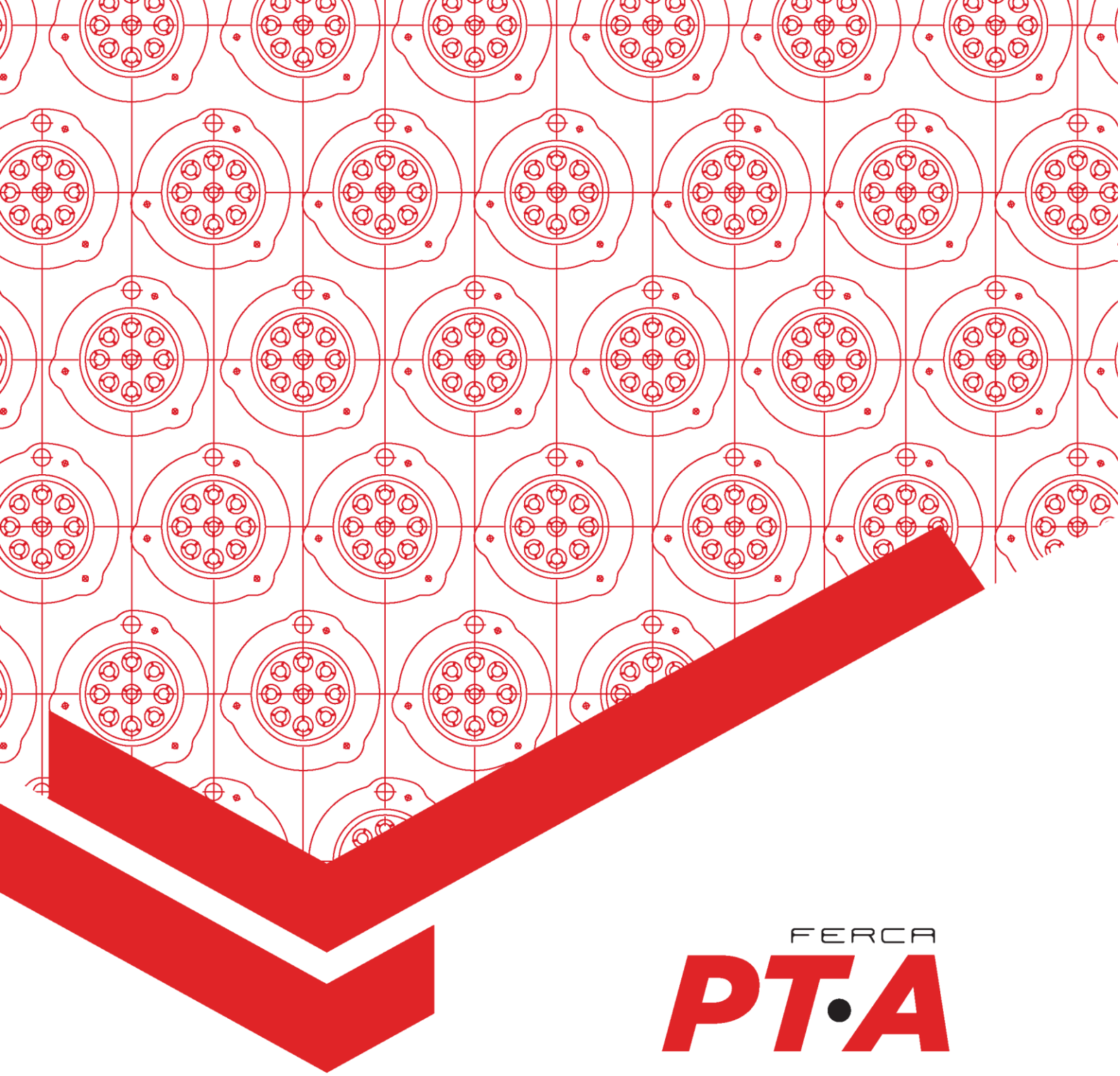


FERCA PT·A

MANUAL TÉCNICO *PTA*

TTM – Sistema de Multicordão

FERCA

FERCA, Construções Racionalizadas e Estruturas, Lisboa, SA | Alameda dos Oceanos 61 - 3.1, 1990-208 Lisboa, Portugal

T. (+351) 217 815 580 M. ferca@ferca.pt W. www.ferca.pt

Manual Técnico – Sistema PTA – *Sistema de Pós-Tensão Multicordão TTM*

ÍNDICE

INTRODUÇÃO AO SISTEMA TTM 4

QUEM É A TTM? 5

SISTEMAS TTM 5

QUALIDADE TTM 7

PORQUE UTILIZAR PÓS-ESFORÇO 8

Princípios 9

Sistemas 9

Vantagens 10

AÇO 12

SISTEMAS M & D – ANCORAGENS PARA MULTICORDÃO 13

Proteção anti-corrosão 13

Configuração das ancoragens - SISTEMA M 15

Configuração das ancoragens - SISTEMA D 16

Acessórios de injeção – Sistema M 17

Distâncias ao bordo e entre ancoragens - SISTEMA M & D 19

SISTEMA S – ANCORAGENS PASSIVAS POR ADERÊNCIA 21

SISTEMA G – ACOPLADORES 22

Configuração dos acopladores G 23

Acopladores C 25

Acopladores F ..... Error! Bookmark not defined.

BAINHAS & ACESSÓRIOS 26

FERCA, Construções Racionalizadas e Estruturas, Lisboa, SA | Alameda dos Oceanos 61 - 3.1, 1990-208 Lisboa, Portugal

T. (+351) 217 815 580 M. ferca@ferca.pt W. www.ferca.pt

Bainhas metálicas circulares....26
Bainhas de polietileno "SP"....27
Base de purga....28
Acessórios de injeção....29
Ponteiras....31
Mesa de descravação....32
EQUIPAMENTO....33
Bombas Hidráulicas....36
Bomba de Injeção....37

FERCA, Construções Racionalizadas e Estruturas, Lisboa, SA | Alameda dos Oceanos 61 - 3.1, 1990-208 Lisboa, Portugal

T. (+351) 217 815 580 M. ferca@ferca.pt W. www.ferca.pt

INTRODUÇÃO AO SISTEMA TTM

O sistema **TTM tension technology** foi desenvolvido no âmbito da criação de um conceito integrado de soluções na área do pré-esforço com aplicação em obras de arte, geotecnia e edifícios que permitam afirmar o sistema como ator num mercado internacional de extrema exigência técnica e competitiva. Tendo por base do seu desenvolvimento a intensa investigação e experiência na produção de ancoragens e equipamento específico para utilização na construção e pertencendo ao grupo siderúrgico ORI MARTIN, a TTM tension technology atua hoje em áreas como:

- Pré-esforço em obras de arte;
- Pré-esforço em edifícios;
- Sistemas de consolidação geotécnica;
- Equipamentos hidráulicos para puxe, empurre, injeção ou linhas de produção;
- Pré-esforço em reservatórios.

Dispondo de um experiente departamento técnico afeto à definição e produção dos vários componentes e acessórios do sistema, meios próprios de fabrico e ensaio e uma vasta gama de equipamentos, ancoragens e acessórios o sistema **TTM *tension technology*** apresenta-se como uma solução global para responder às exigências do mercado.



O Sistema Multicordão TTM está certificado no âmbito da European Organisation for Technical Assessment (EOTA), vide ETA 15/0329 (European Technical Assessment – TTM tension technology Bonded and unbonded multistrand post-tensioning system with 4 to 27 strands), caucionando a sua qualidade e adequabilidade para a utilização nas mais diversas situações e configurações.

FERCA, Construções Racionalizadas e Estruturas, Lisboa, SA | Alameda dos Oceanos 61 - 3.1, 1990-208 Lisboa, Portugal

T. (+351) 217 815 580 M. ferca@ferca.pt W. www.ferca.pt

QUEM É A TTM?

A **TTM *tension technology*** foi fundada em 2001 e encontra-se sediada em Milão, Itália, fazendo parte integrante do grupo ORI MARTIN, SPA que desde o início do século XX tem trabalhado na produção de aço de alta qualidade e desde então, procurado diversificar a sua atividade. Neste processo surge a **TTM *tension technology***, uma empresa especialista no estudo, conceção e produção de sistemas de ancoragens e equipamentos para a sua implementação em obra que tem aumentado a sua base de conhecimento através do investimento contínuo neste setor, encontrando-se fortemente implantada no seu mercado interno, mas também ao nível internacional.



SISTEMAS TTM

Os sistemas de pós- tensão para pontes e viadutos da **TTM *tension technology*** obtiveram em 2002 certificação para três tipologias de cordão: T15, T15S e T15C, tendo sido a primeira empresa na Europa a adotar a possibilidade de utilizar sistemas de pós-esforço com cordão de seção T15C, passando dos tradicionais cordões de seção nominal de 140 mm^2 para 165 mm^2. O cordão T15C permite a redução do número de cordões em cabos de pós esforço, estando todo sistema preparado para receber cordões desta classe.

Os sistemas de pós-tensão M e D obtiveram a marcação CE, inicialmente de acordo com a ETAG 013 e atualmente com o EAD 160004-00-0301, tendo conseguido a Aprovação Técnica Europeia para sistemas multicordão ETA 15/0329 e a referente marcação CE 1777-CPR-15.07.

Os sistemas de pós-tensão para lajes e pavimentos destinados à utilização de monocordão em sistemas aderentes ou não aderentes desenvolvidos pela **TTM *tension technology***, introduziram no mercado as inovadoras ancoragens encapsuladas para total proteção contra a corrosão.

Em suma, tem sido objetivo da empresa oferecer aos seus clientes produtos mais eficazes, duradouros e sustentáveis, com marcação CE ao abrigo das respetivas Avaliações Técnicas Europeias.

