

APARELHOS DE APOIO METÁLICOS ELASTOMÉRICOS





Imagem Aérea da Empresa



Pátio Fabril Usinagem



Horta Comunitária



Pátio Fabril Engenharia



Cursos In Company ministrados pelo SENAI

Rudloff: Tradição, Agilidade e Experiência

A **Rudloff** foi fundada em 1960, como indústria de materiais para a construção civil, com especialização em concreto protendido. Ao longo de mais de 50 anos, a empresa se desenvolveu em diversos campos de atuação, capacitando-se para fornecer soluções de engenharia diferenciadas e serviços especializados. Atualmente, entre os produtos e serviços oferecidos pela **Rudloff** destacam-se principalmente:

- Aparelhos de apoio metálicos;
- Protensão de estruturas;
- Emendas para barras de aço CA-50;
- Pontes executadas por segmentos empurrados;
- Movimentação de cargas pesadas;
- Usinagem mecânica.

Em cada área onde atua, a **Rudloff** tem a preocupação constante de oferecer aos clientes uma solução técnica e economicamente interessante, através de soluções personalizadas. A empresa trabalha obedecendo elevados padrões de qualidade, normas técnicas e exigências do mercado globalizado. É pioneira com Sistema de Gestão da Qualidade certificada pela ISO 9001:2008 como fornecedora de Aparelhos de Apoio Metálicos, componentes de concreto protendido, emenda para barra CA-50 entre outros.

A preocupação da empresa em atingir excelência tecnológica, de serviços e produtos, respeitando o meio ambiente, o homem e a sociedade onde se insere lhe permite buscar uma atuação voltada para a sustentabilidade. Com o objetivo de se desenvolver neste sentido, a **Rudloff** é associada do Instituto Ethos, afirmando seu compromisso em adotar práticas sociais e responsáveis, contribuindo para a construção de um cenário mais promissor para todos.

Visite nosso site e saiba mais!
www.rudloff.com.br

INTRODUÇÃO

Os Aparelhos de Apoio Elastoméricos Rudloff são projetados de acordo com as normas europeias, incorporando tecnologia avançada de projeto e fabricação com materiais de altíssima qualidade, visando a garantia de sua durabilidade e resistência. São usados mundialmente com grande aceitação, devido a sua durabilidade e elevada qualidade.

O objetivo deste catálogo é oferecer orientação ao engenheiro projetista e ao engenheiro de obras, em todos os aspectos relacionados à correta escolha e instalação dos Aparelhos de Apoio Metálicos Elastoméricos Rudloff.

O USO DE APARELHOS DE APOIO

Aparelhos de Apoio são elementos necessários à movimentação natural da estrutura, responsáveis por absorver seus esforços horizontais e de rotações e transmitir aos apoios os esforços verticais. Devem atender, ao longo da vida útil da estrutura, às condições de estabilidade e movimentação previstas em seu projeto.

Os Aparelhos Elastoméricos Rudloff tem como peça central o elastômero que fica confinado dentro da base de cada aparelho e acompanha a sua rotação, como se fosse um fluido viscoso.

A responsabilidade dos aparelhos de apoio em uma estrutura é grande, porém seu custo é normalmente muito baixo em relação ao custo da estrutura como um todo. Contudo, isso só poderá realmente acontecer se os aparelhos forem adequadamente escolhidos e sua instalação bem executada, garantindo assim o correto funcionamento e a durabilidade das peças.

PRINCÍPIOS BÁSICOS

Na definição do sistema de apoios, devem ser observados os seguintes princípios básicos:

- Aparelhos de apoio de qualquer tipo ou marca sofrem desgastes e devem poder ser substituídos. Além do espaço para sua manutenção, recomenda-se prever espaço para a colocação de macacos de suspensão na estrutura, possibilitando uma eventual troca dos aparelhos.
- O sistema de apoios de uma estrutura não deve gerar tensões inesperadas nesta.
- Devem ser respeitadas as características geométricas e cinemáticas da estrutura.
- As verificações de estabilidade devem ser feitas sempre com segurança.
- Aparelhos de apoio só funcionam adequadamente e com durabilidade quando corretamente instalados.
- É necessário prever um acesso aos aparelhos de apoio para eventual manutenção.
- As deformações da estrutura em serviço devem ser respeitadas, pois realmente ocorrem.
- Recomenda-se que o posicionamento dos aparelhos de apoio seja feito de modo a evitar que eles sejam atingidos pela água e que se acumule sujeira ao seu redor.



FORÇAS ATUANTES

Consideram-se como os principais fatores causadores de forças e momentos sobre os aparelhos de apoio:

- Peso próprio da estrutura;
- Cargas móveis;
- Frenagem;
- Atrito;
- Protensão;
- Retração e deformação lenta do material;
- Vento e variação da temperatura;
- Deformações decorrentes de terremotos e recalques de fundação;
- Forças centrífugas em pontes curvas.

TENSÃO NO CONCRETO

A tensão admissível no concreto depende das dimensões do aparelho de apoio e da carga estrutural absorvida por este, além das características do próprio concreto.

Para os aparelhos padronizados neste catálogo, o valor médio da tensão admissível no concreto é de 29 MPa, considerando-se para este, carga máxima de trabalho no **Estado Limite de Serviço**

TIPOS DE APARELHOS E MOVIMENTOS

Aparelhos de Apoio Elastoméricos Rudloff podem permitir mobilidade por translação segundo um ou dois eixos ortogonais entre si, e por rotação em torno de um ou dois eixos ortogonais entre si.

Os Aparelhos de Apoio Elastoméricos Rudloff podem ser do tipo FIXO (TF), MULTIDIRECIONAL (TM) ou UNIDIRECIONAL (TU), conforme os seus movimentos de translação e rotação nas várias direções possíveis.

As dimensões indicadas nas tabelas deste catálogo foram calculadas para os seguintes movimentos máximos:

MOVIMENTO	TF	TM	TU
LONGITUDINAL	0 mm	+/- 50 mm	+/- 50 mm
TRANSVERSAL	0 mm	+/-20 mm	0 mm
ROTAÇÃO	$\pm 0,015$ rad $\pm 0,86^\circ$	$\pm 0,015$ rad $\pm 0,86^\circ$	$\pm 0,015$ rad $\pm 0,86^\circ$

Tabela 01: Movimento máximo dos aparelhos de apoio

PROJETOS ESPECIAIS

Este catálogo apresenta os modelos padronizados mais usados dos Aparelhos de Apoio Elastoméricos Rudloff.

