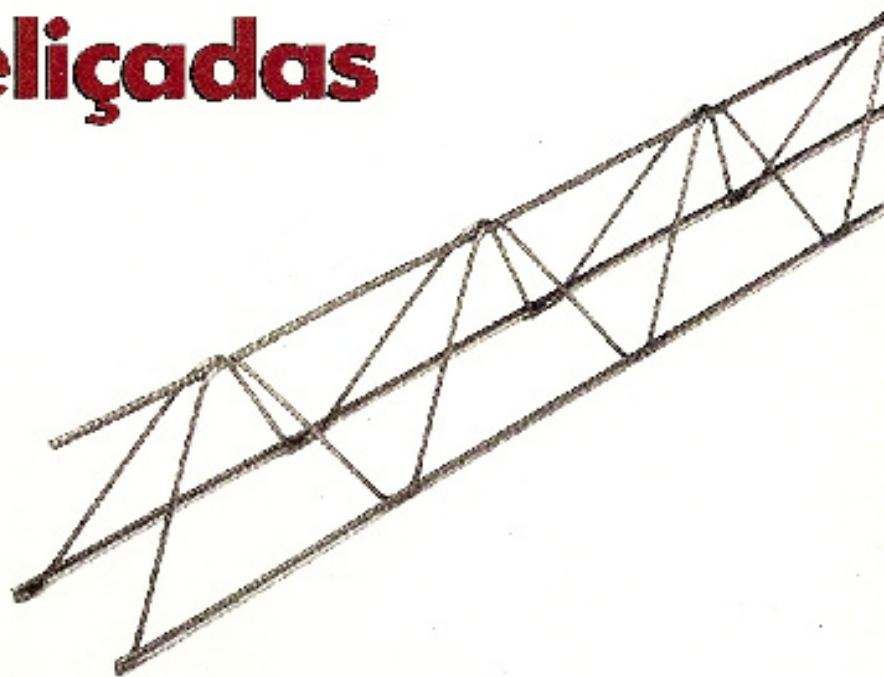




Manual Técnico de Lajes Treliçadas



Índice

<u>Apresentação</u>	2
<u>Armação Treliçada</u>	3
<u>Vigota Treliçada e Painel Treliçado</u>	5
<u>Elementos de Enchimento</u>	13
<u>Capeamento e Armadura de Distribuição</u>	15
<u>Projeto e Carregamentos</u>	16
<u>Tabelas de Armaduras Adicionais</u>	20
<u>Obras de Referência</u>	26
<u>Execução (Transporte e Manuseio, Escoramento, Nervuras Transversais, Posicionamento em Serviço, Vigotas Justapostas, Colocação dos Elementos de Enchimento, Armadura Complementar, Concretagem e Descimbramento)</u>	29
<u>Bibliografia</u>	40

Apresentação

Atualmente está se tornando comum, nos pavimentos de edificações, a utilização de vãos cada vez maiores, e em muitos casos são dispostas paredes de alvenaria diretamente sobre as lajes.

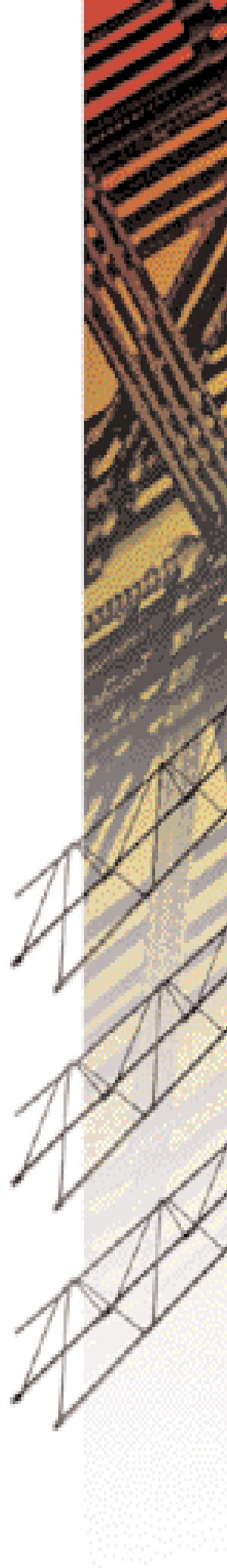
A melhor solução técnica para esses pavimentos é o emprego de lajes nervuradas, nas quais grande parte do concreto abaixo da linha neutra é eliminado.

Com a execução das lajes nervuradas a partir de vigotas e painéis pré-moldados, as fôrmas e os escoramentos sofrem reduções significativas, sendo, portanto, a melhor solução técnica e econômica.

O sistema de lajes treliçadas, originário da Europa, foi implantado no Brasil buscando explorar e superar as limitações técnicas e econômicas dos sistemas de lajes nervuradas pré-moldadas já utilizados até então, possibilitando diversas aplicações de maneira racional e competitiva e uma ótima relação custo x benefício.

As vigotas e painéis pré-moldados com armação treliçada, denominados de vigotas e painéis treliçados, permitem a perfeita solidarização das peças pré-moldadas com o concreto moldado "in loco" e também maiores vantagens e facilidades construtivas. É crescente o interesse mundial pela utilização da armação treliçada nos mais diversos tipos: obras residenciais, industriais, comerciais, shopping centers, pontes, reservatórios, muro de contenção, entre outros.

O presente manual segue os preceitos das normas pertinentes e conta com a colaboração de parceiros envolvidos. Tem como objetivo mostrar informações essenciais através de exemplos práticos, tabelas para colocação de armaduras adicionais, contra flechas, opções de projetos, dicas de execução e cuidados básicos para que fabricantes, construtores, projetistas e pequenos consumidores possam se utilizar do processo com tecnologia, economia e qualidade.



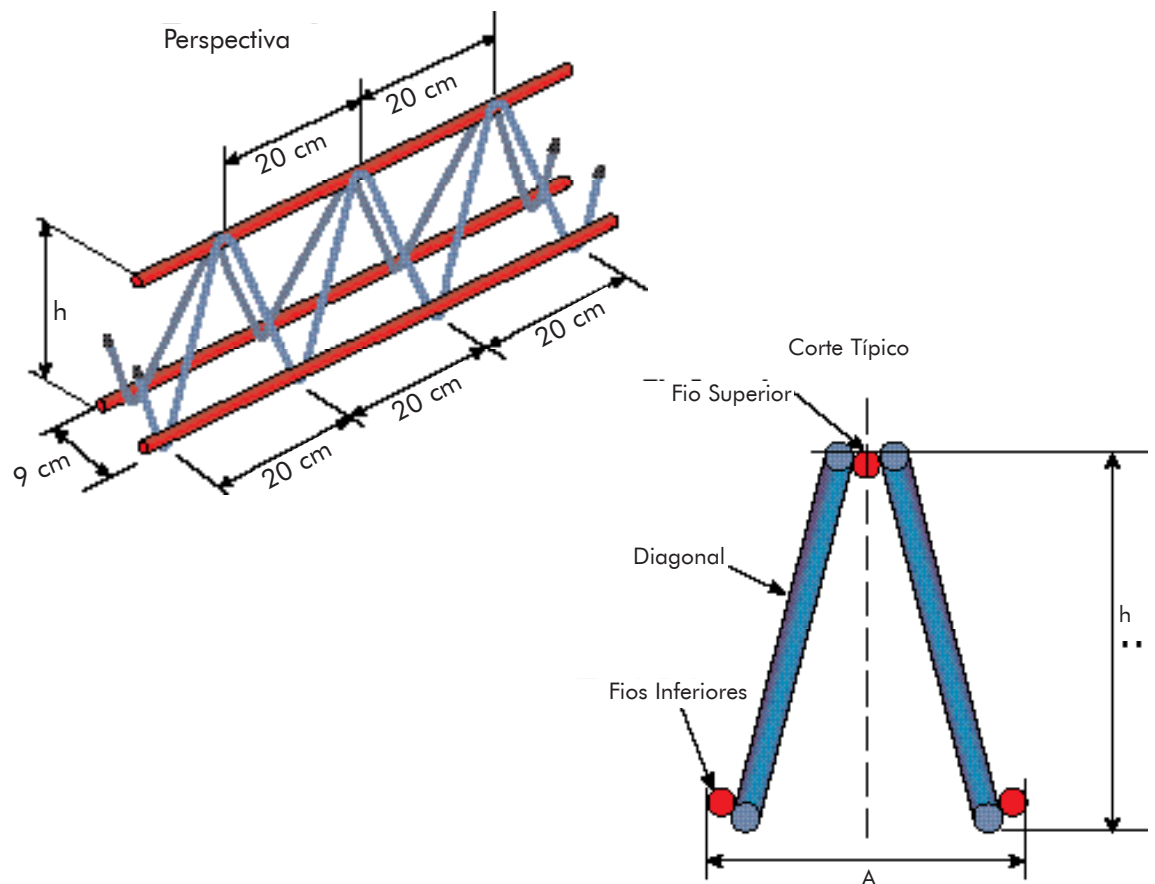
Armação Treliçada Nervurada

A armação treliçada é uma estrutura metálica espacial prismática em que se utilizam fios de aço Belgo 60 Nervurado (CA60), soldados por eletrofusão ou caldeamento, de modo a formar um elemento rígido composto de duas treliças planas, inclinadas e unidas pelo vértice superior.

É constituída por um fio superior (banzo superior), que colabora como armadura de compressão durante a montagem e concretagem da laje treliçada, e pode colaborar na resistência ao momento fletor negativo (em regiões de apoio central); dois fios inferiores (banzo inferior), os quais resistem às forças de tração oriundas do momento fletor positivo; as diagonais ou sinusóides, que, além de colaborarem como armadura resistente às forças cortantes (quando forem altas), servem para promover uma perfeita coesão ou aderência entre o concreto pré-moldado da vigota e o concreto do capeamento (moldado "in loco").

Quanto às dimensões, ela possui altura, base, passo, saliência inferior, comprimento e diâmetro dos fios. A altura (h) é a distância entre a superfície limite inferior (face inferior da saliência inferior) e a superfície limite superior (banzo superior), perpendicular à base e no eixo da seção treliçada, dada em mm. A base (b) é a distância entre as faces externas entre os fios que compõem o banzo inferior, dada em mm, e mede entre 80 e 120 mm. Passo (p) é a distância entre eixos dos nós entre os aços que compõem a armação treliçada, dada em mm, e tem sempre 20 mm. A saliência inferior é a distância entre a face inferior do banzo inferior e a superfície limite inferior da armação treliçada.

São produzidas em três comprimentos: 8, 10 e 12 metros, pois a partir desses valores é possível obter os comprimentos de vãos mais comuns em projetos.



Armação Treliçada

A tabela abaixo mostra as treliças Belgo padronizadas; as solicitações de treliças especiais serão atendidas mediante consulta.

Modelo	Designação	Altura (h) (mm)	Composição / Fios (mm)			Peso Linear (kg/m)
			Superior ($\varnothing S$)	Diagonal ($\varnothing D$)	Inferior ($\varnothing I$)	
TB 8L	TR 8644	80	6,0	4,2	4,2	0,735
TB 8M	TR 8645	80	6,0	4,2	5,0	0,825
TB 12M	TR 12645	120	6,0	4,2	5,0	0,886
TB 12R	TR 12646	120	6,0	4,2	6,0	1,016
TB 16L	TR 16745	160	7,0	4,2	5,0	1,032
TB 16R	TR 16746	160	7,0	4,2	6,0	1,168
TB 20L	TR 20745	200	7,0	4,2	5,0	1,111
TB 20R	TR 20756	200	7,0	5,0	6,0	1,446
TB 25M	TR 25856	250	8,0	5,0	6,0	1,686
TB 25R	TR 25858	250	8,0	5,0	8,0	2,024
TB 30M	TR 30856	300	8,0	5,0	6,0	1,823
TB 30R	TR 30858	300	8,0	5,0	8,0	2,168

Comprimentos: 8, 10 e 12 m. Outras dimensões, sob consulta.

A primeira coluna mostra os modelos diferenciados pela altura (h) da treliça e suas linhas: leve (L), média (M), reforçada (R) e pesada (P). Exemplo: TB 8M — Treliça Belgo com 8 cm de altura, linha média. A segunda coluna, segundo a NBR 14862, especifica a treliça (TR) discriminando novamente sua altura, e na seqüência o diâmetro dos seus fios. Exemplo: TR 08645 - treliça com 8,0 cm de altura, fio superior $\varnothing = 6,0$ mm, diagonais $\varnothing = 4,2$ mm e fios inferiores $\varnothing = 5,0$ mm.

Vigota Treliçada e Painel Treliçado

É o conjunto formado pela armação treliçada, a ferragem adicional e a base de concreto. É o produto final que deverá ser entregue pelo fabricante ao cliente, juntamente com o elemento de enchimento e um projeto de montagem.

Deve ser dimensionada para resistir aos esforços após a concretagem da laje, mas também deve ter rigidez necessária para resistir ao transporte e montagem.

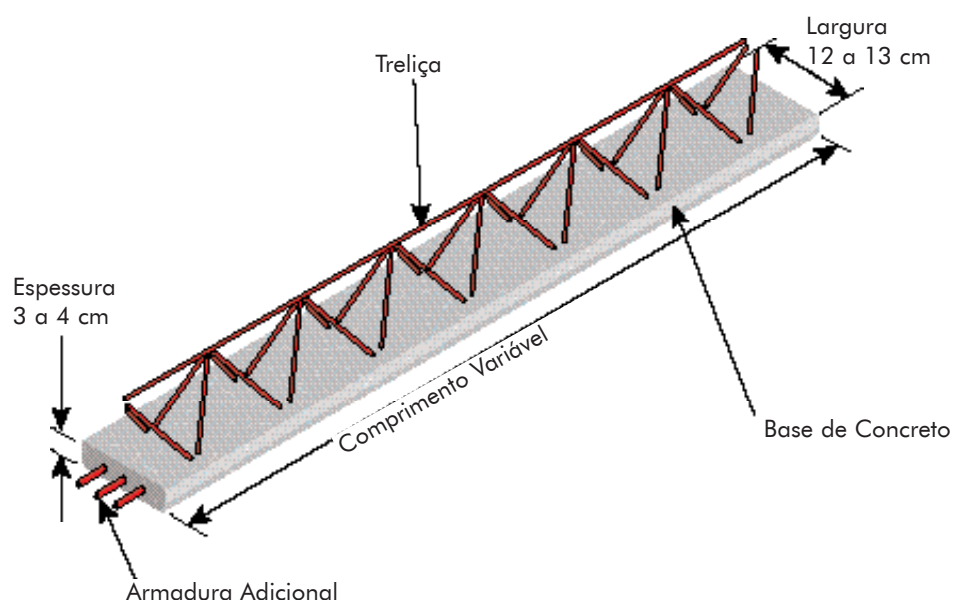
Nas fábricas de laje, as vigotas são moldadas em fôrmas de chapas metálicas de 3 mm de espessura, dobradas tipo calha, com 12 ou 13 cm de base por 3 cm de altura. Geralmente, para pré-lajes, adota-se a base de 25 cm, e para painéis, base de 1,25 metro. Os comprimentos desta vigota serão definidos em projeto e fornecidos ao fabricante para que sejam produzidas no tamanho exato.

