

Tirantes



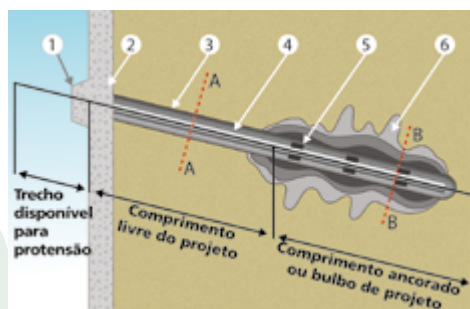
ÍNDICE

1. Definição
2. Norma
3. Objetivo
4. Documentos de obra
5. Definições
6. Equipamentos, acessórios e ferramentas
7. Equipe de trabalho
8. Sequência executiva
9. Avaliação de desempenho do tirante
10. Verificação e manutenção de cortinas atirantadas
11. Modelo de boletim de execução
12. Guia resumido para dimensionamento e ensaio de tirantes

1. DEFINIÇÃO

Tirante é uma peça composta por um ou mais elementos resistentes à tração, montada segundo especificações do projeto. Estes elementos são introduzidos

no terreno em perfuração previamente executada. Logo após é feita injeção de calda de cimento ou de outro aglutinante na parte inferior destes elementos, formando o bulbo de ancoragem, que é ligado à parede estrutural, pelo trecho não injetado do elemento resistente à tração e pela cabeça do tirante (Figura 1).



1 Cabeça do tirante / 2 Estrutura de reação / 3 Perfuração do terreno / 4 Bainha coletiva / 5 Aço, fibra etc. / 6 Bulbo de ancoragem

Figura 1 - Partes constitutivas do Tirante

2. NORMA

NBR 5629 (Abril/2006) – Execução de Tirantes Ancorados no Terreno.

3. OBJETIVO

Este documento:

- Estabelece diretrizes e condicionantes para executar, verificar e avaliar tirantes ancorados em solos ou em rochas, que suportem cargas de tração tanto provisórias quanto permanentes.
- Descreve e fixa equipamentos, ferramentas e acessórios mínimos necessários para executar os serviços.
- Especifica equipe mínima para executar os trabalhos, definindo tarefas e responsabilidades.
- Especifica materiais suficientes para realizar a obra.

4. DOCUMENTOS DE OBRA

Os documentos mencionados abaixo devem estar disponíveis na obra.

- Projeto dos tirantes, com cargas de trabalho, de cravação e de ensaio.
- Locação dos tirantes.
- Ângulos.
- Comprimento livre acrescido do trecho disponível para protensão, e comprimento ancorado.
- Desenho e relatório de sondagens do solo.
- Boletim de controle diário de execução dos tirantes.
- Boletim de controle de protensão.
- Certificado de aferição do conjunto: macaco, bomba e manômetro.

5. DEFINIÇÕES

São aplicáveis as definições constantes na NBR 5629 e as definições seguintes, que estão mostradas nas Figuras 2 e 3.

5.1 Bainha coletiva

Tubo não degradável de isolamento coletivo, de contato com o terreno, utilizado na proteção conjunta de todos os elementos de tração.

5.2 Bainha individual (espaguete)

Tubo não degradável de isolamento individual, que serve de proteção para cada elemento de tração.

5.3 Boletim de execução do tirante

Documento a ser preenchido para todos os tirantes, onde constam dados de montagem, perfuração, injeção e protensão dos tirantes, conforme mostra a Figura 5. Deve registrar no mínimo os seguintes dados de execução dos tirantes:

- identificação da obra e da data.
- identificação do tirante.
- capacidade de carga.
- característica da armação.
- comprimento da armação.
- consumo de calda de cimento, incluindo pressão de injeção e todas as fases de injeção.
- observações adicionais referentes às ocorrências relevantes durante a execução do serviço.
- nome e assinatura do executor.

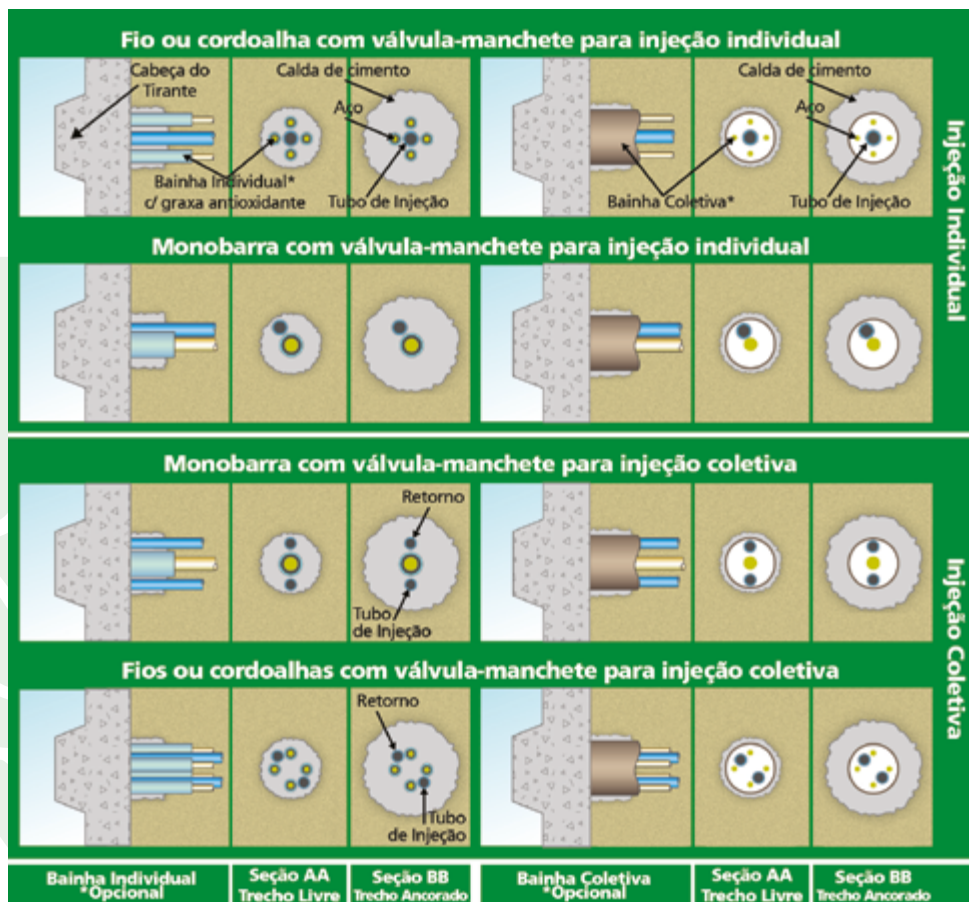


Figura 2 - Características básicas de alguns tipos de Tirantes.

5.4 Bomba de perfuração

Equipamento capacitado a fornecer energia ao fluido de perfuração.

5.5 Bomba injetora

Equipamento receptor da calda de injeção do misturador, que forneça energia suficiente para a condução da calda pressurizada até o trecho de ancoragem, passando pelo comando de injeção, conforme mostrado na Figura 3.

5.6 Cabeça de perfuração – cabeça d'água

Acessório instalado na extremidade superior da haste ou do tubo de perfuração, ligado à bomba de fluido de perfuração, que permite o fluxo do fluido de perfuração simultaneamente à rotação, percussão ou rotopercussão da haste.

