

## CONDUTORES ISOLADOS E SEUS ACESSÓRIOS PARA REDES

### Conectores de liga única para cabos isolados de Baixa Tensão, para utilização em redes subterrâneas

Características e ensaios

**Elaboração:** DIT, DGF, DSAS, DSAN

**Homologação:** conforme despacho do CA de 2022-12-02

**Edição:** 1

**Acesso:** X Livre

Restrito

Confidencial

## ÍNDICE

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>OBJETO E CAMPO DE APLICAÇÃO</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>NORMAS E DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>Definições</b>	<b>5</b>
<b>5</b>	<b>Abreviaturas</b>	<b>7</b>
	<b>Parte I - Terminais de liga única</b>	<b>8</b>
<b>6</b>	<b>Introdução</b>	<b>8</b>
<b>7</b>	<b>Características Contrutivas</b>	<b>8</b>
7.1	Material	8
7.2	Características mecânicas e elétricas	9
<b>8</b>	<b>Marcação</b>	<b>9</b>
<b>9</b>	<b>Acondicionamento</b>	<b>9</b>
<b>10</b>	<b>Compatibilidade dos fustes com os condutores</b>	<b>10</b>
<b>11</b>	<b>Requisitos ambientais</b>	<b>11</b>
<b>12</b>	<b>Ensaio</b>	<b>11</b>
12.1	Ensaio de tipo	11
12.2	Ensaio de série	12
	<b>Parte II – Matrizes e Punções</b>	<b>13</b>
<b>13</b>	<b>Introdução</b>	<b>13</b>
<b>14</b>	<b>Características</b>	<b>13</b>
14.1	Matrizes de arredondamento	13
14.1.1	Generalidades	13
14.1.2	Generalidades	13
14.1.3	Características dimensionais	13
14.2	Matrizes de punçõagem	14
14.2.1	Matrizes para terminais	14
14.3	Punções	14
14.3.1	Generalidades	14
14.3.2	Forma e dimensões	15
<b>15</b>	<b>Designação</b>	<b>15</b>
<b>16</b>	<b>Marcação</b>	<b>15</b>
16.1.1	Matrizes	15
16.1.2	Punções	16
	<b>Parte III – Ferramentas</b>	<b>17</b>
<b>17</b>	<b>Introdução</b>	<b>17</b>

---

<b>18 Condições de utilização.....</b>	<b>17</b>
<b>19 Características dos conjuntos de compressão hidráulica .....</b>	<b>17</b>
19.1 Generalidades.....	17
19.2 Características funcionais .....	17
<b>20 Marcação .....</b>	<b>17</b>
<b>21 Gamas de compressão .....</b>	<b>18</b>
<b>PARTE IV – Utilização do material.....</b>	<b>19</b>
<b>22 Regras de utilização .....</b>	<b>19</b>
22.1 Arredondamento dos condutores.....	19
22.2 Conexão dos condutores .....	19
<b>22.2.1 Punçõnagem profunda .....</b>	<b>19</b>
<b>Anexo A - Designação dos conectores .....</b>	<b>20</b>
<b>Anexo B – Lista de terminais especificados .....</b>	<b>21</b>
<b>Anexo C - Dimensões dos conectores.....</b>	<b>22</b>
<b>Anexo D – Quadro de Conformidades .....</b>	<b>24</b>
<b>Anexo E – Quadro de Ensaio s .....</b>	<b>25</b>
<b>Anexo F – DIÂMETRO MÁXIMO DOS CONDUTORES E A SUA COMPATIBILIDADE COM OS FUSTES .....</b>	<b>26</b>
F.1 Diâmetro máximo de condutores com secção reta circular.....	26
F.2 Compatibilidade dos fustes (dos conectores) com os condutores .....	26
<b>Anexo G – Designação da Matriz e do Punção .....</b>	<b>28</b>
<b>G.1 Matriz de arredondamento .....</b>	<b>28</b>
<b>G.2 Matriz de punçõnagem.....</b>	<b>28</b>
<b>G.3 Punção.....</b>	<b>28</b>
<b>Anexo H – CARACTERÍSTICAS DIMENSIONAIS DAS MATRIZES E DOS PUNÇÕES.....</b>	<b>29</b>
<b>H.1 Matriz de arredondamento .....</b>	<b>29</b>
<b>H.2 Matriz de Punoçagem .....</b>	<b>30</b>
<b>H.2.1 Para terminais .....</b>	<b>30</b>
<b>H.3 Punções.....</b>	<b>31</b>
<b>Anexo I – CORRESPONDÊNCIA ENTRE O CONECTOR E OS UTENSÍLIOS DE COMPRESSÃO .....</b>	<b>32</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O presente documento foi elaborado com vista a uma uniformização das características e dos ensaios aplicáveis a terminais de liga única de aperto por compressão, a usar em cabos isolados de baixa tensão de alumínio para rede subterrânea. Estes terminais pretendem substituir os terminais bimetálicos anteriormente utilizados.

Na sua elaboração foram tidas em conta quer a informação recolhida, relativa à aplicação e funcionamento destes conectores, quer ao disposto na normalização de referência, existente sobre o assunto.

## 2 OBJETO E CAMPO DE APLICAÇÃO

O objeto desta especificação é definir as características, bem como os métodos e requisitos de ensaios, aplicáveis a terminais de liga única de aperto por compressão, aplicados em cabos de potência com condutores de alumínio, utilizados na construção de redes subterrâneas de Baixa Tensão (BT).

O presente documento não se aplica a conectores de aperto mecânico nem a conectores de perfuração do isolante.

Não se aplica igualmente aos conectores para condutores isolados agrupados em feixe (torçadas), de baixa tensão.

Os conectores especificados pelo presente documento encontram-se indicados no Anexo B.

## 3 NORMAS E DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

O presente documento inclui disposições de outros documentos, referenciados nos locais apropriados do seu texto, que se encontram listados abaixo, com indicação das respetivas datas de edição. Para as referências com data de edição, apenas é aplicável a edição listada. Para as referências sem data de edição, aplica-se a última edição do documento listado (incluindo quaisquer modificações ou aditamentos).

Quaisquer alterações das referidas edições listadas só serão aplicáveis no âmbito do presente documento se forem objeto de inclusão específica, por modificação ou aditamento do mesmo.

EN 573-3	2019	Aluminium and aluminium alloys - Chemical composition and form of wrought products - Part 3: Chemical composition and form of products
IEC 61238-1-1	2018	Compression and mechanical connectors for power cables – Part 1-1: Test methods and requirements for compression and mechanical connectors for power cables for rated voltages up to 1 kV ( $U_m = 1,2$ kV) tested on non-insulated conductors
IEC 61238-1-3	2018	Compression and mechanical connectors for power cables – Part 1-3: Test methods and requirements for compression and mechanical connectors for power cables for rated voltages above 1 kV ( $U_m = 1,2$ kV) up to 30 kV ( $U_m = 36$ kV) tested on non-insulated conductors
IEC 60068-2-11	2021	Environmental testing – Part 2-11: Tests – Test Ka: Salt mist
IEC 60228	2004	Conductors of insulated cables

## 4 DEFINIÇÕES

Para efeitos do presente documento, são aplicáveis as definições dos termos seguidamente indicados.

