

CONCRETO PROTENDIDO UMA TECNOLOGIA A SERVIÇO DA ENGENHARIA

CONCRETO E SUAS ORIGENS

Segundo Cholfe (2015), no último século, ocorreu uma enorme evolução no ramo da construção civil com o surgimento de novas tecnologias e ferramentas que facilitaram de forma significativa os setores da engenharia civil. No caso do concreto, esse avanço ocorreu em três grupos: cálculos/projetos, materiais estruturais e procedimentos construtivos. O aço e o concreto foram materiais que passaram por toda essa evolução, mais continuaram sendo os itens indispensáveis para qualquer método construtivo com função estrutural.

O cimento pode ser apresentado de formas diferentes dependendo da necessidade. A forma mais comum é o concreto. O concreto por definição é um material frágil, com grande capacidade de resistência à compressão, porém a sua resistência a tração é muito baixa, ele pode ser obtido pela mistura de: cimento + agregados + água + aditivos (adições).

Guerra (2014), afirma que o concreto por sua vez, é um material novo, até o final do século XIX, o sistema de construção era praticamente realizado em sistemas de madeiras e alvenarias, é nesse contexto que se inicia a história da cal, do cimento e do concreto. A evolução do concreto se mistura com a história do cimento, mesmo porque, quando pesquisamos sobre a história e evolução do concreto, não podemos desconsiderar a existência do cimento. Há uma passagem na história muito interessante descrevendo que no Egito antigo era utilizada uma mistura de gesso calcificado como liga. Os gregos utilizavam uma mistura de solo vulcânico com água para dar liga. Esses procedimentos utilizados como liga, ficavam rígidos com o tempo, essas misturas cumpriram o seu papel na história, porém no ano de 1789 John Smeaton criou um material sintético que hoje conhecemos como cimento. No século seguinte a primeira fábrica de cimento foi construída.

A natureza faz a sua parte

Para Yopanan (2007), o concreto que conhecemos hoje titulado de concreto moderno é fruto do estudo de diversos pesquisadores, que durante milhares de anos observaram as ações da natureza e esmeraram – se por desenvolver e aperfeiçoar técnicas, sistemas construtivos e matérias. É notório que a história do concreto não teve início no século passado, mais sim ao longo de muitos anos atrás, com início da evolução humana, pois desde que o homem existe, á uma necessidade de morar em locais mais seguros e mais confortáveis, se considerarmos que os primeiros cimentos e concretos foram desenvolvidos pela natureza, podemos até considerar as rochas sedimentares como concretos naturais.

Guerra (2014) cita que devido a sua alta resistência à compressão e baixa resistência à tração, foi necessário para o concreto fortificar a sua aplicação com a utilização de aço para aumentar a força referente à tração. Essa evolução na aplicação do concreto e aço ficou conhecida como concreto armado. Nesse caso o aço funciona como uma verdadeira armadura para o concreto. Com o decorrer do tempo, a construção civil sofreu ainda mais modificações em seus sistemas construtivos. A grande necessidade de vencer novas barreiras, aprimorar novas tecnologias e principalmente vencer algumas limitações do concreto armado, empregamos o uso do concreto protendido. No Brasil ainda são utilizados com muita frequência o uso da metodologia do concreto armado. O concreto protendido consegue suprir e fornecer uma segurança satisfatória em relação ao concreto armado. Ele consegue preencher algumas lacunas na qualidade e eficácia que o concreto armado não consegue suprir em sua utilização. Principalmente eliminar a existência de fissuras provenientes da flexão.

Muitas considerações são necessárias para o emprego correto sobre a tecnologia utilizada na aplicação do concreto protendido. Faz necessárias a utilização de uma mão de obra qualificada e que deve ter constante aprimoramento e qualificação. Emprego correto dos materiais, bem como a escolhas das ferramentas certas, são fatores que devem ser levados em considerações na hora de determinar o emprego do uso do concreto protendido.

Os comparativos devem ser em analisar o emprego do concreto protendido na construção civil, que por sua vez torna a obra pratica segura e também ousada. É necessário levar em consideração os custos finais, tempo de obra e resultado final. Levando em consideração também o uso de tecnologias disponíveis e qualificação profissional.

