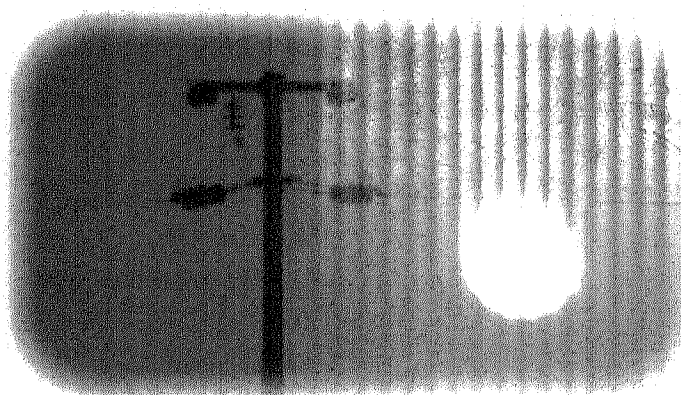


RELATÓRIO DE ESTÁGIO CURRICULAR



Projecto de Redes Eléctricas MT e BT

JUNHO 2004

621.3(047.3)
LEEC 2003/PAIh

RELATÓRIO DE ESTÁGIO CURRICULAR

Título:

Projecto de Redes Eléctricas de Média Tensão e Baixa Tensão, Postos de Transformação e Iluminação Pública.

Local de trabalho:

EDP – Distribuição Energia S.A.
Área de Rede do Ave Sousa – Departamento de Projecto e Construção
Lugar da Agra
4560 – Penafiel

Aluno:

Hugo Miguel Moras Paiva

Orientador FEUP:

Professor António C. S. Machado e Moura

Orientador da Empresa:

Eng.º Francisco Reis Moreira

Objectivos:

- Projecto e Construção de Linhas de Média Tensão
- Projecto e Construção de Redes de Baixa Tensão e Iluminação Pública
- Apreciação e Análise de Projectos de Loteamentos
- Projecto de Postos de Transformação

Estágio curricular do 5º ano da Licenciatura em Engenharia Electrotécnica e de Computadores, Ramo de Sistemas de Energia, com o apoio financeiro do programa de estágios no ensino superior do PODEP III.

621.3(067.3)/EEEC²⁰⁰³/PA16

Universidade do Porto	
Faculdade de Engenharia	
Biblioteca	
Nº	91277 7
CDU	621.3(067.3)
da	171 481200 7

Agradecimentos

Expresso aqui os meus agradecimentos a todas as pessoas que ajudaram neste estágio, contribuindo para o sucesso do mesmo.

Quero dirigir uma palavra de apreço ao meu orientador de estágio, o Professor Doutor António C. S. Machado e Moura, pela sua disponibilidade e pelo acompanhamento exercido durante os últimos meses. Ao Eng.º Francisco Reis Moreira, quero agradecer a oportunidade de ter efectuado o meu estágio curricular numa empresa de renome como a EDP. A postura desta empresa, no que respeita à integração de estagiários, é de louvar e um modelo a seguir. A todos os membros do grupo de trabalho onde estava inserido, os meus agradecimentos pelo apoio e auxílio prestado. A vossa colaboração foi essencial neste período de aprendizagem. Estendo ainda a minha gratidão, a todos os colegas de trabalho com os quais mantive contacto durante este estágio.

Agradeço, em geral, a todos os funcionários que tão bem me receberam e acompanharam ao longo do estágio, tornando a integração neste departamento fácil e rápida.

À minha família e pessoas mais próximas, um abraço pela atenção despendida.

Porto, Junho 2004

Hugo Paiva

Índice

1 – Introdução.....	4
2 – Projecto de Linhas Aéreas de Média Tensão.....	5
2.1 – Isoladores.....	6
2.2 – Armações.....	6
2.3 – Cálculo Eléctrico.....	7
2.4 – Cálculo Mecânico.....	9
2.5 – Maciços de Fundação.....	24
3 – Projecto de Rede Aérea de Baixa Tensão e Iluminação Pública.....	26
3.1 – Loteamento Codessos – Boavista.....	26
3.2 – Cálculo Eléctrico.....	27
3.3 – Cálculo Mecânico (Apoios).....	33
3.4 – Iluminação Pública.....	37
4 – Apreciação e Análise de Projectos de Loteamentos.....	41
4.1 – Análise de Projectos.....	41
5 – Projecto de Postos de Transformação.....	42
5.1 – Especificações Técnicas.....	42
5.2 – Intensidades de corrente nominais.....	44
5.3 – Intensidades de corrente de curto – circuito.....	45
5.4 – Dimensionamento do barramento.....	47
5.5 – Dimensionamento dos circuitos de ligação à terra.....	50
5.6 – Ventilação do posto de transformação.....	55
5.7 – Dimensionamento do depósito de óleo.....	56
6 – Conclusão.....	57
7 – Bibliografia.....	58
8 – Anexos.....	59
8.1 – Anexo I	
Projecto de Linhas Aéreas de Média Tensão.....	60
8.1.1 – Linha Carvalhosa – Aldusinde nº 273/PFR.....	61
8.1.2 – Linha Anciães – Boucinha nº 320/AMT.....	62
8.2 – Anexo II	
Projecto de Rede Aérea de Baixa Tensão e Iluminação Pública (Loteamento Codessos – Boavista).....	63
8.3 – Anexo III	
Apreciação e Análise de Projectos de Loteamentos.....	64
8.4 – Anexo IV	
Posto de Transformação.....	65

1 - Introdução

Este documento apresenta um relatório sucinto do trabalho desenvolvido pelo aluno Hugo Miguel Moras Paiva, enquanto Estagiário na empresa EDP – Distribuição, Departamento de Projecto e Construção – Penafiel, tendo como finalidade um contacto com as mais variadas técnicas de projecto de linhas de Média e Baixa Tensão, durante o 2º semestre do 5º ano da Licenciatura em Engenharia Electrotécnica e de Computadores, Ramo de Sistemas de Energia da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

Este objectivo permitiu um aprofundamento das matérias versadas na Faculdade sobre o projecto e construção de Linhas MT e BT e uma ligação mais estrita às condições reais de trabalho no âmbito empresarial.

O aluno apresentou-se na empresa a 1 de Março de 2004, dando por concluído o seu período de estágio no dia 30 de Maio de 2004. As partes envolvidas acordaram um regime de frequência diária com a duração de 8 horas, das 08:30h às 17:30h.

2 - Projecto de Linhas Aéreas de Média Tensão

Os pedidos de construção de linhas aéreas de média tensão, dão entrada na EDP devido a quatro situações:

- PT's de clientes de média tensão;
- PT's para alimentar novos clientes de baixa tensão;
- PT's de iniciativa da EDP (para melhoria da qualidade de serviço);
- Interligação de linhas já existentes.

A maioria dos casos que estudei foram os de PT's de iniciativa da EDP porque nesta fase do meu estágio a empresa está a apostar na melhoria da qualidade de serviço, assim sendo, os casos que apresento em estudo são de PT's para uma melhoria de funcionamento da rede em exploração. Encontra-se em anexo uma lista de todos os trabalhos realizados durante o tempo de estágio, espero que os trabalhos que selecionei sejam elucidativos e demonstrem claramente o processo que envolve projectar uma linha de média tensão.

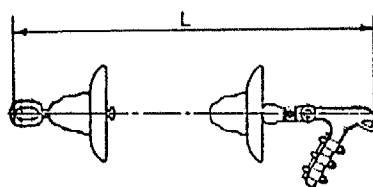
Com uma melhoria dos recursos informáticos e uma formação melhorada ao nível da programação, foram construídas, folhas de cálculo que permitiram uma rapidez e eficiência na execução de projectos, garantindo menos falhas relativamente aos dimensionamentos das instalações.

Assim sendo, apresento no relatório os cálculos efectuados passo a passo bem como as folhas de cálculo em que me suportei para a sua verificação, analisando os dois processos é obvio que nos deparamos com uma melhoria tanto de tempo utilizado como de menores hipóteses de erro, não esquecendo que antes da utilização das folhas de cálculo é necessário ter uma formação adequada e prática na matéria, esse nível só é atingido depois de muito trabalho, realizando todo o tipo de cálculos sem recurso aos meios informáticos.

2.1 - Isoladores

Nas linhas aéreas de alta tensão até 30 kV, inclusivé, podem utilizar-se isoladores rígidos ou isoladores de cadeia, devido às restrições existentes nos isoladores rígidos, optou-se pela utilização de isoladores de cadeia, constituindo cadeias de amarração ou suspensão.

Para as linhas de 15 kV, os isoladores normalmente utilizados são do tipo AAB 1404, em grupos de dois para isolamento normal (AS) ou em grupos de três para isolamento reforçado (ASR).



1- Cadeias de Amarração

2.2 - Armações

As armações normalizadas pela EDP Distribuição são as que colocam os condutores com as seguintes disposições:

- esteira horizontal;
- triângulo;
- galhardete;
- esteira vertical;
- pórtico.

As disposições mais utilizadas em derivações e finais de linha são as de esteira horizontal, enquanto que para o percurso normal utiliza-se normalmente a disposição em triângulo para não causar problemas de afastamento de condutores que poderia acontecer utilizando o galhardete.

Em anexo podemos encontrar os diferentes tipos de armações utilizadas nos projectos que realizei.

2.3 - Cálculo Eléctrico

Para efeito do cálculo eléctrico as linhas aéreas abrangidas, podem considerar-se curtas e funcionando sob tensões moderadas. Justifica-se por isso, que neste cálculo se adoptem as seguintes simplificações:

- Considera-se nula a admitância da linha;
- Admite-se que a queda de tensão de linha resulta, apenas, da soma de queda de tensão provocada na resistência da linha pela componente activa da corrente com a queda de tensão provocada na reactância indutiva da linha pela componente reactiva da corrente;
- Considera-se que a tensão no início da linha é igual à sua tensão nominal.

A expressão da queda de tensão da linha, resultante do diagrama de funcionamento assim simplificado é a seguinte:

$$\varepsilon = P \cdot L \cdot \frac{r_{40^{\circ}C} + x \cdot \operatorname{tg} \varphi}{U_c^2} \cdot 100$$

em que:

ε é a queda de tensão em percentagem
 P é a potência transmitida em MW
 L é o comprimento da linha em Km
 r é a resistência eléctrica indutiva em $\Omega \cdot \text{km}^{-1}$
 x é a reactância indutiva em $\Omega \cdot \text{km}^{-1}$
 U_c é a tensão composta nominal em kV
 φ é o ângulo de fase

Queda de tensão composta

Para uma linha com 45.87m de comprimento, em alumínio – aço de 50mm², destinada a alimentar um posto de transformação aéreo com 50 kVA, prevendo-se um factor de potência que corresponda a uma $\operatorname{tg} \varphi = 0.3$.

$$\varepsilon = 0.05 \cdot 0.04587 \cdot \frac{0.729 + 0.393 \cdot 0.3}{15^2} \cdot 100 = 0.00086\%$$

Os valores da resistência eléctrica (r) e da reactância indutiva (x) para os diferentes tipos de condutor, encontram-se nas tabelas em anexo.

Intensidade de corrente máxima admissível em regime permanente

Em anexo encontra-se a curva que indica a intensidade da corrente máxima admissível, em regime permanente, para uma linha em alumínio – aço de 50mm², em função da temperatura ambiente e considerando a temperatura máxima do condutor, observando a curva podemos concluir que a menor intensidade de corrente é de 85 A.

Intensidade da corrente de curto – circuito máximas admissíveis

A expressão que permite determinar a intensidade da corrente de curto – circuito máxima admissível pressupõe que a duração do curto – circuito é suficientemente baixa para que o aquecimento dos condutores seja adiabático e que são desprezáveis as variações, com a temperatura, do calor específico e da massa do material do condutor.

Essa expressão é a seguinte:

$$I_{\text{máx}} = \frac{1}{K_1 \cdot K_2} \cdot \frac{S}{\sqrt{t}} = \frac{1}{6.902 \cdot 1.732} \cdot \frac{49.48}{\sqrt{0.5}} = 16.9 \text{ kA}$$

em que:

$I_{\text{máx}}$ é o valor eficaz máximo admissível da corrente permanente de curto – circuito (kA)

S é a secção condutora, que nos cabos de alumínio – aço corresponde à secção do alumínio (mm²)

t é a duração do curto – circuito = 0.5 (s)

Os valores de K_1 e K_2 encontram-se na tabela seguinte:

Material do condutor	K_1 (mm ² /kA)	K_2
Cobre	4.419	1.685
Alumínio – aço	6.902	1.732
Ligas de alumínio	6.902	1.809

2.4 - Cálculo Mecânico

Os objectivos do cálculo mecânico de uma linha no que se refere aos seus condutores são:

- Determinar a tensão mecânica de montagem dos condutores, à qual estes devem ser submetidos na montagem da linha, conforme as condições climatéricas que se verificarem nesse momento, para assegurar que, os condutores nunca sejam solicitados por tensões mecânicas superiores à sua tensão de segurança. De acordo com as Recomendações para Linhas Aéreas de Alta Tensão Até 30kV, capítulo 9.3.3, temos acesso às fórmulas a aplicar para a determinação dos esforços sobre os apoios.

- Escolher convenientemente a altura dos postes de modo a que os condutores venham a verificar as distâncias mínimas impostas pelo Regulamento de Segurança de Linhas Eléctricas de Alta Tensão (RSLEAT), do meio que os envolve.

O cálculo mecânico ainda diz respeito ao dimensionamento dos respectivos apoios, à verificação da estabilidade dos tipos de apoios escolhidos e dos seus maciços de fundação.

Acção dos agentes atmosféricos sobre linhas aéreas.

No cálculo das linhas aéreas, o vento deverá considerar-se actuando numa direcção horizontal e a força proveniente da sua acção considerar-se-á paralela àquela direcção e será determinada pela expressão:

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

em que:

F , em newtons (N), é a força proveniente da acção do vento;

α , é o coeficiente de redução;

c , é o coeficiente de forma;

q , em (Pa), é a pressão dinâmica do vento;

s , em metros quadrados, é a área da superfície batida pelo vento.

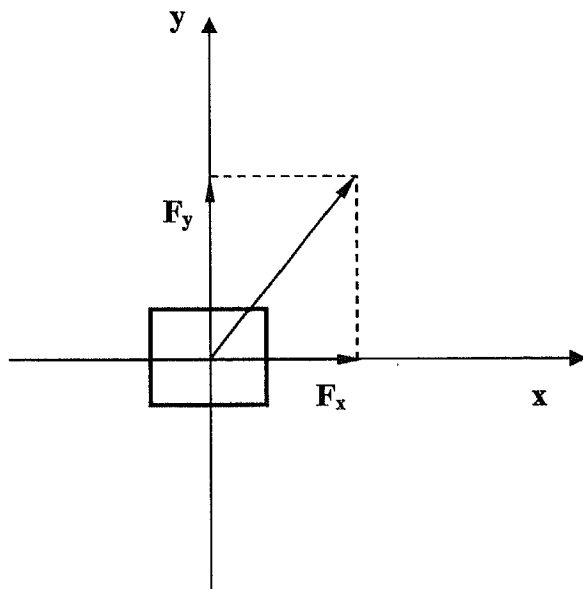
(De acordo com o RLSEAT)

Verificação da estabilidade dos apoios

A verificação da estabilidade dos apoios de uma linha aérea consiste em calcular as solicitações mecânicas que lhe são impostas, para depois escolher o tipo de apoio que melhor se adequa. As solicitações que são aplicadas podem ser de diversos tipos:

- Sobrecarga de vento sobre o apoio, travessas, isoladores e condutores e cabos de guarda;
- Trações mecânicas exercidas pelos condutores e cabos de guarda das linhas principais e derivadas;
- Peso do próprio apoio, das travessas, isoladores, dos condutores e cabos de guarda das linhas principais e derivadas.

2 - Forças a que os apoios são sujeitos



$$F_x + F_y \leq F_{\text{máx}}$$

em que $F_{\text{máx}}$ é a força máxima que o apoio está preparado para suportar.

Em anexo podemos encontrar os gráficos de esforços para apoios de betão e observar quais os valores das forças que ultrapassam a estabilidade do apoio.

Hipóteses de cálculo dos apoios de derivação

De acordo com o RLSEAT, artigo 58º:

- 1- Os apoios de derivação deverão ser calculados para as hipóteses seguintes, consideradas não simultaneamente:

Hipótese 1:

A sobrecarga de vento actuando, normalmente à direcção da linha principal se o apoio for de alinhamento ou segundo a direcção da bissectriz do ângulo, sobre o apoio, as travessas e os isoladores e sobre os condutores e os cabos de guarda da linha principal nos dois meios vãos adjacentes ao apoio;

Simultaneamente, a sobrecarga de vento actuando, com a direcção anteriormente considerada, sobre os condutores e os cabos de guarda no meio vão adjacente das linhas derivadas;

Simultaneamente, a resultante das componentes horizontais das tracções exercidas pelos condutores e pelos cabos de guarda da linha principal e das linhas derivadas à temperatura de +15°C, com vento actuando segundo a direcção atrás considerada;

Simultaneamente, o peso próprio do apoio, das travessas, dos isoladores, dos condutores e dos cabos de guarda da linha principal e das linhas derivadas;

Hipótese 2:

A sobrecarga do vento actuando, na direcção da linha principal o apoio for de alinhamento ou segundo a normal à bissectriz do ângulo da linha principal se o apoio for de ângulo, sobre o apoio, as travessas e os isoladores e sobre os condutores e os cabos de guarda da linha principal nos dois meios vãos adjacentes ao apoio;

Simultaneamente, a sobrecarga de vento actuando, com a direcção anteriormente considerada, sobre os condutores e os cabos de guarda no meio vão adjacente das linhas derivadas;

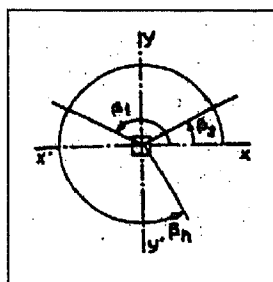
Simultaneamente, a resultante das componentes horizontais das tracções exercidas pelos condutores e pelos cabos de guarda da linha principal e das linhas derivadas à temperatura de +15°C, com vento actuando segundo a direcção atrás considerada;

Simultaneamente, o peso próprio do apoio, das travessas, dos isoladores, dos condutores e dos cabos de guarda da linha principal e das linhas derivadas;

Apoios de derivação (caso geral)

De acordo com as Recomendações para Linhas Aéreas de Alta Tensão Até 30kV, capítulo 9, quadro 9.12.

Hipótese 1 (vento perpendicular à linha principal ou paralelo à bissetriz do ângulo da linha principal):



- Esforço no sentido normal à linha principal ou no sentido da bissetriz do ângulo da linha principal (eixo yy)

$$F_y = 3 \cdot \left| \sum_{i=1}^n W_i \cdot \cos^2(\beta_i) \cdot S_i + \sum_{i=1}^n T_i \cdot \sin(\beta_i) \right|$$

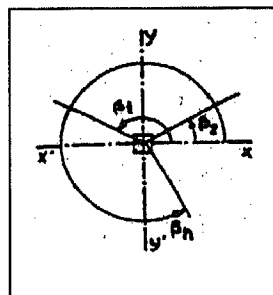
- Esforço no sentido da linha principal ou no sentido normal à bissetriz do ângulo da linha principal (eixo xx)

$$F_x = 3 \cdot \left| \sum_{i=1}^n T_i \cdot \cos(\beta_i) \right|$$

- Esforço vertical (eixo zz)

$$F_z = 3 \cdot \sum_{i=1}^n W'_i \cdot S_i$$

Hipótese 2 (vento paralelo à linha principal ou perpendicular à bissetriz do ângulo da linha principal):



- Esforço no sentido normal à linha principal ou no sentido da bissetriz do ângulo da linha principal (eixo yy)

$$F_y = 3 \cdot \left| \sum_{i=1}^n T_i \cdot \sin(\beta_i) \right|$$

- Esforço no sentido da linha principal ou no sentido normal à bissetriz do ângulo da linha principal (eixo xx)

$$F_x = 3 \cdot \left| \sum_{i=1}^n W_i \cdot \sin^2(\beta_i) \cdot S_i + \sum_{i=1}^n T_i \cdot \cos(\beta_i) \right|$$

- Esforço vertical (eixo zz)

$$F_z = 3 \cdot \sum_{i=1}^n W'_i \cdot S_i$$

Apoio de Derivação

Linha (Carvalhosa – Aldusinde Nº 273/PFR) – Mudança de posição do apoio existente para alimentação de um novo PT.

A linha principal de onde vamos derivar uma linha, chega ao nosso apoio com uma tensão máxima de montagem de $4daN/mm^2$, condutor Al – Aço $50mm^2$ e sai do mesmo com uma tensão de $15daN/mm^2$, Cu $16mm^2$

Para uma linha Al – Aço $50mm^2$:

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

$\alpha = 0,6$ para condutores e cabos de guarda

$c = 1,2$ para condutores com um diâmetro inferior a 12,5mm

$q = 750 \text{ Pa} = 75 \text{ Kgf} / m^2$ para a primavera (vento máximo)

$s = 9 \times 10^{-3} m^2 / m$

$$F = 9 \times 10^{-3} \times 1.2 \times 75 \times 0.6 = 0.486N$$

Para uma linha Cu $16mm^2$:

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

$\alpha = 0,6$ para condutores e cabos de guarda

$c = 1,2$ para condutores com um diâmetro inferior a 12,5mm

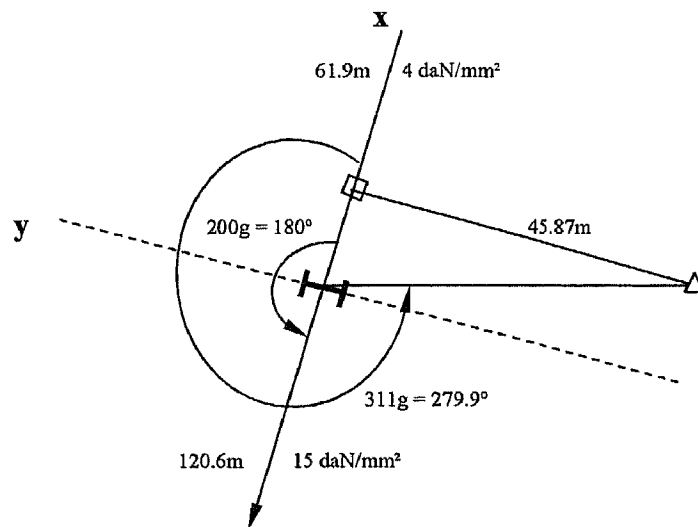
$q = 750 \text{ Pa} = 75 \text{ Kgf} / m^2$ para a primavera (vento máximo)

$s = 5.1 \times 10^{-3} m^2 / m$

$$F = 5.1 \times 10^{-3} \times 1.2 \times 75 \times 0.6 = 0.2754N$$

O primeiro passo consiste em escariar o apoio, de modo a que o seu eixo dos yy passe na bissectriz do ângulo existente α . Sabendo o ângulo α que a linha faz naquele apoio, os ângulos β_1 e β_2 , determinam-se da seguinte forma:

$$\beta_1 = 100 - \frac{\alpha}{2} ; \quad \beta_2 = 200 - \beta_1$$



3 – Representação dos Ângulos

W – Esforço unitário devido ao vento (daN/m)

$$W = \left[(\alpha \cdot c \cdot q \cdot d \cdot 10^{-3}) / 2 \right] \cdot 0.981$$

$W' = Wo/2$ – Peso unitário, em daN/m

Al – Aço $50mm^2 \Rightarrow W = 0.243$; $W' = 0.173/2 = 0.0865$

Cu $16mm^2 \Rightarrow W = 0.1377$; $W' = 0.1377/2 = 0.06885$

Hipótese 1:

Vento paralelo à bissetriz do ângulo da linha principal

$$F_y = 3 \cdot \left[0.243 \cdot 61.9 \cdot \cos^2(0^\circ) + 0.1377 \cdot 120.6 \cdot \cos^2(180^\circ) + 0.243 \cdot 45.87 \cdot \cos^2(279.9^\circ) + \right. \\ \left. + |49.48 \cdot 6 \cdot \sin(279.9^\circ) + 49.48 \cdot 4 \cdot \sin(0^\circ) + 15.89 \cdot 15 \cdot \sin(180^\circ)| \right] = 973.31 daN$$

$$F_x = 3 \cdot \left[49.48 \cdot 6 \cdot \cos(279.9^\circ) + 49.48 \cdot 4 \cdot \cos(0^\circ) + 15.89 \cdot 15 \cdot \cos(180^\circ) \right] = 31.8 daN$$

$$F_z = 3 \cdot [0.0865 \cdot 61.9 + 0.06885 \cdot 120.06 + 0.173 \cdot 45.87] = 52.87 daN$$

Hipótese 2:

Vento perpendicular à bissetriz do ângulo da linha principal

$$F_y = 3 \cdot [49.48 \cdot 6 \cdot \sin(279.9^\circ) + 49.48 \cdot 4 \cdot \sin(0^\circ) + 15.89 \cdot 15 \cdot \sin(180^\circ)] = 877.38 daN$$

$$F_x = 3 \cdot \left[0.243 \cdot 61.9 \cdot \sin^2(0^\circ) + 0.1377 \cdot 120.6 \cdot \sin^2(180^\circ) + 0.243 \cdot 45.87 \cdot \sin^2(279.9^\circ) + \right. \\ \left. + 49.48 \cdot 6 \cdot \cos(279.9^\circ) + 49.48 \cdot 4 \cdot \cos(0^\circ) + 15.89 \cdot 15 \cdot \cos(180^\circ) \right] = 64.288 daN$$

$$F_z = 3 \cdot [0.0865 \cdot 61.9 + 0.06885 \cdot 120.06 + 0.173 \cdot 45.87] = 52.87 daN$$

Tensão máxima de montagem $6 daN / mm^2$

Depois de analisados os esforços nas duas Hipóteses, podemos definir um apoio. Consultando o catálogo de apoios que contém os diagramas de esforços úteis, pode-se concluir que o Poste MM04 – 2250 da Cavan adapta-se às exigências dos esforços.

Hipóteses de cálculo dos apoios de ângulo

De acordo com o RLSEAT, artigo 57º:

- 1 - Os apoios de ângulo deverão ser calculados para as hipóteses seguintes, consideradas não simultaneamente:

Hipótese 1:

A sobrecarga de vento actuando, segundo a direcção da bissetriz do ângulo, sobre o apoio, as travessas e os isoladores e sobre os condutores e os cabos de guarda da linha principal nos dois meios vãos adjacentes ao apoio;
Simultaneamente, a resultante das componentes horizontais das tracções exercidas pelos condutores e pelos cabos de guarda à temperatura de $+15^\circ C$, com vento actuando segundo a direcção da bissetriz do ângulo;
Simultaneamente, o peso próprio do apoio, das travessas, dos isoladores, dos condutores e dos cabos de guarda;

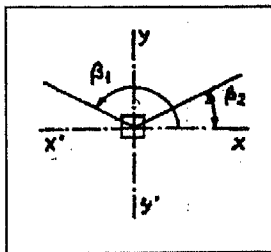
Hipótese 2:

A força horizontal, de valor igual a um quinto do da resultante das forças provenientes da acção do vento segundo a direcção da bissetriz do ângulo sobre os condutores e cabos de guarda nos dois meios vãos adjacentes ao apoio, actuando no eixo do apoio, na direcção normal à bissetriz do ângulo, à altura daquela resultante;
Simultaneamente, o peso próprio do apoio, das travessas, dos isoladores, dos condutores e dos cabos de guarda;

Apoios de ângulo (caso geral)

De acordo com as Recomendações para Linhas Aéreas de Alta Tensão Até 30kV, capítulo 9, quadro 9.10.

Hipótese 1 (vento perpendicular à linha principal ou paralelo à bissetriz do ângulo):



- Esforço no sentido normal à linha ou no sentido da bissetriz do ângulo (eixo yy)

$$F_y = 3 \cdot \left| \sum_{i=1}^2 W_i \cdot \cos^2(\beta_i) \cdot S_i + \sum_{i=1}^2 T_i \cdot \sin(\beta_i) \right|$$

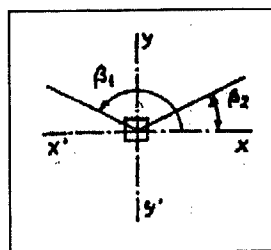
- Esforço no sentido da linha ou no sentido normal à bissetriz do ângulo (eixo xx)

$$F_x = 3 \cdot \left| \sum_{i=1}^2 T_i \cdot \cos(\beta_i) \right|$$

- Esforço vertical (eixo zz)

$$F_z = 3 \cdot \sum_{i=1}^2 W_i' \cdot S_i$$

Hipótese 2 (sem vento):



- Esforço no sentido da linha ou no sentido normal à bissetriz do ângulo (eixo xx)

$$F_x = \frac{1}{5} \cdot 3 \cdot \sum_{i=1}^2 W_i \cdot \cos^2(\beta_i) \cdot S_i$$

- Esforço vertical (eixo zz)

$$F_z = 3 \cdot \sum_{i=1}^2 W_i' \cdot S_i$$

Linha (Ansiães - Boucinha Nº 320/AMT)

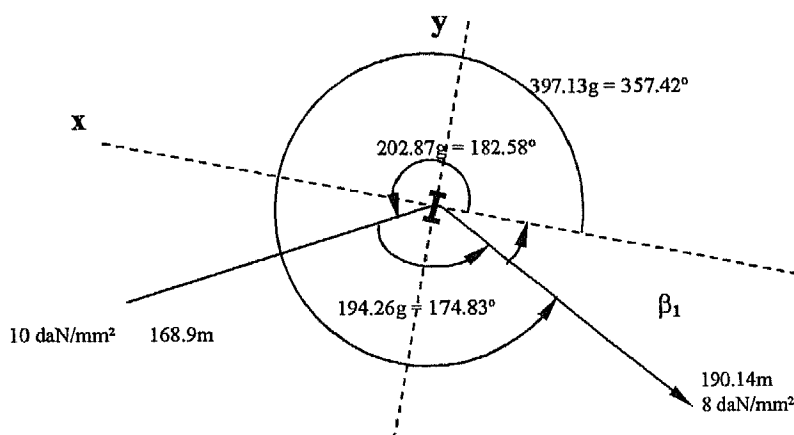
Poste nº 1

Apoio de ângulo

O apoio de derivação não vai ser calculado, porque o procedimento é o mesmo que foi utilizado para o cálculo da linha (**Carvalhosa – Aldusinde Nº 273**).

A linha que chega a este apoio, vai ser montada com uma tensão de 10 daN/mm^2 à chegada e uma tensão de 8 daN/mm^2 à saída.

Só é calculada a Hipótese 1, pois como nos é indicado no RLSEAT, “É desnecessária a verificação da Hipótese 2 em apoios de betão e em apoios metálicos de base quadrada”. Como no nosso caso vamos utilizar um apoio metálico de base quadrada, é desnecessária a verificação da Hipótese 2.