FERCA, Construções Racionalizadas e Estruturas, Lisboa, SA | Alameda dos Oceanos 61 - 3.1, 1990-208 Lisboa, Portugal

T. (+351) 217 815 580 M. ferca@ferca.pt W. www.ferca.pt





Na área de sistemas para aplicações em obras de geotecnia, a TTM ***tension technology*** adotou desde início como referência para os seus produtos, a norma europeia EN 1537:2013. Adaptando-se às exigências normativas da Comunidade Europeia, a empresa está apta a fornecer muitas aplicações que vão além das ancoragens ao terreno, temporárias e permanentes, e que incluem hoje sistemas de injeção repetida ou seletiva, ancoragens removíveis, sistemas de aderência acrescida ou de prevenção para atravessamento de estratos e sistemas dielétricos ou encapsulados, com acrescidas vantagens na prevenção contra a corrosão e na durabilidade das ações pretendidas.



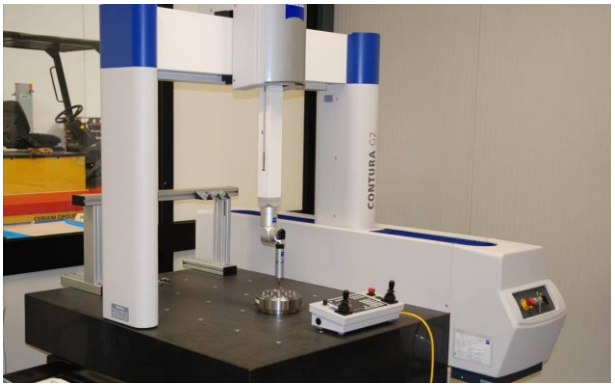
FERCA, Construções Racionalizadas e Estruturas, Lisboa, SA | Alameda dos Oceanos 61 - 3.1, 1990-208 Lisboa, Portugal

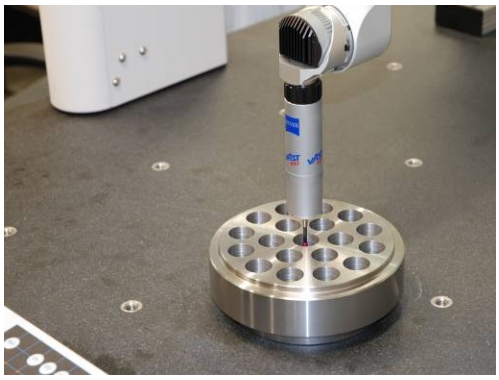
T. (+351) 217 815 580 M. ferca@ferca.pt W. www.ferca.pt

QUALIDADE TTM

Entendendo-se um produto como o somatório dos processos, recursos e conhecimento que lhe dão origem, o nível de qualidade dos mesmos encontra-se pois, intrinsecamente ligado à excelência da organização nos seus vários aspetos e à orientação dos necessários investimentos na procura abnegada de tais objetivos.

Sendo hoje absolutamente central na estratégia da empresa alcançar um nível de qualidade nos seus produtos e serviços, a TTM ***tension technology*** desenvolveu procedimentos de controlo de qualidade bastante rigorosos, estando o seu laboratório equipado com os mais sofisticados métodos de medição e controlo, que permitem a aferição das características requeridas pelos produtos.







Adicionalmente, a empresa possui todos os equipamentos necessários à realização dos mais variados testes que permitam aferir a qualidade do sistema de produção, das matérias-primas e do produto final de forma permanente e de acordo com procedimentos internos que visam garantir o nível de qualidade exigido a toda e qualquer peça produzida.

FERCA, Construções Racionalizadas e Estruturas, Lisboa, SA | Alameda dos Oceanos 61 - 3.1, 1990-208 Lisboa, Portugal

T. (+351) 217 815 580 M. ferca@ferca.pt W. www.ferca.pt

PORQUE UTILIZAR PÓS-ESFORÇO

Na última década a arquitetura assumiu um papel central no processo de investimento imobiliário, sendo responsável por muitos dos fatores distintivos dos projetos e representando como tal, uma mais-valia essencial ao sucesso dos mesmos. Esta evolução tem raízes na própria sociedade que hoje valoriza, não só o conforto e as funcionalidades dos espaços, mas também a imagem e a projeção social que os mesmos providenciam. Com esta mudança de paradigma registou-se uma profunda alteração nos conceitos de dimensionamento das estruturas, sendo hoje mais valorizado o facto de a solução estrutural viabilizar a criatividade do arquiteto do que os critérios estritamente técnico-económicos. O pré-esforço permitindo a execução de estruturas esbeltas e arrojadas, encaixa-se nas exigências atuais pelo que, a sua aplicação em edifícios se vem tornado mais corrente e deverá continuar a registar crescente implantação.

A utilização de sistemas de pré-esforço contribui igualmente para um aumento significativo dos vários parâmetros de qualidade de uma estrutura, não só ao nível dos processos mas também da durabilidade e da perfomance da mesma.



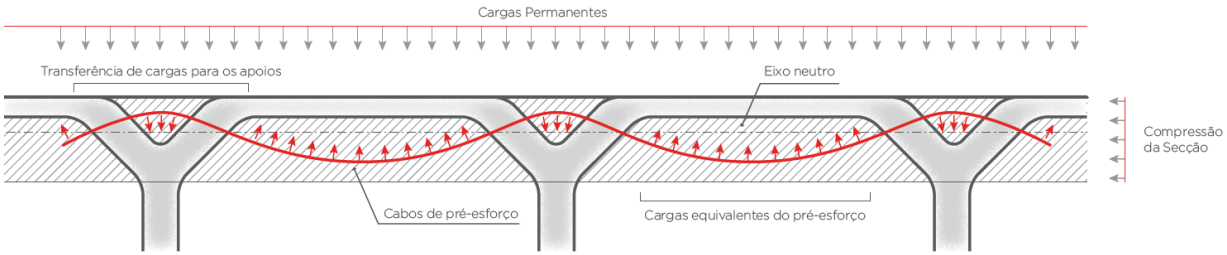
FERCA, Construções Racionalizadas e Estruturas, Lisboa, SA | Alameda dos Oceanos 61 - 3.1, 1990-208 Lisboa, Portugal

T. (+351) 217 815 580 M. ferca@ferca.pt W. www.ferca.pt

Princípios

Tendo origem na resolução da necessidade de garantir vãos de grandes dimensões nas obras de arte, os sistemas de pré-esforço posteriormente aplicados a edifícios, representam uma inovação ao nível da conceção de estruturas ao introduzir um elemento ativo nos elementos estruturais.

Composto por cordões de aço de alta resistência, os cabos de pré-esforço são instalados no interior da laje e fixos nas extremidades em ancoragens, sendo posteriormente tensionados com equipamento hidráulico desenvolvido para o efeito. Graças à sua curvatura em alçado e planta, a aplicação de forças nos cabos permite transmitir à secção da laje, ações contrárias aos efeitos das cargas gravíticas. As cargas equivalentes assim criadas, asseguram o equilíbrio parcial das solicitações de cálculo e criam uma compressão generalizada da secção da laje que permite a redução de armaduras passivas, a eliminação de juntas e um maior contributo da secção de betão para a resistência global da laje.



Sistemas

Os sistemas de pré-esforço dividem-se essencialmente em função da sua aderência ao betão, designando-se por isso como sistema aderente e não aderente, e dentro destes podemos ainda identificar a utilização de monocordão ou multicordão.

No caso dos sistemas não aderentes, o aço é fornecido no interior de uma bainha plástica não existindo injeção posterior, enquanto nos sistemas aderentes, o aço é fornecido em cordão e introduzido numa bainha posteriormente injetada com calda de cimento que lhe confere total aderência à seção envolvente de betão.

Também em termos de utilização é possível identificar os sistemas de monocordão não aderentes como os mais frequentemente aplicados em elementos esbeltos, como as lajes na construção de edifícios e o multicordão aderente em obras de arte e genericamente elementos estruturais de maiores dimensões.

O monocordão auto-embainhado é um **sistema não aderente** correntemente utilizado em edifícios, onde os cabos de pré-esforço são constituídos por um único cordão revestido por uma bainha de polietileno preenchida com um produto lubrificante. Este sistema permite maiores excentricidades, menores perdas por atrito e maior flexibilidade dos traçados.

O multicordão em bainha circular é um **sistema aderente** onde os cabos de pré-esforço são constituídos por vários cordões não revestidos e introduzidos numa bainha metálica, posteriormente injetada com uma calda de cimento apropriada para o efeito. Este sistema permite mobilizar no Estado Limite Último, a resistência máxima do aço de pré-esforço.

FERCA, Construções Racionalizadas e Estruturas, Lisboa, SA | Alameda dos Oceanos 61 - 3.1, 1990-208 Lisboa, Portugal

T. (+351) 217 815 580 M. ferca@ferca.pt W. www.ferca.pt

Vantagens

As vantagens da aplicação de sistemas de pré-esforço estendem-se por considerações de ordem estrutural, ao nível dos vãos, esbelteza e performance, de ordem económica e ambiental.

Comportamento

- Aumento dos vãos livres,
- Redução do número de pilares;
- Redução do peso próprio da estrutura;
- Diminuição de espessuras de lajes;
- Maior controlo da deformabilidade;
- Melhoria da resistência ao punçoamento;
- Redução ou eliminação de juntas;
- Melhoria do comportamento sísmico;

Melhoria do comportamento à retração;

Economia

- Redução de consumo de betão e aço;
- Economias nos elementos verticais e fundações;
- Valorização comercial dos amplos espaços criados;

Aumento do nº de lugares de estacionamento por m^2;

Sustentabilidade

Redução da emissão de CO_2;

- Maior eficiência na utilização de recursos naturais.

