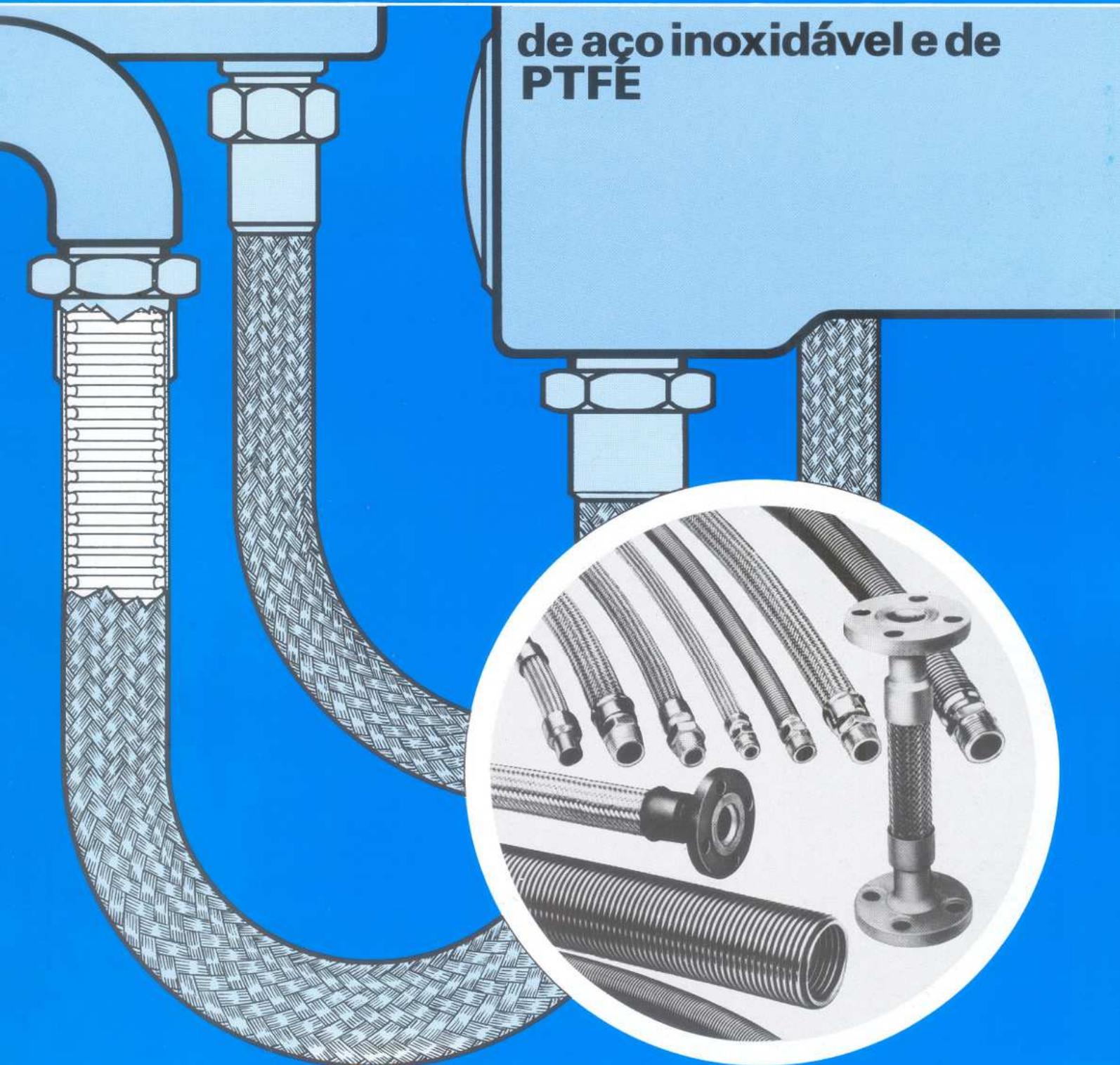


# Tubos flexíveis

de aço inoxidável e de PTFE



## Tubos Flexíveis Dinatécnica

Modelos: Standard e Super,  
de Aço Inoxidável

Os tubos flexíveis DINATÉCNICA modelos STANDARD e SUPER de corrugação anular, fabricados de aço inoxidável austenítico, são indicados para a condução de fluidos a alta temperatura e pressão, em instalações sujeitas a movimentos, e que requerem hermeticidade absoluta.

A diferença básica entre os dois modelos consiste na maior flexibilidade do SUPER, que pode ser constatada mediante a avaliação dos raios mínimos de flexão, indicados nas tabelas 1 e 2.

O modelo STANDARD é recomendado para uso geral, enquanto que o SUPER, tem sua aplicação principal em sistemas que requerem grande flexibilidade conservando as suas propriedades mecânicas ainda sob as mais severas condições de operação.

Elasticidade, estanqueidade, incombustibilidade e resistência química, a um elevado número de substâncias orgânicas e inorgânicas, são características que exigem o uso do nosso tubo flexível como amortecedor de vibração e compensador de dilatação, vínculo elástico em alto vácuo, conduto flexível em instalações elétricas anti-explosivas, e como mangueira para fluidos incompatíveis com elastômeros ou resinas sintéticas.

A conservação de sua flexibilidade a temperaturas muito baixas ( $-200^{\circ}\text{C}$ ) os afirmam também no campo criogênico (oxigênio líquido, etileno, etc.).

Para impedir o alongamento axial dos tubos por efeito da pressão interna, estes levam normalmente uma ou duas malhas externas trançadas, de aço inoxidável.

Os tubos flexíveis DINATÉCNICA são fornecidos com terminais normalizados soldados.

Sob encomenda, fabricamos todo tipo de terminal especial, assim como, revestimentos metálicos, de elastômeros e/ou de tecidos refratários.

Este catálogo contém os dados técnicos dos tubos flexíveis "STANDARD" e "SUPER", com e sem malha(s), seus terminais normalizados, assim como, os cálculos de parâmetros e as instruções básicas de instalação e operação.

Para maiores informações, solicite assessoramento do nosso Departamento Técnico.

## Tube Flexível Super (SU) de Aço Inoxidável



Material do Fole: AISI-304

Material da Malha: AISI-304

Temperatura de Serviço  $-200^{\circ}\text{C}$  até  $+600^{\circ}\text{C}$

OUTROS MATERIAIS SOB CONSULTA

DIÂMETRO NOMINAL D.N.		DIÂMETROS		MALHA EXTERNA	PRESSÃO NOMINAL $P_N$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	RAIO MÍNIMO DE FLEXÃO	
(mm)	(POL.)	In-terno d(mm)	Ex-terno D(mm)			Quantidade	Permant. $R_p$ (mm)
6	1/4	7	10,8	sem malha	10	25	80
			11,8	com uma malha	130		
			12,8	com duas malhas	260		
10	3/8	11	16,1	sem malha	8	35	10
			17,1	com uma malha	90		
			18,1	com duas malhas	140		
12	1/2	14	19,4	sem malha	5	40	115
			20,4	com uma malha	65		
			21,4	com duas malhas	130		
20	3/4	20,5	28	sem malha	4	50	130
			29	com uma malha	40		
			30	com duas malhas	70		
25	1	27	36,5	sem malha	3	60	150
			38,1	com uma malha	50		
			39,7	com duas malhas	65		
32	1.1/4	33	44,5	sem malha	2	70	180
			46,1	com uma malha	40		
			47,7	com duas malhas	45		
40	1.1/2	40,5	54	sem malha	2	80	220
			55,6	com uma malha	30		
			57,2	com duas malhas	45		
50	2	52,5	68	sem malha	1,5	100	270
			69,6	com uma malha	25		
			71,2	com duas malhas	35		
65	2.1/2	64,5	82	sem malha	1,5	140	330
			83,6	com uma malha	25		
			85,2	com duas malhas	40		
80	3	78	98	sem malha	1,2	190	410
			100,2	com uma malha	25		
			102,4	com duas malhas	40		
100	4	102	123	sem malha	1,2	260	490
			125,8	com uma malha	30		
			128,6	com duas malhas	35		
125	5	128	151	sem malha	1,2	310	560
			153,8	com uma malha	20		
			156,6	com duas malhas	35		
150	6	154	179	sem malha	1,2	360	630
			181,8	com uma malha	20		
			184,6	com duas malhas	35		
200	8	204	233	sem malha	1	430	730
			235,8	com uma malha	13		
			238,6	com duas malhas	25		
250	10	256	289	sem malha	1	530	900
			291,8	com uma malha	10		
			294,6	com duas malhas	20		
300	12	306	343	sem malha	1	650	1160
			345,8	com uma malha	10		
			348,6	com duas malhas	15		