Projetos especiais podem ser desenvolvidos em casos específicos, conforme a necessidade do cliente, com características diferenciadas tais como: dimensões especiais, diferentes movimentos horizontais e isolamento elétrico de correntes de fuga.

PROTEÇÃO ANTICORROSIVA

As superfícies de aço dos aparelhos de apoio devem ser protegidas contra a corrosão em função das condições climáticas do local de instalação dos aparelhos.

Nos aparelhos Rudloff padronizados, para todos os componentes de aço que ficam expostos é adotada a seguinte sistemática de proteção:

- Limpeza por jateamento;
- Pintura em epoxy dupla função com pigmentos inibidores de corrosão (fosfato de zinco) e de alta dureza.

As superfícies deslizantes são engraxadas com graxa de elevada resistência e as superfícies de contato com o concreto recebem a pintura somente em sua periferia, obedecendo largura mínima de 50mm.

Não se aplica qualquer tipo de material viscoso ou graxa na superfície de concreto, visando assim melhor aderência na fixação do aparelho.

ELASTÔMERO

A peça central dos aparelhos de apoio é um elastômero que fica confinado dentro da base de cada aparelho e acompanha a sua rotação, como se fosse um fluido viscoso.

Para garantir o funcionamento adequado do elastômero, há um anel elástico de vedação preso no próprio elastômero. O anel, feito de plástico duro, se desliza na parede interna da base do aparelho sem se desgastar e se adapta facilmente a eventuais deformações. Além disso, elimina o atrito gerado pelo contato de metal com metal, prejudicial à durabilidade do aparelho de apoio.



DADOS FORNECIDOS PELO CLIENTE

A escolha ideal dos aparelhos de apoio considera a transmissão correta dos esforços e a mobilidade exigida pela estrutura, evitando o aparecimento de tensões imprevistas nesta.

Para a definição do aparelho mais apropriado, devem ser fornecidos à Rudloff pelo menos os seguintes dados de cada apoio:

- Tipo de apoio;
- Carga vertical permanente (V_g);
- Carga vertical máxima (V_{max});
- Tensões admissíveis no concreto nas regiões inferiores e superiores ao aparelho (τ_c);
- Força horizontal máxima nas direções longitudinal e transversal (H_x e H_y);
- Movimento horizontal longitudinal total (E_y);
- Movimento horizontal transversal total (E_x);
- Eventual pré-deslocamento;
- Rotação prevista para o aparelho;
- Pior combinação de carregamentos resultante do máximo carregamento horizontal e do mínimo carregamento vertical;
- Tipo de estrutura (concreto ou aço);
- Layout dos apoios;
- Espaço disponível para os apoios, etc.

OS APARELHOS RUDLOFF

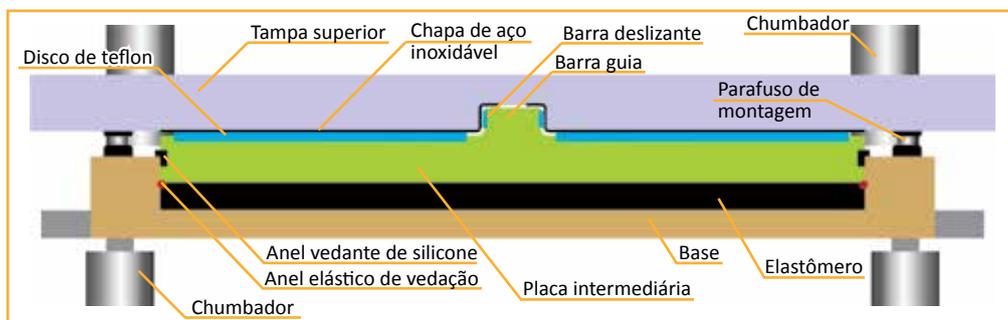


Imagem 01: Corte transversal de um Aparelho Metálico Elastomérico Rudloff tipo Unidirecional-TU (fora de escala)

IDENTIFICAÇÃO DOS APARELHOS ESCALA DE TRABALHO

Os Aparelhos de Apoio Elastoméricos TM e TU Rudloff apresentam uma escala de trabalho na chapa deslizante (tampa), a qual fornece informações sobre as condições do deslocamento horizontal (E), conforme a figura abaixo:

$\frac{W}{2} - E$ = deslocamento possível no sentido do pré-deslocamento do aparelho

$\frac{W}{2} + E$ = deslocamento possível no sentido oposto ao de pré-deslocamento do aparelho

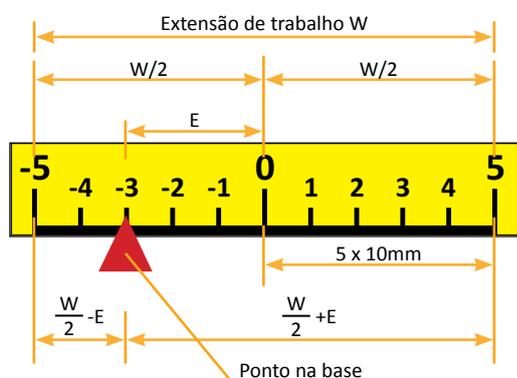


Imagem 02: Escala de trabalho

O valor de "E" pode ser pré-determinado na instalação, conforme especificações do projeto da estrutura.

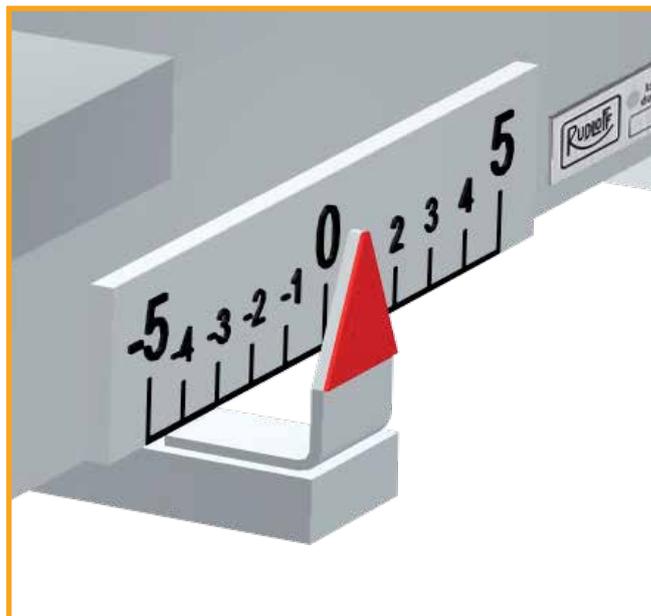


Imagem 03: Escala de trabalho no aparelho tipo TU

PLACA DE IDENTIFICAÇÃO

A placa de identificação traz todas as características operacionais do aparelho de apoio:

A integridade da placa de identificação deve ser garantida durante toda a vida útil do aparelho de apoio.

