

REDES - LINHAS

Redes aéreas compactas de média tensão

Recomendações de projeto

Elaboração: DTI

Homologação: conforme despacho do CA de 2018-06-07

Edição: 1^a

Acesso: Livre

Restrito

Confidencial

ÍNDICE

0	INTRODUÇÃO	3
1	OBJETO	3
2	CAMPO DE APLICAÇÃO	3
3	RESTRIÇÕES DE UTILIZAÇÃO	3
4	SOLUÇÕES TÉCNICAS.....	3
4.1	SPACER CABLE – Hendrix Wire and Cable.....	3
4.1.1	Cabo tensor	5
4.1.2	Apoios	5
4.1.3	Acessórios.....	6
4.1.4	Ferragens.....	9
4.2	DIMENSIONAMENTO DE CABOS.....	15
4.2.1	Cálculo elétrico	15
4.2.2	Cálculo mecânico.....	15
4.3	DIMENSIONAMENTO DE APOIOS E TRAVESSAS	16
5	PRESCRIÇÕES ESPECIAIS.....	18
6	ASPETOS CONSTRUTIVOS.....	18
7	TRABALHOS EM REDES AÉREAS COMPACTAS	18
8	DESCARREGADORES DE SOBRETENSÕES.....	18
9	LIGAÇÕES À TERRA	19
10	CUIDADOS EXIGIDOS APÓS A CONSTRUÇÃO	19
	ANEXO A TABELAS DE FLECHAS DE MONTAGEM, DE TRAÇÕES DE MONTAGEM E DE FLECHAS MÁXIMAS	20
	ANEXO B DESENHOS.....	32

0 INTRODUÇÃO

Este documento pretende fazer a discriminação das soluções técnicas dos fabricantes/fornecedores existentes no mercado, relativas a redes aéreas compactas de média tensão.

1 OBJETO

O presente guia técnico estabelece as características e prescrições técnicas dos equipamentos, materiais e aparelhos a utilizar no estabelecimento da solução prevista para as redes aéreas compactas de média tensão de acordo com o Projeto-tipo respetivo (DIT-C11-620).

2 CAMPO DE APLICAÇÃO

Estas soluções técnicas tem como campo de aplicação o suporte ao Projeto-tipo DIT-C11-620.

3 RESTRIÇÕES DE UTILIZAÇÃO

Nas regiões fortemente poluídas e nas áreas próximas da orla marítima, a deposição de agentes agressivos e/ou da maresia na superfície protetora dos cabos, permitem a formação de correntes rastejantes, ocasionando o fenómeno conhecido como "tracking".

Por esta razão, esta solução não deve ser utilizada em zonas localizadas a uma distância inferior a 300 metros da orla marítima.

4 SOLUÇÕES TÉCNICAS

4.1 SPACER CABLE – Hendrix Wire and Cable

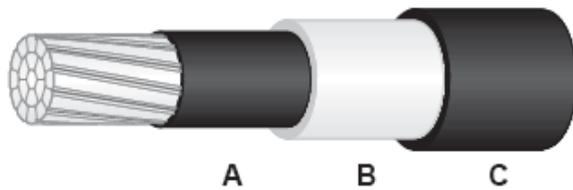
Trata-se de uma rede compacta de média tensão com cabos de dupla cobertura, em que a sustentação da rede é efetuada por meio do cabo tensor, fixado aos postes por meio de braços metálicos e por espaçadores poliméricos instalados em intervalos de aproximadamente 10 metros ao longo do vão.

O cabo tensor suporta a tração mecânica resultante do vento e do peso do próprio tensor e dos cabos, bem como dos espaçadores que exercem a função de compactação e separação elétrica dos cabos, ficando o conjunto com uma disposição em forma de losango.

Os cabos contemplados neste guia técnico são de alumínio ou de liga de alumínio, com dupla cobertura, o que permite uma redução da corrente de fuga em caso de contacto acidental com objetos ao potencial da terra e uma diminuição da distância entre condutores de fase, quando comparados com os cabos nus.

A sua constituição é apresentada nas Figuras 1 e 2 seguintes; terão as secções e as características elétricas adequadas a cada projeto, constantes nos Quadros 1 e 2, relativos a cabos para redes de 15 kV e 30 kV, respectivamente:

Cabos para 15 kV



A – Polietileno semicondutor - 0,381 mm

B – Polietileno de baixa densidade (LDPE) - 1,905 mm

C – Polietileno de alta densidade (HDPE), resistente às correntes rastejantes - 1,905 mm

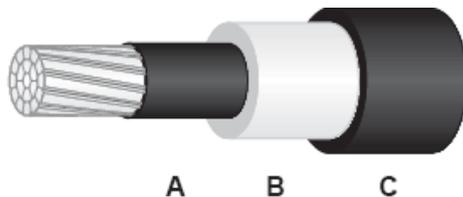
Figura 1 – Cabo Condutor para 15 kV

Quadro 1

Cabos para 15 kV – Constituição e características eléctricas

Designação	Secção	Composição	Diâmetro total	Diâmetro do condutor	Massa por unidade de comprimento	Resistência eléctrica a 20°C	Corrente máxima	Temperatura máxima	Corrente Máxima Curto-Circuito (1 segundo)
	(mm ²)	(Nº de fios)	(mm)	(mm)	(kg/km)	(Ω/km)	(A)	(°C)	(kA)
1/0 AWG	57,17	7	16,9	8,53	320	0,658	234	75	4,69
3/0 AWG	90,54	7	19,2	10,74	441	0,415	309	75	7,428
266,8 kcmil	146	7	22,0	13,64	619	0,26	412	75	11,978

Cabos para 30 kV



A – Polietileno semicondutor - 0,381 mm

B – Polietileno de baixa densidade (LDPE) - 4,445 mm

C – Polietileno de alta densidade (HDPE), resistente às correntes rastejantes – 3,175 mm

Figura 2 - Cabo Condutor para 30 kV

Quadro 2

Cabos para 30 kV - Constituição e características eléctricas

Designação	Secção	Composição	Diâmetro total	Diâmetro do condutor	Massa por unidade de comprimento	Resistência eléctrica a 20°C	Corrente máxima	Temperatura máxima	Corrente Máxima Curto-Circuito (1 segundo)
	(mm ²)	(Nº de fios)	(mm)	(mm)	(kg/km)	(Ω/km)	(A)	(°C)	(kA)
1/0 AWG	57,17	7	24,5	8,53	571	0,658	222	75	4,69
3/0 AWG	90,54	7	26,8	10,74	718	0,415	294	75	7,428
266,8 kcmil	146	7	29,6	13,64	929	0,26	389	75	11,978

Para o cálculo das correntes máximas de curto-circuito, para 1 segundo, foi utilizado o método de cálculo da norma IEC 60949 “Calculation of thermally permissible short-circuit currents, taking into account non-adiabatic heating effects”.

Os pressupostos utilizados relativamente ao material do condutor são os indicados na referida norma para alumínio, sendo que para a liga de alumínio foram utilizados os mesmos valores. Relativamente às temperaturas iniciais e finais, considerou-se como temperatura inicial os 50°C, uma vez que foi o valor definido para o cálculo das flechas máximas, e como temperatura final 150°C de acordo com o referido na secção 1.3 da norma ANSI/ICEA S-121-733-2016 “Standard for tree wire and messenger supported spacer cable”.

4.1.1 Cabo tensor

Constituído por fios de alumínio e fios de aço revestido a alumínio ou apenas por fios de aço revestido a alumínio, com secção adequada a cada caso (Figura 3).

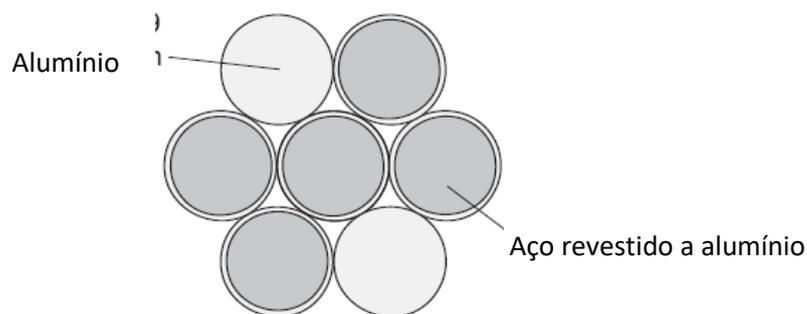


Figura 3 - Cabo Tensor

O Tensor AWA é constituído por 5 fios de aço revestido a alumínio e por 2 fios de alumínio.

Quadro 3
Cabo Tensor – Composição e características mecânicas

Designação	Secção	Composição	Diâmetro total	Massa por unidade de comprimento	Carga de rotura	Coefficiente de dilatação linear	Módulo de elasticidade
	(mm ²)	(Nº de fios)	(mm)	(kg/km)	(daN)	(°C ⁻¹)	(daN/mm ²)
252 AWA	58,58	5+2	9,78	324	5317	14,4E ⁻⁶	13445,4
0052 AWA	117,3	5+2	13,86	648	9077	14,4E ⁻⁶	13445,4

4.1.2 Apoios

Os apoios a instalar serão idênticos aos utilizados nas linhas aéreas equipadas com cabos nus, dimensionados de acordo com as hipóteses de cálculo estabelecidas no Regulamento de Segurança de Linhas Eléctricas de Alta Tensão – Decreto Regulamentar n.º 1/92, de 18 de Fevereiro (RSLEAT).

4.1.3 Acessórios

Apresentam-se em seguida os acessórios utilizados nas redes compactas:

Espaçador - Acessório de material polimérico, cuja função é manter a sustentação e o espaçamento mínimo dos cabos ao longo da Rede Compacta (Figuras 4,5 e 6). As suas características encontram-se especificadas no Quadro 4, seguinte.

