

# CIMBRAMENTO E FÔRMAS.



# CIMBRAMENTO

- ▶ Conjunto de elementos que constituem uma estrutura de suporte provisória, utilizada durante a construção de vigas e lajes.



# Reescora ou Escoramento remanescente

## – Procedimentos:

Desempenho da estrutura e ausência de patologias em demais sistemas dependem diretamente do planejamento eficaz dessa estrutura provisória



### Planejamento

O plano operacional para o escoramento remanescente deve contar com **projeto próprio**, implicando diretamente nas propriedades do concreto. Os principais itens são o ciclo de concretagem, as características do concreto ao executar a laje imediatamente acima, a sobrecarga de utilização das lajes, o peso próprio, as características e o posicionamento das escoras e a quantidade de jogos necessários.



### Posicionamento

A parte inferior das fôrmas deve contar com marcas que determinem o posicionamento correto das escoras. A colocação das escoras deve ocorrer antes do lançamento do concreto. A tarefa deve ser executada pelo operário que acompanha a concretagem sob a laje.

# Reescora ou Escoramento remanescente

## - Procedimentos:



### Organização prévia

No dia do lançamento do concreto as escoras já devem estar posicionadas nos locais determinados pelo projetista estrutural. Um dia antes, devem ser



retiradas do andar mais baixo que ainda contar com escoramento residual e, por ser mais antigo, já apresenta resistência suficiente.

# Reescora ou Escoramento remanescente

## – Procedimentos:



### Aperto

A migração das cargas do cimbramento original para o remanescente tem que ser natural, com distribuição uniforme, a partir do descimbramento. Para tanto, o aperto das escoras contra a laje deve ser manual, apenas pressionando-as contra a fôrma de modo que não sobrem espaços vazios nos apoios e, tampouco, introduzam esforços danosos.

### Apoio remanescente

Por todo o período de cura, ao menos 28 dias, as escoras remanescentes devem permanecer intactas, evitando inclusive qualquer reposicionamento. Isso é importante devido à

consideração, no dimensionamento, de que as cargas são "distribuídas", o que exige distancia limitada entre as escoras, independentemente da capacidade delas.

### Escoras (ou sistema pontual)



# Reescora ou Escoramento remanescente – Procedimentos:



## Migração das cargas

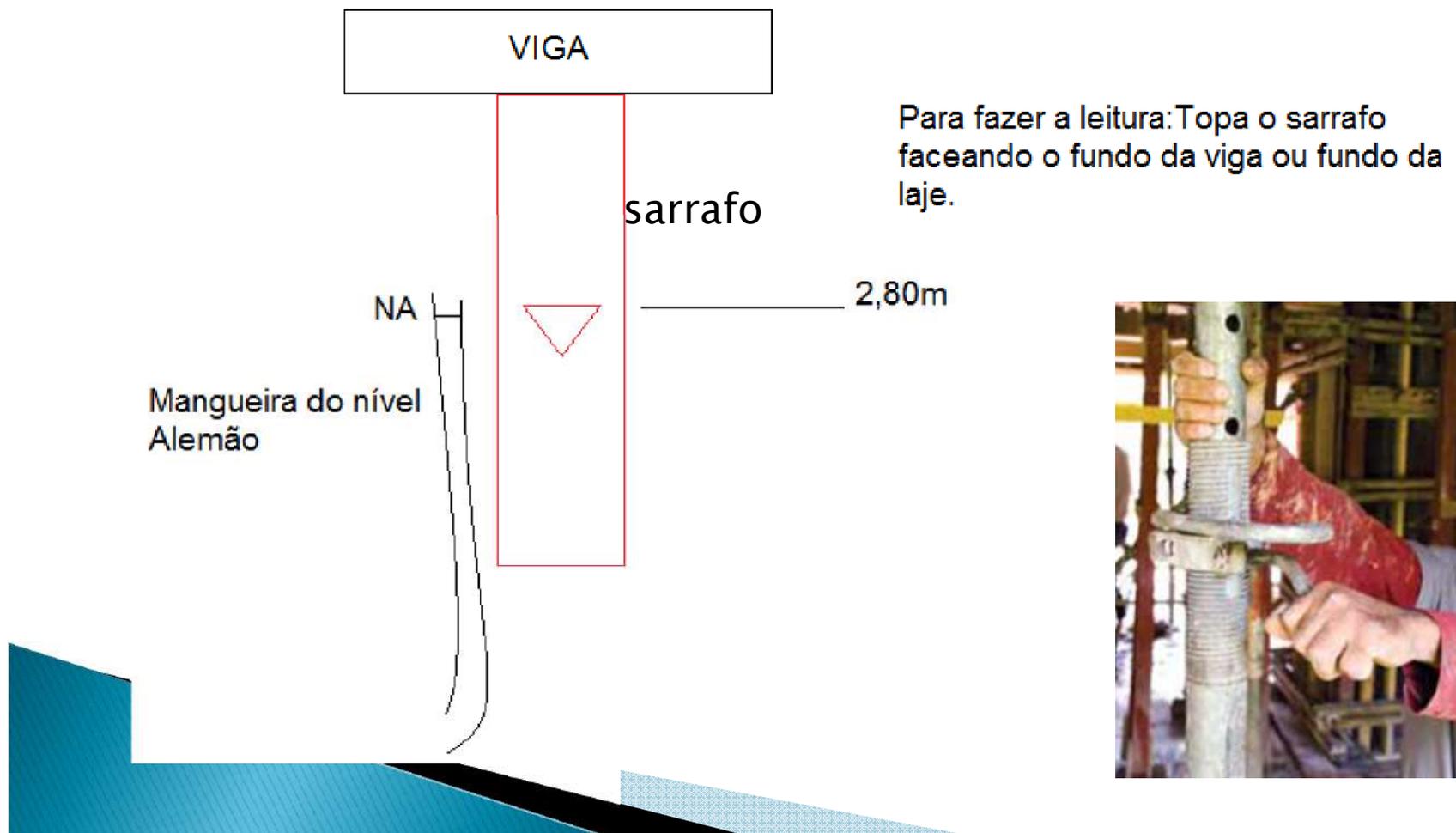
Após comprovação das características do concreto, respeito aos procedimentos de projeto e autorização do responsável pela obra, o escoramento remanescente pode ser retirado. No entanto, a retirada deve

ser realizada na seqüência indicada, transferindo corretamente as cargas para os apoios, mantendo a integridade e o bom desempenho da estrutura sem esforços não previstos.



