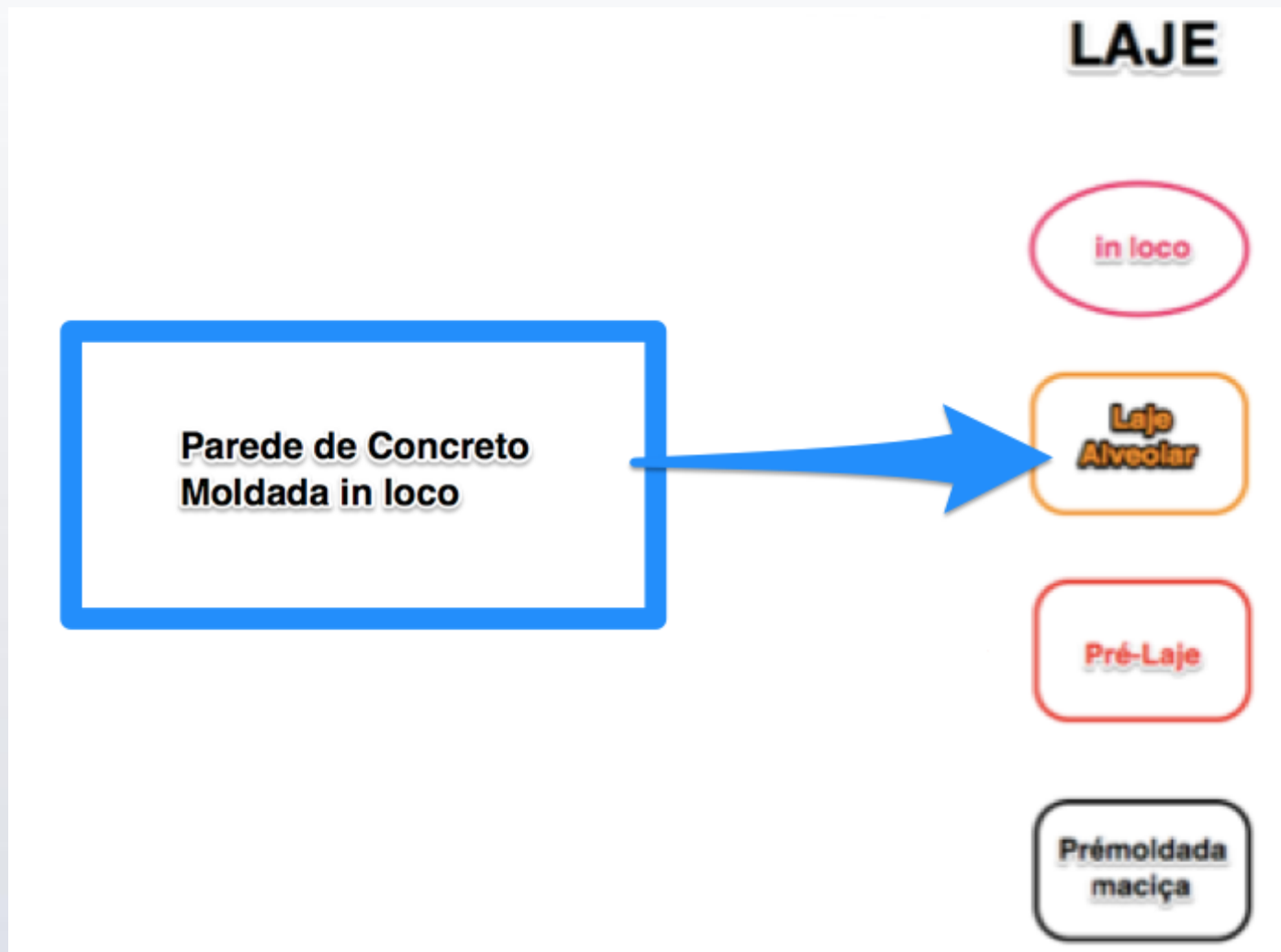
Prémoldada
maciça

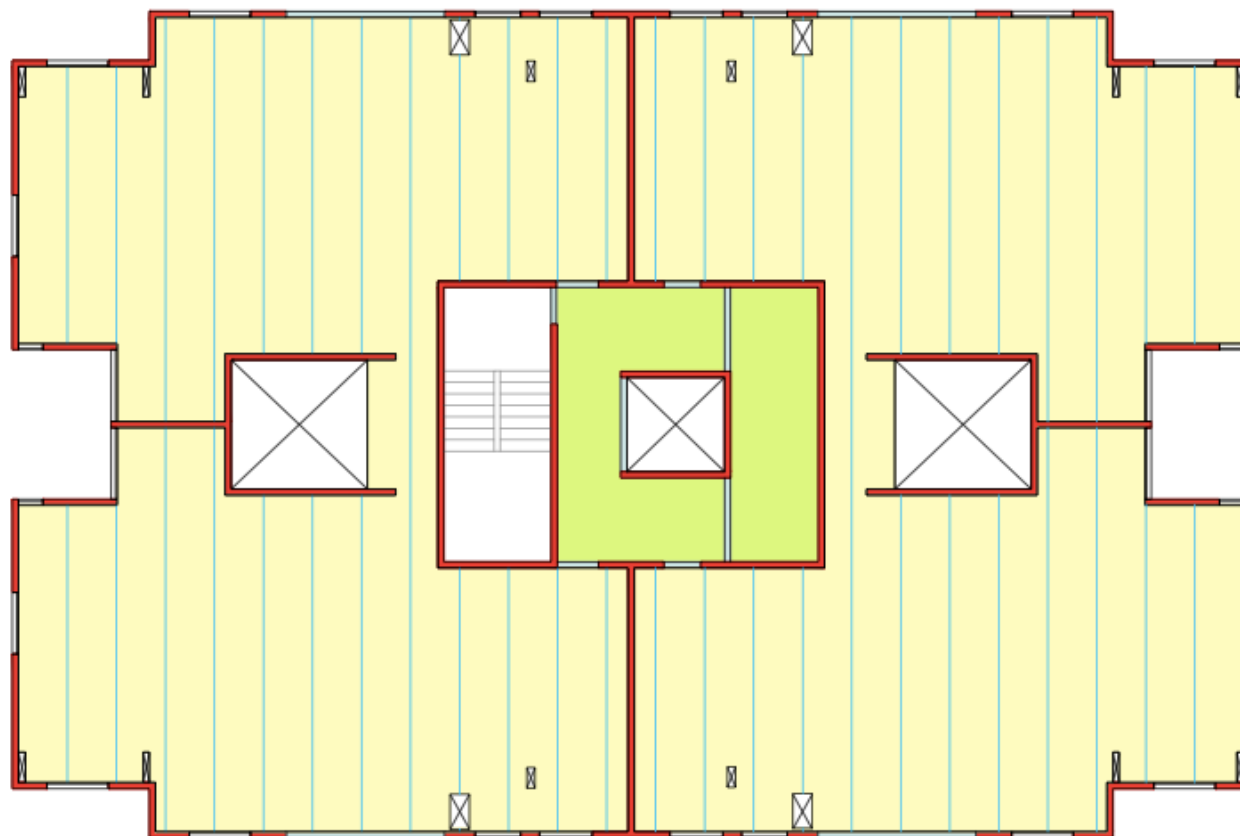








LEGENDA

-  PAINÉIS PRÉ-MOLDADOS
-  ESTRUTURA EM LAJE ALVEOLAR
-  VIGAS PRÉ-MOLDADAS

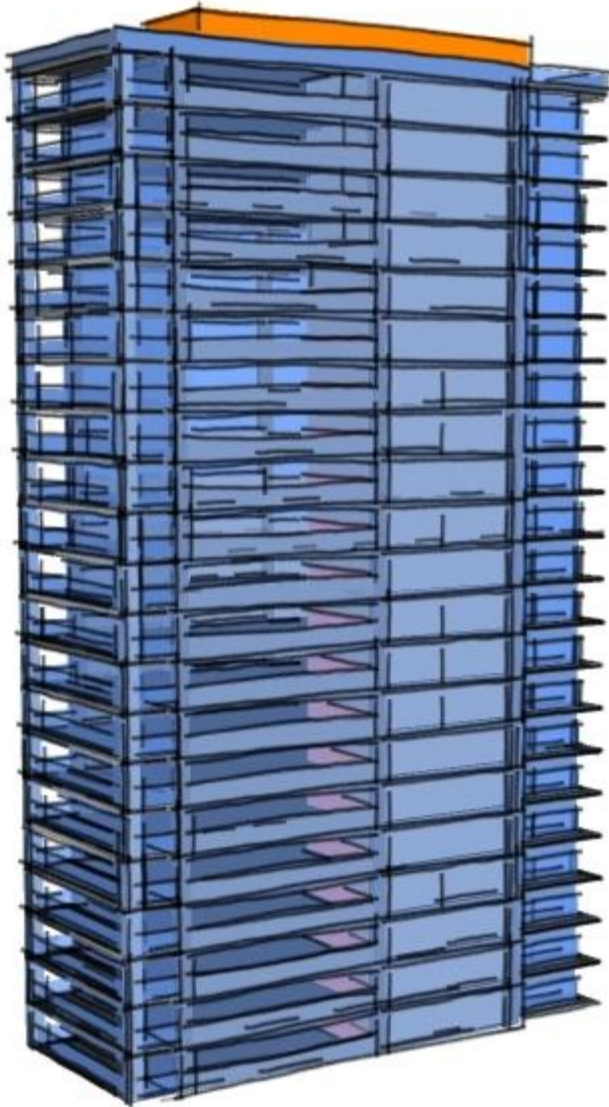




LEGENDA

-  VIDAS MOLDADAS IN-LOCO
-  ESTRUTURA EM LAJES ALVEOLARES
-  PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS IN-LOCO
-  ESTRUTURA EM PRE-LAJES

PROCESSO CONSTRUTIVO "COMERCIAL"



