

ARTIGO ABRASFE

Manual de informações básicas de reescoramento e escoramento remanescente

Introdução:

Este segundo E-book tem como finalidade introduzir as definições de reescoramento e escoramento remanescente e conceitos básicos para execução de projetos, tipos de reescoramento, cuidados na montagem e desmontagem e responsabilidades.

Essas informações estão fundamentadas na NBR 15696:2009, NBR 14931:2004, pesquisas na internet e reuniões dos comitês de engenharia da ABRASFE.

Jefferson Silva

Manual de informações básicas de reescoramento e escoramento remanescente

Definição:

Reescoramento e escoramento remanescente é o nome dado às estruturas provisórias auxiliares destinadas a absorção parcial das combinações normais ou de construções diretas provenientes das ações permanentes e variáveis, transmitindo-as às bases de apoios rígidos ou flexíveis.

Generalidades conforme NBR 15696:2009

A construção de estruturas com vários pavimentos em concreto armado pressupõe a necessidade de estudar as capacidades de carga das estruturas previamente concretadas, em suas respectivas idades, bem como as estruturas de reescoramento e escoramento remanescente, antes de serem submetidos aos esforços oriundos das concretagens posteriores.



ABRASFE

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS
DE FÓRMAS, ESCORAMENTOS E ACESSO

Manual de informações básicas de reescoramento e escoramento remanescente

Fatores que influenciam os reescoramentos e escoramentos remanescentes:

- a) peso próprio da laje e demais componentes do pavimento;
- b) dimensões dos panos de lajes que compõem o pavimento;
- c) ciclo de concretagem dos pavimentos posteriores;
- d) sobrecarga de utilização dos pavimentos, no processo evolutivo das concretagens e demais etapas executivas de obra;
- e) sobrecarga de uso e cargas permanentes utilizadas no cálculo da estrutura definitiva;
- f) resistência e módulo de elasticidade nos prazos de retirada dos reescoramentos e escoramentos remanescentes e das concretagens de novas lajes;
- g) resistência e módulo de elasticidade final do concreto aos 28 dias; e
- h) características de deformação vertical por carga aplicada nas escoras ou torres aplicadas nos reescoramentos e escoramentos remanescentes.



ABRASFE

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS
DE FÓRMAS, ESCORAMENTOS E ACESSO

Manual de informações básicas de reescoramento e escoramento remanescente

Informações e verificações que devem constar no projeto de reescoramento e escoras remanescentes:

A obtenção do projeto contendo a quantidade e distribuição dos reescoramentos e escoramentos remanescentes é de incumbência do responsável técnico pela obra ou de outro profissional qualificado para este fim, contratado para sua elaboração.

O projeto dos reescoramentos e escoramentos remanescentes deve conter:

- a) a distribuição e posicionamento dos elementos resistentes;
- b) a definição das características de resistência e deformabilidade dos elementos resistentes;
- c) a verificação das diversas capacidades de carga dos pavimentos imediatamente inferiores, nas diversas idades de aplicação das cargas provenientes das concretagens posteriores;
- d) a verificação das diversas capacidades de carga dos pavimentos superiores, nas diversas idades de aplicação das cargas provenientes da retirada dos escoramentos remanescentes de um nível inferior;
- e) processo de remoção do reescoramento e escoramento remanescente, considerando o funcionamento global da estrutura.



ABRASFE

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS
DE FÓRMAS, ESCORAMENTOS E ACESSO

Manual de informações básicas de reescoramento e escoramento remanescente

Parâmetros mínimos a serem considerados na elaboração dos projetos:

Na elaboração do projeto de reescoramento e escoramento remanescente devem ser considerados os seguintes parâmetros mínimos, independentemente de valores mais privilegiados que possam ser informados pelo cliente final:

- a) sobrecarga de utilização dos pavimentos, no processo evolutivo das concretagens e demais etapas executivas de obra não inferior a 1 kN/m^2 ;
- b) as distâncias máximas recomendadas para posicionamento dos elementos verticais de suporte são $2,0 \text{ m} \times 2,0 \text{ m}$, sendo que vãos maiores poderão ser utilizados desde que justificados pelo projetista da estrutura de concreto;



ABRASFE

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS
DE FÓRMAS, ESCORAMENTOS E ACESSO

Manual de informações básicas de reescoramento e escoramento remanescente

Remoção das fôrmas e escoramento:

Considerações da norma NBR 14931:2004 - Execuções de estrutura de concreto - Procedimentos

A retirada das fôrmas e do escoramento só pode ser feita quando o concreto estiver suficientemente endurecido para resistir às ações que sobre ele atuarem e não conduzir a deformações inaceitáveis, tendo em vista o baixo valor do módulo de elasticidade do concreto (E_{ci}) e a maior probabilidade de grande deformação diferida no tempo quando o concreto é solicitado com pouca idade.

Para o atendimento dessas condições, o responsável pelo projeto da estrutura deve informar ao responsável pela execução da obra os valores mínimos de resistência à compressão e módulo de elasticidade que devem ser obedecidos concomitantemente para a retirada das fôrmas e do escoramento, bem como a necessidade de um plano particular (sequência de operações) de retirada do escoramento.



