FEUP
Universidade do Porto
Faculdade de Engenharia

EDP Distribuição
Energia, S.A.
GRUPO EDP

Licenciatura em Engenharia Electrotécnica e de Computadores

Projecto, Seminário ou Trabalho Final de Curso 2001/2002

Área de Rede do Grande Porto

Departamento de Projecto e Construção

Projecto de Redes Eléctricas de MT e BT

Objectivos:

- Projectos de Linhas aéreas e subterrâneas de MT;
- Projectos da rede BT e IP;
- Analise de projectos de Loteamentos e de 2ª Categoria;
- Respectivos enquadramentos legais, nomeadamente regulamentos de segurança existentes;

Aluno:

Manuel António de Antão Bilber

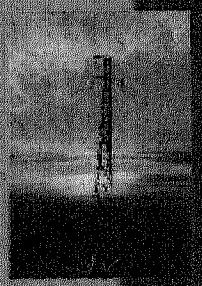
Orientadores:

Professor José Pereira da Silva (FEUP)
Eng.º José Casais da Silva (EDP)

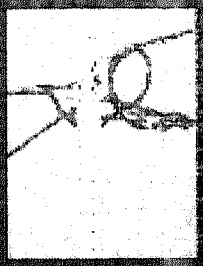
Trabalho Realizado:

O estágio na empresa consistiu na execução e análise dos projectos mencionados, que se referem à quase totalidade das infraestruturas de distribuição de energia.
A visita a obras possibilitou a recolha de dados essenciais ao projecto, bem como a apreciação da execução das diversas tarefas e o correspondente conhecimento das soluções tecnológicas utilizadas.
A realização dos projectos mencionados envolveu a aprendizagem de ferramentas de software utilizadas na empresa.

Redes de Média Tensão

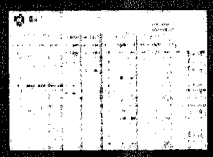


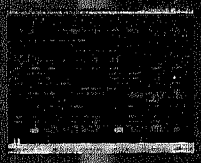
Redes de Baixa Tensão



Visitas a obras

Software utilizado





Conclusões:

- A execução de projectos na EDP Distribuição pode ser feita em pouco tempo devido à sistematização dos processos, o recurso a ferramentas de software e as limitações na escolha dos materiais.
- A rapidez na execução dos projectos é fundamental para se dar uma resposta aos pedidos de fornecimento de energia em tempo útil, de forma a garantir a necessária qualidade comercial.
- O dimensionamento de redes feito na EDP Distribuição é fiável, devido à disponibilidade de informação precisa sobre as potências em circulação na rede e a sua taxa de crescimento, em conjunto com a experiência de muitos quilómetros de redes projectados.

Contactos:

e-mail: manuelbilber@hotmail.com URL: www.fe.up.pt/~ee97137

3) LEEC
) 2001

LICENCIATURA EM ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA E DE COMPUTADORES

Projecto/Seminário/Trabalho Final de Curso 2000/2001

PROJECTO DE REDES ELÉCTRICAS DE MT E BT

Relatório Final de Estágio

FEUP
Universidade do Porto
Faculdade de Engenharia

EDP Distribuição

Manuel Bilber – Julho de 2002

Índice Geral

I. Introdução 4

1. Apresentação do estágio 4
2. Resumo dos temas abordados 5
3. Cronograma de actividades 6

II. Projecto de Linhas Aéreas de Média Tensão 7

1. Alimentação do PT Bagunte – Campo do Cerco nº 462/VCD 8
1.1. Estudos preliminares 8
1.1.1. Considerações sobre o traçado da linha 8
1.1.2. Escolhas prévias 8
1.1.3. Cabo 9
1.1.4. Tipo de apoios 9
1.1.5. Isoladores 9
1.1.6. Armações 10
1.2. Levantamentos Topográficos 10
1.2.1. Procedimento de medição e cálculo 11
1.2.2. Implantação no perfil e planta parcelar 12
1.3. Cálculo Eléctrico 13
1.4. Cálculo mecânico 14
1.4.1. Verificação da estabilidade dos apoios 15
1.4.2. Maciços de fundação 26
1.4.3. Cálculo mecânico dos condutores no 2º vão da linha 26
1.4.4. Dados técnicos incluídos no perfil e planta parcelar 30
2. Alimentação do PT Rio Mau – Lugar da Portela II nº461/VCD 31
3. Mudança de apoio na linha para PT Fânzeres – Manariz nº44/GDM 32
4. Notas técnicas 33

III. Projecto de Linhas Subterrâneas de Média Tensão 37

1. Estudos Preliminares 37
1.1. Considerações sobre o traçado da linha 37
1.2. Escolhas prévias 38
2. Cálculo eléctrico 38
3. Exemplos de aplicação prática 38
3.1. Alteração do traçado de linhas 39
3.2. Alimentação de um novo PT 40

IV. Projecto de Redes Aéreas de Baixa Tensão 41

1. Rede aérea para AGRIS P09-2001 41
1.1. Estudos Preliminares 41
1.2. Visita ao terreno 41
1.3. Escolhas prévias 42
1.4. Cálculo eléctrico 43
1.4.1. Determinação da potência 43
1.4.2. Queda de tensão 44
1.5. Cálculo mecânico 45
1.5.1. Cálculo mecânico dos condutores 45
1.5.2. Verificação da estabilidade dos apoios 45
2. Notas técnicas 49

V. Projectos de Redes Subterrâneas de Baixa Tensão 52

1. Alterações na rede de baixa tensão em Guifões - Matosinhos 52
1.1. Estudos preliminares 52
1.2. Visita ao local 52
1.3. Escolhas prévias 52
1.4. Cálculo eléctrico 53
1.4.1. Determinação da potência 53
1.4.2. Estudo da situação actual 53
1.4.3. Estudo da proposta sugerida 53
1.4.4. Estudo da solução definitiva 54
1.5. Orçamento 54

VI. Análise de Projectos de Loteamentos 55

1. Enquadramento da análise efectuada 55
2. Apreciação de projectos 55
3. Verificações a efectuar a cálculos eléctricos 55
4. Exemplos de aplicação prática 56

VII. Análise de Projectos de 2ª Categoria 56

VIII. Software utilizado 56

IX. Bibliografia 58

I. Introdução

1. Apresentação do estágio

Nome do estágio: Projecto de Redes Eléctricas de MT e BT

Local de Trabalho:

EDP – Distribuição Energia, S.A.
Área de Rede do Grande Porto – Departamento de Projecto e Construção

Departamentos:

GPPC-MT – Grande Porto, Projecto e Construção em MT.
Rua Alfredo Cunha, 440.
MATOSINHOS

GPPC-BT – Grande Porto, Projecto e Construção em BT.
Rua Augusto Simões, 1019.
MAIA

Aluno: Manuel António de Antão Bilber

Professor Supervisor: Prof. José Pereira da Silva

Orientador da empresa: Eng. José Casais da Silva

Objectivos:

- Projectos de Linhas aéreas e subterrâneas de MT;
- Projectos de rede BT e IP;
- Análise de projectos de Loteamentos e de 2ª Categoria (PT Privativo);
- Respectivos enquadramentos legais, nomeadamente regulamentos de segurança existentes;

2. Resumo dos temas abordados

1. PROJECTOS MT - elaboração de projectos de redes aéreas

1.1. Estudos Preliminares - topografia

1.2. Cálculos teóricos

1.3. Aplicações práticas

1.4. Visita a obras

2. PROJECTOS MT - elaboração de projectos de redes subterrâneas

2.1. Consultas a cartografia digital

2.2. Cálculos teóricos

2.3. Aplicações práticas

2.4. Visitas a obras

3. PROJECTOS DE REDE BT E IP

3.1. Consultas a cartografia digital

3.2. Cálculos teóricos

3.3. Aplicações práticas

3.4. Visitas a obras

4. ANÁLISE DE PROJECTOS DE LOTEAMENTOS

Apreciação e análise de projectos, nomeadamente quanto a soluções apresentadas, de redes aéreas/subterrâneas, seu cálculo eléctrico e aspectos técnicos.

5. ANÁLISE DE PROJECTOS DE 2ª CATEGORIA

Análise prática, nomeadamente quanto à alimentação MT e soluções apresentadas.

3. Cronograma de actividades

Programa de Trabalho do Estágio:

Mês		ABRIL					MAIO				JUNHO			
Semana do Ano		14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
TIPO DE PROJECTOS	Local													
Média Tensão	MATOSINHOS													
	PORTO													
Baixa Tensão	MAIA													
	PORTO													
Loteamentos	MATOSINHOS													
2ª Categoria	MATOSINHOS													

Engenheiros responsáveis pelo acompanhamento em cada departamento:

TIPO DE PROJECTOS	LOCAL	Responsáveis no Local
Média Tensão	MATOSINHOS	Eng. Anabela Eng. José Barbosa
	PORTO	Eng. Paulo Almeida Eng. Pascoal
Baixa Tensão	MAIA	Eng. Américo Real Eng. José Carlos Eng. Pinto Albuquerque
Loteamentos	MATOSINHOS	Eng. Pessoa Neto Eng. Domingos Costa
2ª Categoria	MATOSINHOS	Eng. Anabela

4. Considerações finais e agradecimentos

O trabalho realizado durante o estágio proporcionou o desenvolvimento de aptidões profissionais à medida que trabalhei com várias pessoas, cada uma com o seu método de trabalho.

Na execução dos projectos foram reunidos conhecimentos adquiridos em várias cadeiras da licenciatura.

A visita a obras possibilitou a recolha de dados essenciais ao projecto, bem como a apreciação da execução das diversas tarefas e o correspondente conhecimento das soluções tecnológicas utilizadas.

O sucesso deste estágio não seria certamente possível de atingir se não houvesse o empenho das pessoas que me acompanharam durante os meses em que decorreu.

Quero agradecer a amabilidade com que as pessoas me receberam e acompanharam na empresa e a atenção que me dedicaram para aprendizagem de novos conhecimentos.

Agradeço também o rigor da orientação do Professor Pereira da Silva, que contribuiu decisivamente para a solidificação de conhecimentos aplicados no estágio e adquiridos durante a licenciatura.

5. Conclusões

- A execução de projectos na EDP Distribuição pode ser feita em pouco tempo devido à sistematização dos processos, o recurso a ferramentas de software e as limitações na escolha dos materiais;

- A rapidez na execução dos projectos é fundamental para se dar uma resposta aos pedidos de fornecimento de energia em tempo útil, de forma a garantir a necessária qualidade comercial;

- O dimensionamento de redes feito na EDP Distribuição é fiável, devido à disponibilidade de informação precisa sobre as potências em circulação na rede e a sua taxa de crescimento, em conjunto com a experiência de muitos quilómetros de redes projectados.

II. Projecto de Linhas Aéreas de Média Tensão

O projecto de linhas aéreas de média tensão surge na empresa devido a três situações distintas:

- ligações a novos clientes;
- modificações no traçado das linhas existentes, pela construção de edifícios nas proximidades;
- investimentos da própria empresa;

Estes últimos surgem por iniciativa do departamento de Planeamento da empresa.
Os diversos passos na execução de projectos de novas linhas aéreas de média tensão na EDP-Distribuição serão agora descritos, para posteriormente serem analisados em pormenor com uma obra em concreto.

Com o processo de pedido de ligação ou o pedido de modificação, é incluída normalmente uma carta topográfica do local, para uma mais fácil pesquisa dos dados referentes à rede nesse local e para posteriormente se fazer uma visita.

A primeira fase consiste em fazer o levantamento topográfico, que pode ser feito por uma empresa exterior (sub-empreiteiro) ou por um topógrafo da empresa. Apesar da primeira solução ser a mais utilizada actualmente, ainda tive a hipótese de acompanhar um topógrafo e perceber como se faz um levantamento topográfico.

Com o levantamento topográfico surge o perfil e planta parcelar do traçado da linha. Este já inclui, como se explicará, a localização dos apoios.

É neste momento que começa verdadeiramente a actividade do Engenheiro no projecto. Com o perfil perfeitamente caracterizado, estão indicadas todas os dados para se fazerem os cálculos mecânicos, de verificação da estabilidade dos apoios e determinação da tensão e flecha de montagem em cada vão. Os cálculos eléctricos não existem, como oportunamente será explicado.

Com os tipos de apoios escolhidos e as flechas determinadas, fazem-se escolhas aleatórias de alturas para os apoios de modo a garantir que quando se desenharem as curvas que representam a linha em cada vão, estas estarão distanciadas o suficiente do solo e dos diversos elementos. As curvas são desenhadas manualmente, bem como os apoios de modo a ficarem à escala do desenho, resultando o perfil e planta parcelar provisórios, ao qual se acrescenta informação técnica diversa, como oportunamente será descrito em pormenor.

Com o perfil e planta parcelar traçado em computador, a fase o projecto está concluído, sendo este enviado para orçamentar.

Nos próximos pontos serão apresentados três dos vários projectos em que estive envolvido. Apenas será calculado em pormenor o primeiro, por ser o mais completo e abranger os cálculos necessários para os restantes. Pretendo com esse cálculo explicar em os valores obtidos pelos programas existentes na empresa, que de forma rápida resolvem os diversos problemas associados ao projecto de linhas aéreas de média tensão.

1. Alimentação do PT Bagunte – Campo do Cerco nº 462/VCD

Ao abrigo de um programa de financiamento comunitário (AGRIS), alguns agricultores de Bagunte – Vila do Conde requereram ligação de energia eléctrica a partir da rede, por forma a implementar um sistema de rega mais eficaz nos seus terrenos.

A ligação foi estudada, concluindo-se que haveria necessidade de construir um posto de transformação (aéreo neste caso), o qual requeria a construção de uma linha aérea de média tensão.

A linha eléctrica de média tensão que ficava mais perto encontrava-se a cerca de 500m de distância e era a que alimentava um PT existente, com o nome Bagunte-Corvos II, ARGP – Vila do Conde nº 388.

Na EDP Distribuição em Matosinhos, existe uma base de dados com o nome de cada PT por concelho, encontrando-se aí, para além de outras coisas, o número do processo de trabalho da linha de média tensão que foi construída para o alimentar. Sabendo o número do processo, facilmente se encontra o mesmo no arquivo. Desta forma, pode-se consultar o processo da linha principal onde irá ligar a nova linha, para daí retirar toda a informação necessária e normalmente uma cópia perfil e planta parcelar que apresento em anexo.

1.1. Estudos preliminares

1.1.1. Considerações sobre o traçado da linha

Os princípios orientadores da escolha do traçado da linha são diversos, mas todos apontam para que a linha seja constituída por alinhamentos rectos, de grande extensão, paralelos às vias de comunicação, com poucos ângulos, salvo se com este procedimento resultarem inconvenientes de natureza estético-paisagística, principalmente pela presença de edifícios com valor histórico ou artístico. A distribuição dos postes ao longo do perfil longitudinal deverá ser de modo a que os vãos sejam o mais regulares possível e, nomeadamente, não haja um vão de grande comprimento contíguo a um de pequena extensão.

De referir que é proibida a passagem sobre depósitos de combustíveis, recintos escolares e desportivos, zonas de servidão de aeródromos, estabelecimentos militares (quartéis, carreiras de tiro, paióis, etc.), antenas emissoras ou retransmissoras de rádio e televisão, centros de radiocomunicações e de radionavegação e pedreiras em laboração.

Para primeira abordagem ao traçado da nova linha a implantar, utilizou-se a imagem aérea à escala 1/5000 que é apresentada em anexo e que tem o traçado da rede de média tensão existente.

Procura-se que os apoios tenham a menor interferência com a actividade desenvolvida nos terrenos onde são implantados. Serão preferencialmente localizados nos limites das propriedades ou, se possível, em zonas comuns ou públicas.

1.1.2. Escolhas prévias

Numa empresa como a EDP-Distribuição, que constrói anualmente muitos quilómetros de linhas e outras infraestruturas de electricidade de modo a alimentar os seus clientes, foi e é necessário restringir os materiais que são empregues. A primeira razão será obviamente de natureza económica, no entanto, não serão alheias outras razões como a manutenção eficaz das redes e o projecto "normalizado", que mesmo sem muitos graus de liberdade, é rápido e dentro dos parâmetros regulamentares.

Perante este cenário, determinadas escolhas já estão feitas à partida e serão a seguir detalhadas.

1.1.3. Cabo

Nas redes aéreas de média tensão utilizam-se normalmente cabos nús de alumínio-aço, estando reservados os cabos de cobre para situações de elevada corrosão marítima (orla costeira).

A secção dos cabos é determinada por um outro departamento na empresa (Planeamento), que estuda cada processo, mas normalmente utiliza-se a secção de 50mm^2, em alimentações a novos Postos de Transformação.

A tensão máxima de montagem escolhida foi de 7 daN/mm^2 para todos os vãos à excepção do primeiro (6 daN/mm^2), porque desta forma não seria necessário substituir o primeiro apoio por um superior ao RS15.

1.1.4. Tipo de apoios

A escolha dos apoios, entre apoios de aço (metálicos) ou de betão armado, depende de vários factores, dos quais se podem destacar os seguintes:

- local onde vai ser implantado;
- económicos;
- bolsa de materiais da empresa;
- esforços a que vai estar sujeito;
- altura do apoio;

Pode-se referir que actualmente, a escolha por um apoio de betão tem um custo muito inferior à de um apoio metálico, não só pela diferença de custos dos apoios, mas também pela diferença de custos dos maciços de fundação e da respectiva área de expropriação.

Existem porém situações em que um apoio de betão não pode ser utilizado. Quando o acesso ao local é muito difícil (como no segundo caso prático), um apoio metálico pode ser deslocado e montado por tramos, ficando separado em partes de mais fácil movimentação. A partir de determinada altura e de determinados esforços não é possível a utilização de apoios de betão.

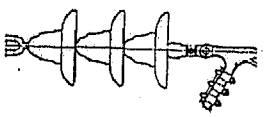
Todas as escolhas ficam naturalmente limitadas aos tipos de apoios que a empresa escolheu para ter em bolsa de materiais.

Os três primeiros factores poderão nesta fase limitar a escolha mas, a sua escolha definitiva só será feita depois de calcular os esforços que terão de suportar, num ponto posterior.

1.1.5. Isoladores

Actualmente não se escolhem isoladores rígidos, ficando a escolha restrita às cadeias de suspensão e de amarração. Nestas últimas há que escolher entre cadeias ascendentes ou descendentes conforme a situação do apoio.

Para as redes de 15 kV, com um máximo de 17,5kV, os isoladores utilizados são normalmente do tipo AAB 1404, em grupos de 2 para isolamento normal ou grupos de 3 para isolamento reforçado.



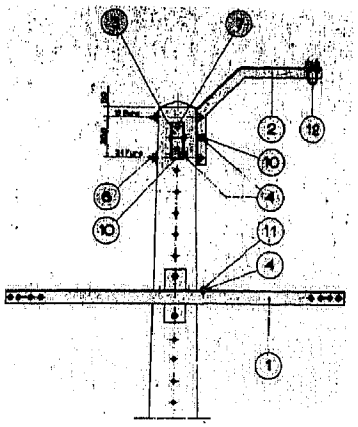
Cadeia de amarração descendente com isolamento reforçado

Foram escolhidas cadeias de amarração descendentes com 3 isoladores do tipo AAB 1404, portanto isolamento reforçado (ASR).

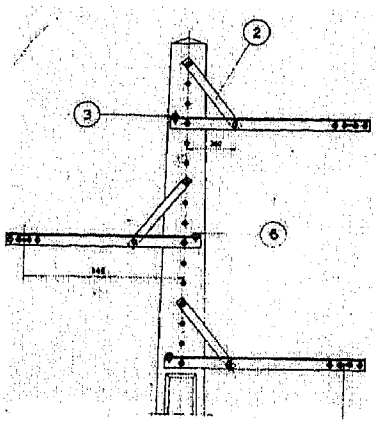
1.1.6. Armações

As armações mais utilizadas são as que colocam os condutores numa disposição em esteira horizontal, em triângulo ou em galhardete.