PILAR

VIGA

LAJE

Pilar Periférico
ou Parede

Pilar
Contraventado

Núcleo
Rígido

in loco

in loco

in loco

in loco

in loco

Prémoldado

Prémoldado

Prémoldado

Prémoldada

**Laje
Alveolar**

**Painel
de Fachada**

Painel

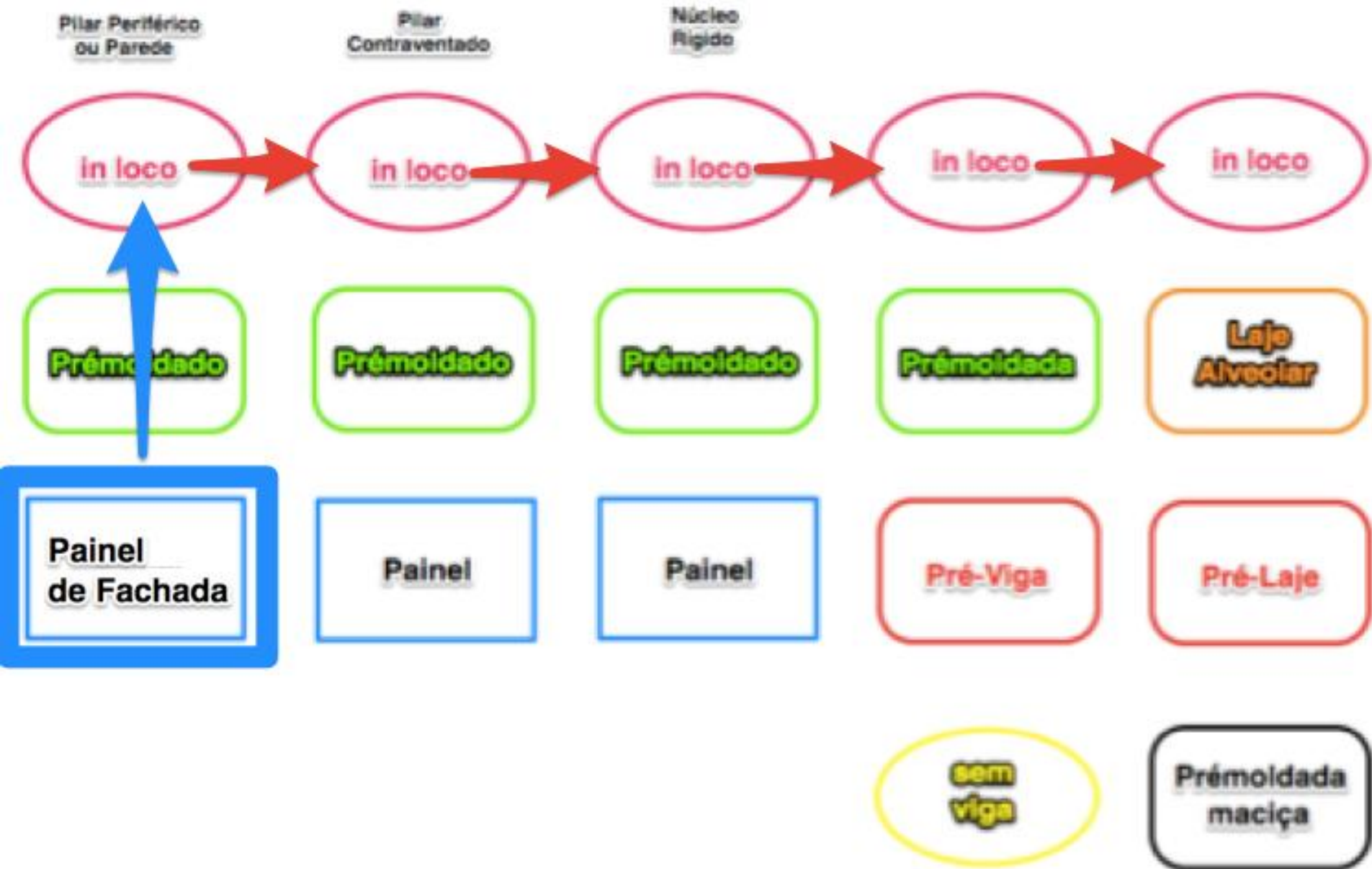
Painel

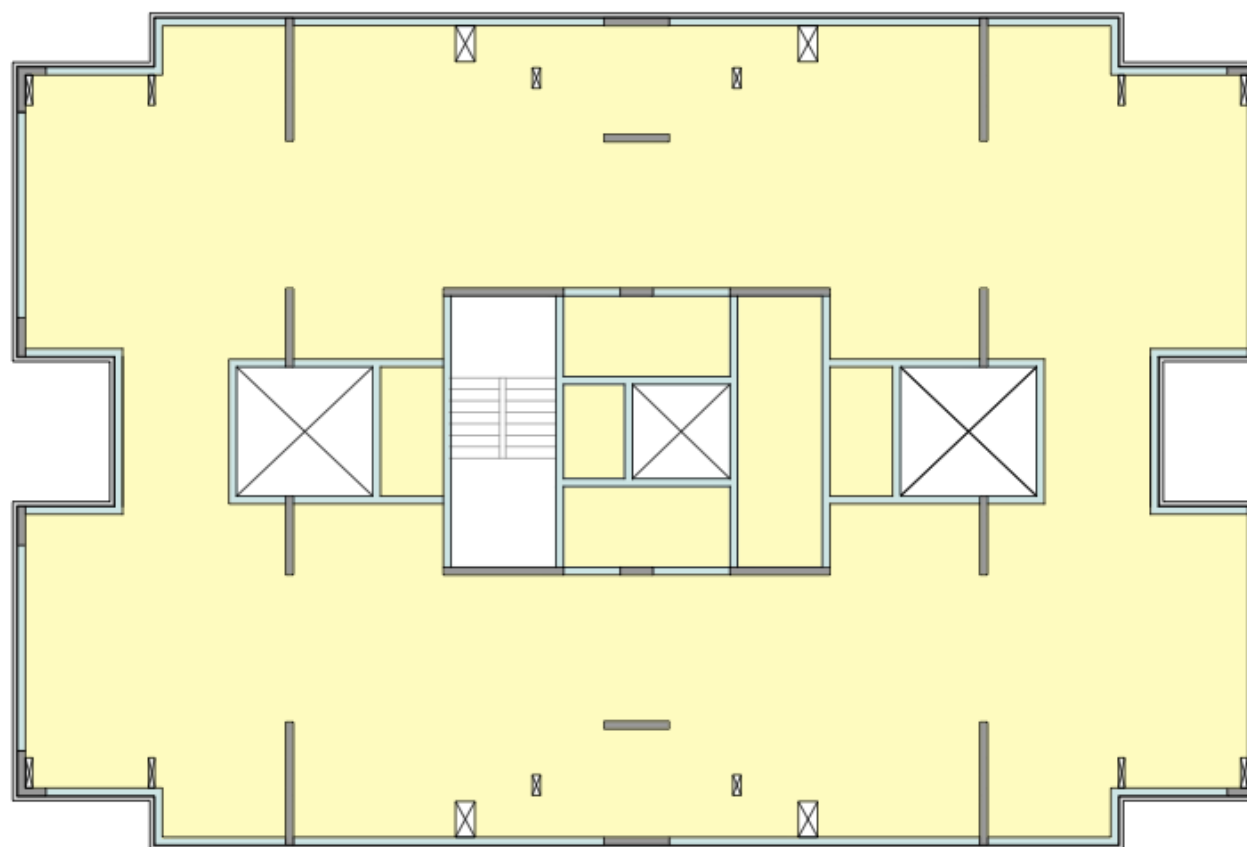
Pré-Viga

Pré-Laje

**sem
viga**

**Prémoldada
maciça**





LEGENDA

-  PILARES MOLDADOS IN-LOCO
-  VIGAS MOLDADAS IN-LOCO
-  ESTRUTURA EM LAJES
-  PAINEL DE FACHADA

PILAR

VIGA

LAJE

Pilar Periférico
ou Parede

Pilar
Contraventado

Núcleo
Rígido

in loco

in loco

in loco

in loco

in loco

Prémoldado

Prémoldado

Prémoldado

Prémoldada

Laje Alveolar

Painel de fachada

Painel

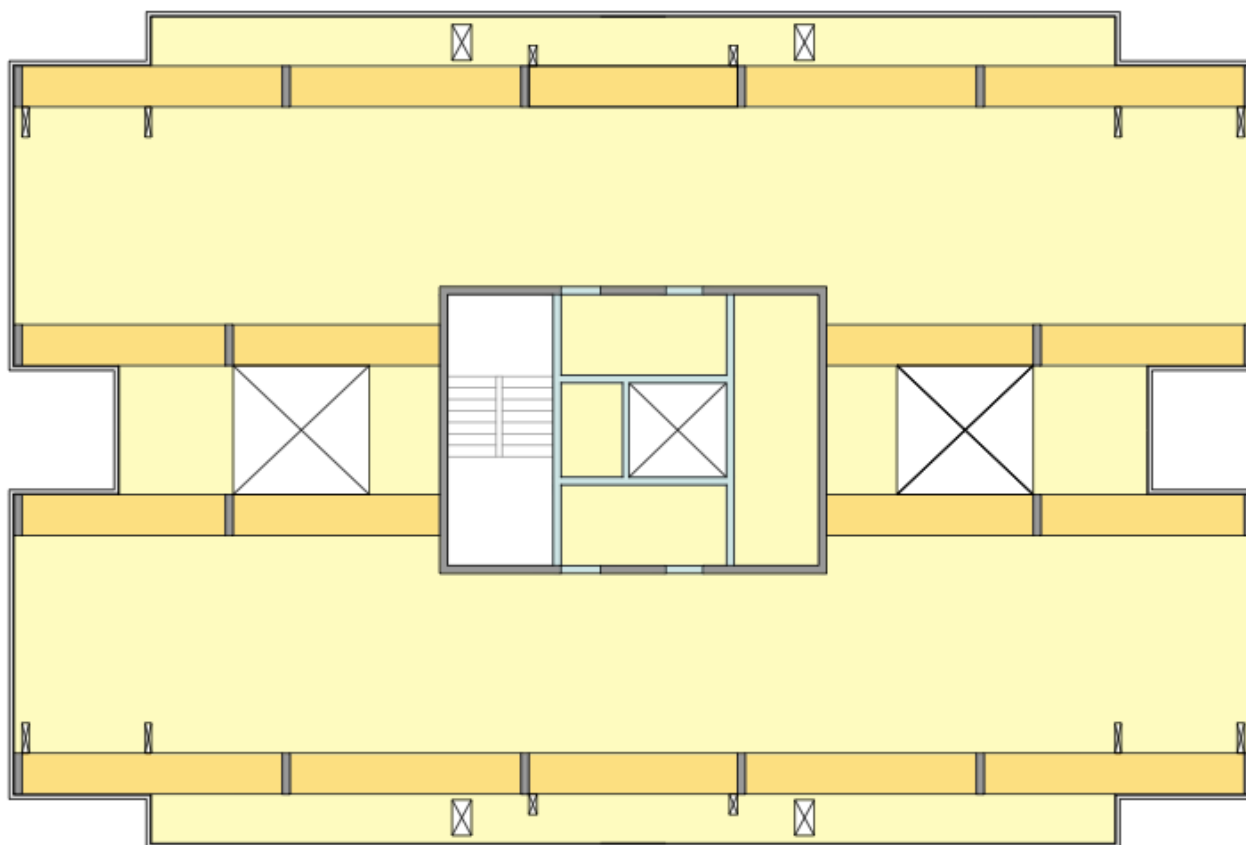
Painel

Pré-Viga

Pré-Laje

sem viga

Prémoldada maciça



LEGENDA

-  PILARES MOLDADOS IN-LOCO
-  VIGAS MOLDADAS IN-LOCO
-  ESTRUTURA EM LAJE PLANA
-  FAIXA DE PROTENSÃO
-  PAINEL DE FACHADA