ABRASFE

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS
DE FÔRMAS, ESCORAMENTOS E ACESSO

Manual de informações básicas de reescoramento e escoramento remanescente

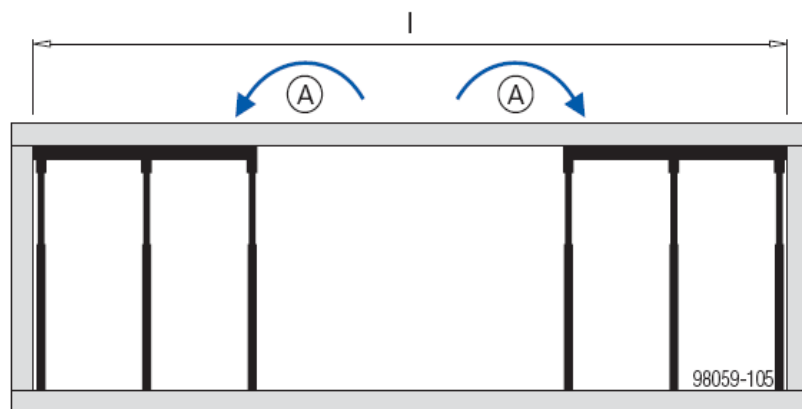
Tipos de reescoramento:

1) Com alívio total de cargas (Ativação da laje – reescoramento)

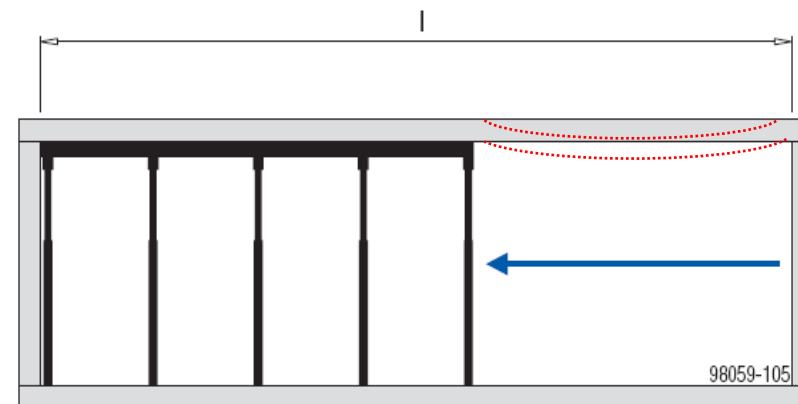
O escoramento é retirado após a concretagem e cura da laje, ativando e permitindo que a mesma se deforme.

O reescoramento entra para absorver as cargas adicionais de etapas de concretagens posteriores.

Retirar o escoramento do centro para extremidade simultaneamente, ou de uma extremidade para outra.



Do centro para extremidade



De uma extremidade para outra

Manual de informações básicas de reescoramento e escoramento remanescente

Tipos de reescoramento:

1) Com alívio total de cargas (Ativação da laje – reescoramento)

Com a retirada do escoramento a laje é ativada, permitindo que a mesma se deforma.



Manual de informações básicas de reescoramento e escoramento remanescente

Tipos de reescoramento:

1) Com alívio total de cargas (Ativação da laje – reescoramento) Sistema de mesa voadora.



Manual de informações básicas de reescoramento e escoramento remanescente

Tipos de reescoramento:

2) Com alívio parcial de cargas (Com ativação gradual da laje – escoramento remanescente)

Ocorre quando o reescoramento sendo parte do escoramento é aliviado através das roscas de ajuste fino após a concretagem e cura, permitindo que a laje se deforme gradualmente, passo a passo, sem que o mesmo seja retirado.



Manual de informações básicas de reescoramento e escoramento remanescente

Tipos de reescoramento:

3) Sem alívio de cargas (Sistema Deck) – escoramento remanescente

Esse sistema é composto de escoras e painéis, que são montados antes da concretagem e permanecerão como reescoramento durante a cura do concreto, sendo retirado apenas os painéis das lajes. Com isso a laje é impedida de se deformar transmitindo os esforços às demais.

Nesse sistema ocorre o acúmulo de cargas nas escoras dos níveis inferiores, dessa forma deve-se atentar a capacidade de carga das escoras para que as mesmas não sejam carregadas além de sua capacidade e se deformem excessivamente , podendo causar danos as escoras e principalmente patologias irreversíveis na estrutura.