Devem ser montadas sobre cavaletes, formando, assim, uma pista de concretagem que deve ficar no mínimo a 40 cm do chão, facilitando o lançamento do concreto, desforma e retirada das vigotas. As fôrmas devem estar sempre limpas e sem rebarbas, devendo ser protegidas com óleo antiaderente (desmoldante) antes de cada concretagem. Devem-se seguir estes procedimentos para evitar que as vigotas sejam danificadas na hora de sua retirada.

Deve-se garantir que ao menos 50% da armadura positiva chegue até o apoio e tenha um comprimento suficiente para uma correta ancoragem. Isto é muito importante, pois significa ter uma boa aderência entre o aço e o concreto, evitando, assim, que haja qualquer tipo de escorregamento do aço dentro do concreto, garantindo a transferência de esforços entre os dois materiais.

O concreto utilizado nesta base deve atender às especificações das normas NBR 6118, NBR 8953, NBR 12654 e NBR 12655, e sua resistência à compressão será no mínimo de 20 Mpa ou aquela especificada no projeto estrutural, prevalecendo o valor mais alto.

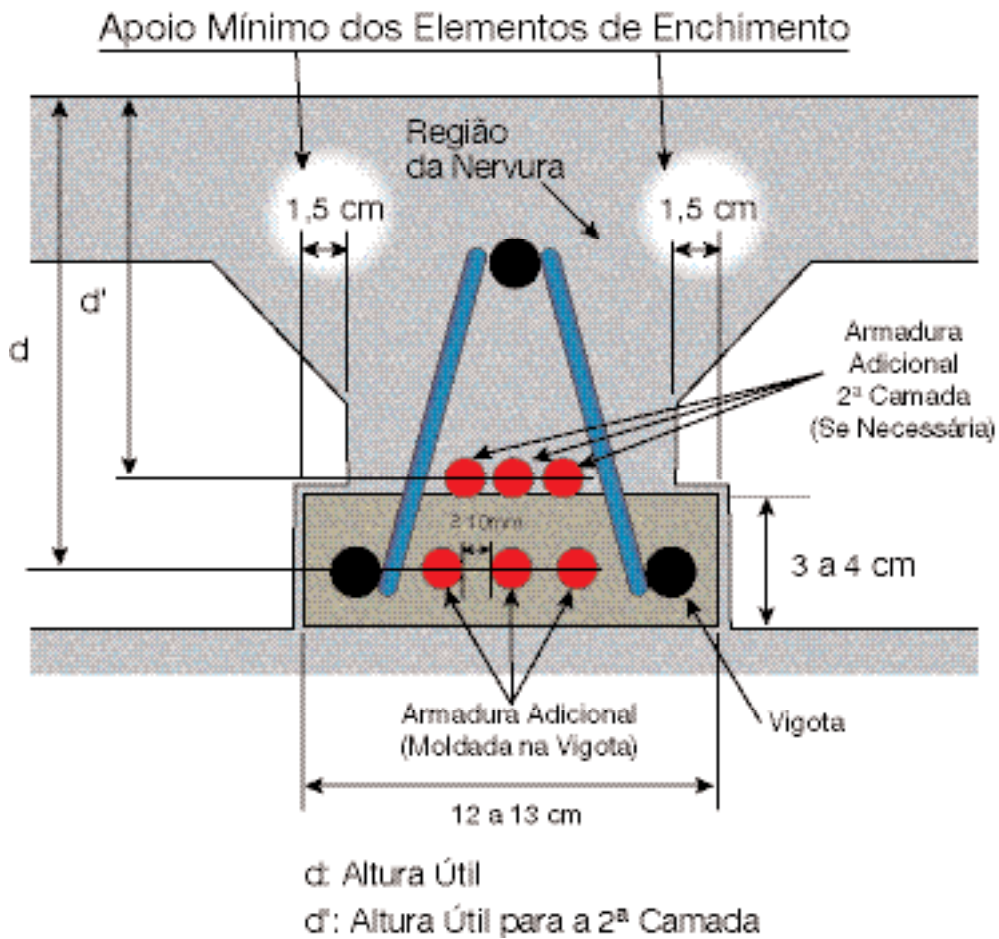
Utilizando-se um concreto com fck da ordem de 20 Mpa, podem-se retirar as vigotas das fôrmas 16 horas depois da concretagem, quando o concreto já deverá ter atingido 4 Mpa. Aos três dias a resistência já ultrapassa 10 Mpa e as vigotas estão liberadas para a montagem. Pode-se utilizar, também, o cimento ARI (alta resistência inicial), que proporciona maior rapidez na obtenção das resistências. Com 8 horas, a resistência já é de 4 Mpa, e com 24 horas de 14 Mpa, e as vigotas podem ser enviadas à obra no dia seguinte ao de sua fabricação.



Vigota Treliçada e Painel Treliçado

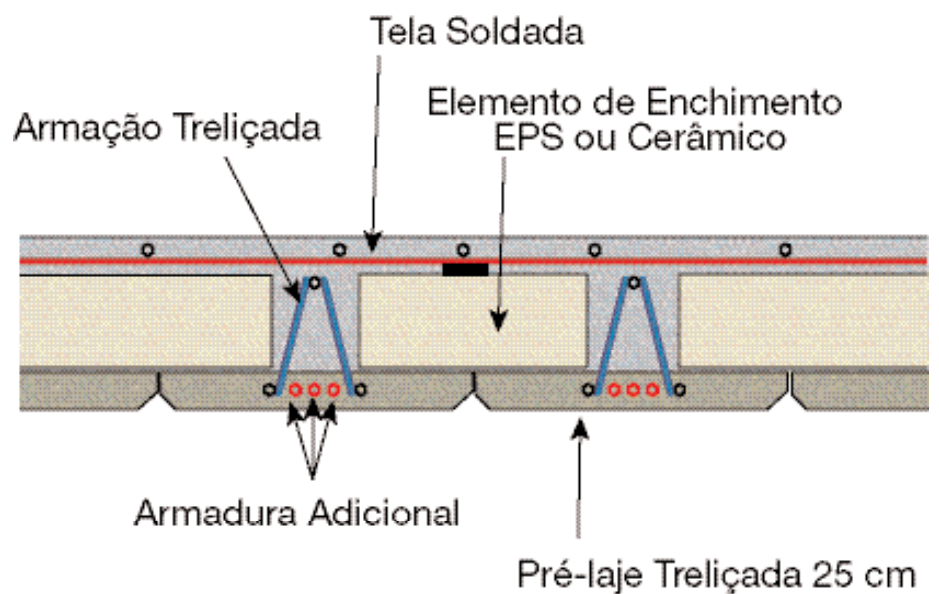
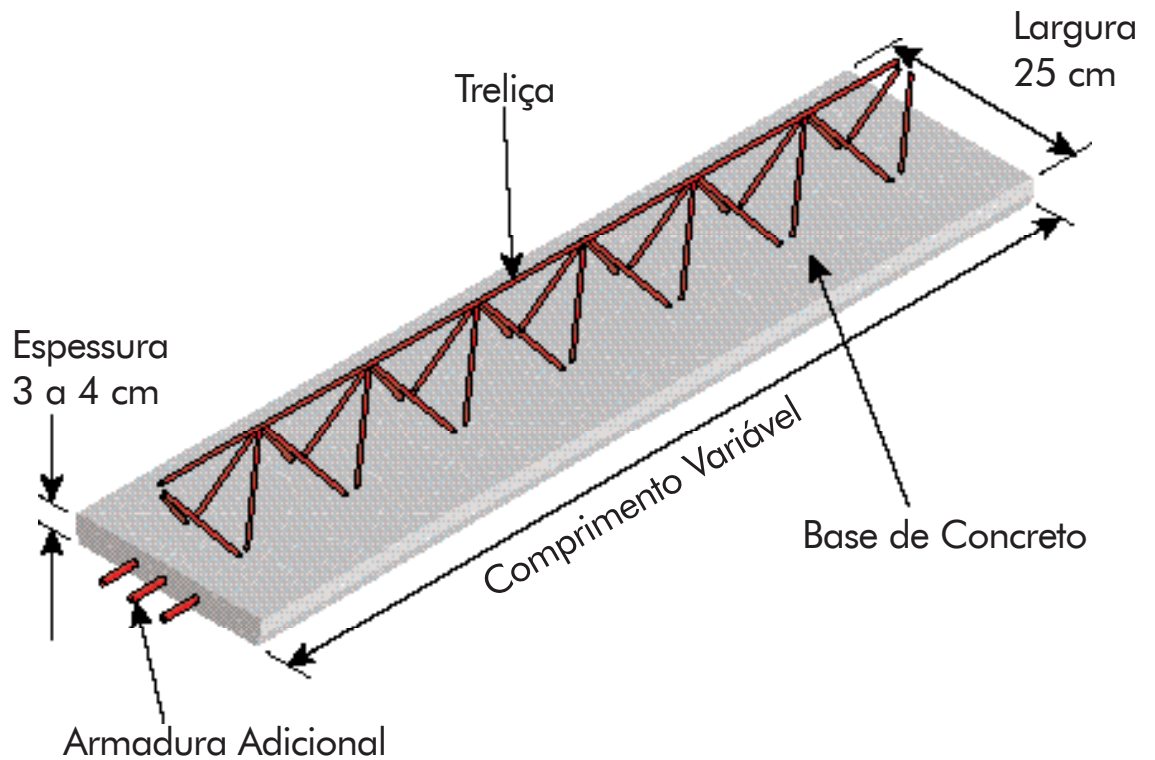
Os comprimentos desta vigota serão definidos em projeto e fornecidos ao fabricante para que sejam produzidas no tamanho exato.

O detalhe abaixo representa uma nervura de lajes com vigotas treliçadas:

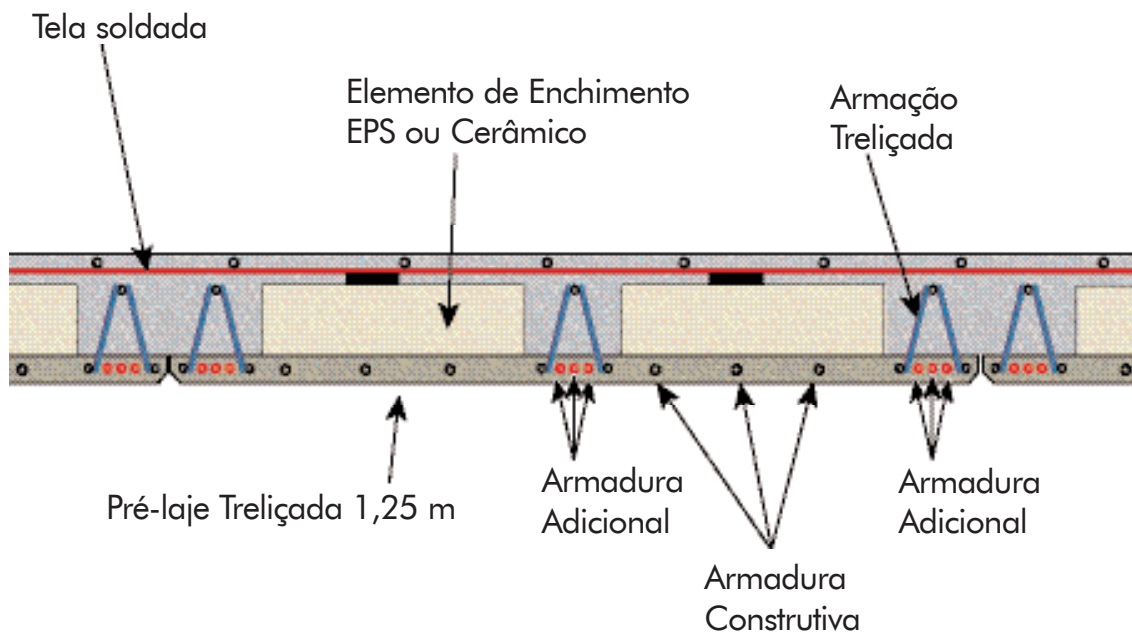
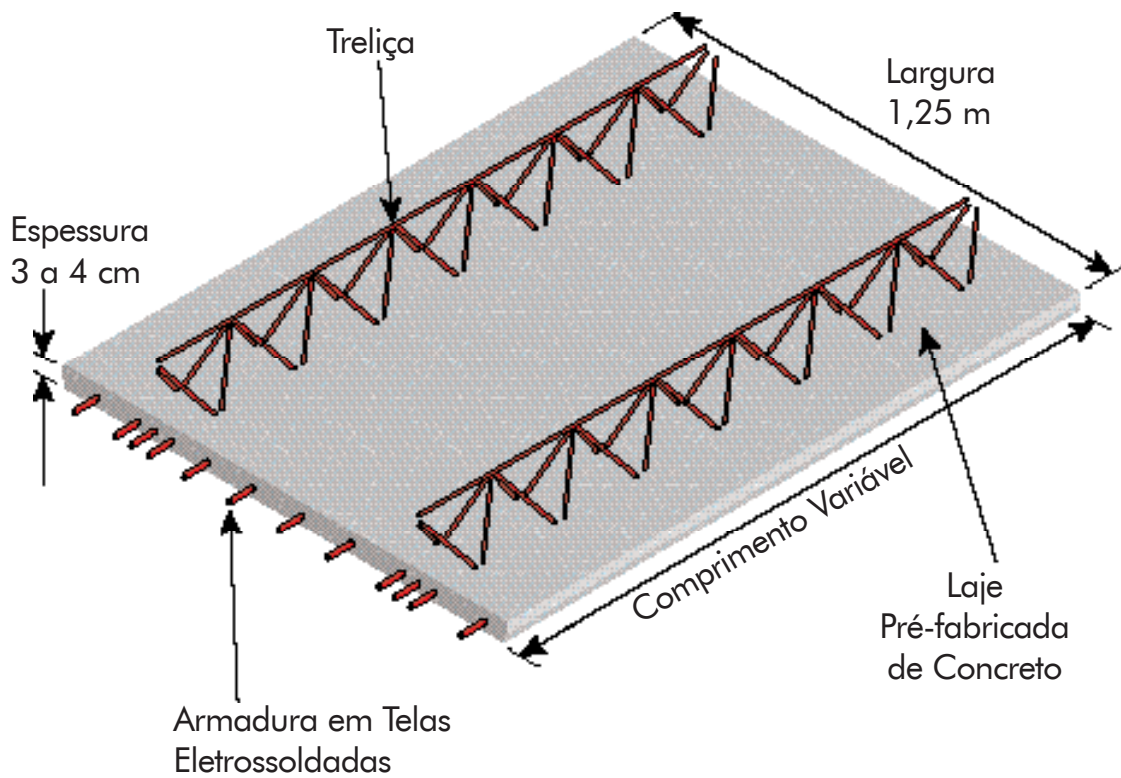


Vigota Treliçada e Painel Treliçado

Outras duas soluções para lajes treliçadas são: pré-laje treliçada com placas de 25 cm e 1,25 metro recomendadas em obras horizontais de grandes extensões, como shoppings e tabuleiros de pontes, em que a rapidez de execução é condição essencial.



Vigota Treliçada e Painel Treliçado



Vigota Treliçada e Painel Treliçado

A seguir mostraremos o esquema de fabricação das pré-lajes treliçadas.