PILAR

VIGA

LAJE

Pilar Periférico
ou Parede

Pilar
Contraventado

Núcleo
Rígido

in loco

in loco

in loco

in loco

in loco

Prémoldado

Prémoldado

Prémoldado

Prémoldada

Laje
Alveolar

Painel

Painel

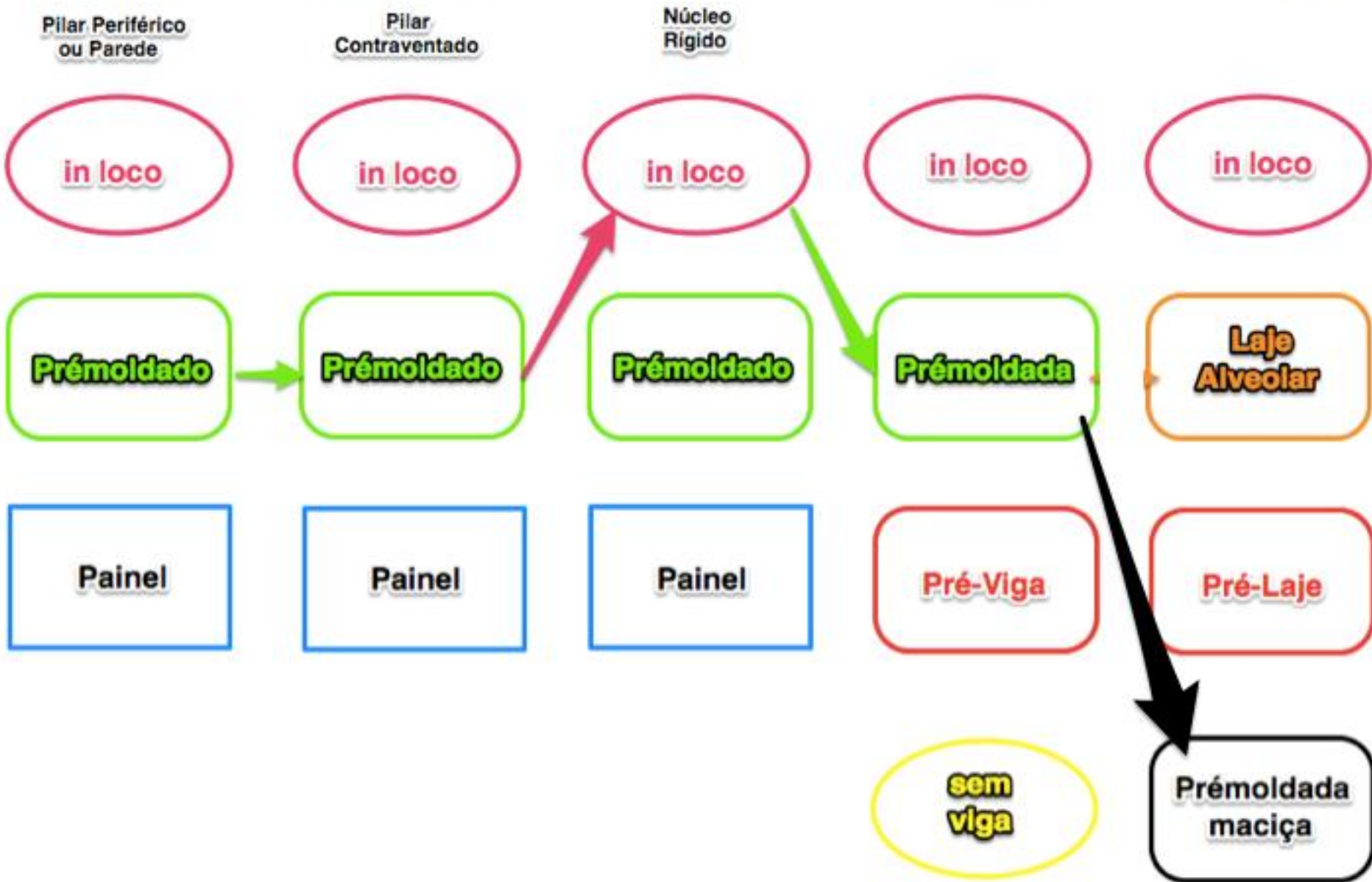
Painel

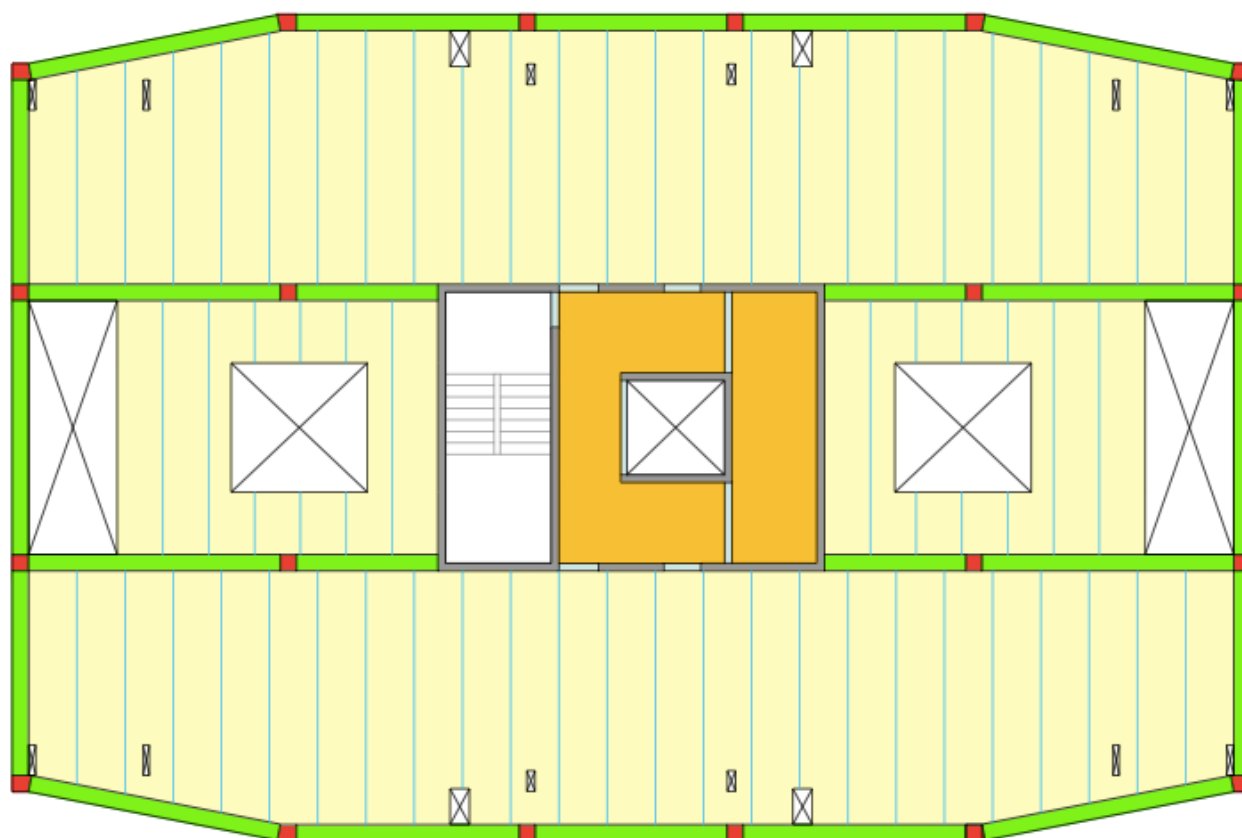
Pré-Viga

Pré-Laje

sem
viga

Prémoldada
maciça





LEGENDA

-  PILARES MOLDADOS IN-LOCO
-  VIGAS MOLDADAS IN-LOCO
-  ESTRUTURA EM PRE-LAJES
-  ESTRUTURA EM LAJES PRE-MOLDADAS
-  PILARES PRE-MOLDADOS
-  VIGAS PRE-MOLDADAS

SEÇÃO TRANSVERSAL DA LAJE PRÉ-MOLDADA



Estudar sistemas é muito mais que fazer lançamentos com mais ou menos pilares

Estudar sistemas exige uma **Interação muito forte com a definição e caracterização do Produto**, da **Engenharia no Processo Construtivo** e com a **Expectativa de Retorno de Investimento** quanto à margem e prazo.