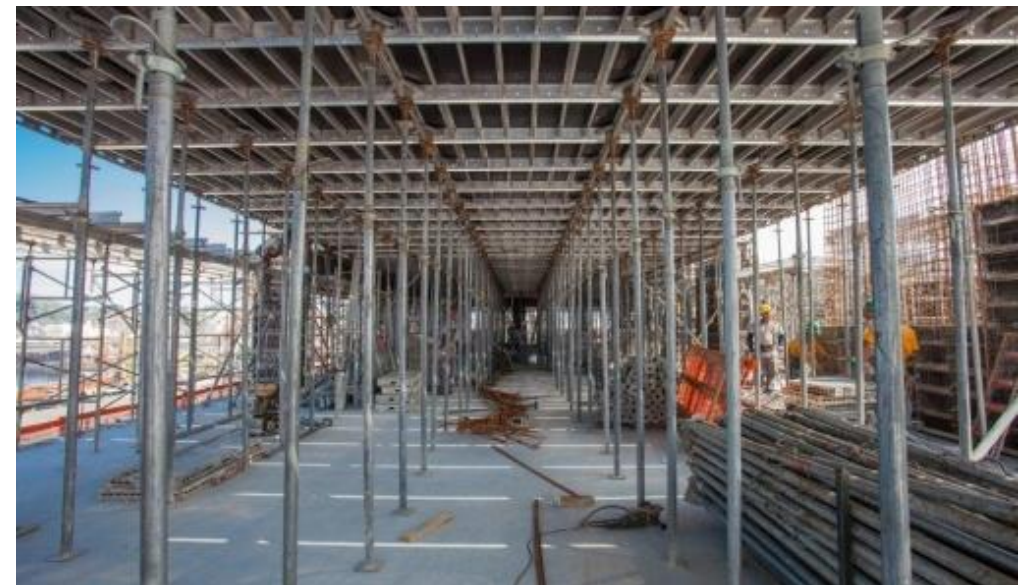
ABRASFE

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS
DE FÓRMAS, ESCORAMENTOS E ACESSO

Manual de informações básicas de reescoramento e escoramento remanescente

Tipos de reescoramento:

3) Sem alívio de cargas (Sistema Deck) – escoramento remanescente



Manual de informações básicas de reescoramento e escoramento remanescente

Tipos de reescoramento:

3) Sem alívio de cargas (Sistema com cubeta)



Manual de informações básicas de reescoramento e escoramento remanescente

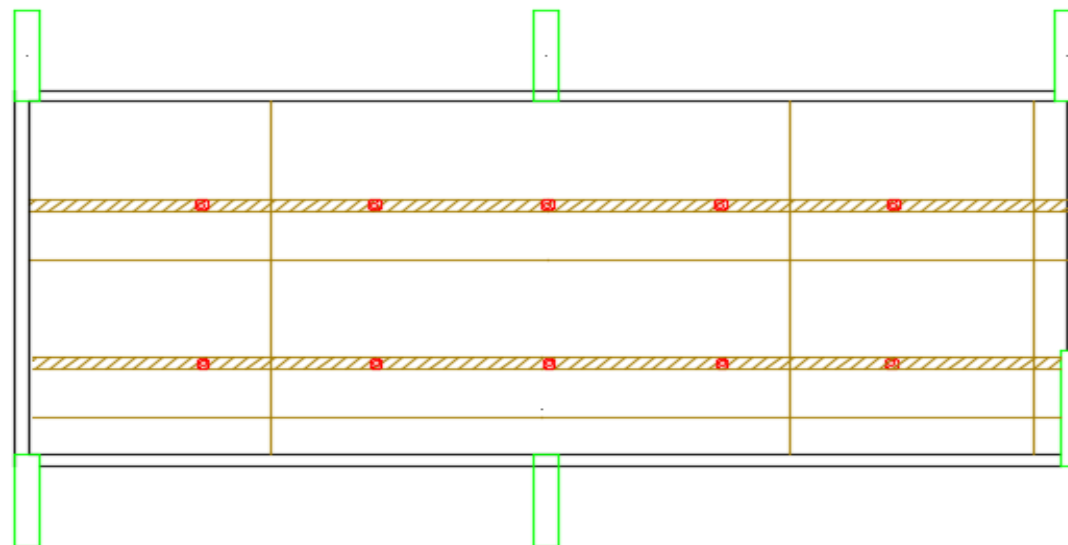
Tipos de reescoramento:

4) Sem alívio de cargas, mas com carregamento posterior a concretagem (reescoramento)

Nesse tipo de reescoramento, após a montagem do escoramento, se inicia a distribuição das fôrmas das lajes (chapas de compensado) onde são posicionadas as faixas de reescoramento, de aproximadamente 15 cm de largura e sob as mesmas serão colocadas as escoras do reescoramento “**após**” a concretagem, conforme previsto em projeto.

O escoramento e as fôrmas serão retirados após o posicionamento/colocação do reescoramento.

Posicionamento do reescoramento
após concretagem sob as faixas



Manual de informações básicas de reescoramento e escoramento remanescente

Tipos de reescoramento:

4) Sem alívio de cargas, mas com carregamento posterior a concretagem (reescoramento)