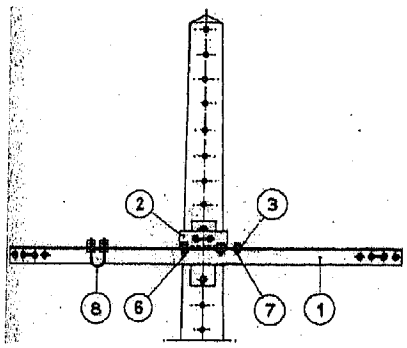
O mais usual em pequenas linhas derivadas é a derivação e o final serem feitos em esteira horizontal, sendo o percurso normal em triângulo, para que não haja as alterações da posição relativa dos condutores imposta pelo galhardete.



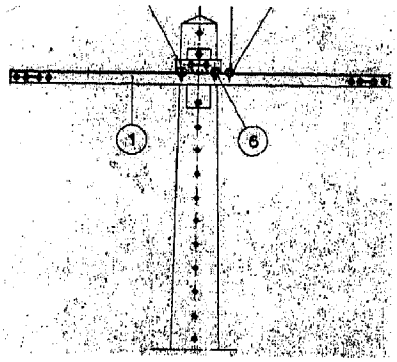
Armação TAN



Armação GAN



Armação HRSFC



Armação HPT-TP4

As armações foram escolhidas para uma disposição dos condutores em triângulo, preparadas para apoios em ângulo, com isolamento por cadeias de amarração. São por isso do tipo TAN. A última armação é para um poste de PT aéreo do tipo TP4, chamando-se HPT-TP4.

De referir que normalmente, no início da linha, a derivação é feita a partir de uma armação em esteira horizontal do tipo N (HRSFC), colocada a três metros do topo. Neste caso, como a linha principal termina num apoio a seguir, com um posto de transformação, optou-se por alterar a linha principal para a armação tipo N (HRSFC) e alimentar a nova linha a partir de uma armação TAN.

1.2. Levantamentos Topográficos

A fase inicial do projecto de linhas aéreas de média tensão, para além das escolhas prévias, começa com o levantamento topográfico do terreno por onde irá passar a linha. Esta fase só se torna dispensável no caso em que a alteração das linhas existentes se confina à substituição de um apoio por outro de altura superior.

O traçado anteriormente pensado não pode ser desenhado em elementos topográficos sem haver uma visita ao local, porque serão necessárias informações complementares que se destinam a esclarecer pormenores menos claros nas cartas e a evitar, à partida, erros nessas zonas do

traçado. É necessário proceder ao levantamento de um certo número de obstáculos que nem sempre aparecem visíveis nas cartas, tais como linhas e cabos telefónicos, construções recentes. Retiram-se também informações como os coeficientes de compressibilidade e grau de poluição no local.

Este conjunto de informações permite realizar as correcções necessárias ao traçado inicialmente previsto, obtendo-se um traçado em princípio definitivo, a partir do qual é possível iniciar contactos com as entidades públicas e privadas envolvidas e iniciar o levantamento topográfico.

Os pontos que irão ser levantados terão uma de duas funções: definir o perfil do terreno no traçado da linha ou caracterizar a vizinhança da linha.

Para o perfil deve-se escolher vários pontos de forma a que, pela consideração de que o declive entre eles é constante, não advenham erros significativos.

Entre os pontos que se escolhem para o perfil estão os pontos de implantação dos apoios, os pontos da armação do apoio de derivação, os de pontos de alinhamento, os pontos que caracterizam a parte superior de qualquer muro ou construção, os pontos que representam a passagem de linhas de telecomunicação ou outras e outros que se julguem importantes para posteriormente se garantir que a linha fica à distância devida.

Para a planta parcelar serão escolhidos os pontos que caracterizem a vizinhança de maior interesse como vias de comunicação, cursos de água, linhas aéreas de energia e telecomunicação, edifícios ou outras construções e limitações de terrenos.

A fase final do levantamento topográfico termina com a piquetagem do terreno. Trata-se de sinalizar no terreno, por meio de estacas ou marcas, os pontos de implantação dos apoios e o alinhamento que deverão ter.

Através da planta parcelar, é possível notar que esta linha não terá troços rectilíneos, uma vez que a localização dos apoios escolhida (junto às limitações dos terrenos) assim o impôs.

No final será feita uma exposição sobre a teoria que está por detrás da caracterização de um ponto, seguido do procedimento de medição e cálculo dos pontos até à implantação no projecto do perfil do terreno e planta parcelar.

Em relação à perspectiva futura dos levantamentos topográficos, existe a possibilidade de estes serem reduzidos por causa da utilização do Sistema de Informação Técnica (SIT), mas será um assunto descrito em pormenor num capítulo próprio.

1.2.1. Procedimento de medição e cálculo

A equipa que vai para o terreno é constituída por um topógrafo, que faz as leituras no taqueómetro e as regista numa caderneta taqueométrica, e um auxiliar que coloca a mira nos pontos desejados.

É aconselhável fazer um pequeno desenho do terreno onde a linha irá passar, com o intuito de assinalar os pontos que serão levantados para criação do perfil e planta parcelar, bem como as estações de medição ocupadas. Este esboço está apresentado em anexo.

Escolhido o local de implantação do taqueómetro e depois deste estar correctamente estacionado, mede-se a sua altura e regista-se na caderneta, na linha respeitante a esta estação.

Para cada ponto, o topógrafo regista quatro valores lidos no aparelho: os fios superior e inferior, os ângulos zenital e azimutal. Este último ângulo corresponde à rotação do aparelho segundo um eixo vertical. É registado também o número do ponto visado e qualquer observação que ajude a esclarecer a sua localização.

Os pontos não deverão distar mais que 150m da estação porque os erros introduzidos nas leituras da mira (paralaxe e efeitos térmicos) começam a ser consideráveis.

Quando há mudança de estação, faz-se também o levantamento do ponto onde a estação será instalada a seguir. Quando instalados na nova estação faz-se a "contra-visada" da estação anterior, para poder determinar a nova cota da estação, da forma o mais fiel possível.

A distância horizontal e cota de cada ponto serão calculadas no exemplo seguinte, para o ponto nº 8.

Exemplo de cálculo para o ponto nº8

Dados do local da estação:

- Altura do aparelho (a) = 1,61m
- Cota da estação (C_E) = 70m

Dados da leitura efectuada:

- Ângulo zenital (z) = 96,98gr.
- Fio superior (F_3) = 2,56m
- Fio inferior (F_1) = 1,6m

O fio médio F_2 pode ser lido ou determinado pela média dos fios superior e inferior

$$F_2 = \frac{F_3 + F_1}{2} = 2{,}08m$$

A distância geradora é

$$D = (F_1 - F_3) \times 100 = (2{,}56 - 1{,}6) \times 100 = 96m$$

A distância horizontal é

$$D_h = D.sen^2 z = 96 \times sen^2(91{,}953gr) = 94{,}58m$$

A cota do ponto P é

$$dn = \mathrm{D.sen\ z.cos\ z} = 96 \times \mathrm{sen}(96{,}98\mathrm{gr}) \times \cos(96{,}98\mathrm{gr}) = 4{,}545\mathrm{m}$$

$$C_P = C_E + a + dn - F_2 =$$
$$= 70 + 1{,}61 + 4{,}545 - 2{,}08 = 74{,}08m$$

De referir que os ângulos neste tipo de aparelhos são dados no sistema centesimal, também utilizado nos desenhos. A unidade é o grau centesimal ou grado.

1.2.2. Implantação no perfil e planta parcelar

Depois de feitos todos os cálculos, os pontos serão introduzidos no desenho, através de um programa de desenho assistido por computador, vulgarmente o AUTOCAD®.

Para fazer a planta parcelar, começa-se por assinalar as estações de medição utilizadas. A partir delas serão marcados todos os pontos a elas referenciados através da distância calculada e do ângulo azimutal medido. Finalmente unem-se todos os pontos de forma a retratar a planta do terreno.

Para fazer o perfil do terreno onde a linha irá passar, será atribuído a cada ponto uma cota (anteriormente determinada). A união entre pontos, entretanto feita, traduzirá o perfil do terreno.

Finalmente o desenho da planta terá que ser partido, por forma a encaixar directamente no perfil do terreno escolhido, formando assim a parte inferior do desenho do projecto.

O desenho do perfil é feito com escalas diferentes para as alturas e para as distâncias horizontais. Habitualmente a escala das alturas é de 1/500 e a das distâncias horizontais é de 1/2500, um valor cinco vezes menor. Obtém-se assim um perfil sobreelevado do terreno atravessado pela linha.

1.3. Cálculo Eléctrico

O cálculo eléctrico não é efectuado na empresa porque, com os materiais escolhidos à priori, as linhas estão preparadas para suportar as diversas correntes, com pequenas quedas de tensão.

De qualquer forma, serão aqui calculadas a queda de tensão, a correntes máximas em regime permanente e a corrente máxima de curto-circuito para 0,06 segundos, para se confirmar o que foi exposto.

Determinação da queda de tensão composta

Trata-se de uma linha com 505m de comprimento, em alumínio-aço de 50 mm^2, destinada a alimentar um posto de transformação aéreo com 50kVA, prevendo-se um factor de potência que corresponda a uma tgφ=0,3.

$$\varepsilon = P.l.\frac{r_{40^oC} + x.tg\varphi}{U_C^2}.100$$

$$\varepsilon = 0{,}05 \times 0{,}505 \times \frac{0{,}729 + 0{,}393 \times 0{,}3}{15^2} \times 100 = 0{,}0095\%$$

Determinação da intensidade máxima admissível em regime permanente

A menor intensidade de corrente que uma linha em alumínio-aço 50mm^2 poderá transportar em regime permanente (para uma temperatura ambiente de 40ºC) é de 85 A. Para chegar a este valor foi consultada a respectiva curva de intensidade máxima admissível em regime permanente.

Pode-se confirmar que este valor é muito superior ao necessário, podendo alimentar potências até 2208 kVA ($S = \sqrt{3} \times 15000 \times 85$).

Determinação da intensidade de curto-circuito máxima admissível durante 0,06s

Pretende-se determinar a máxima corrente que a linha será capaz de suportar durante 0,06s, que é o tempo mais rápido de actuação das protecções na subestação.

$$I_{máx} = \frac{1}{K_1.K_2}.\frac{S}{\sqrt{t}} = \frac{1}{6{,}902 \times 1{,}732}.\frac{49{,}48}{\sqrt{0{,}5}} = 16{,}9kA$$

Os valores de k_1 e k_2 constam de tabelas anteriores.

A corrente de curto-circuito admissível é elevada, uma vez que corresponde a uma potência de curto-circuito superior a 4300MVA, que não é muito comum nas redes de média tensão.

Pode-se concluir que a linha suportará bem as correntes de curto-circuito a que for sujeita.

1.4. Cálculo mecânico

No cálculo mecânico da linha, parte-se já da secção dos condutores, da natureza do respectivo material e da sua composição, parâmetros fixados no cálculo eléctrico. Os objectivos do cálculo mecânico de uma linha são no que se refere aos seus condutores:

- determinar a tensão mecânica de montagem dos condutores, à qual estes devem ser submetidos no acto da montagem da linha, conforme as condições climatéricas que se verificarem nesse momento, para assegurar que, quaisquer que sejam as condições atmosféricas venham a verificar-se, os condutores nunca sejam solicitados por tensões mecânicas superiores à sua tensão de segurança;
- escolher a altura dos apoios da linha por forma a que fique garantido que os condutores nunca se aproximam exageradamente do solo ou dos objectos vizinhos da linha, quaisquer que sejam as condições atmosféricas que se venham a verificar.

Além destes problemas relativos aos condutores das linhas, o cálculo mecânico destas diz também respeito ao dimensionamento dos respectivos apoios, ou pelo menos, à verificação da estabilidade dos tipos de apoios escolhidos e dos seus maciços de fundação.

Parâmetros da linha necessários para o cálculo

σ - secção real dos condutores, igual a 49,48mm^2 para uma linha de 50mm^2.

d- diâmetro do condutores, igual a 9mm^2;

α- factor de redução, igual a 0,6 para condutores e cabos de guarda;

c- coeficiente de forma, igual a 1,2 porque os condutores da linha têm um diâmetro inferior a 12,5mm.

q- pressão dinâmica do vento, igual a 750 Pa para a Primavera (vento máximo) e igual a 300 Pa para o Inverno (vento reduzido);

$\mathbf{t_{max}}$- tensão máxima de serviço escolhida, igual a 7 daN/mm^2 em todos os vãos, excepto no 1º vão que deriva da linha principal em que é 6 daN/mm^2. São valores inferiores ao quociente da tensão de ruptura do cabo dividida por 2,5;

S - área da secção do elemento apresentado à acção do vento (secção longitudinal de área máxima), igual a 9x10^{-3}m2/m

ω - peso linear dos condutores, igual a 0,172kgf/m;

ω_V- peso específico volumétrico, igual a 3,476x10^{-6}kgf/mm^3

α' - coeficiente de dilatação térmica linear, igual a 19x10^{-6}ºC^{-1};

θ - temperatura do estado, que se for um estado tipo terá os seguintes valores:

Estado de Inverno:	-5ºC sem manga de gelo;
	-10ºC com manga de gelo;
Estado de Primavera:	+15ºC;
Estado de Verão:	+50ºC para linhas de 2ª Classe (até 40kV);

O índice 1 refere-se ao vão anterior da linha principal, o índice 2 ao vão posterior da linha principal e o índice 3 ao vão da linha derivada.

1.4.1. Verificação da estabilidade dos apoios

A verificação da estabilidade dos apoios de uma linha aérea consiste em calcular as solicitações mecânicas que lhes são impostas consoante a função que tomam, para depois escolher o tipo de apoio que melhor se adequa. As solicitações que lhes podem ser aplicadas são as seguintes:

- Sobrecarga de vento sobre o apoio, travessas, isoladores e condutores e cabos de guarda nos meios vãos adjacentes ao apoio;
- Tracções 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 principal e derivadas.

Estes cálculos são executados na EDP Distribuição recorrendo a pequenos programas feitos em Excel pelos próprios engenheiros, resultando os mapas de cálculo apresentados em anexo.

Para confirmar a forma como são feitos esses cálculos, serão determinados ao pormenor os diversos esforços para o apoio de derivação onde começará a nossa linha e para o primeiro apoio da nossa linha.

1.4.1.1. Apoio de derivação

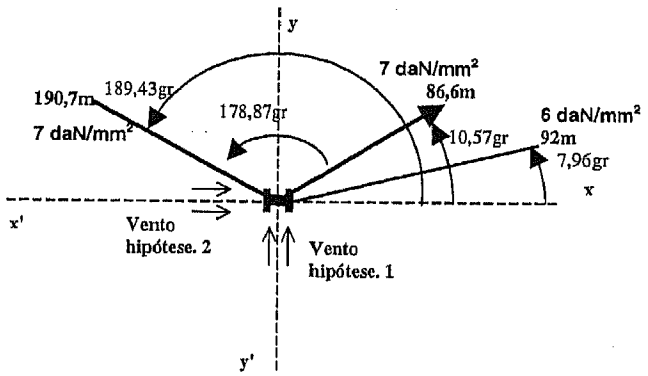
A tensão máxima de montagem em toda a linha do PT Bagunte – CorvosII nº388/VCD é de 7 daN/mm^2, como se pode confirmar no perfil e planta parcelar apresentados em anexo.

No primeiro vão da nossa linha, será escolhida uma tensão de 6 daN/mm^2, por forma a não esforçar demasiado o apoio existente, mas ao longo de todo o resto da linha pode-se regular para um máximo de 7 daN/mm^2, por forma a não haver flechas de dimensões desnecessárias.

A primeira fase 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 (valor descrito no perfil e planta parcelar), os ângulos β_1 e β_2 determinam-se da seguinte forma:

$$\beta_2 = \frac{200-\alpha}{2} = \frac{200-178{,}87}{2} = 10{,}57gr$$

$$\beta_1 = 200 - \beta_2 = 189{,}43gr$$



Como os condutores em ambas as linhas são iguais (Al-Aço 50mm^2), o valor de W é igual para todos os vãos ligados ao apoio de derivação.

$$W_1 = W_2 = W_3 = (0{,}6 \times 1{,}2 \times 750 \times 9 \times 10^{-3})/2 = 2{,}43N/m$$

$$W_1' = W_2' = W_3' = \frac{\omega}{2} = 0{,}844 N/m$$
$$T_1 = T_2 = 50 \times 70 = 3500N$$
$$T_3 = 50 \times 60 = 3000N$$

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

Hipótese 1:

Vento paralelo à bissectriz do ângulo da linha principal

Esforço unitário no sentido da bissectriz do ângulo da linha principal

$$F_Y = \sum_{i=1}^{3} W_i . \cos^2 \beta_i . S_i + \left| \sum_{i=1}^{3} T_i . sen\beta_i \right| \quad \text{(N)}$$

$$F_Y = 2{,}43 \times \cos^2(10{,}57gr) \times 86{,}6 + 2{,}43 \times \cos^2(189{,}43gr) \times 190{,}7 + 2{,}43 \times \cos^2(7{,}96gr) \times 92 +$$
$$+ \left| 3500 \times sen(10{,}57gr) + 3500 \times sen(189{,}43gr) + 3000 \times sen(7{,}96gr) \right| = 2406.6N \approx 246kgf$$

Esforço total no sentido da bissectriz do ângulo da linha principal

Como neste momento não se sabe a altura do apoio, considera-se uma situação mais desfavorável, que é ter os condutores em esteira horizontal a 25cm do topo.

$$F_Y^T = 3.F_Y = 722daN \approx 737kgf$$

Quando forem conhecidas a altura do apoio e a armação utilizada, poder-se-á aplicar a seguinte fórmula.

$$F_Y^T = \frac{\sum_{i=1}^{3} F_{Yi} . h_i}{h_u - 0{,}25}$$

Considerando que os condutores derivam todos de uma armação em triângulo, estando a parte inferior a 1,5m do topo e que a altura do apoio mais tarde determinada é igual a 21m. Profundidade de enterramento igual a 2m.

$$F_Y^T = \frac{2 \times 246 \times 17{,}5 + 246 \times 19}{19 - 0{,}25} = 708{,}5kgf \approx 694daN$$

Para comparar com os valores indicados no mapa de cálculo, haverá que fazer os cálculos separadamente, considerando as forças aplicadas a 25 cm do topo.

Valor calculado	**Valor do mapa de cálculo**
$2{,}43 \times \cos^2(10{,}57gr) \times 86{,}6 = 20{,}5daN$	20daN
$2{,}43 \times \cos^2(189{,}43gr) \times 190{,}7 = 45{,}1daN$	44daN
$2{,}43 \times \cos^2(7{,}96gr) \times 92 = 22daN$	25daN

$3500\times sen(10{,}57gr) = 57{,}8daN$	56daN
$3500\times sen(189{,}43gr) = 57{,}8daN$	56daN
$3000\times sen(7{,}96gr) = 37{,}4daN$	36daN
$3\times\sum F = 721{,}8daN$	$3\times\sum F = 711daN$

Esforço unitário no sentido normal à bissectriz do ângulo da linha principal

$$F_X = \left|\sum_{i=1}^{3} T_i.\cos\beta_i\right| \text{ (N)}$$

$$F_X = \left|3500\times\cos(10{,}57gr) + 3500\times\cos(189{,}43gr) + 3000\times\cos(7{,}96)\right| = 2977N \approx 304kgf$$

Esforço total no sentido normal à bissectriz do ângulo da linha principal

Como neste momento não se sabe a altura do apoio, considera-se uma situação mais desfavorável, que é ter os condutores em esteira horizontal a 25cm do topo.

$$F_X^T = 3.F_X = 893daN \approx 911kgf$$

Quando forem conhecidas a altura do apoio e a armação utilizada, poder-se-á aplicar a seguinte fórmula.

$$F_X^T = \frac{\sum_{i=1}^{3} F_{Xi}.h_i}{h_u - 0{,}25}$$

Considerando que os condutores derivam todos de uma armação em triângulo, estando a parte inferior a 1,5m do topo e que a altura do apoio mais tarde determinada é igual a 21m. Profundidade de enterramento igual a 2m.

$$F_X^T = \frac{2\times304\times17{,}5 + 304\times19}{19 - 0{,}25} = 875{,}5kgf \approx 858daN$$

Para comparar com os valores indicados no mapa de cálculo, haverá que fazer os cálculos separadamente, considerando as forças aplicadas a 25 cm do topo.