### 4.1. Relativamente ao material

#### **Liga (de um material)**

Substância metálica resultante da mistura de um elemento metálico de base (elemento predominante em massa) com outros elementos, como, por exemplo, elementos de liga e impurezas.

#### **Elemento de liga**

Elemento, metálico ou não, adicionado ou mantido num metal de base com a finalidade de lhe conferir propriedades particulares.

#### **Impureza**

Elemento, metálico ou não, que está presente, mas não foi intencionalmente adicionado ou mantido num metal.

### 4.2. Relativamente a conectores

#### **Conector (de cabos)**

Dispositivo metálico para ligar um condutor a uma parte de um equipamento ou para ligar dois ou mais condutores entre si (VEI 461-17-03 modificado).

#### **Conector de união (de condutores)**

Conector para ligar dois troços consecutivos de condutores (VEI 461-17-04).

*Nota: o conector de união permite ligar dois troços de condutores, com secções iguais ou diferentes, consoante a sua construção (depende do diâmetro interior do fuste em cada um dos lados da união). Se as secções dos condutores forem desiguais, ele designa-se por conector de união de redução. Se iguais e se houver necessidade de distinção, poderá designar-se por conector de união simples.*

#### **Conector de derivação**

Conector para ligar um condutor derivado a um condutor principal, num ponto intermédio deste (VEI 461-17-05).

#### **(Conector) terminal**

Conector para ligar um condutor de um cabo a uma parte de um equipamento elétrico (VEI 461-17-01).

*Nota 1: o terminal é constituído por uma patilha de conexão prolongada por um fuste, formando uma peça única.*

*Nota 2: quando num terminal, o fuste forma, em relação à patilha de conexão, um ângulo de 90°, designa-se por terminal de ângulo reto. Se o fuste se prolonga na mesma direção da patilha de conexão, o terminal designa-se por terminal reto (caso haja necessidade de distinção).*

#### **Patilha de conexão (de um terminal)**

Parte de um terminal que faz a ligação a um equipamento elétrico (VEI 461-17-07).

*Nota: a patilha de conexão do terminal assume, na generalidade, a forma de um olhal, e designa-se, na gíria, por tal.*

#### **Fuste (de um terminal, de um conector, ...)**

Parte de um conector, na qual se introduz o condutor a ligar (VEI 461-17-06).

#### **Ponteira (terminal)**

Conector constituído por um perfil maciço cilíndrico e por um fuste, permitindo ligar um condutor a uma parte de uma aparelhagem.

**Inserto**

Peça metálica tubular, introduzida no interior do fuste de um conector de união quando existe uma diferença significativa entre duas secções a conectar.

**Conector de perfuração do isolante (CPI)**

Conector no qual o contacto elétrico com o condutor é realizado por dentes metálicos que atravessam a isolação do condutor (VEI 461-11-08).

*Nota: atualmente, a utilização deste tipo de conector na E-REDES, acontece, na generalidade, nas redes em torçada aéreas de BT e é, também, utilizado nas redes de distribuição subterrâneas para a derivação de cabos.*

**4.3. Relativamente ao método de conexão****Conexão por compressão**

Conexão permanente obtida por meio de uma pressão que conduz à deformação ou à conformação do fuste do conector em torno do condutor (VEI 461-19-01).

**Conexão por compressão hexagonal**

Conexão por compressão em que o fuste é comprimido e modificado para uma forma praticamente hexagonal (VEI 461-19-03).

**Conexão por punçõagem profunda**

Conexão por compressão em que o condutor e o fuste são deformados localmente por meio de indentações profundas (VEI 461-19-04).

**Conexão por aperto mecânico**

Conexão onde a pressão de contacto sobre o condutor é obtida por meio de parafusos (VEI 461-19-05).

**4.4. Relativamente a utensílios e ferramentas de compressão****Ferramentas de compressão**

Conjunto de equipamento que desenvolve o esforço de compressão aplicado aos utensílios.

*Nota: de uma forma geral, as ferramentas de compressão são compostas por uma bomba hidráulica, condutas flexíveis e uma ferramenta de compressão (macaco, etc.). Elas podem ser do tipo monobloco (ferramenta de compressão com bomba integrada).*

**Utensílios de compressão**

Elementos que dão forma ao condutor quando em contacto com ele, ou que imprimem a forma da compressão (ou a permitem) quando em contacto com o conector.

*Nota: estes elementos são designados correntemente por matrizes ou punções.*

**Matriz (de compressão hexagonal; de arredondamento)**

Conjunto composto por duas partes com geometrias adequadas à conformação de um condutor ou de um conector.

**Matriz de punçõagem**

Conjunto que contém o conector e que mantém a sua disposição durante a operação de punçõagem.

**Punção**

Peça de forma convexa que imprime uma forma geométrica no conector durante a operação de punçõagem.

#### 4.5. Relativamente a características estipuladas

##### **Secção nominal (de um conector; de um fuste)**

Secção fictícia, associada ao diâmetro interior do fuste de um conector, tida como referência para o seu projeto (é idêntica à secção nominal do condutor a que o conector ou o fuste se destinam).

#### 4.6. Relativamente a ensaios

##### **Ensaio de tipo**

São ensaios efetuados sobre um tipo de conector visado no presente documento, precedentes ao seu fornecimento sobre uma base comercial, a fim de demonstrarem características de desempenho satisfatórias tendo em conta as aplicações previstas.

São ensaios de natureza tal que, uma vez realizados, não precisam de ser repetidos, a não ser que ocorram mudanças nas matérias-primas, na conceção ou no processo de fabrico, que possam alterar as características de performance do conector.

##### **Ensaio de série**

São ensaios efetuados de forma sistemática para cada fabrico, destinando-se ao controlo final dos conectores.

#### 4.7. Outras definições

##### **Arredondamento**

Operação que permite alterar a forma do condutor, independentemente da sua forma inicial, de molde a dotar a sua extremidade de uma forma sensivelmente cilíndrica e com um diâmetro compatível com o conector a utilizar.

## 5 ABREVIATURAS

No presente documento são usadas as seguintes abreviaturas:

BT	Baixa Tensão
CEI	Comissão Electrotécnica Internacional
EN	Norma Europeia
HD	Documento de Harmonização da CENELEC
MT	Média Tensão
NF	Norma Francesa
VEI	Vocabulário Eletrotécnico Internacional

**PARTE I - TERMINAIS DE LIGA ÚNICA****6 INTRODUÇÃO**

A presente parte do documento aplica-se aos terminais retos de liga única.

Os conectores, objeto do presente documento, são tubulares (o fuste é um perfil cilíndrico oco) e os terminais são fechados (a furação da patilha de conexão está limitada, em toda a sua periferia, por material condutor).