FERCA, Construções Racionalizadas e Estruturas, Lisboa, SA | Alameda dos Oceanos 61 - 3.1, 1990-208 Lisboa, Portugal

T. (+351) 217 815 580 M. ferca@ferca.pt W. www.ferca.pt





FERCA, Construções Racionalizadas e Estruturas, Lisboa, SA | Alameda dos Oceanos 61 - 3.1, 1990-208 Lisboa, Portugal

T. (+351) 217 815 580 M. ferca@ferca.pt W. www.ferca.pt

AÇO

As armaduras de pré-esforço são constituídas por cordões de 7 fios e caracterizadas por elevados valores de resistência e baixos coeficientes de relaxação, na generalidade os aços de pré-esforço designam-se por normais, super e compacto a que correspondem secções de 140, 150 e 165 mm^2 respetivamente. Para mais informações consulte a norma europeia EN10138.

Todos os sistemas de ancoragem produzidos pela **TTM** ***tension technology*** encontram-se certificados pela European Technical Approval para os três tipos de aço presentes no mercado e T15C, T15S e T15.





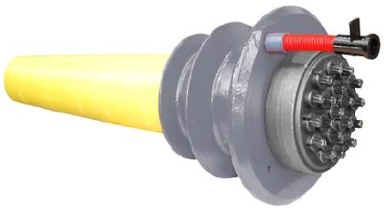
Diâmetro	Norma	Tipo de Aço	Diâmetro nominal	Área nominal	Massa	Força de rotura P_{tk}	Limite elástico a 1% $P_{t0,1k}$	Relaxação 1000 h	
			mm	mm^2	g/m	kN	kN	%	%
0.6" / T15	EN 10138	Normal	15.2	140	1095	260	230	2.5	4.5
0.6" / T15S	EN 10138	Super	15.7	150	1170	279	248	2.5	4.5
0.6" / T15C	EN 10138	Compacto	15.2	165	1290	300	264	2.5	4.5
					Módulo de Elasticidade = 196 +/- 10 kN/mm^2				

FERCA, Construções Racionalizadas e Estruturas, Lisboa, SA | Alameda dos Oceanos 61 - 3.1, 1990-208 Lisboa, Portugal

T. (+351) 217 815 580 M. ferca@ferca.pt W. www.ferca.pt

SISTEMAS M & D – ANCORAGENS PARA MULTICORDÃO

O sistema "M" da **TTM** ***tension technology*** foi concebido para cumprir integralmente com o EAD 160004-00-0301 (anteriormente ETAG 013) e conta com a Aprovação Técnica Europeia ETA 15/0329 e com a marcação CE 1777-CPR-15.07. Este sistema é constituído por uma cabeça de ancoragem, cunhas, trompa metálica e plástica. Simulações feitas com programas de elementos finitos aliadas a testes laboratoriais permitiram a conceção de uma ancoragem particularmente compacta e eficaz.





As trompas metálicas das ancoragens da série "M", possuem uma face plana para encaixe da cabeça de ancoragem, orifícios de conexão à campânula de injeção e à cofragem, e um orifício de injeção corrugado para permitir a fixação do tubo de injeção. São constituídas por aço EN-GJS 500-7 EN-JS-1050, oferecendo desta forma uma elevada resistência às solicitações. São soldáveis, o que garante o máximo nível de segurança durante a aplicação. Os cordões são cravados na cabeça de ancoragem em aço C40-45 UNI EN 10083/1, munida de orifícios cónicos com o formato das cunhas de retenção, fabricadas em aço de nível 16NiCr4Pb UNI EN 10277-4.

A ligação entre a ancoragem e as bainhas, é efetuada por meio de um cone plástico H.D.P.E. que garante o correto desvio dos cordões e a minimização do valor das perdas. Todas as trompas metálicas possuem orifício roscados de modo a permitir a fixação à cofragem por via de varão roscado ou parafusos.

Proteção anti-corrosão

Assumindo a proteção anti-corrosão como um fator determinante na performance dos sistemas de pré-esforço a longo prazo a **TTM** desenvolveu internamente um conjunto de sistemas integrados com vários níveis de proteção que permitem garantir a durabilidade e fiabilidade dos seus sistemas em situações de elevada exposição contra infiltrações e corrosão.

Para este efeito o sistema dispõe de bainhas em polietileno, ancoragens com pintura epóxi ou completamente revestidas em polietileno, cápsulas de polietileno e acessórios que permitem a injeção de massa lubrificante ou caldas de injeção nas mais diversas situações. Eis alguns exemplos:

FERCA, Construções Racionalizadas e Estruturas, Lisboa, SA | Alameda dos Oceanos 61 - 3.1, 1990-208 Lisboa, Portugal

T. (+351) 217 815 580 M. ferca@ferca.pt W. www.ferca.pt

Ancoragem **MX**, completamente revestida em polietileno e cápsula de proteção injetável.



Ancoragem MX

Ancoragem **MEP**, protegida por pintura epóxi e cápsula de proteção em polietileno injetável.



Ancoragem MEP

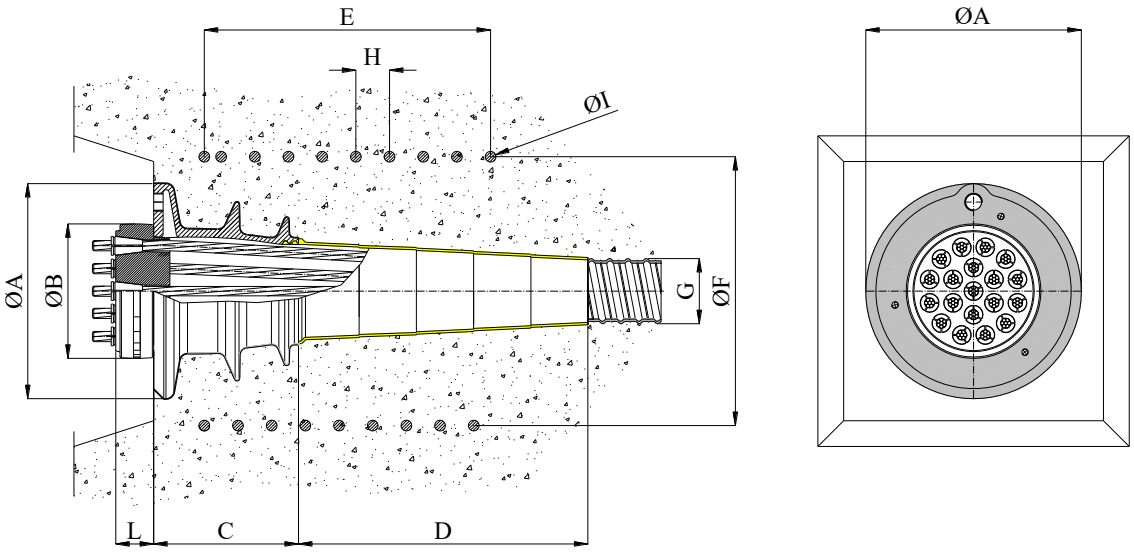
FERCA, Construções Racionalizadas e Estruturas, Lisboa, SA | Alameda dos Oceanos 61 - 3.1, 1990-208 Lisboa, Portugal

T. (+351) 217 815 580 M. ferca@ferca.pt W. www.ferca.pt

Configuração das ancoragens - SISTEMA M



Dimensões da ancoragem M



Tipo	T15 259 (kN)	T15S 279 (kN)	T15C 307 (kN)	A mm	B mm	C mm	D mm	E mm	F mm	E mm	F mm	G mm	H mm	I mm	L mm
								35 MPa		45 MPa					
4M15	1036	1116	1228	160	105	103	300	180	170	205	180	45/50	45	12	45
7M15	1813	1953	2149	200	125	133	340	250	220	270	240	62/67	45	12	45
9M15	2331	2511	2763	235	146	163	380	250	250	270	300	72/77	45	14	45
12M15	3108	3348	3684	265	160	180	385	300	300	350	350	80/85	50	16	45
15M15	3885	4185	4605	290	176	197	405	350	355	450	410	85/90	50	16	45
19M15	4921	5301	5833	320	200	215	430	425	400	450	400	95/100	50	16	56
22M15	5698	6138	6754	355	230	260	430	425	420	425	420	100/105	50	18	61
27M15	6993	7533	8289	380	250	277	470	400	460	480	460	110/115	50	18	70

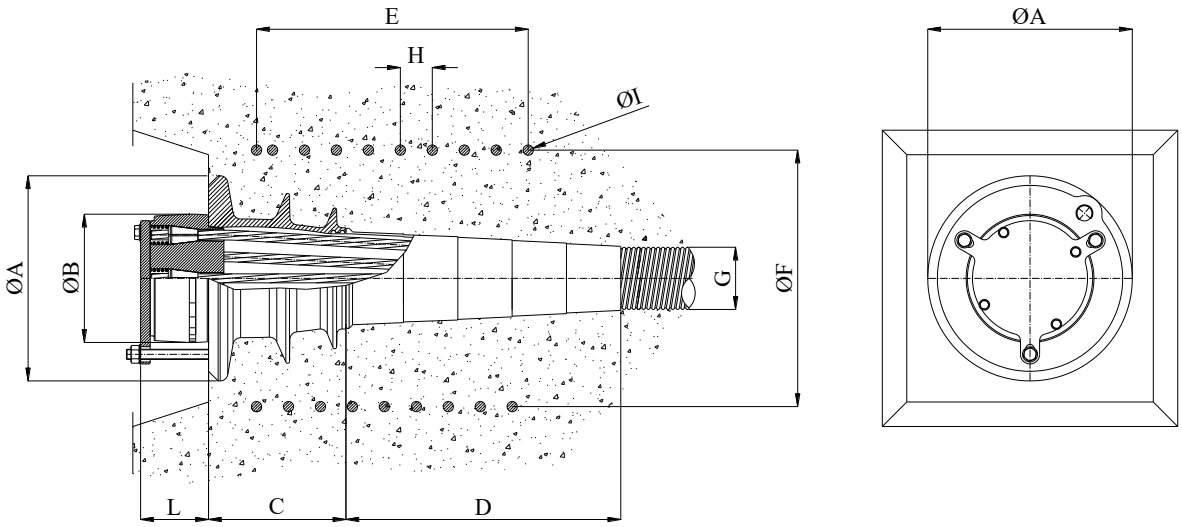
FERCA, Construções Racionalizadas e Estruturas, Lisboa, SA | Alameda dos Oceanos 61 - 3.1, 1990-208 Lisboa, Portugal

