

Projetos

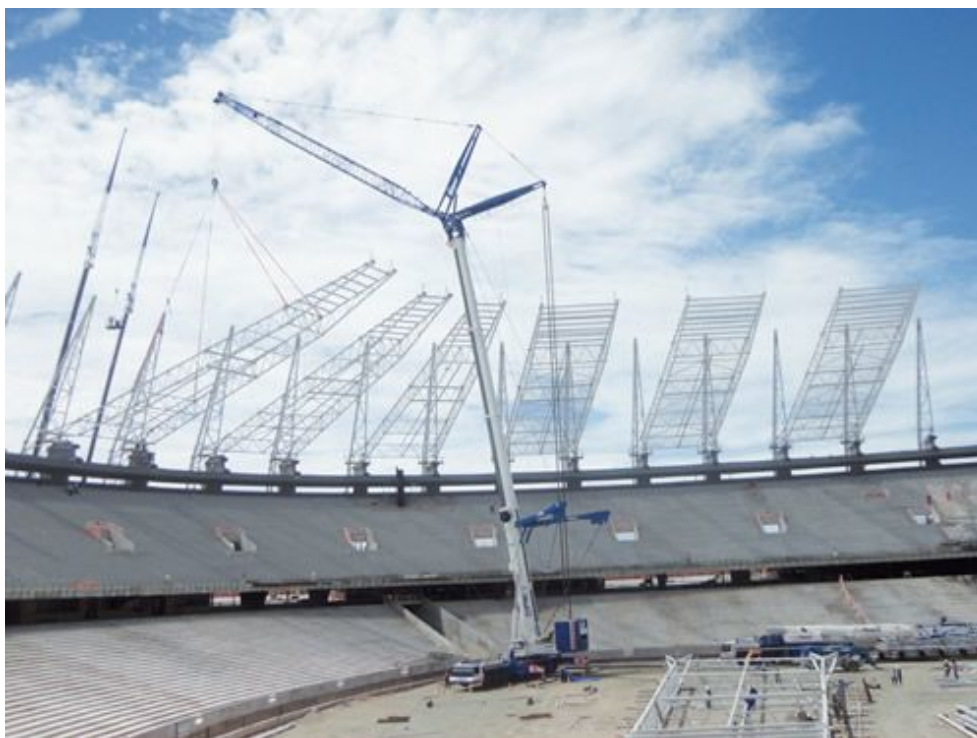
Steel Joist

Estrutura reforçada

Conheça os principais cuidados de projeto e execução do sistema metálico, ideal para estruturas com grandes vãos

Por Gisele Cichinelli

Edição 187 - Outubro/2012



Grandes vãos padronizados e necessidade de montagem e içamento versáteis foram condicionantes importantes para a escolha do sistema steel joist no projeto do Estádio Castelão, em Fortaleza

As vigas steel joist são caracterizadas por duas treliças metálicas de banzos paralelos ou não, afastadas e ligadas entre si por travamentos (diagonais e montantes), conformando um elemento estável e autoportante. O baixo peso das estruturas aliado com a velocidade e facilidade de montagem, flexibilidade conferida ao layout da edificação (reduz o número de colunas) e otimização do pé-direito (os dutos passam pelo sistema treliçado) são as principais vantagens conferidas pelo sistema. Quando aplicado em pisos de concreto armado, combinado com steel deck, também dispensa completamente a utilização de escoramento. "Diferente das treliças convencionais, que são projetadas uma a uma, as treliças do tipo steel joist são padronizadas, o que confere características de fácil consulta e uso do produto. Os procedimentos de qualidade e produção são pré-determinados pelo fabricante, que possui um estoque determinado de perfis, barateando sua produção, e como as alturas e os vãos são ajustados de acordo com o projeto, também é possível reduzir custos com mão de obra", resume o projetista Flávio D'Alambert, do escritório Projeto Alpha. "Com as treliças steel joist, é possível vencer grandes vãos com pesos muito baixos", completa Alexandre Vasconcellos, diretor geral da Método Estrutura.