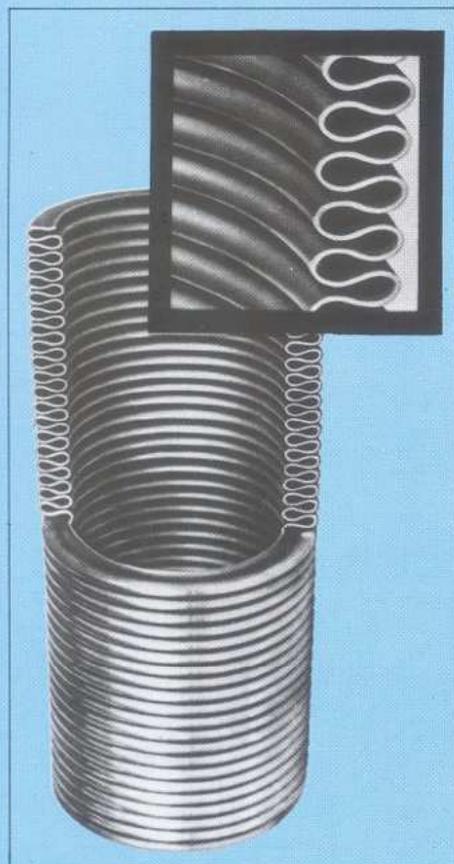
Tabela 1

## Tube Flexível Standard (ST) de Aço Inoxidável



Material do Fole: AISI-304  
Material da Malha: AISI-304  
Temperatura de Serviço -200°C até +600°C  
OUTROS MATERIAIS SOB CONSULTA

DIÂMETRO NOMINAL D.N.		DIÂMETROS		MALHA EXTERNA	PRESSÃO NOMINAL	RAIO MÍNIMO DE FLEXÃO	
(mm)	(POL.)	In-terno d(mm)	Ex-terno D(mm)			Quantidade	P <sub>N</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )
6	1/4	7	10,8	sem malha	12	30	100
			11,8	com uma malha	130		
			12,8	com duas malhas	260		
10	3/8	11	16,1	sem malha	10	40	120
			17,1	com uma malha	90		
			18,1	com duas malhas	140		
12	1/2	14	19,4	sem malha	6	45	140
			20,4	com uma malha	65		
			21,4	com duas malhas	130		
20	3/4	20,5	28	sem malha	5	55	160
			29	com uma malha	40		
			30	com duas malhas	70		
25	1	27	36,5	sem malha	3,6	65	180
			38,1	com uma malha	50		
			39,7	com duas malhas	65		
32	1.1/4	33	44,5	sem malha	2,5	80	220
			46,1	com uma malha	40		
			47,7	com duas malhas	45		
40	1.1/2	40,5	54	sem malha	2,5	90	260
			55,6	com uma malha	30		
			57,2	com duas malhas	45		
50	2	52,5	68	sem malha	2	110	330
			69,6	com uma malha	25		
			71,2	com duas malhas	35		
65	2.1/2	64,5	82	sem malha	2	155	400
			83,6	com uma malha	25		
			85,2	com duas malhas	40		
80	3	78	98	sem malha	1,5	210	500
			100,2	com uma malha	25		
			102,4	com duas malhas	40		
100	4	102	123	sem malha	1,5	290	600
			125,8	com uma malha	30		
			128,6	com duas malhas	35		
125	5	128	151	sem malha	1,5	350	680
			153,8	com uma malha	20		
			156,6	com duas malhas	35		
150	6	154	179	sem malha	1,5	400	760
			181,8	com uma malha	20		
			184,6	com duas malhas	35		
200	8	204	233	sem malha	1,2	470	880
			235,8	com uma malha	13		
			238,6	com duas malhas	25		
250	10	256	289	sem malha	1,2	580	1100
			291,8	com uma malha	10		
			294,6	com duas malhas	20		
300	12	306	343	sem malha	1,5	700	1144
			345,8	com uma malha	10		
			348,6	com duas malhas	15		



## Terminais

A DINATÉCNICA fornece seus tubos flexíveis com terminais de todo tipo de desenho e material, segundo as mais variadas normas, conforme as condições específicas de cada caso e exigências técnicas de cada cliente.

Até a temperatura de 300°C, estes são soldados com ligas de prata de primeira qualidade. A solda dos terminais para temperaturas mais altas e/ou fluidos incompatíveis com ligas de prata, realiza-se mediante a utilização do método TIG e adição adequada.

Para reduzir o custo e prazo de entrega dos nossos tubos flexíveis, permitimo-nos sugerir, aos nossos clientes, a utilização dos nossos terminais normalizados, expostos a seguir:

Obs. O comprimento dos terminais e as limitações de diâmetro para cada um, encontram-se em Tabela 3.

CÓDIGO	DIÂMETRO NOMINAL (mm)															
	6	10	12	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150	200	250	300
	COMPRIMENTO "T" DOS TERMINAIS (mm)															
MFL	40	40	50	60	70	80	90	100	110	—	—	—	—	—	—	—
MFF	40	40	50	60	70	80	90	100	110	120	—	—	—	—	—	—
MFI	40	40	50	60	70	80	90	100	110	120	—	—	—	—	—	—
MGF	—	90	110	120	140	150	160	190	—	—	—	—	—	—	—	—
FFL	35	35	40	50	60	70	80	90	100	110	—	—	—	—	—	—
FFF	70	80	90	100	120	140	150	180	200	230	—	—	—	—	—	—
FFI	40	40	50	60	70	80	90	100	110	120	—	—	—	—	—	—
FGL	50	50	60	70	80	90	100	110	120	130	—	—	—	—	—	—
FGF	80	90	90	110	120	140	150	180	200	230	—	—	—	—	—	—
FGI	50	50	60	70	80	90	100	110	120	130	—	—	—	—	—	—
PPSAC	50	50	50	60	70	70	90	100	100	110	110	110	120	120	130	130
PPSI	50	50	50	60	70	70	90	100	100	110	110	110	120	120	130	130
PRAC	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	140	140	140	—	—	—
PRI	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	130	140	140	140	—	—
FLFAC	—	—	50	70	70	80	90	110	120	130	140	150	160	180	190	200
FLFI	—	—	50	70	70	80	90	110	120	130	140	150	160	180	190	200
FLGAC	—	—	60	70	80	100	100	110	120	130	160	180	200	220	250	250
FLGI	—	—	60	70	80	100	100	110	120	130	160	180	200	220	250	250

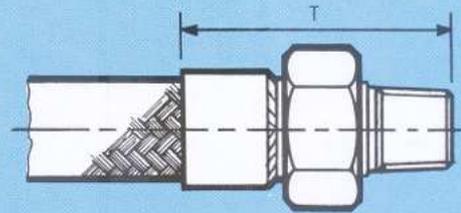
NOTA: Os comprimentos "T" dos terminais acima indicados são aproximados e informados somente para efeito de cálculo do comprimento de instalação do tubo flexível. \* Terminais especiais sob consulta.

Tabela 3

### Macho Fixo

Terminal com rosca macho BSPT ou NPT, correspondente ao diâmetro nominal respectivo, com luva de aço inoxidável.

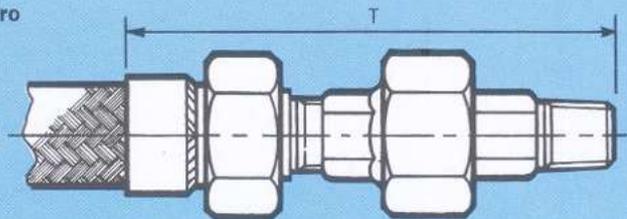
MFL - Macho Fixo de Latão (Até 300°C)  
 MFF - Macho Fixo de Ferro Fundido Maleável (Até 300°C)  
 MFI - Macho Fixo de Aço Inoxidável (Até 600°C)



### Macho Giratório

Terminal com rosca macho BSPT ou NPT, correspondente ao diâmetro nominal respectivo, com luva de aço inoxidável. Constituído por união macho-fêmea, sobre macho fixo soldado ao tubo flexível.

