

# Tirantes

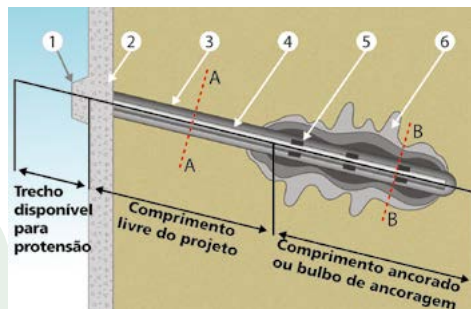
## ÍNDICE

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.
- Localização 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.

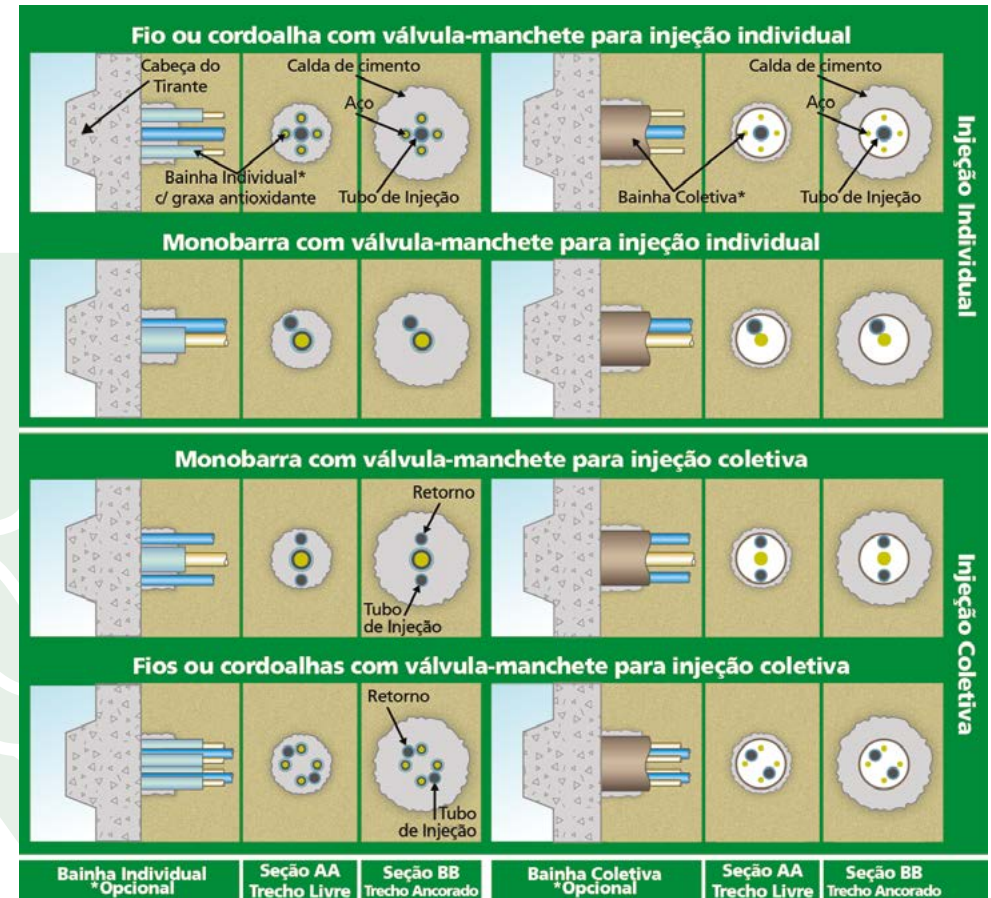


Figura 2 - Características básicas de alguns tipos de Tirantes.

#### 5.4 Bomba de perfuração

Equipamento capacitado a fornecer energia ao fluido de perfuração.