Fôrmas e Pistas:

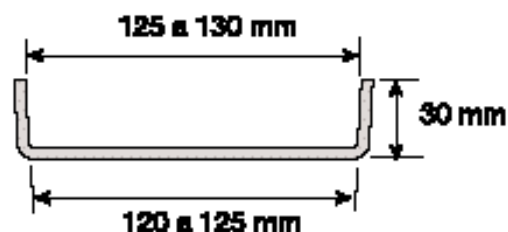
As fôrmas são produzidas com chapas de aço na espessura de 1/8" agrupadas, unindo-se umas às outras através de solda, formando pistas com no máximo 1,5 m de largura (para facilitar o trabalho dos operários).

As pistas terão o comprimento possível no espaço disponível para a sua montagem, sendo que se obtém um bom aproveitamento com 30,0 m de comprimento. As pistas são montadas sobre uma base firme (blocos de concreto, cavaletes metálicos etc.), com altura de 0,40 m a 0,60 m, espaçadas em 1,5 m no máximo, para evitar a flexão das fôrmas durante o lançamento do microconcreto.

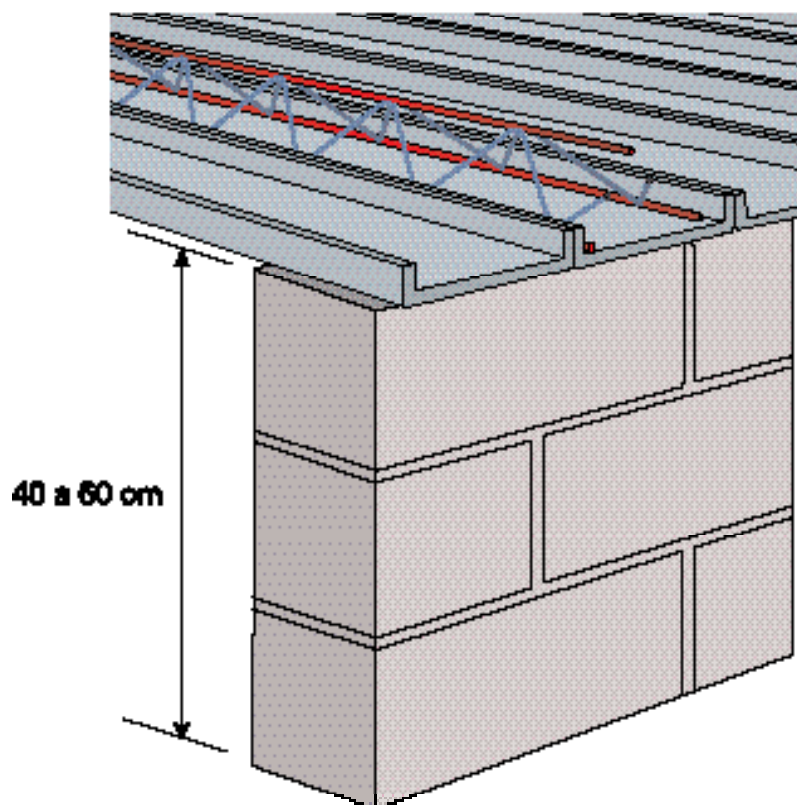
Limpeza das Fôrmas:

Utiliza-se uma espátula de metal, raspando e removendo as crostas de concreto que permaneceram da última desforma.

Fôrma para Vigas Treliçadas



Base para Fôrmas



Vigota Treliçada e Painel Treliçado



Pequenas peças denominadas de separadores determinam o início e o fim de cada vigota.



Lançamento do microconcreto (concreto com brita zero ou pedra meia) com $f_{ck} \geq 20$ Mpa.

Vigota Treliçada e Painel Treliçado



Colocação e posicionamento da armadura adicional.



A desforma das vigotas pode ser feita manualmente.

Vigota Treliçada e Painel Treliçado

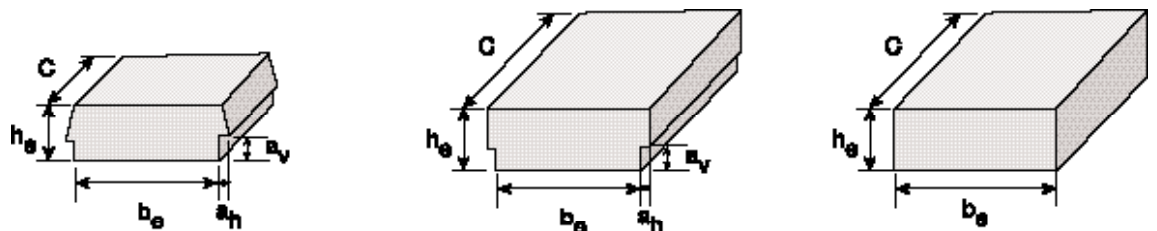


Na estocagem das peças deve-se ter cuidado ao posicionar os sarrafos para os apoios. Devem ser colocados a cada 2,5 m ao longo do comprimento das peças.

Elementos de Enchimento

São componentes pré-fabricados com materiais inertes de vários tipos: EPS (isopor), cerâmico, concreto ou do tipo caixão perdido, que são contraformas de madeira ou peças de material resinado. São intercalados entre as vigotas ou sobre as pré-lajes, suas funções principais são: reduzir o volume do concreto, o peso próprio da laje e servir como fôrma para o concreto complementar. Não são considerados elementos resistentes a esforços nos cálculos de resistência e rigidez da laje.

Elementos de Enchimento Intercalados Entre Vigotas



h_e = Altura do Elemento de Enchimento

a_v = Encabe Vertical

C = Comprimento

b_e = Largura do Elemento de Enchimento

a_h = Encabe Horizontal

Apesar de não ser necessária para a resistência da laje, a boa qualidade deste material é importante para a segurança durante a fase de montagem e concretagem da laje. Afinal, os blocos de enchimento são responsáveis por transferir o peso do concreto ainda fresco às vigotas, que se apóiam sobre as linhas de escora. Sendo assim, torna-se necessária uma resistência mínima para este material para que esta função não seja comprometida.

A resistência dos elementos de enchimento deve ser tal que suporte uma carga mínima de ruptura de 1,0 kN ou 100 kg, o suficiente para suportar esforços de trabalho durante a montagem e concretagem da laje.

Os materiais de enchimento mais utilizados atualmente são o bloco cerâmico e o EPS, sigla internacional do poliestireno expandido (isopor). Este último é o material mais leve como enchimento, porém o cerâmico tem um custo menor. Outra vantagem da utilização do EPS é o alto grau de isolamento térmico e acústico.

Esses enchimentos possuem dentes de encaixe para garantir o posicionamento de suas bordas nas vigotas treliçadas, garantindo, dessa forma, que não haja vazamento do concreto.

A maioria das peças de enchimento possui chanfros na região dos seus vértices superiores, para que seja reforçada a área de concreto, aumentando a resistência das nervuras e, conseqüentemente, da laje.

Elementos de Enchimento

Alturas Padronizadas

Em função das alturas padronizadas dos elementos de enchimento, as alturas totais das lajes pré-fabricadas estão descritas na tabela abaixo:

Altura do Elemento de Enchimento (h _e)*	7,0	8,0	10,0	12,0	16,0	20,0	24,0	29,0
Altura Total da Laje (h)	10,0	11,0	14,0	16,0	20,0	24,0	29,0	34,0
	11,0	12,0		15,0	17,0	21,0	25,0	30,0
	12,0	13,0						35,0

(dimensões em centímetros)

* Outras alturas podem ser utilizadas mediante acordo prévio e expresso entre o fornecedor e o comprador, desde que atendidas todas as demais disposições desta parte da NBR 14859 e da NBR 14860.



Montagem simples e rápida com pré-lajes de 1,25 m sob blocos de EPS (Condomínio Residencial em Campinas).



Laje com vigotas treliçadas e blocos cerâmicos.

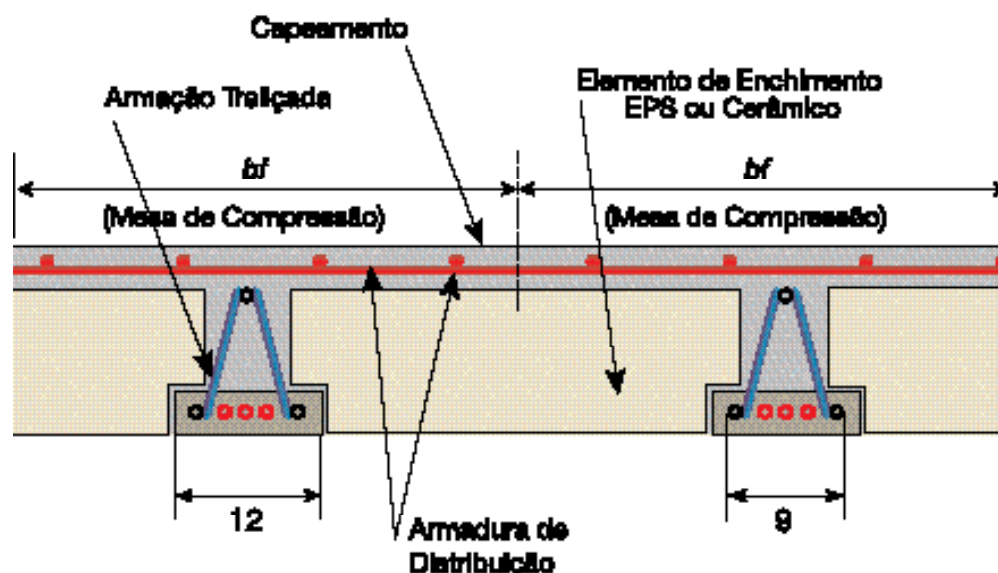
Caapeamento e Armadura de Distribuição

Elemento estrutural que irá compor a mesa da nervura de maneira a resistir aos esforços de compressão da laje em serviço e também em distribuir as cargas nas nervuras. Deve ter, no mínimo, 3 cm de altura, e em edifícios de múltiplos andares, utilizando uma altura mínima de 5 cm, este elemento pode absorver esforços de vento dando maior rigidez à estrutura.

A laje deve ser colocada uma armadura posicionada nas duas direções, denominada de armadura de distribuição, com seção de no mínimo 0,9 cm²/m para aços CA 25 e de 0,6 cm²/m para os aços CA 50, CA 60, contendo 3 barras por metro e Tela Soldada Bematel®, conforme descrito na tabela abaixo. As funções desta armadura são:

- 1 — Combater os efeitos da retração
- 2 — Consolidar a estrutura da nervura com a capa
- 3 — Efetuar um controle da abertura de fissuras
- 4 — Efetivar a distribuição das cargas pontuais

NOTA: O aço que compõe o banzo superior das armações treliçadas eletrossoldadas, de acordo com a NBR 14862 : 2002, pode ser considerado de armadura de distribuição.



Capa Mínima Resistente para as Alturas Totais Padronizadas

Altura Total da Laje (cm)	10,0	11,0	12,0	13,0	14,0	16,0	17,0	20,0	21,0	24,0	25,0	29,0	30,0	34,0
Espessura Mínima da Capa Resistente (cm)	3,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	5,0	4,0	5,0	5,0

Área Mínima e Quantidade de Armadura de Distribuição

Aço	Área Mínima	N° de Barras/m	
		Ø 5,0 mm	Ø 6,3 mm
CA 25	0,9 cm ² /m	5	3
CA 50, CA 60	0,6 cm ² /m	3	3
Tela Soldada	0,61 cm ² /m	Q61	

Projeto e Carregamentos

Esta etapa é de fundamental importância para a boa utilização de qualquer método construtivo, tanto para pequenas como para grandes obras. Para as obras de maior porte, como prédios acima de três lajes ou obras horizontais com grandes vãos, ou cargas muito altas, é imprescindível a contratação do engenheiro estrutural. Para conhecermos um pouco sobre a rotina de projetos estruturais, trazemos as informações a seguir.

Inicialmente devemos identificar todos os detalhes indicados no projeto arquitetônico referentes a revestimentos de paredes, de pisos, forros e elementos de fachada, tipos de materiais a serem empregados nas alvenarias e dimensões desses elementos.

Um projeto arquitetônico bem elaborado deve contemplar com bastantes detalhes e notas as informações acima. Devem ser muito bem indicadas as áreas com as respectivas utilizações (depósitos, jardins, terraços, casa de máquinas etc.). Há uma tendência dos projetos arquitetônicos trabalharem sem o desenho dos revestimentos, citando-os apenas em notas, isso para que os projetistas não incorram em dúvidas ou erros sobre dimensões de alvenarias e revestimentos.

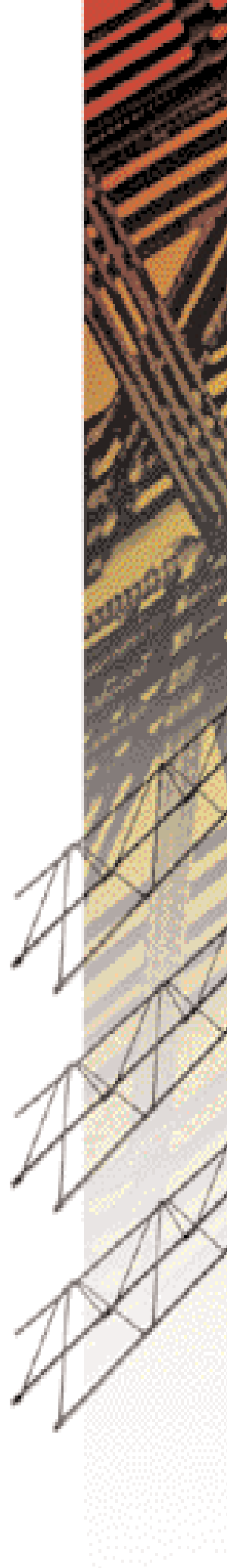
A próxima etapa refere-se ao levantamento das cargas de projeto, tendo como base o projeto arquitetônico e as tabelas de carregamentos da norma NBR 6120/80. Com esses elementos é possível partir para a concepção estrutural, em que é definido o método construtivo (estrutura metálica de concreto armado ou mista), quantidade e posicionamento dos pilares. O próximo passo é a elaboração da pré-fôrma para verificações das tensões e deformações, e também para apreciação e comentários do cliente e do arquiteto.

De posse das pré-fôrmas devidamente aprovadas temos condições de produzir as fôrmas definitivas, e então dimensionar e detalhar todos os elementos da estrutura, como: blocos de fundação ou sapatas, vigas baldrame, lajes, pilares, vigas e outros.

Para finalizar, ressaltamos que para obras pequenas e simples vale a boa e velha prática construtiva. Para executar lajes treliçadas recomendamos a larga utilização das tabelas práticas contidas neste manual, desde que observados os cuidados que o método exige.

Para a composição dos carregamentos é adotada a seguinte divisão entre as cargas: permanente (peso próprio da estrutura, peso dos elementos construtivos fixos e instalações) e acidental (é aquela que pode atuar na estrutura dependendo da finalidade [móveis, materiais diversos, veículos, pessoas etc.]).

Esta última é considerada atuando verticalmente nos pisos das construções e distribuídas uniformemente. A seguir anexamos as tabelas de cargas acidentais da NBR 6120.



