

 VALEC ENGENHARIA, CONSTRUÇÕES E FERROVIAS S.A.	ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO DE INFRAESTRUTURA		
ANCORAGEM INJETADA	80-ES- 028A-11- 8003	FOLHA 1 / 11	REV. 1

1. OBJETIVO

A presente especificação define os critérios básicos para a execução e verificação de serviço de Ancoragem Injetada, a ser executado na infraestrutura de vias férreas. São também aqui apresentados os requisitos concernentes a materiais, controle da qualidade, manejo ambiental, critérios de medição e forma de pagamento dos serviços executados.

2. FINALIDADE DA ANCORAGEM

Este tipo de ancoragem é utilizado nas obras de contenção de maciços.

3. DISPOSIÇÕES NORMATIVAS

Esta especificação tem como fundamentação técnica as disposições das normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT e do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes - DNIT, aplicáveis ao caso, além de critérios julgados cabíveis pela VALEC, os quais prevalecerão sobre os demais.

4. PREMISSA

A localização, comprimentos livres, cargas de trabalho e outros detalhes construtivos de tirantes, assim como detalhes das cortinas de arrimo, constam, obrigatoriamente, dos desenhos de projeto.

5. MATERIAL

- a) A constituição das cabeças de tirante deve permitir o posterior controle de carga de reajustagem de tensão no mesmo.
- b) Para constituição do tirante, somente são admitidos aços aceitos pelas normas da ABNT, para concreto protendido.
- c) A seção transversal total da barras do tirante de aço deve ter, no mínimo, 225 mm² de área e a seção transversal individual de cada barra ou fio, 50 mm².
- d) A proteção anticorrosiva dos elementos de aço da ancoragem é executada da seguinte maneira:

I - quando da sua confecção:

- feita cuidadosa limpeza ou decapagem, a fim de remover todo vestígio de ferrugem superficial, escamas, substâncias gordurosas etc., que ocorram na superfície do aço, através de sua imersão em solução ácida e aplicação de escova de aço.
- aplicada, no mínimo, duas demãos de pintura de produto betuminoso ou, então, no mínimo uma demão de pintura de produto betuminoso e outra de resina epóxica, em todo o aço; o material a ser utilizado nesta pintura deve possuir as seguintes características:

ANCORAGEM INJETADA**80-ES- 028A-11- 8003**

FOLHA

2 / 11

REV.

1

- ser suficientemente deformável, para poder suportar a protensão;
- assegurar e manter uma impermeabilização perfeita;

- aderir perfeitamente ao aço;
- não sofrer retração;
- ser estável ao longo do tempo e
- ser isenta de elementos que favoreçam a corrosão do aço, tais como os sulfatos, no caso de produto betuminoso.

- no comprimento livre do tirante, deve ser utilizada bainha plástica tipo borracha extrudada, envolvendo cada um dos fios;
- a protensão anticorrosiva mencionada deve ser resistente às solicitações mecânicas relativas à instalação do tirante no terreno;

II - quando da execução do tirante:

- no trecho de ancoragem, o recobrimento com nata de cimento das partes de aço deve ter uma espessura mínima de 2 cm; devem ser também utilizados espaçadores para manter fixa a posição dos fios de aço e para garantir um recobrimento uniforme do tirante pelo cimento, fazendo com que o tirante fique centrado no furo;
- O espaço compreendido entre a bainha e a parede do furo deve ser preenchido com nata de cimento.
- A cabeça da ancoragem, para ficar protegida das intempéries, recebe cobertura constituída por um capacete de concreto, colocado logo após a protensão.
- A cabeça da ancoragem e também os pontos de ligação do elemento de aço à mesma devem ser cobertos por nata de cimento, logo após a colocação do capacete de concreto.

e) Para proteção do aço contra a corrosão até a instalação do tirante, devem ser observadas as determinações da ABNT para aços de protensão.

f) O fator água/cimento da nata de cimento não deve ser superior a 0,5, tanto para camada de solo argiloso, como arenoso. A nata deve ter resistência à compressão de 250 kg/cm² na idade do tensionamento.