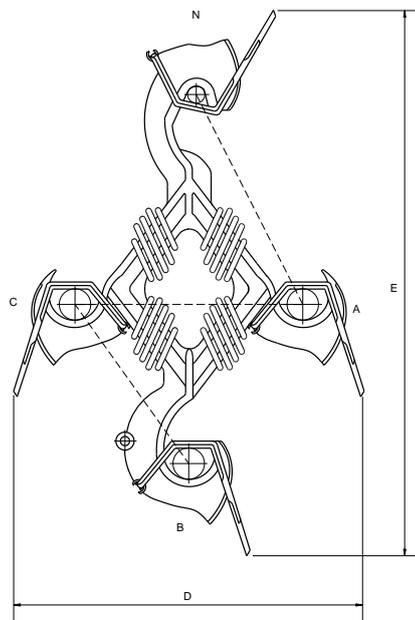
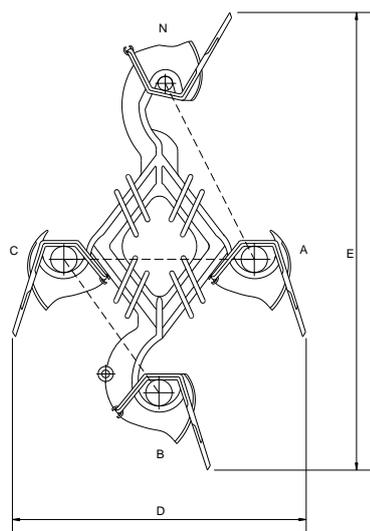


Figura 4 – Espaçador de 15 kV. Ref^a. RTL-15 Figura 5 - Espaçador de 30 kV. Ref^a. RTL-30

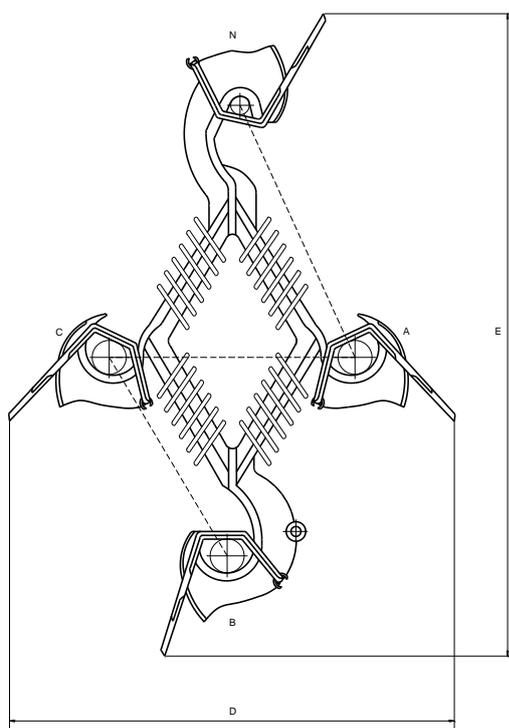


Figura 6 - Espaçador para utilização em zonas de poluição forte. Ref^a. RTL-GO95

Quadro 4
Espaçadores – Características

Espaçador	Tensão nominal da rede (kV)	Dimensões (mm)		Espaçamento dos Condutores (mm)			Massa (kg)
		D	E	AN	AC	BC	
RTL-15	15	419,1	596,9	215,9	203,2	203,2	1,1
RTL-30	30	520,7	736,6	304,8	292,1	292,1	1,6
RTL-GO95	30 (1)	711,2	987,4	457,2	457,2	457,2	2,5

(1) – Para utilização em zonas de poluição forte.

Braço anti-balanço - Acessório de material polimérico cuja função é a redução da vibração mecânica dos Condutores da Rede Compacta e evitar a aproximação dos Cabos Condutores aos apoios (Figuras 7 e 8).

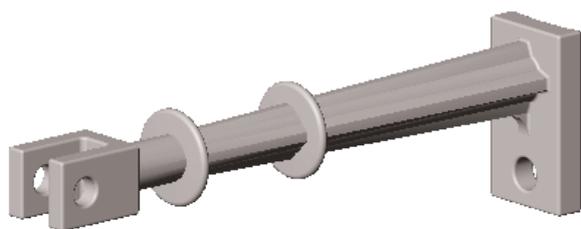


Figura 7 - Braço anti-balanço de 15 kV. Refª. BAS-14F

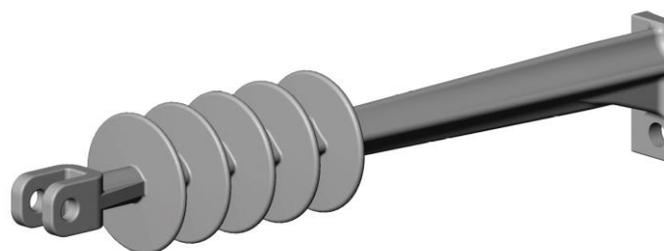


Figura 8 - Braço anti-balanço de 30 kV. Refª. BAS-24F

Cobertura de união para cabo - Acessório de material auto-vulcanizante, utilizado sobre as uniões, para a reconstituição das características do cabo coberto (Figuras 9 e 10).

Cada kit é composto por: manga de borracha de silicone auto-vulcanizante, fita de borracha de mastique, fita de semicondutor, mastique e instruções de aplicação.



Figura 9 - Cobertura de união para cabo de 15 kV.

Refª. KM-1

Figura 10 - Cobertura de união para cabo de 30 kV.

Refª. KM-6

Protetor para Cabo Tensor - Acessório de polietileno de alta densidade, utilizado para proteção do Cabo Tensor, quando na proximidade de derivações (Figura 11).

Pode também ser aplicado nos cabos de fase, para prevenção da abrasão provocada por toques de ramos de árvores.



Figura 11 - Protetor para Cabo Tensor. Refª. LINE-DUC

Isolador de amarração - Isolador constituído por dois materiais isolantes, equipado com engates metálicos para sustentação e fixação dos cabos em estruturas de fim de linha, amarração, derivação e/ou ângulos (Figuras 12 e 13).



Figura 12 - Isolador de amarração de 15 kV. Refª. DEINS 15



Figura 13 - Isolador de amarração de 30 kV. Refª. DEINS 35

Isolador Rígido (de eixo vertical) - Isolador dotado de orifício roscado, constituído por um único corpo isolante de polietileno de alta densidade (Figuras 14 e 15).



Figura 14 - Isolador Rígido de 15 kV.
Refª. HPI-15



Figura 15 - Isolador Rígido de 30 kV.
Refª. HPI-35

Filaça para Cabo Condutor– Filaça constituída por um fio condutor de alumínio, com uma secção aproximada de 21,2 mm², coberto com uma camada extrudada de borracha termoplástica de cor preta; utiliza-se para afilar o Cabo aos isoladores rígidos (Figura 16).



Figura 16 - Filaça para cabo. Refª. TIE WIRE

4.1.4 Ferragens

Apresentam-se em seguida as ferragens características das redes compactas; os desenhos de ferragens complementares encontram-se no Anexo B do presente documento.

Armação para alinhamento - Ferragem, em forma de “L”, fixada ao poste, com a função de sustentação do Cabo Tensor, em condição de tangência ou em ângulos até 6 graus. A fixação do Tensor é realizada por meio de uma pinça de amarração (Figuras 17 e 18).



Figura 17 - Armação para alinhamento para 15 kV.
Refª. BM-14 e MS-2

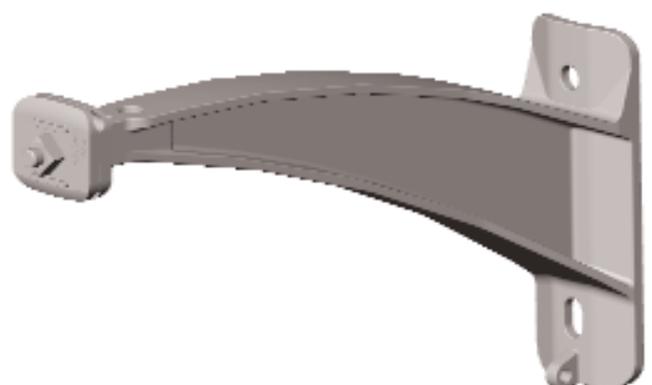


Figura 18 - Armação para alinhamento para 30 kV.
Refª. BM-24A e MS-2

Armação para fim de linha/ângulo/derivação - Ferragem, em forma de “C”, fixada ao poste, com a finalidade de sustentação das fases em condições de ângulo e de fim de linha, derivações e ligação de equipamentos à Rede Compacta (Figura 19 e Desenho 016 – Anexo B).



Figura 19 - Armação para fim de linha/ângulo/derivação. Refª. BD-35/Desenho 016

Ferragem suporte para DST/Caixa terminal transição aérea/subterrânea - Ferragem normalizada de suporte para DST e caixa terminal de transição aérea/subterrânea. (Figura 20 e Desenho C66-015-2006 – Anexo B).

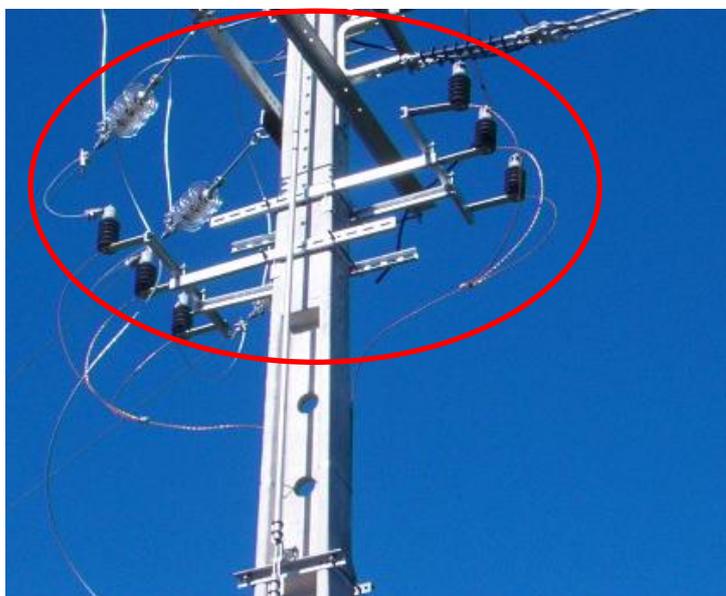


Figura 20 - Ferragem suporte para DST/Caixa terminal transição aérea/subterrânea. Desenho C66-015-2006

Estribo para armação para alinhamento - Ferragem complementar da armação para alinhamento, onde é realizada a fixação do espaçador (Figura 21).