# Nivelamento do cimbramento:

- ▶ Com o nível alemão. Por baixo das formas e com a leitura a partir da galga do sarrafo c/ mangueira de nível



# Escoramento/Reescoramento de madeira:

**Troncos** – É um sistema extremamente rudimentar e desaconselhável.

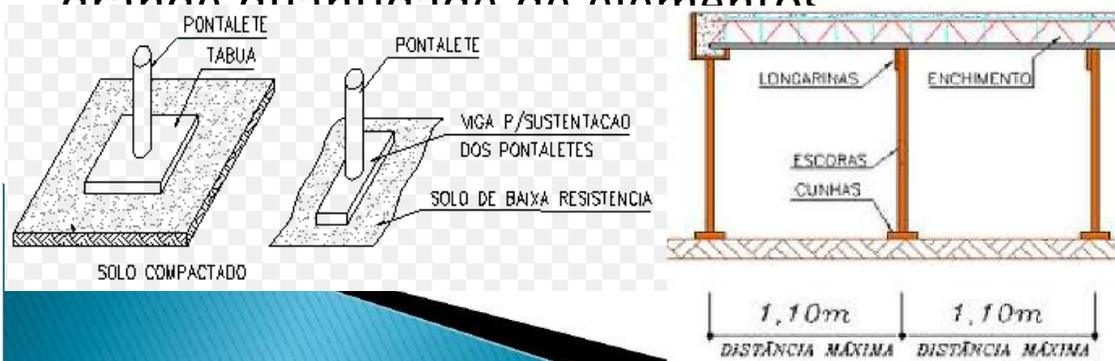
Geralmente de eucalipto, esses troncos têm um diâmetro de aproximadamente 10 cm. O material é heterogêneo, as peças são disformes e diferentes entre si e a capacidade de carga, limitada. O ajuste de altura é extremamente difícil



e o reaproveitamento é baixo.

**Pontaletes** – O pontalete de pinho já é utilizado em escala na construção. Com seção quadrada de 3 x 3 polegadas (7,5 x 7,5 cm), trata-se de um material mais homogêneo. As peças são retilíneas e sua capacidade de carga ainda é limitada. É instável no manuseio e não possui ajuste de altura.

Dependendo da laje e viga a serem reescoradas, grande quantidade de elementos

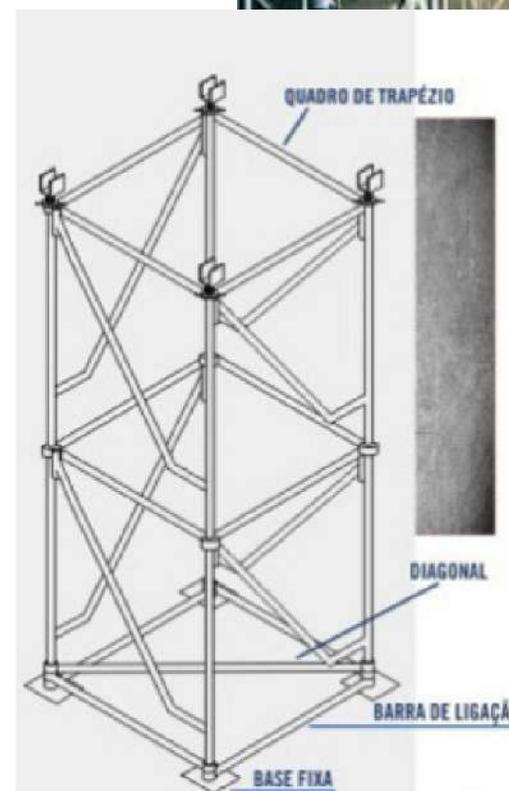


# Escoramento/Reescoramento

## Metálico:

**Escoras** – São as mais utilizadas. São encontradas no mercado para locação e venda, sua capacidade de carga é elevada e duram muitas obras. O sistema de ajuste conta com tubo tipo “flauta” ou “telescópica” furado para o ajuste grosso e rosca para o ajuste fino. Podem-se reescorar lajes e vigas com a mesma facilidade. Se o projeto de fôrmas prever faixas de reescoramento, essas escoras poderão ser colocadas abaixo dessas faixas,

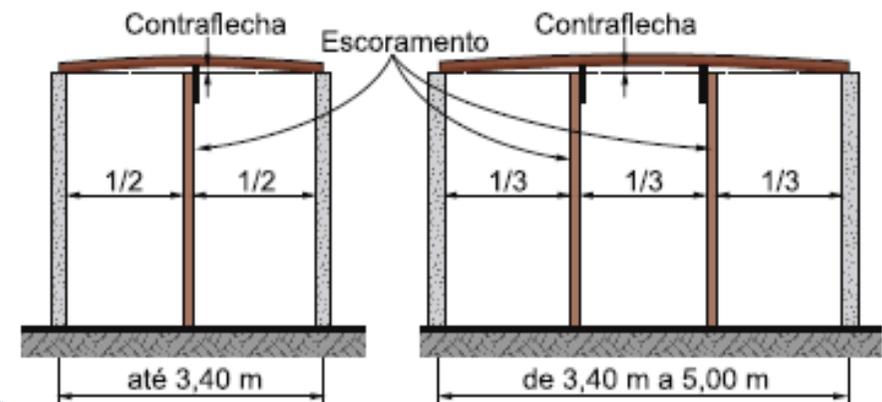
estando posicionadas já como reescoramento após a desforma. **Torres** – A utilização de torres metálicas como reescoramento é menos comum. Isso acontece em casos especiais em que a carga transferida aos pavimentos inferiores é muito elevada ou o pé direito é muito alto. Dentro do possível deve ser utilizado outro sistema, uma vez que as torres compõem-se de muitos elementos e



# ESCORAS METÁLICAS X ESCORAS DE MADEIRAS

Por que escoras metálicas levam larga vantagem em relação às de madeira?