6. EXECUÇÃO

a) A contratada deve apresentar os relatórios do *ensaio básico* e/ou *ensaio de qualificação*, segundo NB 565 da ABNT, para solo semelhante ao da obra a ser executada, com ancoragem com carga de trabalho igual ou semelhante à utilizada na mesma.

b) A ancoragem injetada deve ser executada pelos mesmos procedimentos e com as mesmas medidas com que o foram aquelas constantes dos atestados dos *ensaios básicos* e/ou de *qualificação* e, sobretudo, o bulbo de ancoragem deve ter o mesmo comprimento.

 VALEC ENGENHARIA, CONSTRUÇÕES E FERROVIAS S.A.	ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO DE INFRAESTRUTURA		
ANCORAGEM INJETADA	80-ES- 028A-11- 8003	FOLHA 3 / 11	REV. 1

- c) Para que o início do trecho livre, junto ao bulbo de ancoragem, tenha uma vedação segura contra a penetração de nata de cimento, por ocasião da injeção sob pressão para a formação deste mesmo bulbo, devem ser garantidas:
- I - a amarração, com fio de arame, de cada bainha ao respectivo fio;
 - II - a utilização de fita adesiva para complementar a vedação entre a bainha e o fio;
 - III - a amarração, com fio de arame, do conjunto de fios e respectivas bainhas e;
 - IV- a não injeção de manchete mais próxima do comprimento livre, caso seja do consenso da contratada.
- d) Não são aceitas ancoragens que apresentem a proteção anticorrosiva dos elementos de aço danificada quando da instalação do tirante no terreno. O transporte do tirante do local de montagem ao de instalação deve ser cuidadoso.
- e) Não são aceitas ancoragens injetadas em que, por deficiência construtiva, o bulbo ultrapasse o comprimento previsto pelo projeto, atingindo a estrutura de ancoragem.
- f) O comprimento livre mínimo do tirante (aço) deverá ser de 3 m.
- g) Por ocasião da protensão e dos ensaios, é proibida a permanência ou a movimentação de pessoal à frente dos macacos, devendo ser prevista proteção adequada para os mesmos, se necessário.
- h) Caso o afastamento entre os eixos dos bulbos de ancoragem seja menor que 1,30 m, será necessário a realização de ensaio para um grupo de três ancoragens, a fim de verificar a influência recíproca das diversas ancoragens. Para tanto, as diversas ancoragens devem ser mantidas simultaneamente sob carga e observadas.
- i) Caso o afastamento entre os eixos dos bulbos de ancoragem seja menor que 1,30 m e o recobrimento de terra menor que 5 m, deve se verificar, obrigatoriamente, se existe segurança suficiente contra a ruptura do solo de ancoragem.
- j) Deformações do solo poderão causar movimentos prejudiciais ao escoramento do aterro, mesmo quando a estabilidade está assegurada. Isso vale, sobretudo, para aterros profundos e longos de solos coesivos ou sensíveis ao recalque. Se for o caso, deve ser efetuada uma verificação especial de fluência.
- k) Se, devido às condições do terreno durante o estado de uso da ancoragem, houver possibilidade de ocorrerem deslocamentos contínuos ou uma diminuição da força de protensão aplicada, pode ser necessário um controle de carga das ancoragens, mesmo após o *ensaio de recebimento*, bem como a anotação contínua de deslocamentos verticais e horizontais de pontos críticos.
- l) Ancoragens que se encontram submetidas a esforços secundários não previstos na respectiva memória de cálculo, não são aceitas pela fiscalização.

