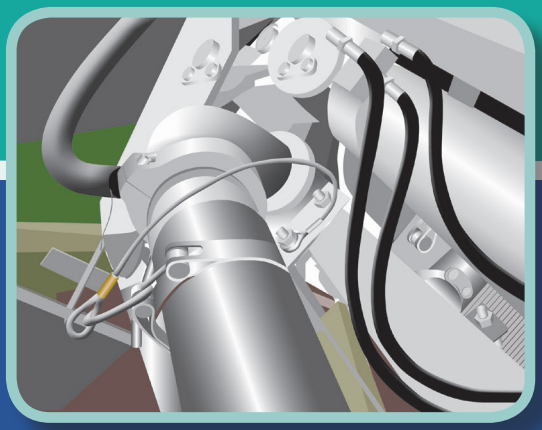
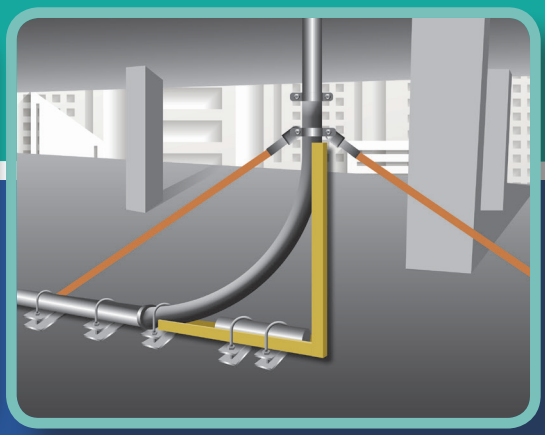
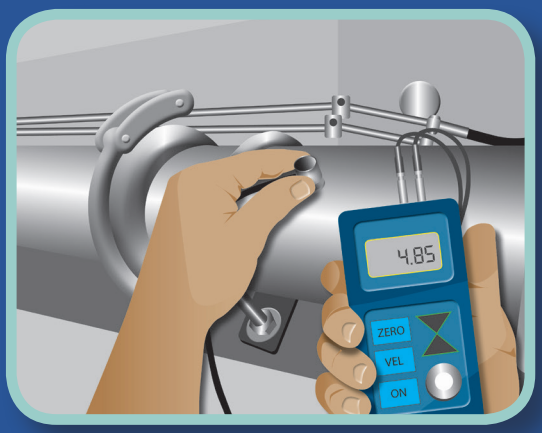
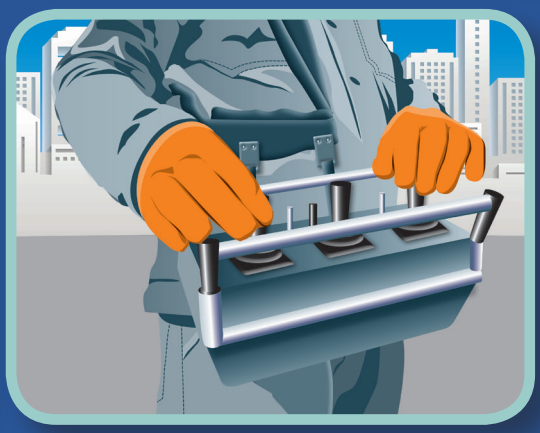
ABESC
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE SERVIÇOS DE CONCRETAGEM

MANUAL PARA BOMBEAMENTO E DISTRIBUIÇÃO DE CONCRETO









MANUAL ABESC PARA BOMBEAMENTO, LINHAS DE TRANSPORTE E SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO DO CONCRETO

- Introdução geral..... **03**

- Por que bombear, transportar e distribuir concreto por tubulação rígida ou flexível, e benefícios econômicos, produtivos e de segurança decorrentes da escolha..... **04**

- A definição do sistema de bombeamento, transporte e distribuição ideais para a execução do serviço de concretagem se divide em três fases que devem ser analisadas e avaliadas independentemente:..... **06**

- **Fase I** - Instalação e definição do equipamento para bombeamento do concreto estacionário ou autobomba com mastro para distribuição..... **07**

- **Fase II** - Instalação da linha de transporte ou bombeio, tubulação rígida ou flexível p/ concreto.....**17**

- **Fase III** – Sistemas para distribuição do concreto: manual ou mecanizado com mastros para distribuição..... **29**

- Responsabilidades e planejamento do serviço de bombeamento do concreto na obra..... **34**

- Segurança, equipamentos de proteção, certificação dos operadores e operação segura..... **35**

- Dicas de produtividade, economia e eficiência..... **41**

INTRODUÇÃO GERAL

A ABESC, Associação Brasileira de Empresas de Serviços de Concretagem, desenvolveu e criou este manual com seus associados, que compõem um grupo de profissionais com grande experiência no serviço de bombeamento, transporte e distribuição de concreto.

Este manual contém informações sobre diferentes sistemas de bombeamento, linhas de transporte/bombeio e distribuição do concreto e critérios para selecioná-los. Nosso objetivo é orientar, de forma simples, tanto o construtor contratante quanto a empresa prestadora do serviço, seja ela empresa de bombeamento do concreto ou fornecedora do concreto/ concreteira. Para tanto, incluímos neste manual os conhecimentos especializados de diferentes profissionais do setor, a saber, fabricantes de equipamentos, empresas de serviços de bombeamento e empresas concreteiras. Procuramos também estabelecer quais são as obrigações e responsabilidades de cada um. Nosso objetivo, em suma, é buscar a melhor condição produtiva para a colocação do concreto na obra, em conformidade com orientações técnicas internacionais de operação e segurança.

A produtividade na colocação do concreto com segurança deve ser o principal interesse de todos aqueles envolvidos no serviço de bombeamento do concreto no canteiro de obra. A regra essencial é que todos nós somos responsáveis por nossa própria segurança, assim como pela segurança de todos aqueles ao redor da área de trabalho, estejam eles envolvidos ou não na operação do bombeamento e distribuição do concreto.

Todos devemos primeiro conhecer todas as regras, e depois manter nossa atenção no trabalho que está sendo executado. Nunca é demais salientar que, para uma operação segura, é crucial **LER, COMPREENDER E APLICAR TODAS AS ORIENTAÇÕES DO MANUAL DE OPERAÇÃO DO EQUIPAMENTO QUE SERÁ UTILIZADO**.

Não tentamos, com este manual, detalhar todas as variações e situações aplicáveis ao bombeamento do concreto, mas tentamos, isso sim, orientar e esclarecer os envolvidos quanto às suas responsabilidades, com foco na produtividade com segurança e também na padronização dos serviços de bombeamento. Por favor, use as informações aqui contidas com sabedoria para selecionar e instalar o melhor sistema para sua obra.

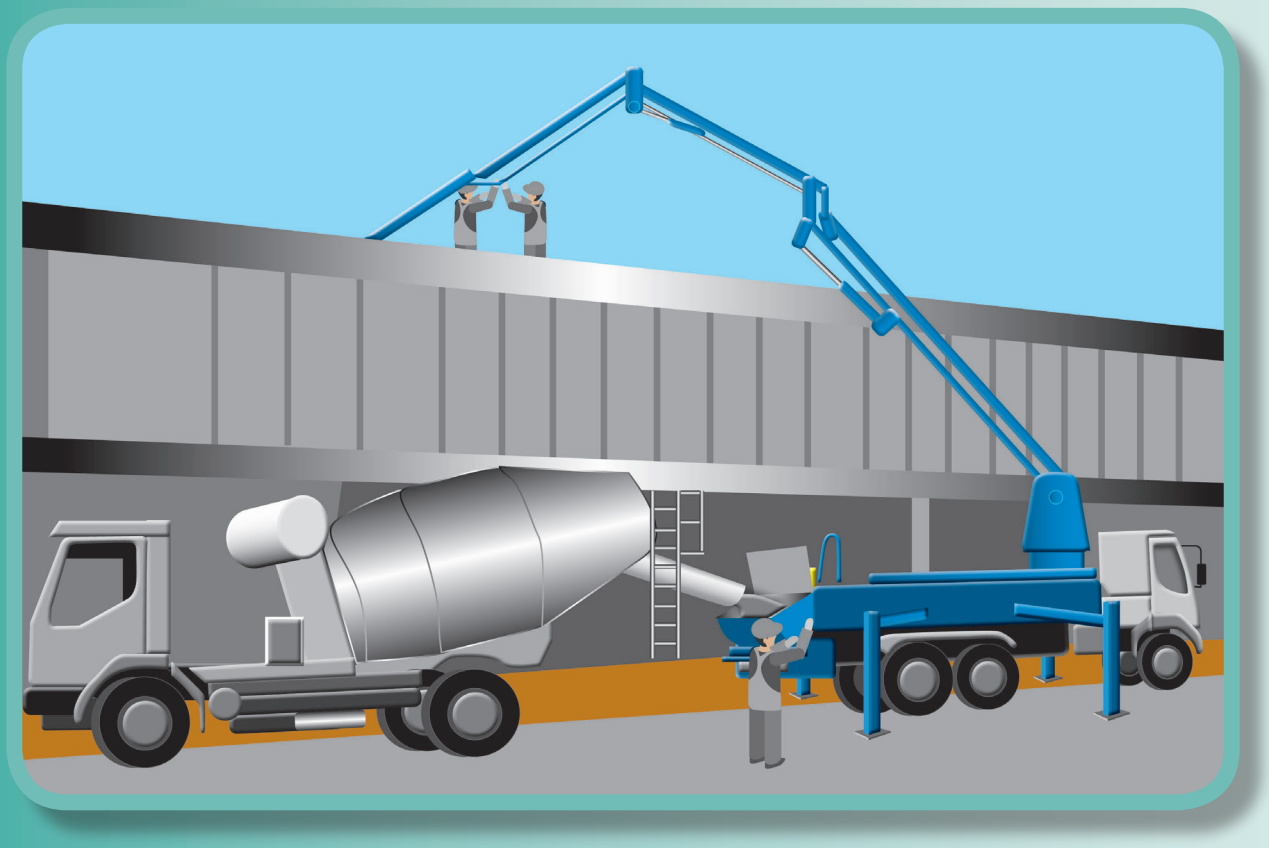
Por que Bombear, Transportar e Distribuir o Concreto por Tubulação Rígida ou Flexível, e Quais os Benefícios Econômicos, Produtivos e de Segurança Decorrentes da Escolha

- O bombeamento e a distribuição do concreto são mais rápidos e produtivos usando esse método do que qualquer outro método convencional.

- O concreto bombeado pode ser distribuído em áreas onde é difícil ou impossível chegar com um guindaste, caçamba ou outros sistemas de colocação do concreto.

- O bombeamento frequentemente representa economia de custo com mão de obra e equipamento, o que resulta também em economia de tempo e alta produtividade.

- O bombeamento pode ser feito em diferentes condições climáticas, incluindo neve e chuva, pois o concreto fica protegido durante o transporte até o local de distribuição.



- Os equipamentos para bombeamento de concreto ocupam espaços reduzidos, o que permite disponibilizar um espaço maior do canteiro de obras para outros equipamentos da construção.

- O uso de bombas de concreto libera guindastes, elevadores de carga e outros equipamentos para serem usados em outros trabalhos.

- As bombas de concreto distribuem o concreto com precisão no devido local, enquanto guindastes e transportadores de correia depositam, num local arbitrário, uma grande quantidade de concreto que depois precisa ser manualmente removida e distribuída ao local preciso, o que acarreta um gasto maior com mão de obra, um custo mais alto e menor produtividade.

- Poucos obstáculos podem bloquear uma linha de transporte ou bombeio do concreto. Por meio de tubulações rígidas ou flexíveis, o concreto pode percorrer curvas acentuadas, atravessar espaços estreitos, passar por cima ou por baixo de paredes, etc.

- O fornecimento contínuo de concreto garante trabalho estável e alta produtividade.

- A flexibilidade das bombas de concreto permite que a velocidade de distribuição do concreto seja adaptada a cada trabalho.

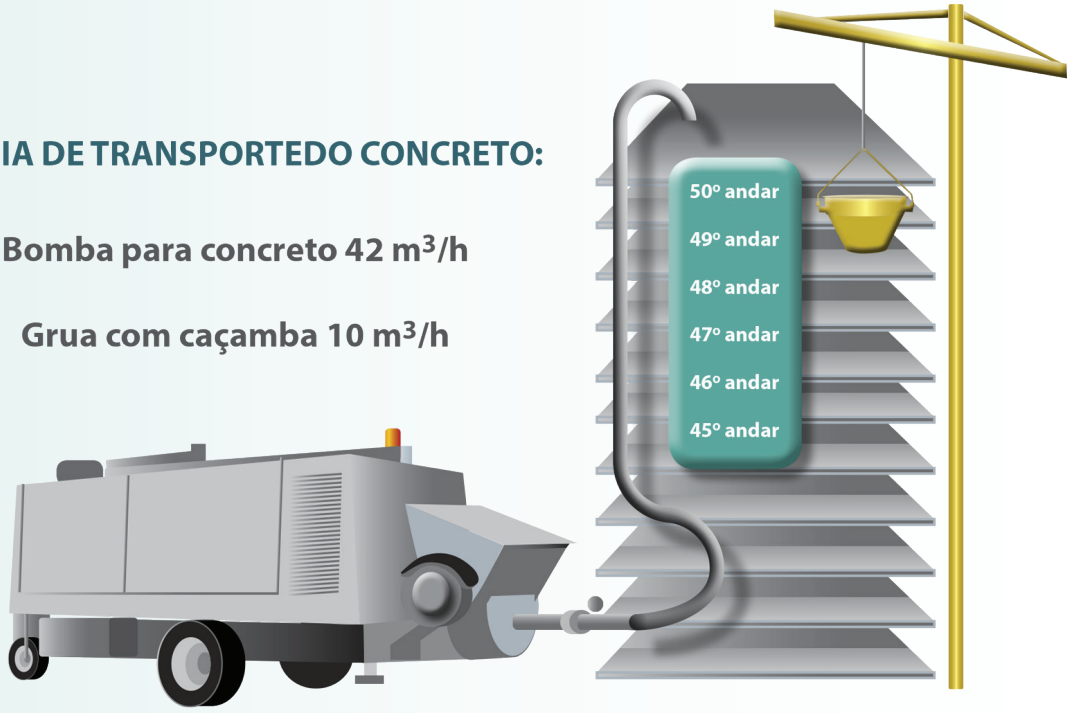
- O fluxo do concreto permanece estável e controlado.