Faixas para reescoramento



Manual de informações básicas de reescoramento e escoramento remanescente

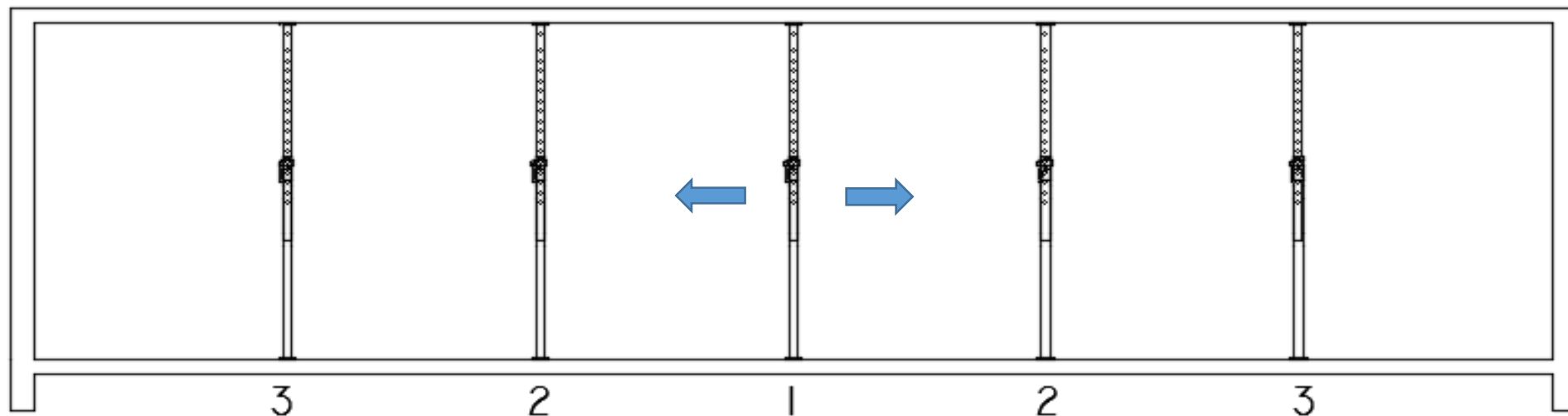
Tipos de reescoramento:

4) Sem alívio de cargas, mas com carregamento posterior a concretagem (reescoramento)



Manual de informações básicas de reescoramento e escoramento remanescente

Cuidados na retirada do reescoramento e escoramento remanescente:



Primeiro passo: aliviar as escoras do centro em direção as extremidades (apoios), sem retirar as mesmas.

Segundo passo: retirar as escoras do centro para as extremidades, caso contrário, ou seja, retirando-se as escoras da extremidade (apoios) para o centro, a escora central ficará sobrecarregada, com isso ocorrerá inversão do momento no centro da laje causando sérias patologias a estrutura.

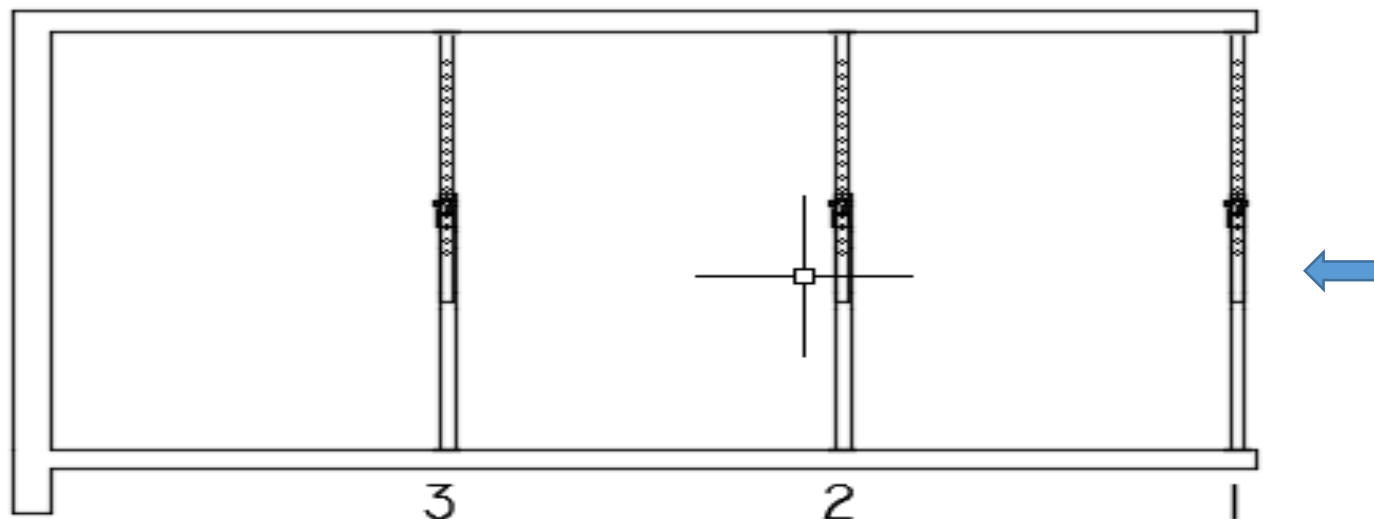


ABRASFE

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS
DE FÓRMAS, ESCORAMENTOS E ACESSO

Manual de informações básicas de reescoramento e escoramento remanescente

Cuidados na retirada do reescoramento e escoramento remanescente para estruturas em balanço:



Retirar as escoras do início do balanço até o engaste

Primeiro passo: aliviar as escoras da extremidade em direção ao apoio, sem retirar as mesmas.

Segundo passo: retirar as escoras da extremidade em direção ao apoio (engaste), caso contrário, ou seja, retirando-se as escoras do apoio em direção a extremidade, a escora da extremidade ficará sobrecarregada, com isso ocorrerá inversão do momento no apoio (engaste) da laje causando sérias patologias a estrutura.



