

Transporte

Fôrmas deslizantes

Muito utilizada quando o cronograma da obra requer execução mais ágil, sistema que permite concretagens contínuas é indicado para a execução de estruturas de concreto armado de grande dimensão vertical com seção contínua ou variável

Por Juliana Nakamura
Edição 8 - Setembro/2011

Desenvolvidas para a construção de estruturas verticais de seção constante ou de variação contínua a partir de peças com pouca altura, as fôrmas deslizantes são indicadas principalmente para a construção de silos, reservatórios com altura acima de 5 m, chaminés, poços de elevadores, pilares para edifícios, pontes, barragens e outras obras verticais em concreto.

O sistema é uma alternativa às fôrmas trepantes, com a diferença de que é composto basicamente por fôrmas mais baixas de até 1,20 m de altura - contra painéis de mais de 2 m de altura dos sistemas trepantes - e um sistema de içamento que inclui um macaco hidráulico e um barrão de aço, que se apoia na estrutura.

Ao contrário do sistema trepante, no qual a desforma só pode acontecer após a cura do concreto, a dinâmica de concretagem é mais rápida com as fôrmas deslizantes e a espera pelo tempo de pega do concreto é menor. Passado esse período - cerca de três horas após a concretagem - a fôrma sobe mais 20 cm ou 30 cm e uma nova concretagem é feita. Assim, o ciclo se repete de forma muito mais veloz e em turnos ininterruptos de 24 horas.

Isso faz com que as fôrmas deslizantes sejam mais utilizadas em obras com cronogramas apertados. Em contrapartida, em comparação com as fôrmas trepantes, o sistema deslizante normalmente exige maior consumo de cimento e aditivos no concreto, o que tende a tornar a solução mais cara.

Características do sistema

Um sistema de fôrmas deslizantes é composto, basicamente, por quatro elementos: 1) painéis, que podem ser produzidos em madeira e revestidos de chapa galvanizada ou serem totalmente metálicos; 2) cavaletes metálicos, que fixam as fôrmas internas e externas, garantindo assim a geometria da peça; 3) equipamento hidráulico para içamento e 4) andaimes de armador e pedreiro fixados aos cavaletes metálicos e elevados junto com a fôrma. Os painéis são compatíveis com as dimensões da estrutura a ser executada. A rigidez do conjunto se dá por vigas horizontais fixadas aos painéis. Já a união entre os vários painéis ocorre por meio de cambotas (emendas das vigas horizontais).

Montagem das fôrmas

Após a armação da estrutura, a fôrma interna é posicionada e suas partes são unidas. Em seguida são



Após a desforma, recomenda-se realizar imediatamente a cura química. Quando a superfície do concreto se tornar mais resistente, pode-se fazer a cura úmida com jatos de água

fixados os cavaletes, cuja função é garantir a posição entre as fôrmas interna e externa e fixá-las aos macacos hidráulicos.

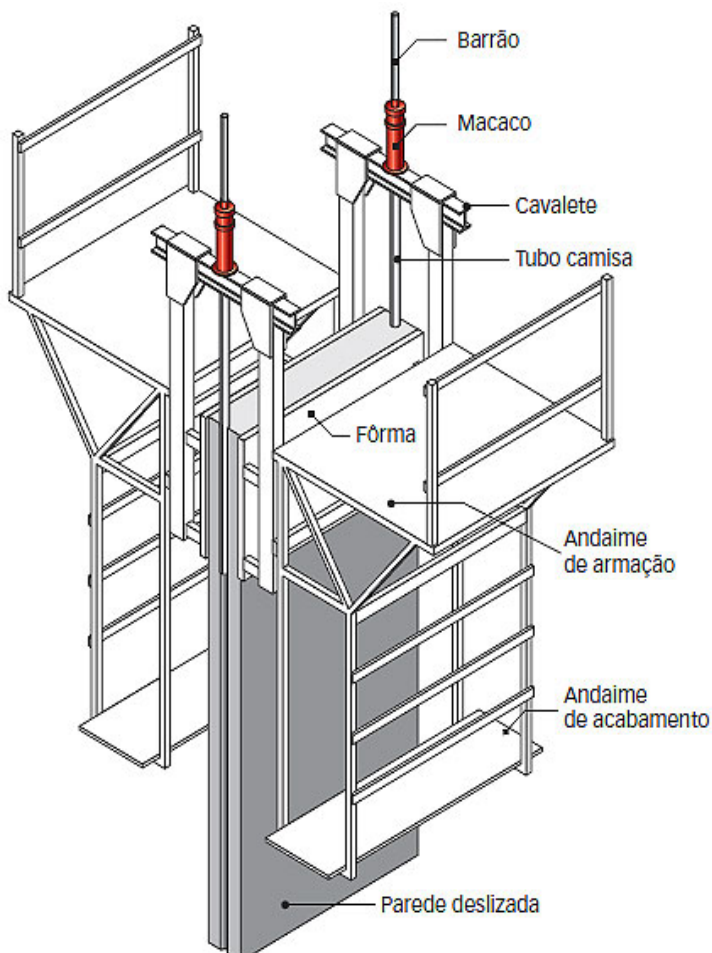
Os macacos hidráulicos são então fixados nas travessas superiores dos cavaletes. Pelos macacos passam barras de ferro que, por sua vez, são apoiados na estrutura de concreto, normalmente, o bloco de fundação. A fôrma externa é, finalmente, posicionada e fixada aos cavaletes.