Valor calculado	**Valor do mapa de cálculo**
$3500\times\cos(10{,}57gr) = 345daN$	335daN
$3500\times\cos(189{,}43gr) = -345daN$	-335daN
$3000\times\cos(7{,}96) = 297{,}6daN$	289daN
$3\times\sum F = 893daN$	$3\times\sum F = 867daN$

Esforço horizontal total

$$F^T = \sqrt{(721{,}8)^2 + (893)^2} = 1148daN$$

no mapa de cálculo $F^T = 1578daN = F_X^T + F_Y^T$

Esforço vertical total

$$F_Z^T = 3.\sum_{i=1}^{3} W'_i.S_i \quad \text{(N)}$$

$$F_Z^T = 3\times 0{,}844\times(86{,}6+190{,}7+92) = 93{,}5daN$$

no mapa de cálculo $F_Z^T = 93daN$

Hipótese 2:

Vento perpendicular à bissectriz do ângulo da linha principal

Esforço unitário no sentido da bissectriz do ângulo da linha principal

$$F_Y = \left|\sum_{i=1}^{3} T_i.sen\beta_i\right| \quad \text{(N)}$$

$$F_Y = |3500\times sen(10{,}57gr) + 3500\times sen(189{,}43gr) + 3000\times sen(7{,}96gr)| = 1531N \approx 156kgf$$

Esforço total no sentido da bissectriz do ângulo da linha principal

Como neste momento não se sabe a altura do apoio, considera-se uma situação mais desfavorável, que é ter os condutores em esteira horizontal a 25cm do topo.

$$F_Y^T = 3.F_Y = 459{,}3daN \approx 468{,}7kgf$$

Quando forem conhecidas a altura do apoio e a armação utilizada, poder-se-á aplicar a seguinte fórmula.

$$F_Y^T = \frac{\sum_{i=1}^{3} F_{Yi}.h_i}{h_u - 0{,}25}$$

Considerando que os condutores derivam todos de uma armação em triângulo, estando a parte inferior a 1,5m do topo e que a altura do apoio mais tarde determinada é igual a 21m. Profundidade de enterramento igual a 2m.

$$F_Y^T = \frac{2\times 156\times 17{,}5 + 156\times 19}{19 - 0{,}25} = 449kgf \approx 441daN$$

Para comparar com os valores indicados no mapa de cálculo, haverá que fazer os cálculos separadamente, considerando as forças aplicadas a 25 cm do topo.

Valor calculado	**Valor do mapa de cálculo**
$3500 \times sen(10{,}57gr) = 57{,}8daN$	56daN
$3500 \times sen(189{,}43gr) = 57{,}8daN$	56daN
$3000 \times sen(7{,}96gr) = 37{,}4daN$	36daN
$3 \times \sum F = 459daN$	$3 \times \sum F = 444daN$ valor não indicado

Esforço unitário no sentido normal à bissectriz do ângulo da linha principal

$$F_X = \sum_{i=1}^{3} W_i.sen^2\beta_i.S_i + \left|\sum_{i=1}^{3} T_i.\cos\beta_i\right| \quad \text{(N)}$$

$$F_X = 2{,}43 \times sen^2(10{,}57gr) \times 86{,}6 + 2{,}43 \times sen^2(189{,}43gr) \times 190{,}7 + 2{,}43 \times sen^2(7{,}96gr) \times 92 +$$
$$+ \left|3500 \times \cos(10{,}57gr) + 3500 \times \cos(189{,}43gr) + 3000 \times \cos(7{,}96gr)\right| = 2998{,}5N \approx 306kgf$$

Esforço total no sentido normal à bissectriz do ângulo da linha principal

Como neste momento não se sabe a altura do apoio, considera-se uma situação mais desfavorável, que é ter os condutores em esteira horizontal a 25cm do topo.

$$F_X^T = 3.F_X = 899{,}6daN \approx 918kgf$$

Quando forem conhecidas a altura do apoio e a armação utilizada, poder-se-á aplicar a seguinte fórmula.

$$F_X^T = \frac{\sum_{i=1}^{3} F_{Xi}.h_i}{h_u - 0{,}25}$$

Considerando que os condutores derivam todos de uma armação em triângulo, estando a parte inferior a 1,5m do topo e que a altura do apoio mais tarde determinada é igual a 21m. Profundidade de enterramento igual a 2m.

$$F_X^T = \frac{2 \times 306 \times 17{,}5 + 306 \times 19}{19 - 0{,}25} = 881kgf \approx 864daN$$

Para comparar com os valores indicados no mapa de cálculo, haverá que fazer os cálculos separadamente, considerando as forças aplicadas a 25 cm do topo.

Valor calculado	**Valor do mapa de cálculo**
$2{,}43\times sen^2(10{,}57gr)\times 86{,}6 = 0{,}6daN$	1daN
$2{,}43\times sen^2(189{,}43gr)\times 190{,}7 = 1{,}3daN$	1daN
$2{,}43\times sen^2(7{,}96gr)\times 92 = 0{,}3daN$	0daN
$3500\times\cos(10{,}57gr) = 345daN$	335daN
$3500\times\cos(189{,}43gr) = -345daN$	-335daN
$3000\times\cos(7{,}96) = 297{,}6daN$	289daN
$3\times\sum F = 899{,}4daN$	$3\times\sum F = 873daN$ Valor não indicado

Esforço horizontal total

$$F^T = \sqrt{(459)^2 + (899{,}4)^2} = 1010daN$$

no mapa de cálculo $F^T = 1317daN = F_X^T + F_Y^T$

Esforço vertical total

$$F_Z^T = 3.\sum_{i=1}^{2} W'_i.S_i \quad \text{(N)}$$

$$F_Z^T = 3\times 0{,}844\times(86{,}6+190{,}7+92) = 93{,}5daN$$

no mapa de cálculo $F_Z^T = 93daN$

Escolha do apoio

Esforço vertical total

Apenas para apoios metálicos é necessário verificar se aguentam este esforço.

$$F_Z^T = 93{,}5daN$$

Resumo dos esforços horizontais totais

O apoio terá de resistir às solicitações das seguintes hipóteses, verificadas não simultaneamente.

Hipótese 1

Com o vento a afectar o apoio neste sentido, determinar qual o apoio que resiste às seguintes solicitações simultaneamente:

$$F_Y^T = 722daN \approx 737kgf$$
$$F_X^T = 893daN \approx 911kgf$$

Hipótese 2

Com o vento a afectar o apoio neste sentido determinar qual o apoio que resiste às seguintes solicitações simultaneamente:

$$F_Y^T = 459{,}3daN \approx 468{,}7kgf$$
$$F_X^T = 899{,}6daN \approx 918kgf$$

Para utilizar um apoio de betão, ele teria de estar orientado como descrito nas figuras anteriores, porque a maior força é no sentido do eixo dos xx. Nestas circunstâncias, consultando os diagramas de esforços úteis de postes de betão pode-se concluir que apenas um poste muito forte (e pesado) poderia resistir às solicitações calculadas. A escolha por um poste metálico revela-se a melhor opção.

Seria escolhido um apoio RS15, que suporta um esforço total à cabeça de 1500kgf (1470 daN), resistindo bem aos esforços totais horizontais calculados anteriormente.

Os esforços verticais a que estará sujeito (93,5daN) são também perfeitamente suportáveis.

1.4.1.2. Verificação da estabilidade do apoio nº1

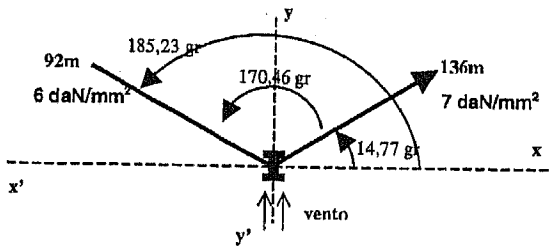
Apoio de ângulo

A tensão máxima de montagem escolhida para toda a linha PT Bagunte – Campo do Cerco nº462/VCD excepto no primeiro vão é de 7 daN/mm^2, como ficou representado no perfil e planta parcelar apresentados em anexo.

A primeira fase 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:

$$\beta_2 = \frac{200-\alpha}{2} = \frac{200-170{,}46}{2} = 14{,}77gr$$

$$\beta_1 = 200 - \beta_2 = 185{,}23gr$$



Como os condutores em ambos os vãos são iguais (Al-Aço 50mm²), o valor de W também é igual para os dois vãos ligados ao apoio de ângulo.

$$W_1 = W_2 = (0{,}6 \times 1{,}2 \times 750 \times 9 \times 10^{-3}) / 2 = 2{,}43 N/m$$

$$W_1' = W_2' = \frac{\omega}{2} = 0{,}844 N/m$$

$$T_1 = 50 \times 60 = 3000 N$$

$$T_2 = 50 \times 70 = 3500 N$$

Hipótese 1:

Vento paralelo à bissectriz do ângulo

Esforço unitário no sentido da bissectriz do ângulo da linha principal

$$F_Y = \sum_{i=1}^{2} W_i . \cos^2 \beta_i . S_i + \sum_{i=1}^{2} T_i . sen\beta_i \quad \text{(N)}$$

$$F_Y = 2{,}43 \times \cos^2(185{,}23 gr) \times 92 + 2{,}43 \times \cos^2(14{,}77 gr) \times 136 +$$
$$+ 3000 \times sen(185{,}23 gr) + 3500 \times sen(14{,}77 gr) = 2019 N \approx 206 kgf$$

Esforço total no sentido da bissectriz do ângulo da linha principal

Como neste momento não se sabe a altura do apoio, considera-se uma situação mais desfavorável, que é ter os condutores em esteira horizontal a 25cm do topo.

$$F_Y^T = 3 . F_Y = 605{,}8 daN \approx 618 kgf$$

Quando forem conhecidas a altura do apoio e a armação utilizada, poder-se-á aplicar a seguinte fórmula.

$$F_Y^T = \frac{\sum_{i=1}^{3} F_{Yi} . h_i}{h_u - 0{,}25}$$

Considerando que os condutores derivam todos de uma armação em triângulo, estando a parte inferior a 1,5m do topo e que a altura do apoio mais tarde determinada é igual a 18m. Profundidade de enterramento igual a 2m.

$$F_Y^T = \frac{2\times 206\times 14{,}5 + 206\times 16}{16-0{,}25} = 588{,}6kgf$$

Para comparar com os valores indicados no mapa de cálculo, haverá que fazer os cálculos separadamente, considerando as forças aplicadas a 25 cm do topo.

Valor calculado	**Valor do mapa de cálculo**
$2{,}43\times\cos^2(14{,}77gr)\times 136 = 31{,}3daN$	31daN
$3500\times sen(14{,}77gr) = 80{,}5daN$	78daN
$2{,}43\times\cos^2(185{,}23gr)\times 92 = 21{,}2daN$	21daN
$3000\times sen(185{,}23gr) = 69daN$	67daN
$3\times\sum F = 606daN$	$3\times\sum F = 591daN$

Esforço unitário no sentido normal à bissectriz do ângulo

$$F_X = \left|\sum_{i=1}^{2} T_i.\cos\beta_i\right| \text{ (N)}$$

$$F_X = \left|3000\times\cos(185{,}23gr) + 3500\times\cos(14{,}77gr)\right| = 486{,}6N \approx 49{,}7kgf$$

Esforço total no sentido normal à bissectriz do ângulo

Como neste momento não se sabe a altura do apoio, considera-se uma situação mais desfavorável, que é ter os condutores em esteira horizontal a 25cm do topo.

$$F_X^T = 3.F_X = 146daN \approx 149kgf$$

Quando forem conhecidas a altura do apoio e a armação utilizada, poder-se-á aplicar a seguinte fórmula.

$$F_X^T = \frac{\sum_{i=1}^{3} F_{Xi}.h_i}{h_u - 0{,}25}$$

Considerando que os condutores derivam todos de uma armação em triângulo, estando a parte inferior a 1,5m do topo e que a altura do apoio mais tarde determinada é igual a 18m. Profundidade de enterramento igual a 2m.

$$F_X^T = \frac{2\times 49{,}7\times 14{,}5 + 49{,}7\times 16}{16-0{,}25} = 142kgf$$

Para comparar com os valores indicados no mapa de cálculo, haverá que fazer os cálculos separadamente, considerando as forças aplicadas a 25 cm do topo.

Valor calculado	**Valor do mapa de cálculo**
$3500\times\cos(14{,}77gr)=340{,}6daN$	331daN
$3000\times\cos(185{,}23gr)=-292daN$	-283daN
$3\times\sum F=145{,}8daN$	$3\times\sum F=144daN$

Esforço horizontal total

$$F^T=\sqrt{F_X^T+F_Y^T}=623daN=636kgf$$

no mapa de cálculo $F^T=735daN=F_X^T+F_Y^T$

Esforço vertical total

$$F_Z^T=3.\sum_{i=1}^{2}W'_i.S_i \quad \text{(N)}$$

$$F_Z^T=3\times0{,}844\times(92+136)=57{,}7daN$$

no mapa de cálculo $F_Z^T=57daN$

Hipótese 2:

Sem vento

Esforço unitário no sentido normal à bissectriz do ângulo

$$F_X=\frac{1}{5}.\sum_{i=1}^{2}W_i.\cos^2\beta_i.S_i \quad \text{(N)}$$

$$F_X=\frac{1}{5}\times\left(2{,}43\times\cos^2(185{,}23gr)\times92+2{,}43\times\cos^2(14{,}77gr)\times136\right)=106{,}1N\approx10{,}83kgf$$

Esforço total no sentido normal à bissectriz do ângulo

Como neste momento não se sabe a altura do apoio, considera-se uma situação mais desfavorável, que é ter os condutores em esteira horizontal a 25cm do topo.

$$F_X^T=3.F_X=31{,}1daN\approx31{,}7kgf$$

Quando forem conhecidas a altura do apoio e a armação utilizada, poder-se-á aplicar a seguinte fórmula.

$$F_X^T = \frac{\sum_{i=1}^{3} F_{Xi}.h_i}{h_u - 0,25}$$

Considerando que os condutores derivam todos de uma armação em triângulo, estando a parte inferior a 1,5m do topo e que a altura do apoio mais tarde determinada é igual a 18m. Profundidade de enterramento igual a 2m.

$$F_X^T = \frac{2\times 10,57\times 14,5 + 10,57\times 16}{16 - 0,25} = 30,2kgf$$

Para comparar com os valores indicados no mapa de cálculo, haverá que fazer os cálculos separadamente, considerando as forças aplicadas a 25 cm do topo.

Valor calculado	**Valor do mapa de cálculo**
$\frac{1}{5}\times 2,43\times\cos^2(14,77gr)\times 136 = 6,2daN$	6,2daN
$\frac{1}{5}\times 2,43\times\cos^2(185,23gr)\times 92 = 4,2daN$	4,2daN
$3\times\sum F = 31,2daN$	$3\times\sum F = 31,2daN$

Esforço horizontal total

$$F^T = F_X^T = 31daN = 32kgf$$

no mapa de cálculo $F^T = 35,4daN = F_X^T + F_Y^T$

Esforço vertical total

$$F_Z^T = 3.\sum_{i=1}^{2} W'_i.S_i \quad \text{(N)}$$

$$F_Z^T = 3\times 0,844\times(92+136) = 57,7daN$$

no mapa de cálculo $F_Z^T = 57daN$

Escolha do apoio

Esforço vertical total

Apenas para apoios metálicos é necessário verificar se aguentam este esforço.

$$F_Z^T = 57,7daN$$

Resumo dos esforços horizontais totais

O apoio terá de resistir às solicitações das seguintes hipóteses, verificadas não simultaneamente.

Hipótese 1

Com o vento a afectar o apoio neste sentido determinar qual o apoio que resiste às seguintes solicitações simultaneamente:

$$F_Y^T = 605{,}8daN \approx 618kgf$$
$$F_X^T = 146daN \approx 149kgf$$

Hipótese 2

Sem vento, determinar qual o apoio que resiste às seguintes solicitações:

$$F_X^T = 31{,}1daN \approx 31{,}7kgf$$

Perante a ordem de grandeza dos esforços calculados, pode ser escolhido um apoio de betão.

Consultando os diagramas de esforços úteis de postes de betão, pode-se concluir que o poste MP02/1000 da Cavan é suficiente. O diagrama de esforços úteis deste poste é apresentado em anexo.

1.4.1.3. Análise de resultados

Os valores dos esforços obtidos no programa são ligeiramente diferentes dos calculados aqui em pormenor. Tal diferença pode dever-se a aproximações nas diversas fases do cálculo ou pela utilização de uma conversão diferente entre unidades (por exemplo entre kgf e N).

Apesar dos valores do programa serem inferiores, não comprometem de forma alguma a escolha dos apoios, principalmente porque se escolhem com alguma margem de segurança. No caso particular dos apoios metálicos, como o programa soma as forças como se fossem escalares em vez de fazer a soma vectorial, está a fazer uma aproximação por excesso que é tida em consideração na escolha do apoio.

1.4.2. Maciços de fundação

Os maciços de fundação não são calculados porque para cada tipo de poste e para um determinado coeficiente de compressibilidade do terreno, existe uma tabela com as dimensões dos maciços de fundação, de modo a conferir-lhes a necessária estabilidade às solicitações que são sujeitos.

Os maciços de fundação são feitos de betão ciclópico, que é uma junção de betão normal com pedras de grande dimensão (até 30cm). A sua parte superior é feita com betão moldado, para isolar o apoio do solo e terá uma inclinação mínima de 2% para evitar acumulação de águas.

1.4.3. Cálculo mecânico dos condutores no 2º vão da linha

Depois de escolhidos os apoios da linha, constrói-se o mapa de flechas e tensões de montagem, ainda no mesmo programa, para que os condutores sejam correctamente regulados aquando da sua montagem.

No cálculo mecânico dos condutores de uma linha aérea é usual definir três estados atmosféricos tipo para considerar as circunstâncias que se apresentam como mais desfavoráveis sob os diversos pontos de vista: estado de Inverno; estado de Primavera e estado de Verão.

Dos três estados enunciados anteriormente, só um (Inverno ou Primavera, conforme as circunstâncias) irá sujeitar os condutores à tensão mecânica mais elevada, sendo este o estado mais desfavorável.

Sabendo o valor do vão crítico e o comprimento do vão em estudo, é fácil (como se verá posteriormente) determinar o estado atmosférico mais desfavorável.

Nestas condições, para determinar a tensão de montagem para cada temperatura, bastará aplicar a equação dos estados, relacionando o estado mais desfavorável com o estado de montagem nessa mesma temperatura.

Com o valor da tensão de montagem e da respectiva flecha para cada temperatura e para cada vão, constrói-se o *Mapa de flechas e tensões de montagem* da linha em causa.

Serão agora calculadas a flecha e tensão de montagem, do 2º vão da linha, com um comprimento igual a 136m, para a temperatura de 5ºC, de modo a confirmar-se os valores obtidos pelo programa.

No final ainda se determinará a curva que representa a curva de equilíbrio da linha neste vão, para numa primeira fase desenhá-la manualmente no perfil provisório, e posteriormente ser desenhada com precisão no perfil definitivo pelo desenhador.

Todos os dados da linha estão indicados no início do capítulo sobre cálculos mecânicos.

Determinação do estado mais desfavorável

O estado mais desfavorável é o que irá sujeitar os condutores da linha à maior tensão mecânica, a tensão máxima de serviço.