 ENGENHARIA, CONSTRUÇÕES E FERROVIAS S.A.	ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO DE INFRAESTRUTURA		
ANCORAGEM INJETADA	80-ES- 028A-11- 8003	FOLHA 4 / 11	REV. 1

m) A contratada deve montar e manter a plataforma, ou acessos equivalentes, para a realização dos ensaios de controle das ancoragens.

n) O uso de aditivos no material de injeção somente é permitido após aprovação da VALEC-RJ, que deverá conhecer, previamente, a sua composição.

o) Os dados de execução determinantes da capacidade de carga devem ser anexados aos documentos de construção. Fazem parte destes dados o sistema de perfuração, os limites das camadas do solo verificados por ocasião das perfurações para as ancoragens, a composição do material de injeção (tipo de cimento, fator água/cimento, aditivos), a quantidade de material injetado, o comprimento do bulbo e outras particularidades da execução, bem como a apresentação do *ensaio de recebimento*.

7. ENSAIOS DE RECEBIMENTO

7.1 Introdução

a) Denomina-se carga limite (Flim) de ensaio, a máxima carga aplicada à ancoragem para a qual ainda há estabilização do deslocamento da cabeça da mesma, que não pode ser superior a 0,9 da carga de escoamento do aço, ou seja:

$F_{lim} \leq 0,9 \times T_e \times S_f$, onde T_e é a tensão de escoamento do aço e S_f , a área seção do aço.

b) A carga de trabalho do tirante pode ser considerada como:

$F_{trab} < \frac{0,9 \times T_e \times S_f}{1,75}$, onde f é o fator de segurança, devendo ser sempre maior que 1,75

c) O ensaio só é executado após o prazo mínimo de sete dias para cimento Portland comum. No caso de eventual emprego de outro cimento e aditivos, outro prazo de cura poderá ser justificado.

d) Em princípio, pode ser utilizado um deflectômetro para medir os deslocamentos da cabeça da ancoragem.

7.2 Ensaio de Recebimento Tipo I

a) Esse tipo de ENSAIO DE RECEBIMENTO deve ser executado em nove ancoragens de um grupo de dez, grupo esse com a mesma carga de trabalho. Cada uma dessas nove ancoragens deve ser tracionada até atingir a carga máxima de ensaio, que será de 1,4 F_{trab} .

b) Cada ancoragem deve ser tracionada em estágios sucessivos de 0,4 F_{trab} , 0,8 F_{trab} , 1,0 F_{trab} , 1,2 F_{trab} e 1,4 F_{trab} .

c) Os deslocamentos da cabeça da ancoragem (deslocamentos totais) sob carga máxima de ensaio (1,4 F_{trab}) devem ser medidos e observados até ser verificada sua estabilização durante vinte minutos, no mínimo.

 ENGENHARIA, CONSTRUÇÕES E FERROVIAS S.A.	ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO DE INFRAESTRUTURA		
ANCORAGEM INJETADA	80-ES- 028A-11- 8003	FOLHA 5 / 11	REV. 1

- d) Cada ancoragem deve ser descarregada em estágios sucessivos (1,2F_{trab}, 1,0 F_{trab}, 0,8F_{trab}, 0,4F_{trab}), até a carga inicial F₀, para que se obtenham dados sobre o deslocamento permanente.
- e) Por motivos técnicos de medição, a força de tração tem um valor inicial F₀, não maior que 0,1 x T_e x S_f ou maior que 0,2 F_{trab}.
- f) A seguir, cada ancoragem deve ser submetida à F_{trab} prevista.
- g) Para esse tipo de ensaio de recebimento, ver figura 1, adiante.