- Para grandes vazões é possível utilizar múltiplas bombas, viabilizando o descarregamento de vários caminhões betoneiras ao mesmo tempo.

MÉDIA DE TRANSPORTEDO CONCRETO:

Bomba para concreto 42 m³/h

Grua com caçamba 10 m³/h



O bombeamento é o método ideal e mais recomendado em todo o mundo para colocação do concreto em construções de pequeno, médio e grande porte: permite sua distribuição em áreas de ACESSO difícil ou MESMO impossível se comparado a outros métodos, gera AUMENTO DE produtividade, REDUÇÃO NO GASTO com equipamentos, economia de mão de obra, e sobretudo economia de tempo.

DEFINIÇÃO DO SISTEMA DE BOMBEAMENTO, TRANSPORTE E DISTRIBUIÇÃO IDEAIS PARA A EXECUÇÃO DO SERVIÇO DE CONCRETAGEM.

FASE I

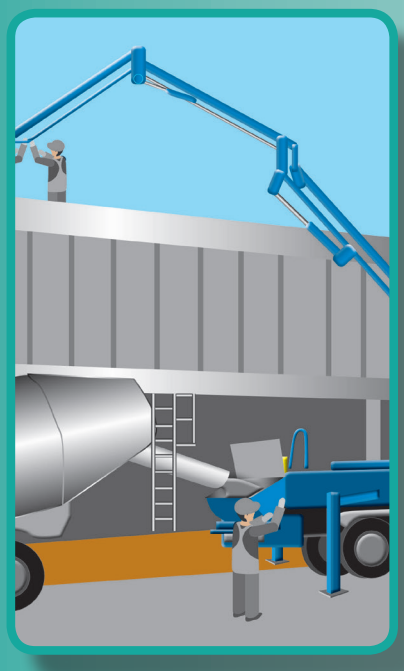
Sistema de Bombeamento - Lança ou Estacionaria / Auto bomba + Linha de Saída

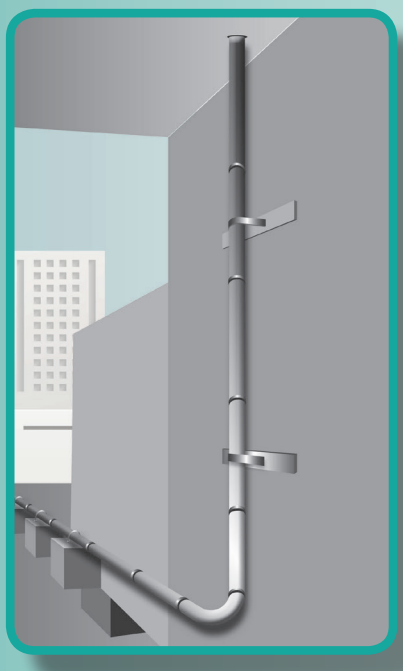
FASE II

Linha de Bombeio - 3" ou 5" Flexivel - (Mangote) ou Rígida (Tubulação Aço)

FASE III

Sistema de Distribuição - Manual ou com Mastro Hidraulico / Mecânico





• **FASE I** - INSTALAÇÃO E DEFINIÇÃO DO EQUIPAMENTO PARA BOMBEAMENTO DO CONCRETO ESTACIONÁRIO OU AUTOBOMBA COM MASTRO PARA DISTRIBUIÇÃO.

As circunstâncias da obra decidem qual modelo de bomba é o mais adequado, ou seja, a seleção da bomba ideal de concreto depende das dimensões da construção (distâncias de distribuição horizontais e verticais), do tamanho das seções individuais a serem despejadas (volume de concreto) e da qualidade de concreto fornecido (conteúdo de cimento, graduação dos agregados, consistência, tamanho máximo dos agregados, relação água e cimento, entre outras coisas)

A bomba de concreto deve distribuir certo volume dentro de um determinado tempo/período. Assim, ela deve ser selecionada de modo a fornecer tal volume no local exato onde o concreto é necessário.

A pressão de bombeamento aumenta com a distância da linha de transporte/bombeio e com a velocidade do concreto na linha. Quanto maior é a distância ou quanto maior for o volume de concreto requerido, maior será a potência requerida na bomba.

Considerações básicas gerais para a avaliação do equipamento ideal para o bom resultado

da colocação do concreto:

1. O concreto é adequado para o bombeamento?

2. O sistema de tubulação/bombeio é estanque, não havendo possibilidade de vazamento de argamassa?

3. A bomba de concreto está em boas condições de operação manutenção?

Devido à grande quantidade de produtos químicos presentes na composição do concreto, o cálculo do fator de atrito (que define a bombeabilidade do concreto em tubulação rígida e flexível) é altamente sofisticado, exigindo a realização de testes práticos em campo para verificar o fator de atrito calculado para o projeto, com base nas condições aplicáveis a cada mistura individual de concreto.

Destacamos que testes práticos em campo são o método mais seguro para se avaliar a pressão de bombeamento necessária. Portanto, é altamente recomendável que esses testes sejam realizados antes de se dar início ao projeto.

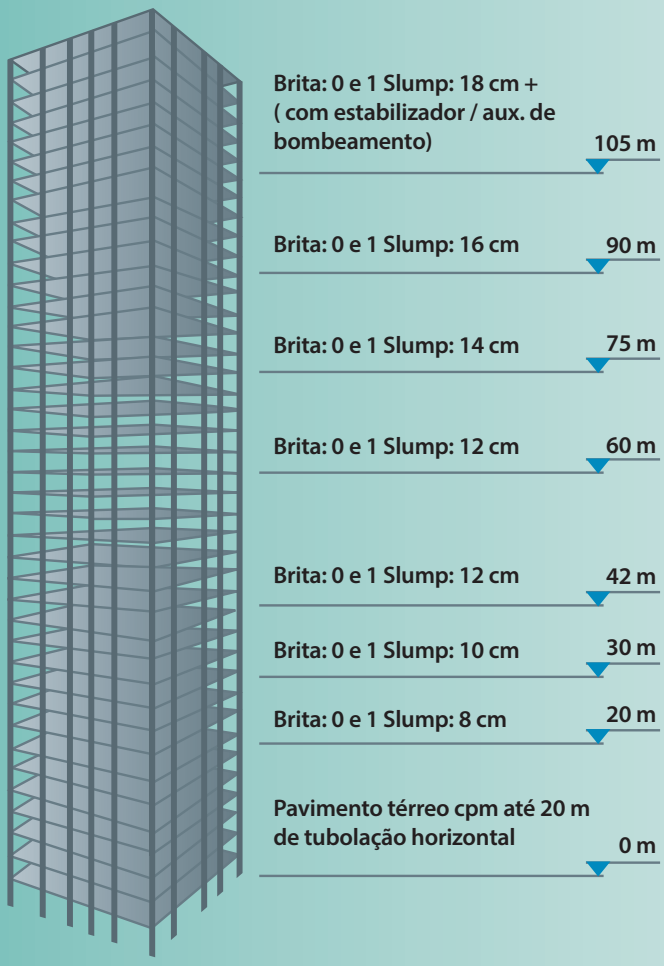
As bombas de concreto foram projetadas para transformar a potência de máquina instalada (KW/HP) em deslocamento de bomba (M^3/Hr) ou pressão (BAR); nos níveis de piso mais baixos é possível alcançar o máximo rendimento da bomba de concreto. À medida que a construção sobe, as pressões de bombeamento e a qualidade da linha de transporte se tornam ainda mais importantes.

Veja, a seguir, sugestão das características do concreto para bombeamento em diferentes alturas.

COMO DITO ANTERIORMENTE, É IMPORTANTE REALIZAR TESTES PRÁTICOS EM CAMPO PARA DEFINIR O MELHOR CONCRETO A SER BOMBEADO; ASSIM, ESTA FIGURA TEM CARÁTER MERAMENTE ILUSTRATIVO.

CONCRETO BOMBEÁVEL

Tabela de alturas e lançamentos



INSTALAÇÃO DO EQUIPAMENTO PARA BOMBEAMENTO DO CONCRETO NO CANTEIRO DA OBRA

- Deve-se observar e avaliar tecnicamente o local apropriado para instalação do equipamento, considerando o posicionamento para a montagem da bomba estacionária ou bomba-lança para a distribuição do concreto, como também o fluxo e a logística de entrada e saída de caminhões betoneiras para a descarga do concreto.

- O horário de início do serviço de bombeamento do concreto refere-se ao momento de chegada do equipamento no canteiro de obra, sendo de inteira responsabilidade do contratante ou construtor.

- Não deve existir nenhum impedimento para instalação e montagem do equipamento para bombeamento do concreto, seja em relação à descarga de material, à entrada do equipamento no canteiro, etc.

- Licenças e autorizações para estacionamento do equipamento em ruas ou calçadas, ou bloqueio das vias, se necessário, devem ser providenciadas de antemão.

- Fluxo livre de entrada e saída dos caminhões betoneiras até o equipamento para o bombeamento do concreto.

- O local de montagem do equipamento de bombeamento deve estar nivelado, em terreno compactado, e livre de qualquer interferência no subsolo, como fossas, bueiros, buracos, pontas de ferragens e outros obstáculos subterrâneos.

- O local de montagem do equipamento de bombeamento não deve estar sujeito a interferências de árvores ou redes elétricas que atrapalhem ou impeçam a operação das autobombas com mastros para distribuição do concreto.

- Na utilização de bombas com mastros para distribuição do concreto, as chamadas bombas-lanças, o contratante/construtor é responsável por liberar e disponibilizar área suficiente para abertura total e completa dos apoios de estabilização.

- Alterações climáticas bruscas durante a operação de bombeamento com mastros para distribuição – chuva intensa, raios, fortes ventos – geram risco de graves acidentes; assim, o contratante e o contratado devem interromper imediatamente a operação.

- O material e o preparo para lubrificação da linha de bombeio é de responsabilidade do contratante. Normalmente, antes do bombeamento, as linhas de concreto precisam ser preparadas e preenchidas com uma mistura lubrificante, o grout. A mistura de lubrificação é abastecida na tremonha da bomba estacionária de concreto e depois empurrada para dentro da linha de transporte do concreto.

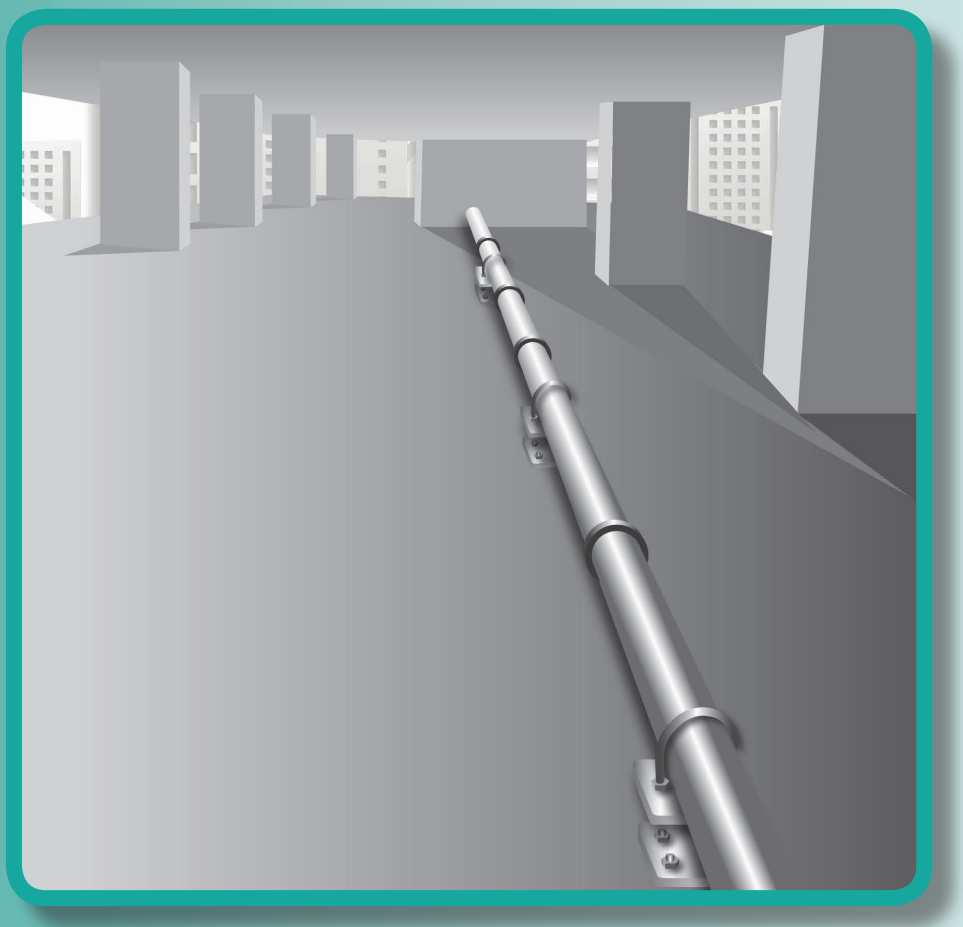
Observações:

- A receita da mistura lubrificante deve permitir que ela permaneça na linha de concreto por um certo período de tempo. É recomendável usar retardadores como aditivo na mistura de lubrificação. O tempo de permanência permitido da mistura lubrificante deve ser comunicado e levado em consideração durante a operação do sistema.

