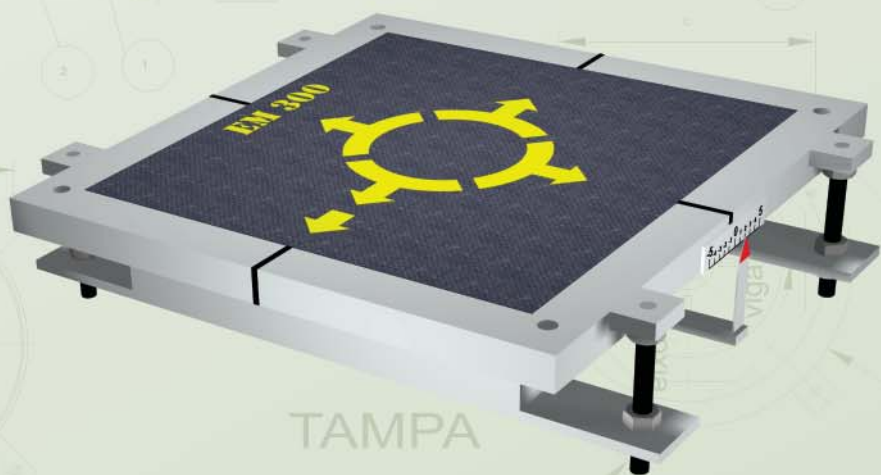


sinagem
s. 1)

scada



TAMPA

BASE

APARELHOS DE APOIO METÁLICOS ESFÉRICOS





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 e a única brasileira com Sistema de Gestão da Qualidade certificada pela ISO 9001:2008 como fornecedora de componentes de concreto protendido, entre outros produtos.

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 Esféricos 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 Esféricos 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 esféricos Rudloff são caracterizados pela união de três superfícies, uma plana, uma côncava e uma convexa, permitindo assim tanto movimentos de rotação, como de translação, em qualquer direção.

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 25 MPa, considerando-se para este, carga máxima de trabalho.

TIPOS DE APARELHOS E MOVIMENTOS

Aparelhos de apoio esféricos podem permitir mobilidade por translação segundo um ou dois eixos ortogonais entre si, e por rotação em torno de um, dois ou três eixos ortogonais entre si.

Os Aparelhos de Apoio Esféricos Rudloff podem ser do tipo fixo (EF), multidirecional (EM) ou unidirecional (EU), 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	EF	EM	EU
LONGITUDINAL	0mm	+/- 50mm	+/- 50mm
TRANSVERSAL	0mm	+/- 20mm	0mm
ROTAÇÃO	0,05 rad 2,86°	0,05 rad 2,86°	0,05 rad 2,86°

Tabela 01: Movimento máximo dos aparelhos de apoio

PROJETOS ESPECIAIS

Este catálogo apresenta os modelos padronizados mais usados dos Aparelhos de Apoio Esféricos 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;
- Aplicação de epoxy primer anticorrosivo de zinco e pintura epóxica 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.

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});
- Tensão admissível no concreto nas regiões inferior e superior 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).



O APARELHO RUDLOFF

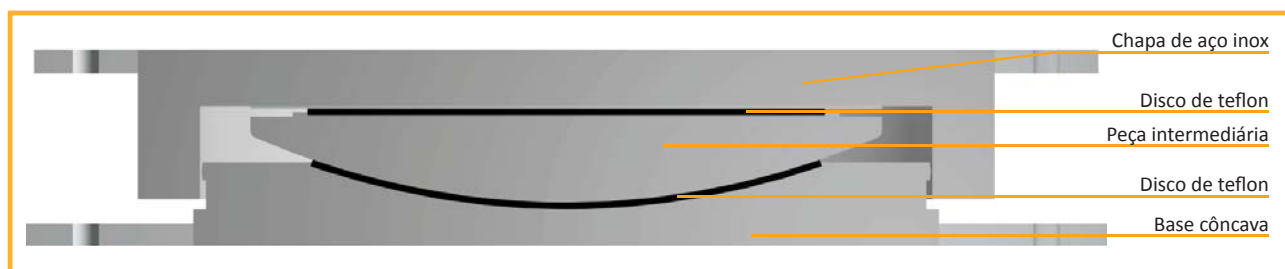


Imagem 01: Seção transversal do aparelho

MARCAÇÃO NAS TAMPAS

A marcação da tampa superior de cada aparelho de apoio fornece informações sobre seu tipo e dados necessários à sua instalação.

- Setas opostas: indicam a direção dos deslocamentos horizontais;
- Setas simples: indicam a direção do pré-ajuste dos aparelhos, conforme especificações do projeto da estrutura;
- Traço reto: indica a ausência de movimento horizontal (exemplo 1);
- Anotações específicas em planta: fornecem dados adicionais importantes, os quais devem ser cuidadosamente checados com o projeto, durante a instalação.

EXEMPLO 1	EF	Aparelho de apoio esférico tipo fixo
EF 250	250	Máxima carga vertical admissível no aparelho
EXEMPLO 2	EM	Aparelho de apoio esférico tipo multidirecional
EM 300	300	Máxima carga vertical admissível no aparelho
EXEMPLO 3	EU	Aparelho de apoio esférico tipo unidirecional
EU 350	350	Máxima carga vertical admissível no aparelho

Tabela 02: Tipos de marcação nas tampas

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.