5.7 Cabeça do tirante

Dispositivo que transfere a carga do tirante para a estrutura a ser ancorada.

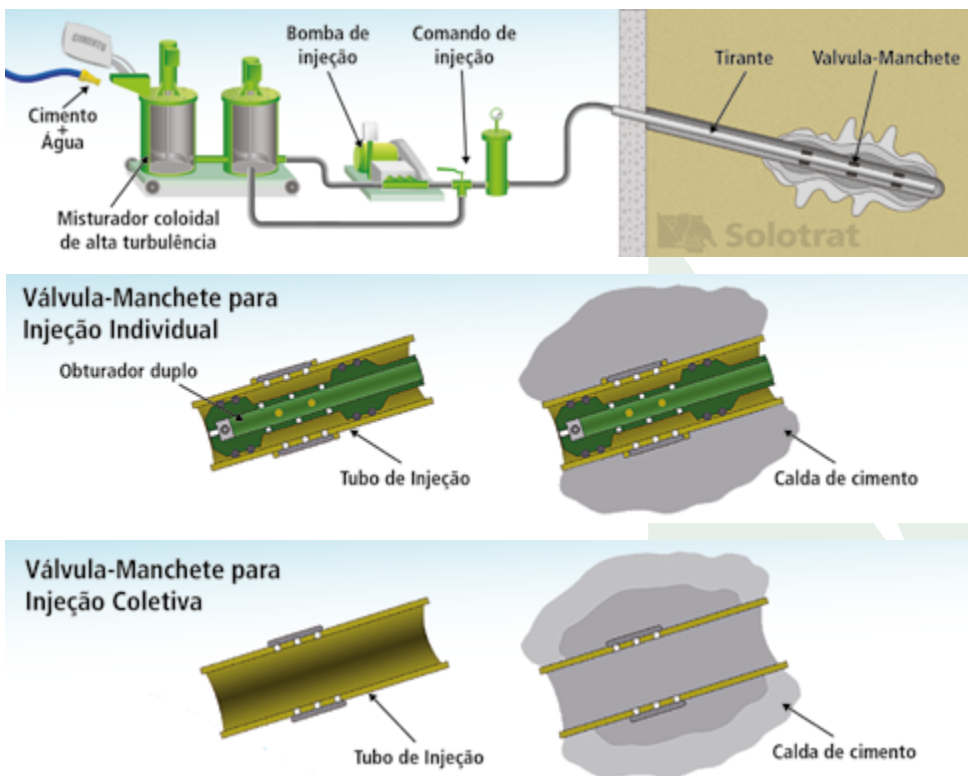


Figura 3 - Detalhes do sistema de injeção.

Ele é constituído por placas de apoio planas, cunhas de inclinação, dispositivos de fixação dos elementos tracionados etc.

um pulmão estabilizador de pressão, localizado entre a bomba e a coluna de injeção, que permite a operação e o controle de injeção.

5.8 Calda de injeção

Aglutinante, resultado da mistura de água e cimento comum em misturador de alta turbulência, mantido na forma coloidal para ser injetado. Normalmente esta mistura se dá por valores entre 0,5 e 0,7 da relação entre o peso da água e o do cimento.

5.10 Bainha

Calda de cimento, aplicada sob pressão (não gravitacional), recompõe o espaço do solo escavado na perfuração, ou originado da diferença entre o volume ocupado pelo tirante e pelo volume do furo.

5.9 Comando de injeção

Conjunto com dois registros rápidos e

5.11 Elemento de tração

Parte estrutural do tirante que trabalha

sempre à tração, usualmente é composto por um ou mais fios, por cordoalhas ou por barras de aço.

5.12 Fase de injeção

Injeção da calda de cimento sob pressão, executada em todo grupo de válvulas.

5.13 Ferramenta de corte

Elemento metálico dotado de metais cortantes, específicos para cada tipo de terreno, tais como vídeas, diamantes etc.

5.14 Fluido estabilizante

Lama de argila, ou de outros materiais, que estabilize provisoriamente a perfuração, até a introdução dos elementos de tração.

5.15 Fluido de perfuração

Elemento utilizado para lubrificar e conduzir o material escavado para fora do furo. Pode ser água limpa, lama, fluido estabilizante, ar comprimido etc.

5.16 Injeção

Operação para fixar a armação de tração no terreno, resultante da introdução sob pressão de um aglutinante, usualmente calda de cimento.

5.17 Misturador e agitador

Prepara a calda de cimento em misturador de alta turbulência e agitador, para manter o estado coloidal da mistura, medindo geometricamente seu volume.

5.18 Obturador duplo

Acessório metálico, rosqueado na

extremidade das colunas de injeção (no caso de injeção nas válvulas-manchete), que permite o fluxo da calda de injeção somente ortogonalmente ao seu eixo, e no espaço compreendido pelos dois sistemas de vedação.

5.19 Perfuração

Execução de escavação cilíndrica no terreno para introdução dos elementos de tração.

5.20 Proteção contra corrosão

Execução de sistemas de proteção especificados no projeto.

5.21 Tubo de injeção

Tubo que permite a injeção no tirante e ao longo do qual estão dispostas as válvulas do tipo manchete ou comum. Este tubo é introduzido na perfuração, junto aos elementos de tração, fixando-os no terreno.

5.22 Válvula-manchete para injeção individual

Ponto de injeção no tubo ancorado (com elasticidade suficiente para expansão e contração), que veste o tubo de injeção. Este tubo apresenta furos para passagem da calda. Por este ponto podem ser realizadas uma ou mais fases da injeção com o obturador duplo, que permite o controle local dos volumes e pressões em cada manchete.

5.23 Válvula comum - injeção coletiva

Pontos de injeção no tubo ancorado (com elasticidade suficiente para expansão e

contração), que veste o tubo de injeção. Este tubo tem furos para passagem da calda de cimento. As válvulas sofrem injeção a partir da boca do tirante, todas ao mesmo tempo. Não se sabe qual recebe a injeção, nem o volume e pressão que incidem em cada uma, controla-se só o volume total e pressão aplicada.

5.24 Ensaios de tirantes

Procedimentos executivos para verificação do desempenho de um tirante. São classificados em ensaios de qualificação, de recebimento e de fluência.

a) ensaio de qualificação: verifica, em um dado terreno, o desempenho de um tipo de tirante depois da injeção.

b) ensaio de recebimento: controla capacidade de carga e comportamento de todos os tirantes de uma obra.

c) ensaio de fluência: avalia a estabilização do tirante sob a ação de cargas de longa duração.

Existe ainda o ensaio básico ou de qualificação, no qual se escava a ancoragem para exame. Somente é aplicado quando há dúvidas sobre o desempenho de um novo modelo de tirante.

5.25 Executante

Empresa que realiza o serviço ou o produto descrito neste documento.

6. EQUIPAMENTOS, ACESSÓRIOS E FERRAMENTAS

Para executar tirantes injetados e colocá-los em operação são necessários os seguintes equipamentos e acessórios,

agrupados por atividade.