Exemplo de mistura fluida para 1 m^3:

1.000 kg de areia, 70 kg de cimento, 300 kg de água

- O volume da mistura lubrificante a ser colocado nas linhas de concreto depende diretamente do comprimento total da linha de transporte. Isto significa que o volume necessário deve ser aumentado conforme o projeto se desenvolve. Em geral, pode-se considerar aproximadamente 0,5 m^3 a cada 100 m de comprimento de uma tubulação de 5 polegadas.



FATORES IMPORTANTES A SEREM OBSERVADOS AO DECIDIR BOMBEAR O CONCRETO

COMUNICAÇÃO:

- Deve haver estreita comunicação entre o contratante e o fornecedor do serviço de bombeamento, e conhecimento pleno de ambas as partes sobre os detalhes do contrato de trabalho e suas responsabilidades.

ACESSO:

- Autobombas e autobetoneiras necessitam de bom acesso ao local da obra: uma autobetoneira carregada com 8 m^3 de concreto pesa 32 tons, tem 8 m de comprimento e 2,8 m de largura. Uma bomba estacionária necessita, no mínimo, de um espaço de 8 m de comprimento e 3 m de largura. Já a bomba-lança depende do seu alcance, que pode ser de 28, 32 ou até 60 metros de alcance, e deve ter espaço ou área de estabilização e peso de acordo com a informação dada pelo prestador do serviço de bombeamento e distribuição do concreto.

ÁREA DE LIMPEZA:

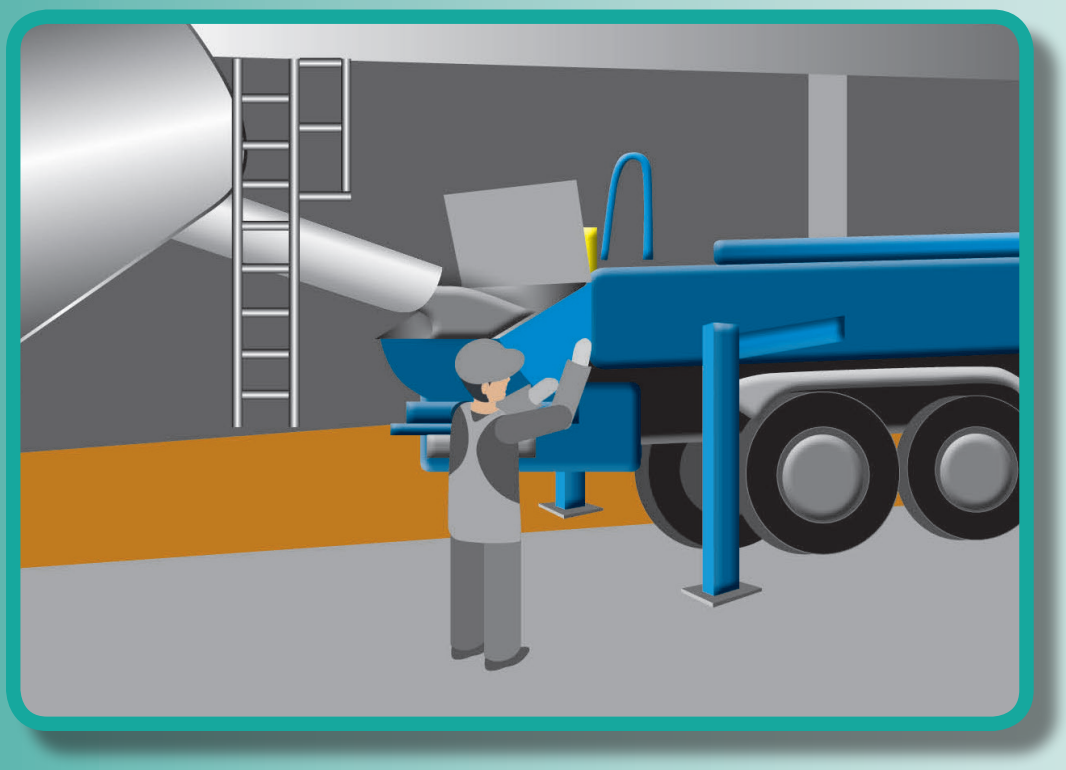
- Deve-se providenciar uma área de lavagem para que as calhas de escoamento das autobetoneiras sejam limpas e as bombas para concreto sejam lavadas, assim como os segmentos da tubulação. Não se deve permitir que a água da lavagem escoe para o sistema de esgoto. A limpeza e o correto descarte do concreto residual do equipamento e da linha de bombeio são de responsabilidade do contratante. Se não houver lugar para jogar a água da lavagem, é preciso preparar uma área ou tanque apropriado para futuro descarte. A máquina e a linha de bombeio devem ser lavadas no final dos trabalhos ou nas interrupções da operação, que podem variar de acordo com o tipo de concreto, a temperatura ambiente, e o tempo de descarga, sendo que tal período não pode ser superior a 90 minutos.

OUTRAS PROVIDÊNCIAS:

- As equipes de distribuição devem ser apropriadamente treinadas para trabalharem em sintonia com a capacidade de bombeamento e distribuição do concreto.

SEGURANÇA:

- Os aspectos de segurança são particularmente importantes no bombeamento, transporte e distribuição do concreto, e devem seguir rigorosamente as instruções dos fabricantes e as normas vigentes. Os equipamentos de bombeio trabalham em altas pressões para forçar o concreto através da tubulação, e qualquer pessoa que não esteja diretamente envolvida nas atividades deve permanecer afastada da área durante os trabalhos.



- Os gases de exaustão da bomba de concreto e dos motores de combustão interna podem causar doenças ou mesmo morte. Se a bomba de concreto estiver em uma área fechada, o contratante deve se responsabilizar por manter um sistema de ventilação ou de extração dos gases de exaustão.

CONEXÃO DA LINHA DE TUBULAÇÃO/BOMBEIO À BOMBA OU AUTOBOMBA ESTACIONÁRIA DE CONCRETO.

Há duas maneiras normalmente utilizadas para conectar a tubulação à bomba de concreto. Cada uma delas apresenta vantagens e desvantagens que detalhamos a seguir:

- **MÉTODO I** (mais recomendado):

Fixar a tubulação diretamente na saída da bomba de concreto, ou seja:

Tubo reto de DN 150 x 1,0 m + Tubo de Redução DN150 – DN 125 e tubulação normal DN 125.

VANTAGENS:

1. O fluxo do concreto através da tubulação é suave, sem qualquer turbulência, e o risco de bloqueio ou entupimento é reduzido.

2. A potência ou pressão necessária para empurrar o concreto através de uma linha reta é menor do que se o transporte se der através de uma curva.

3. O desgaste da tubulação, especialmente na saída da bomba, onde é aplicada a maior pressão, é reduzido.

DESVANTAGEM:

A pressão estática resultante da carga vertical de concreto (peso do concreto) na linha é aplicada diretamente na válvula do concreto. Em alturas de transporte superiores a 400 m, isso pode causar pressões extremas na troca de posição da válvula.

- **MÉTODO II**

Fixar a linha de transporte do concreto pela lateral do equipamento e realizar o bombeamento pela frente ou lateral.

Tipo 1: Conectar na saída e bombear na frente

(distâncias verticais ou horizontais superiores a 100 metros)

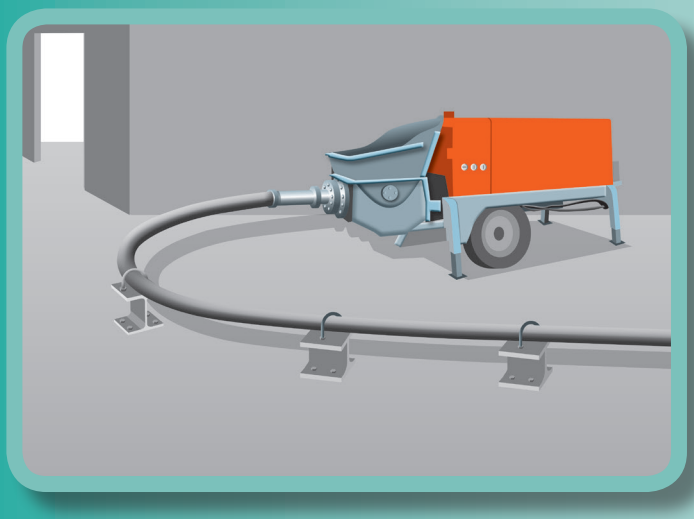
- Curva 90o (R = 273 mm) DN 150 + Tubo reto 1,0 m. DN 150 + Curva 90 o (R= 273 mm) DN 150 + Tubo de Redução DN 150 - DN 125.

Tipo 2: Conectar na saída e bombear na lateral

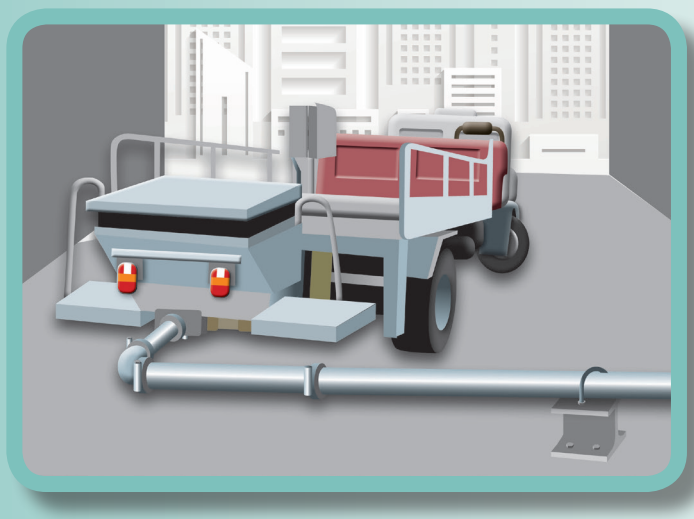
(distâncias verticais ou horizontais até 100 metros):

- Curva 90o (R= 273 mm) DN 150 / DN 125 utilizados em autobomba

Tipo I



Tipo II



VANTAGENS:

1. Maior flexibilidade em torno da bomba e acesso mais fácil para dois caminhões betoneiras.

2. Maior facilidade para abrir a linha, caso ocorra algum bloqueio.

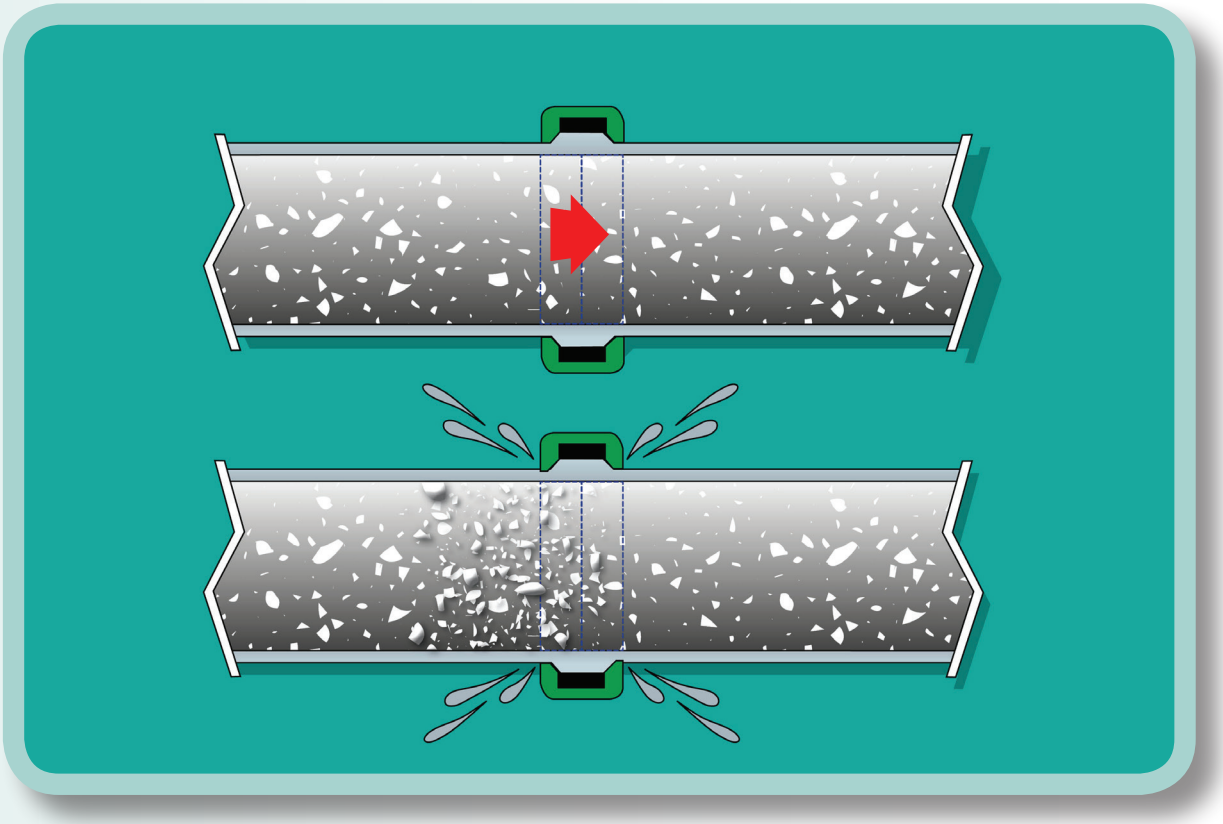
DESVANTAGENS:

1. Maior desgaste nos cotovelos da linha de fornecimento.

2. Maior pressão devido aos cotovelos.

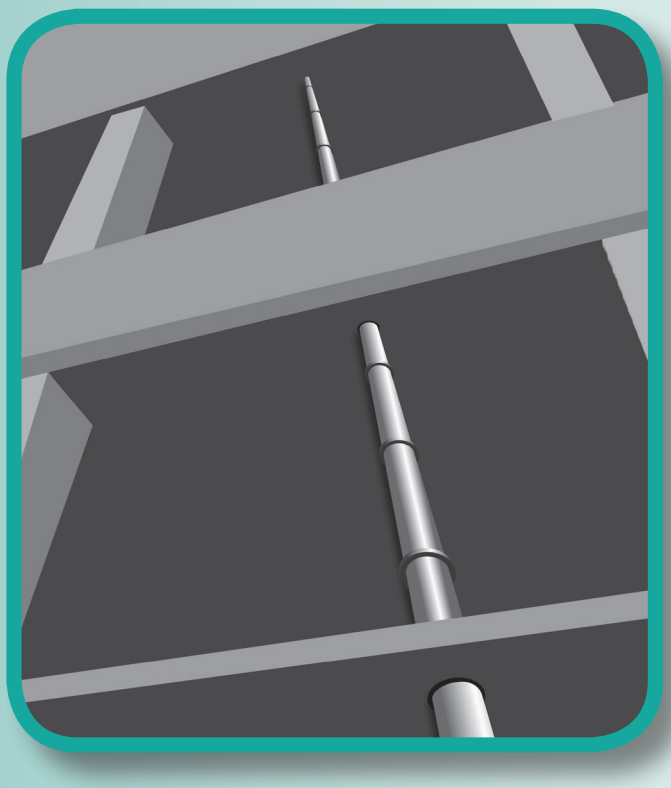
- **FASE II** - Instalação da linha de transporte ou bombeio, tubulação rígida ou flexível para concreto.

Para o bombeamento a longa distância (acima de 100 metros), tanto horizontal quanto vertical, é muito importante que o equipamento de bombeio esteja montado a no mínimo 6 m de distância da primeira curva, seja esta horizontal ou vertical; e essa primeira curva deve estar fixada ou fundida em bloco de concreto com o intuito de eliminar qualquer movimentação da linha de transporte / bombeio.



A linha de bombeamento vertical deve ser montada em furos ou shafts exclusivos, com dimensões recomendadas de 200 mm. Não se recomenda a montagem em poços de elevadores, pois esses não são adequados para a realização de manutenções na linha de bombeio.

Na montagem da linha de bombeio em paredes é importante desenvolver um projeto específico para fixação da tubulação, com o objetivo de eliminar qualquer movimentação que prejudique a vedação (estanqueidade) nos pontos de acoplamento da linha de bombeio.



Não é recomendável utilizar sistemas flexíveis (mangotes) nas linhas de bombeio verticais de 3 ou 5 polegadas. Em aplicações assim, devem ser usadas somente tubulações rígidas de aço com acoplamentos e sistemas de fixações adequados.

As linhas de transporte e bombeio do concreto montadas em locais com risco material ou movimentação de pessoas (calçadas, estacionamento, passagem de equipes de trabalho etc.) devem ser isoladas e protegidas adequadamente, pois há risco de grave acidente em caso de ruptura.

As linhas de bombeio e transporte devem ser dispostas de modo a evitar empeno, curvas acentuadas e danos durante a operação. Prenda as linhas de fornecimento horizontais de modo que ainda seja possível abrir e fechar os acoplamentos.

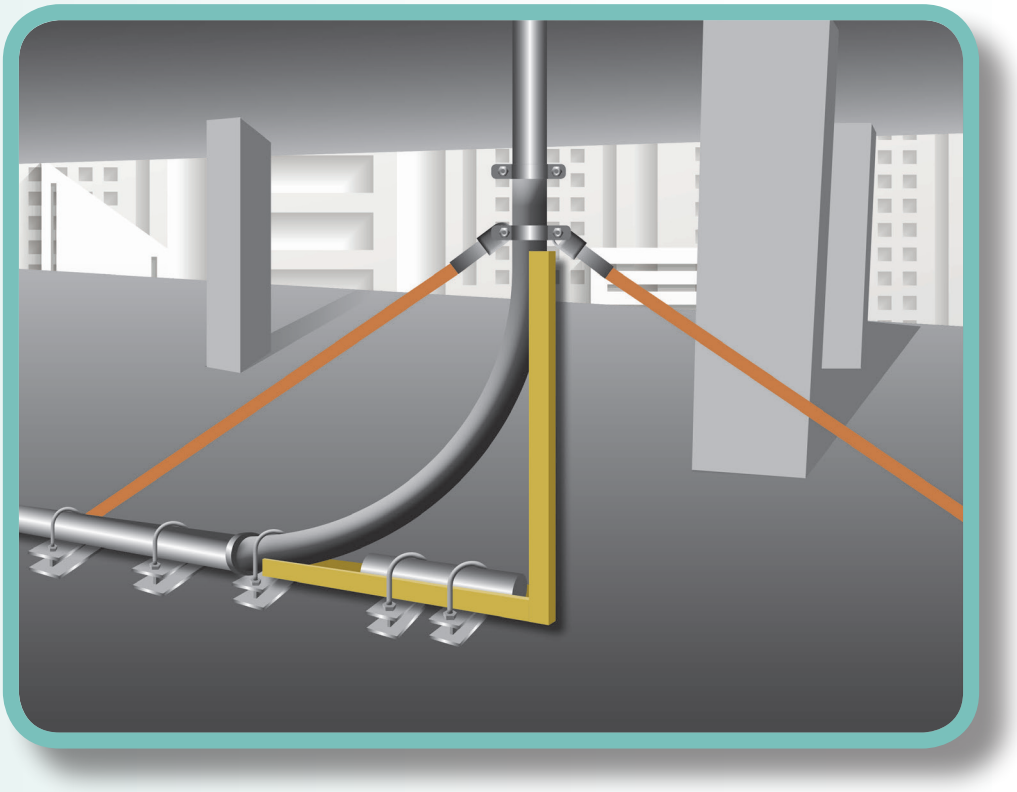
NA INSTALAÇÃO E MONTAGEM DAS LINHAS DE BOMBEIO É PRECISO TOMAR OS SEGUINTES CUIDADOS:

- Eliminar imperfeições nas conexões dos tubos, apoiando tubulações horizontais e verticais para evitar cargas extras nas braçadeiras de tubos, e fixando curvas de 90o em suportes com pés presos ao solo.

- Fixar linhas verticais na construção e não em guindastes, torres de guindastes, andaimes ou estruturas de formas.

- Verificar todos os tubos e componentes metálicos.

- Mangueiras flexíveis não podem estar sujeitas a que outras estruturas ou equipamentos passem por cima delas, nem sujeitas a curvas acentuadas que bloqueiem o fluxo do concreto.



- **TUBULAÇÃO DE AÇO – TUBULAÇÃO RÍGIDA**

Tubos de aço para as linhas de transporte e bombeio do concreto são fabricados em aço carbono de alta resistência ao desgaste e sem costura. Tais tubos devem ser capazes de resistir ao desgaste abrasivo e às altas pressões internas presentes nas linhas de transporte e bombeio do concreto.

As paredes dos tubos de aço quando novos têm as seguintes espessuras e especificações técnicas:

DN 75 / 3", esp. min. da parede 3,5 mm; pressão máx. trabalho de 75 Bar.

DN 125 / 5", esp. min. da parede 4,5 mm; pressão máx. trabalho 110 Bar.

DN 125 / 5", esp. min. da parede 7,1 mm; pressão máx. trabalho 160 Bar.

ATENÇÃO: O concreto é um material altamente abrasivo e sua passagem desgasta a tubulação, reduzindo sua espessura. Dessa forma é importante controlar a espessura dos tubos com inspeções frequentes, pelo uso de calibradores e teste de espessura, e monitoramento em termos de volume e tipo do concreto bombeado. Por recomendação dos fabricantes, tubos com 50% de desgaste na espessura devem ser descartados.

Com o objetivo de manter a rastreabilidade e o controle do desgaste das tubulações, todos os segmentos da tubulação devem estar claramente identificados com algum tipo de numeração ou marca única, especificando detalhes, antes de serem colocados em serviço.

- **MOVIMENTO DA LINHA DE TRANSPORTE E BOMBEIO**

Nas instalações de bombeio temporárias, onde ocorrem movimentos excessivos devido à vibração do sistema de bombeamento, utilize um dos seguintes métodos:

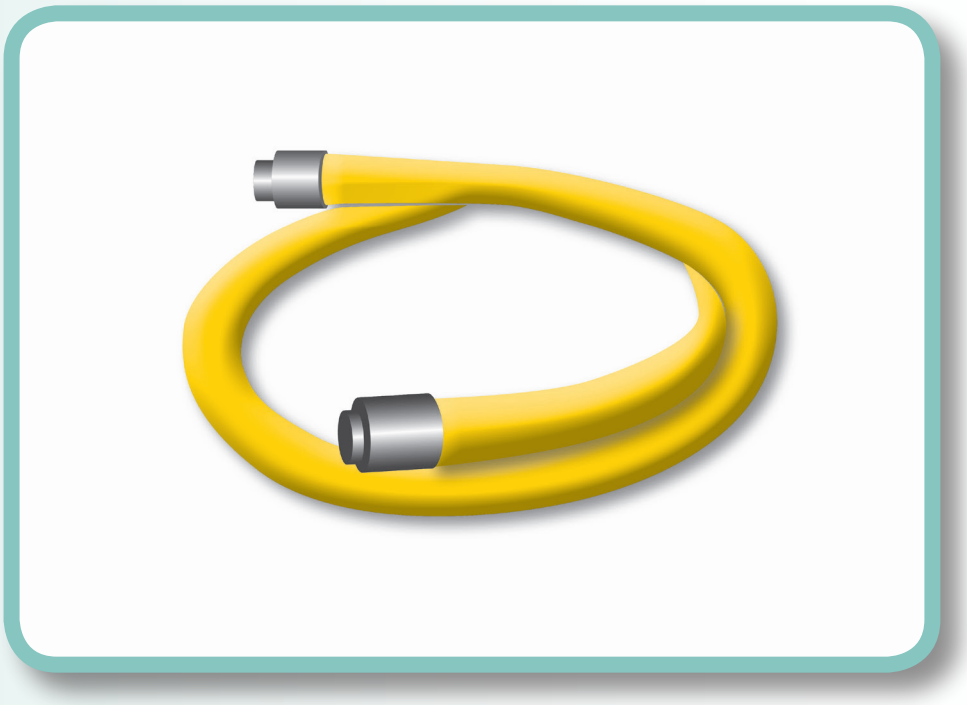
- Adote sistemas de ancoragem adicionais para restringir o movimento da linha, especialmente nas curvas, ou

II - Instale uma mangueira de borracha com alma de aço de alta pressão entre a bomba de concreto e a linha de tubulação.

- Mangotes de borracha com tramas de aço e ponteiras prensadas – tubulação flexível

As tubulações flexíveis (a saber, mangotes de borracha com tramas de aço) permitem fácil manobrabilidade com pequenos raios de dobra, porém são menos resistentes a amassamento. Assim, os cuidados no seu manuseio devem ser maiores do que no caso da tubulação rígida. Elas são recomendadas para pequenos e médios trabalhos e para pressões de bombeio que não excedam 75 bar.

Antes do bombeamento com mangotes deve-se fazer uma inspeção visual rigorosa das mangueiras, tanto externa como internamente, para verificar a integridade das tramas de aço: danos na parte interna podem causar entupimentos, e na externa podem causar acidentes na operação. Também é importante inspecionar os espigões das flanges de acoplagem: se estiverem com desgaste excessivo, a substituição deve ser imediata, pois sob pressão as mangueiras podem se soltar e chicotear, causando graves acidentes. É recomendável que tubulações flexíveis disponham igualmente de um sistema de rastreabilidade e controle do desgaste por abrasão.



- Abraçadeiras para tubulação de transporte e bombeio do concreto

Basicamente existem no mercado três modelos de abraçadeiras para tubulações rígidas ou flexíveis:

I - Sistema de abraçadeiras aparafusado, recomendado para linhas verticais e de alta pressão. Características principais: mais econômicos, resistem a maiores pressões, porém oferecem maior dificuldade na montagem e desmontagem.

II - Sistema de abraçadeiras de engate rápido, recomendado para linhas horizontais de baixa ou média pressão. Características principais: menos econômicos, apropriados para baixas pressões, porém oferecem melhor trabalhabilidade de montagem e desmontagem.

III - Sistema de abraçadeiras de engate rápido com cunha, recomendado para linhas horizontais ou verticais de baixa, média, ou alta pressão. Características principais: menos econômicos, apropriados para qualquer pressão, e melhor trabalhabilidade de montagem e desmontagem.