Figura 21 - Estribo para armação para alinhamento. Refª. TS-1

Armação para derivação e alinhamento - Ferragem utilizada em ângulos inferiores a 60 graus, como suporte de isoladores rígidos poliméricos; permite manter a configuração em losango do conjunto Tensor - Condutores de fase (Figura 22 e Desenho 017 – Anexo B).



Figura 22 - Armação para derivação e alinhamento. Refª. BV-35

Armação para ângulos inferiores a 20 graus - Ferragem utilizada em ângulos 20 graus, como suporte de isoladores rígidos poliméricos; permite manter uma configuração vertical dos Cabos Condutores, quando necessário (Figura 23 e Desenho 015 – Anexo B).



Figura 23 - Armação para ângulos inferiores a 20 graus. Refª. BA4-15

Braço para isolador rígido - Ferragem, em perfil “U”, fixada ao poste, com a finalidade de sustentar os Cabos Condutores em isoladores rígidos (Figura 24 e Desenho 013 – Anexo B).



Figura 24 - Braço para isolador rígido. Desenho 013

Perno para Isolador rígido - Ferragem utilizada para fixação do isolador rígido nas estruturas metálicas da Rede Compacta (Figura 25).



Figura 25 - Perno para Isolador rígido. Refª. SSP-2

Braço alongador horizontal - Ferragem, em perfil “U”, fixada ao poste, com a finalidade de sustentação dos cabos em isoladores rígidos e que permite um maior afastamento entre a rede compacta e edificações (Figura 26).



Figura 26 - Braço alongador horizontal. Refª. BT3-35

Pré-Formado para Cabo Tensor - Acessório utilizado para amarração do Cabo Tensor em fim de linha, derivações, ângulos e estruturas com ligação de equipamentos (Figura 27).



Figura 27 - Pré-Formado para Cabo Tensor

Refª. MG-4122 – Cabo Tensor 252 AWA; Refª. MG-4131 – Cabo Tensor 0052 AWA

Pré-Formado para Cabo Condutor - Acessório utilizado para amarração do Cabo em fim de linha, derivações, ângulos e estruturas com ligação de equipamentos (Figura 28).



Figura 28 - Pré-Formado para Cabo Condutor

15 kV: Refª. ND-0115 – Cabo 1/0; Refª. ND-0117 – Cabo 3/0; Refª. ND-0119 – Cabo 266.8 kcmil

30 kV: Refª. ND-0121 – Cabo 1/0; Refª. ND-0122 – Cabo 3/0; Refª. ND-0124 – Cabo 266.8 kcmil

Manilha simples - Acessório de rede utilizado para efetuar a fixação de isoladores de amarração às armações para fim de linha/ângulo/derivação (Figura 29).



Figura 29 - Manilha simples. Refª. SC

Manilha para Cabo Tensor - Acessório aplicado entre o olhal do pré-formado para Cabo Tensor e a manilha simples, utilizado para a fixação do Cabo Tensor (Figura 30).



Figura 30 - Manilha para Cabo Tensor. Refª. HDTC

Manilha para Cabo Condutor - Acessório aplicado entre o olhal do pré-formado para Cabo e o isolador de amarração, utilizado para a fixação do Cabo (Figura 31).



Figura 31 - Manilha para Cabo. Refª. TC

Pinça para ângulos - Acessório aplicado na Armação para ângulo <math><20</math> grados, destinado a fixar o Cabo Tensor (Figura 32).



Figura 32 - Pinça para ângulos. Refª. CMA-1

4.2 DIMENSIONAMENTO DE CABOS

4.2.1 Cálculo elétrico

Para efeitos de cálculo elétrico das linhas abrangidas por este Projeto-tipo, estes serão executados de acordo com o RSLEAT e com as Recomendações para linhas aéreas de Alta Tensão até 30 kV (Edição DGE).

4.2.2 Cálculo mecânico

O dimensionamento mecânico deverá ser feito de acordo com o RSLEAT.

O vento é considerado como atuando na direção horizontal. A área da superfície batida pelo vento deverá ser, para estruturas e isoladores, a da projeção dessa superfície num plano normal à direção do vento e, para cabos e cabo tensor, a da respectiva secção longitudinal de área máxima.

Em todos os cálculos é considerada a pressão do vento sobre os 3 cabos e o tensor. A estes valores deve ser adicionado o efeito do vento sobre os espaçadores.

O dimensionamento mecânico do sistema é efetuado tendo em consideração que:

- o peso total do sistema inclui o peso do tensor, dos cabos e dos espaçadores;
- vento a atuar sobre o tensor, os três cabos e os espaçadores;
- o esforço mecânico resultante da ação do vento e do peso é suportado apenas pelo tensor.

A tensão máxima de trabalho definida para o cabo tensor deverá ser sempre inferior ao quociente da sua tensão de rotura por 2,5.

O cálculo da resistência mecânica é executado de acordo com o RSLEAT, Artigo 21.º, fora das zonas de gelo, para a mais desfavorável das hipóteses seguintes:

- Temperatura de +15°C e vento máximo habitual;
- Temperatura de -5°C e vento reduzido.

As flechas máximas do conjunto tensor e cabos são calculadas para a temperatura de +50°C.

Foi considerado o coeficiente de forma igual a 1, de acordo com o Artigo 15.º do RSLEAT para Condutores e cabos de guarda. Para os espaçadores foi considerado o coeficiente de forma igual a 1.

De acordo com o Artigo 14.º do RSLEAT foi considerado o coeficiente de redução igual a 0,6 para Condutores e cabos de guarda.

A tensão máxima de trabalho definida para o Cabo Tensor deverá ser sempre inferior ao quociente da sua tensão de rotura por 2,5, pelo que tensão máxima de trabalho é 36,3 daN/mm² para o tensor 252 AWA e 30,9 daN/mm² para o tensor 0052 AWA.

Os resultados dos cálculos efetuados de acordo com os critérios estabelecidos estão representados nos quadros 5 e 6, onde também são indicados os respetivos coeficientes de segurança.

As flechas de montagem, as trações de montagem e as flechas máximas estão apresentadas nas tabelas que constituem o Anexo A do presente documento.

NOTA IMPORTANTE - A regulação do Tensor deve ser efetuada antes da montagem dos Cabos Condutores.

Quadro 5
Cabos Tensores – Resultado do cálculo mecânico para 15 kV

Tensor	Condutor	Suporte	Tensão máxima do Tensor (daN/mm ²)	Vão de cálculo (m)	Flecha 50°C (m)	Parâmetro 50°C (m)	Coefficiente de segurança
252 AWA	1/0 AWG 15 kV	RTL-15	35,5	70	2,57	237	2,56
252 AWA	3/0 AWG 15 kV	RTL-15	35,5	70	2,70	225	2,56
252 AWA	266,8 kcmil 15 kV	RTL-15	35,5	70	2,88	211	2,56
0052 AWA	1/0 AWG 15 kV	RTL-15	30,5	90	3,22	311	2,53
0052 AWA	3/0 AWG 15 kV	RTL-15	28,2	90	3,61	278	2,74
0052 AWA	266,8 kcmil 15 kV	RTL-15	29,4	90	3,64	276	2,62

Quadro 6
Cabos Tensores – Resultado do cálculo mecânico para 30 kV

Tensor	Condutor	Suporte	Tensão máxima do Tensor (daN/mm ²)	Vão de cálculo (m)	Flecha 50°C (m)	Parâmetro 50°C (m)	Coefficiente de segurança
252 AWA	1/0 AWG 30 kV	RTL-30	32,0	50	1,61	193	2,84
252 AWA	3/0 AWG 30 kV	RTL-30	33,2	50	1,63	190	2,73
252 AWA	266,8 kcmil 30 kV	RTL-30	34,9	50	1,66	167	2,60
0052 AWA	1/0 AWG 30 kV	RTL-30	30,1	70	2,30	264	2,56
0052 AWA	3/0 AWG 30 kV	RTL-30	30,8	70	2,33	262	2,51
0052 AWA	266,8 kcmil 30 kV	RTL-30	30,8	70	2,46	250	2,51

4.3 DIMENSIONAMENTO DE APOIOS E TRAVESSAS

O cálculo é efectuado de acordo com o RSLEAT e para as situações descritas nos Artigos 56º a 62º.

A força devida à acção do vento em linhas convencionais é considerada apenas a actuar sobre os Condutores. Nesta rede compacta, os Condutores de fase são suspensos no Cabo Tensor e apoiados em espaçadores; como tal, a força

devida à acção do vento será considerada a atuar sobre o Cabo Tensor, os 3 Cabos Condutores e o espaçador; a força total será:

$$F_{\text{total}} = F_{\text{tensor}} + 3 \times F_{\text{condutor}} + F_{\text{espaçador}}$$

em que

$$F = \alpha \cdot c \cdot q \cdot s$$

e

α – coeficiente de redução;

c – coeficiente de forma;

q – pressão dinâmica do vento, em Pascal;

d – área da superfície batida pelo vento, em m².

Os resultados dos cálculos efetuados de acordo com os critérios estabelecidos apresentam-se no quadro 7.