É importante salientar, que ao longo dos anos, diversos estudiosos do campo de engenharia civil, procuraram buscar soluções e viabilizar os sistemas construtivos que conhecemos hoje e é exatamente baseado nesses estudos que serão feitas as comparações e as situações apresentadas a seguir:

Segundo Leonhardt (1980), a ideia da protensão surgiu há muitos anos atrás, tendo como a primeira experiência conhecida em relação á pré-tensionar o concreto em 1886, realizada por P.H. Jackson de S. Francisco. O desenvolvimento acelerado do concreto protendido deu-se no ano de 1949, nessa época, foram aplicadas varias técnicas de protensão em pontes e estruturas de grande porte. Muitos projetos sofreram diversas modificações em seus métodos construtivos, tais com os tipos de aços de protensão que de certa forma contribuíram para a criação de novos processos em sua aplicação. A história do concreto protendido, teve um marco crucial na história. No ano de 1867, um trabalhador jardineiro francês chamado JOSEPH MONIER, desenvolver uma técnica de incorporar arame nos vasos de flores, patenteando em seguida e incorporando essa técnica as edificações e pontes.

Foi também em 1901 que um Engenheiro suíço Robert Maillart, revolucionou totalmente a metodologia construtiva conhecida na época, sendo o primeiro profissional a utilizar o concreto como forma de construção estrutural, mesmo porque, na época só eram executadas construções em alvenaria estrutural.

Segundo Cholfe, (2015) existe uma notória evolução no ramo da construção civil. As novas tecnologias empregadas nos proporcionam diferentes metodologias, bem como uma praticidade no quesito execuções de construções o auxilio de programas cada vez mais sofisticados a analise estrutural tornou-se uma tarefa mais fácil. Os integrantes envolvidos em projetos de estruturas contam com programas integrados que facilitam e aumentam a produtividade dos projetos. A própria NBR – 6118/2014 é uma clara consequência dessa evolução. Em relação à protensão, muitas são as suas atribuições.

Para Guerra, (2014) em sua publicação na revista clube do concreto, define a arte da protensão como um fator primordial para o avanço das novas tecnologias. Explica ainda que a evolução da protensão deu-se ao longo dos anos, e que não foi uma técnica repentina. Ele cita um fato importante sobre as técnicas básicas utilizadas no concreto protendido, dentre eles, um dos mais marcantes é a situação ocorrida em 1841, nos EUA, onde o famoso Engenheiro

John Roebling, em seus estudos, desenvolveu uma fábrica para confecção de cordas de cânhamo, com a finalidade de içar vagões, algum tempo depois Roebling passou a executar técnicas com cabos, no lugar das cordas.

Leonhardt, (1980) cita também que de todos os registros disponíveis em relação ao assunto da protensão, a ideia de concreto pré-esforçado deu-se em 1928, o então Engenheiro Civil Frances Eugene Frevssnet, analisando a deficiência do concreto em tensão, utilizou a protensão exatamente na parte frágil de tração do concreto. Essa metodologia foi um início para o avanço da tecnologia que conhecemos hoje, Com mais capacidade de espaço entre os eixos, a constante execução da protensão nos dias de hoje, podem ser observadas em edifícios pontes e construções no geral. A tecnologia da protensão é sem duvida indispensável.

CONCRETO PRÉ-ESFORÇADO

Segundo Cholfe, (2015) sabemos que o concreto armado tem uma deficiência em relação às forças de tração, embora seja muito resistente nas tensões de compressão, passamos a utilizar o aço como componente que uma vez agregado ao concreto forma um conjunto de resistência satisfatória, conhecido como nosso famoso concreto armado. Como nossa pesquisa é direcionada ao concreto protendido, abordaremos o sistema construtivo com cordoalhas, que são agrupadas juntamente com a massa do concreto fortalecendo sua resistência a tração. Levando em consideração também as resistências dos fios de aço que poder ser trançados ou não.