4 – Representação dos Ângulos

$$\beta_1 = 100 - \frac{\alpha}{2} = 100 - \frac{194.26}{2} = 2.87g = 2.583^\circ$$

$$\beta_2 = 200 + \beta_1 = 202.583g = 182.58^\circ$$

Hipótese 1:

Vento paralelo à bissetriz do ângulo da linha principal

$$F_y = 3 \cdot \left[0.243 \cdot 168.9 \cdot \cos^2(357.42^\circ - 180^\circ) + 0.243 \cdot 190.14 \cdot \cos^2(357.42^\circ - 180^\circ) + \right. \\ \left. + 49.48 \cdot 10 \cdot \sin(182.58^\circ - 180^\circ) + 49.48 \cdot 8 \cdot \sin(357.42^\circ - 180^\circ) \right] = 381.48 daN$$

$$F_x = 3 \cdot \left[49.48 \cdot 10 \cdot \cos(182.58^\circ - 180^\circ) + 49.48 \cdot 8 \cdot \cos(357.42^\circ - 180^\circ) \right] = 296.58 daN$$

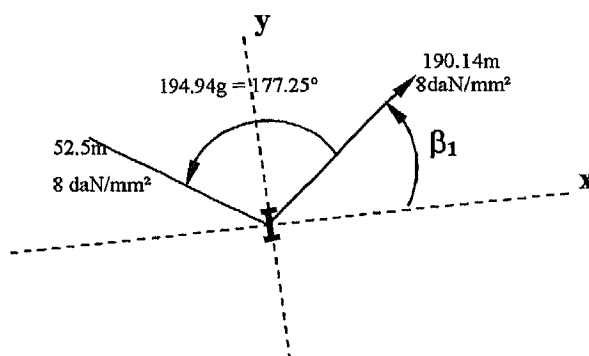
$$F_z = 3 \cdot [0.173 \cdot 168.9 + 0.173 \cdot 190.14] = 186.34 daN$$

Devido à morfologia do terreno é obrigatória a utilização de um apoio metálico, não sendo possível utilizar um apoio de betão, porque é impossível transportá-lo até ao local devido a não existirem acessos que permitam a passagem de veículos de grandes dimensões, então a nossa opção foi a de um apoio tipo F10CM/27m, sendo o apoio metálico de gama mais baixa utilizado pela EDP

Nota: Uma situação caricata que se passou em vários projectos de linhas de média tensão que realizei durante o meu estágio foi que, quando a morfologia do terreno não permite que sejam implantados postes de betão, têm que se recorrer a apoios metálicos, o que acontece é que apoios metálicos só são utilizados os superiores a 27 metros e em linhas antigas, a maioria dos apoios têm entre 13 e 15 metros, como se pode imaginar nem sempre podem ser utilizados esse tipo de apoios pois vão enforçar os anteriores ou precedentes.

Poste nº 2

Apoio de ângulo



$$\beta_1 = 100 - \frac{\alpha}{2} = 100 - \frac{196.94}{2} = 1.53g = 1.377^\circ$$

$$\beta_2 = 200 - \beta_1 = 198.47g = 178.62^\circ$$

Hipótese 1:

Vento paralelo à bissetriz do ângulo da linha principal

$$F_y = 3 \cdot \left[0.243 \cdot 52.5 \cdot \cos^2(1.377^\circ) + 0.243 \cdot 190.14 \cdot \cos^2(1.377^\circ) + \right. \\ \left. + 49.48 \cdot 8 \cdot \sin(1.377^\circ) + 49.48 \cdot 8 \cdot \sin(1.377^\circ) \right] = 233.86 daN$$

$$F_x = 3 \cdot \left[49.48 \cdot 8 \cdot \cos(1.377^\circ) + 49.48 \cdot 8 \cdot \cos(178.62^\circ) \right] = 0 daN$$

$$F_z = 3 \cdot [0.173 \cdot 52.5 + 0.173 \cdot 190.14] = 125.75 daN$$

Depois de analisados os esforços calculados na Hipótese 1, podemos definir um apoio de Betão. Consultando o catálogo de apoios que contém os diagramas de esforços úteis, pode-se concluir que o Poste MP00 – 600/22m da Cavan adapta-se às exigências dos esforços.

Determinação do Estado mais Desfavorável.

É usual definir três estados atmosféricos tipo para considerar as circunstâncias que se apresentam como mais desfavoráveis sob os diversos pontos de vista. Os agentes a considerar são o vento, o gelo e a temperatura, os três estados a considerar são, o estado de Inverno, o estado de Primavera e o estado de Verão.

O estado mais desfavorável é o que irá sujeitar os condutores da linha à maior tensão mecânica.

Estado de Inverno

Caracteriza-se em termos genéricos pela menor temperatura previsível para a região e pela existência de vento reduzido, e se as características daquela região o fizerem prever, pela possibilidade de existência de uma manga de gelo.

$$F_1 = \alpha \cdot c \cdot q_1 \cdot S_1$$

$$F_1 = 9 \times 10^{-3} \times 1.2 \times 30 \times 0.6 = 0.1944 N$$

$$m_1 = \frac{\sqrt{\omega^2 + F_1}}{\omega} = \frac{\sqrt{0.172^2 + 0.1944^2}}{0.172} = 1.51$$

Estado de Primavera

Caracteriza-se pela temperatura média previsível para a região e pela existência de ventos muito intensos, constituindo o que se designa por vento máximo habitual, não sendo de considerar a possibilidade de manga de gelo. O estado de primavera é também considerado por estado de vento máximo.

$$F_2 = \alpha \cdot c \cdot q_2 \cdot S_2$$

$$F_2 = 9 \times 10^{-3} \times 1.2 \times 75 \times 0.6 = 0.486 N$$

$$m_2 = \frac{\sqrt{\omega^2 + F_2}}{\omega} = \frac{\sqrt{0.172^2 + 0.486^2}}{0.172} = 3.01$$

Estado de Verão

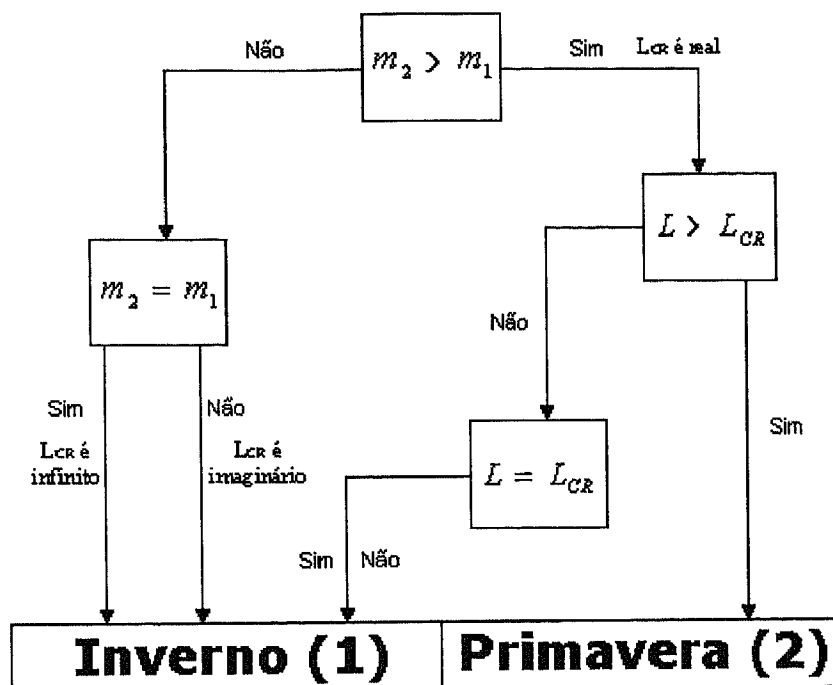
Caracteriza-se pela maior temperatura previsível, de acordo com as características da região, ausência de vento e ausência de manga de gelo. Nestas condições, no estado de verão, os condutores são submetidos à solicitação elástica apenas resultante do seu peso próprio e à solicitação térmica originada pela temperatura máxima, o que vai fazê-los adquirir a maior deformação e, portanto, a maior flecha. É por isso, que o estado de verão também é chamado estado de flecha máxima.

Cálculo do Vão Crítico

É o vão, relativo a uma dada tensão máxima, para o qual os condutores ficam sujeitos a essa tensão em ambos os estados e determina-se pela expressão:

$$L_{CR} = \frac{\sigma \cdot t_{\max}}{\omega} \cdot \sqrt{\frac{24 \cdot \alpha \cdot (\theta_2 - \theta_1)}{m_2^2 - m_1^2}} = \frac{49.48 \cdot 8}{0.172} \cdot \sqrt{\frac{24 \cdot 19 \cdot 10^{-6} \cdot (15 - (-5))}{3.01^2 - 1.51^2}} = 84.4 m$$

O estado mais desfavorável é determinado através de uma árvore de decisão.



6 - Árvore de decisão relativa à determinação do estado mais desfavorável

Cálculo da Tensão

A tensão de montagem é feita através da equação dos estados, permitindo para um dado vão de uma linha com as características conhecidas calcular a tensão mecânica nos condutores num estado atmosférico qualquer, desde que seja conhecido o seu valor noutra estado e os dois estados estejam definidos pelos valores das respectivas temperaturas e dos coeficientes de sobrecarga.

Equação dos Estados:

$$\theta_1 + \frac{t_1}{\alpha \cdot E} - \frac{m_1 \cdot \omega^2 \cdot L^2}{24 \cdot \alpha \cdot \sigma^2 \cdot t_1^2} = \theta_2 + \frac{t_2}{\alpha \cdot E} - \frac{m_2 \cdot \omega^2 \cdot L^2}{24 \cdot \alpha \cdot \sigma^2 \cdot t_2^2}$$

$$-5 + \frac{8}{19 \times 10^{-6} \cdot 8100} - \frac{3.01^2 \cdot 0.172^2 \cdot 45.87^2}{24 \cdot 19 \cdot 10^{-6} \cdot 49.48^2 \cdot 8^2} = 15 + \frac{t_2}{19 \times 10^{-6} \cdot 8100} - \frac{1.51^2 \cdot 0.172^2 \cdot 45.87^2}{24 \cdot 19 \cdot 10^{-6} \cdot 49.48^2 \cdot t_2^2} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow t_2 = 2.13 da / N$$

Afastamento dos Condutores

A fixação de um afastamento mínimo entre condutores tem em conta a possibilidade da eles oscilarem desencontradamente sob a acção do vento soprando normalmente à linha e a possibilidade de brusco desprendimento de uma eventual manga de gelo de um condutor, obrigando este a um movimento de chicote praticamente num plano vertical. O afastamento de condutores aumenta com a tensão nominal da linha e com a flecha, esta crescente com o vão.

De acordo com o RLSEAT, artigo 31º:

1 – Os condutores nus serão estabelecidos por forma a não poderem aproximar-se perigosamente, atendendo às oscilações provocadas pelo vento, não devendo entre eles observar-se uma distância D , em metros, arredondada ao decímetro, inferior à dada pelas expressões:

$$a) D = 0.75 \cdot k \cdot \sqrt{f + d} + \frac{U}{200}, \text{ Para linhas de 2ª classe;}$$

$$b) D = k \cdot \sqrt{f + d} + \frac{U}{150}, \text{ Para linhas de 3ª classe;}$$

em que:

f , em metros, é a flecha máxima dos condutores;

d , em metros, é o comprimento das cadeias de isoladores susceptíveis de oscilarem transversalmente à linha;

U , em kilovolts, é a tensão nominal da linha;

k é um coeficiente dependente da natureza dos condutores e cujo valor é:

0.6, para condutores de cobre, bronze, aço e alumínio-aço

0.7, para condutores de alumínio e de ligas de alumínio.

Como exemplo apresento aqui o cálculo do afastamento mínimo entre condutores para a linha **(Ansiães - Boucinha N° 320/AMT)**

Distância entre condutores 1º vão (168.9m)

$$D = 0.75 \cdot 0.6 \cdot \sqrt{f} + \frac{U}{200} \quad U = 15\text{kV}$$

$$f = \frac{L^2 \cdot 0.0035}{8 \cdot l} = \frac{168.9^2 \cdot 0.0035}{8 \cdot 3.54} = 3.5256 \Rightarrow D = 0.91995\text{m}$$

Distância entre condutores 2º vão (190.14m)

$$D = 0.75 \cdot 0.6 \cdot \sqrt{f} + \frac{U}{200} \quad U = 15\text{kV}$$

$$f = \frac{L^2 \cdot 0.0035}{8 \cdot t} = \frac{190.14^2 \cdot 0.0035}{8 \cdot 2.68} = 5.9019 \Rightarrow D = 1.1682\text{m}$$

Distância dos condutores às árvores artigo 28º

1 – Entre os condutores nus das linhas, nas condições de flecha máxima, desviados ou não pelo vento, e as árvores deverá observar-se uma distância D , em metros, arredondada ao décimo, não inferior à dada pela expressão

$$D = 2.0 + 0.0075 \cdot U$$

em que U , em Kilovolts, é a tensão nominal da linha.
O valor de D não deverá ser inferior a 2.5m.

Distância dos condutores às linhas de telecomunicações artigo 113º

Nos cruzamentos de linhas de alta tensão com linhas de telecomunicação, a distância mínima entre as duas linhas deverá obedecer ao disposto no nº 1 e 2 ou 3 do artigo 109.º, conforme se trate de linhas de alta tensão em condutores nus ou em cabos isolados.

Artigo 109º

1 – Nos cruzamentos de linhas de alta tensão em condutores nus com outras linhas de alta ou de baixa tensão, também em condutores nus, nas condições de flechas mais desfavoráveis, deverá manter-se uma distância D , em metros, arredondada ao décimo, não inferior à dada pela expressão

$$D = 1.5 + 0.01 \cdot U + 0.005 \cdot L$$

em que:

U , em kilovolts, é a tensão nominal da linha de maior tensão;
 L , em metros, é a distância entre o ponto de cruzamento e o apoio mais próximo da linha superior.

O valor de D não deverá ser inferior a 2m.

2.5 – Maciços de Fundação

Sempre que se pretenda construir uma linha aérea de média tensão, uma das suas fases preparatórias mais importante é o projecto que, no que diz respeito aos maciços de fundação de postes de betão, se torna uma tarefa muito repetitiva e portanto possível de um tratamento globalizado.

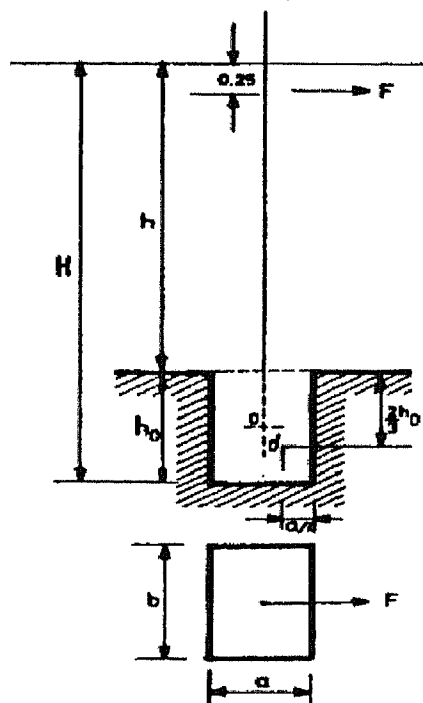
Os maciços têm a função de transmitir ao solo os esforços resultantes do seu peso próprio e das forças exteriores que lhe estão aplicadas (forças de tracção, forças devidas à acção do vento e peso, dos apoios e todos os outros componentes que lhe estão associados).

Estes diversos esforços conduzem a que os maciços podem ser solicitados à tracção, compressão, torção em torno de um eixo horizontal e mesmo à flexão.

Critérios utilizados nos cálculos

O cálculo dos maciços de fundação foi realizado, usando o método de Sulzberger recomendado no “Regulamento de Segurança de Linhas Eléctricas de Alta Tensão”.

Nestas recomendações apenas se consideram maciços de betão com forma paralelepipedica, por serem os de uso mais generalizado nas fundações dos postes de betão armado. O método Sulzberger só é aplicável a maciços construídos sem cofragem e com enchimento total da cova aberta no solo.



7 - **Figura:** Poste de betão com altura h , profundidade de enterramento h_0 , e sendo F a resultante das forças aplicadas reduzida a 0.25 m do topo do poste; a é a dimensão do maciço, em planta, paralela à direcção de força F e b a dimensão do maciço, em planta, normal àquela direcção.

Momento derrubante da força F em relação a um eixo de rotação situado em O' (a $2/3$ da profundidade de enterramento e a $1/4$ da largura do maciço medido do lado para onde se exerce a força F), que corresponde à situação de terrenos plásticos normais, é dado pela expressão seguinte:

$$M_d = F \cdot \left(h - 0.25 + \frac{2}{3} h_0 \right), [daN \cdot m]$$

Momento estabilizante tem duas componentes principais, uma das quais é devida ao encastramento do maciço no solo, e é dada por:

$$M_{e1} = \frac{b \cdot h_0^3}{36} \cdot C_0 \cdot \operatorname{tg} \alpha, [daN \cdot cm]$$

em que C_0 é o valor do coeficiente de compressibilidade do terreno à profundidade h_0 , dado por:

$$C_0 = \frac{C_{2m}}{2} \cdot h_0, [daN \cdot cm^{-3}]$$

sendo C_{2m} o valor do coeficiente de compressibilidade à profundidade de 2m.

A outra componente é devida à reacção do terreno no fundo da cova, provocada pelo peso do maciço de fundação, do apoio e dos condutores, e é dada por:

$$M_{e2} = P \cdot \left(\frac{a}{2} - 0.47 \cdot \sqrt{\frac{P}{b \cdot C_0 \cdot \operatorname{tg} \alpha}} \right), [daN \cdot cm]$$

em que P é o peso total do apoio e do maciço.

O peso da maciço é calculado pela expressão:

$$2400 \cdot \left(a \cdot b \cdot h_0 - \frac{P_{pe}}{2500} \right), [daN]$$

em que P_{pe} é o peso da parte enterrada do poste e $2400 \text{ daN} \cdot \text{m}^{-1}$ é o valor adoptado para o peso específico do betão.

A tabela em anexo contém o resultado da aplicação deste método aos tipos de postes usados habitualmente em linhas aéreas de média tensão. Foram considerados terrenos com coeficiente de compressibilidade a 2m de profundidade, de 7 e 10 daN/cm^3 .

Os maciços de fundação não são calculados na EDP Distribuição porque já está definido que para cada tipo de apoio está associado um certo maciço.

3 - Projecto de Rede Aérea de Baixa Tensão e Iluminação Pública

3.1 - Loteamento Codessos – Boavista

A realização deste projecto surgiu através de um pedido da Câmara Municipal de Paços de Ferreira.

Como se encontra numa zona rural a solução adoptada foi a de uma rede aérea.

Quando este projecto deu entrada no departamento de projecto e construção, foi necessária uma deslocação ao local para definir a localização dos apoios e para confirmar se a solução adoptada na planta seria de possível realização.

A construção deste loteamento, obrigou à implantação de um novo posto de transformação (aéreo de 160 kVA), como estamos perante uma zona rural, sobredimensionou-se este posto de transformação para se aproveitar duas das quatro saídas para melhorar a qualidade de serviço na zona.

Na EDP – Distribuição, houve a necessidade de se sistematizar processos tal como restringir os materiais empregues, por razões obviamente económicas mas também para facilitar a manutenção das redes. A normalização de materiais impõe que as opções entre materiais sejam muito menores, apresento de seguida uma tabela com as possíveis escolhas:

Tipos de Cabos de baixa tensão e Fabricantes Homologados

TIPO DE REDE	CABOS NORMALIZADOS	FABRICANTES
Rede BT Aérea	LXS 5x16 LXS 4x25+16 LXS 4x50+16 LXS 4x70+16 LXS 4x95+16	Solidal, Cunha Barros, Celcat, Cabelte, Quintas&Quintas, Alcobre
Rede IP Aérea	LXS 2x16 LXS 4x16	

Tipos de Postes para redes de baixa tensão e Fabricantes Homologados

POSTES PARA REDE BT	FABRICANTES
8/100, 8/200, 8/400 9/100, 9/200, 9/400, 9/600, 9/800, 9/1000 10/100, 10/200, 10/400, 10/600, 10/800, 10/1000 12/200, 12/400	Posterrede Cavan Prefabe Sirolis

3.2 - Cálculo Eléctrico

Potências de dimensionamento das redes

No dimensionamento das redes devem ter-se em conta as potências das instalações de utilização resultante das disposições regulamentares aplicáveis, afectadas dos coeficientes de simultaneidade e de utilização adequados.

As potências correspondentes às instalações de locais residenciais ou de uso profissional são afectadas dos coeficientes de simultaneidade (mínimos) seguintes:

Canalizações principais:

$$C = 0.2 + \frac{0.8}{\sqrt{n}} \quad \text{para locais residenciais ou de uso profissional (incluindo garagens e serviços comuns dos edifícios)}$$

$$C = 0.5 + \frac{0.5}{\sqrt{n}} \quad \text{restantes casos}$$

em que:

C é o coeficiente de simultaneidade;

N é o número de instalações de utilização;

Ramais – os que constam no artigo 25º do Regulamento de Segurança de Instalações Colectivas de Edifícios e Entradas.

Quedas de tensão

As secções dos condutores são determinadas por forma a que a queda de tensão, no ponto mais afastado da rede, não ultrapasse 8% nas zonas rurais e 6% nas urbanas.

Assim, devem dimensionar-se as redes de modo a não se ultrapassarem, nos pontos mais afastados, os valores de queda de tensão indicados no quadro seguinte.

As quedas de tensão são calculadas segunda a expressão:

$$\Delta U = \frac{L \cdot I_s}{33 \cdot S_F}$$

Quedas de tensão máxima admissíveis nas redes

	Canalizações principais	Ramais
Zona rural	6 %	2 %
Zona urbana Ou semi – urbana	5 %	1 %

Protecções contra sobrecargas

As canalizações devem ser protegidas contra sobrecargas segundo as seguintes regras:

$$I_s \leq I_n \leq I_z$$

$$I_f \leq 1.45 I_z$$

em que:

I_s é a corrente de serviço na canalização

I_z é a corrente máxima admissível na canalização em regime permanente

I_n é a corrente estipulada do fusível (NP – 3524)

I_f é a corrente convencional de fusão do fusível (NP – 3524)

Protecções contra curto – circuitos

A corrente estipulada dos aparelhos de protecção das canalizações contra curto – circuitos é determinada de modo que a corrente de curto – circuito seja cortada antes que os condutores possam atingir a sua temperatura limite admissível.

Na tabela seguinte estão indicados os comprimentos máximos das canalizações protegidas contra curto – circuitos por fusíveis de alto poder de corte do tipo gG (NP – 3524).

A corrente de curto - circuito é calculada pela expressão:

$$I_{cc} = \frac{0.95 \cdot U_s}{\rho \cdot \left(\frac{L_F}{S_F} + \frac{L_N}{S_N} \right)}$$

Cabos	In (A)	L _{máx} (m)	I _{cc} (A)	S (kVA)	Cabos	In (A)	L _{máx} (m)	I _{cc} (A)	S (kVA)
LSVAV 4x50 mm ² I _z = 150 A	125	205	600	86,6	LXS 5x16 mm ² I _z = 75 A	63	135	290	43,6
	100	230	540	69,3		50	180	220	34,6
	80	295	420	55,4		40	235	170	27,7
	63	430	290	43,6		32	320	125	22,2
	50	565	220	34,6					
LSVAV 4x95 mm ² I _z = 235 A	200	195	1200	138,6	LXS 4x25+2x16 mm ² I _z = 100 A	100	115	540	69,3
	160	270	870	110,9		80	150	420	55,4
	125	395	600	86,6		63	215	290	43,6
	100	440	540	69,3		50	285	220	34,6
	80	565	420	55,4		40	365	170	27,7
LVAV 3x150+70 mm ² I _z = 310 A	250	165	1460	173,2	LXS 4x50+2x16 mm ² I _z = 150 A	125	205	600	86,6
	200	200	1200	138,6		100	230	540	69,3
	160	275	870	110,9		80	295	420	55,4
	125	395	600	86,6		63	430	290	43,6
	100	440	540	69,3		50	565	220	34,6
LVAV 3x185+95 mm ² I _z = 355 A	315	150	2050	218,2	LXS 4x70+2x16 mm ² I _z = 190 A	160	200	870	110,9
	250	215	1460	173,2		125	290	600	86,6
	200	260	1200	138,6		100	325	540	69,3
	160	360	870	110,9		80	415	420	55,4
	125	520	600	86,6		63	600	290	43,6

Como exemplo apresento os cálculos de uma das saídas (SAIDA II) do posto de transformação que penso ser a mais complexa relativamente aos cálculos eléctricos e mecânicos.

SAIDA II

Esta saída (SAIDA II) foi dimensionada para alimentar 11 habitações unifamiliares com uma potência de 6.9 kVA cada e um campo de futebol com uma potência de 34.5 kVA.

Troço (PT – P14) – Cabo LXS 4x95+16

Cálculo da Potência:

$$S = n \cdot 6.9 \cdot \left(0.2 + \frac{0.8}{\sqrt{n}}\right) + n \cdot 34.5 \cdot \left(0.5 + \frac{0.5}{\sqrt{n}}\right) = 11 \cdot 6.9 \cdot \left(0.2 + \frac{0.8}{\sqrt{11}}\right) + 34.5 = 67.988 \text{ kVA}$$

$$I_S = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot 400} = \frac{67.988 \cdot 10^3}{692} = 98.248 \text{ A}$$

Cálculo da Queda de Tensão:

$$\Delta U = \frac{L \cdot I_S}{33 \cdot S_F} = \frac{192 \cdot 98.248}{33 \cdot 95} = 6.017 \text{ V}$$

$$\Delta U(\%) = 2.61\%$$

Cálculo Corrente de Curto – Circuito:

$$I_{cc} = \frac{0.95 \cdot U_S}{\rho \cdot \left(\frac{L_F}{S_F} + \frac{L_N}{S_N}\right)} = \frac{0.95 \cdot 230}{0.042 \cdot \left(\frac{192}{95} + \frac{192}{95}\right)} = 1287 \text{ A}$$

Protecções contra sobrecargas

$$I_n = 160 \text{ A}$$

Troço (P14 – P18) – Cabo LXS 4x95+16

Cálculo da Potência:

$$S = n \cdot 6.9 \cdot \left(0.2 + \frac{0.8}{\sqrt{n}} \right) + n \cdot 34.5 \cdot \left(0.5 + \frac{0.5}{\sqrt{n}} \right) = 10 \cdot 6.9 \cdot \left(0.2 + \frac{0.8}{\sqrt{10}} \right) + 34.5 = 65.756 \text{ kVA}$$

$$I_s = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot 400} = \frac{65.756 \cdot 10^3}{692} = 95.298 \text{ A}$$

Cálculo Queda de Tensão:

$$\Delta U = \frac{L \cdot I_s}{33 \cdot S_F} = \frac{192 \cdot 98.248 + 137 \cdot 95.298}{33 \cdot 95} = 10.182 \text{ V}$$

$$\Delta U(\%) = 4.43\%$$

Corrente de Curto – Circuito:

$$I_{cc} = \frac{0.95 \cdot U_s}{\rho \cdot \left(\frac{L_F}{S_F} + \frac{L_N}{S_N} \right)} = \frac{0.95 \cdot 230}{0.042 \cdot \left(2 \cdot \frac{192}{95} + 2 \cdot \frac{137}{95} \right)} = 751.1 \text{ A}$$

Protecções contra sobrecargas

$$I_n = 125 \text{ A}$$

Troço (P18 – P23) – Cabo LXS 4x70+16

Cálculo da Potência:

$$S = n \cdot 6.9 \cdot \left(0.2 + \frac{0.8}{\sqrt{n}} \right) = 3 \cdot 6.9 \cdot \left(0.2 + \frac{0.8}{\sqrt{3}} \right) = 13.701 \text{ kVA}$$

$$I_s = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot 400} = \frac{13.701 \cdot 10^3}{692} = 19.856 \text{ A}$$

Cálculo da Queda de Tensão:

$$\Delta U = \frac{L \cdot I_s}{33 \cdot S_F} = \frac{192 \cdot 98.248 + 137 \cdot 95.298}{33 \cdot 95} + \frac{143 \cdot 19.856}{33 \cdot 70} = 11.411V$$

$$\Delta U(\%) = 4.96\%$$

Cálculo da Corrente de Curto – Circuito:

$$I_{cc} = \frac{0.95 \cdot U_s}{\rho \cdot \left(\frac{L_F}{S_F} + \frac{L_N}{S_N} \right)} = \frac{0.95 \cdot 230}{0.042 \cdot \left(2 \cdot \frac{192}{95} + 2 \cdot \frac{137}{95} + 2 \cdot \frac{143}{70} \right)} = 472.23 A$$

Protecções contra sobrecargas

$$I_n = 80 A$$

3.3 - Cálculo Mecânico (Apoios)

No cálculo mecânico de redes aéreas de baixa tensão, o tipo de condutor, já foi definido no cálculo eléctrico, os objectivos do cálculo mecânico são:

Escolher convenientemente a altura dos postes de modo a que os condutores venham a verificar as distâncias mínimas ao solo e de todos os objectos do meio que os envolve.

O cálculo mecânico ainda diz respeito ao dimensionamento dos respectivos apoios, à verificação da estabilidade dos tipos de apoios escolhidos e dos seus maciços de fundação.

As indicações necessárias para efectuar o cálculo das redes aéreas encontram-se no Guia Técnico de redes aéreas de B.T. em condutores isolados agrupados em feixe (Torçada).

Valor da tensão máxima a aplicar aos feixes

Natureza das almas condutoras	S (mm ²)	D (mm)	$\sigma_{rot/2,5}$ (N/mm ²)	$\sigma_{máx}$ (N/mm ²)	T (N)
(a) Alu mí nio	16	20.4	47.5	47.5	3040
	25	23.4	48	48	4800
	50	29.9	48	30	6000
	70	34.7	48	21	5880
	95	39.8	48	16	6080
S – secção nominal do condutor d – diâmetro aparente do condutor σ_{rot} – tensão de rotura do condutor $\sigma_{máx}$ – tensão máxima do condutor T – tracção máxima do condutor					

Esforço devido ao vento:

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

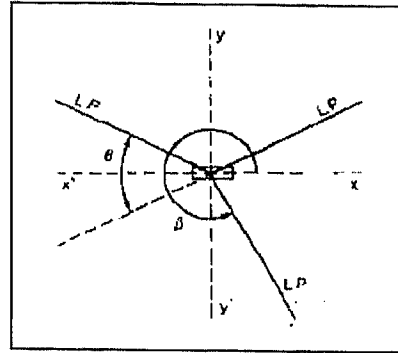
$$\alpha = 0.6; \quad c = 1.3; \quad q = 0.75 \cdot 750 = 563 \text{ N/m}^2$$

S = Área da superfície batida pelo vento, em m^2

$$F_v = 439 \cdot 10^{-3} \cdot d \cdot \alpha_m$$

Apoios de Derivação

Os apoios de derivação devem ser calculados considerando vento a actuar perpendicularmente à direcção da linha principal, se o apoio for de alinhamento, ou segundo a bissectriz do ângulo da linha principal, se o apoio for de ângulo.



Esforço no sentido da bissectriz do ângulo da linha principal:

$$F_y = 439 \cdot 10^3 \cdot \left(d \cdot \alpha_m \cdot \cos^2\left(\frac{\theta}{2}\right) + d' \cdot \frac{a'}{2} \cdot \cos^2(\beta) \right) + 2 \cdot T \cdot \sin\left(\frac{\theta}{2}\right) + T_D \cdot \sin(\beta)$$

onde a' é o comprimento do vão adjacente ao apoio da linha derivada

d – diâmetro aparente do feixe, em milímetros;

α_m – semi – soma dos vãos adjacentes;

T – tracção máxima do feixe da linha principal, em newtons;

T_D – tracção máxima do feixe da linha derivada, em newtons;

α – coeficiente de redução;

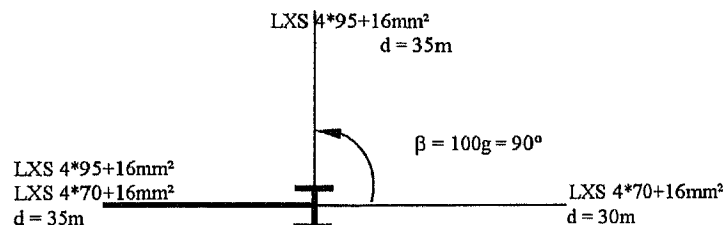
c – coeficiente de forma;

q – pressão dinâmica do vento, em newtons por milímetro quadrado.