6.1 Montagem (quando no canteiro de obra)

- Ferramentas de corte: discos elétricos de corte ou serras manuais para cortar o elemento de tração e o tubo de injeção, deixando-os na dimensão do projeto.
- Bancada coberta: com extensão, pelo menos, 1 m superior à do comprimento do maior tirante, no caso de fios e cordoalhas, ou da maior peça, no caso de barras. Usada quando se aplica proteção anticorrosiva. É necessária quando o tirante é produzido na obra.
- Furadeira elétrica de porte manual: para brocas com diâmetros de até 10 mm, utilizada para executar as perfurações no tubo de injeção.

6.2 Perfuração

- Perfuratriz: para perfurar o terreno, pode ser sobre carreta ou de porte manual, compatível com diâmetro e comprimento da perfuração, e com tipo de solo ou de rocha.
- Bomba d'água ou de lama: utilizada nos casos em que o fluido de perfuração é líquido (água ou lama).
- Compressor: utilizado nos casos em que o fluido de perfuração é ar.
- Hastes e revestimentos, cabeças de perfuração e ferramentas de corte: compatíveis com o material a ser perfurado.
- Transferidor de pêndulo e esquadros de madeira.

6.3 Injeção

- Bomba injetora: com capacidade de vazão e pressão de trabalho compatíveis com a necessidade da obra. No caso de tirantes que utilizam válvulas-manchete, a capacidade da bomba de injeção deve ser maior ou igual a 5 MPa (50 Kg/cm²).

- Mangueiras de alta pressão: componentes rígidos ou flexíveis, com resistência à ruptura 50% superior à pressão de abertura máxima prevista.

- Misturador: com capacidade para bater calda em alta turbulência, 1.750 rpm.

- Agitador: equipamento composto por caçamba com capacidade para manter a calda em suspensão, com rotação mínima de 50 rpm. É dispensável, caso o misturador produza calda suficiente para atender a demanda da obra.

- Hastes de injeção: componentes metálicos retilíneos com roscas emendadas por luvas estanques.

- Obturador duplo para tirantes.

- Comando de injeção.

- Válvula tipo manchete ou comum.

- Tubo para lavagem do tubo de injeção.

6.4 Protensão

- Manômetro, bomba e macaco (hidráulico, elétrico ou manual) com capacidade de trabalho de, no mínimo, 1,25 vez a carga máxima de ensaio, e precisão mínima de 10 kN, devidamente aferidos.

- Régua ou extensômetros: instrumentos para medir deformações, com resolução milimétrica.

7. EQUIPE DE TRABALHO

7.1 Encarregado geral

a) Verifica: condições para entrada e movimentação de equipamentos no canteiro da obra; descarregamento de equipamentos, utensílios e ferramentas; instalação da central de trabalho e implantação geral da obra.

b) Verifica a sequência executiva de acordo com características da obra e necessidades do cliente.

c) Coordena o DDS (diálogo diário de segurança) antes do início das atividades diárias e instrui em relação à segurança durante a execução dos serviços.

d) Instala a perfuratriz ou a sonda junto do ponto a ser perfurado, com inclinação, direção e fixação que atendam ao projeto e à execução da perfuração.

e) Determina o sistema de perfuração.

f) Loca o conjunto de injeção.

7.2 Montador

a) Desenrola os elementos de tração recebidos em rolos, esticando-os, ou recebe as barras retilíneas e as armazena em local isolado do solo e coberto (veja o item 6.1).

b) Corta os elementos de tração conforme o projeto (veja o item 6.1).

c) Executa proteção anticorrosiva de bancada (veja o item 6.1). Deve ter especial atenção no isolamento da bainha individual com o trecho de ancoragem.

d) Monta válvulas-manchete ou comuns, trecho ancorado e trecho livre.

e) Armazena materiais em local coberto, isolado do solo, protegido contra danos.

7.3 Operador de perfuratriz

- Perfura, observando as camadas atravessadas.
- Preenche o boletim de perfuração (Item 11).

7.4 Injetador

- Instala o tirante no furo e executa a injeção da bainha.
- Prepara calda de cimento e organiza o controle de volume e pressão de injeção.
- Lava conjunto de injeção a cada fase.
- Lava o tubo de injeção a cada fase.
- Preenche boletim de injeção (Item 11).
- Faz a injeção na cabeça.
- Executa e protege a cabeça (este serviço pode ficar a cargo do contratante).

7.5 Protendedor

- Monta conjunto de ancoragem em cada tirante, com elementos de tração alinhados ao eixo do tubo de injeção.
- Executa o ensaio de tração e incorporação.
- Preenche boletim do ensaio (Item 11).

7.6 Auxiliar geral

Auxilia os especialistas nas atividades principais.

8. SEQUÊNCIA EXECUTIVA

Na Figura 4 indica-se esquematicamente esta sequência:

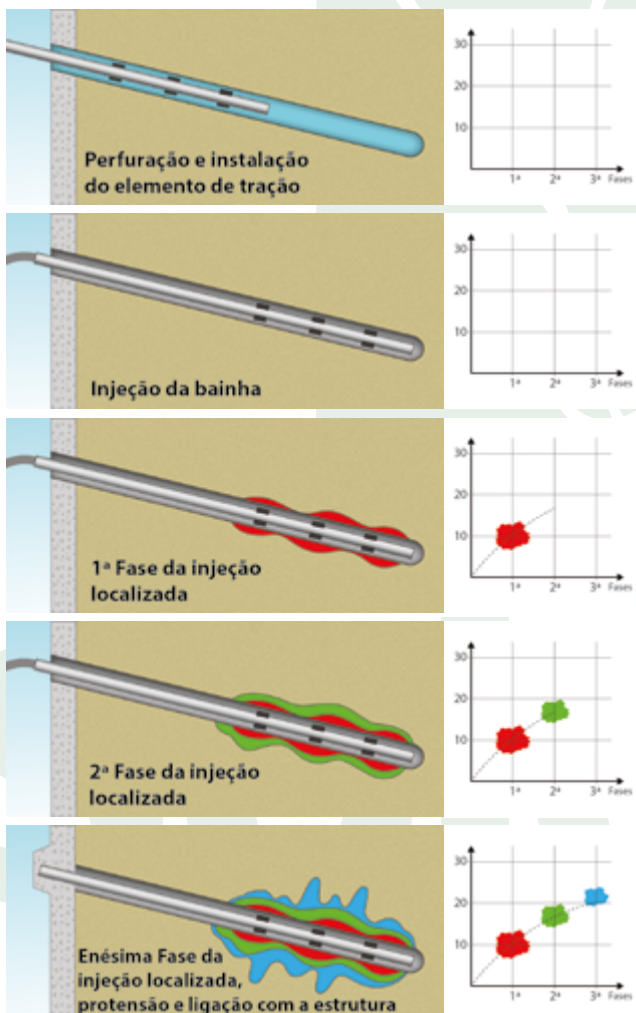


Figura 4 - Sequência executiva esquemática.

• **Perfuração:** é aceitável o uso de qualquer sistema de perfuração desde que se garanta a estabilidade da escavação, até que ocorra a injeção. É permitido o uso de revestimento metálico provisório ou de fluido estabilizante.

• **Especificações para ancoragem:** o comprimento da ancoragem, bem como os volumes e pressões finais utilizados para abertura e injeção nas válvulas são aqueles fornecidos pelo projetista.