MGF - Macho Giratório de Ferro Fundido Maleável (Até 300°C)

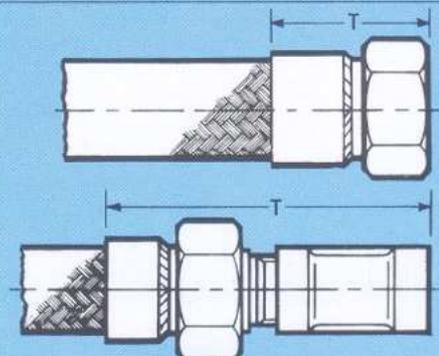


### Fêmea Fixa

Terminal com rosca fêmea BSP, NPS ou NPT correspondente ao diâmetro nominal respectivo, com luva de aço inoxidável.

As fêmeas fixas de latão e aço inoxidável são soldadas ao tubo flexível. As de ferro fundido maleável, são constituídas de luvas roscadas, sobre machos fixos soldados ao tubo flexível.

FFL - Fêmea Fixa de Latão (Até 300°C)  
 FFF - Fêmea Fixa de Ferro Fundido Maleável (Até 300°C)  
 FFI - Fêmea Fixa de Aço Inoxidável (Até 600°C)



## Observações :

- Todas as roscas externas são cônicas (BSPT ou NPT);
- Todas as roscas internas são paralelas (BSP ou NPS), exceto as dos terminais de ferro fundido maleável classe 300 lbs, que são cônicas (NPT);
- Os terminais de ferro fundido maleável serão fornecidos com roscas, conforme a classe e pressão de projeto;

Para 150 psig, a norma usada é BSP (para as roscas internas) e BSPT (para as roscas externas);

Para 300 psig, a norma usada é NPT (para roscas internas e externas);

• Para os demais terminais, a norma da rosca deve ser especificada pelo cliente, por ocasião da consulta;

• Os terminais MGF só se aplicam para pressões de até 150 psig.;

• Os assentos das fêmeas giratórias são planos; exceto os assentos das de ferro fundido maleável série 300 psig., que são com assento cônico de bronze;

• As pestanas dos flanges giratórios são de face lisa (sem ranhuras);

• Os ressaltos dos flanges fixos são ranhurados;

• As partes em aço carbono são fornecidas pintadas com uma demão de primer.

### IMPORTANTE:

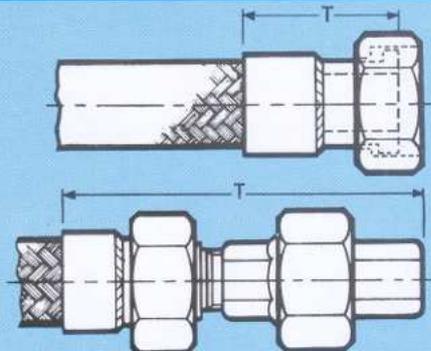
Qualquer especificação contrária às observações acima, deverá ser indicada claramente, por ocasião da consulta correspondente.

## Fêmea Giratória

Terminal com rosca fêmea BSP, NPS ou NPT, correspondente ao diâmetro nominal respectivo, com luva de aço inoxidável.

As fêmeas giratórias de latão e aço inoxidável, são soldadas diretamente ao tubo flexível. As de ferro fundido maleável, estão constituídas por uniões fêmea-fêmea sobre machos fixos soldados ao tubo flexível.

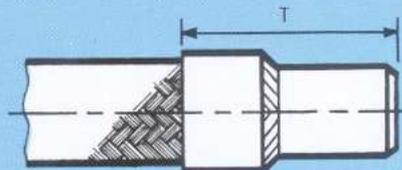
FGL - Fêmea Giratória de Latão	(Até 300°C)
FGF - Fêmea Giratória de Ferro Fundido Maleável	(Até 300°C)
FGI - Fêmea Giratória de Aço Inoxidável	(Até 600°C)



## Ponta para Solda

Terminal preparado para solda de topo, de aço carbono ou aço inoxidável biselado, conf. ANSI B 16.25, com luva de aço inoxidável. (Para espessuras menores que 3/16", ponta lisa, sem bisel).

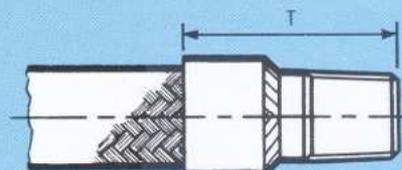
PPSAC - Ponta para Solda de Aço Carbono	(Até 300°C)
PPSI - Ponta para Solda de Aço Inoxidável	(Até 600°C)



## Ponta Roscada

Terminal roscado, externamente, rosca BSPT ou NPT, correspondente ao diâmetro nominal respectivo, com luva de aço inoxidável.

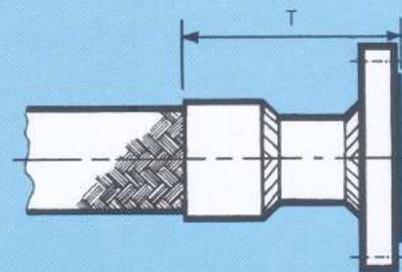
PRAC - Ponta Roscada de Aço Carbono	(Até 300°C)
PRI - Ponta Roscada de Aço Inoxidável	(Até 600°C)



## Flange Fixo

Terminal flange conforme normas ANSI ou DIN, de aço carbono ou aço inoxidável sobre tubo terminal do mesmo material, com luva de aço inoxidável.

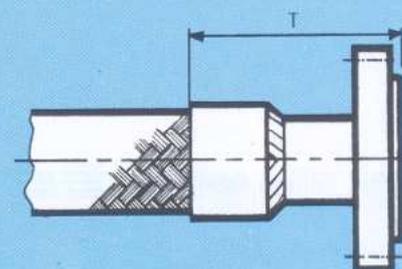
FLFAC - Flange Fixo de Aço Carbono	(Até 600°C)
FLFI - Flange Fixo de Aço Inoxidável	(Até 300°C)



## Flange Giratório

Terminal flange conforme normas ANSI ou DIN, de aço carbono sobre tubo e pestana de aço carbono ou aço inoxidável com luva de aço inoxidável.

FLGAC - Flange Giratório de Aço Carbono sobre Tubo e Pestana de Aço Carbono	(Até 300°C)
FLGI - Flange Giratório de Aço Carbono sobre Tubo e Pestana de Aço Inoxidável	(Até 600°C)



## Variáveis e Fatores de Cálculo

Nesta folha encontram-se todas as variáveis e os fatores auxiliares térmicos e dinâmicos a serem utilizados nas fórmulas para definir os parâmetros, assim como um exemplo de cálculo para uma instalação típica.

VARIÁVEIS		
SÍMBOLO	DENOMINAÇÃO	UNIDADES
Q	Vazão	m <sup>3</sup> /h
d	Diâmetro interno do tubo	mm
Re	Número de Reynolds	—
V	Velocidade de fluxo	m/s
ν	Viscosidade cinemática de fluxo	cSt
Ps	Pressão de serviço real	Kgf/cm <sup>2</sup>
PM	Pressão máx. de serviço admissível	Kgf/cm <sup>2</sup>
PN	Pressão nominal de serviço (tabela 1 e 2)	Kgf/cm <sup>2</sup>
PP	Pressão de teste	Kgf/cm <sup>2</sup>
PR	Pressão de ruptura	Kgf/cm <sup>2</sup>
ft	Fator térmico (Tabela 5)	—
fdin	Fator dinâmico fluxo-movimento (tab. 6)	—
Rp	Raio mínimo de flexão permanente (tab. 1 e 2)	mm
RN	Raio mínimo de flexão intermitente (tab. 1 e 2)	mm
R	Raio mínimo de flexão intermitente real	mm
T	Comprimento do terminal incluindo luva (tab. 3)	mm
L	Comprimento total do tubo flexível	mm
LN	Comprimento nom. de amortecimento (tab. 7)	mm
Lu	Comprimento útil de amortecimento	mm
A	Distância de instalação	mm
B	Distância de instalação	mm
C	Distância de instalação	mm
F	Comprimento da curva incluindo luva (tab. 7)	mm