T. (+351) 217 815 580 M. ferca@ferca.pt W. www.ferca.pt

Configuração das ancoragens - SISTEMA D



Dimensões da ancoragem D



Tipo	T15 259 (kN)	T15S 279 (kN)	T15C 307 (kN)	A mm	B mm	C mm	D mm	E mm (35 MPa)	F mm (35 MPa)	E mm (45 MPa)	F mm (45 MPa)	G mm	H mm	I mm	L mm
4D15	1036	1116	1228	160	105	103	300	180	170	205	180	45/50	45	12	90
7D15	1813	1953	2149	200	125	133	340	250	220	270	240	62/67	45	12	90
9D15	2331	2511	2763	235	146	163	380	250	250	270	300	72/77	45	14	90
12D15	3108	3348	3684	265	160	180	385	300	300	350	350	80/85	50	16	90
15D15	3885	4185	4605	290	176	197	405	350	355	400	410	85/90	50	16	90
19D15	4921	5301	5833	320	200	215	430	425	400	450	440	95/100	50	16	106
22D15	5698	6138	6754	355	230	260	430	425	420	450	480	100/105	50	18	111
27D15	6993	7533	8289	380	250	277	470	400	460	480	530	110/115	60	18	120

FERCA, Construções Racionalizadas e Estruturas, Lisboa, SA | Alameda dos Oceanos 61 - 3.1, 1990-208 Lisboa, Portugal

T. (+351) 217 815 580 M. ferca@ferca.pt W. www.ferca.pt

Acessórios de injeção – Sistema M

As ancoragens **"M"** podem ser injetadas de duas formas distintas devendo a opção sobre o procedimento ser tomada previamente à sua aplicação. Os dois métodos de injeção possíveis são:



- Injeção com campânula temporária ou permanente;
- Injeção com selagem.

A campânula está equipada com uma anilha de selagem fixa à trompa metálica por meio de varão roscado de extensão e diâmetro variáveis em função das diferentes aplicações possíveis. Um disco de fecho especial sela a calda de injeção na zona de contato entre a cabeça de ancoragem e a trompa metálica. O disco permite girar a campânula na posição mais favorável de forma a possibilitar o escoamento do ar interior.

O sistema mais utilizado para injeção consiste em campânulas reutilizáveis. Este sistema permite o enchimento homogéneo sem bolhas de ar na operação de injeção das ancoragens "M".



Campânula de injeção reutilizável

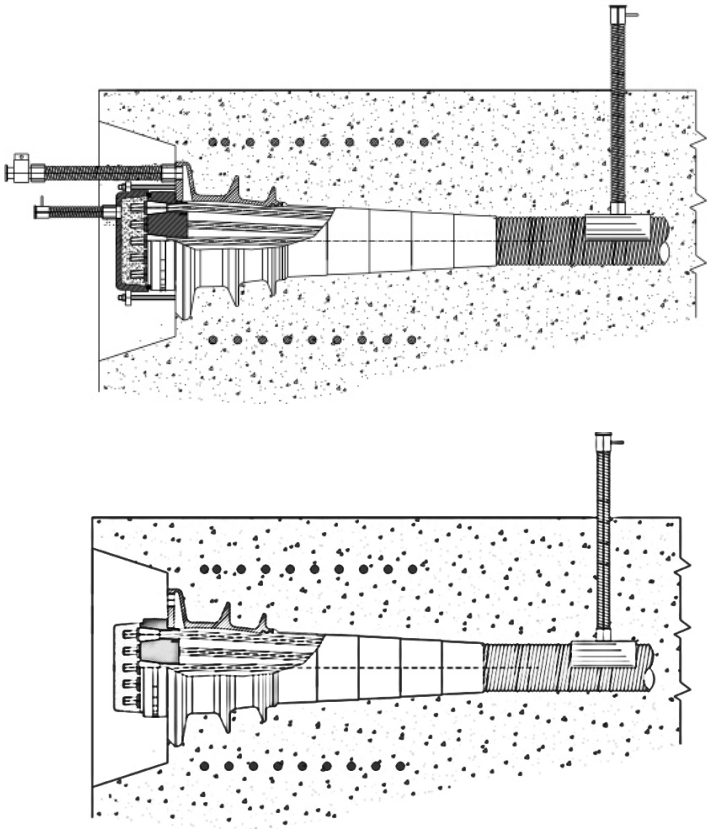
A campânula metálica, completa com anilha de selagem, restringe a calda de injeção à face da cabeça de ancoragem. A injeção é executada através tubos ¾" ou ½" localizados na trompa metálica. A mistura entra nos orifícios referidos, a purga localiza-se sempre na campânula e dispõe de válvula de fecho.

Uma campânula montada corretamente permite a operação de injeção sob pressão e a cobertura tanto das cunhas como das extremidades salientes dos cordões. A operação de injeção e a instalação de acessórios de injeção deve ser realizada por operadores qualificados.

A campânula reutilizável pode ser aplicada em diversas cabeças de ancoragem

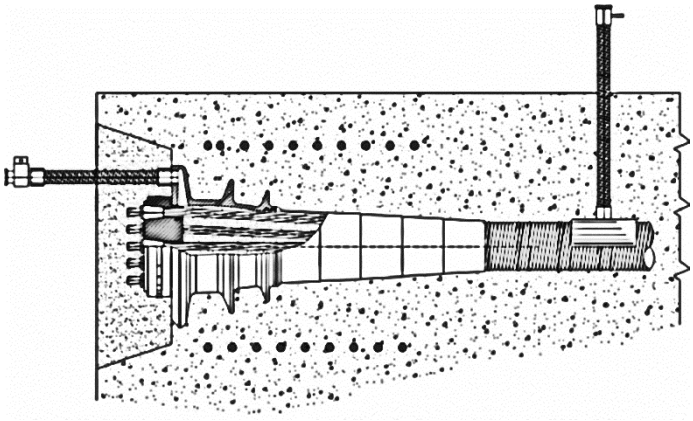
FERCA, Construções Racionalizadas e Estruturas, Lisboa, SA | Alameda dos Oceanos 61 - 3.1, 1990-208 Lisboa, Portugal

T. (+351) 217 815 580 M. ferca@ferca.pt W. www.ferca.pt



Injeção com campânula temporária

A injeção pode ser realizada por intermédio de uma simples selagem da cabeça de ancoragem com argamassa não retrátil, com observância dos devidos recobrimentos das componentes metálicas da ancoragem.

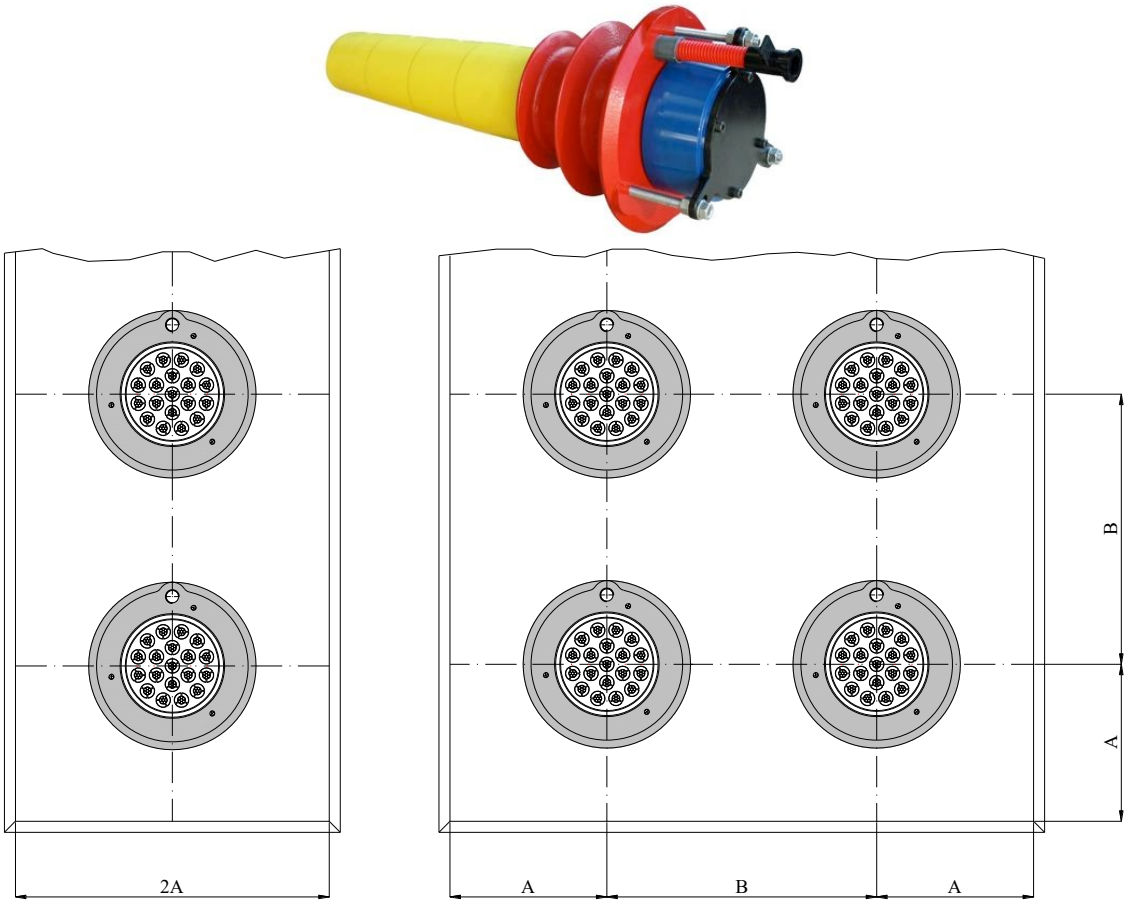


Injeção por selagem

FERCA, Construções Racionalizadas e Estruturas, Lisboa, SA | Alameda dos Oceanos 61 - 3.1, 1990-208 Lisboa, Portugal