#### 5.5 Bomba injetora

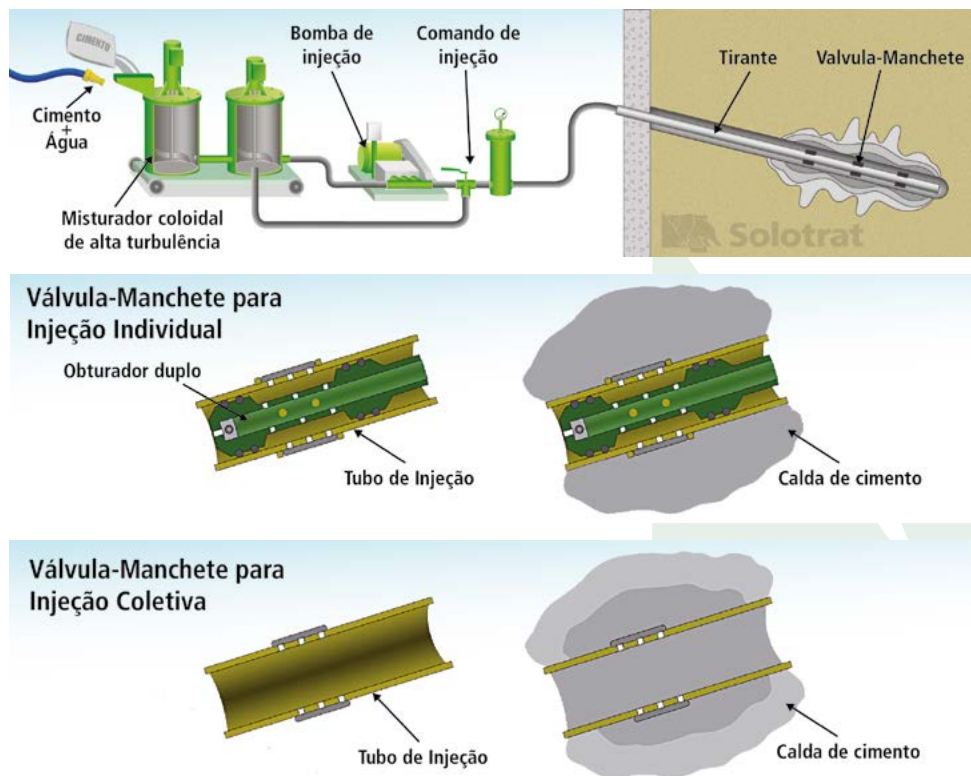
Equipamento receptor da calda de injeção do misturador, que forneça energia suficiente para a condução da calda pressurizada até o trecho de ancoragem, passando pelo comando de injeção, conforme mostrado na Figura 3.

#### 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.

### 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.

### 5.9 Comando de injeção

Conjunto com dois registros rápidos e

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

### 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.

### 5.11 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.

### 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/cm<sup>2</sup>).

- 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

- Macaco, bomba e manômetro (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

a) Perfura, observando as camadas atravessadas.

b) 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 seqüência:

- 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.

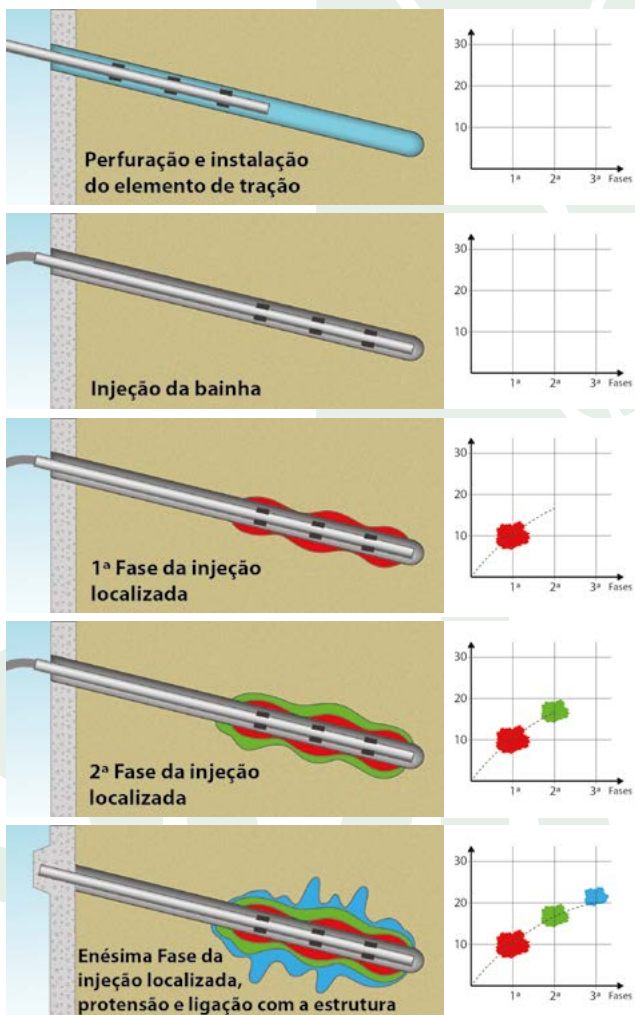


Figura 4 - Sequência executiva esquemática.