A primeira questão a analisar consiste na determinação do coeficiente de sobrecarga. Este confere ao peso próprio do condutor um agravamento que traduz a acção do vento e do gelo eventualmente existente, como se as respectivas acções se resumissem a um aumento de peso próprio dos condutores. É calculado com a seguinte expressão:

Estado de Inverno

$$F_1 = \alpha.c.q_1.S_1 = 0{,}6\times1{,}2\times300\times9\times10^{-3} = 1{,}944N/m = 0{,}198kgf/m$$

$$m_1 = \frac{\sqrt{\omega^2 + F_1^{\,2}}}{\omega} = \frac{\sqrt{0{,}172^2 + 0{,}198^2}}{0{,}172} = 1{,}52$$

Estado de Primavera

$$F_2 = \alpha.c.q_2.S_2 = 0{,}6\times1{,}2\times750\times9\times10^{-3} = 4{,}86N/m = 0{,}496kgf/m$$

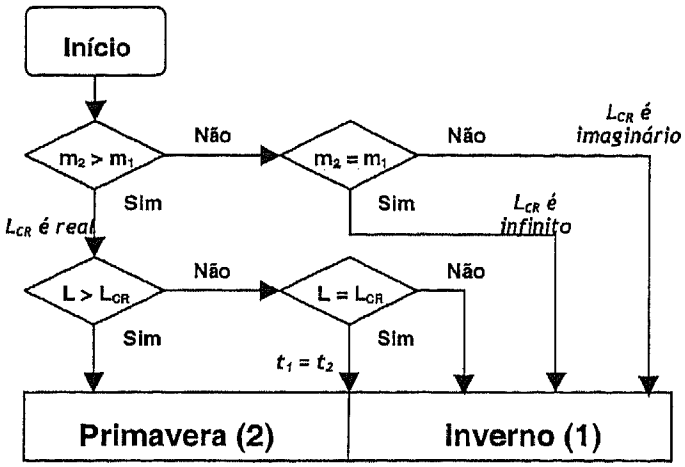
$$m_2 = \frac{\sqrt{\omega^2 + F_2^{\,2}}}{\omega} = \frac{\sqrt{0{,}172^2 + 0{,}496^2}}{0{,}172} = 3{,}05$$

Determinação do vão crítico

O vão crítico, relativo a uma dada tensão máxima de serviço, é o vão para o qual os condutores adquirem a mesma tensão (que é a máxima para a qual foram regulados) estando sujeitos às condições de Inverno ou às condições de Primavera. Determina-se pela seguinte expressão:

$$L_{CR} = \frac{\sigma.t_{max}}{\omega}.\sqrt{\frac{24.\alpha.(\theta_2-\theta_1)}{m_2^2-m_1^2}} = \frac{49{,}48\times 7{,}143}{0{,}172}.\sqrt{\frac{24\times 19\times 10^{-6}\times(15-(-5))}{3{,}05^2-1{,}52^2}} = 74{,}21m$$

A determinação do estado mais desfavorável é feita com recurso à seguinte árvore de decisão:



Como $m_2>m_1$ e $L>L_{CR}$, então o estado mais desfavorável é a Primavera (2).

Determinação da tensão e flecha de montagem

A determinação da tensão de montagem é feita com a equação dos estados. Esta permite que para um dado vão L de uma linha com características conhecidas, se conheça o valor da tensão mecânica dos condutores num estado qualquer, desde que seja conhecida a tensão mecânica noutro estado, e que ambos os estados estejam definidos pelos valores das respectivas temperaturas e coeficientes de sobrecarga.

O primeiro estado é o mais desfavorável (Primavera), cuja temperatura e coeficiente de sobrecarga foram determinados no ponto anterior, e cuja tensão mecânica dos condutores será a máxima de serviço.

O segundo estado é o de montagem da linha, do qual se desconhece a tensão mecânica dos condutores, que é caracterizado por um coeficiente de sobrecarga unitário e uma dada temperatura, existente no dia da montagem, considerada igual a 5ºC.

A equação dos estados é assim a seguinte:

Estado de Primavera Estado de montagem a 5ºC

$$\theta_i + \frac{t_i}{\alpha.E} - \frac{m_i^2.\omega^2.L^2}{24.\alpha.\sigma^2.t_i^2} = \theta_k + \frac{t_k}{\alpha.E} - \frac{m_k^2.\omega^2.L^2}{24.\alpha.\sigma^2.t_k^2}$$

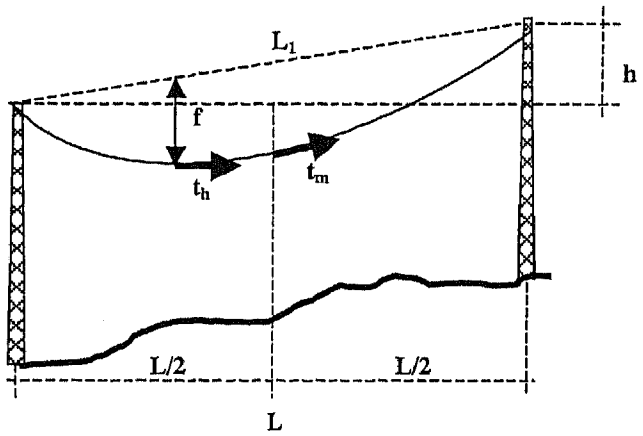
$$15 + \frac{7{,}143}{19\times 10^{-6}\times 8100} - \frac{3{,}05^2\times 0{,}172^2\times 136^2}{24\times 19\times 10^{-6}\times 49{,}48^2\times 7{,}143^2} = 5 + \frac{t_k}{19\times 10^{-6}\times 8100} - \frac{1^2\times 0{,}172^2\times 136^2}{24\times 19\times 10^{-6}\times 49{,}48^2\times t_k^2}$$

$$t_k = 3{,}05 kgf/mm^2$$

O valor indicado no mapa é de 2,92kgf/mm².

Quando se conhece a tensão mecânica dos condutores no estado de montagem para um determinado vão, pode-se determinar a flecha correspondente, desde que se saiba também o desnível (h) existente entre os pontos inicial e final do vão.

A flecha (f) é medida no ponto onde a tensão é normal à linha que define o comprimento L.



O comprimento L_1 é calculado da seguinte forma:

$$L_1 = \sqrt{L^2 + h^2} \quad [\mathrm{m}]$$

$$L_1 = \sqrt{136^2 + 3^2} = 136{,}03m$$

Finalmente, a flecha é dada pela seguinte expressão:

$$f = \frac{m.\omega.L.L_1}{8.\sigma.t} \quad [\mathrm{m}]$$

$$f_k = \frac{m.\omega.L.L_1}{8.\sigma.t_k} = \frac{1 \times 0{,}172 \times 136 \times 136{,}03}{8 \times 49{,}48 \times 3{,}05} = 2{,}65m$$

O valor indicado no mapa é de 2,76m.

De igual modo, para o estado de Verão (3) (θ=50ºC e m_3=1) determinou-se a tensão e flecha de montagem:

$$t_3 = 2{,}29 kgf / mm^2$$

$$f_3 = 3{,}51m$$

Os valores indicados no mapa são t_3= 2,23kgf/mm^2 e f_3= 3,6m.

Determinação da curva de equilíbrio

Para finalizar o cálculo mecânico dos condutores, é necessário representar a linha em perfil, determinando a curva que melhor descreve a situação de equilíbrio de cada vão.

A linha é representada no estado atmosférico de Verão, uma vez que é o que conduz a maiores flechas e por isso o indicado para escolher as alturas dos apoios de modo a se guardarem as distâncias mínimas ao solo e aos demais objectos.

Agora pode-se determinar o parâmetro **a** da catenária que representa a curva de equilíbrio deste vão.

$$t_h = m.\omega_V.a \Leftrightarrow a = \frac{t_h}{m.\omega_V} = \frac{2,29}{1\times 3,476\times 10^{-6}} = 658803mm \approx 659m$$

A curva indicada no mapa é a 605.

Por consulta do mapa de flechas e tensões de montagem pode-se confirmar que os valores calculados são muito próximos dos aí referidos (já comparados anteriormente), sendo a diferença para estes certamente devida a arredondamentos ou utilização de outra escala de conversão de unidades (entre kgf e N).

De referir que o parâmetro da catenária já deve ser convertido na folha de cálculo para se poderem utilizar o tipo de catenárias que se dispõe em plástico, com ω_V=0,0094 kgf/cm^3. O valor que eu calculei não está ainda convertido para aquele peso específico volumétrico.

Com o valor do parâmetro da curva para cada vão determinado, pode-se desenhar a curva num papel transparente, tendo em atenção às escalas do desenho.

Através destas curvas catenárias ou parábolas e sabendo a localização dos apoios, entretanto definida, escolhe-se a altura destes de modo a se guardarem as distâncias mínimas ao solo e aos demais objectos.

Escolha da altura dos apoios

Feito o cálculo das flechas e tensões de montagem para cada vão, recorrendo ao AUTOCAD® ou a curvas catenárias feitas em plástico para as escalas vertical e horizontal respectivamente 1/500 e 1/2500, verifica-se qual é a altura que os apoios necessitam de ter para cumprir com boa margem os requisitos do regulamento RSLEAT relativamente a distâncias mínimas das linhas aos diversos elementos envolventes.

1.4.4. Dados técnicos incluídos no perfil e planta parcelar

Depois de feitos os todos os cálculos necessários, alguns dos dados desses cálculos são apontados no perfil e planta parcelar, para ser feito o desenho definitivo.
No rodapé do perfil e planta parcelar e em cada apoio surge um código:

T= 605 Cu→75/700/2,23

- 605 Cu representa a curva de equilíbrio do vão que está à direita;
- 75 representa a pressão dinâmica do vento considerada, 75kgf/m^2;
- 700 representa a tensão máxima de serviço 700 kgf/cm^2;
- 2,23 representa a flecha máxima no vão que está à direita, 2,23m.

Este é um código interno de trabalho que é escrito pelo Engenheiro que faz o cálculo do projecto para que o desenhador saiba traçar correctamente a linha no desenho definitivo.

À cabeça do apoio de derivação escreve-se o valor da tensão máxima dos condutores que dele derivam e que em princípio será a tensão adoptada em toda a linha. Quando assim não for, como acontece neste caso, à cabeça do apoio onde há mudança de tensão máxima de serviço, escreve-se a nova tensão que se entende ser constante em todos os vãos a jusante até haver nova indicação. Junto com esta informação escreve-se também o tipo de condutores utilizado.

Para além das características que são indispensáveis como a altura e tipo dos apoios, as armações e isoladores utilizados, também se anota uma observação especial sobre a travessa de onde começa a linha e a sua orientação e altura no apoio de derivação.

2. Alimentação do PT Rio Mau – Lugar da Portela II nº461/VCD

Ao abrigo de um programa de financiamento comunitário (AGRIS), o Sr. Manuel da Costa Novais de Rio Mau – Vila do Conde requereu ligação de energia eléctrica a partir da rede, por forma a implementar um sistema de rega mais eficaz nos seus terrenos.

A ligação foi estudada, concluindo-se que haveria necessidade de construir um posto de transformação (aéreo de 50kVA neste caso), o qual requeria a construção de uma linha aérea de média tensão.

A linha eléctrica de média tensão que ficava mais perto encontrava-se a cerca de 300m de distância e era a que alimentava um PT existente, com o nome Rio Mau - Picoto, ARGP – Vila do Conde nº 154.

Na EDP Distribuição em Matosinhos, existe uma base de dados com o nome de cada PT por concelho, encontrando-se aí, para além de outras coisas, o número do processo de trabalho da linha de média tensão que foi construída para o alimentar. Sabendo o número do processo, facilmente se encontra o mesmo no arquivo. Desta forma, pode-se consultar o processo da linha principal onde irá ligar a nova linha, para daí retirar toda a informação necessária.

Com os cálculos efectuados, verificou-se que o apoio de derivação para a nova linha terá que ser mudado, o que não representa novidade, uma vez que poste existente é um poste metálico do tipo H de 17m.

Todo o processo seguiu os mesmos trâmites do anterior, sendo apresentados em anexo os seguintes documentos:

- carta topográfica 1:20000 do local;
- carta de rede onde está assinalado o local de ligação da nova linha;
- imagem aérea 1:2500 do local com a linha para o PT nº154/VCD a azul e a nova linha para o PT nº461/VCD a vermelho;
- folha de cadernetas taqueométricas, preenchida com os pontos caracterizados para o levantamento topográfico;
- mapa de cálculos da verificação da estabilidade dos apoios;
- mapa de flechas e tensões de montagem;
- perfil e planta parcelar da linha aérea.

3. Mudança de apoio na linha para PT Fânzeres – Manariz nº44/GDM

A mudança do traçado de linhas da rede de distribuição em média tensão é das actividades que mais se executam na EDP-Distribuição. A expansão urbanística em zonas vizinhas de grandes cidades impõe essa actividade constante, não deixando por vezes grandes alternativas dado ser grande a densidade de construção nestas zonas. A única alternativa em determinadas situações é apenas a passagem da rede aérea para subterrânea.

A mudança no traçado da linha pode ser profunda, substituindo-se por linha subterrânea ou desviando um grande número de apoios, ou pode ser ligeira, com a mudança de apenas um apoio de localização, ou a sua substituição por um de altura superior.

Quando a mudança é profunda, há lugar a um projecto, seguindo o caso todos os passos já vistos para uma nova linha. Quando a mudança é ligeira, o projecto fica quase restrito aos cálculos mecânicos de verificação da estabilidade do apoio e determinação das flechas e tensões de montagem. Em ambos os casos, o processo de modificação fica arquivado junto com o processo do projecto inicial da linha em vez de se abrir um processo independente, como nos dois primeiros casos que apresentei.

O caso que irei apresentar é o de uma mudança ligeira de uma linha de média tensão, apenas mudança de um apoio que estava localizado num terreno privado.

A Associação de Apoio ao Deficiente de Gondomar, necessita de construir uma rampa que sirva como saída de emergência do seu edifício, de maneira a cumprir as directivas do Serviço Nacional de Bombeiros. A construção desta rampa está impedida pela existência de um apoio metálico no seu terreno e junto ao edifício.

Depois de solicitada por escrito a mudança do local do apoio, fui acompanhar uma visita ao local para melhor perceber o problema em questão.

Determinou-se o tipo de apoio que estava instalado (RS9 com 25m de altura) e escolheu-se a localização do novo apoio. De seguida percorreu-se a linha de modo a perceber o seu enquadramento na rede de distribuição, vindo-se a determinar que alimentava o PT nº44/GDM.

Após esta visita ao local, obtendo-se alguns dados para a mudança, tive que consultar o arquivo para encontrar o projecto da linha eléctrica que seria alterada, do qual apresento em anexo o perfil e planta parcelar. Do processo que consultei constavam todos os projectos desde o inicial, com as diversas mudanças de secção dos condutores e apoios envolvidos.

A imagem aérea obtida no SIT, também apresentada em anexo, apenas dá para observar a rede de média tensão e os PT's que alimenta, não estando actualizada porque nem sequer inclui o lar de deficientes.

Através da carta de rede apresentada em anexo pode-se observar o enquadramento da localização deste apoio na rede (porque é um apoio de derivação), que mais tarde servirá para estudar a melhor forma de fazer a alteração do apoio, prejudicando o menor número de consumidores.

Neste caso não se justificou um levantamento topográfico, sendo feito apenas um esboço com os elementos recolhidos, que apresento em anexo.

O esboço feito à escala 1:2500 representa a rede existente (mais clara) e a rede depois de mudado o apoio (mais escura). Estão caracterizados os apoios existentes, os comprimentos dos vãos, os ângulos das linhas (neste caso o zero tem uma origem diferente da habitual), as tensões máximas de montagem e o tipo de condutores.

Com estes dados puderam-se fazer os cálculos mecânicos, através de um programa feito em Excel, mas ligeiramente diferente do primeiro que foi apresentado. Os resultados sob a forma de mapas estão apresentados em anexo.

Com estes resultados pode-se escolher o apoio que substituirá o apoio existente. No local em que tinha que ser implantado só era possível escolher um apoio metálico, para que fosse transportado até ao local em peças de mais fácil movimentação (tramos). A escolha está ainda restrita aos apoios que existem em armazém. Da consulta à bolsa de materiais, resultou a escolha por um RS9 de 23m de altura, que satisfazia tanto as condições de estabilidade como a altura necessária para o local de implantação.

O estudo desta modificação termina com a orçamentação da obra que está envolvida. Para cada material que é montado ou desmontado há um código que o caracteriza, bem como para a mão-de-obra envolvida. Faz-se uma lista com as tarefas incluídas e suas quantidades, juntando-se

depois os códigos necessários. Quando a lista está pronta basta introduzi-la no computador para o orçamento estar feito.

Esta é uma forma antiga de fazer orçamentos que ainda está em prática mas já quase totalmente afastada pela utilização do novo sistema SAP/R3.

O orçamento que é apresentado em anexo é submetido a apreciação por um responsável superior que decidirá, entre muitas coisas, a comparticipação do requerente no custo da obra, que neste caso não existe, como mostra o orçamento de modificações apresentado em anexo.

4. Notas técnicas

NOTA TÉCNICA Nº1 - TOPOGRAFIA

Apenas se pretende descrever os conhecimentos básicos de topografia para fazer um levantamento topográfico de uma linha, não havendo neste momento interesse em aprofundá-los, mas sabendo que estes são necessários para ultrapassar as dificuldades impostas pela realidade do terreno.

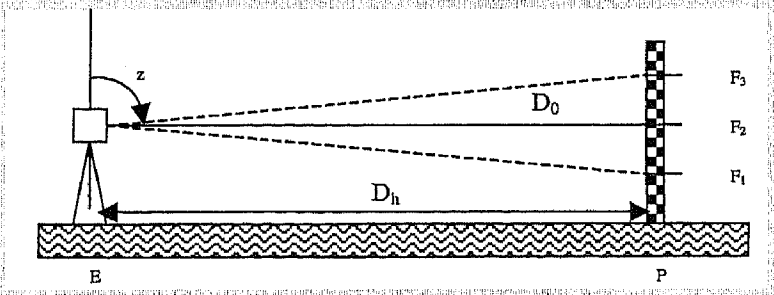
Caracterização de um ponto

Um ponto qualquer no terreno poderá ser caracterizado por uma cota e uma distância numa determinada direcção em relação a um ponto de referência.

Com recurso a um taqueómetro (ou teodolito) e uma mira, facilmente se determina as características de um ponto.

A medição mais simples que se pode fazer com o taqueómetro é tendo o óculo na posição horizontal. Então, a distância entre a estação de medição (local de instalação do taqueómetro) e a mira (D_0) é igual ao número gerador (D). O número gerador é dado pelo produto do segmento lido na mira ($F_3 - F_1$) pela constante de multiplicação do taqueómetro (normalmente 100, porque são taqueómetros centesimais).

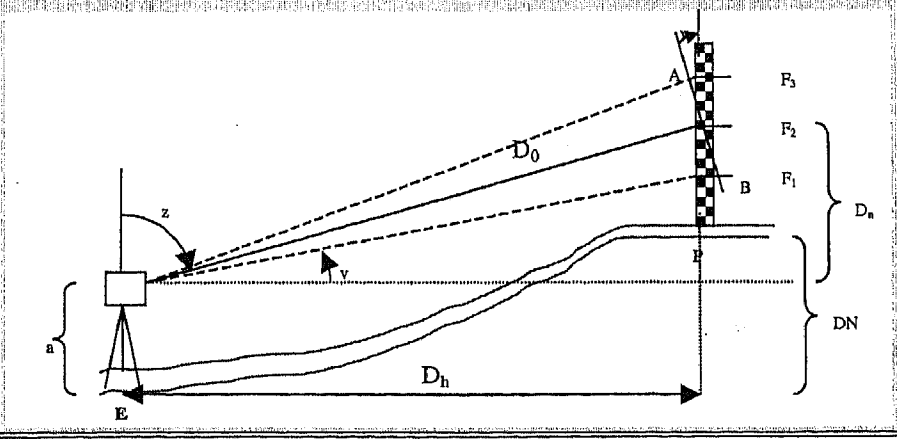
$$D_0 = D = (F_1 - F_3) \times 100$$



Neste caso a distância entre estação e mira é igual à distância horizontal entre os dois

$$D_0 = D_h$$

Se o ponto da estação não estiver colocado à mesma cota que o ponto a caracterizar, como na maioria dos casos, a distância horizontal entre estes determina-se da forma que a seguir se passa a explicar.



Seja F_3F_1 o segmento lido na mira.
Se o ângulo vertical for v, e o ângulo zenital z, o segmento F_3F_1 indicado será dado por:

$$AB = F_3F_1.\cos v = F_3F_1.sen\, z$$

A distância oblíqua D_0 entre a estação E e o ponto P onde está colocada a mira, obtém-se multiplicando o valor de AB pela constante de multiplicação do taqueómetro.

$$D_0 = AB.100 = F_1F_3.sen\, z.100 = D.\mathrm{sen}\, z$$

Finalmente, resolvendo o outro triângulo rectângulo, a distância horizontal obtém-se multiplicando o valor de D_0 pelo coseno do ângulo vertical ou pelo seno do ângulo zenital.

$$D_h = D_0.\cos v = D_0.sen\, z$$

Substituindo D_0 pela expressão anterior

$$\boxed{D_h = D.\cos^2 v = D.sen^2 z}$$

O desnível designado por dn obtém-se por resolução de um triângulo rectângulo, por intermédio da fórmula.

$$dn = D_h.tg\, v = D_1.\mathrm{cotg}\, z$$

mas atendendo ao valor determinado para distância horizontal D_h, vem:

$$dn = D.\cos^2 v.tg\, v = D.\mathrm{sen}^2 z.\mathrm{cotg}\, z$$

ou

$$dn = D.sen\, v.\cos v$$

$$\boxed{dn = D.\mathrm{sen}\, z.\cos z}$$

Por análise da figura verifica-se a seguinte relação:

$$DN + F_2 = dn + a$$

Sendo a F_2 a leitura obtida na mira pelo fio médio, a a altura do instrumento da estação e DN o desnível entre a estação e o ponto.

$$DN = C_P - C_E$$

Das duas últimas fórmulas deduz-se esta outra

$$DN = a + dn - F_2$$
$$C_P - C_E = a + dn - F_2$$

$$\boxed{C_P = C_E + a + dn - F_2}$$

que nos permite determinar a cota de um ponto P à custa da cota da estação E.