7.3 Ensaio de Recebimento Tipo II

- a) Esse tipo de ENSAIO DE RECEBIMENTO deve ser executado em uma ancoragem de um grupo de dez, grupo esse com mesma carga de trabalho. A ancoragem a ser testada deve ser escolhida, aleatoriamente, pela fiscalização. Essa ancoragem deve ser tracionada até atingir a carga máxima de ensaio de 1,75 F_{trab}.
- b) A ancoragem deve ser tracionada em estágios sucessivos de 0,4 F_{trab}, 0,8 F_{trab}, 1,0 F_{trab}, 1,2 F_{trab}, 1,4 F_{trab}, 1,6 F_{trab}, até 1,75 F_{trab}. Devem ser feitas medições dos deslocamentos da cabeça da ancoragem (deslocamentos totais), a partir de um ponto de referência fixo na extremidade da mesma, na direção da tração, para cada um dos estágios de tração.
- c) Os deslocamentos da cabeça da ancoragem (deslocamentos totais) sob carga máxima de ensaio (1,75 F_{trab}) devem ser medidos e observados durante trinta minutos, no mínimo, até ser verificada sua estabilização.
- d) A seguir, a ancoragem é descarregada em estágios sucessivos (1,6 F_{trab}, 1,4 F_{trab}, 1,2 F_{trab}, 0,8 F_{trab}, 0,4 F_{trab}) até a carga inicial F₀, para que se obtenham dados sobre o deslocamento permanente.
- e) Por motivos técnicos de medição, a força de tração tem um valor inicial F₀, não maior que 0,1T_eS_f ou não maior que 0,2 F_{trab}.
- f) A seguir, a ancoragem deve ser submetida à F_{trab} prevista.
- g) Para essas ancoragens devem ser elaborados os diagramas carga X deslocamento e tempo X deslocamento.
- h) Para este tipo de ensaio de recebimento, ver figura 2, adiante.

7.4 Observação

Como a ancoragem a ser utilizada permite reinjeção (injeção adicional após a execução), é aceito novo ensaio para os tirantes que não atenderem à carga limite prevista nos ensaios de recebimento dos tipos I e II. Deve ser verificada a necessidade de execução de ancoragem de reforço, para que, em tal eventualidade, seja analisado o projeto da cortina.

 ENGENHARIA, CONSTRUÇÕES E FERROVIAS S.A.	ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO DE INFRAESTRUTURA		
ANCORAGEM INJETADA	80-ES- 028A-11- 8003	FOLHA 6 / 11	REV. 1

7.5 Ensaios de Recebimento Tipos I e II - Processo para a Representação e Avaliação dos Ensaios de Tração

7.5.1 Introdução

Este processo de avaliação dos resultados de ensaios permite com exatidão suficiente, a avaliação de uma ancoragem injetada no que se refere à sua capacidade de carga, comprimento livre do tirante, deslocamento permanente e perda de carga por atrito por ocasião da protensão.

7.5.2 Símbolos e Definições

a) Notação

I - Esforços

F_o - carga inicial da ancoragem

F_{trab} - carga de trabalho da ancoragem

F_{lim} - carga limite de ensaio

P_a - perda de carga por atrito por ocasião da protensão

II - Deslocamento da extremidade externa da ancoragem no sentido da carga.

III- Deslocamentos totais

Tendo em vista que os deslocamentos que ocorrem com forças abaixo da carga inicial F_o não são medidos, os deslocamentos medidos na carga F sempre correspondem à grandeza de carga ($F - F_o$).

d_e - deslocamento elásticos

d_p - deslocamento permanente

IV) Parâmetros do elemento em aço (tirante):

S_f - Seção transversal total

T_e - Limite de escoamento do aço do tirante

E - Módulo de elasticidade do aço.

b) Definições (ver figuras 1b e 2b abaixo):

As linhas limites recomendadas correspondem às linhas entre as quais deverão se situar as curvas características dos deslocamentos elásticos determinados, para que o comprimento livre do tirante, l_{ltd} , calculado em função dos deslocamentos, não seja essencialmente diferente do trecho livre do tirante, l_{lte} , previsto teoricamente e para que a perda de carga por atrito, P_a , se mantenha dentro de limites considerados razoáveis pelo critério abaixo:

I - A linha limite superior \underline{a} , é dada pela equação:

ANCORAGEM INJETADA

80-ES- 028A-11- 8003

FOLHA

7 / 11

REV.

1

$$de_a = \frac{F - F_0}{E \times TeSf} \times \left(l_{te} + \frac{l_0}{2} \right)$$

onde:

l_0 = comprimento de ancoragem do tirante e

E = módulo de elasticidade do aço.