No sistema de pré-tensão, os fios de aço são esticados antes do lançamento do concreto, podendo ou não ter reforço estrutural na parte longitudinal da viga. O uso de estribos também costuma ser usuais. Conclui-se que o sistema de concreto de pré-tensão é um método eficaz para suprir a deficiência de capacidade de tração do concreto. Sua utilização é vasta, considerando aplicações em pisos, edificações, pontes e estruturas de concreto no geral. Baseando-se em suas pesquisas detalha em suas publicações as diversas metodologias, bem como os coeficientes aceitáveis para a execução da protensão. No contexto geral a aplicação da protensão é exatamente a deficiência que existe no concreto armado, ou seja, se no concreto armado temos uma deficiência em relação às tensões de tração, na protensão as cordoalhas fazem o papel de suporte as trações, transformando as peças protendidas em estruturas de maior capacidade de carga e maior extensão.

Guerra (2014) define a protensão como o avanço tecnológico necessário do concreto armado, suas características ainda é constantemente estudadas, porem as metodologias atuais é uma verdadeira revolução em relação ao tempo.

OBJETIVO APLICADO

Para Guerra (2014) a necessidade de estruturas mais fortes e duradouras precisavam de materiais mais resistentes. Assim foi adicionado o aço para fortificar as necessidades do concreto. As estruturas com vigas protendidas são utilizadas geralmente em grandes projetos. Os baixos custos do concreto frente ao aço tornam essas estruturas viáveis e competitivas. Elas oferecem maiores benefícios ao longo prazo e exige menor manutenção.

De acordo com a ABNT NBR – 6118 (2014). tecnologia da protensão consiste basicamente em introduzir o aço nas vigas, aplicando posteriormente uma força calculada. Dessa forma, a ideia é anular as tensões de tração do concreto. Nessas condições os esforços da tração são reduzidos drasticamente no concreto, em outras palavras, ocorre uma minimização do aparecimento de fissuras no concreto, os cabos utilizados são previamente esticados e funcionam como um elástico impedindo o rompimento e a deterioração da viga. As escolhas adotadas para definição das peças protendidas. É possível controlar o surgimento de fissuras através do WK (limitação de abertura) que por sua vez é determinado na região de envolvimento das armaduras.

De acordo com Cholfe, (2015) define como aço indicado para a protensão, barras, fios e cordoalhas que podem ser encontrados na ABNT –NBR – 7483, que trata das cordoalhas de aço com resistência (f_{pth}) e relaxação (CP) –(RN ou RB). O aço apresenta um comportamento linear em relação às tensões comparando com o escoamento. Para resolver a questão das fissuras, criou-se o concreto protendido. Nele a armadura é pré-tensionada, comprimindo o concreto, O surgimento de tensões passivas surgirá após a descompressão da seção. Levando em consideração a deformação final da armadura ativa, esta por sua vez só surgira com a soma das deformações na protensão e a limitação pela fissuração fora das bainhas, definindo como principal elemento do concreto protendido a própria protensão, que é um resultado do pré-tensionamento da armadura ativa. A protensão significa uma metodologia no qual, por meio de um artifício mecânico, o aço pré-esticado dentro dos seus coeficientes de limite, aproveitando ao máximo a sua resistência.

VANTAGENS APLICADAS

Guerra (2014), afirma que dentre todas as metodologias construtivas em relação à construção civil, a protensão tem seu papel fundamental em relação a resultado final, economia e produtividade.

Leonhardt (1980) descreve que no contexto geral, o concreto pré-esforçado é um método para superar a fraqueza em tensão de tração, com base nessa relação, as vigas protendidas podem facilmente superar grandes vãos uma vez que aplicamos o sistema de protensão no seu método construtivo.

Segundo Cholfe, (2015) explica que o concreto protendido reduz as tensões de tração provocadas pela flexão e pelos esforços cortantes. Reduz a incidência de fissuras. Com a protensão, é possível melhorar a capacidade de utilização da peça estrutural e controlar de modo mais eficiente a fissuração, podendo, em alguns casos, até eliminá-la. Reduz as quantidades necessárias de concreto e de aço devido ao emprego eficiente de materiais de maior resistência. Permite vencer vãos maiores que o concreto armado convencional. Os fios de aço de pré-tensionamento podem ser elevados a sua tensão máxima de projeto, suprimindo dessa forma a deficiência encontrada no sistema de tração do próprio concreto. O concreto armado por sua vez, tem sua armação confeccionada, e posterior é lançado o concreto, em vista da deficiência das tensões de tração, o aço ajuda a estruturar a viga. Em outras palavras o sistema de pré-esforço tem por finalidade aumentar a capacidade da viga, dando inclusive ao projetistas a opção de aumentar o vão entre os pilares. Se no concreto armado o concreto é lançado após a confecção da armadura, no concreto protendido podemos tracionar os cabos antes ou depois, tudo depende do projeto em questão.