A principal característica desse sistema é a possibilidade de se realizar concretagens contínuas, o que se reflete em maior produtividade. Para se ter uma ideia, com um sistema de fôrmas deslizantes é possível executar uma média de 2 m e 4 m de uma estrutura de concreto por turno de 12 horas. O rendimento da fôrma deslizante, porém, depende do bom desempenho de todos os elementos que compõem o sistema, bem como da temperatura ambiente, das condições meteorológicas e do traço do concreto utilizado.

Ricardo Albuquerque, diretor técnico da construtora Emcosa, explica que os motivos que justificam a especificação das fôrmas deslizantes são vários, a começar pela maior limpeza da obra, uma vez que essa solução dispensa a necessidade de desforma após cada concretagem. "No sistema de deslizamento, a desforma é contínua, evitando o acúmulo de sobras de materiais junto à obra, mantendo-a sempre limpa e organizada", explica.

Além disso, as fôrmas deslizantes não utilizam andaimes nem escoramentos nas paredes verticais, o que proporciona ao construtor uma grande economia. "Só nesse ponto, em comparação com as fôrmas tradicionais, temos uma redução de mão de obra e tempo de execução em torno de 80%", estima Albuquerque, lembrando ainda que ganhos podem ser obtidos com a reutilização das fôrmas, que podem ser readaptadas para qualquer diâmetro e utilizadas inúmeras vezes.

Há ainda algumas vantagens técnicas que podem levar à utilização das fôrmas deslizantes. "Como o deslizamento é contínuo, sem interrupção nas concretagens, elimina-se a presença de juntas frias, diminuindo a possibilidade de vazamento no caso dos reservatórios", comenta Albuquerque.



As fôrmas deslizantes têm duas plataformas, uma superior onde trabalha a equipe de armação e concretagem da estrutura e outra inferior, que abriga os profissionais responsáveis pelo acabamento

Aspectos críticos

Para que as paredes conservem sua verticalidade a fôrma deslizante deve ser rigorosamente nivelada durante todo o deslizamento. Porém, fatores externos como o inevitável fluxo de concreto podem ocasionar desvios de prumo e/ou torção das paredes concretadas.

Para prevenir estes desvios são colocados quatro prumos de gravidade nos quatro cantos da fôrma, e efetuadas as leituras de 20 cm em 20 cm, anotando-se desnivelamento parcial ou total da fôrma deslizante, inclinação de macacos, modificação no sentido de rotação do lançamento de concreto, contrapesos nos andaimes suspensos etc. Ricardo Albuquerque, da Emcosa, conta que para garantir a qualidade, a verticalidade das paredes concretadas pode ser monitorada por meio de teodolito óptico, instrumento utilizado para medir ângulos verticais e horizontais.

Por envolver um processo de concretagem contínua, o sistema de fôrmas deslizantes requer um rigoroso planejamento prévio de pessoal, materiais, equipamentos e infraestrutura de apoio, bem como uma perfeita definição das etapas da obra e da velocidade do deslizamento. Segundo os engenheiros da construtora Gerform, uma velocidade baixa leva a aderência da fôrma ao concreto, provocando fissuração horizontal por arraste e sobrecarga do equipamento, que podem causar desvios de prumo e nível da fôrma. Velocidades excessivas levam à desagregação do concreto exposto devido à desforma precoce. Normalmente a velocidade ideal de deslizamento se situa em torno de 25 cm/hora, resultando uma elevação da ordem de 6 m/dia.