Importantes questões técnicas que devem ser observadas nas abraçadeiras:

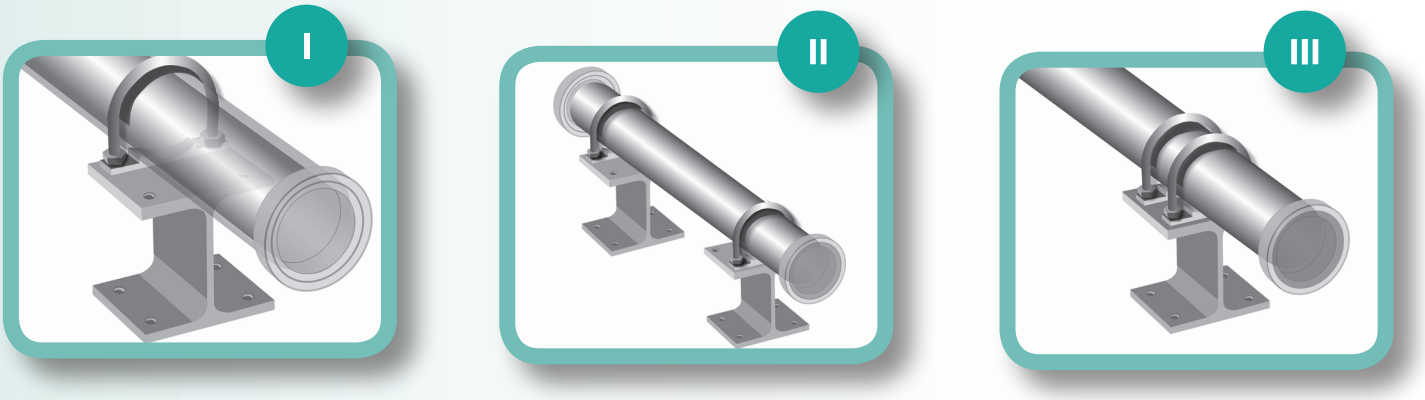
- Devem ser fabricadas em aço fundido e alta resistência e nunca em ferro fundido, pois no caso de acidente com abraçadeiras de ferro fundido, esta se estilhaça causando acidentes fatais.
- As abraçadeiras devem ser capazes de suportar a pressão máxima de concreto na tubulação, produzida pela bomba;
- Não devem ser usadas abraçadeiras que não tenham pinos de travamento;
- Os pinos de travamento que estejam em uso devem estar firmes;
- Todas as abraçadeiras de tubos devem ser regularmente inspecionadas e substituídas quando deformadas ou danificadas;
- As abraçadeiras devem estar travadas de acordo com as instruções do fabricante, e não por martelamento da alavanca de fixação rápida, nem por outros métodos que causem fadiga ao metal.

• FIXAÇÃO DA TUBULAÇÃO DE TRANSPORTE E BOMBEIO (ELEMENTOS DE FIXAÇÃO)

As seguintes considerações aplicam-se tanto às linhas de concreto ativas, quanto às linhas de concreto de reserva:

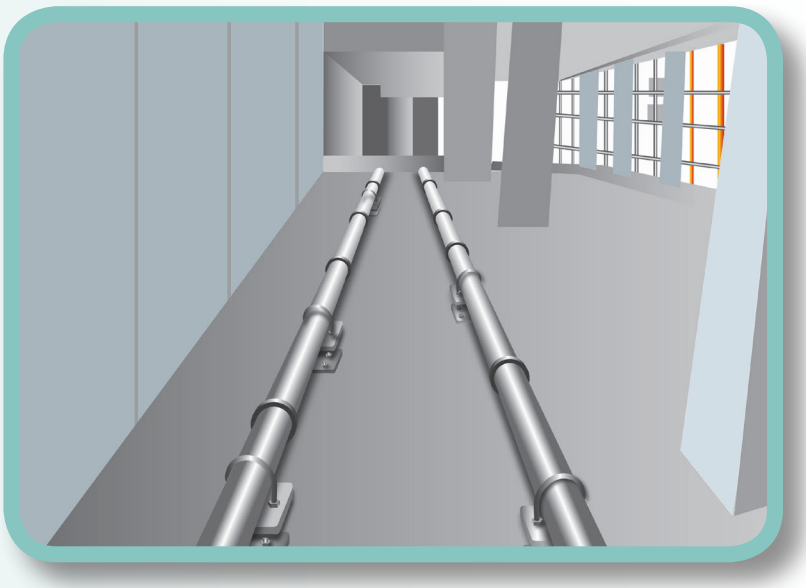
A fixação segura da linha de concreto é importante para a operação segura do sistema. Utilize elementos de fixação confiáveis. É recomendável usar os seguintes elementos de fixação, projetados e adequados a cada necessidade:

Elementos de fixação para seções horizontais de linhas de transporte e bombeio ("linha de piso"):

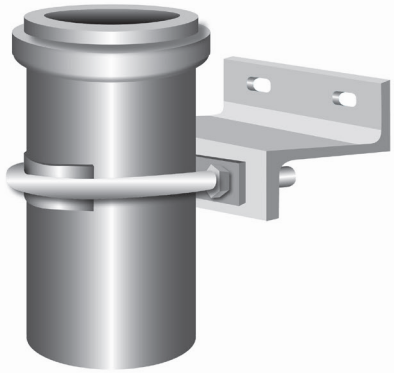


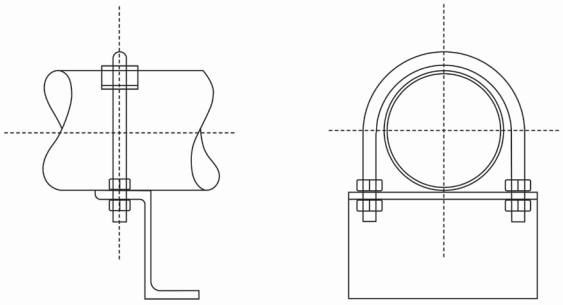
• Fixação standard de linha de piso (seção horizontal): com um pino U, perfil "duplo T", a cada 3 metros de tubo.

• Fixação de linha de piso (seção horizontal) em áreas de picos de força:com dois pinos U (por exemplo: tubos posicionados diretamente após a bomba estacionária de concreto)

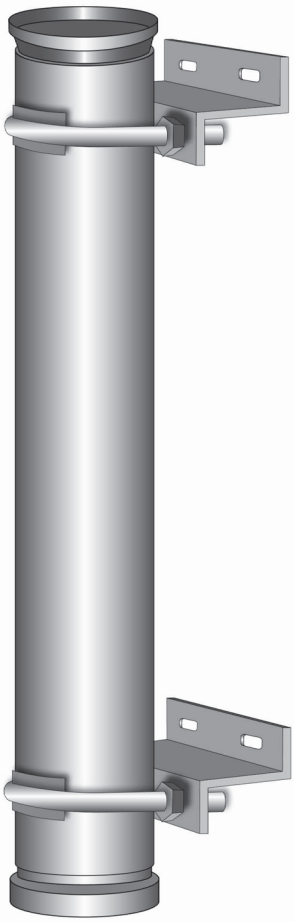


- Elementos de fixação para seção vertical de linha de transporte e bombeamento do concreto:

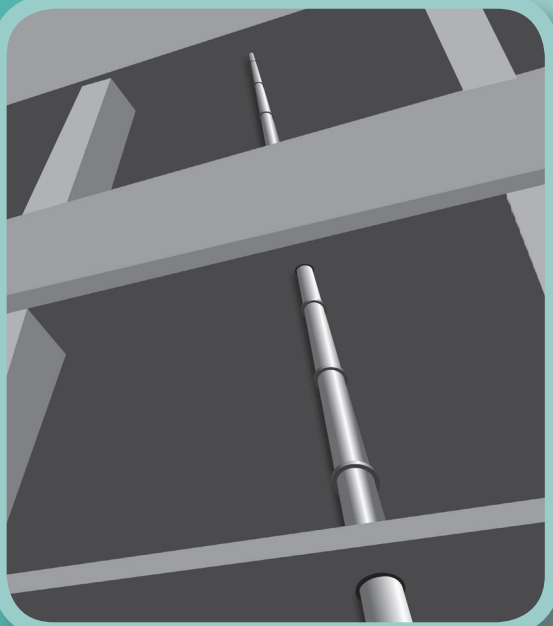




- Elementos de fixação para linhas de transporte e bombeio (seção vertical): com dois furos longos de 25 mm em cada "perfil Z".



- Fixação standard de linha de torre (seção vertical): com dois elementos de fixação a cada 3 metros de tubo.



• PREVENÇÃO DE BLOQUEIOS OU ENTUPIMENTOS DAS LINHAS DE TRANSPORTE OU BOMBEIO DO CONCRETO

Há basicamente três causas principais de bloqueio ou entupimento das linhas de transporte ou bombeamento: 1) deficiência no design ou traço da mistura; 2) problemas com a linha de tubulação para transporte ou bombeio e 3) fator humano, ou seja, erro do operador.

• Mistura ou traço errado resultando em concreto não bombeável

O problema mais comum de cálculo do traço é o concreto que não retém a água na mistura. A água do concreto pode enxugar devido a uma areia mal classificada, que permite que a água saia através de pequenos canais formados pelos vazios na areia; outro problema é se o concreto estiver muito molhado. Para que a fluidez permaneça constante e estável, sem entupimento na linha de bombeio, é importante que o teor de argamassa do concreto bombeado por tubulação rígida ou flexível esteja acima de 0,55.

Uma mistura insuficiente pode causar segregação. Para um bombeamento bem-sucedido, o agregado deve possuir um completo revestimento de argamassa para lubrificar a mistura quando esta é bombeada.

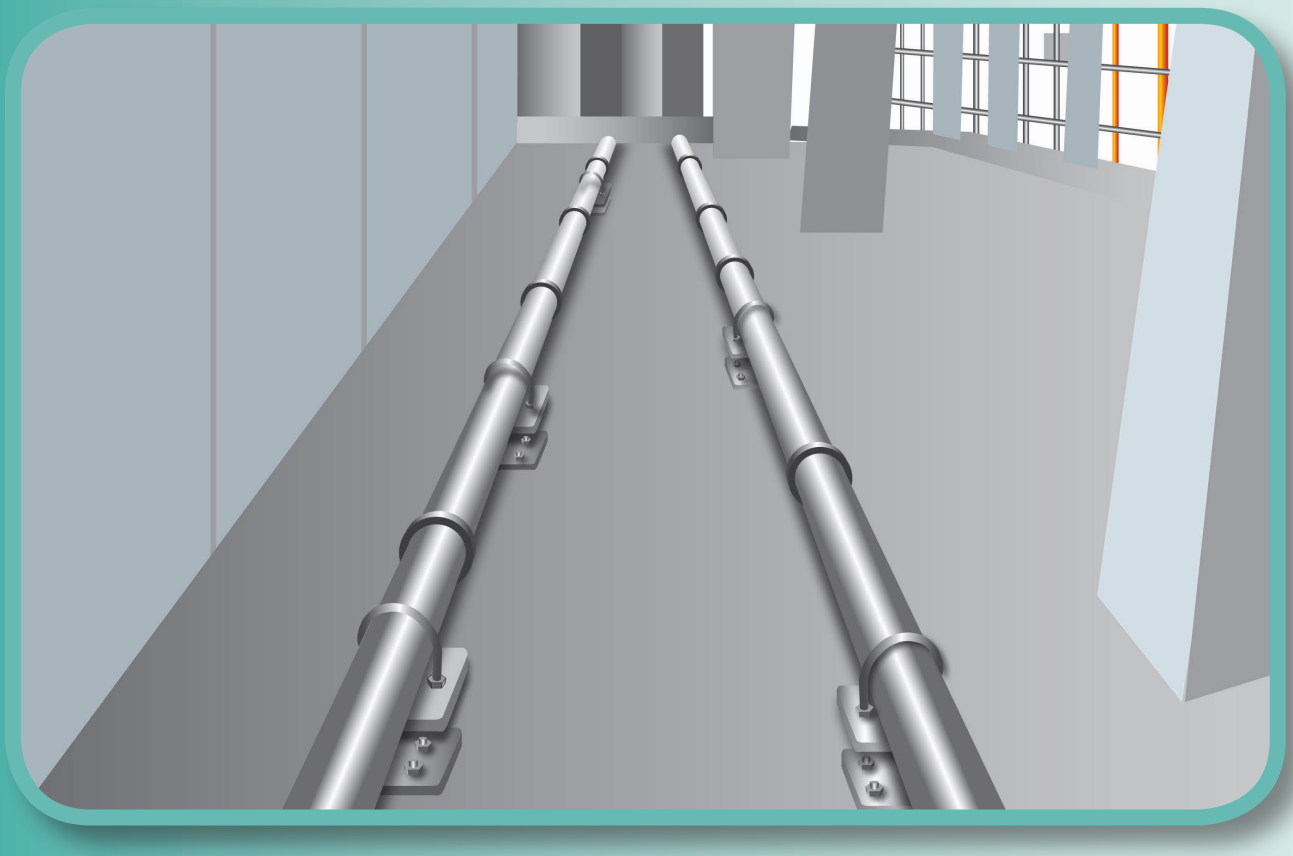
Atrasos na distribuição do concreto devido a problemas de tráfego ou no canteiro de obras, assim como o calor excessivo, podem fazer com que o concreto seque prematuramente. Isso gera uma mistura talvez rígida demais para ser bombeada, que não preencherá completamente os cilindros de bombeamento, acarretando pressões excessivas de bombeamento.

II - PROBLEMAS COM A LINHA DE TRANSPORTE OU BOMBEIO

O sistema de bombeamento deve passar por uma avaliação completa antes de o trabalho ser realizado. O sistema precisa estar bem dimensionado: a capacidade da bomba e a potência do motor devem ser adequados para mover o concreto por toda a extensão da tubulação. Tubos mal limpos podem causar bloqueio devido à aderência de concreto velho, provocando exsudação e segregação.