- ▶ Capacidade de carga.
- ▶ Precisão de Nivelamento.
- ▶ Durabilidade
- ▶ Estabilidade dimensional = requisito de qualidade (caso da “laje zero”)



# Comparativo dos sistemas de cimbramento

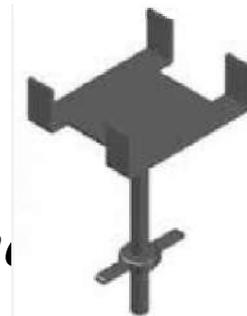
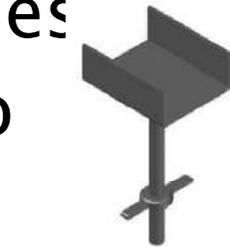
	<b>Madeira / escoras</b>	<b>Escoras</b>	<b>Torres metálicas</b>
Custo inicial	Baixo	Médio	Médio/alto
Durabilidade	Baixa	Alta	Alta
Movimentação	Geralmente manual	Geralmente manual	Manual ou mecânica
Produtividade	Baixa	Média/alta	Média
Segurança	Baixa	Média	Média/alta
Flexibilidade	Baixa	Média	Alta
Facilidade de ajustes	Baixa	Alta	Alta
Estabilidade	Baixa	Baixa	Alta
Pé-direito	Até 3 metros sem contraventamento	Normalmente até 4,5m	Praticamente qualquer altura
Quantidade de peças soltas	Média	Média	Variável

# OBSERVAÇÃO PARA LAJES CABACINHAS OU LAJES NERVURADAS

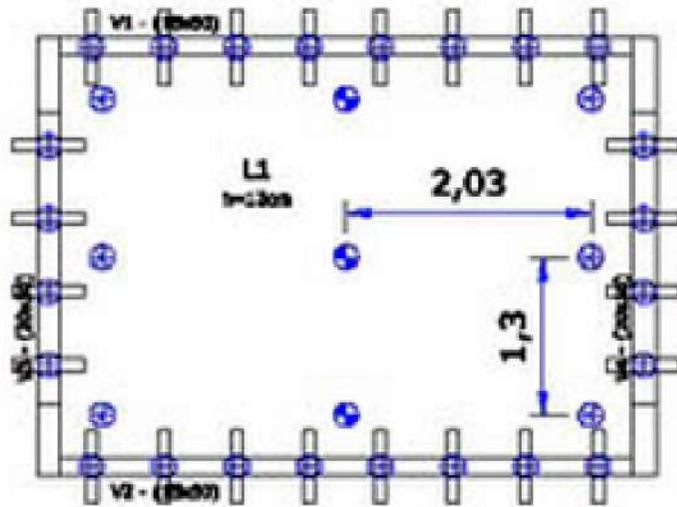


# Componentes:

- ▶ Aro de sustentação (suporte da escora)
- ▶ Escora
- ▶ Forcado simples
- ▶ Forcado duplo
- ▶ Cruzeta
- ▶ Longarina ou trama ou  $\backslash$
- ▶ Barrote ou vigotas secundarias *(paralela ao comprimento e em contato com o forçado)*