Tabela 4

FATOR TÉRMICO Segundo Cód. ASME					$f_t = \frac{\sigma_t}{\sigma_{20^\circ\text{C}}}$
TEMPERATURA		AISI 304	AISI 316	AISI 321	
°F	°C				
≤100	20	1	1	1	
200	93	0,95	1	0,98	
300	150	0,88	0,98	0,92	
400	205	0,86	0,96	0,91	
500	260	0,85	0,96	0,91	
600	315	0,85	0,90	0,87	
700	370	0,85	0,87	0,84	
800	427	0,81	0,84	0,82	
900	483	0,78	0,82	0,81	
1000	538	0,73	0,81	0,73	
1050	565	0,65	0,77	0,51	
1100	594	0,52	0,66	0,37	
1150	620	0,41	0,52	0,26	
1200	650	0,32	0,39	0,19	
1250	677	0,25	0,29	0,14	
1300	705	0,20	0,22	0,09	

Tabela 5

FATOR DINÂMICO FLUXO - MOVIMENTO fdin			
MOVIMENTO FLUXO	MOVIMENTOS LENTOS DE CURTO CURSO SEM VIBRAÇÃO	MOVIMENTOS FREQUENTES DE LONGO CURSO COM VIBRAÇÃO*	MOVIMENTOS RÍTMICOS CONTÍNUOS COM MARCADA VIBRAÇÃO
Pressão Constante Fluxo Contínuo	1	0,85	0,7
Pressão Variável Fluxo Variável	0,85	0,7	0,55
Pressão Pulsante Direção Alternada do Fluxo	0,7	0,55	0,4
Golpes de Ariete (Válvulas Elétricas) Mudanças Súbitas de Fluxo	0,55	0,4	0,25

\* Para definir o fator fdin para amortecedores de vibração deve-se utilizar unicamente valores desta coluna.

Tabela 6

### Exemplo de Cálculo:

Se pretende instalar um tubo flexível Super de AISI-304, com uma malha e terminais macho fixo MFF numa prensa com um curso vertical C=300 mm, conforme figura 1, com movimentos frequentes e pressão/fluxo variável: A pressão de vapor é de 5 Kgf/cm<sup>2</sup> com temperatura de 150°C; A vazão prevista é de 10 m<sup>3</sup>/h.

DO GRÁFICO 1: (Linha pontilhada) Se obtém que o diâmetro "d" necessário é de 25 mm; da tabela 5 o fator térmico ft = 0,88 e da tabela 6 o fator dinâmico é fdin = 0,7, T é 70 mm segundo tab. 3.

$$P_M = P_N \cdot f_t \cdot f_{din} = 50 \cdot 0,88 \cdot 0,7 = 30,8 \text{ Kgf/cm}^2 > 5 \text{ Kgf/cm}^2$$

$$R = \frac{R_N}{3} \left[ \sqrt{\frac{P_s}{P_M} + \frac{1}{f_t} + \frac{1}{f_{din}}} \right] = \frac{150}{3} \left[ \sqrt{\frac{5}{30,8} + \frac{1}{0,88} + \frac{1}{0,7}} \right] = 148 \text{ mm}$$

$$L = 4 \cdot R + \frac{C}{2} + 2T = 4 \times 148 + \frac{300}{2} + 2 \times 70 = 882 \text{ mm}$$

$$A = 1,43 \cdot R + \frac{C}{2} + T = 1,43 \times 148 + \frac{300}{2} + 70 = 432 \text{ mm}$$

$$B = 1,43 \cdot R + T = 1,43 \cdot 148 + 70 = 282 \text{ mm}$$

## Determinação de Parâmetros

A vida útil do tubo flexível depende da interação de vários parâmetros.

A velocidade e características do fluxo, a pressão e temperatura de operação e o

raio de flexão são os mais importantes, mas a frequência e tipo de movimento como também a resistência à corrosão e a forma de instalação são fatores que definem seu resultado ao longo do tempo.

Para obter-se um ótimo rendimento, assim como a máxima segurança operacional dos nossos tubos flexíveis, é importante definir corretamente o diâmetro, a pressão máxima admissível de operação e o raio mínimo de flexão em função do regime de fluxo, do meio fluido conduzido, do movimento e da temperatura.

### Diâmetro Interno

A velocidade de fluxo é o parâmetro principal para definir o diâmetro da tubulação em geral, e do tubo flexível em particular.

O gráfico 1 contém as faixas das velocidades de fluxo racionais para líquidos em função da viscosidade (faixa azul escuro) e para gases e vapores em função da pressão (faixa azul claro). Entrando pela ordenada com a vazão Q em m<sup>3</sup>/h, fixa-se dentro da respectiva faixa de velocidade racional, de acordo com a viscosidade ou pressão do fluido, o ponto que determina sobre a abscissa, o diâmetro correspondente à tubulação e ao tubo flexível.

Dentro do intervalo de velocidades de fluxo, economicamente aconselháveis (faixas coloridas), as perdas de pressão dos nossos tubos flexíveis STANDARD e SUPER, não superam significativamente a perda de pressão de uma tubulação comum, sendo por isso, desprezíveis. A maiores velocidades, e quando o n.º de Reynolds do regime de fluxo atinja valores de 5.10<sup>5</sup> para o tubo Standard e 8,5.10<sup>5</sup> para o tubo Super, podem aparecer vibrações de alta frequência, prejudiciais para o tubo flexível; neste caso, deve-se aumentar o diâmetro.

$$Re = 3,54 \cdot 10^5 \frac{Q}{V \cdot d} = 1 \cdot 10^3 \frac{V \cdot d}{V}$$

Nota: denominação e unidades das variáveis e exemplos de cálculo encontram-se na Tabela 4.

### Pressão Máxima Admissível de Operação

A pressão de serviço real P<sub>s</sub> deve ser, em todos os casos, inferior ou igual à pressão máxima admissível P<sub>M</sub>, e esta, por sua vez, é sempre inferior ou igual à pressão nominal P<sub>N</sub>, uma vez que a resistência do material diminui em maior temperatura e as características particulares do sistema fluxo-movimento, modificam a pressão admissível, afetando-a com um fator de segurança f<sub>din</sub> adicional.

$$P_s < P_M = P_N \cdot f_t \cdot f_{din}$$

### Raio Mínimo de Flexão Intermitente

O parâmetro mais importante para a vida útil do tubo flexível é o raio mínimo de flexão intermitente real R, e este depende dos seguintes fatores: pressão de serviço, resistência do material em função da temperatura, características do fluxo e movimento.

Mediante o emprego da seguinte equação, obtém-se o raio mínimo de flexão R, que assegura 100.000 movimentos alternados entre a linha reta e o raio

definido para as condições de operação específicas.

$$R = \frac{R_N}{3} \left[ \sqrt{\frac{P_s}{P_M}} + \frac{1}{f_t} + \frac{1}{f_{din}} \right]$$

Para uma maior quantidade de ciclos, deve-se aumentar este valor, já que, quanto maior é o raio R, também o será a vida útil do tubo.

Para o uso geral, nosso tubo flexível Standard cumpre, satisfatoriamente, as necessidades de flexibilidade.

Para condições de serviço mais exigentes, o tipo Super, devido à sua maior flexibilidade, é especialmente indicado. (Grandes movimentos e/ou de grande frequência, como os das prensas de alta produção, juntas rotativas ou onde o espaço disponível é reduzido).