Quadro 7
Apoios – Cálculo mecânico

Tensor	Condutor	Espaçador	Força do vento sobre o conjunto (daN/m)
252 AWA	1/0 AWG 15 kV	RTL-15	3,53
252 AWA	3/0 AWG 15 kV	RTL-15	3,84
252 AWA	266,8 kcmil 15 kV	RTL-15	4,21
0052 AWA	1/0 AWG 15 kV	RTL-15	3,98
0052 AWA	3/0 AWG 15 kV	RTL-15	4,30
0052 AWA	266,8 kcmil 15 kV	RTL-15	4,67
252 AWA	1/0 AWG 30 kV	RTL-30	4,41
252 AWA	3/0 AWG 30 kV	RTL-30	4,72
252 AWA	266,8 kcmil 30 kV	RTL-30	5,10
0052 AWA	1/0 AWG 30 kV	RTL-30	4,93
0052 AWA	3/0 AWG 30 kV	RTL-30	5,24
0052 AWA	266,8 kcmil 30 kV	RTL-30	5,61

O estabelecimento em apoios comuns de dois ou mais circuitos de linhas aéreas de alta tensão, bem como o estabelecimento de linhas aéreas de baixa tensão e de telecomunicações, em casos justificados, permite otimizar a utilização de apoios e de traçados. O estabelecimento de outros circuitos deve respeitar o disposto na regulamentação aplicável.

5 PRESCRIÇÕES ESPECIAIS

Para situações especiais, tais como cruzamentos e paralelismo com outras linhas aéreas, com vias de comunicação, com rios ou canais navegáveis, zonas urbanas e proximidades de edifícios e de aeroportos, devem seguir-se as prescrições indicadas na Secção IV do Capítulo III e nos capítulos VIII a XIII do RSLEAT e normas estabelecidas por entidades reguladoras ou gestoras.

A distância dos cabos ao solo deve cumprir o disposto no Artigo 27º do RSLEAT.

No atravessamento de zonas arborizadas, na posição mais desfavorável dos cabos, deverá ser mantida uma distância de 2,0 m ao arvoredos.

A distância entre os cabos é estabelecida e garantida pela colocação de espaçadores intercalados, tendo sempre presente o referido no artigo 31º, relativamente à existência de uma distância mínima entre condutores de 0,45 metros. Mesmo atendendo a que as distâncias serão inferiores, deve ser garantido sempre o mesmo isolamento, ou seja, tendo em conta que o ar apresenta um nível de isolamento de 3 kV/mm, o valor de isolamento equivalente é 1.350 kV. Todas as soluções técnicas a implementar deverão sempre cumprir este valor de isolamento.

6 ASPETOS CONSTRUTIVOS

Em troços longos de rede, em regra deverá ser colocado um apoio de reforço em cada 500 m aproximadamente, tendo em vista: assegurar uma maior estabilidade mecânica da rede, facilitar a respectiva construção e a eventual necessidade de substituição de cabos.

Visando evitar contactos acidentais de animais ou de objetos estranhos que possam provocar incidentes, todas as partes descobertas da rede compacta, tais como uniões, pontos de derivação, terminais de equipamentos, etc, deverão possuir coberturas protetoras, com excepção dos seccionadores que, sempre que possível, deverão ser montados em posição vertical.

Para a realização de trabalhos de manutenção, com a rede fora de tensão, devem poder ficar acessíveis pontos de ligação dos equipamentos de ligação à terra e em curto-circuito.

7 TRABALHOS EM REDES AÉREAS COMPACTAS

Em todos os aspetos relativos à segurança na construção, exploração e manutenção, deve-se considerar a rede compacta como rede convencional nua.

8 DESCARREGADORES DE SOBRETENSÕES

Devem ser instalados descarregadores de sobretensões (DST) de acordo com o preconizado no DRE-C10-001: Guia de Coordenação de Isolamento, nas seguintes situações de rede:

- Transições da Rede Compacta para outros tipos de redes;
- Apoios de fim de linha;
- Pontos de instalação de equipamentos de rede: seccionadores, OCR, transformadores, ...

Os DST utilizados na rede compacta devem possuir as características especificadas no DMA-C65-110¹⁾ e selecionados de acordo com o DRE-C65-110²⁾.

9 LIGAÇÕES À TERRA

As ligações à terra do neutro comum (Cabo Tensor) da rede compacta e do neutro do secundário de transformadores deverão ser realizadas em todos pontos de instalação de equipamentos.

O Tensor deverá também ser ligado à terra nos apoios de fim de linha.

10 CUIDADOS EXIGIDOS APÓS A CONSTRUÇÃO

Após a construção da rede e da respectiva colocação em tensão, devem ser seguidos os procedimentos habituais de manutenção de linhas aéreas, nomeadamente os relativos à inspeção com equipamento de termovisão, de modo a detetar a existência de pontos de aquecimento.

O decote de árvores deve ser realizado de modo a assegurar uma distância de 2,0 m entre os cabos e as árvores.

¹⁾ DMA-C65-110: Descarregadores de sobretensões de óxido de zinco sem explosores para redes de corrente alternada. Características e ensaios

²⁾ DRE-C65-110: Guia prático de selecção e disposição de descarregadores de sobretensões em instalações de AT e MT

ANEXO A
TABELAS DE FLECHAS DE MONTAGEM, DE TRAÇÕES DE MONTAGEM E DE FLECHAS MÁXIMAS

NOTA IMPORTANTE: A regulação do Cabo Tensor deve ser efetuada antes da montagem dos Cabos Condutores.

Conjunto: 252 AWA + 3x1/0 AWG 15 kV

Tabela de flechas de montagem (m)

Temperatura	Vão (m)								
°C	10	20	30	40	50	60	70	80	90
0	0,02	0,09	0,19	0,34	0,56	0,91	1,33	-	-
10	0,04	0,13	0,26	0,42	0,66	1,02	1,44	-	-
20	0,07	0,18	0,33	0,51	0,76	1,12	1,55	-	-
30	0,10	0,23	0,40	0,59	0,85	1,22	1,65	-	-

Tabela de tração de montagem (daN)

Temperatura	Vão (m)								
°C	10	20	30	40	50	60	70	80	90
0	190	191	192	193	181	160	149	-	-
10	111	128	143	154	153	143	138	-	-
20	60	90	111	127	134	130	128	-	-
30	40	69	92	109	119	120	120	-	-

Tabela de flechas máximas (50°C)

Temperatura	Vão (m)								
50°C	10	20	30	40	50	60	70	80	90
Flecha (m)	0,15	0,37	0,66	1,03	1,46	1,98	2,58	-	-
Tração (daN)	102	313	578	876	1195	1511	1839	-	-
Param. (m)	81	134	169	195	215	227	238	-	-

Conjunto: 252 AWA + 3x3/0 AWG 15 kV

Tabela de flechas de montagem (m)

Temperatura	Vão (m)								
	10	20	30	40	50	60	70	80	90
°C									
0	0,03	0,10	0,22	0,39	0,71	1,12	1,61	-	-
10	0,05	0,15	0,29	0,48	0,81	1,22	1,71	-	-
20	0,08	0,20	0,36	0,56	0,90	1,31	1,80	-	-
30	0,11	0,25	0,43	0,64	0,98	1,40	1,89	-	-

Tabela de tração de montagem (daN)

Temperatura	Vão (m)								
	10	20	30	40	50	60	70	80	90
°C									
0	161	163	165	167	143	130	123	-	-
10	111	128	125	136	126	120	116	-	-
20	60	90	101	116	113	111	110	-	-
30	40	69	92	101	103	104	105	-	-

Tabela de flechas máximas (50°C)

Temperatura	Vão (m)								
	10	20	30	40	50	60	70	80	90
50°C									
Flecha (m)	0,16	0,39	0,69	1,06	1,52	2,07	2,70	-	-
Tração (daN)	124	344	613	912	1212	1518	1833	-	-
Param. (m)	77	128	162	188	204	216	226	-	-

Conjunto: 252 AWA + 3x266,8 kcmil 15 kV

Tabela de flechas de montagem (m)

Temperatura	Vão (m)								
°C	10	20	30	40	50	60	70	80	90
0	0,03	0,12	0,26	0,51	0,91	1,39	1,97	-	-
10	0,06	0,17	0,33	0,60	0,99	1,48	2,05	-	-
20	0,09	0,22	0,40	0,67	1,07	1,56	2,13	-	-
30	0,12	0,27	0,47	0,75	1,15	1,63	2,21	-	-

Tabela de tração de montagem (daN)

Temperatura	Vão (m)								
°C	10	20	30	40	50	60	70	80	90
0	133	137	140	126	112	105	101	-	-
10	72	95	110	109	102	99	97	-	-
20	45	72	91	96	95	94	93	-	-
30	34	59	78	87	88	89	90	-	-

Tabela de flechas máximas (50°C)

Temperatura	Vão (m)								
50°C	10	20	30	40	50	60	70	80	90
Flecha (m)	0,17	0,41	0,73	1,13	1,63	2,21	2,88	-	-
Tração (daN)	156	390	665	968	1238	1531	1829	-	-
Param. (m)	73	121	155	178	192	203	213	-	-

Conjunto: 252 AWA + 3x1/0 AWG 30 kV

Tabela de flechas de montagem (m)

Temperatura	Vão (m)								
°C	10	20	30	40	50	60	70	80	90
0	0,03	0,12	0,26	0,51	0,91	-	-	-	-
10	0,06	0,17	0,33	0,60	0,99	-	-	-	-
20	0,09	0,22	0,40	0,67	1,07	-	-	-	-
30	0,12	0,27	0,47	0,75	1,15	-	-	-	-

Tabela de tração de montagem (daN)