• **Injeção**

- **Bainha:** feita de forma ascendente, com fator água/cimento = 0,5 (em peso) até que a calda extravase pela boca do furo. Caso haja perda substancial de calda, pode ser injetado solo-cimento, de forma a promover o preenchimento da parte anelar do furo/tirante. Pode-se optar pelo preenchimento do furo com calda de cimento e a posterior introdução da parte metálica.

- **Fases de injeção:** injeção de calda de cimento com fator água/cimento igual a 0,5 (em peso), com expectativa de valores de pressão de abertura variável de até 5MPa e de injeção de até 2 MPa.

- **Primeira fase,** limitada a um saco de cimento por válvula, ou pressão de injeção lida menor que 2 MPa.

- **Demais fases** limitadas a meio saco de cimento por válvula, até atingir a pressão de injeção desejada.

• **Ensaio:** passados sete dias da última fase de injeção, de acordo com a NBR 5629, ou a critério da consultoria.

• **Cabeça de ancoragem:** depois de concluída a protensão, são instalados dois tubos para injeção na cabeça do tirante. Após a concretagem da cabeça do tirante, é feita a injeção da calda de cimento por um dos tubos, o outro tubo serve como respiro.

9 AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DO TIRANTE

Para verificar o desempenho do tirante deve ser realizado o ensaio de tração, conforme recomendação do projeto ou então da NBR 5629.

II TIPOS DE ENSAIO							
TIPO	CASO	ESTÁGIOS DE CARGA			FREQUÊNCIA		
Qualificação	Permanente ou Provisório	Fo = 0,1; 0,4; 0,75; 1,0; 1,25; 1,5; 1,6; 1,75 (vezes a carga de trabalho). Aliviar sempre a cada novo estágio até Fo e recarregar até um estágio superior.			A critério da experiência local/projeto		
Recebimento	Permanente ou Provisório	tipo A Fo = 0,3; 0,6; 0,8; 1,0; 1,2; 1,4; 1,6; 1,75	tipo B Fo = 0,3; 0,6; 0,8; 1,0; 1,2; 1,4	tipo C Fo = 0,3; 0,6; 0,8; 1,0; 1,2; 1,5	tipo D Fo = 0,3; 0,6; 0,8; 1,0; 1,2	Em todos os ensaios, descarregar até Fo.	1 a cada 10 un todos 1 a cada 10 un todos
Fluência	Permanente ou Provisório	0,4; 0,75; 1,0; 1,25; 1,5 (permanente); 1,75			2 un por obra ou 1% dos tirantes. A critério do projeto, realizar ou não em obras provisórias.		

Figura 5 - Tipos de ensaios de Tirante.

III CRITÉRIOS DE ESTABILIZAÇÕES DE DEFORMAÇÕES DA CABEÇA			
TIPO / ENSAIO	ESTÁGIOS DE CARGA	TEMPOS / DESLOCAMENTO DA CABEÇA	SOLO
Qualificação	carga < 0,4 Ft	5 minutos, deslocamento menor que 0,1 mm	qualquer
	0,4 Ft < carga < 1,0 Ft	15 minutos, deslocamento menor que 0,1 mm 30 minutos, deslocamento menor que 0,1 mm	arenoso não arenoso
	carga > 1,0 Ft	60 minutos, deslocamento menor que 0,1 mm	qualquer
Recebimento	Carga máxima (não necessária no estágio, porém sugere-se um mínimo de 1 minuto entre cada estágio).	5 minutos, deslocamento menor que 1,0 mm	arenoso
		10 minutos, deslocamento menor que 1,0 mm	não arenoso
Fluência	Todos os estágios devem ser medidos a 7,5; 15 e 30 minutos da aplicação da carga.	Simplemente medir	qualquer
	Todos os estágios devem ser medidos a 60 minutos da aplicação da carga.	Aguardar estabilização na deformação dos últimos 30 minutos. Deve ser inferior a 5% do total do ensaio, se não ocorrer, aguardar outros 30 minutos	qualquer

Figura 6 - Critérios de estabilização de deformações da cabeça do tirante.

Para oferecer parâmetros de avaliação do tirante, apresentam-se os limites para o ensaio mais usual "Recebimento tipo B", aplicável obrigatoriamente em todos os tirantes de uma obra.

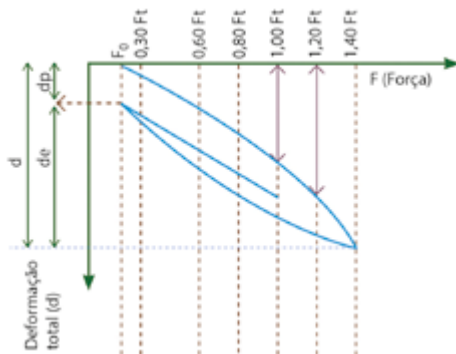


Figura 7 - Repartição em deformação elástica e permanente(ensaio de recebimento tipo B).

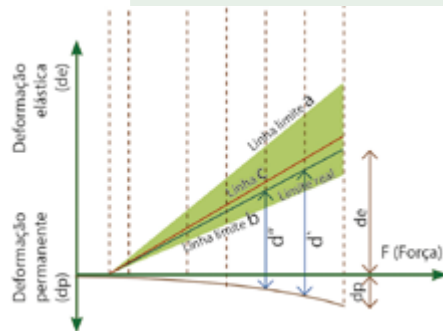


Figura 8 - Cargas x Deformação total(ensaio de recebimento tipo B)

F = carga aplicada
 $F_0 = 0,10 \cdot f_{yk} \cdot S$
 Ft = carga de trabalho
 f_{yk} = tensão de escoamento do aço
 S = seção transversal do aço
 E = módulo de elasticidade do aço

a) Linha "ã" ou linha limite superior, corresponde ao deslocamento elástico da cabeça para um tirante com comprimento livre (LL) mais a metade do bulbo (Lb), cuja equação é dada por:

$$de_a = \frac{(F - F_0)LL + Lb/2}{ES}$$

b) linha "b" ou limite inferior, corresponde ao deslocamento da cabeça para um tirante com comprimento livre (LL) diminuído em 20%, cuja equação é a seguinte:

$$de_b = \frac{0,8(F - F_0)LL}{ES}$$

10. VERIFICAÇÃO E MANUTENÇÃO DE CORTINAS ATIRANTADAS

As principais patologias de uma cortina atirantada são facilmente observáveis em simples inspeções visuais.

- Corrosão na cabeça: quando ocorre, se o capacete for de concreto, este estará trincado ou fissurado. No capacete metálico é possível ver claramente os pontos de corrosão.



Figura 9 - Patologia - cabeças metálicas em processo decorrosão.



Figura 10 - Patologia - cabeças metálicas em processo decorrosão.



Figura 11 - Fluxo de solo em juntas e deslocamento de estrutura.



Figura 12 - Fluxo de água na cabeça do tirante.

- Percolação de água pela estrutura ou pelas juntas: as águas devem, obrigatoriamente, fluir pelos drenos. Quando se observar percolação de águas pela cabeça, pela estrutura de concreto ou pelas juntas há um grave problema ocorrendo.

- Cabos rompidos: nos casos em que a armação é composta por feixes de fios de aço, verifica-se facilmente se um deles se rompeu. Obviamente, neste caso, o capacete de concreto já terá caído.

Algumas verificações básicas para identificar possíveis patologias podem ser conduzidas pelo proprietário ou pelo preposto da cortina atirantada, que não precisa ser um especialista.