CERTIFICADO DE QUALIDADE				
RUDLOFF INDUSTRIAL LTDA Rua Espírito Santo, 100 - Vila Industrial - São Paulo - SP Tel: (11) 2661-0500 - Fax: (11) 2661-0778 www.rudloff.com.br		N° Série: _____ Marca Rudloff: _____		
Cliente: Rudloff		Destinado ao uso específico da tampa (se aplicável): EF-250		
Produto: Aparelho de Apoio Tipo Esférico Fixo EF 250		Q.td.: 000000		
Modelo: 000000000000 (Data de aplicação)		Quantidade: _____ Peso: 200 kg		
Descrição do projeto:				
Item	Valores especificados	Valores encontrados	Aprovado	Reprovado
01	Diâmetro ØA = 670 ± 1 (Base)	Diâmetro ØA = 670 (Base)	X	
02	Diâmetro ØB = 743 ± 10 (Tampa)	Diâmetro ØB = 743 (Tampa)	X	
03	Altura H = 24,8 ± 0,5/1,5 (Componente)	Altura H = 24,8 (Componente)	X	
04	Dimensão X1 = 362,8 ± 1 (Base e Tampa)	Dimensão X1 = 362,7 (Base e Tampa)	X	
05	Dimensão Y1 = 362,8 ± 1 (Base e Tampa)	Dimensão Y1 = 362,7 (Base e Tampa)	X	
06	Soldas: Conforme projeto	Soldas atendem especificações Rudloff	X	
07	Proteção de Corrosão	Soldas atendem especificações Rudloff	X	
08	Teste de Bancada	Satisfatório	X	
09	Chumbadores Ø40x208	Chumbadores: Ø40x208	X	
10	Aspecto Visual	Satisfatório	X	
11				
12				
Observações: 1) As hastes roscadas (n°09) que unem o conj. deverão ser cortadas nos canais de usinagem.				
Assinatura: _____ São Paulo, 01 de Agosto de 2013.				
Nota de responsabilidade de qualidade: _____				

Imagem 02: Certificado de Qualidade

IDENTIFICAÇÃO DOS APARELHOS ESCALA DE TRABALHO

Todos os aparelhos de apoio esféricos Rudloff apresentam uma escala de trabalho na chapa deslizante, a qual fornece informações sobre as condições do deslocamento horizontal (E), conforme a figura abaixo:

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

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

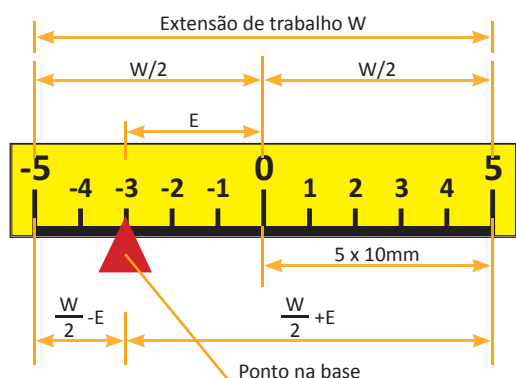


Imagem 03: Escala de trabalho

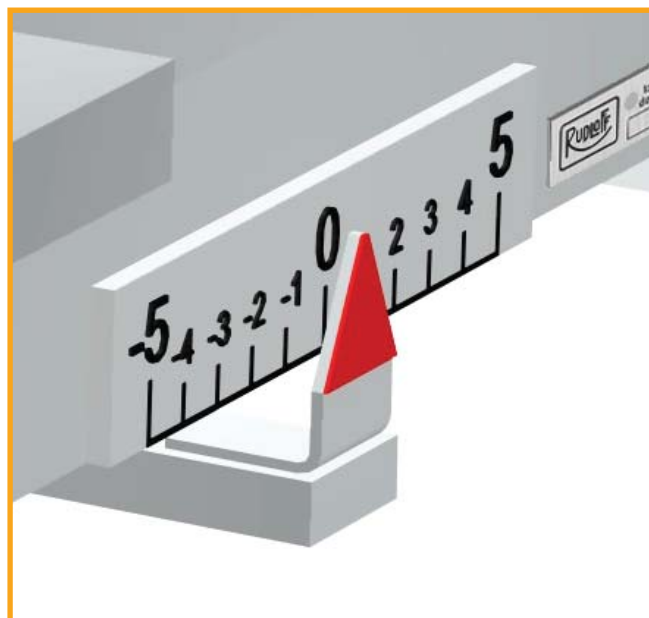


Imagem 04: Escala de trabalho no aparelho tipo EU

PLACA DE IDENTIFICAÇÃO

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

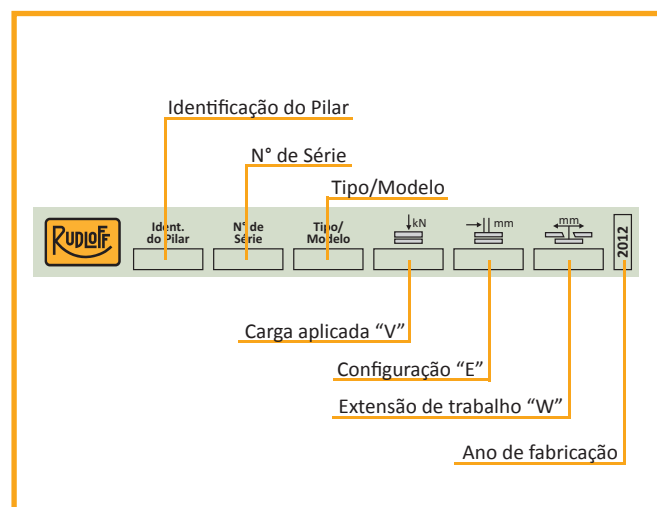


Imagem 05: Placa de Identificação

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



Imagem 06: Placa de Identificação no aparelho tipo EU

APOIOS ESFÉRICOS FIXOS

Os apoios fixos, série EF, transmitem os esforços em todas as direções.