Esforço no sentido perpendicular à bissectriz do ângulo da linha principal:

$$F_x = T_D \cdot \cos(\beta)$$

Apoio Nº5



$$F_y = 439 \cdot 10^{-3} \cdot \left((34.7 + 39.8) \cdot \frac{35}{2} + 34.7 \cdot \frac{30}{2} \right) \cdot \cos(0) + 39.8 \cdot \frac{35}{2} \cdot \cos^2(90) + (5880 + 6080) \cdot \sin(0) + 6080 \cdot \sin(90) = 7869.3N = 786.93daN$$

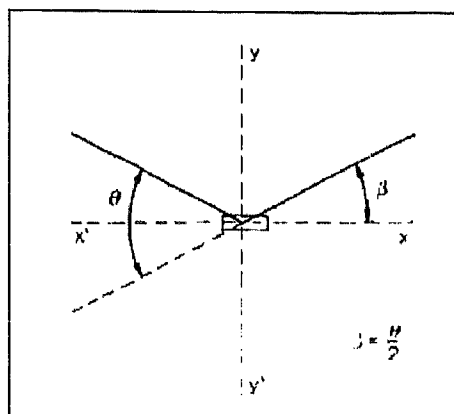
$$F_x = 6080 \cdot \sin(90) + 6080 + 5880 - 5880 = 6080N = 608daN$$

Depois de analisados os esforços calculados, já podemos definir um apoio. Consultando o catálogo de apoios que contém os diagramas de esforços úteis, pode-se concluir que o Poste BP02 – 1000/9m da Cavan adapta-se às exigências dos esforços.

Apoios de Ângulo

$$F = 2 \cdot T \cdot \sin \frac{\theta}{2} + 439 \cdot 10^{-3} \cdot d \cdot a_m \cdot \cos^2 \left(\frac{\theta}{2} \right)$$

onde θ é o ângulo de desvio do traçado



Apoio Nº6

$$\beta = 100 - \frac{158}{2} = 21g$$

$$\theta = 2 \times 21 = 42g = 37.8^\circ$$

$$F = 5880 \cdot \sin \left(\frac{37.8}{2} \right) + 4000 \cdot \sin \left(\frac{37.8}{2} \right) + 439 \cdot 10^{-3} \cdot \left(34.7 \cdot \frac{30}{2} + 29.9 \cdot \frac{33}{2} \right) \cdot \cos^2 \left(\frac{37.8}{2} \right) = 3598N = 359.8daN$$

Depois de analisados os esforços calculados, já podemos definir um apoio. Consultando o catálogo de apoios que contém os diagramas de esforços úteis, pode-se concluir que o Poste BP00 – 400/9m da Cavan adapta-se às exigências dos esforços.

Apoios de Alinhamento

Nos apoios de alinhamento em que haja igualdade de tensão mecânica e de secções dos condutores nos vãos adjacentes, o esforço sobre os apoios resume-se ao esforço devido ao vento, que é obtido pela expressão:

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

$$\alpha = 0.6; \quad c = 1.3; \quad q = 0.75 \cdot 750 = 563N/m^2$$

S = Área da superfície batida pelo vento, em m^2

$$F_v = 439 \cdot 10^{-3} \cdot d \cdot a_m$$

Sempre que exista desigualdade de tracções resulta um esforço longitudinal que deve ser considerado na escolha dos apoios.

Apoio N°12

$$F_v = 439 \cdot 10^{-3} \cdot 29.9 \cdot \frac{30 + 25}{2} = 360.97 N = 36.1 daN$$

Depois de analisados os esforços calculados, já podemos definir um apoio. Consultando o catálogo de apoios que contêm os diagramas de esforços úteis, pode-se concluir que o Poste BF00 – 200/9m da Cavan adapta-se às exigências dos esforços.

Apoios de Fim de Linha:

Os apoios de fim de linha devem ser calculados considerando o vento a actuar perpendicularmente à linha.

O esforço na direcção da linha é calculado pela expressão:

$$F_x = T$$

O esforço no sentido perpendicular à linha é calculado pela expressão:

$$F_y = 439 \cdot 10^{-3} \cdot d \cdot \frac{a}{2}$$

em que a é o comprimento do vão adjacente ao apoio, em metros.

Apoio N°23

$$F_x = T = 5880 N = 588 daN$$

$$F_y = 439 \cdot 10^{-3} \cdot 34.7 \cdot \frac{30}{2} = 228.5 N = 22.85 daN$$

Depois de analisados os esforços calculados, já podemos definir um apoio. Consultando o catálogo de apoios que contêm os diagramas de esforços úteis, pode-se concluir que o Poste BP00 – 600/9m da Cavan adapta-se às exigências dos esforços.

3.4 - Iluminação Pública

O loteamento de Codessos – Boavista está inserido numa zona rural e de acordo com a Portaria N°454/2001 de 5 de Maio Anexo 1 (Definição dos tipos «correntes» de focos luminosos a utilizar no município), adoptam-se como «correntes» os seguintes níveis de iluminação e tipos de luminárias, de lâmpadas de apoio:

1 – Iluminância e uniformidades globais recomendadas:

	Rede subterrânea	(b) Rede aérea
Centro, arruamentos e largos principais	15 lux	10 lux
Periferias	10 lux	5 lux
Uniformidade global (min. /méd.)	0.35	0.35

Neste loteamento está a ser dimensionada uma rede aérea

2 – Lâmpadas:

De arruamentos: VSAP 70W e 100W;

De jardim: VSAP 70W e 100W;
VM 80W e 125W.

3 – Braços e colunas:

Para redes aéreas:

Braços em tubo de ferro galvanizado, de acordo com o projecto tipo de Direcção – Geral da Energia.

A circulação nocturna de peões e veículos é garantida, com um máximo de segurança, conforto e rapidez, através de uma iluminação pública adequada. Este objectivo deverá ser atingido, dentro de limites aceitáveis para os custos do investimento inicial e da exploração, salvaguardando ao máximo o aspecto estético das vias iluminadas. A instalação de iluminação pública deve satisfazer peões e condutores, oferecendo-lhes boas condições de visibilidade.

Para se efectuar uma boa observação dos objectos, principalmente os seus contornos, será necessária uma uniformidade satisfatória da distribuição da luminância ao longo da via. Este factor é um dos mais importantes para o cálculo da instalação, estando o conforto visual directamente ligado ao grau de uniformidade obtido.

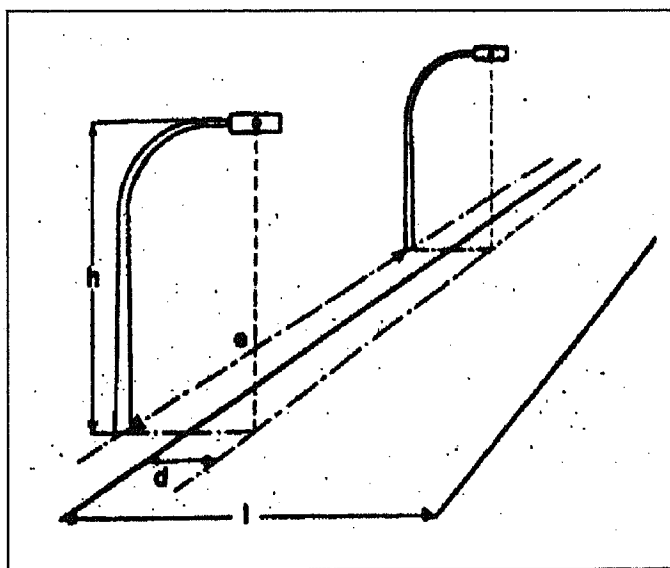
De uma forma resumida podemos enumerar os critérios de qualidade, em iluminação, pública, da seguinte maneira:

- nível de luminância e iluminância e suas uniformidades;
- iluminação das imediações da via;
- limitação do encadeamento;
- orientação visual.

Nos quadros em anexo podemos encontrar as recomendações do Comité Internacional de Iluminação (CIE), em relação à classificação das vias e às condições fotométricas a considerar para cada classe de via.

Cálculo de instalações de iluminação pública

A informação indispensável ao cálculo de uma instalação de iluminação pública compreende os dados da via, os valores das grandezas fotométricas consideradas para a classe da via em estudo e os dados das armaduras.



h – altura de montagem = 7.6m
l – largura da via = 7m
e – interdistância entre armaduras consecutivas = 35m
d – avanço da armadura = 0.75m

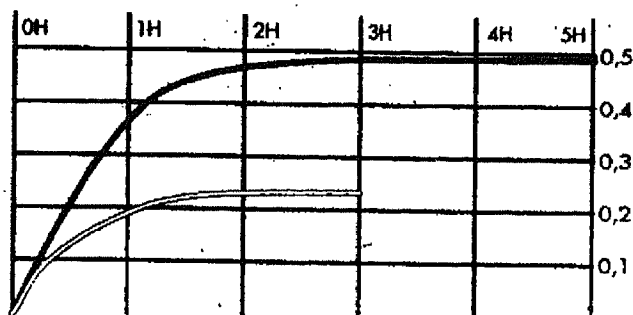
Fig. 8

As luminárias utilizadas são do tipo Sintra 1, podendo ser equipadas com lâmpadas até 150W de sódio em alta pressão, em anexo podemos encontrar as suas características.

Cálculo da iluminância média

O cálculo de uma instalação de iluminação baseia-se nos valores da iluminância média medida ao nível da superfície da via. Este cálculo é efectuado por meio de curvas isolux e de um reticulado, traçado à escala do diagrama isolux e correspondente ao troço representativo da via; é designado por método dos nove pontos. Trata-se, no entanto, de um processo muito laborioso que poderá ser substituído por um cálculo mais simples baseado nas curvas do factor de utilização K.

Curvas do factor de utilização K



Com o valor de K obtido, podemos então calcular a iluminância média na faixa em questão através da fórmula:

$$E = \frac{K \cdot \Phi}{e \cdot l} = \frac{0,35 \cdot 14500}{35 \cdot 7} = 20,7 \text{ lx}$$

em que:

E é o nível médio de iluminância horizontal (lx)

e é a interdistância entre armaduras = 35m

Φ é o fluxo luminoso total da armadura que ilumina a faixa em estudo = 14500 lm

l é a largura da faixa a iluminar = 7m

K é o coeficiente de utilização

Cálculo da luminância média

A luminância média numa faixa de via é a média aritmética das luminâncias pontuais da sua superfície. É calculada através das curvas iso – candela, com a quais se obtêm os valores ponto a ponto da superfície em questão.

A maneira mais simples e rápida de calcular a luminância média consiste na aplicação do método do factor de utilização de luminância o qual utiliza curvas, fornecidas pelos fabricantes, e a seguinte equação:

$$\bar{L} = \mu_L \cdot L \cdot \frac{\Phi \cdot q_0}{l \cdot e} = 0.75 \cdot 0.5 \cdot \frac{14500 \cdot 0.07}{7 \cdot 35} = 1.55 \text{ cd/m}^2$$

em que:

$\bar{L}$ é a luminância média inicial = 0.5 cd/m² (valor retirado da tabela em anexo)

μ_L é o factor de utilização de luminância

Φ é o fluxo luminoso por armadura = 14500 lm

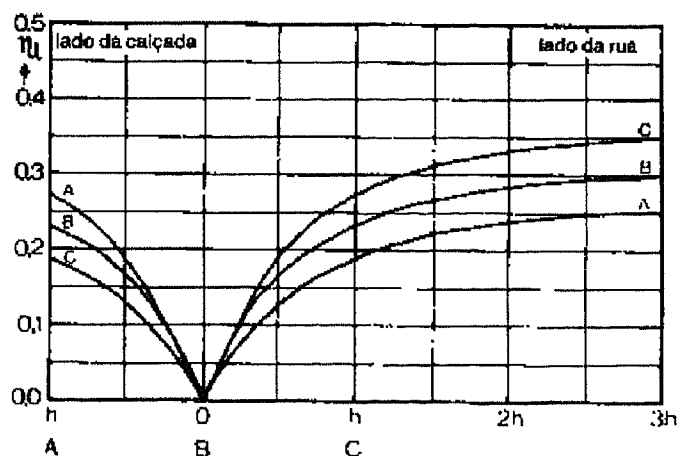
q_0 coeficiente de luminância médio, define o grau de reflexão da superfície da via = 0.07

l é a largura da via = 7m

e é a interdistância entre armaduras = 35m

Curvas do factor de utilização

As curvas são elaboradas para três posições do observador, A, B e C. O factor de utilização μ_L é a soma das contribuições dos dois ramos da curva, lado da berma e lado da estrada.



O estudo luminotécnico realizado para o loteamento Codessos – Boavista, foi efectuado com base num programa desenvolvido pela Schröder (Ulysse) para o efeito, em anexo são apresentados os respectivos estudos.

4 - Apreciação e Análise de Projectos de Loteamentos

4.1 - Análise de Projectos

Quando um projecto dá entrada no departamento, o objectivo é verificar se cumpre todas as regras impostas pela EDP – Distribuição, para tal existe um documento denominado “Guia de análise de projecto”. Neste documento, são apresentados os diversos elementos que um projecto de um loteamento deve ter para ser aprovado pela EDP:

- Constituição da Projecto
- Materiais Normalizados
- Aspectos Regulamentares
- Cálculos Eléctricos

Depois da análise ao projecto estar concluída, é contactado o técnico responsável, para corrigir os pontos que não foram verificados durante a análise do projecto.

O caso que estudei (Loteamento da Tapada Nova), não cumpria dois dos itens impostos, os armários de distribuição não eram os normalizados e as condições de sobrecarga que foram calculadas com o apoio de uma folha de cálculo, verificou-se que as canalizações não estavam protegidas contra sobrecargas segundo as seguintes regras: $I_s \leq I_n \leq I_z$; $I_f \leq 1.45 I_z$. Em anexo apresento o guia de análise em que se baseou a minha apreciação do projecto em causa.

5 - Projecto de Postos de Transformação

Quando um projecto de loteamento necessita de um posto de transformação privativo, por não haver condições de alimentação pela rede existente, condições estas definidas por um outro departamento da EDP (Planeamento), nesse mesmo projecto vêm referida a potência do transformador e o tipo de posto de transformação a construir, normalmente do tipo EDP, o que significa ser normalizado e então automaticamente aprovado pelo técnico responsável que analisa o projecto.

O estudo que apresento foi feito a um posto de transformação para instalação no exterior, composto por celas pré - fabricadas em invólucro metálico, instalado numa cabina monobloco, de dimensões 3900 x 2500 e altura útil de 2400 mm, em betão armado, contendo um transformador com uma potência de 400 kVA.

5.1 - Especificações Técnicas:

Rede de alimentação

A rede de alimentação do Posto será subterrânea a uma tensão de 15 kV e à frequência de 50 Hz.

A potência de curto-circuito máxima da rede de alimentação será de 350 MVA.

Aparelhagem de média tensão

Características gerais da cela

- Tensão estipulada: 17,5 kV
- Tensão de isolamento:
de curta duração a 50 Hz/1 minuto : 38 kV eff.
à onda de choque (1,2/50 μ s) : 95 kV crista
- Intensidade estipulada da entrada: 400 A
- Intensidade estipulada para cela fusível : 200 A
- Intensidade estipulada de curta duração admissível :
durante 1segundo 16kA eff.
- Valor de crista da intensidade estipulada de curta duração admissível:

50 kA crista i.é. 2.5 vezes a intensidade estipulada de curta duração admissível.

Transformador

O transformador a instalar, de fabrico EFACEC, empregará a tecnologia de enchimento integral em banho de óleo mineral, terá arrefecimento natural e será de perdas extra reduzidas.

As suas características mecânicas e eléctricas estarão de acordo com a recomendação internacional,

Norma DMA C52/125-N (EDP Distribuição, 2001) e apresentam-se de seguida:

- Potência estipulada:	400 kVA
- Tensão estipulada primária:	15000 V
- Regulação no primário:	+ - 2x2.5%
- Tensão estipulada secundária em vazio:	420 V
- Tensão de curto-circuito:	4 %
- Grupo de ligação:	Dyn5
- Tensão de ensaio à onda de choque (1,2/50 μ s) :	95 kV crista
- Tensão de ensaio a 50 Hz 1 min	38 kV

Acessório: Termómetro com 2 contactos NA (alarme e disparo)

Ligação no lado do primário (AT) :

A ligação no lado primário será feita por três cabos monocondutores do tipo LXHIOV - 8,7 / 15 kV, 1 x 120 mm² e sua ligação através de extremidades termoretrácteis de 17,5 kV e de terminais bimetálicos de 120 mm² ao transformador de potência (lado de AT) e à cela CIS.

Ligação no lado do secundário (BT) :

A ligação no lado secundário será feita por e sua ligação através de terminais bimetálicos ao transformador de potência (lado de BT) e ao Quadro Geral de Baixa Tensão.

Cálculos justificativos

De forma a construir um Posto de Transformação que cumpra os objectivos a que foi proposto e simultaneamente respeite a segurança de pessoas e bens, impõe-se o cálculo de algumas grandezas eléctricas fundamentais. O conhecimento dos valores destas grandezas para cada caso particular permite a adequada escolha de técnicas e materiais a usar.

Nas secções seguintes são apresentados os cálculos efectuados e respectiva adequação dos equipamentos escolhidos.

5.2 - Intensidades de corrente nominais

No cálculo das intensidades de corrente nominais nos circuitos de Alta Tensão e Baixa Tensão, considera-se que os transformadores estão em regime de exploração trifásico equilibrado.

Considera-se, também, que o sentido do fluxo de energia é da Alta Tensão para a Baixa Tensão. Este pressuposto é importante, pois no cálculo das correntes nominais é necessário considerar as perdas do transformador. No caso do fluxo de energia ser o inverso estas perdas serão consideradas na expressão de I_{AT} e não na expressão de I_{BT} .

Circuito de Alta Tensão

A intensidade de corrente no circuito de Alta Tensão é calculada através da seguinte expressão:

$$I_{AT} = \frac{S}{U_{AT} \times \sqrt{3}} \quad (A)$$

Onde:

S - Potência nominal do transformador, = 400 kVA.

U_{AT} - Tensão composta na Alta Tensão, = 15 kV.

I_{AT} - Intensidade de corrente nominal no circuito de Alta Tensão, em A.

Circuito de Baixa Tensão

A intensidade nominal de corrente no circuito de Baixa Tensão é calculada através da seguinte expressão:

$$I_{BT} = \frac{S - W_{cu} - W_{fe}}{U_{BT} \times \sqrt{3}} \times 10^3 \quad (A)$$

Onde:

S - Potência nominal do transformador = 400 kVA.

U_{BT} - Tensão composta em carga na Baixa Tensão = 0.4 kV.

W_{cu} - Perdas por efeito de Joule nos enrolamentos, em kW.

W_{fe} - Perdas no circuito magnético por correntes de Foucault e histerese, em kW.

I_{BT} - Intensidade nominal de corrente no circuito de Baixa Tensão, em A.

Substituindo os valores respectivos nas expressões anteriores, obtemos os seguintes resultados:

Intensidade Nominal na Alta Tensão = 15,396 A

Intensidade Nominal na Baixa Tensão = 602 A

5.3 - Intensidades de corrente de curto - circuito

As intensidades de corrente de curto-circuito são calculadas em função da potência de curto - circuito da rede, S_{ccR} , da tensão de curto-circuito do transformador e pressupondo que os curto-circuitos são trifásicos simétricos. De todos os tipos de defeito possíveis, esta é a que conduz aos valores máximos das intensidades de corrente.

O valor de S_{ccR} é fornecido pela Empresa Distribuidora de Energia Eléctrica, e a tensão de curto-circuito do transformador é fornecido pelo fabricante.

Intensidade de corrente de curto-circuito na Alta Tensão

A intensidade de corrente de curto-circuito na Alta Tensão poderá ser provocada por um curto-circuito no lado da Alta Tensão ou no lado da Baixa Tensão. Esta intensidade de corrente será sempre superior para o caso do curto-circuito ser na Alta Tensão, pois o valor total da impedância de curto-circuito será menor.

Curto-circuito na Alta Tensão

O cálculo desta intensidade de corrente de curto-circuito realiza-se utilizando a seguinte expressão:

$$I_{ccAT} = \frac{S_{ccR}}{U_{AT} \times \sqrt{3}} \quad (kA)$$

Onde:

S_{ccR} - Potência de curto-circuito da rede de distribuição = 350 MVA.

U_{AT} - Tensão composta na Alta Tensão = 15 kV.

I_{ccAT} - Intensidade de corrente de curto-circuito no circuito de Alta Tensão, em kA.

Substituindo os valores na expressão anterior e calculando obtemos:

$$I_{ccAT} = 13,472 \text{ kA}$$

Intensidade de corrente de curto-circuito na Baixa Tensão

O cálculo da intensidade de curto-circuito na Baixa Tensão, na maioria dos casos, resulta apenas de curto-circuitos no circuito Baixa Tensão. Assim, o cálculo seguinte será para esta situação.

Curto-circuito na Baixa Tensão

Para o cálculo desta intensidade de corrente de curto-circuito é necessário conhecer a impedância de curto-circuito equivalente da rede distribuidora (referida ao secundário) e também a impedância de curto-circuito do transformador.

O cálculo da impedância de curto-circuito equivalente da rede distribuidora realiza-se utilizando a seguinte expressão:

$$Z_{ccR} = \frac{U_{BT}^2}{S_{ccR}} \times 10^{-6} = 5.04 \times 10^{-10} \text{ } (\Omega)$$

Onde:

S_{ccR} - Potência de curto-circuito da rede de distribuição = 350 MVA.

U_{BT} - Tensão composta em vazio na Baixa Tensão = 420 V

Z_{ccR} - Impedância de curto-circuito equivalente da rede distribuidora, em Ω .

Para o cálculo da impedância de curto-circuito do transformador utiliza-se a seguinte expressão:

$$Z_{cc} = \frac{U_{BT}^2 \times u_{cc}}{S_{TR}} \times 10^{-5} = 1.6 \times 10^{-5} \text{ } (\Omega)$$

Onde:

U_{BT} - Tensão composta em carga na Baixa Tensão, 400 V.

S_{TR} - Potência nominal do transformador = 400 kVA.

u_{cc} - Tensão de curto-circuito do transformador = 4 %.

Z_{cc} - Impedância de curto-circuito do transformador, em Ω .

O cálculo da corrente de curto-circuito na Baixa Tensão realiza-se utilizando os valores calculados nas expressões anteriores, na seguinte expressão:

$$I_{ccBT} = \frac{U_{BT}}{(Z_{cc} + Z_{ccR}) \times \sqrt{3}} \times 10^{-3} \text{ } (kA)$$

Onde:

U_{BT} - Tensão composta em carga na Baixa Tensão, 400 V.

Z_{cc} - Impedância de curto-circuito do transformador, em Ω .

Z_{ccR} - Impedância de curto-circuito equivalente da rede distribuidora, em Ω .

I_{ccBT} - Intensidade de corrente de curto-circuito na Baixa Tensão, em kA.

Intensidade Curto - Circuito na Baixa Tensão = 15 (kA)

5.4 - Dimensionamento do barramento

O barramento das celas SM6 é constituído por troços paralelos rectilíneos de tubos de cobre com isolamento termoretráctil.

O barramento é fixo nos ligadores existentes na parte superior do aparelho funcional (interruptor – seccionador ou seccionador em SF6). A fixação do barramento é realizada por meio de parafusos M8.

A separação entre as secções de uma mesma fase e as correspondentes de uma cela contígua é de 375 mm. A separação entre barras (separação entre fases) é de 200 mm.

Características do barramento:

- Intensidade nominal 400 A.
- Intensidade limite térmica (1 seg.) 16 kA eff.
- Intensidade limite electrodinâmica 40 kA crista

Portanto, tem que se assegurar que a intensidade limite térmica suportada pelo barramento durante 1 segundo seja superior ao valor eficaz máximo que pode alcançar a intensidade de curto-circuito no lado de Alta Tensão.

Verificação da densidade de corrente

Para a intensidade nominal de 400 A, sendo o barramento das celas da gama SM6 de tubo de cobre de diâmetro exterior de Ø24 mm e com uma espessura de 3 mm, o que equivale a uma secção de 198 mm².

A densidade de corrente é:

$$d = \frac{400}{198} = 2.02 \text{ A/mm}^2$$

Segundo as normas DIN, para uma temperatura ambiente de 35°C e a temperatura do barramento de 65°C, a intensidade máxima admissível é de 548 A para um diâmetro de 20 mm e será de 818 A para um diâmetro de 32 mm, o que corresponde às densidades máximas de 3,42 e 2,99 A/mm² respectivamente. Com estes últimos valores obter-se-à uma densidade máxima admissível de 3,29 A/mm² para o barramento de diâmetro de 24 mm, valor este superior ao calculado em regime permanente (2,02 A/mm²). O aquecimento do barramento de 630 A é aproximadamente de 30°C acima da temperatura ambiente.

Verificação dos esforços electrodinâmicos

Para o cálculo considerou-se uma intensidade de curto-circuito trifásico de 16 kA eficazes e 40 kA crista.

O maior esforço que se produz sobre o condutor da fase central é expresso pela seguinte fórmula:

$$F = 13.85 \times 10^{-7} \times f \times \frac{I_{cc}^2}{d} \times L \times \left(\sqrt{1 + \frac{d^2}{L^2}} - \frac{d}{L} \right)$$

Sendo:

F = Força resultante em N

f = coeficiente em função do $\cos\phi$, sendo $f = 1$ para $\cos\phi = 0$

I_{cc} = intensidade máxima de curto-circuito = 16 .000 A eficazes

d = separação entre fases = 200 mm

L = Comprimento do troço do barramento = 375 mm

substituindo os valores, $F = 399$ N.

Esta força está uniformemente repartida por todo o comprimento do barramento, sendo a carga:

$$q = \frac{F}{L} = 0.108 \text{ Kg} / \text{mm}$$

Cada barra equivale a uma viga fixa nos extremos, com uma carga uniformemente repartida.

O momento flector máximo que se produz nos extremos é:

$$M_{\text{máx}} = \frac{q \times L^2}{12} = 1.272 \text{ Kg} . \text{mm}$$

O barramento tem um diâmetro exterior $D = 24$ mm e um diâmetro interior $d = 18$ mm.

O momento de inércia de uma barra é:

$$W = \frac{\pi}{32} \times \left(\frac{D^4 - d^4}{D} \right) = \frac{\pi}{32} \times \left(\frac{24^4 - 18^4}{24} \right) = 927 \text{ mm}^3$$

A carga de segurança à flexão máxima é:

$$r_{\text{máx}} = \frac{M_{\text{máx}}}{W} = \frac{1.272}{927} = 1.37 \text{ Kg} / \text{mm}^2$$

Para uma barra de cobre deformada a frio temos:

$$r_{\text{ot2}} = 19 \text{ kg/mm}^2 \gg r_{\text{máx.}}$$

assim, verifica-se que existe uma grande margem de segurança.

O momento flector nos extremos deve ser suportado por parafusos M8, com um binário de aperto de 2,8 m.kg, superior ao binário máximo ($M_{\text{máx}}$).

Verificação dos esforços térmicos

A sobreintensidade máxima admissível durante 1 segundo é determinada de acordo com IEC 298 de 1981 pela expressão:

$$S = \frac{1}{\alpha} \times \sqrt{\frac{t}{\Delta\Theta}}$$

Sendo:

S = secção de cobre = 198 mm^2

α = constante = 13 para o cobre

t = tempo de duração do curto-circuito em segundos

I = Intensidade eficaz em A

$\Delta\Theta$ = 180°C para condutores inicialmente à temperatura ambiente

Se reduzirmos o valor de $\delta\Theta$ em 30°C considerando que o curto-circuito se produz depois da passagem permanente da intensidade nominal, e para $I = 16.000 \text{ A}$:

$$\Delta\Theta = 150^\circ$$

$$t = \Delta\Theta \times \left(\frac{S \times \alpha}{I} \right)^2, \text{ substituindo } t = 150 \times \left(\frac{198 \times 13}{16.000} \right)^2 = 3.88 \text{ s}$$

Assim e segundo este critério, o barramento poderia suportar uma intensidade de 16 kA eficazes durante mais de 1 segundo.

5.5 - Dimensionamento dos circuitos de ligação à terra

Os circuitos de ligação à terra devem ser dimensionados e instalados de modo a garantir, com a máxima fiabilidade e eficiência, a segurança das pessoas, e equipamentos constituintes e/ou ligados ao Posto de Transformação - PT. O sistema de terras será constituído por dois circuitos independentes de ligação à terra:

- terra de protecção
- terra de serviço da baixa tensão

Impedância de defeito à terra e tempo de eliminação do defeito

De forma a calcular a elevação de potencial no circuito de terra de protecção, devido a defeito à terra nas instalações do Posto de Transformação, é essencial conhecer o valor da impedância de defeito à terra da rede de Alta Tensão.

De acordo com a informação da Empresa Distribuidora o regime de neutro é directo. No regime de neutro directo, o neutro da rede de Alta Tensão ligado directamente à terra através de uma impedância de valor desprezável. Nestas condições, e no caso de defeito à terra, a corrente de defeito máxima - I_{dM} - será apenas limitada pela impedância de curto-circuito da rede, pois considera-se a resistência de terra do PT nula.

De acordo com informação da Empresa Distribuidora, a eliminação deste defeito é instantânea.

O valor, em módulo, da impedância de defeito é dado por:

$$Z_R = \frac{U_{AT}^2}{S_{ccR}} \quad (\Omega)$$

Onde:

S_{ccR} - Potência de curto-circuito da rede de distribuição, em MVA.

U_{AT} - Tensão composta na Alta Tensão, em kV.

Z_R - Impedância da rede de Alta Tensão, em Ω .

Esta impedância é de natureza reactiva, assim a componente resistiva é desprezável.

Como,

$$Z_R = \sqrt{X_R^2 + R_R^2} \quad (\Omega)$$

e $R_R \approx 0 \Omega$, logo $Z_R \approx X_R$.

Substituindo os valores 15 kV e 350 MVA na expressão anterior obtemos $Z_R = 0,643 \Omega$.

Fazendo uso do valor de Z_R pode ser calculada a intensidade de corrente máxima de defeito, I_{dM} :

$$I_{dM} = \frac{U_{AT}}{\sqrt{3} \times Z_R} \quad (kA)$$

$$I_{dM} = 13.472 \text{ kA.}$$

Circuito de terra de protecção

O interior da cabina do PT será percorrido por uma barra de cobre nú, fixa nas paredes, com secção não inferior a 50 mm^2 .

A esta barra serão ligadas as seguintes massas metálicas:

- carcaça do transformador de potência
- a cuba de recolha de óleo do transformador
- o circuito de terra do quadro de alta tensão
- a terra dos transformadores de tensão e corrente, caso existam
- circuito de terra do quadro de baixa tensão

a malha metálica do piso, das paredes e dos degraus de entrada da cabina
as grelhas de ventilação e as portas

todas as peças metálicas que normalmente não estejam em tensão mas possam vir estar como consequência de avarias ou causas fortuitas.

A barra será ligada ao terminal geral da terra de protecção da cabina. Este terminal, amovível, é ligado ao eléctrodo de terra no exterior através de um condutor isolado, isolamento a 1 kV, de secção não inferior a 50 mm^2 , enterrado e protegido contra eventuais acções mecânicas.

O eléctrodo de terra será constituído por um anel de cabo de cobre nú de secção não inferior a 50 mm^2 . Este anel será colocado a 0,8 m de profundidade e a uma distância horizontal aproximada de 1 m das paredes da cabina. A este anel serão solidamente ligados, quatro eléctrodos de vareta de cobre com 2 m de comprimento e 20 mm de diâmetro, enterrados verticalmente a 0,8 m. Estes serão dispostos ao longo do anel, um por cada lado da cabina, e com uma separação entre eles de aproximadamente 4 m. Deverá ser prevista a disponibilidade de terreno necessária à instalação deste eléctrodo.

Os parâmetros característicos deste eléctrodo são:

$$K_R = 0,071 \Omega/(\Omega.m)$$

$$K_P = 0,0089 \text{ V}/(\Omega.m.A)$$

Poderá ser usado outro tipo de eléctrodo desde que garanta valores de K_R e K_P inferiores aos indicados e tenha configuração em anel envolvendo a cabina do PT.