**7 CARACTERÍSTICAS CONTRUTIVAS****7.1 Material**

Requisito	Descrição
R 1	<b>Constituição da liga</b> O material constituinte do fuste que permite a realização da conexão por punçõagem profunda deverá ser de uma liga de alumínio com um índice de pureza não inferior a 99,5%. A referida liga deverá ser do tipo EN AW-1070 ou EN AW-1050, de acordo com o definido na norma EN 573-3.
R 2	<b>Revestimento</b> Os conectores devem ser protegidos contra a oxidação através de um revestimento de estanho com uma espessura mínima de 15 µm.
R 3	<b>Aplicação</b> O terminal deve permitir ligação e aperto direto em barramentos de cobre ou alumínio.
R 4	<b>Punçõagem – Matrizes</b> Os terminais de liga única devem ser unidos ao condutor por meio de punção profunda de matriz fechada.
R 5	<b>Material - Soldaduras</b> No fabrico dos terminais, não é permitido nenhum tipo de soldadura.
R 6	<b>Material - Generalidades</b> Os terminais não poderão ser fabricados a partir de tubos.
R 7	<b>Características dimensionais</b> As dimensões dos terminais devem estar de acordo com o indicado no Anexo C. Nenhum elemento dos conectores deve ter uma secção elétrica inferior àquela da secção máxima do condutor conectável.
R 8	<b>Designação dos conectores</b> A designação dos conectores obedece ao estipulado no Anexo A do presente documento.



## 7.2 Características mecânicas e elétricas

Requisito	Descrição
R 9	<b>Características mecânicas</b> As características mecânicas dos conectores são, na generalidade, definidas pela resistência à tração da conexão realizada. Os valores a respeitar, em função da secção nominal do condutor conectável, são os especificados nos ensaios respetivos, indicados, abaixo, nas secções 5.1.
R 10	<b>Características elétricas</b> As características elétricas dos conectores são definidas pelos ensaios de curto-circuito, e ciclos térmicos. Os valores a respeitar são os especificados nos ensaios respetivos, indicados na secção 12.1 do presente DMA.

## 8 MARCAÇÃO

Requisito	Descrição
R 11	<b>Marcação</b> Os conectores devem ser marcados de forma legível e indelével, com as indicações seguintes: <ul style="list-style-type: none"><li>— marca ou sigla do fabricante;</li><li>— lote;</li><li>— referência de fabricante;</li><li>— codificação do local de fabrico;</li><li>— a designação de acordo com o especificado no Anexo A (os travessões são facultativos);</li></ul> <b>Nota:</b> esta marcação deve figurar na zona lateral do terminal, fora das zonas de punção, de forma que seja possível a identificação da proveniência do conector, após a sua colocação em funcionamento. <ul style="list-style-type: none"><li>— a designação do ou dos utensílios a utilizar, de acordo com o especificado no Anexo G do presente documento.</li></ul>

## 9 ACONDICIONAMENTO

Requisito	Descrição
R 12	<b>Acondicionamento – Generalidades</b> Os conectores, objeto do presente documento, devem ser fornecidos devidamente embalados e acondicionados.

Requisito	Descrição
R 13	<b>Instruções de montagem</b> Cada caixa deverá fazer-se acompanhar das instruções de montagem, em português.
R 14	<b>Acondicionamento – Etiqueta QR Code</b> As características do material devem vir impressas em QR Code afixado na respetiva embalagem, de acordo com o formato definido na plataforma de geração de QR Code da E-REDES.  Cada unidade de acondicionamento deve ser marcada, de forma legível e indelével, com as seguintes indicações (mínimas): <ul style="list-style-type: none"><li>— Código JUMP;</li><li>— Designação do conector, de acordo com o especificado no Anexo A do presente documento;</li><li>— Quantidade (número de conectores que a embalagem contém);</li><li>— Marca ou sigla do fabricante;</li><li>— Número do lote;</li><li>— Ano e mês de fabrico;</li><li>— Identificação do fornecedor;</li><li>— DMA-C33-853/N;</li><li>— Marcação CE.</li></ul>
R 15	<b>Acondicionamento - Proteção</b> A superfície interior cilíndrica dos fustes, onde irá ser introduzido o condutor, deve ser protegida com massa neutra. O emprego de massa à base de silicões, ou de qualquer outra massa condutora ou com partículas condutoras, é proibido.

## 10 COMPATIBILIDADE DOS FUSTES COM OS CONDUTORES

Requisito	Descrição
R 16	No Anexo F deste documento são indicadas, para cada secção nominal de conector, as secções máximas conectáveis de condutores.
R 17	Não é permitida a conexão de um condutor a um conector, quando a secção nominal do condutor é superior à secção nominal do conector <sup>1</sup> .

A secção máxima conectável do condutor (em termos, somente, de compatibilidade dimensional) poderá ser superior àquela indicada no Anexo F deste documento; na prática, tal acontece porque os valores de diâmetro do condutor são, na realidade, inferiores aos valores máximos estipulados nas normas de referência. Por outro

<sup>1</sup> A existência de compatibilidade nos diâmetros interior e exterior, respetivamente, do fuste e do conector, não garante a fiabilidade do comportamento do conector em relação às correntes admissíveis no condutor, designadamente, no relativo ao seu aquecimento.

lado, quando um condutor de secção idêntica à do conector possui um diâmetro exterior superior ao diâmetro interior do conector (nomeadamente, quando se tratam de condutores multifilares não compactados), existe sempre a possibilidade de o compactar na matriz de arredondamento, tornando viável a sua conexão.

## 11 REQUISITOS AMBIENTAIS

Requisito	Descrição
R 18	<b>Legislação de segurança e ambiental</b> Os produtos, e respetivos constituintes, devem estar conforme as normas técnicas europeias aplicáveis e cumprir toda a legislação aplicável em vigor, designadamente as Diretivas Reach, RoHs, WEE e diretiva 2009/125/EU.
R 19	<b>Tratamento em final de vida</b> Informação sobre o tratamento de todos os componentes dos cabos, no fim de vida útil, concretamente sobre os processos de valorização dos mesmos nos termos da legislação internacional e nacional aplicável em vigor.
R 20	<b>Desperdícios até à instalação</b> Deve ser minimizado o uso de materiais não recicláveis nos desperdícios durante as fases de transporte e instalação.

## 12 ENSAIOS

### 12.1 Ensaios de tipo

Requisito	Descrição
E001	<b>Verificação das características dimensionais</b> Estas verificações devem ser realizadas de acordo com os planos e dimensões apresentados no Anexo C.
E002	<b>Ensaio Elétricos</b> Os ensaios elétricos devem ser realizados de acordo com o método especificado para elementos de conexão classe A de acordo com a seção 5.1 da norma IEC 61238-1-3. Os ensaios elétricos sobre os terminais deverão realizar-se de acordo com o método indicado no ponto 6.1.2 da Norma IEC 61238-1-3.  Os ensaios das terminações deverão ser realizados seguindo a Figura 2C da Norma IEC 61238-1-3, nas seguintes condições: — Barramentos de cobre nu não estanhado iguais à seção do condutor a ser testado. — Parafusos de aço inoxidável M12 apertados a 54Nm ± 3Nm. — Superfícies de contato limpas e livres de qualquer massa.

