

<i>Infra-estrutura</i>	2
<i>Condições e Escoramentos</i>	2.13
<i>Cortinas de Contenção</i>	2.13.03

01. DEFINIÇÃO

Para efeito destas especificações, serão utilizadas as seguintes definições:

Tirante Injetado

Peças especialmente montadas, tendo como componente principal um ou mais elementos resistentes à tração. São introduzidas no terreno em perfuração própria, nas quais, por meio de injeção de calda de cimento ou outro aglutinante nas suas extremidades, são formados bulbos de ancoragem ligados à estrutura através dos elementos resistentes à tração e das cabeças dos tirantes (figura 1). A força a ser absorvida pelo tirante deve ser transmitida ao terreno somente pelo bulbo de ancoragem.

Tirante Provisório

É aquele destinado a ser utilizado por tempo inferior a dois anos. Cabe ao proprietário definir o caráter da obra, se provisória ou permanente. Se, por qualquer razão, os tirantes provisórios forem solicitados por tempo superior a dois anos, cabe ao proprietário tomar as providências necessárias para resguardar a segurança da obra.

Tirante Permanente

É aquele destinado a ser utilizado por tempo superior a dois anos.

Tirante Reinjetável

É aquele que permite injeções adicionais após sua colocação.

Tirante Não Reinjetável

É aquele que não permite injeções adicionais após sua colocação.

Carga Aplicada ao Tirante

É a carga que, aplicada na cabeça do tirante, é transmitida ao solo pelo bulbo de ancoragem.

Comprimento Ancorado ou Bulbo (LB)

Trecho do tirante projetado para transmitir a carga aplicada ao terreno.

Comprimento Livre (LL)

Distância entre a cabeça do tirante e o ponto inicial de aderência do bulbo de ancoragem, observada na montagem do tirante e conforme previsto em projeto.

Comprimento Ancorado Efetivo ou Bulbo Efetivo (LBe)

Trecho de transferência de carga ao solo. Pode ser igual, maior ou menor que o do projeto.

Comprimento Livre Efetivo (LLe)

Trecho efetivo de alongamento livre sob aplicação de carga. É obtido através de ensaios de qualificação.

Cabeça do Tirante

Dispositivo que transfere a carga do tirante à estrutura a ser ancorada, constituído de placa de apoio, cunhas, cones, porcas etc.

Ensaio de Tirantes

Procedimentos executados para verificação de desempenho de um tirante, classificados em básico, de qualificação, de recebimento e de fluência.

Básico - É aquele executado somente para a verificação da adequação de um novo tipo de tirante injetado.

Qualificação - É aquele executado para a verificação, em um dado terreno, do desempenho de um tipo de tirante injetado, já credenciado pelo ensaio básico.

Recebimento - É aquele executado para controlar a capacidade de carga e o comportamento de todos os tirantes de uma obra.

Fluência - É aquele executado para a avaliação da estabilização do tirante sob a ação de cargas de longa duração.

Carga Limite de Ensaio (FLim)

Máxima carga aplicada ao tirante para o qual ainda há estabilização do deslocamento.

Infra-estrutura	2
Contenções e Escoramentos	2.13
Cortinas de Contenção	2.13.03

Carga de Trabalho (F T)

Carga que pode ser aplicada ao tirante, de modo que este apresente a segurança necessária contra o escoamento do elemento resistente à tração, contra o arrancamento do bulbo e contra deformações por fluência.

Carga de Incorporação (FI)

Carga aplicada ao tirante durante a sua incorporação à estrutura.

A figura 1 mostra o esquema geral da construção de cortinas atirantadas e a terminologia dos seus principais componentes.