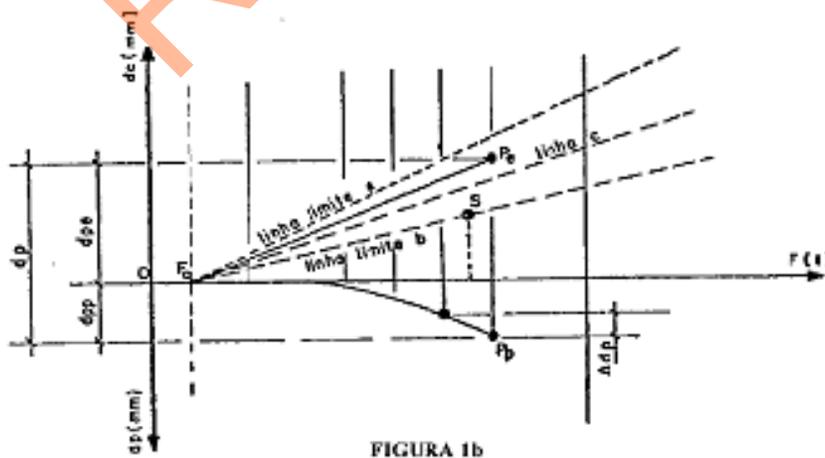
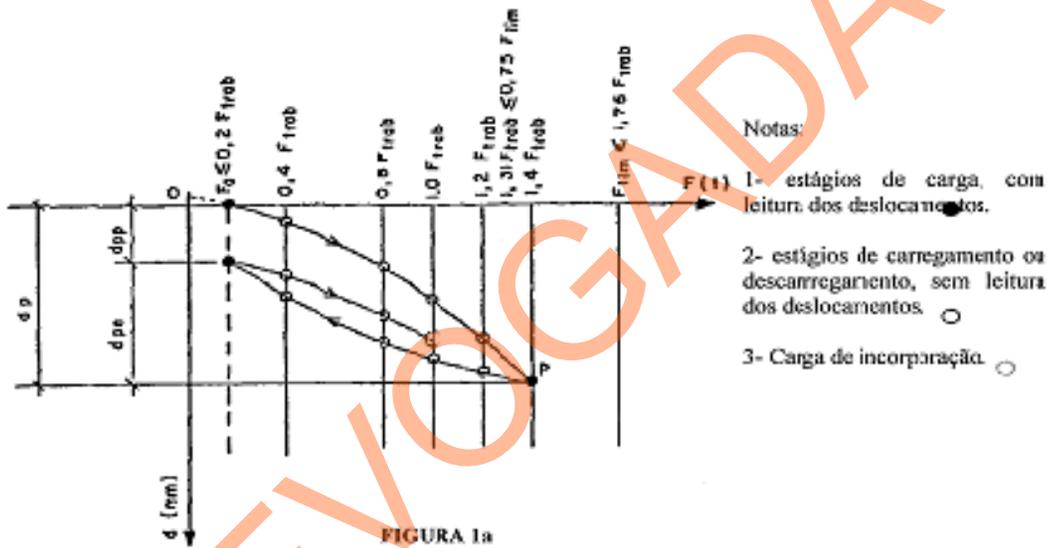