Projeto e Carregamentos

Local		Carga kgf/m ²
1 Arquibancadas		400
2 Balcões	(ver NBR 6120)	-
3 Bancos	Escritórios e banheiros	200
	Salas de diretoria e gerência	150
4 Bibliotecas	Sala de leitura	200
	Sala para depósito de livros	400
	Sala com estantes de livros a ser determinada em cada caso ou 250 kgf por metro de altura, observando, porém, o valor mínimo de	600
5 Casa de Máquinas	(Incluindo o peso das máquinas)	
	A ser determinada em cada caso, porém com o valor mínimo de	750
6 Cinemas	Platéia com assentos fixos	300
	Estúdio e platéia com assentos móveis	400
	Banheiro	200
7 Clubes	Sala de refeições e da assembléia com assentos fixos	300
	Sala de assembléia com assentos móveis	400
	Salão de danças e salão de esportes	500
	Salão de bilhar e banheiro	200
8 Corredores	Com acesso ao público	300
	Sem acesso ao público	200
9 Cozinhas Não-residenciais	A ser determinada em cada caso, porém com o mínimo de	300
10 Depósitos	(ver NBR 6120)	
11 Edifícios	Dormitórios, sala, copa, cozinha e banheiro	150
	Dispensa, área de serviço e lavanderia	200
12 Escadas	Com acesso ao público	300
	Sem acesso ao público (ver NBR 6120)	250
13 Escolas	Anfiteatros com assentos fixos, corredor e sala de aula	300
	Outras salas	200
14 Forros	Sem acesso às pessoas	50
15 Galerias de Arte	A ser determinada em cada caso, porém com o mínimo de	300

Projeto e Carregamentos

Local		Carga kgf/m ²
16 Galerias de Lojas	A ser determinada em cada caso, porém com o mínimo de	300
17 Garagens e Estacionamentos	Veículos de passageiros ou semelhantes com carga máxima de 2.500 kgf/m ²	300
18 Ginásio de Esportes		500
19 Hospitais	Dormitórios, enfermarias, sala de recuperação, sala de cirurgia, sala de raios X e banheiro	200
	Corredor	300
20 Laboratórios	Incluindo equipamentos, a ser determinada em cada caso, porém com o mínimo de	300
21 Lavanderias	Incluindo equipamentos	300
22 Lojas		400
23 Restaurantes		300
24 Teatros	Palco	500
	Demais dependências: cargas iguais às especificadas para cinemas	-
25 Terraços	Sem acesso ao público	200
	Com acesso ao público	300
	Inacessível a pessoas	50
	Destinados a helipontos elevados: as cargas deverão ser fornecidas pelo órgão competente do Ministério da Aeronáutica	-
26 Vestíbulo	Sem acesso ao público	150
	Com acesso ao público	300

Quando houver paredes ou divisórias no meio das lajes treliças, deverá ser observada a posição destas em relação às vigotas.

Projeto e Carregamentos

Outro caso que a norma prevê são as situações não-experimentais, ou seja, materiais que constituem os revestimentos devem ser somados ao peso próprio e às cargas acidentais, mas devemos separá-las devido às variações de aplicações e tipos de materiais. Para isso a NBR 6120 fornece a tabela a seguir:

Peso Específico dos Materiais de Construção

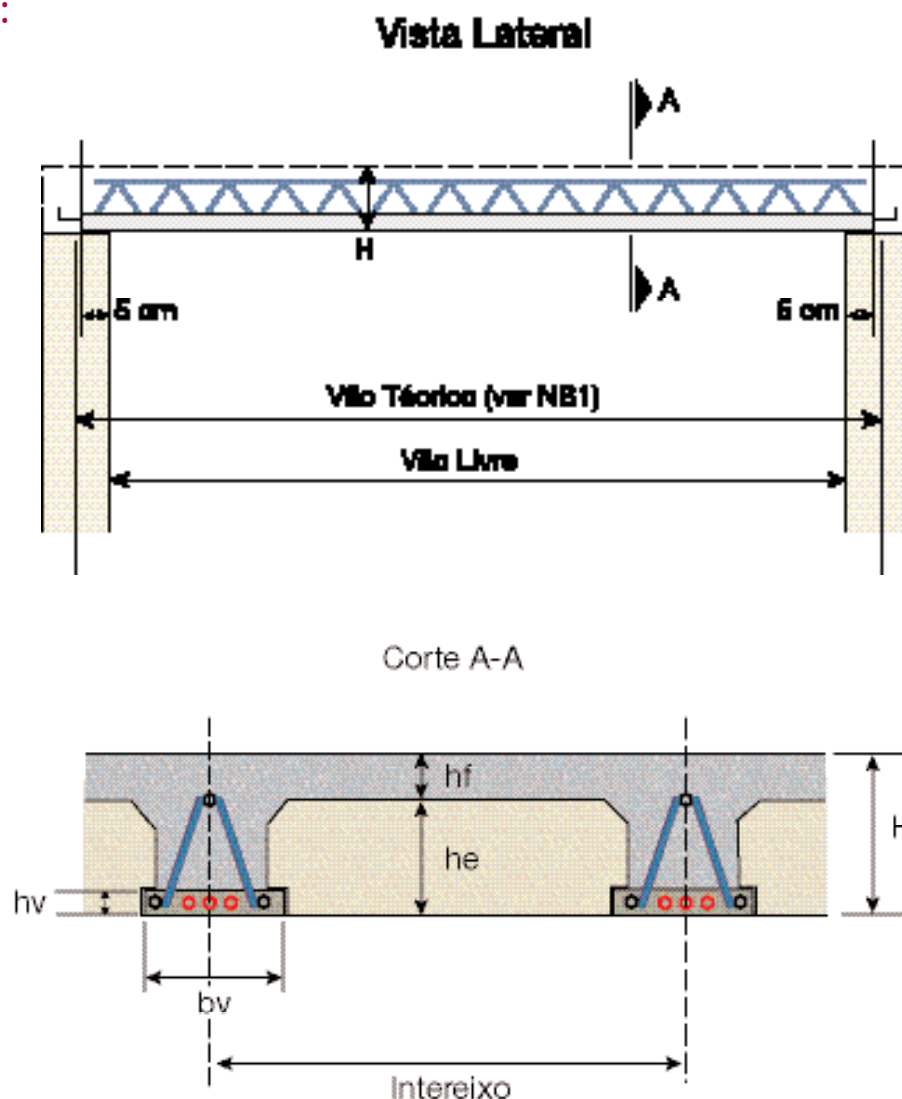
Materiais		Peso Específico Aparente kgf/m ³
1 Rochas	Arenito	2600
	Basalto	3000
	Gneiss	3000
	Mármore e Calcário	2800
2 Blocos Artificiais	Blocos de argamassa	2200
	Cimento amianto	2000
	Lajotas cerâmicas	1800
	Tijolos furados	1300
	Tijolos maciços	1800
	Tijolos cilíndrico-calcários	2000
3 Revestimentos	Argamassa de cal, cimento e areia	1900
	Argamassa de cimento e areia	2100
	Argamassa de gesso	1200
	Concreto simples	2400
	Concreto armado	2500
4 Madeiras	Pinho, cedro	500
	Louro, imbuia, pau óleo	650
	Guajuvirá, guatambu, grápia	800
	Angico, cabriúva, ipê-rósa	1000
5 Metais	Aço	7850
	Alumínio e ligas	2800
	Bronze	8500
	Chumbo	11400
	Cobre	8900
	Ferro fundido	7250
	Estanho	7400
	Latão	8500
	Zinco	7200
6 Materiais Diversos	Alcatrão	1200
	Asfalto	1300
	Borracha	1700
	Papel	1500
	Plástico em folhas	2100
	Vidro plano	2600

Tabelas de Armaduras Adicionais

As tabelas a seguir irão fornecer as quantidades de armadura positivas a serem embutidas nas bases das vigotas treliçadas e também o valor do peso próprio da laje para cada geometria.

Elas foram elaboradas levando-se em conta as situações mais comuns do dia-a-dia, e poderão ser utilizadas com segurança desde que as condições de geometrias, carregamentos e materiais empregados sejam bem observadas nas respectivas tabelas e nas informações a seguir:

Geometria:



- H - Altura total da laje
- h_f - Altura da capa de concreto da laje
- h_e - Altura do enchimento
- b_v - Largura da base da vigota
- h_v - Altura da base da vigota

Tabelas de Armaduras Adicionais

Materiais Utilizados:

A) Concreto: $f_{ck} > 20 \text{ Mpa}$ (200 kgf/cm^2)

B) Armadura adicional em aço CA 60 ($f_{yk} = 600 \text{ Mpa}$) = 60 kgf/mm^2
 $\varnothing = 4,2 \text{ mm}$ $\varnothing = 5,0 \text{ mm}$ $\varnothing = 6,0 \text{ mm}$ $\varnothing = 8,0 \text{ mm}$

C) Armadura adicional em aço CA 50 ($f_{yk} = 500 \text{ Mpa}$) = 50 kgf/mm^2
 $\varnothing = 6,3 \text{ mm}$ $\varnothing = 5/16''$ $\varnothing = 10,0 \text{ mm}$ $\varnothing = 12,5 \text{ mm}$

D) Elemento de enchimento: Cerâmico = 600 kgf/m^3 e EPS = $12 \text{ a } 25 \text{ kgf/m}^3$

Cargas Acidentais:

Valores extraídos das tabelas de carregamentos da página 16 a 19 deste manual (NBR 6120).

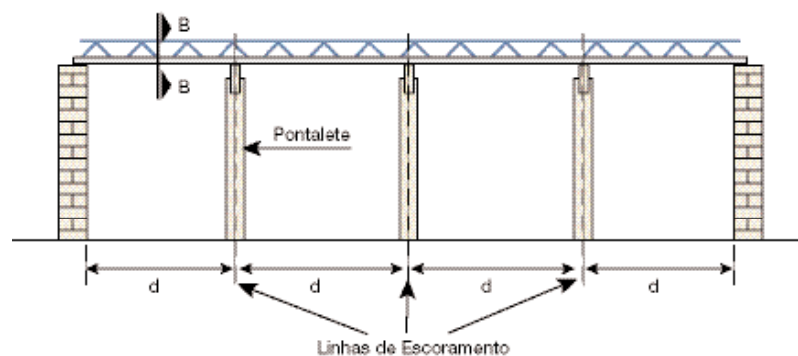
Condição Estrutural:

Lajes unidirecionais com apoio simples.

Escoramento:

Outro resultado importante fornecido pelas tabelas são as distâncias entre os pontaletes nas duas direções: entre as linhas de escoras e entre os pontaletes da mesma linha de escora. Neste cálculo foi considerado o peso próprio da laje adicionado com o peso do concreto moldado no local. Foram consideradas também duas cargas adicionais: uma distribuída no valor de 100 kgf/m^2 , simulando a presença do pessoal que faz a concretagem, e uma concentrada de 80 kgf , simulando a movimentação das carrinholas e gericas sobre a laje. As duas situações são analisadas separadamente, mas o valor adotado é o maior.

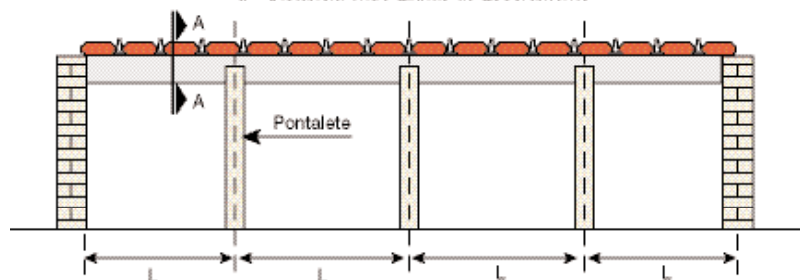
Corte A-A



$d =$ Distância entre Linhas de Escoramento

Corte B-B

$d =$ Distância entre Linhas de Escoramento



$L =$ Distância entre Pontaletes de uma Linha de Escoramento

Observação: O dimensionamento da distância (L) entre os pontaletes nesta direção será em função dos materiais utilizados no escoramento (metálico ou madeira).

TABELA DE ARMADURAS ADICIONAIS

ENCHIMENTO = BLOCO CERÂMICO (ALTURA = 7 cm) - DISTÂNCIA ENTRE PONTALETES = 1,05 m

REVESTIMENTO = 30 kgf / m² - BASE DA VIGOTA : (bv = 12 cm - hv = 3 cm) - INTEREIXO = 42 cm

MODELO	DESIGNAÇÃO	ALTURA LAJE	ALTURA CAPA	C. CONCRETO	PESO PRÓPRIO								
TB 8L	TR 08644	11 cm	4 cm	50,0 litros/m ²	178 kgf / m ²								
		CARGAS ACIDENTAIS (Kgf / m ²)											
		50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600
VÃO LIVRE (m)	1.8										1 ø 4,2	1 ø 5,0	1 ø 5,0
	2.0								1 ø 4,2	1 ø 5,0	1 ø 6,3	1 ø 6,3	2 ø 4,2
	2.2						1 ø 4,2	1 ø 5,0	1 ø 6,3	1 ø 6,3	2 ø 5,0	2 ø 5,0	2 ø 5,0
	2.4				1 ø 4,2	1 ø 5,0	1 ø 6,3	1 ø 6,3	2 ø 5,0	2 ø 5,0	3 ø 4,2	2 ø 6,3	2 ø 6,3
	2.6			1 ø 4,2	1 ø 5,0	1 ø 6,3	2 ø 5,0	2 ø 5,0	3 ø 4,2	2 ø 6,3	4 ø 4,2	1 ø 10,0	1 ø 10,0
	2.8		1 ø 4,2	1 ø 5,0	1 ø 6,3	2 ø 5,0	2 ø 5,0	2 ø 6,3	4 ø 4,2	1 ø 10,0	3 ø 6,3	3 ø 6,3	2 ø 5/16
	3.0	1 ø 4,2	1 ø 5,0	1 ø 6,3	2 ø 5,0	3 ø 4,2	2 ø 6,3	2 ø 6,0	1 ø 10,0	3 ø 6,3	2 ø 5/16	4 ø 6,3	4 ø 6,3
	3.2	1 ø 5,0	1 ø 6,3	2 ø 5,0	3 ø 4,2	2 ø 6,3	1 ø 10,0	3 ø 6,3	3 ø 6,3	4 ø 6,3	4 ø 6,3		
	3.4	1 ø 6,3	2 ø 5,0	3 ø 4,2	2 ø 6,3	1 ø 10,0	3 ø 6,3	2 ø 5/16	4 ø 6,3	4 ø 6,3			
	3.6	2 ø 4,2	2 ø 5,0	2 ø 6,3	1 ø 10,0	3 ø 6,3	2 ø 5/16	4 ø 6,3	4 ø 6,0				
	3.8	2 ø 5,0	2 ø 6,3	3 ø 5,0	3 ø 6,3	2 ø 5/16	4 ø 6,3	4 ø 6,0					
	4.0	3 ø 4,2	4 ø 4,2	3 ø 6,3	2 ø 5/16	4 ø 6,3	- Sem armadura adicional						
4.2	2 ø 6,3	1 ø 10,0	3 ø 6,3	4 ø 6,3	- Laje não ok! Consultar próxima tabela								
4.4	4 ø 4,2	3 ø 6,3	- Laje não ok! Consultar próxima tabela										
4.6	1 ø 10,0												

- Contra flecha = 1,0 cm
 - Contra flecha = 1,5 cm

Armadura de distribuição com tela soldada Bematel Q61

TABELA DE ARMADURAS ADICIONAIS

ENCHIMENTO = BLOCO CERÂMICO (ALTURA = 12 cm) - DISTÂNCIA ENTRE PONTALETES = 1,43 m

REVESTIMENTO = 30 kgf / m² - BASE DA VIGOTA : (bv = 12 cm - hv = 3 cm) - INTEREIXO = 42 cm