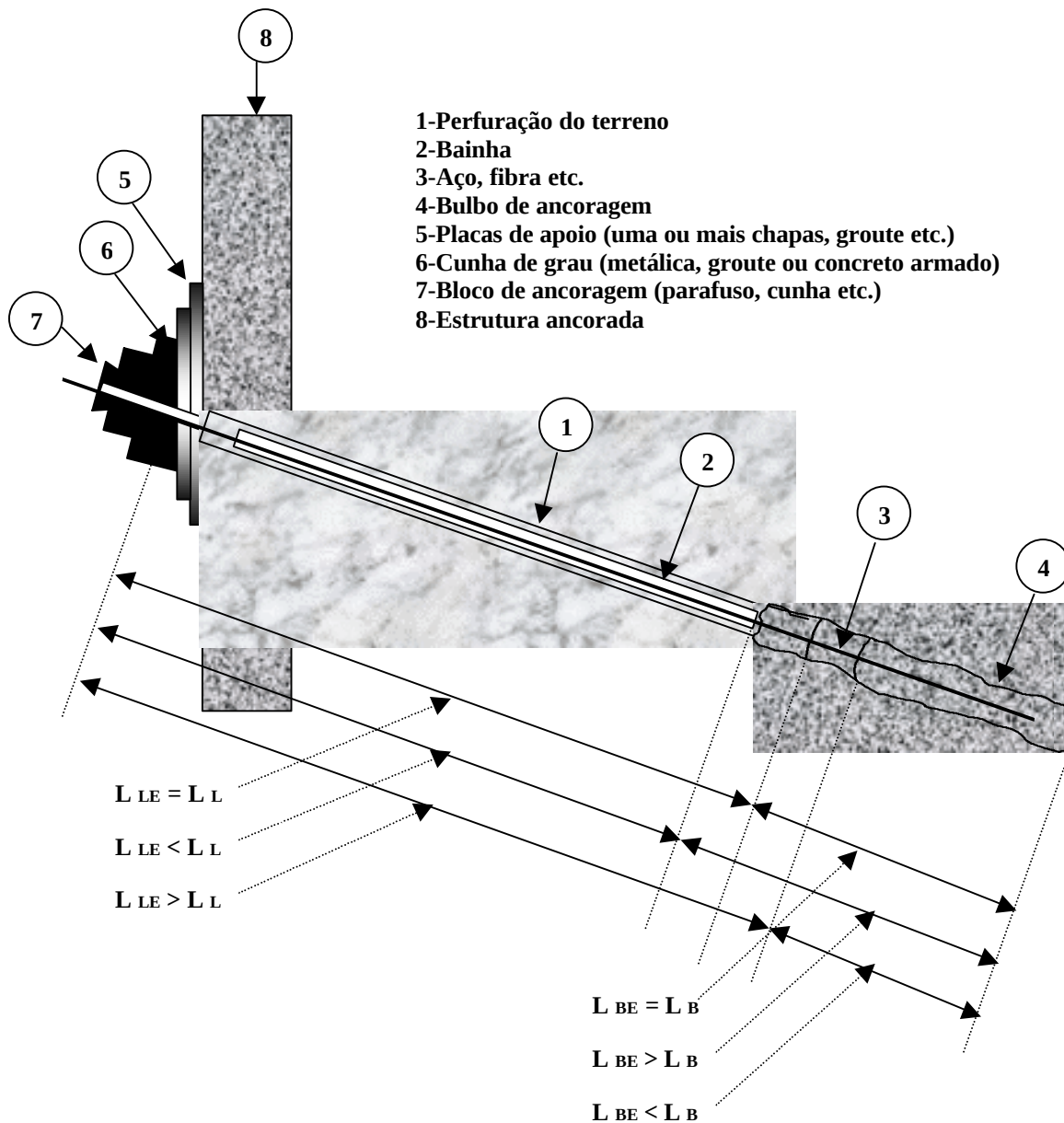


Figura 01. Elementos e características de cortinas atirantadas.

<i>Infra-estrutura</i>	2
<i>Contenções e Escoramentos</i>	2.13
Cortinas de Contenção	2.13.03

02. MÉTODO EXECUTIVO

Materiais

Para a constituição do elemento resistente à tração dos tirantes, podem ser utilizados fios, cordoalhas e barras de aço. Outros materiais resistentes à tração podem também ser usados mediante a comprovação experimental atestada por órgãos competentes.

O cimento empregado na injeção dos tirantes deve ser tal que, com um fator água/cimento máximo de 0,50, obtenha-se calda ou argamassa com resistência mínima à compressão simples de 25 mpa, na data do ensaio.

No caso de águas ou terrenos agressivos ao cimento, devem-se utilizar materiais especificamente resistentes a essa agressão.

Não é permitido o uso de aditivos que contenham cloretos ou quaisquer outros agentes agressivos ao aço.

O uso de resinas sintéticas fica condicionado aos resultados dos ensaios de protensão previstos na NBR 5629 da ABNT.

Nenhum material utilizado pode ser nocivo aos demais materiais componentes do tirante.

Proteção Contra a Corrosão

O objetivo de se proteger o elemento resistente à tração do tirante, normalmente de aço, contra a corrosão, é garantir que, durante a vida útil para a qual este tirante foi projetado, não haja comprometimento da segurança da obra.

A escolha do tipo de proteção depende de fatores tais como consequência de ruptura e agressividade do meio.