T. (+351) 217 815 580 M. ferca@ferca.pt W. www.ferca.pt

Distâncias ao bordo e entre ancoragens - SISTEMA M & D

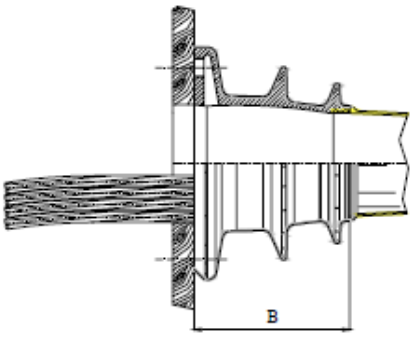


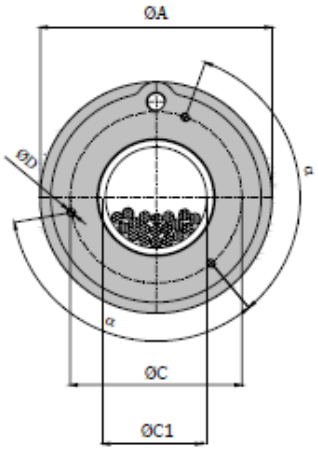
Dimensões da ancoragem M & D

Tipo	Espaçamento mínimo entre centros B (mm)		Tipo	Distância ao bordo A (mm)	
	f_{cmj}, provetes cúbicos			f_{cmj}, provetes cúbicos	
	35 MPa	45 MPa		35 MPa	45 MPa
4M15	250	230	4M15	130	120
7M15	335	295	7M15	175	155
9M15	370	320	9M15	190	165
12M15	430	380	12M15	220	195
15M15	480	430	15M15	245	220
19M15	545	485	19M15	280	250
22M15	585	520	22M15	300	265
27M15	650	580	27M15	330	295

FERCA, Construções Racionalizadas e Estruturas, Lisboa, SA | Alameda dos Oceanos 61 - 3.1, 1990-208 Lisboa, Portugal

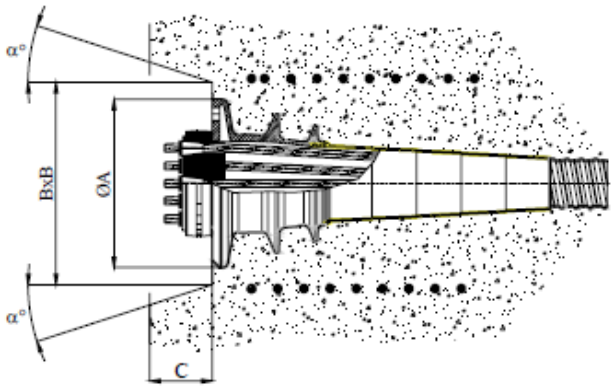
T. (+351) 217 815 580 M. ferca@ferca.pt W. www.ferca.pt

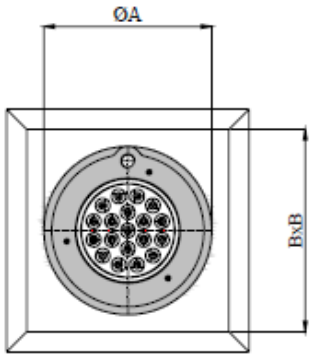






Tipo	4M15	7M15	9M15	12M15	15M15	19M15	22M15	27M15
A	160	200	235	265	290	320	355	380
B	103	133	163	180	197	215	260	277
C	124	145	190	203	235	237	290	325
C1	82	102	123	137	150	162	195	210
D	M10	M10	M10	M12	M12	M12	M16	M16
a	180°	120°	120°	120°	120°	120°	120°	120°
N.º	2	3	3	3	3	3	3	3





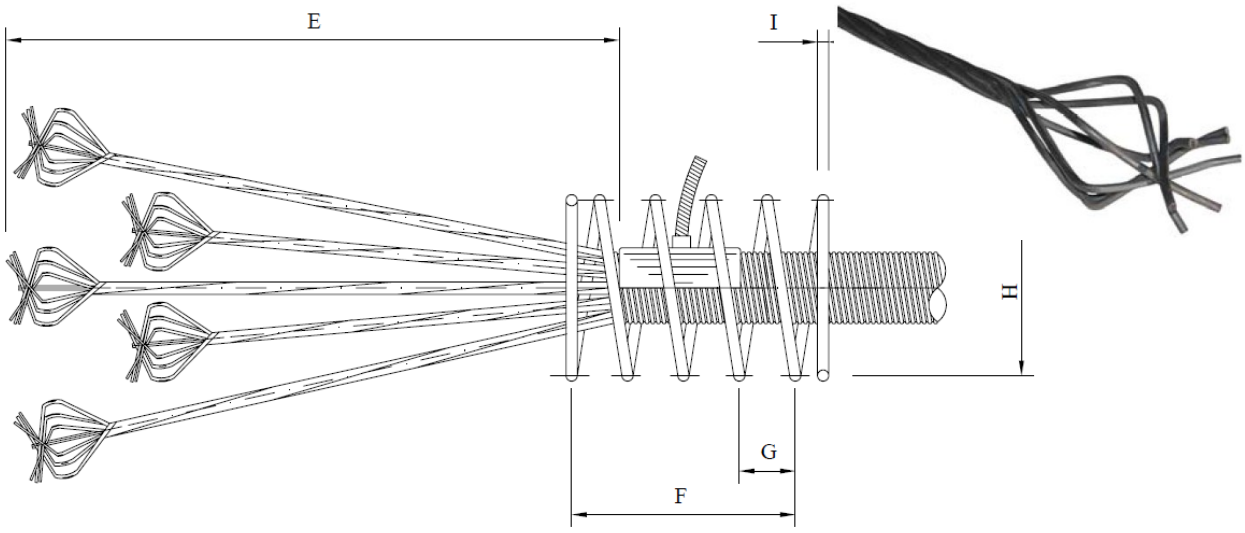
Tipo	4M15	7M15	9M15	12M15	15M15	19M15	22M15	27M15
A	160	200	235	265	290	320	355	380
B x B	200x200	240x240	275x275	305x305	197	215	260	277
C	110	110	110	110	110	125	130	140
a	15	15	15	15	15	15	15	15

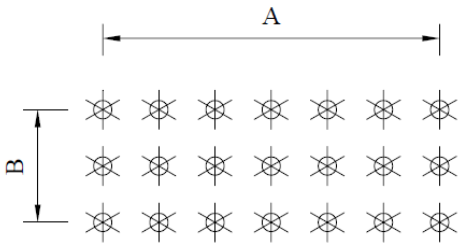
FERCA, Construções Racionalizadas e Estruturas, Lisboa, SA | Alameda dos Oceanos 61 - 3.1, 1990-208 Lisboa, Portugal

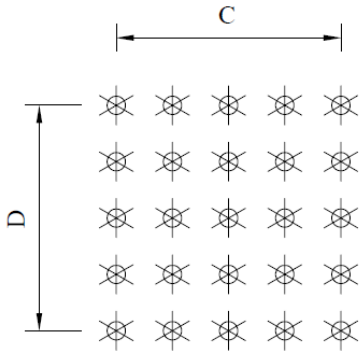
T. (+351) 217 815 580 M. ferca@ferca.pt W. www.ferca.pt

SISTEMA S – ANCORAGENS PASSIVAS POR ADERÊNCIA

As ancoragens passivas da série "S" são produzidas em total concordância com as normas regulamentares aplicaveis. Neste tipo de ancoragem os cordões são abertos na extremidade final para aumentar a aderência ao betão.







Tipo	T15 259 (kN)	T15S 279 (kN)	T15C 307 (kN)	A mm	B mm	C mm	D mm	E mm	F mm	G mm	H mm	I mm
4S15	1036	1116	*****	210	-	80	80	800	250	50	100	10
7S15	1813	1953	*****	240	80	-	-	800	350	50	100	10
9S15	2331	2511	*****	-	-	160	160	800	400	60	150	12
12S15	3108	3348	*****	400	80	240	160	800	400	60	150	14
15S15	3885	4185	*****	-	-	320	160	800	400	60	150	14
19S15	4921	5301	*****	-	-	320	240	900	400	70	220	14

FERCA, Construções Racionalizadas e Estruturas, Lisboa, SA | Alameda dos Oceanos 61 - 3.1, 1990-208 Lisboa, Portugal

T. (+351) 217 815 580 M. ferca@ferca.pt W. www.ferca.pt

SISTEMA G – ACOPLADORES



O acoplador "G" destina-se à realização de ancoragens de continuidade e é constituído por trompa metálica, cabeça de ancoragem e trompa plástica, cunhas e tampa metálica, tendo as trompas plásticas uma face plana para acomodar a cabeça de ancoragem, orifícios de conexão à campânula de ancoragem e um orifício corrugado para injeção, estando a sua produção em conformidade com a ETA 21/0263.

As trompas metálicas são fabricadas em aço EN-GJS 500-7 EN-JS-1050, de elevada resistência. A possibilidade de efetuar soldaduras nesta classe de aço, garante a segurança máxima durante a instalação.

Os cordões são bloqueados em cabeças de ancoragem providas de orifícios cónicos e fabricadas em aço C40-45 UNI EN 10083/1 e a ligação entre a ancoragem e as bainhas é conseguida por intermédio de uma trompa plástica cónica em H.D.P.E.