### 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.

• Ensaios: 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	Em todos os ensaios, descarregar até Fo.	1 a cada 10 un todos 1 a cada 10 un todos
Fluência	Permanente ou Provisório	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		
		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.	Simplesmente medir	qualquer
	Todos os estágios devem ser medidos a 60 minutos da aplicação da carga.		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.

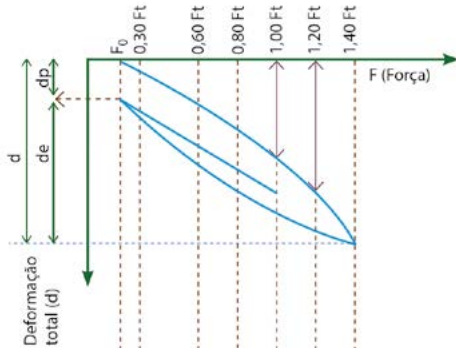


Figura 7 - Repartição em deformação elástica e permanente(ensaio de recebimento tipo B).

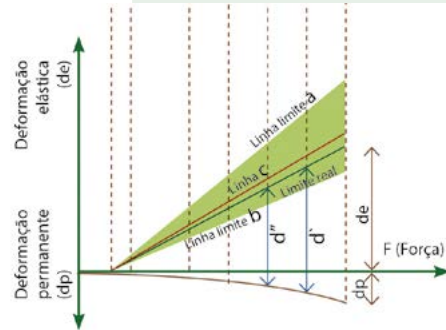


Figura 8 - Cargas x Deformação total(ensaio de recebimento tipo B)

- F = carga aplicada
- F0 = 0,10.fyk.S
- Ft = carga de trabalho
- fyk = tensão de escoamento do aço
- S = seção transversal do aço
- E = módulo de elasticidade do aço

a) Linha "a" 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 de corrosão.



Figura 10 - Patologia - cabeças metálicas em processo de corrosão.



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.**

## 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			Compr.			Acumulado			Diâmetro		
Incorporação					Solo									Início		
COMPRIMENTO DO TIRANTE					Rocha Alt.									/ /		
					Rocha Sã									/ /		
Total					Perda D'água			Revestimento			Fim					
Livre					Sim			Sim			/ /					
Ancorado					Não			Não			/ /					
Para Protensão					( )			( )			( )					
3 DADOS DA INJEÇÃO																
BAINHA	HI	DATA						FATOR A/C			VOLUME		L			
VÁLVULA NÚMERO	1ª FASE			2ª FASE			3ª FASE			4ª FASE			PRESSÃO MÁXIMA DE INJEÇÃO (Kg/cm <sup>2</sup> )	VOLUME TOTAL		
	HI	A/C		HI	A/C		HI	A/C		HI	A/C					
	HT	PA	PI	V(sc)	HT	PA	PI	V(sc)	HT	PA	PI	V(sc)			HT	PA
1																
2																
3																
4																
5																
6																
7																
8																
9																
10																
11																
12																
13																
14																
15																
TOTAIS																
PA - PRESSÃO DE ABERTURA				HT - HORA DO TERMINO (HORA:MIN)				NI - VÁLVULA NÃO INJETADA				V - VOLUME DE CALDA				
PI - PRESSÃO DA INJEÇÃO (Kg/cm <sup>2</sup> )				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 METÁLICA DE TIRANTE **PROVISÓRIO**