Guarnições, colares de solda e acoplamentos defeituosos também podem resultar em perda de argamassa.

Outro ponto a ser observado são as curvas: um número excessivo de curvas, assim como curvas muito curtas ou muito acentuadas aumentam a pressão de bombeamento do concreto. Variações no diâmetro da tubulação (por exemplo, quando um diâmetro maior é acoplado a um menor) podem causar bloqueios ou encalhamento de pedras, pois o concreto não fluirá com tanta presteza através dos tubos de diâmetro menor. Por esse motivo, linhas de redução mais longas ajudam a prevenir bloqueios.



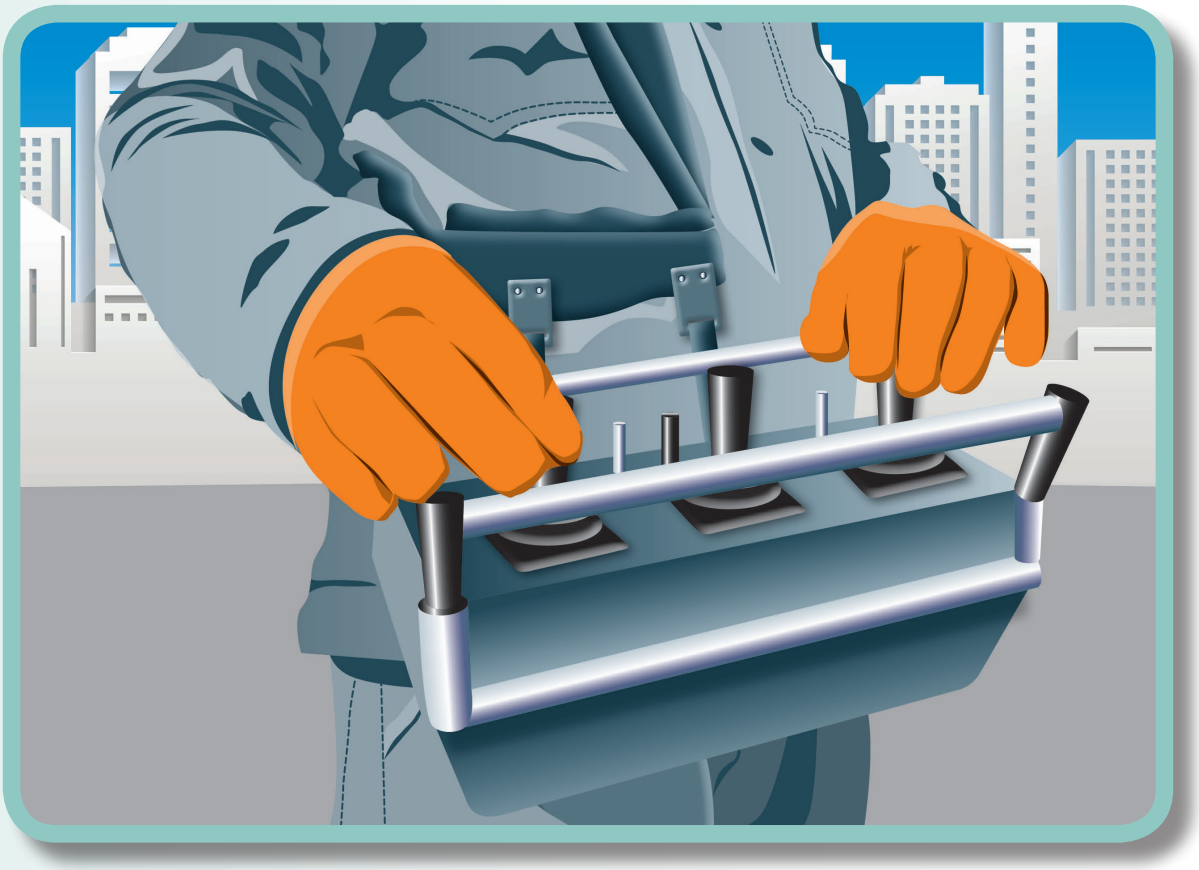
III - ERROS NA OPERAÇÃO

O erro mais comum de operadores inexperientes é ajustar inadequadamente

o sistema de bombeamento. Operadores devem saber ajustar cada trabalho para que tubos ou mangueiras só precisem ser removidos, e não adicionados.

Isto porque se a equipe de distribuição da linha de transporte e bombeio precisar adicionar uma mangueira depois que o fornecimento estiver em andamento, as condições secas dentro da mangueira adicionada podem provocar um bloqueio/entupimento.

O manuseio descuidado das mangueiras de descarga flexíveis de borracha também pode causar problemas, pois estas podem ficar torcidas. Uma mangueira torcida pode causar encalhamento de pedras, já que a torção reduz o diâmetro interno da mangueira: o agregado fica retido na linha enquanto a argamassa lubrificante consegue passar. Também pode ocorrer desgaste prematuro da mangueira e eventual ruptura no ponto em que houve a torção.

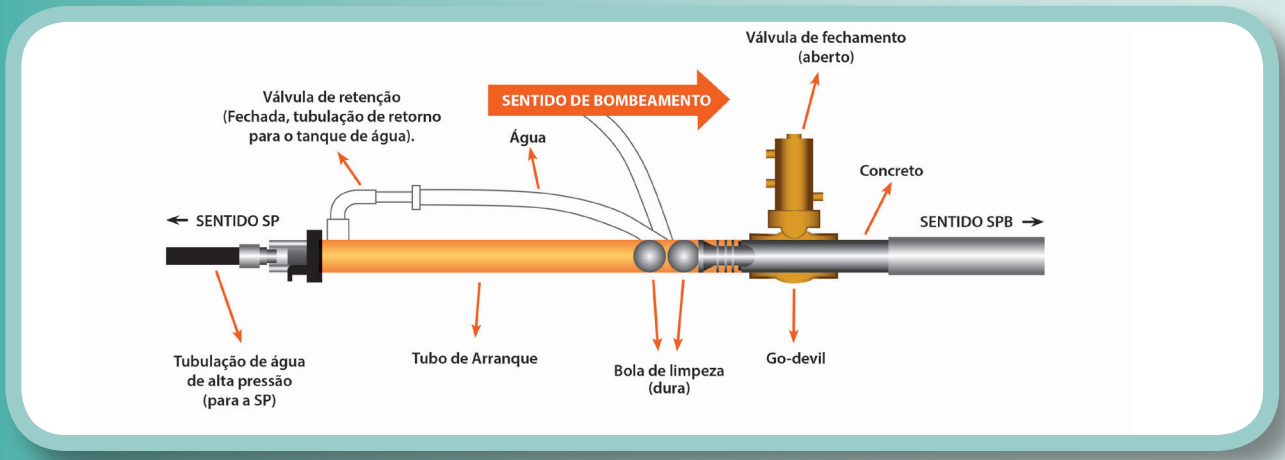


• LIMPEZA DA LINHA DE TRANSPORTE E BOMBEIO

A limpeza da linha de transporte é um trabalho em equipe. Em geral há duas possibilidades de se limpar uma linha de fornecimento em um canteiro de obras com linha de transporte e bombeio de grandes distâncias:

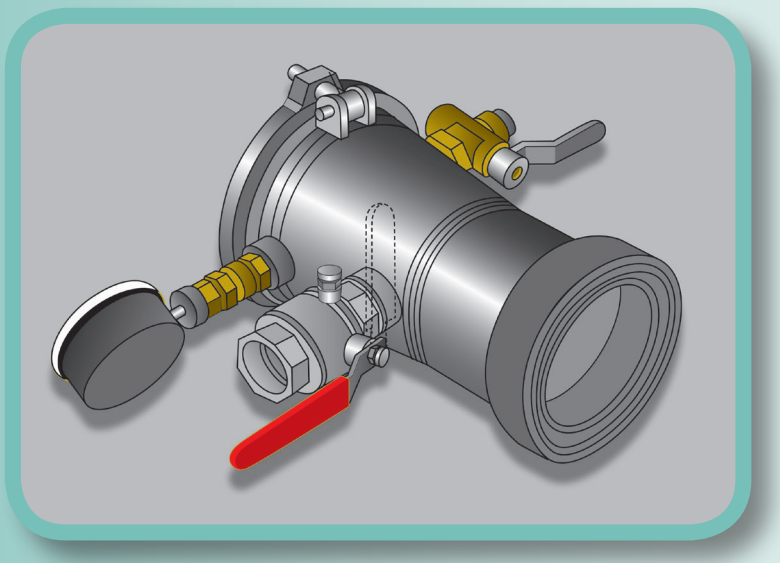
I - Limpeza com ar comprimido de cima até em baixo, ou do ponto de descarga até a bomba.

II - Limpeza com água bombeando de baixo até em cima, ou da bomba até o ponto de descarga.



I - LIMPEZA COM AR COMPRIMIDO:

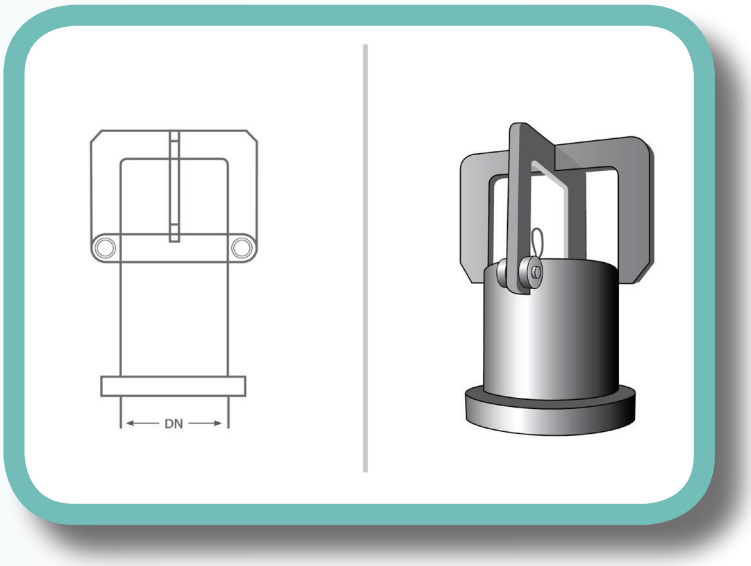
Quando o processo de distribuição do concreto termina, a válvula de fechamento é cerrada. Em seguida, ao reabrir a válvula de fechamento, o concreto flui de volta por gravidade até que esta força deixa de ser suficiente para empurrar o concreto para fora da seção horizontal da linha. É então instalado no topo da linha de concreto o cabeçote de limpeza, ao qual é conectada uma linha de ar comprimido. Uma bola de limpeza é empurrada dentro da linha pelo ar comprimido e o concreto remanescente é impelido em direção à saída inferior da bomba de concreto.



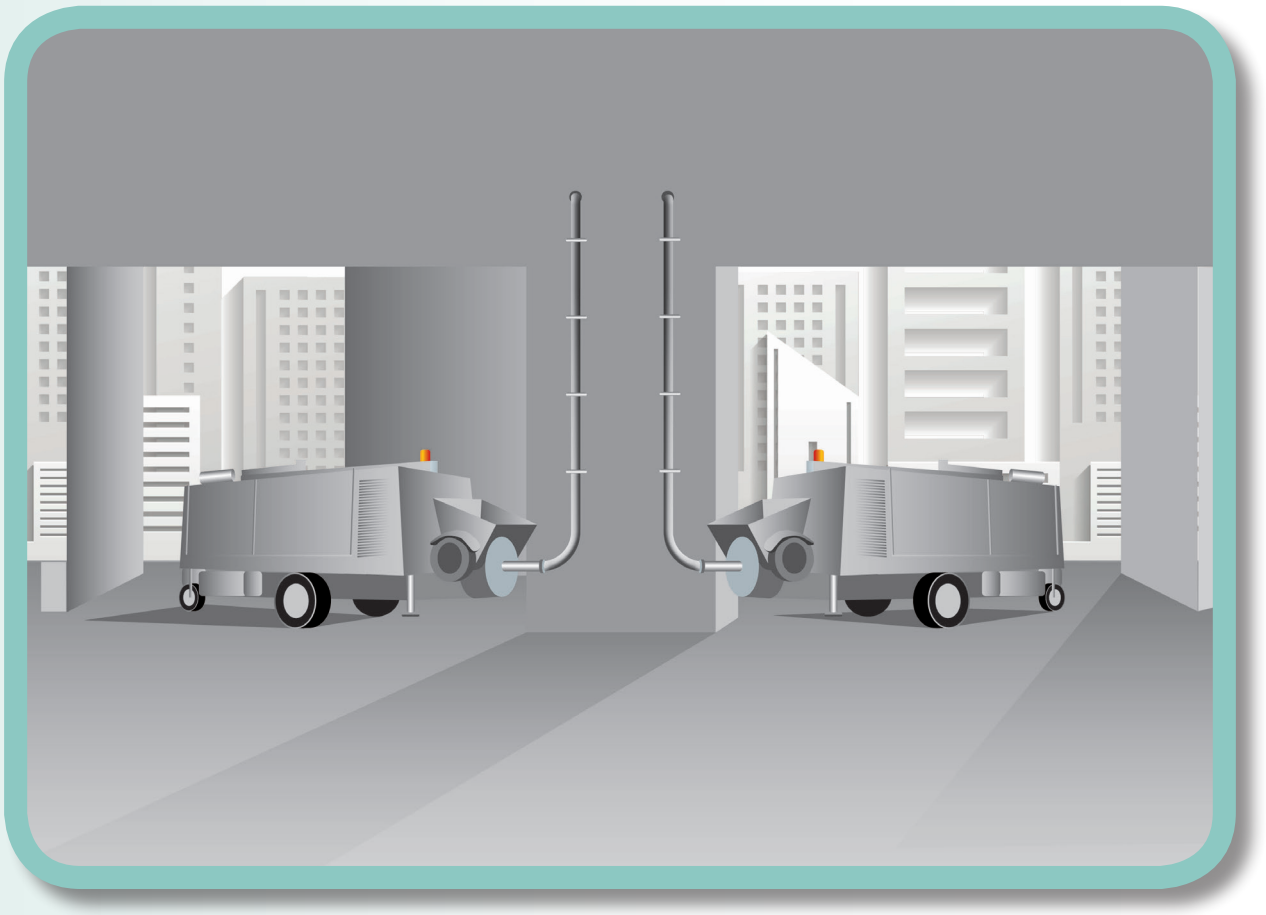
Cabeçote de limpeza com conexão para ar comprimido:

É recomendável instalar um dispositivo de coleta da bola de limpeza na extremidade inferior da linha de concreto (estando a linha de concreto instalada nas saídas de limpeza da válvula de derivação dupla).