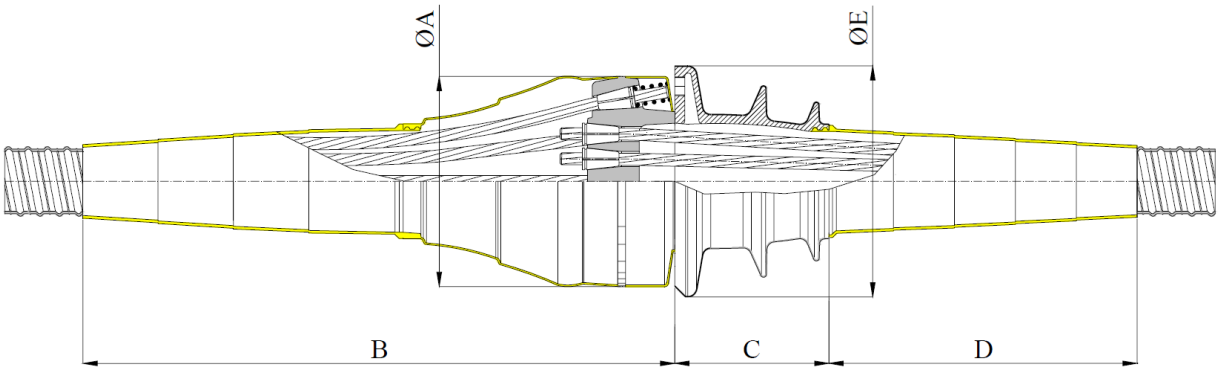
FERCA, Construções Racionalizadas e Estruturas, Lisboa, SA | Alameda dos Oceanos 61 - 3.1, 1990-208 Lisboa, Portugal

T. (+351) 217 815 580 M. ferca@ferca.pt W. www.ferca.pt

Configuração dos acopladores G



Dimensões do Acoplador G

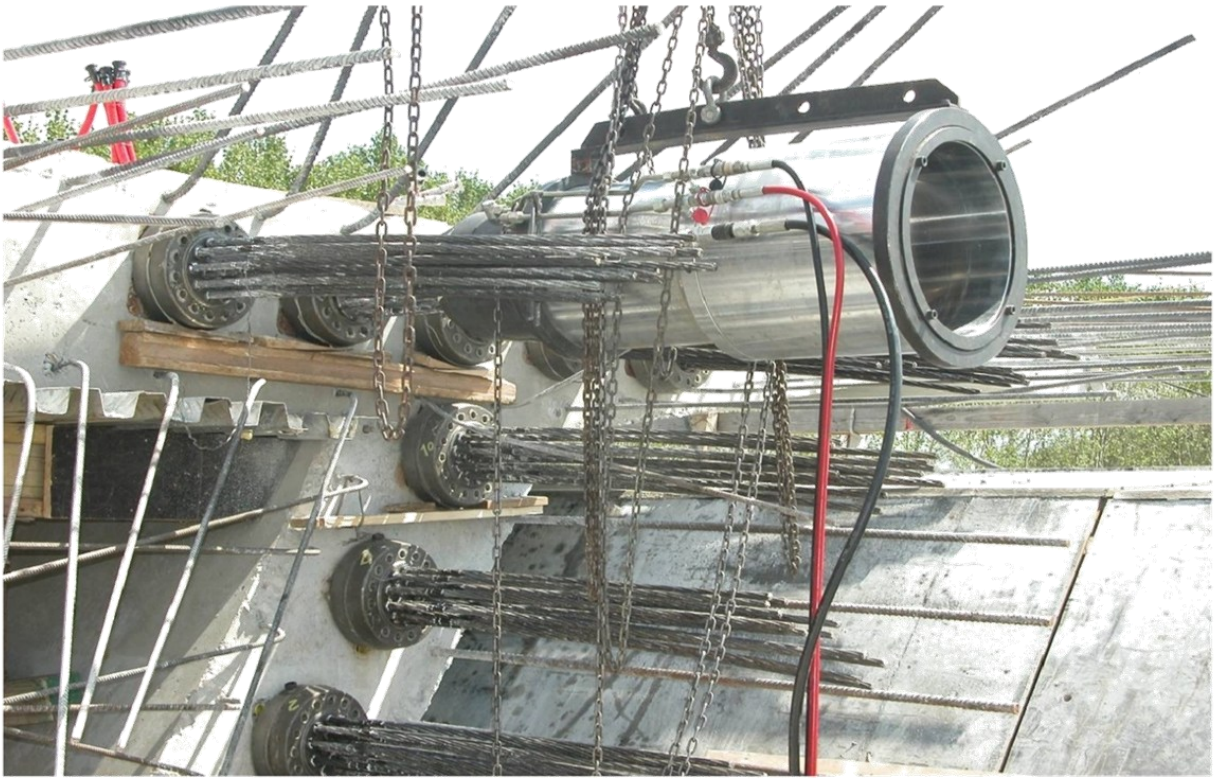


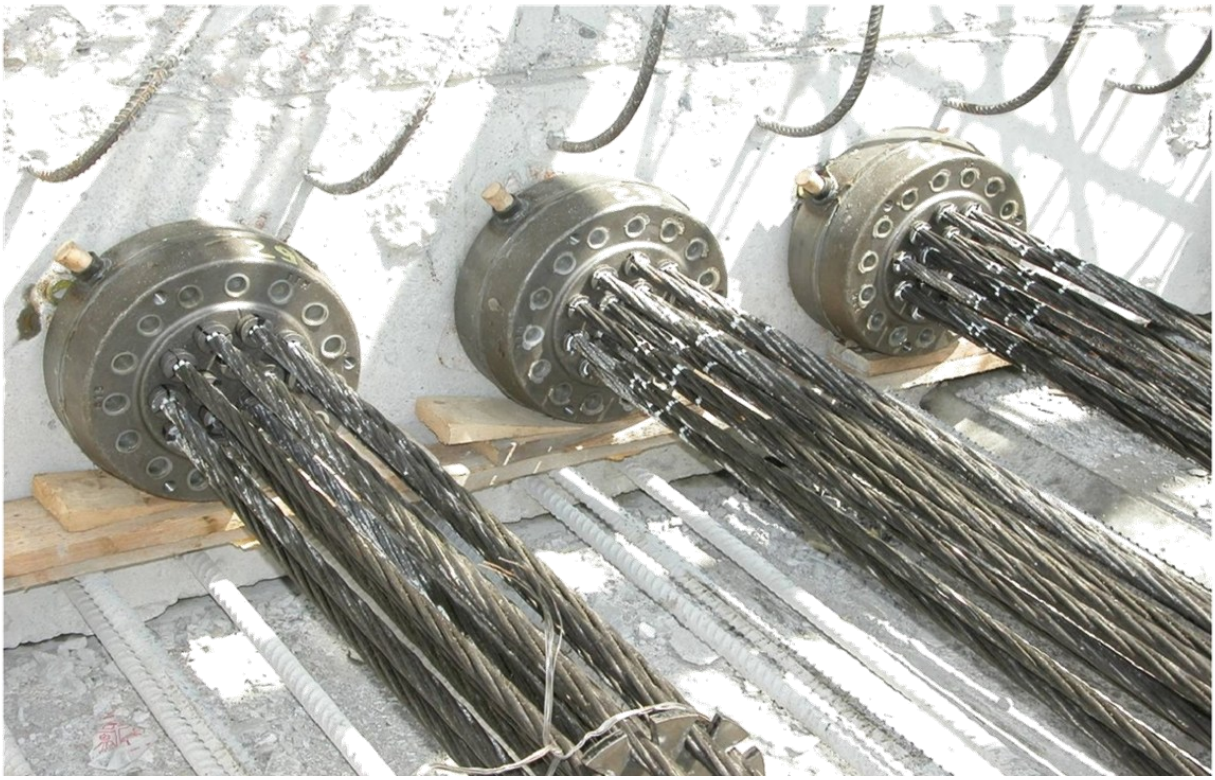
Tipo	A	B	C	D	E	Diâmetro
	mm	mm	mm	mm	mm	mm
4G15	155	400	103	300	160	45-50
7G15	215	450	133	340	200	62/67
9G15	235	550	175	350	235	72/77
12G15	248	650	185	385	265	80/85
15G15	265	750	197	430	290	85/90
19G15	280	880	215	430	320	95/100
22G15	315	1000	240	490	355	100/105
27G15	340	1150	277	500	380	110/115

O acoplamento "G" é constituído por uma cabeça maquinada onde são previstos pontos de fixação para os cordões de tensionamento e retensionamento (ativos/passivos). A fixação dos cordões passivos é assegurada através de um mecanismo de molas que mantém a cunha em posição desde a operação de enfiamento até à aplicação da carga. O sistema de cunhas e molas é protegido através de uma tampa metálica.