Para os aparelhos padronizados neste catálogo, devem ser usados os valores máximos tabelados abaixo:

TIPO DE MOVIMENTO	LONGITUDINAL	TRANSVERSAL	ROTAÇÃO
VALOR DO MOVIMENTO, PARA APARELHOS TIPO EF	0mm	0mm	0,05 rad

Tabela 03: Movimentos admissíveis nos aparelhos tipo EF



Imagem 07: Aparelho de apoio Rudloff tipo EF

APARELHO MONTADO
(em vista frontal e seção transversal)

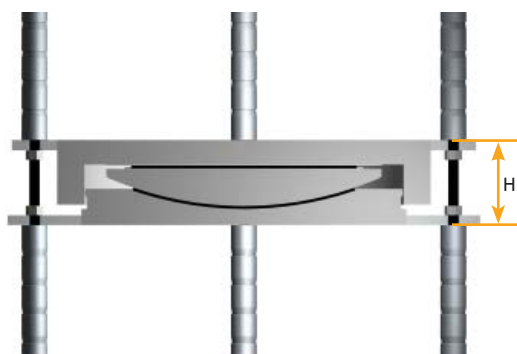


Imagem 08: Seção transversal do aparelho tipo EF

TAMPA SUPERIOR
(em planta)

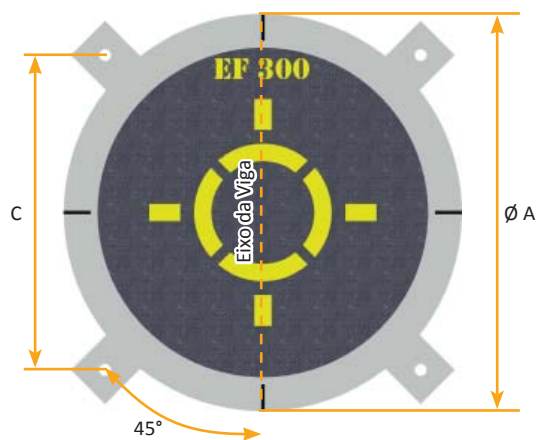


Imagem 09: Vista superior da tampa do aparelho tipo EF

BASE CÔNCAVA
(em planta)

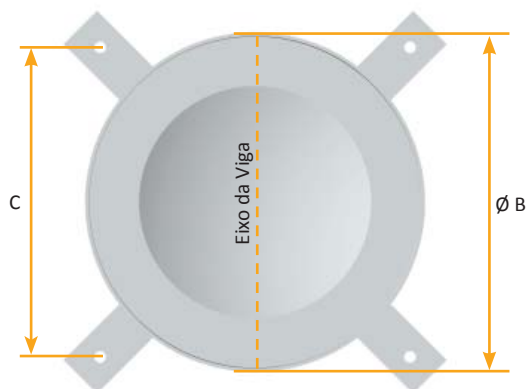


Imagem 10: Vista superior da base do aparelho tipo EF

APOIOS ESFÉRICOS FIXOS

TIPO E TAMANHO	ESTADO LIMITE DE SERVIÇO		DIMENSÕES DOS APARELHOS DE APOIO				PESO (Kg)	CHUM-BADOR
	VERTICAL (kN)	HORIZON-TAL (kN)	Ø A (mm)	Ø B (mm)	H (mm)	C (mm)		
EF-100	1000	141	359	287	97	289	75	M12
EF-150	1500	212	370	310	104	297	88	M12
EF-200	2000	282	425	332	110	336	115	M12
EF-250	2500	353	468	355	117	367	153	M16
EF-300	3000	407	505	416	124	393	188	M16
EF-350	3500	460	535	442	133	414	217	M16
EF-400	4000	502	569	488	140	438	259	M16
EF-450	4500	562	648	539	140	494	323	M16
EF-500	5000	619	680	570	141	516	362	M16
EF-550	5500	680	700	574	141	531	376	M16
EF-600	6000	729	750	606	143	566	432	M16
EF-650	6500	778	770	633	147	580	471	M16
EF-700	7000	827	795	652	147	598	503	M16
EF-750	7500	874	830	671	147	623	544	M16
EF-800	8000	933	869	701	152	657	626	M20
EF-850	8500	991	910	701	154	686	674	M20
EF-900	9000	1050	910	748	161	686	730	M20
EF-950	9500	1108	920	770	164	693	770	M20
EF-1000	10000	1166	940	806	172	707	834	M20
EF-1100	11000	1283	984	858	178	738	947	M20
EF-1200	12000	1400	1018	913	185	763	1065	M20
EF-1300	13000	1453	1077	952	185	804	1186	M20
EF-1400	14000	1565	1145	1000	185	852	1333	M20
EF-1500	15000	1677	1182	1047	192	878	1463	M20
EF-1600	16000	1780	1233	1078	195	915	1623	M20
EF-1700	17000	1900	1288	1103	200	953	1793	M20
EF-1800	18000	2012	1323	1138	208	978	1973	M20
EF-1900	19000	2124	1380	1162	213	1018	2177	M20
EF-2000	20000	2236	1420	1185	219	1047	2354	M20
EF-2500	25000	2692	1600	1359	238	1174	3243	M20
EF-3000	30000	3231	1790	1502	266	1308	4339	M20
EF-3500	35000	3769	1900	1630	282	1393	5369	M24
EF-4000	40000	4308	2027	1730	305	1483	6646	M24
EF-4500	45000	4846	2105	1830	331	1538	7808	M24
EF-5000	50000	5385	2191	1900	340	1606	8775	M30
EF-5500	55000	5923	2267	1970	350	1660	9614	M30
EF-6000	60000	6462	2348	2060	380	1717	11127	M30

Tabela 04: Características dos aparelhos de apoio Rudloff, tipo EF

APOIOS ESFÉRICOS MULTIDIRECIONAIS

Os apoios multidirecionais, série EM, movimentam-se em todas as direções.