O grau de agressividade do meio em que é implantado um tirante de ancoragem orienta a escolha do tipo de cimento mais adequado para sua injeção e a classe de proteção anticorrosiva a ser empregada, para atender à sua vida útil de projeto.

Excluindo o cimento, qualquer sistema adicional de proteção deve atender aos seguintes requisitos:

- ✚ Ter vida efetiva maior ou igual que a requerida para o tirante;
- ✚ Não reagir quimicamente com o meio;
- ✚ Não restringir o movimento do trecho livre;
- ✚ Ser composto de materiais com deformações compatíveis com as do tirante;
- ✚ Não sofrer envelhecimento ou trincar sob tensão;
- ✚ Ser resistente às operações de montagem, transporte, instalação e protensão do tirante.

Conforme o terreno seja muito agressivo, medianamente agressivo ou não agressivo, adotam-se os sistemas de proteção detalhados a seguir:

✚ Proteção classe 1

É usada para tirantes permanentes em meio muito agressivo ou medianamente agressivo, e para tirantes provisórios em meios muito agressivos.

A proteção classe 1 exige o emprego de duas barreiras físicas contra a corrosão em toda a extensão do tirante. O cimento é considerado como barreira. Nesse trecho de ancoragem, o elemento de tração do tirante, além do cimento, deve ser protegido por um tubo plástico corrugado ou tubo metálico com espessura mínima de 4mm.

Os elementos tracionados do trecho livre devem ser protegidos por uma das seguintes formas:

- ✚ Cada elemento é envolvido por graxa anticorrosiva e por duto plástico, e o conjunto envolvido por outro duto plástico e injetado com calda de cimento após a protensão. A transição do trecho livre à cabeça de ancoragem deve possuir dispositivos que assegurem a continuidade da proteção;
- ✚ conjunto de elementos tracionados é envolvido por um único duto plástico e graxa anticorrosiva, que por sua vez é envolvido por outro duto plástico, preenchendo-se com argamassa o vazio entre os dois dutos.

Infra-estrutura	2
Condições e Escoramentos	2.13
Cortinas de Contenção	2.13.03

Proteção classe 2

É usada para tirantes permanentes em meio não agressivo e tirantes provisórios em meio medianamente agressivo.

Consiste em manter o mesmo tipo de proteção do trecho livre da classe 1, sendo o trecho de ancoragem protegido por cimento ou argamassa injetada. No trecho de ancoragem, os elementos de tração devem possuir centralizadores, garantindo um recobrimento mínimo de aglutinante de 2 centímetros.

Proteção classe 3

É usada para tirantes provisórios em meio não agressivo.

O trecho livre é protegido por um duto plástico abrangendo todos os elementos de tração ou por dutos plásticos individuais.

O trecho de ancoragem é equipado com centralizadores e protegido com calda de cimento ou argamassa injetada.

Componentes da Proteção

A proteção anticorrosiva deve ser feita por meio de um ou mais dos seguintes componentes:

-  Películas protetoras sintéticas (tintas e resinas);
-  Fluidos a base de betume com teor de enxofre inferior a 0,5% em massa;
-  Tubo ou tubos contínuo(s) de polipropileno, polietileno, PVC ou similar;
-  Graxa (específica para uso em cabos de aço);
-  Nata ou argamassa à base de cimento, utilizada somente para proteção rígida para ancoragens provisórias ou como primeira proteção de um sistema duplo de proteção;
-  Tratamento superficial de galvanização ou de zincagem.

Qualquer componente utilizado deve ser totalmente especificado pelo seu fabricante.

Montagem dos Tirantes

A montagem dos tirantes deve ser feita de tal maneira que:

-  Se utilize bancada especial, coberta e devidamente protegida contra as intempéries;
-  Seu comprimento seja tal que garanta a dimensão total indicada no projeto, incluindo-se o tamanho necessário para a operação da protensão;
-  As emendas (luvas, soldas etc.) são toleradas, desde que se garanta, por ensaios, que a resistência destas atenda às cargas de projeto;
-  Sejam providos de dispositivos que garantam o cobrimento mínimo especificado;
-  Sejam providos de toda proteção anticorrosiva prevista para o tipo de tirante a ser executado, em seu trecho livre e ancorado.

Perfuração

É tolerado o uso de qualquer sistema de perfuração, desde que o furo resultante seja retilíneo, com diâmetro, inclinação e comprimento previstos, e desde que obedeça às tolerâncias de projeto e às condições de alinhamento, estabilidade e segurança detalhadas a seguir.