Cálculo dos valores de defeito à terra

Para o cálculo da resistência de terra, R_T , do eléctrodo é usada a seguinte expressão:

$$R_T = K_R \times \rho_T$$

Onde:

ρ_T - resistividade do terreno, em $\Omega.m$.

Fazendo o cálculo obtemos:

$$R_T = 1,42 \, \Omega$$

Com o valor de R_T , podemos calcular o valor da intensidade de corrente de defeito à terra, I_d , e o valor da tensão de defeito à terra U_d :

$$I_d = \frac{U_{AT}}{\sqrt{3} \times \sqrt{Z_R^2 + R_T^2}} \times 10^3 \quad (A)$$

Onde:

U_{AT} - Tensão composta na Alta Tensão, em kV.

Z_R - Impedância de defeito à terra da rede de Alta Tensão, em Ω .

I_d - Intensidade de corrente de defeito à terra no PT, em A.

Substituindo os valores e calculando, obtemos:

$$I_d = 5555,938 \, A$$

Com os valores calculados anteriormente obtém-se a tensão de defeito, U_d :

$$U_d = I_d \times R_T \quad (V)$$

$$U_d = 7889,433 \, V$$

O isolamento dos equipamentos dos circuitos de Baixa Tensão do PT deverão ter um isolamento superior à tensão de defeito calculada, 7889,433 V. Deste modo evita-se que em caso de defeito à terra na Alta Tensão do PT não exista dano para os equipamentos, evitando a transferência de sobretensões para a rede de Baixa Tensão.

Circuito de terra de serviço

Ao circuito da terra de serviço de baixa tensão será ligado o neutro do transformador de potência. Este circuito será ligado, através de um ligador amovível, ao eléctrodo de terra no exterior por um condutor isolado, isolamento de 1 kV, de secção não inferior a 35 mm². O eléctrodo da terra de serviço será instalado a uma distancia mínima de 20 m do eléctrodo da terra de protecção.

O eléctrodo da terra de serviço será constituído por um conjunto de 4 varetas de cobre nu de 2 m de comprimento e enterradas verticalmente até uma profundidade de 0,8 m. As varetas serão interligadas através de um condutor de cobre nu de secção 35 mm², enterrado a uma profundidade de 0,8 m. A disposição relativa das varetas não é relevante desde que a distância mínima entre qualquer uma delas seja 4 m.

Este eléctrodo terá os seguintes parâmetros característicos:

$$K_R = 0,120 \, \Omega/(\Omega.m)$$

$$K_P = 0,0298 \, V/(\Omega.m.A)$$

Para o cálculo da resistência de terra, R_s , do eléctrodo da terra de serviço é usada a seguinte expressão:

$$R_s = K_R \times \rho_T$$

Onde:

ρ_T - resistividade do terreno, em $\Omega.m$.

Fazendo o cálculo obtemos:

$$R_s = 2,40 \, \Omega$$

Como se verifica este valor está abaixo dos 20 Ω de valor máximo permitido pelo Art. 58º do RSSPTS.

Tensões no interior da instalação

O piso da cabina do PT, as paredes e os degraus de acesso, são constituídos no seu interior por uma malha condutora electrosoldada de quadrícula não superior a 20x20cm e secção não inferior a 4 mm². Estas malhas serão ligadas ao circuito de terra de protecção, de forma a garantir contacto eléctrico sólido. Assim, consegue-se uma superfície equipotencial fazendo desaparecer o perigo do aparecimento de tensões de contacto e de passo no interior da cabina do PT.

No acesso ao PT também não haverá tensões de contacto e de passo, pois o eléctrodo da terra de protecção é um anel que garante uma superfície equipotencial no solo exterior adjacente à cabina, conjuntamente com o degrau de acesso.

Tensão de passo permitida no exterior

O cálculo da tensão de passo máxima admissível no exterior do PT é feito recorrendo à expressão seguinte:

$$U_{Pext} = 10 \times \frac{K}{t^n} \times \left(1 + \frac{6 \times \rho_T}{1000} \right) \quad (V)$$

Onde:

t - tempo máximo de eliminação do defeito, 0,8s.

K - constante dependente do máximo de eliminação do defeito, 72.

n - constante dependente do máximo de eliminação do defeito, 1.

ρ_T - resistividade do terreno, em $\Omega.m$.

U_P - Tensão no exterior, em V.

Substituindo os valores e calculando obtemos 1008,0 V como valor máximo para a tensão de passo no exterior

Tensões de passo no exterior da instalação

Com a finalidade de evitar o aparecimento de tensões de contacto elevadas no exterior da instalação, as portas e grelhas de ventilação metálicas que dão para o exterior do PT não terão nenhum contacto eléctrico com massas condutoras que, em caso de defeitos ou avarias, sejam susceptíveis de estarem submetidas a tensão.

Com estas medidas de segurança, não será necessário calcular as tensões de contacto no exterior, por estas serem praticamente nulas.

Por outro lado, a tensão de passo no exterior será determinada pelas características do eléctrodo e da resistividade do terreno, pela expressão:

A tensão de passo no exterior, U_P , será calculada pela seguinte expressão:

$$U_P = K_P \times \rho_T \times I_d \quad (V)$$

Substituindo os valores calculados anteriormente, temos:

$$U_P = 3211.333 \text{ V}$$

Tensões transferíveis para o exterior

Não existem meios de transferência de tensões para o exterior, assim não é necessário tomar medidas para a sua redução ou eliminação.

5.6 - Ventilação do posto de transformação

Com o objectivo de evitar o sobreaquecimento dos equipamentos no interior do PT há que garantir a adequada renovação de massa de ar. Isto é conseguido através do correcto dimensionamento das grelhas de ventilação da cabina do PT. O calculo seguinte não considera as perdas nos circuitos de Alta Tensão e Baixa Tensão. Apenas as perdas no transformador de potência são contabilizadas.

$$S_E = \frac{W_{cu} + W_{fe}}{0,24 \times K_C \times \sqrt{\Delta h \times \Delta T^3}} \quad (m^2)$$

Onde:

W_{cu} - Perdas por efeito de Joule nos enrolamentos, em kW.

W_{fe} - Perdas no circuito magnético por correntes de Foucault e histerese, em kW.

Δh - distância vertical entre centros das grelhas, neste caso é 1,1 m.

$\Delta \theta$ - diferença de temperatura entre o ar de saída e ar de entrada, considera-se 15° C.

K_C - factor de correcção, relação entre área e área total da grelha, considera-se 0,6.

S_E - superfície mínima para a grelha de entrada de ventilação do transformador, em m².

Substituindo os valores, já calculados, na expressão anterior, obtemos os seguintes resultados:

Perdas no transformador = 4.00 kW

Superfície mínima a grelha = 0,456 m²

Serão instaladas duas grelhas dispostas verticalmente na porta de acesso ao transformador e duas semelhantes na parede oposta. A dimensão de cada grelha é 0,8 m², o que perfaz uma superfície total de entrada (duas grelhas) de 1,6 m². Assim, como 1,6 m² não é inferior a 0,456 m², poderá ser instalado um transformador com a potência nominal de 400 kVA.



5.7 - Dimensionamento do depósito de óleo

O depósito de recolha de óleo será ser colocado por debaixo do transformador, ou então devem existir caleiras de recolha e condução do óleo até ao depósito. Este terá uma capacidade superior ao volume de óleo do transformador.

É usual a quantidade de óleo do transformador ser fornecida pelo fabricante em massa de óleo, assim teremos que usar a seguinte expressão para calcular a capacidade:

$$V = \frac{M}{\sigma} \quad (\text{litros})$$

Onde:

σ - densidade típica do óleo de transformador a 20° C, 0,887 kg/litro.

M - massa de óleo do transformador = 173 kg.

V - volume de óleo, em litros.

Substituindo os valores na expressão anterior e calculando obtemos:

Volume mínimo do depósito = 195 (litros)

6 - Conclusão

Este período de estágio expandiu em várias direcções as minhas competências técnicas e profissionais. A introdução num ambiente empresarial foi essencial na aplicação prática de conhecimentos teóricos reunidos durante o curso de Licenciatura. Importante também foi ter a percepção de que o trabalho efectivo executado num projecto não corresponde à totalidade do esforço dispendido e de que a aquisição do Conhecimento implica obrigatoriamente alguma fricção entre as partes envolvidas, fricção essa que passa pela experimentação, exploração e validação dos conceitos adquiridos.

O estágio completa a parte curricular da Licenciatura e assume um papel importante na mesma. Possibilita a integração num ambiente de produção, a aquisição de conhecimentos, o aprofundamento da capacidade de tomar decisões e a aquisição de experiência profissional. O estágio suaviza a passagem da barreira que separa a vida curricular da vida profissional, incentivando o aluno.

Em suma, considero-me bastante satisfeito com o trabalho desenvolvido e com o conhecimento adquirido ao longo do período de estágio, estando também extremamente consciente que o mesmo resultou de um esforço genuíno da minha parte e da entidade acolhedora, que proporcionou uma oportunidade profissional de grande valor e mérito.

Nem sempre as melhores soluções técnicas são as melhores soluções a aplicar, temos de ter em conta sempre os factores económicos, sendo esses hoje em dia os mais importantes, cumprindo sempre os aspectos técnicos.

Na EDP Distribuição, tal como na maioria das empresas, a normalização de materiais, foi necessária e posta em vigor para todos os tipos de materiais, mas na minha opinião é necessário que quem decide quais são os materiais normalizados, devia estar mais próximo das pessoas que estão no terreno para se poderem debater ideias sobre o que seria melhor e evitaria por vezes soluções mais dispendiosas por não existirem os tipos de materiais necessários. Como já referi anteriormente, em relação às situações em vários projectos de linhas de média tensão que se recorreu a apoios metálicos de 27m por ser a única hipótese, enforcando os anteriores ou precedentes.

Outra melhoria que penso que não seria difícil de por em prática era a melhoria dos arquivos que são antigos e muitas vezes os nomes das linhas já foram alteradas, a falta informação sobre as modificações posteriores o que implica uma perda significativa de tempo na sua procura.

7- Bibliografia

- Recomendações para Linhas Aéreas de Alta Tensão até 30 kV. - DGE;
- Regulamento de Segurança de Linhas Eléctricas de Alta Tensão (R.S.L.E.A.T.);
- Catálogo de postes de betão Cavan;
- Guia Técnico Solidal;
- Regulamento de Segurança de Redes de Distribuição de Energia Eléctrica em Baixa Tensão;
- Guia Técnico de Redes Aéreas de Baixa Tensão em Condutores Isolados Agrupados em Feixe (Torçada) - DGE;
- Normas para apreciação de projectos - EDP Distribuição;
- Apontamentos das disciplinas de PTE1 e CIE.

8 - Anexos

8.1 - Anexo I

Projecto de Linhas Aéreas de Média Tensão

Março		Abril		Maio	
1	PORTELA - CORVEIRA	27	134 - BAO - OVIL - ERVINS	53	277 - FLG - PENACOVA - FOJO
2	MEIXOMIL - LAMEIRA	28	323 - AMT - REBORDELO - SOBREIRO	54	016 - MCN - VÁRZEA DO DOURO - CHAIM
3	273 - PFR - CARVALHOSA - ALDUSINDE	29	098 - CPV - BAIRROS - CARREIROS II	55	081 - CPV - RAIVA - SRª DAS AMORAS
4	281 - FLG - BORBA - VILAR DE CIMA	30	303 - AMT - MANCELOS - MANHUE II	56	245 - MCN - VILA BOA DE QUIRES - POMBAL
5	320 - AMT - ANSAES - BOUCINHA	31	310 - PNF - ABRAGÃO - PEREIRA AZEDA	57	AREA HABITACIONAL DE LEIRIA/ALPENDURADA
6	322 - AMT - MANCELOS - COSTA	32	311 - PNF - ABRAGÃO - LOUREDO		
7	094 - CPV - S. PEDRO PARAIZO - NOGUEIRA	33	313 - PNF - CASTELOES - ESPINHAL		
8	257 - PNF - VILA BOA DE QUIRES - ROMAZELHAS	34	284 - FLG - RANDE - ARRANCADA		
9	283 - FLG - SOUSA - BOAVISTA	35	312 - PNF - GUILHUE - GUILHUE II		
10	358 - PNF - SEBOLIDO - CANCELOS	36	127 - CNF - S. CRISTOVÃO DE NOGUEIRA - FERREIRA		
11	260 - MCN - VARZEA DE OVELHA - TELHEIRA	37	127 - BAO - STª LOACÁDIA - VENDA NOVA		
12	256 - MCN - VARZEA DE OVELHA - MARMORIAL II	38	300 - AMT - S. SIMÃO - ALMINHAS		
13	214 - PFR - FIGUEIRO - IGREJA	39	301 - AMT - GONDAR - CHEDAS		
14	130 - BAO - GÔVE - GOZENDE II	40	302 - AMT - FIGUEIRO (STª CRISTINA) - CANCELA		
15	LOTEAMENTO DE CODESSOS - BOAVISTA	41	276 - FLG - AIÃO - CANCELA		
16	095 - CPV - RAIVA - SERRADELO II	42	INTERLIGAÇÃO FIGUEIRAS - FERREIRA		
17	282 - FLG - SANTAO - SERRA	43	LOTEAMENTO DA TAPADA NOVA - VÁRZEA - CÊTE - PAREDES		
18	133 - BAO - GÔVE - PEDREDA	44	INTERLIGAÇÃO AMT - BAIÃO E MCN - AMARANTE (PROPOSTA 9)		
19	135 - BAO - ST MARINHA DO ZEZE - SR DO SOCORRO.	45	270 - LSD - NEVOGILDE - PRESAS II		
20	126 - CNF - FERREIRA DE TENDAIS	46	268 - LSD - STª MARGARIDA - BOAVISTA		
21	097 - CPV - SARDOURA - MONTOURO II	47	242 - LSD - NESPREIRA - CRUZEIRO II		
22	096 - CPV - BAIRROS - DAIA	48	119 - CNF - S. TIAGO DE PIÃES - CASAL		
23	309 - PNF - S. MAMEDE DE RECESINHOS - LORDELO	49	289 - AMT - SALVADOR - PORTELA		
24	307 - PNF - RIO DE MOINHOS - CODES II	50	270 - FLG - SERNANDE - IGREJA		
25	356 - PRD - MOURIZ - MOGUEIRA	51	118 - CNF - OLIVEIRA DO DOURO - DESAMPARADOS II		
26	355 - PRD - GANDRA - FONTINHA	52	253 - MCN - SANDE - OUTEIRO LONGO		
				Finalização de alguns projectos que foram alterados e início da recolha de documentos e bibliografia para a realização do relatório de estágio.	

Reactância indutiva

Tipo de Condutor	Secção nominal (mm ²)	Reactância Indutiva (Ω . km ⁻¹)	
		Linhas com isoladores rígidos	Linhas com cadeias de suspensão
Cobre	16	0,412	
Alumínio-aço	30	0,391	
	50	0,377	0,393
	90		0,375
	160		0,356
Ligas de alumínio	20	0,402	
	35	0,388	
	55	0,373	0,390
	75		0,379

Resistência eléctrica dos condutores a 40° C.

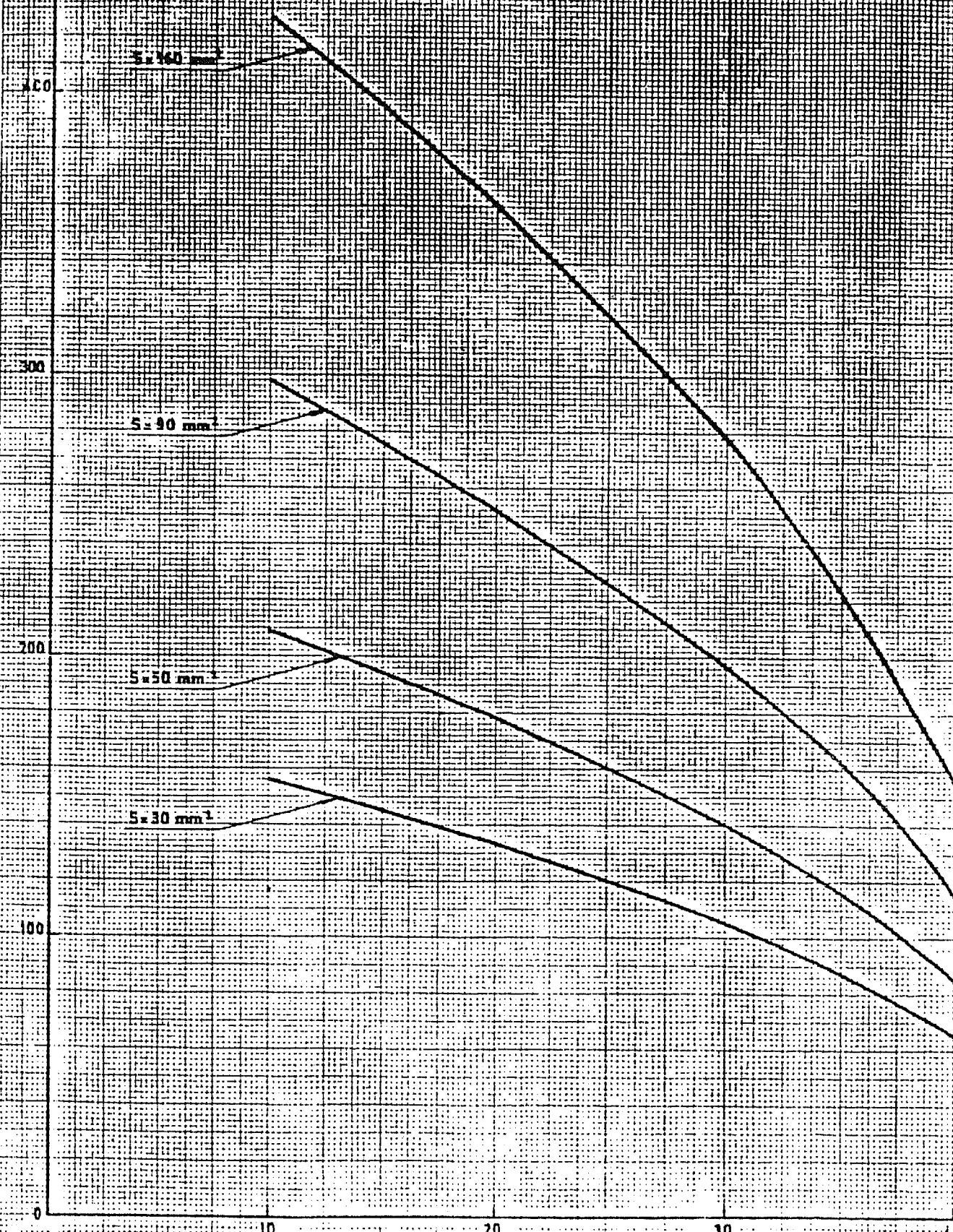
Tipo de Condutor	Secção nominal (mm ²)	Resistência a 40° C (Ω . km ⁻¹)
Cobre	16	1,219
Alumínio-aço	30	1,178
	50	0,729
	90	0,411
	160	0,230
Ligas de alumínio	20	1,608
	35	1,027
	55	0,646
	75	0,470

INTENSIDADES MÁXIMAS ADMISSÍVEIS DE CORRENTE PERMANENTE EM CABOS DE ALUMÍNIO-AÇO

(Amp.)

Temperatura máxima do condutor 50°C

Vento 8.4 m/s



AL-ACQ 50 MM2

SEC. TEORICA (S) = 49.48 MM2

MOD. ELASTIC. (E) = 8100. KG/MM2

COMPOSICAO = 6*3.00 MM AL+1*3.00 MM ACQ

180.0 A

DIAMETRO (D) = 9.00 MM

CARGA ROTURA (R) = 1540. KG

COEF. DIL. LINEAR (α) = 0.1900E-04 /C

180.0 A

PESO ESP. LINEAR (W0) = 0.173 KG/M

PESO ESP. VOL. (P0) = 0.0035 KG/CM3

RESIST. OHMICA (20°C) = 0.6750 Ω /KM IMA = 250.0 A

TENSAO MAXIMA 12.4 11.0 10.0 9.0 8.0 7.0 6.0 5.0 4.0 3.0
COEF. SEGURANCA 2.5 2.6 3.1 3.5 3.9 4.4 5.2 6.2 7.8 10.4

ESCALAO 1

V2=18.75*1.0*1.2=22.5 KG/M2

$\theta_2 = -5$

M2=1.54

M2=0.266336 KG/M

P2=0.005383 KG/CM3

PV2=0.00409 KG/CM3

V1=75.00*0.6*1.2=54.0 KG/M2

$\theta_1 = 15$

M1=2.98

M1=0.515872 KG/M

P1=0.010426 KG/CM3

PV1=0.00982 KG/CM3

A = ACR

$\theta = 0.026808 * A2 / T2 - 6.497726 * T - 0.063538 A2 / TM2 + 6.497726 * TM - 5$

A = ACR

$\theta = 0.026808 * A2 / T2 - 6.497726 * T - 0.238375 A2 / TM2 + 6.497726 * TM + 15$

ESCALAO 2

V2=22.50*1.0*1.2=27.0 KG/M2

$\theta_2 = -5$

M2=1.72

M2=0.298291 KG/M

P2=0.006029 KG/CM3

PV2=0.00491 KG/CM3

V1=90.00*0.6*1.2=64.8 KG/M2

$\theta_1 = 15$

M1=3.52

M1=0.608318 KG/M

P1=0.012294 KG/CM3

PV1=0.01179 KG/CM3

A = ACR

$\theta = 0.026808 * A2 / T2 - 6.497726 * T - 0.079700 A2 / TM2 + 6.497726 * TM - 5$

A = ACR

$\theta = 0.026808 * A2 / T2 - 6.497726 * T - 0.331464 A2 / TM2 + 6.497726 * TM + 15$

ESCALAO 2 COM GELO DE 7MM

V2=22.50*1.0*1.0=22.5 KG/M2

$\theta_2 = -10$

M2=4.15

M2=0.717305 KG/M

P2=0.014497 KG/CM3

PV2=0.01046 KG/CM3

V1=90.00*0.6*1.2=64.8 KG/M2

$\theta_1 = 15$

M1=3.52

M1=0.608318 KG/M

P1=0.012294 KG/CM3

PV1=0.01179 KG/CM3

$\theta = 0.026808 * A2 / T2 - 6.497726 * T - 0.460875 * A2 / TM2 + 6.497726 * TM - 10$

EDP
ZONA DE DISTRIBUICAO AVIA
E-1-J
Rua Gonçalo (História, 217)-5
PORTO

AL-ACO 50 MM²

T.MAX. = 800 KG/MM²

ESCALAO 1

Rua Góes de Azevedo, 217-5.
PORTO

S = 49.48 MM² V2 = 22.5 KG/M2 M2 = 1.54 W2 = 0.2663 KG/M
D = 9.00 MM V1 = 54.0 KG/M2 M1 = 2.98 W1 = 0.5159 KG/M
20 = 0.0035 KG/CM3

85.6

TENSOES DE MONTAGEM

EQUIV. CU O.C

VAO	-10	-5	0	5	10	15	20	25	30	35	40	50	80	-5	50
20	0.0	7.96	7.20	6.44	5.68	4.93	4.19	3.46	2.77	2.14	1.63	1.03	0.54	2141	276
30	0.0	7.92	7.17	6.41	5.67	4.94	4.22	3.54	2.91	2.37	1.93	1.37	0.79	2129	368
40	0.0	7.86	7.12	6.38	5.65	4.95	4.27	3.64	3.07	2.59	2.20	1.67	1.02	2113	448
50	0.0	7.79	7.06	6.34	5.63	4.96	4.32	3.74	3.22	2.79	2.43	1.93	1.24	2093	518
60	0.0	7.70	6.98	6.29	5.61	4.97	4.38	3.84	3.37	2.97	2.65	2.16	1.45	2070	581
70	0.0	7.60	6.91	6.23	5.59	4.99	4.43	3.94	3.51	3.14	2.84	2.37	1.64	2043	638
80	0.0	7.49	6.82	6.18	5.57	5.00	4.49	4.03	3.63	3.30	3.01	2.57	1.83	2014	689
85.6	0.0	7.43	6.77	6.14	5.55	5.01	4.52	4.08	3.70	3.38	3.10	2.67	1.93	1997	716
90	0.0	7.10	6.47	5.87	5.31	4.80	4.35	3.95	3.61	3.32	3.07	2.67	1.97	1908	717
100	0.0	6.36	5.80	5.28	4.82	4.40	4.03	3.72	3.44	3.21	3.00	2.67	2.05	1711	718
110	0.0	5.69	5.21	4.78	4.41	4.07	3.78	3.53	3.31	3.12	2.95	2.67	2.12	1528	719
120	0.0	5.10	4.72	4.38	4.08	3.82	3.59	3.39	3.21	3.05	2.91	2.67	2.19	1372	719
130	0.0	4.64	4.33	4.07	3.83	3.62	3.44	3.27	3.13	3.00	2.88	2.67	2.24	1246	719
140	0.0	4.27	4.04	3.83	3.64	3.47	3.32	3.19	3.06	2.95	2.85	2.68	2.28	1148	719
150	0.0	4.00	3.81	3.64	3.49	3.35	3.23	3.12	3.01	2.92	2.83	2.68	2.32	1074	719
160	0.0	3.78	3.63	3.50	3.37	3.26	3.16	3.06	2.97	2.89	2.81	2.68	2.36	1017	719
170	0.0	3.62	3.50	3.38	3.28	3.19	3.10	3.01	2.94	2.87	2.80	2.68	2.39	972	719
180	0.0	3.49	3.39	3.29	3.21	3.12	3.05	2.98	2.91	2.85	2.79	2.68	2.41	937	720
190	0.0	3.38	3.30	3.22	3.14	3.07	3.01	2.94	2.89	2.83	2.78	2.68	2.43	910	720
200	0.0	3.30	3.23	3.16	3.09	3.03	2.97	2.92	2.87	2.82	2.77	2.68	2.45	887	720
220	0.0	3.17	3.12	3.06	3.01	2.97	2.92	2.88	2.83	2.79	2.75	2.68	2.49	852	720
240	0.0	3.08	3.04	3.00	2.96	2.92	2.88	2.84	2.81	2.77	2.74	2.68	2.52	828	720
260	0.0	3.01	2.98	2.95	2.91	2.88	2.85	2.82	2.79	2.76	2.73	2.68	2.54	810	720
280	0.0	2.96	2.93	2.91	2.88	2.85	2.82	2.80	2.77	2.75	2.73	2.68	2.56	796	720
300	0.0	2.92	2.90	2.87	2.85	2.83	2.81	2.78	2.76	2.74	2.72	2.68	2.57	786	720
350	0.0	2.86	2.84	2.82	2.80	2.79	2.77	2.76	2.74	2.73	2.71	2.68	2.62	767	720
400	0.0	2.81	2.80	2.79	2.78	2.76	2.75	2.74	2.73	2.72	2.70	2.68	2.62	756	721
450	0.0	2.78	2.77	2.76	2.76	2.75	2.74	2.73	2.72	2.71	2.70	2.68	2.63	748	721
500	0.0	2.76	2.76	2.75	2.74	2.73	2.72	2.72	2.71	2.70	2.70	2.68	2.64	741	721
550	0.0	2.75	2.74	2.74	2.73	2.72	2.72	2.71	2.71	2.70	2.69	2.68	2.65	739	721
600	0.0	2.74	2.73	2.73	2.72	2.72	2.71	2.71	2.70	2.70	2.69	2.68	2.65	736	721
700	0.0	2.72	2.72	2.72	2.71	2.71	2.70	2.70	2.70	2.69	2.69	2.68	2.66		
800	0.0	2.71	2.71	2.71	2.71	2.70	2.70	2.70	2.69	2.69	2.69	2.68	2.66		

AL-ACO 50 MM²

T.MAX. = 800 KG/MM²

ESCALAO 1

MACIÇOS PARA POSTES DE BETÃO - MÉDIA TENSÃO
COEFICIENTE DE COMPRESSIBILIDADE
C=7 daN.cm-3

DESIGNAÇÃO	POSTE		FUNDAÇÕES				BETÃO
	H (m)	PESO (daN)	a (m)	b (m)	Ho (m)	V (m3)	V (m3)
MP00 400 220	14	1690	0.93	0.80	1.9	1.4	1.3
	16	2170	0.99	0.83	2.1	1.7	1.6
	18	2730	1.05	0.87	2.3	2.1	1.9
MP00 600 260	16	2200	0.99	0.83	2.1	1.7	1.6
	18	2770	1.05	0.87	2.3	2.1	1.9
	20	3430	1.10	0.91	2.5	2.5	2.3
	22	4180	1.16	0.95	2.5	2.7	2.4
MP01 800 320	14	1870	0.96	0.81	1.9	1.5	1.3
	16	2400	1.02	0.85	2.1	1.8	1.6
	18	3000	1.08	0.89	2.3	2.2	2.0
	20	3710	1.13	0.93	2.5	2.6	2.4
	22	4500	1.18	0.97	2.5	2.9	2.5
MP02 1000 370	16	2620	1.05	0.87	2.1	1.9	1.7
	18	3270	1.10	0.91	2.3	2.3	2.1
	20	4010	1.16	0.95	2.5	2.8	2.5
	22	4850	1.21	0.99	2.5	3.0	2.7
MP02 1200 410	14	2080	1.00	1.21	1.9	2.3	2.1
	16	2650	1.05	0.93	2.1	2.1	1.9
	18	3300	1.10	0.91	2.3	2.3	2.1
	20	4050	1.16	0.95	2.5	2.8	2.5
	22	4900	1.27	1.03	2.5	3.3	2.9
	24	5850	1.27	1.03	2.5	3.3	2.8
MP03 1400 480	16	2870	1.08	1.08	2.1	2.4	2.2
	22	5250	1.24	1.01	2.5	3.1	2.8
MP04 1600 540	14	2450	1.05	1.60	1.9	3.2	3.0
	16	3090	1.10	1.24	2.1	2.9	2.6
	18	3830	1.16	0.97	2.3	2.6	2.3
	22	5590	1.27	1.03	2.5	3.3	2.9
MM04 2250 740	14	3030	1.43	2.18	1.9	5.9	5.7
	16	3780	1.16	1.73	2.1	4.2	3.9
	18	4620	1.20	1.36	2.3	3.8	3.4
MM06 2750 960	14	3560	1.88	2.55	1.9	9.1	8.9
	16	4390	1.35	2.09	2.1	5.9	5.6
	18	5310	1.26	1.66	2.3	4.8	4.4
	20	6380	1.32	1.33	2.5	4.4	3.9
	22	7550	1.37	1.46	2.5	5.0	4.5
MM08 3500 1260	16	5050	1.70	2.58	2.1	9.2	8.8
	18	6080	1.36	2.10	2.3	6.6	6.1
	22	8520	1.45	1.85	2.5	6.7	6.1

MACIÇOS PARA POSTES DE BETÃO - MÉDIA TENSÃO
COEFICIENTE DE COMPRESSIBILIDADE C=10 daN.cm-3

DESIGNAÇÃO	POSTE		FUNDAÇÕES				BETÃO
	H (m)	PESO (daN)	a (m)	b (m)	Ho (m)	V (m3)	V (m3)
MP00 400 220	14	1690	0.93	0.80	1.9	1.4	1.3
	16	2170	0.99	0.83	2.1	1.7	1.6
	18	2730	1.05	0.87	2.3	2.1	1.9
MP00 600 260	16	2200	0.99	0.83	2.1	1.7	1.6
	18	2770	1.05	0.87	2.3	2.1	1.9
	20	3430	1.10	0.91	2.5	2.5	2.3
	22	4180	1.16	0.95	2.5	2.7	2.4
MP01 800 320	14	1870	0.96	0.81	1.9	1.5	1.3
	16	2400	1.02	0.85	2.1	1.8	1.6
	18	3000	1.08	0.89	2.3	2.2	2.0
	20	3710	1.13	0.93	2.5	2.6	2.4
	22	4500	1.18	0.97	2.5	2.9	2.5
MP02 1000 370	16	2620	1.05	0.87	2.1	1.9	1.7
	18	3270	1.10	0.91	2.3	2.3	2.1
	20	4010	1.16	0.95	2.5	2.8	2.5
	22	4850	1.21	0.99	2.5	3.0	2.7
MP02 1200 410	14	2080	1.00	0.86	1.9	1.6	1.5
	16	2650	1.05	0.87	2.1	1.9	1.7
	18	3300	1.10	0.91	2.3	2.3	2.1
	20	4050	1.16	0.95	2.5	2.8	2.5
	22	4900	1.27	1.03	2.5	3.3	2.9
	24	5850	1.27	1.03	2.5	3.3	2.8
MP03 1400 480	16	2870	1.08	0.89	2.1	2.0	1.8
	22	5250	1.24	1.01	2.5	3.1	2.8
MP04 1600 540	14	2450	1.05	1.14	1.9	2.3	2.1
	16	3090	1.10	0.91	2.1	2.1	1.9
	18	3830	1.16	0.95	2.3	2.5	2.3
	22	5590	1.27	1.03	2.5	3.3	2.9
MM04 2250 740	14	3030	1.10	1.60	1.9	3.3	3.1
	16	3780	1.15	1.23	2.1	3.0	2.7
	18	4620	1.23	0.96	2.3	2.7	2.4
MM06 2750 960	14	3560	1.20	1.94	1.9	4.4	4.2
	16	4390	1.21	1.50	2.1	3.8	3.5
	18	5310	1.26	1.18	2.3	3.4	3.0
	20	6380	1.32	1.03	2.5	3.4	2.9
	22	7550	1.37	1.07	2.5	3.7	3.1
	16	5050	1.26	1.90	2.1	5.0	4.7
MM08 3500 1260	18	6080	1.34	1.49	2.3	4.6	4.2
	22	8520	1.43	1.32	2.5	4.7	4.1

8.1.1 - Linha Carvalhosa – Aldusinde nº 273/PFR



EDP
Distribuição

INFORMAÇÃO

IF N.º ASPC-MT 83/04

Data: 8/3

Assunto: AS03079 QS PT148/PFR CARVALHOSA-ALD.NOVA

Para: ASPC - SNR ENG. REIS MOREIRA

1. Projecto de Investimento	EDIS-C2004-392639	Concelho	PFR
-----------------------------	-------------------	----------	-----

Diagramas de Rede 60329573 - LNA PFR/273 CARVALHOSA-ALDUSINDE

2. Solicitação / Iniciativa	3. Aprovação no Planeamento
EDP	ASCI: AS03079

4. Descrição / Justificação

Melhoria da qualidade de serviço.