Para os aparelhos padronizados neste catálogo, devem ser usados os valores máximos tabelados abaixo:

TIPO DE MOVIMENTO	LONGITUDINAL	TRANSVERSAL	ROTAÇÃO
VALOR DO MOVIMENTO, PARA APARELHOS TIPO EM	+/- 50mm	+/- 20mm	0,05 rad

Tabela 05: Movimentos admissíveis nos aparelhos tipo EM



Imagem 11: Aparelho de apoio Rudloff tipo EM

<p>APARELHO MONTADO (em vista frontal e seção transversal)</p>		<p>Imagem 12: Seção transversal do aparelho tipo EM</p>
<p>TAMPA SUPERIOR (em planta)</p>		<p>Imagem 13: Vista superior da tampa do aparelho tipo EM</p>
<p>BASE CÔNCAVA (em planta)</p>		<p>Imagem 14: Vista superior da base do aparelho tipo EM</p>

APOIOS ESFÉRICOS MULTIDIRECIONAIS

TIPO E TAMANHO	ESTADO LIMITE DE SERVIÇO VERTICAL (kN)	DIMENSÕES DOS APARELHOS DE APOIO				FIXAÇÃO				H (mm)	PESO (Kg)	CHUMBADOR
		A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)	E (mm)	F (mm)	G (mm)	I (mm)			
EM-100	1000	351	411	251	251	401	186	311	371	96	72	M12
EM-150	1500	366	426	280	280	416	215	326	386	105	88	M12
EM-200	2000	405	465	302	302	455	237	365	425	111	109	M12
EM-250	2500	440	500	340	340	490	270	390	450	119	147	M16
EM-300	3000	471	531	376	376	521	306	421	481	124	179	M16
EM-350	3500	500	560	400	400	550	330	450	510	132	210	M16
EM-400	4000	526	586	420	420	576	350	476	536	140	239	M16
EM-450	4500	559	619	459	459	609	389	509	569	141	277	M16
EM-500	5000	595	655	532	532	645	462	545	605	142	335	M16
EM-550	5500	617	677	532	532	667	462	567	627	142	349	M16
EM-600	6000	647	707	532	532	697	462	597	657	144	369	M16
EM-650	6500	675	735	553	553	725	483	625	685	147	409	M16
EM-700	7000	700	760	572	572	750	502	650	710	147	439	M16
EM-750	7500	724	784	591	591	774	521	674	734	147	499	M16
EM-800	8000	747	807	621	621	807	541	687	747	153	535	M20
EM-850	8500	765	825	681	681	825	601	705	765	154	605	M20
EM-900	9000	782	842	681	681	842	601	722	782	161	639	M20
EM-950	9500	800	860	690	690	860	610	740	800	164	677	M20
EM-1000	10000	815	875	690	690	875	610	755	815	177	719	M20
EM-1100	11000	847	907	738	738	907	658	787	847	180	822	M20
EM-1200	12000	878	938	793	793	938	713	818	878	185	949	M20
EM-1300	13000	907	967	832	832	967	752	847	907	188	1025	M20
EM-1400	14000	949	1009	880	880	1009	800	889	949	188	1134	M20
EM-1500	15000	976	1036	927	927	1036	847	916	976	192	1269	M20
EM-1600	16000	1002	1062	958	958	1062	878	942	1002	200	1375	M20
EM-1700	17000	1037	1097	983	983	1097	903	977	1037	203	1487	M20
EM-1800	18000	1062	1122	1018	1018	1122	938	1002	1062	210	1639	M20
EM-1900	19000	1086	1146	1018	1018	1146	938	1026	1086	213	1719	M20
EM-2000	20000	1109	1169	1025	1025	1169	945	1049	1109	222	1816	M20
EM-2500	25000	1238	1298	1199	1199	1298	1119	1178	1238	241	2574	M20
EM-3000	30000	1369	1429	1262	1262	1429	1172	1309	1369	267	3292	M20
EM-3500	35000	1460	1520	1450	1450	1530	1360	1390	1450	285	4300	M24
EM-4000	40000	1564	1624	1550	1550	1634	1460	1494	1554	309	5364	M24
EM-4500	45000	1643	1703	1600	1600	1713	1510	1573	1633	334	6242	M24
EM-5000	50000	1736	1796	1700	1700	1816	1600	1656	1716	340	7321	M30
EM-5500	55000	1807	1867	1800	1800	1887	1700	1727	1787	350	8089	M30
EM-6000	60000	1875	1935	1800	1800	1955	1700	1795	1855	378	9013	M30

Tabela 06: Características dos aparelhos de apoio Rudloff, tipo EM

APOIOS ESFÉRICOS UNIDIRECIONAIS

Os apoios unidirecionais, série EU, se movimentam em uma só direção e podem transmitir forças na direção perpendicular ao seu eixo. São fabricados com duas guias laterais.