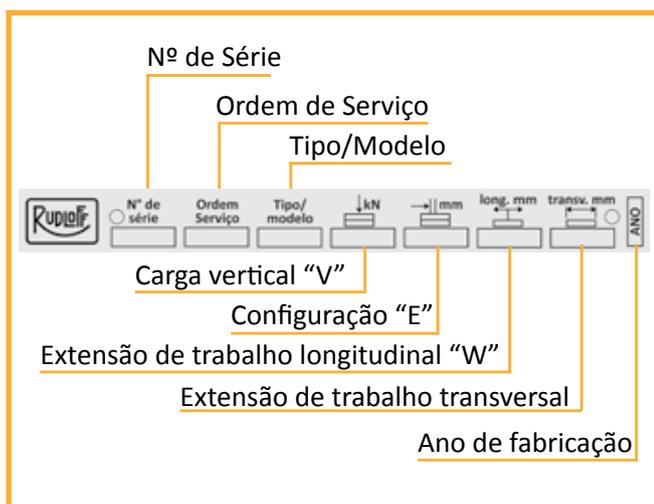


Imagem 04: Placa de Identificação

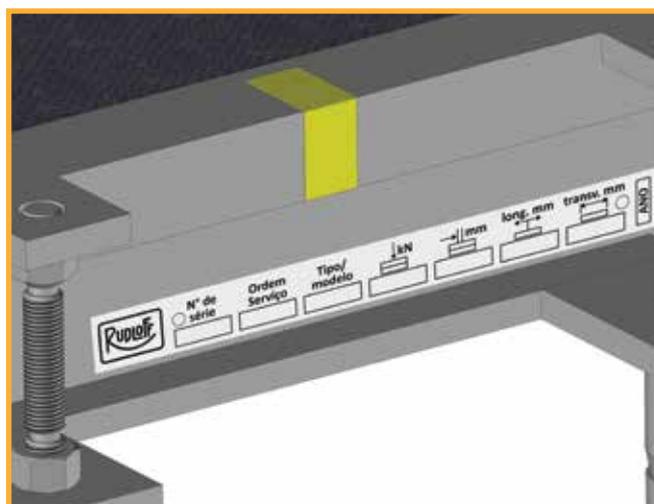


Imagem 05: Placa de Identificação no aparelho tipo TU

MARCAÇÃO NAS TAMPAS

A marcação da tampa superior de cada Aparelho de Apoio fornece informações sobre o seu tipo e dados necessários à sua instalação.

- Setas simples: indicam a direção do menor movimento do aparelho.
- Setas duplas: indicam a direção do maior movimento do aparelho.
- Traço reto: indica a ausência de movimento horizontal na direção do traço.
- Anotações especificadas na tampa: fornecem dados adicionais variáveis, tais como a denominação dos aparelhos, sua posição e seu pré-deslocamento, entre outros. Todas as anotações são importantes e devem ser cuidadosamente checadas com o projeto, durante a instalação.

TF 250		TM 400		TU 1000	
TF	Aparelho tipo fixo	TM	Aparelho tipo multidirecional	TU	Aparelho tipo unidirecional
250	Máx. carga vertical admissível (ton)	400	Máx. carga vertical admissível (ton)	1000	Máx. carga vertical admissível (ton)

Tabela 02: Marcação nas tampas dos aparelhos

CERTIFICADO DE QUALIDADE RUDLOFF

As matérias-primas, os componentes e os processos produtivos utilizados pela Rudloff Industrial Ltda. na fabricação dos aparelhos de apoio seguem rigorosamente as normas estabelecidas, conforme padrão ISO 9001.

Cada Aparelho de Apoio Rudloff é acompanhado de um Certificado de Qualidade, onde consta a aprovação de suas propriedades, de acordo com o padrão original.



Imagem 06: Certificado de Qualidade

TRANSPORTE DOS APARELHOS

Os aparelhos de apoio são compostos por peças de precisão que devem ser manuseadas com cuidado, para garantir o seu bom funcionamento.

O levantamento dos aparelhos deve ser realizado com o uso de fitas de lona ou empilhadeira.

Em todas as etapas de transporte dos aparelhos, deve ser providenciada a máxima proteção possível, para impedir que sejam atingidos por materiais que possam danificá-los.

VISTORIA DOS APARELHOS

Antes de saírem da fábrica, todos os Aparelhos de Apoio são vistoriados pelo controle de qualidade da Rudloff e só liberados após a sua aprovação. Entretanto, podem ocorrer danos às peças durante seu transporte, justificando uma vistoria pelo cliente, em todas as unidades na sua chegada ao local da obra.

Ao serem recebidos no local de instalação, os aparelhos de apoio devem ser verificados nos seguintes aspectos:

- Não podem apresentar danos externos que comprometam sua proteção anticorrosiva;
- Devem estar limpos;
- Suas partes internas devem estar fixadas por parafusos provisórios, para evitar o movimento das peças durante o transporte;
- Devem estar com as chapas de identificação e sinalização correspondentes;
- Sua pré-configuração (escala de trabalho, valor e direção) deve estar correta.

Qualquer irregularidade apresentada pelos aparelhos recebidos em obra deve ser comunicada à Rudloff com máxima urgência, para que sejam tomadas as providências necessárias.

A princípio, aparelhos que sejam danificados durante o transporte devem ser devolvidos à fábrica para retificação.