Temperatura	Vão (m)								
°C	10	20	30	40	50	60	70	80	90
0	133	137	140	126	112	-	-	-	-
10	72	95	110	109	102	-	-	-	-
20	45	72	91	96	95	-	-	-	-
30	34	59	78	87	88	-	-	-	-

Tabela de flechas máximas (50°C)

Temperatura	Vão (m)								
50°C	10	20	30	40	50	60	70	80	90
Flecha (m)	0,16	0,41	0,73	1,14	1,61	-	-	-	-
Tração (daN)	153	440	791	1184	1603	-	-	-	-
Param. (m)	77	124	154	177	193	-	-	-	-

Conjunto: 252 AWA + 3x3/0 AWG 30 kV

Tabela de flechas de montagem (m)

Temperatura	Vão (m)								
	10	20	30	40	50	60	70	80	90
°C									
0	0,03	0,12	0,26	0,51	0,91	-	-	-	-
10	0,06	0,17	0,33	0,60	0,99	-	-	-	-
20	0,09	0,22	0,40	0,67	1,07	-	-	-	-
30	0,12	0,27	0,47	0,75	1,15	-	-	-	-

Tabela de tração de montagem (daN)

Temperatura	Vão (m)								
	10	20	30	40	50	60	70	80	90
°C									
0	133	137	140	126	112	-	-	-	-
10	72	95	110	109	102	-	-	-	-
20	45	72	91	96	95	-	-	-	-
30	34	59	78	87	88	-	-	-	-

Tabela de flechas máximas (50°C)

Temperatura	Vão (m)								
	10	20	30	40	50	60	70	80	90
50°C									
Flecha (m)	0,17	0,42	0,74	1,15	1,63	-	-	-	-
Tração (daN)	182	482	841	1240	1665	-	-	-	-
Param. (m)	75	121	151	174	191	-	-	-	-

Conjunto: 252 AWA + 3x266,8 kcmil 30 kV

Tabela de flechas de montagem (m)

Temperatura	Vão (m)								
	10	20	30	40	50	60	70	80	90
°C									
0	0,03	0,12	0,26	0,51	0,91	-	-	-	-
10	0,06	0,17	0,33	0,60	0,99	-	-	-	-
20	0,09	0,22	0,40	0,67	1,07	-	-	-	-
30	0,12	0,27	0,47	0,75	1,15	-	-	-	-

Tabela de tração de montagem (daN)

Temperatura	Vão (m)								
	10	20	30	40	50	60	70	80	90
°C									
0	133	137	140	126	112	-	-	-	-
10	72	95	110	109	102	-	-	-	-
20	45	72	91	96	95	-	-	-	-
30	34	59	78	87	88	-	-	-	-

Tabela de flechas máximas (50°C)

Temperatura	Vão (m)								
	10	20	30	40	50	60	70	80	90
50°C									
Flecha (m)	0,17	0,43	0,76	1,18	1,66	-	-	-	-
Tração (daN)	221	540	911	1319	1750	-	-	-	-
Param. (m)	73	117	147	170	187	-	-	-	-

Conjunto: 0052 AWA + 3x1/0 AWG 15 kV

Tabela de flechas de montagem (m)

Temperatura	Vão (m)								
°C	10	20	30	40	50	60	70	80	90
0	0,02	0,08	0,18	0,32	0,50	0,71	0,96	1,31	1,73
10	0,04	0,12	0,25	0,41	0,60	0,82	1,08	1,44	1,87
20	0,07	0,18	0,32	0,49	0,70	0,93	1,20	1,57	2,00
30	0,10	0,23	0,39	0,58	0,79	1,04	1,32	1,69	2,12

Tabela de tração de montagem (daN)

Temperatura	Vão (m)								
°C	10	20	30	40	50	60	70	80	90
0	381	388	395	401	407	412	415	395	379
10	223	261	293	318	338	354	367	359	352
20	122	182	227	262	290	312	330	330	329
30	81	140	187	224	255	280	301	306	309

Tabela de flechas máximas (50°C)

Temperatura	Vão (m)								
50°C	10	20	30	40	50	60	70	80	90
Flecha (m)	0,14	0,34	0,59	0,89	1,24	1,65	2,10	2,64	3,22
Tração (daN)	132	388	714	1083	1482	1906	2343	2769	3204
Param. (m)	84	146	191	225	251	273	291	303	314

Conjunto: 0052 AWA + 3x3/0 AWG 15 kV

Tabela de flechas de montagem (m)

Temperatura	Vão (m)								
°C	10	20	30	40	50	60	70	80	90
0	0,03	0,11	0,25	0,43	0,66	0,99	1,43	1,93	2,50
10	0,06	0,17	0,32	0,52	0,76	1,10	1,53	2,03	2,60
20	0,09	0,22	0,39	0,60	0,85	1,20	1,63	2,14	2,71
30	0,12	0,27	0,46	0,68	0,94	1,29	1,73	2,23	2,81

Tabela de tração de montagem (daN)

Temperatura	Vão (m)								
°C	10	20	30	40	50	60	70	80	90
0	269	282	293	301	307	293	278	269	263
10	145	194	228	251	267	266	259	255	252
20	90	147	187	216	238	244	243	243	243
30	68	120	160	192	216	226	230	232	234

Tabela de flechas máximas (50°C)

Temperatura	Vão (m)								
50°C	10	20	30	40	50	60	70	80	90
Flecha (m)	0,16	0,36	0,63	0,95	1,33	1,80	2,33	2,94	3,61
Tração (daN)	151	411	732	1089	1470	1835	2205	2580	2961
Param. (m)	78	137	179	211	235	250	262	272	280

Conjunto: 0052 AWA + 3x266,8 kcmil 15 kV

Tabela de flechas de montagem (m)

Temperatura	Vão (m)								
°C	10	20	30	40	50	60	70	80	90
0	0,03	0,11	0,25	0,43	0,66	0,99	1,43	1,93	2,50
10	0,06	0,17	0,32	0,52	0,76	1,10	1,53	2,03	2,60
20	0,09	0,22	0,39	0,60	0,85	1,20	1,63	2,14	2,71
30	0,12	0,27	0,46	0,68	0,94	1,29	1,73	2,23	2,81

Tabela de tração de montagem (daN)

Temperatura	Vão (m)								
°C	10	20	30	40	50	60	70	80	90
0	269	282	293	301	307	293	278	269	263
10	145	194	228	251	267	266	259	255	252
20	90	147	187	216	238	244	243	243	243
30	68	120	160	192	216	226	230	232	234

Tabela de flechas máximas (50°C)

Temperatura	Vão (m)								
50°C	10	20	30	40	50	60	70	80	90
Flecha (m)	0,16	0,37	0,64	0,97	1,35	1,82	2,36	2,97	3,64
Tração (daN)	188	472	809	1177	1569	1940	2315	2696	3082
Param. (m)	77	134	176	207	231	247	259	269	278

Conjunto: 0052 AWA + 3x1/0 AWG 30 kV

Tabela de flechas de montagem (m)

Temperatura	Vão (m)								
°C	10	20	30	40	50	60	70	80	90
0	0,02	0,08	0,18	0,32	0,50	0,71	0,96	-	-
10	0,04	0,12	0,25	0,41	0,60	0,82	1,08	-	-
20	0,07	0,18	0,32	0,49	0,70	0,93	1,20	-	-
30	0,10	0,23	0,39	0,58	0,79	1,04	1,32	-	-

Tabela de tração de montagem (daN)

Temperatura	Vão (m)								
°C	10	20	30	40	50	60	70	80	90
0	381	388	395	401	407	412	415	-	-
10	223	261	293	318	338	354	367	-	-
20	122	182	227	262	290	312	330	-	-
30	81	140	187	224	255	280	301	-	-

Tabela de flechas máximas (50°C)

Temperatura	Vão (m)								
50°C	10	20	30	40	50	60	70	80	90
Flecha (m)	0,15	0,36	0,63	0,96	1,36	1,81	2,31	-	-
Tração (daN)	188	537	970	1456	1982	2540	3117	-	-
Param. (m)	81	138	178	208	231	250	266	-	-

Conjunto: 0052 AWA + 3x3/0 AWG 30 kV

Tabela de flechas de montagem (m)

Temperatura	Vão (m)								
°C	10	20	30	40	50	60	70	80	90
0	0,03	0,11	0,25	0,43	0,66	0,99	1,43	-	-
10	0,06	0,17	0,32	0,52	0,76	1,10	1,53	-	-
20	0,09	0,22	0,39	0,60	0,85	1,20	1,63	-	-
30	0,12	0,27	0,46	0,68	0,94	1,29	1,73	-	-

Tabela de tração de montagem (daN)

Temperatura	Vão (m)								
°C	10	20	30	40	50	60	70	80	90
0	269	282	293	301	307	293	278	-	-
10	145	194	228	251	267	266	259	-	-
20	90	147	187	216	238	244	243	-	-
30	68	120	160	192	216	226	230	-	-

Tabela de flechas máximas (50°C)

Temperatura	Vão (m)								
50°C	10	20	30	40	50	60	70	80	90
Flecha (m)	0,15	0,37	0,64	0,98	1,37	1,82	2,34	-	-
Tração (daN)	219	584	1027	1520	2050	2611	3185	-	-
Param. (m)	80	136	175	204	227	247	262	-	-

Conjunto: 0052 AWA + 3x266,8 kcmil 30 kV

Tabela de flechas de montagem (m)

Temperatura	Vão (m)								
°C	10	20	30	40	50	60	70	80	90
0	0,02	0,10	0,21	0,37	0,57	0,81	1,15	-	-
10	0,05	0,14	0,28	0,46	0,67	0,92	1,27	-	-
0020	0,08	0,20	0,35	0,54	0,77	1,03	1,39	-	-
30	0,11	0,25	0,42	0,62	0,86	1,13	1,49	-	-

Tabela de tração de montagem (daN)