Do ponto de vista do consumidor, a flexibilidade de escolha é um dos grandes atrativos do sistema. A existência de várias tabelas que relacionam vãos e cargas possibilita uma grande gama de aplicações e a escolha da peça mais

econômica para cada projeto. Apesar do grande potencial do produto, a falta de padronização entre os sistemas de diferentes empresas e a escassez de fornecedores específicos ainda são as principais barreiras para a disseminação do produto no mercado nacional. "O ideal é que houvesse vários fabricantes fazendo o mesmo produto, assim o mercado teria opções de compra e maior poder de barganha. Se houver necessidade de futuras ampliações na obra, por exemplo, será necessário recorrer sempre ao ao primeiro fornecedor", ressalta D'Alambert.

De acordo com o projetista Gustavo Berti, da Berti Estrutural, outro fator limitante é a falta de envolvimento dos projetistas na concepção do projeto. "Procuramos sempre que possível participar desta concepção, auxiliando a equipe que irá desenvolver a arquitetura do empreendimento. Mas isso ainda é o desafio, normalmente os projetos chegam definidos, engessados, e neste cenário a solução de grandes vãos torna-se complicada", conta.



Depois de montados, os joists aguardam alinhamento final. Após a checagem, o módulo é içado até a sua posição definitiva

Projeto

Indicadas para coberturas de supermercados, galpões industriais, centros de distribuição, estabelecimentos comerciais, estádios e ginásios, o uso das treliças tipo steel joist se mostra mais vantajoso em obras com grandes vãos (acima de 30 m), com alta padronização e consumo em escala de peças. "O steel joist é bastante competitivo quando a modulação (distância entre pórticos) é superior aos 15 m, e preferencialmente em galpões de indústrias ou de forma regular, pois assim temos grandes repetições do sistema, o que pode reduzir custos de fabricação, montagem e até mesmo projeto", observa Berti. Joists mais robustos, vale lembrar, também podem ser usados como apoio de lajes em vãos de até 12 m como passarelas ou mezaninos. "É possível trabalhar, com a mesma peça, em lajes, em coberturas com vãos maiores e cargas menores e em coberturas com vãos menores e cargas maiores, o que comprova a versatilidade do sistema", explica D'Alambert.

Para que os benefícios da solução sejam reais, no entanto, é preciso condicionar os projetos arquitetônico e estrutural ao uso do produto. As modulações devem ser conhecidas ainda na etapa da concepção. "O que pode limitar um pouco o projeto", lembra D'Alambert.

Em geral, a viga joist é calculada para vãos simplesmente apoiados e cargas uniformemente distribuídas, chegando a suportar de 500 kg a 20 toneladas por peça. Cargas concentradas (presença de máquinas e mezaninos, por exemplo), exigem reforços adicionais nos banzos e nas diagonais. Em caso de cargas concentradas muito espaçadas (vigas mestras recebendo poucos ou espaçados joists), é necessário o travamento dos banzos e atenção especial às diagonais ou aos montantes que as receberão.

De acordo com Vasconcellos, um ponto que merece atenção é a necessidade de contraventamentos laterais na estrutura. "Por possuir grande comprimento, pouca estabilidade lateral e altura pequena, a treliça é como uma régua gigante, que pode dobrar. Portanto, é preciso travá-la espaçadamente para garantir sua estabilidade lateral, tanto global quanto localmente", explica Vasconcellos. Na hora de executá-las, a recomendação é seguir à risca as orientações do diagrama de montagem para não comprometer o conjunto com a exigência de reforços estruturais desnecessários. A sua fixação às telhas deve ser preferencialmente feita com parafusos autoatarrachantes com proteção de neoprene a fim de evitar vazamentos e suas conseqüentes patologias. Já na fixação das estruturas, o ideal é usar parafusos estruturais galvanizados. "Peças mal soldadas em campo devem ser recusadas, pois

comprometem o conjunto estrutural", observa D'Alambert.

Etapas de execução



1. Armazenagem

As peças metálicas devem chegar à obra pintadas e embaladas, ser distribuídas em local seco e, de preferência, abrigadas das intempéries e colocadas próximas ao local de montagem. Nos lotes, devem constar claramente a numeração e a posição das peças, que devem ser retiradas da embalagem pela programação diária de montagem.