Dispositivo de coleta da bola de limpeza:



É recomendável instalar um dispositivo de limpeza para coletar, em um caminhão betoneira, o concreto que sobra da linha de bombeio.



Torre de retorno para limpeza da linha de transporte e bombeio em caminhões betoneiras.

• Fase III – Sistemas para distribuição do concreto: manual ou mecanizado com mastros para distribuição

A distribuição do concreto em vigas, pilares, lajes, pavimentos, paredes e em diversas outras aplicações pode ser realizada nos canteiros de obras basicamente por dois sistemas: manual ou mecanizado.

• SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO MANUAL DO CONCRETO

O sistema de distribuição manual consiste na distribuição do concreto com tubulação rígida ou flexível, feita diretamente por operadores. É um sistema normalmente usado em pequenas obras com baixo volume de concreto bombeado. Pode ser realizado com tubulação de aço e mangote de distribuição no final, ou diretamente com mangotes. Utiliza muita mão de obra para movimentar a tubulação no processo de distribuição, e tem baixo rendimento.

• SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO MECANIZADA DO CONCRETO

I - AUTOBOMBAS DE CONCRETO COM MASTRO DE DISTRIBUIÇÃO

Autobombas são bombas de concreto montadas sobre caminhões com mastros hidráulicos articulados para efetuar a distribuição do concreto. Também chamadas de bombas-lanças, as autobombas disponíveis no Brasil normalmente são utilizadas em obras de médio e grande porte, com alcances verticais que vão de 17 a 63 metros. Elas apresentam grande produtividade em distribuições de concreto na horizontal e vertical, e excelente mobilidade. Além disso, necessitam de pouca mão de obra – praticamente o operador da bomba de concreto e um distribuidor na ponta do mangote que normalmente é fornecido pelo construtor ou contratante.

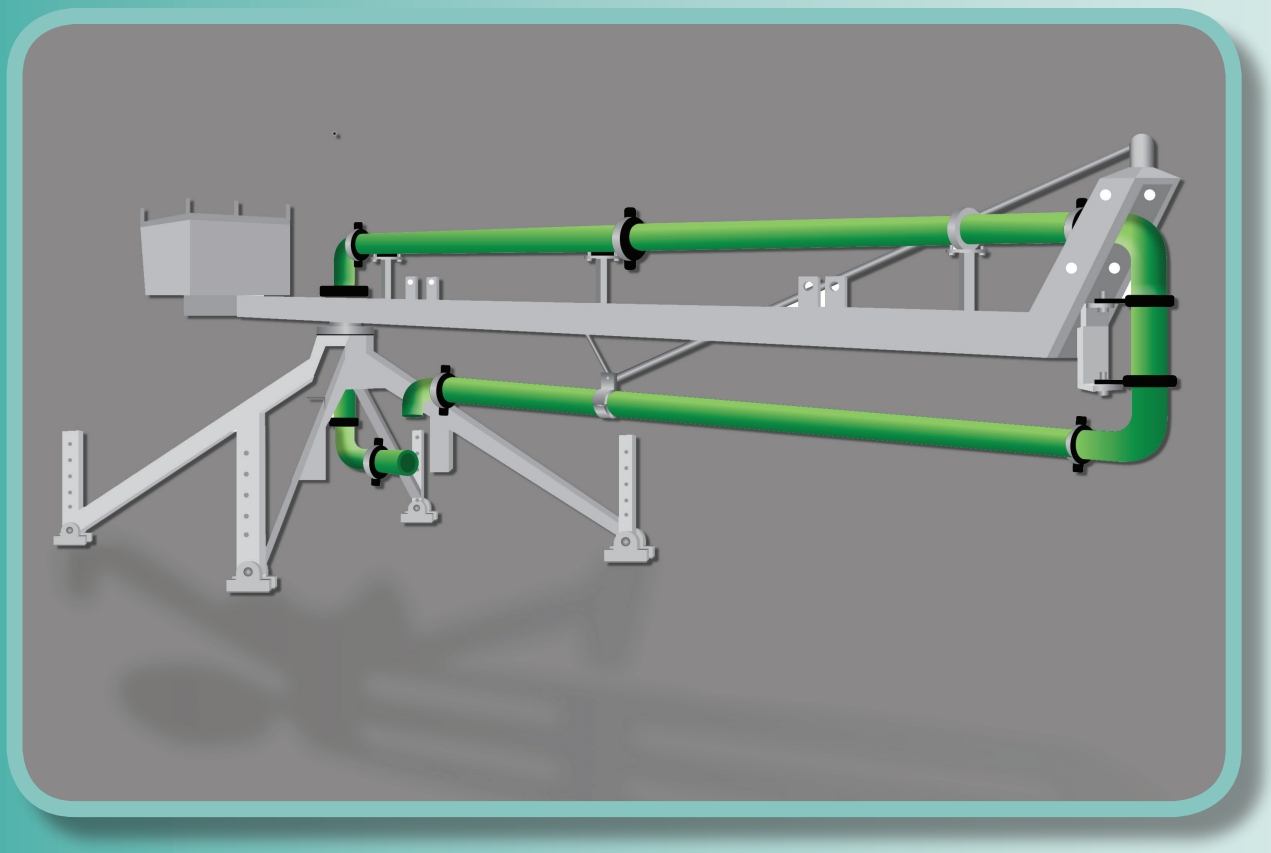
A desvantagem é que são equipamentos pesados e de grande porte, por isso é preciso disponibilizar, no canteiro de obras, áreas compatíveis com o tamanho do caminhão-lança, além de abertura de estabilização para uma operação segura. Tais bombas não podem ser operadas na proximidade de redes elétricas: é preciso no mínimo 5 metros de distância, e cuidados especiais com bueiros ou buracos para a estabilização do equipamento. No final da lança é acoplado um mangote de distribuição de 3 ou 4 metros. Por questões de segurança, não se recomenda nem se autoriza o uso de mangotes maiores do que os informados pelos fabricantes. Também não se autoriza o acoplamento de tubulações na ponta do mangote. O operador deve ser qualificado e certificado para operar esse equipamento.

II - MASTROS MECÂNICOS PARA DISTRIBUIÇÃO DO CONCRETO (SPIDER)

O sistema de distribuição de concreto com utilização de mastro mecânico, também conhecido como spider, foi idealizado para auxiliar e agilizar a distribuição de concreto em lajes e pisos industriais, onde não existam arranques de ferragens para a construção de pilares. Esse equipamento somente é recomendado para distribuições horizontais de concreto, e não verticais como vigas e pilares.

São equipamentos simples, compostos basicamente de dois braços: um articulado e outro que é a própria tubulação de concreto para distribuição. Eles funcionam basicamente como dois braços pantográficos, operados manualmente por dois ou três operadores. São leves, e não têm sofisticação hidráulica e nem elétrica.

Funcionam muito bem na complementação da concretagem de grandes lajes, pois podem ser acoplados ao mastro de distribuição das bombas-lança ou mesmo aos mastros hidráulicos de distribuição através de mangote flexível de acoplamento duplo. Normalmente estão disponíveis no mercado brasileiro com dimensões de 12 a 18 metros de raio de alcance.



III - MASTROS HIDRÁULICOS PARA DISTRIBUIÇÃO DO CONCRETO

As possibilidades são infinitas tendo em vista os diversos tamanhos de mastro disponíveis: as opções de montagem podem se adaptar aos mais diferentes projetos.

O resultado é uma distribuição sistemática de concreto a velocidades confiáveis, e até 50 por cento maiores do que as atingidas com outros métodos.

A mão de obra exigida é mínima – uma pessoa opera o mastro de distribuição para colocar o concreto em formas de paredes, colunas e decks. Como a colocação é precisa, demanda menos tempo de raspagem de sobras e de acabamento. O fluxo contínuo também resulta em um concreto de melhor qualidade.

Há ainda uma economia adicional de tempo pelo fato de a grua ficar livre para realizar outras operações de levantamento na obra.

- Pontos gerais a considerar no uso de mastros para distribuição

- O mastro de distribuição é usado em pátios de obra para liberar o guindaste das operações de concretagem.

- Deve-se levar em consideração o tempo necessário para a instalação do mastro.

- Há necessidade de total supervisão durante as operações; o supervisor deve ser uma pessoa experiente na função.

- Devem ser usados sistemas completos de inspeção abrangente para monitorar tanto a instalação quanto a colocação da máquina em funcionamento.

- Os operadores devem ser treinados para manter o equipamento em condições razoáveis.

- É preciso observar as condições da máquina na obra. Inspeções regulares devem ser feitas por pessoa competente, com relatórios guardados no arquivo de segurança.

- O eletricista da obra deve inspecionar regularmente o cabo de energia e as tomadas instaladas no painel de comando, no mastro, assim como os disjuntores da rede de alimentação elétrica.

- Se o mastro for usado com seu próprio gerador, o tamanho recomendado é 75 kVA.

- Em um mastro de distribuição de 28 metros, o motor elétrico de 22 kW requer uma corrente de partida de 84 A e uma corrente de funcionamento de 42 A.

- Segurança é um fator obrigatório e, para isso, todo o pessoal de montagem deve ser treinado e certificado para a instalação segura e correta de mastros de distribuição.

RESPONSABILIDADES E PLANEJAMENTO DO SERVIÇO DE BOMBEAMENTO DO CONCRETO NA OBRA

É PRECISO:

- Programar o serviço de concreto e bombeamento com no mínimo 72 horas de antecedência.

- Determinar o volume bombeado, as distâncias horizontais e verticais, assim como a vazão por hora: são informações necessárias na contratação e dimensionamento do serviço de bombeamento do concreto.

- Verificar o acesso à obra para a movimentação dos caminhões de concreto e bomba no canteiro, a segurança do patolamento, e a estabilização completa e segura do equipamento.

- Verificar se na região ou obra há restrições em relação a ruído, por exemplo, e se há necessidade de alguma licença ou permissão especial tanto para o equipamento de bombeio quanto para as autobetoneiras.

- Na operação de distribuição do concreto com bombas-lanças, verificar se não há alguma limitação com relação a cabos elétricos que prejudique a movimentação segura do equipamento, ou árvores que possam impedir o movimento completo do mastro para a distribuição do concreto.

- Preparar a nata de lubrificação da bomba e linha de transporte e bombeio do concreto com areia fina e cimento ou somente com cimento/água.

- Reservar um local para a limpeza do equipamento de bombeio e para reaproveitamento do concreto de sobra no canteiro de obra.

- Programar o horário de almoço dos operadores, com local e condições mínimas de higiene, incluindo banheiro.

- Sincronizar perfeitamente concreteira, bombeamento, laboratório, fiscalização, e obra, com o objetivo de atingir a melhor produtividade para o início do bombeamento e distribuição do concreto.

SEGURANÇA, EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO, CERTIFICAÇÃO DOS OPERADORES E OPERAÇÃO SEGURA

- Cuidados básicos, equipamento de proteção individual (EPIS de segurança) para operação dos equipamentos de bombeamento, linha de transporte/bombeio e mastros para distribuição do concreto

É importante que o operador descanse e durma bem para trabalhar no dia seguinte, e não consuma bebidas alcoólicas ou drogas que possam prejudicar a atenção e o cuidado durante a operação do equipamento. Acidentes podem ocorrer quando a mente está num lugar e o corpo noutro. As roupas devem ser adequadas para a operação.

A seguir, EPIS de segurança indispensáveis para uma operação segura no serviço de bombeamento:

- Capacete de segurança;
- Roupa ou uniforme de trabalho justo ao corpo;
- Luvas de proteção;
- Botas com bico de aço (indispensáveis);
- Protetor auricular;
- Colete refletivo;
- Máscara de proteção respiratória quando há pó de cimento no ar;
- Luvas de borracha especiais durante a limpeza do equipamento.

Não se deve usar joias, relógios, sandálias ou qualquer tipo de roupa curta quando se está operando os equipamentos para bombeamento e distribuição do concreto, ou quando se está bombeando o concreto.

• CERTIFICAÇÃO DO OPERADOR DO EQUIPAMENTO PARA BOMBEAMENTO E DISTRIBUIÇÃO DO CONCRETO

A operação das bombas de concreto, a montagem e manutenção das linhas de transporte e bombeio, assim como a operação dos mastros para distribuição do concreto requerem mão de obra treinada e especializada, pois tais atividades trabalham com altas pressões tanto na linha de bombeamento do concreto quanto nos equipamentos de bombeamento. Além disso, tais equipamentos são operados nos canteiros da obra, onde há grande movimentação de pessoas e alto risco de acidente.