Requisito	Descrição
E003	<b>Ensaios mecânicos:</b>  Os ensaios mecânicos devem ser realizados para elementos de conexão da classe 1 e especificados no capítulo 7 da norma IEC 61238-1-3.
E004	<b>Ensaio de corrosão:</b>  O ensaio de corrosão deve ser realizado de acordo com o método especificado na norma IEC 60068-2-11:2021 e com duração de 336h (2 semanas).  O ensaio deverá ser realizado com 3 conjuntos de terminais fixados em placas de cobre nas mesmas condições do teste elétrico definido acima.  No final do ensaio, os terminais serão submetidos a um exame visual tanto na área externa quanto na área interna. O ensaio será considerado aprovado se os terminais não apresentarem zonas de corrosão que afetem seu correto funcionamento.

## 12.2 Ensaios de série

Requisito	Descrição
E005	<b>Visuais e dimensionais:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>— Verificação da marcação</li><li>— Verificação dimensional</li><li>— Verificação das matérias-primas qualificadas</li></ul>

**PARTE II – MATRIZES E PUNÇÕES****13 INTRODUÇÃO**

A presente parte do documento aplica-se a:

- matrizes para:
  - arredondamento dos condutores;
  - punçõagem profunda;
- punções, escolhidos em função do diâmetro exterior do fuste a punçonar.

**14 CARACTERÍSTICAS****14.1 Matrizes de arredondamento<sup>2</sup>****14.1.1 Generalidades**

Requisito	Descrição
R 21	As matrizes devem ser constituídas por duas partes que não devem ser dissociadas.
R 22	O condutor, se de perfil reto sectorial, deve ser arredondado antes de ser introduzido no fuste.
R 23	O conector a aplicar no condutor arredondado deverá ser de secção nominal idêntica à marcada na matriz.
R 24	O Quadro H.1 do Anexo H do presente DMA estabelece a correspondência entre a matriz e a secção (ou a gama de secções) do condutor a arredondar.

**14.1.2 Generalidades**

Requisito	Descrição
R 25	As dimensões funcionais das matrizes de arredondamento devem obedecer ao especificado no Anexo H, secção H.1.

**14.1.3 Características dimensionais**

Requisito	Descrição
R 26	As matrizes de arredondamento permitem obter um diâmetro de condutor (qualquer que seja o seu perfil reto, a sua constituição e a sua taxa de compactação) compatível com o diâmetro interior cilíndrico do fuste no qual o condutor irá ser aplicado.

<sup>2</sup> Aplica-se o disposto na norma NF C33-090-4

## 14.2 Matrizes de punçõagem<sup>3</sup>

Requisito	Descrição
R 27	As matrizes de punçõagem são compostas por duas semiconchas articuladas, que se abrem segundo o plano longitudinal de simetria (ver, no presente documento, Anexo H, Figura H.2).

### 14.2.1 Matrizes para terminais

Requisito	Descrição
R 28	Estas matrizes são dotadas de batentes nas extremidades, permitindo posicionar corretamente o fuste. Permitem punçonar os fustes de alumínio dos terminais totalmente em liga de alumínio.
R 29	As características dimensionais das matrizes são as indicadas no presente documento no Anexo H, secção H.2.

## 14.3 Punções<sup>4</sup>

### 14.3.1 Generalidades

Requisito	Descrição																				
R 30	<p>Para um determinado diâmetro exterior do fuste, e qualquer que seja o tipo de conector a punçonar, apenas existe um único punção a utilizar. O Quadro 1 estabelece a correspondência entre a designação do punção e o diâmetro exterior do fuste.</p> <p style="text-align: center;"><b>Quadro 1</b> <b>Correspondência entre a designação do punção e o diâmetro exterior do fuste</b></p> <table border="1"><thead><tr><th>Designação do punção</th><th>Diâmetro exterior do fuste do conector (ØB) (mm)</th></tr></thead><tbody><tr><td>0E</td><td>16</td></tr><tr><td>1E</td><td>20</td></tr><tr><td>2E</td><td>25</td></tr><tr><td>4E</td><td>32</td></tr><tr><td>5E</td><td>40</td></tr><tr><td>6E</td><td>47</td></tr><tr><td>7E</td><td>60</td></tr><tr><td>8E</td><td>65</td></tr><tr><td>9E</td><td>70</td></tr></tbody></table>	Designação do punção	Diâmetro exterior do fuste do conector (ØB) (mm)	0E	16	1E	20	2E	25	4E	32	5E	40	6E	47	7E	60	8E	65	9E	70
Designação do punção	Diâmetro exterior do fuste do conector (ØB) (mm)																				
0E	16																				
1E	20																				
2E	25																				
4E	32																				
5E	40																				
6E	47																				
7E	60																				
8E	65																				
9E	70																				

<sup>3</sup> Aplica-se o disposto na norma NF C33-090-4

<sup>4</sup> Aplica-se o disposto na norma NF C33-090-4

Requisito	Descrição
R 31	A correspondência entre o diâmetro exterior do fuste e a secção nominal do conector está indicada no presente documento, Anexo C, Quadro C.1.

#### 14.3.2 Forma e dimensões

Requisito	Descrição
R 32	A forma e as dimensões dos punções estão indicadas no Anexo H, secção H.3, deste documento.

### 15 DESIGNAÇÃO

Requisito	Descrição
R 33	As matrizes e os punções são designados de acordo com o especificado, adiante, no anexo G.

### 16 MARCAÇÃO

Requisito	Descrição
R 34	As matrizes e os punções devem ser marcados com a sua designação, tal como definido no Anexo H, nos Quadros H.1, H.2 e H.3 do presente documento, e com a marca ou a sigla do fabricante.
R 35	A referência comercial poderá, eventualmente, aparecer nessa marcação.

#### 16.1.1 Matrizes

Requisito	Descrição
R 36	A marcação da matriz deve ser realizada por relevo saliente ou em depressão, devendo figurar fora das superfícies de trabalho.
R 37	No caso das matrizes de arredondamento, a marcação deve estar indicada em cada um dos elementos constituintes.

## 16.1.2 Punções

Requisito	Descrição
R 38	O punção deve ser marcado na superfície de trabalho (na zona de contacto entre o punção e o fuste, i.e., na extremidade da parte ativa) com a sua designação invertida (o “negativo” da designação) e em depressão, de modo a que, após a punçonagem, essa designação (do punção) seja legível no fuste punçonado.



**PARTE III – FERRAMENTAS****17 INTRODUÇÃO**

A presente parte deste documento estabelece as características e os ensaios das ferramentas de compressão necessárias à realização das conexões por punçõagem profunda.

Aplica-se, particularmente, aos conjuntos hidráulicos de compressão.

**18 CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO**

As condições de utilização são as seguintes:

- temperatura máxima: +50 °C;
- temperatura mínima: -20 °C;
- pressão de utilização: 70 MPa a 75 MPa.