- Verifique se há obstrução nas canaletas. Em caso positivo, limpe-as.
- Verifique se há trincas nas canaletas, caso existam consulte o engenheiro geotécnico.
- Verifique o funcionamento das drenagens de paramento e profundas, em caso de obstrução consulte o engenheiro geotécnico.
- Verifique se há percolação de água pelo tirante, caso exista consulte o engenheiro geotécnico.
- Verifique se há fissuras ou trincas na estrutura ou na cabeça do tirante, se houver consulte o engenheiro geotécnico.
- Verifique o alinhamento da estrutura, se estiver desalinhada consulte o engenheiro geotécnico.
- Verifique a existência de afundamentos ou trincas nas áreas adjacentes à contenção, se houver consulte o engenheiro geotécnico.

TODAS AS PATOLOGIAS SÃO CRÍTICAS E SUAS CORREÇÕES SÃO SEMPRE URGENTES. SUGERIMOS UM EXAME ANUAL DA OBRA E CONSULTA A UM ENGENHEIRO GEOTÉCNICO CASO SEJAM CONSTATADAS PATOLOGIAS NOS TIRANTES.

Solo

11 MODELO DE BOLETIM DE EXECUÇÃO

BOLETIM DE TIRANTES														
NOME DA OBRA														
Nº DA OBRA														
TIPO DE AÇO		Tirante Nº												
CARGA DE		2 DADOS DA PERFURAÇÃO												
Trabalho		Material		Compri.		Acumulado		Diâmetro		Início				
Incorporação		Solo								/ /				
COMPRIMENTO DO TIRANTE		Rocha Alt.								/ /				
Total		Rocha Sã								/ /				
Livre		Perda D'água		Revestimento						Fim				
Ancorado		Sim		Não		Sim		Não		/ /				
Para Protensão		()		()		()		()		/ /				
3 DADOS DA INJEÇÃO														
BAINHA		HI		DATA / /				FATOR A/C		VOLUME		L		
VALVULA NÚMERO	1ª FASE			2ª FASE			3ª FASE			4ª FASE			PRESSÃO MÁXIMA DE INJEÇÃO (Kg/cm ²)	VOLUME TOTAL
	/ /		/ /		/ /		/ /		/ /		/ /			
	HI	A/C		HI	A/C		HI	A/C		HI	A/C			
	HT			HT			HT			HT				
	PA	PI	V(sc)	PA	PI	V(sc)	PA	PI	V(sc)	PA	PI	V(sc)		
1														
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														
11														
12														
13														
14														
15														
TOTAIS														
PA - PRESSÃO DE ABERTURA				HT - HORA DO TÉRMINO (HORA:MIN)				NI - VÁLVULA NÃO INJETADA				V - VOLUME DE CALDA		
PI - PRESSÃO DA INJEÇÃO (kg/cm ²)				HI - HORA DE INÍCIO (HORA:MIN)				NA - VÁLVULA NÃO ABRIU				(SACOS)		
4 OBSERVAÇÕES GERAIS							5 TOTAIS - RESUMO							
							FASE		VOL		SACOS			
							BAINHA							
							VÁLVULAS							
							TOTAL							
							6 VISTOS							
CLIENTE														
SOLOTRAT														

12. GUIA RESUMIDO PARA DIMENSIONAMENTO E ENSAIO DE TIRANTE

Tabelas para dimensionamento estrutural, preparadas conforme recomendações da NBR 5629 "Execução de Tirantes Ancorados no Terreno" (agosto de 1996). (Pag. 36 - 39)

TABELA PARA DIMENSIONAMENTO DA PARTE

Carga de trabalho (kN)	CARACTERÍSTICAS DO AÇO								
	TIPO	Fornecedor	Bitola	Seção (mm²)	Peso (Kg/m)	Rutura		Escoamento	
						Carga (kN)	Tensão (kg/mm²)	Carga (kN)	Tensão (kg/mm²)
34	Barra	SAS 500/550	1 ø 12mm	113,0	0,89	63	56	58	51
46	Barra	SAS 500/550	1 ø 14mm	154,0	1,21	86	56	79	51
56	Barra	SAS 450/700	1 ø 16mm	207,0	1,62	148	71	95	46
60	Barra	SAS 750/875	1 ø 12,5mm	132,5	1,04	118	89	101	77
60	Barra	SAS 500/550	1 ø 16mm	201,0	1,58	113	56	103	51
62	Barra	THREADBOLT 5	1 ø 16mm	196,0	1,60	138	70	104	53
70	Barra	ROCSOLO 5/8"	1 ø 5/8"	160,5	1,27	132	82	119	74
85	Barra	SAS 750/875	1 ø 15mm	189,0	1,48	169	89	145	77
90	Barra	THREADBOLT 6	1 ø 19mm	279,0	2,19	195	70	145	52
90	Barra	DYWIDAG ST 85/105	1 ø 15mm	176,0	1,41	185	105	150	85
94	Barra	SAS 500/550	1 ø 20mm	314,0	2,47	176	56	160	51
96	Barra	SAS 900/1050	1 ø 15mm	177,0	1,44	190	107	162	92
96	Barra	SAS 900/1100	1 ø 15mm	177,0	1,44	199	112	162	92
102	Barra	SAS 670/800	1 ø 18mm	254,0	2,00	207	82	174	68
105	Barra	ROCSOLO 3/4"	1 ø 3/4"	234,9	1,85	195	83	174	74
120	Barra	CA50	1 ø 7/8"	388,0	2,98	213	55	194	50
120	Barra	THREADBOLT 7	1 ø 22mm	371,0	2,91	267	72	200	54
120	Barra	TOR 10B	1 ø 24 mm	388,0	3,00	233	60	194	50
133	Barra	SAS 450/700	1 ø 25mm	491,0	3,85	351	71	225	46
137	Barra	SAS 950/1050	1 ø 18mm	241,0	1,96	258	107	234	97
146	Barra	ROCSOLO 7/8"	1 ø 7/8"	323,6	2,55	269	83	243	75
147	Barra	SAS 750/875	1 ø 20mm	326,0	2,56	291	89	249	77
147	Barra	SAS 500/550	1 ø 25mm	491,0	3,85	275	56	250	51
148	Barra	SAS 650/800	1 ø 22mm	380,0	2,98	310	82	252	66
150	Barra	CA50	1 ø 1"	506,7	3,85	279	55	253	50
153	Barra	SAS 670/800	1 ø 22mm	380,0	2,98	310	82	260	68
160	Fios	CP-150-RB	4 ø 8mm	201,2	1,58	302	150	272	135
160	Barra	THREADBOLT 8	1 ø 25mm	471,0	3,70	349	74	259	55
160	Barra	GEWI ST 50/55	1 ø 25mm	491,0	3,90	368	75	270	55
170	Barra	SAS 900/1050	1 ø 20mm	314,0	2,56	336	107	288	92
170	Barra	SAS 900/1100	1 ø 20mm	314,0	2,56	352	112	288	92
180	Barra	TOR 15B	1 ø 27mm	507,0	4,00	355	70	304	60
185	Barra	SAS 500/550	1 ø 28mm	616,0	4,83	346	56	314	51
191	Barra	ROCSOLO 1"	1 ø 1"	425,7	3,34	353	83	319	75
191	Barra	SAS 650/800	1 ø 25mm	491,0	3,85	401	82	326	66
197	Barra	SAS 670/800	1 ø 25mm	491,0	3,85	401	82	336	68
230	Barra	INCO 22D	1 ø 30mm	642,0	5,00	462	72	385	60
230	Barra	TOR 20B	1 ø 31mm	642,0	5,00	449	70	384	60
240	Barra	GEWI ST 50/55	1 ø 32mm	804,0	6,31	442	55	402	50
240	Barra	ROCSOLO 1 1/8"	1 ø 1 1/8"	533,0	4,22	448	84	400	75
240	Barra	CA50	1 ø 1 1/4"	804,7	6,31	443	55	402	50
240	Fios	CP-150-RB	6 ø 8mm	301,8	2,37	453	150	407	135
240	Barra	SAS 650/800	1 ø 28mm	616,0	4,83	503	82	408	66
241	Barra	SAS 500/550	1 ø 32mm	804,0	6,31	451	56	410	51
248	Barra	SAS 670/800	1 ø 28mm	616,0	4,83	503	82	421	68
260	Barra	THREADBOLT 10	1 ø 32mm	778,0	6,11	560	72	428	55
270	Barra	TOR 23B	1 ø 34mm	791,0	6,22	554	70	450	60
276	Barra	SAS 650/800	1 ø 30mm	707,0	5,55	577	82	469	66
284	Barra	SAS 670/800	1 ø 30mm	707,0	5,55	577	82	483	66
298	Barra	SAS 900/1100	1 ø 26,5mm	551,0	4,48	618	112	506	92
303	Barra	ROCSOLO 1 1/4"	1 ø 1 1/4"	674,0	5,30	559	83	506	75
314	Barra	SAS 950/1050	1 ø 26,5mm	551,0	4,48	590	107	534	97