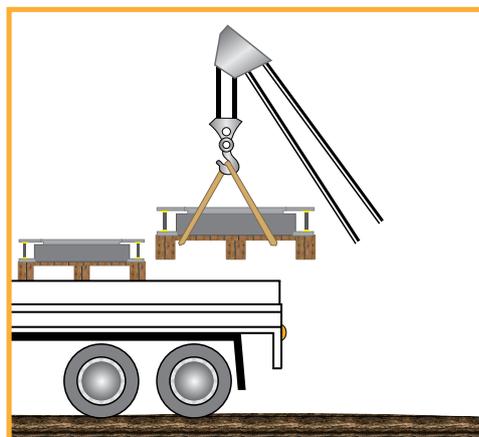


Imagem 07: Manuseio correto dos aparelhos de apoio

ARMAZENAMENTO DOS APARELHOS

Os aparelhos de apoio devem ser armazenados sobre paletes de madeira apropriados.

Enquanto estiverem estocadas, as peças devem ser mantidas limpas e protegidas contra choques mecânicos, intempérie, sujeiras, umidade excessiva ou quaisquer substâncias prejudiciais.

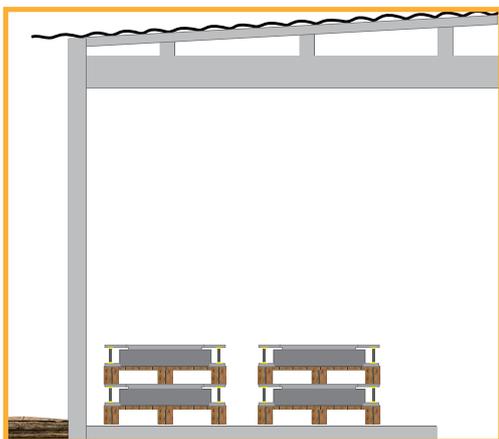


Imagem 08: Estocagem **correta** dos aparelhos de apoio

CORRETO

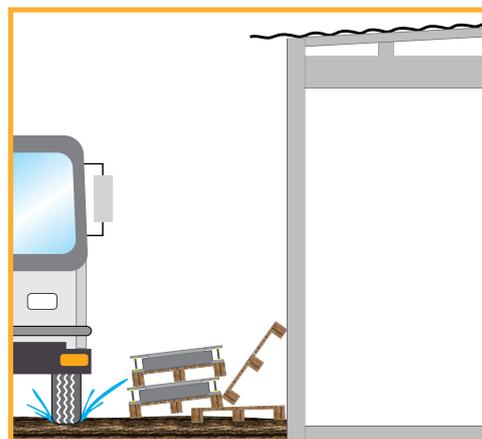


Imagem 09: Estocagem **incorreta** dos aparelhos de apoio

ERRADO

POSICIONAMENTO DOS APARELHOS

No posicionamento dos aparelhos de apoio em obra, é necessário respeitar-se os seguintes itens:

- Todas as marcações referentes ao posicionamento dos aparelhos de apoio, indicadas em suas tampas e no projeto estrutural, devem ser observadas.
- As direções dos eixos dos aparelhos (determinadas pelo engenheiro projetista) devem ser marcadas na superfície da infraestrutura de concreto, previamente ao posicionamento dos aparelhos.
- No posicionamento dos aparelhos, as marcas centrais dos eixos, pintadas nas peças, devem coincidir com a marcação dos eixos assinalada previamente no concreto
- Cabe ainda à empresa construtora a verificação do projeto executivo e das especificações dos aparelhos, adaptação das dimensões do grout de regularização conforme o modelo do aparelho, posicionar os aparelhos exatamente de acordo com o projeto executivo já verificado, grout, resina epóxica (Sikadur 32 da Sika ou Compound Adesivo PL da Otto ou similar), pessoal responsável pela instalação dos aparelhos de apoio e transportes, assim como todo e qualquer tipo de teste e/ou ensaio, se solicitado.

INSTALAÇÃO AJUSTE PRÉVIO DOS APARELHOS DE APOIO

Para estruturas com grandes movimentos irreversíveis, devidos a protensões, retrações ou deformações, recomenda-se analisar a possibilidade dos aparelhos de apoio serem fabricados com um pré-deslocamento horizontal equivalente a estes movimentos. Depois de aplicados na estrutura os esforços responsáveis por estes deslocamentos, os aparelhos se deslocam para o valor zero na escala de trabalho e inicia o seu funcionamento convencional.

Para a aplicação do pré-deslocamento em aparelhos de apoio, a Rudloff deve ser informada dos valores exatos dos movimentos, definidos pelo projetista da estrutura. Ajustes de deslocamentos nos aparelhos somente podem ser executados pela própria Rudloff, em suas dependências.

LIGAÇÃO COM SUPERESTRUTURAS DE CONCRETO

Na ligação dos aparelhos de apoio as superestruturas de concreto, as seguintes etapas devem ser executadas com muita cautela, para prevenir danos aos aparelhos e às estruturas:

- É necessário cuidado especial para evitar que a argamassa líquida atinja as faces dos aparelhos de apoio. Se a argamassa respingar nos aparelhos, deverá ser imediatamente removida.
- Quando os aparelhos já estiverem instalados, após a cura do grout e antes da aplicação de qualquer tensionamento na estrutura, é necessário cortar os parafusos de montagem de cada aparelho. Estes parafusos têm a função de fixar os aparelhos somente durante o seu transporte e devem ser cortados para possibilitar o funcionamento correto dos aparelhos. O corte deve ser feito nos canais de usinagem dos parafusos.
- Após a remoção das fôrmas, os aparelhos de apoio devem ser limpos e qualquer falta de proteção anticorrosiva deve ser reparada.

FIXAÇÃO PADRÃO

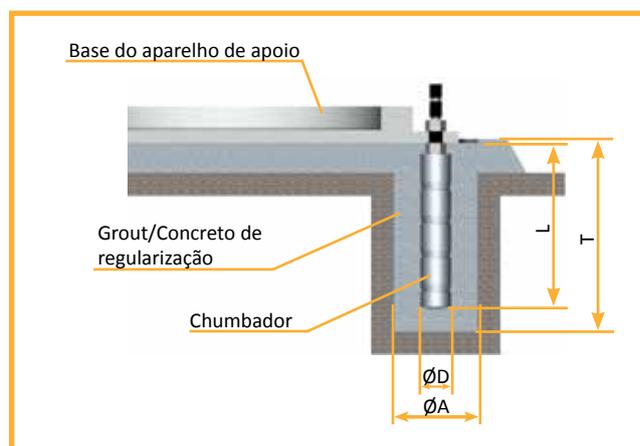


Imagem 10: Fixação padrão de aparelhos de apoio

CHUMBADOR	BUCHA (mm)		FOLGA (mm)	
	ØD	L	ØA	T
M12	30	180	150	250
M16	40	200	150	250
M20	50	250	150	300

Tabela 03: Especificações dos chumbadores

CONECTORES METÁLICOS

Para cargas horizontais elevadas, acima de 10% da carga vertical, é necessário o uso de chumbadores metálicos soldados. Estes, podem ter um comprimento de até 200mm.