Dessa forma, é indispensável que os operadores se apresentem para o serviço de concretagem com certificados de treinamento emitidos por fabricantes ou órgãos certificadores qualificados e autorizados para a emissão desse certificado com validade não maior do que 2 anos.

- Plano preventivo do equipamento para bombeamento do concreto e certificação de qualidade estrutural dos mastros para distribuição do concreto

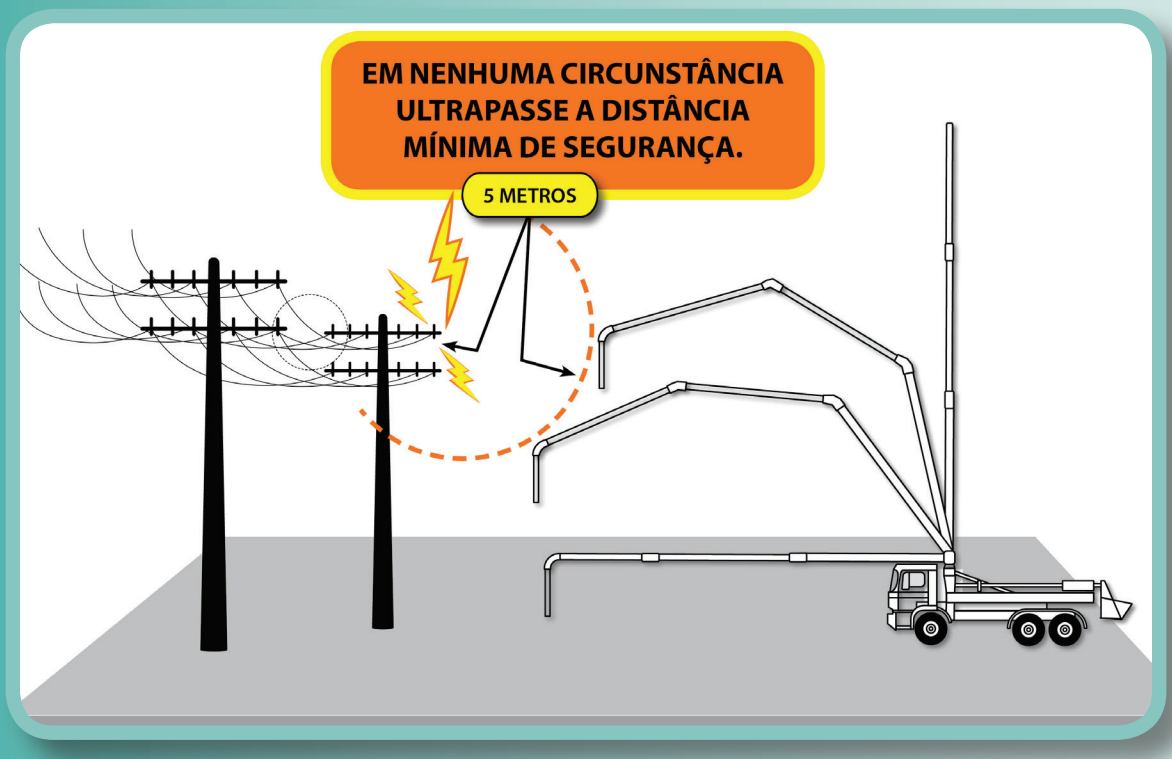
Os equipamentos de bombeamento, as linhas de transporte ou bombeio e os mastros de distribuição do concreto devem estar em boas condições de funcionamento, manutenção e segurança. Assim sendo, todos os equipamentos no canteiro de obras devem contar com as seguintes documentações e informações:

- Manuais de operação e segurança do fabricante;

- Decalques em bom estado de conservação contendo as informações de operação e segurança do equipamento;

- Planos de manutenção preventiva e corretiva do equipamento que confirmem sua qualidade operacional e de segurança.

- As autobombas de concreto com mastros de distribuição são excelentes condutores de energia elétrica, e nunca devem ser operadas a distâncias menores do que cinco metros da rede elétrica. Uma descarga elétrica pode incendiar o equipamento e atingir o operador, o ajudante no mangote de distribuição, e até mesmo o operador da autobetoneira, com GRANDE RISCO DE MORTE.



- A estabilização das autobombas de concreto com mastro de distribuição tem que ser realizada em terrenos consistentes, compactados e seguros, e muito cuidado deve ser tomado em relação a tubulações subterrâneas, taludes ou bueiros. A área para estabilização deve estar completamente livre e aberta para que se possa fazer a abertura segura de todos as patolas de estabilização. Se houver possibilidade, optar pelo bombeio estacionário

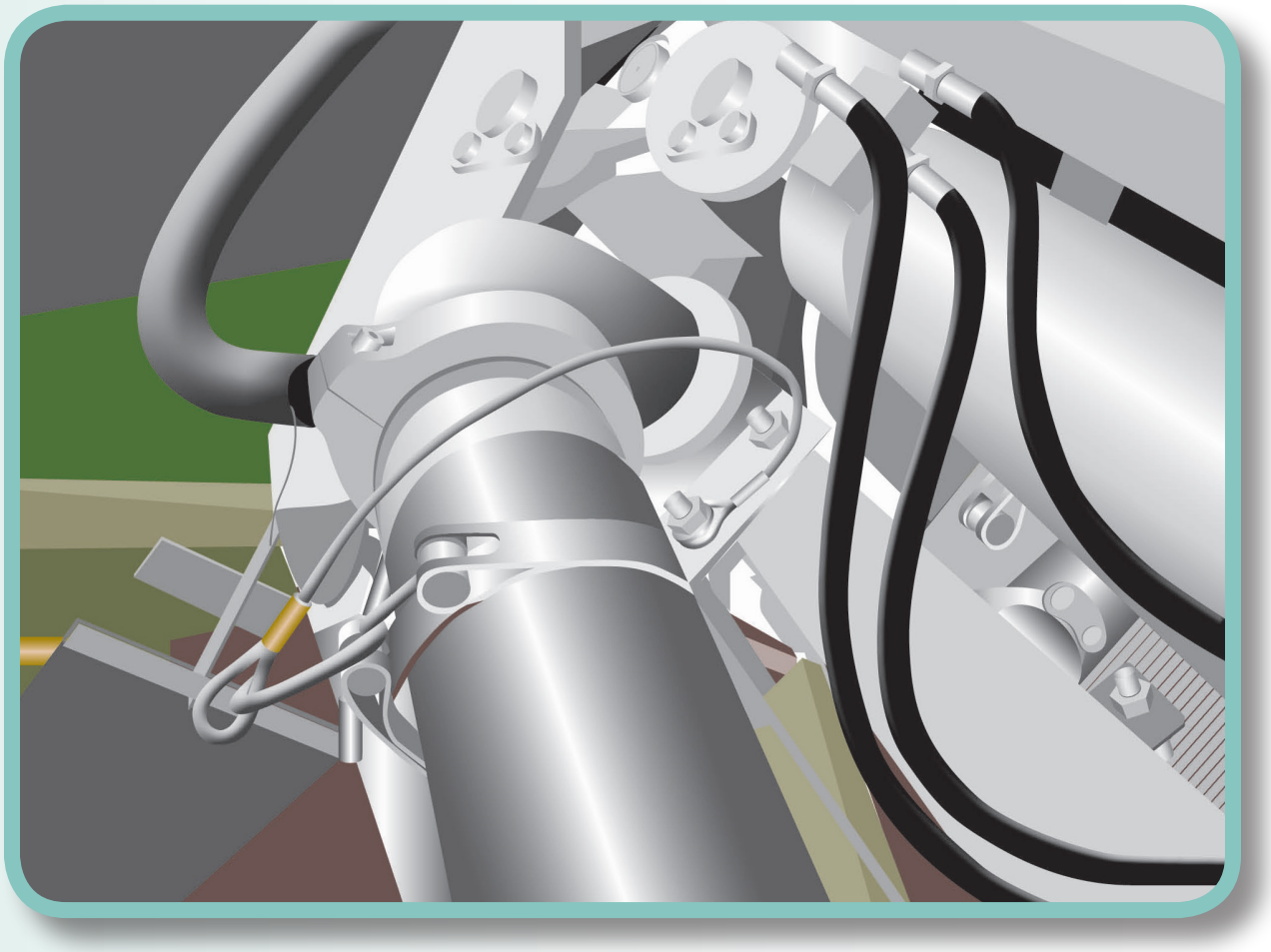
- As autobombas com mastros para distribuição de concreto são projetadas e fabricadas para trabalharem com um peso máximo de 170 kg na ponta do último braço de distribuição, o que corresponde a um mangote de 5 polegadas com 4 metros de comprimento. Qualquer sobrepeso pode ocasionar acidente com colapso do mastro, e possível fatalidade.

- Os mastros para a distribuição de concreto das bombas-lança são fabricados em aço flexível, de alta resistência e baixo peso. Assim sendo, em hipótese alguma se deve conectar tubulação rígida na ponta da lança. O equipamento mais recomendável para bombeamentos a grandes distâncias horizontais ou verticais são as bombas e autobombas estacionárias, com montagem de tubulações rígidas ou flexíveis.

- Utilizar mangotes não especificados pelos fabricantes (a saber, com tramas de aço e comprimentos maiores do que o recomendado) pode ocasionar dobras, obstruindo a passagem do concreto e causando acidentes graves.

- Abrir uma tubulação de concreto sob pressão pode causar grave acidente. Nunca abra tubulações sob pressão.

- Os mastros para distribuição de concreto normalmente trabalham a grandes alturas, posicionando-se acima dos trabalhadores do canteiro de obra; por isso é indispensável usar cabos de aço de segurança para evitar sua queda, até porque os terminais desgastam e o mangote pode se desprender, oferecendo risco de morte.



DICAS DE PRODUTIVIDADE, ECONOMIA E EFICIÊNCIA PARA A CONSTRUÇÃO CIVIL

O sistema de remuneração pelo serviço de bombeamento de concreto no Brasil é atualmente feito por volume (m^3), o que contribui diretamente para a baixa produtividade da obra. Como não leva em consideração a presteza, esse sistema é incapaz de definir claramente o culpado por atrasos ou ineficiência (se é a construtora, a empresa de bombeamento ou concreteira), o que acaba onerando o custo de tais operações. Por isso, o sistema de remuneração por período/ hora manhã, tarde ou noite, com valores já definidos (adotado na maior parte do mundo), é o que melhor se adapta ao objetivo de produtividade no canteiro de obras, pois deixa às claras qual é a empresa improdutiva, penalizando-a.

O projetista do empreendimento ou da obra deve estudar, planejar e dimensionar o canteiro de obras para a montagem e operação da bomba e da linha de distribuição do concreto, assim como a logística de descarga da autobetoneira, com o objetivo de diminuir o tempo de mobilização e aumentar a produtividade do serviço de bombeio para a colocação do concreto.

A colocação do concreto através de bombeamento por linha de bombeio e transporte com mastros de distribuição deve ser planejada com antecedência, de preferência durante o projeto da obra, por profissionais qualificados e com experiência nesta aplicação. Essa iniciativa produz benefícios imediatos que se revertem a todos os envolvidos na operação – concreteiras, empresas especializadas no bombeamento do concreto, e principalmente o construtor – gerando diretamente economia de custo, tempo, qualidade e segurança.

REFERÊNCIAS/ BIBLIOGRAFIA

SCHWING AMERICA INC.
Safety Manual and Segurance
www.schwing.com
5900 Centerville Road
White Bear, MN 55127 - USA
Ph: 651 429 0999
Fax: 651 429 3464

SCHWING Stetter Gmbh.
Hormigon Bombeable y Bombas de Hormigon
Karl Ernst V. Eckardstein
www.schwing.de
1983 Friedrich Wilh SCHWING Gmbh
D-4690 / Herne 2
Po: BOX 200362

ACPA (American Concrete Pumping Association)
Safety and Operation Manual
www.acpa.com
7695 Kinneytuck Ct.
Lewis Center, Ohio 43035 - USA
Ph: 740 548 2351
Fax: 740 548 2352

CONSTRUCTION FORMS
Selección y Uso de Sistemas para el Bombeo de Concreto
www.conforms.com
1325 South Park Street.
P.O. Box, 588
Port Washington, WI - USA
Ph: 414 268 6801
Fax: 414 268 1946

MEMBROS DO GRUPO DE TRABALHO DA ABESC RESPONSÁVEIS PELA ELABORAÇÃO DESTE MANUAL

Jairo Abud..... ABESC

Arcindo Vaquero y Mayor..... ABESC

Ricardo Lessa..... LESSA

Diomar Martins..... KAIOBA

Nivaldo Barbosa ..... KAIOBA

Rafael Barbosa .....KAIOBA

Gabriel Carramenha..... RENTALMIX

Julio Camargo..... RENTALMIX

Sergio Magno..... LANÇAMIX

Luiz Polachini..... SUPERMIX

Agnaldo Yoshimatu..... POLIMIX

Marcos Alberto..... CONCRESERV

Ederson Contessotto..... CONCREBASE

Dedicamos este manual ao nosso mestre e amigo **Arcindo Vaquero y Mayor**, que com sua experiência, sabedoria e humildade contribuiu tecnicamente para sua elaboração. Arcindo será lembrado por todos nós da indústria do concreto e da construção civil pela sua alegria, amizade e prazer em ensinar. Utilize este documento com sabedoria.

MANUAL PARA BOMBEAMENTO E DISTRIBUIÇÃO CONCRETO

AV. Brigadeiro Faria Lima, 2894 - 7º andar - cj. 71 / 72
CEP 01451-902 - São Paulo / SP
Tel. 11 3709-3466 - abesc@abesc.org.b