LEGENDA:

ROCSOLO
INCO / THREADBOLT
DYWIDAG
GEWI-DYWIDAG
FIOS-BARRAS-CORDOALHAS
TOR
SAS

CPB
INCOTEP
DYWIDAG
BELGO
TORCISAÓ
SAS

www.pbconcreto projetado.com.br
www.incotep.com.br
www.proteindosdywidag.com.br
www.arcelor.com.br/belgo
www.torcisao.ind.br
www.annahuette.com

METÁLICA DE TIRANTE **PROVISÓRIO**

Carga de trabalho (kN)	CARACTERÍSTICAS DO AÇO								
	TIPO	Fornecedor	Bitola	Seção (mm²)	Peso (Kg/m)	Rutura		Escoamento	
						Carga (kN)	Tensão (kg/mm²)	Carga (kN)	Tensão (kg/mm²)
330	Fios	CP-150-RB	8 ø 8mm	402,4	3,16	604	150	543	135
330	Barra	GEWI PLUS ST 67/80	1 ø 32mm	804,0	6,31	643	80	539	67
378	Barra	SAS 500/550	1 ø 40mm	1.260,0	9,87	707	56	643	51
387	Barra	SAS 670/800	1 ø 35mm	962,0	7,55	785	82	657	68
410	Barra	INCO 35D	1 ø 40mm	1.140,0	9,00	821	72	684	60
410	Barra	DYWIDAG ST 85/105	1 ø 32mm	804,0	6,31	844	105	683	85
410	Fios	CP-150-RB	10 ø 8mm	503,0	3,95	755	150	679	135
410	Barra	TOR 35B	1 ø 40mm	1.140,0	8,90	798	70	684	60
420	Barra	TOR 36TH	1 ø 34mm	791,0	6,22	791	100	700	90
440	Barra	ROCSOLO 1 1/2"	1 ø 1 1/2"	977,6	7,67	811	83	733	75
458	Barra	SAS 950/1050	1 ø 32mm	804,0	6,53	861	107	779	97
490	Fios	CP-150-RB	12 ø 8mm	603,6	4,74	905	150	815	135
530	Barra	INCO 45D	1 ø 47mm	1.555,0	12,30	1.120	72	933	60
510	Barra	DYWIDAG ST 85/105	1 ø 36mm	1.018,0	8,14	1.069	105	865	85
510	Barra	TOR 44TH	2 ø 34mm	791,0	6,22	925	117	846	107
520	Barra	TOR 45B	1 ø 43mm	1.338,0	10,50	937	70	870	65
524	Barra	ROCSOLO 1 5/8"	1 ø 1 5/8"	1.124,0	8,91	978	87	877	78
581	Barra	SAS 950/1050	1 ø 36mm	1.020,0	8,27	1.092	107	988	97
584	Barra	SAS 670/800	1 ø 43mm	1.452,0	11,40	1.185	82	992	68
588	Barra	SAS 500/550	1 ø 50mm	1.960,0	15,40	1.100	56	1.000	51
590	Barra	GEWI ST 50/55	1 ø 50mm	1.963,0	15,40	1.080	55	982	50
590	Barra	TOR 50B	1 ø 47mm	1.552,0	12,20	1.086	70	978	63
600	Barra	INCO 50D	1 ø 50mm	1.781,0	14,10	1.282	72	1.069	60
600	Barra	ROCSOLO 1 3/4"	1 ø 1 3/4"	1.325,0	10,40	1.113	84	994	75
610	Cordoalha	CP-190-RB	6 ø 1/2"	592,2	4,65	1.125	190	1.013	171
716	Barra	SAS 950/1050	1 ø 40mm	1.257,0	10,21	1.346	107	1.218	97
700	Barra	INCO 60D	1 ø 53mm	2.027,0	16,00	1.459	72	1.216	60
730	Barra	TOR 60B	1 ø 53mm	2.027,0	15,90	1.419	70	1.216	60
780	Barra	ROCSOLO 2"	1 ø 2"	1.735,0	13,70	1.440	83	1.301	75
789	Barra	SAS 670/800	1 ø 50mm	1.963,0	15,40	1.602	82	1.342	68
810	Cordoalha	CP-190-RB	8 ø 1/2"	789,6	6,20	1.500	190	1.350	171
820	Barra	INCO 70D	1 ø 57mm	2.288,0	18,10	1.647	72	1.373	60
820	Barra	TOR 70B	1 ø 56mm	2.288,0	18,00	1.602	70	1.373	60
865	Barra	SAS 555/700	1 ø 57,5mm	2.597,0	20,38	1.854	71	1.470	57
940	Barra	TOR 80B	1 ø 60mm	2.560,0	20,15	1.792	70	1.562	61
989	Barra	SAS 950/1050	1 ø 47mm	1.735,0	14,10	1.858	107	1.681	97
993	Barra	ROCSOLO 2 1/4"	1 ø 2 1/4"	2.206,2	18,09	1.831	83	1.655	75
1.050	Barra	INCO 90D	1 ø 63mm	2.858,0	22,60	2.058	72	1.715	60
1.010	Cordoalha	CP-190-RB	10 ø 1/2"	987,0	7,75	1.875	190	1.688	171
1.010	Barra	DYWIDAG ST 95/105	1 ø 47mm	1.735,0	14,10	1.860	105	1.680	95
1.030	Barra	TOR 90B	1 ø 63mm	2.856,0	22,40	1.999	70	1.713	60
1.044	Barra	SAS 670/800	1 ø 57,5mm	2.597,0	20,38	2.119	82	1.775	68
1.055	Barra	SAS 555/700	1 ø 63,5mm	3.167,0	24,86	2.261	71	1.793	57
1.170	Barra	INCO 100D	1 ø 69mm	3.491,0	30,30	2.514	72	1.955	56
1.220	Cordoalha	CP-190-RB	12 ø 1/2"	1.184,0	9,30	2.250	190	2.025	171
1.220	Barra	TOR 100B	1 ø 69mm	3.492,0	27,40	2.444	70	2.025	58
1.230	Barra	ROCSOLO 2 1/2"	1 ø 2 1/2"	2.734,0	21,59	2.269	83	2.051	75
1.273	Barra	SAS 670/800	1 ø 63,5mm	3.167,0	24,86	2.584	82	2.164	68
1.293	Barra	SAS 835/1035	1 ø 57mm	2.581,0	20,95	2.725	106	2.198	85
1.325	Barra	SAS 500/550	1 ø 75mm	4.418,0	34,68	2.478	56	2.253	51
1.669	Barra	SAS 835/1035	1 ø 65mm	3.331,0	27,10	3.517	106	2.837	85
1.776	Barra	SAS 670/800	1 ø 75mm	4.418,0	34,68	3.605	82	3.019	68
2.213	Barra	SAS 835/1035	1 ø 75mm	4.418,0	35,90	4.664	106	3.763	85