..... Existem ainda outras muitas alternativas

PILAR

VIGA

LAJE

Pilar Periférico
ou Parede

Pilar
Contraventado

Núcleo
Rígido

in loco

in loco

in loco

in loco

in loco

Prémoldado

Prémoldado

Prémoldado

Prémoldada

Laje
Alveolar

Painel

Painel

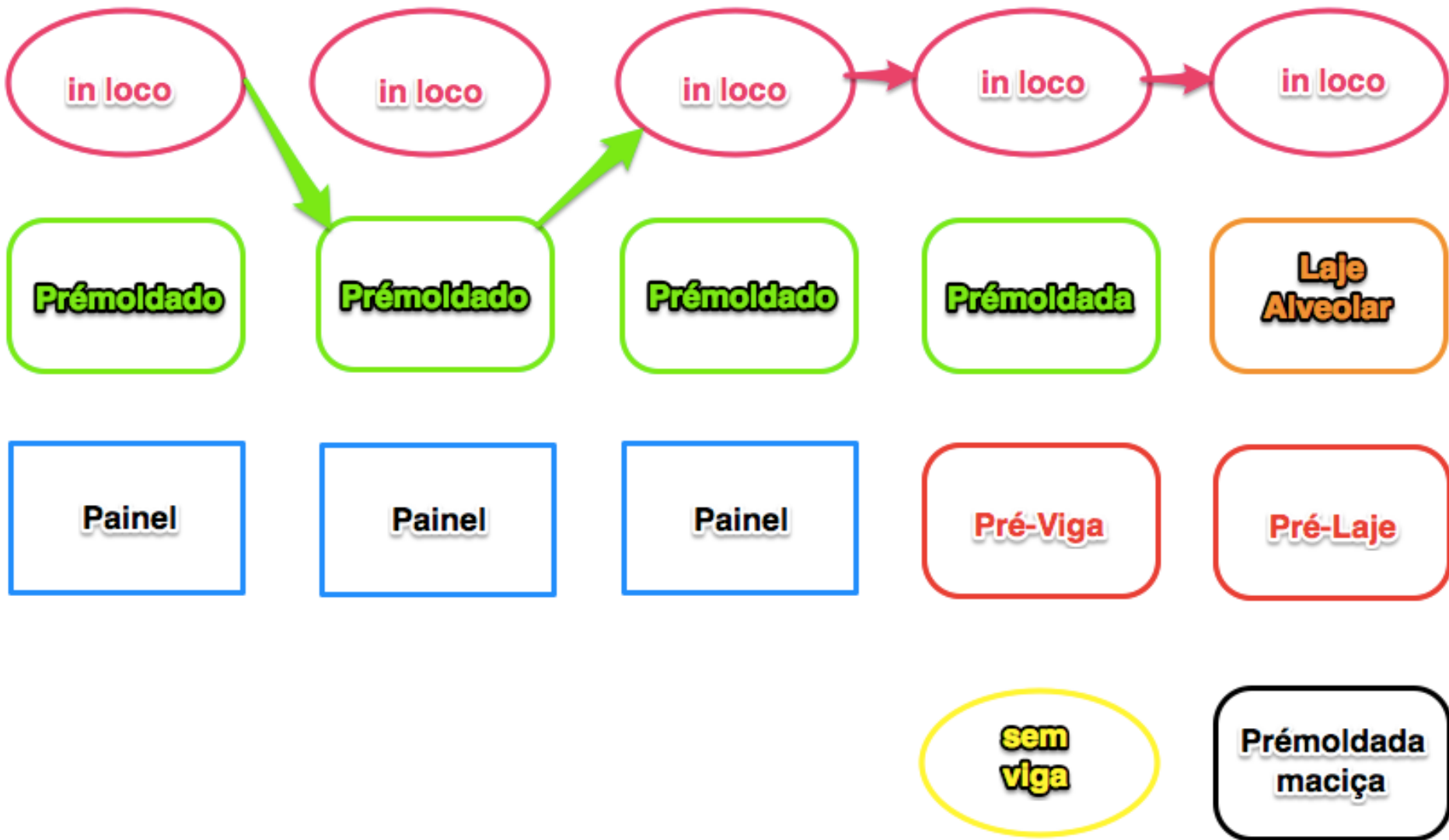
Painel

Pré-Viga

Pré-Laje

sem
viga

Prémoldada
maciça



PILAR

VIGA

LAJE

Pilar Periférico
ou Parede

Pilar
Contraventado

Núcleo
Rígido

in loco

in loco

in loco

in loco

in loco

Prémoldado

Prémoldado

Prémoldado

Prémoldada

Laje Alveolar

Painel

Painel

Painel

Pré-Viga

Pré-Laje

sem viga

Prémoldada maciça



PILAR

VIGA

LAJE

Pilar Periférico
ou Parede

Pilar
Contraventado

Núcleo
Rígido

in loco

in loco

in loco

in loco

in loco

Prémoldado

Prémoldado

Prémoldado

Prémoldada

Laje
Alveolar

Painel

Painel

Painel

Pré-Viga

Pré-Laje

sem
viga

Prémoldada
maciça



PILAR

VIGA

LAJE

Pilar Periférico
ou Parede

Pilar
Contraventado

Núcleo
Rígido

in loco

in loco

in loco

in loco

in loco

Prémoldado

Prémoldado

Prémoldado

Prémoldada

Laje Alveolar

Painel

Painel

Painel

Pré-Viga

Pré-Laje

sem
viga

Prémoldada
maciça



PILAR

VIGA

LAJE

Pilar Periférico
ou Parede

Pilar
Contraventado

Núcleo
Rígido

in loco

in loco

in loco

in loco

in loco

Prémoldado

Prémoldado

Prémoldado

Prémoldada

Laje Alveolar

Painel

Painel

Painel

Pré-Viga

Pré-Laje

sem
viga

Prémoldada
maciça



PILAR

VIGA

LAJE

Pilar Periférico
ou Parede

Pilar
Contraventado

Núcleo
Rígido

in loco

in loco

in loco

in loco

in loco

Prémoldado

Prémoldado

Prémoldado

Prémoldada

Laje Alveolar

Painel

Painel

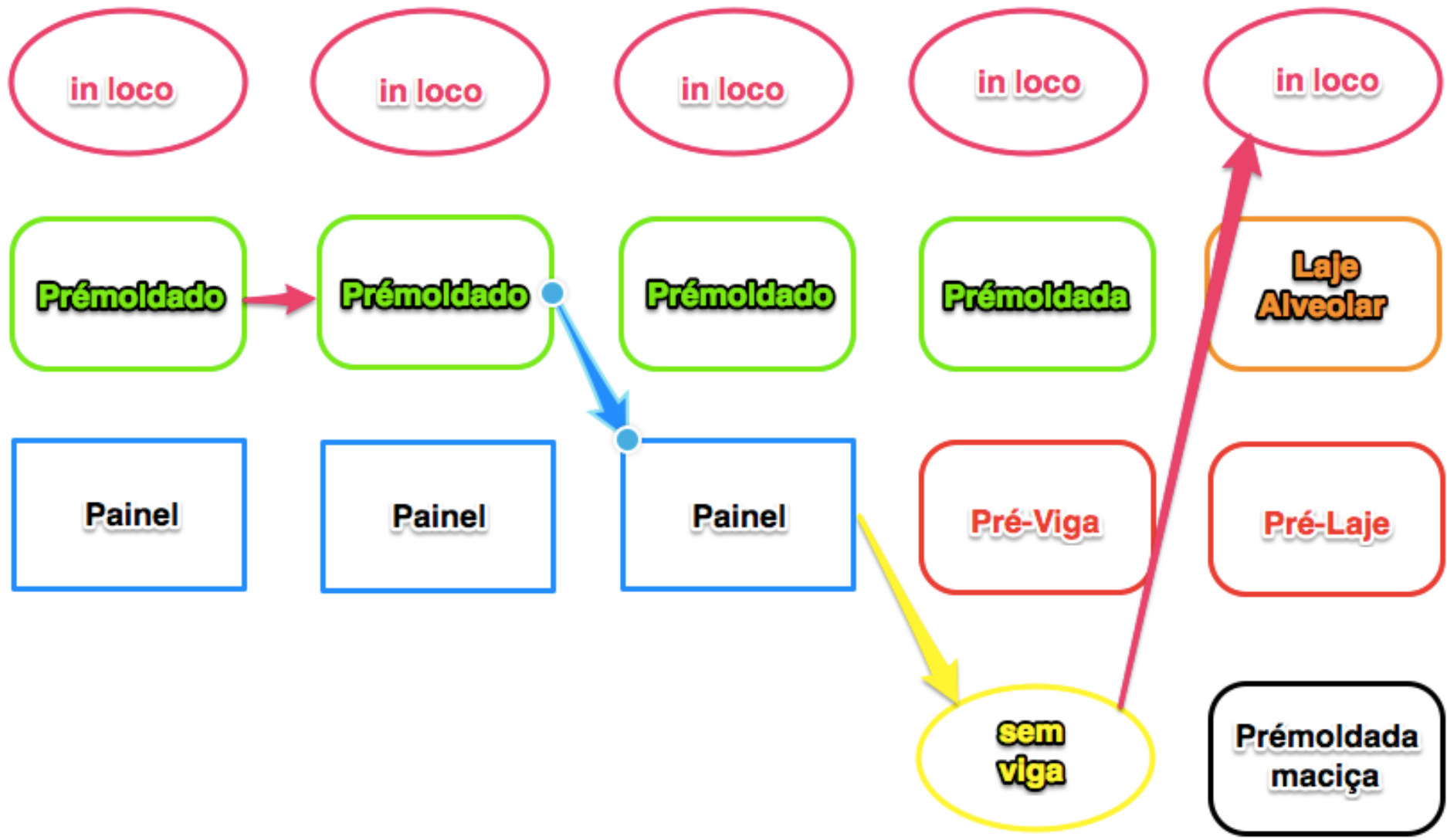
Painel

Pré-Viga

Pré-Laje

sem
viga

Prémoldada
maciça



PILAR

VIGA

LAJE

Pilar Periférico
ou Parede

Pilar
Contraventado

Núcleo
Rígido

in loco

in loco

in loco

in loco

in loco

Prémoldado

Prémoldado

Prémoldado

Prémoldada

**Laje
Alveolar**

Painel

Painel

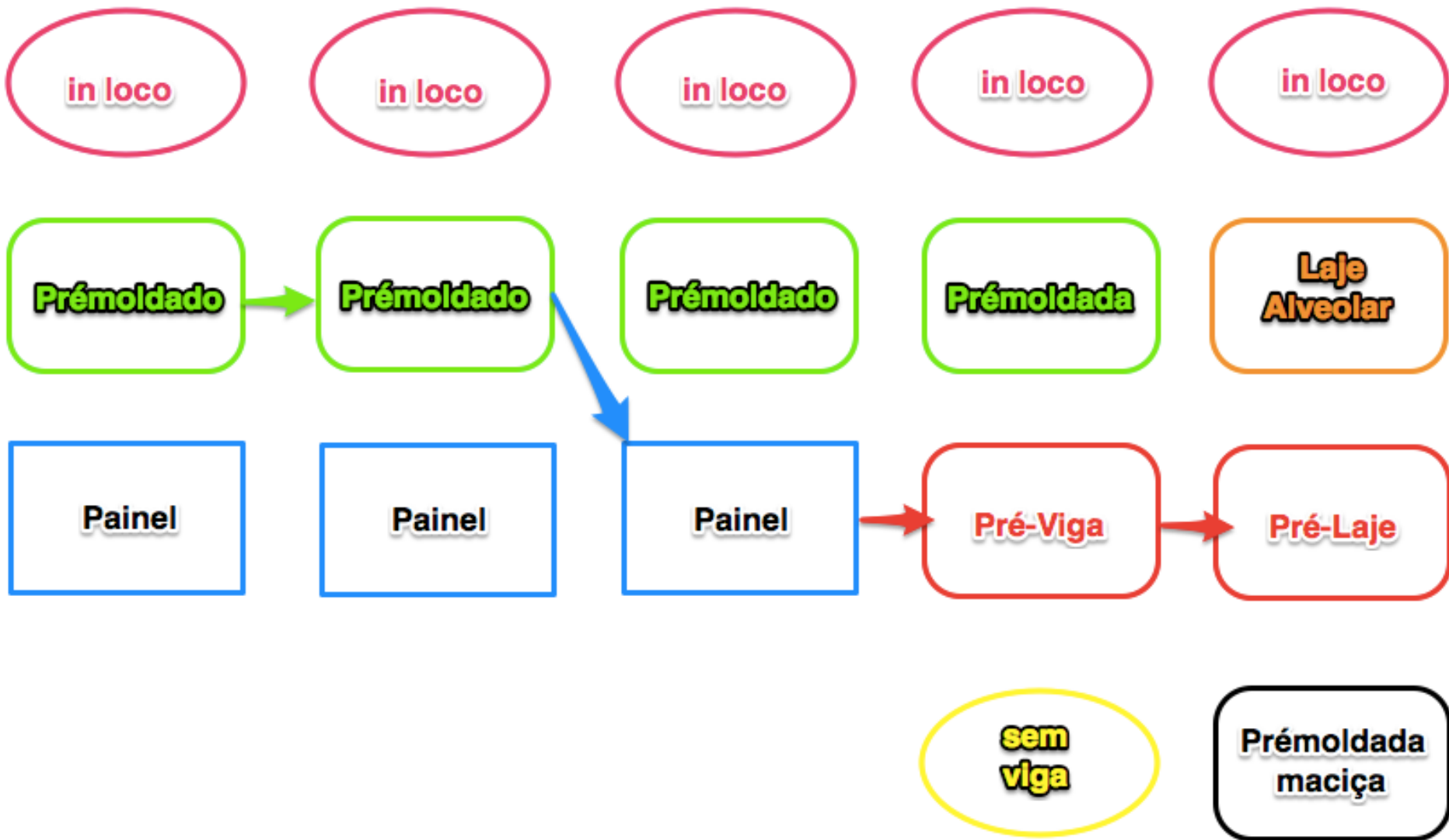
Painel

Pré-Viga

Pré-Laje

**sem
viga**

**Prémoldada
maciça**



PILAR

VIGA

LAJE

Pilar Periférico
ou Parede

Pilar
Contraventado

Núcleo
Rígido

in loco

in loco

in loco

in loco

in loco

Prémoldado

Prémoldado

Prémoldado

Prémoldada

Laje Alveolar

Painel

Painel

Painel

Pré-Viga

Pré-Laje

sem
viga

Prémoldada
maciça



PILAR

VIGA

LAJE

Pilar Periférico
ou Parede

Pilar
Contraventado

Núcleo
Rígido

in loco

in loco

in loco

in loco

in loco

Prémoldado

Prémoldado

Prémoldado

Prémoldada

Laje Alveolar

Painel

Painel

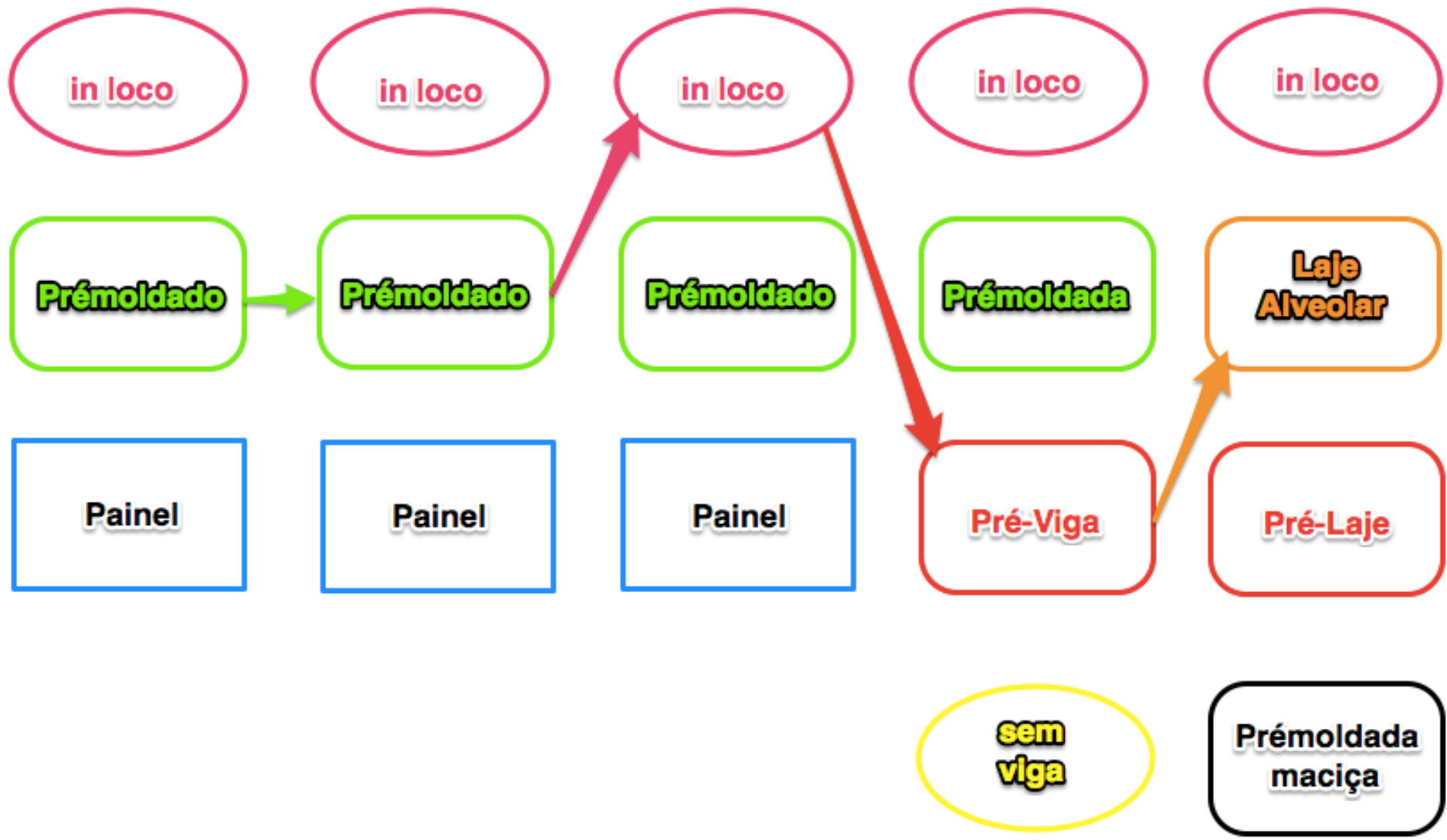
Painel

Pré-Viga

Pré-Laje

sem
viga

Prémoldada
maciça



PILAR

VIGA

LAJE

Pilar Periférico
ou Parede

Pilar
Contraventado

Núcleo
Rígido

in loco

in loco

in loco

in loco

in loco

Prémoldado

Prémoldado