O sistema de perfuração empregado deve garantir o melhor alinhamento possível. Sistemas que empregam uma brusca redução de inércia (maior ou igual a 35%) entre a ferramenta de corte e/ou desagregação (sapata, coroa, bit etc.) e a haste devem ter seu uso controlado, uma vez que podem produzir desvios que ocasionam excessiva aproximação entre os trechos de ancoragem de tirantes vizinhos.

Quando do uso de redução de inércia superior a 35%, o ensaio de recebimento deverá ser executado de acordo com as determinações da NBR 5629 no que diz respeito aos ensaios de recebimento para ancoragens próximas, com bulbos distando entre si menos de 1,30 metros.

O sistema de perfuração deve garantir que o furo permaneça aberto até que ocorra a injeção do aglutinante, sendo tolerado o uso de revestimento de perfuração e/ou de fluido estabilizante.

Infra-estrutura	2
Condições e Escoramentos	2.13
Cortinas de Contenção	2.13.03

O fluido estabilizante é tolerado, desde que o executor garanta a capacidade de carga do tirante e desde que este não contenha produtos agressivos aos elementos componentes do tirante, nem produtos que interfiram na cura e/ou pega do aglutinante.

O sistema de perfuração deve ser tal que a execução do furo, ao longo do trecho de ancoragem, não deteriore a resistência do terreno, em particular por encharcamento, especialmente no caso de solos coesivos.

O sistema de perfuração não deve prejudicar o comportamento de estruturas vizinhas.

A locação da perfuração deve ser feita cuidadosamente, de modo que o tirante nela instalado tenha a posição prevista em projeto.

As tolerâncias de locação devem atender aos valores indicados no projeto.

Cabe ao proprietário obter autorização para a perfuração em terrenos de terceiros, bem como localizar interferências (tubulações, galerias, estacas etc.) e definir a distância mínima de perfuração dos obstáculos.

O projetista e o executor devem exigir do proprietário as informações e documentos disponíveis a este respeito.

Antes da execução da perfuração, é obrigatório verificar se o recobrimento de terra sobre o trecho de ancoragem do tirante é suficiente para o processo de ancoragem previsto, sendo em geral recomendável um cobrimento mínimo de 5 metros sobre o centro do trecho de ancoragem.

O diâmetro da perfuração deve ser tal que, no trecho de ancoragem, o recobrimento do aglutinante sobre o elemento resistente à tração seja suficiente para garantir uma proteção contra corrosão e/ou desagregação deste.

No caso de tirantes com fios, cordoalhas ou barras de aço recobertos por argamassa ou nata de cimento, o recobrimento mínimo deverá ser conforme especifica a ABNT NBR 5629, no que diz respeito a sistemas de proteção classe 2.

O executor é obrigado a registrar, em boletins apropriados, os principais dados da perfuração executada. Os dados mínimos são os seguintes:

-  O tipo de equipamento e sistema de perfuração empregados;
-  A Identificação, diâmetro e inclinação do furo;
-  O Diâmetro e comprimento do revestimento (quando usado);
-  Tipo de fluido de estabilização (quando usado);
-  A Espessura e tipo de solo das camadas atravessadas;
-  Datas de início e término do furo;
-  Outras observações (perdas de água e/ou ar, obstáculos encontrados etc.).

Instalação

Antes da instalação de cada tirante, deve ser constatado se:

-  O comprimento da perfuração atende, no mínimo, ao indicado no projeto. Em nenhum caso, entretanto, o início do bulbo deve distar menos de 3 metros da superfície do terreno de início de perfuração;
-  Os comprimentos livre e do bulbo estão confirmados;
-  A proteção anticorrosiva não apresenta falhas no instante da instalação do tirante no furo, particularmente nos locais de emendas, que devem ser inspecionados e corrigidos, se necessário;
-  A locação atende aos valores das tolerâncias indicados no projeto;
-  Os dispositivos de fixação da cabeça correspondem às necessidades estruturais, além de estarem de acordo com a inclinação do tirante em relação à estrutura a ser ancorada.

O tirante pode ser instalado antes ou após o preenchimento do furo com calda de cimento ou aglutinante. Sendo após, a introdução deve ser executada imediatamente depois da colocação da calda ou aglutinante no furo.

<i>Infra-estrutura</i>	2
<i>Contenções e Escoramentos</i>	2.13
Cortinas de Contenção	2.13.03

O furo deve ser preenchido com calda de cimento ou aglutinante do fundo para a boca.