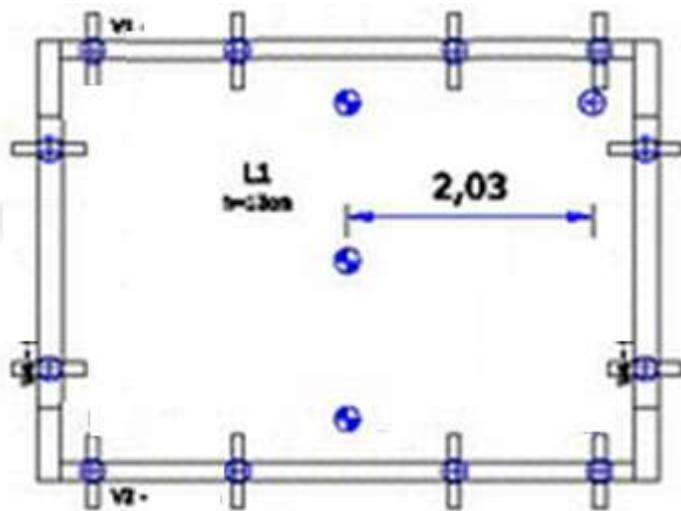


# PROJETO DE CIMBRAMENTO



LOCAÇÃO DAS ESCORAS

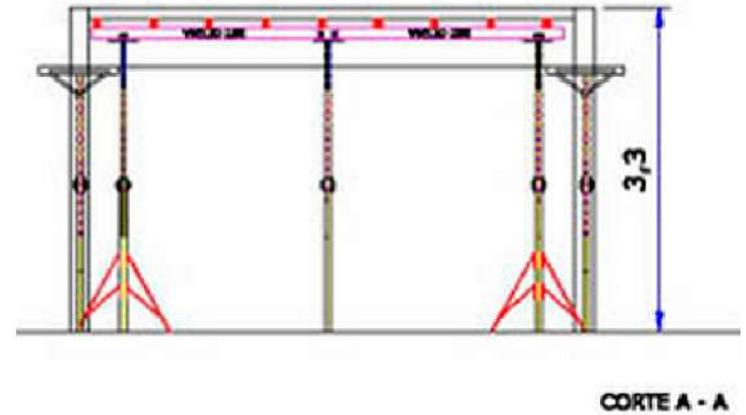
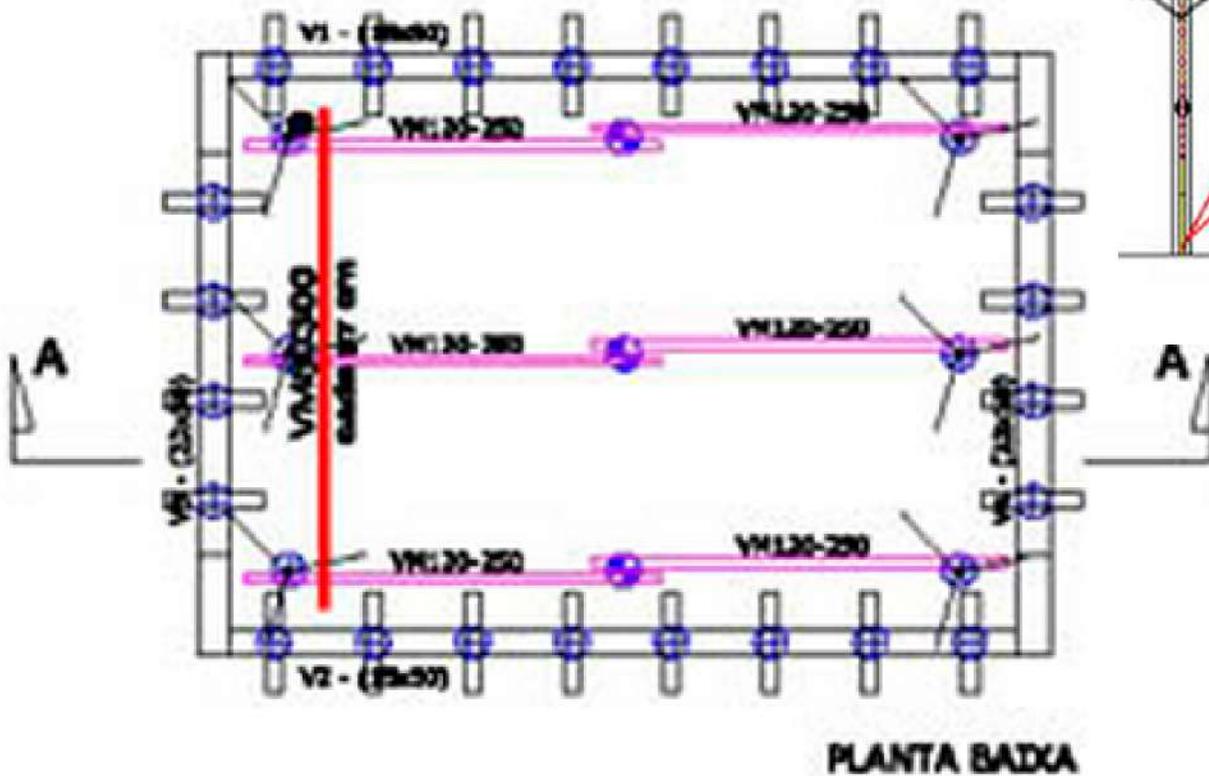
PLANTA BAIXA



LOCAÇÃO DAS REESCORAS

# PROJETO DE CIMBRAMENTO

LOCAÇÃO DAS VIGAS PRIMÁRIAS (VM 120)  
E VIGAS SECUNDÁRIAS (VM 80)