### Pressão de Teste

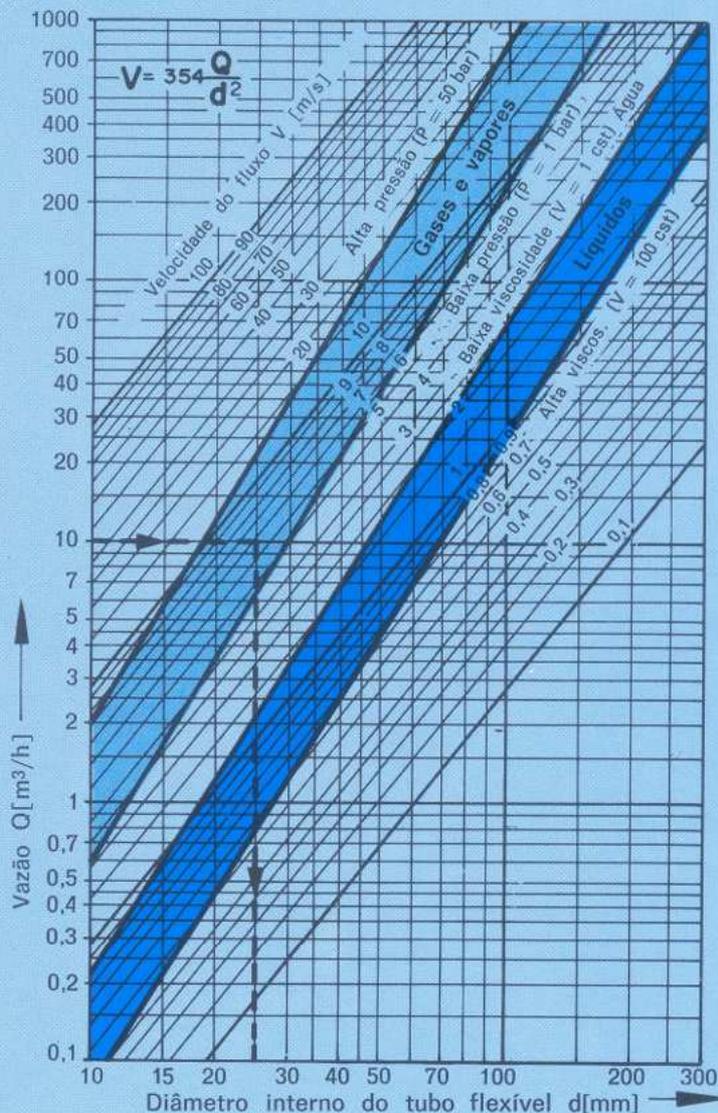
A pressão de teste P<sub>P</sub> para nossos tubos flexíveis realizado na fábrica a 20°C, é em todos os casos, segundo o código ASME:

$$P_P = 1,5 \cdot P_s \frac{1}{f_t}$$

$$P_R > 3,5 \cdot P_s \cdot \frac{1}{f_t}$$

Outras condições de teste devem ser pré-estabelecidas pelo cliente.

Gráfico 1



## Instalação

A correta instalação dos tubos flexíveis é de fundamental importância para sua performance operacional e longa vida útil. Antes de expor as diferentes possibilidades de montagem, permitimo-nos insistir

na importância das seguintes regras: OS TUBOS FLEXÍVEIS NÃO DEVEM SER SUBMETIDOS A MOMENTOS DE TORSÃO. A configuração dos tubos flexíveis e os cursos de movimento respectivos, devem dispor-se sempre num só plano e livre de torção. A utilização de duas chaves para o ajuste dos terminais evita que o tubo flexível se torsione durante a montagem.

Também deve-se evitar o atrito dos tubos flexíveis entre si, ou com partes da instalação, assim como seu contato com substâncias abrasivas, como areia e pó.

## Movimentos Alternativos Frequentes

Uma vez definidos os parâmetros, deve-se escolher o sistema de movimento e instalação mais conveniente; definir os terminais e calcular o comprimento L dos tubos flexíveis a serem utilizados.

A continuação, apresentamos as formas de instalação mais utilizadas para movimentos alternativos frequentes e suas respectivas fórmulas de dimensionamento.

### Movimento Vertical Simples

Este sistema de movimento vertical em U (fig. 1) é especialmente indicado para a instalação do tubo flexível na condução de fluidos aquecedores em prensas de pratos múltiplos com longos cursos e ciclos frequentes (vulcanização de elastômeros, aglomeração de madeira, polimerização de laminados decorativos, etc.).

$$L = 4R + \frac{C}{2} + 2T$$

$$A = 1,43R + \frac{C}{2} + T$$

$$B = 1,43R + T$$

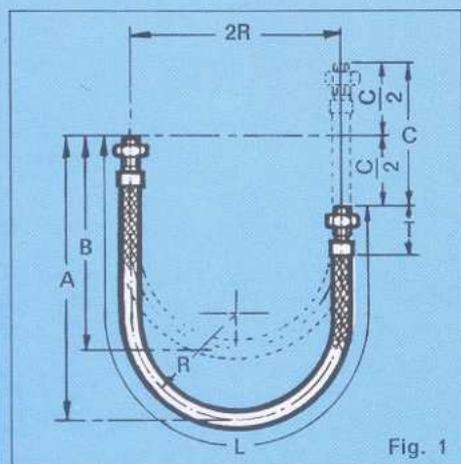


Fig. 1

### Movimento Horizontal Simples (Cursos curtos)

A disposição em U (fig. 2) para movimento horizontal frequente, é recomendada para instalações de tubos flexíveis de maior diâmetro e/ou conduzindo líquidos, já que seu peso próprio não afeta a correta configuração.

Utiliza-se somente para cursos curtos, devido a que para cursos maiores, tornam-se necessários, comprimentos de tubo excessivamente longos.

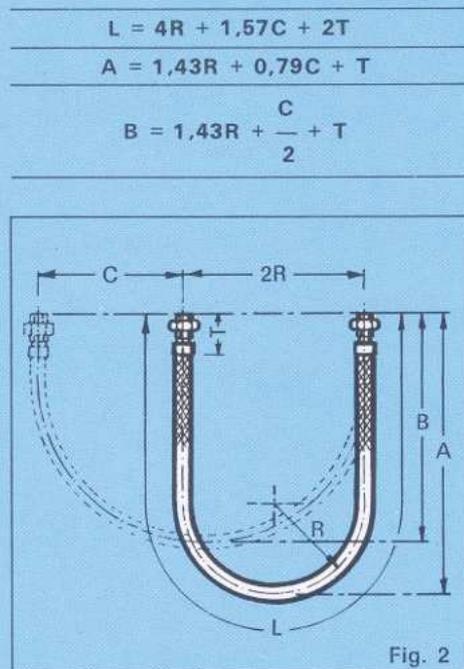


Fig. 2

### Movimento Horizontal Simples (Cursos longos)

Este sistema em U (fig. 3) permite cursos relativamente longos de ciclos frequentes com um mínimo de comprimento L. O tubo deve ser apoiado, para que o peso próprio não altere sua configuração.

$$L = 4R + \frac{C}{2} + 2T$$

$$A = 1,43R + \frac{C}{2} + T$$

$$B = 1,43R + T$$

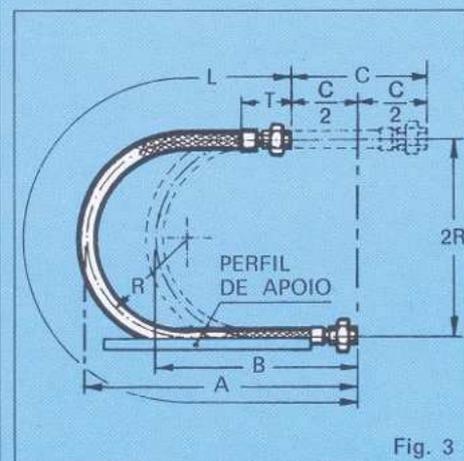


Fig. 3

### Movimento Combinado Simples ou Composto

A instalação em U indicada na fig. 4

permite movimentos frequentes horizontais  $C_1$  e verticais  $C_2$  e qualquer movimento retilíneo ou curvo pertencente ao plano definido por  $C_1$  e  $C_2$  num mesmo extremo.

Também é possível distribuir movimentos parciais simultâneos ou independentes a ambos os extremos, sempre que tais movimentos sejam coplanares e sua soma vetorial não supere os limites dos campos  $C_1$  e  $C_2$ .

$$L = 4R + 1,57 C_1 + \frac{C_2}{2} + 2T$$

$$A = 1,43R + 0,79 C_1 + \frac{C_2}{2} + T$$

$$B = 1,43R + \frac{C_1}{2} + T$$

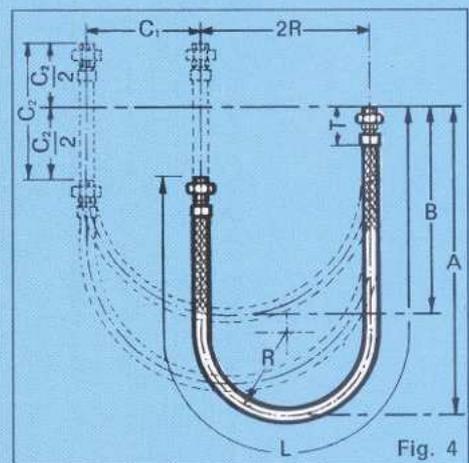


Fig. 4

## Instalações Fixas

Em casos de complexa configuração de tubulação, dificilmente realizáveis com elementos rígidos convencionais, é conveniente a utilização do tubo flexível. O raio mínimo de flexão  $R_p$  constitui o limite de inflexão para esse tipo de instalação e permite até dez flexões completas (flexões parciais podem ser mais numerosas). O raio de flexão permanente  $R_p$  encontra-se nas tabelas 1 e 2 e não sofre modificação por outros parâmetros.