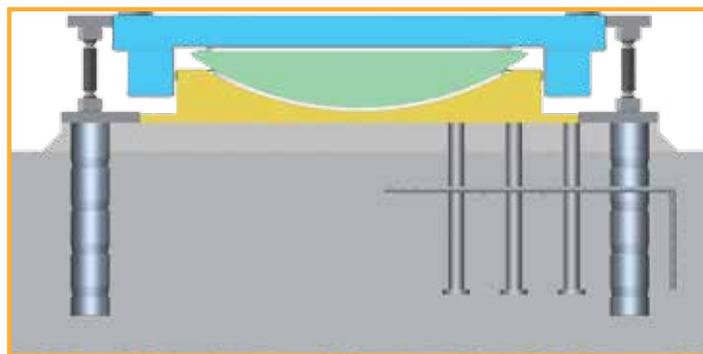


Imagem 11: Conectores metálicos

SEGURANÇA AO DESLIZAMENTO

A verificação de segurança ao deslizamento do aparelho segue o indicado na norma DIN4141:

$$v F_{xy} \leq \mu_k F_z + D, \text{ onde}$$

- v = coeficiente de segurança = 1,5
- F_{xy} = resultante das forças horizontais no plano de apoio
- μ_k = coeficiente de atrito, com os seguintes valores:
 - para aço/aço = 0,2;
 - para aço/concreto = 0,5;
 - para concreto/concreto = 0,5.
- F_z = força de compressão normal ao plano de apoio
- D = esforço cortante absorvido pelas ancoragens do aparelho no concreto.

No caso de cargas dinâmicas com oscilações acentuadas, como por exemplo em pontes ferroviárias, não é permitido levar em conta a parcela proveniente do atrito, ou seja, $\mu_k=0$.

NECESSIDADE DA FIXAÇÃO

Se houver atrito suficiente para impedir o movimento relativo entre o aparelho de apoio e a estrutura, sob as condições de carregamento mais adversas, a fixação poderá ser dispensada – os parafusos serão necessários somente para a montagem, devendo ser retirados posteriormente.

O parâmetro de referência é o menor valor da relação F_z/F_{xy} . Não haverá necessidade da fixação quando as forças horizontais forem absorvidas somente pelo atrito, o que ocorrerá se:

- $F_z/F_{xy} \geq 7,5$ para aço/aço;
- $F_z/F_{xy} \geq 3,0$ para aço/concreto.

Caso as relações anteriores não ocorram, os aparelhos deverão ser ancorados na super e na meso estrutura. Deve então ser considerada, na fase de projeto da estrutura, a interferência dos chumbadores na armadura existente na região dos apoios. Além disso, faz-se necessária uma armadura a ser definida pelo projetista, em forma de malha e colocada próxima à superfície, que impeça o arrancamento do concreto que envolve os chumbadores.

ROTEIRO DE INSTALAÇÃO

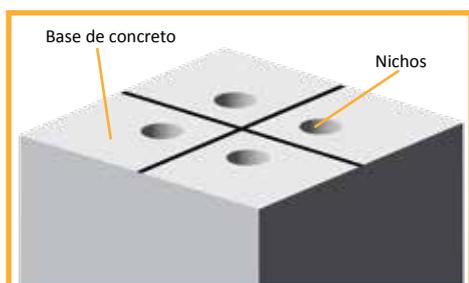


Imagem 12: Preparação da base e posicionamento do aparelho

PREPARAÇÃO DA BASE DE CONCRETO

A base de concreto onde será instalado o aparelho de apoio deve ser construída conforme indicações do projeto estrutural. É necessário prever, reentrâncias (nichos) para posicionamento dos chumbadores do aparelho. A marcação do eixo da base de concreto serve para orientar o posicionamento do aparelho.

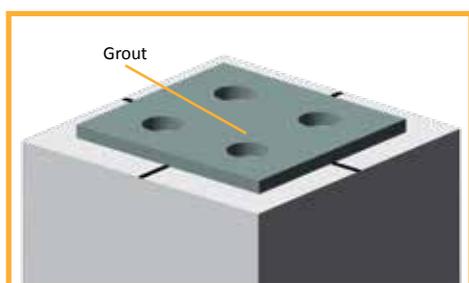


Imagem 13: Base de grout

GROUTAMENTO

As espessuras do grout indicada em projeto estrutural deve ser ajustada de acordo com aparelho adquirido para manter o greide. **É necessário cuidado especial para que o groutamento seja feito de forma que a superfície fique totalmente nivelada.**

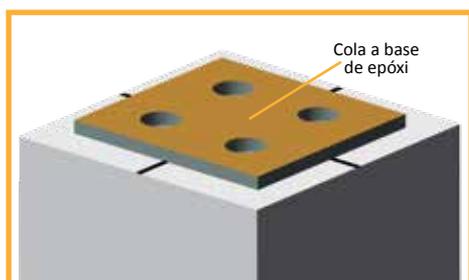


Imagem 14: Regularização da superfície

REGULARIZAÇÃO DA SUPERFÍCIE

Deve ser usado cola a base de epóxi para efetuar o nivelamento da superfície no momento da colocação do aparelho de apoio.

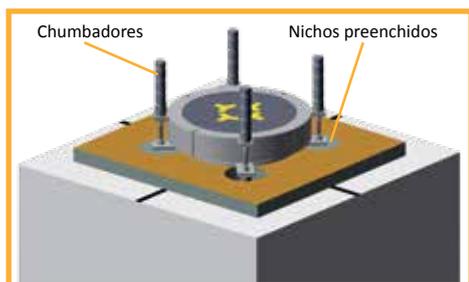


Imagem 15: Fechamento dos nichos

FECHAMENTO DOS NICHOS

Após a colocação e nivelamento do aparelho, os nichos devem ser preenchidos com concreto ou grout sem retração



Imagem 16: Remoção da fixação

REMOÇÃO DA FIXAÇÃO

Quando os aparelhos estiverem totalmente instalados e após a “cura” do grout, antes de aplicar qualquer tensionamento à superestrutura, é necessário cortar os quatro parafusos de montagem/transporte de cada aparelho.