Carga de trabalho (kN)	CARACTERÍSTICAS DO AÇO								
	TIPO	Fornecedor	Bitola	Seção (mm²)	Peso (Kg/m)	Escoamento		Rutura	
						Carga (kN)	Tensão (kg/mm²)	Carga (kN)	Tensão (kg/mm²)
34	Barra	GEWI® ST 50/55	1 ø 12mm	113,0	0,89	56	51	62	56
46	Barra	GEWI® ST 50/55	1 ø 14mm	154,0	1,21	77	51	85	56
60	Barra	GEWI® ST 50/55	1 ø 16mm	201,0	1,58	100	51	110	56
62	Barra	THREADBOLT - THB 16	1 ø 16mm	196,0	1,60	104	52,7	138	70,3
70	Barra	ROCSOLO 5/8"	1 ø 5/8"	160,5	1,27	119	74	132	82
94	Barra	GEWI® ST 50/55	1 ø 20mm	314,0	2,47	157	51	173	56
96	Barra	DYWIDAG ST 90/110	1 ø 15mm	177,0	1,41	159	92	195	112
102	Barra	GEWI® ST 67/80	1 ø 18mm	254,0	2,00	170	68	203	82
105	Barra	ROCSOLO 3/4"	1 ø 3/4"	234,9	1,85	175	74	195	83
119	Barra	THREADBOLT - THB 19	1 ø 19mm	283,0	2,14	199	70,3	228	80,5
120	Barra	CA50	1 ø 7/8"	388,0	2,98	194	50	213	55
145	Barra	DYWIDAG ST 95/105	1 ø 18mm	254,0	1,96	241	97	267	107
146	Barra	ROCSOLO 7/8"	1 ø 7/8"	323,6	2,55	243	75	269	83
147	Barra	GEWI® ST 50/75	1 ø 25mm	491,0	3,90	246	51	368	76
150	Barra	CA50	1 ø 1"	506,7	3,85	253	50	279	55
153	Barra	GEWI® Plus ST 67/80	1 ø 22mm	380,0	2,98	255	68	304	82
160	Barra	TOR - 14BM	1 ø 25 mm	376,0	2,96	263	70	301	80
160	Fios	CP-150-RB	4 ø 8mm	201,2	1,58	272	135	302	150
163	Barra	THREADBOLT - THB 22	1 ø 22mm	387,0	2,85	272	70,3	312	80,5
185	Barra	GEWI® ST 50/55	1 ø 28mm	616,0	4,83	308	51	339	56
191	Barra	ROCSOLO 1"	1 ø 1"	425,7	3,34	319	75	353	83
197	Barra	GEWI® Plus ST 67/80	1 ø 25mm	491,0	3,90	329	68	393	82
200	Barra	TOR - 17BM	1 ø 27mm	474,0	3,72	332	70	379	80
215	Barra	THREADBOLT - THB 25	1 ø 25mm	509,0	3,85	358	70,3	410	80,5
230	Barra	INCO 22D	1 ø 30mm	642,0	5,00	385	60	462	72
240	Barra	CA50	1 ø 1 1/4"	804,7	6,31	402	50	443	55
240	Barra	ROCSOLO 1 1/8"	1 ø 1 1/8"	533,0	4,22	401	75	448	84
240	Fios	CP-150-RB	6 ø 8mm	301,8	2,37	407	135	453	150
241	Barra	GEWI® ST 50/55	1 ø 32mm	804,0	6,31	402	51	442	56
248	Barra	GEWI® Plus ST 67/80	1 ø 28mm	616,0	4,83	413	68	493	82
280	Barra	TOR - 24BM	1 ø 35mm	774,0	6,08	465	60	540	70
284	Barra	GEWI® Plus ST 67/80	1 ø 30mm	707,0	5,55	474	68	566	82
303	Barra	ROCSOLO 1 1/4"	1 ø 1 1/4"	674,0	5,30	506	75	559	83
314	Barra	DYWIDAG ST 95/105	1 ø 26,5mm	551,0	4,48	523	97	579	107
323	Barra	GEWI® Plus ST 67/80	1 ø 32mm	804,0	6,31	539	68	643	82
330	Fios	CP-150-RB	8 ø 8mm	402,4	3,16	543	135	604	150
330	Barra	TOR - 28BM	1 ø 35mm	774,0	6,08	542	70	619	80
347	Barra	THREADBOLT - THB 32	1 ø 32mm	822,0	6,03	578	70,3	662	80,5
377	Barra	GEWI® ST 50/55	1 ø 40mm	1.257,0	9,87	628	51	691	56
387	Barra	GEWI® Plus ST 67/80	1 ø 35mm	962,0	7,55	645	68	770	82
410	Fios	CP-150-RB	10 ø 8mm	503,0	3,95	679	135	755	150
410	Barra	INCO 35D	1 ø 40mm	1.140,0	9,00	684	60	821	72
410	Barra	TOR - 35BM	1 ø 40mm	982,0	7,71	687	70	786	80