CARGA DE INCORPORAÇÃO:

CARGA DE INCORPORAÇÃO = 0,8 x CT (carga de trabalho)

1. As informações dos aços descritas nesta tabela são de responsabilidade dos Fabricantes e deverão ser atestadas antes do uso.

2. O módulo de elasticidade do aço é de 21.000 Kg/mm².

CARGA DE ENSAIO PARA:

RECEBIMENTO = 1,4 x CT (carga de trabalho)

QUALIFICAÇÃO = 1,75 x CT (carga de trabalho)

TABELA PARA DIMENSIONAMENTO DA PARTE

Carga de trabalho (kN)	CARACTERÍSTICAS DO AÇO								
	TIPO	Fornecedor	Bitola	Seção (mm²)	Peso (Kg/m)	Rutura		Escoamento	
						Carga (kN)	Tensão (kg/mm²)	Carga (kN)	Tensão (kg/mm²)
29	Barra	SAS 500/550	1 ø 12mm	113,0	0,89	63	56	58	51
40	Barra	SAS 500/550	1 ø 14mm	154,0	1,21	86	56	79	51
48	Barra	SAS 450/700	1 ø 16mm	207,0	1,62	148	71	95	46
51	Barra	SAS 750/875	1 ø 12,5mm	132,5	1,04	118	89	101	77
52	Barra	SAS 500/550	1 ø 16mm	201,0	1,58	113	56	103	51
53	Barra	THREADBOLT 5	1 ø 16mm	196,0	1,60	138	70	104	53
61	Barra	ROCSOLO 5/8"	1 ø 5/8"	160,5	1,27	132	82	119	74
73	Barra	SAS 750/875	1 ø 15mm	189,0	1,48	169	89	145	77
80	Barra	THREADBOLT 6	1 ø 19mm	279,0	2,19	195	70	145	52
80	Barra	DYWIDAG ST 85/105	1 ø 15mm	176,0	1,41	185	105	150	85
81	Barra	SAS 500/550	1 ø 20mm	314,0	2,47	176	56	160	51
82	Barra	SAS 900/1050	1 ø 15mm	177,0	1,44	190	107	162	92
82	Barra	SAS 900/1100	1 ø 15mm	177,0	1,44	199	112	162	92
88	Barra	SAS 670/800	1 ø 18mm	254,0	2,00	207	82	174	68
90	Barra	ROCSOLO 3/4"	1 ø 3/4"	234,9	1,85	195	83	174	74
100	Barra	CA50	1 ø 7/8"	388,0	2,98	213	55	194	50
110	Barra	THREADBOLT 7	1 ø 22mm	371,0	2,91	267	72	200	54
100	Barra	TOR 10B	1 ø 24mm	388,0	3,00	233	60	194	50
114	Barra	SAS 450/700	1 ø 25mm	491,0	3,85	351	71	225	46
118	Barra	SAS 950/1050	1 ø 18mm	241,0	1,96	258	107	234	97
125	Barra	ROCSOLO 7/8"	1 ø 7/8"	323,6	2,55	269	83	243	75
126	Barra	SAS 750/875	1 ø 20mm	326,0	2,56	291	89	249	77
126	Barra	SAS 500/550	1 ø 25mm	491,0	3,85	275	56	250	51
127	Barra	SAS 650/800	1 ø 22mm	380,0	2,98	310	82	252	66
140	Barra	THREADBOLT 8	1 ø 25mm	471,0	3,70	349	74	259	55
130	Barra	CA50	1 ø 1"	506,7	3,85	279	55	253	50
131	Barra	SAS 670/800	1 ø 22mm	380,0	2,98	310	82	260	68
140	Fios	CP-150-RB	4 ø 8mm	201,2	1,58	302	150	272	135
140	Barra	GEWI ST 50/55	1 ø 25mm	491,0	3,90	368	75	270	55
145	Barra	SAS 900/1050	1 ø 20mm	314,0	2,56	336	107	288	92
145	Barra	SAS 900/1100	1 ø 20mm	314,0	2,56	352	112	288	92
150	Barra	TOR 15B	1 ø 27mm	507,0	4,00	355	70	304	60
158	Barra	SAS 500/550	1 ø 28mm	616,0	4,83	346	56	314	51
164	Barra	ROCSOLO 1"	1 ø 1"	425,7	3,34	353	83	319	75
164	Barra	SAS 650/800	1 ø 25mm	491,0	3,85	401	82	326	66
169	Barra	SAS 670/800	1 ø 25mm	491,0	3,85	401	82	336	68
200	Barra	INCO 22D	1 ø 30mm	642,0	5,00	462	72	385	60
200	Barra	TOR 20B	1 ø 31mm	642,0	5,00	449	70	384	60
206	Barra	SAS 650/800	1 ø 28mm	616,0	4,83	503	82	408	66
206	Barra	ROCSOLO 1 1/8"	1 ø 1 1/8"	533,0	4,22	448	84	400	75
207	Barra	SAS 500/550	1 ø 32mm	804,0	6,31	451	56	410	51
210	Barra	GEWI ST 50/55	1 ø 32mm	804,0	6,31	442	55	402	50
210	Barra	CA50	1 ø 1 1/4"	804,7	6,31	443	55	402	50
210	Fios	CP-150-RB	6 ø 8mm	301,8	2,37	453	150	407	135
212	Barra	SAS 670/800	1 ø 28mm	616,0	4,83	503	82	421	68
220	Barra	THREADBOLT 10	1 ø 32mm	778,0	6,11	560	72	428	55
230	Barra	TOR 23B	1 ø 34mm	791,0	6,22	554	70	450	60
236	Barra	SAS 650/800	1 ø 30mm	707,0	5,55	577	82	469	66
244	Barra	SAS 670/800	1 ø 30mm	707,0	5,55	577	82	483	68
255	Barra	SAS 900/1100	1 ø 26,5mm	551,0	4,48	618	112	506	92
260	Barra	ROCSOLO 1 1/4"	1 ø 1 1/4"	674,0	5,30	559	83	506	75
269	Barra	SAS 950/1050	1 ø 26,5mm	551,0	4,48	590	107	534	97

