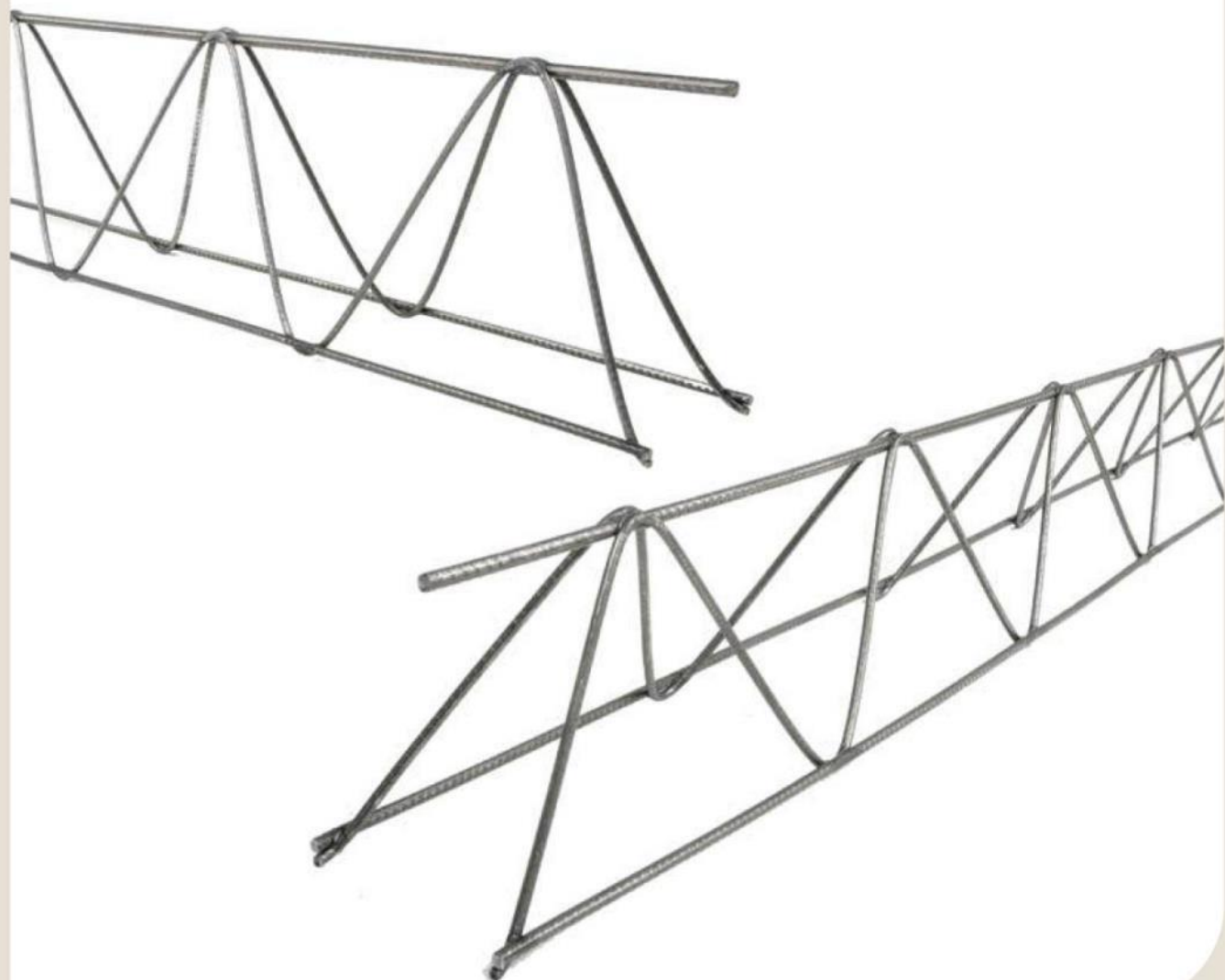


Manual Técnico de Lajes Treliçadas



Apresentação

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

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

Com a execução das lajes nervuradas a partir de vigotas e painéis pré-moldados, as formas 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 utilizados até então, possibilitando diversas aplicações de maneira racional e competitiva e uma ótima relação custo-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 apresenta maiores vantagens e facilidades construtivas. É crescente o interesse mundial pela utilização da armação treliçada com os mais diversos objetivos: em obras residenciais, industriais, comerciais, shopping centers, pontes, reservatórios, muros de contenção, entre outros.

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

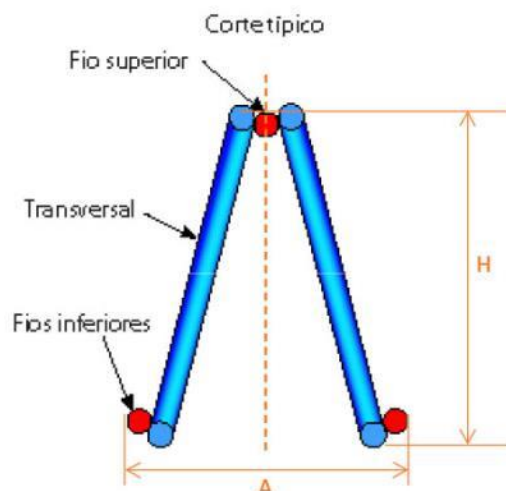
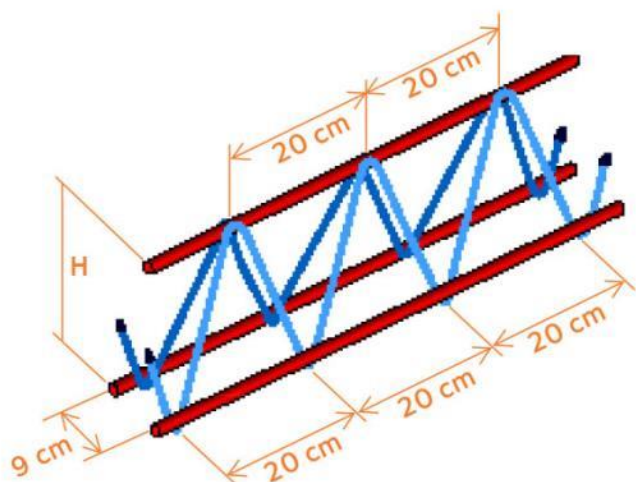
Armação Treliçada Nervurada

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 atua 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 sinusoides, que, além de funcionarem 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 cm. 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

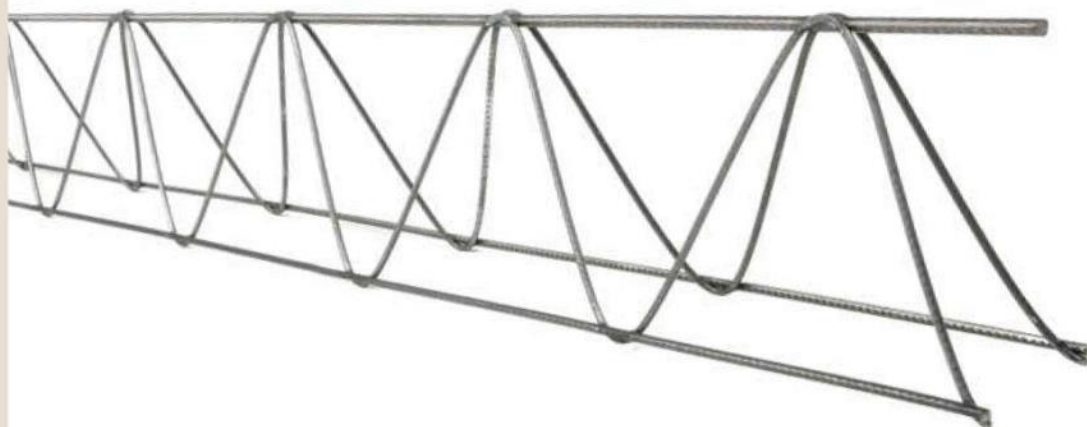
A tabela abaixo mostra as Treliças Belgo padronizadas; as solicitações de treliças especiais serão atendidas mediante consulta.

Especificações do Produto

Modelo	Designação	Altura (h) (mm)	Composição/Fios			Peso Linear (kg/m)
			Superior (ϕS)	Diagonal (ϕD)	Inferior (ϕI)	
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 20 L	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
TR 30R	TR 30858	300	8,0	5,0	8,0	2,168

Comprimento: 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 sequência, o diâmetro dos seus fios. Exemplo: TR 8645 – treliça com 8,0 cm de altura, fio superior $\phi = 6,0$ mm, diagonais $\phi = 4,2$ mm e fios inferiores $\phi = 5,0$ 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 a rigidez necessária para resistir ao transporte e à montagem.

Nas fábricas de laje, as vigotas são moldadas em formas 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 produzidos no tamanho exato.

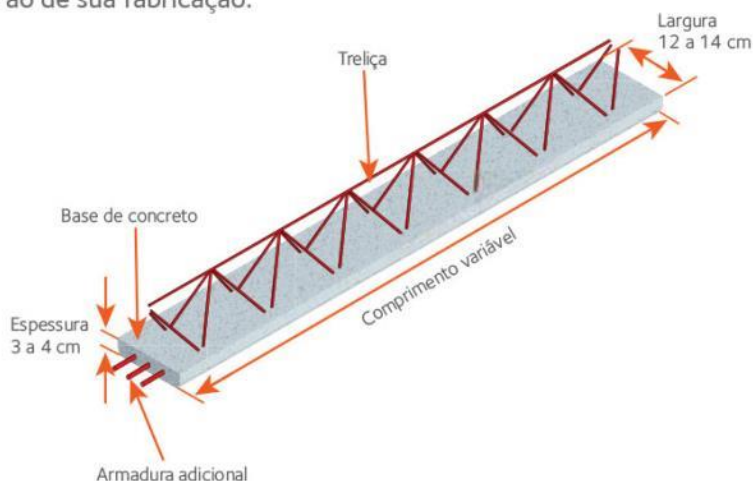
Devem ser montadas sobre cavaletes, formando, assim, uma pista de concretagem que deve ficar no mínimo a 40 cm do chão, facilitando o lançamento do concreto, a desforma e a retirada das vigotas. As formas devem estar sempre limpas e sem rebarbas, devendo ser protegidas com óleo antiaderente (desmoldante)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

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 nessa 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 formas 16 horas depois da concretagem, quando o concreto já deverá ter atingido 4 Mpa.