Prémoldado

Prémoldada

Laje
Alveolar

Painel

Painel

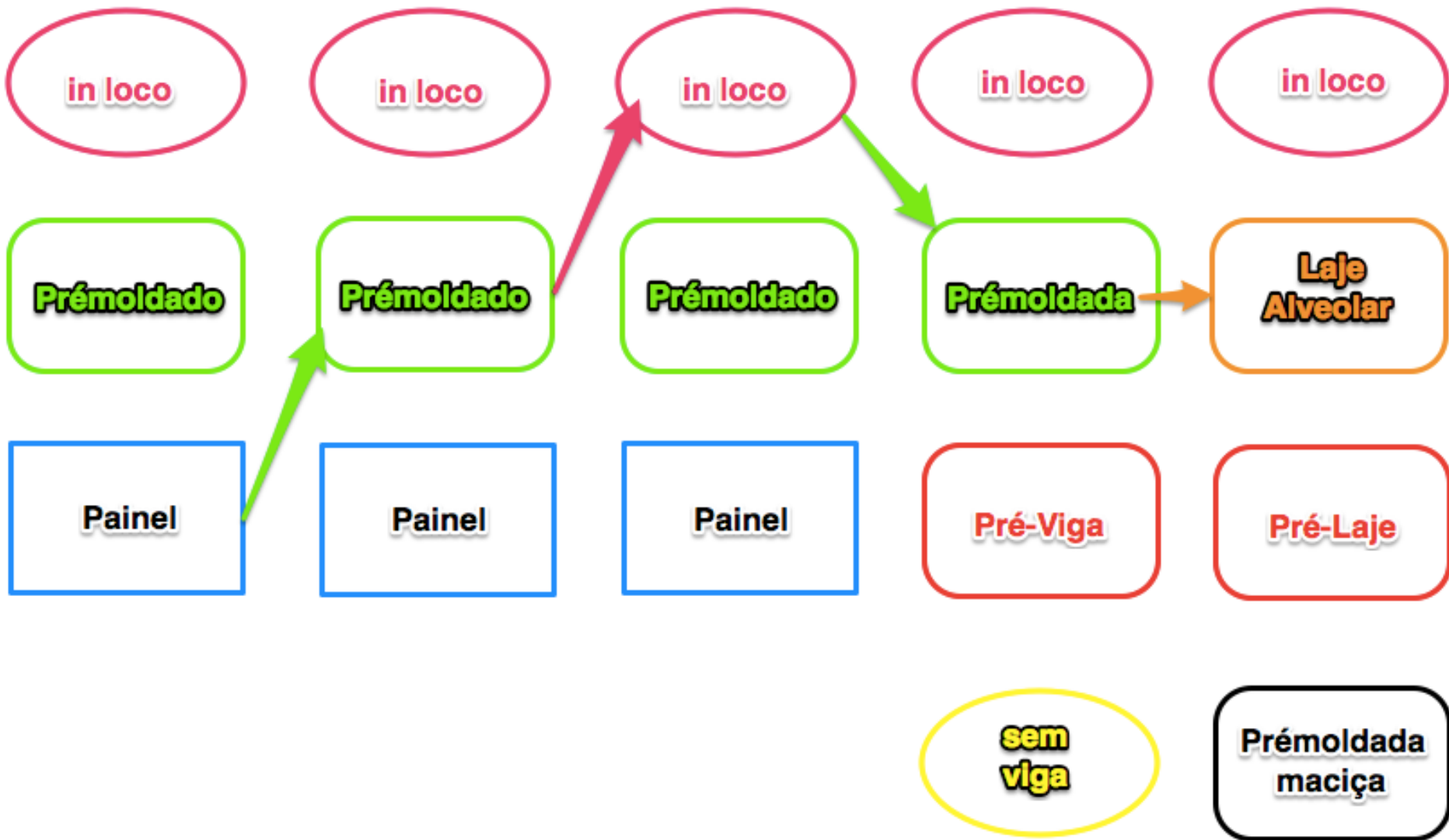
Painel

Pré-Viga

Pré-Laje

sem
viga

Prémoldada
maciça



PILAR

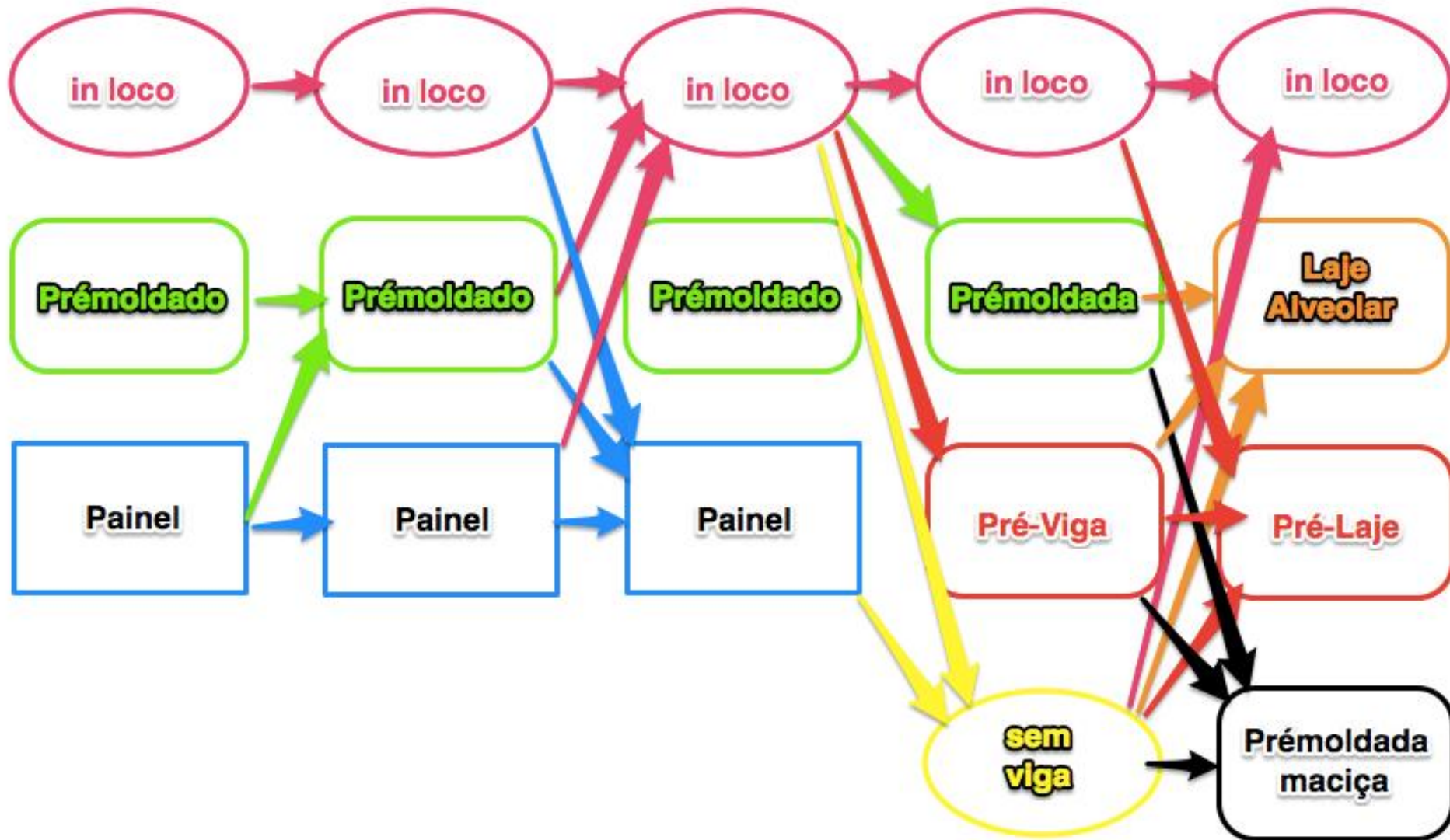
VIGA

LAJE

Pilar Periférico
ou Parede

Pilar
Contraventado

Núcleo
Rígido



"POR QUE NÃO?"

	PILAR		VIGA	LAJE
	Pilar Periférico ou Parede	Pilar Contraventado	Núcleo Rígido	
	in loco	in loco	in loco	in loco
	Prémoldado	Prémoldado	Prémoldado	Laje Alveolar
	Painel	Painel	Painel	Pré-Laje
			sem Viga	Prémoldada maciça

Por que não exercitar isso no seu próximo projeto?

- ✓ Onde o sonho começou...
- ✓ O que a Europa vem fazendo...
- ✓ O que temos feito no Brasil...
- ✓ Uma reflexão sobre processo construtivo “do empreendimento”
- ✓ Exercitando um estudo de sistema construtivo para determinado produto!
- ✓ O embasamento teórico e normativo do projeto...

Expertise de Projeto

Um das fortes ações da Abcic nos últimos 10 anos é o fortalecimento do setor de projetos através de incentivo e participação em diversas normas técnicas, buscando eliminar lacunas e embasar melhor os profissionais.

- Estudo de temas como Ligações e Estabilidade, com importantes trabalhos desenvolvidos pelo pessoal de São Carlos, em especial pelo prof Marcelo Ferreira, vem no sentido de dar embasamento teórico e normativo para os edifícios mais altos pré-fabricados articulados.
- Estudos bem profundos de sistemas de paredes pré-fabricadas, desenvolvidos principalmente pelo eng. Fabricio Tomo, também dão embasamento teórico e normativo para edifícios altos em paredes pré-fabricadas.

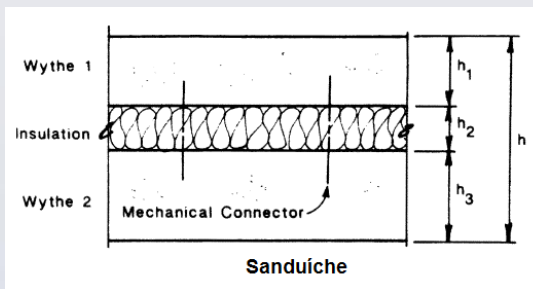
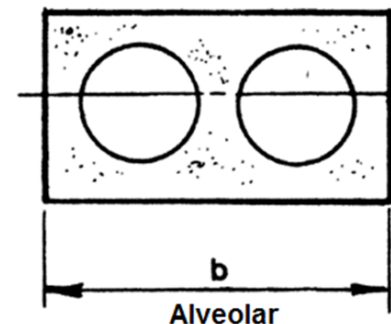
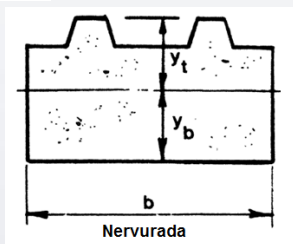
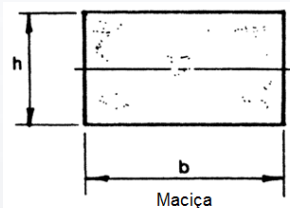
Projeto 18:600-001

Painéis de parede pré-moldados de concreto – Requisitos e procedimentos

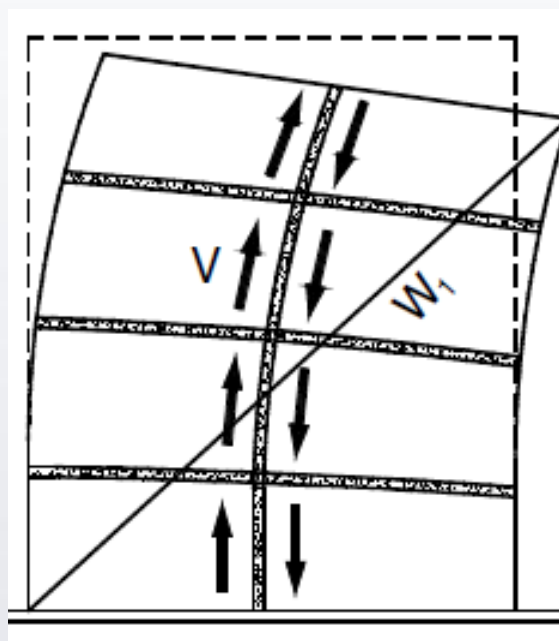
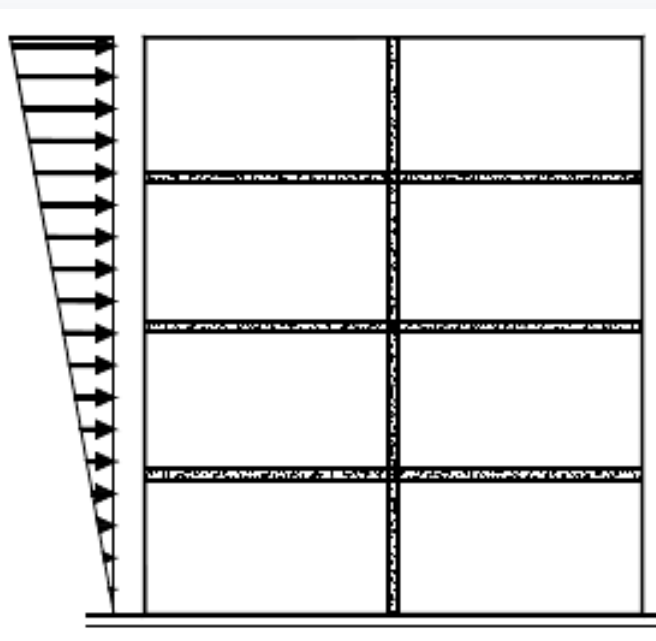
ABNT/CB-18 - Coordenação

- 1 Escopo
- 2 Referências normativas
- 3 Termos e definições
- 4 Simbologia
- 5 Classificação de Painéis de parede e Requisitos Gerais**
- 6 Durabilidade
- 7 Propriedades dos materiais
- 8 Comportamento conjunto dos materiais
- 9 Segurança e estados limites
- 10 Ações
- 11 Resistências
- 12 Limites para dimensões, deslocamentos e abertura de fissuras
- 13 Instalações
- 14 Análise Estrutural
- 15 Instabilidade e Efeitos de segunda ordem
- 16 Ligações em estruturas de painéis de parede pré-moldados
- 17 Dimensionamento
- 18 Integridade Estrutural
- 19 Métodos de Produção de painéis de parede pré-moldados
- 20 Manuseio, armazenamento e transporte
- 21 Montagem dos Painéis de parede pré-moldados
- 22 Documentação Técnica

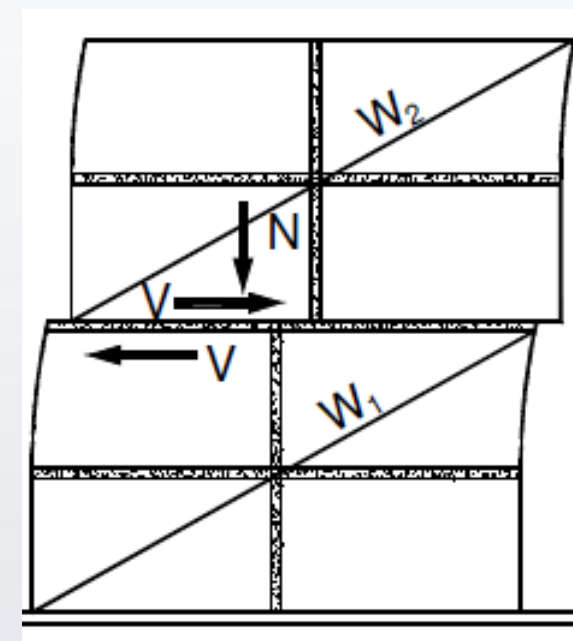
Classificação de Painéis de parede quanto à seção transversal