FIGURA 1b

FIGURA 1

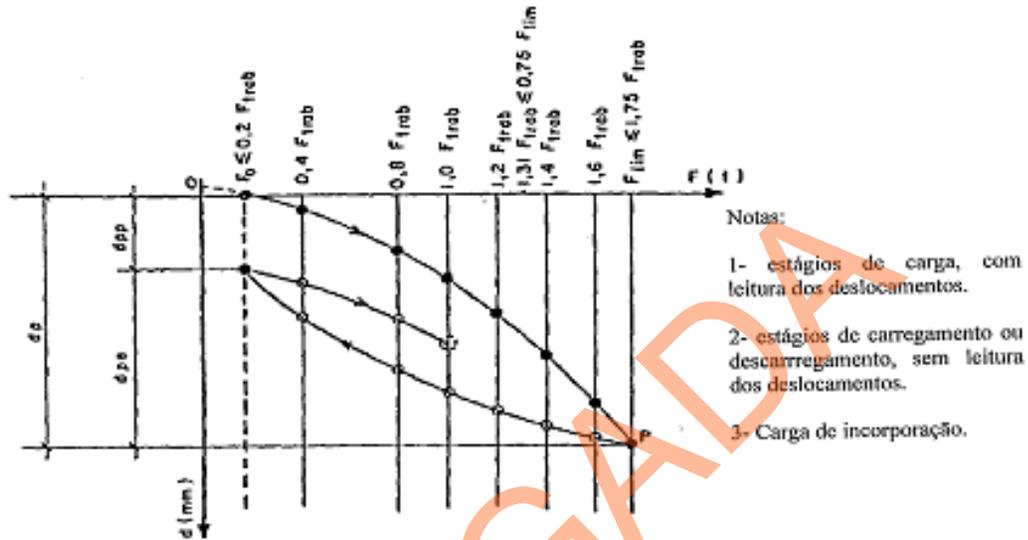


FIGURA 2a



II - A linha limite inferior b, que corresponde ao alongamento do tirante com o trecho livre do aço diminuindo em 20%, é dada, para $F > 0,75 F_{lim} + F_0$, pela equação:

ANCORAGEM INJETADA

80-ES- 028A-11- 8003

FOLHA
9 / 11

REV.
1

$$deb = 0,8 \times \frac{E - F_0}{E \times S_f} \times l_{te}$$

O traçado F_0S considera a diminuição no alongamento devido a perdas de carga por atrito na protensão.

III - As coordenadas do ponto "S" são obtidas em função de F_{lim} e F_0 , segundo a seguinte tabela:

PONTO	EIXO DE DESLOCAMENTO - de	EIXO DE CARGA - F
S	$0,6 \times F_{lim} \times \frac{l_{te}}{E \times S_f}$	$0,75 F_{lim} + F_0$

IV - Em geral, é aconselhável uma comparação da linha dos deslocamentos elásticos com uma média \bar{C} , que corresponde ao alongamento elástico de um elemento de aço com o comprimento l_{te} previsto teoricamente:

$$dec = l_{te} \times \frac{E - F_0}{E \times S_f}$$

V) Considera-se $F_{lim} < 1,75 F_{trab}$, uma vez que

$$F_{trab} < \frac{0,9 T_e S_f}{1,75} \text{ e } F_{lim} < 0,9 T_e S_f$$

7.6 Ensaio de Recebimento Tipo I e II - Análise

7.6.1 Apresentação

- Os resultados dos ensaios de tração segundo os itens 5.2 e 5.3 estão registrados nas figuras 1 e 2, respectivamente.
- Como só há um ciclo de alívio depois de atingida a carga máxima de ensaio de ancoragem, os deslocamentos elásticos e permanentes somente podem ser registrados para esta carga.
- Todavia, adotando-se como aproximação dos deslocamentos elásticos, de acordo com o apresentado nas figuras 1b e 2b, a reta F_0P_e , ao invés da curva desconhecida, obtém-se uma curva aproximada dos deslocamentos permanentes, d_{pp} , através da subtração dos deslocamentos elásticos adotados, d_{pe} , dos deslocamentos totais, d_p .

 ENGENHARIA, CONSTRUÇÕES E FERROVIAS S.A.	ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO DE INFRAESTRUTURA		
ANCORAGEM INJETADA	80-ES- 028A-11- 8003	FOLHA 10 / 11	REV. 1

- d) A soma dos deslocamentos elásticos e permanentes tem que resultar nos deslocamentos totais.
- e) A aproximação recomendada é suficiente para a avaliação da ordem de grandeza dos deslocamentos elásticos e permanentes no âmbito da carga de ensaio máxima e conseqüentemente do comportamento estrutural da ancoragem. Com estágios de cargas menores, as forças de atrito desprezadas podem levar a uma representação errônea dos deslocamentos permanentes, dpp.