É recomendável a instalação do tirante em furos protegidos com revestimento ao longo de todo o comprimento. Neste caso, o revestimento somente é retirado após o preenchimento do furo com calda de cimento e introdução do tirante, ainda durante a aplicação da pressão pela boca.

No caso de tirantes permanentes, esta metodologia é obrigatória. Opcionalmente pode-se utilizar espaçadores dotados de dispositivos tipo esqui, para evitar o acúmulo de material durante a introdução do tirante no furo.

No caso de ser necessária a execução de aterro após a execução dos tirantes, a compactação deve ser executada com os cuidados necessários para não prejudicar a integridade e a linearidade do trecho livre. Para tanto, pode-se prever uma proteção especial composta de tubo adicional de PVC ou similar.

Injeção

A injeção do tirante pode ser feita por calda de cimento ou outro aglutinante qualquer.

Pode ser feita em fase única ou em fases múltiplas.

A escolha do tipo de injeção fica a critério do executor, desde que seja garantido o preenchimento total do furo aberto no solo e a capacidade de carga do tirante.

A injeção em fase única é executada por simples preenchimento do furo aberto no solo ou pela aplicação de pressão apenas na boca do furo.

A injeção em fases múltiplas é executada através de válvulas que permitem reinjeção através de um tubo auxiliar que contenha válvulas especiais, permitindo o fluxo, em sentido único, de calda ou de outro aglutinante em uma ou mais fases. Pode ser executada em tantas fases de injeção quantas forem necessárias.

Nota: Somente é considerada fase de injeção aquela executada após a pega do cimento injetado na fase anterior.

Os aditivos para cimento, em princípio, devem ser evitados por conterem muitas vezes elementos químicos nocivos aos tirantes.

Somente podem ser usados aditivos desde que comprovado que não ataquem quimicamente nenhum dos elementos constituintes do tirante, durante sua vida útil.

Com a eventual utilização de aditivos, devem ser respeitados os novos tempos de cura indicados pelo fabricante, antes da execução dos ensaios recomendados pela NBR 5629.

Para injeção, deve ser utilizada calda de cimento conforme a NBR 7681, com as seguintes dosagens em massa, referidas ao fator água/cimento em massa:

☛ 0,5, para a execução da bainha (injeção inicial de chumbamento para a fixação do tirante), sendo aceita outra dosagem, desde que comprovada por ensaios específicos de que sua resistência aos 28 dias supera 25 mpa;

☛ 0,5 a 0,7, para execução de reinjeção.

Nota: o tirante pode ser injetado com calda de cimento, conforme referenciado nesta especificação e prática usual, ou com argamassa ou mesmo outro produto aglutinante, desde que com eficiência comprovada.

As pressões e volumes de injeção devem ser controlados de forma a não interferir com construções ou propriedades de terceiros.

Incorporação

A carga de incorporação deve ser definida no projeto e estar no intervalo $0,8F_t \leq F_i \leq 1,0F_t$.

O tirante pode ser incorporado à estrutura em qualquer fase, desde que respeitadas as seguintes condições:

☛ Incorporação definitiva somente após a execução e aceitação dos ensaios estipulados na NBR 5629;

☛ Incorporação provisória em tempo e carga coerente com a cura do cimento injetado no bulbo e condições executivas.

Serviços finais

Infra-estrutura	2
Condições e Escoramentos	2.13
Cortinas de Contenção	2.13.03

O tirante, após ser analisado o resultado do ensaio e aprovado, deve receber uma injeção especial no trecho livre e na região da cabeça. A injeção deve ser feita de tal modo que haja um preenchimento total dos espaços vazios, de modo que não haja possibilidade de quaisquer infiltrações que possam atingir o elemento resistente à tração.

A injeção pode ser feita com calda de cimento ou outro material que não seja agressivo ao elemento resistente à tração.

A parte do tirante que foi utilizada para o ensaio deve ser cortada com uma serra (jamais com machado) para não enfraquecer a estrutura do aço. Posteriormente, deve ser feito o revestimento por concreto ou argamassa em uma espessura mínima de 2,0 cm.

03. CRITÉRIOS DE CONTROLE

Protensão e Ensaios

As cargas de trabalho, máxima de ensaio e de incorporação devem constar do projeto.

Os ensaios devem ser executados após um tempo mínimo de cura, coerente com as características do cimento injetado no bulbo e o ritmo de produção previsto de obra, a saber:

- ☛ Para cimento Portland comum, cura de sete dias;
- ☛ Para cimento ARI (alta resistência inicial), cura de três dias;
- ☛ Para outros materiais ou cimentos com aditivos, conforme recomendações dos fabricantes ou ensaios específicos, de acordo com as dosagens adotadas.