**19 CARACTERÍSTICAS DOS CONJUNTOS DE COMPRESSÃO HIDRÁULICA****19.1 Generalidades<sup>5</sup>**

As ferramentas são compostas por:

- uma bomba onde o volume de reserva de óleo utilizável é em função do percurso necessário à punçõagem;
- uma conduta flexível dotada de um ligador rápido fêmea para assegurar a ligação com a ferramenta de compressão;
- uma ferramenta de compressão, equipada com um ligador rápido macho, capaz de exercer uma força de 120 kN, 200 kN ou 400 kN, em função do conector a comprimir.

**19.2 Características funcionais <sup>6</sup>**

Requisito	Descrição
R 39	A referida secção normaliza um conjunto de características a fim de permitir a intermutabilidade dos utensílios.

**20 MARCAÇÃO**

Requisito	Descrição
R 40	Cada equipamento deve ser marcado com a marca ou a sigla do seu fabricante. A referência comercial poderá, eventualmente, figurar nessa marcação.

<sup>5</sup>O conjunto do equipamento indicado funciona com a ajuda de um fluído (óleo) com as características indicadas no anexo V da norma NF C33-090-4.

<sup>6</sup> Aplica-se o disposto na norma NF C33-090-4

**21 GAMAS DE COMPRESSÃO**

Requisito	Descrição												
R 41	<p>A ferramenta utilizada deve ser capaz de exercer uma força, consoante as tecnologias em uso, adequada à secção do conector/condutor. No Quadro 2 seguinte indicam-se as gamas de compressão (gamas de secções do conector/condutor a comprimir/arredondar) em função das ferramentas e das tecnologias.</p> <p style="text-align: center;"><b>Quadro 2</b> <b>Gamas de compressão em função das ferramentas e das tecnologias</b></p> <table border="1" data-bbox="432 680 1406 976"> <thead> <tr> <th data-bbox="432 680 687 808">Força nominal da ferramenta de compressão</th> <th data-bbox="687 680 970 808">Punçõnagem profunda (fustes de alumínio)</th> <th data-bbox="970 680 1406 808">Arredondamento (condutores)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="432 808 687 864">120 kN</td> <td data-bbox="687 808 970 864">16 mm<sup>2</sup> a 240 mm<sup>2</sup></td> <td data-bbox="970 808 1406 864">16 mm<sup>2</sup> a 240 mm<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td data-bbox="432 864 687 920">200 kN</td> <td data-bbox="687 864 970 920">300 mm<sup>2</sup> a 630 mm<sup>2</sup></td> <td data-bbox="970 864 1406 920">300 mm<sup>2</sup> a 630 mm<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td data-bbox="432 920 687 976">400 kN</td> <td data-bbox="687 920 970 976">300 mm<sup>2</sup> a 630 mm<sup>2</sup></td> <td data-bbox="970 920 1406 976">300 mm<sup>2</sup> a 630 mm<sup>2</sup></td> </tr> </tbody> </table> <p><b>Nota:</b> os utensílios concebidos para uma ferramenta de compressão com determinada força nominal não estão aptos a suportar uma força superior</p>	Força nominal da ferramenta de compressão	Punçõnagem profunda (fustes de alumínio)	Arredondamento (condutores)	120 kN	16 mm <sup>2</sup> a 240 mm <sup>2</sup>	16 mm <sup>2</sup> a 240 mm <sup>2</sup>	200 kN	300 mm <sup>2</sup> a 630 mm <sup>2</sup>	300 mm <sup>2</sup> a 630 mm <sup>2</sup>	400 kN	300 mm <sup>2</sup> a 630 mm <sup>2</sup>	300 mm <sup>2</sup> a 630 mm <sup>2</sup>
Força nominal da ferramenta de compressão	Punçõnagem profunda (fustes de alumínio)	Arredondamento (condutores)											
120 kN	16 mm <sup>2</sup> a 240 mm <sup>2</sup>	16 mm <sup>2</sup> a 240 mm <sup>2</sup>											
200 kN	300 mm <sup>2</sup> a 630 mm <sup>2</sup>	300 mm <sup>2</sup> a 630 mm <sup>2</sup>											
400 kN	300 mm <sup>2</sup> a 630 mm <sup>2</sup>	300 mm <sup>2</sup> a 630 mm <sup>2</sup>											

**PARTE IV – UTILIZAÇÃO DO MATERIAL****22 REGRAS DE UTILIZAÇÃO****22.1 Arredondamento dos condutores**

Os condutores, quaisquer que sejam a sua forma e constituição, devem ser, se necessário, arredondados em duas etapas com o recurso a ferramentas e matrizes adequadas à sua secção. A pressão deve ser mantida durante alguns segundos a fim de limitar o retorno elástico do condutor.

Todo o condutor sectorial deve ser previamente arredondando antes de ser introduzido no conector. Deve, também, ser arredondado no caso da sua ligação direta a um equipamento ou a uma parte deste.

**22.2 Conexão dos condutores****22.2.1 Punçõnagem profunda**

Este procedimento deve ser utilizado para os fustes de alumínio. Aplica-se aos conectores de alumínio e aos conectores de liga única (ver secção seguinte).

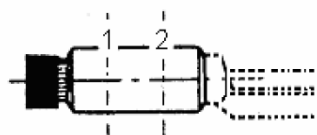
Devem ser observadas as seguintes regras de conexão:

- utilizar a matriz e o punção correspondentes ao diâmetro exterior do fuste do conector;
- introduzir o condutor desnudado no fuste, deixando ficar, no seu interior, a massa já existente;
- iniciar a punçõnagem, sempre pelo lado do cabo.

O número de punçõnagens a efetuar é determinado pela matriz utilizada (ver figura E.2.1), como se segue:

- terminais: 2 punçõnagens.

A ordem de punçõnagem deve obedecer ao estipulado na Figura 1.



**Figura 1 - Ordem de punçõnagem dos terminais**

**ANEXO A - DESIGNAÇÃO DOS CONECTORES****A.1 Terminal de liga única, de aperto por compressão**

- a letra C, indicando que se trata de um terminal reto;
- um travessão;
- um algarismo com correspondência ao diâmetro exterior do fuste (ver, abaixo, Quadro A.1);
- LU – indicando tratar-se de um material de liga única
- um travessão;
- a secção nominal do conector (associada ao diâmetro interior do fuste).

**Exemplo:**

- C-0LU-16 designa um terminal reto, de liga única, destinado a ligar um condutor de 16 mm<sup>2</sup>.

**Quadro A. 1**  
**Codificação numérica do diâmetro exterior do fuste**

<b>Algarismo</b>	<b>Diâmetro exterior do fuste (mm)</b>
0	16,0
1	20,0
2	25,0
4	32,0
5	40,0

**Nota:** no relativo à marcação dos conectores, nomeadamente, da sua designação (ver parte I, deste documento), os travessões supra-indicados são facultativos.