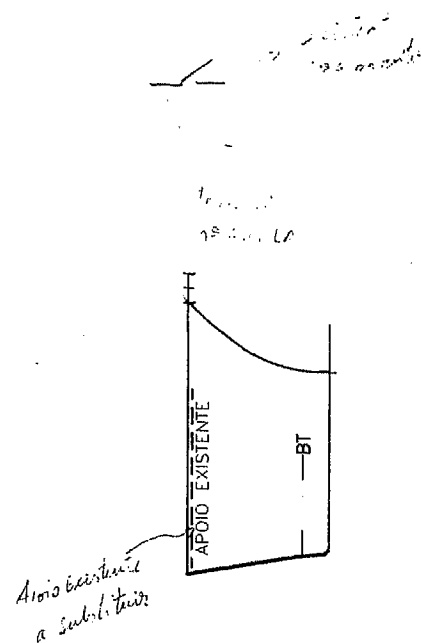
Torna-se necessário substituir o apoio de derivação, quer pelos esforços mecânicos envolvidos, quer por imposição do proprietário do terreno onde está estabelecido o apoio, que mostrou a sua intenção de construir a sua habitação naquele local, implicando assim a necessidade de se estabelecer a linha em causa a uma cota mais elevada, evitando modificação desta linha aquando da construção da referida habitação.

5. Previsto no Plano

Comprimento: (km) Valor:

6. Valorização / Proposta de atribuição

Adjudicatário	Comprimento (km)	Valor da M. Obra	Valor da Obra	Fiscal da Obra
P & A	0,0458	€2.327,55	€4.157,85	JCARDOSO



COTAS DO TERRENO		88.00	98.94	100.62
APOIOS	NÚMERO	1	PT	
	TIPO/ALTURA	4.05 / 7.50 / 11.00 x 80	AI	12.4 / 4.0
	ARMAÇÃO/FIXAÇÃO DOS CONDUTORES	ASD	ASD	
	ORIENTAÇÃO	H	I	
VÃO		45.87		
DISTÂNCIAS A ORIGEM		0.00	45.87	
CADASTRO	TIPO DE CULTURA			
	PROPRIETÁRIOS			
PLANTA	LUGAR	ALDOSINDE		
	FREGUESIA	CARVALHOSA		
	CONCELHO	P. FERREIRA		

Handwritten notes on the form:
 - "11-000.000" and "Trincheira de drenagem" near the top right.
 - "Rua" and "92.63g" near the top right.
 - "105.07g" and "bt" near the bottom right.
 - "LN PT ?" near the bottom right.
 - "DGE Dg. 2784 Proc 8/37031" and "EDP 5521" on the left.
 - "16.00m" and "15.00m" near the bottom left.
 - "15.00m" and "15.00m" near the bottom left.

AO SR. BARBOSA:
 PARA ORGANIZAÇÃO, PEDIR POSTES, ETC.

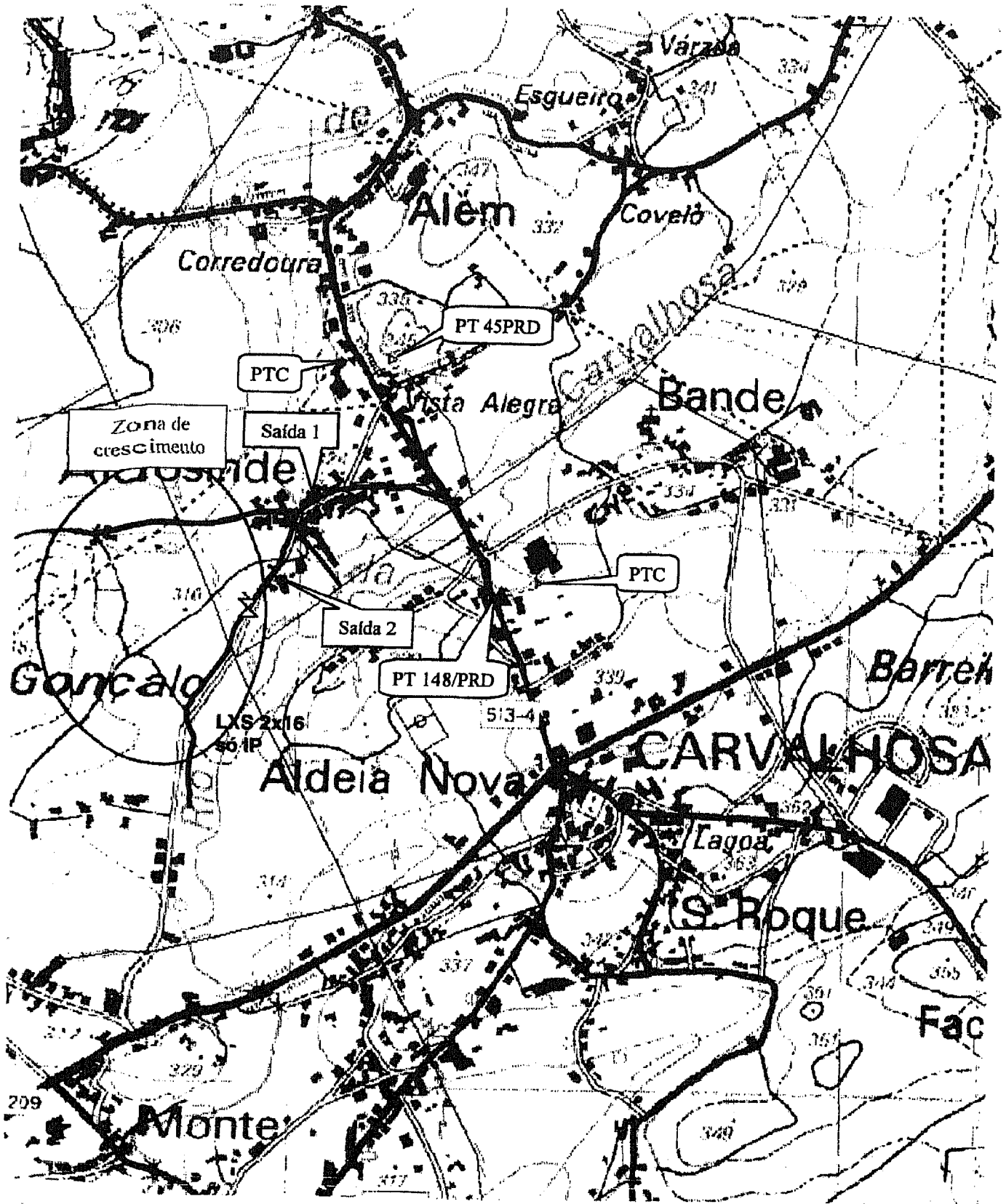
05/03/04

Estudou	PAULO SILVA	12-02-2004	LN 15 KV LN PT	 EDP DISTRIBUIÇÃO EDP, SA
Projectou				
Desenhou	PAULO SILVA	12-02-2004		
Copiou				
Verificou				
 MATEACE ELECTRICIDADE. S. A.			CARVALHOSA - ALDUSINDE Nº 273/PFR Freg. CARVALHOSA Conc. P. FERREIRA	ÁREA DE REDE AVE e SOUSA PROJECTO E CONSTRUÇÃO
ESCALAS : 1/500 1/2500			Perfil e Planta Parcelar	N.º Substitui : Substituído por :

ALTERNATIVA SELECIONADA: A2

ALDOSINDE - CARVALHOSA - PFR

Escala 1:10.000



▲ PT Existente

▲ PT Novo

— Rede existente

— Remodelar para cabo LXS50

— Linha MT

--- Seccionar rede

LINHA AÉREA A 15 KV PARA O PT : P.T. N.º 273 - CARVALHOSA - ALDUSINDE PROCESSO Nº																								
CARACTERÍSTICAS DOS APOIOS				CARACTERÍSTICAS DOS VÃOS							HIPÓTESE 1						HIPÓTESE 2					DADOS E OBSERVAÇÕES		
N.º	Allura (m)	Tipo	Apóio de Reforço? (S - Sim) (N - Não)	Função e Identificação dos vãos	Espessura da manga de gelo (mm)	Tipo de Condutor (AA-al-ço) (CU-cobre)	Secção (mm²)	Pressão dinâmica do vento (kgf/m²)	Tensão Máxima (daN/mm2)	LINHA		ESFORÇOS HORIZONTAIS				Esforço Vertical		ESFORÇOS HORIZONTAIS					Esforço Vertical	
										Vão	Ângulo (grados)	Transversal Fy (daN)	Longitudinal Fx (daN)	Total (daN)	Fz (daN)	Transversal	Longitudinal Fx (daN)	Total (daN)	Fz (daN)	Transversal	Longitudinal Fx (daN)		Total (daN)	
																								Vento
22,00		MM04-2250	N	ALINHAMENTO C/ DERIVAÇÃO S1 S2 Derivação em estudo Derivação existente Total Parcial Total	0,00 0,00 0,00	AA CU AA	50 16 50	75 75 75	4,00 15,00 6,00	61,90 120,60 45,87	0,00 200,00 311,00	56,27 60,87 12,97 130,11	0,00 0,00 -877,38 877,38	593,76 -715,05 153,13 0,00	16,06 26,05 11,90 0,00 54,02	0,00 0,00 -877,38 877	0,00 0,00 31,83 31,83	593,76 -715,05 153,13 0,00 941	16,06 26,05 11,90 0,00 54,02					

CARVALHOSA - ALDUSINDE

CONDUTOR: AL-AÇO SECÇÃO (mm²) = 50 TENSÃO MAX. (daN/mm²) = 6

FLECHAS DE REGULAÇÃO (m)

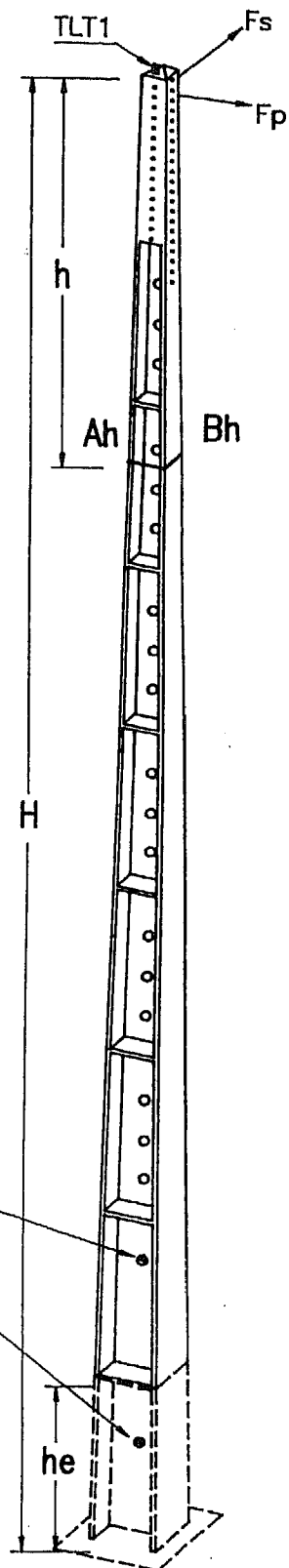
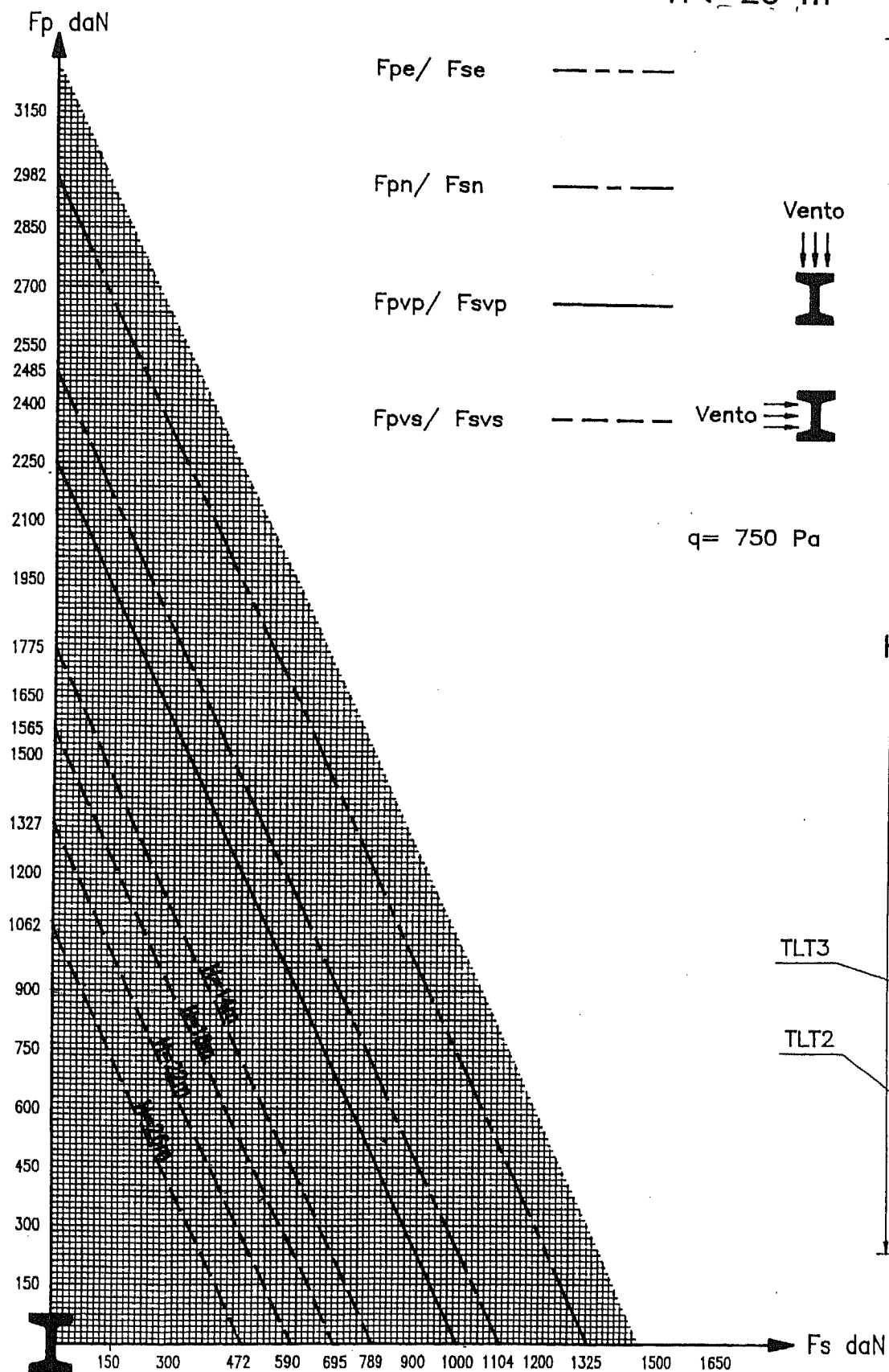
VÃO (m)	5°C	10°C	15°C	20°C	25°C	30°C
1 - PT 45.87	0.23	0.27	0.32	0.37	0.43	0.48

TENSÃO A 50 °C (daN/mm²) = 1.33 CURVA EQUIV = 358

MM04/2250

AM04/2250

$H \leq 28$ m



QUADRO CARACTERISTICAS DO POSTE

h m	Ah mm	Bh mm
0,00	298	190
0,25	305	195
0,50	312	200
1,00	326	210
1,50	340	220
2,00	354	230
3,00	382	250
4,00	410	270
6,00	466	310
8,00	522	350
10,00	578	390
12,00	634	430
14,00	690	470
16,00	746	510
18,00	802	550
20,00	858	590
22,00	914	630
24,00	970	670
26,00	1026	710
28,00	1082	750

$$Ah = 28 \times h + 298 \text{ mm}$$

$$Bh = 20 \times h + 190 \text{ mm}$$

MM04 / 2250
AM04 / 2250

p/ H < = 28 m

H m	Wt kg	hu m	bog m	fpn mm	fsn mm
14	3010	12	6,0	257	321
16	3760	14	6,7	306	383
18	4620	16	7,4	359	449
20	5560	18	8,1	414	517
22	6590	19,5	8,7	470	587
24	7700	21,5	9,3	527	658
26	8890	23,5	9,8	570	712
28	10180	25,5	10,3	629	786

$$Tr = 899 \text{ dN.m}$$

$$Kp01 = 0,82$$

EQUAÇÕES DAS LINHAS VECTORIAIS:

$$\begin{aligned} Fpe / 2982 + Fse / 1325 &= 1 \\ Fpn / 2485 + Fsn / 1104 &= 1 \end{aligned}$$

com vento q = 750 Pa na direcção Principal

$$Fpvp / 2250 + Fsvp / 1000 = 1$$

com vento q = 750 Pa na direcção Secundária

para H = 14 m	Fpvs / 1775	+ Fsvs / 789	= 1
H = 16 m	Fpvs / 1674	+ Fsvs / 744	= 1
H = 18 m	Fpvs / 1565	+ Fsvs / 695	= 1
H = 20 m	Fpvs / 1449	+ Fsvs / 644	= 1
H = 22 m	Fpvs / 1327	+ Fsvs / 590	= 1
H = 24 m	Fpvs / 1198	+ Fsvs / 532	= 1
H = 26 m	Fpvs / 1062	+ Fsvs / 472	= 1
H = 28 m	Fpvs / 919	+ Fsvs / 408	= 1

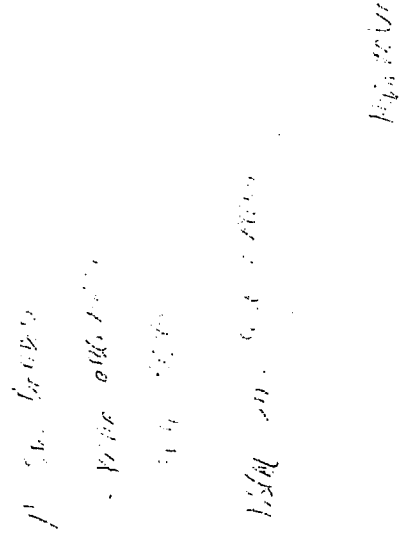
com vento q = 900 Pa na direcção Principal

$$Fpvp / 2203 + Fsvp / 979 = 1$$

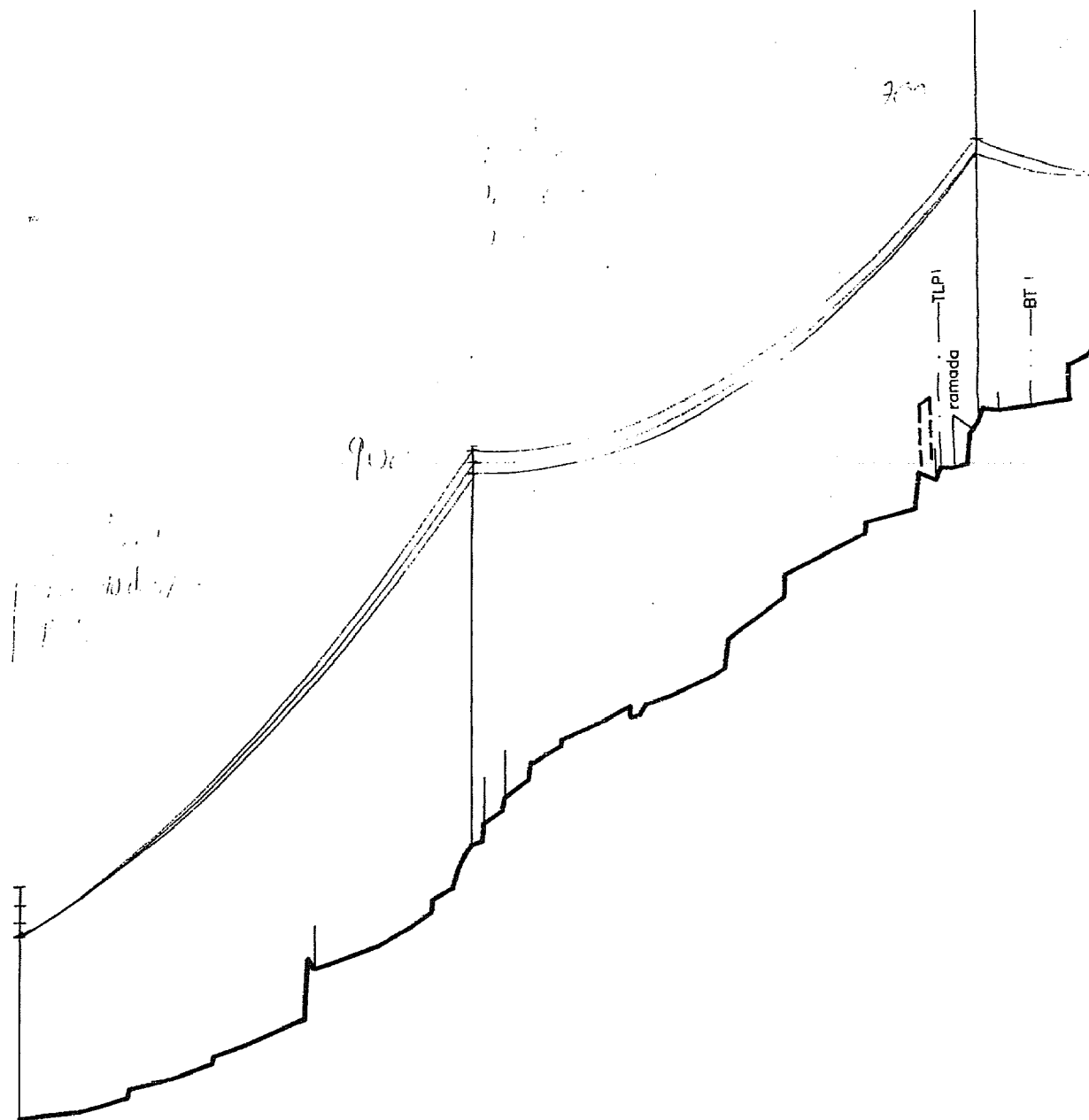
com vento q = 900 Pa na direcção Secundária

para H = 14 m	Fpvs / 1648	+ Fsvs / 733	= 1
H = 16 m	Fpvs / 1519	+ Fsvs / 675	= 1
H = 18 m	Fpvs / 1381	+ Fsvs / 614	= 1
H = 20 m	Fpvs / 1234	+ Fsvs / 548	= 1
H = 22 m	Fpvs / 1078	+ Fsvs / 479	= 1
H = 24 m	Fpvs / 914	+ Fsvs / 406	= 1
H = 26 m	Fpvs / 741	+ Fsvs / 329	= 1
H = 28 m	Fpvs / 559	+ Fsvs / 249	= 1

8.1.2 - Linha Anciães – Boucinha nº 320/AMT



Estudou	JACINTO	03-03-2004
Projectou		
Desenhou	JACINTO	03-03-2004
Copiou		
Verificou		
 MATEACE ELECTRICIDADE. S. A.		
ESCALAS : 1/500 1/2500		
LN 15 KV LN PT ANSIAES - BOUCINHA N.º 320 Freg. ANSIAES Conc. AMARANTE ÁREA DE REDE PROJECTO E CONSTRUÇÃO		
 EDP DISTRIBUIÇÃO EDESA, S.A.		
N.º Substitui : Substituído por :		
Formato		



COTAS DO TERRENO		78.00	188.54	108.86	140.65
S P O I S	NÚMERO	Nº 4	Nº	Nº	Nº
	TIPO/ALTURA	TIPO 10.00/17.9/10.00/10.00/80	TIPO 10.00/17.9/10.00/10.00/80	TIPO 10.00/17.9/10.00/10.00/80	TIPO 10.00/17.9/10.00/10.00/80
	ARMAÇÃO/FIXAÇÃO DOS CONDUTORES	AMARRAÇÃO	AMARRAÇÃO	AMARRAÇÃO	AMARRAÇÃO
	ORIENTAÇÃO				
VÃO		168.90	190.14	52.50	
DISTÂNCIAS À ORIGEM		0.00	168.90	359.05	
C A D A S T R O					
	150.55m 120.91g 99.39g 73.91m 78.97g 100.73g 145.20m 194.26g 196.94g LN PT ANSIÃES??? N.01 com seccionador Linha AGUA C. PÚBLICO TLP BT				
	TIPO DE CULTURA	CULTIVO			
	PROPRIETÁRIOS	Fernando Morgado Ansiões - Amarante	Sra. Alice Ansiões - Amarante	Manuel José Ansiões - Amarante	C. PUB C. M. AA
LUGAR		Lugar			
FREGUESIA		ANSIAES			
CONCELHO		AMARANTE			

10.00/17.9/10.00/10.00/80
(Pou 64% de 10.00)
CU 16.00
10.00/17.9/10.00/10.00/80

1- Presidente da Junta
Ansiões - Amarante



EDP
Distribuição

INFORMAÇÃO

IF N.º ASPC-MT 86/04

Data: 12/ 3

Assunto: AS03019-QS PT29/AMT ANSIÃES-EIDO (C.IV)

Para: ASPC - SNR ENG. REIS MOREIRA

1. Projecto de Investimento	EDIS-C2004-394620	Concelho	AMT
-----------------------------	-------------------	----------	-----

Diagramas de Rede	60330994 - LNA AMT/320 ANSIÃES-BOUCINHA
-------------------	---

2. Solicitação / Iniciativa	3. Aprovação no Planeamento
EDP	ASCI: AS03019

4. Descrição / Justificação

Melhoria da qualidade de serviço.

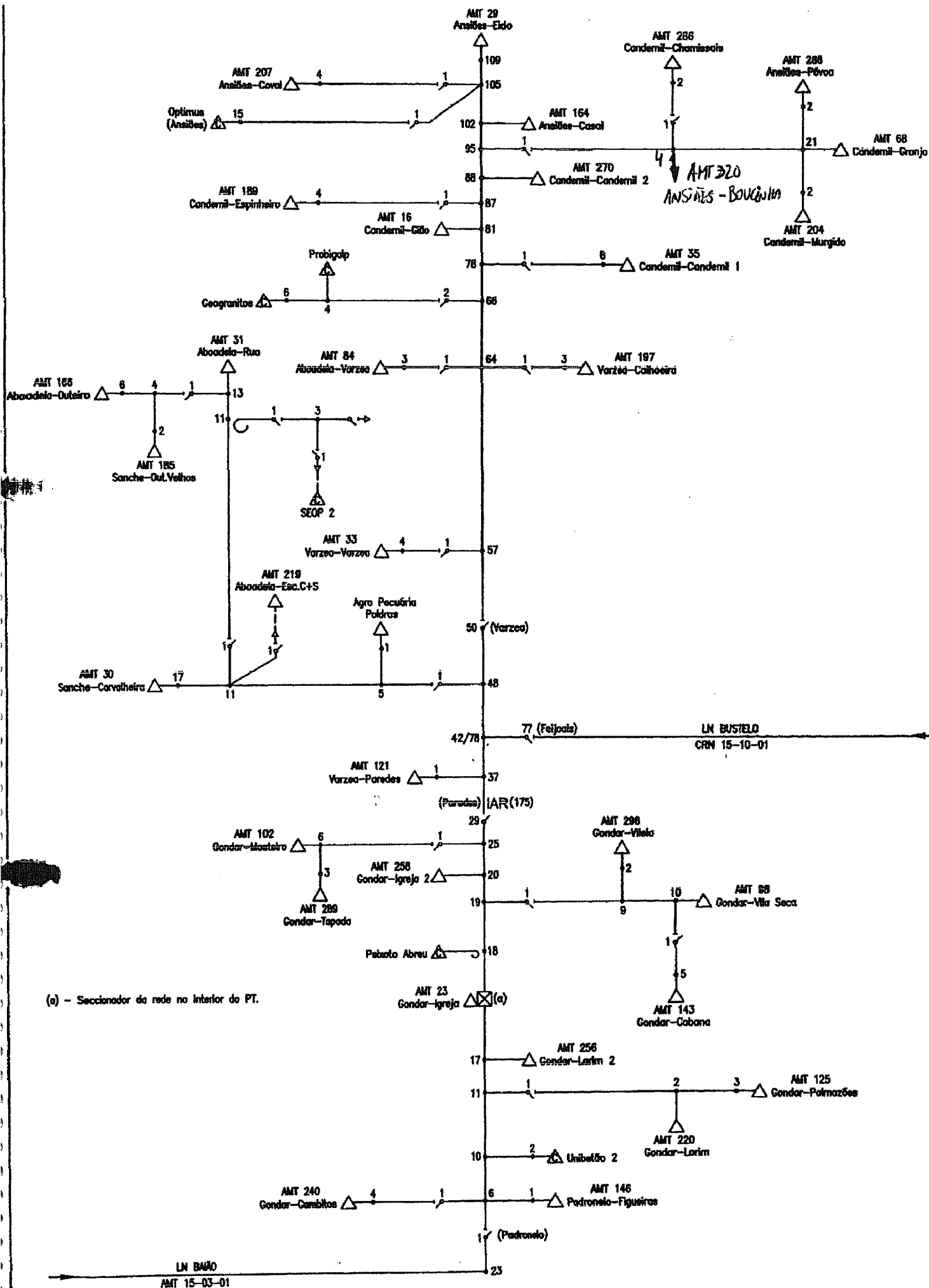
5. Previsto no Plano

Comprimento: (km) Valor:

6. Valorização / Proposta de atribuição

Adjudicatário	Comprimento (km)	Valor da M. Obra	Valor da Obra	Fiscal da Obra
P & A	0,412	€3.615,00	€5.763,72	JMACEDO

20/2004
1/203019



(a) - Seccionador da rede no interior do PT.