As cargas devem ser aplicadas através do conjunto manômetro-macaco-bomba hidráulico, com atestado de aferição datado de menos de um ano em relação ao momento da aplicação. As forças de tração devem ser coincidentes com a direção do eixo do tirante.

Todos os valores de cargas indicadas podem ser aplicados em um intervalo de mais ou menos 5% do valor básico, de forma a melhor se adaptar às condições de leitura, com exceção da carga máxima de ensaio.

Por motivos técnicos de medição, a força de tração deve ter um valor inicial $F_0 = f_{yk} \cdot S$, onde f_{yk} é a resistência característica à tração do elemento resistente do tirante e S é a menor seção do elemento resistente à tração do tirante.

Nota: no caso de elemento com rosca, deve ser dada especial atenção a este aspecto.

Os deslocamentos que ocorrem nas cargas menores ou iguais à inicial F_0 não são medidos.

Ensaio Básico

Para verificar a correta execução do tirante, observa-se principalmente a conformação do bulbo de ancoragem, a centralização do tirante no bulbo, a qualidade da injeção e a definição do comprimento livre do tirante, através da escavação deste, após o ensaio de qualificação. Desta forma, verifica-se o comportamento do tirante sob a ação de carga por meio dos deslocamentos elástico e permanente, e da capacidade de carga.

Ensaio de Qualificação

Neste ensaio, são verificados a capacidade de carga do tirante e seus deslocamentos sob carga, calculado o seu comprimento livre e avaliado o atrito ao longo deste comprimento livre, a partir dos deslocamentos observados.

O carregamento deverá obedecer à seguinte sistemática:

- ☛ O ensaio deve partir da carga inicial (F_0) e seguir pelos estágios 0,4 Ft; 0,75 Ft; 1,0 Ft; 1,25 Ft e 1,5 Ft para tirantes provisórios e até 1,75 Ft para tirantes permanentes;
- ☛ A carga máxima do ensaio deverá ser correspondente à carga de trabalho (Ft), multiplicada pelo fator de segurança adotado, e no máximo igual a 0,91 $f_{yk} \cdot S$.

As medições requeridas são as seguintes:

- ☛ Cargas

Através da correlação com a pressão indicada em manômetro do conjunto manômetro-macaco-bomba, com atestado de aferição com menos de um ano de expedição, sendo permitido ao projetista ou Contratante exigir um atestado de aferição mais recente;

Infra-estrutura	2
Condições e Escoramentos	2.13
Cortinas de Contenção	2.13.03

Deslocamentos da cabeça

Devem ser medidas a partir da carga inicial (F_0), em relação a um ponto de referência fixo na extremidade do tirante, na direção da tração aplicada, com extensômetro, com resolução de 0,01mm. A base de leitura deve ser uma viga de referência fixada em região seguramente fora de influência de deformações do terreno decorrentes das cargas aplicadas durante o ensaio ou de qualquer outra fonte de perturbação.

Antes de cada alívio de carga, os deslocamentos, sob carga constante, devem ser observados e medidos até a estabilização, de acordo com os seguintes critérios:

 Para estágios de cargas menores ou iguais a 0,75 Ft, com deslocamentos menores que 0,1mm para intervalos de 5 minutos;

 Para estágios de cargas entre 0,75 Ft e 1,0 Ft, com deslocamentos menores que 0,1mm para:

 Intervalos de 15 minutos em terrenos arenosos;

 Intervalos de 30 minutos em solos argilosos ou duvidosos.

 Para estágios de cargas superiores a 1,0 Ft até (FS) Ft, com deslocamentos menores que 0,1mm para intervalos de 60 minutos, para qualquer tipo de solo.

Devem ser obrigatoriamente executados ensaios em 1% dos tirantes por obra, por tipo de terreno e por tipo de tirante, com um mínimo de dois ensaios por obra.

A interpretação do ensaio deve ser feita de acordo com os requisitos da norma ABNT NBR 5629/1966.

Ensaio de recebimento

São previstos quatro tipos de carregamento conforme a utilização do tirante e sequência de execução, sendo que todos os ensaios devem partir da carga inicial F_0 , ir até a carga máxima prevista, retornar à carga inicial F_0 e recarregar até a carga de trabalho Ft, com medições de deslocamentos da cabeça, tanto nas fases de carga como na de descarga, para as cargas indicadas na tabela 1.