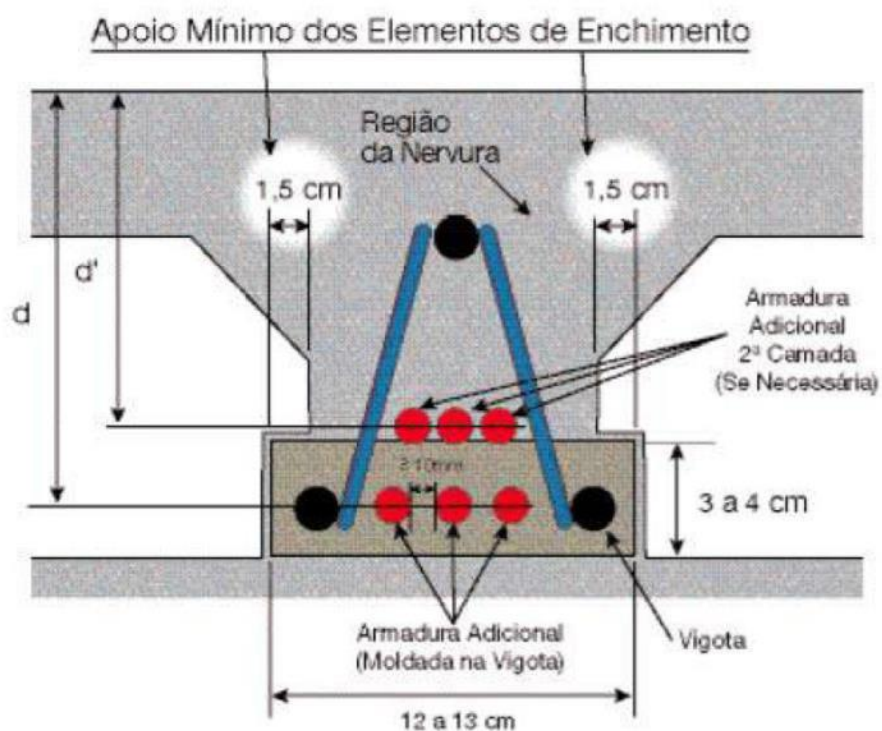
Aos três dias, a resistência já ultrapassa 10 Mpa e as vigotas estão liberadas para montagem. Pode-se utilizar, também, o cimento ARI (alta resistência inicial), que proporciona maior rapidez na obtenção das resistências. Com 8 horas, a resistência já é de 4 Mpa, e com 24 horas é de 14 Mpa, e as vigotas 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 produzidos no tamanho exato.

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

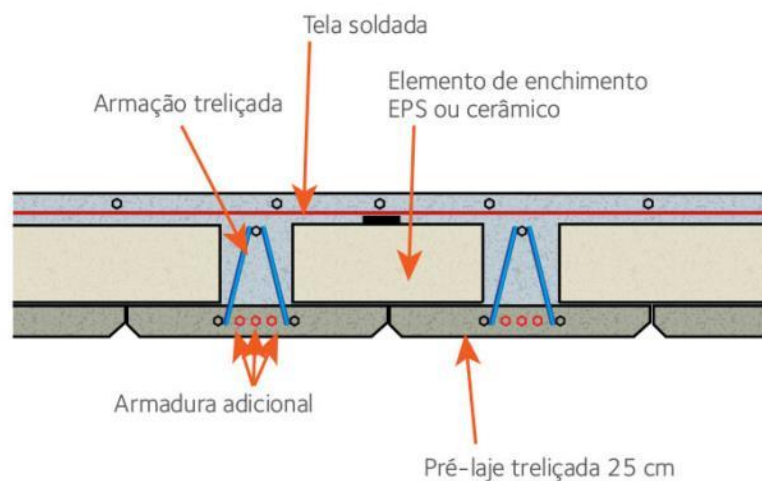
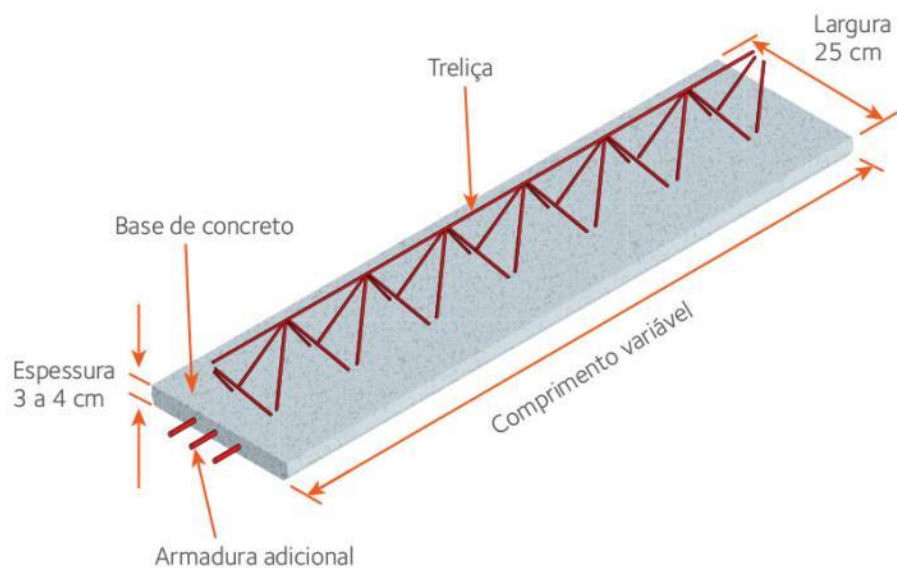


d: Altura Útil

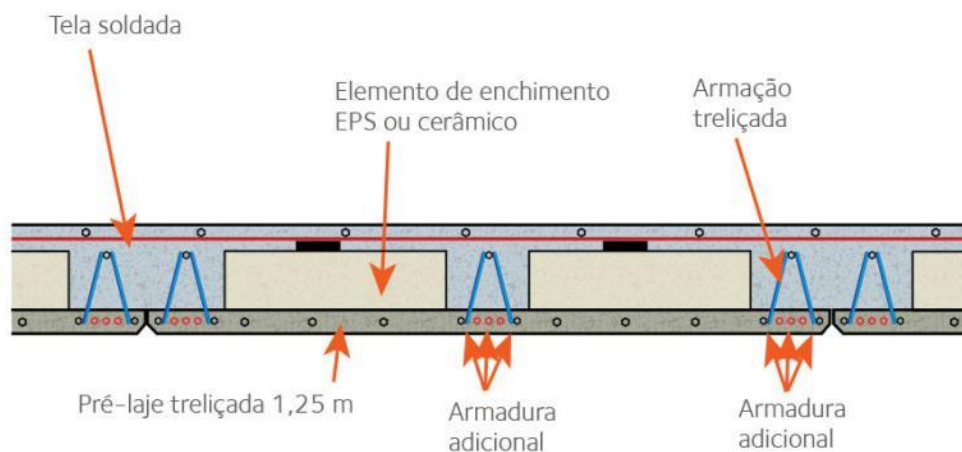
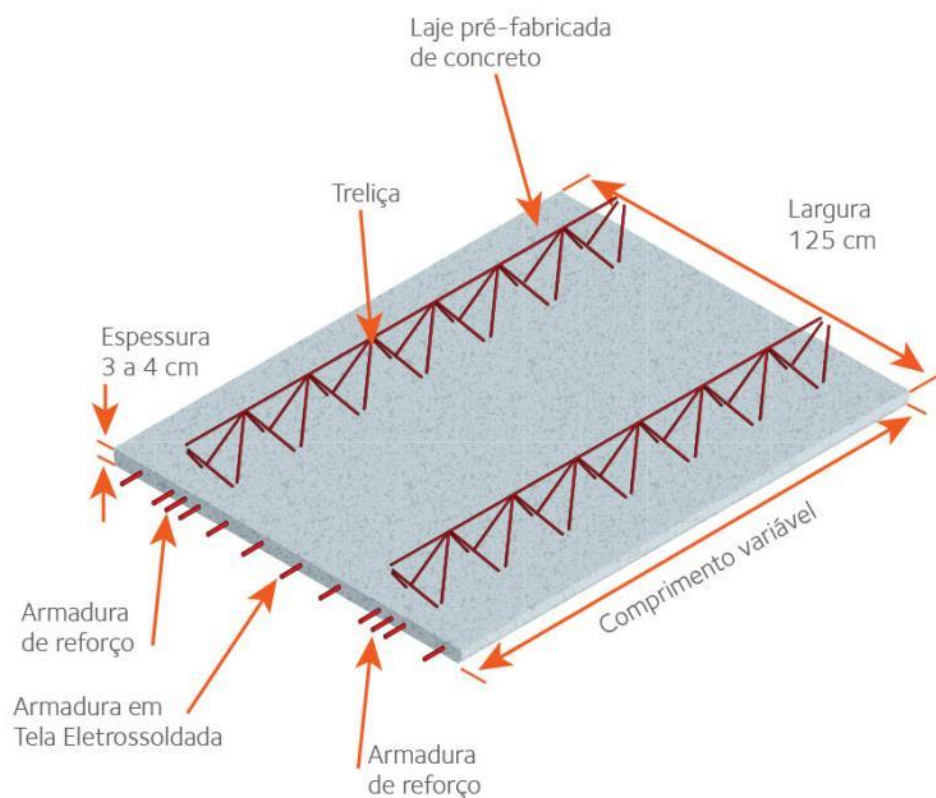
d': Altura Útil para a 2ª Camada

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.

Formas e Pistas

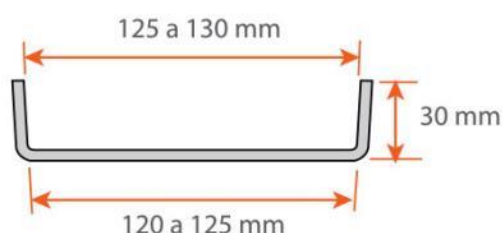
As formas são produzidas com chapas de aço na espessura de 1/8" agrupadas, unindo-se umas às outras por meio de solda, formando pistas com no máximo 1,5 m de largura (para facilitar o trabalho dos operários).

As pistas terão o comprimento possível no espaço disponível para a sua montagem, sendo que se obtém um bom aproveitamento com 30 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 formas durante o lançamento do microconcreto.

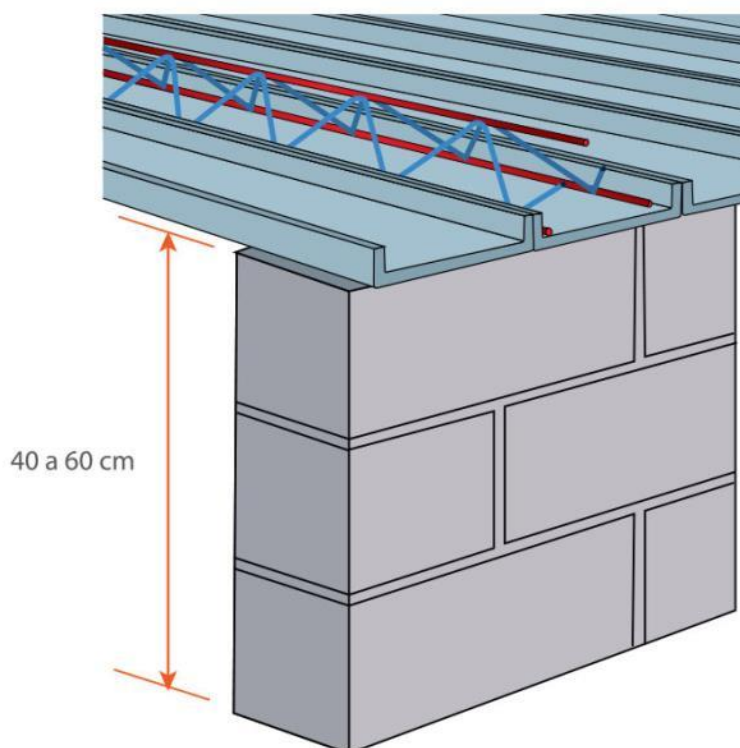
Limpeza das Formas:

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

Forma para Vigas Treliçadas



Base para Formas



Vigota Trelaçada e Painel Trelaçado



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



Lançamento do microconcreto (concreto com brita zero ou pedra meia) com fck 20 Mpa.

Vigota Treliçada e Painel Treliçado

Colocação e posicionamento da armadura adicional.



A desforma das vigotas pode ser feita manualmente.