EDP - COMPANHIA ENERGIA, SA
AREA DE REDE AVE. SOUSA

DESENHO Nº 142
SUBST. DES. Nº

VERIF.
2000/06/08

VISTO:
2004/01/14

AMT 15-03-02

LN BAIÃO-ANCIÃES
Cod.1301L2000200

LINHA AÉREA A 15 KV PARA O PT:
P.T. N.º 320/AMT - ANSÍES - BOUCINHA

PROCESSO N.º

CARACTERÍSTICAS DOS APOIOS				CARACTERÍSTICAS DOS VÃOS						HIPÓTESE 1				HIPÓTESE 2				DADOS E OBSERVAÇÕES			
Nº	Altura (m)	Tipo	Apoio de Reforço? (S - Sim) (N - Não)	Função e Identificação dos vãos	Espessura da manga de aço (mm)	Tipo de Condutor (AA-At-aço) (CU-cobre)	Secção (mm²)	Pressão dinâmica do vento (kgf/m²)	Tensão Máxima (daN/mm²)	LINHA		ESFORÇOS HORIZONTAIS			ESFORÇOS HORIZONTAIS				Esforço Vertical Fz (daN)		
										Vão	Ângulo (graus)	Transversal Fy (daN)	Tracção	Longitudinal Fx (daN)	Total (daN)	Fz (daN)	Transversal Fy (daN)			Longitudinal Fx (daN)	Total (daN)
4	19,40	RS22/19,4	N	ALINHAMENTO C/ DERIVAÇÃO																	
				S1	0,00	CU	16	75	10,00	145,20	0,00	70,84	0,00	476,70		31,36	0,00	0,00	476,70	31,36	
				S2	0,00	CU	16	75	10,00	150,55	200,00	73,01	0,00	-476,70		32,52	0,00	0,00	-476,70	32,52	
				Derivação em estudo	0,00	AA	50	75	10,00	168,90	100,00	12,00	1484,40	0,00		43,83	1484,40	120,79	0,00	43,83	
				Derivação existente	0,00	CU	25	75	10,00	73,91	320,91	16,00	-741,99	252,87		26,28	-741,99	34,41	252,87	26,28	
				Total Parcial								171,85	742,41					155,20	252,87		
				Total								914		253	1167	133,99	742		408	1150	133,99
1	27,00	F10CM/27	N	ÂNGULO																	
				S1	0,00	AA	50	75	10,00	168,90	202,87	132,54	-66,90	-1482,69		43,83	0,00	24,11	0,00	43,83	
				S2	0,00	AA	50	75	8,00	190,14	397,13	147,70	-53,52	1186,31		49,34	0,00	27,14	0,00	49,34	
				Derivação em estudo								0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
				Derivação existente								0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
				Total Parcial								280,25	120,41					51,25	0,00		
				Total								401		297	697	93,17	0		51	51	93,17
2	22,00	MP00/600	N	ÂNGULO																	
				S1	0,00	AA	50	75	8,00	190,14	198,47	147,90	28,54	-1187,18		49,34	0,00	27,18	0,00	49,34	
				S2	0,00	AA	50	75	8,00	52,50	1,53	49,52	28,54	1187,18		13,62	0,00	7,50	0,00	13,62	
				Derivação em estudo								0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
				Derivação existente								0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
				Total Parcial								197,42	57,07					34,66	0,00		
				Total								254		0	254	62,97	0		35	35	62,97

ANSIAES - BOUCINHA

CONDUTOR: AL-AÇO SECÇÃO (mm²) = 50 TENSAO MAX. (daN/mm²) = 10

FLECHAS DE REGULAÇÃO (m)

VÃO	(m)	5°C	10°C	15°C	20°C	25°C	30°C
4 - 1	168.9	2.36	2.49	2.62	2.76	2.89	3.02

TENSAO A 50 °C (daN/mm²) = 3.54 CURVA EQUIV = 951

ANSIAES - BOUCINHA

CONDUTOR: AL-AÇO SECÇÃO (mm²) = 50 TENSAO MAX. (daN/mm²) = 8

FLECHAS DE REGULAÇÃO (m)

VÃO (m)	5°C	10°C	15°C	20°C	25°C	30°C	
1 - 2	190.14	4.91	5.03	5.14	5.26	5.37	5.48

TENSAO A 50 °C (daN/mm²) = 2.68 CURVA EQUIV = 719

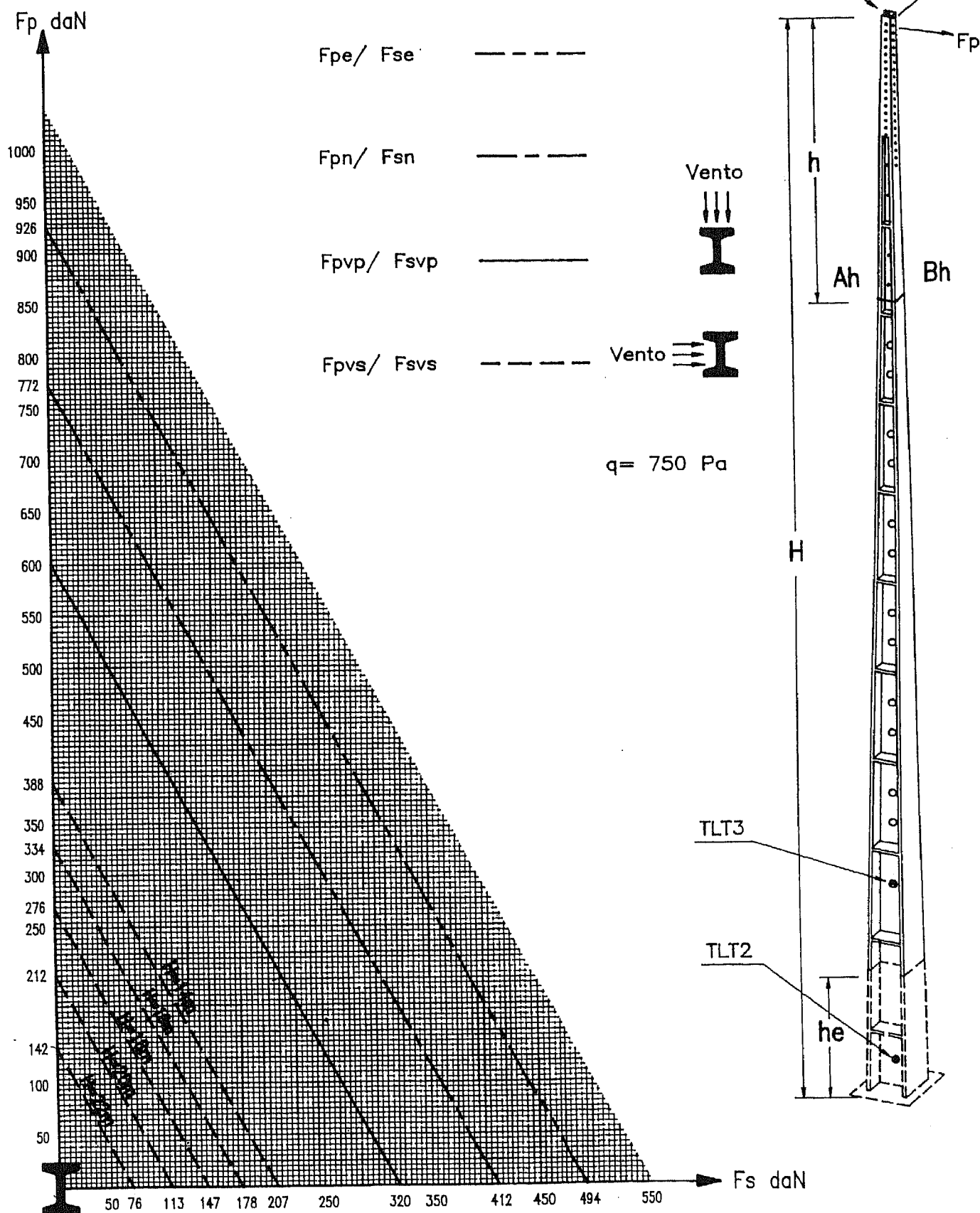
ANSIAES - BOUCINHA

CONDUTOR: AL-AÇO SECÇÃO (mm²) = 50 TENSAO MAX. (daN/mm²) = 8

FLECHAS DE REGULAÇÃO (m)

VÃO (m)	5°C	10°C	15°C	20°C	25°C	30°C
2 - PT 52.5	0.20	0.23	0.26	0.30	0.34	0.40

TENSAO A 50 °C (daN/mm²) = 1.90 CURVA EQUIV = 509





QUADRO CARACTERISTICAS DO POSTE

MP00 / 600
AP00 / 600

p/ H < = 22 m

h	Ah	Bh
m	mm	mm
0,00	140	110
0,25	147	115
0,50	154	120
1,00	168	130
1,50	182	140
2,00	196	150
3,00	224	170
4,00	252	190
6,00	308	230
8,00	364	270
10,00	420	310
12,00	476	350
14,00	532	390
16,00	588	430
18,00	644	470
20,00	700	510
22,00	756	550

H	Wt	hu	bcg	fpn	fsn
m	kg	m	m	mm	mm
14	1730	12	5,3	357	485
16	2240	14	5,9	425	578
18	2800	16	6,6	499	678
20	3440	18	7,2	574	781
22	4160	19,5	7,7	652	886

Tr = 168 dN.m

Kp01 = 0,88

Ah = 28 x h + 140 mm

Bh = 20 x h + 110 mm

EQUAÇÕES DAS LINHAS VECTORIAIS:

$$\begin{array}{lcl} \text{Fpe} / & 926 & + \text{Fse} / & 494 & = & 1 \\ \text{Fpn} / & 772 & + \text{Fsn} / & 412 & = & 1 \end{array}$$

com vento q = 750 Pa na direcção Principal

$$\text{Fpvp} / & 600 & + \text{Fsvp} / & 320 & = & 1$$

com vento q = 750 Pa na direcção Secundária

para H = 14 m	Fpvs /	388	+ Fsvs /	207	= 1
H = 16 m	Fpvs /	334	+ Fsvs /	178	= 1
H = 18 m	Fpvs /	276	+ Fsvs /	147	= 1
H = 20 m	Fpvs /	212	+ Fsvs /	113	= 1
H = 22 m	Fpvs /	142	+ Fsvs /	76	= 1

com vento q = 900 Pa na direcção Principal

$$\text{Fpvp} / & 566 & + \text{Fsvp} / & 302 & = & 1$$

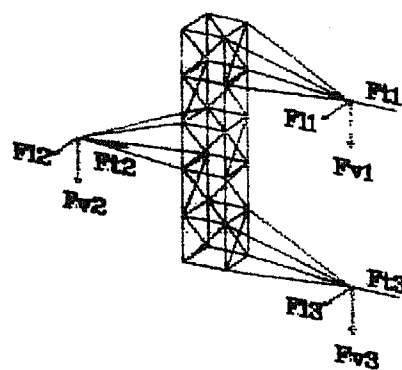
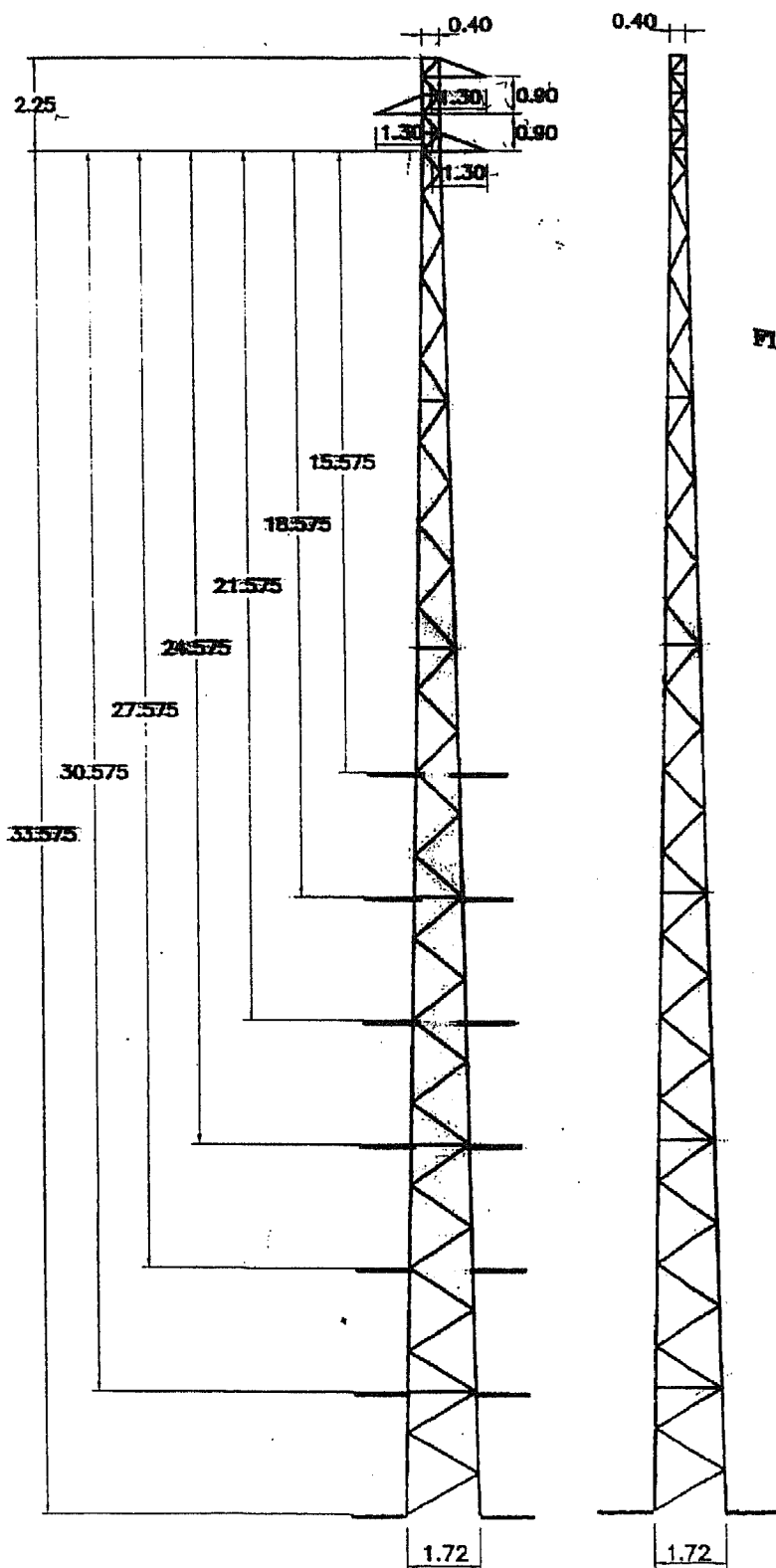
com vento q = 900 Pa na direcção Secundária

para H = 14 m	Fpvs /	323	+ Fsvs /	172	= 1
H = 16 m	Fpvs /	253	+ Fsvs /	135	= 1
H = 18 m	Fpvs /	176	+ Fsvs /	94	= 1
H = 20 m	Fpvs /	93	+ Fsvs /	50	= 1
H = 22 m	Fpvs /	3	+ Fsvs /	2	= 1



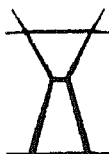
Apoios série F

Linhas de Média Tensão – Poste tipo F10CM



11-11-2004 VENA

Cópia propriedade da EDP



Poste Tipo F10CM - Condições de Utilização

Acções dos Cabos [daN]

Artº RSLEAT	Hip. de Cálc.	Coef. de Seg.	Ft0	Ft0	Fv0	Ft1	Ft1	Fv1	Ft2	Ft2	Fv2	Ft3	Ft3	Fv3
56° (1)	Hip. 1 Hip. 2	1,50 1,50	-	-	-	300	25	400	300	25	400	300	25	400

(1) Esta Hipótese não é considerada por ser menos gravosa que a anterior.

Utilização

TENSÃO [kV]	FUNÇÃO	CABOS A UTILIZAR	CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO			
			Vão Top. [m]	Vão Grav. [m]	Ângulo [grados]	Rotura [daN]
15 e 30	Alinhamento	CG: CC: ACSR-160-mm²	390 320 (2)	700	0	-
15 e 30	Afinamento	CG: CC: ACSR-90-mm²	440 370 (2)	1200	0	-

(2) Nas alturas fora do solo de 32.8 e 35.8 m (vento de 900 Pa sobre os cabos).

Características

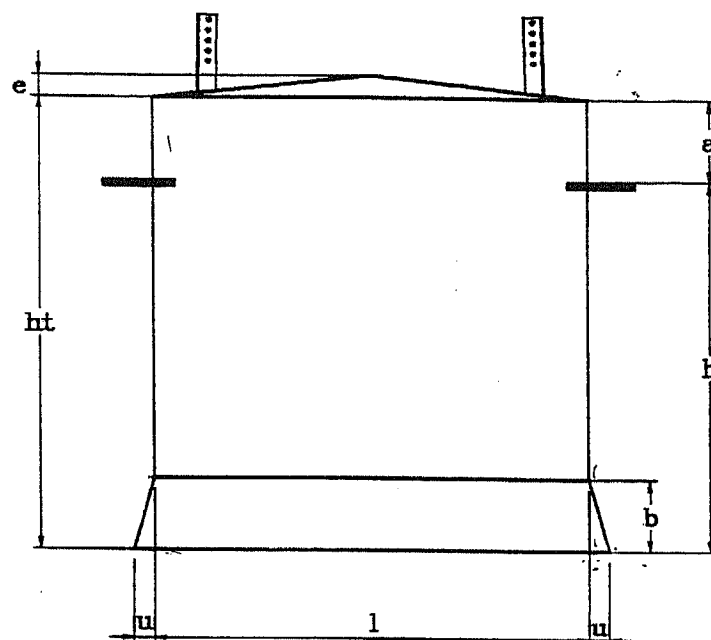
Ref. do poste	Altura do apoio fora do solo [m]	Altura ao solo da consola inferior [m]	Peso aproximado do apoio [kg] (*)	Fundações: (#)	
				Volum. de Escavação [m³]	Volum. de Betão [m³]
F10CM/15	17.8	15.6	1078	4.086	4.506
F10CM/18	20.8	18.6	1310	4.964	5.476
F10CM/21	23.8	21.6	1540	5.220	5.732
F10CM/24	26.8	24.6	1719	6.960	7.645
F10CM/27	29.8	27.6	1961	7.338	8.060
F10CM/30	32.8	30.6	2148	8.950	9.832
F10CM/33	35.8	33.6	2406	9.816	10.784

(*) Peso teórico. Inclui consolas, barras das fundações, parafusos e galvanização.

(#) Dimensionadas para terrenos com o coeficiente de compressibilidade igual a 70N/cm³. Volumes de escavação e de betão por apoio.



Poste Tipo F10CM - Fundações

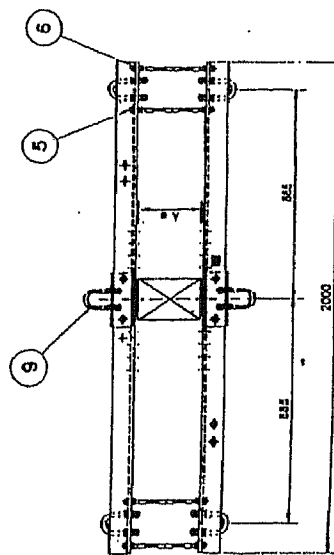
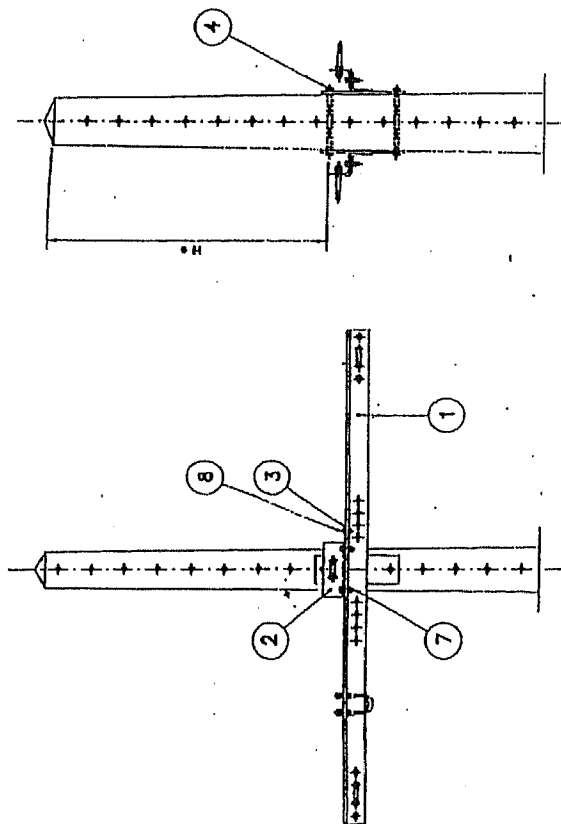


VISTA FRONTAL / LATERAL

Dimensões das Fundações

Ref. do poste	Altura ao solo da consola inferior [m]	a [m]	h [m]	ht [m]	l [m]	b [m]	e [m]	u [m]
F10CM/15	15.6	0.2	1.9	2.1	1.45	0.35	0.05	0.1
F10CM/18	18.6	0.2	1.9	2.1	1.60	0.35	0.05	0.1
F10CM/21	21.6	0.2	2.0	2.2	1.70	0.35	0.05	0.1
F10CM/24	24.6	0.2	2.0	2.2	1.85	0.35	0.05	0.1
F10CM/27	27.6	0.2	2.0	2.2	2.00	0.35	0.05	0.1
F10CM/30	30.6	0.2	2.0	2.2	2.10	0.35	0.05	0.1
F10CM/33	33.6	0.2	2.0	2.2	2.20	0.35	0.05	0.1

Ref.	Designação	Número de Código	Número de Desenho	Número de Peças			Observações
				Derivação	Reforço	Fin de ligação	
1	T 2000/80		18666-3	L80 L104 L104	L80 L104 L80	L104 L120	
2	T 2000/100		18666-3	2	2	2	
3	T 2000/120		18666-3	2	2	2	
4	FH 80		18666-4	1	1	1	
5	FH 100		18666-4	1	1	1	
6	FH 120		18666-4	1	1	1	
7	FLT		18666-8	1	1	1	
8	P18-300		18666-6	2	2	2	
9	P18-400		18666-6	4	4	4	
10	P18-500		18666-6	4	4	4	
11	PORCA M16		18666-7	20	20	20	
12	M16x45+P		18666-5	4	4	4	
13	M10x35x30+P		18666-9	1	1	1	
14	QZ 18-70-140		18666-10	3	3	3	



MASSA APROXIMADA DA ARMAÇÃO (excluindo elementos roscados)		
HRFSC/EDP80	HRFSC/EDP 100	HRFSC/EDP 120
49 kg	73 kg	102 kg

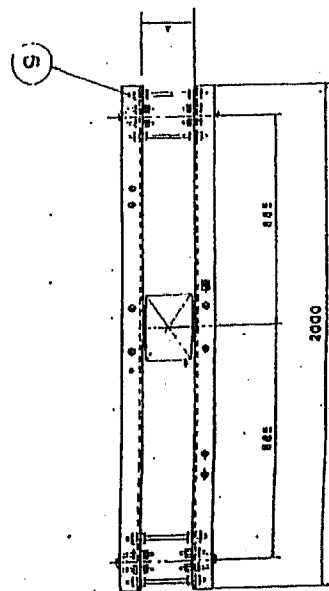
Código	Designação	Utilização	Normalização de referência
275116	HRFSC/EDP 80	Amarração de linhas	Des. n° 18.868-2-EDP
275115	HRFSC/EDP 100		
275144	HRFSC/EDP 120		

Data:
 Verif.:
 Aprov.:
 Data: 2002-02-27
 Arquivo:
 Formato: A3
 Escala:



Cálculo de Normalização e Tecnologia
 Des. n° C66-002-2002
 Res.
 N° Folha:

ARMAÇÕES HRFSC/EDP



Ref.	Designação	Número de Código	Número de Desenho	Número de Peças				Observações
				60	80	100	120	
1	T 2000/80		04.05.303	2	-	-	-	
	T 2000/80	-		2	-	-		
	T 2000/100	-		-	2	-		
	T 2000/120	-		-	-	2		
2	BI 60		04.05.312		1			
3	FB 80		04.05.330		2			
4	FLI		04.05.360		3			
5	AQ 50		04.05.363		2			
6	P16-250+P(2)		04.05.520		2			CAMM B, B-1, C
	P16-300+P(2)						CAMM B, B-2, B-3	
	P16-350+P(2)						CAMM B-1, C-2	
	P16-400+P(2)						CAMM C-1	
7	P16-450+P(2)		04.05.520		2			CAMM C-1
	P16-200+P(2)						CAMM C-1	
	P16-250+P(2)						CAMM B, B-1, C	
	P16-300+P(2)						CAMM B-2, B-3, B-4, C-2, C-4	
8	P16-250+P(2)		04.05.520		2			CAMM C-1
	P16-300+P(2)						CAMM B, B-1, C	
	P16-350+P(2)						CAMM B-2, B-3, B-4, C-2, C-4	
	P16-250+P(4)						CAMM C-1	
9	P16-300+P(4)		04.05.530		4			CAMM B, B-1, C
	P16-350+P(4)						CAMM B-2, B-3, B-4, C-2, C-4	
	P16-350+P(4)						CAMM C-1	
	P16-350+P(4)						CAMM C-1	
10	M10X30X25+P		04.05.550		2			
11	M10X30X25+P		04.05.550	1	1	-	-	
	M10X35X30+P			-	-	1	1	
12	QZ16-70-140		04.05.560		5			
13	MU16-82		04.05.570		2			

MASSA APROXIMADA DA APLICAÇÃO (excluído elementos roscados e manilhas)				
	TAN 50	TAN 80	TAN 100	TAN 120
	38 kg	55 kg	78 kg	103kg

POSTE CAVAN	A mm
B	153
B-1	173
B-2	193
B-3	213
B-4	233
C	153
C-2	193
C-4	233
C-6	273

Código	Designação	Utilização	Normalização de referência
275120	TAN 80	Amarração de linhas	Des. n.º 04.05.111—DGE
275119	TAN 120		

Desa.	<i>Belalang</i>
Verif.	
Apov.	
Delos	2002-05-31
Arquiv.	Formatos: A3
Excolat	

ARMAÇÕES TAN



Energia, BA

Ordem de Normalização e Tecnologia

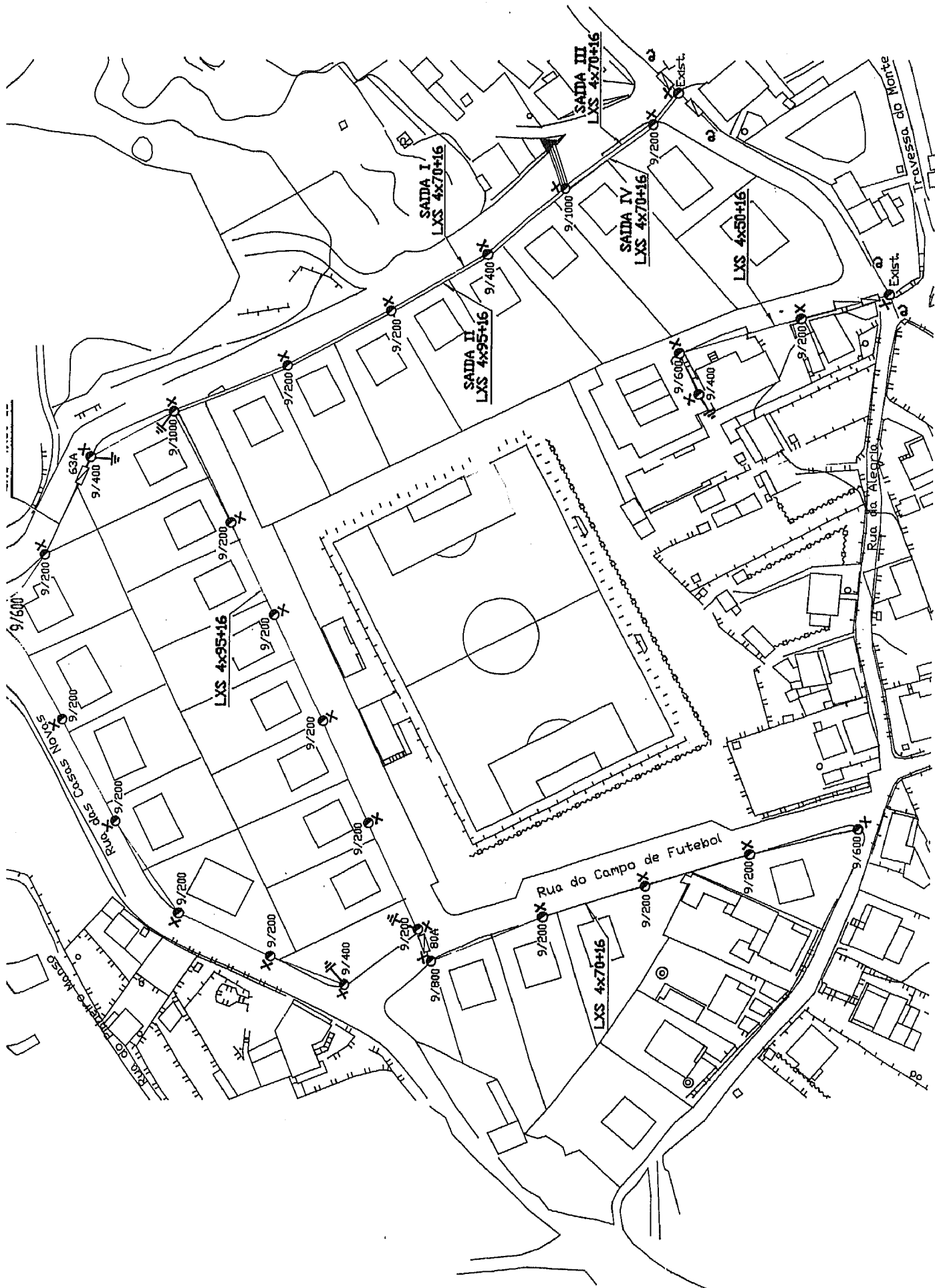
Doc. n° C66-003-2002

Reg.	Nº Faltas:
------	------------

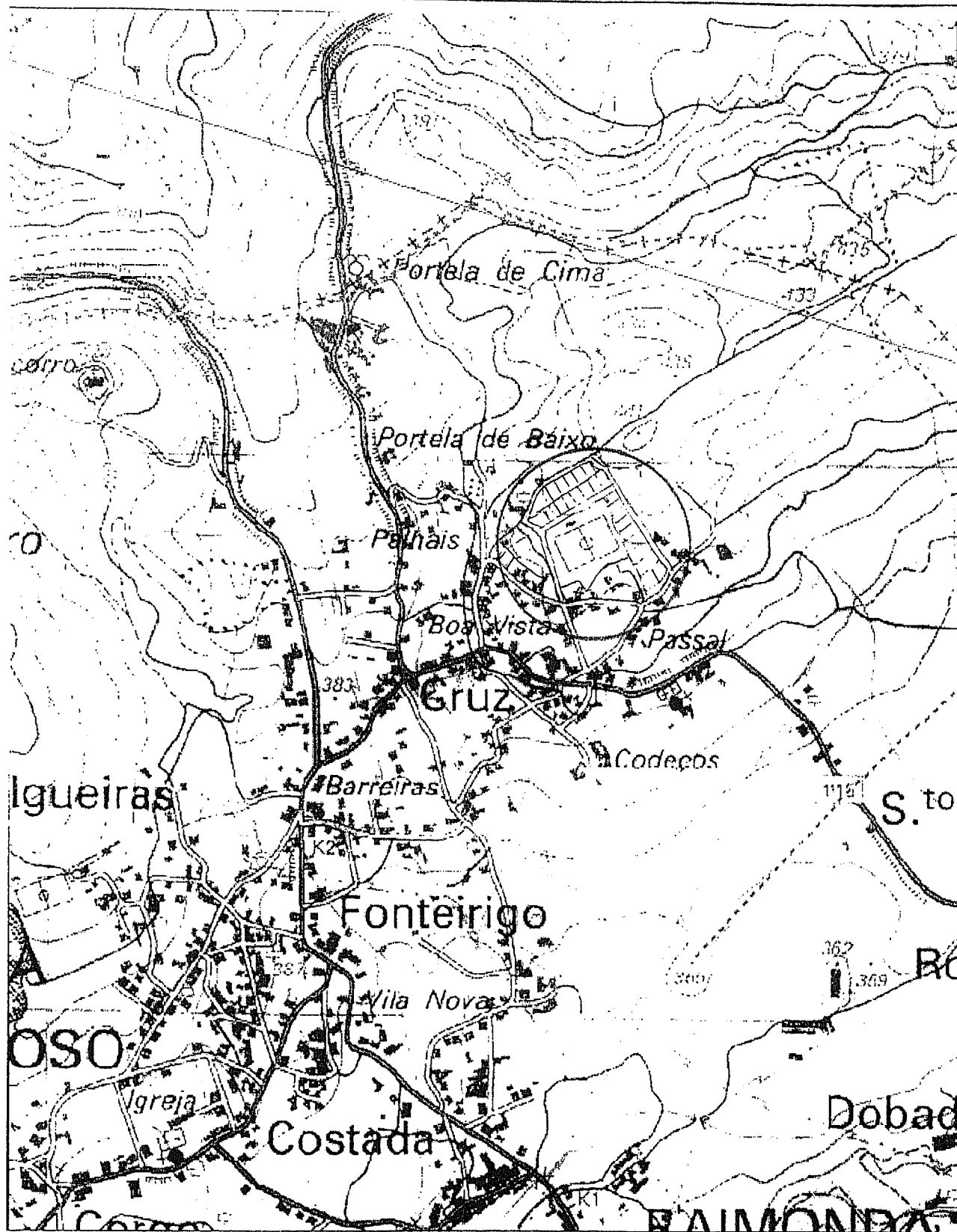


8.2 - Anexo II

Projecto de Rede Aérea de Baixa Tensão e Iluminação Pública Loteamento Codessos – Boavista