ESQUEMAS DE TENSÃO

Incluimos um esquema abaixo facilitar a interpretação do funcionamento das tensões no concreto e aplicação da proteção.

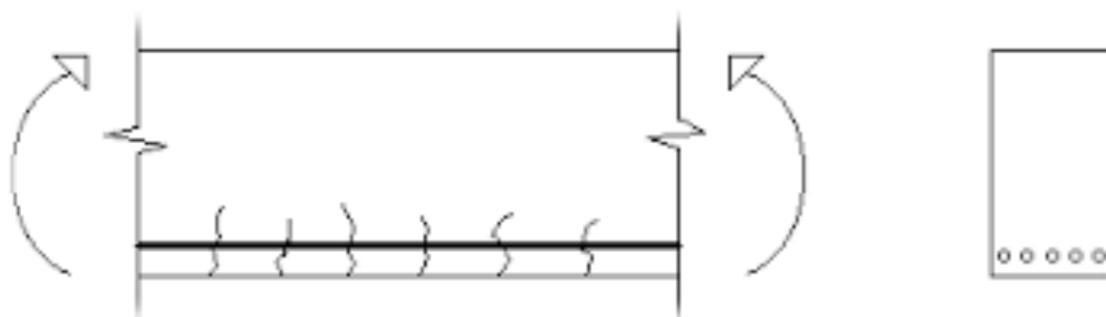


Figura 1 - Fonte: www.clubedoconcreto.com.br

Ao analisar as metodologias aplicadas na protensão, observamos que quando os fios de aço são agrupados em conjuntos, podemos determinar duas opções de execuções, são elas:

Pré-tensão, onde os fios de aço são esticados antes do lançamento do concreto e sua eventual cura total.

De acordo com Cholfe (2015) em muitos casos, um reforço de aço é inserido na armadura longitudinal como subsidiária, e com amarração de estribos transversais, resistindo aos esforços de cisalhamento. Devemos observar alguns aspectos importantes, entre eles:

- O membro deve ter toda sua seção utilizada.
- Nas vigas longas úteis, o membro deve-se ser delgado.
- Devem-se usar materiais de alta resistência.
- Considerar a alta resistência a impacto do concreto.
- Sua aplicação torna-se econômica em vigas e pilares de longa extensão.
- Podem-se aumentar a distancia entre os pilares através da utilização do concreto pré-esforçado.

- Formas arrojadas em arquitetura podem ser usadas utilizando o concreto pré-esforçado.
- Agilidade na confecção das obras.
- Alto índice de produtividade.
- Projetos mais audaciosos e seguros.

PRINCIPIOS DA PROTENSÃO

Para Cholfe (2015) a definição do pré-tensionamento pode ser aplicada a elementos de concreto de dois modos, por um pré-tensor ou de pós tensionamento. Em membros pré-tensionados os fios pré-esforço são tensionados contra anteparas de contenção antes de o concreto é lançado. Após o concreto ter sido colocado, deixou-se endurecer e alcançar uma resistência suficiente, os cordões são libertados e a sua força é transferida para o elemento de concreto. Pré-esforço por pós-tensão envolve a instalação e sublinhando vertente ou bar tendões pré-esforço somente após o concreto foi colocado, endurecidos e alcançaram uma resistência à compressão mínima para essa transferência.

MÉTODOS E SISTEMA DE PRÉ-ESFORÇO

Ambos os métodos utilizados envolvem cabos de tensão dentro de uma viga de concreto e posteriormente é feita a ancoragem dos cabos estressados ao concreto (GUERRA, 2014).

PRÉ CAST PRÉ-TENSIONADOS

De acordo com Cholfe, (2015) a definição de pré-tensionamento resume-se em um método de pré-esforço. Os fios de aço são esticados antes. Nesse sistema usam-se macacos de protensão para aplicação das forças desejadas, logo em seguida é lançado o concreto, ao alcançar sua cura total, os fios de aço são liberados e as tensões são liberadas para o concreto

ESQUEMAS DE TENSÕES

A seguir demonstraremos algumas imagens para ilustrar como funciona a confecção do Pré-cast Pré-tensionadas.