# Exemplo de Cálculo de Escoramento

## Carga vertical sobre a Fôrma:

Peso próprio da laje = espessura  $\times$   $25\text{kN/m}^3$

Sobrecarga de concretagem =  $2\text{ kN/m}^2$

Peso da fôrma e escoramento  $\sim 0,5\text{ kN/m}^2$

Exemplo laje:  $e = 30\text{ cm}$

$$q = (0,30 \times 25 + 2 + 0,5) = 10\text{ kN/m}^2$$

## Viga secundária (Barrote)

$$\delta_{\text{aplicada}} < \delta_{\text{admissível}}$$

$$M_{\text{aplicado}} < M_{\text{admissível}}$$

Depende do tipo de viga

## Espaçamento entre Barrotes

$$\delta_{\text{aplicada}} < \delta_{\text{admissível}}$$

$$M_{\text{aplicado}} < M_{\text{admissível}}$$

Depende da espessura da chapa de compensado

## Viga Primária (Principal)

$$\delta_{\text{aplicada}} < \delta_{\text{admissível}}$$

$$M_{\text{aplicado}} < M_{\text{admissível}}$$

Depende do tipo de viga

## Carga na escora

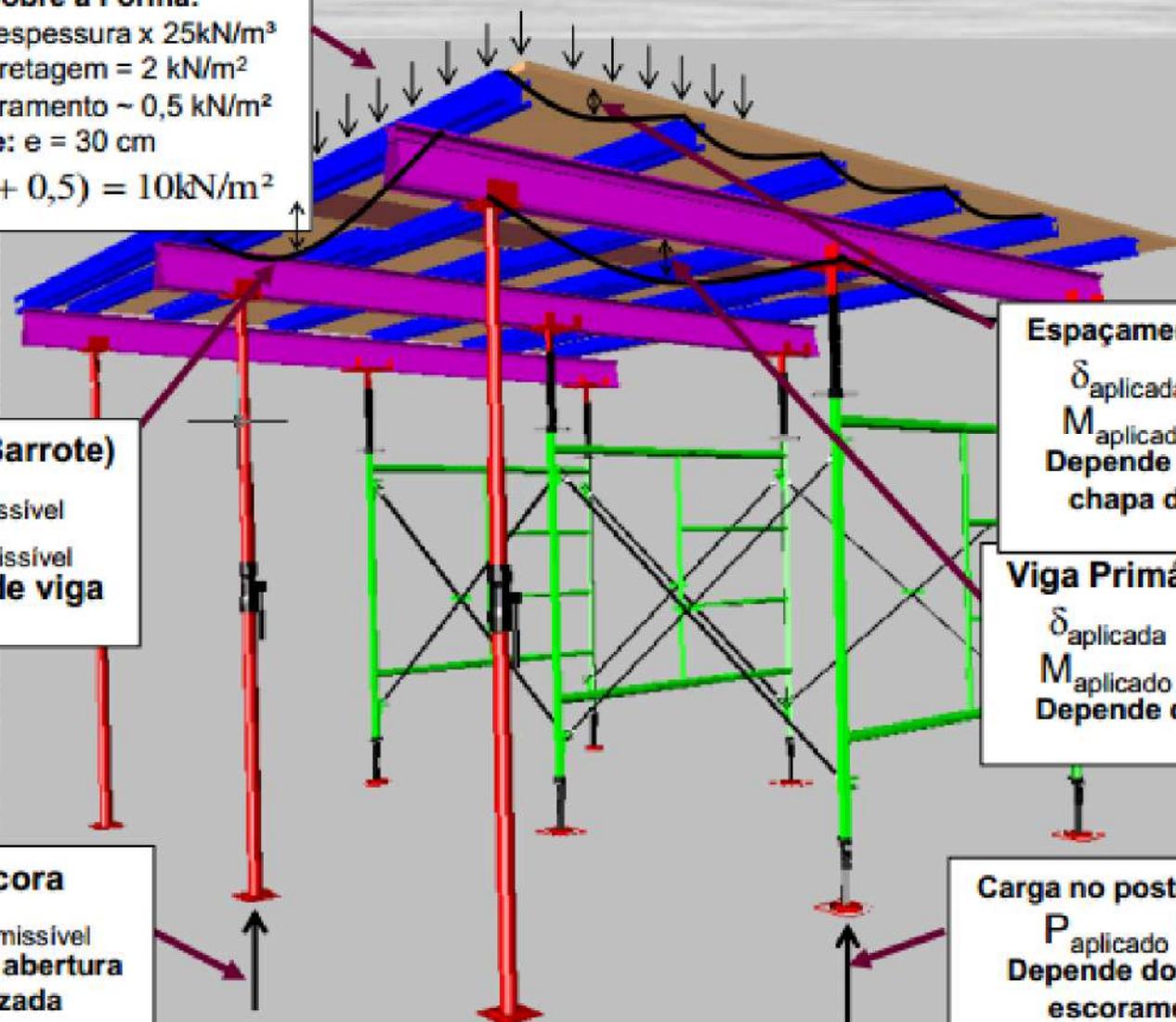
$$P_{\text{aplicado}} < P_{\text{admissível}}$$

Depende do tipo e abertura da escora utilizada

## Carga no poste do escoramento

$$P_{\text{aplicado}} < P_{\text{admissível}}$$

Depende do tipo de torre de escoramento utilizada



# FÔRMAS



FIM DO IMPROVISO EM 2009 COM A CRIAÇÃO DA  
15696  
Para trabalhar com fôrmas de madeira, as construtoras têm à sua disposição duas opções:

1-Adquirir chapas de madeira ou de compensado para produzir as fôrmas no próprio canteiro, a partir de um projeto específico.

2-Comprar o sistema pronto.

3-Há, ainda, uma terceira via, mais rara, que é a elaboração de um projeto de fôrmas, cujas peças serão fabricadas por uma empresa de fôrmas prontas.

*Entre essas opções, não há um consenso sobre qual método é melhor. "É preciso considerar a cultura da construtora. Algumas se dão bem com o sistema pronto.*

# FÔRMAS



Algumas construtoras já conseguem índices de produtividade de 0,5 homem hora/m<sup>2</sup> com fôrmas de madeira produzidas em obra



Divulgação: Mandrit

Forma com compensado plastificado: filme protetor deve ter boa resistência para garantir cerca de 30 reusos

# FÔRMAS

## Dicas

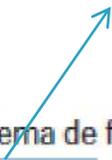
- 1) A produtividade decorre diretamente da escolha correta do sistema e do treinamento da mão-de-obra.
- 2) Deve-se procurar o sistema mais econômico, nunca o mais barato. Afinal, a qualidade da estrutura resultante influencia os custos dos outros subsistemas que compõem a construção.
- 3) Todo equipamento exige manuseio segundo o seu manual de procedimentos de execução e de inspeção.
- 4) A medida, o alinhamento e o esquadro dos painéis devem ficar dentro da tolerância dimensional estabelecida

no corte. Assim, é importante definir os procedimentos de inspeção objetivos, de maneira que o próprio profissional possa atuar como conferente dos seus serviços.

- 5) Projetos de fôrmas são sempre importantes para se tirar melhor proveito da solução escolhida. Mas no caso de fôrmas feitas em obra, é ainda mais importante estudar e planejar as fôrmas para otimizar o corte e reduzir as perdas. As bordas cortadas devem ser seladas com tinta apropriada para evitar a infiltração de umidade e elementos químicos do concreto entre as lâminas, principal fator de deterioração.

- 6) O sistema de fôrma é normatizado pela **NBR 14931** e é recomendado que seja dimensionado conforme as suas prescrições.
- 7) Para evitar que a nata do cimento escorra e o concreto perca resistência, não devem ser toleradas frestas, mas se não for possível, não poderão ter mais que 1 mm.
- 8) É importante que todo sistema de fôrma seja adquirido de empresa idônea, com devida apresentação da ART (Anotação de Responsabilidade Técnica) do Crea.