- 1 Escopo
- 2 Referências normativas
- 3 Termos e definições
- 4 Simbologia
- 5 Classificação de Painéis de parede e Requisitos Gerais
- 6 Durabilidade
- 7 Propriedades dos materiais
- 8 Comportamento conjunto dos materiais
- 9 Segurança e estados limites
- 10 Ações
- 11 Resistências
- 12 Limites para dimensões, deslocamentos e abertura de fissuras
- 13 Instalações
- 14 Análise Estrutural
- 15 Instabilidade e Efeitos de segunda ordem
- 16 Ligações em estruturas de painéis de parede pré-moldados**
- 17 Dimensionamento
- 18 Integridade Estrutural
- 19 Métodos de Produção de painéis de parede pré-moldados
- 20 Manuseio, armazenamento e transporte
- 21 Montagem dos Painéis de parede pré-moldados
- 22 Documentação Técnica



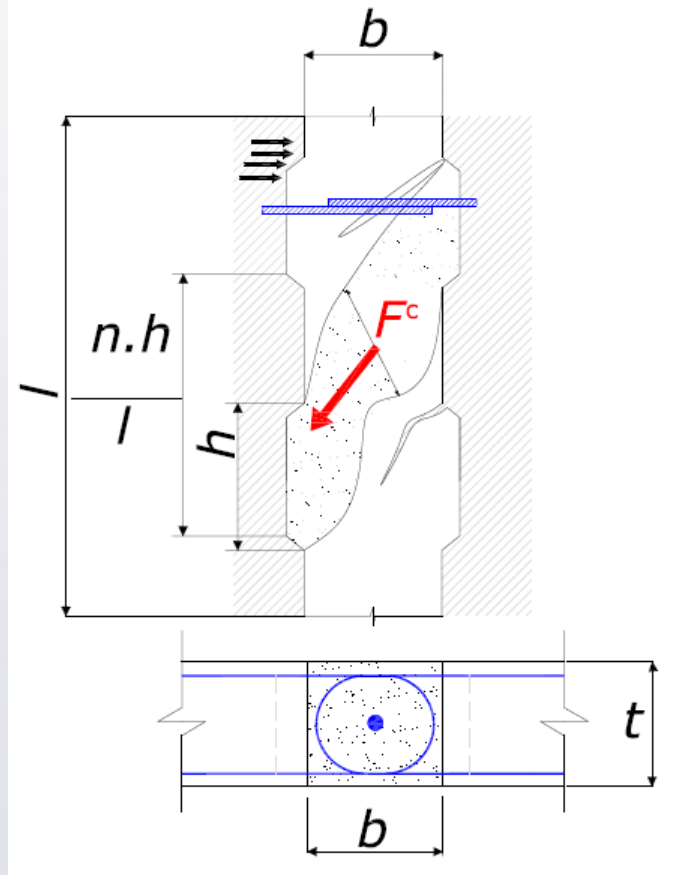
Juntas Verticais



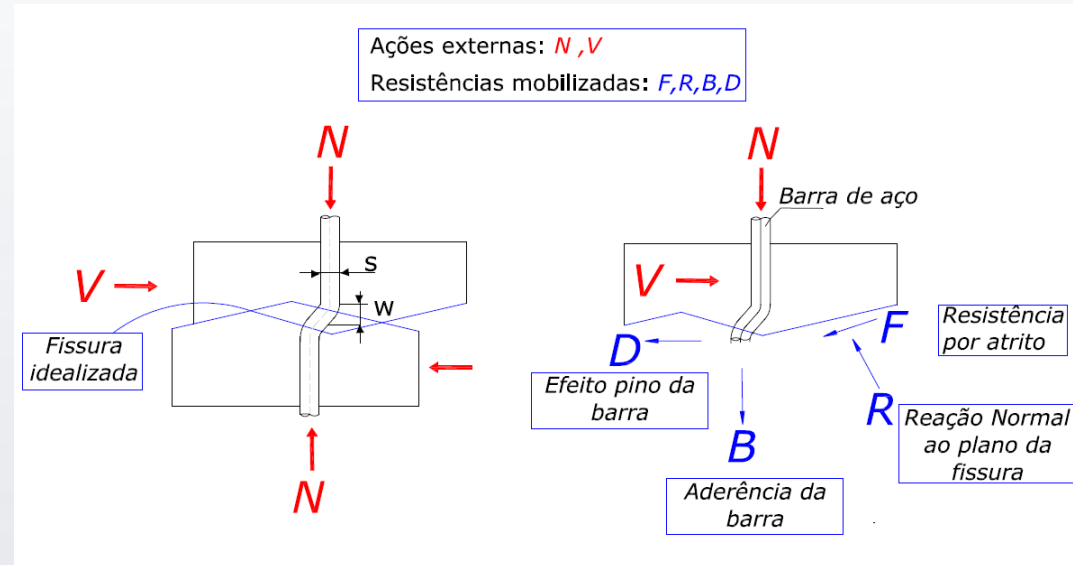
Juntas Horizontais

Juntas Verticais Dentadas - Cisalhamento

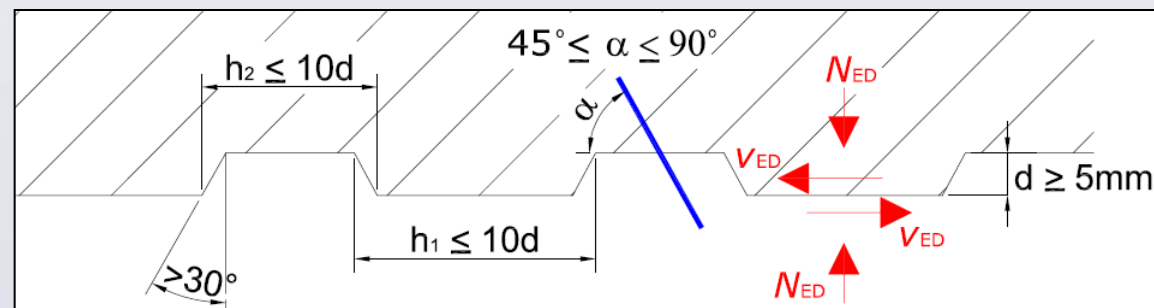
Bielas de compressão



Atrito e Efeito pino da barra



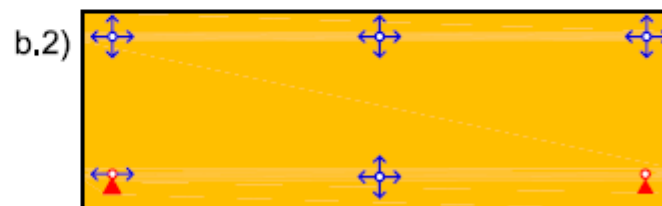
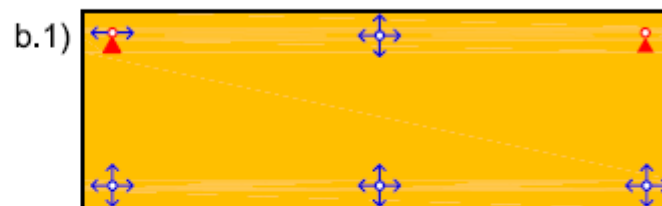
Recomendações geométricas



Ligações em painéis não estruturais – Painel x Estrutura



PLANTA



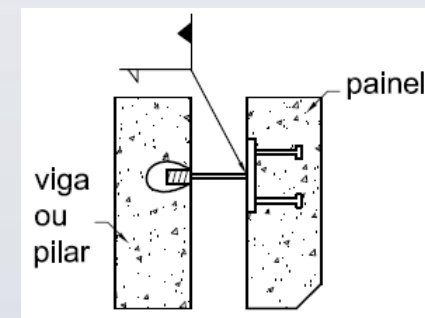
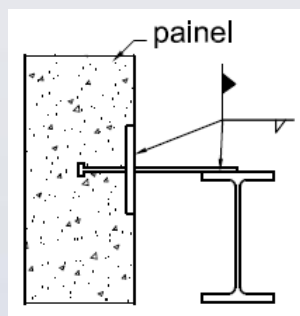
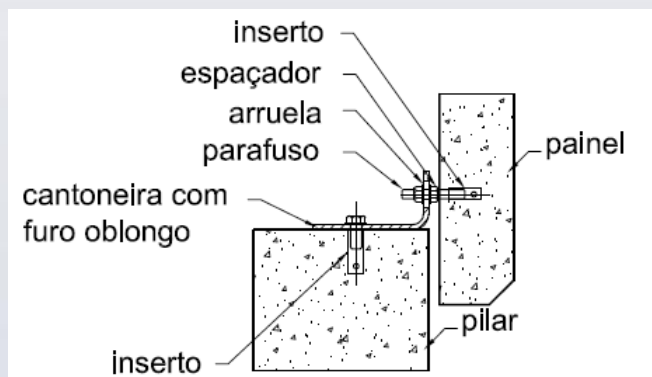
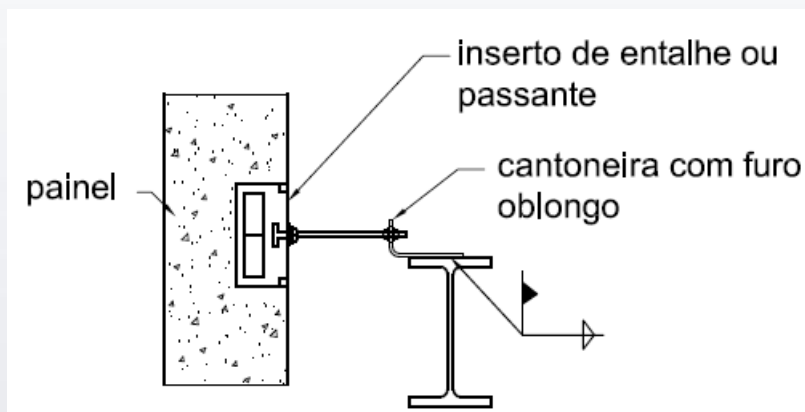
ELEVAÇÃO

○ Esforço perpendicular ao painel

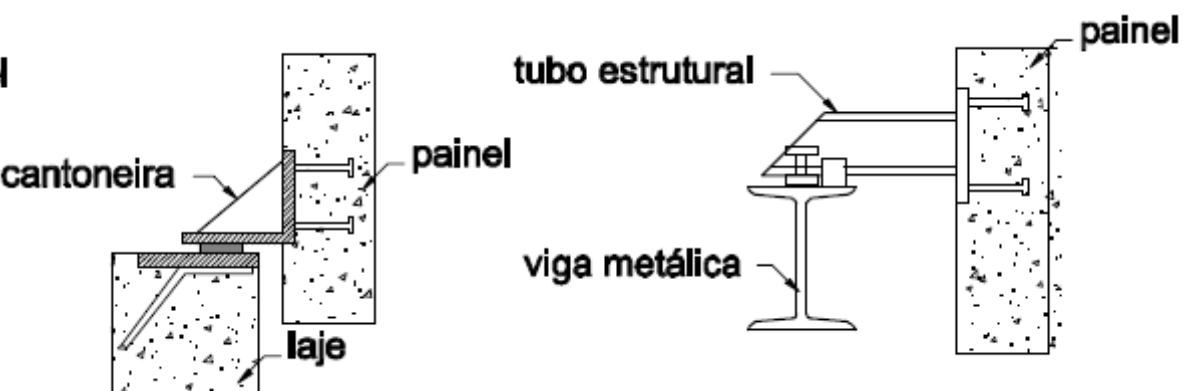
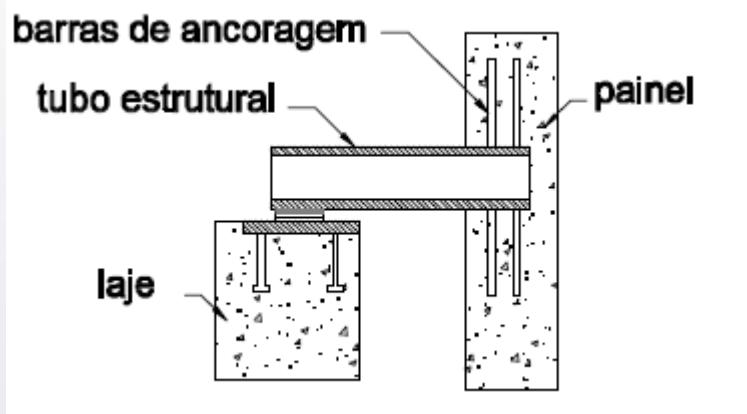
↓ Ligação de contraventamento lateral com deslocamento no sentido das setas

▲ Ligação apoio (gravidade)