LEGENDA:

ROCSOLO
INCO / THREADBOLT
GEWI-DYWIDAG
FCS-BARRAS-CORDALHAS
TOR
SAS

www.cbconcreto.projetado.com.br
www.inco.tep.com.br
www.protendidosdywidag.com.br
www.arcelor.com.br/belgo
www.torcisao.ind.br
www.amahuette.com

METÁLICA DE TIRANTE PERMANENTE

Carga de trabalho (kN)	CARACTERÍSTICAS DO AÇO								
	TIPO	Fornecedor	Bitola	Seção (mm²)	Peso (Kg/m)	Rutura		Escoamento	
						Carga (kN)	Tensão (kg/mm²)	Carga (kN)	Tensão (kg/mm²)
280	Fios	CP-150-RB	8 ø 8mm	402,4	3,16	604	150	543	135
280	Barra	GEWI PLUS ST 67/80	1 ø 32mm	804,0	6,31	643	80	539	67
324	Barra	SAS 500/550	1 ø 40mm	1.260,0	9,87	707	56	643	51
331	Barra	SAS 670/800	1 ø 35mm	962,0	7,55	785	82	657	68
350	Barra	INCO 35D	1 ø 40mm	1.140,0	9,00	821	72	684	60
350	Barra	DYWIDAG ST 85/105	1 ø 32mm	804,0	6,31	844	105	683	85
350	Fios	CP-150-RB	10 ø 8mm	503,0	3,95	755	150	679	135
350	Barra	TOR 35B	1 ø 40mm	1.140,0	8,90	798	70	684	60
360	Barra	TOR 36TH	1 ø 34mm	791,0	6,22	791	100	700	90
377	Barra	ROCSOLO 1 1/2"	1 ø 1 1/2"	977,6	7,67	811	83	733	75
393	Barra	SAS 950/1050	1 ø 32mm	804,0	6,53	861	107	779	97
410	Fios	CP-150-RB	12 ø 8mm	603,6	4,74	905	150	815	135
450	Barra	INCO 45D	1 ø 47mm	1.555,0	12,30	1.120	72	933	60
440	Barra	TOR 44TH	2 ø 34mm	791,0	6,22	925	117	846	107
450	Barra	DYWIDAG ST 85/105	1 ø 36mm	1.018,0	8,14	1.069	105	865	85
450	Barra	ROCSOLO 1 5/8"	1 ø 1 5/8"	1.124,0	8,91	978	87	877	78
450	Barra	TOR 45B	1 ø 43mm	1.338,0	10,50	937	70	870	65
498	Barra	SAS 950/1050	1 ø 36mm	1.020,0	8,27	1.092	107	988	97
500	Barra	GEWI ST 50/55	1 ø 50mm	1.963,0	15,40	1.080	55	982	50
500	Barra	TOR 50B	1 ø 47mm	1.552,0	12,20	1.086	70	978	63
504	Barra	SAS 500/550	1 ø 50mm	1.960,0	15,40	1.100	56	1.000	51
510	Barra	INCO 50D	1 ø 50mm	1.781,0	14,10	1.282	72	1.069	60
514	Barra	ROCSOLO 1 3/4"	1 ø 1 3/4"	1.325,0	10,40	1.113	84	994	75
530	Cordoalha	CP-190-RB	6 ø 1/2"	592,2	4,65	1.125	190	1.013	171
600	Barra	INCO 60D	1 ø 53mm	2.027,0	16,00	1.459	72	1.216	60
600	Barra	TOR 60B	1 ø 53mm	2.027,0	15,90	1.419	70	1.216	60
614	Barra	SAS 950/1050	1 ø 40mm	1.257,0	10,21	1.346	107	1.218	97
668	Barra	ROCSOLO 2"	1 ø 2"	1.735,0	13,70	1.440	83	1.301	75
676	Barra	SAS 670/800	1 ø 50mm	1.963,0	15,40	1.602	82	1.342	68
690	Cordoalha	CP-190-RB	8 ø 1/2"	789,6	6,20	1.500	190	1.350	171
700	Barra	INCO 70D	1 ø 57mm	2.288,0	18,10	1.647	72	1.373	60
700	Barra	TOR 70B	1 ø 56mm	2.288,0	18,00	1.602	70	1.373	60
741	Barra	SAS 555/700	1 ø 57,5mm	2.597,0	20,38	1.854	71	1.470	57
800	Barra	TOR 80B	1 ø 60mm	2.560,0	20,15	1.792	70	1.562	61
848	Barra	SAS 950/1050	1 ø 47mm	1.735,0	14,10	1.858	107	1.681	97
851	Barra	ROCSOLO 2 1/4"	1 ø 2 1/4"	2.206,2	18,09	1.831	83	1.655	75
900	Barra	INCO 90D	1 ø 63mm	2.858,0	22,60	2.058	72	1.715	60
860	Barra	DYWIDAG ST 95/105	1 ø 47mm	1.735,0	14,10	1.860	105	1.680	95
870	Cordoalha	CP-190-RB	10 ø 1/2"	987,0	7,75	1.875	190	1.688	171
895	Barra	SAS 670/800	1 ø 57,5mm	2.597,0	20,38	2.119	82	1.775	68
900	Barra	TOR 90B	1 ø 63mm	2.856,0	22,40	1.999	70	1.713	60
904	Barra	SAS 555/700	1 ø 63,5mm	3.167,0	24,86	2.261	71	1.793	57
1.000	Barra	INCO 100D	1 ø 69mm	3.491,0	30,30	2.514	72	1.955	56
1.000	Barra	TOR 100B	1 ø 69mm	3.492,0	27,40	2.444	70	2.025	58
1.040	Cordoalha	CP-190-RB	12 ø 1/2"	1.184,0	9,30	2.250	190	2.025	171
1.055	Barra	ROCSOLO 2 1/2"	1 ø 2 1/2"	2.734,0	21,59	2.269	83	2.051	75
1.091	Barra	SAS 670/800	1 ø 63,5mm	3.167,0	24,86	2.584	82	2.164	68
1.108	Barra	SAS 835/1035	1 ø 57mm	2.581,0	20,95	2.725	106	2.198	85
1.136	Barra	SAS 500/550	1 ø 75mm	4.418,0	34,68	2.478	56	2.253	51
1.430	Barra	SAS 835/1035	1 ø 65mm	3.331,0	27,10	3.517	106	2.837	85
1.522	Barra	SAS 670/800	1 ø 75mm	4.418,0	34,68	3.605	82	3.019	68
1.897	Barra	SAS 835/1035	1 ø 75mm	4.418,0	35,90	4.664	106	3.763	85

CARGA DE INCORPORAÇÃO:

CARGA DE INCORPORAÇÃO = 0,8 x CT (carga de trabalho)

1.-As informações dos aços descritas nesta tabela são de responsabilidade dos Fabricantes e deverão ser atestadas antes do uso.

2. O módulo de elasticidade do aço é de 21.000 Kg/mm².

CARGA DE ENSAIO PARA:

RECEBIMENTO = 1,4 x CT (carga de trabalho)

QUALIFICAÇÃO = 1,75 x CT (carga de trabalho)