Primeira fase - Os tendões das armaduras estão posicionados no molde da viga.



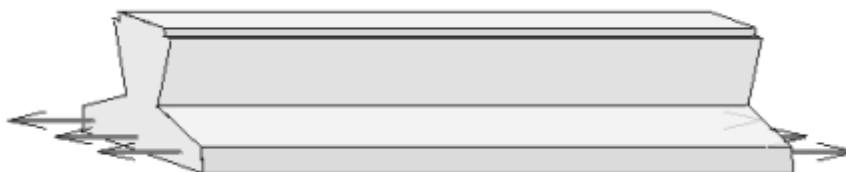
Figura 2 - Fonte: www.clubedoconcreto.com.br

Segunda fase - Tendões são forçados a cerca de 70% de sua força máxima.



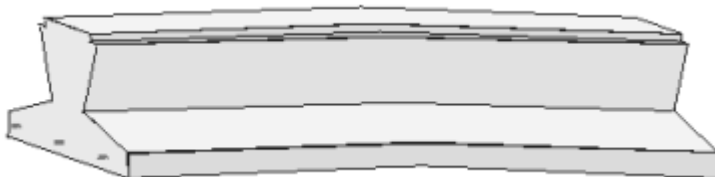
Fonte: www.clubedoconcreto.com.br

Terceira fase - O concreto é lançado no molde do feixe e permitiu a cura para a força inicial necessário.



Fonte: www.clubedoconcreto.com.br

Quarta fase é quando o concreto tem curado a força salientando é liberado e os tendões se ancorar no concreto.



Fonte: www.clubedoconcreto.com.br

PRÉ-CAST PÓS-TENSIONADO

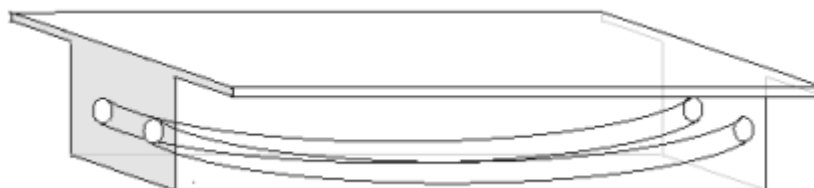
Diferente do Pré-cast Pré-tensionados, o Pré- cast Pós-tensionado.

A metodologia da aplicação do pré-cast pós-tensionado, tem por finalidade esticar os fios de aço depois do lançamento do concreto, as tensões totais aplicadas às cordoalhas serão inseridas quando o concreto alcançar sua cura total, feito isso os tendões de aço são liberados, com isso as tensões são transferidas para o concreto. Os fios são fixados através de ancoras de acordo com projeto, todo e qualquer imperfeição ou objeto da protensão que ficar aparente, será acabado com o auxílio de argamassa (GUERRA, 2014).

ESQUEMA DE TENSÕES

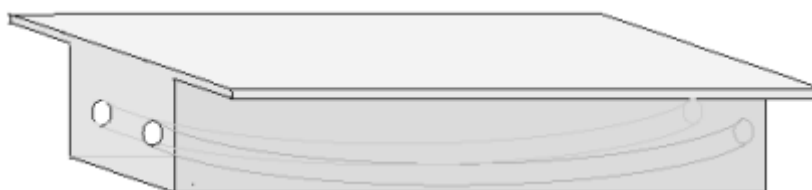
As imagens a seguir, mostram os esquemas de funcionamento.

Na primeira fase, com a finalidade de reduzir a excentricidade, o molde de feixe é erguido até a linha de eixo neutro.



Fonte: www.clubedoconcreto.com.br

Na segunda fase o concreto colocado no molde para permitir a cura apropriada para a força inicial necessária. Em seguida ocorre o lançamento do concreto.