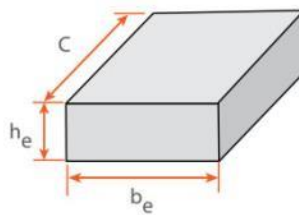
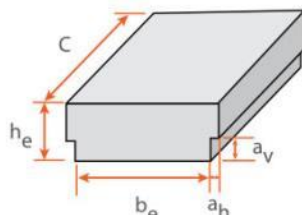
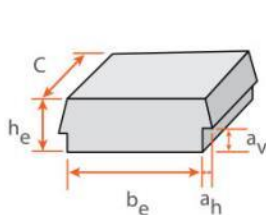
Vigota Treliçada e Painel Treliçado



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, e suas funções principais são reduzir o volume do concreto, o peso próprio da laje e servir como forma para o concreto complementar. Não são considerados elementos resistentes a esforços nos cálculos de resistência e rigidez da laje.



h_e = Altura do Elemento de Enchimento

a_v = Encaixe Vertical

C = Comprimento

b_e = Largura do Elemento de Enchimento

a_h = Encaixe Horizontal

Elementos de Enchimento Intercalados entre Vigotas

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 apoiam 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 um material mais leve como enchimento, porém o cerâmico tem um custo menor. Outra vantagem da utilização do EPS é seu 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

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						
	12,0	13,0	15,0	17,00	21,0	25,0	30,0	35,0



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



* 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.

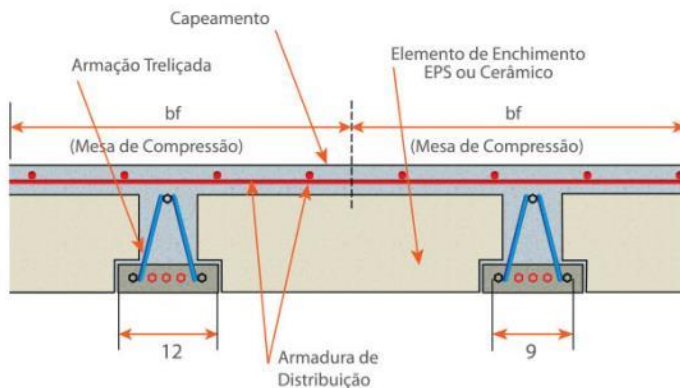
Caapeamento e Armadura de Distribuição

Este elemento estrutural irá compor a mesa da nervura de maneira a resistir aos esforços de compressão da laje em serviço e também 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 sobre uma armadura posicionada nas duas direções, denominada de armadura de distribuição, com seção de no mínimo $0,9 \text{ cm}^2/\text{m}$ para aços CA 25, e de $0,6 \text{ cm}^2/\text{m}$ para os aços CA 50 e CA 60, contendo 3 barras por metro e Tela Soldada Bematel®, conforme descrito na tabela abaixo. As funções desta armadura são:

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

- 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.



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	Nº de barras/m	
		Ø 5,0 mm	Ø 6.3 mm
CA 25	$0,9 \text{ cm}^2/\text{m}$	5	3
CA 50, CA 60	$0,6 \text{ cm}^2/\text{m}$	3	3
Tela soldada	$0,61 \text{ cm}^2/\text{m}$	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 melhor 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, pisos, forros e elementos de fachada, aos tipos de materiais a serem empregados nas alvenarias e às 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 suas respectivas utilizações (depósitos, jardins, terraços, casa de máquinas etc.). Há uma tendência de os 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 do 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 são definidos o método construtivo (estrutura metálica de concreto armado ou mista), a quantidade e o posicionamento dos pilares. O próximo passo é a elaboração da pré-forma para verificações das tensões e deformações, e também para a apreciação e os comentários do cliente e do arquiteto.

De posse das pré-formas devidamente aprovadas, temos condições de produzir as formas definitivas, e então dimensionar e detalhar todos os elementos da estrutura, como: blocos de fundação ou sapatas, vigas baldrames, 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 das instalações) e acidental (aquela que pode atuar na estrutura, dependendo da finalidade [móveis, materiais diversos, veículos, pessoas etc.]).

Considera-se que esta última atua verticalmente nos pisos das construções e é distribuída 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	Plateia com assentos fixos	300
	Estúdio e plateia com assentos móveis	400
	Banheiro	200
7) Clubes	Sala de refeições e da assembleia com assentos fixos	300
	Sala de assembleia 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 Estacionamentos	e 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
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

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, os 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

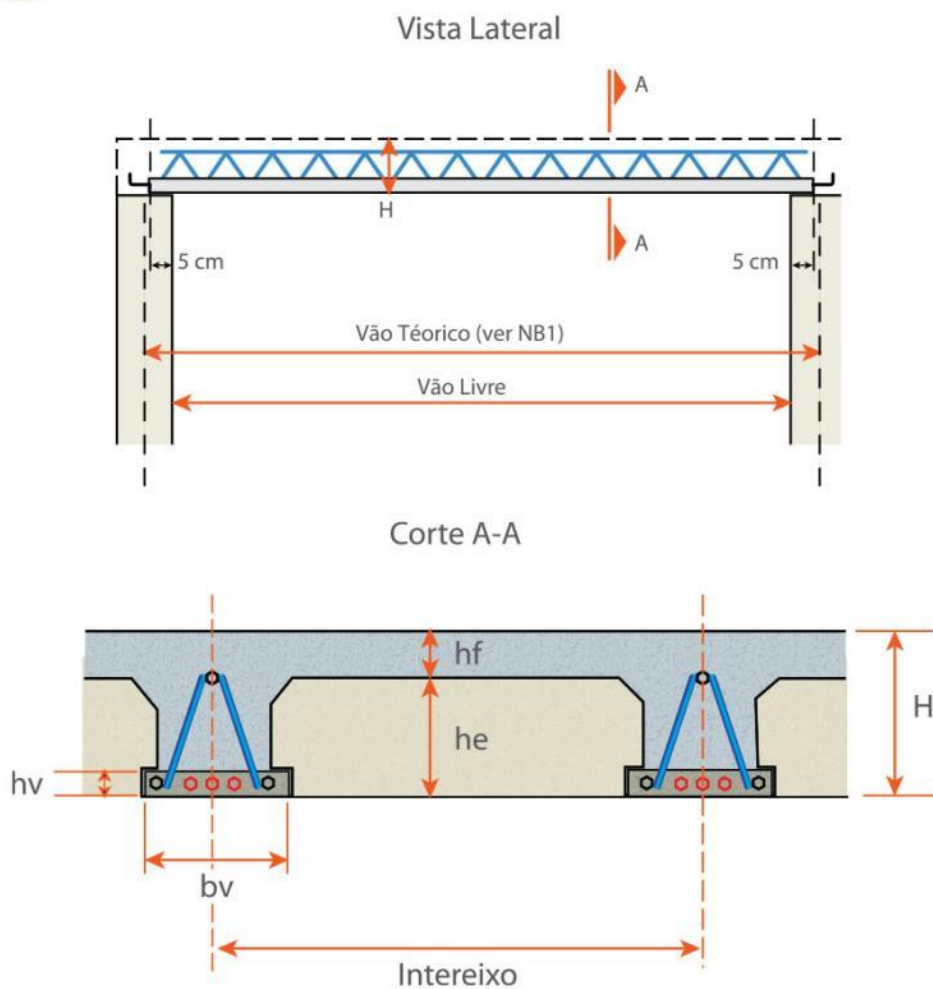
Materiais	Peso específico aparente kgf/m ³	
1) Rochas	Arenito	2600
	Basalto	3000
	Gneiss	3000
	Mármore e calcário	2800
2) Blocos artificiais	Blocos de argamassa	2200
	Cimento amianto	2000
	Lajotas cerâmicas	1800
	Tijolos furados	1300
	Tijolos maciços	1800
	Tijolos cilíndrico-calcários	2000
3) Revestimentos	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-rosa	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
hf – Altura da capa de concreto da laje
he – Altura do enchimento
bv – Largura da base da vigota
hv – 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

$\varnothing = 6,3 \text{ mm}$ $\varnothing = 5/16 \text{ "}$ $\varnothing = 10,0 \text{ mm}$ $\varnothing = 12,5 \text{ mm}$

D) Elemento de enchimento: cerâmico = 600 kgf/m^3 e EPS = 12 a 25 kgf/m^3

Cargas Acidentais:

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

Cargas Permanentes:

O valor do peso próprio da laje é apresentado para cada tabela, o valor do revestimento é de 30 Kgf/m^2 e o contra-piso é de 50 Kgf/m^2 .

Obs: O contra-piso é considerado nas tabelas apenas para cargas acidentais maiores do que 100 Kgf/m^2 .

Combinação para cálculo da flecha:

Para o cálculo da flecha, o coeficiente para combinações quase permanentes é de 0,3 para cargas acidentais até 200 Kgf/m^2 .

Para cargas acidentais maiores do que 200 Kgf/m^2 e até 400 Kgf/m^2 o coeficiente é de 0,4.

O coeficiente é de 0,6 para cargas maiores do que 400 Kgf/m^2 . |

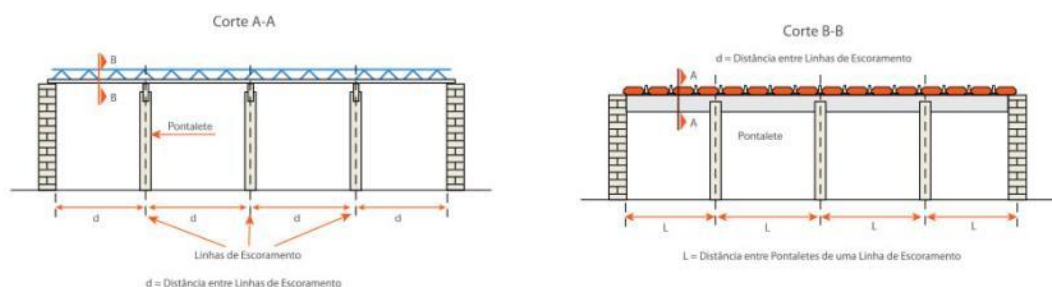
Outras combinações, utilize o Software Treliças Belgo.

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. Nesse cálculo foi considerado o peso próprio da laje adicionado ao 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 carrinhas e gericas sobre a laje. As duas situações são analisadas separadamente, mas o valor adotado é o maior.