PROG.	LEV. TOP.	REF.
		701516



						PROJ.				 EDP Distribuição Energia, S.A. GRUPO EDP
						LEV. TOP.				
						DES.		26.4.84		
						VERIF.		Oliveira		
INDICE	DESCRIÇÃO	DATA	ALTERADO	APROVADO			DATA	RUBRICA		
	FORMATO	PLANTA DE LOCALIZAÇÃO								
	OUTPUT Pnn - Inn	CODESSOS - BOAVISTA								
	ESCALA 1: 10.000	CAMARA MUNICIPAL DE PAÇOS DE FERREIRA								
		SUBSTITUI	CODIGO DO CAMPO DE APLICAÇÃO		-		DOCUMENTO No.		01	
										INDICE

Loteamento de Codessos - Boavista

PT - P6	S Total(kVA)	=	37,84	Cabo	In (A)	=	160
	Is (A)	=	54,62		QDT (%)	=	1,92
	Comprimento (m)	=	187	LXS 4x70+16	IccMin (A)	=	973,71

P6-P13	S Total(kVA)	=	19,24	Cabo	In (A)	=	63
	Is (A)	=	27,78		QDT (%)	=	3,52
	Comprimento (m)	=	218	LXS 4x50+16	IccMin (A)	=	369,94

Loteamento de Codessos - Boavista

PT - P14	S Total(kVA)	=	67,99		Cabo		In (A)	=	160
	Is (A)	=	98,13				QDT (%)	=	2,61
	Comprimento (m)	=	192		LXS 4x95+16		IccMin (A)	=	1287,05

P14-P18	S Total(kVA)	=	65,76		Cabo		In (A)	=	125
	Is (A)	=	94,91				QDT (%)	=	4,42
	Comprimento (m)	=	137		LXS 4x95+16		IccMin (A)	=	751,10

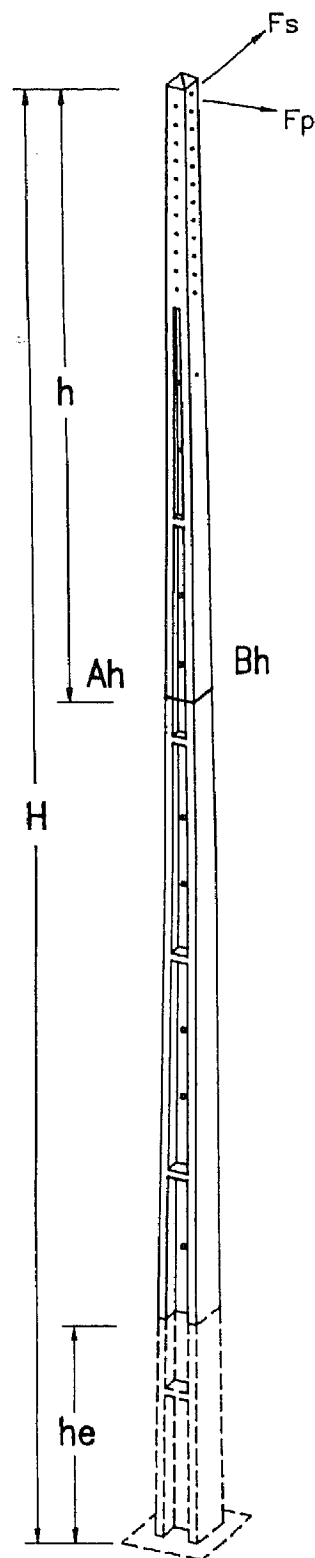
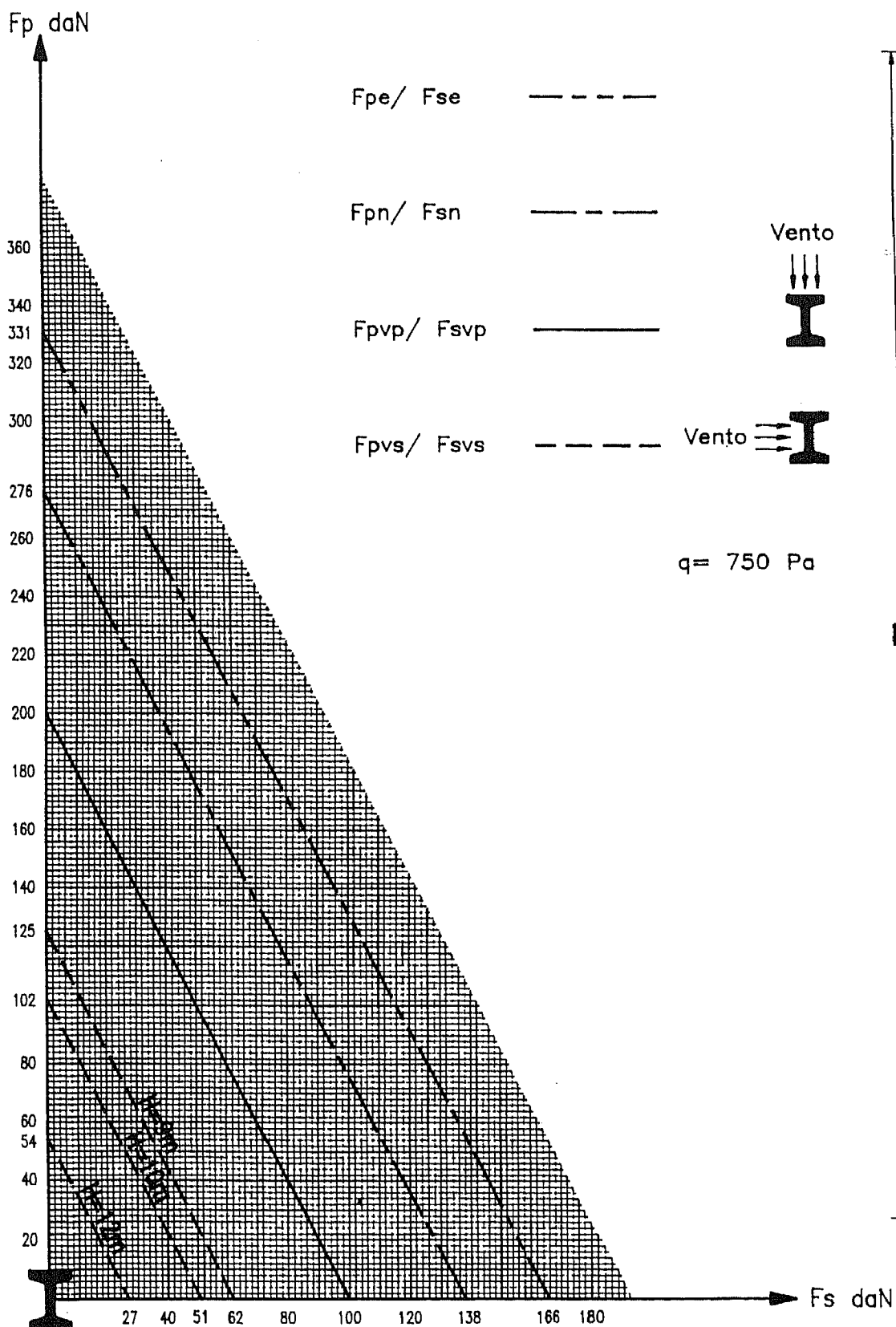
P18-P23	S Total(kVA)	=	13,70		Cabo		In (A)	=	80
	Is (A)	=	19,78				QDT (%)	=	4,96
	Comprimento (m)	=	147		LXS 4x70+16		IccMin (A)	=	467,57



SOCIEDADE PORTUGUESA
Cavan[®] S. A.

BF00/200

$H \leq 12$ m



Cópia propriedade da EDP

Data	97/10/01	Des.	Chandina	Visto	Serie : Diagramas	Nº 194
------	----------	------	----------	-------	-------------------	--------



SOCIEDADE PORTUGUESA
Cavan® S.A.

QUADRO CARACTERISTICAS DO POSTE

BF00 / 200

$p/H \leq 12 \text{ m}$

h	Ah	Bh
m	mm	mm
0,00	120	100
0,25	124	103
0,50	128	106
1,00	136	111
1,50	144	117
2,00	152	122
3,00	168	133
4,00	184	144
5,00	200	155
6,00	216	166
7,00	232	177
8,00	248	188
9,00	264	199
10,00	280	210
11,00	296	221
12,00	312	232

H	Wt	hu	bcg	fpn	fsn
m	kg	m	m	mm	mm
9	460	7,6	3,8	268	322
10	540	8,5	4,2	306	368
12	700	10,3	4,9	386	463

Tr = 93 dN.m

Kp01 = 0,93

Ah = 16 x h + 120 mm

Bh = 11 x h + 100 mm

EQUAÇÕES DAS LINHAS VECTORIAIS:

$$\begin{aligned} F_{pe} / 331 + F_{se} / 166 &= 1 \\ F_{pn} / 276 + F_{sn} / 138 &= 1 \end{aligned}$$

com vento q = 750 Pa na direcção Principal

$$F_{pvp} / 200 + F_{svp} / 100 = 1$$

com vento q = 750 Pa na direcção Secundária

para H = 9 m	Fpvs / 125	+ Fsvs / 62	= 1
H = 10 m	Fpvs / 102	+ Fsvs / 51	= 1
H = 12 m	Fpvs / 54	+ Fsvs / 27	= 1

com vento q = 900 Pa na direcção Principal

$$F_{pvp} / 184 + F_{svp} / 92 = 1$$

com vento q = 900 Pa na direcção Secundária

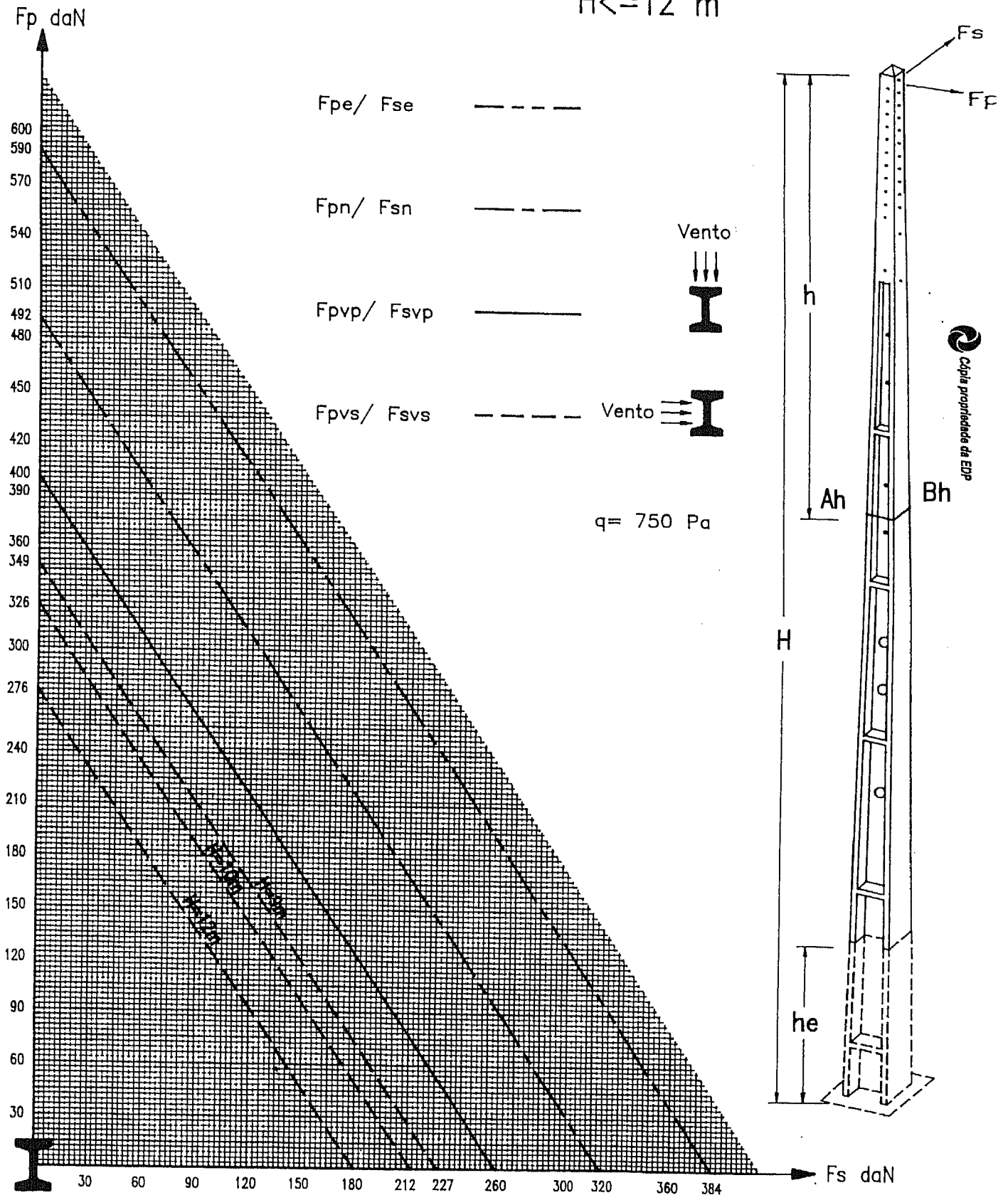
para H = 9 m	Fpvs / 94	+ Fsvs / 47	= 1
H = 10 m	Fpvs / 67	+ Fsvs / 34	= 1
H = 12 m	Fpvs / 10	+ Fsvs / 5	= 1



SOCIEDADE PORTUGUESA
Cavan[®] S. A.

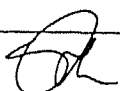
BP00/400

$H \leq 12$ m



Data 97/10/01

Des. *Quindim*

Visto 

Serie : Diagramas

Nº 196

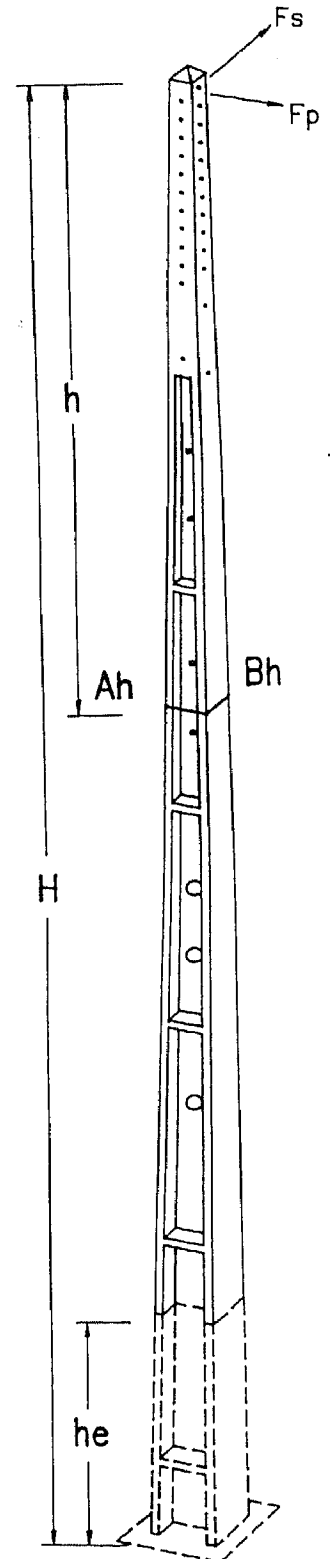
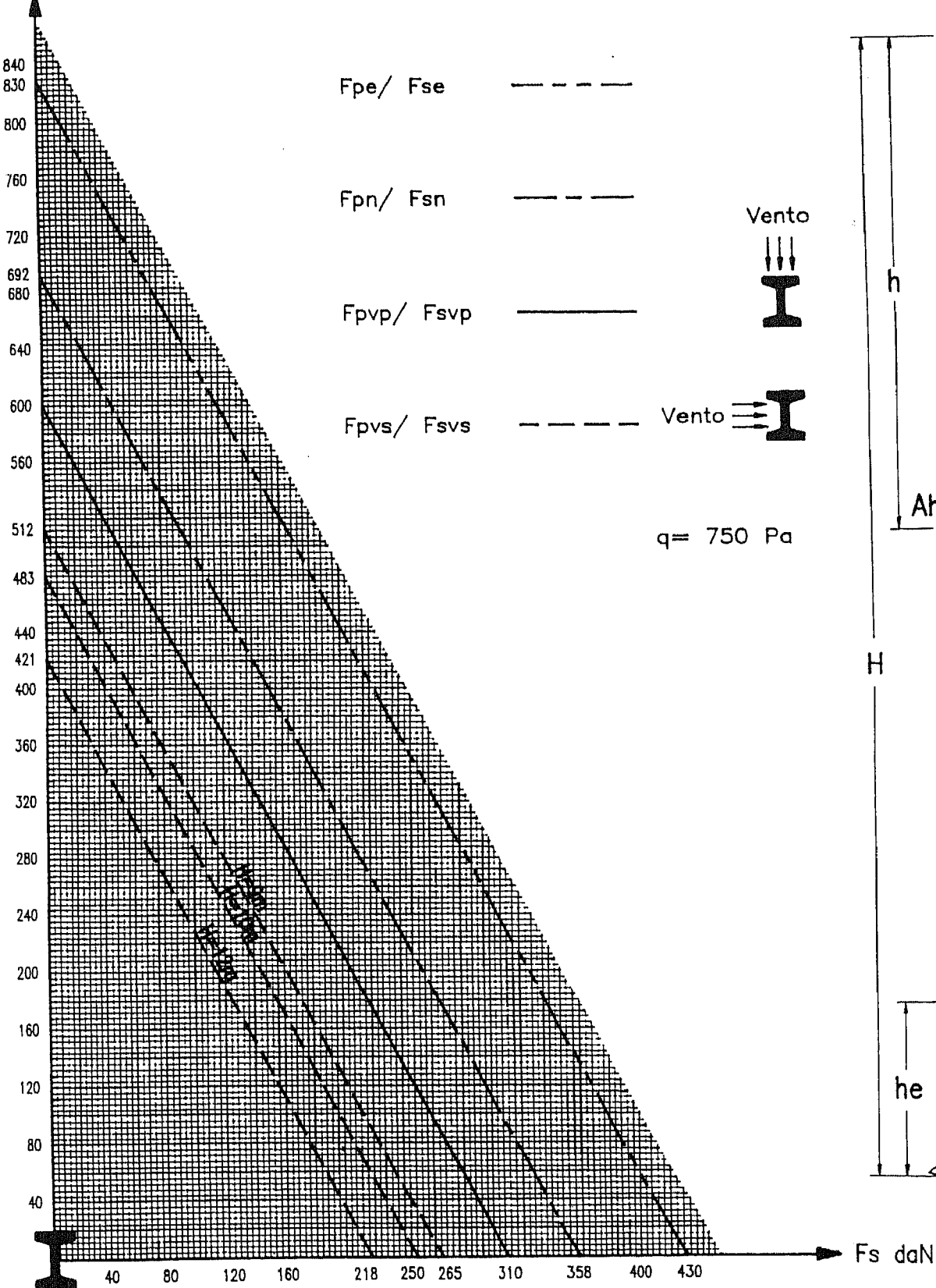


SOCIEDADE PORTUGUESA
Cavan® S. A.

BP00/600

$H \leq 12$ m

F_p daN



Cópia propriedade de EDP

Data 97/10/01

Des. *Glendon*

Visto *OR*

Serie : Diagramas

Nº 197



QUADRO CARACTERISTICAS DO POSTE

BP00 / 600

$p/H \leq 12 \text{ m}$

h m	Ah mm	Bh mm
0,00	140	110
0,25	147	115
0,50	154	120
1,00	168	130
1,50	182	140
2,00	196	150
3,00	224	170
4,00	252	190
5,00	280	210
6,00	308	230
7,00	336	250
8,00	364	270
9,00	392	290
10,00	420	310
11,00	448	330
12,00	476	350

H m	Wt kg	hu m	bcg m	fpn mm	fsn mm
9	800	7,6	3,6	204	278
10	950	8,5	3,9	233	317
12	1280	10,3	4,6	294	400

$$Tr = 168 \text{ dN.m}$$

$$Kp01 = 0,88$$

$$Ah = 28 \times h + 140 \text{ mm}$$

$$Bh = 20 \times h + 110 \text{ mm}$$

EQUAÇÕES DAS LINHAS VECTORIAIS:

$$\begin{aligned} Fpe / 830 + Fse / 430 &= 1 \\ Fpn / 692 + Fsn / 358 &= 1 \end{aligned}$$

com vento $q = 750 \text{ Pa}$ na direcção Principal

$$Fpvp / 600 + Fsvp / 310 = 1$$

com vento $q = 750 \text{ Pa}$ na direcção Secundária

para H = 9 m	Fpvs / 512	+ Fsvs / 265	= 1
H = 10 m	Fpvs / 483	+ Fsvs / 250	= 1
H = 12 m	Fpvs / 421	+ Fsvs / 218	= 1

com vento $q = 900 \text{ Pa}$ na direcção Principal

$$Fpvp / 582 + Fsvp / 301 = 1$$

com vento $q = 900 \text{ Pa}$ na direcção Secundária

para H = 9 m	Fpvs / 476	+ Fsvs / 246	= 1
H = 10 m	Fpvs / 441	+ Fsvs / 228	= 1
H = 12 m	Fpvs / 367	+ Fsvs / 190	= 1

F_p daN

1400

1336

1300

1200

1113

1000

877

841

800

766

700

600

500

400

300

200

100

F_{pe}/F_{se}

F_{pn}/F_{sn}

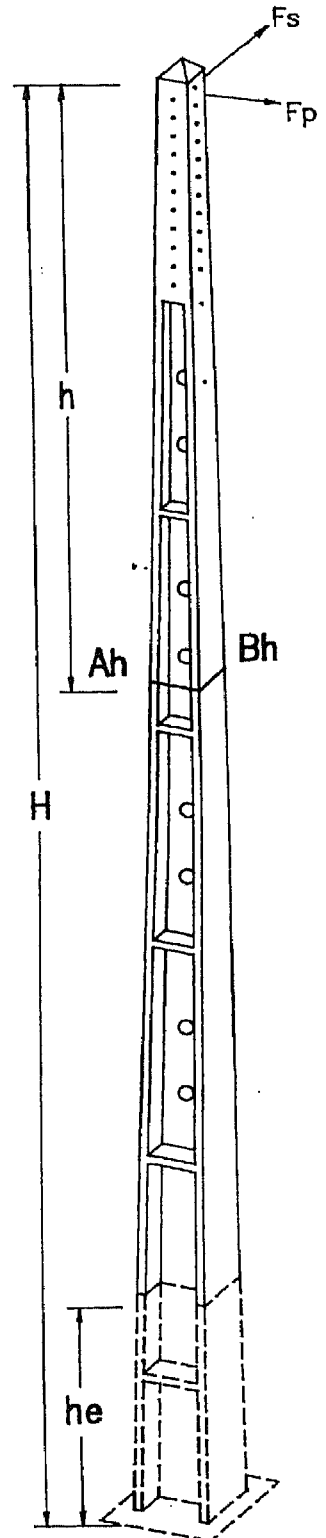
F_{pvp}/F_{svp}

F_{pvs}/F_{svs}

Vento



$q = 750 \text{ Pa}$



100

200

300

383

420

438

500

556

600

667

700

F_s daN

Data 97/10/01

Des. *Almeida*

Visto

[Signature]

Serie : Diagramas

Nº 199



QUADRO CARACTERISTICAS DO POSTE

BP02 / 1000

$p/H \leq 12 \text{ m}$

h m	Ah mm	Bh mm
0,00	196	150
0,25	203	155
0,50	210	160
1,00	224	170
1,50	238	180
2,00	252	190
3,00	280	210
4,00	308	230
5,00	336	250
6,00	364	270
7,00	392	290
8,00	420	310
9,00	448	330
10,00	476	350
11,00	504	370
12,00	532	390

H m	Wt kg	hu m	bcg m	fpn mm	fsn mm
9	960	7,6	3,9	205	279
10	1130	8,5	4,3	235	319
12	1580	10,3	5,0	296	402

Tr = 323 dN.m

Kp01 = 0,85

Ah = 28 x h + 196 mm

Bh = 20 x h + 150 mm

EQUAÇÕES DAS LINHAS VECTORIAIS:

Fpe / 1336 + Fse / 667 = 1

Fpn / 1113 + Fsn / 556 = 1

com vento q = 750 Pa na direcção Principal

Fpvp / 1000 + Fsvp / 500 = 1

com vento q = 750 Pa na direcção Secundária

para H = 9 m Fpvs / 877 + Fsvs / 438 = 1

H = 10 m Fpvs / 841 + Fsvs / 420 = 1

H = 12 m Fpvs / 766 + Fsvs / 383 = 1

com vento q = 900 Pa na direcção Principal

Fpvp / 978 + Fsvp / 489 = 1

com vento q = 900 Pa na direcção Secundária

para H = 9 m Fpvs / 830 + Fsvs / 414 = 1

H = 10 m Fpvs / 787 + Fsvs / 393 = 1

H = 12 m Fpvs / 696 + Fsvs / 348 = 1

Classificação de vias de acordo com a CIE

A B	Motorizado de alta velocidade e densidade	Pistas separadas sem cruzamentos em nível, acesso controlado	Rodovia
C	Grande densidade e velocidade moderada Grande densidade e mista de velocidade moderada	Somente tráfego motorizado, pistas separadas para tráfego lento e pedestres Vias urbanas ou rurais finalidade qualquer	Vias estruturais vias principais anéis radiais
D	Tráfego misto com maior parte de velocidade baixa, com pedestres	Centros de cidades, áreas de turismo encontro com tráfego denso e lento com pedestres	Vias estruturais rua comercial etc.
E	Tráfego misto de velocidade limitada e densidade moderada	Vias de conexão entre áreas residenciais	Via de conexão local etc.

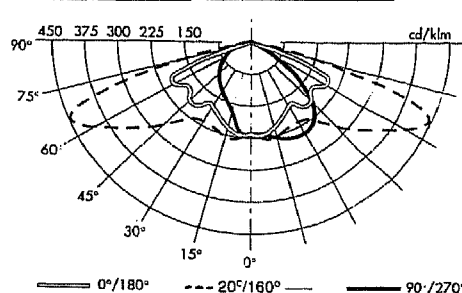
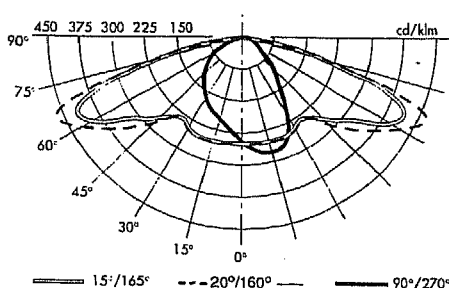
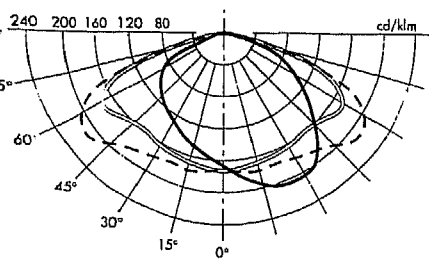
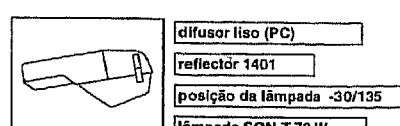
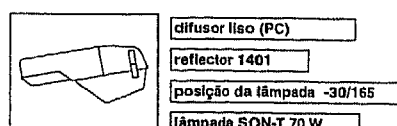
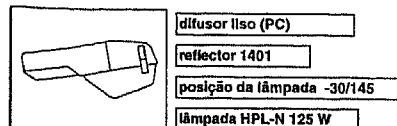
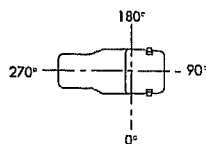
Valores da iluminação recomendação CIE

Finalidade	Tipo de via	Arredores	Nível L (1,2)	Uniformidade			
				Total U_t	Longit. U_L	Ofusca- mento G	Incremento Limiar IL%
Segurança e conforto para trânsito motorizado	Rodovia A	Qualquer	2	0,4	0,7	6	10
	Via de Interligação	B ₁ Claro	2	0,4	0,7	5	10
		B ₂ Escuro	1			6	10
Segurança e conforto para trânsito de pedestre	Via principal	C ₁ Claro	2	0,4	0,5	5	20
		C ₂ Escuro	1			6	10
	Via comercial	D	Claro	0,4	0,5	4	20
	Via de recolhimento	E ₁ Claro	1	0,4	0,5	4	20
		E ₂ Escuro	0,5			5	20

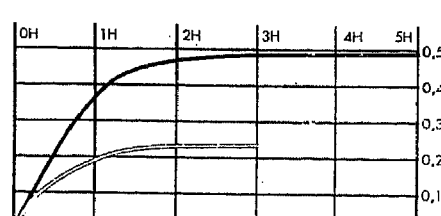
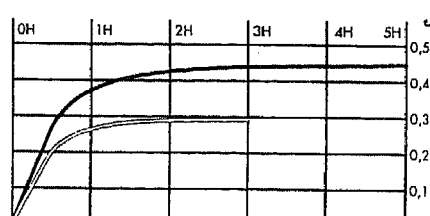
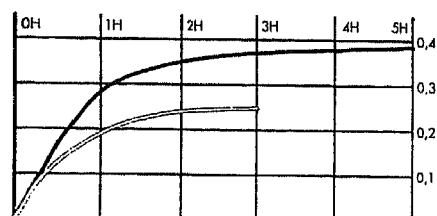
SINTRA 1

Fotometria

diagrama polar



coeficiente de utilização

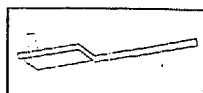


lado via
lado passeio

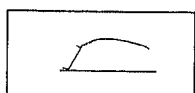
lado via
lado passeio

lado via
lado passeio

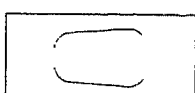
Materiais



Corpo
Liga de alumínio injectado, com pintura electrostática poliéster na cor cinzenta



Reflector
Alumínio puríssimo estampado, protegido e abrihantado anodicamente



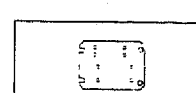
Junta do difusor
Neoprene



Capot
Polipropileno negro com carga de talco, estabilizado aos raios UV

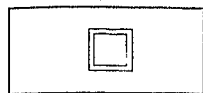


Difusor
Policarbonato injectado

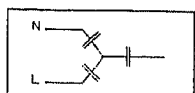


Placa porta acessórios
Chapa de aço galvanizado

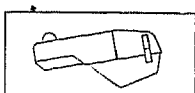
Opções



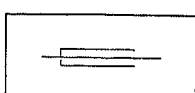
Classe II



Filtro contra interferências radioelétricas



Célula fotoelétrica



Fusível



Consola mural

Schröder
Schröder Group GIE

As indicações, descrições e ilustrações precedentes têm um valor indicativo. Devido a um aperfeiçoamento constante os nossos produtos poderão sofrer modificações sem pré-aviso, pelo que aconselhamos nos consulte.
SET/99

Construções Eléctricas Schröder, s.a.
2795-491 Carnaxide - Portugal
Tel.: PPC +351-21-424 26 00 - Fax: +351-21-418 87 41
Membro do Schröder Group G.I.E.
Web site: www.schröder.com

SINTRA 1

Descrição técnica

Luminária de iluminação pública, com corpo em alumínio injectado. Sistema de fixação universal (lateral ou vertical).