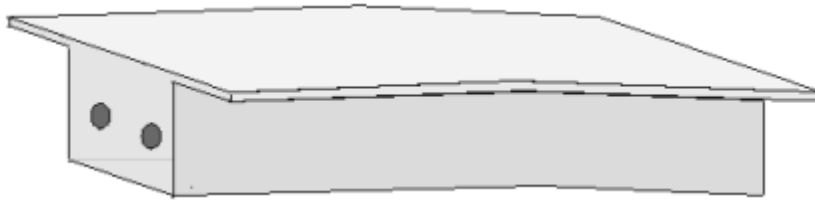
Fonte: www.clubedoconcreto.com.br

Na terceira fase os tendões são colocados em segmentos através dos dutos de cabos. A tensão é de aproximadamente 70% da força máxima.



Fonte: www.clubedoconcreto.com.br

Na quarta fase as plataformas são fixadas nas extremidades e então a força de tensão nos tendões é libertada.



Fonte: www.clubedoconcreto.com.br

A imagem seguinte faz comparações de esforços em uma viga de concreto e armado e outra de concreto protendido:



Fonte: www.habitissimo/vigaprotendida.com.br

A imagem abaixo mostra uma viga já executada, pronta para ser montada.



Fonte: www.gaioserpa.com.br

EQUIPAMENTOS PARA PROTENSÃO NÃO ADERENTE

Com a técnica de proteção não aderente, que por sua vez é aplicada com o uso de cordoalhas engraxadas, a proteção a ser uma ferramenta utilizada em larga escala, e também passou a ser utilizadas em vigas, lajes e pisos em edificações de uso comercial e até mesmo residencial, é notório que o uso dessa aplicação tem proporcionado economias satisfatórias no mercado da construção civil, seja em relação à mão de obra e até mesmo nas formas e materiais. O sistema é praticamente baseado com cordoalhas que por sua vez adiciona-se graxa com sistema de proteção a corrosões e em seguida encapadas com um sistema de envelopamento plástico, fabricadas com material de polietileno de alta densidade. O mais interessante desse sistema é questão equipamentos leves e compactos, facilitando de certa forma o emprego na construção civil, uma vez que se torna totalmente viável o seu transporte, manuseio e estocagem. Quando falamos de economia, as técnicas utilizadas na protensão são mais atraentes do que os métodos utilizados no sistema de concreto armado. Um comparativo interessante é que na protensão sem aderência, não há a aplicação da nata de cimento nas bainhas, tornando de certa forma o sistema mais simplificado. Um dos equipamentos a ser utilizado é o macaco de protensão juntamente com a bomba hidráulica (BAUSCHER, 20160).

MACACO DE PROTENSÃO

A utilização do macaco hidráulico para protensão é simples. Trata-se de um equipamento tensionador que tem a finalidade de tracionar o cabo de protensão. Podem ser utilizados para pré-tensão ou pós-tensão das cordoalhas do concreto pretendido. Sua utilização é de fácil manuseio, sendo automático e apresentado com várias forças de aplicação, para cada aplicação ou tipo de trabalho, existem os macacos indicados para as finalidades necessárias.

MACACO DE PROTENSÃO PARA PÓS-TENSÃO - MONOCORDOALHA

Com diferentes tipos de macacos hidráulicos existentes no mercado o equipamento para pós-tensão de monocordoalhas tem capacidade de carga de 25 e 30 toneladas. Seu manuseio é simples, além de ser um equipamento compacto e eficiente.



:www.bauscher.com.br/equipamentosdeprotensao

MACACO PARA PROTENSÃO, PARA PRÉ-TENSÃO E PÓS-TENSÃO COM DUPLA AÇÃO

Os macacos hidráulicos com maior capacidade de carga podem ser utilizados para protensão em pré-tensão e pós-tensão. Sua capacidade de carga pode variar de 100 a 520 toneladas.



www.bauscher.com.br/equipamentosdeprotensao

BOMBAS DE PROTENSÃO

Para o acionamento dos macacos de protensão é necessário à utilização da bomba de protensão. Essas bombas são equipamentos resistentes e de alta confiabilidade, a sua elevada capacidade de carga facilita o trabalho, além de exigir uma baixa manutenção do próprio equipamento. A próxima imagem ilustra a aplicação do equipamento:



www.bauscher.com.br/equipamentosdeprotens

APLICAÇÃO DE CONCRETO PROTENDIDO

Com o intuito de entender a aplicação da protensão em pisos, vamos abordar as técnicas utilizadas. Em artigo divulgado pela revista PINI no ano de 2015, podemos resumir de forma clara o contexto. A fim de resistir diversos esforços de carregamento é necessária uma distribuição dos carregamentos para o subleito. Certas técnicas e cuidados devem ser observados analisados antes de qualquer ação. A aplicação de protensão em pisos deve ser indicada para edificações onde são estocados produtos verticalmente, com grandes esforços de cargas, ou ainda onde ocorram à presença de equipamentos pesados, gerando dessa forma cargas pontuais ou esforços dinâmicos em movimentos como, por exemplo, locais como: condomínios empresariais, supermercados, indústrias e outros (PINI 2011).