7.6.2 Segurança do bulbo de ancoragem:

- a) As condições de recebimento relativas à capacidade de carga estarão preenchidas se os deslocamentos a $1,4 F_{trab}$ e $1,75 F_{trab}$ se estabilizarem dentro do tempo de ensaio.
- b) Para avaliar a capacidade do bulbo de ancoragem no terreno, a curva dos deslocamentos permanentes (ver figuras 1b e 2b) deve ser comparada com as respectivas curvas dos *ensaios básicos* ou de *qualificação*.
- c) A segurança exigida geralmente ocorre quando o deslocamento permanente na carga de ensaio não for maior que o deslocamento permanente dos *ensaios básicos* ou de *qualificação*. Além disso, o aumento dp dos deslocamentos permanentes dpp, entre as cargas de trabalho e de ensaio, não deve ser maior no *ensaio de recebimento* do que nos *ensaios básicos* ou de *qualificação*.

7.6.3 Trecho livre do aço

- a) Não deve haver diferença essencial entre o trecho livre do aço, calculado através dos deslocamentos l_{ltd} e o trecho livre do aço, previsto, l_{lte} . Essa exigência será satisfeita se a curva de deslocamentos elásticos se situar dentro das linhas limites "a" e "b" (ver figuras 1b e 2b).
- b) Como, no entanto, desta curva, somente é determinado o deslocamento elástico sob a carga de ensaio máxima (ponto P_e nas figuras 1b e 2b), é suficiente a verificação de que este ponto P_e esteja situado entre as linhas limites a e b.

7.6.4 Controle

A fiscalização deve usar para controle dos ensaios de recebimento de tirantes, tanto para o Tipo I, como para o Tipo II, os modelos constantes na presente especificação, assim como nos tirantes utilizados nos ensaios.

8. MANEJO AMBIENTAL

- a) Durante a execução da obra, devem ser preservadas as condições ambientais, com a exigência, entre outros, dos seguintes procedimentos:

 VALEC ENGENHARIA, CONSTRUÇÕES E FERROVIAS S.A.	ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO DE INFRAESTRUTURA		
ANCORAGEM INJETADA	80-ES- 028A-11- 8003	FOLHA 11 / 11	REV. 1

I - todo o material excedente ou sobras devem ser removidos das proximidades da obra, devendo ser transportado para local pré-definido em conjunto com a fiscalização, sendo vedado seu lançamento na faixa de domínio, nas áreas lindeiras, no leito de rios e em quaisquer outros locais onde possam causar prejuízos ambientais;

II - o tráfego de máquinas e funcionários deve ser disciplinado de forma a evitar a abertura indiscriminada de caminhos e acessos, pois acarretaria desmatamento desnecessário;

III - a área afetada pelas operações de construção deve ser recuperada mediante a limpeza do canteiro de obras, devendo ainda ser efetuada sua recomposição ambiental;

IV- durante o desenvolvimento da obra deve ser evitado o tráfego desnecessário de veículos e equipamentos por terrenos naturais de modo a evitar a sua desfiguração.

b) Além destas, devem ser observadas, no que couberem, as disposições das Normas Ambientais da VALEC (NAVAS) e da Política Ambiental da empresa.

9. CRITÉRIO DE MEDIÇÃO

Os serviços de ancoragem injetada com aplicação de tirante são medidos por:

- unidades de tirante, de acordo com o indicado em projeto e
- bulbos e ancoragens, por unidade fixada.

10. FORMA DE PAGAMENTO

Os serviços são pagos conforme preço unitário contratual, nos quais estão incluídos o fornecimento e transporte de materiais, preparação e limpeza, pintura de proteção anticorrosiva, amarrações e demais serviços necessários à sua execução, inclusive ensaios e testes, utilização de equipamentos e ferramentas, bem como mão de obra com encargos.