Carga de trabalho (kN)	CARACTERÍSTICAS DO AÇO								
	TIPO	Fornecedor	Bitola	Seção (mm²)	Peso (Kg/m)	Escoamento		Rutura	
						Carga (kN)	Tensão (kg/mm²)	Carga (kN)	Tensão (kg/mm²)
440	Barra	ROCSOLO 1 1/2"	1 ø 1 1/2"	977,6	7,67	733	75	811	83
458	Barra	DYWIDAG ST 95/105	1 ø 32mm	804,0	6,31	764	97	844	107
490	Fios	CP-150-RB	12 ø 8mm	603,6	4,74	815	135	905	150
520	Barra	TOR - 45BM	1 ø 43mm	1.338,0	10,51	870	65	1.070	80
524	Barra	ROCSOLO 1 5/8"	1 ø 1 5/8"	1.124,0	8,91	875	78	978	87
530	Barra	INCO 45D	1 ø 47mm	1.555,0	12,30	933	60	1.120	72
580	Barra	DYWIDAG ST 95/105	1 ø 36mm	1.018,0	8,27	967	97	1.069	108
584	Barra	GEWI® Plus ST 67/80	1 ø 43mm	1.452,0	11,40	973	68	1.162	82
589	Barra	GEWI® ST 50/55	1 ø 50mm	1.963,0	15,40	981	51	1.080	56
600	Barra	ROCSOLO 1 3/4"	1 ø 1 3/4"	1.325,0	10,40	999	75	1.113	84
600	Barra	INCO 50D	1 ø 50mm	1.781,0	14,10	1.069	60	1.282	72
610	Barra	TOR - 52BM	1 ø 47mm	1.552,0	12,19	1.009	65	1.241	80
610	Cordoalha	CP-190-RB	6 ø 1/2"	592,2	4,65	1.013	171	1.125	190
700	Barra	INCO 60D	1 ø 53mm	2.027,0	16,00	1.216	60	1.459	72
716	Barra	DYWIDAG ST 95/105	1 ø 40mm	1.257,0	10,21	1.194	97	1.320	107
750	Barra	TOR - 64BM	1 ø 51mm	1.782,0	14,00	1.247	70	1.425	80
780	Barra	ROCSOLO 2"	1 ø 2"	1.735,0	13,70	1.299	75	1.440	83
789	Barra	GEWI® Plus ST 67/80	1 ø 50mm	1.963,0	15,40	1.315	68	1.570	82
810	Cordoalha	CP-190-RB	8 ø 1/2"	789,6	6,20	1.350	171	1.500	190
820	Barra	INCO 70D	1 ø 57mm	2.288,0	18,10	1.373	60	1.647	72
850	Barra	TOR - 73BM	1 ø 53mm	2.027,0	15,92	1.419	70	1.621	80
865	Barra	GEWI® ST 55/70	1 ø 57,5mm	2.597,0	20,38	1.441	57	1.818	71
960	Barra	TOR - 82BM	1 ø 56mm	2.289,0	17,98	1.602	70	1.831	80
989	Barra	DYWIDAG ST 95/105	1 ø 47mm	1.735,0	14,10	1.648	97	1.822	107
993	Barra	ROCSOLO 2 1/4"	1 ø 2 1/4"	2.206,2	18,09	1.655	75	1.831	83
1.010	Cordoalha	CP-190-RB	10 ø 1/2"	987,0	7,75	1.688	171	1.875	190
1.044	Barra	GEWI® Plus ST 67/80	1 ø 57,5mm	2.597,0	20,38	1.740	68	2.078	82
1.050	Barra	INCO 90D	1 ø 63mm	2.858,0	22,60	1.715	60	2.058	72
1.055	Barra	GEWI® ST 55/70	1 ø 63,5mm	3.167,0	24,86	1.758	57	2.217	71
1.080	Barra	TOR - 92BM	1 ø 60mm	2.565,0	20,15	1.796	70	2.052	80
1.170	Barra	INCO 100D	1 ø 69mm	3.491,0	30,30	1.955	56	2.514	72
1.200	Barra	TOR - 103BM	1 ø 63mm	2.856,0	22,43	1.999	70	2.285	80
1.220	Cordoalha	CP-190-RB	12 ø 1/2"	1.184,0	9,30	2.025	171	2.250	190
1.230	Barra	ROCSOLO 2 1/2"	1 ø 2 1/2"	2.734,0	21,59	2.050	75	2.269	83
1.273	Barra	GEWI® Plus ST 67/80	1 ø 63,5mm	3.167,0	24,86	2.122	68	2.534	82
1.279	Barra	DYWIDAG ST 83/103	1 ø 57mm	2.552,0	20,95	2.131	85	2.641	106
1.325	Barra	GEWI® ST 50/55	1 ø 75mm	4.418,0	34,68	2.209	51	2.430	56
1.388	Barra	ROCSOLO 2 3/4"	1 ø 2 3/4"	3.316,0	30,05	2.314	70	2.620	79
1.662	Barra	DYWIDAG ST 83/103	1 ø 65mm	3.318,0	27,10	2.771	85	3.434	106
1.692	Barra	ROCSOLO 3"	1 ø 3"	4.071,5	32,14	2.819	70	3.216	79
1.776	Barra	GEWI® Plus ST 67/80	1 ø 75mm	4.418,0	34,68	2.960	68	3.534	82
2.213	Barra	DYWIDAG ST 83/103	1 ø 75mm	4.418,0	35,90	3.689	85	4.573	106