Manual de informações básicas de reescoramento e escoramento remanescente

Cuidados relevantes com o reescoramento e escoramento remanescente:

Em função das alterações nos projetos estruturais devido a:

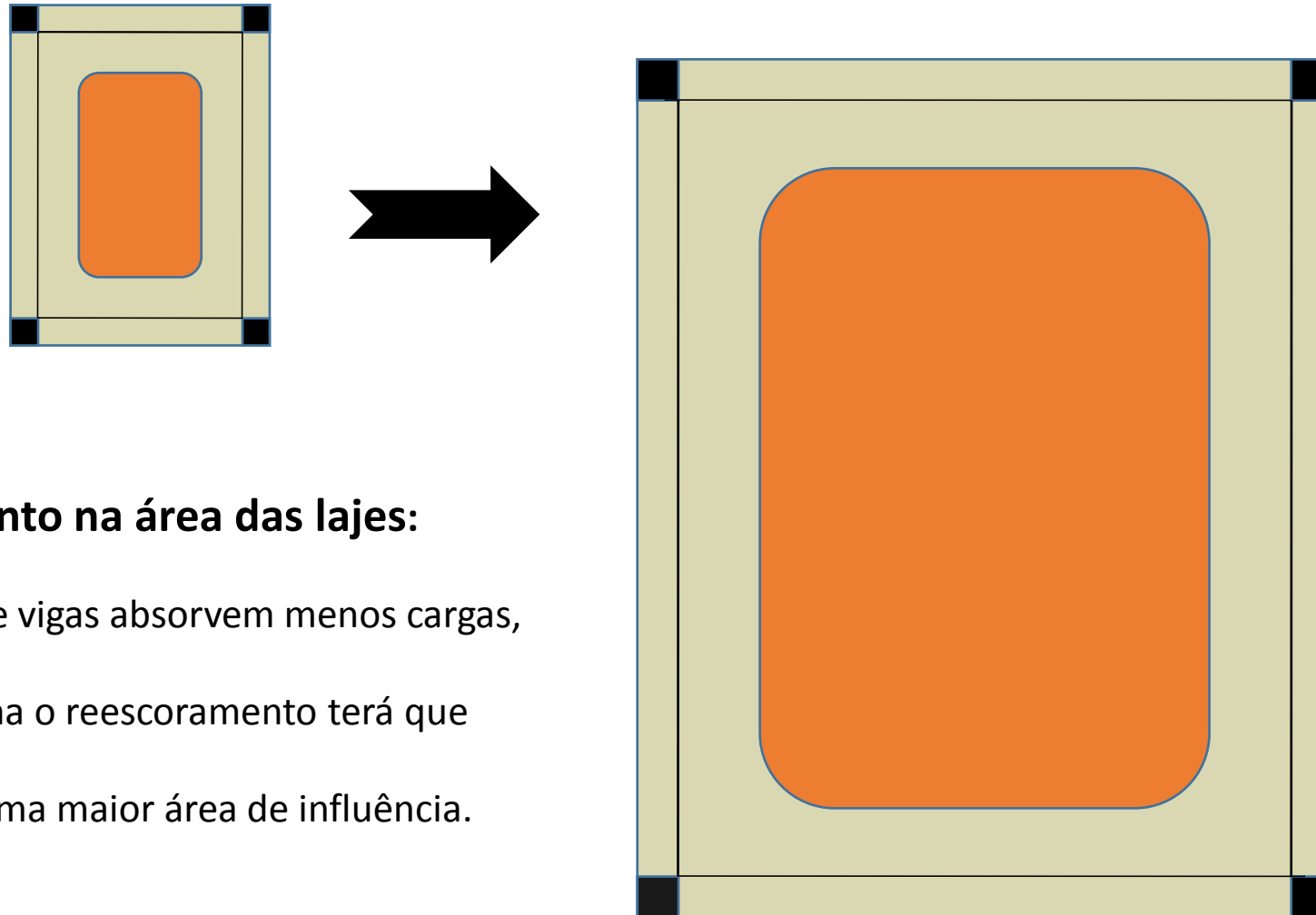
- ✓ Mudança de geometria das lajes com maiores panos (dimensões), acarretando em maior flexibilidade das mesmas.
- ✓ Ex; antes os panos de lajes tinham em média, 3m x 4m, 4m x 4m ou 4m x 5m, hoje temos panos com 5m x 8m, 8m x 10m, 10m x 10m, ou até maiores.
- ✓ Aumento da sobrecarga de projeto nas lajes, acarretando em maior peso próprio.
- ✓ Ex: Hoje dependendo da finalidade do seu uso, as lajes suportam um maior número de equipamentos ou estoques, ex: indústria gráfica e seus equipamentos e estoques de papel, biblioteca, etc ... , ou seja, mais sobrecarga em função de alterações do uso, aumentando a sobrecarga de projeto e o peso próprio da laje.



ABRASFE

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS
DE FÓRMAS, ESCORAMENTOS E ACESSO

Manual de informações básicas de reescoramento e escoramento remanescente



Aumento na área das lajes:

os pilares e vigas absorvem menos cargas,
dessa forma o reescoramento terá que
suportar uma maior área de influência.