**ANEXO B – LISTA DE TERMINAIS ESPECIFICADOS**

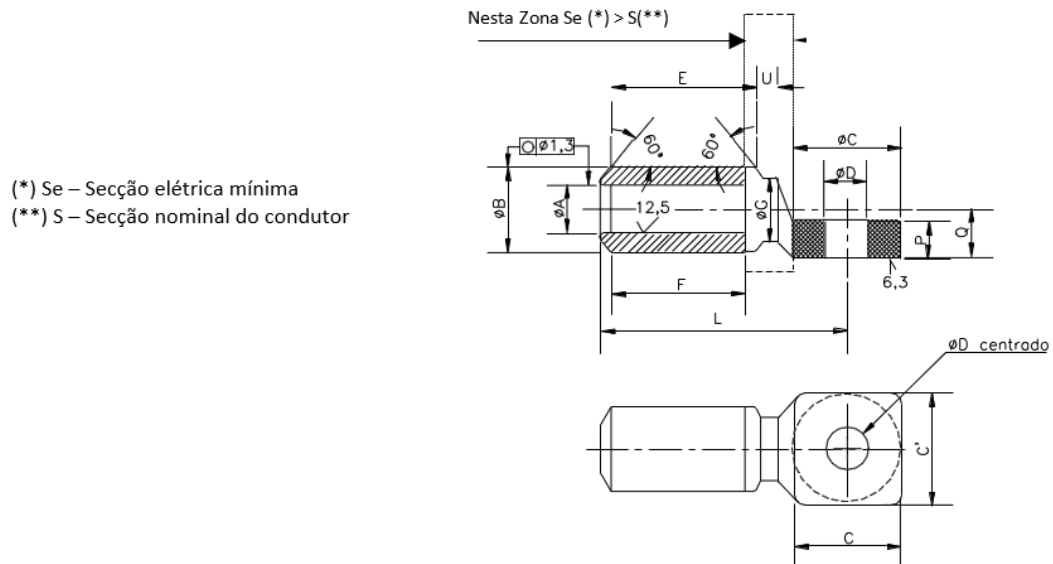
No Quadro B.1 são apresentados os terminais especificados pelo presente documento, cuja designação está de acordo com o definido no Anexo A.

**Quadro B. 1**  
**Terminais especificados**

<b>Código Jump</b>	<b>Designação</b>	<b>Secção nominal do conector (mm<sup>2</sup>)</b>
20199823	TERM COMP LU 16 – 10,5 (C-0LU-16)	16
20199824	TERM COMP LU 25 – 10,5 (C-0LU-25)	25
20199825	TERM COMP LU 35 – 12,8 (C-0LU-5)	35
20199826	TERM COMP LU 50 – 12,8 (C-1LU-50)	50
20199827	TERM COMP LU 70 – 12,8 (C-1LU-70)	70
20199828	TERM COMP LU 95 – 12,8 (C-1LU-95)	95
20199829	TERM COMP LU 120 – 12,8 (C-2LU-120)	120
20199830	TERM COMP LU 150 – 12,8 (C-2LU-150)	150
20199831	TERM COMP LU 185 – 12,8 (C-4LU-185)	185
20199832	TERM COMP LU 240 – 12,8 (C-4LU-240)	240
20199833	TERM COMP LU 300 – 16,5 (C-5LU-300)	300
20199834	TERM COMP LU 400 – 16,5 (C-5LU-400)	400

**ANEXO C - DIMENSÕES DOS CONECTORES**

**C.1 Terminal de liga única**



**Figura C. 1 - Dimensões dos terminais de liga única**

**Quadro C. 1**

**Dimensões dos terminais de liga única**

Designação	Secção nominal do conector (mm <sup>2</sup> )	∅ A (mm)	Tolerância ∅A (mm)	∅ B (mm)	Tolerância ∅B (mm)	∅ G (mm)	Cx C' (mm)	∅ D (mm)	Diâmetro nominal (parafuso)	E (mm)	F (mm)	L (mm)	P(2) (mm)	Q (mm)	U (mm)
TERM COMP LU 16 – 10,5 (C-0LU-16)	16	5,50	+0,12 -0,20	16	+/-0,11	12,0	min: 19,0x19,0 máx: 30,0x30,0	10,5	M10	45,5	40,0	78,5	14,0	9,0	4,5
TERM COMP LU 25 – 10,5 (C-0LU-25)	25	6,50	+0,12 -0,20	16	+/-0,11	12,0	min: 24,0x24,0 máx: 41,0x41,0	10,5	M10	45,5	40,0	78,5		9,0	4,5
TERM COMP LU 35 – 12,8 (C-0LU-5)	35	8,00	+0,12 -0,20	16	+/-0,11	12,0	min: 24,0x24,0 máx: 41,0x41,0	12,8	M12	45,5	40,0	78,5		9,0	4,5
TERM COMP LU 50 – 12,8 (C-1LU-50)	50	9,00	+0,12 -0,20	20	+/-0,13	14,8	min: 24,0x24,0 máx: 41,0x41,0	12,8	M12	44,5	40,0	88,5		11,0	5,0
TERM COMP LU 70 – 12,8 (C-1LU-70)	70	11,00	+0,12 -0,20	20	+/-0,13	14,8	min: 24,0x24,0 máx: 41,0x41,0	12,8	M12	44,5	40,0	88,5		11,0	5,0
TERM COMP LU 95 – 12,8 (C-1LU-95)	95	12,50	+0,12 -0,20	20	+/-0,13	14,8	min: 24,0x24,0 máx: 41,0x41,0	12,8	M12	44,5	40,0	88,5		11,0	5,0
TERM COMP LU 120 – 12,8 (C-2LU-120)	120	13,70	+0,12 -0,20	25	+/-0,13	18,8	min: 29,0x29,0 máx: 41,0x41,0	12,8	M12	60,8	55,5	108,5		13,0	6,4
TERM COMP LU 150 – 12,8 (C-2LU-150)	150	15,50	+0,12 -0,20	25	+/-0,13	18,8	min: 29,0x29,0 máx: 41,0x41,0	12,8	M12	60,8	55,5	108,5		13,0	6,4
TERM COMP LU 185 – 12,8 (C-4LU-185)	185	17,00	+0,12 -0,20	32	+/-0,16	23,8	min: 29,0x29,0 máx: 41,0x41,0	12,8	M12	59,7	55,5	108,5		17,0	6,9
TERM COMP LU 240 – 12,8 (C-4LU-240)	240	19,50	+0,12 -0,20	32	+/-0,16	23,8	min: 29,0x29,0 máx: 41,0x41,0	12,8	M12	59,7	55,5	108,5		17,0	6,9
TERM COMP LU 300 – 16,5 (C-5LU-300)	300	23,30	+0,12 -0,30	40	+/-0,16	28,0	min: 35,0x35,0 máx: 41,0x41,0	16,5	M16	94,0	89,0	153,5		21,0	8,8
TERM COMP LU 400 – 16,5 (C-5LU-400)	400	26,00	+0,12 -0,30	40	+/-0,16	28,0	min: 35,0x35,0 máx: 41,0x41,0	16,5	M16	94,0	89,0	153,5		21,0	8,8
Tolerância		-	-	-	-	max	-	+/-0,3	-	-2,0	min	max	max	min	min