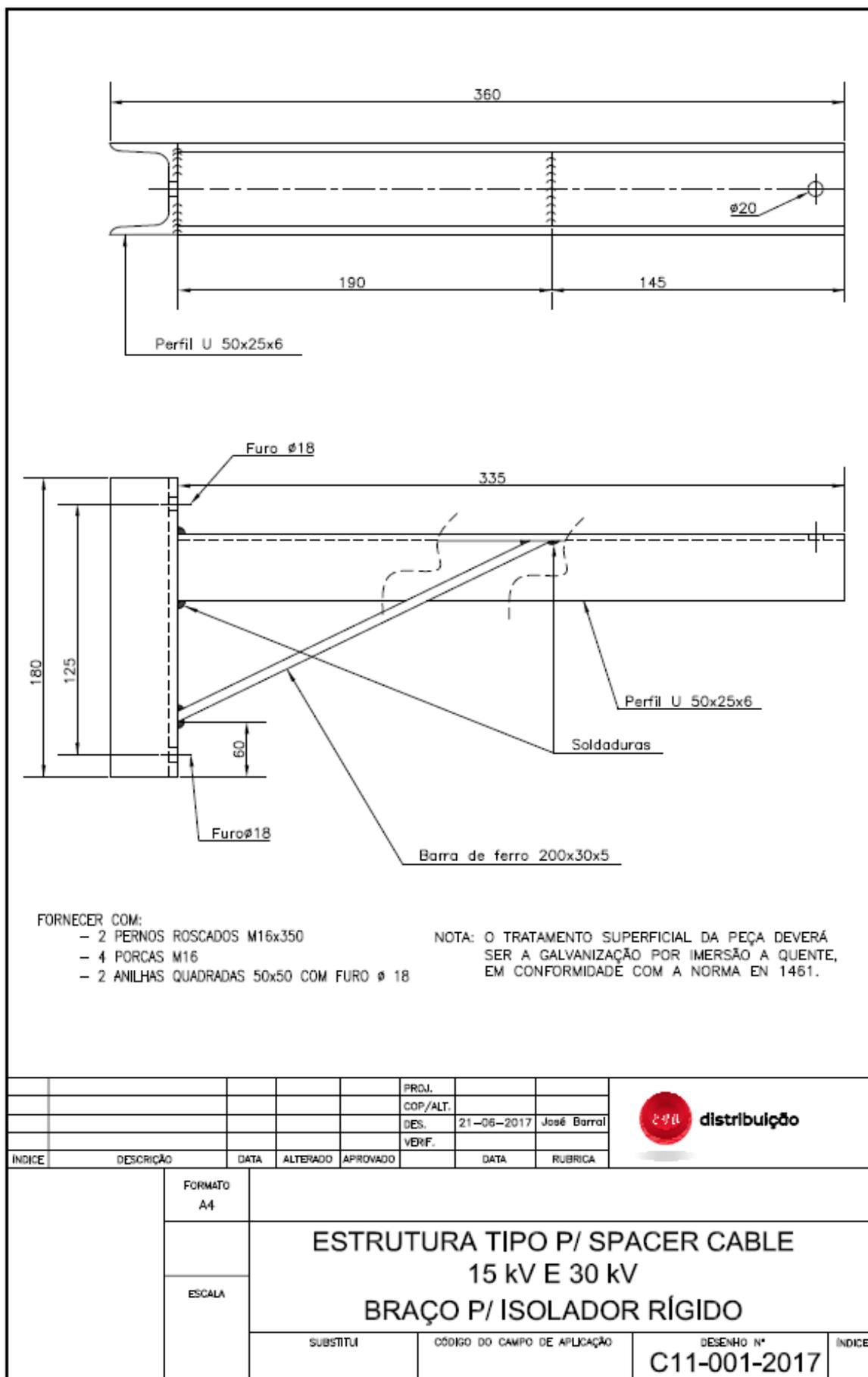
Temperatura	Vão (m)								
°C	10	20	30	40	50	60	70	80	90
0	324	334	343	351	356	361	344	-	-
10	180	225	259	284	303	317	312	-	-
20	103	163	206	239	264	284	287	-	-
30	74	129	173	208	236	258	266	-	-

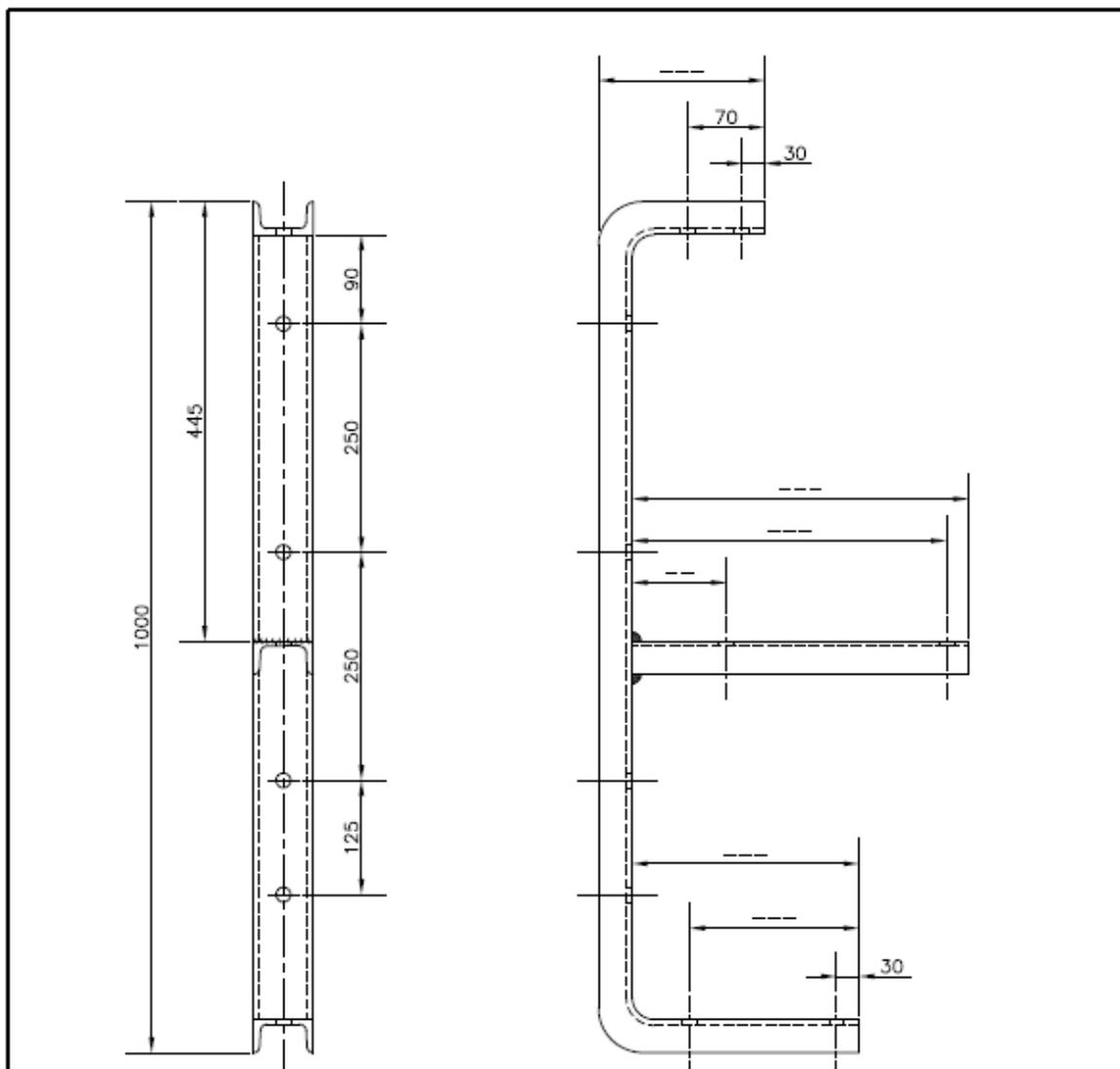
Resultado do cálculo para o estado de flecha máxima com os cabos Condutores (50°C)

Temperatura	Vão (m)								
50°C	10	20	30	40	50	60	70	80	90
Flecha (m)	0,16	0,38	0,67	1,02	1,43	1,89	2,46	-	-
Tração (daN)	256	638	1088	1582	2109	2652	3183	-	-
Param. (m)	76	129	167	196	219	237	249	-	-

**ANEXO B
DESENHOS**

N.º desenho	Designação desenho
C11-001-2017	Estrutura tipo p/ Spacer Cable – 15 e 30 kV - Braço p/ isolador rígido
C11-002-2017	Estrutura tipo p/ Spacer Cable – 15 kV - Armação p/ ângulos < 20 graus
C11-003-2017	Estrutura tipo p/ Spacer Cable – 15 e 30 kV - Armação para amarração/fim de linha/ ângulo/derivação
C11-004-2017	Estrutura tipo p/ Spacer Cable – 15 e 30 kV - Armação para derivação e alinhamento
C66-002A-2006	Armações de esteira horizontal p/ derivação - HRFSC/EDP 80-100-120
C66-015-2006	Ferragem suporte p/ DST/Cx terminal - Transição aérea/subterrânea
C66-026-2006	Ferragem OEV-R 16
C66-027-2006	Manilha para ferragem OEV-R 16
C66-046-2005	Manilha MU 16-82
C66-043-2005	Estribos - QZ 16-70-140 QZ 16-70-190 QZ 16-70-230