TÉCNICAS DE APLICAÇÃO

Utilizamos a própria estrutura do concreto para tencionar as cordoalhas, elas devem ser engraxadas. A finalidade da protensão é reduzir de forma significativa as fissuras e s tensões de flexão que surgirão no concreto. A quantidade de juntas de dilatação do piso também será reduzida, além de executar um concreto menos espesso reduzindo os serviços de manutenção do piso ao longo do tempo. Observando as informações dos projetos as limitações das placas podem ultrapassar os 120 m, cada projeto tem suas especificações, dependendo das exigências e principalmente das cargas atuantes. O tráfego é um fator que nunca deve ser desconsiderado (PINI, 2011).

TÉCNICAS DE EXECUÇÃO

O primeiro passo para uma execução correta da aplicação de protensão no piso é a de compactar o solo, evitar o máximo de umidade através de uma lona plástica e executar os sistemas de cordoalhas de forma correta.



Fonte: technepine.com.br/engenharia-civil.

EXECUÇÕES DA CAMADA DE DESLIZAMENTO

Como sabemos, o concreto precisa de um tempo certo para sua cura ideal, a perda de água para o solo não é um fator que contribui para sua melhor formação. Em vista desse problema a lona plástica tem o papel de reduzir o atrito e principalmente a perda de umidade por capilaridade em relação às placas de concreto. Como indicação correta, devem-se usar duas ou mais camadas de filme de polietileno de 200 micra cada um. Com a finalidade de diminuição do atrito mecânico horizontal entre o concreto e o solo que é exercida pela retração do concreto (PINI, 2011).



Fonte: technepine.com.br/engenharia-civil.

EXECUÇÕES DAS FORMAS

Para uma montagem correta as fôrmas devem ser apoiadas nas laterais. É muito importante executar aberturas na parte inferior para não obstruir a passagem das cordoalhas. Levando em consideração os cuidados necessários. A contenção para barrar o concreto lançado, serve para sustentar as ancoragens. Tudo deve ser especificado em projeto. O melhor material para execução das formas é a madeiras, os diversos furos que serão necessários nas formas durante a execução, mudam de local de acordo com as cordoalhas. Deve-se alinhar nivelar e aprumar todo e qualquer furo que for executado. Somente poderá executar as furações tipificadas e projetos ou se necessário solicitar o projetista. (PINI 2011).

EXECUÇÕES DA ARMAÇÃO

Na montagem das placas de concreto, contamos com as armaduras ativa e passiva. Se necessário ainda uma armadura de apoio. Para fixação e transferências das cargas aplicadas nos cabos, devemos observar as transferências dessas cargas para as armações. Os cabos de protensão são cortados em conformidade com os comprimentos indicados em projeto e, para garantia de seu posicionamento, recorre-se a espaçadores plásticos (PINI, 2011).

LANÇAMENTOS DO CONCRETO

Para que a superfície final seja homogênea, o lançamento deve ser feito com a execução de bomba, garantido dessa maneira o lançamento contínuo do concreto. Para evitar a segregação dos componentes do concreto é necessária uma fiscalização contínua do lançamento (PINI, 2011).

PROCEDIMENTOS PARA CURA DO CONCRETO

A cura pode ser feita com água ou com agentes químicos, de forma a evitar a fissuração por retração. O uso de endurecedor auxilia a maximizar a resistência superficial à abrasão (ABNT-NBR – 6118/2014).

APLICANDO A PROTENSÃO

A correta execução da protensão em pisos deve-se ser executadas em três estágios, seguindo de forma fiel as determinações do projetista. As etapas são as seguintes:

- Em 20 horas após o lançamento do concreto aplica-se 20% de carga total projetada para protensão.
- Em três dias aplica-se 50% da carga total projetada para protensão.
- E finalmente em cinco dias, aplicam-se os 100% da carga projetada para protensão.