(2) as duas faces devem ser paralelas com uma tolerância de +/- 0,2

**ANEXO D – QUADRO DE CONFORMIDADES****Quadro D. 1**  
**Informação relativa aos terminais**

<b>Características</b>	<b>Requisito DMA-C33-853</b>	<b>Conformidade</b>	<b>Documento comprovativo</b>
Constituição da liga	R1		
Revestimento	R2		
Aplicação	R3		
Punçonagens - Matrizes	R4		
Material - Soldaduras	R5		
Material - Generalidades	R6		
Características dimensionais	R7		
Designação dos conectores	R8		
Características mecânicas	R9		
Características elétricas	R10		
Marcação	R11		
Acondicionamento – Generalidades	R12		
Acondicionamento – Instruções de Montagens	R13		
Acondicionamento – Etiqueta	R14		
Acondicionamento - Proteção	R15		
Compatibilidade dos fustes com os condutores	R16		
Legislação de segurança e ambiental	R18		
Tratamento em final de vida	R19		



**ANEXO E – QUADRO DE ENSAIOS****Quadro E. 1**  
**Ensaio de Tipo**

Designação do ensaio	Secção DMA	Método de ensaio	Requisitos	Resultado obtido	Laboratório	Referência do relatório	Página(s) do relatório
Verificação das características dimensionais	E001	-	Anexo C				
Ensaio Elétricos	E002	IEC 61238-1-3 (\$6.1.2)	IEC 61238-1-3 (\$6.6)				
Ensaio Mecânicos	E003	IEC 61238-1-3 (\$7.2)	IEC 61238-1-3 (\$7.3)				
Ensaio de Corrosão	E004	IEC 60068-2-11	E004				

**ANEXO F – DIÂMETRO MÁXIMO DOS CONDUTORES E A SUA COMPATIBILIDADE COM OS FUSTES****F.1 Diâmetro máximo de condutores com secção reta circular**

Os valores máximos de diâmetro dos condutores de alumínio, de secção reta circular, obedecem ao estipulado na norma IEC 60228 e encontram-se indicados no Quadro F.1.

**Quadro F. 1**  
**Diâmetro máximo dos condutores de alumínio de secção reta circular**

1	2	3	4
Seção nominal (mm <sup>2</sup> )	Diâmetro máximo do condutor (mm)		
	Condutor rígido		
	Classe 1 (maciço)	Classe 2 (multifilar)	
		compactado	não compactado
16	4,6	5,2	5,3
25	5,7	6,5	6,6
35	6,7	7,5	7,9
50	7,8	8,6	9,1
70	9,4	10,2	11,0
95	11,0	12,0	12,9
120	12,4	13,5	14,5
150	13,8	15,0	16,2
185	15,4	16,8	18,0
240	17,6	19,2	20,6
300	19,8	21,6	23,1
400	22,2	24,6	26,1

**F.2 Compatibilidade dos fustes (dos conectores) com os condutores**

No quadro F.2 indicam-se as secções máximas conectáveis de condutores para uma determinada secção nominal de conector (associada ao diâmetro interior do fuste), considerando como valor de diâmetro do condutor os valores de diâmetro máximos indicados, acima, no Quadros F.1.

**Quadro F. 2**  
**Compatibilidade dos fustes (de alumínio) com os condutores de alumínio**

1	2	3	4
Seção nominal do conector (mm <sup>2</sup> )	Diâmetro interior do fuste = A (*) mm <sup>2</sup>		
	Classe 1 (maciço)	Classe 2 (multifilar)	
		compactado	não compactado
16	16	16	16
25	25	25	16
35	50	35	35
50	50	50	35
70	95	70	70
95	120	95	70
120	120	120	95
150	185	150	120
185	185	185	150
240	240	240	185
300	400	300	300
400	500	400	300
(*) - Ver anexo C, do presente documento			

---

**ANEXO G – DESIGNAÇÃO DA MATRIZ E DO PUNÇÃO**

Os diferentes tipos de matrizes e de punções são designados da seguinte forma:

**G.1 Matriz de arredondamento**

- um algarismo correspondente ao diâmetro exterior do fuste do conector (ver, neste documento, anexo A, quadro A.1), seguido da letra R e da secção nominal do conector a aplicar no condutor, após arredondamento (idêntica à secção nominal do condutor a arredondar).

**G.2 Matriz de punçõagem**

No relativo a terminais:

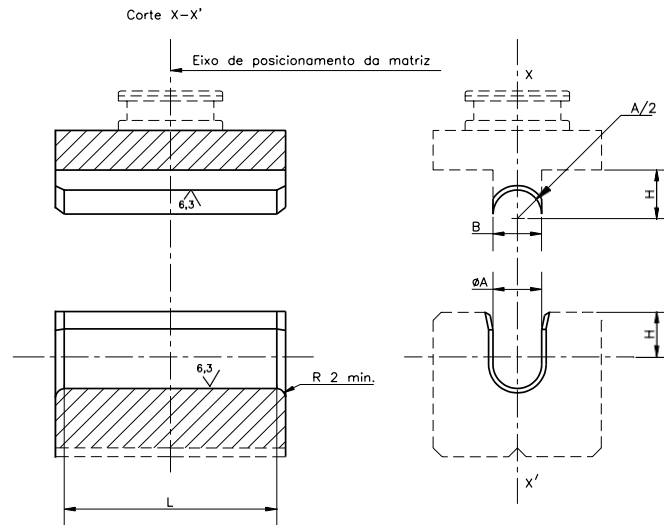
- as letras MC, seguidas da designação do punção a utilizar.

**G.3 Punção**

- um algarismo correspondente ao diâmetro exterior do fuste do conector (ver, neste documento, anexo A, quadro A.1) para o qual o punção é utilizado, seguido da letra E.

**ANEXO H – CARACTERÍSTICAS DIMENSIONAIS DAS MATRIZES E DOS PUNÇÕES**

**H.1 Matriz de arredondamento**



Nota: A parte continente (que contém o condutor) da matriz pode ser aberta ou não segundo o plano longitudinal de simetria.

**Figura H.1 – Dimensões da matriz de arredondamento**

**Quadro H.1**  
**Dimensões da matriz de arredondamento**

Designação	A utilizar com um condutor de secção nominal: (mm <sup>2</sup> )	ø A (mm)	B (mm)	L (mm)		
				120kN	200kN	400kN
1 R 35	35	7,5	7,5	60	-	-
1 R 50	50	8,5	8,5	60	-	-
1 R 70	70 a 75	10,5	10,5	60	-	-
1 R 95	95	12,0	12,0	60	-	-
2 R 120	120	13,2	13,2	70	-	-
2 R 150	150	15,0	15,0	70	-	-
4 R 185	185	16,2	16,2	75	-	-
4 R 240	240	18,5	18,5	75	-	-
5 R 300	300	21,9	21,9	-	105	-
5 R 400	400	24,6	24,6	-	105	-
<b>Tolerância</b>		+0,2 0	-0,1 -0,4	máx.		