Finalmente poderemos proceder à implantação dos pontos, pois já conhecemos as distâncias horizontais e as cotas dos pontos.

NOTA TÉCNICA Nº2 – QUEDA DE TENSÃO NUMA LINHA

Queda de Tensão Composta

As linhas que serão projectadas podem-se considerar curtas e funcionando sob tensões moderadas. Consideram-se então as seguintes simplificações:

Considera-se nula a admitância da linha

Admite-se que a queda de tensão na linha resulta, apenas, da soma da 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 na linha, resultante do diagrama de funcionamento assim simplificado, é a seguinte:

$$\varepsilon = P.l.\frac{r_{40^oC} + x.tg\varphi}{U_C^2}.100$$

ε é a queda de tensão em percentagem;
P é a potência transmitida em MW;
l é o comprimento da linha em km;
$\mathbf{r_{40^oC}}$ é a resistência eléctrica do condutor a 40ºC em Ω/km;
x é a reactância indutiva em Ω/km;
$\mathbf{U_C}$ é a tensão nominal da linha (composta) em kV;
φ é o ângulo de fase.

Pretende-se que a queda de tensão seja sempre inferior a 5%, mas não será este o critério determinante.

Resistência Eléctrica

A resistência eléctrica dos condutores a 40ºC é calculada a partir da sua resistência a 20ºC pela seguinte expressão

$$r_{40^oC} = r_{20^oC}.[1+\alpha.(40-20)] \ [\Omega/\text{km}]$$

Reactância Indutiva

O cálculo da indutância por fase poderá ser feito a partir da seguinte expressão:

$$L = \left(0{,}5 + 4{,}6052.\ln\frac{2.D_e}{d}\right).10^{-4} \quad [\text{H/km}]$$

em que:

$\mathbf{D_e}$ é a distância equivalente entre fases;
d é o diâmetro dos condutores.

Esta expressão é aplicável a linhas simétricas (condutores nas extremidades de um triângulo equilátero) ou em que são feitas transposições, supondo os condutores maciços e constituídos por material não magnético e desprezando o efeito pelicular. No entanto, para os comprimentos habituais das linhas projectadas, mesmo sendo assimétricas a expressão conduz a valores aceitáveis.

A distância equivalente entre fases é dada por:

$$D_e = \sqrt[3]{D_{12}.D_{13}.D_{23}}$$

sendo D_{12}, D_{13} e D_{23} as distâncias entre as fases 1 e 2, 1 e 3 e 2 e 3 respectivamente.

Finalmente, o valor da reactância indutiva é dado por:

$$x = \omega.L = 2.\pi.f.L \ [\Omega/\text{km}]$$

NOTA TÉCNICA Nº3 – INTENSIDADE MÁXIMA ADMISSÍVEL NUMA LINHA

Intensidade de corrente máxima admissível em regime permanente

A temperatura máxima que um condutor nú de uma linha aérea poderá atingir, em regime permanente, é de 50ºC. A corrente que nele circula e que o faz atingir essa temperatura é fortemente dependente das condições de dissipação do calor que variam, sobretudo, com a temperatura ambiente.

Em anexo irá um gráfico com a intensidade de corrente máxima admissível, em regime permanente, para os condutores de alumínio-aço, em função da temperatura ambiente e considerando a temperatura máxima do condutor, a não ultrapassar nesse regime. Os gráficos foram elaborados com base nas fórmulas de *Kwipers* e *Brown*.

Pode ser observada a grande diminuição que a corrente máxima admissível tem, por influência da temperatura ambiente, diminuindo em alguns casos para metade.

Intensidade da corrente de curto-circuito máxima admissível

No cálculo destas correntes admite-se, por um lado, que os defeitos ocorrem em pontos da rede afastados das centrais geradoras e, por outro lado, que a constante de tempo do circuito é baixa.

A expressão que permite determinar a intensidade de 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 específica do material condutor. A expressão é a seguinte:

$$I_{máx} = \frac{1}{K_1 . K_2} . \frac{S}{\sqrt{t}} \quad \text{(kA)}$$

em que:

$I_{máx}$ é o valor eficaz máximo da corrente permanente de curto-circuito (kA);
S é a secção condutora, que nos cabos de alumínio-aço corresponde à secção de alumínio (mm^2);
t é a duração do curto-circuito (s);
K_1 é uma constante do material condutor (Al-aço: 6,902$mm^2/kA.s^{1/2}$);
K_2 é um coeficiente de temperatura (Al-aço: 1,732 para temperatura final de 160ºC).

NOTA TÉCNICA Nº 4 - CURVA DE EQUILÍBRIO

A curva de equilíbrio de um fio suspenso por dois dos seus pontos é uma catenária homogénea. No entanto, os condutores de uma linha aérea não se comportam como um simples fio, uma vez que são elasticamente deformáveis e não são perfeitamente flexíveis. A adopção da catenária como curva de equilíbrio resulta numa aproximação por excesso, cujo erro é desprezável face ao rigor que se pretende. De facto, por vezes a aproximação é feita por uma parábola, conduzindo a erros também desprezáveis.

A expressão que indica a altura dos pontos pertencentes a uma catenária é a seguinte:

$$y = a.ch\frac{x}{a} - a$$

A expressão que indica a altura dos pontos pertencentes a uma parábola é a seguinte:

$$y = \frac{x^2}{2.a}$$

É sabido que o parâmetro a da catenária ou da parábola, está relacionado com a tensão T_h, no ponto da curva onde a tangente é normal à direcção da solicitação pela seguinte expressão:

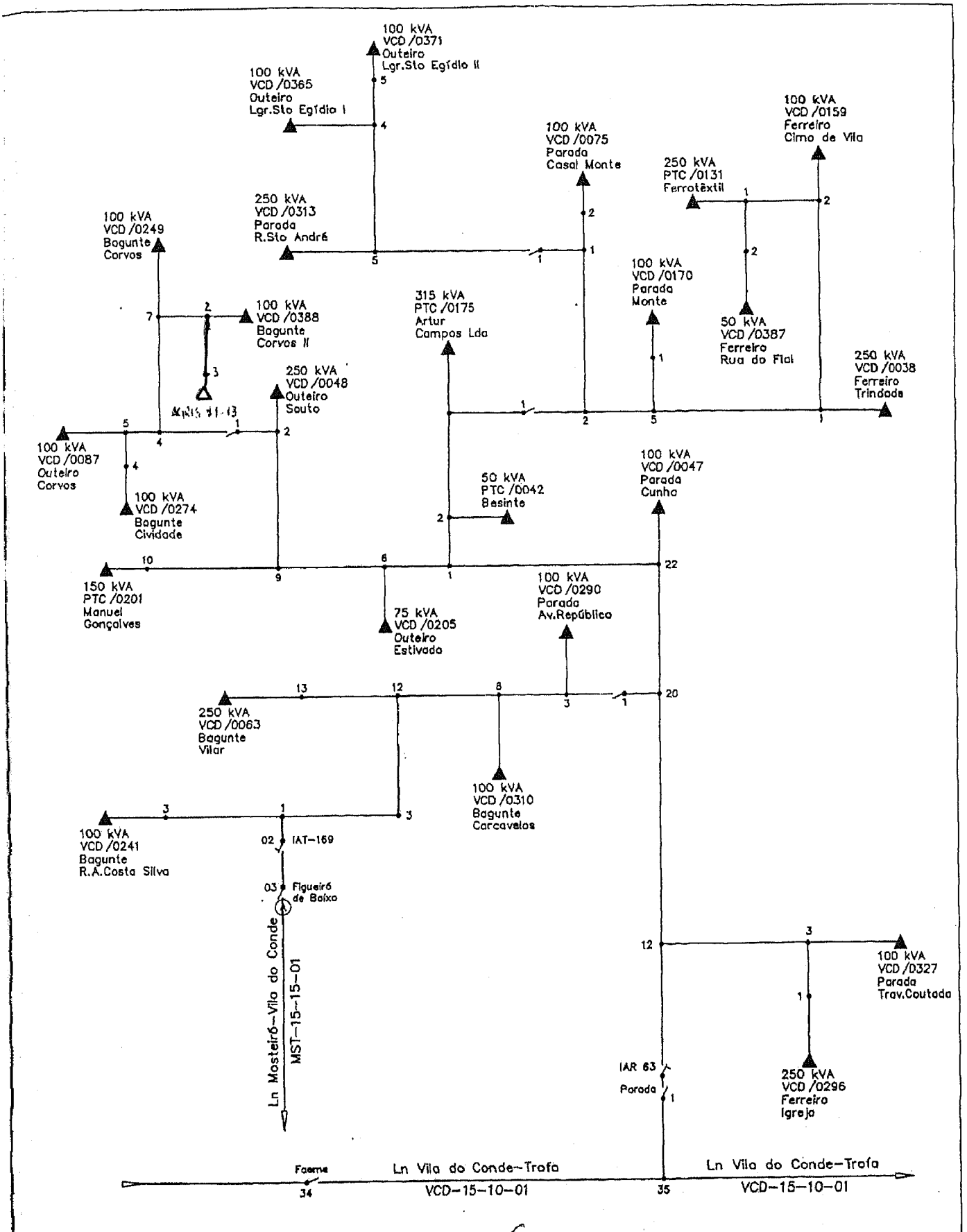
$$T_h = m.\omega.a \quad [\text{kgf}]$$

Se dividirmos a expressão anterior pela secção do cabo, obtemos a seguinte expressão, que relaciona a tensão unitária do cabo com o parâmetro da curva:

$$t_h = m.\omega_V .a \quad [\text{kgf/mm}^2]$$

Anexo
A

ALIMENTAÇÃO DO PT BAGUNTE – CAMPO DO CERCO
Nº 462/VCD



EDP-Distribuição Energia, S.A. Manutenção Rede Matosinhos	Desenhou :		LN VILA DO CONDE-TROFA
	Data :	2002.02.07	
Sec. Rede Sb :	Verificou :		VCD-15-10-02
Sec. Rede Ae :	Data :	20020207	

Cópia propriedade da EDP.

1: 5000

Cópia propriedade de EDP

E D P-Distribuição Energia, S.A.

GRUPO EDP

TOPOGRAFIA

ÁREA DE REDE [illegible] VALDE PORTO-GA Proj. Const. MT

Folha Nº ___ / ___

Folhas de cadernetas taquiométricas

Data 02/04/10

Assunto

Este altura do instrumento	Pontos visados	Ângulos		Leitura dos Fios			Distâncias	Cotas	Observações
		Azimutal	Zenital Z	1º	2º	3º			
1.61	1	0.00	10051	14		2330	93.0	69.00	R59/21m
			89.01					87.83	
			9005					86.26	
	2	2.73	10074	14		2327	92.7	68.67	
	3	11.14	10021	24		3110	71.0	68.62	
P 3T	4	6.11	10016	24		3080	68.0	68.70	
			9523					76.71	
	5	22.92	10004	25		2868	36.8	68.90	
	6	24.75	10005	24		2707	30.7	69.03	
	7	22.73	10037	21		2291	19.1	69.30	
	8	23225	9698	16		2560	95.8	74.08	
	9	25503	9703	14		15	10.0	70.63	
	10	47.88	10044	15		1574	7.4	70.02	
PT	11	60.94	10031	17		1781	8.1	69.83	PT 388
			6815					76.04	
	12	68.18	10022	25		2776	27.6	68.88	
	13	9971	10015	26		2972	37.2	68.74	
P 3T	14	12020	100175	25		2883	38.3	68.81	
			9170					76.63	
	52	15125	100945	15		2367	86.7	68.39	68.37
1.60	51	0.00	9856	15		2378	87.8	70.02	
P 3T	15	13.94	9862	17		1903	20.3	68.61	
	16	51.89	10034	15		1568	6.8	68.40	
	17	38365	10018	14		1482	8.2	68.51	Tvermo + 0.70
	18	23493	10024	19		2042	14.2	67.95	
	19	23128	10035	2		2181	18.1	67.78	
	20	22713	10044	23		2527	22.7	67.40	
	21	19878	10039	35		3862	36.2	66.07	
	22	24009	10041	17		1938	23.8	68.00	
P 3T	23	26355	10019	17		1862	16.2	68.14	
GUIA	24	24149	10185	17		2240	54.0	67.84	
P 3T	25	24769	10019	17		2210	51.0	67.86	
G	26	24214	10021	17		2350	65.0	67.73	
P 3T	27	24821	10021	17		2525	82.5	67.59	
G	28	24512	10025	17		2650	95.0	67.42	
P 3T	29	24881	10024	21		3242	14.2	67.23	
	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]		3155	15.5	67.28	

69.97

Cópia propriedade da EDP

Cópia propriedade da EDP

E D P-Distribuição Energia, S.A.

GRUPO EDP

TOPOGRAFIA

ÁREA DE REDE DE SANJOF PORTO-GA Proj. Const. MT

Folhas de cadernetas taquiométricas

Folha Nº ___ / ___

Data ___ / ___ / ___

Assunto _____

Est. e altura do instrumento	Pontos visados	Ângulos		Leitura dos Fios			Distâncias	Cotas	Observações
		Azimutal	Zenital Z	1ª	2ª	3ª			
G	31	24661	100011	2		3235	123.5	67.14	
G	32	24653	100175	2		3308	130.8	66.96	
G	33	24633	10022	2		3383	138.3	66.80	
G	34	24544	10023	2		3463	146.3	66.71	
P_{35}	35	24893	10002	25		3950	145.0	66.70	
G	36	24421	100225	2		3560	156.0	6664	
G	37	24231	10022	2		3686	168.6	66.54	
P_{35}	38	24379	10021	2		3760	176.0	66.51	
G	39	23993	10021	2		3840	184.0	66.44	
G	40	23785	10052	1		2985	198.5	66.36	
G	41	23640	10051	1		3080	208.0	66.26	
P_{35}	42	23428	10047	1		3110	211.0	66.36	
G	43	23493	10050	1		3170	217.0	66.18	
G	44	23223	10049	1		3330	233.0	66.09	
G	45	23014	100465	1		3450	245.0	65.96	
G	46	22866	100435	1		3540	254.0	65.96	
G	47	22532	10033	1		3750	275.0	66.04	
G	48	222	10026	08		38	300.0	66.44	
G	49	22054	10025	06		3750	315.0	66.56	

Cópia propriedade da EDP

cópia propriedade EDP

MAPA DE CÁLCULOS

EDP Distribuição — GRUPO EDP

Verificação da Estabilidade dos Apoios

Linha aérea a 15 kV

PT Bagunde - Campo do Cerco, ARGP - VCD Nª 462

Freguesia: Bagunde

Concelho: Vila do Conde

Caracteristicas dos Apoios						Caracteristicas dos vãos				Esforços Horizontais						Esforço Vertical	Observações:	
						Linha Principal		Linhas Derivadas		Hipotese 1			Hipotese 2					
Nº	Alt [m]	s/d	Tipo	Função	Orientação	Vãos [m]	Ângulo [grados]	Vãos [m]	Ângulo [grados]	Transversal F_y [daN]	Longitudinal F_x [daN]	Total [daN]	Transversal F_y [daN]	Longitudinal F_x [daN]	Total [daN]	F_z [daN]	Condutor [mm²]	Tmáx [kg/mm²]
																	PT 388 VCD	
2	21	*	RS15	Derivação	ang.178,87gr	86,6	10,57			20				1			Al-aço 50	7
										56	335		56	335			PT 388 VCD	
						190,7	189,43			44				1			Al-aço 50	7
										56	-335		56	-335			PT 462 VCD	
								92	7,96	25				0			Al-aço 50	6
										36	289	1578	36	289	1317	93		
										711	867	1451,8			1211,6		PT 462 VCD	
1	18	*	MP02	Ângulo	ang.170,46gr	136	14,77	-		31							Al-aço 50	7
			1000							78	331			6,2			PT 462 VCD	
						92	185,23	-		21							Al-aço 50	7
										67	-283	735		4,2	31,2	57		
										591	144	735			31,2		PT 462 VCD	
2	18	*	MP01	Ângulo	ang.181,41	147	9,3	-		34							Al-aço 50	7
			800							49	336			6,8			PT 462 VCD	
						136	190,7	-		32							Al-aço 50	7
										49	-336	492		6,4	39,6	71		
										492	0	492			39,6		PT 462 VCD	
3	18	*	MP02	Ângulo	ang.158,48	130	20,76	-		28							Al-aço 50	7
			1000							109	322			5,6			PT 462 VCD	
						147	179,24	-		31							Al-aço 50	7
										109	-322	831		6,2	35,4	70		
										831	0	831			35,4		PT 462 VCD	
PT	*	*	TP4	Fim de Linha	Fim de Linha	130	-	-	-	108	1020	1128				33	Al-aço 50	7