FERCA, Construções Racionalizadas e Estruturas, Lisboa, SA | Alameda dos Oceanos 61 - 3.1, 1990-208 Lisboa, Portugal

T. (+351) 217 815 580 M. ferca@ferca.pt W. www.ferca.pt

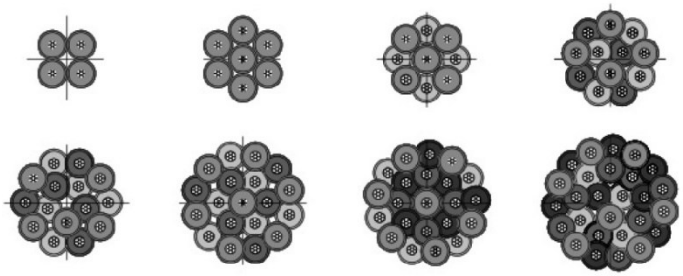




FERCA, Construções Racionalizadas e Estruturas, Lisboa, SA | Alameda dos Oceanos 61 - 3.1, 1990-208 Lisboa, Portugal

T. (+351) 217 815 580 M. ferca@ferca.pt W. www.ferca.pt

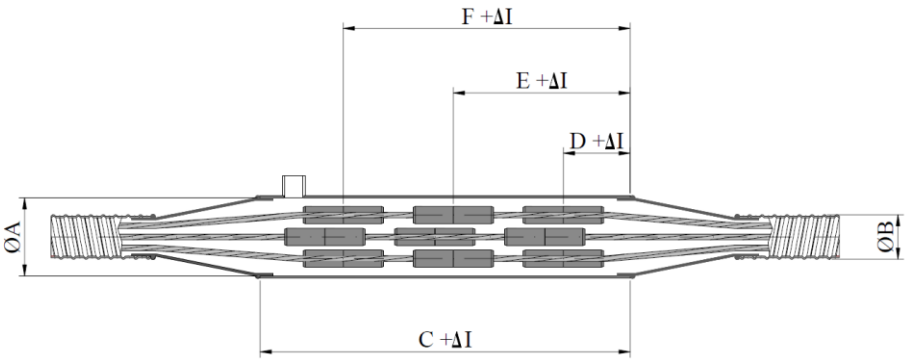
Acopladores C







Acoplamentos da série "C" são concebidos para permitir o seccionamento de cabos (aderentes ou não aderentes) durante a construção de pontes. O acoplamento "C" é constituído por cordões bloqueados em cunhas de fixação pré-montadas e mantidas em posição por molas, em uma seção de bainha de diâmetro aumentado para acomodar a totalidade dos acopladores necessários. O dispositivo é constituído por camadas múltiplas de pares de acopladores desfasados em extensão no interior da bainha provida de ponto de injeção ou de purga.



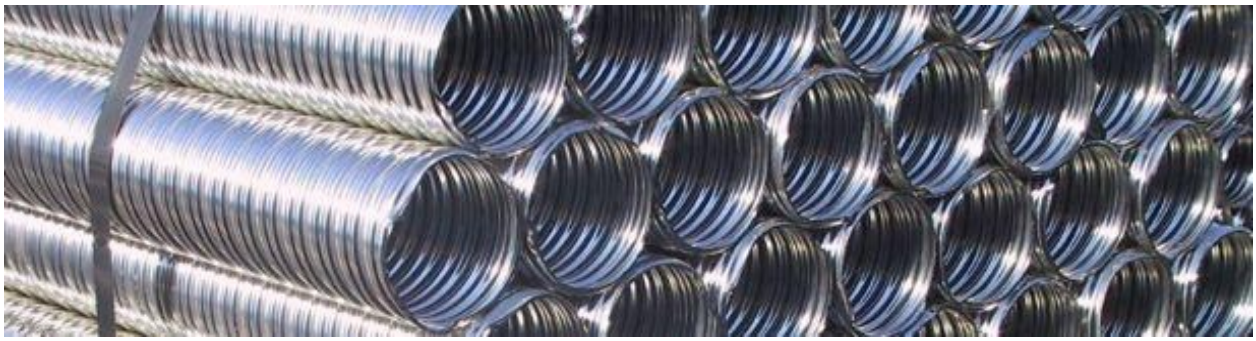
Tipo	A	B	C	D	E	F
	mm	mm	mm	mm	mm	mm
4C15	140	45/50	675	300	800	
7C15	159	62/67	800	340	800	
9C15	177	72/77	950	400	800	1.200
12C15	193	80/85	1250	400	800	1.200
15C15	193	85/90	1250	400	800	1.800
19C15	193	95/100	1300	400	800	1.800
22C15	219	100/105	1385	400		
27C15	244	110/115	1700	400		

FERCA, Construções Racionalizadas e Estruturas, Lisboa, SA | Alameda dos Oceanos 61 - 3.1, 1990-208 Lisboa, Portugal

T. (+351) 217 815 580 M. ferca@ferca.pt W. www.ferca.pt

BAINHAS & ACESSÓRIOS

Bainhas metálicas ou de polietileno representam a forma mais económica para criar vazios em peças pós-esforçadas, providenciando uma boa proteção secundária contra a corrosão e a exigida aderência entre os cabos e o betão. A proteção primária contra a corrosão é assegurada pela alcalinidade da calada de injeção e pelo próprio betão, a secundária pela bainha e pela barreira protetora que representa para o cabo.



Bainhas metálicas circulares

As bainhas metálicas estão disponíveis em diferentes versões. São constituídas de folha de aço prensada EN 10139:2016+A1:2020, e podem ser galvanizadas. Os troços de bainha metálica têm extensão de 5.8 metros, e são todas fornecidas com uma união enroscada em cada troço. As bainhas metálicas podem ser dos seguintes tipos:

- STB-CE de marcação CE em conformidade com as normas EN 523:2003 e EN 524 (partes 1 a 6),
- STA corrugada com uma espessura de 0.3 mm.
- STC corrugada com uma espessura de 0.4 mm.
- STD corrugada com uma espessura de 0.5 mm.
- STE corrugada com uma espessura de 0.6 mm.

FERCA, Construções Racionalizadas e Estruturas, Lisboa, SA | Alameda dos Oceanos 61 - 3.1, 1990-208 Lisboa, Portugal

T. (+351) 217 815 580 M. ferca@ferca.pt W. www.ferca.pt

Diâmetro sugerido para bainhas corrugadas para aço de cordão T15 e T15S

Número de cordões	Diâmetro interior	Injeção	Cimento	Troço reto na ancoragem	Raio mínimo
	mm	litros/mm	kg/m	mm	mm
4	45	1.2	1.9	500	3000
7	62	2.3	3.6	700	3500
9	72	2.8	4.5	800	4000
12	80	3.6	5.8	1000	4000
15	85	3.8	6.1	1100	4500
19	95	4.7	7.5	1200	5000
22	100	5.2	8.4	1300	5000
27	110	6.2	9.9	1300	5000
37	130	8.6	13.8	1500	6000

Bainhas de polietileno “SP”



Bainhas de polietileno SP encontram-se disponíveis sob diferentes formas. São fabricadas em H.D.P.E. robusto, de acordo com as especificações da fib (Bulletin 75), em troços de extensão variável entre 5.8 m a 11.8 m. São de cor azul e trazem uma união termo retrátil em cada conexão. As bainhas SP podem ser fornecidas nos seguintes tipos:

- SPA corrugada com uma espessura de 2.00 mm.
- SPB corrugada com uma espessura de 2.50 mm.
- SPB corrugada com uma espessura de 3.00 mm.
- SPD corrugada com uma espessura de 3.50 mm.

FERCA, Construções Racionalizadas e Estruturas, Lisboa, SA | Alameda dos Oceanos 61 - 3.1, 1990-208 Lisboa, Portugal

T. (+351) 217 815 580 M. ferca@ferca.pt W. www.ferca.pt

Base de purga



Base de purga

O posicionamento de purgas em bainhas corrugadas garante a correta remoção de ar interior durante a operação de injeção. Devem ser instaladas em todos os pontos do cabo onde potencialmente podem formar-se bolsas de ar. A purga DD-1001 é fabricada em material flexível, para permitir a sua utilização com bainhas de todos os diâmetros.

FERCA, Construções Racionalizadas e Estruturas, Lisboa, SA | Alameda dos Oceanos 61 - 3.1, 1990-208 Lisboa, Portugal

T. (+351) 217 815 580 M. ferca@ferca.pt W. www.ferca.pt

Acessórios de injeção



As ancoragens "M, M_{EP}® e MX ®" são fornecidas com um orifício central de injeção, localizado no ponto mais elevado para garantir a inexistência de vazios e uma correta injeção. Todas as trompas contêm orifícios roscados de fixação à cofragem ou à campânula de proteção (ativas/passivas).



A injeção e purga dos cabos é efetuada por via de diversos sistemas concebidos de forma a tornar as operações na obra o mais simples possível, existindo a possibilidade de injeção frontal através de tubos rígidos de PVC e soluções flexíveis através de tubos de polietileno corrugados. Não existem especificações particulares para determinar a escolha de um sistema pelo que este deve ser definido em função das necessidades e condições em obra.



O orifício frontal para injeção/purga pode ser ligado por via de um conetor para tubos corrugados de diâmetro 25 mm ou 20 mm para injeções ou purgas com fluxo de calda limitado.



FERCA, Construções Racionalizadas e Estruturas, Lisboa, SA | Alameda dos Oceanos 61 - 3.1, 1990-208 Lisboa, Portugal

T. (+351) 217 815 580 M. ferca@ferca.pt W. www.ferca.pt





A conexão para tubos corrugados DD20x25 permite ligar dois tubos que não estão corretamente interrompidos e possibilita a sua reabilitação, através da continuidade. Este mecanismo é geralmente utilizado para recuperar tubos quebrados dentro de uma laje, e para garantir a pressão de injeção.



Válvulas reutilizáveis que permitem interromper o fluxo de calda e podem ser ligadas diretamente a tubos corrugados de 20 ou 25 mm de diâmetro, sendo reutilizáveis se previamente oleadas.



Tubos corrugados e rígidos para injeção e todo o tipo de ligações e válvulas necessárias para realização da injeção

FERCA, Construções Racionalizadas e Estruturas, Lisboa, SA | Alameda dos Oceanos 61 - 3.1, 1990-208 Lisboa, Portugal

T. (+351) 217 815 580 M. ferca@ferca.pt W. www.ferca.pt

Ponteiras



Ponteiras DD-2015-PU e TT-5077

As ponteiras DD-2015-PU em polipropileno são concebidas para prevenir o dano às bainhas como resultado do contacto durante as operações de enfiamento com a extremidade frontal do cordão de aço e para facilitar a inserção dos cordões, podem ser utilizadas com aço T15, T15S e T15C e são reutilizáveis.

As ponteiras TT-5077 foram concebidas para utilização em operações de enfiamento de difícil conclusão. São produzidas em aço, e contêm uma cunha de fixação para cordão T15. A ponteira TT-5077 é recomendada para situações onde a operação de enfiamento é complexa, e onde as ponteiras de plástico quebram devido ao atrito imposto pelo traçado sinuoso dos cabos, porque oferece uma maior resistência ao impacto.