A utilização do tubo flexível nestes casos, facilita a montagem e o alinhamento de equipamentos, eliminando ao mesmo tempo os momentos de flexão nas conexões.

Para absorver a dilatação térmica em tubulações de pequeno diâmetro e especialmente em pontos onde convergem movimentos desde duas ou mais direções, os tubos flexíveis constituem uma solução prática e econômica.

O esquema da fig. 5 compensa satisfatoriamente dilatações por deflexão lateral. O curso C pode distribuir-se em partes a ambos os extremos e em diferentes direções, sempre que estas sejam normais ao eixo central do esquema e a soma vetorial não exceda o valor total do curso C em função do raio mínimo de flexão real R.

$$\alpha = \arccos \left[ 1 - \frac{C}{4R} \right]$$

$$\alpha \text{ máx.} = 45^\circ$$

$$A = 2R \operatorname{sen} \alpha + 2T$$

$$C \text{ máx.} = 1,172R$$

$$L = \frac{\pi R \alpha}{90} + 2T \geq 0,5R + 2T$$

Os outros sistemas indicados (figs. 6, 7, 8 e 9), mostram outras soluções praticáveis. É importante dispor de um comprimento L suficiente para que as deformações máximas do tubo, não contenham raios de inflexão menores que R.

A vibração mecânica é comumente gerada por máquinas rotativas como bombas, compressores, turbinas, motores de combustão interna, etc. e sua frequência coincide quase sempre com o número de rotações desses equipamentos. As maiores amplitudes são, por regra geral, radiais ao eixo principal e se registram consequentemente no plano normal a este. As amplitudes em direção axial são geralmente desprezíveis ou nulas. Nestes casos, trata-se de um sistema de vibração bidimensional. Pela presença de elementos mecânicos secundários ou efeitos de ressonância, podem registrar-se amplitudes em direção axial que transformam o sistema em tridimensional.

Para uma correta instalação, não é suficiente apoiar os equipamentos sobre bases anti-vibratórias devendo-se também evitar a propagação da vibração ao sistema de tubulação vinculado à máquina.

Nossos tubos flexíveis STANDARD e SUPER são excelentes elementos para absorver vibração, não só reduzem ruído e ressonância, como também rupturas em aparelhos e instrumentos.

O gráfico 2 mostra as vibrações capazes de serem absorvidas pelos esquemas de instalação I, L e U (figs. 10, 11 e 12), indicadas com as suas respectivas fórmulas de dimensionamento.

Em casos de frequências e/ou amplitudes superiores, consulte sem compromisso o nosso departamento técnico.

Para amortecer a vibração bidimensional, é suficiente um só trecho reto de tubo flexível por ramal, próximo da fonte vibratória em posição paralela ao eixo principal, com o extremo oposto rigidamente fixado, conforme sistema I (fig. 10). As amplitudes radiais são absorvidas por deflexão lateral. Os tubos flexíveis não absorvem vibração em direção a seu próprio eixo.

Os comprimentos úteis  $L_U$  e de instalação A e B resultam das fórmulas e tabela 7 aqui indicadas.

A absorção de vibração tridimensional já exige os sistemas L ou U. A forma L (fig. 11) é aconselhável para diâmetros maiores a DN 50, enquanto que o sistema U se adapta melhor em diâmetros menores, sendo essencialmente indicado para juntas rotativas.

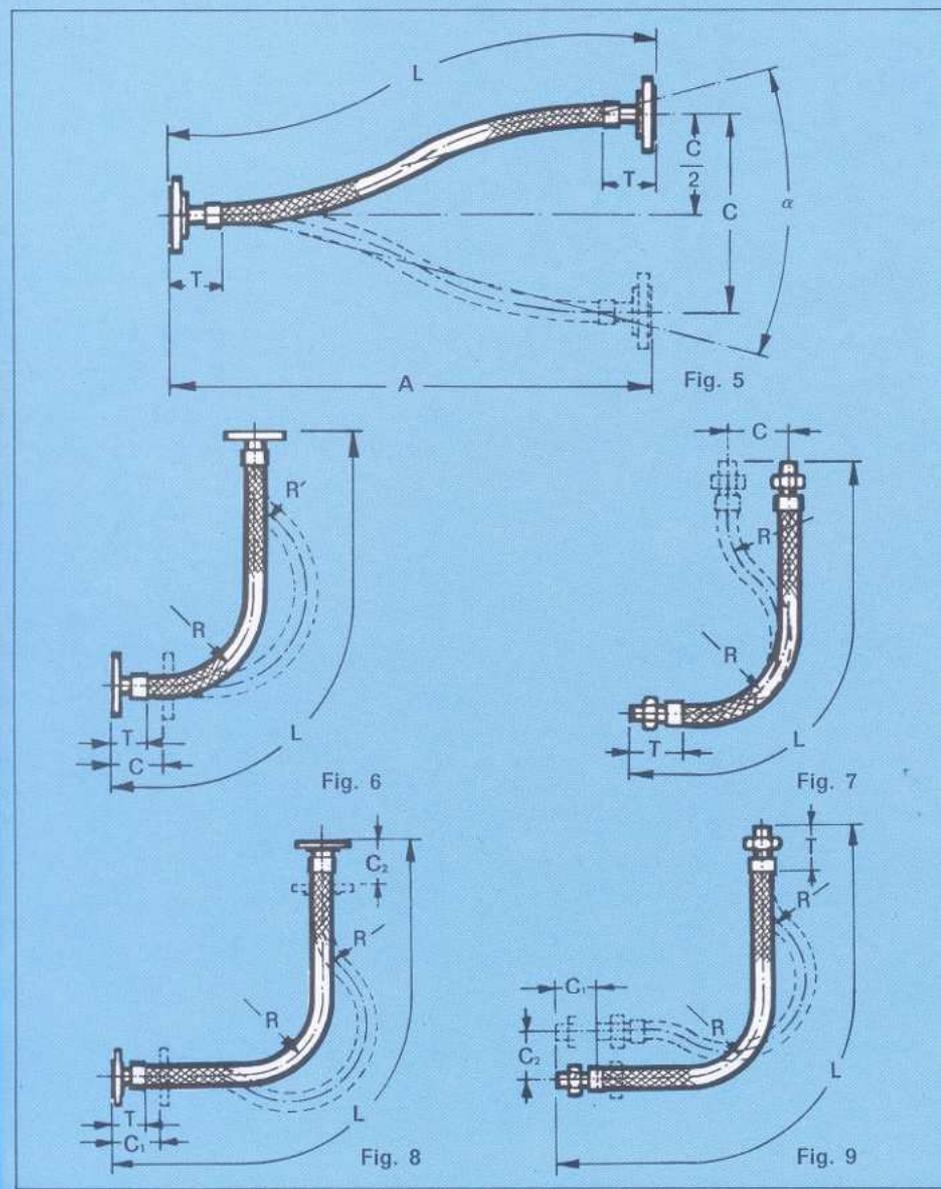
O sistema L deve instalar-se com um trecho vertical e o outro normal ou paralelo ao eixo da máquina segundo espaço disponível.

$$L_U = \frac{L_N}{3} \cdot \left[ \sqrt{\frac{P_S}{P_M}} + \frac{1}{f_t} + \frac{1}{f_{din}} \right]$$

$$A = L_U + 2T$$

$$B = L_U + F + T$$

Mediante o sistema U (fig. 12), absorvem-se os movimentos oscilatórios



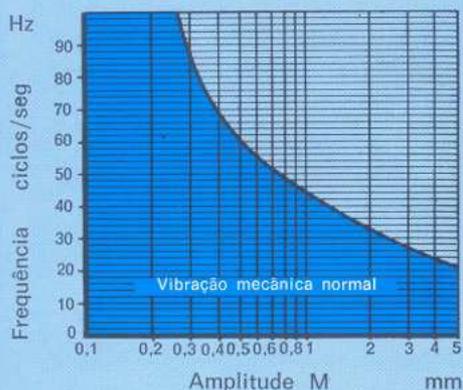
de juntas rotativas, anulando-se os momentos fletores causados por inevitáveis desalinhamentos de montagem, o que resulta no aumento considerável da vida útil das mesmas.