NBR 15696



# FÔRMAS METÁLICAS

## Industrialização

- ▶ Questão ambiental: diminuição do passivo ambiental
- ▶ Pouca flexibilidade em relação à madeira
- ▶ Ausência de improvisações, que fogem do previsto em projeto
- ▶ Velocidade = Ótima Produtividade
- ▶ Acabamento Final



# FÔRMAS METÁLICAS



Eficácia na contratação de sistemas metálicos depende de boa relação com o fornecedor para definição de necessidades técnicas, qualidade das peças entregues e indenizações por avarias ao devolver



Principalmente para atender à demanda do mercado imobiliário, os fornecedores de fôrmas têm buscado flexibilizar os produtos e aumentar a assistência técnica. Argumentos favoráveis ao sistema pregam racionalização, meio ambiente e produtividade

# FÔRMAS METÁLICAS

- ▶ Existem diversos sistemas no mercado:

Fôrmas Modulares



**Aplicações:** pilares, paredes, muros de arrimo, galerias, estações de tratamento de água e esgoto

**Componentes:** painéis, barras de ancoragem, chaves (presilhas) e aprumadores

SH  
Concreform



**Aplicações:** grandes estruturas de concreto, pilares, paredes, concreto aparente, fôrmas trepantes com andaime acoplado, barragens e poços de elevadores

**Componentes:** painéis modulares, grampos de alinhamento, aprumadores, andaimes, barras de ancoragem, e misulas para barragens

PASHAL  
FV 245 e FV 260



**Aplicações:** pilares, paredes e conjuntos habitacionais

**Componentes:** painéis com 1,25 e 1,025 m de altura e 0,10 a 1 m de largura, variando a cada 5 cm, barras de ancoragem, presilhas, aprumadores e andaimes de trabalho

# FÔRMAS METÁLICAS

- ▶ Existem diversos sistemas no mercado:

Mills  
Alu-L



**Aplicações:** paredes e pilares planos, circulares ou angulados

**Componentes:** painéis modulares estruturados em alumínio, com larguras variáveis e alturas entre 1,50 e 2,75 m, grampos, tirantes, porcas e acessórios

Topec



**Aplicações:** lajes planas, protendidas, nervuradas com cubetas, grandes painos de laje

**Componentes:** painéis modulares de alumínio, escoras, suportes de painel e *drophead* para escoramento remanescente

Domino



**Aplicações:** paredes, fundações

**Componentes:** painéis com módulos de 0,25 e 1,25 m de altura, travas de união, ancoragens e apuradores

# FÔRMAS TREPANTES

Sistemas rápidos.

Os conjuntos trepantes são ideais para execução de estruturas altas de concreto, nas quais o único suporte é a camada inferior já concretada. Saiba

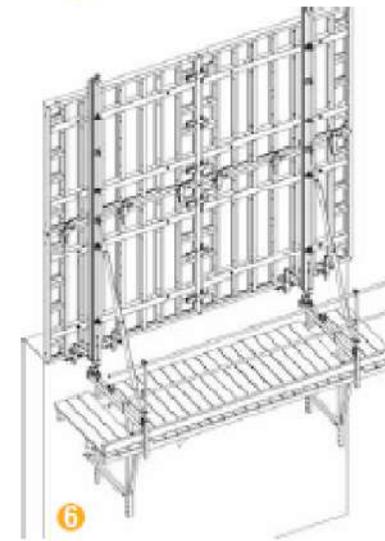
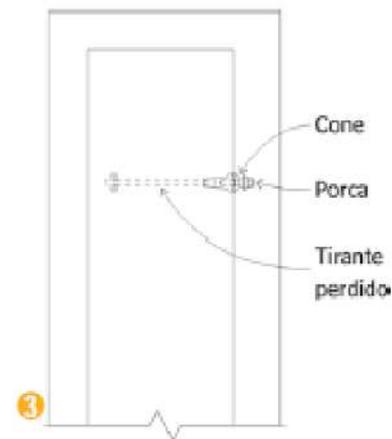
como analisar os diversos sistemas disponíveis no mercado



# FÔRMAS TREPANTES

## Montagem

- 1 Montagem do conjunto de painéis de fôrma
- 2 Colocação das velas, vigas que fazem a união entre o conjunto de painéis de fôrma aos consoles trepantes
- 3 Montagem do sistema de cone e encaixe no concreto da primeira concretagem
- 4 Travamento com tubo e braçadeira do conjunto de consoles
- 5 Montagem da plataforma de trabalho em madeira
- 6 Içamento e colocação do conjunto de painéis sobre o conjunto de consoles



# FÔRMAS TREPANTES E DESLIZANTES

## VANTAGENS E DESVANTAGENS DAS FÔRMAS TREPANTES E DESLIZANTES

	Vantagens	Desvantagens
Sistema trepante	Possibilidade de acabamento aparente	Necessidade de tratamento de juntas e furos de tirantes e cones na estrutura
	Facilidade de nivelamento e prumo	Prazo maior de execução da estrutura
	Mais econômico	Desmolde pode levar até três dias para ocorrer
	Não são necessários turnos ininterruptos de trabalho	Necessidade de lavar constantemente os equipamentos
	Possibilidade de trabalhar estruturas inclinadas	
Sistema deslizante	Execução rápida – até 30 cm/h	Necessidade de turnos noturnos (concretagem ininterrupta)
	Não há necessidade de tratamento posterior	Maior consumo de cimento e aditivos no concreto tornam a solução mais cara
	Não é necessário esperar pela cura, apenas pela "pega" do concreto	Maior dificuldade de nivelamento e prumo
	Preço por serviço, e não pelo tempo de execução do serviço	Apenas pode ser aplicada em estruturas verticais (90°) de seção constante



# FÔRMAS PLÁSTICAS



As cubetas para lajes nervuradas ganharam prestígio nas obras por permitir vencer grandes vãos

- \*Redução do consumo de concreto e das armações.
- \*produzidos em polipropileno (PP), utilizados na Europa há mais de 40 anos. No Brasil há 25 anos.

# FÔRMAS PLÁSTICAS

## VANTAGENS E LIMITAÇÕES DAS FÔRMAS PLÁSTICAS

### Vantagens

Leves, geralmente são fáceis de transportar e de estocar.

Sistema de montagem racionalizado possibilita ganhos de produtividade e de prazo.

Recicláveis, permitem grande número de reusos.