2. Montagem

Após a verificação da programação do dia, as peças isoladas são retiradas dos locais de armazenagem. O joist é pré-montado e alinhado à estrutura, onde o posicionamento das peças será conferido. Os parafusos recebem aperto final com o torque adequado para que as ligações trabalhem convenientemente. Uma vez montado, será levado para compor um módulo principal no chão ou então içado isoladamente para a sua posição final, definida em projeto. "Neste momento, é imprescindível colocar todas as peças na posição correta, alinhá-las corretamente e ajustar as ligações de forma que todo o conjunto ganhe rigidez adequada", lembra o projetista Flávio D'Alambert.

3. Alinhamento

As peças são posicionadas e parafusadas sem aperto, até que todo o conjunto esteja pronto.

Conferido o alinhamento, é feito o aperto final, quando elas serão liberadas para içamento na posição final. Vale lembrar que os joists serão fixados nas treliças ou nas vigas principais, por isso é importante muita atenção nessa etapa para não haver troca de peças. Caso isso aconteça, as peças mais fracas mal posicionadas exigirão reforços estruturais adicionais no conjunto. Outros pontos que merecem cuidado são o correto torqueamento (aperto dos parafusos) e o alinhamento do conjunto.

4. Içamento

O içamento é o momento mais delicado da montagem. O primeiro passo é desenvolver um projeto chamado plano de rigging para determinar o procedimento de montagem. Este projeto indica a posição do módulo a ser movimentado, o seu peso, o centro de gravidade, o posicionamento do guindaste ou da grua, o caminho a ser movimentado, os ângulos da lança, a distância máxima e os prováveis obstáculos, entre outros detalhes. Com esse planejamento detalhado, faz-se o dimensionamento do equipamento. Caso o equipamento seja único naquela obra, no plano de rigging se verificará o procedimento mais seguro de movimentação da carga para o equipamento desejado. Já a verificação final para liberação do içamento do módulo deve ser feita pelo responsável por sua montagem. Após liberado, a próxima etapa é preparar os pontos de pega e o guindaste na posição previamente estudada no planejamento da movimentação. O módulo será içado, verificando-se o ponto corresponde ao centro de gravidade correto, garantindo seu perfeito equilíbrio. Atenção: nessa etapa, é preciso içar lentamente e contar com operários sinalizadores em toda a volta da área, atentos a qualquer imprevisto ou surpresa. Caso se detecte qualquer fator não previsto no planejamento (como uma rajada excessiva de vento, por exemplo), o módulo deve retornar à posição original.



5. Posição final

Já na posição final, os módulos ficam suspensos por guindastes até terem condições de ficarem

autoportantes e serem conectados pelos tirantes que os ligarão aos pilares. "Essa etapa é bem delicada, pois o guindaste deverá soltar a carga lentamente para que a estrutura receba o peso gradativamente", afirma D'Alambert.