Nesta aplicação típica, é imprescindível conter os momentos de arraste, mediante uma barra de guia, como mostra a figura. O comprimento do tubo flexível L e a distância de instalação C, definem-se com as equações indicadas.

$$L = 2,3R + 2 T$$

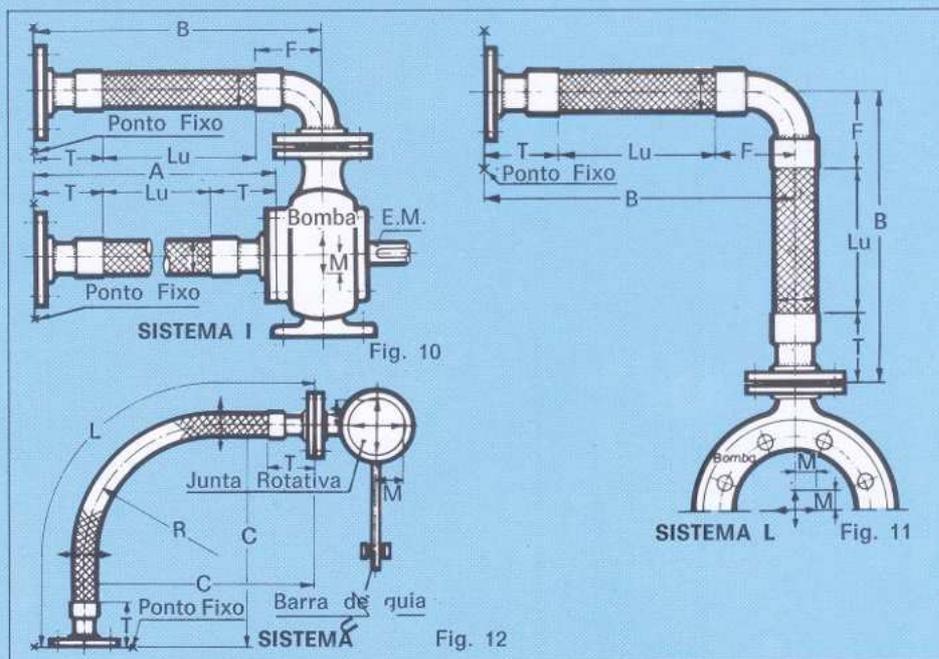
$$C = 1,365R + T$$

Gráfico 2



		VALORES DE LN E F EM FUNÇÃO DE DN (mm)											
Diâm. Nominal	DN	25	32	40	50	65	80	100	125	150	200	250	300
Standard	LN	205	225	242	265	293	322	350	380	414	465	517	575
Super	LN	180	195	210	230	255	280	305	330	360	405	450	500
Curva	F	80	90	100	135	155	180	215	265	300	380	460	540

Tabela 7



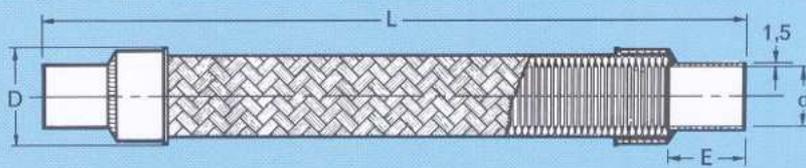
## Vibração em Equipamentos de Ar Condicionado e Refrigeração

### AMORTECEDORES DE VIBRAÇÃO "AVR"

Especialmente desenvolvido para eliminar vibração e ruído nos equipamentos de ar condicionado e refrigeração, o AVR é fabricado a partir do nosso tubo flexível tipo SUPER de aço inoxidável, uma malha externa do mesmo material e pontas de cobre para solda.

Entre as principais vantagens que oferece, podemos destacar sua extraordinária flexibilidade que garante longa vida útil, ainda com amplitudes e frequências relativamente altas e sua resistência à alta temperatura da solda de montagem.

Para um correto funcionamento, com máximo rendimento, é necessário instalar o amortecedor em forma reta, sem torsão, o mais próximo possível da fonte de vibração e fixar rigidamente o extremo oposto a esta. Como os AVR amortecem a vibração por deflexão lateral, recomendamos instalá-los em posição paralela ao eixo motriz do equipamento, dado que a vibração mecânica tem geralmente características radiais.



CÓDIGO	DIÂMETRO INTERNO		COMP. L mm	DIÂM. D mm	COMP. E mm
	pol.	mm			
AVR 3/8	3/8	9,6	210	22	20
AVR 1/2	1/2	12,8	230	26	20
AVR 5/8	5/8	16	250	26	25
AVR 3/4	3/4	19,2	285	35	30
AVR 7/8	7/8	22,3	290	35	30
AVR 1	1	25,6	320	45	35
AVR 1.1/8	1.1/8	28,7	330	45	35
AVR 1.1/4	1.1/4	32	375	52	40
AVR 1.3/8	1.3/8	35,2	375	52	45
AVR 1.1/2	1.1/2	38,3	420	62	45
AVR 1.5/8	1.5/8	41,5	430	62	50
AVR 2	2	51	470	79	60
AVR 2.1/8	2.1/8	54,4	510	79	65
AVR 2.3/8	2.3/8	60,5	570	92	70
AVR 2.5/8	2.5/8	67	610	92	75
AVR 3.1/8	3.1/8	79,7	690	110	90
AVR 4.1/8	4.1/8	105	840	137	110

Temperatura de serviço: desde -100°C até 300°C  
Apto para qualquer fluido de refrigeração compatível com cobre.

Tabela 8

## Mangotes de Aço Inoxidável HD e HDO

## Tubos Flexíveis de PTFE

Os mangotes de aço inoxidável são utilizados para a condução de fluidos, líquidos ou gasosos, quando é desejada hermeticidade absoluta em condições rigorosas de operação, por razões de pressão, temperatura e corrosão. Utilizam-se em petroquímicas, descarga de navios, siderúrgicas, fertilizantes, sistemas criogênicos, etc.

O mangote DINA-HD é fabricado a partir do nosso tubo flexível tipo STANDARD e terminais de aço carbono ou aço inoxidável, conforme as exigências de cada caso específico. É recoberto com uma ou duas malhas de aço inoxidável, podendo ainda ser revestido externamente com uma envoltura de corda de polipropileno (ou conforme outras especificações), para evitar danos provenientes de condições de serviço extremamente severas.

São fornecidos com alças de levantamento de aço carbono nas suas extremidades, para facilitar o manuseio dos mesmos. Em diâmetros que variam de DN 2" até DN 12", sem limitação no comprimento, são fabricados para pressões nominais pelos padrões ANSI (150 e 300 PSIG) e DIN (ND-10, 16 e 25).

Uma variante do nosso mangote HD é o HDO, utilizado na condução de fluidos gasosos de alta velocidade, e especialmente recomendado para as lanças de oxigênio das aciárias.

Neste caso, o mangote possui internamente, um tubo guia engrampado de aço inoxidável, altamente flexível, que lhe proporciona rugosidade praticamente nula, evitando assim, perdas de cargas significativas e a ocorrência de ressonância, reduzindo ainda o ruído produzido pela passagem do fluido através do mangote.

Devido a que, nestes sistemas, perdas de carga e ressonância são muito prejudiciais para o rendimento dos processos e performance do mangote, respectivamente, essas tubulações flexíveis vêm sendo cada vez mais utilizadas, encontrando-se operando satisfatoriamente na maioria das aciárias nacionais.

O mangote HDO é fabricado a partir do nosso tubo flexível STANDARD ou SUPER, conforme exigências técnicas de cada caso específico. A totalidade das partes em contato com o fluido são de aço inoxidável, permanecendo as suas demais características construtivas similares às do HD para uso geral.