MODELO	DESIGNAÇÃO	ALTURA LAJE	ALTURA CAPA	C. CONCRETO	PESO PRÓPRIO								
TB 12M	TR 12645	16 cm	4 cm	62,5 litros/m ²	231 Kgf / m ²								
		CARGAS ACIDENTAIS kgf/m ²											
		50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600
VÃO LIVRE (m)	3.4			1 ø 4,2	1 ø 5,0	1 ø 6,3	2 ø 5,0	2 ø 5,0	2 ø 6,3	2 ø 6,3	3 ø 5,0	1 ø 10,0	3 ø 6,3
	3.6		1 ø 4,2	1 ø 5,0	1 ø 6,3	2 ø 5,0	3 ø 4,2	2 ø 6,3	4 ø 4,2	1 ø 10,0	3 ø 6,3	3 ø 6,3	2 ø 5/16
	3.8			1 ø 5,0	1 ø 6,3	2 ø 5,0	3 ø 4,2	2 ø 6,3	3 ø 5,0	1 ø 10,0	3 ø 6,3	2 ø 5/16	4 ø 6,3
	4.0	1 ø 4,2	1 ø 6,3	2 ø 5,0	3 ø 4,2	2 ø 6,3	3 ø 5,0	3 ø 6,3	3 ø 6,3	4 ø 6,3	4 ø 6,3	4 ø 6,3	4 ø 6,0
	4.2	1 ø 5,0	2 ø 5,0	2 ø 5,0	2 ø 6,3	3 ø 5,0	3 ø 6,3	3 ø 6,3	4 ø 6,3	4 ø 6,3	4 ø 6,0	3 ø 5/16	2 ø 10,0
	4.4	1 ø 6,3	2 ø 5,0	2 ø 6,3	3 ø 5,0	3 ø 6,3	2 ø 5/16	4 ø 6,3	4 ø 6,3	4 ø 6,0	3 ø 5/16	4 ø 5/16	4 ø 5/16
	4.6	2 ø 5,0	2 ø 6,3	4 ø 4,2	3 ø 6,3	3 ø 6,3	4 ø 6,3	4 ø 6,3	3 ø 5/16	2 ø 10,0	4 ø 5/16	4 ø 5/16	4 ø 5/16
	4.8	2 ø 5,0	2 ø 6,3	1 ø 10,0	3 ø 6,3	4 ø 6,3	4 ø 6,3	3 ø 5/16	2 ø 10,0	4 ø 5/16	4 ø 5/16		
	5.0	2 ø 6,3	3 ø 5,0	3 ø 6,3	4 ø 6,3	4 ø 6,3	3 ø 5/16	2 ø 10,0	4 ø 5/16	4 ø 5/16			
	5.2	2 ø 6,3	1 ø 10,0	2 ø 5/16	4 ø 6,3	4 ø 6,0	2 ø 10,0	4 ø 5/16	4 ø 5/16				
	5.4	3 ø 5,0	3 ø 6,3	4 ø 6,3	4 ø 6,0	3 ø 5/16	4 ø 5/16	4 ø 5/16					
	5.6	1 ø 10,0	2 ø 5/16	4 ø 6,3	3 ø 5/16	4 ø 5/16							
	5.8	3 ø 6,3	4 ø 6,3	4 ø 6,0	- Sem armadura adicional								
	6.0	2 ø 5/16	4 ø 6,3	- Laje não ok! Consultar próxima tabela									
	6.2	4 ø 6,3	- Laje não ok! Consultar próxima tabela										

- Contra flecha = 1,0 cm
 - Contra flecha = 1,5 cm
 - Contra flecha = 2,0 cm

MESA = Bematel Q61 Bematel Q75 Bematel Q113 Bematel Q113

TABELA DE ARMADURAS ADICIONAIS

ENCHIMENTO = BLOCO DE EPS (ALTURA = 12 cm) - DISTÂNCIA ENTRE PONTALETES = 1,62 m

REVESTIMENTO = 30 kgf/m² - BASE DA VIGOTA : (bv = 12 cm - hv = 3 cm) - INTEREIXO = 48 cm

MODELO	DESIGNAÇÃO	ALTURA LAJE	ALTURA CAPA	C. CONCRETO	PESO PRÓPRIO								
TB 12M	TR 12645	16 cm	4 cm	55,0 litros/m ²	159 kgf/m ²								
CARGAS ACIDENTAIS (kgf/m ²)													
	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	
VÃO LIVRE (m)	3.6		1 ø 5,0	1 ø 6,3	2 ø 5,0	2 ø 5,0	2 ø 6,3	4 ø 4,2	1 ø 10,0	3 ø 6,3	2 ø 5/16	4 ø 6,3	
	3.8		1 ø 4,2	1 ø 6,3	2 ø 5,0	2 ø 5,0	2 ø 6,3	3 ø 5,0	3 ø 6,3	3 ø 6,3	3 ø 6,0	4 ø 6,3	
	4.0		1 ø 5,0	2 ø 4,2	2 ø 5,0	2 ø 6,3	3 ø 5,0	3 ø 6,3	3 ø 6,3	4 ø 6,3	4 ø 6,3	4 ø 6,0	3 ø 5/16
	4.2	1 ø 4,2	1 ø 6,3	2 ø 5,0	2 ø 6,3	2 ø 6,0	3 ø 6,3	4 ø 5,0	4 ø 6,3	4 ø 6,3	4 ø 6,0	3 ø 5/16	4 ø 5/16
	4.4	1 ø 5,0	2 ø 5,0	3 ø 4,2	4 ø 4,2	1 ø 10,0	3 ø 6,3	4 ø 6,3	4 ø 6,3	3 ø 5/16	2 ø 10,0	4 ø 5/16	
	4.6	1 ø 6,3	2 ø 5,0	2 ø 6,3	1 ø 10,0	3 ø 6,3	4 ø 6,3	4 ø 6,3	3 ø 5/16	2 ø 10,0	4 ø 5/16		
	4.8	2 ø 4,2	3 ø 4,2	2 ø 6,0	3 ø 6,3	4 ø 6,3	4 ø 6,3	3 ø 5/16	2 ø 10,0	4 ø 5/16			
	5.0	2 ø 5,0	2 ø 6,3	1 ø 10,0	2 ø 5/16	4 ø 6,3	4 ø 6,0	2 ø 10,0	4 ø 5/16				
	5.2	2 ø 5,0	4 ø 4,2	3 ø 6,3	4 ø 6,3	4 ø 6,0	3 ø 5/16	4 ø 5/16					
	5.4	2 ø 6,3	1 ø 10,0	2 ø 5/16	4 ø 6,3	3 ø 5/16	4 ø 5/16						
	5.6	2 ø 6,3	3 ø 6,3	4 ø 6,3	4 ø 6,0	4 ø 5/16							
	5.8	3 ø 5,0	2 ø 5/16	4 ø 6,3	3 ø 5/16								
	6.0	1 ø 10,0	4 ø 6,3	4 ø 6,0									
	6.2	3 ø 6,3	4 ø 6,3										
6.4	2 ø 5/16												

- Sem armadura adicional
 - Laje não ok! Consultar próxima tabela
 - Laje não ok! Consultar próxima tabela

- Contra flecha = 1,0 cm
 - Contra flecha = 1,5 cm
 - Contra flecha = 2,0 cm

MESA =	Bematel Q61	Bematel Q75	Bematel Q92	Bematel Q92
--------	-------------	-------------	-------------	-------------

TABELA DE ARMADURAS ADICIONAIS

ENCHIMENTO = BLOCO DE EPS (ALTURA = 16 cm) - DISTÂNCIA ENTRE PONTALETES = 1,87 m

REVESTIMENTO = 30 kgf/m² - BASE DA VIGOTA : (bv = 12 cm - hv = 3 cm) - INTEREIXO = 48 cm

MODELO	DESIGNAÇÃO	ALTURA LAJE	ALTURA CAPA	C. CONCRETO	PESO PRÓPRIO								
TB 16L	TR 16745	20 cm	4 cm	61,7 litros/m ²	178 kgf/m ²								
CARGAS ACIDENTAIS (kgf/m ²)													
	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	
VÃO LIVRE (m)	4.4		1 ø 5,0	2 ø 4,2	2 ø 5,0	2 ø 6,3	4 ø 4,2	1 ø 10,0	3 ø 6,3	2 ø 5/16	4 ø 6,3	4 ø 6,3	4 ø 6,0
	4.6	1 ø 4,2	1 ø 6,3	2 ø 5,0	2 ø 6,3	4 ø 4,2	1 ø 10,0	3 ø 6,3	2 ø 5/16	4 ø 6,3	4 ø 6,0	3 ø 5/16	3 ø 5/16
	4.8	1 ø 5,0	2 ø 4,2	2 ø 5,0	2 ø 6,3	1 ø 10,0	3 ø 6,3	2 ø 5/16	4 ø 6,3	4 ø 6,0	3 ø 5/16	2 ø 10,0	4 ø 5/16
	5.0	1 ø 6,3	2 ø 5,0	2 ø 6,3	3 ø 5,0	3 ø 6,3	2 ø 5/16	4 ø 6,3	4 ø 6,0	3 ø 5/16	4 ø 5/16	4 ø 5/16	4 ø 5/16
	5.2	1 ø 6,3	2 ø 5,0	2 ø 6,3	1 ø 10,0	3 ø 6,3	4 ø 6,3	4 ø 6,0	3 ø 5/16	4 ø 5/16	4 ø 5/16	4 ø 5/16	3 ø 10,0
	5.4	2 ø 5,0	2 ø 6,3	3 ø 5,0	3 ø 6,3	4 ø 6,3	4 ø 6,3	3 ø 5/16	2 ø 10,0	4 ø 5/16	4 ø 5/16	3 ø 10,0	3 ø 10,0
	5.6	2 ø 5,0	2 ø 6,3	3 ø 6,3	2 ø 5/16	4 ø 6,3	4 ø 6,0	2 ø 10,0	4 ø 5/16	4 ø 5/16	3 ø 10,0	3 ø 10,0	
	5.8	3 ø 4,2	3 ø 5,0	3 ø 6,3	4 ø 6,3	4 ø 6,0	3 ø 5/16	4 ø 5/16	4 ø 5/16	3 ø 10,0	3 ø 10,0		
	6.2	4 ø 4,2	3 ø 6,3	4 ø 6,3	4 ø 6,0	2 ø 10,0	4 ø 5/16	4 ø 5/16	3 ø 10,0				
	6.6	1 ø 10,0	4 ø 6,3	4 ø 6,0	2 ø 10,0	4 ø 5/16	3 ø 10,0						
	7.0	4 ø 5,0	4 ø 6,3	2 ø 10,0	4 ø 5/16	3 ø 10,0							
	7.2	4 ø 6,3	4 ø 6,0	4 ø 5/16	4 ø 5/16								
	7.4	4 ø 6,3	3 ø 5/16	4 ø 5/16									
	7.6	4 ø 6,3	2 ø 10,0										
7.8	4 ø 6,0												

- Sem armadura adicional
 - Laje não ok! Consultar próxima tabela
 - Laje não ok! Consultar próxima tabela

- Contra flecha = 1,0 cm
 - Contra flecha = 1,5 cm
 - Contra flecha = 2,0 cm
 - Contra flecha = 2,5 cm

MESA =	Bematel Q75	Bematel Q92	Bematel Q92	Bematel Q113
--------	-------------	-------------	-------------	--------------

TABELA DE ARMADURAS ADICIONAIS													
ENCHIMENTO = BLOCO DE EPS (ALTURA = 20 cm) - DISTÂNCIA ENTRE PONTALETES = 1,25 m													
REVESTIMENTO = 30 kgf/m ² - BASE DA VIGOTA : (bv = 12 cm - hv = 3 cm) - INTEREIXO = 48 cm													
MODELO	DESIGNAÇÃO	ALTURA LAJE	ALTURA CAPA	C. CONCRETO				PESO PRÓPRIO					
TB 20L	TR 20745	25 cm	5 cm	78,3 litros/m ²				219 kgf/m ²					
CARGAS ACIDENTAIS (kgf/m ²)													
	50	100	150	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	
VÃO LIVRE (m)	4.4		1 ø 4,2	1 ø 5,0	1 ø 6,3	3 ø 4,2	4 ø 4,2	3 ø 6,3	3 ø 6,0	4 ø 6,3	3 ø 5/16	2 ø 10,0	4 ø 5/16
	4.8	1 ø 4,2	1 ø 6,3	2 ø 5,0	2 ø 5,0	4 ø 4,2	3 ø 6,3	4 ø 6,3	4 ø 6,0	3 ø 5/16	4 ø 5/16	4 ø 5/16	
	5.2	1 ø 6,3	2 ø 5,0	3 ø 4,2	2 ø 6,3	3 ø 6,3	4 ø 6,3	4 ø 6,0	4 ø 5/16	4 ø 5/16	3 ø 10,0		
	5.6	2 ø 5,0	3 ø 4,2	4 ø 4,2	1 ø 10,0	4 ø 6,3	4 ø 6,0	4 ø 5/16	4 ø 5/16	3 ø 10,0			
	6.0	3 ø 4,2	4 ø 4,2	3 ø 6,3	2 ø 5/16	4 ø 6,0	4 ø 5/16	4 ø 5/16	3 ø 10,0	4 ø 10,0			
	6.4	2 ø 6,3	1 ø 10,0	2 ø 5/16	4 ø 6,3	2 ø 10,0	4 ø 5/16	3 ø 10,0	4 ø 10,0				
	6.8	1 ø 10,0	2 ø 5/16	4 ø 6,3	3 ø 5/16	4 ø 5/16	3 ø 10,0	4 ø 10,0	4 ø 10,0				
	7.2	3 ø 6,3	4 ø 6,3	4 ø 6,0	4 ø 5/16	3 ø 10,0	4 ø 10,0	4 ø 10,0					
	7.6	4 ø 6,3	4 ø 6,0	2 ø 10,0	4 ø 5/16	4 ø 10,0	4 ø 10,0						
	8.0	4 ø 6,3	3 ø 5/16	4 ø 5/16	3 ø 10,0	4 ø 10,0							
	8.4	3 ø 5/16	4 ø 5/16	3 ø 10,0	3 ø 10,0								
	8.8	2 ø 10,0	4 ø 5/16	3 ø 10,0									
	9.0	4 ø 5/16	3 ø 10,0										
	9.2	4 ø 5/16											
9.4	4 ø 5/16												
MESA =	Bematel Q92			Bematel Q113			Bematel Q138			Bematel Q92			

- Contra flecha = 1,0 cm
 - Contra flecha = 1,5 cm
 - Contra flecha = 2,0 cm
 - Contra flecha = 2,5 cm
 - Contra flecha = 3,0 cm

- Sem armadura adicional
 - Laje não ok! Consultar próxima tabela
 - Laje não ok! Consultar próxima tabela