Gastos com desmoldantes podem ser reduzidos, pois a aderência da forma plástica ao concreto é próxima de zero

Quando empregadas em lajes nervuradas, as cubetas de polipropileno proporcionam redução do consumo

### Limitações

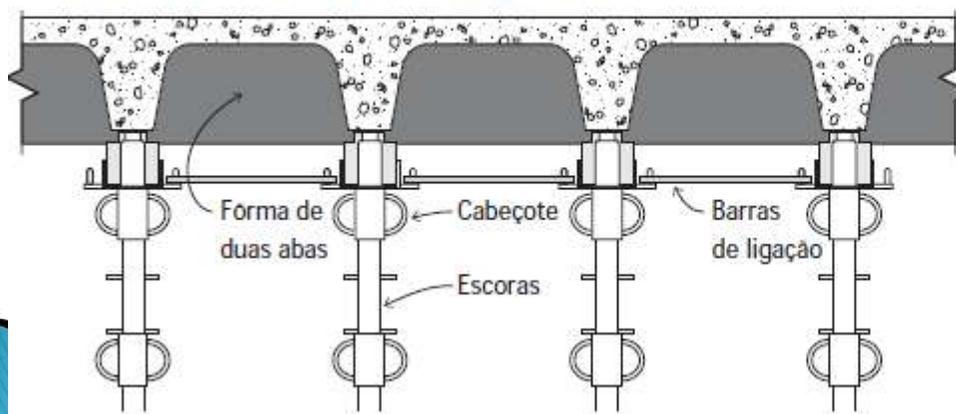
O custo de locação muitas vezes inviabiliza o sistema, dependendo de quanto durar a etapa de fôrmas.

Para efetivamente apresentar vantagens em relação à produtividade, é importante que a mão-de-obra esteja familiarizada com o sistema.

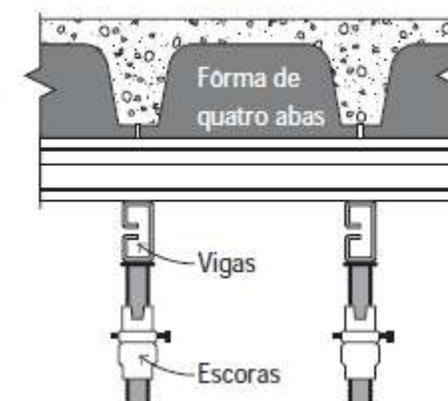
Nem sempre as fôrmas plásticas podem ser utilizadas em todos os elementos estruturais, sobretudo em vigas e pilares mais robustos.

É importante que haja compatibilidade entre o sistema de fôrmas e o de escoramento, sem perda de rigidez

Cubeta plástica apoiada em estrutura metálica



Cubeta plástica apoiada em painel



# FÔRMAS ESPECIAIS: Moldes Alternativos

- ▶ Chapas de OSB, alumínio e as já tradicionais fôrmas de papelão têm histórico diferente de mercado: umas ganham espaço e o gosto do construtor; outras desaparecem, por falta de demanda.



Fôrmas de EPS são leves, o que torna a montagem mais rápida. Após a concretagem, elas passam a fazer parte da construção

# EXEMPLO DE CÁLCULO

## Pressão concreto na Fôrma Vertical

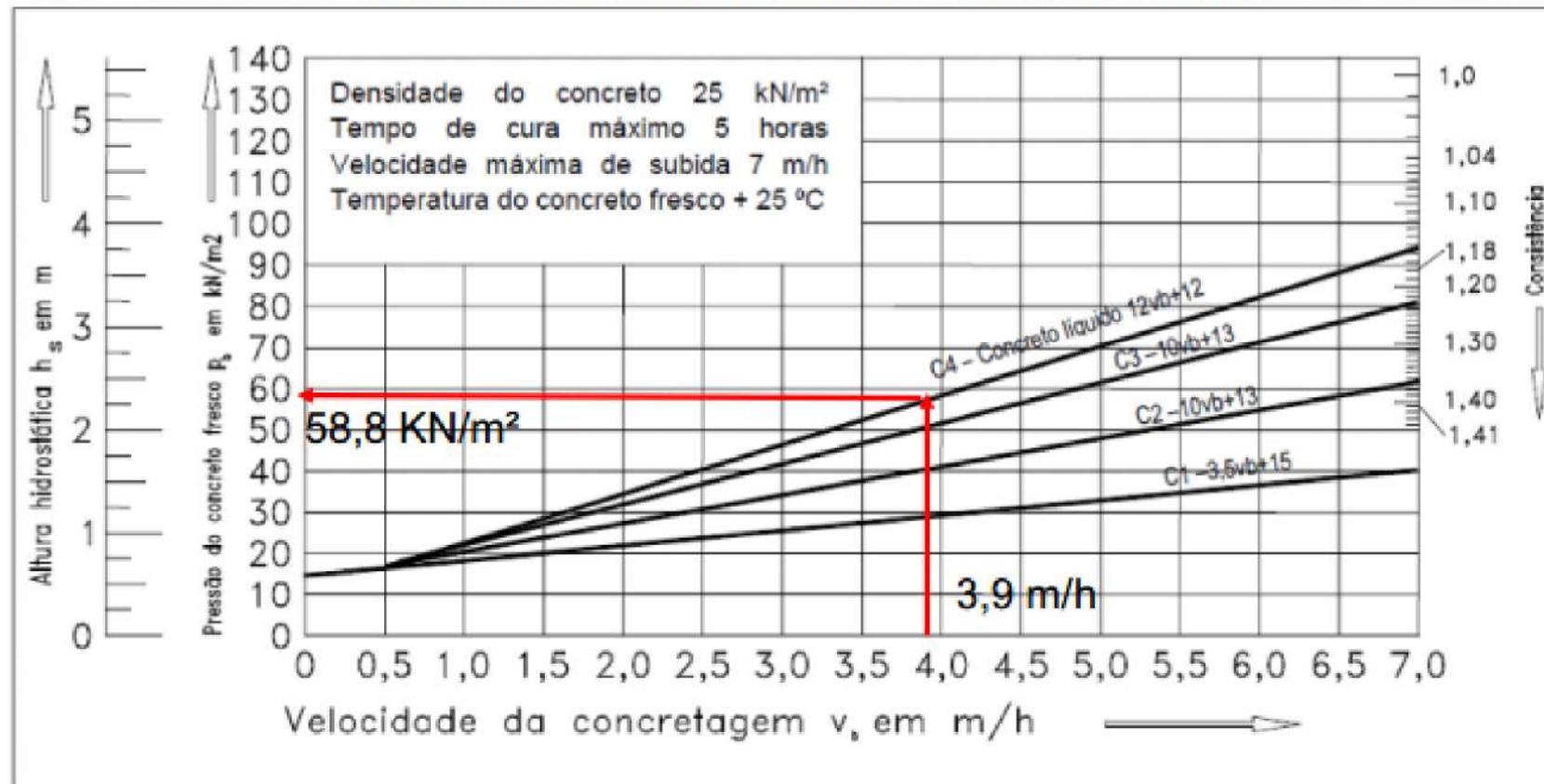
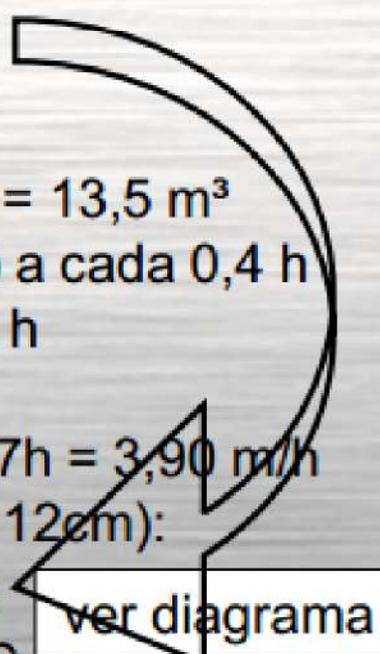