Manual de informações básicas de reescoramento e escoramento remanescente

Cuidados relevantes com o reescoramento e escoramento remanescente:

fcj – Ecj X idade do concreto:

Fcj (Resistencia do concreto nas idades de aplicação de carga)

Ecj (Módulo de deformação secante nas idades de aplicação de carga)

Os dados dos ensaios realizados em corpos de prova retirados das lajes a “x” dias, são as referencias para permitir com base nos valores mínimos fornecidos pelo projeto estrutural, efetuar a desforma ou retirada do escoramento, conforme projeto de reescoramento.

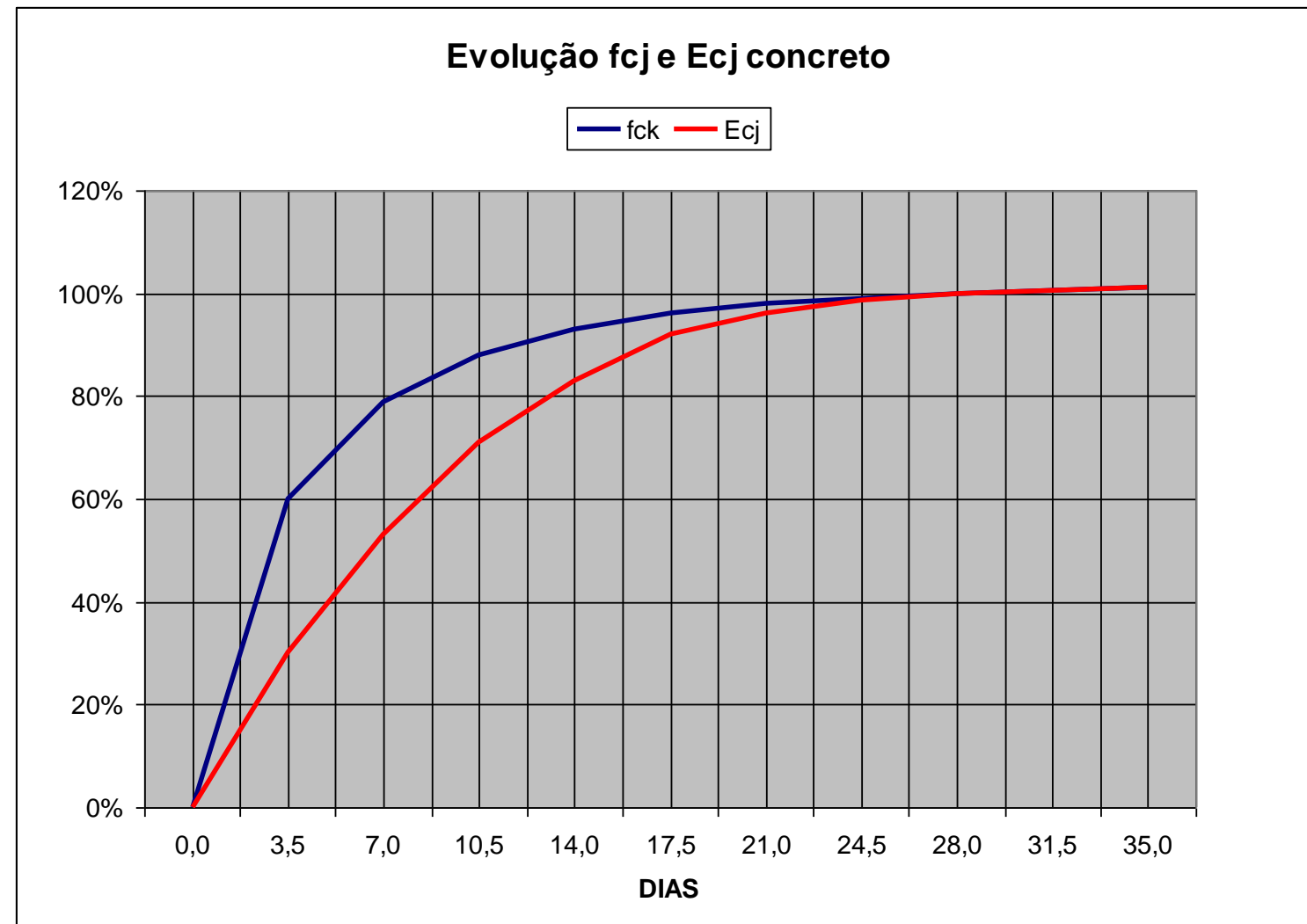


ABRASFE

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS
DE FÓRMAS, ESCORAMENTOS E ACESSO

Manual de informações básicas de reescoramento e escoramento remanescente

fcj – Ecj X idade do concreto:



Manual de informações básicas de reescoramento e escoramento remanescente

Exemplo de reescoramento

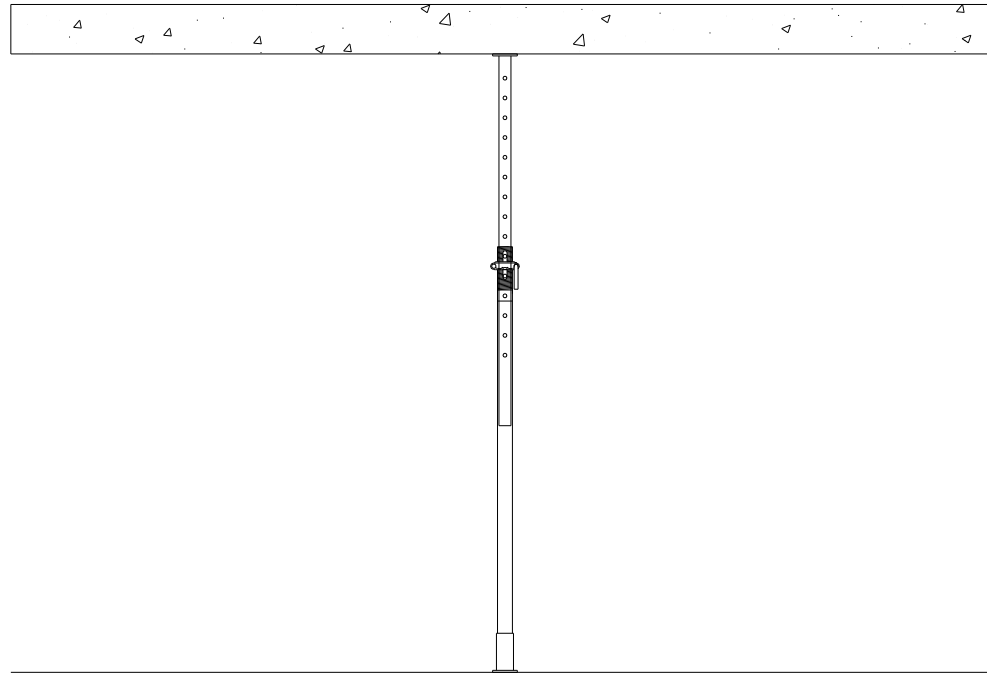


ABRASFE

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS
DE FÓRMAS, ESCORAMENTOS E ACESSO

Manual de informações básicas de reescoramento e escoramento remanescente

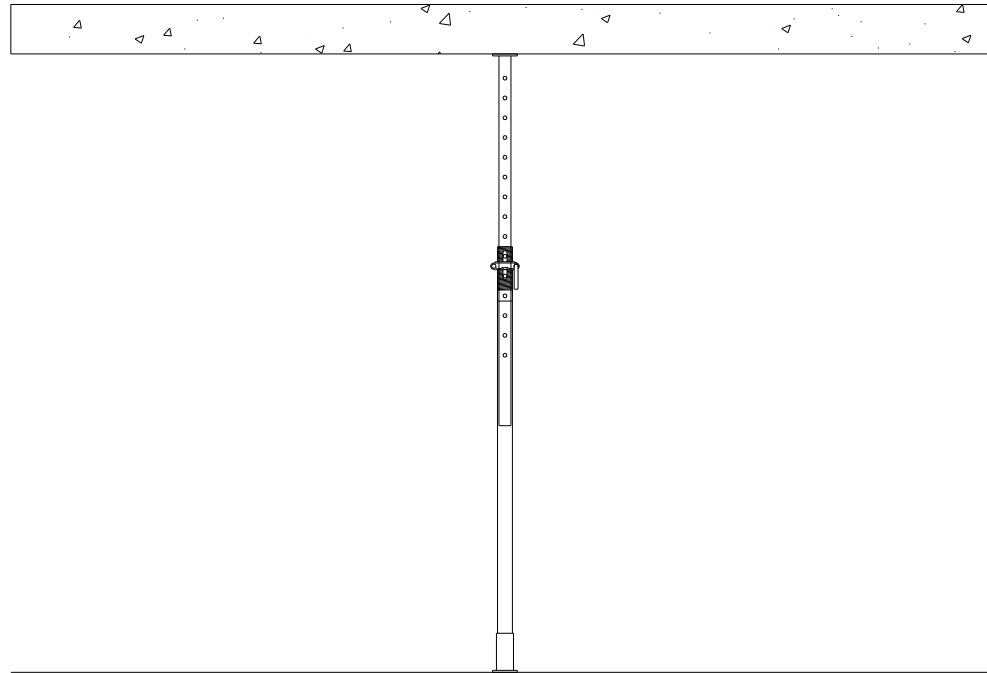
Comportamento das escoras:



1 – Na concretagem a escora do reescoramento recebe a carga do concreto fresco, sofre compressão e se deforma.

Manual de informações básicas de reescoramento e escoramento remanescente

Comportamento das escoras:



2 – Durante a cura a escora do reescoramento continua com a deformação e conseqüentemente com a carga.



Manual de informações básicas de reescoramento e escoramento remanescente

Comportamento das escoras:

A situação é hiperestática.