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 Cermico (Altura – 7 cm) – Distância entre linhas de escoras – 1,10 m

Vão livre (m)	Modelo	Designação	Altura da laje	Altura capa	Consumo de	Peso próprio						
	TB 8L	TR08644	11 cm	4 cm	53 litros/m ²	176 Kg/m ²						
	Cargas acidentais kgf/m ²											
	50 Kg/m ²	100 Kg/m ²	150 Kg/m ²	200 Kg/m ²	250 Kg/m ²	300 Kg/m ²	350 Kg/m ²	400 Kg/m ²	450 Kg/m ²	500 Kg/m ²	550 Kg/m ²	600 Kg/m ²
1.20												
1.40												1 Ø 4,2
1.60								1 Ø 4,2	1 Ø 4,2	1 Ø 4,2	1 Ø 4,2	1 Ø 4,2
1.80					1 Ø 4,2	1 Ø 4,2	1 Ø 4,2	1 Ø 4,2	1 Ø 4,2	1 Ø 5,0	1 Ø 5,0	2 Ø 4,2
2.00				1 Ø 4,2	1 Ø 4,2	1 Ø 4,2	1 Ø 5,0	1 Ø 5,0	2 Ø 4,2	2 Ø 4,2	2 Ø 5,0	2 Ø 5,0
2.20			1 Ø 4,2	1 Ø 4,2	1 Ø 5,0	2 Ø 4,2	2 Ø 4,2	2 Ø 5,0	2 Ø 5,0	2 Ø 5,0	4 Ø 4,2	4 Ø 4,2
2.40		1 Ø 4,2	1 Ø 4,2	1 Ø 5,0	2 Ø 4,2	2 Ø 5,0	2 Ø 5,0	3 Ø 4,2	4 Ø 4,2	4 Ø 4,2	2 Ø 6,0	1 Ø 10,0
2.60	1 Ø 4,2	1 Ø 4,2	2 Ø 4,2	2 Ø 4,2	2 Ø 5,0	2 Ø 5,0	4 Ø 4,2	4 Ø 4,2	3 Ø 5,0	1 Ø 10,0	4 Ø 5,0	4 Ø 5,0
2.80	1 Ø 4,2	1 Ø 5,0	1 Ø 6,0	2 Ø 5,0	4 Ø 4,2	4 Ø 4,2	3 Ø 5,0	1 Ø 10,0	4 Ø 5,0	2 Ø 5/16	1 Ø 12,5	1 Ø 12,5
3.00	1 Ø 4,2	2 Ø 4,2	2 Ø 5,0	4 Ø 4,2	4 Ø 4,2	1 Ø 10,0	4 Ø 5,0	2 Ø 5/16	1 Ø 12,5	1 Ø 12,5	4 Ø 6,0	3 Ø 5/16
3.20	1 Ø 5,0	2 Ø 4,2	4 Ø 4,2	4 Ø 4,2	1 Ø 10,0	4 Ø 5,0	3 Ø 6,0	1 Ø 12,5	4 Ø 6,0	3 Ø 5/16	3 Ø 5/16	4 Ø 5/16
3.40	2 Ø 4,2	2 Ø 5,0	4 Ø 4,2	4 Ø 5,0	4 Ø 5,0	1 Ø 12,5	1 Ø 12,5	4 Ø 6,0	3 Ø 5/16	4 Ø 5/16	4 Ø 5/16	
3.60	2 Ø 5,0	1 Ø 5/16	4 Ø 5,0	4 Ø 5,0	1 Ø 12,5	4 Ø 6,0	3 Ø 5/16	2 Ø 10,0				
3.80	2 Ø 5,0	4 Ø 4,2	4 Ø 5,0	1 Ø 12,5								
4.00	4 Ø 4,2	3 Ø 5,0										
Capa	Tela Belgo Q61				Tela Belgo Q75				Tela Belgo Q92			

Tabela de armaduras adicionais

Enchimento – Bloco Cerámico (Altura – 12 cm) - Distância entre linhas de escoras – 1,40 m

Vão livre (m)	Modelo	Designação	Altura da laje	Altura capa	Consumo de	Peso próprio						
	TB 12M	TR12645	16 cm	4 cm	66 litros/m ²	229 Kg/m ²						
	Cargas acidentais kgf/m ²											
	50 Kg/m ²	100 Kg/m ²	150 Kg/m ²	200 Kg/m ²	250 Kg/m ²	300 Kg/m ²	350 Kg/m ²	400 Kg/m ²	450 Kg/m ²	500 Kg/m ²	550 Kg/m ²	600 Kg/m ²
2.60					1 Ø 4,2	1 Ø 4,2	1 Ø 4,2	1 Ø 5,0	1 Ø 5,0	2 Ø 4,2	2 Ø 4,2	2 Ø 5,0
2.80				1 Ø 4,2	1 Ø 4,2	1 Ø 5,0	1 Ø 5,0	2 Ø 4,2	1 Ø 6,0	2 Ø 5,0	2 Ø 5,0	3 Ø 4,2
3.00			1 Ø 4,2	1 Ø 4,2	1 Ø 5,0	1 Ø 5,0	2 Ø 4,2	2 Ø 5,0	2 Ø 5,0	4 Ø 4,2	4 Ø 4,2	4 Ø 4,2
3.20		1 Ø 4,2	1 Ø 4,2	1 Ø 5,0	2 Ø 4,2	2 Ø 5,0	2 Ø 5,0	4 Ø 4,2	4 Ø 4,2	4 Ø 4,2	1 Ø 10,0	4 Ø 5,0
3.40		1 Ø 4,2	2 Ø 4,2	2 Ø 4,2	2 Ø 5,0	3 Ø 4,2	4 Ø 4,2	4 Ø 4,2	1 Ø 10,0	4 Ø 5,0	4 Ø 5,0	2 Ø 5/16
3.60	1 Ø 4,2	1 Ø 4,2	2 Ø 4,2	2 Ø 5,0	1 Ø 5/16	4 Ø 4,2	3 Ø 5,0	1 Ø 10,0	4 Ø 5,0	2 Ø 5/16	1 Ø 12,5	1 Ø 12,5
3.80	1 Ø 4,2	1 Ø 5,0	2 Ø 5,0	4 Ø 4,2	4 Ø 4,2	1 Ø 10,0	4 Ø 5,0	4 Ø 5,0	1 Ø 12,5	1 Ø 12,5	4 Ø 6,0	4 Ø 6,0
4.00	1 Ø 5,0	2 Ø 4,2	4 Ø 4,2	4 Ø 4,2	1 Ø 10,0	4 Ø 5,0	2 Ø 5/16	1 Ø 12,5	1 Ø 12,5	4 Ø 6,0	3 Ø 5/16	2 Ø 10,0
4.20	2 Ø 4,2	2 Ø 5,0	4 Ø 4,2	1 Ø 10,0	4 Ø 5,0	2 Ø 5/16	1 Ø 12,5	4 Ø 6,0	3 Ø 5/16	3 Ø 5/16	4 Ø 5/16	4 Ø 5/16
4.40	2 Ø 4,2	2 Ø 5,0	1 Ø 10,0	4 Ø 5,0	2 Ø 5/16	1 Ø 12,5	4 Ø 6,0	3 Ø 5/16	2 Ø 10,0	4 Ø 5/16	4 Ø 5/16	4 Ø 5/16
4.60	2 Ø 5,0	4 Ø 4,2	4 Ø 5,0	2 Ø 5/16	1 Ø 12,5	4 Ø 6,0	3 Ø 5/16	4 Ø 5/16	4 Ø 5/16	4 Ø 5/16	3 Ø 10,0	3 Ø 10,0
4.80	3 Ø 4,2	4 Ø 4,2	2 Ø 5/16	1 Ø 12,5	4 Ø 6,0	3 Ø 5/16	4 Ø 5/16	4 Ø 5/16	4 Ø 5/16	3 Ø 10,0		
5.00	4 Ø 4,2	1 Ø 10,0	1 Ø 12,5	4 Ø 6,0	3 Ø 5/16	4 Ø 5/16	4 Ø 5/16	4 Ø 5/16				
5.20	4 Ø 4,2	4 Ø 5,0	1 Ø 12,5	3 Ø 5/16								
5.40	1 Ø 10,0	4 Ø 5,0										
Capa	Tela Belgo Q61				Tela Belgo Q75				Tela Belgo Q92			

■ Laje não ok! Consultar próxima tabela

■ Sem armadura adicional

■ Contraflecha = 1,5 cm

■ Laje não ok! Consultar próxima tabela

■ Contraflecha = 1,0 cm

■ Contraflecha = 2,0 cm

Tabela de armaduras adicionais

Enchimento = Bloco EPS (Altura = 12 cm) - Distância entre linhas de escoras = 1,50 m

Vão livre (m)	Modelo	Designação	Altura da laje	Altura capa	Consumo de concreto	Peso próprio						
	TB 12M	TR12645	16 cm	4 cm	56 litros/m ²	157 Kgf/m ²						
	Cargas acidentais kgf/m ²											
	50 Kg/m ²	100 Kg/m ²	150 Kg/m ²	200 Kg/m ²	250 Kg/m ²	300 Kg/m ²	350 Kg/m ²	400 Kg/m ²	450 Kg/m ²	500 Kg/m ²	550 Kg/m ²	600 Kg/m ²
3.00			1 Ø 4,2	1 Ø 4,2	1 Ø 5,0	2 Ø 4,2	2 Ø 5,0	2 Ø 5,0	3 Ø 4,2	4 Ø 4,2	4 Ø 4,2	3 Ø 5,0
3.20			1 Ø 4,2	1 Ø 5,0	2 Ø 4,2	2 Ø 5,0	2 Ø 5,0	4 Ø 4,2	4 Ø 4,2	3 Ø 5,0	1 Ø 10,0	4 Ø 5,0
3.40		1 Ø 4,2	1 Ø 5,0	2 Ø 4,2	2 Ø 5,0	3 Ø 4,2	4 Ø 4,2	4 Ø 4,2	1 Ø 10,0	4 Ø 5,0	4 Ø 5,0	1 Ø 12,5
3.60		1 Ø 4,2	2 Ø 4,2	2 Ø 5,0	3 Ø 4,2	4 Ø 4,2	3 Ø 5,0	4 Ø 5,0	4 Ø 5,0	3 Ø 6,0	1 Ø 12,5	1 Ø 12,5
3.80	1 Ø 4,2	1 Ø 4,2	2 Ø 5,0	3 Ø 4,2	4 Ø 4,2	1 Ø 10,0	4 Ø 5,0	2 Ø 5/16	1 Ø 12,5	1 Ø 12,5	4 Ø 6,0	3 Ø 5/16
4.00	1 Ø 4,2	1 Ø 5,0	2 Ø 5,0	4 Ø 4,2	1 Ø 10,0	4 Ø 5,0	2 Ø 5/16	1 Ø 12,5	4 Ø 6,0	3 Ø 5/16	3 Ø 5/16	4 Ø 5/16
4.20	1 Ø 4,2	2 Ø 4,2	4 Ø 4,2	3 Ø 5,0	4 Ø 5,0	2 Ø 5/16	1 Ø 12,5	4 Ø 6,0	3 Ø 5/16	2 Ø 10,0	4 Ø 5/16	4 Ø 5/16
4.40	1 Ø 5,0	2 Ø 5,0	2 Ø 6,0	4 Ø 5,0	2 Ø 5/16	1 Ø 12,5	4 Ø 6,0	3 Ø 5/16	4 Ø 5/16	4 Ø 5/16	4 Ø 5/16	3 Ø 10,0
4.60	2 Ø 4,2	2 Ø 5,0	1 Ø 10,0	2 Ø 5/16	1 Ø 12,5	4 Ø 6,0	3 Ø 5/16	4 Ø 5/16	4 Ø 5/16	4 Ø 5/16	3 Ø 10,0	3 Ø 10,0
4.80	2 Ø 5,0	4 Ø 4,2	4 Ø 5,0	1 Ø 12,5	4 Ø 6,0	3 Ø 5/16	4 Ø 5/16	4 Ø 5/16	3 Ø 10,0	3 Ø 10,0	2 Ø 12,5	
5.00	2 Ø 5,0	4 Ø 4,2	3 Ø 6,0	1 Ø 12,5	3 Ø 5/16	4 Ø 5/16	4 Ø 5/16	3 Ø 10,0				
5.20	3 Ø 4,2	3 Ø 5,0	1 Ø 12,5	4 Ø 6,0	4 Ø 5/16	4 Ø 5/16						
5.40	4 Ø 4,2	4 Ø 5,0	4 Ø 6,0									
5.60	4 Ø 4,2	4 Ø 5,0										
5.80	1 Ø 10,0	2 Ø 5/16										
Capa	Tela Belgo Q61			Tela Belgo Q75				Tela Belgo Q92				

Tabela de armaduras adicionais

Enchimento = Bloco EPS (Altura = 16 cm) - Distância entre linhas de escoras = 1,70 m