As medições requeridas são as seguintes:

Cargas

Através da correlação com a pressão indicada em manômetro do conjunto manômetro-macaco-bomba, com atestado de aferição com menos de 1 ano de expedição, permitindo-se ao projetista ou ao Contratante exigir um atestado de aferição do conjunto manômetro-macaco-bomba mais recente.

Deslocamentos da Cabeça

Devem ser medidos com régua graduada, a partir da carga inicial F_0 , em relação a um ponto de referência fixo na extremidade do tirante, na direção da tração aplicada, em relação à viga ou à linha de referência fixada em local livre de influência dos movimentos localizados da estrutura ou do terreno. Com o macaco reagindo contra a estrutura apoiada no terreno natural, a medição pode ser efetuada no êmbolo do macaco, desde que se meça o deslocamento da estrutura.

Um estágio de carregamento somente pode ser aplicado após a estabilização da pressão do manômetro do conjunto de protensão. Na carga máxima, os deslocamentos de cabeça devem ser menores que 1mm nos seguintes intervalos de tempo:

 5 minutos no caso de solos arenosos;

 10 minutos, no caso de solos argilosos ou não arenosos.

Os ensaios devem atender à seguinte distribuição:

Para Tirantes Definitivos

Executar ensaios do tipo A em pelo menos 10% dos tirantes da obra e do tipo B nos restantes.

Para Tirantes rovisórios

Executar ensaios do tipo C em pelo menos 10% dos tirantes da obra e do tipo D nos restantes.

Para ancoragens próximas, sempre que houver ancoragens com bulbos distando menos de 1,30 metros entre si, o ensaio de recebimento deve ser executado junto com o controle de cargas dos

Infra-estrutura	2
Contenções e Escoramentos	2.13
Cortinas de Contenção	2.13.03

tirantes vizinhos, que não devem apresentar variação de carga superior a 20%.

O ensaio de recebimento deve ser interpretado em relação à estabilização dos deslocamentos da cabeça e atrito ao longo do trecho livre, podendo ser aceito em toda sua plenitude quando:

- ☞ Os deslocamentos da cabeça se estabilizarem com a aplicação da carga máxima de ensaio prevista;
- ☞ Deslocamento máximo da cabeça se situar nas faixas de tolerância estabelecidas na norma NBR 5629 da ABNT.

Na reavaliação deve-se considerar o seguinte:

- ☞ Caso o tirante não resista à carga máxima prevista conforme a tabela 1 ou não atenda aos requisitos dos parágrafos anteriores, deve:
 - ☞ Ser reavaliado o método executivo e o comprimento do bulbo;
 - ☞ Ser reiniciado o procedimento de ensaio tipo A nos próximos 5 tirantes executados;
 - ☞ Ser aceito com carga de trabalho inferior, igual à maior carga estabilizada obtida no ensaio dividida pelo fator de segurança, desde que esta situação seja compatível com o projeto, sendo que, neste caso, é obrigatória a verificação do projeto e a execução de ensaio de fluência neste tirante ou ser executado outro tirante em substituição ao reprovado, no mesmo local ou nas proximidades, sendo que, neste último caso, é obrigatória a verificação do projeto;
 - ☞ No caso de tirante reinjetável, este pode ser reinjetado e repetido o ensaio.
- ☞ Caso o deslocamento máximo da cabeça não se situe nas faixas de tolerância estabelecidas pela norma NBR 5629, deve-se:
 - ☞ Repetir o ciclo de carga, com a finalidade de soltar o trecho livre;
 - ☞ Ser reavaliado o projeto para verificar se o tirante pode ser aproveitado como está;

- ☞ Ser aceito o tirante com carga inferior, reduzindo-se do bulbo o acréscimo de atrito observado no trecho livre;

- ☞ Ser executado ensaio de qualificação para reavaliação do comportamento do tirante.

Para apresentação dos ensaios, todos os resultados devem ser apresentados através de boletins e gráficos conforme estabelecido na norma NBR 5629 da ABNT.