Devido às características do fluido conduzido, tornam-se necessários, cuidados especiais tanto na fabricação como na limpeza, no acabamento final e na armazenagem do mangote.

Assim, todo e qualquer contaminante orgânico e combustível, é removido mecânica e/ou quimicamente, garantindo a limpeza perfeita da seção de passagem.

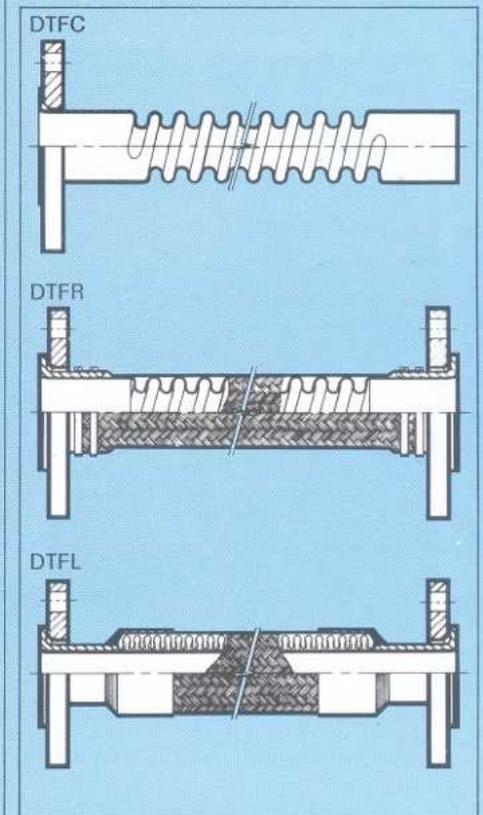
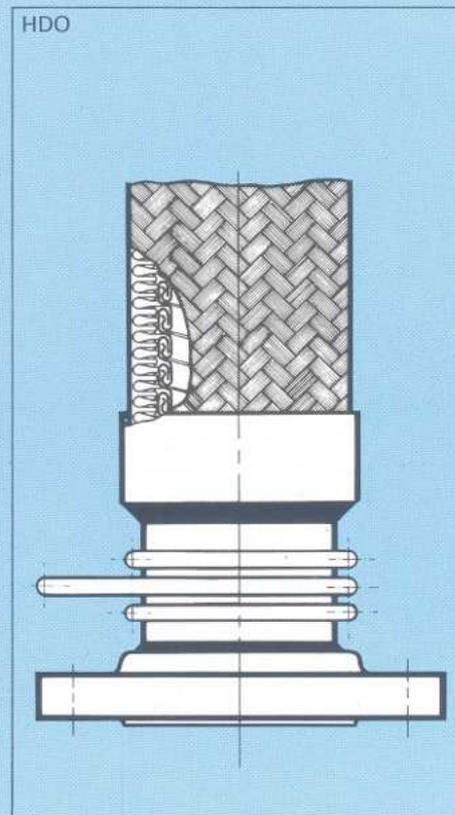
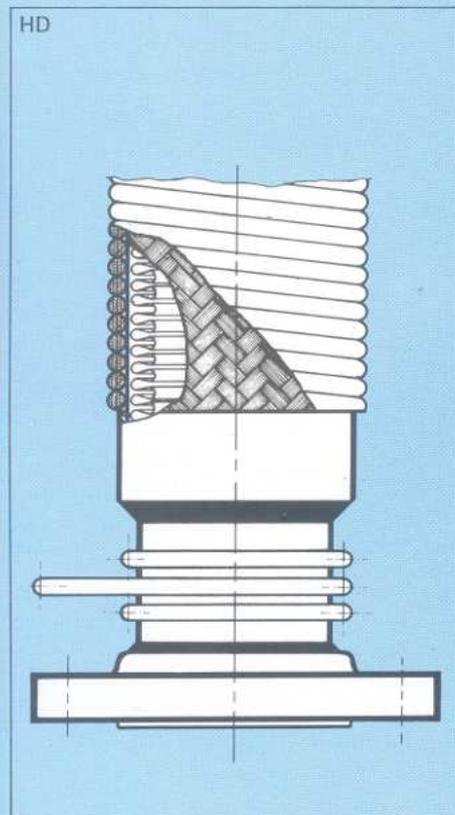
Quando, pelas características do fluido conduzido, em função das condições de operação, não é aconselhável a utilização do tubo flexível de aço inoxidável, a alternativa tecnicamente correta e que a DINATECNICA oferece é o tubo flexível de PTFE.

A extraordinária resistência aos produtos químicos, que não é alcançada por nenhum outro material sintético e as boas qualidades físicas e mecânicas, conferem ao fluoroplástico PTFE, inúmeros campos de aplicação na indústria química, siderúrgica, nuclear, alimentícia, de papel e celulose, farmacêutica, etc., na condução de substâncias líquidas ou gasosas, geralmente agressivas.

Os tubos de PTFE são fornecidos em vários modelos, de 1/2" até 6" de diâmetro nominal.

A seguir, apresentamos alguns desses modelos.

Para maiores informações, solicitamos contatarmos o nosso departamento técnico.



## Tolerâncias de Fabricação

### NO COMPRIMENTO TOTAL:

- + 2% do comprimento especificado,
- 1% do comprimento especificado.

### NOS TERMINAIS:

Conforme norma correspondente a cada tipo de terminal.

### GARANTIA:

Os tubos flexíveis DINATECNICA são garantidos por 12 (doze) meses de operação ou 18 (dezoito) meses, contados a partir da data de entrega do material (o que ocorrer primeiro). Esta garantia cobre defeitos de fabricação, não se aplicando àqueles casos decorrentes da não observância das instruções técnicas de instalação, do correto manuseio e da adequada estocagem das peças.

## Dados necessários para a especificação correta de um Tubo Flexível

Para poder determinar o tubo flexível apropriado para a sua instalação, solicitamos, por ocasião da consulta ou encomenda, informar os seguintes dados:

- Modelo,
- Diâmetro Nominal,
- Quantidade de malhas (ou pressão de operação),
- Tipo e material dos terminais,
- Fluido conduzido,
- Pressão de operação,
- Movimentos a serem absorvidos,
- Comprimento de instalação e/ou comprimento total do tubo flexível,
- Velocidade do fluido,
- Tipo de fluxo/movimento (conforme tabela 6),
- Croqui da instalação, se possível.

## COMO ENCOMENDAR:

Para simplificar a encomenda de qualquer tubo flexível DINATECNICA, sugerimos a seguinte maneira prática e abreviada:

TIPO	DIÂ-METRO NOMINAL (mm)	QTD. DE MALHAS	PRES-SÃO DE SERVIÇO (Kgf/cm <sup>2</sup> )	TERMI-NAL	(NORMA)	TERMI-NAL	(NORMA)	(mm)
			VÁCUO	MFL		MFL		COMPRIMENTO TOTAL
	6		1,0	MFF		MFF		
	10			(MFI)		MFI		
	12			MGF		MGF		
	20			FFL	(BSP)	FFL	(BSP)	
SU	25			FFF	(BSPT)	FFF	(BSPT)	
(ST)	32			FFI	(NPS)	FFI	(NPS)	
AVR*	40	0		FGL	(NPT)	FGL	(NPT)	
HD	50	1		FGF	(ANSI 150#)	FGF	(ANSI 150#)	
HDO	65			FGI	(ANSI 300#)	(FGI)	(ANSI 300#)	
DTFC*	80	2		PPSAC	(DIN ND 10)	PPSAC	(DIN ND 10)	
DTFR*	100		PPSI	(DIN ND 16)	PPSI	(DIN ND 16)		
DTFL*	125		PRAC	(DIN ND 25)	PRAC	DIN ND 25)		
	150		260	PRI		PRI		
	200			FLFAC		FLFAC		
	250			FLFI		FLFI		
	300			FLGAC		FLGAC		
				FLGI		FLGI		

### Exemplo:

**ST — 20 — 1 — 17 — MFI (NPT) X FGI (NPS) — 800**

\* - Não é necessário indicar o tipo de terminais para estes tubos, uma vez que eles são únicos, conforme desenhos constantes neste catálogo.

Outros modelos, dimensões e/ou tipos de terminais, sob consulta.

Para dados não constantes neste folheto, informações complementares e/ou avaliação de problemas específicos, solicitamos contatarmos nosso Departamento Técnico.

**DINATECNICA**