## H.2 Matriz de Punoçagem

### H.2.1 Para terminais

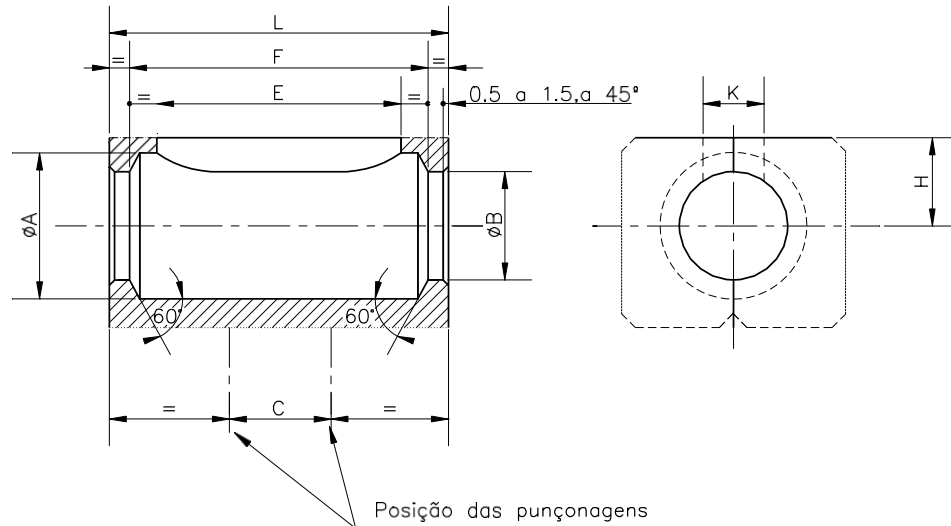


Figura H.2 – Dimensões da matriz de punçoagem para terminais

**Quadro H.2**  
Dimensões da matriz de punçoagem para terminais

Designação	A utilizar com um conector de secção nominal: (mm <sup>2</sup> )	Ø A (mm)	Ø B (mm)	C (mm)	E (mm)	F (mm)	H (mm)	K (mm)	L (mm)	Esforço para punçoar
MC 0E	16 a 35	16,2 <sup>+0,1</sup> <sub>0</sub>	13	18,5	38	46 ±0,2	14	13,5	54,5	120kN
MC 1E	50 a 95	20,2 <sup>+0,1</sup> <sub>0</sub>	16	21	43	46 ±0,2	14	15	54,5	
MC 2E	120 a 150	25,2 <sup>+0,1</sup> <sub>0</sub>	20	27,5	53	62,4 ±0,2	16	17,5	73,5	
MC 4E	185 a 240	32,5 <sup>+0,2</sup> <sub>0</sub>	25	27,5	54,5	61,3 ±0,2	17	18,5	73,5	
MC 5E	300 a 400	40,8 <sup>+0,2</sup> <sub>0</sub>	35	45	85	98,5 ±0,3	25	27	111,5	200kN
Tolerância		-	-	-	+2 0	-	±0,1	+1 -0,3	-	-

(1) cota a título a indicativo

### H.3 Punções

Punções 0E a 5E

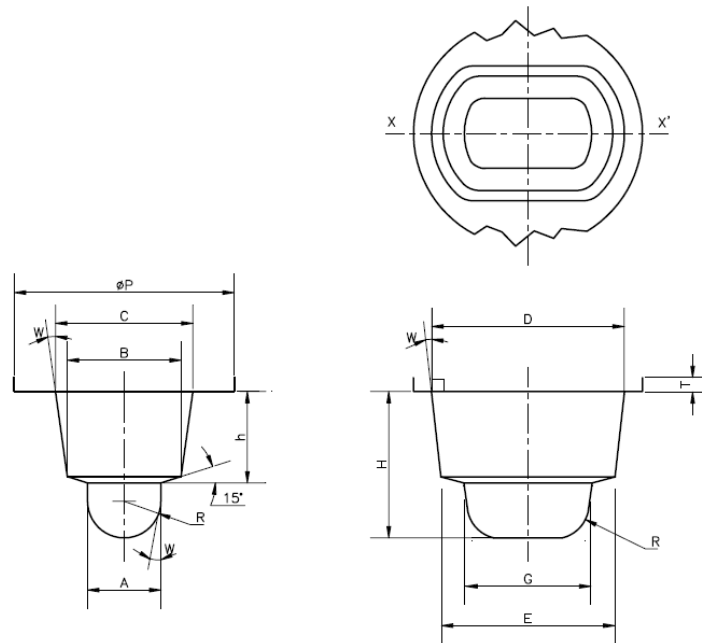


Figura H.3 – Dimensões dos punções 0E a 5E

**Quadro H.3**  
Dimensões dos punções 0E a 5E

Designação	A (mm)	B (mm)	C (1) (mm)	D (1) (mm)	E (mm)	G (mm)	H (mm)	h (mm)	R (mm)	W (°)	T (mm)	P (mm)
0E	6,50	10,20	12,41	17,21	15,00	11,30	13,90	8,90	2,95	7°30′	5,00	29 a 35
1E	6,30	11,10	13,27	19,17	17,00	12,20	13,40	8,90	2,95	7°30′	5,00	
2E	7,50	13,00	15,48	22,48	20,00	14,50	15,90	10,15	3,40	7°30′	5,00	
4E	8,70	13,90	16,61	23,51	20,90	15,70	17,40	10,60	3,95	7°30′	5,00	
5E	12,10	18,90	23,11	34,11	29,90	23,10	25,90	16,90	5,50	7°30′	5,00	35 a 40
Tolerância	±0,1	±0,1	-	-	±0,1	±0,1	±0,1	±0,1	±0,1	±0°15′	$\begin{matrix} +3 \\ 0 \end{matrix}$	-

(1) cotas a título informativo

**ANEXO I – CORRESPONDÊNCIA ENTRE O CONECTOR E OS UTENSÍLIOS DE COMPRESSÃO**

<b>Método de conexão – Punçonagem profunda</b>		
<b>Designação</b>	<b>Matriz</b>	<b>Punção</b>
TERM COMP LU 16 – 10,5 (C-0LU-16)	MC 0E	0E
TERM COMP LU 25 – 10,5 (C-0LU-25)	MC 0E	0E
TERM COMP LU 35 – 12,8 (C-0LU-5)	MC 0E	0E
TERM COMP LU 50 – 12,8 (C-1LU-50)	MC 1E	1E
TERM COMP LU 70 – 12,8 (C-1LU-70)	MC 1E	1E
TERM COMP LU 95 – 12,8 (C-1LU-95)	MC 1E	1E
TERM COMP LU 120 – 12,8 (C-2LU-120)	MC 2E	2E
TERM COMP LU 150 – 12,8 (C-2LU-150)	MC 2E	2E
TERM COMP LU 185 – 12,8 (C-4LU-185)	MC 4E	4E
TERM COMP LU 240 – 12,8 (C-4LU-240)	MC 4E	4E
TERM COMP LU 300 – 16,5 (C-5LU-300)	MC 5E	5E
TERM COMP LU 400 – 16,5 (C-5LU-400)	MC 5E	5E