A especialização das equipes envolvidas desde o projeto até a execução é crucial para o sucesso da solução.

Licitação e prazos

Na elaboração do orçamento de fôrmas deslizantes não existe um parâmetro fixo para chegar a um custo. Afinal o preço do serviço vai variar de acordo com o diâmetro, perímetro e altura da obra. "Também influencia o cálculo do preço a quantidade de obras com o mesmo diâmetro e a continuidade, que facilita o reaproveitamento das fôrmas", conta o engenheiro Ricardo Albuquerque, da Emcosa.

É prática entre as empresas que trabalham com fôrmas deslizantes colocar por conta do contratante o transporte das peças, o alojamento e os custos de refeição dos operadores. Mas o sistema de fôrmas deslizantes não demanda mão de obra intensiva. Em geral são necessários de dois a quatro funcionários, dependendo do diâmetro da obra.

As fôrmas são montadas logo após a conclusão da fundação executada pelo cliente. O prazo de montagem varia de acordo com o diâmetro, entre dois e 15 dias.

Etapas de produção

1) Concretagem e deslizamento: após a montagem das fôrmas e a elaboração do plano de concretagem, iniciam-se o lançamento do concreto e o deslizamento. A fôrma deve ser cheia até a cota dos painéis. Quando o concreto começa a reagir, o sistema hidráulico é acionado, fazendo com que os macacos comprimam os barrões, elevando a fôrma. O lançamento precisa ser regular e uniforme, já que camadas desniveladas de concreto acarretam em cargas diferentes, levando, em alguns casos, ao despreendimento da fôrma. O deslizamento costuma ser feito a uma velocidade de 15 cm a 40 cm por hora, variando de acordo com as dificuldades na concretagem e na colocação do aço.



Para perfeito nivelamento da fôrma deslizante, recomenda-se checagem de prumo de 20 em 20 cm.



2) Nivelamento: atingida a cota final de deslizamento da estrutura, o concreto será nivelado, valendo-se de marcas deixadas previamente na ferragem vertical. Após a interrupção da concretagem, a fôrma continuará a ser lentamente elevada até ficar garantido seu deslizamento. Para assegurar que o deslizamento esteja alinhado e no prumo, o ideal é fazer o acompanhamento topográfico a cada etapa do deslizamento, garantindo a performance da execução.

3)



Adensamento: o equipamento de adensamento deve ser adequado ao diâmetro máximo dos agregados. Dependendo deste valor, é usado um tipo de vibrador. Quando a espessura das paredes é pequena e o espaçamento da ferragem permite, são utilizados vibradores elétricos de imersão com mangotes de 45 mm.

4) Desforma: enquanto ocorre a retirada de equipamentos e acessórios da fôrma, serão executados os assoalhos de fôrma interna para servir de base à desforma. Com o assoalho pronto serão desmontados os andaimes e cavaletes e descidos pela torre Hércules. Por último será desmembrada a fôrma deslizante em setores, retirando as chaves construídas para tal efeito, e descida com cordas até o nível base. Para finalizar serão preenchidos os vâcuos deixados com a retirada dos barrões com a nata de cimento e areia fina. Sempre que se termina uma atividade, a fôrma deve ser desmontada e os painéis, limpos.



5) Acabamento: para garantir o bom resultado final, recomenda-se que o acabamento seja feito por uma equipe diferente e independente da equipe do lançamento e adensamento. Cada uma tem capacitação técnica diferente e requer pessoas até mesmo com perfil diferente.



Ponte sobre o Rio Negro

O sistema de fôrmas deslizantes foi utilizado na construção da Ponte sobre o Rio Negro, no Estado do Amazonas, para acelerar a construção dos pilares, com alturas variando entre 12 m e 54 m. Segundo a Fordenge, responsável pela execução das fôrmas, a concretagem foi executada com uma velocidade média de 25 cm por hora, chegando a 7 m deslizados em um período de 24 horas. Na obra, foram empregadas fôrmas metálicas com dimensões retangulares de 7,50 m x 3,50 m, e altura de 1 m, para os pilares do trecho corrente (vãos de 45 m entre eles) e de 5 m de diâmetro e mesma altura para os quatro pilares do trecho estaiado (vãos de 200 m). A Ponte sobre o Rio Negro tem 3.595 m e foi construída pelo Consórcio Rio Negro, formado pelas construtoras Camargo Corrêa e Construbase.