A utilização da ponteira TT-5077 oferece uma maior vantagem quando conjugada com o enfiamento realizado por um grupo de grande potência. No caso de a ponteira ficar perdida no interior da bainha, a operação de enfiamento posterior será dificultada, devido ao obstáculo que a presença da ponteira representa para a os cordões.



FERCA, Construções Racionalizadas e Estruturas, Lisboa, SA | Alameda dos Oceanos 61 - 3.1, 1990-208 Lisboa, Portugal

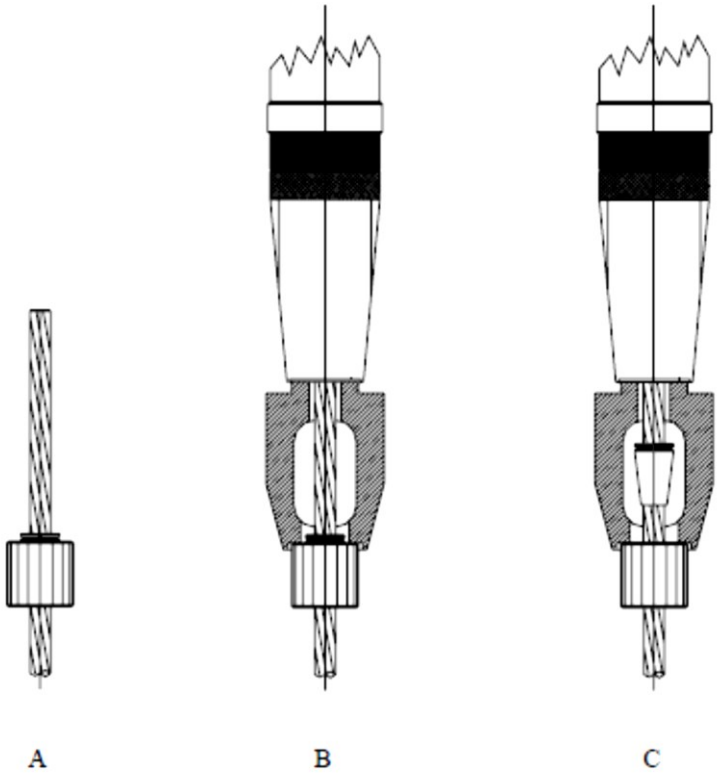
T. (+351) 217 815 580 M. ferca@ferca.pt W. www.ferca.pt

Mesa de descravação

As mesas de descravação TR-15 e TM-15 permitem retirar a tensão dos cabos tendo em vista a sua substituição ou substituição das cunhas em todas as ancoragens da gama TTM sendo compatíveis com o equipamento de tensionamento de monocordão.



Mesas de descravação TR-15 e TM-15



FERCA, Construções Racionalizadas e Estruturas, Lisboa, SA | Alameda dos Oceanos 61 - 3.1, 1990-208 Lisboa, Portugal

T. (+351) 217 815 580 M. ferca@ferca.pt W. www.ferca.pt

EQUIPAMENTO



Os macacos hidráulicos da série "M" da **TTM** ***tension technology*** encontram-se disponíveis em nove modelos que diferem entre si de acordo com a utilização pretendida. São fornecidos com um sistema de cravação de cunhas automático e com mangueiras flexíveis com dez metros de comprimento; são também equipados com um sistema de rotação em torno do eixo. Os macacos são equipados com um suporte em metal, de forma a conseguir a inclinação necessária às operações de tensionamento. O suporte fica completo através de dois pontos de fixação que permitem que o macaco rode em torno do seu próprio eixo facilitando desta forma a inserção dos cordões no interior do equipamento. O comprimento do êmbolo e a capacidade de rotação permitem uma utilização rápida e com o mínimo de esforço durante a operação de tensionamento.



Características	U.M.	M 1600 kN	M 1800 kN	M 3000 kN	M 3600 kN	M 4800 kN
Capacidade	**kN**	1600	1800	3000	3600	4800
Intervalo de cordões	**No.**	1-4	4-7	7-12	12-15	15-19
Êmbolo de cravação	**mm**	250	250	250	250	250
Peso	**kg**	180	210	280	390	490
Área do êmbolo	**cm²**	155.51	302.20	424.49	564.21	725.71
Pressão de tensionamento	**Bar (max.)**	700	700	700	700	700
Pressão de retorno	**Bar (max.)**	250	250	250	250	250
Pressão de cravação	**Bar (max.)**	250	250	250	250	250
Extensão do êmbolo	**mm**	400	400	400	450	500
Diâmetro máximo	**Mm**	290	330	400	470	520
Comprimento	**mm**	950	1050	1000	1150	1150

FERCA, Construções Racionalizadas e Estruturas, Lisboa, SA | Alameda dos Oceanos 61 - 3.1, 1990-208 Lisboa, Portugal

T. (+351) 217 815 580 M. ferca@ferca.pt W. www.ferca.pt

Todos os macacos da série M são fornecidos completos com os acessórios para executar o tensionamento. Os macacos são classificados de acordo com os diferentes tipos, por exemplo M6800KN e o miolo, se diferente do padrão de fábrica, será M6800KN-22 (22 cordões). Os macacos são ativados por intermédio de três mangueiras originárias de bombas hidráulicas, garantindo as seguintes funções individuais:

- Tensionamento,

- Retorno,

- Cravação.

Todos os macacos necessitam de uma estrela para facilitar a introdução no cabo a tensionar. Para o tensionamento de ancoragens ativas, todos os macacos necessitam de um anel de apoio na cabeça do macaco. Apenas em ancoragens do tipo G, o macaco apoia diretamente na ancoragem.



Estrela de 27 cordões



Macaco M 4800-19

As principais características dos macacos da série "M" são as seguintes:

- Rotação de 350° sobre um eixo,
- Extensão de cabo necessária reduzida,
- Cravação automática por via de circuito hidráulico
- Pequenas dimensões,
- Front grip,
- Facilidade no manuseamento e manutenção,
- Facilidade de inspeção/limpeza das cunhas de arrasto

Os macacos são identificados por um número de série e acompanhados do respetivo certificado de calibração.

FERCA, Construções Racionalizadas e Estruturas, Lisboa, SA | Alameda dos Oceanos 61 - 3.1, 1990-208 Lisboa, Portugal

T. (+351) 217 815 580 M. ferca@ferca.pt W. www.ferca.pt



M 6800 kN – 27



M 3000 kN – 12



FERCA, Construções Racionalizadas e Estruturas, Lisboa, SA | Alameda dos Oceanos 61 - 3.1, 1990-208 Lisboa, Portugal

T. (+351) 217 815 580 M. ferca@ferca.pt W. www.ferca.pt

Bombas Hidráulicas

TTM650

Potência: 7.5 kW

Peso: 290 Kg

Controlo: botoneira

Funções: tensionamento-cravação-retorno

Max. pressão de tensionamento: 550 bar.

Max. pressão de cravação: 150 bar.

Max. pressão de retorno: 150 bar.

Dimensões: 1500x900x700 mm

Mangueiras Hidráulicas: três



TTM1000

Potência: 10 KW

Peso: 380 Kg

Controlo: botoneira

Funções: tensionamento-cravação-retorno

Max. pressão de tensionamento: 550 bar.

Max. pressão de cravação: 150 bar.

Max. pressão de retorno: 150 bar.

Dimensões: 1400x730x1400 mm

Mangueiras Hidráulicas: três



TTM2000

Potência: 22 KW

Peso: 470 Kg

Controlo: botoneira

Funções: tensionamento-cravação-retorno

Max. pressão de tensionamento: 550 bar.

Max. pressão de cravação: 150 bar.

Max. pressão de retorno: 150 bar.

Dimensões: 1400x730x1400 mm

Mangueiras Hidráulicas: três



FERCA, Construções Racionalizadas e Estruturas, Lisboa, SA | Alameda dos Oceanos 61 - 3.1, 1990-208 Lisboa, Portugal

T. (+351) 217 815 580 M. ferca@ferca.pt W. www.ferca.pt

Bomba de Injeção

A bomba de injeção "T" foi concebida para garantir a máxima versatilidade em relação às necessidades da obra e para ser usada em condições severas. É fornecida com rodas, pelo que pode ser rebocada no local, e está equipada com todas os dispositivos de segurança necessárias para o seu uso. A máquina tem dois reservatórios, um para a mistura da calda e o segundo para o armazenamento da mistura. A turbina do misturador tem capacidade de 1500 rpm / min. As bombas de injeção estão equipadas de série com um manómetro e respetivo protetor, e pode ser comandada por uma botoneira com cabo de extensão igual a dez metros.



Bomba de injeção "T"

Características		Modelo T500	Modelo T400
Peso	**kg**	900	900
Dimensões	**mm**	1900x1500x1900 mm	1900x1500x1900 mm
Misturadora	**l**	190 litros	190 litros
Tempo mistura	**seg**	40"	40"
Agitador	**l**	200 litros	200 litros
Pressão de injeção	**Bar**	10-20 bar.	10-20 bar.
Max. grouting capacity	**l/min**	25-40 litros/minuto	15-25 litros/minuto
Potência Misturadora	**kW**	10 kW	10 kW
Potência da Bomba	**kW**	75 kW	75 kW

FERCA, Construções Racionalizadas e Estruturas, Lisboa, SA | Alameda dos Oceanos 61 - 3.1, 1990-208 Lisboa, Portugal

T. (+351) 217 815 580 M. ferca@ferca.pt W. www.ferca.pt

FERCA, Construções Racionalizadas e Estruturas, Lisboa, SA | Alameda dos Oceanos 61 - 3.1, 1990-208 Lisboa, Portugal

T. (+351) 217 815 580 M. ferca@ferca.pt W. www.ferca.pt