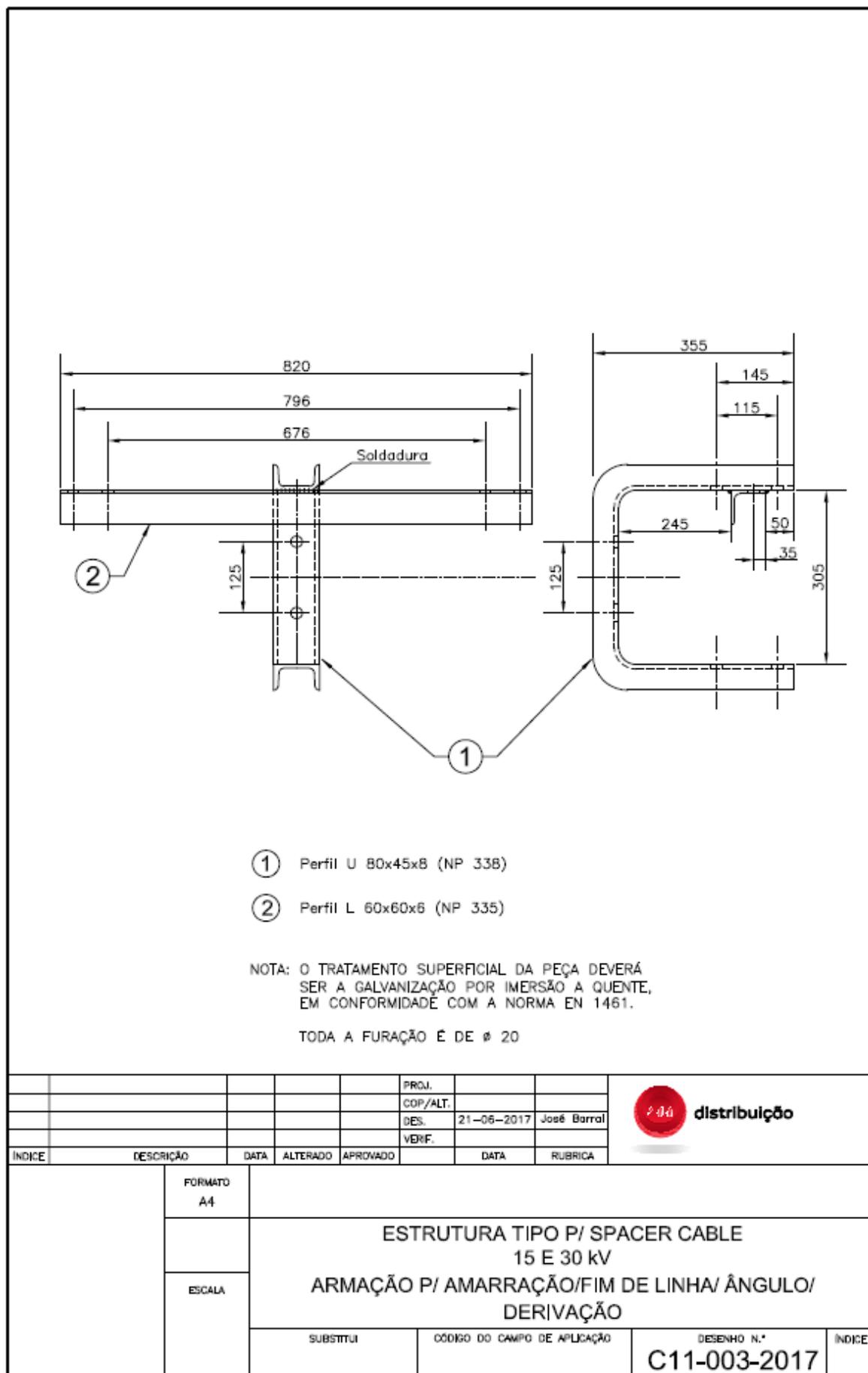


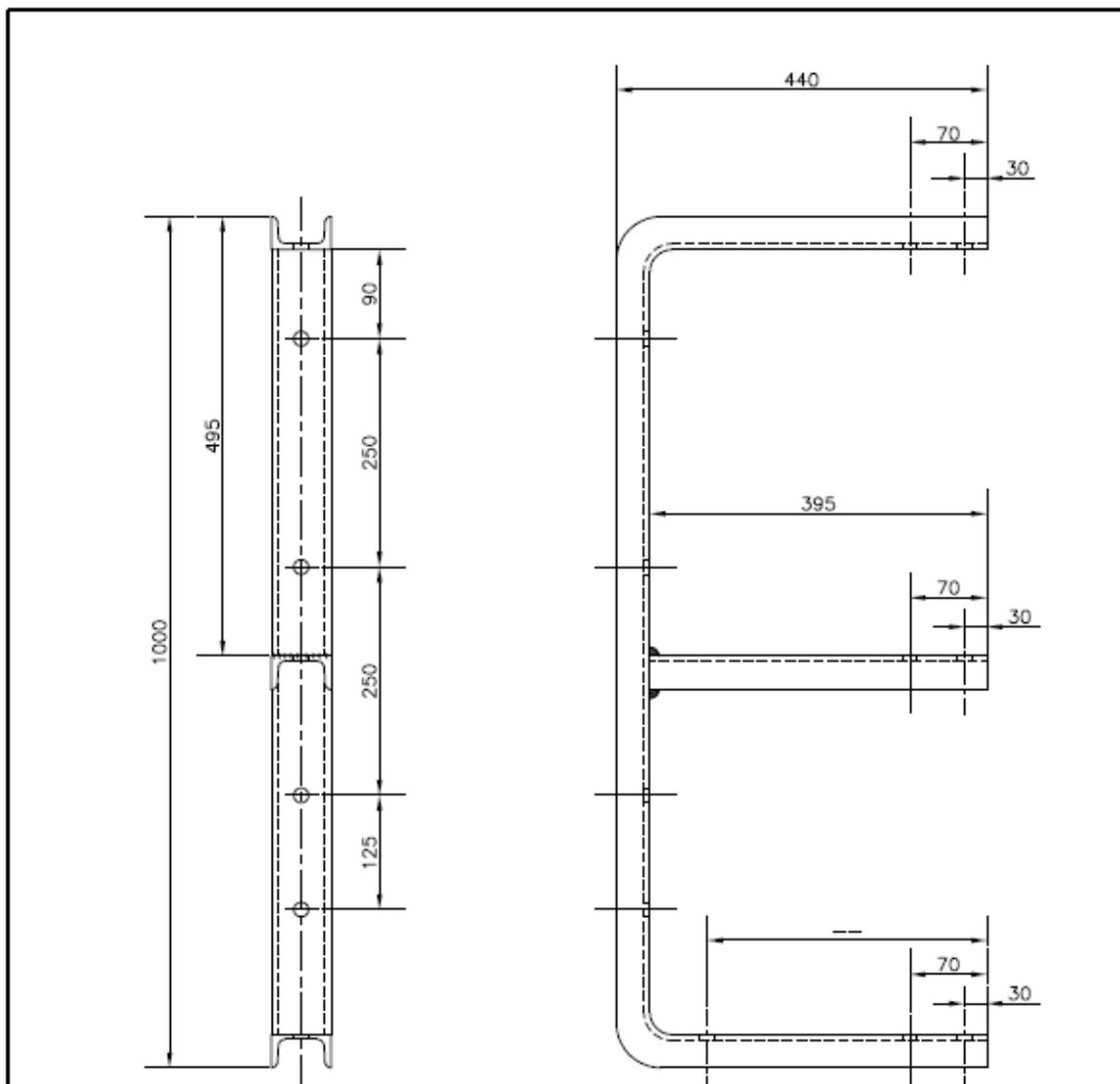


NOTAS:

- 1- PEÇA EM PERFIL U 80x45x8 (NP 338).
- 2- TODA A FURAÇÃO É DE \varnothing 20
- 3- O TRATAMENTO SUPERFICIAL DA PEÇA DEVERÁ SER GALVANIZADO POR IMERSÃO A QUENTE, EM CONFORMIDADE COM A NORMA EN 1461.

					PROJ.			
					COP/ALT.			
					DES.	21-06-2017	José Barral	
					VERIF.			
ÍNDICE	DESCRIÇÃO	DATA	ALTERADO	APROVADO		DATA	RUBRICA	
	FORMATO A4				ESTRUTURA TIPO P/ SPACER CABLE 15 kV ARMAÇÃO P/ ÂNGULOS < 20 graus			
	ESCALA				SUBSTITUI	CODIGO DO CAMPO DE APLICAÇÃO	DESENHO N.* C11-002-2017	ÍNDICE