Ensaio de Fluência

No carregamento, deve ser observado o seguinte:

- ☞ Os ensaios devem ser executados com carga constante e nos seguintes níveis de carregamento: 0,75 Ft; 1,00 Ft; 1,25 Ft; 1,50 Ft e 1,75 Ft. Observar que os níveis de carregamento correspondem aos mesmos do ensaio de qualificação, podendo o ensaio de fluência ser executado junto com o de qualificação em um procedimento único;
- ☞ Ensaio consiste em medir deslocamentos da cabeça do tirante tracionado pelo macaco, sob carga constante, no mínimo para os seguintes tempos, em cada estágio: 10 min, 20 min, 30 min, 40 min, 50 min e 60 min;
- ☞ A partir de 60 min, as medições podem ser consideradas suficientes e o estágio concluído, se o deslocamento nos últimos 30 min for inferior a 5% do deslocamento total do ensaio. Caso contrário, devem ser procedidas medições a cada 30 min até a condição acima ser satisfeita.

As medições requeridas são as seguintes:

- ☞ Cargas

Devem ser mantidas as mais estáveis possíveis, aceitando-se no máximo um intervalo de mais ou menos 3% em relação à carga base do estágio, e ser controladas através da correlação com a pressão indicada no conjunto de protensão (no manômetro do conjunto manômetro-macaco-bomba).

- ☞ Deslocamentos da Cabeça

Infra-estrutura	2
Contenções e Escoramentos	2.13
Cortinas de Contenção	2.13.03

Devem ser medidos a partir da carga inicial (F_0), em relação a um ponto de referência fixo na extremidade do tirante, na direção da tração aplicada, medido com dois extensômetros com resolução de 0,01mm, instalados diametralmente opostos em relação ao eixo do tirante.

Notas:

❏ A base de leitura deve ser uma viga de referência fixada em região seguramente fora da influência de deformações do terreno, decorrentes das cargas aplicadas durante o ensaio ou de qualquer outra fonte de perturbação;

❏ Tráfego deve ser evitado nas proximidades e o local do ensaio deve ser protegido da incidência direta do sol, com objetivo de não influenciar os resultados por efeitos de vibração e de variação de temperatura.

Devem ser obrigatoriamente executados ensaios em 1% dos tirantes por obra, por tipo de terreno e por tipo de tirante com um mínimo de dois ensaios por obra.

A interpretação do ensaio deve ser feita de acordo com os requisitos específicos da norma NBR 5629.

Tirante	Ensaio	Estágios de Carga e Descarga
Permanente	Tipo A	F_0 e 0,3Ft; 0,6Ft; 0,8Ft; 1,0Ft; 1,2Ft; 1,4Ft; 1,6Ft e 1,75Ft
Permanente	Tipo B	F_0 e 0,3Ft; 0,6Ft; 0,8Ft; 1,0Ft; 1,2Ft e 1,4Ft
Provisório	Tipo C	F_0 e 0,3Ft; 0,6Ft; 0,8Ft; 1,0Ft; 1,2Ft e 1,5Ft
Provisório	Tipo D	F_0 e 0,3Ft; 0,6Ft; 0,8Ft; 1,0Ft e 1,2Ft

Tabela 01. Cargas a serem aplicadas no ensaio de recebimento.

04. CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO E PAGAMENTO

As perfurações para colocação dos tirantes serão medidas através da avaliação da extensão perfurada, em metros lineares.

O fornecimento e a colocação dos tirantes serão medidos por quilograma de tirante fornecido, aplicado e aprovado nos ensaios.

As placas pré-moldadas de concreto para colocação em cortinas atirantadas terão seus volumes medidos em metros cúbicos.

A protensão e o travamento dos tirantes serão medidos por unidade executada e devidamente aprovada pelos ensaios e pela Fiscalização.

O pagamento se fará de acordo com os respectivos itens da planilha orçamentária da obra, devendo os preços unitários propostos contemplar todas as despesas necessárias à execução dos serviços, como fornecimento de materiais, ferramentas e equipamentos necessários, mão de obra, encargos sociais, tributos, tarifas e eventuais.

Os serviços eventuais de escoramentos, rebaixamento de lençol freático, escavações e

reaterros serão remunerados separadamente, quando ocorrerem.

<i>Infra-estrutura</i>	<i>2</i>
<i>Contenções e Escoramentos</i>	<i>2.13</i>
<i>Cortinas de Contenção</i>	<i>2.13.03</i>

05. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

FONTE	CÓDIGO	DESCRIÇÃO
ABNT	NBR 5629	Execução de Tirantes ancorados no Terreno
ABNT	NBR 6502	Rochas e Solos - Terminologia
ABNT	NBR 7480	Barras e fios de aço para concreto armado - especificação
ABNT	NBR 7482	Fios de aço para concreto protendido - especificação
ABNT	NBR 7483	Cordoalhas de aço para concreto protendido - especificação
ABNT	NBR 7681	Calda de cimento para injeção - especificação