Capot em polipropileno, basculante, fechando o compartimento de acessórios; na sua parte traseira, 2 fechos em inox garantem o fecho sob pressão. Bloco óptico independente do bloco acessórios, protegido por difusor em policarbonato injectado, com junta de neoprene; 2 fechos em poliamida garantem a estanquicidade do bloco óptico, ao unir o difusor ao rebordo do reflector, sob pressão.

Placa porta acessórios amovível.

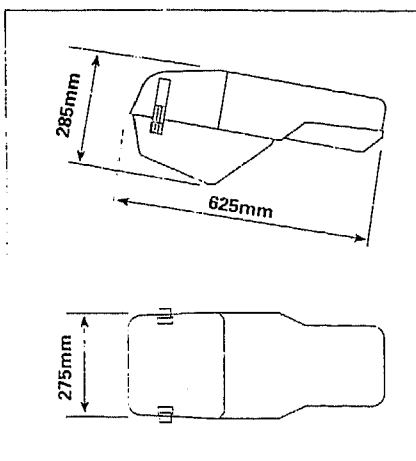
Reflector em alumínio puríssimo estampado, protegido e abrilhantado anodicamente.

Características

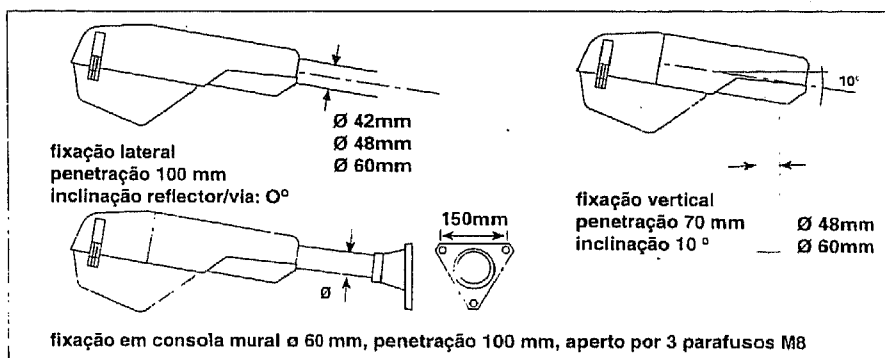
- Estanquicidade do bloco óptico: **IP 65 (*)**
- Estanquicidade do compartimento acessórios eléctricos: **IP 43 (*)**
- Classe eléctrica: Classe I (em opção classe II) (*)
- Resistência ao vento CxS: 0,10 m² (lateral)
- Resistência ao choque: RC7 (*) (difusor em policarbonato)

(*) segundo EN 60-598

Dimensões



Fixações

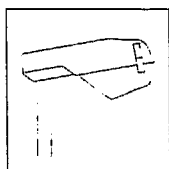


Pesos

- Sem acessórios eléctricos 3,4 kg
- Com auxiliares: consultar quadro lâmpadas

Lâmpadas

Lâmpada tubular clara
Lâmpada de balão

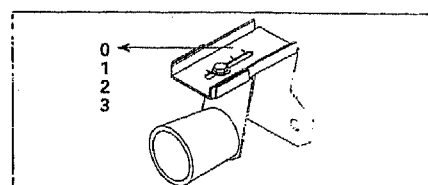


Lâmpadas				Lâmpadas	
Sódio alta pressão				Vapor de mercúrio	
potências				potências	
50W	70W	100W	150W	80W	125W
4,8 kg	4,8 kg	5,3 kg	5,6 kg	4,4 kg	4,7 kg

Regulação da lâmpada

Através de correição própria é possível proceder a regulação da posição da lâmpada, conforme figura. (opcional)

Posições 0 - 1 - 2 - 3: distribuição larga a estreita

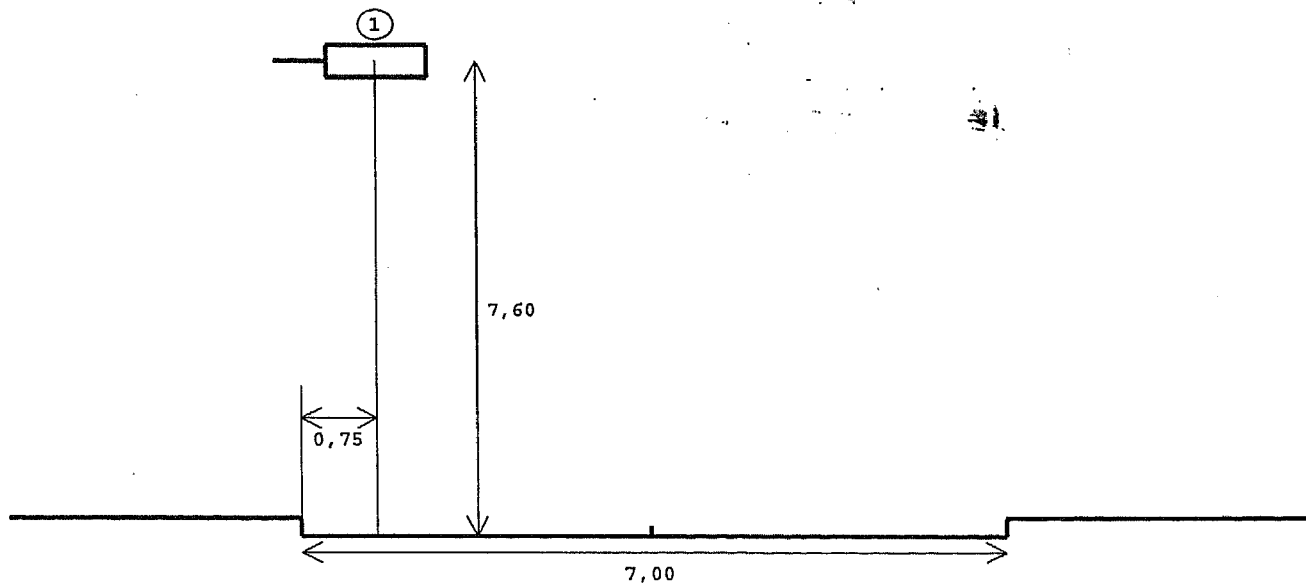


Breve descrição :CMPFR

Descrição : IP CMPFR - LOT CODESSOS - BOAVISTA

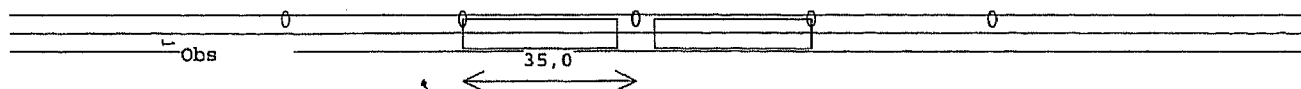
Utilizador : LPL

Secção Transversal



① SINTRAL / PC LISO /1401/SAP-T/ 150/STANDARD @ 10,0° (962073) 14,5 klm x 1,00

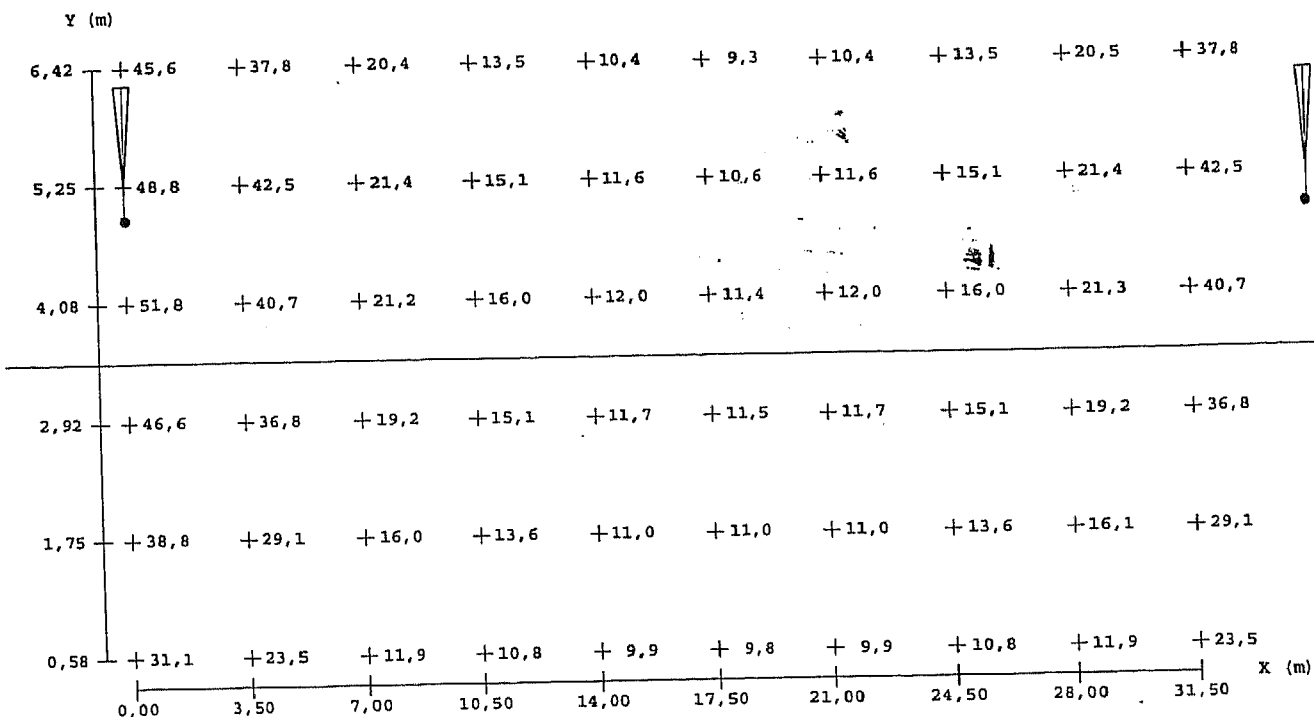
Vista em Planta



Malha na estrada

Resultados de Iluminância

Min : 9,27 lux
 Max : 51,78 lux
 Med : 21,14 lux
 Ug : 17,90 %
 Uo : 43,82 %



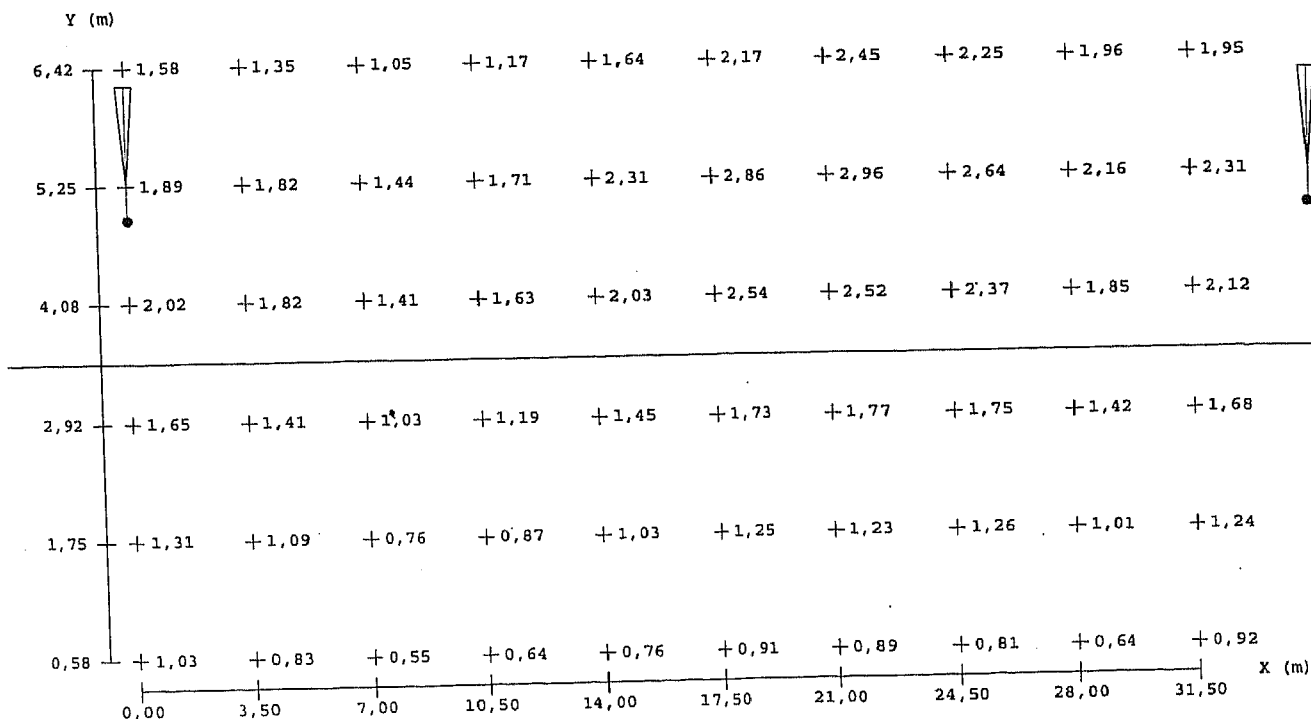
Resultados de Luminância

Min : 0,55 cd/m²
 Max : 2,96 cd/m²
 Med : 1,57 cd/m²
 Ug : 18,45 %
 Uo : 34,86 %

TI1 : 9,93%

Classe : R3
 QO : 0,07

VL1 : 0,22cd/m²



Breve descrição : CMPFR

Descrição : IP CMPFR - LOT CODESSOS - BOAVISTA

Utilizador : LPL

Resumo

Descrição Malha	Emin	Emed	Emax	Ug	Uo	Lmin	Lmed	Lmax	Ug	Uo	Til
Malha na estrada	9,3	21,1	51,8	17,9	43,8	0,55	1,57	2,96	18,4	34,9	9,9

Descrição Malha	Lmin	Lmed	Lmax	Ul
Malha no centro da Faixa N°	0,76	1,11	1,31	57,9

Descrição Malha	Lmin	Lmed	Lmax	Ul
Malha no centro da Faixa N°	1,40	2,12	2,77	50,7

Descrição Malha	Lmin	Lmed	Lmax	Ug	Uo
Malha B na estrada	0,49	1,47	2,77	17,5	33,0

Cópia propriedade da EDP

Malha no centro da Faixa N° 1

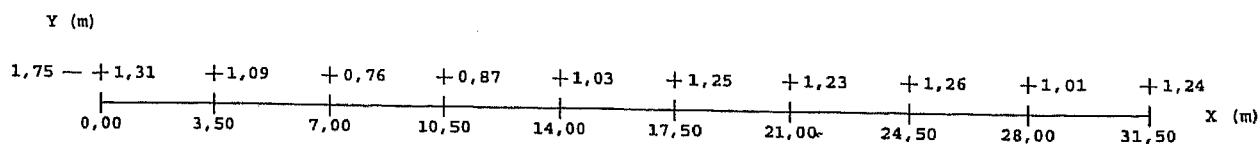
Resultados de Luminância

Min : 0,76 cd/m²

Max : 1,31 cd/m²

Med : 1,11 cd/m²

U1 : 57,90 %



Malha no centro da Faixa N° 2

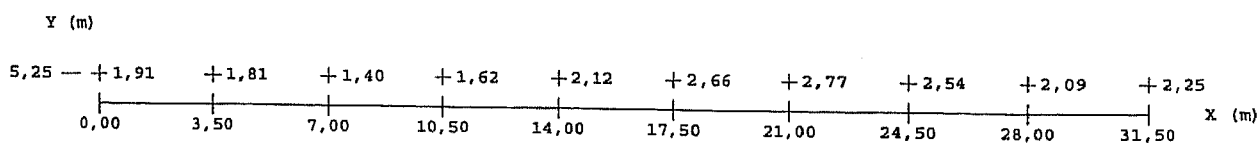
Resultados de Luminância

Min : 1,40 cd/m²

Max : 2,77 cd/m²

Med : 2,12 cd/m²

U1 : 50,71 %



Malha B na estrada

Resultados de Luminância

Min : 0,49 cd/m²

Max : 2,77 cd/m²

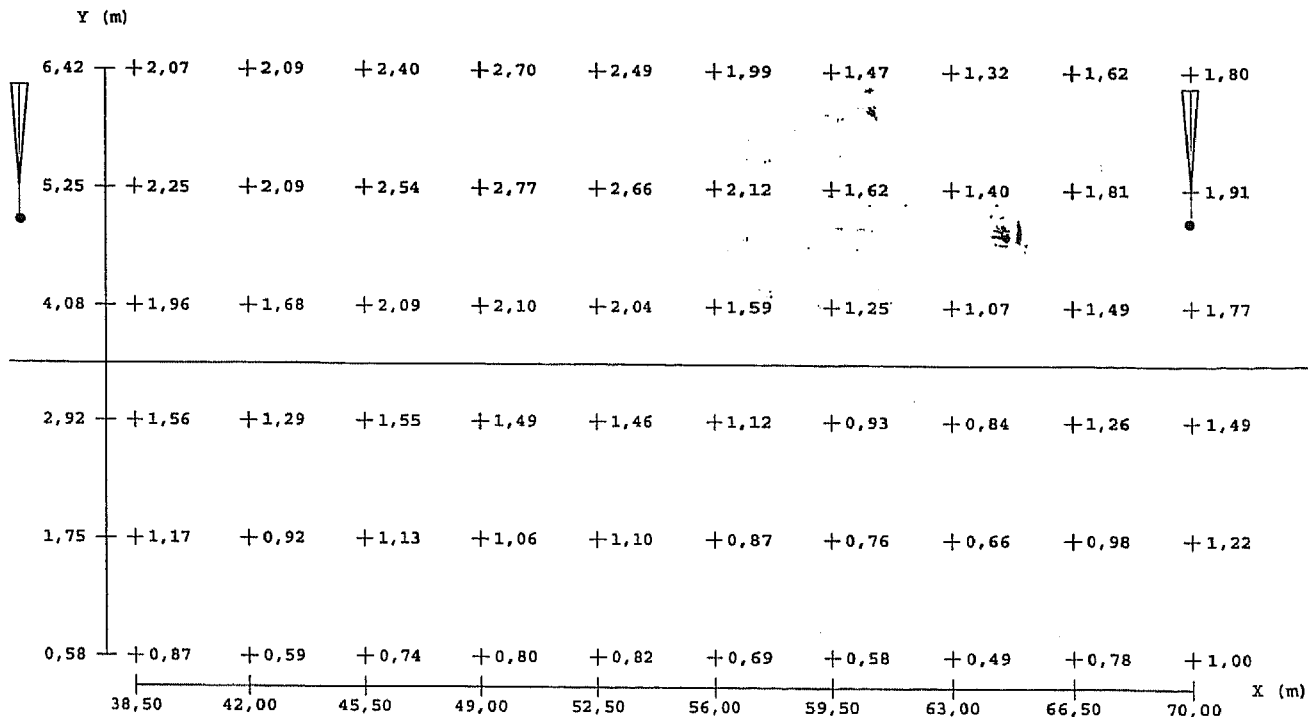
Med : 1,47 cd/m²

Ug : 17,53 %

Uo : 32,96 %

Classe : R3

QO : 0,07



Descrição Luminárias adoptadas

962073 [SINTRAL / PC LISO /1401/SAP-T/ 150/STANDARD]

Trata-se de uma luminária de iluminação pública, com corpo em alumínio injectado, capot em polipropileno basculante, fechando o compartimento de acessórios; na sua parte traseira 2 fechos em inox garantem o fecho sob pressão. O bloco óptico, com um reflector em alumínio puríssimo protegido e abrilhantado anodicamente (Ref.1401), é independente do bloco acessórios, sendo protegido por um difusor em policarbonato injectado, com junta de neoprene; 2 fechos em poliamida garantem a estanquicidade do bloco óptico, ao unir o difusor ao rebordo do reflector, sob pressão. Os acessórios eléctricos (até 150W SAP ou 125 VM) são alojados em placa própria extraível. O sistema de fixação é universal (lateral ou vertical).

8.3 - Anexo III

Apreciação e Análise de Projectos de Loteamentos

GUIA DE ANÁLISE DE PROJECTO

Verifica

Requerente:	MAGARIDA LOPES DE SOUSA MACHADO
Localização:	LOTEAMENTO DA TAPADA NOVA - VÁRZEA - CÊTE - PAREDES
Processo:	

Constituição do Projecto

Termo de Responsabilidade
Ficha Electrotécnica ou Quadro com as Potências/Número de Instalações Discriminadas
Ficha de Identificação
Planta de Localização (Escala Conveniente)
Orçamento Discriminado

S	N
X	
X	
X	
X	
X	

Materiais Normalizados

Cabos
Armaduras
Cabo de Ligação Armaduras VV2x2,5mm²
Colunas de Iluminação Pública
Armários de Distribuição
Caixas de Seccionamento
Fusíveis

S	N
X	
X	
X	
X	
	X
X	
X	

Aspectos Reglamentares

Ligação do Neutro à Terra nos Pontos Singulares da Rede
Eléctrodos e Condutor de Ligação do Neutro à Terra
Valas/Sinalização de Cabos
Caixas de Visita
Tubagem para as Chegadas
Tubos Normalizados

S	N
X	
X	
X	
	X
X	
X	

Cálculos

Condições de Sobrecarga
Condições de Queda de Tensão
Condições Curto-circuito Mínimo

S	N
	X
X	
X	

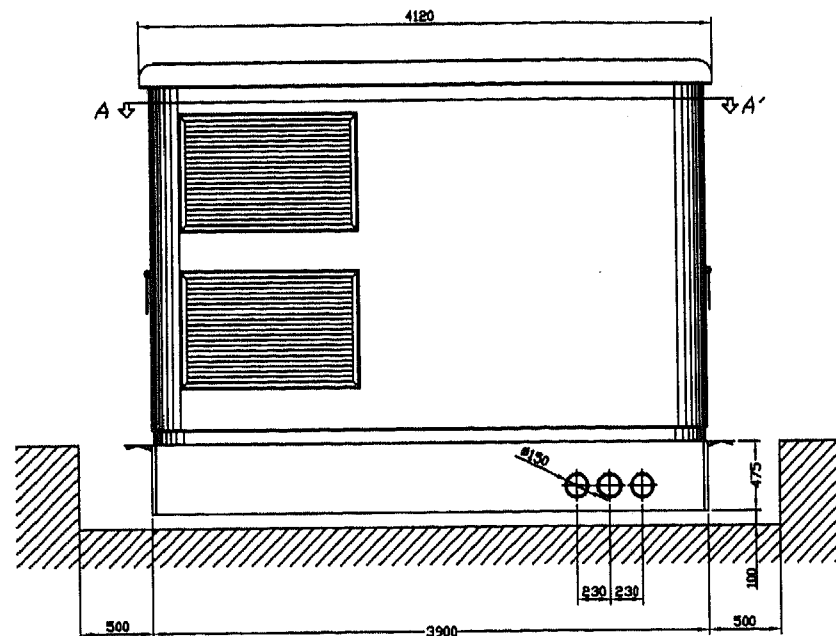
Observações:

[illegible]

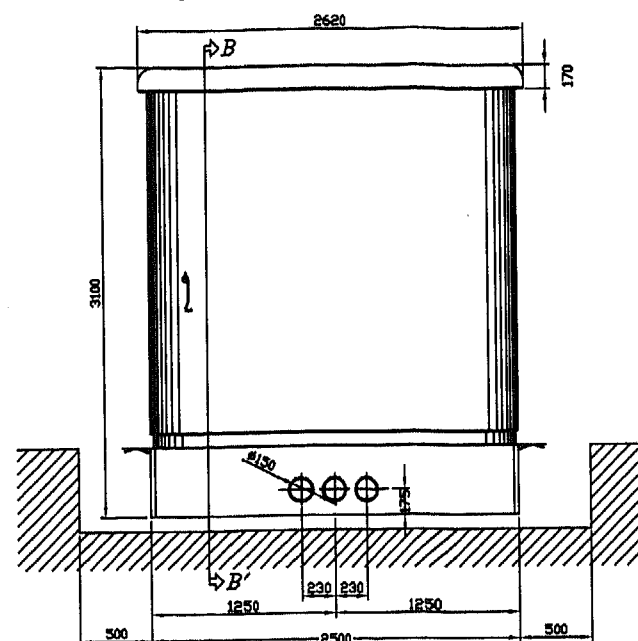
8.4 - Anexo IV

Posto de Transformação

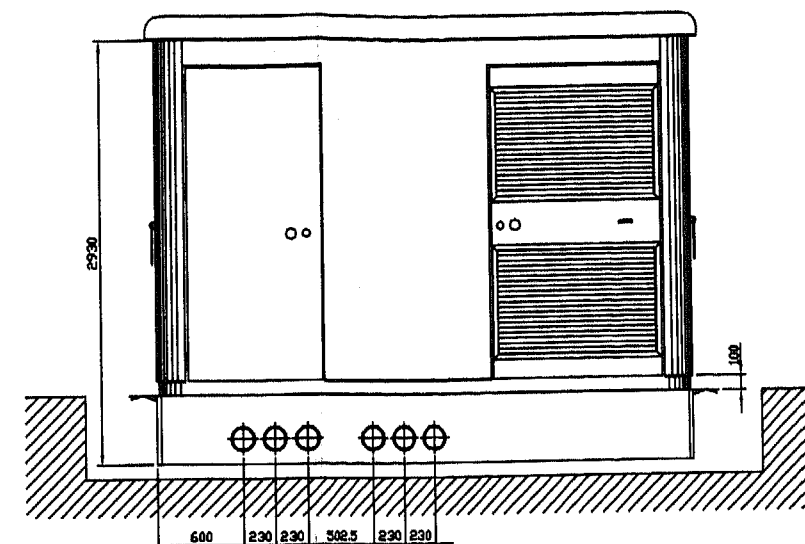
ALÇADO POSTERIOR



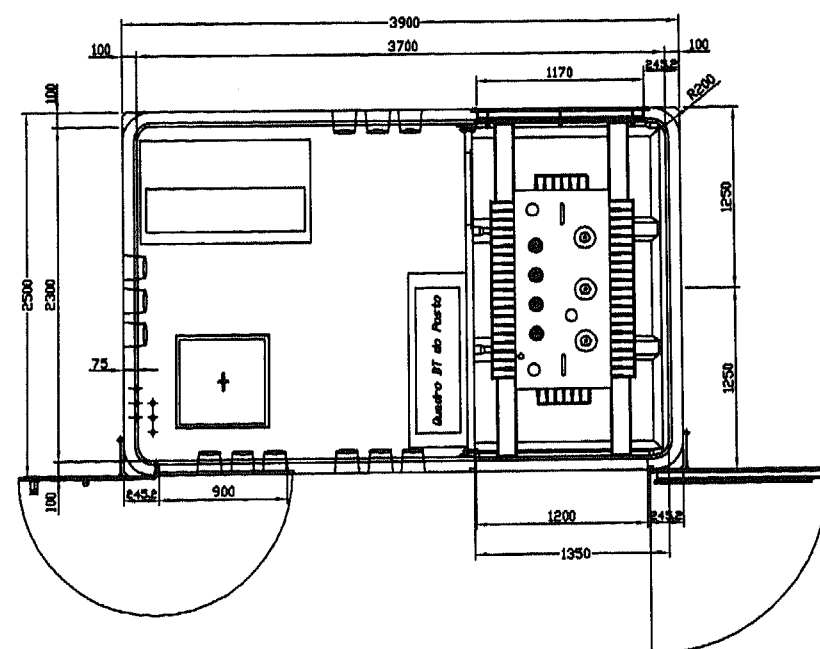
ALÇADO LATERAL DIREITO



ALÇADO PRINCIPAL

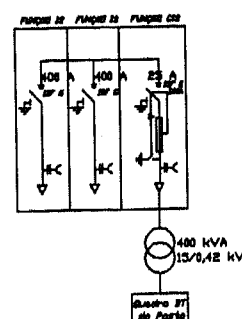


CORTE A-A'

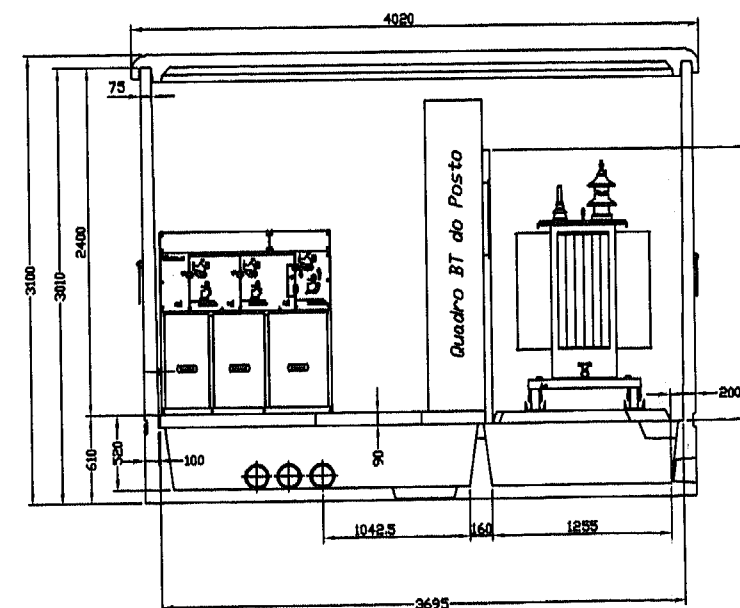


ESQUEMA UNIFILAR

17,5 kV



CORTE B-B'



Este documento é propriedade exclusiva da EFACEC. Sendo confidencial, não poderá ser comunicado a terceiros, nem utilizado ou reproduzido sem prévia autorização expressa.				This document is the sole property of EFACEC. As confidential, reproduction, conveyance or information to third parties and other unauthorized use are not permitted except in exact accordance with prior express permission.					
Escala Scale 1/50	Mat.: - -			Prot.: -		P.M.G.: -			
Difusão	Project.		Utilização	-	Peça final	 EFACEC AMT Aparelhagem de Média Tensão, S.A.			
-				-					
-	Desenh.	Artigo: -		Niv. Qual.: -					
-		PUCBET I - EP-3700-1				-	EP-3700-1	A3	Pág. 1/1
-	Aprovado								
-		Proprietário				Modificação / Revision			
-									
-		Localização				Índice	Número	Data	
-									



EFACEC AMT
Aparelhagem de Média Tensão, S.A.

-	EP-3700-1	A3	Pág. 1/1
Modificação / Revision			
Índice	Número	Data	
-	-	-	