LEGENDA:  
ROCSOLO www.concretoprojetado.com.br  
INCO / THREADBOLT / FIOS / CORDOALHAS www.incolep.com.br  
GEWI / DYWIDAG www.dywidag.com.br  
BELGO www.arcelor.com.br  
TOR FIOS/BARRAS/CORDOALHAS www.torcisao.ind.br

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 METÁLICA DE TIRANTE PERMANENTE

Carga de trabalho (kN)	CARACTERÍSTICAS DO AÇO								
	TIPO	Fornecedor	Bitola	Seção (mm²)	Peso (Kg/m)	Escoamento		Rutura	
						Carga (kN)	Tensão (kg/mm²)	Carga (kN)	Tensão (kg/mm²)
29	Barra	GEWI® ST 50/55	1 ø 12mm	113,0	0,89	56	51	62	56
40	Barra	GEWI® ST 50/55	1 ø 14mm	154,0	1,21	77	51	85	56
52	Barra	GEWI® ST 50/55	1 ø 16mm	201,0	1,58	100	51	110	56
53	Barra	THREADBOLT - THB 16	1 ø 16mm	196,0	1,60	104	52,7	138	70,3
61	Barra	ROCSOLO 5/8"	1 ø 5/8"	160,5	1,27	120	75	133	83
81	Barra	GEWI® ST 50/55	1 ø 20mm	314,0	2,47	157	51	173	56
82	Barra	DYWIDAG ST 90/110	1 ø 15mm	177,0	1,41	159	92	195	112
88	Barra	GEWI® Plus ST 67/80	1 ø 18mm	254,0	2,00	170	68	203	82
90	Barra	ROCSOLO 3/4"	1 ø 3/4"	234,9	1,85	176	75	195	83
100	Barra	CA50	1 ø 7/8"	388,0	2,98	194	50	213	55
102	Barra	THREADBOLT - THB 19	1 ø 19mm	283,0	2,14	199	70,3	228	80,5
124	Barra	DYWIDAG ST 95/105	1 ø 18mm	254,0	1,96	241	97	267	107
125	Barra	ROCSOLO 7/8"	1 ø 7/8"	323,6	2,55	243	75	269	83
126	Barra	GEWI® ST 50/75	1 ø 25mm	491,0	3,90	246	51	368	76
130	Barra	CA50	1 ø 1"	506,7	3,85	253	50	279	55
131	Barra	GEWI® Plus ST 67/80	1 ø 22mm	380,0	2,98	255	68	304	82
140	Barra	TOR - 14BM	1 ø 25mm	376,0	2,96	263	70	301	80
140	Fios	CP-150-RB	4 ø 8mm	201,2	1,58	272	135	302	150
140	Barra	THREADBOLT - THB 22	1 ø 22mm	387,0	2,85	272	70,3	312	80,5
158	Barra	GEWI® ST 50/55	1 ø 28mm	616,0	4,83	308	51	339	56
164	Barra	ROCSOLO 1"	1 ø 1"	425,7	3,34	319	75	353	83
169	Barra	GEWI® Plus ST 67/80	1 ø 25mm	491,0	3,90	329	68	393	82
170	Barra	TOR - 17BM	1 ø 27mm	474,0	3,72	332	70	379	80
184	Barra	THREADBOLT - THB 25	1 ø 25mm	509,0	3,85	358	70,3	410	80,5
200	Barra	INCO 22D	1 ø 30mm	642,0	5,00	385	60	462	72
206	Barra	ROCSOLO 1 1/8"	1 ø 1 1/8"	533,0	4,22	400	75	442	83
207	Barra	GEWI® ST 50/55	1 ø 32mm	804,0	6,31	402	51	442	56
210	Barra	CA50	1 ø 1 1/4"	804,7	6,31	402	50	443	55
210	Fios	CP-150-RB	6 ø 8mm	301,8	2,37	407	135	453	150
212	Barra	GEWI® Plus ST 67/80	1 ø 28mm	616,0	4,83	413	68	493	82
240	Barra	TOR - 24BM	1 ø 35mm	774,0	6,08	465	60	540	70
244	Barra	GEWI® Plus ST 67/80	1 ø 30mm	707,0	5,55	474	68	566	82
260	Barra	ROCSOLO 1 1/4"	1 ø 1 1/4"	674,0	5,30	506	75	559	83
269	Barra	DYWIDAG ST 95/105	1 ø 26,5mm	551,0	4,48	523	97	579	107
277	Barra	GEWI® Plus ST 67/80	1 ø 32mm	804,0	6,31	539	68	643	82
280	Barra	TOR - 28BM	1 ø 35mm	774,0	6,08	542	70	619	80
280	Fios	CP-150-RB	8 ø 8mm	402,4	3,16	543	135	604	150
297	Barra	THREADBOLT - THB 32	1 ø 32mm	822,0	6,03	578	70,3	662	80,5
323	Barra	GEWI® ST 50/55	1 ø 40mm	1.257,0	9,87	628	51	691	56
331	Barra	GEWI® Plus ST 67/80	1 ø 35mm	962,0	7,55	645	68	770	82
350	Fios	CP-150-RB	10 ø 8mm	503,0	3,95	679	135	755	150
350	Barra	INCO 35D	1 ø 40mm	1.140,0	9,00	684	60	821	72
350	Barra	TOR - 35BM	1 ø 40mm	982,0	7,71	687	70	786	80