TABELA DE ARMADURAS ADICIONAIS													
ENCHIMENTO = BLOCO DE EPS (ALTURA = 25 cm) - DISTÂNCIA ENTRE PONTALETES = 1,70 m													
REVESTIMENTO = 30 kgf/m ² - BASE DA VIGOTA : (bv = 12 cm - hv = 3 cm) - INTEREIXO = 48 cm													
MODELO	DESIGNAÇÃO	ALTURA LAJE	ALTURA CAPA	C. CONCRETO				PESO PRÓPRIO					
TB 25M	TR 25856	30 cm	5 cm	86,7 litros/m ²				241 kgf/m ²					
CARGAS ACIDENTAIS (kgf/m ²)													
	50	100	150	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	
VÃO LIVRE (m)	5.2			1 ø 4,2	1 ø 6,3	2 ø 5,0	4 ø 4,2	3 ø 6,3	4 ø 6,3	4 ø 6,0	3 ø 5/16	4 ø 5/16	4 ø 5/16
	5.6		1 ø 4,2	1 ø 6,3	2 ø 5,0	4 ø 4,2	3 ø 6,3	4 ø 6,3	4 ø 6,0	2 ø 10,0	4 ø 5/16	3 ø 10,0	
	6.0	1 ø 4,2	1 ø 6,3	2 ø 5,0	2 ø 6,3	3 ø 6,3	4 ø 6,3	4 ø 6,0	4 ø 5/16	4 ø 5/16	3 ø 10,0		
	6.4	1 ø 6,3	2 ø 5,0	2 ø 6,3	1 ø 10,0	4 ø 6,3	4 ø 6,0	4 ø 5/16	4 ø 5/16	3 ø 10,0	4 ø 10,0		
	6.8	2 ø 5,0	2 ø 6,3	1 ø 10,0	3 ø 6,3	4 ø 6,3	4 ø 5/16	4 ø 5/16	3 ø 10,0	4 ø 10,0			
	7.2	2 ø 6,3	1 ø 10,0	3 ø 6,3	4 ø 6,3	3 ø 5/16	4 ø 5/16	3 ø 10,0	4 ø 10,0				
	7.6	4 ø 4,2	3 ø 6,3	4 ø 6,3	4 ø 6,0	4 ø 5/16	3 ø 10,0	4 ø 10,0	4 ø 10,0				
	8.0	3 ø 6,3	4 ø 6,3	4 ø 6,0	3 ø 5/16	4 ø 5/16	4 ø 10,0	4 ø 10,0					
	8.4	2 ø 5/16	4 ø 6,3	3 ø 5/16	4 ø 5/16	3 ø 10,0	4 ø 10,0	5 ø 10,0					
	8.8	4 ø 6,3	3 ø 5/16	4 ø 5/16	4 ø 5/16	4 ø 10,0	5 ø 10,0						
	9.2	4 ø 6,0	4 ø 5/16	4 ø 5/16	3 ø 10,0	4 ø 10,0	5 ø 10,0						
	9.6	3 ø 5/16	4 ø 5/16	3 ø 10,0	4 ø 10,0	5 ø 10,0							
	10.0	4 ø 5/16	4 ø 5/16	4 ø 10,0	4 ø 10,0								
	10.4	4 ø 5/16	3 ø 10,0										
10.8	3 ø 10,0												
MESA =	Bematel Q113			Bematel Q138			Bematel Q138			Bematel Q113			

- Contra flecha = 1,0 cm
 - Contra flecha = 1,5 cm
 - Contra flecha = 2,0 cm
 - Contra flecha = 2,5 cm
 - Contra flecha = 3,0 cm

- Sem armadura adicional
 - Laje não ok! Consultar próxima tabela
 - Laje não ok! Consultar próxima tabela

TABELA DE ARMADURAS ADICIONAIS

ENCHIMENTO = BLOCO DE EPS (ALTURA = 30 cm) - DISTÂNCIA ENTRE PONTALETES = 1,20 m

REVESTIMENTO = 30 kgf/m² - BASE DA VIGOTA : (bv = 12 cm - hv = 3 cm) - INTEREIXO = 48 cm

MODELO	DESIGNAÇÃO	ALTURA LAJE	ALTURA CAPA	C. CONCRETO	PESO PRÓPRIO							
TB 30M	TR 30856	35 cm	5 cm	95,0 litros/m ²	263 kgf/m ²							
CARGAS ACIDENTAIS (kgf/m ²)												
	50	100	150	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
6.0		1 ø 5,0	1 ø 6,3	2 ø 5,0	4 ø 4,2	3 ø 6,3	4 ø 6,3	4 ø 6,0	2 ø 10,0	4 ø 5/16	4 ø 5/16	3 ø 10,0
6.4	1 ø 5,0	1 ø 6,3	2 ø 5,0	2 ø 6,3	3 ø 6,3	4 ø 6,3	4 ø 6,0	4 ø 5/16	4 ø 5/16	3 ø 10,0	4 ø 10,0	
6.8	1 ø 6,3	2 ø 5,0	2 ø 6,3	1 ø 10,0	2 ø 5/16	4 ø 6,0	4 ø 5/16	4 ø 5/16	3 ø 10,0	4 ø 10,0		
7.2	2 ø 5,0	2 ø 6,3	1 ø 10,0	3 ø 6,3	4 ø 6,3	2 ø 10,0	4 ø 5/16	3 ø 10,0	4 ø 10,0	4 ø 10,0		
7.6	2 ø 6,3	3 ø 5,0	3 ø 6,3	4 ø 6,3	3 ø 5/16	4 ø 5/16	3 ø 10,0	4 ø 10,0	4 ø 10,0			
8.0	4 ø 4,2	3 ø 6,3	4 ø 6,3	4 ø 6,0	4 ø 5/16	3 ø 10,0	4 ø 10,0	4 ø 10,0	5 ø 10,0			
9.0	3 ø 6,0	4 ø 6,0	2 ø 10,0	4 ø 5/16	3 ø 10,0	4 ø 10,0	5 ø 10,0	5 ø 10,0				
9.4	4 ø 6,3	3 ø 5/16	4 ø 5/16	4 ø 5/16	4 ø 10,0	4 ø 10,0	5 ø 10,0					
9.8	4 ø 6,0	4 ø 5/16	4 ø 5/16	3 ø 10,0	4 ø 10,0	5 ø 10,0	6 ø 10,0					
10.2	3 ø 5/16	4 ø 5/16	3 ø 10,0	4 ø 10,0	5 ø 10,0	5 ø 10,0						
10.6	4 ø 5/16	3 ø 10,0	4 ø 10,0	4 ø 10,0	5 ø 10,0	6 ø 10,0						
11.0	4 ø 5/16	3 ø 10,0	4 ø 10,0	4 ø 10,0	5 ø 10,0							
11.4	3 ø 10,0	4 ø 10,0	4 ø 10,0	5 ø 10,0								
11.8	3 ø 10,0	4 ø 10,0										
12.2	4 ø 10,0											
MESA =	Bematel Q113			Bematel Q138			Bematel Q159			Bematel Q113		

VÃO LIVRE (m)

- Contra flecha = 1,0 cm
- Contra flecha = 1,5 cm
- Contra flecha = 2,0 cm
- Contra flecha = 2,5 cm
- Contra flecha = 3,0 cm
- Contra flecha = 3,5 cm

Obras de Referência



Shopping Center da Tijuca, Rio de Janeiro, Pré-laje 25 Treliçada com EPS.

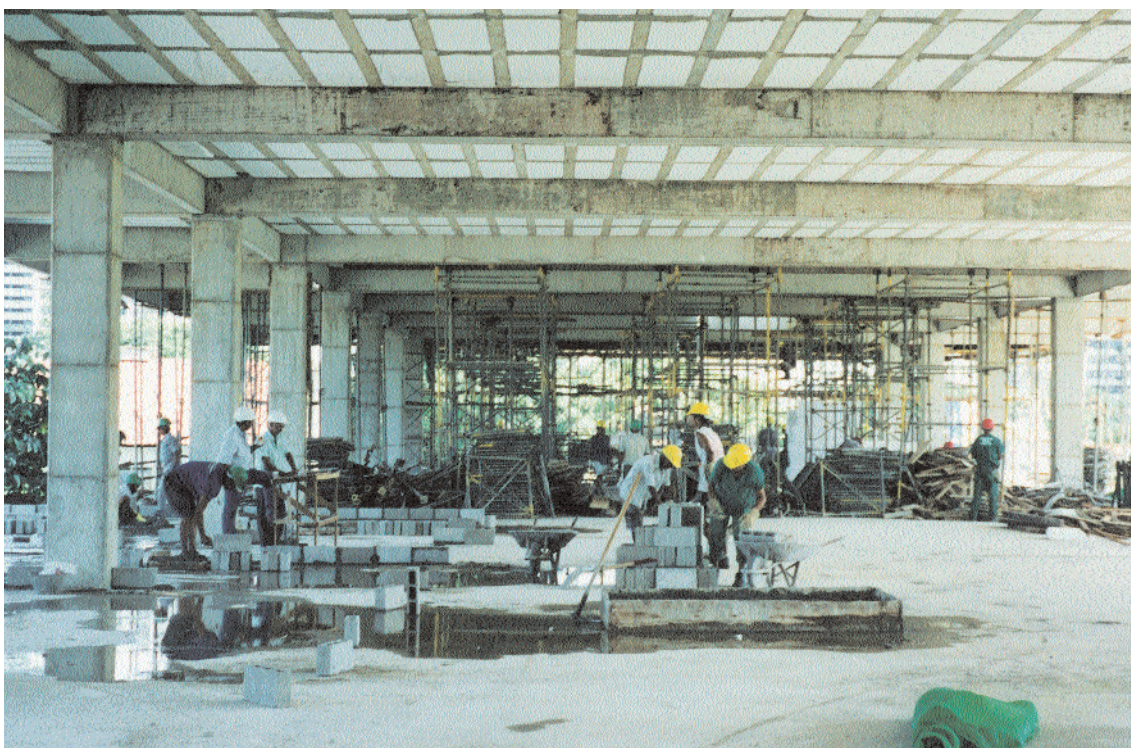


Linha Amarela, Rio de Janeiro, Pré-laje Treliçada Autoportante maciça.

Obras de Referência



Linha Verde, 16 pontes ligando Bahia e Sergipe, Pré-laje Treliçada 25 Autoportante.



Shopping Center Plaza Forte Recife, Laje Treliçada com EPS.

Obras de Referência



UNIP unidade Santana, Pré-laje Trelaçada 25 maciça, saguão principal.



Edifício Comercial, Laje Trelaçada com EPS, estrutura plana (vigas embutidas na laje).



Edifício Comercial, Laje Trelaçada com EPS e Nervuras de Travamento.

Execução

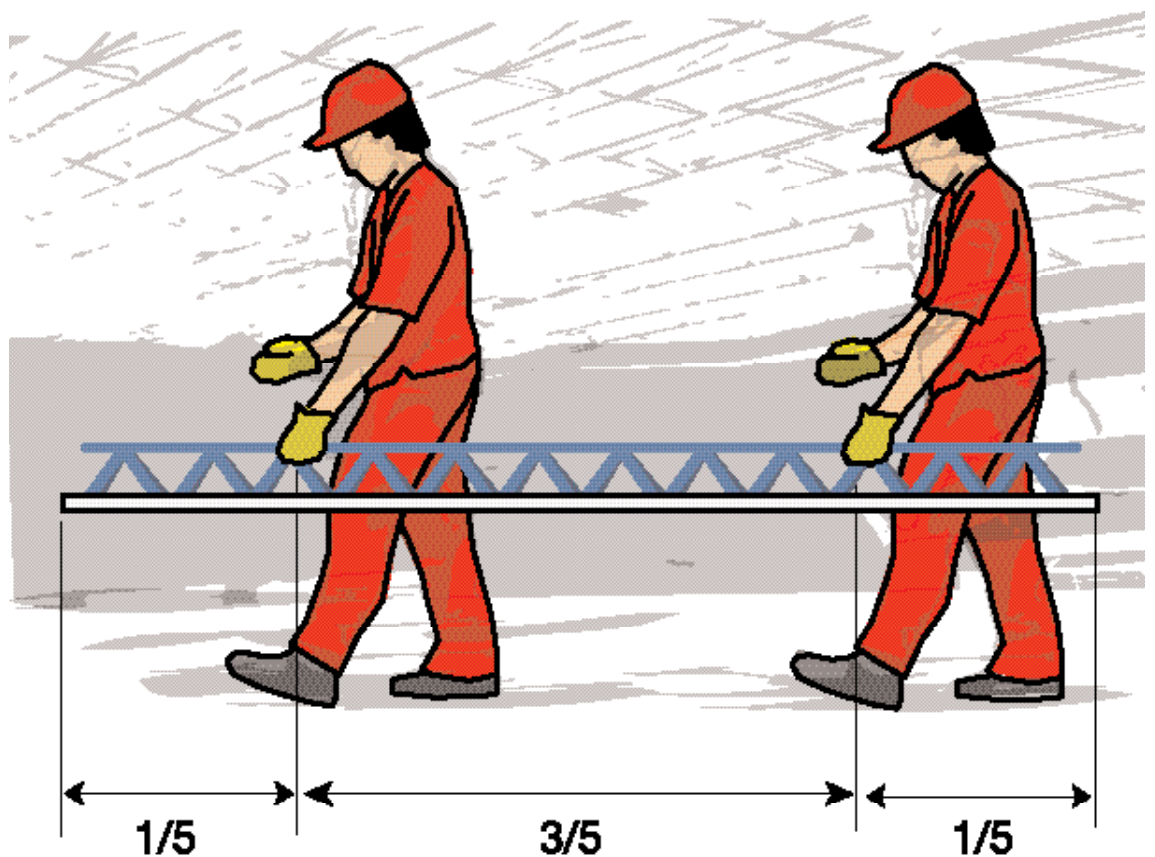
Nesta parte mencionaremos os detalhes essenciais para a execução de obras com lajes treliçadas a partir do transporte e manuseio das vigotas ou pré-lajes até a retirada das escoras.

a—Transporte e Manuseio:

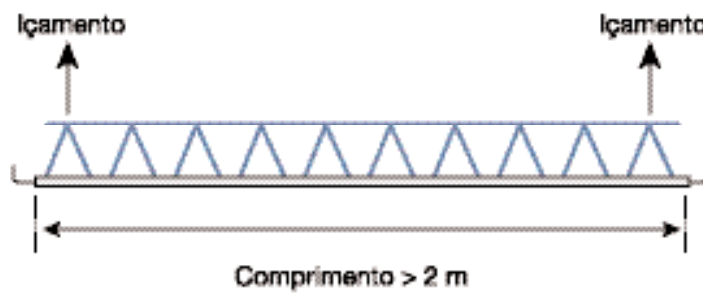
No transporte, o posicionamento dos pontos de içamento das vigotas são fundamentais para garantir a integridade dos fios superiores, pois são eles que irão garantir a auto-portância ao sistema. É, portanto, desaconselhável transportar as vigotas pela extremidade.

O ideal é transportá-las de maneira que o içamento seja feito em dois pontos a $1/5$ do vão a partir da extremidade, ou em três pontos, sendo um no meio do vão e outros dois também a $1/5$ do vão, a partir da extremidade.

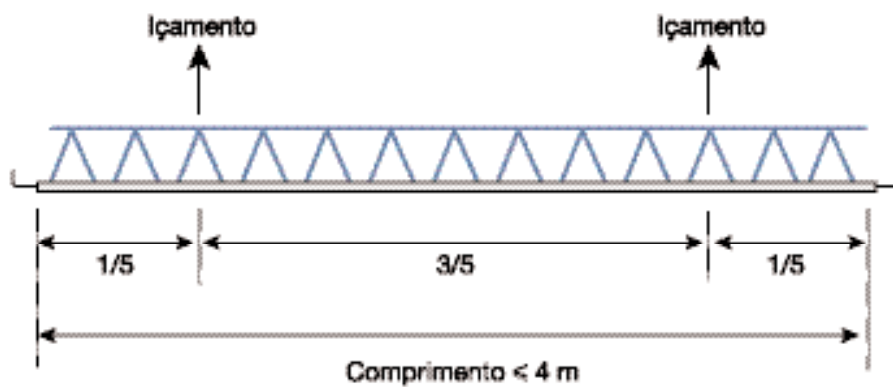
Outro cuidado é posicionar o içamento no encontro entre as diagonais e os fios superiores.