6. Conexão

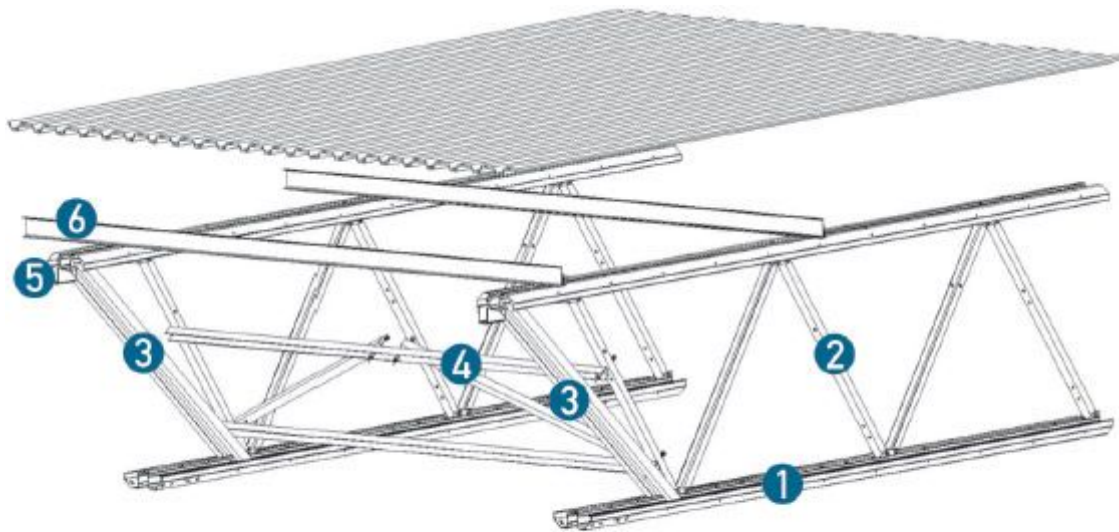
Todas as conexões entre módulo e pilares são feitas com pinos ajustados. Com o guindaste suportando o módulo suspenso, são colocados os pinos inferiores e, posteriormente, os cabos. Cada cabo tem um comprimento determinado, mas após a liberação do guindaste, é feito um novo ajuste com o auxílio de equipamento hidráulico a fim de calibrar o esforço aplicado em cada um. Em seguida, com o módulo solto, é feita a união entre os dois módulos suspensos com barras de travamento. Vale lembrar que esta fase da montagem é feita no alto e, portanto, deverá ser executada por profissionais habilitados e experientes, pois a calibragem dos esforços é fundamental para o bom comportamento futuro e o correto alinhamento e nivelamento dos módulos. "Erros de calibragem dificultam a conexão com os módulos adjacentes, necessitando de retrabalho para ajustes", completa o projetista.

Concorrentes e perfis

Como alternativa aos joist tradicionais, o mercado oferece as vigas de concreto protendido e os perfis de alma cheia tipo W laminados ou compostos (soldados). Segundo especialistas, o sistema de cobertura com telhas dobradas tipo "Z", se utilizado com técnicas de continuidade das peças (ou seja, não utilizando o tradicional biapoiado), também pode concorrer diretamente com os joists, sobretudo em obras com vão menores, até 15 m. "Essas coberturas têm baixo consumo de aço, vencem vãos de até 15 m (limitado pela dificuldade de transporte de peças maiores) e em geral necessitam de menos mão de obra tanto para sua fabricação quanto para a montagem." Em razão dessa concorrência, o projetista lembra que o mercado resolveu apostar no sistema joist espacial ou tridimensional, uma espécie de evolução do joist tradicional. "Essa solução representa um ganho em eficiência tanto na produção quanto na fabricação por serem produzidos em plantas automatizadas e reduzirem a mão de obra em campo, principalmente em altura, pois utiliza menos travamentos que do sistema joist plano", explica.

Dentre os perfis mais utilizados no sistema estão os laminados (cantoneiras, perfis "I" e "U"), os conformados a frio (cantoneiras e perfis tipo "U") e os tubos circulares e quadrados. "Os tubos são uma solução mais cara do que os perfis laminados. Os perfis dobrados também são mais caros que os laminados, mas, ao final, o custo se equivale, já que as chapas dobradas são mais finas, o que requer maior eficiência de cálculos", explica Vasconcellos, observando ainda que os perfis dobrados apresentam uma gama maior de dimensões (3 mm, 3,25 mm, 3,5 mm e 5 mm) que os laminados.

Cobertura metálica com viga joist



1 Banzos
2 Diagonais

3 Diagonais de apoio
4 Travamento

5 Pé de apoio
6 Terças

PUBLICAÇÕES DE REFERÊNCIA

NBR 8800 - Projeto e Execução de Estruturas de Aço de Edifícios

NBR 6355 - Perfis Estruturais de Aço Formado a Frio - Padronização

NBR 14.762 - Dimensionamento de Estruturas de Aço Constituídas por Perfis Formados a Frio

NBR 15.279 - Perfis Estruturais Soldados por Alta Frequência (eletrofusão) - Requisitos - perfis I, H e T

Steel Construction Manual. American Institute of Steel Construction. 14ª edição. 2011

Manual de Construção em Aço - Treliças Tipo Steel Joist. Instituto Brasileiro de Siderurgia e Centro Brasileiro da Construção em Aço. Rio de Janeiro, 2007