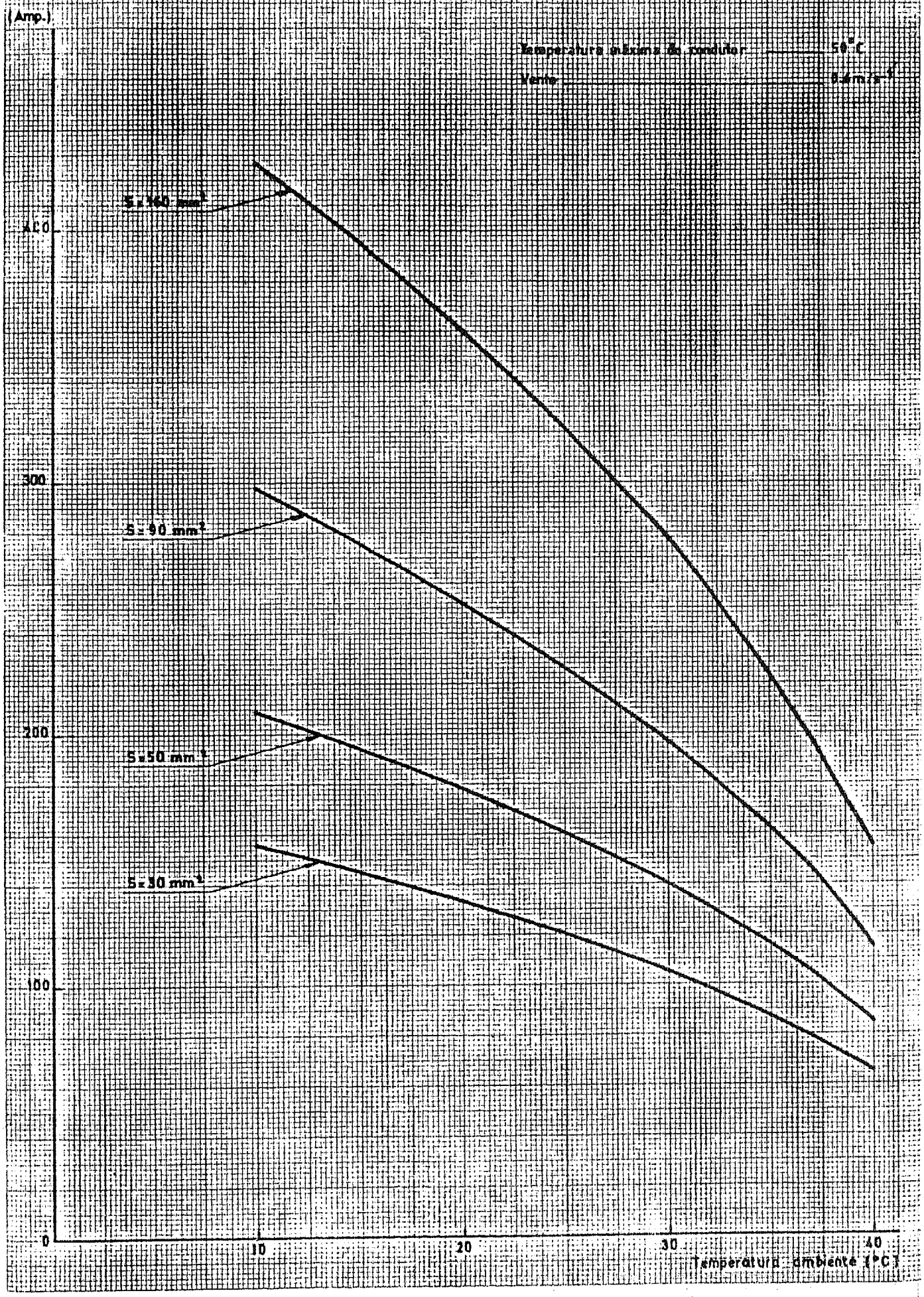
27-06-2002

Mapa de Flechas e Tensões de Montagem

Designação	apoio	isolad	Vão	5 ºC		10 ºC		15 ºC		20 ºC		25 ºC		30 ºC		35 ºC		50 ºC			
	i	m	m	Tmont	Flecha	Tmont	Flecha	Tmont	Flecha	Tmont	Flecha	Tmont	Flecha	Tmont	Flecha	Tmont	Flecha	Tmont	Flecha	Cu Eq	Dist. co
PT Bagunde - Corvo II, ARGP - Vila do Conde Nº 388 - AL-aço 50 mm2; Tmáx = 7 kg/mm2																					
Vão anterior	2	0	191	2,57	6,14	2,53	6,24	2,49	6,34	2,46	6,43	2,42	6,53	2,38	6,62	2,35	6,72	2,26	6,99	612	1,26
Vão posterior	2	0	87	4,26	0,76	3,86	0,84	3,51	0,93	3,22	1,01	2,97	1,1	2,76	1,18	2,57	1,27	2,17	1,5	587	0,63
PT Bagunde - Campo do Cerco, ARGP - Vila do Conde Nº 462 - AL-aço 50 mm2; Tmáx = 7 kg/mm2																					
Vão anterior 6 kg/mm2	1	0	92	2,81	1,31	2,64	1,39	2,49	1,48	2,36	1,56	2,24	1,64	2,14	1,72	2,05	1,79	1,83	2,01	496	0,71
Vão anterior 7 kg/mm2	2	0	136	2,92	2,76	2,81	2,86	2,72	2,96	2,63	3,05	2,55	3,15	2,48	3,24	2,41	3,33	2,23	3,6	605	0,93
Vão anterior 7 kg/mm2	3	0	147	2,81	3,34	2,72	3,44	2,65	3,54	2,58	3,64	2,51	3,74	2,45	3,83	2,39	3,92	2,24	4,19	607	1
Vão anterior 7 kg/mm2	PT	0	130	2,99	2,46	2,87	2,56	2,76	2,66	2,67	2,75	2,58	2,85	2,5	2,94	2,42	3,03	2,23	3,29	604	0,89

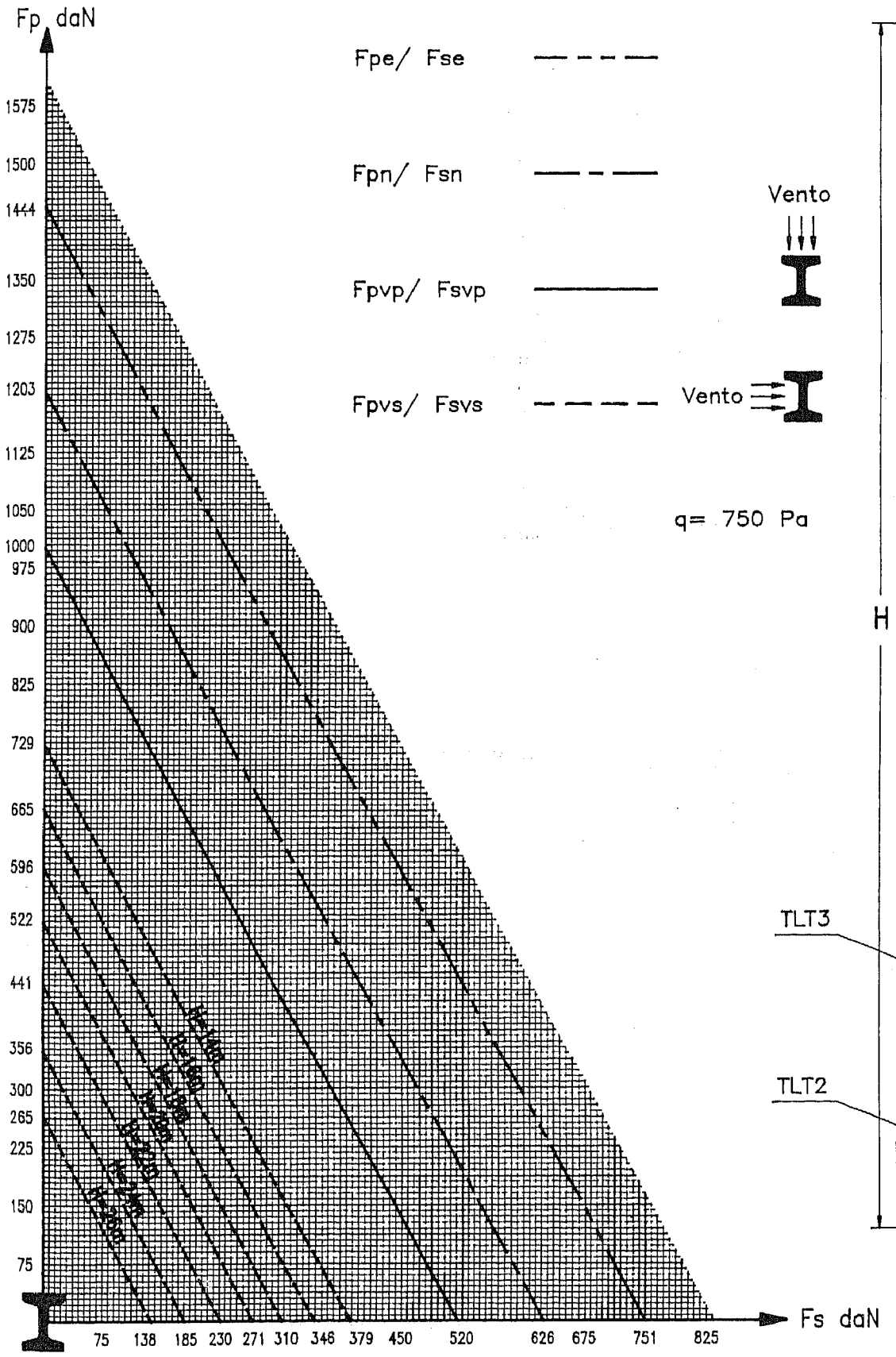
27-06-2002

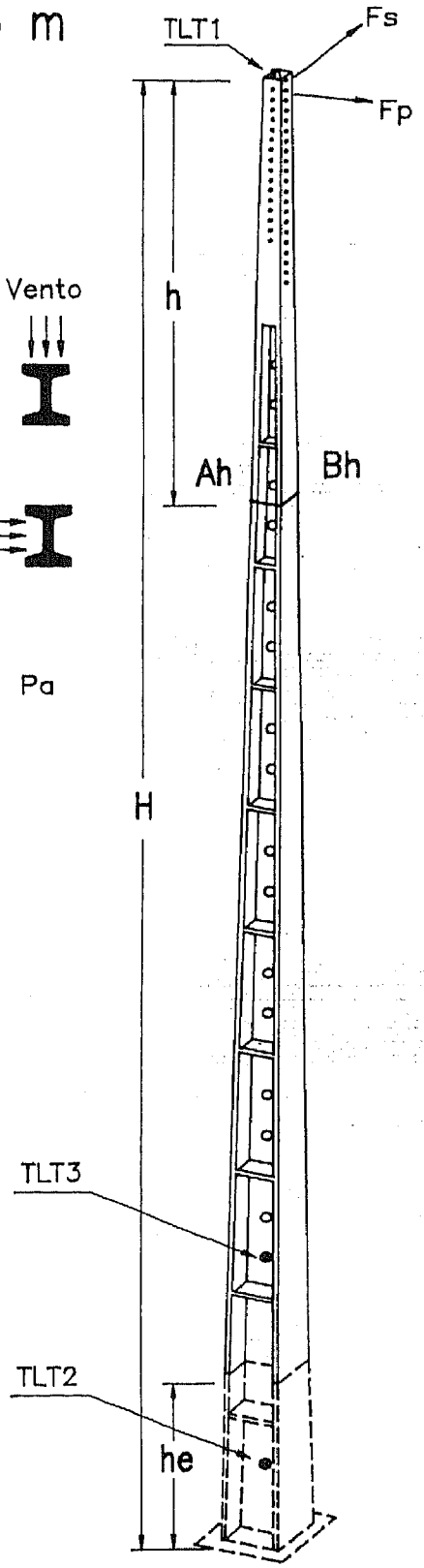
INTENSIDADES MÁXIMAS ADMISSÍVEIS DE CORRENTE PERMANENTE EM CABOS DE ALUMÍNIO-AÇO



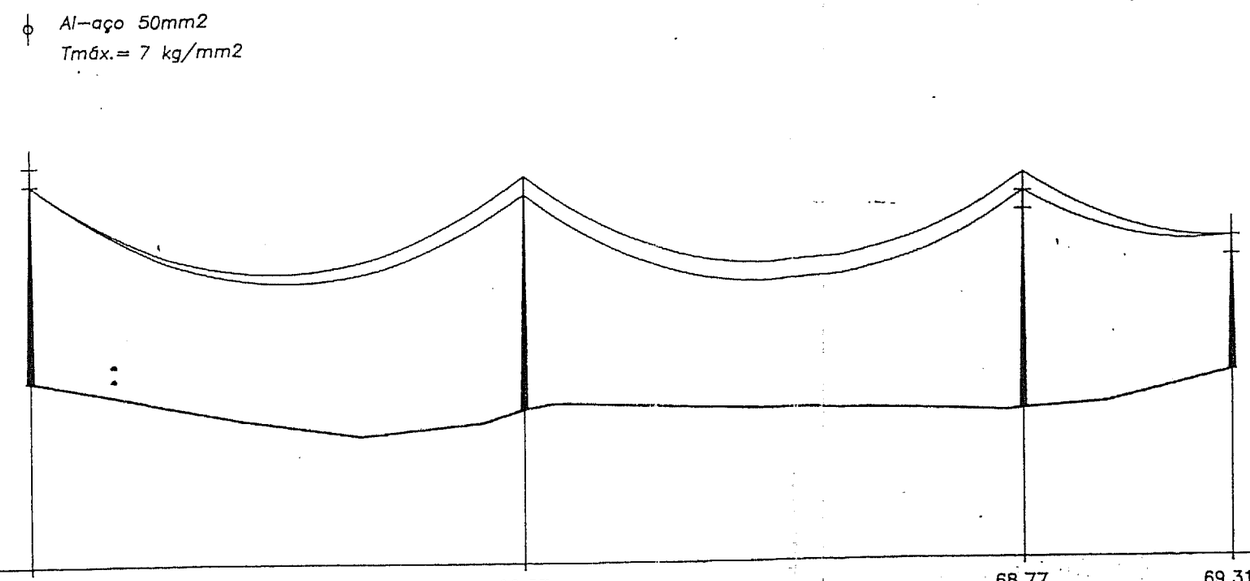
SOCIEDADE PORTUGUESA Cavan® S.A.

MP02/1000
AP02/1000
H<=26 m





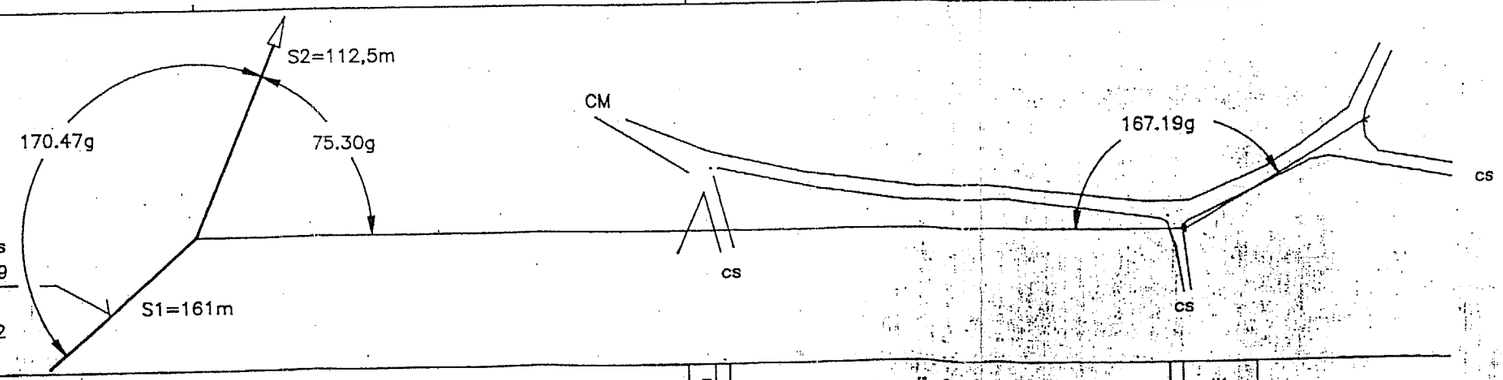
Data 97/10/01	Des.	Visto	Serie : Diagramas	Nº 204



PERFIL

COTAS DO TERRENO	71.74	69.27	68.77	69.31
APOIOS – NUMERO	7	1	2	PT
APOIOS – TIPO / ALTURA	RS15/21m	RS9/21m	RS9/21	TP4/14m
APOIOS – ARMAÇAO / FIXAÇAO DOS CONDUTORES	N/E/ASR	N/ASR	N/ASR	HPT/TP4/ASR
APOIOS – ORIENTAÇAO	Ao ang. 170,47gr	Alinhamento	Ao ang. 167,19gr	Fim de linha
DISTANCIAS ENTRE APOIOS	199.7	190.7	86.6	
DISTANCIAS A ORIGEM	0.0	199.7	390.4	477

PLANTA



LN PT Bagunte–Corvos
ENMTS–V.CONDE Nº249

Cu 16 mm2
T max = 12 Kg/mm2

CADASTRO

TIPO DE CULTURA	cultivo	H.Bouça Nova	eucaliptal	cultivo	
PROPRIETARIOS	Jose Alves Sousa		Torres de Balazar	Jose Gomes Azevedo	C.Municipal

LUGAR Corvos

FREGUESIA BAGUNTE

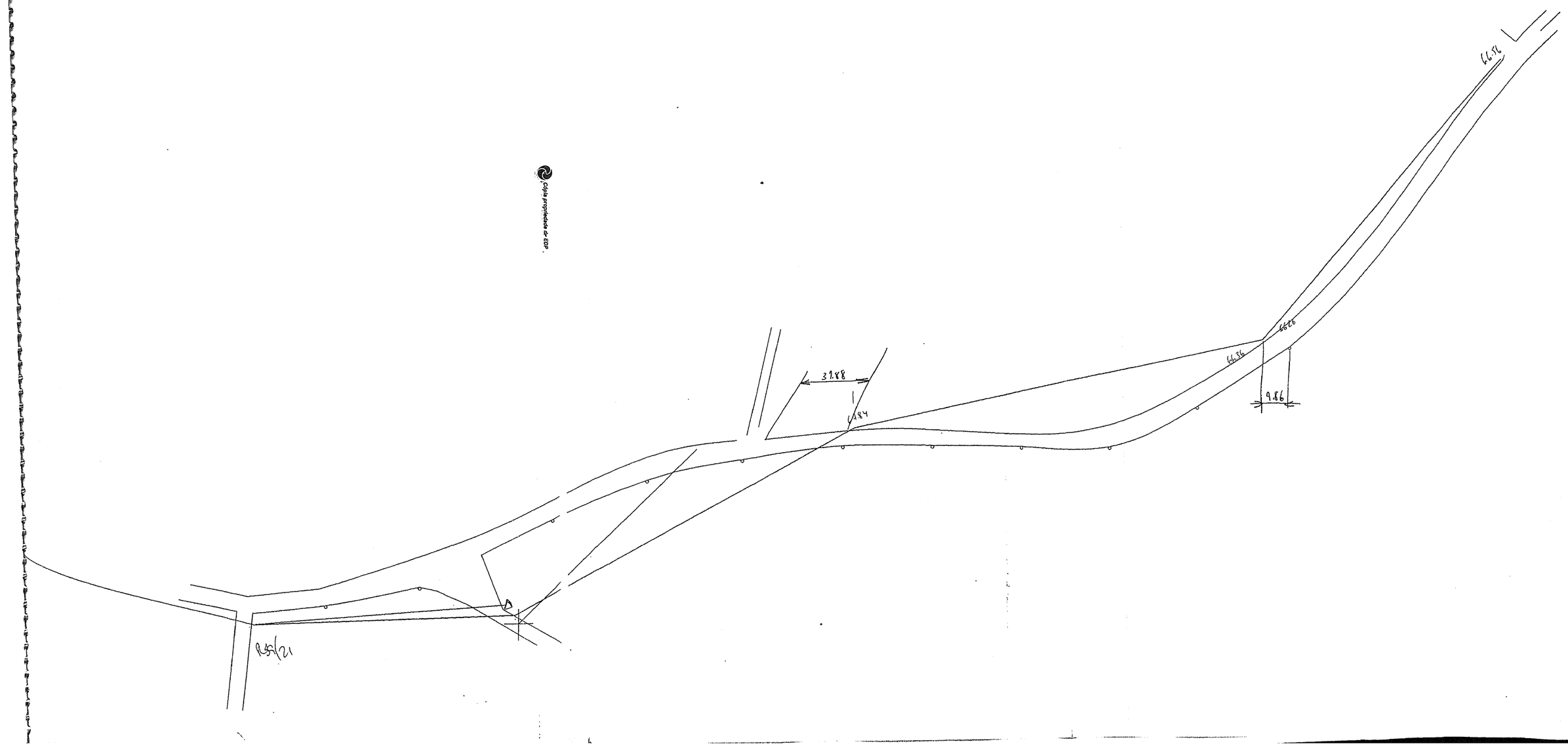
Levantou	95.12.19	Sousa
Implantou	95.12.22	Sousa
Estudou		
Desenhou	96.11.28	Amaral
Verificou		

ESCALAS : 1/500
1/2500

ALTERAÇÕES :

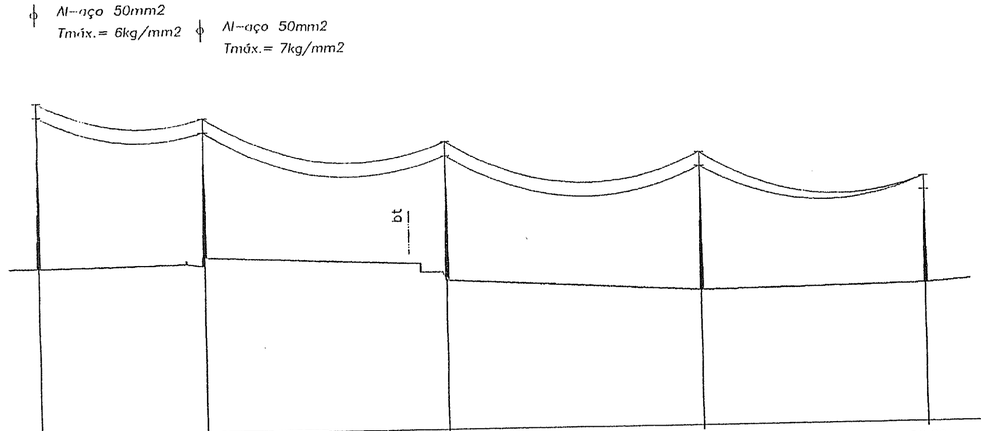
PT BAGUNTE–CORVOS II
ENMTS–Vila do Conde nº
388