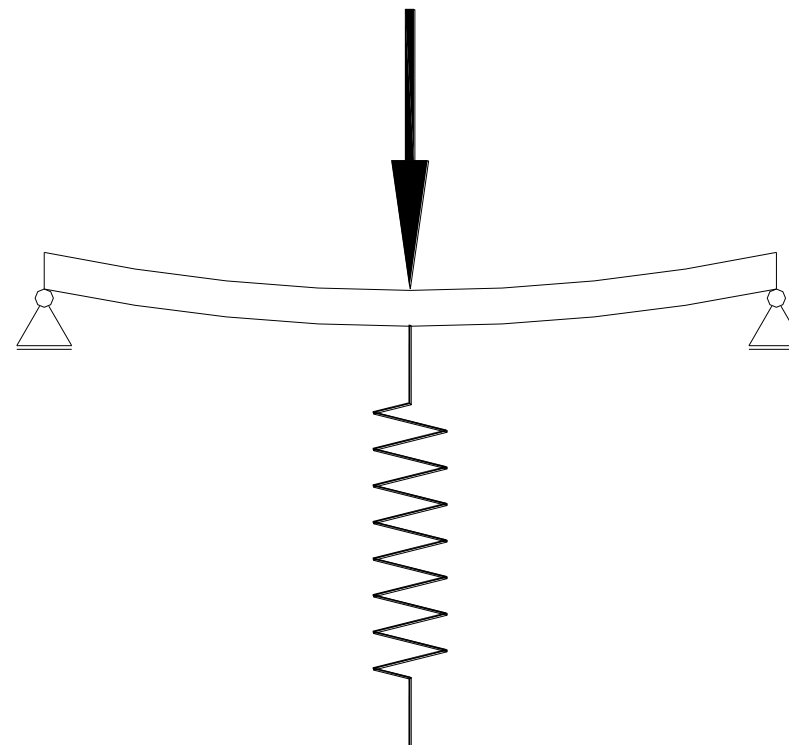
Para calculá-la precisamos conhecer além da

Geometria e das cargas, a resistência e

o módulo de elasticidade do concreto

ainda não totalmente curado, além do

coeficiente de mola da escora.



ABRASFE

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS
DE FORMAS, ESCORAMENTOS E ACESSO

Manual de informações básicas de reescoramento e escoramento remanescente

LEI DE HOOK

A deformação é proporcional à tensão

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0} = \frac{\sigma}{E}$$



O coeficiente de mola é a deformação Δl da escora sob determinada carga e comprimento L_0



Manual de informações básicas de reescoramento e escoramento remanescente

Informações e responsabilidades:

Obra:

- ✓ Cronograma com os ciclos de concretagem e desforma;
- ✓ Ensaios executados conforme cronograma da obra para a resistência (f_{cj}) e módulo de deformação (E_{cj}), realizados nas datas de carregamento previstas;

Projeto Estrutural:

- ✓ Sobrecarga admissível;
- ✓ f_{cj} : Resistência do concreto nas idades de aplicação de carga;
- ✓ E_{cj} : Módulo de deformação secante nas idades de aplicação de carga;

Fornecedores:

- ✓ Resistência e posicionamento do reescoramento;
- ✓ Coeficiente de mola;
- ✓ Cargas e posicionamento do reescoramento ou escoramento remanescente;



ABRASFE

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS
DE FÓRMAS, ESCORAMENTOS E ACESSO

Manual de informações básicas de reescoramento e escoramento remanescente

Responsabilidades



Manual de informações básicas de reescoramento e escoramento remanescente

Resumo:

O processo de reescoramento e escoramento remanescente não é difícil de se entender, desde que fique bem claro o tipo que será utilizado:

- ✓ com alívio total de carga - ativação da laje – após a concretagem e cura retiram-se as fôrmas e o escoramento ativando-se a laje e permitindo que a mesma se deforme. Na sequência o **reescoramento** entra para absorver as cargas adicionais de etapas de concretagens posteriores;
- ✓ com alívio parcial da carga – ativação gradual – concreta reescorado e após a cura vai aliviando aos poucos através do giro das roscas das escoras – escoramento remanescente;
- ✓ sem alívio de carga – ex: Sistema Deck ou Cubeta – A estrutura de escoramento não é retirada, não ocorrendo deformação (flecha), esse sistema caracteriza o **escoramento remanescente**,

Obs. Nesse sistema ocorre o acúmulo de cargas equivalente as etapas de concretagem e utilização de todas as etapas na mesma condição. Deve-se tomar cuidados com a capacidade de carga e deformação das escoras e torres, assim como patologias a estrutura.



ABRASFE

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS
DE FÔRMAS, ESCORAMENTOS E ACESSO

Manual de informações básicas de reescoramento e escoramento remanescente

Conclusões:

O reescoramento é um processo importante da obra e precisa ser encarado de maneira séria por todos os envolvidos na obra, cliente, calculista da estrutura, empreiteiro de estrutura e fornecedor, compartilhando informações e responsabilidades.

O envolvimento de todos, cliente, calculista da estrutura, empreiteiro da estrutura e fornecedor, na elaboração, análise, aprovação do projeto e acompanhamento de todas as fases.

Equipe de obra alinhada com os orientadores ou instrutores de montagem do fornecedor dos equipamentos para mitigar erros de execução.

Qualquer procedimento errado na execução, pode causar danos sérios ou irreparáveis à estrutura ou até o colapso da mesma.



ABRASFE

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS
DE FÓRMAS, ESCORAMENTOS E ACESSO