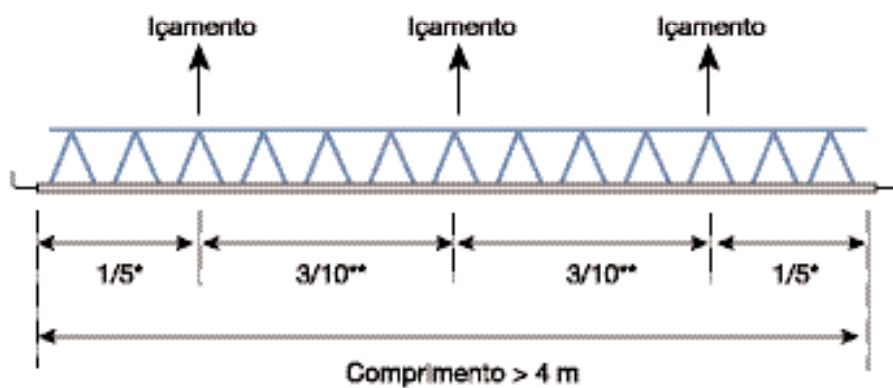
Situação não-recomendada para comprimentos maiores que 2 metros



Situação recomendada para comprimentos até 4 metros



Situação recomendada para comprimentos maiores que 4 metros



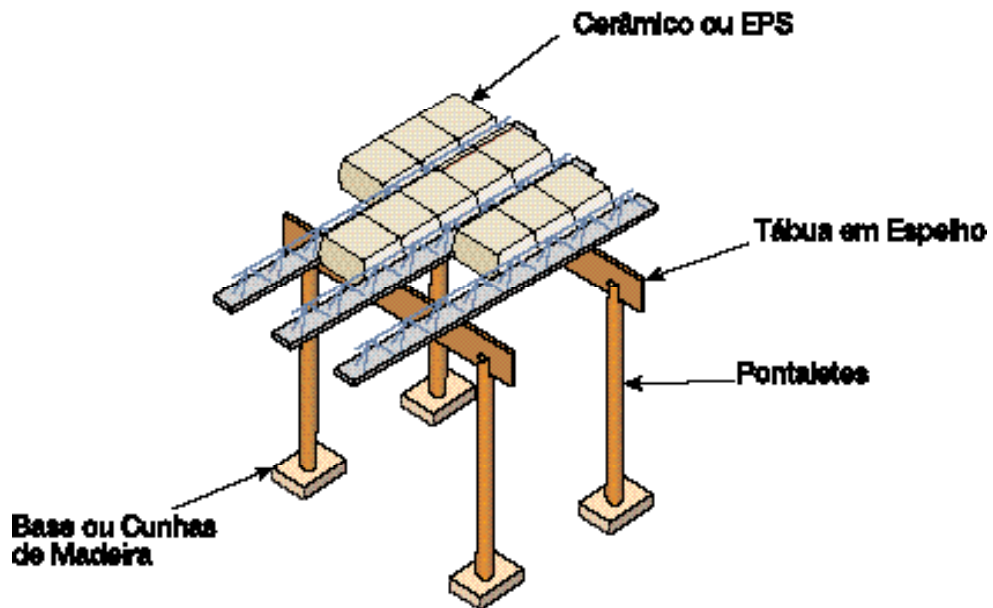
Deve-se tomar cuidado para o balanço no transporte não exceder em 1,30 metro (*).
E para a distância entre dois pontos de içamento não exceder em 2,40 metros (**).

Execução

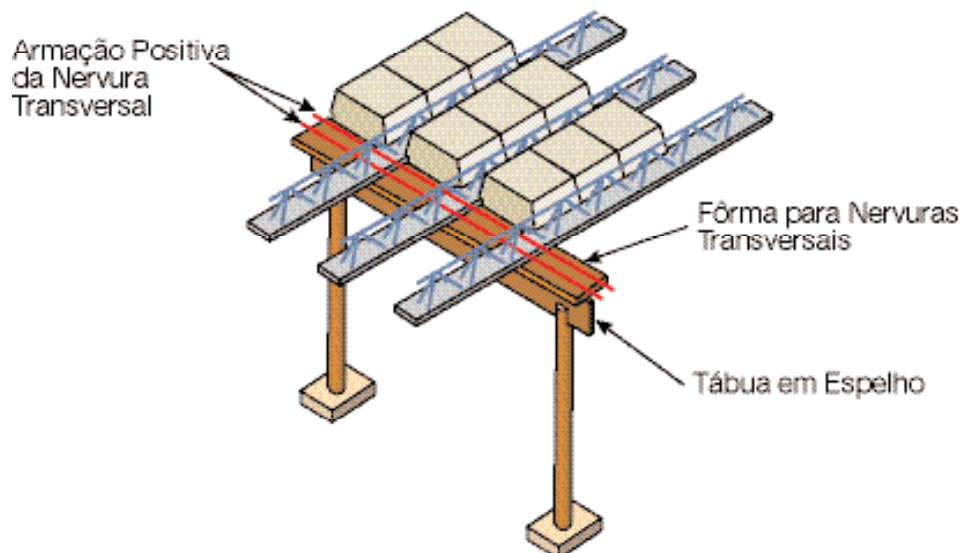
b — Escoramento:

Antes da colocação das vigotas ou pré-lajes é necessário o correto posicionamento das linhas de escoras (ver tabelas de escoramento) e fôrmas para as nervuras transversais (se for o caso) às vigotas de acordo com os detalhes abaixo.

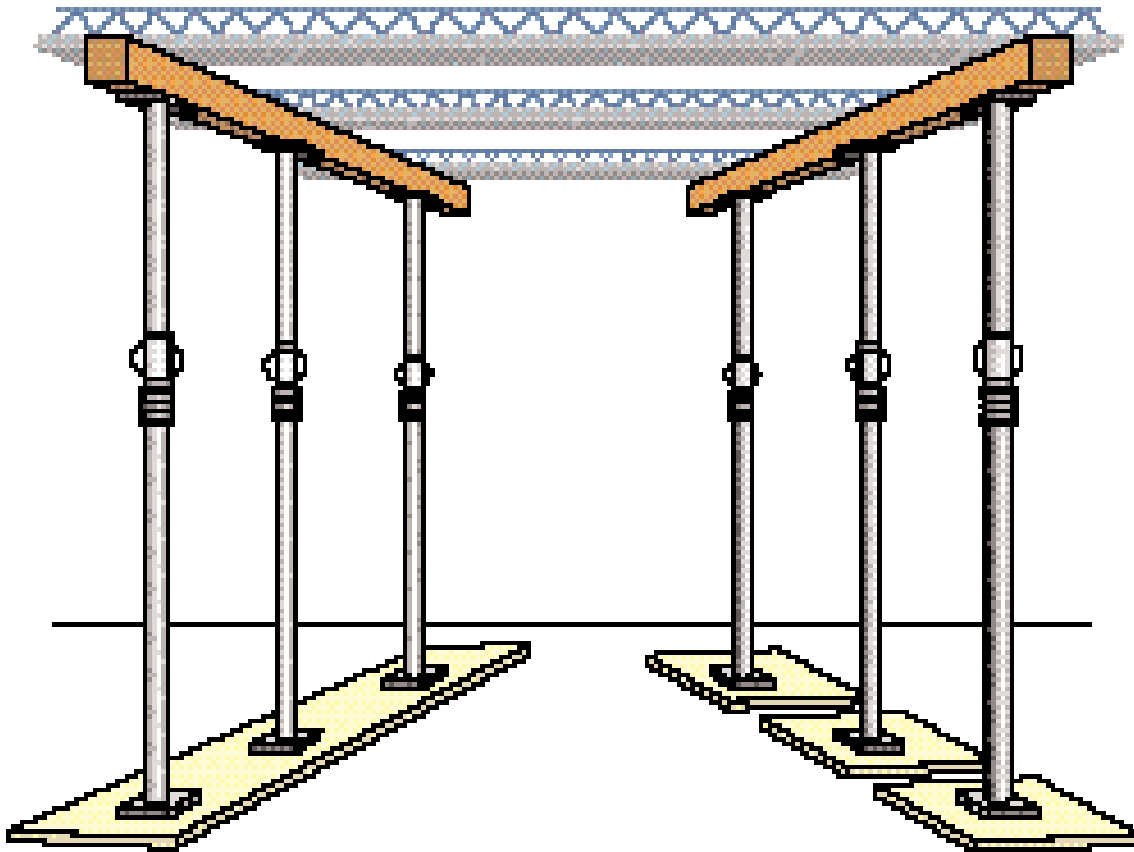
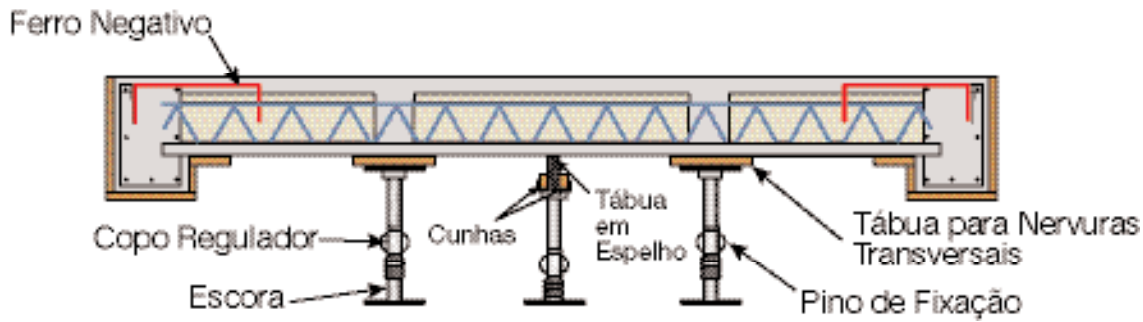
Escoramento de Madeira



Fôrma para Nervuras Transversais de Travamento



Escoramento Metálico



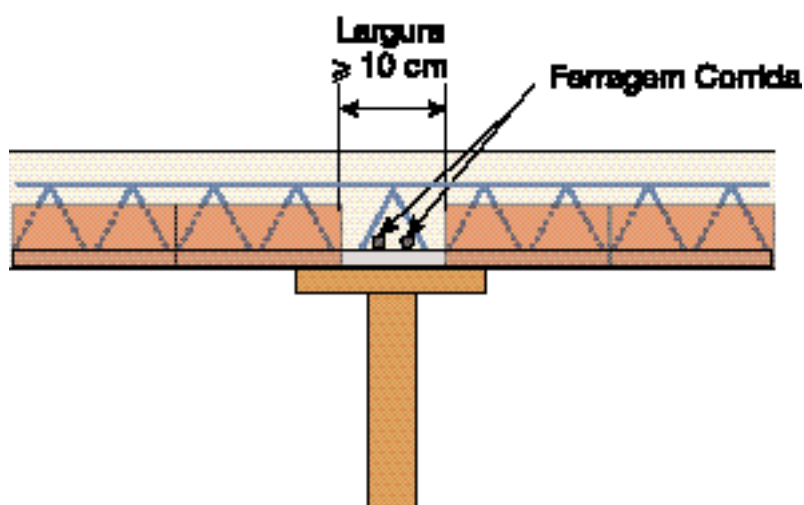
Para todo o tipo de escoramento certifique-se de que ele esteja apoiado sobre base firme e tenha altura necessária para possibilitar a contraflecha da laje treliçada regulada através do copo regulador ou cunhas de madeira.

Execução

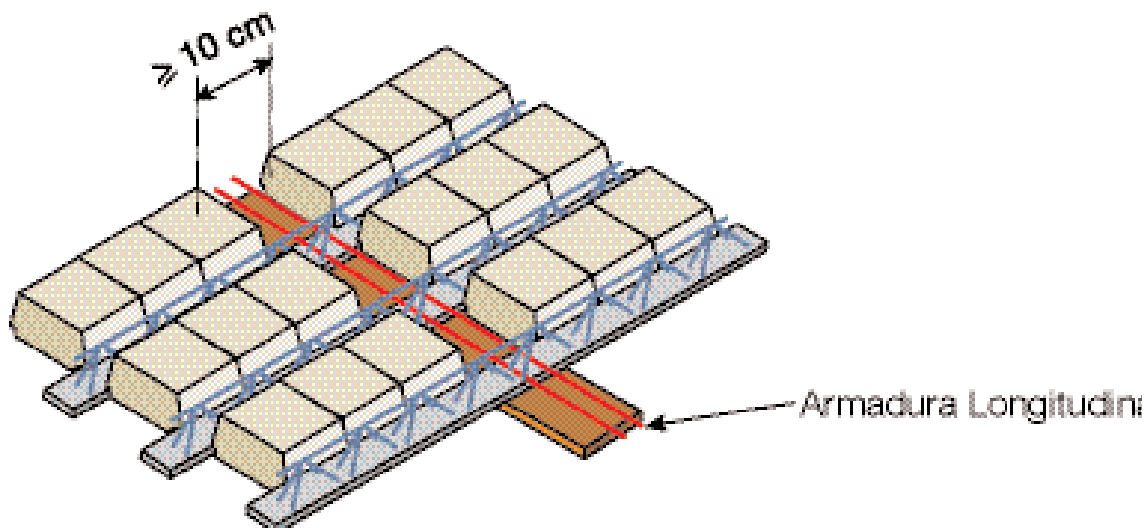
c — Nervuras Transversais:

No caso de lajes armadas em uma direção, a NBR 6118 adota a colocação de nervuras secundárias de travamento, ortogonais às nervuras principais, quando o vão teórico for superior a 4 metros, e exigindo, no mínimo, duas nervuras se esse vão ultrapassar 6 metros.

Para solução em lajes nervuradas em duas direções será definido pelo cálculo o espaçamento entre as nervuras principais e as secundárias.



Alastamento dos Enchimentos
(EPS ou Cerâmico)



d—Posicionamento em Serviço:

Devem ser observadas as condições de apoio das vigotas obedecendo às dimensões mínimas que estas deverão ter nos apoios, bem como o comprimento de ancoragem da armação adicional.