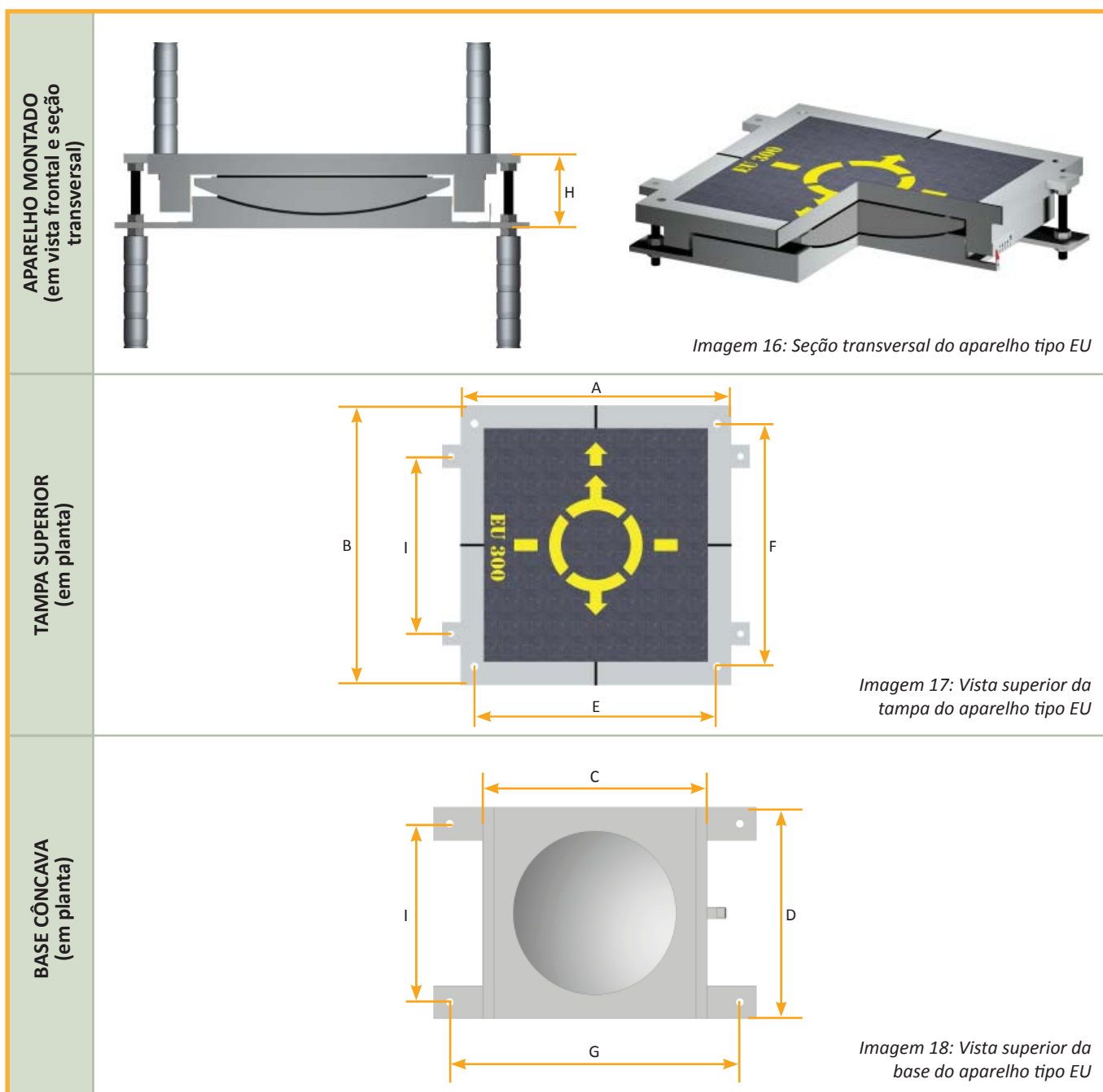
Para os aparelhos padronizados neste catálogo, devem ser usados os valores máximos tabelados abaixo:

TIPO DE MOVIMENTO	LONGITUDINAL	TRANSVERSAL	ROTAÇÃO
VALOR DO MOVIMENTO, PARA APARELHOS TIPO EU	+/- 50mm	0mm	0,05 rad

Tabela 07: Movimentos admissíveis nos aparelhos tipo EU



Imagem 15: Aparelho de apoio Rudloff tipo EU



APOIOS ESFÉRICOS UNIDIRECIONAIS

TIPO E TAMANHO	ESTADO LIMITE DE SERVIÇO		DIMENSÕES DOS APARELHOS DE APOIO				FIXAÇÃO				H (mm)	PESO (Kg)	CHUMBADOR
	VERT. (kN)	HORIZ. (kN)	A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)	E (mm)	F (mm)	G (mm)	I (mm)			
EU-100	1000	100	400	386	300	220	360	346	450	155	92	81	M12
EU-150	1500	150	420	426	310	257	380	386	470	192	100	105	M12
EU-200	2000	200	470	465	390	300	430	425	520	235	105	137	M12
EU-250	2500	250	510	500	440	330	460	450	560	260	113	182	M16
EU-300	3000	300	540	518	480	350	490	468	590	280	119	210	M16
EU-350	3500	350	580	559	520	380	530	509	630	310	129	259	M16
EU-400	4000	400	615	586	590	415	565	536	665	345	139	311	M16
EU-450	4500	450	650	619	634	447	600	569	700	377	139	354	M16
EU-500	5000	500	695	651	670	471	645	601	745	401	140	396	M16
EU-550	5500	550	725	677	725	491	675	627	775	421	142	439	M16
EU-600	6000	600	765	707	745	511	715	657	815	441	148	497	M16
EU-650	6500	650	805	735	712	531	755	685	855	461	148	539	M16
EU-700	7000	700	845	759	805	551	795	709	895	481	155	618	M16
EU-750	7500	750	875	781	875	571	825	731	925	501	155	659	M16
EU-800	8000	800	915	807	838	591	855	747	975	511	160	752	M20
EU-850	8500	850	925	825	840	611	865	765	985	531	162	787	M20
EU-900	9000	900	955	842	856	621	895	782	1015	541	169	855	M20
EU-950	9500	950	975	859	878	641	915	799	1035	561	174	920	M20
EU-1000	10000	1000	995	875	880	661	935	815	1055	581	181	984	M20
EU-1100	11000	1100	1025	907	940	700	965	847	1085	620	187	1103	M20
EU-1200	12000	1200	1065	938	959	720	1005	878	1125	640	199	1248	M20
EU-1300	13000	1300	1115	967	1054	740	1055	907	1175	660	203	1390	M20
EU-1400	14000	1400	1185	1009	1072	770	1125	949	1245	690	203	1529	M20
EU-1500	15000	1500	1265	1036	1092	800	1205	976	1325	720	210	1728	M20
EU-1600	16000	1600	1265	1062	1132	830	1205	1002	1325	750	214	1828	M20
EU-1700	17000	1700	1325	1153	1153	860	1265	1093	1385	780	219	2061	M20
EU-1800	18000	1800	1355	1122	1172	890	1295	1062	1415	810	228	2192	M20
EU-1900	19000	1900	1425	1146	1212	910	1365	1086	1485	830	233	2415	M20
EU-2000	20000	2000	1455	1169	1251	940	1395	1109	1515	860	239	2588	M20
EU-2500	25000	2500	1645	1298	1370	1024	1585	1238	1705	944	262	3450	M20
EU-3000	30000	3000	1810	1429	1428	1114	1750	1369	1870	1034	298	4815	M20
EU-3500	35000	3500	1910	1520	1533	1205	1840	1450	1980	1115	314	5771	M24
EU-4000	40000	4000	2050	1624	1651	1287	1980	1554	2120	1197	332	7046	M24
EU-4500	45000	4500	2130	1703	1729	1352	2060	1633	2200	1262	355	8220	M24
EU-5000	50000	5000	2220	1796	1863	1436	2140	1716	2300	1336	356	9063	M30
EU-5500	55000	5500	2290	1867	1950	1505	2210	1787	2370	1405	378	10338	M30
EU-6000	60000	6000	2360	1935	2050	1564	2280	1855	2440	1464	398	11624	M30

Tabela 08: Características dos aparelhos de apoio Rudloff, tipo EU

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.

VERIFICAÇÃO 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. Eventuais correções em peças no próprio local da obra devem ser autorizadas e orientadas pela Rudloff.

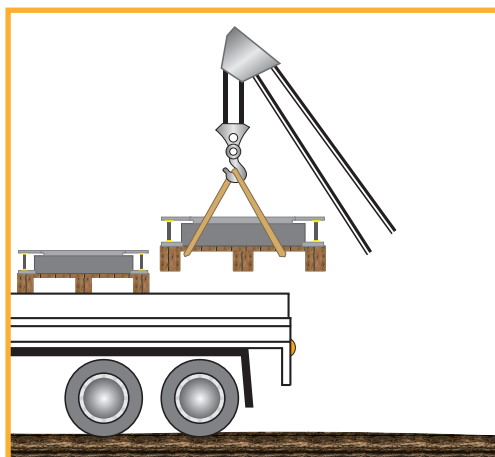


Imagem 19: Manuseio correto dos aparelhos de apoio

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.

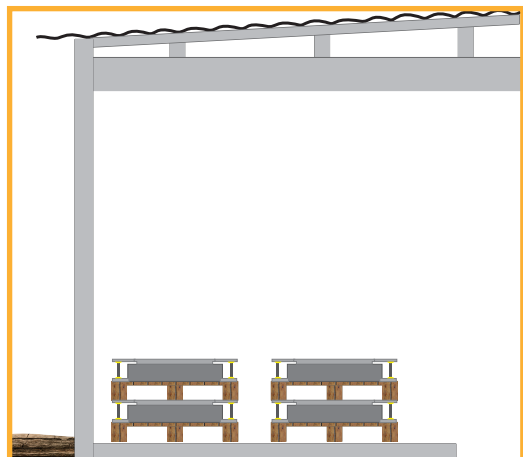


Imagem 20: Estocagem correta dos aparelhos de apoio

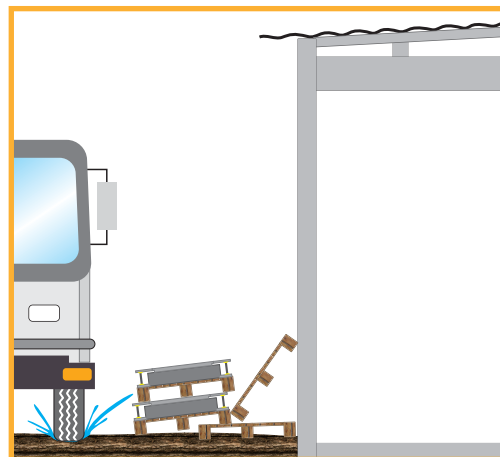


Imagem 21: Estocagem incorreta dos aparelhos de apoio

INSTALAÇÃO AJUSTE PRÉVIO DOS APARELHOS DE APOIO

Ajustes prévios nos aparelhos de apoio, definidos pelo projetista da estrutura e, eventuais correções necessárias aos ajustes, devem ser executados somente por técnicos da Rudloff.