Carga de trabalho (kN)	CARACTERÍSTICAS DO AÇO								
	TIPO	Fornecedor	Bitola	Seção (mm²)	Peso (Kg/m)	Escoamento		Rutura	
						Carga (kN)	Tensão (kg/mm²)	Carga (kN)	Tensão (kg/mm²)
377	Barra	ROCSOLO 1 1/2"	1 ø 1 1/2"	977,6	7,67	733	75	811	83
393	Barra	DYWIDAG ST 95/105	1 ø 32mm	804,0	6,31	764	97	844	107
410	Fios	CP-150-RB	12 ø 8mm	603,6	4,74	815	135	905	150
450	Barra	ROCSOLO 1 5/8"	1 ø 1 5/8"	1.124,0	8,91	843	75	933	83
450	Barra	TOR - 45BM	1 ø 43mm	1.338,0	10,51	870	65	1.070	80
450	Barra	INCO 45D	1 ø 47mm	1.555,0	12,30	933	60	1.120	72
497	Barra	DYWIDAG ST 95/105	1 ø 36mm	1.018,0	8,27	967	97	1.069	108
500	Barra	GEWI® Plus ST 67/80	1 ø 43mm	1.452,0	11,40	973	68	1.162	82
505	Barra	GEWI® ST 50/55	1 ø 50mm	1.963,0	15,40	981	51	1.080	56
510	Barra	INCO 50D	1 ø 50mm	1.781,0	14,10	1.069	60	1.282	72
514	Barra	ROCSOLO 1 3/4"	1 ø 1 3/4"	1.325,0	10,40	994	75	1.100	83
520	Barra	TOR - 52BM	1 ø 47mm	1.552,0	12,19	1.009	65	1.241	80
530	Cordoalha	CP-190-RB	6 ø 1/2"	592,2	4,65	1.013	171	1.125	190
600	Barra	INCO 60D	1 ø 53mm	2.027,0	16,00	1.216	60	1.459	72
614	Barra	DYWIDAG ST 95/105	1 ø 40mm	1.257,0	10,21	1.194	97	1.320	107
640	Barra	TOR - 64BM	1 ø 51mm	1.782,0	14,00	1.247	70	1.425	80
668	Barra	ROCSOLO 2"	1 ø 2"	1.735,0	13,70	1.301	75	1.440	83
676	Barra	GEWI® Plus ST 67/80	1 ø 50mm	1.963,0	15,40	1.315	68	1.570	82
690	Cordoalha	CP-190-RB	8 ø 1/2"	789,6	6,20	1.350	171	1.500	190
700	Barra	INCO 70D	1 ø 57mm	2.288,0	18,10	1.373	60	1.647	72
730	Barra	TOR - 73BM	1 ø 53mm	2.027,0	15,92	1.419	70	1.621	80
741	Barra	GEWI® ST 55/70	1 ø 57,5mm	2.597,0	20,38	1.441	57	1.818	71
820	Barra	TOR - 82BM	1 ø 56mm	2.289,0	17,98	1.602	70	1.831	80
848	Barra	DYWIDAG ST 95/105	1 ø 47mm	1.735,0	14,10	1.648	97	1.822	107