LN a 15 kV



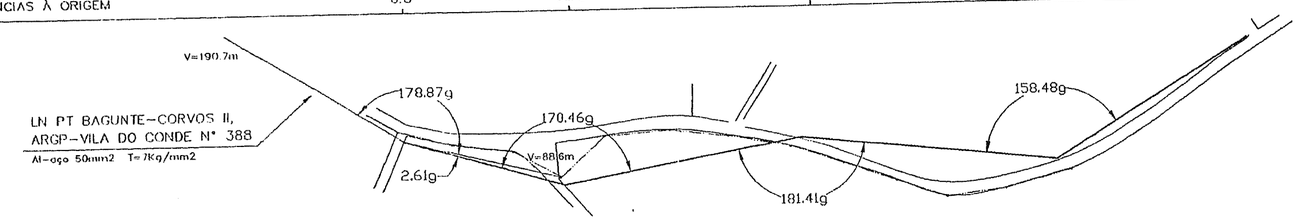
Cópia propriedade de EDP

PERFIL



COTAS DO TERRENO	69.00	70.02	67.00	65.56	66.00
APOIOS – NÚMERO	2	1	2	3	PT
APOIOS – TIPO / ALTURA	RS15/21m	18 MM04-2500-770	18 MP04-1600-540	18 MM06-2750-960	TP4/14m
APOIOS – ARMAÇÃO / FIXAÇÃO DOS CONDUTORES	N/E/ASR	TAN/ASR	TAN/ASR	TAN/ASR	HPT-TP4/ASR
APOIOS – ORIENTAÇÃO	existente	Ao ang. 170,16gr	Ao ang. 181,41gr	Ao ang. 158,48gr	Fim de linha
DISTÂNCIAS ENTRE APOIOS	92	136	147	130	
DISTÂNCIAS À ORIGEM	0.0	92.0	228.0	375.0	505.0

PLANTA



CADASTRO			
TIPO DE CULTURA	cultivo	cultivo	cultivo
PROPRIETÁRIOS	José Gomes Azevedo	Soc.Agrícola Irmãos Capitão	Maria Alexandrina Torres

LUGAR: CAMPO DO CERCO - CORVOS

FREGUESIA: BAGUNTE

CONCELHO: VILA DO CONDE

ϕ Travessa tipo N para 3 cond. a 3m do topo-90°

ϕ T= 605 Cu-- 75/700/2,23

ϕ T= 196 Cu-- 75/600/1,83

ϕ T= 607 Cu-- 75/700/2,24

ϕ T= 604 Cu-- 75/700/2,23

Levantou	02.04.10	Ferreira
Implantou	02.04.12	Ferreira
Estudou		
Desenhou	02.06.12	Amaral
Verificou	02.06.12	Eng.Anabela

ESCALAS: 1/500
1/2500

ALTERAÇÕES:

PT BAGUNTE-CAMPO DO CERCO
ARGP-VILA DO CONDE Nº 462

LN aérea a 15 kV

PERFIL E PLANTA PARCELAR

EDP-Distribuição Energia, S.A.
GRUPO EDP

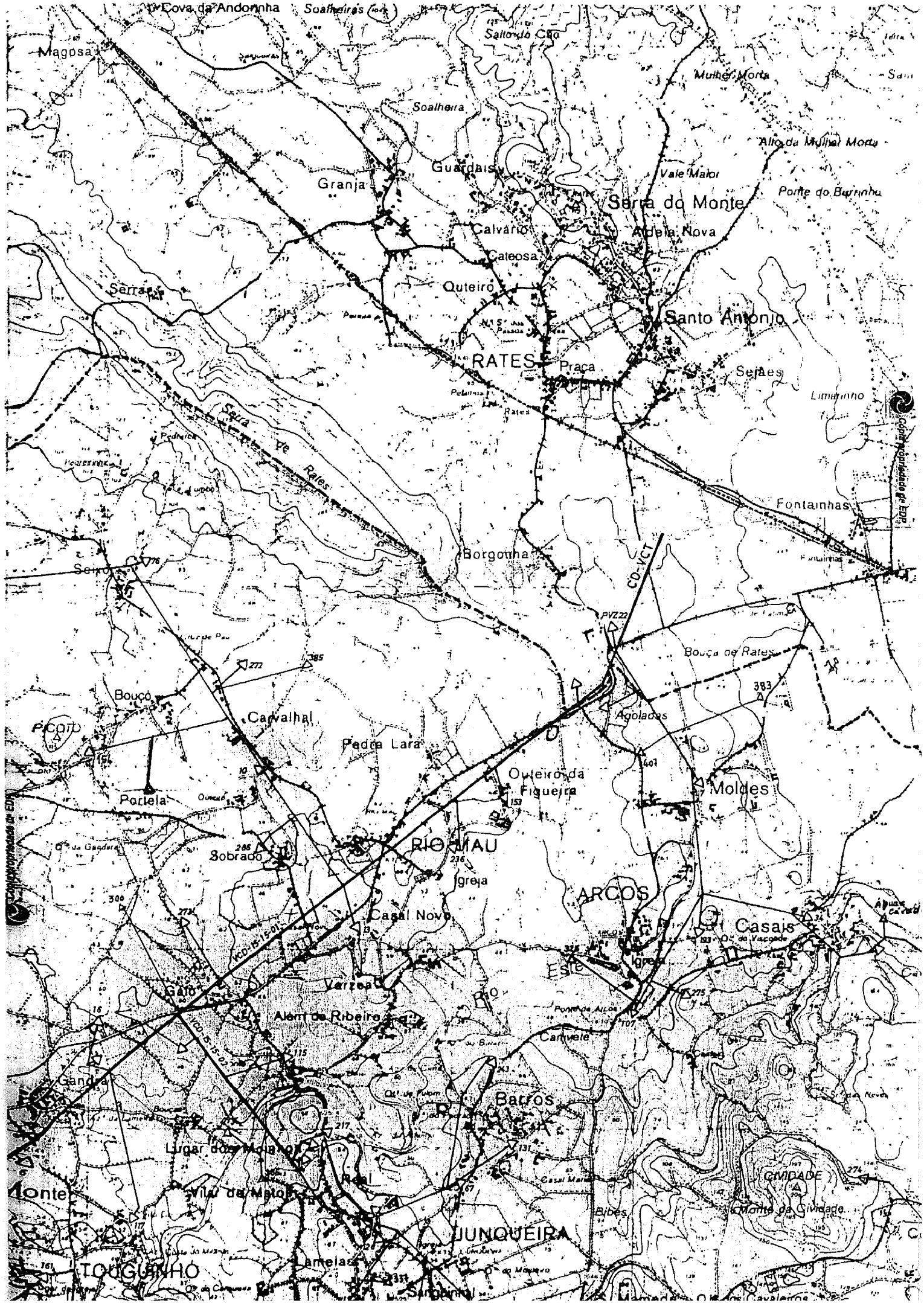
AREA DE REDE DO GRANDE PORTO
GA Projecto Construção MT

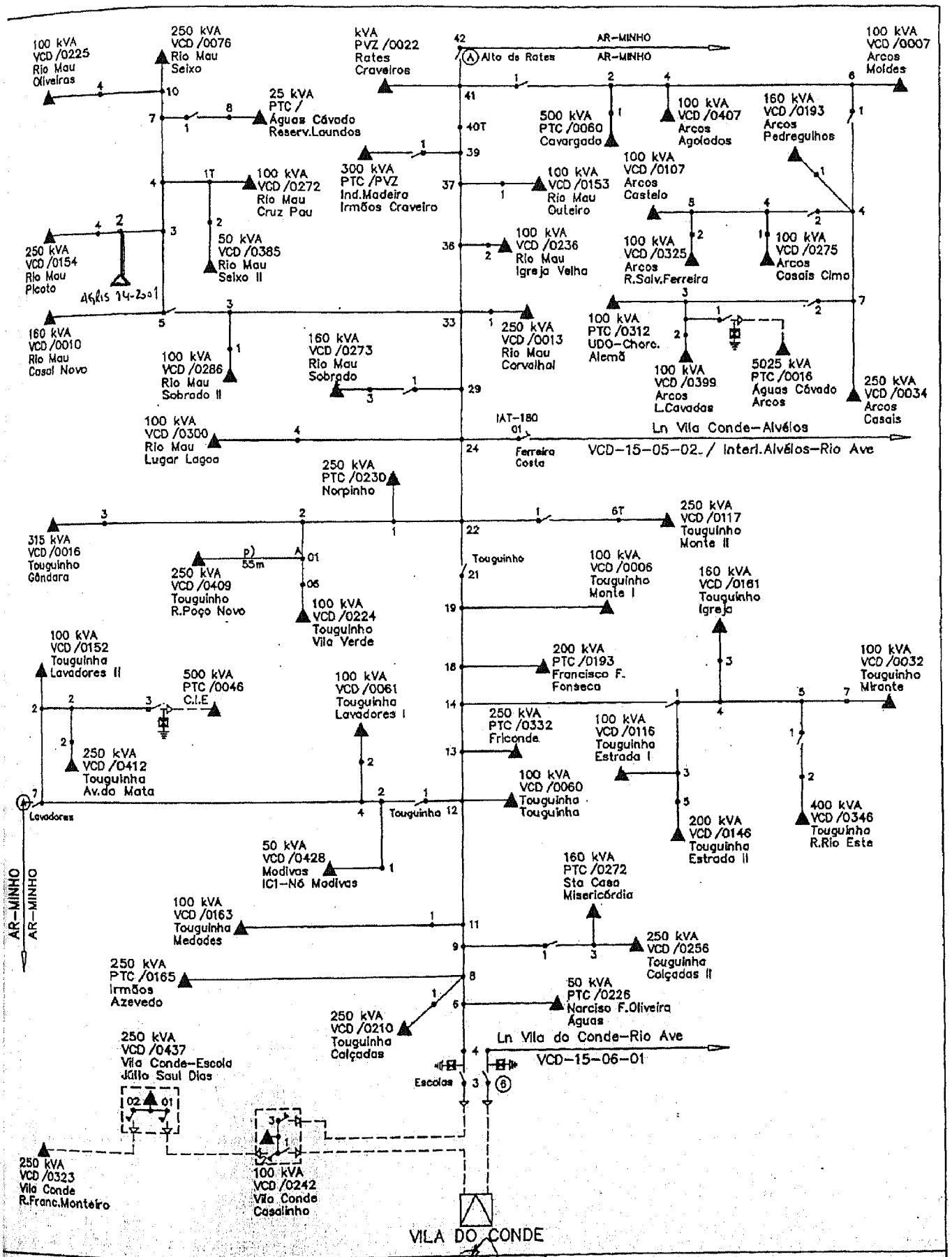
Nº 2002-071-01

Formato

Substituí:

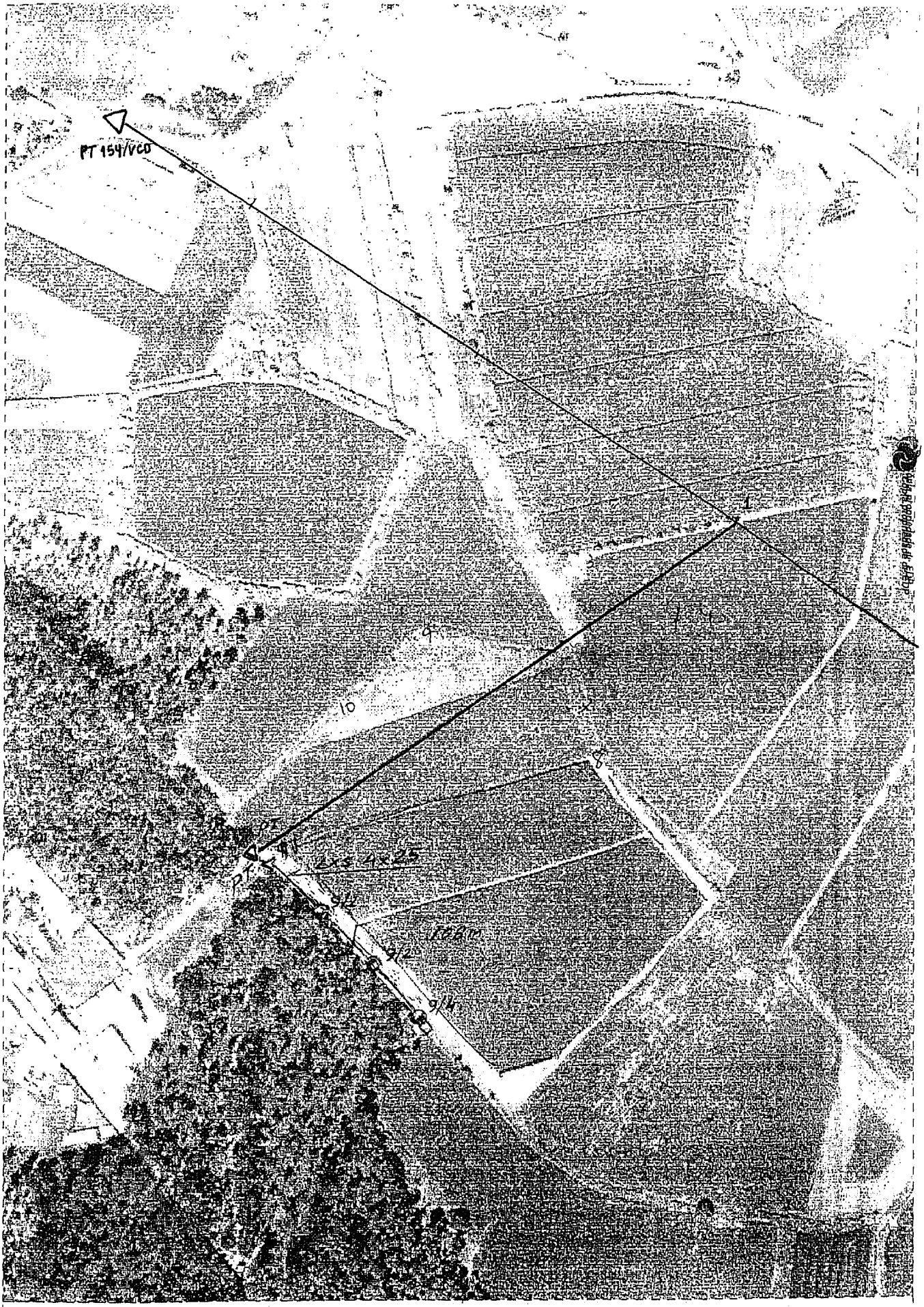
Substituído por:


Cova da Andorinha
Soalheiras
Salto do Cão
Magosa
Mulher Morta
Soalheira
Alto da Mulher Morta
Guardais
Vale Maior
Granja
Serra do Monte
Ponte do Burinho
Calvário
Aldeia Nova
Cateosa
Quteiro
Serra
Santo António
RATES
Praça
Seraes
Limarinho
Serra de Rates
Fontainhas
Borgonha
CD-VCT
PVZ22
Bouça de Rates
Agoladas
Bouçó
Carvalhal
Pedra Lara
Outeiro da Figueira
Portela
Moldes
RIO MAU
Sobrado
Igreja
ARCOS
Casal Novo
Casais
Igreja
Este
Rio
Verzoa
GAIO
Alem do Ribeiro
Ponte de Arcos
Canvele
Gandra
Barros
Lugar dos Moinhos
Real
Vila da Maia
CIVIDADE
Monte da Cividade
Bibes
JUNQUEIRA
TOUGUINHO
Lamelas
Sandinha



EDP-Distribuição Energia, S.A. Manutenção Rede Matosinhos	Desenhou :		LN VILA DO CONDE-ALVÉLOS
	Data :	2002.02.07	
Sec. Rede Sb :	Verificou :		VCD-15-05-01
Sec. Rede Ae :	Data :	20020207	

Cópia propriedade da EDP



EDP

Energia, S.A.

1:2500

E D P-Distribuição Energia, S.A.
GRUPO EDP

TOPOGRAFIA
ÁREA DE REDE DO GRANDE PORTO–GA Proj. Const. MT

Folhas de cadernetas taquiométricas

Folha Nº 1 / 1
Data 02 / 03 / 27

Assunto AGRIS 014-2001 - MANUEL COSTA NOVAIS - CASTRO PINHEIRAL RMA-JCD

Est.e altura do instrumento	Pontos visados	Ângulos		Leitura dos Fios			Distâncias	Cotas	Observações
		Azimutal	Zenital Z	1º	2º	3º			
1.63	1	0.00	101.58	1		3820	281.8	62.22	
			98.54					78.09	H/ RD
			98.81					76.90	
	2	3.02	101.70	1		3875	287.3	61.52	
	3	39485	101.75	1		3375	237.3	62.92	
	4	389.13	102.01	1		3	199.8	63.32	
Ilegível	5	1.38	102.37	25	3415	4330	182.7	61.41	
	6	1.38	102.35	2		3755	175.3	62.28	
	7	8.68	102.63	2		3785	178.2	61.37	
	8	22.17	102.83	1		2750	174.7	61.99	
	9	37985	102.13	07		2060	135.8	65.70	
	10	36538	102.14	15		2120	61.9	67.74	
	11	42.58	102.97	15		1598	9.8	69.62	
	12	85.07	97.96	2		2170	17.0	70.09	
	13	73.71	99.70	16		1647	4.7	70.03	
	14	18586	94.45	04		1170	76.4	77.52	

Cópia propriedade de EDP
Cópia propriedade de EDP

MAPA DE CÁLCULOS

EDP Distribuição — GRUPO EDP

Verificação da Estabilidade dos Apoios

Linha aérea a 15 kV

PT Rio Mau - Lugar da Portela II, ARGP - VCD Nº 461

Freguesia: Rio Mau

Concelho: Vila do Conde

Características dos Apoios						Características dos vãos				Esforços Horizontais								
						Linha Principal		Linhas Derivadas		Hipotese 1			Hipotese 2					
Nº	Alt [m]	s/d	Tipo	Função	Orientação	Vãos [m]	Ângulo [grados]	Vãos [m]	Ângulo [grados]	Transversal F_y [daN]	Longitudinal F_x [daN]	Total [daN]	Transversal F_y [daN]	Longitudinal F_x [daN]	Total [daN]	Esforço Vertical F_z [daN]	Observações: Condutor [mm²]	Tmáx [kg/mm²]
2	21	*	RS22	Derivação	Alinhamento	148,2	0			35				0			PT 154 VCD	
										0	388		0	388			Al-aço 50	8
						191,41	200			46				0			PT 154 VCD	
										0	-388		0	-388			Al-aço 50	8
								109	77,68	4				27			PT 461 VCD	
										364	133	1746	364	133	1572	113	Al-aço 50	8
										1347	399	1606,3			1446,2			
1	20	*	MP02	Alinhamento	Alinhamento	109	0	-		78							PT 461 VCD	
				1000-370						0	1164			15,6			Al-aço 50	8
						173,1	200	-		124							PT 461 VCD	
										0	-1164	202		24,8	40,4	71	Al-aço 50	8
PT	14	*	TP4	Fim de Linha	Fim de Linha	173,1	-	-	-	144	1164	1308				44	PT 461 VCD	
																	Al-aço 50	8

26-04-2002

Mapa de Flechas e Tensões de Montagem

Designação	apoio	Isolad	Vão	5 °C		10 °C		15 °C		20 °C		25 °C		30 °C		35 °C		50 °C			
	i	m	m	Tmont	Flecha	Tmont	Flecha	Tmont	Flecha	Tmont	Flecha	Tmont	Flecha	Tmont	Flecha	Tmont	Flecha	Tmont	Flecha	Cu Eq	Dist. co
PT Rio Mau - Picoto, ARGP - Vila do Conde Nº154 - Al-aço 50 mm2; Tmáx = 8 kg/mm2																					
Vão anterior	2	0	191	3,1	5,14	3,03	5,25	2,97	5,36	2,91	5,47	2,85	5,58	2,8	5,69	2,75	5,8	2,61	6,11	706	1,19
Vão posterior	2	0	148	3,52	2,72	3,37	2,84	3,24	2,95	3,13	3,06	3,02	3,17	2,92	3,27	2,83	3,38	2,6	3,68	704	0,94
PT Rio Mau - Lugar de Portela II, ARGP - Vila do Conde Nº461 - Al-aço 50 mm2; Tmáx = 8 kg/mm2																					
Vão anterior	1	0	109	4,59	1,12	4,23	1,22	3,92	1,32	3,64	1,42	3,4	1,52	3,2	1,62	3,01	1,71	2,59	1,99	702	0,71
Vão anterior	PT	0	173	3,23	4,03	3,14	4,14	3,06	4,26	2,98	4,37	2,91	4,48	2,84	4,59	2,77	4,69	2,6	5	705	1,08