Vão livre (m)	Modelo	Designação	Altura da laje	Altura capa	Consumo de	Peso próprio						
	TB 16L	TR16745	20 cm	4 cm	63 litros/m ²	175 Kgf/m ²						
	Cargas acidentais kgf/m ²											
	50 Kg/m ²	100 Kg/m ²	150 Kg/m ²	200 Kg/m ²	250 Kg/m ²	300 Kg/m ²	350 Kg/m ²	400 Kg/m ²	450 Kg/m ²	500 Kg/m ²	550 Kg/m ²	600 Kg/m ²
4.00		1 Ø 4,2	2 Ø 4,2	2 Ø 5,0	3 Ø 4,2	4 Ø 4,2	2 Ø 6,0	1 Ø 10,0	4 Ø 5,0	2 Ø 5/16	1 Ø 12,5	1 Ø 12,5
4.20	1 Ø 4,2	1 Ø 4,2	2 Ø 5,0	3 Ø 4,2	4 Ø 4,2	3 Ø 5,0	4 Ø 5,0	4 Ø 5,0	3 Ø 6,0	1 Ø 12,5	4 Ø 6,0	4 Ø 6,0
4.40	1 Ø 4,2	1 Ø 5,0	2 Ø 5,0	4 Ø 4,2	3 Ø 5,0	4 Ø 5,0	4 Ø 5,0	1 Ø 12,5	1 Ø 12,5	4 Ø 6,0	3 Ø 5/16	2 Ø 10,0
4.60	1 Ø 4,2	2 Ø 4,2	4 Ø 4,2	4 Ø 4,2	4 Ø 5,0	4 Ø 5,0	1 Ø 12,5	1 Ø 12,5	4 Ø 6,0	3 Ø 5/16	4 Ø 5/16	4 Ø 5/16
4.80	1 Ø 5,0	2 Ø 5,0	4 Ø 4,2	1 Ø 10,0	4 Ø 5,0	1 Ø 12,5	1 Ø 12,5	4 Ø 6,0	3 Ø 5/16	4 Ø 5/16	4 Ø 5/16	4 Ø 5/16
5.00	2 Ø 4,2	2 Ø 5,0	1 Ø 10,0	4 Ø 5,0	1 Ø 12,5	1 Ø 12,5	4 Ø 6,0	3 Ø 5/16	4 Ø 5/16	4 Ø 5/16	4 Ø 5/16	3 Ø 10,0
5.20	2 Ø 4,2	3 Ø 4,2	4 Ø 5,0	2 Ø 5/16	1 Ø 12,5	4 Ø 6,0	3 Ø 5/16	4 Ø 5/16	4 Ø 5/16	4 Ø 5/16	3 Ø 10,0	3 Ø 10,0
5.40	2 Ø 5,0	4 Ø 4,2	4 Ø 5,0	1 Ø 12,5	4 Ø 6,0	3 Ø 5/16	4 Ø 5/16	4 Ø 5/16	4 Ø 5/16	3 Ø 10,0	2 Ø 12,5	4 Ø 10,0
5.60	2 Ø 5,0	4 Ø 4,2	1 Ø 12,5	1 Ø 12,5	3 Ø 5/16	4 Ø 5/16	4 Ø 5/16	4 Ø 5/16	3 Ø 10,0	2 Ø 12,5	4 Ø 10,0	
5.80	4 Ø 4,2	1 Ø 10,0	1 Ø 12,5	4 Ø 6,0	2 Ø 10,0	4 Ø 5/16	4 Ø 5/16	3 Ø 10,0				
6.00	4 Ø 4,2	4 Ø 5,0	4 Ø 6,0	3 Ø 5/16	4 Ø 5/16	4 Ø 5/16	3 Ø 10,0					
6.20	4 Ø 4,2	4 Ø 5,0	3 Ø 5/16	4 Ø 5/16	4 Ø 5/16	3 Ø 10,0	3 Ø 10,0					
6.40	1 Ø 10,0	2 Ø 5/16	3 Ø 5/16	4 Ø 5/16								
6.60	4 Ø 5,0	1 Ø 12,5										
6.80	4 Ø 5,0	1 Ø 12,5										
Capa	Tela Belgo Q61			Tela Belgo Q75				Tela Belgo Q92				

- Laje não ok! Consultar próxima tabela
- Sem armadura adicional
- Contraflecha = 1,5 cm
- Contraflecha = 1,0 cm
- Contraflecha = 2,0 cm

Tabela de armaduras adicionais

Enchimento = Bloco EPS (Altura = 20 cm) - Distância entre linhas de escoras = 1,60 m

Vão livre (m)	Modelo	Designação	Altura da laje		Altura capa		Consumo de concreto		Peso próprio			
	TB 20L	TR20745	25 cm		5 cm		80 litros/m ²		217 Kgf/m ²			
	Cargas acidentais kgf/m ²											
	50 Kg/m ²	100 Kg/m ²	150 Kg/m ²	200 Kg/m ²	250 Kg/m ²	300 Kg/m ²	350 Kg/m ²	400 Kg/m ²	450 Kg/m ²	500 Kg/m ²	550 Kg/m ²	600 Kg/m ²
3.50			1 Ø 4,2	1 Ø 4,2	1 Ø 4,2	1 Ø 5,0	2 Ø 4,2	2 Ø 4,2	2 Ø 5,0	2 Ø 5,0	4 Ø 4,2	4 Ø 4,2
3.80			1 Ø 4,2	1 Ø 5,0	2 Ø 4,2	2 Ø 4,2	2 Ø 5,0	2 Ø 5,0	4 Ø 4,2	4 Ø 4,2	2 Ø 6,0	1 Ø 10,0
4.10		1 Ø 4,2	1 Ø 5,0	2 Ø 4,2	2 Ø 5,0	2 Ø 5,0	4 Ø 4,2	4 Ø 4,2	3 Ø 5,0	1 Ø 10,0	4 Ø 5,0	4 Ø 5,0
4.40	1 Ø 4,2	1 Ø 4,2	2 Ø 4,2	2 Ø 5,0	4 Ø 4,2	4 Ø 4,2	3 Ø 5,0	1 Ø 10,0	4 Ø 5,0	2 Ø 5/16	1 Ø 12,5	1 Ø 12,5
4.70	1 Ø 4,2	1 Ø 5,0	2 Ø 5,0	4 Ø 4,2	4 Ø 4,2	1 Ø 10,0	4 Ø 5,0	2 Ø 5/16	1 Ø 12,5	1 Ø 12,5	4 Ø 6,0	3 Ø 5/16
5.00	1 Ø 5,0	2 Ø 4,2	4 Ø 4,2	2 Ø 6,0	4 Ø 5,0	4 Ø 5,0	1 Ø 12,5	1 Ø 12,5	4 Ø 6,0	3 Ø 5/16	3 Ø 5/16	4 Ø 5/16
5.30	2 Ø 4,2	2 Ø 5,0	3 Ø 5,0	4 Ø 5,0	2 Ø 5/16	1 Ø 12,5	1 Ø 12,5	4 Ø 6,0	3 Ø 5/16	4 Ø 5/16	4 Ø 5/16	4 Ø 5/16
5.60	2 Ø 5,0	4 Ø 4,2	4 Ø 5,0	2 Ø 5/16	1 Ø 12,5	4 Ø 6,0	3 Ø 5/16	2 Ø 10,0	4 Ø 5/16	4 Ø 5/16	3 Ø 10,0	3 Ø 10,0
5.90	2 Ø 5,0	4 Ø 4,2	2 Ø 5/16	1 Ø 12,5	4 Ø 6,0	3 Ø 5/16	4 Ø 5/16	4 Ø 5/16	4 Ø 5/16	3 Ø 10,0	3 Ø 10,0	4 Ø 10,0
6.20	4 Ø 4,2	1 Ø 10,0	1 Ø 12,5	4 Ø 6,0	3 Ø 5/16	4 Ø 5/16	4 Ø 5/16	3 Ø 10,0	3 Ø 10,0	2 Ø 12,5	4 Ø 10,0	4 Ø 10,0
6.50	4 Ø 4,2	4 Ø 5,0	4 Ø 6,0	3 Ø 5/16	4 Ø 5/16	4 Ø 5/16	3 Ø 10,0	3 Ø 10,0	4 Ø 10,0	4 Ø 10,0	4 Ø 10,0	4 Ø 10,0
6.80	1 Ø 10,0	2 Ø 5/16	3 Ø 5/16	4 Ø 5/16	4 Ø 5/16	3 Ø 10,0	3 Ø 10,0	4 Ø 10,0	4 Ø 10,0			
7.10	4 Ø 5,0	1 Ø 12,5	4 Ø 5/16	4 Ø 5/16	3 Ø 10,0	3 Ø 10,0	4 Ø 10,0					
7.40	2 Ø 5/16	4 Ø 6,0										
7.70	1 Ø 12,5	3 Ø 5/16										
Capa	Tela Belgo Q75			Tela Belgo Q92				Tela Belgo Q113				

Tabela de armaduras adicionais

Enchimento = Bloco EPS (Altura = 25 cm) - Distância entre linhas de escoras = 1,70 m

Vão livre (m)	Modelo	Designação	Altura da laje		Altura capa		Consumo de concreto		Peso próprio			
	TB 25M	TR25856	30 cm		5 cm		88 litros/m ²		238 Kgf/m ²			
	Cargas acidentais kgf/m ²											
	50 Kg/m ²	100 Kg/m ²	150 Kg/m ²	200 Kg/m ²	250 Kg/m ²	300 Kg/m ²	350 Kg/m ²	400 Kg/m ²	450 Kg/m ²	500 Kg/m ²	550 Kg/m ²	600 Kg/m ²
4.50			1 Ø 4,2	1 Ø 4,2	1 Ø 5,0	2 Ø 4,2	2 Ø 5,0	2 Ø 5,0	3 Ø 4,2	4 Ø 4,2	4 Ø 4,2	1 Ø 10,0
4.80			1 Ø 4,2	1 Ø 5,0	2 Ø 4,2	2 Ø 5,0	3 Ø 4,2	4 Ø 4,2	4 Ø 4,2	1 Ø 10,0	4 Ø 5,0	4 Ø 5,0
5.10		1 Ø 4,2	1 Ø 5,0	2 Ø 4,2	2 Ø 5,0	4 Ø 4,2	4 Ø 4,2	1 Ø 10,0	4 Ø 5,0	4 Ø 5,0	1 Ø 12,5	1 Ø 12,5
5.40		1 Ø 4,2	2 Ø 5,0	2 Ø 5,0	4 Ø 4,2	2 Ø 6,0	4 Ø 5,0	4 Ø 5,0	3 Ø 6,0	1 Ø 12,5	4 Ø 6,0	4 Ø 6,0
5.70	1 Ø 4,2	1 Ø 5,0	2 Ø 5,0	4 Ø 4,2	3 Ø 5,0	4 Ø 5,0	2 Ø 5/16	1 Ø 12,5	1 Ø 12,5	4 Ø 6,0	3 Ø 5/16	4 Ø 5/16
6.00	1 Ø 5,0	2 Ø 4,2	4 Ø 4,2	1 Ø 10,0	4 Ø 5,0	2 Ø 5/16	1 Ø 12,5	4 Ø 6,0	3 Ø 5/16	2 Ø 10,0	4 Ø 5/16	4 Ø 5/16
6.30	2 Ø 4,2	2 Ø 5,0	3 Ø 5,0	4 Ø 5,0	3 Ø 6,0	1 Ø 12,5	4 Ø 6,0	3 Ø 5/16	4 Ø 5/16	4 Ø 5/16	4 Ø 5/16	3 Ø 10,0
6.60	2 Ø 5,0	4 Ø 4,2	4 Ø 5,0	2 Ø 5/16	1 Ø 12,5	4 Ø 6,0	3 Ø 5/16	4 Ø 5/16	4 Ø 5/16	3 Ø 10,0	3 Ø 10,0	2 Ø 12,5
6.90	2 Ø 5,0	4 Ø 4,2	2 Ø 5/16	1 Ø 12,5	4 Ø 6,0	2 Ø 10,0	4 Ø 5/16	4 Ø 5/16	3 Ø 10,0	3 Ø 10,0	4 Ø 10,0	4 Ø 10,0
7.20	4 Ø 4,2	1 Ø 10,0	1 Ø 12,5	4 Ø 6,0	2 Ø 10,0	4 Ø 5/16	4 Ø 5/16	3 Ø 10,0	3 Ø 10,0	4 Ø 10,0	4 Ø 10,0	4 Ø 10,0
7.50	4 Ø 4,2	4 Ø 5,0	4 Ø 6,0	3 Ø 5/16	4 Ø 5/16	4 Ø 5/16	3 Ø 10,0	2 Ø 12,5	4 Ø 10,0	4 Ø 10,0	4 Ø 10,0	
7.80	1 Ø 10,0	2 Ø 5/16	3 Ø 5/16	4 Ø 5/16	4 Ø 5/16	3 Ø 10,0	2 Ø 12,5	4 Ø 10,0				
8.10	4 Ø 5,0	1 Ø 12,5	4 Ø 5/16	4 Ø 5/16	3 Ø 10,0	2 Ø 12,5	4 Ø 10,0	4 Ø 10,0				
8.40	2 Ø 5/16	4 Ø 6,0	4 Ø 5/16									
8.70	1 Ø 12,5	3 Ø 5/16										
Capa	Tela Belgo Q75			Tela Belgo Q92				Tela Belgo Q113				