851	Barra	ROCSOLO 2 1/4"	1 ø 2 1/4"	2.206,2	18,09	1.655	75	1.831	83
870	Cordoalha	CP-190-RB	10 ø 1/2"	987,0	7,75	1.688	171	1.875	190
895	Barra	GEWI® Plus ST 67/80	1 ø 57,5mm	2.597,0	20,38	1.740	68	2.078	82
900	Barra	INCO 90D	1 ø 63mm	2.858,0	22,60	1.715	60	2.058	72
904	Barra	GEWI® ST 55/70	1 ø 63,5mm	3.167,0	24,86	1.758	57	2.217	71
920	Barra	TOR - 92BM	1 ø 60mm	2.565,0	20,15	1.796	70	2.052	80
1.000	Barra	INCO 100D	1 ø 69mm	3.491,0	30,30	1.955	56	2.514	72
1.030	Barra	TOR - 103BM	1 ø 63mm	2.856,0	22,43	1.999	70	2.285	80
1.040	Cordoalha	CP-190-RB	12 ø 1/2"	1.184,0	9,30	2.025	171	2.250	190
1.055	Barra	ROCSOLO 2 1/2"	1 ø 2 1/2"	2.734,0	21,59	2.051	75	2.269	83
1.091	Barra	GEWI® Plus ST 67/80	1 ø 63,5mm	3.167,0	24,86	2.122	68	2.534	82
1.096	Barra	DYWIDAG ST 83/103	1 ø 57mm	2.552,0	20,95	2.131	85	2.641	106
1.136	Barra	GEWI® ST 50/55	1 ø 75mm	4.418,0	34,68	2.209	51	2.430	56
1.190	Barra	ROCSOLO 2 3/4"	1 ø 2 3/4"	3.316,0	30,05	2.321	70	2.620	79
1.425	Barra	DYWIDAG ST 83/103	1 ø 65mm	3.318,0	27,10	2.771	85	3.434	106
1.450	Barra	ROCSOLO 3"	1 ø 3"	4.071,5	32,14	2.850	70	3.216	79
1.522	Barra	GEWI® Plus ST 67/80	1 ø 75mm	4.418,0	34,68	2.960	68	3.534	82
1.897	Barra	DYWIDAG ST 83/103	1 ø 75mm	4.418,0	35,90	3.689	85	4.573	106

LEGENDA:  
 ROCSOLO  
 INCO / THREADBOLT / FIOS / CORDOALHAS  
 GEWI® / DYWIDAG  
 BELGO  
 TORCISAÇÃO  
 CPB  
 www.concretoprojetado.com.br  
 INCOTEP  
 www.incotep.com.br  
 DYWIDAG  
 www.dywidag.com.br  
 BELGO  
 www.arcelor.com.br  
 TORCISAÇÃO  
 www.torcisao.ind.br

CARGA DE INCORPORAÇÃO:  
 CARGA DE INCORPORAÇÃO = 0,8 x CT (carga de trabalho)  
 1. As informações dos aço's 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)