Ligações de contraventamento



Ligações de gravidade

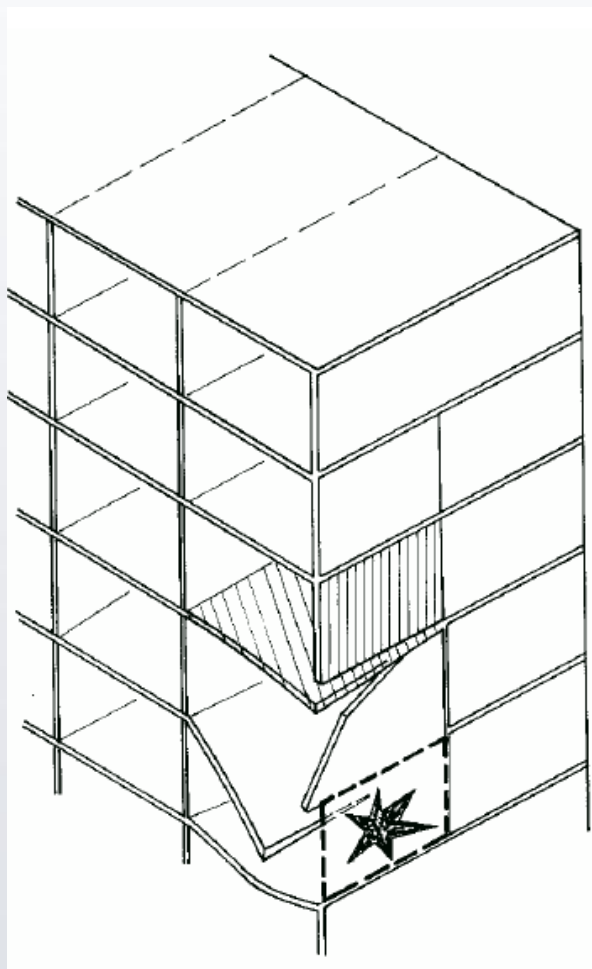


- 1 Escopo
- 2 Referências normativas
- 3 Termos e definições
- 4 Simbologia
- 5 Classificação de Painéis de parede e Requisitos Gerais
- 6 Durabilidade
- 7 Propriedades dos materiais
- 8 Comportamento conjunto dos materiais
- 9 Segurança e estados limites
- 10 Ações
- 11 Resistências
- 12 Limites para dimensões, deslocamentos e abertura de fissuras
- 13 Instalações
- 14 Análise Estrutural
- 15 Instabilidade e Efeitos de segunda ordem
- 16 Ligações em estruturas de painéis de parede pré-moldados
- 17 Dimensionamento
- 18 Integridade Estrutural**
- 19 Métodos de Produção de painéis de parede pré-moldados
- 20 Manuseio, armazenamento e transporte
- 21 Montagem dos Painéis de parede pré-moldados
- 22 Documentação Técnica

Colapso Progressivo – Ronan Point

Explosão de gás

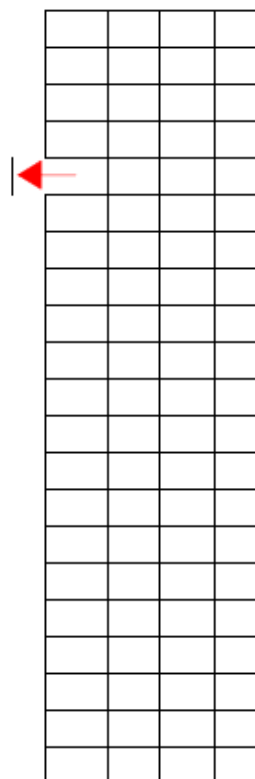




Estrutura
+ carga
acidental



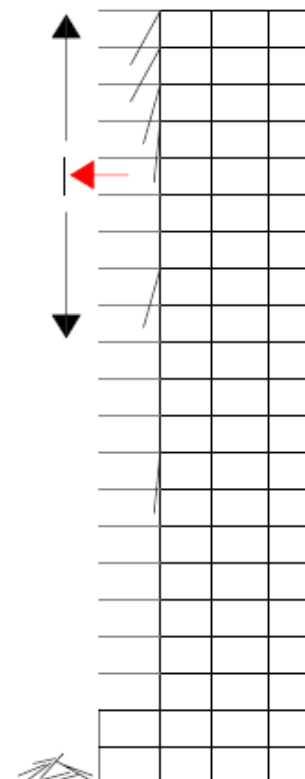
dano local → colapso progressivo



dano localizado

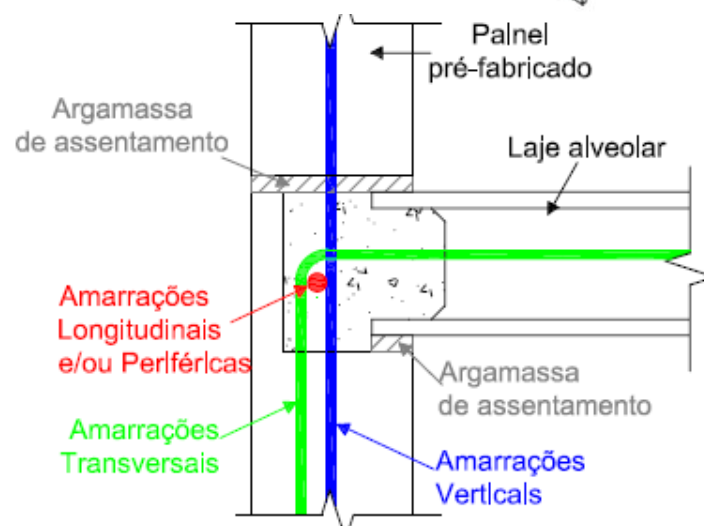
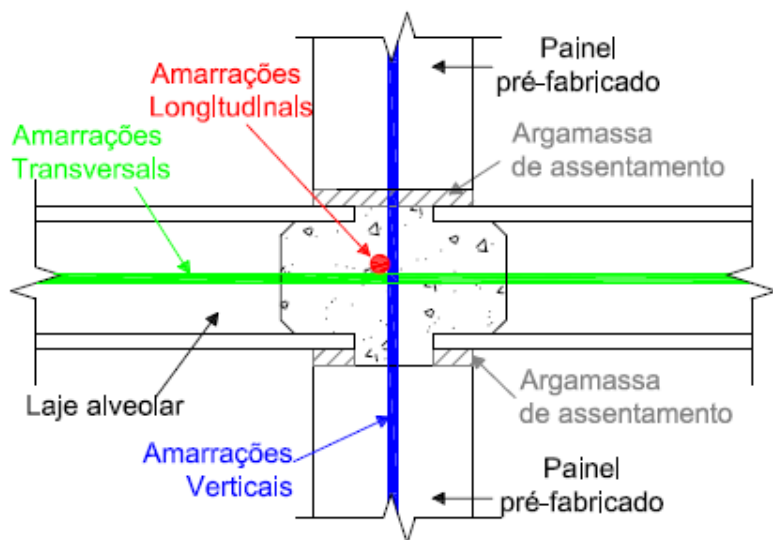
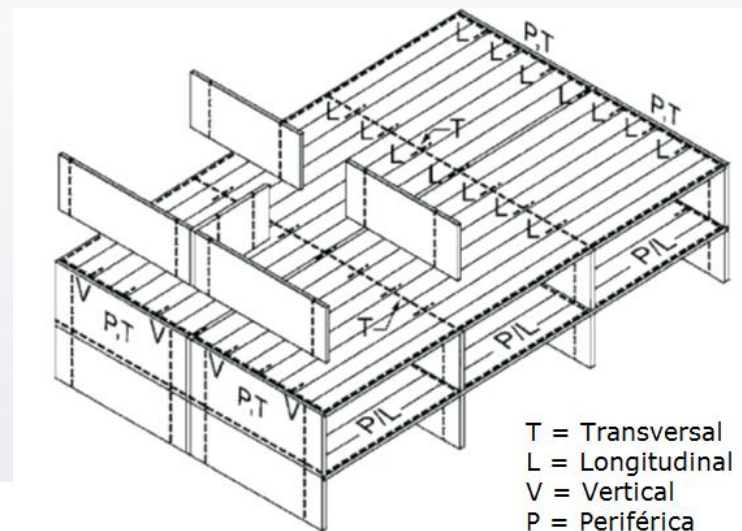
Falha devido
falta de apoio

Falha devido
acúmulo de
sobrecarga



colapso progressivo

Amarrações em estruturas de painéis portantes



Ataque terrorista à Khobar Towers – Arábia Saudita



Referências Bibliográficas Internacionais

bulletin 43



**Structural
for precast
buildings**

guide to good practice

bulletin 60



**Prefabrication
affordable housing**

state-of-art report

**PCI Connections
for precast and precast
concrete construction**

**ARCHITECTURAL
Precast Concrete**



Third Edition

NBR 9062/2014 – Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado

ABNT/CB-02 – Coordenação
CE – 02:124:06

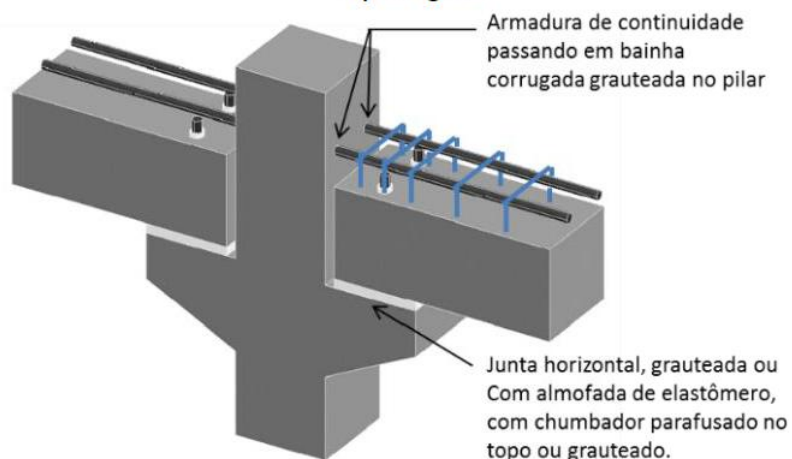
Revisão da norma em andamento – Previsão: Dez/2014

Principais alterações que permitirão desenvolver projetos de edificações de múltiplos pavimentos mais altos:

- A norma apresentará a rigidez secante de algumas tipologias de ligações VigaxPilar facilitando e aumentando a confiabilidade de projetos com *Ligações Semi-rígidas*;
- A norma apresentará um procedimento simplificado para modelagem de estruturas com *Ligações Semi-rígidas*;

Rigidez secante de ligações Viga x Pilar

Tipologia 1



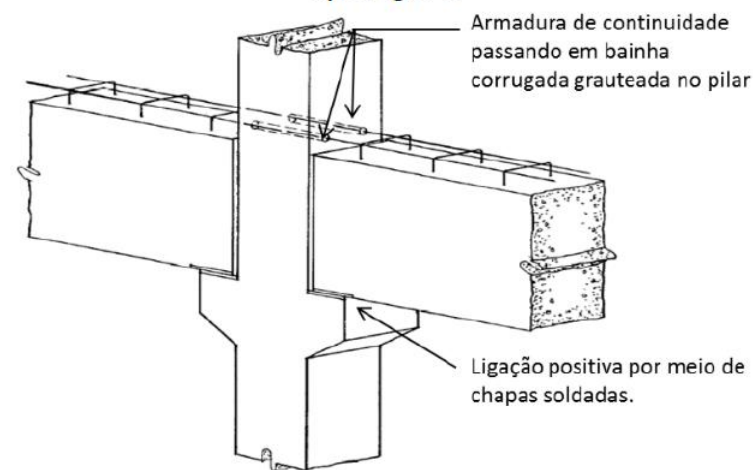
$$0,50 \leq k \leq 0,75$$

$$L_{ed,1} = 25\phi \text{ (junta grauteada)}$$

$$L_{ed,2} = 20\phi + 2/3L_c \text{ (almofada de elastômero)}$$

L_c - comprimento do consolo

Tipologia 2

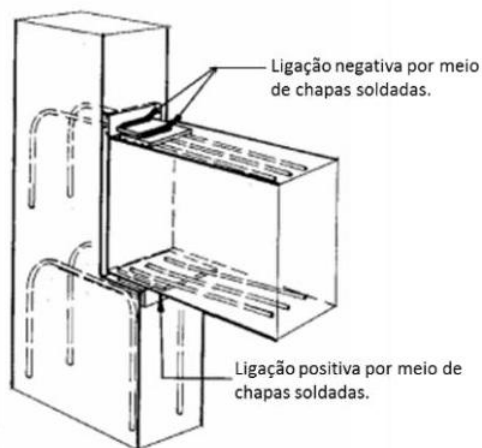


$$0,75 \leq k \leq 1,0$$

$$L_{ed} = 20\phi$$

Rigidez secante de ligações Viga x Pilar

Tipologia 4



Ligação com comportamento rígido

$$R_{sec} \geq 17(EI)_{sec}/L_{ef} \text{ (conforme 5.1.2.9)}$$

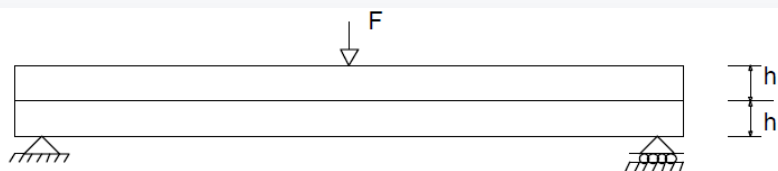
$$\beta_{RE} \geq 17$$

$$\alpha_R \geq 0,85$$

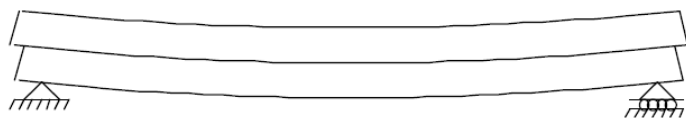


Fonte:

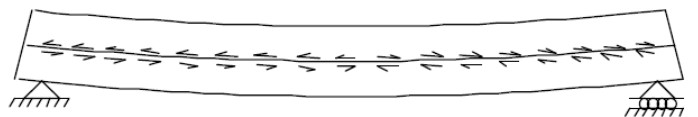
INTERFACE: PRÉ-VIGA x CONCRETO MOLDADO NO LOCAL



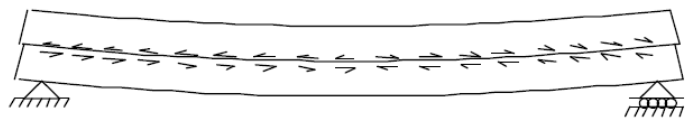
(a) viga formada por duas barras



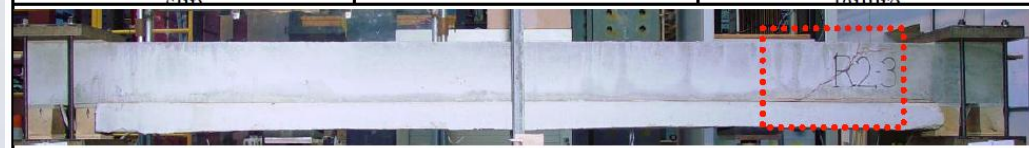
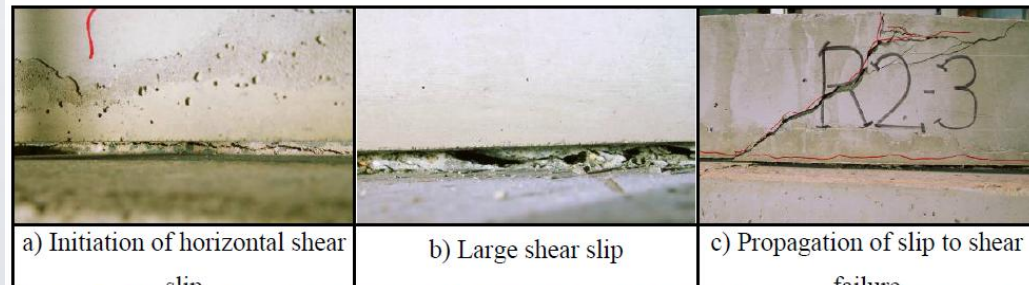
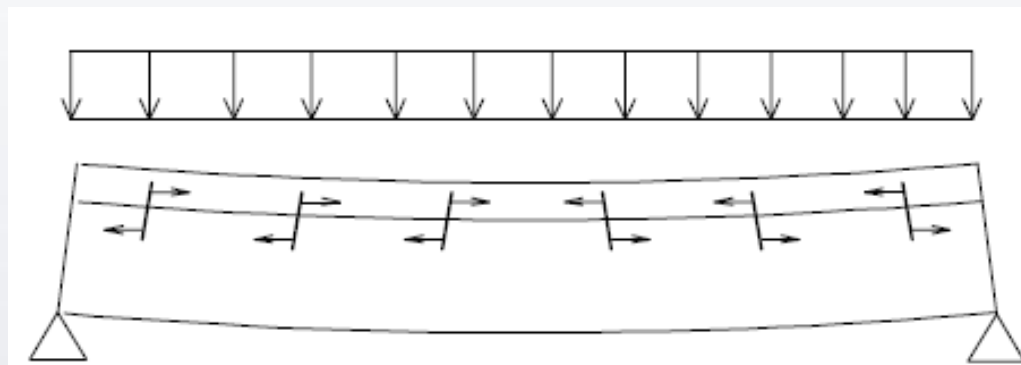
(b) barras com interface sem tensões de cisalhamento



(c) barras com transferência integral de tensões de cisalhamento



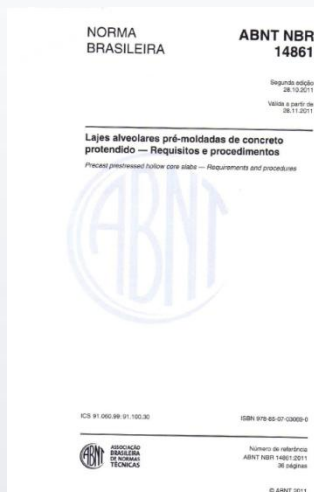
(d) barras com transferência parcial de tensões de cisalhamento



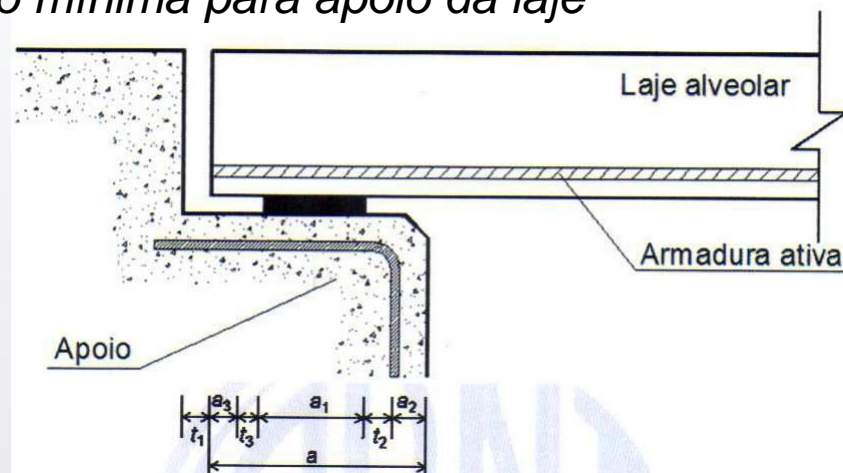
ABNT NBR 14861

Laje alveolares pré-moldadas de concreto protendido – Requisitos e procedimentos

ABNT/CB-18 - Coordenação



Dimensão mínima para apoio da laje



Cisalhamento em lajes alveolares



Fonte:

Precisamos lembrar que os sistemas estruturais ideais mudam com a altura das edificações.

Estudos mostram que não podemos pensar da mesma forma para edificações com alturas diferentes

Tipo de sistema

0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120

Laje plana e pilares

Laje plana, pilares e paredes

Treliça interpavimento

Pórtico

25

Núcleo Rígido

Pórtico c/ reforço diagonal

Paredes e pórticos associados

50

Treliça passante

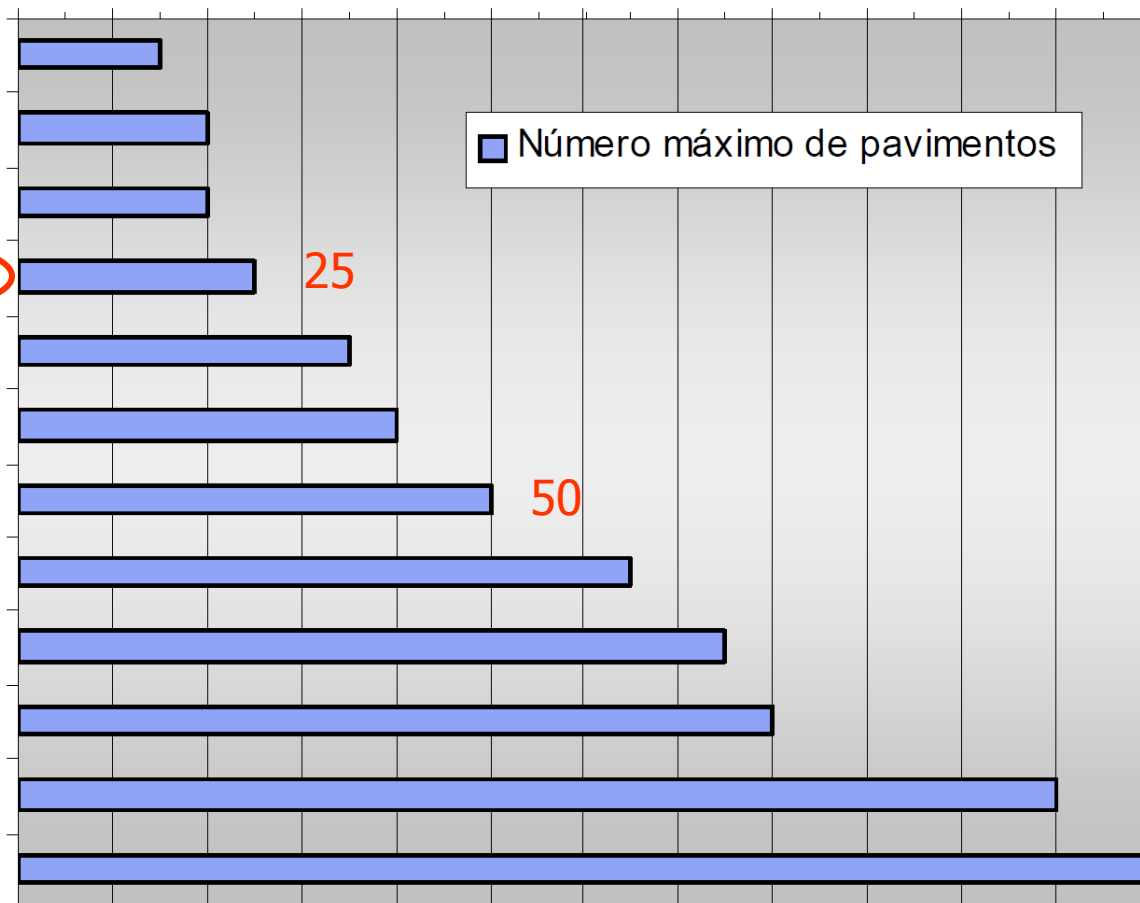
Tubo externo

Tubo externo e núcleo interno

Tubos modulares

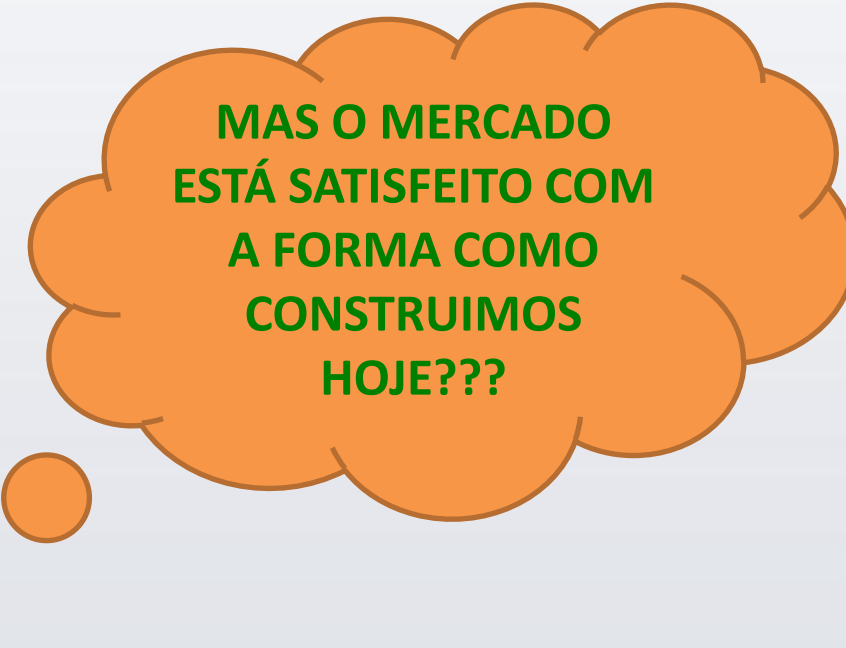
Mega estrutura em tubos treliçados

■ Número máximo de pavimentos



POR QUE OS EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS E COMERCIAIS DE MULTIPLOS PAVIMENTOS NÃO EMPLACAM NO BRASIL?

- ✓ FALTA DE TECNOLOGIA?
- ✓ CUSTO ELEVADO?
- ✓ FALTA DE FORNECEDORES?
- ✓ FALTA DE EQUIPAMENTOS DE MONTAGEM?
- ✓ PROBLEMAS DE LOGÍSTICA?
- ✓ MEDO OU RECEIO DO INSUCESSO?
- ✓ CONSERVADORISMO?
- ✓ ACOMODAÇÃO?



**MAS O MERCADO
ESTÁ SATISFEITO COM
A FORMA COMO
CONSTRUIMOS
HOJE???**



"POR QUE NÃO?"

POR QUE NÃO BUSCARMOS NOVAS ALTERNATIVAS PARA, NO MÍNIMO, TERMOS MAIS OPÇÕES EM BUSCA DA TÃO DIFÍCIL VIABILIDADE DOS EMPREENDIMENTOS.

Querendo participar do desenvolvimento de uma das normas....
Querendo conversar sobre estruturas pré-moldadas...
Querendo estudar soluções alternativas...

augusto@pedreira.eng.br

Obrigado !