Figura D.1 – Diagrama para determinação da pressão do concreto  $P_b$ , e a altura hidrostática  $h_s$  correspondente, em função da velocidade da concretagem  $v_b$  e da consistência

# EXEMPLO DE CÁLCULO

## Pressão concreto na Fôrma Vertical

- ❑ Dados da obra: Concretagem de parede
    - Altura de concretagem =  $h = 3,00\text{m}$
    - Espessura da parede =  $0,30\text{m}$
    - Comprimento da parede =  $15,0\text{m}$
    - Tipo de lançamento de concreto = Bomba
      - Slump do concreto =  $12\text{cm}$
    - Temperatura do concreto fresco =  $20^\circ\text{C}$ 
      - Tipo de vibração = interna
  - ❑ Cálculo do volume de concreto:  $V = 3,00 \times 0,30 \times 15,0 = 13,5\text{ m}^3$
  - ❑ Cálculo do tempo total de concretagem: 1 caminhão ( $7\text{m}^3$ ) a cada  $0,4\text{ h}$ 
    - 1 caminhão ( $7\text{m}^3$ ) a cada 20 minutos =  $0,4\text{ h}$
    - $T = 13,5 \times 0,4 / 7 = 0,77\text{ horas}$
  - ❑ Velocidade de subida do concreto:  $V_b = h / T = 3,00\text{m} / 0,77\text{h} = 3,90\text{ m/h}$ 
    - ❑ Pressão do concreto fresco para  $25^\circ\text{C}$  e C4 (slump  $12\text{cm}$ ):
      - $P_b = 12V_b + 12 = 58,8\text{ KN/m}^2$  - Temperatura =  $25^\circ\text{C}$
      - $P_b = 58 \times 115\% = \mathbf{67,6\text{ KN/m}^2}$  - Temperatura =  $20^\circ\text{C}$
- 

# EXEMPLO DE CÁLCULO

## Pressão concreto na Fôrma Vertical

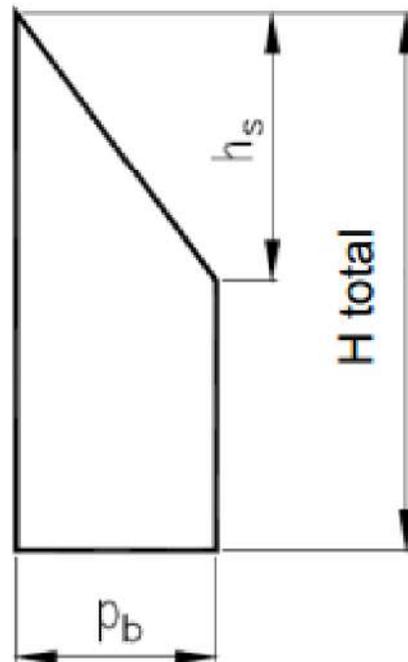


Figura D.2 – Distribuição da pressão do concreto fluido

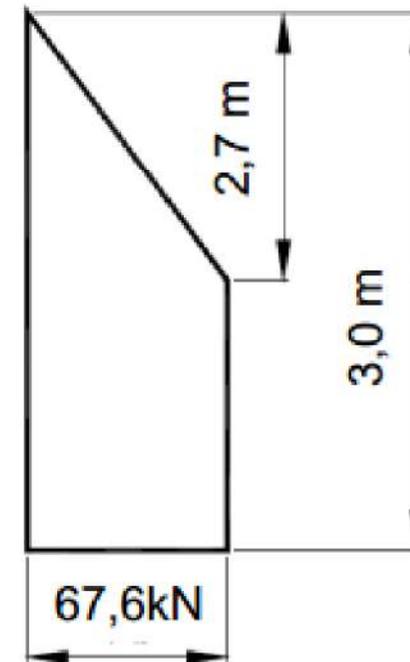


Figura D.2 – Distribuição da pressão do concreto fluido