APARELHO FIXO TIPO TF

Os apoios fixos, série TF, transmitem os esforços em todas as direções. Para os apoios padronizados neste catálogo, devem ser usados os valores máximos tabelados abaixo:

TIPO DE MOVIMENTO	LONGITUDINAL	TRANSVERSAL	ROTAÇÃO
VALOR DO MOVIMENTO, PARA APARELHOS TIPO TF	0 mm	0 mm	$\pm 0,015 \text{ rad } (\pm 0,86^\circ)$

Tabela 04: Movimentos admissíveis no aparelho TF



Imagem 17: Aparelho de apoio Rudloff tipo TF

<p>APARELHO MONTADO</p>	<p>Imagem 18: Seção transversal do aparelho tipo TF</p>	<p>Parafuso de montagem</p> <p>Imagem 19: Seção transversal do aparelho tipo TF</p>
<p>TAMPA SUPERIOR</p>	<p>Imagem 20: Vista superior da tampa do aparelho tipo TF</p>	<p>Imagem 21: Vista da tampa do aparelho tipo TF</p>
<p>BASE</p>	<p>Imagem 22: Vista superior da base do aparelho tipo TF</p>	<p>Imagem 23: Vista da base do aparelho Rudloff tipo TF</p>

APARELHO FIXO TIPO TF

TIPO E TAMANHO	ESTADO LIMITE DE SERVIÇO	ESTADO LIMITE ÚLTIMO	DIMENSÕES DOS APARELHOS DE APOIO						PESO (Kg)	TIPO DE CHUMBADOR
	VERTICAL (kN)	VERTICAL (kN)	A (mm)	B (mm)	H (mm)	s (mm)	t (mm)	u (mm)		
TF-70	700	940	200	200	72	176	214	130	26	M12
TF-150	1500	2010	270	270	72	226	264	182	38	M12
TF-250	2500	3360	340	340	72	282	328	228	64	M16
TF-400	4000	5240	420	420	77	340	386	286	92	M16
TF-550	5500	7390	500	500	85	396	444	342	132	M16
TF-750	7500	10010	580	580	95	452	500	400	190	M16
TF-1000	10000	12800	670	670	100	523	586	468	240	M16
TF-1200	12000	16240	760	760	109	587	652	531	340	M16
TF-1500	15000	20160	840	840	117	643	708	589	440	M20
TF-1800	18000	24190	920	920	126	700	764	647	560	M20
TF-2100	21000	28640	1010	1010	141	764	835	701	740	M20
TF-2500	25000	32260	1090	1090	150	820	893	758	940	M20
TF-2900	29000	38980	1180	1180	159	884	956	821	1170	M20
TF-3300	33000	44360	1260	1260	167	940	1014	877	1390	M20
TF-3800	38000	51080	1330	1330	175	990	1062	926	1630	M20
TF-4300	43000	57800	1420	1420	184	1054	1128	991	1940	M20
TF-4800	48000	64520	1500	1500	198	1110	1184	1047	2340	M20
TF-5300	53000	71240	1590	1590	212	1174	1247	1110	2830	M20
TF-5900	59000	79310	1670	1670	221	1230	1305	1168	3240	M20
TF-6500	65000	87370	1760	1760	229	1294	1368	1231	3730	M20

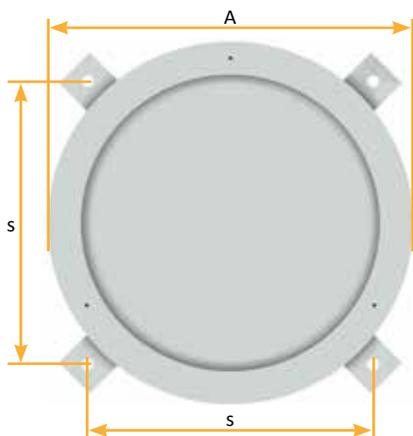


Imagem 24: Dimensões da base do aparelho TF

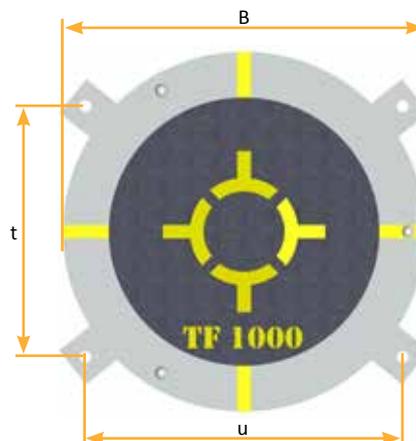


Imagem 25: Dimensões da tampa do aparelho TF

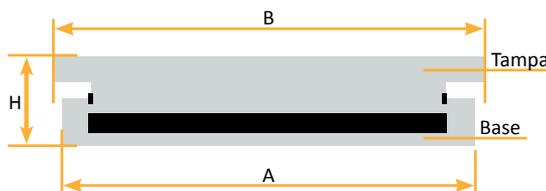


Imagem 26: Dimensões do aparelho TF em corte transversal

Tabela 05: Características dos aparelhos de apoio metálicos elastoméricos Rudloff, tipo TF

APARELHO MULTIDIRECIONAL TIPO TM

Os apoios multidirecionais, série TM, permitem o movimento em todas as direções, ou seja, não transmitem esforços além das cargas verticais.

Para os apoios padronizados neste catálogo, devem ser usados os valores máximos tabelados abaixo.