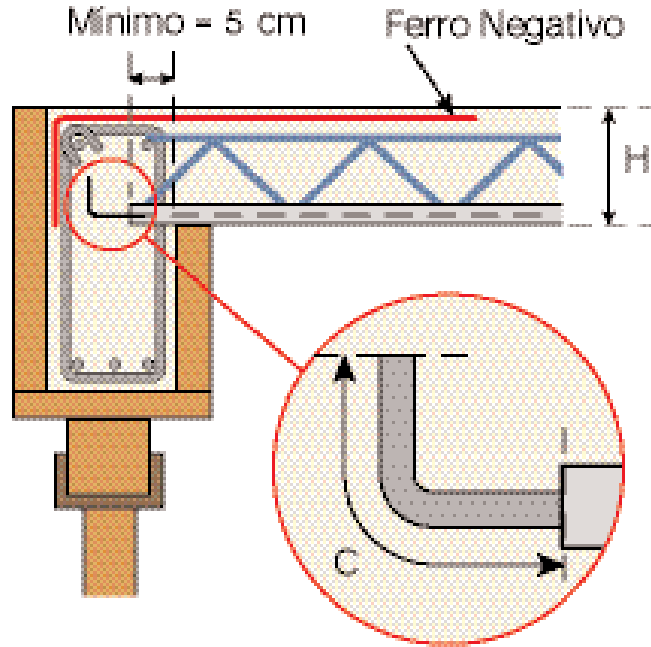


Tabela dos Comprimentos dos Ganchos de Ancoragem da Armação Adicional

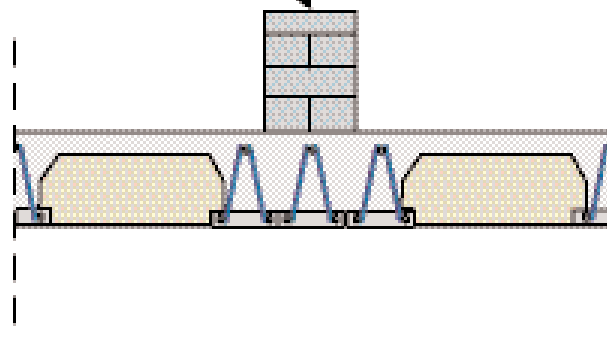
H Altura Total	C Comprimento do Gancho (cm)
10 a 12	5
16 a 17	10
20 a 21	15
24 a 25	20
28 a 30	25
32 a 34	30
36 a 38	34
40 a 42	38
44 a 46	42
48 a 50	46
52 a 55	50
56 a 60	54
60 a 65	58

Execução

e — Vigotas Justapostas:

É comum termos paredes de alvenaria sobre as lajes, e nestes casos recomenda-se a colocação de vigotas justapostas como indicado abaixo:

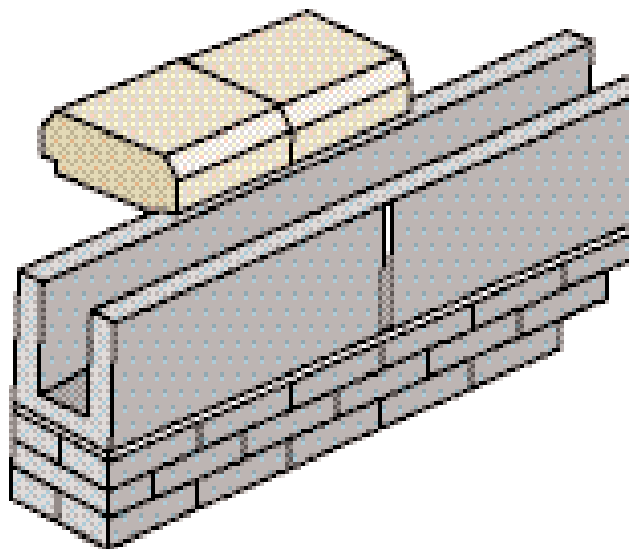
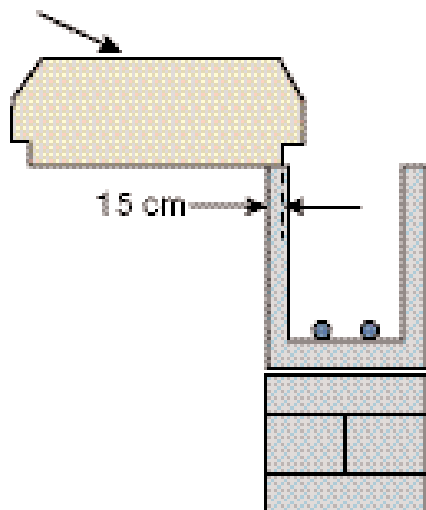
Alvenaria sobre a Laje



f — Colocação dos Elementos de Enchimento:

Devem ser observadas as dimensões mínimas dos seus apoios nas vigotas e nas extremidades (primeira linha de enchimento apoiando um lado nas cintas de amarração ou nas vigas).

EPS ou Cerâmico



A seqüência de colocação dos elementos de enchimento, como mostra a foto abaixo, deve ser a seguinte:

Executar fileiras ortogonais ao sentido das vigotas, iniciando-se pelas duas fileiras mais externas e caminhando para o meio da laje. Deve-se tomar cuidado para manter o esquadro e evitar folgas entre os enchimentos.

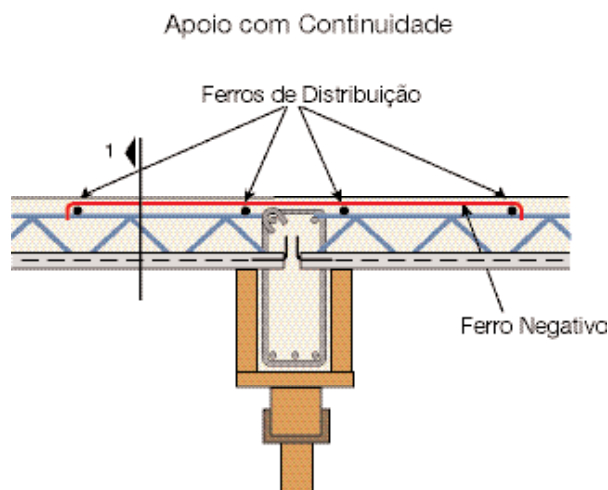
Este procedimento é essencial para a uniformidade da seção das nervuras e principalmente para o posicionamento das nervuras de travamento.



g — Armadura Complementar:

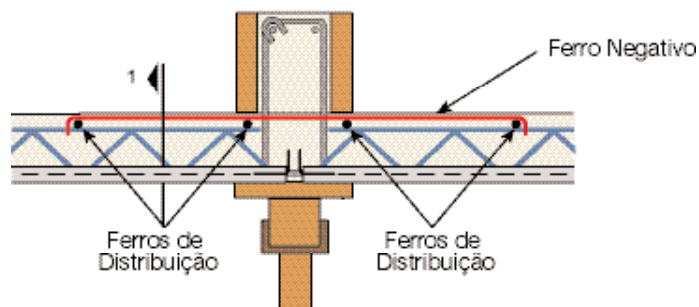
Na fase de projeto devem ser detalhadas as armaduras negativas que irão reforçar as regiões de momento negativo, como é feito normalmente nas lajes maciças. O posicionamento dessas armaduras deve ser sempre na região das vigotas.

Não podemos esquecer da armadura de distribuição na capa da laje, pois ela será responsável pelo controle da fissuração na retração do concreto e reforço para distribuição das cargas pontuais. A armadura de distribuição não deve ser amarrada ao fio superior da treliça; o seu posicionamento correto deve ser no meio da capa.

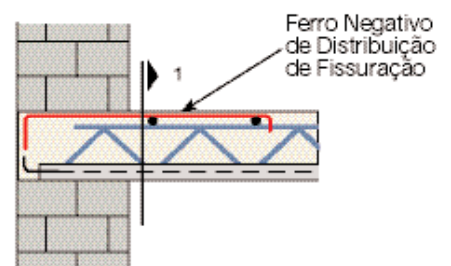


Execução

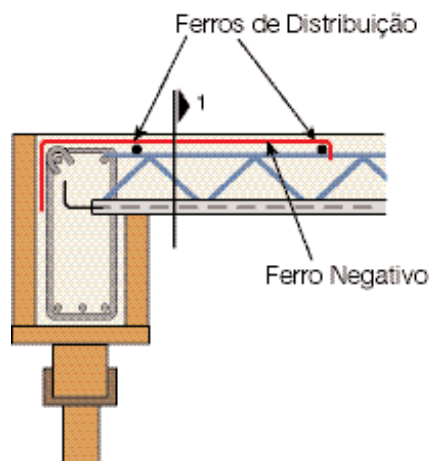
Apoio com Continuidade em Viga Invertida



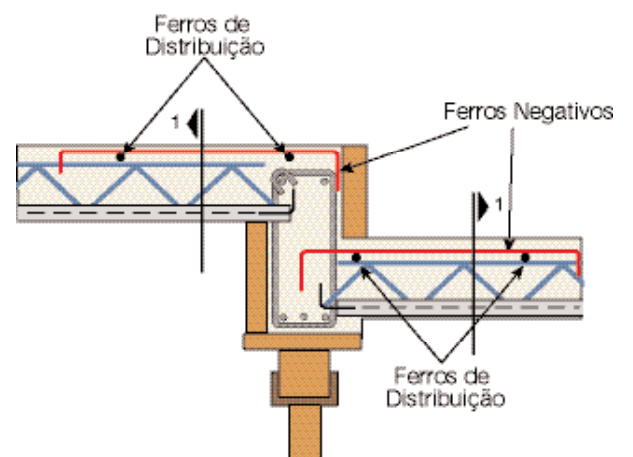
Apoio Simples em Alvenaria Estrutural ou Similar



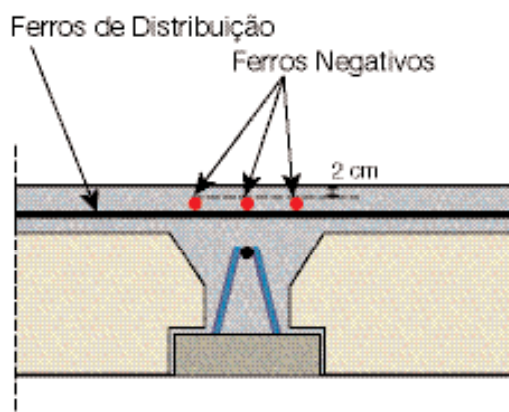
Apoio Simples em Viga de Borda



Apoio Simples com Desníveis



Detalhe 1



h — Concretagem:

Solicite a vistoria do fornecedor da laje aproximadamente dois dias antes da concretagem. Certifique-se da resistência (fck) maior ou igual ao indicado no projeto. Para caminhar sobre a laje recém-concretada, utilize tábuas. Durante os três primeiros dias após o lançamento do concreto, molhe bem a superfície da laje. Uma boa dica de cura úmida é a colocação de tábuas ou chapas de compensado sobre a laje, com o auxílio de mangueiras despejando água a uma vazão constante o suficiente para manter as madeiras encharcadas, propiciando, assim, uma umidade ideal para a cura do concreto.

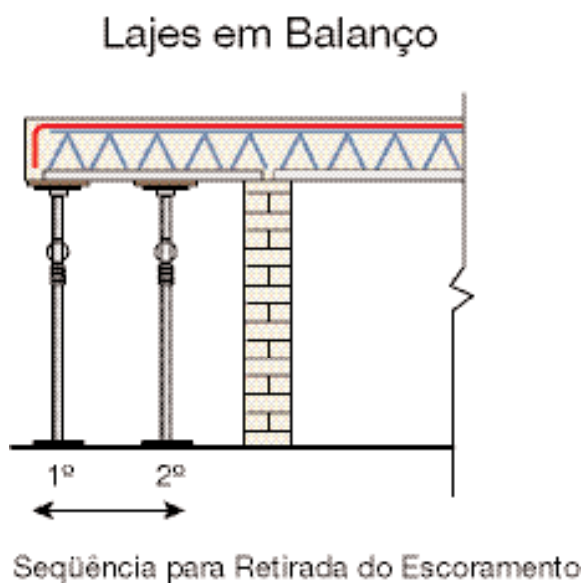
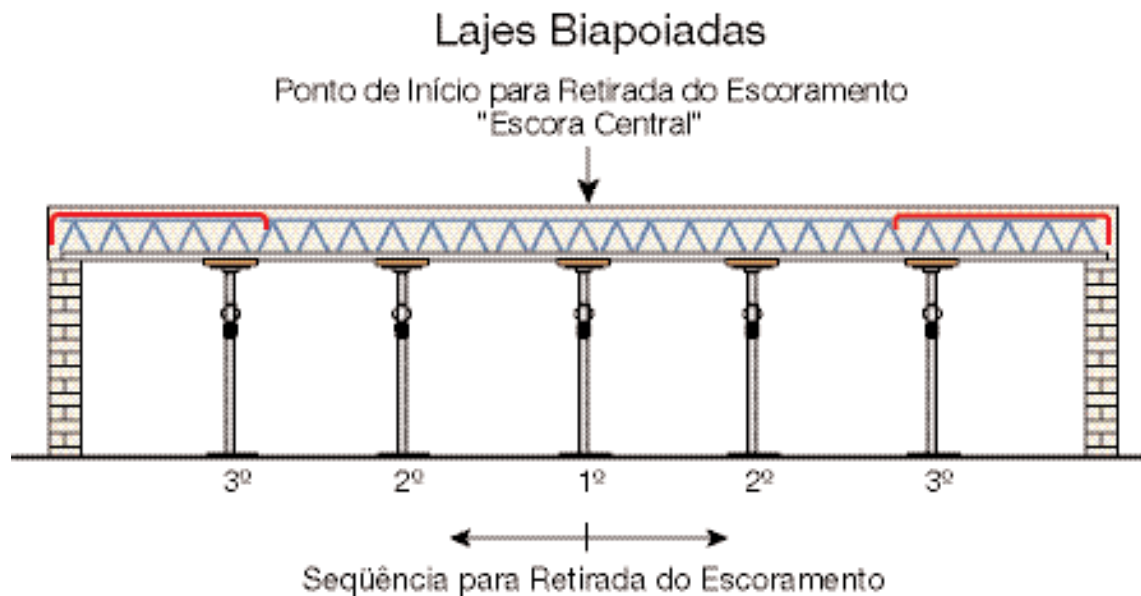


Execução

i — Descimbramento:

Não proceda à desforma antes de 18 dias da concretagem. Em edifícios de múltiplos pisos não retire o escoramento do piso inferior antes de terminar a execução da laje imediatamente superior, e nas lajes treliçadas de forro não retire o escoramento antes do carpinteiro terminar o serviço de cobertura do telhado.

Retire o escoramento sempre do centro para as extremidades.



- 1) NBR 6118/78 Projeto e Execução de Obras de Concreto Armado
- 2) NBR 6119/80 Cálculo e Execução de Lajes Mistas
- 3) NBR 6120/80 Cargas para o Cálculo de Estruturas de Edificações
- 4) NBR 7480/85 Barras e Fios de Aço Destinados a Armaduras para o Concreto Armado
- 5) NBR 7481/82 Tela de Aço Soldada para Armadura de Concreto
- 6) Santos, Lauro Modesto dos. Cálculo de Concreto Armado, Vols. 1 e 2, Editora LMS Ltda.
- 7) Manual Técnico Sistema Treliçado Global
- 8) Manual de Fabricação Puma
- 9) Programa Treliças Belgo
- 10) Manual de projeto de lajes pré-moldadas treliçadas - Vitor Faustino Pereira
- 11) NBR 14859-1 - Laje pré-fabricada - Requisitos - Parte 1: Lajes unidirecionais
- 12) NBR 14859-2 - Laje pré-fabricada - Requisitos - Parte 2: Lajes bidirecionais
- 13) NBR 14860-1 - Laje pré-fabricada - Pré-laje - Requisitos - Parte 1: Lajes unidirecionais
- 14) NBR 14860-2 - Laje pré-fabricada - Pré-laje - Requisitos - Parte 2: Lajes bidirecionais
- 15) NBR 14862 - Armaduras treliçadas eletrossoldadas - Requisitos

belgo.com.br

Atendimento ao Cliente:
0800 151221

Distribuidor