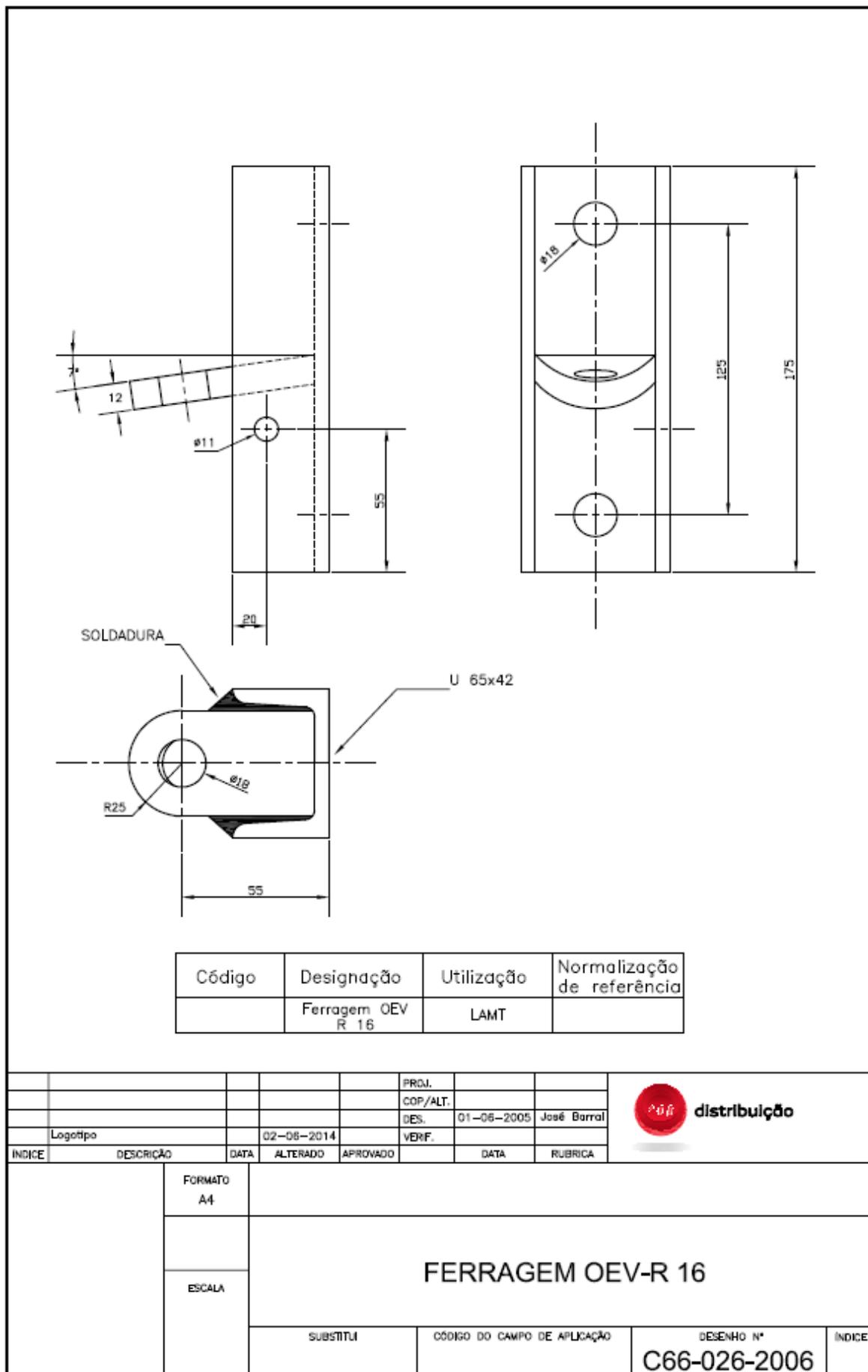


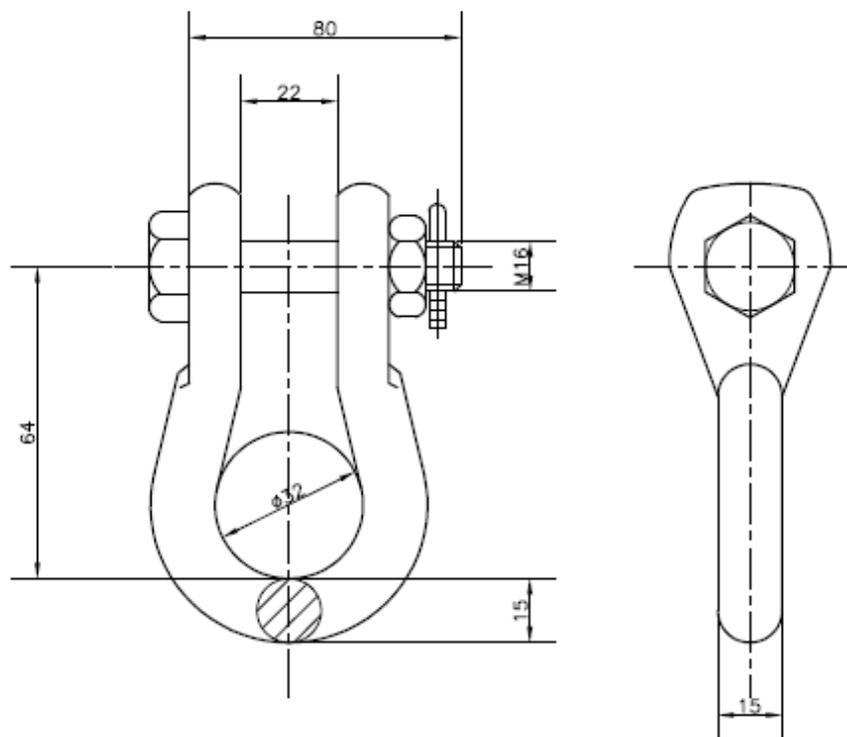


NOTAS:

- 1- PEÇA EM PERFIL U 80x45x8 (NP 338).
- 2- TODA A FURAÇÃO É DE ϕ 20
- 3- O TRATAMENTO SUPERFICIAL DA PEÇA DEVERÁ SER GALVANIZADO POR IMERSÃO A QUENTE, EM CONFORMIDADE COM A NORMA EN 1461.

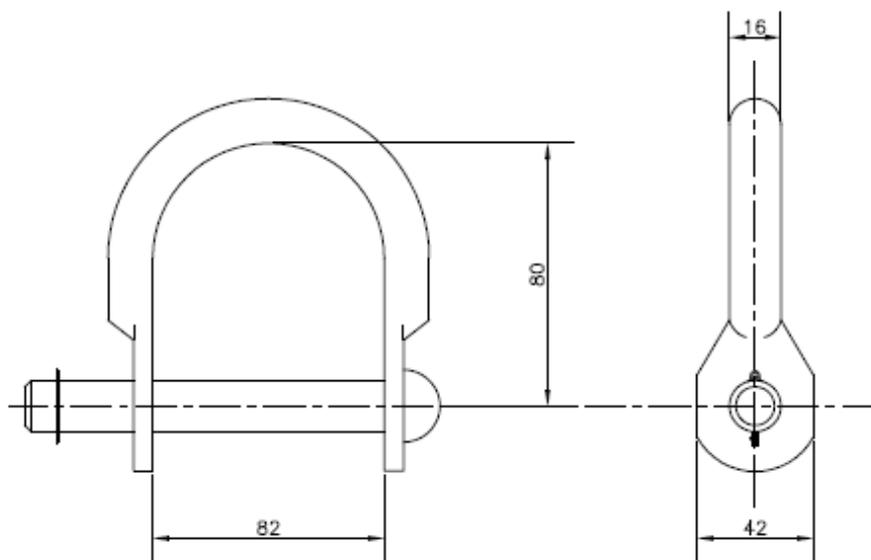
					PROJ.				
					COP/ALT.				
					DES.	21-07-2017	José Barral		
					VERIF.				
ÍNDICE	DESCRIÇÃO	DATA	ALTERADO	APROVADO		DATA	RUBRICA		
	FORMATO A4	ESTRUTURA TIPO P/ SPACER CABLE 15 E 30 kV ARMAÇÃO P/ DERIVAÇÃO E ALINHAMENTO							
	ESCALA								
					SUBSTITUI	CODIGO DO CAMPO DE APLICAÇÃO	DESENHO N.º	ÍNDICE	
							C11-004-2017		





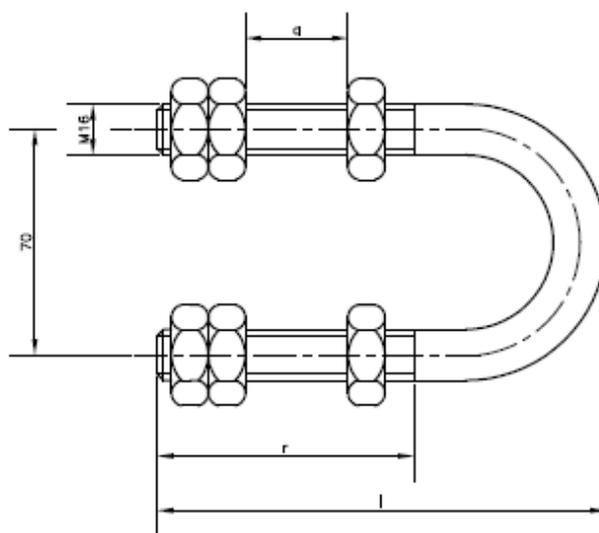
Código	Designação	Utilização	Normalização de referência
	Manilha ferrag OEV-R16	LAMT	

					PRJ.			
					COP/ALT.			
					DES.	01-06-2005	José Barral	
	Logotipo		02-06-2014		VERF.			
ÍNDICE	DESCRIÇÃO	DATA	ALTERADO	APROVADO	DATA	RUBRICA		
	FORMATO A4							
	ESCALA	MANILHA P/ FERRAGEM OEV-R 16						
		SUBSTITUI	CÓDIGO DO CAMPO DE APLICAÇÃO	DESENHO N°	ÍNDICE			
				C66-027-2006				



Código	Designação	Utilização	Normalização de referência
	Manilha Mu 16-82	Armações: TAN-VAN	Des n° 04.05.570 DGE

ÍNDICE	DESCRIÇÃO	DATA	ALTERADO	APROVADO	PROJ.	COP/ALT.	DES.	VERIF.	DATA	RUBRICA
	FORMATO A4						14-06-2005			José Barral
	ESCALA									
MANILHA MU 16-82										
	SUBSTITUI				CODIGO DO CAMPO DE APLICAÇÃO		DESENHO N°			ÍNDICE
							C66-046-2005			



Designação	Dimensões (mm)		
	l	r	a
QZ • 16 • 70 • 140	140	80	33
QZ • 16 • 70 • 190	190	130	83
QZ • 16 • 70 • 230	230	170	123

					PROJ.			
					LEV. TOP.			
					DES.	23-06-2005	José Barral	
					VERIF.	03-08-2005	Gaspar	
ÍNDICE	DESCRIÇÃO	DATA	ALTERADO	APROVADO		DATA	RUBRICA	
	FORMATO A4							
	ESCALA 1:2	ESTRIBOS QZ 16-70-140 QZ 16-70-190 QZ 16-70-230						
		SUBSTITUI	CÓDIGO DO CAMPO DE APLICAÇÃO			DESENHO N.º	ÍNDICE	
						C66-043-2005		