TIPO DE MOVIMENTO	LONGITUDINAL	TRANSVERSAL	ROTAÇÃO
VALOR DO MOVIMENTO, PARA APARELHOS TIPO TM	+/- 50 mm	+/- 20 mm	$\pm 0,015 \text{ rad } (\pm 0,86^\circ)$

Tabela 06: Movimentos admissíveis no aparelho TM



Imagem 27: Aparelho de apoio Rudloff tipo TM

<p>APARELHO MONTADO</p>	<p>Imagem 28: Seção transversal do aparelho tipo TM</p>	<p>Parafuso de montagem</p> <p>Imagem 29: Seção transversal do aparelho tipo TM</p>
<p>TAMPA SUPERIOR</p>	<p>Imagem 30: Vista superior da tampa do aparelho tipo TM</p>	<p>Imagem 31: Vista da tampa do aparelho tipo TM</p>
<p>BASE</p>	<p>Imagem 32: Vista superior da base do aparelho tipo TM</p>	<p>Imagem 33: Vista da base do aparelho Rudloff tipo TM</p>

APARELHO MULTIDIRECIONAL TIPO TM

TIPO E TAMANHO	ESTADO LIMITE DE SERVIÇO	ESTADO LIMITE ÚLTIMO	DIMENSÕES DOS APARELHOS DE APOIO								PESO (Kg)	TIPO DE CHUMBADOR
	VERTICAL (kN)	VERTICAL (kN)	A (mm)	B (mm)	L (mm)	H (mm)	r (mm)	s (mm)	t (mm)	u (mm)		
TM-70	750	940	200	240	320	74	152	198	278	198	28	M12
TM-150	1530	2010	270	300	370	76	184	262	328	258	44	M12
TM-250	2550	3360	340	370	440	81	210	328	398	328	68	M12
TM-400	4040	5240	420	440	520	81	254	396	478	398	98	M12
TM-550	5510	7390	500	520	600	95	296	464	558	478	158	M16
TM-750	7560	10010	580	600	680	105	350	536	626	546	238	M16
TM-1000	10040	12800	660	680	760	108	413	590	706	626	280	M16
TM-1200	12200	16240	740	760	840	115	459	655	786	706	390	M16
TM-1500	15050	20160	820	840	920	121	505	721	866	786	510	M16
TM-1800	18200	24190	910	930	1010	124	562	803	956	876	610	M16
TM-2100	21500	28640	980	1000	1080	137	625	909	1014	934	810	M20
TM-2500	25060	32260	1060	1080	1160	150	696	999	1094	1014	1000	M20
TM-2900	29300	38980	1130	1150	1230	145	760	1099	1164	1084	1140	M20
TM-3300	33000	44360	1210	1230	1310	155	824	1199	1244	1164	1360	M20
TM-3800	38000	51080	1290	1310	1390	165	898	1299	1324	1244	1670	M20
TM-4300	43000	57800	1370	1390	1470	178	972	1399	1404	1324	2020	M20
TM-4800	48000	64520	1450	1470	1550	196	1046	1499	1484	1404	2480	M20
TM-5300	53000	71240	1530	1570	1630	201	1120	1599	1564	1484	2800	M20
TM-5900	59000	79310	1610	1650	1710	209	1194	1699	1644	1564	3240	M20
TM-6500	65000	87370	1690	1730	1790	219	1268	1799	1724	1644	3750	M20

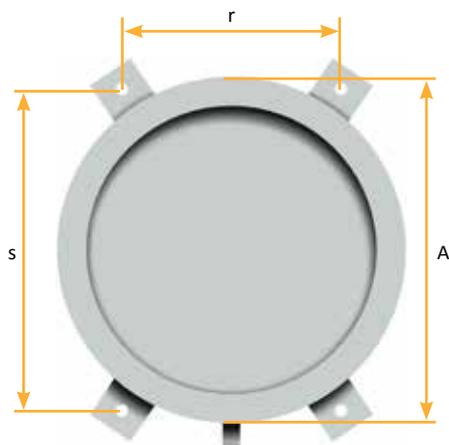


Imagem 34: Dimensões da base do aparelho TM

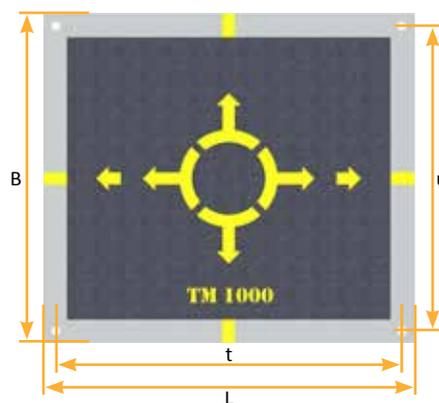


Imagem 35: Dimensões da tampa do aparelho TM

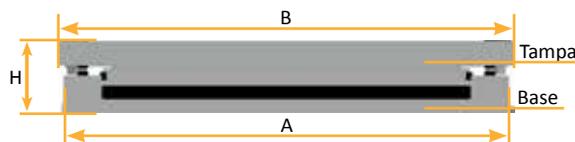


Imagem 36: Dimensões do aparelho TM em corte transversal

Tabela 07: Características dos aparelhos de apoio metálicos elastoméricos Rudloff, tipo TM

APARELHO UNIDIRECIONAL TIPO TU

Os apoios unidirecionais, série TU, permitem o movimento em uma única direção e podem transmitir esforços na direção perpendicular ao seu deslocamento. São fabricados ou com uma barra guia central ou duas laterais, dependendo do seu tamanho.

Para os apoios padronizados neste catálogo, devem ser usados os valores máximos tabelados abaixo.

TIPO DE MOVIMENTO	LONGITUDINAL	TRANSVERSAL	ROTAÇÃO
VALOR DO MOVIMENTO, PARA APARELHOS TIPO TU	+/- 50 mm	0 mm	$\pm 0,015 \text{ rad } (\pm 0,86^\circ)$

Tabela 08: Movimentos admissíveis no aparelho TU



Imagem 37: Aparelho de apoio Rudloff tipo TU

<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">APARELHO MONTADO</p>	<p>Imagem 38: Seção transversal do aparelho tipo TU</p>	<p>Parafuso de montagem</p> <p>Imagem 39: Seção transversal do aparelho tipo TU</p>
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">TAMPA SUPERIOR</p>	<p>Imagem 40: Vista superior da tampa do aparelho tipo TU</p>	<p>Imagem 41: Vista da tampa do aparelho tipo TU</p>
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">BASE</p>	<p>Imagem 42: Vista superior da base do aparelho tipo TU</p>	<p>Imagem 43: Vista da base do aparelho Rudloff tipo TU</p>