■ Laje não ok! Consultar próxima tabela

■ Sem armadura adicional

■ Contraflecha = 1,5 cm

■ Contraflecha = 1,5 cm

■ Laje não ok! Consultar próxima tabela

■ Contraflecha = 1,0 cm

■ Contraflecha = 2,0 cm

■ Contra flecha = 3,0 cm

Tabela de armaduras adicionais

Enchimento = Bloco EPS (Altura = 30 cm) – Distância entre linhas de escoras = 1,50 m

Vão livre (m)	Modelo	Designação	Altura da laje	Altura capa	Consumo de concreto	Peso próprio	Cargas acidentais kgf/m²												
	TB 30M	TR30856	35 cm	5 cm	97 litros/m³	259 Kgf/m²	50 Kg/m²	100 Kg/m²	150 Kg/m²	200 Kg/m²	250 Kg/m²	300 Kg/m²	350 Kg/m²	400 Kg/m²	450 Kg/m²	500 Kg/m²	550 Kg/m²	600 Kg/m²	
	5.20									1 Ø 4,2	2 Ø 4,2	2 Ø 4,2	2 Ø 5,0	1 Ø 5/16	4 Ø 4,2	2 Ø 6,0	1 Ø 10,0	4 Ø 5,0	4 Ø 5,0
5.50								1 Ø 4,2	2 Ø 4,2	2 Ø 5,0	2 Ø 5,0	4 Ø 4,2	4 Ø 4,2	1 Ø 10,0	4 Ø 5,0	4 Ø 5,0	1 Ø 12,5	1 Ø 12,5	
5.80								1 Ø 4,2	1 Ø 4,2	2 Ø 5,0	2 Ø 5,0	4 Ø 4,2	3 Ø 5,0	4 Ø 5,0	4 Ø 5,0	2 Ø 5/16	1 Ø 12,5	1 Ø 12,5	4 Ø 6,0
6.10								1 Ø 4,2	1 Ø 5,0	2 Ø 5,0	4 Ø 4,2	3 Ø 5,0	4 Ø 5,0	2 Ø 5/16	1 Ø 12,5	1 Ø 12,5	4 Ø 6,0	3 Ø 5/16	2 Ø 10,0
6.40								1 Ø 5,0	2 Ø 4,2	4 Ø 4,2	1 Ø 10,0	4 Ø 5,0	2 Ø 5/16	1 Ø 12,5	4 Ø 6,0	3 Ø 5/16	3 Ø 5/16	4 Ø 5/16	4 Ø 5/16
6.70								2 Ø 4,2	2 Ø 5,0	3 Ø 5,0	4 Ø 5,0	2 Ø 5/16	1 Ø 12,5	4 Ø 6,0	3 Ø 5/16	2 Ø 10,0	4 Ø 5/16	4 Ø 5/16	4 Ø 5/16
7.00								2 Ø 5,0	4 Ø 4,2	4 Ø 5,0	2 Ø 5/16	1 Ø 12,5	4 Ø 6,0	3 Ø 5/16	4 Ø 5/16	4 Ø 5/16	4 Ø 5/16	3 Ø 10,0	3 Ø 10,0
7.30								2 Ø 5,0	4 Ø 4,2	2 Ø 5/16	1 Ø 12,5	4 Ø 6,0	3 Ø 5/16	4 Ø 5/16	4 Ø 5/16	4 Ø 5/16	3 Ø 10,0	3 Ø 10,0	4 Ø 10,0
7.60								4 Ø 4,2	1 Ø 10,0	1 Ø 12,5	4 Ø 6,0	3 Ø 5/16	4 Ø 5/16	4 Ø 5/16	3 Ø 10,0	3 Ø 10,0	2 Ø 12,5	4 Ø 10,0	4 Ø 10,0
7.90								4 Ø 4,2	4 Ø 5,0	4 Ø 6,0	3 Ø 5/16	4 Ø 5/16	4 Ø 5/16	3 Ø 10,0	3 Ø 10,0	4 Ø 10,0	4 Ø 10,0	4 Ø 10,0	4 Ø 10,0
8.20								1 Ø 10,0	2 Ø 5/16	3 Ø 5/16	4 Ø 5/16	4 Ø 5/16	3 Ø 10,0	3 Ø 10,0	4 Ø 10,0	4 Ø 10,0	4 Ø 10,0	3 Ø 12,5	3 Ø 12,5
8.50								4 Ø 5,0	1 Ø 12,5	2 Ø 10,0	4 Ø 5/16	4 Ø 5/16	3 Ø 10,0	4 Ø 10,0	4 Ø 10,0	4 Ø 10,0	3 Ø 12,5		
8.80								2 Ø 5/16	1 Ø 12,5	4 Ø 5/16	4 Ø 5/16	3 Ø 10,0	4 Ø 10,0	4 Ø 10,0	4 Ø 10,0				
9.10								1 Ø 12,5	4 Ø 6,0	4 Ø 5/16	3 Ø 10,0								
9.40								1 Ø 12,5	3 Ø 5/16										
Capa	Tela Belgo Q75			Tela Belgo Q92						Tela Belgo Q113									

■ Laje não ok! Consultar próxima tabela

■ Sem armadura adicional

■ Contraflecha = 1,5 cm

■ Contraflecha = 1,5 cm

■ Laje não ok! Consultar próxima tabela

■ Contraflecha = 1,0 cm

■ Contraflecha = 2,0 cm

■ Contraflecha = 3,0 cm

Execução

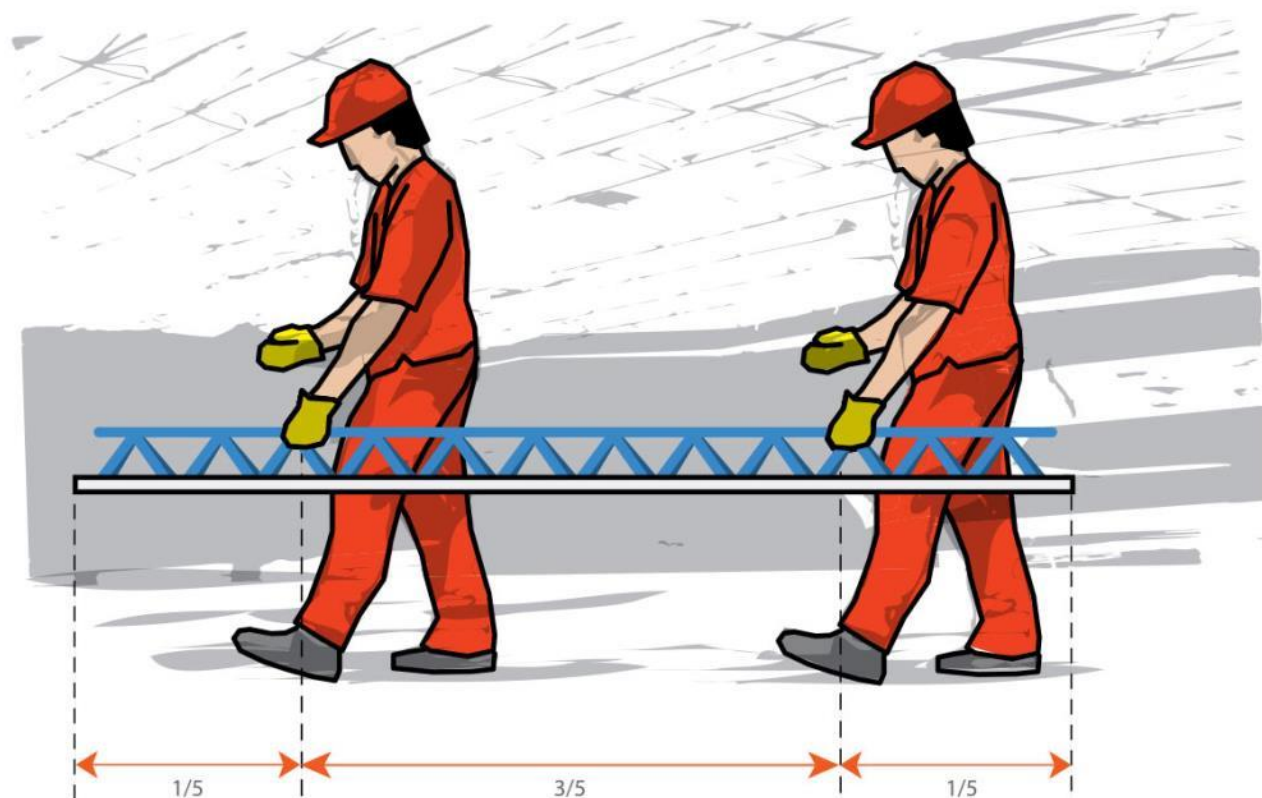
Nesta seção, mencionaremos os detalhes essenciais para a execução de obras com lajes treliçadas a partir do transporte e manuseio das vigotas ou pré-lajes até a retirada das escoras.

(a) Transporte e Manuseio:

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

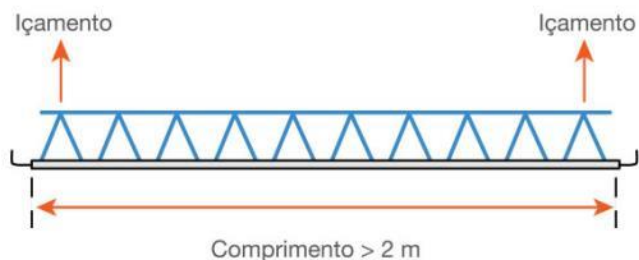
O ideal é transportá-las de maneira que o içamento seja feito em dois pontos a $1/5$ do vão a partir da extremidade, ou em três pontos, sendo um no meio do vão e outros dois também a $1/5$ do vão, a partir da extremidade.