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.
- Aparelhos pequenos podem ser apoiados diretamente sobre os chumbadores. Para aparelhos grandes recomenda-se apoiá-los primeiramente em tocos de madeira, para garantir seu nivelamento e evitar que suas rosca de instalação sejam danificadas.
- No posicionamento dos aparelhos, as marcas centrais dos eixos, pintadas de amarelo nas peças, devem coincidir com a marcação dos eixos assinalada previamente no concreto.

SUPORE DE ARGAMASSA

- A superfície de acomodação dos aparelhos deve ser plana e nivelada conforme projeto.
- A espessura do grout de suporte deve seguir a planta da construção.
- Recomenda-se que tocos de madeira colocados previamente para o posicionamento de aparelhos grandes sejam retirados antes do grouteamento do suporte. Caso a retirada não seja possível, a injeção do grout deverá ser feita ao redor dos tocos, cuidando-se para evitar o surgimento de vazios.

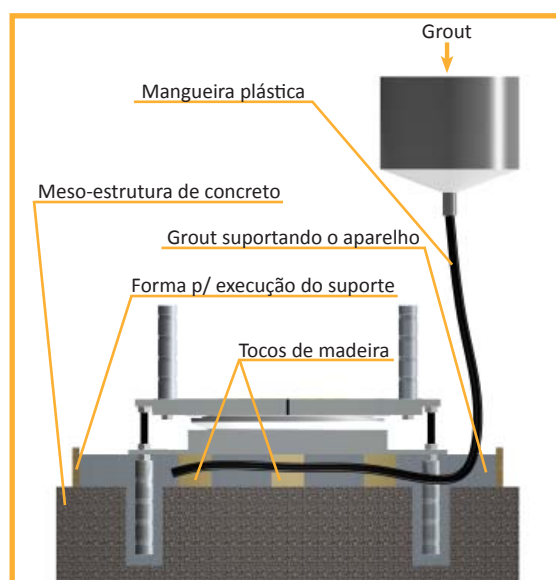


Imagem 22: Enchimento do suporte de argamassa

LIGAÇÃO COM SUPERESTRUTURAS DE CONCRETO

- É necessário cuidado especial para evitar que a argamassa líquida atinja a face vertical dos aparelhos de apoio. Se a argamassa respingar nos aparelhos, deverá ser imediatamente removida.
- Quando os aparelhos já estiverem instalados e a argamassa suficientemente dura, antes da aplicação de eventual protensão na estrutura, é necessário cortar os 4 parafusos de montagem de cada aparelho. O corte deve ser feito nos canais de usinagem dos parafusos.
- Após a remoção das fôrmas, os aparelhos devem ser limpos e qualquer falta de proteção anticorrosiva deve ser reparada. Estas etapas devem ser feitas com muita cautela, para prevenir outros danos aos aparelhos e à estrutura.

LIGAÇÃO COM SUPERESTRUTURAS DE AÇO

Não fazemos aqui recomendações para a ligação de aparelhos de apoio esféricos Rudloff às superestruturas de aço, pois há vários sistemas construtivos, dependendo do tipo de estrutura adotada. Devido a isto, recomendamos que para superestruturas de aço o projetista da obra seja consultado na fase de projetos da estrutura, para encontrar a melhor solução em cada caso particular.

ROTEIRO DE INSTALAÇÃO

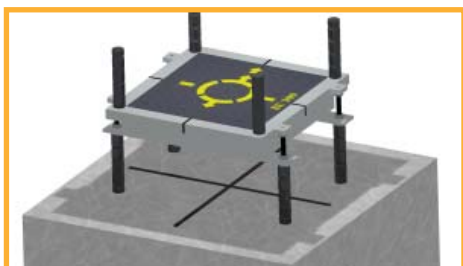


Imagem 23: Preparação da base e posicionamento do aparelho



Imagem 24: Posicionamento do aparelho



Imagem 25: Suporte do aparelho

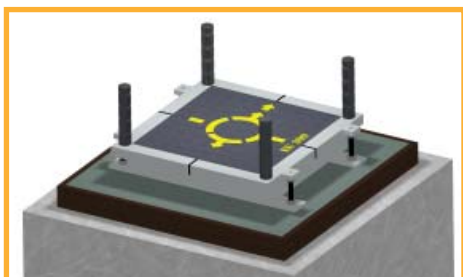


Imagem 26: Groutamento da região de suporte



Imagem 27: Remoção da fixação

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 nesta, reentrâncias (nichos) para posicionamento dos chumbadores e encaixe dos aparelhos.

POSICIONAMENTO DO APARELHO

Na meso-estrutura de concreto deve ser marcada a posição correta do aparelho de apoio, o qual deverá ficar devidamente alinhado com a direção longitudinal da estrutura. As marcações na tampa do aparelho servem para orientar sua instalação.

SUORTE DO APARELHO

O espaço existente entre o aparelho de apoio e a meso-estrutura deve ser preenchido com grout. Para isso, é necessária a instalação de forma ao redor da base do aparelho. É necessário cuidado especial para que o groutamento preencha todos os vazios da região inferior do aparelho.