Muitos outros fatores devem ser analisados além das corretas formas de utilização dos equipamentos necessários para a protensão. O correto posicionamento das cunhas e colocação do macaco hidráulico não pode estar mal colocado, isso pode cortar as cordoalhas, provocando inclusive incidentes. Tudo deve ser anotado e encaminhado aos responsáveis pelo projeto. (PINI 2011).

CONCLUSÃO

Por definição, a NBR 14931/2004 define a protensão como sendo o ato de aplicar força de tração no cabo de protensão, sob condições previamente especificadas, devendo obedecer aos critérios básicos de cravação, reprotensão, desprotensão, acomodação de ancoragem e deslizamento.

Para execução do concreto protendido é necessário o conhecimento completo, bem como a qualificação da mão e obra empregada nesse tipo de construção. Deve-se observar a capacidade dos engenheiros e técnicos que participam da obra, assim como todo e qualquer material ou equipamentos envolvidos no emprego da protensão.

Por muitos anos o emprego do concreto armado tem sido uma técnica de supra importância. Como vimos ao longo de nossas pesquisas, para vencer grandes vãos, o concreto armado não tem a mesma desenvoltura do concreto protendido, mesmo porque, por se tratarem de técnicas diferentes, apresentam resultados diferentes. No caso das aplicações em piso, seja para grandes fluxos de veículos, pedestres ou equipamentos pesados, devemos levar em consideração, que as juntas de dilatações previstas na ABNT – NBR – 6118, muitas das vezes não conseguem suprir a necessidades de se evitar fissuras ao longo do piso.

A protensão tem por finalidade, no caso de vigas e lajes, vencer vãos dos quais o concreto protendido não consegue, no caso da aplicação da protensão em pisos, essa por sua vez, comprime o concreto em suas moléculas através de cabos de aço, tracionados por equipamentos específicos, esses cabos passam por dentro de mangueiras engraxadas, dessa forma o piso de concreto sofre suas dilatações, porém de formas limitadas. Dessa forma temos uma qualidade melhor para pisos de concretos com aplicação de protensão, é claro que devemos manter os controles básicos de execuções e cálculos tensões.

Vimos ao longo das nossas pesquisas, que embora a protensão tenha chegado ao Brasil há muitos anos, o seu emprego em obras foi de certa forma limitado, seja por falta de mão de obra capacidade, ou até mesmo falta de interesse de profissionais da área da construção civil. Nos últimos anos, houve uma crescente aplicação da protensão em obras de grande porte, em razão de sua capacidade de definir uma maior qualidade

no campo da construção, devemos analisar essa técnica com mais valorização, mesmo porque, a pretensão é um dos maiores avanços tecnológicos empregados na engenharia civil.

Disponível para pesquisas. Artigo de Lincoln Camilo, Engenheiro Civil.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CHOLFE, Luiz e Luciana Bonilha. Concreto protendido. 2º ed. SP: Pini, 2015.

LEONHARDT, Fritz. Construções de concreto. 1º ed. RJ: Interciência, 1983.

PJEIL, Walter. Concreto protendido. 3º ed. RJ: LTC 1991.

HANAI, J. Bento de. Fundamentos do concreto protendido, E – Book de apoio para o curso de Engenharia civil, Universidade de São Paulo. São Carlos, março/2005.

PINI, Techne. Execução de protensão em piso, A Revista do Engenheiro civil. Ed nº 176, 2011.

ABNT-Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR: 6118 - Projetos de estruturas de concreto – Procedimentos. Ed. Abril/2014.

ABNT-Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR: 14931 – Execução de estruturas de concreto – Procedimentos. Ed. Abril/2004.

YOPANAN, C. P. Rebello e Maria Amélia D. F. D'Azevedo Leite, As primeiras moradias. Revista Pini. SP, 2007. Disponível em: <http://www.au.pini.com.br/arquitetura-urbanismo/161/artigo58415-4>.

BAUSCHER, Machinerics & Equipments –Brasil, Equipamento para protensão. Disponível em: <http://www.bauscher.com.br/equipamentos-protensao>