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

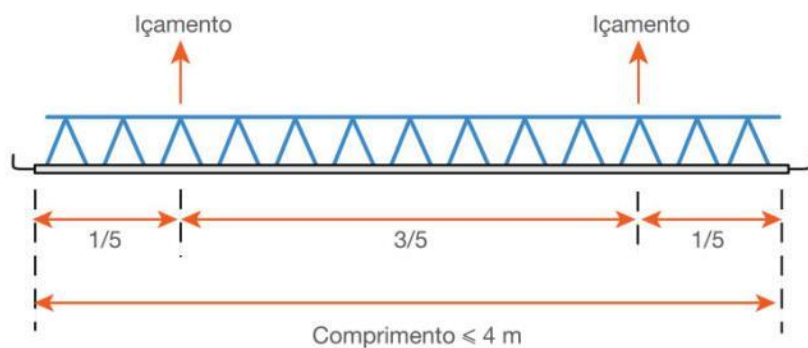


Execução

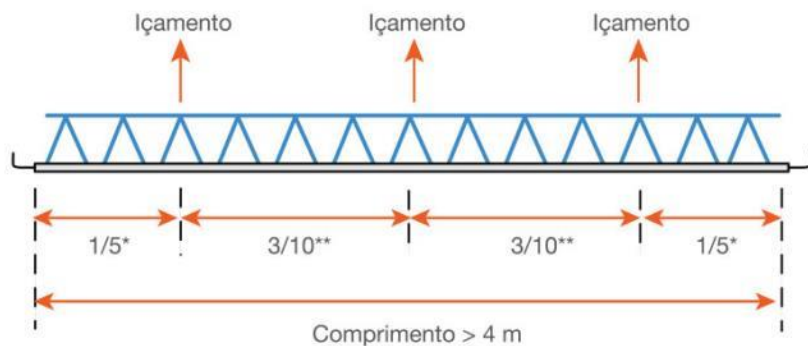
Situação não recomendada para comprimentos maiores que 2 metros



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 1,30 metro.

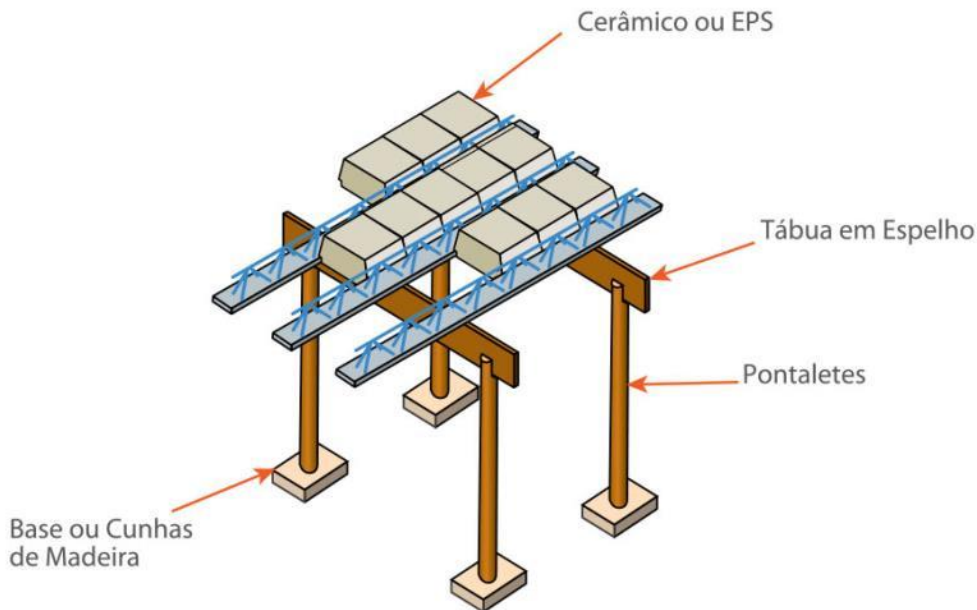
** E para a distância entre dois pontos de içamento não exceder 2,40 metros.

Execução

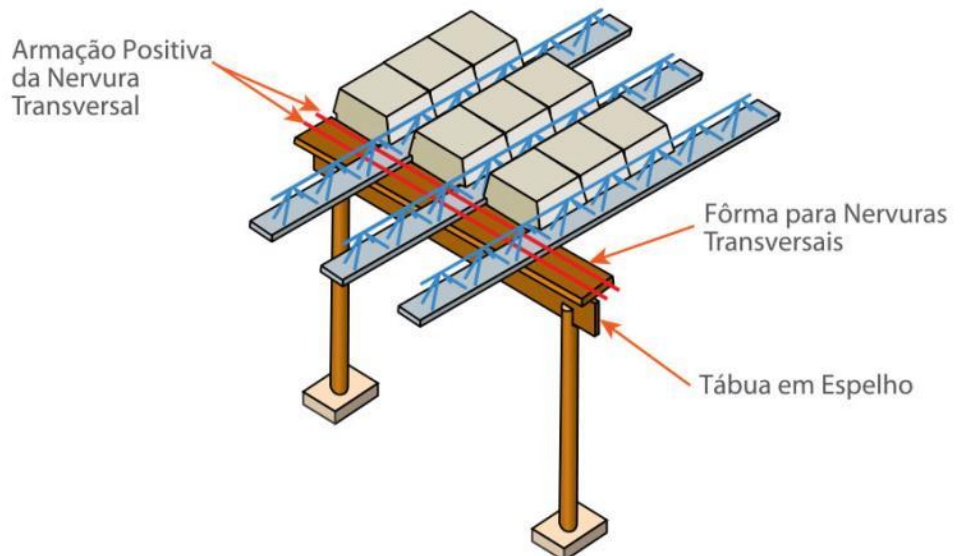
(b) Escoramento:

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

Escoramento de Madeira



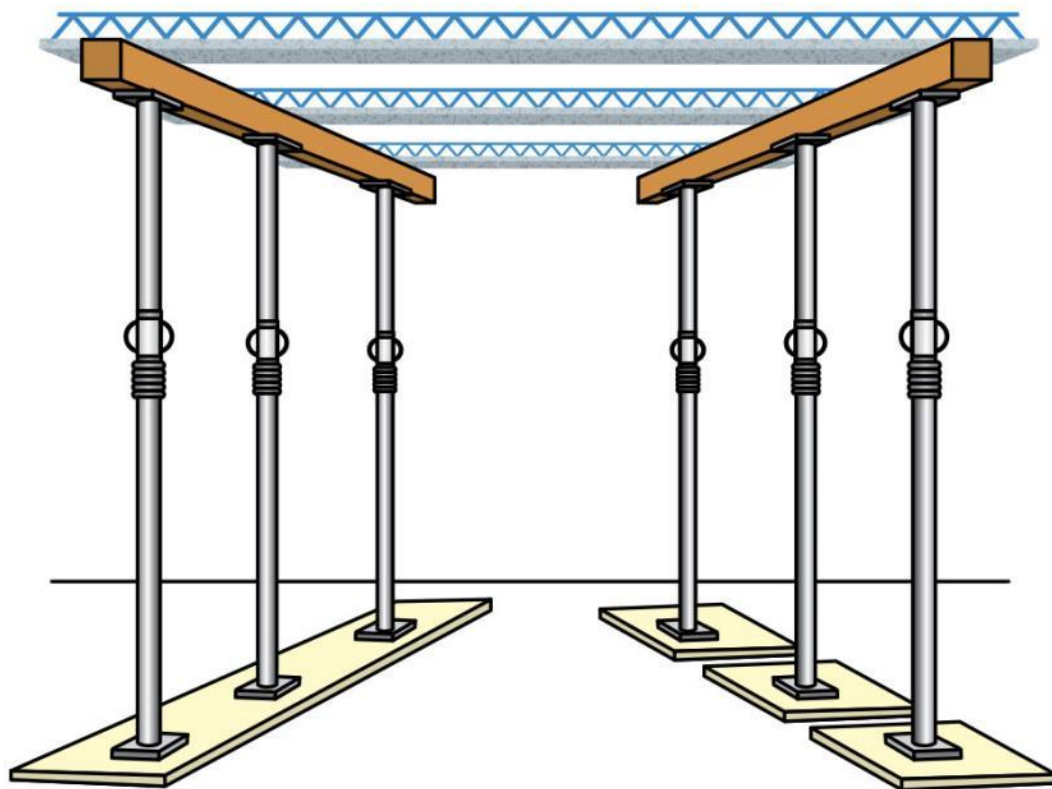
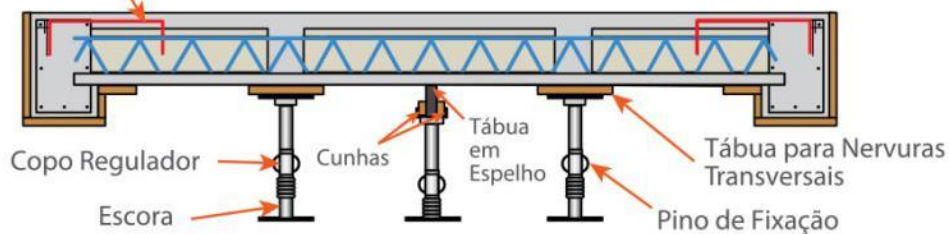
Fôrma para Nervuras Transversais de Travamento



Execução

Escoramento Metálico

Ferro Negativo



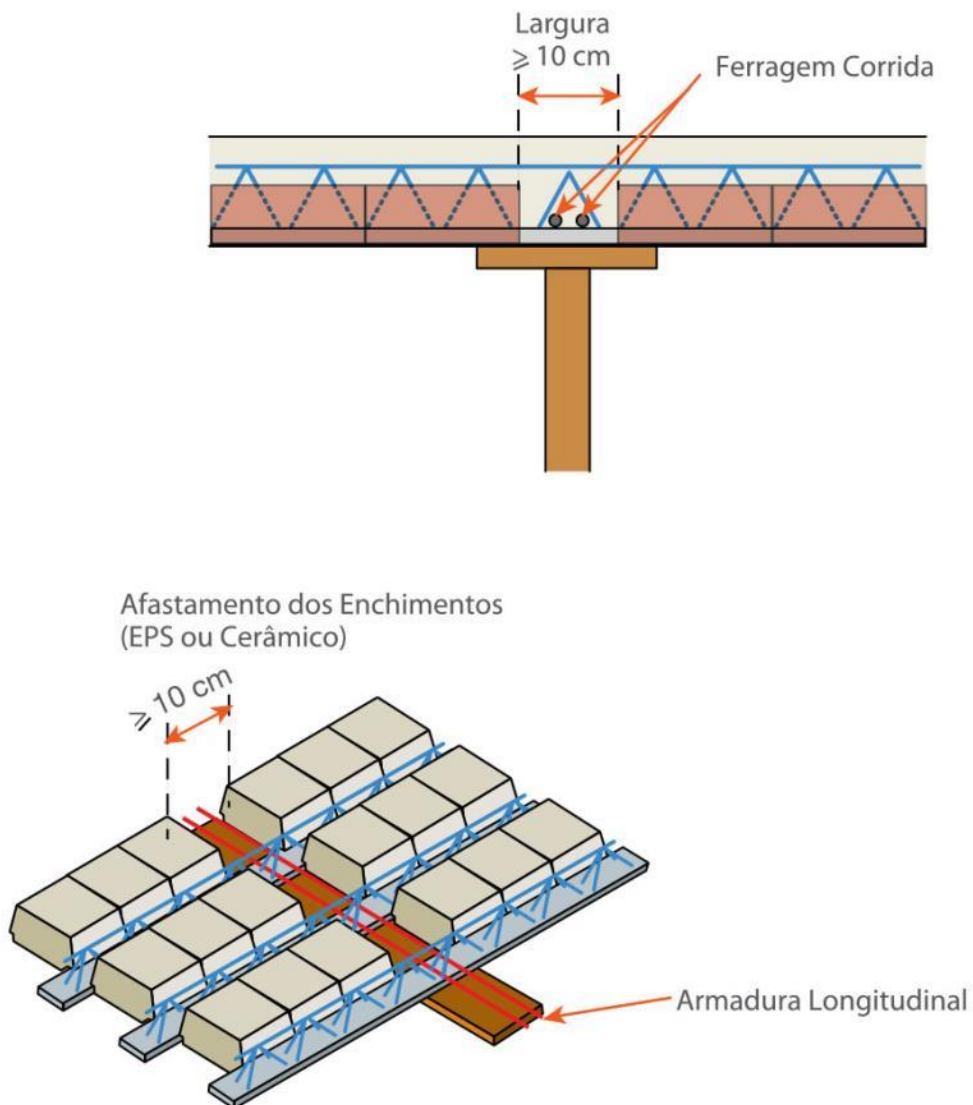
Para todo tipo de escoramento, certifique-se de que ele esteja apoiado sobre uma base firme e tenha a altura necessária para possibilitar a contraflecha da laje treliçada regulada através do copo regulador ou cunhas de madeira.