CONCRETAGEM DA PARTE SUPERIOR

A face vertical do aparelho deve ser limpa de qualquer respingo de argamassa.

Os aparelhos devem ser mantidos estáveis durante a fase de endurecimento da argamassa de suporte.

REMOÇÃO DA FIXAÇÃO

Quando os aparelhos estiverem totalmente instalados, antes de aplicar qualquer tensionamento à superestrutura, é necessário cortar os quatro parafusos de montagem de cada aparelho.

FIXAÇÃO PADRÃO

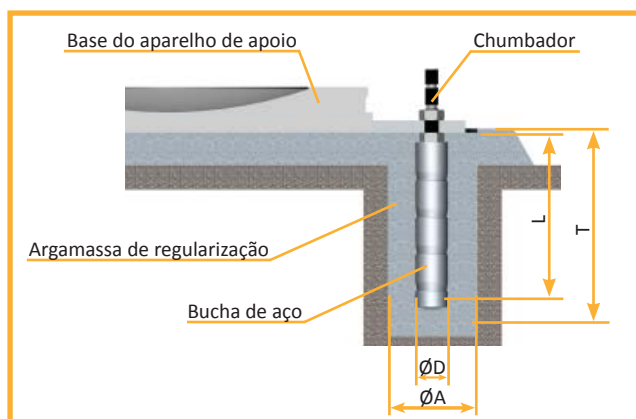


Imagem 28: Fixação padrão de aparelhos de apoio

CHUMBADOR	BUCHA (mm)		FOLGA (mm)	
	ØD	L	ØA	T
M12	30	180	150	250
M16	40	200	150	250
M20	50	250	150	300
M24	60	300	150	350
M30	70	300	150	350

Tabela 09: Especificações dos chumbadores

SEGURANÇA AO DESLIZAMENTO

A verificação de segurança ao deslizamento do aparelho segue o indicado na norma DIN4141: $v F_{xy} \leq \mu k F_z + D$, onde:

- v = coeficiente de segurança = 1,5
- F_{xy} = resultante das forças horizontais no plano de apoio
- μk = coeficiente de atrito (sendo o aço galvanizado e o concreto natural com sua resistência final), com os 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, caso os chumbadores se encontrem a menos de 700mm da borda livre do concreto na direção do esforço e menos de 350mm na direção transversal, faz-se necessária uma armadura, que impeça o arrancamento do concreto que envolve os 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.

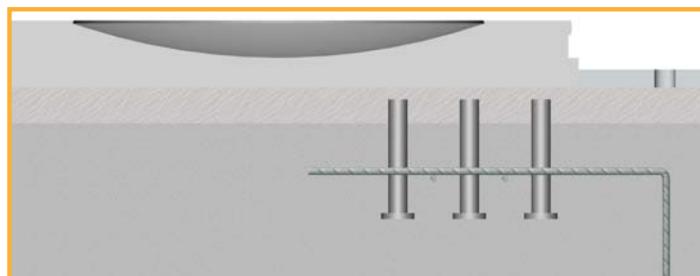


Imagem 29: Conectores metálicos

O QUE MAIS A RUDLOFF FAZ



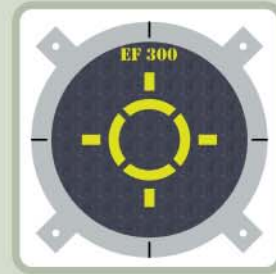
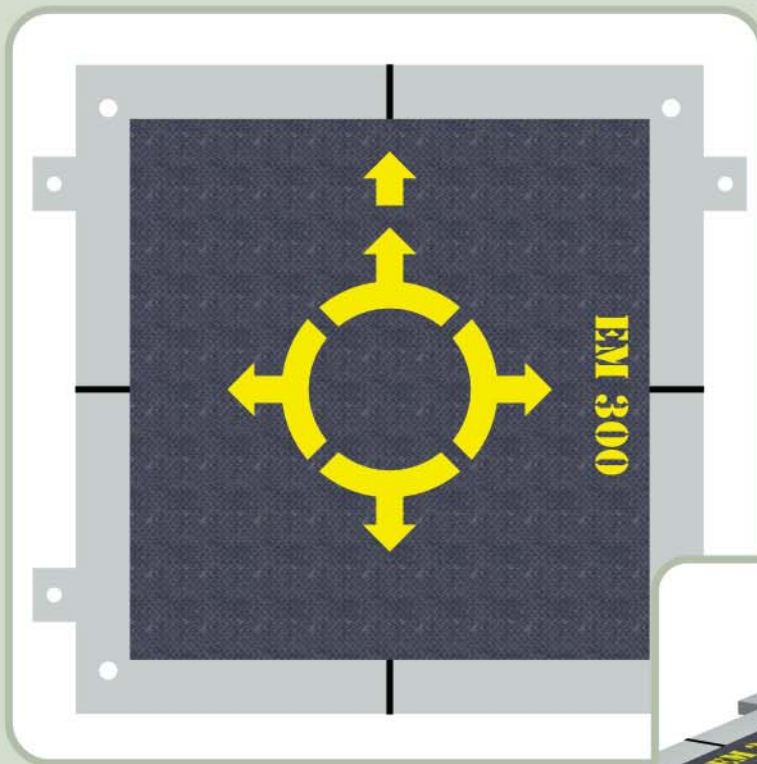
USINAGEM MECÂNICA PARA FINS DIVERSOS



EMENDAS PARA BARRAS DE AÇO



PROTENSÃO



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