APARELHO UNIDIRECIONAL TIPO TU

TIPO E TAMANHO	ESTADO LIMITE DE SERVIÇO	ESTADO LIMITE ÚLTIMO	DIMENSÕES DOS APARELHOS DE APOIO								PESO (Kg)	TIPO DE CHUMBADOR
	VERTICAL (kN)	VERTICAL (kN)	A (mm)	B (mm)	L (mm)	H (mm)	r (mm)	s (mm)	t (mm)	u (mm)		
TU-70	700	940	200	237	330	92	152	198	298	198	42	M12
TU-150	1500	2010	270	300	360	92	184	262	324	262	60	M12
TU-250	2500	3360	340	367	440	102	230	328	396	328	104	M16
TU-400	4000	5240	420	434	510	102	272	396	466	396	140	M16
TU-550	5500	7390	500	510	600	95	314	464	546	438	170	M16
TU-750	7500	10010	580	590	680	105	350	536	626	518	244	M16
TU-1000	10000	12800	660	670	760	125	413	590	706	598	360	M16
TU-1200	12000	16240	740	750	840	143	459	655	786	678	510	M16
TU-1500	15000	20160	820	830	920	157	445	771	854	742	680	M16
TU-1800	18000	24190	910	920	1010	157	490	849	944	832	820	M16
TU-2100	21000	28640	980	990	1080	176	525	909	1014	902	1070	M20
TU-2500	25000	32260	1060	1070	1160	199	565	979	1094	982	1400	M20
TU-2900	29000	38980	1140	1150	1240	199	605	1048	1174	1062	1610	M20
TU-3300	33000	44360	1220	1230	1320	205	645	1117	1254	1142	1860	M20
TU-3800	38000	51080	1300	1310	1400	205	685	1186	1334	1222	2090	M20
TU-4300	43000	57800	1380	1390	1480	205	725	1256	1414	1302	2330	M20
TU-4800	48000	64520	1450	1460	1550	218	760	1315	1464	1372	2740	M20
TU-5300	53000	71240	1530	1540	1630	218	800	1386	1564	1452	3030	M20
TU-5900	59000	79310	1600	1610	1700	233	835	1446	1634	1522	3540	M20
TU-6500	65000	87370	1690	1700	1790	238	880	1524	1724	1612	4050	M20

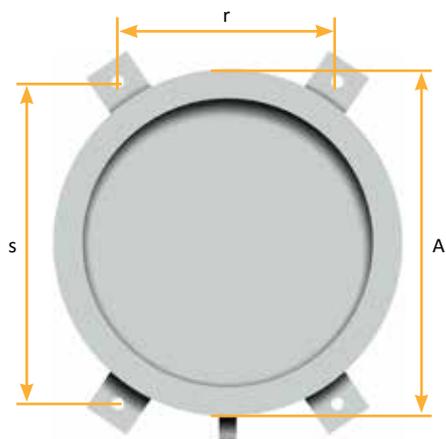


Imagem 44: Dimensões da base do aparelho TU

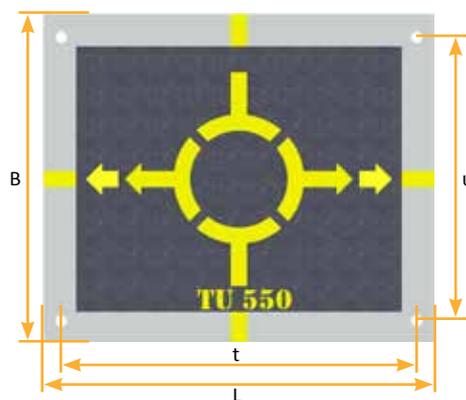


Imagem 45: Dimensões da tampa do aparelho TU

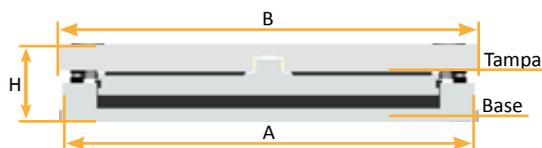


Imagem 46: Dimensões do aparelho TU em corte transversal

Tabela 09: Características dos aparelhos de apoio metálicos elastoméricos Rudloff, tipo TU

O QUE MAIS A RUDLOFF FAZ



USINAGEM



EMENDAS MECÂNICAS PARA BARRAS DE AÇO

O QUE MAIS A RUDLOFF FAZ

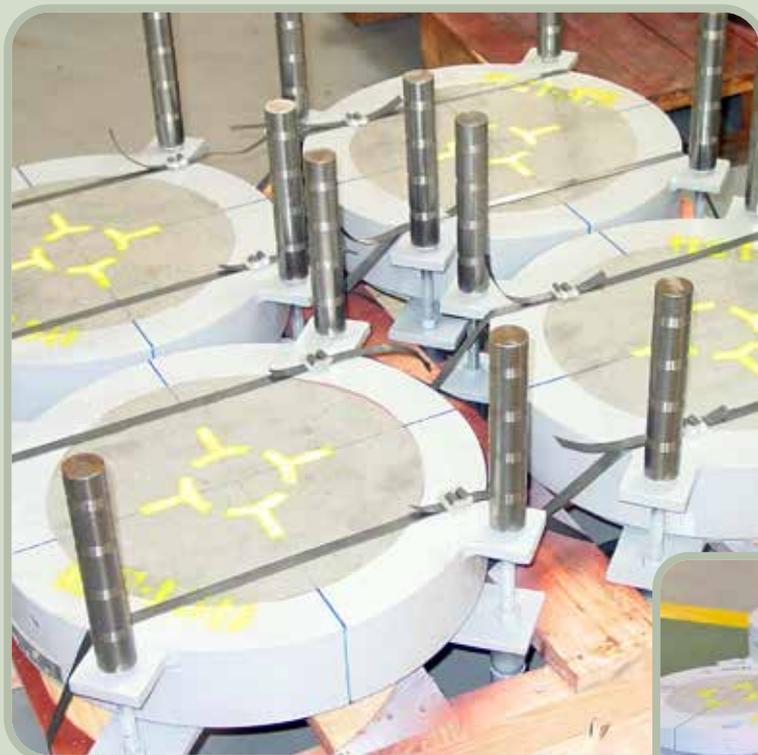


PROTENSÃO



OBRAS DIVERSAS





São Paulo - SP:

Rua Bogaert, 64 - Vila Vermelha - CEP 04298-020

TEL.: (11) 2083-4500 - FAX: (11) 2947-7773

Curitiba - PR:

Rua Padre Antônio, 247 - Alto da Glória - CEP 80030-100

TEL. / FAX: (41) 3262-8383 - curitiba@rudloff.com.br

www.rudloff.com.br