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.

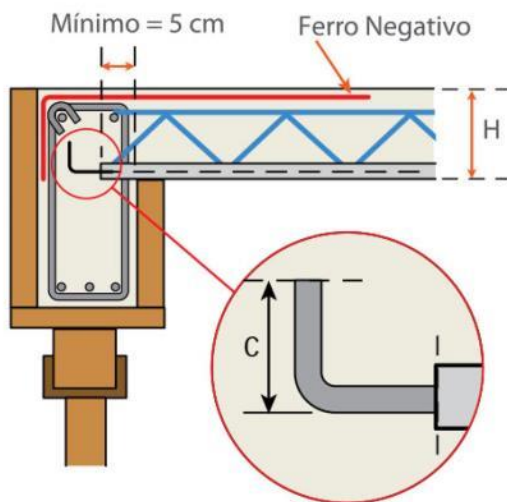
Para solução em lajes nervuradas em duas direções, será definido pelo cálculo o espaçamento entre as nervuras principais e as secundárias.



Execução

(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.



Utilizar ganchos se não houver espaço para ancoragem da armação adicional reta dentro da viga. Para a realização das dobras dos ganchos utilize pinos para o dobramento adequados de acordo com as recomendações das normas vigentes. Consulte catálogos do Belgo 50 e Belgo 60.

Tabela dos Comprimentos dos Ganchos de Ancoragem da Armação Adicional

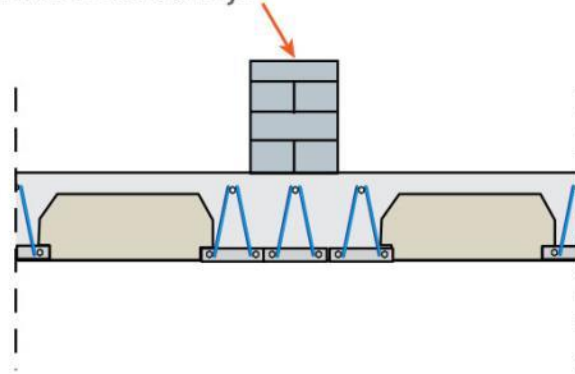
\varnothing Diâmetro da armação adicional (mm)	C Comprimento vertical do gancho (cm)
4,2	5
5,0	6
6,0	8
7,0	9
8,0	10
10,0	12
12,5	14
16,0	18

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:

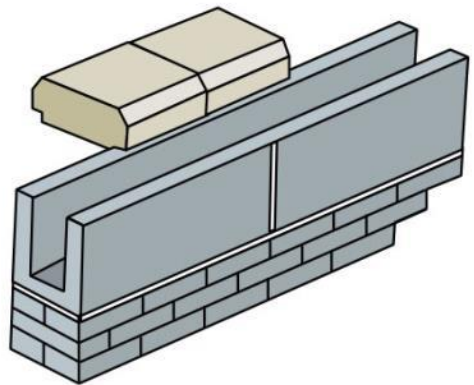
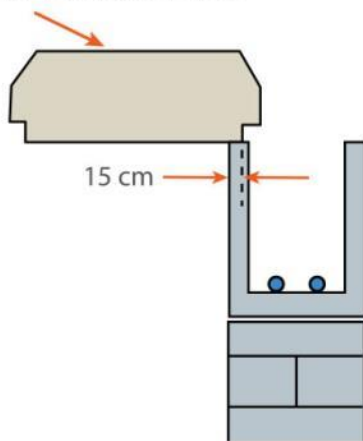
Alvenaria sobre a Laje



(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

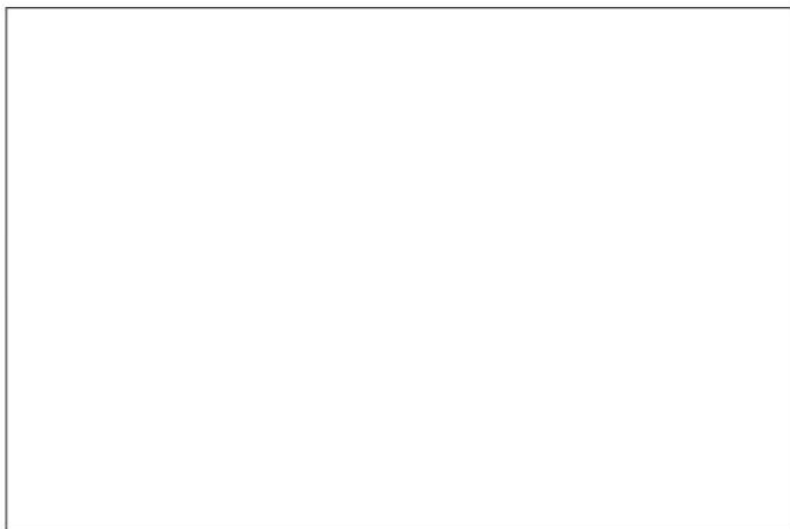


Execução

A sequência 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.

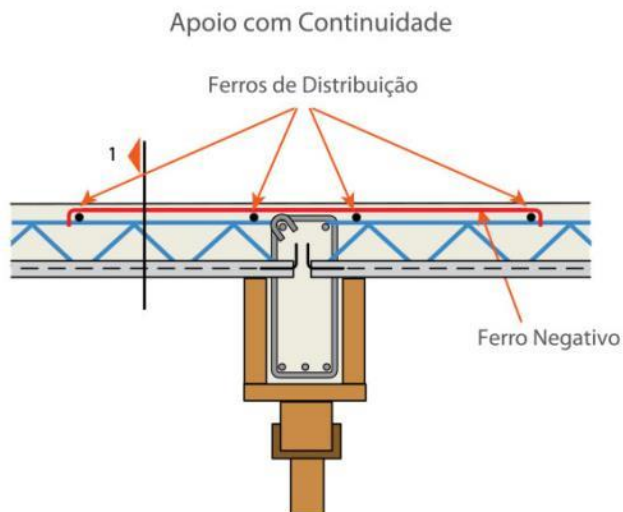
Esse procedimento é essencial para a uniformidade da seção das nervuras e principalmente para o posicionamento das nervuras de travamento.



(g) Armadura Complementar:

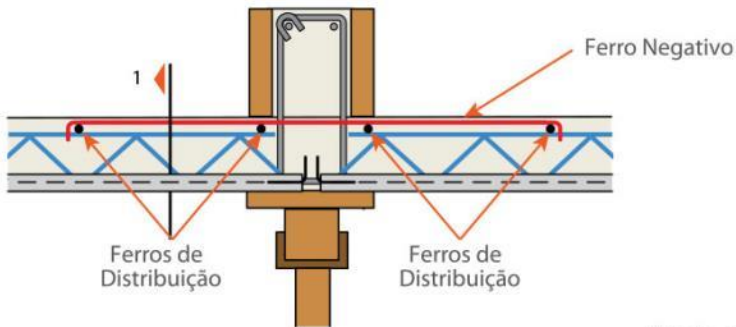
Na fase de projeto devem ser detalhadas as armaduras negativas que irão reforçar as regiões de momento negativo, como é feito normalmente nas lajes maciças. O posicionamento dessas armaduras deve ser sempre na região das vigotas.

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

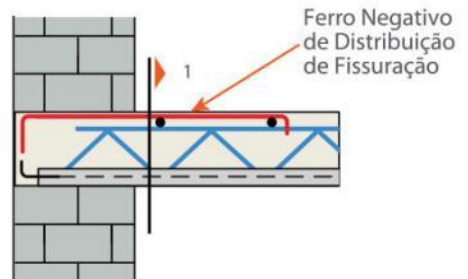


Execução

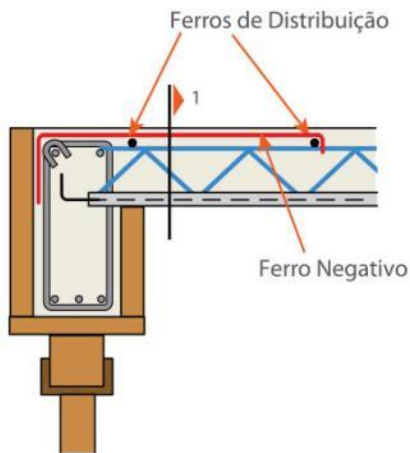
Apoio com Continuidade em Viga Invertida



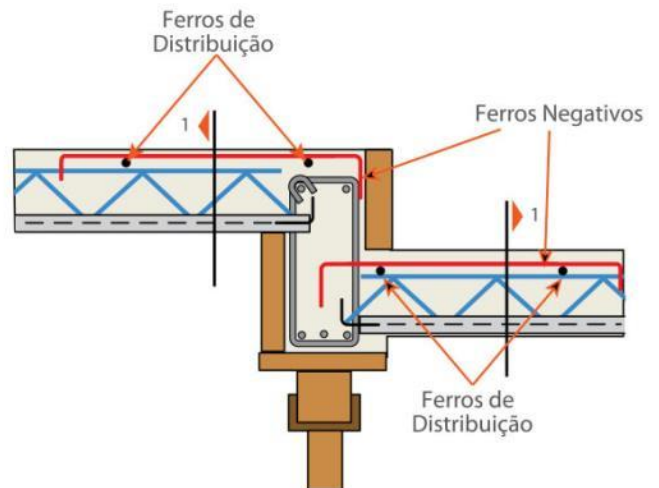
Apoio Simples em Alvenaria Estrutural ou Similar



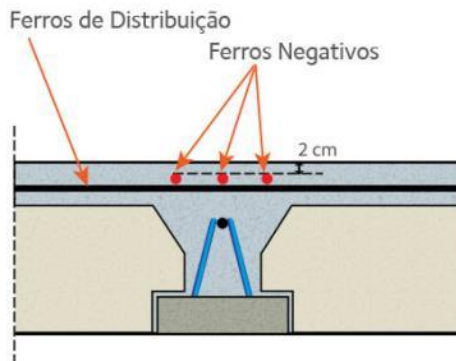
Apoio Simples em Viga de Borda



Apoio Simples com Desníveis



Detalhe 1



Execução

(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 de o carpinteiro terminar o serviço de cobertura do telhado. Retire o escoramento sempre do centro para as extremidades.