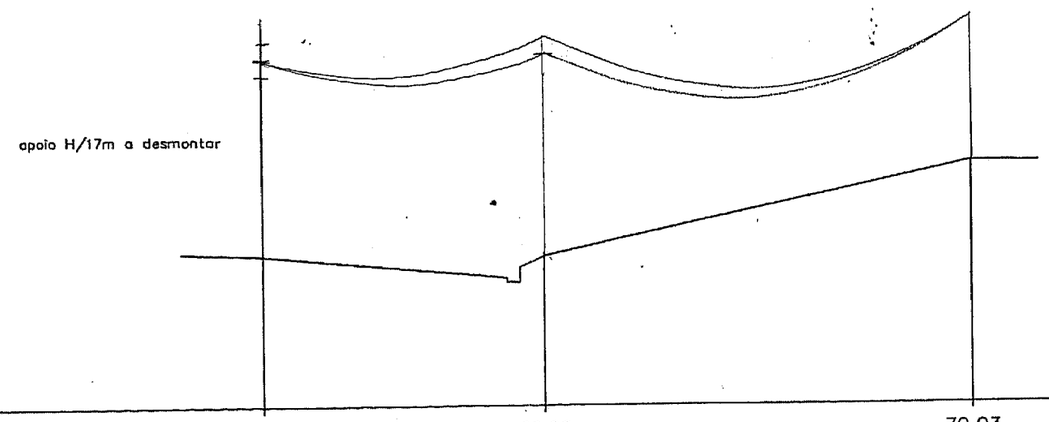
17-04-2002

Cópia propriedade de EDP

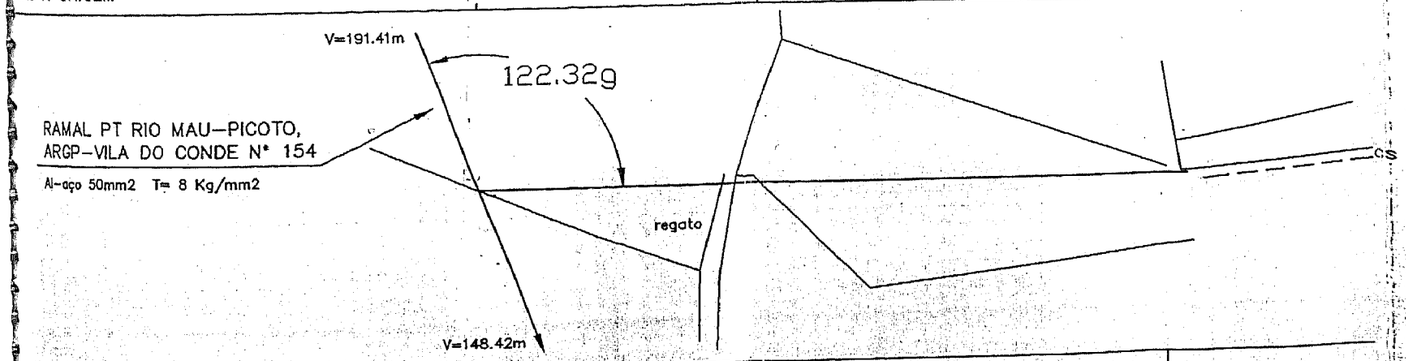
ATAS 50KVA

Ung

φ Al-Aço 50mm²
$T_{máx}$ = 8 Kg/mm²



DO TERRENO	62.22	62.28	70.03
MERO	2	1	PT
O / ALTURA	RS22/21 m	20TP02-1000-370	TP4/14m
MAÇÃO / FIXAÇÃO DOS CONDUTORES	N/E/ASR	TAN / ASR	HPT-TP4/ASR
NTAÇÃO	Alinhamento	Alinhamento	Fim-de-linha
CIAS ENTRE APOIOS	109	173.1	
CIAS À ORIGEM	0.0	109.0	282.1



PO DE CULTURA	cultivo	cam.servidão
OPRIETÁRIOS	φ Trav. tipo N a 3 m do topo - 90°	
	PORTELA	
SIA	RIO MAU	

PT-Rio Mau-Portela II, ARGP-Vila do Conde
Nº 465

Levantou	02.03.27	Ferreira
Implantou	02.03.27	Ferreira
Estudou		
Desenhou		
Verificou		

ESCALAS: 1/500
1/2500

ALTERAÇÕES:

AGRIS 014 — 2001

MANUEL DA COSTA NOVAIS

E D P - Distribuição
Energia, S.A.
GRUPO EDP

ÁREA DE REDE DO GRANDE PORTO
GA Projecto Construção MT

Nº 2002-064.01

Formato

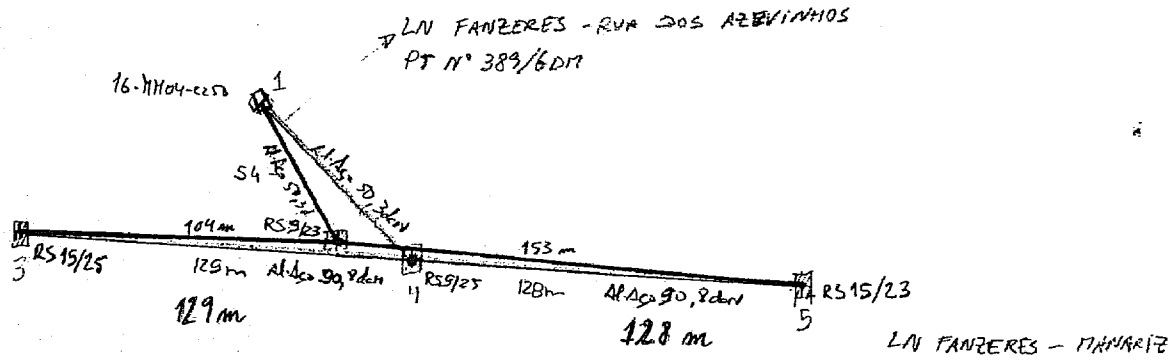
Cópia propriedade de EDP.

Anexo
C

MUDANÇA DE APOIO NA LINHA
PARA PT FÂNZERES-MANARIZ Nº44/GDM

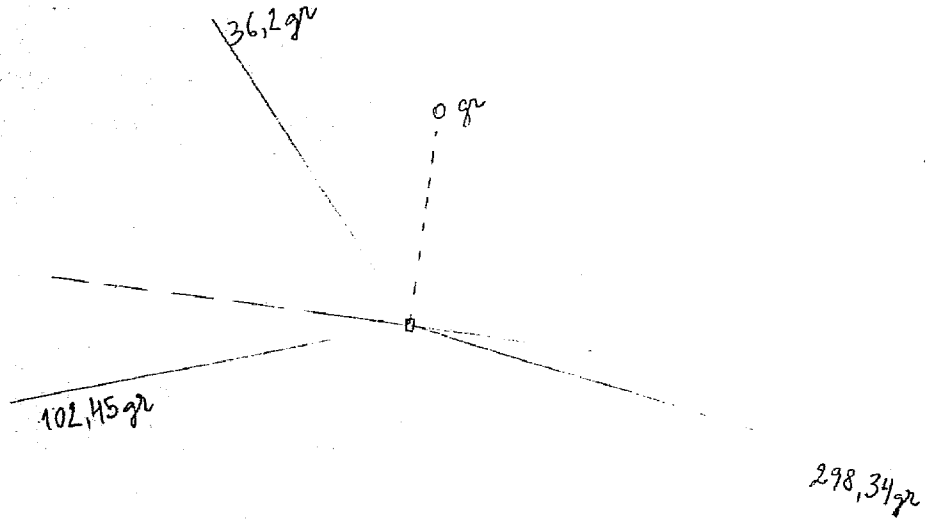
REQUISIÇÃO DE TRABALHOS TÉCNICOS DE GONDOMAR

CM 40/02 - LN P/ PT FANZERES - MANARIZ nº 44/6DM



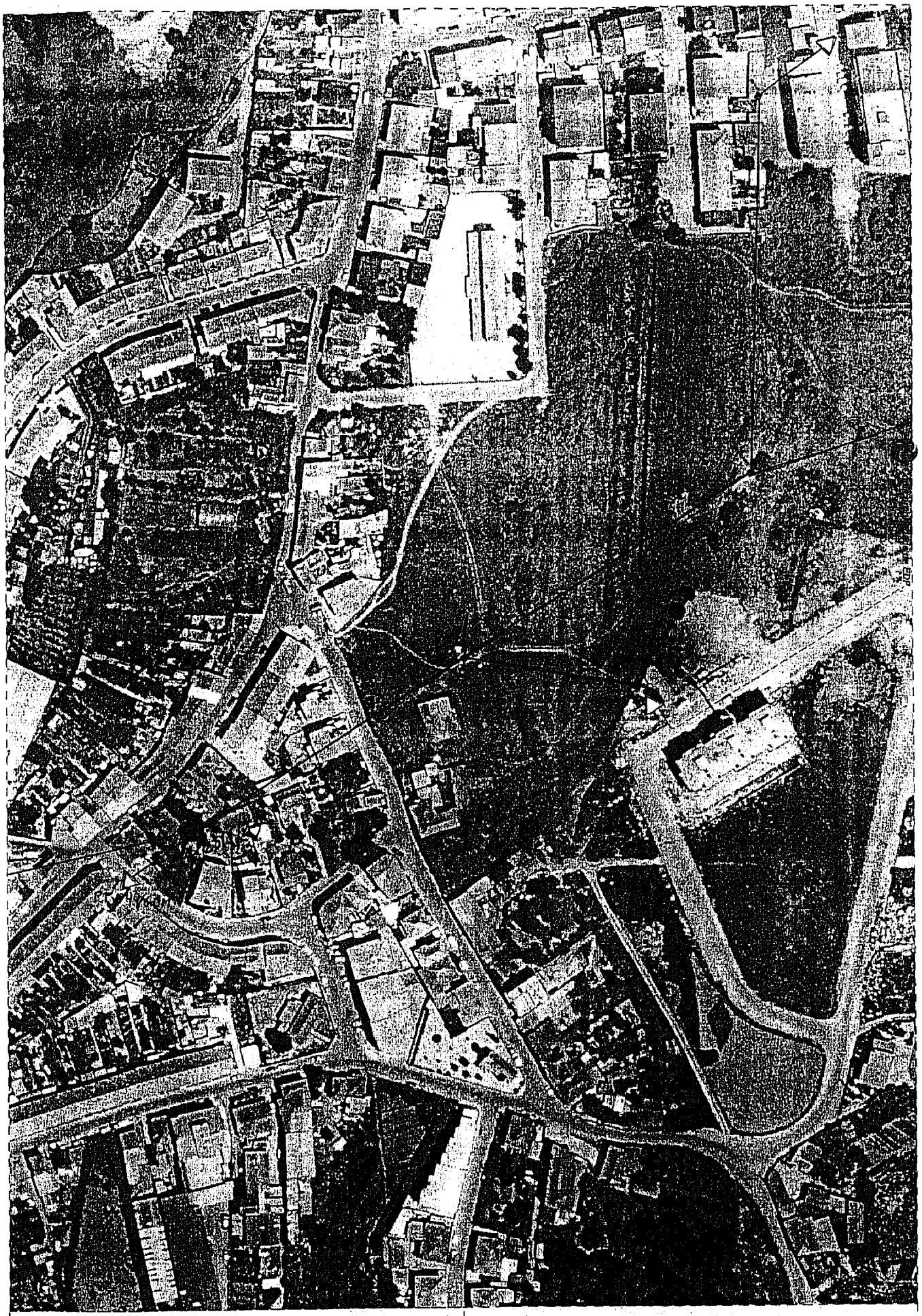
LN FANZERES - MANARIZ
PT Nº 44/6DM

Nota: A torre metálica RS9/23 existe em Vila do Conde



ESCALA
1:2500

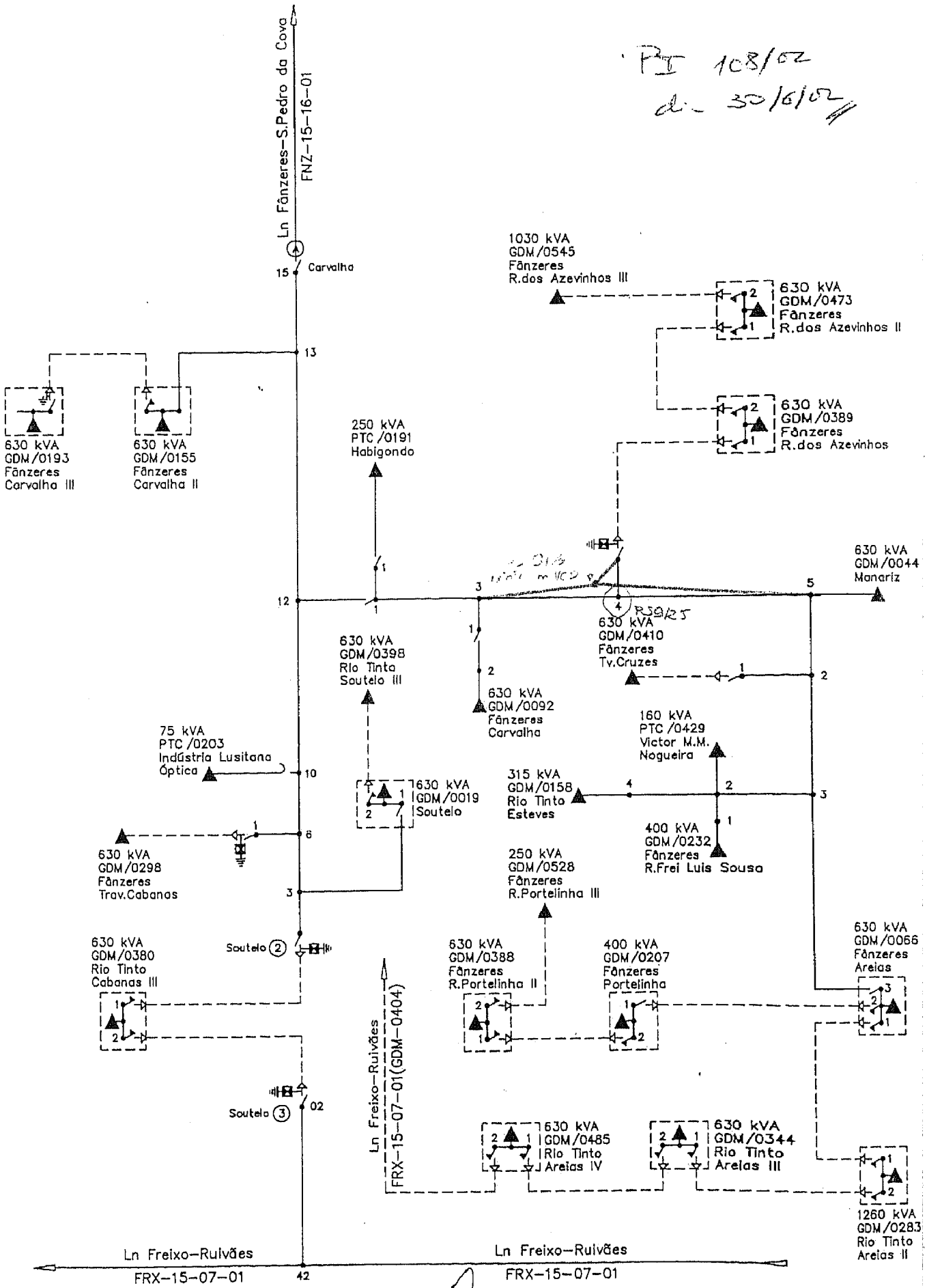
Cópia propriedade de EDP



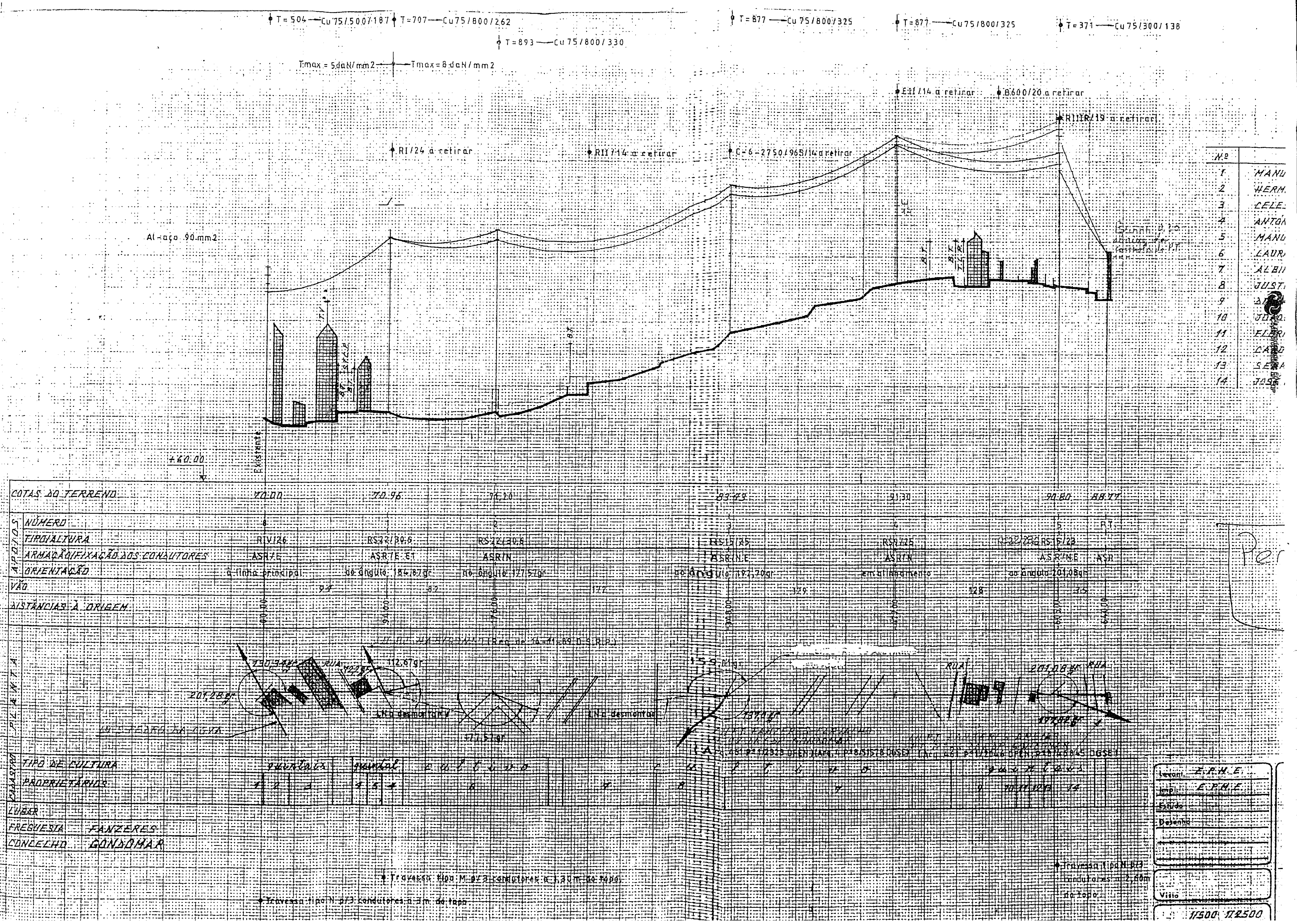
EDP Distribuição
Energia, S.A.
GRUPO EDP

Data: 5/4/2002 | Escala: 1:2000

PI 108/02
de 30/6/02



EDP–Distribuição Energia, S.A. Manutenção Rede Matosinhos	Desenhou :		LN FREIXO–RUIVÃES
	Data :	2002.02.26	
Sec. Rede Sb :	Verificou :		FRX–15–07–02
Sec. Rede Ae :	Data :	20020226	


T = 504 — Cu 75/500/187
T = 707 — Cu 75/800/262
T = 893 — Cu 75/800/330
T = 877 — Cu 75/800/325
T = 877 — Cu 75/800/325
T = 371 — Cu 75/300/138
Tmax = 5 daN/mm2
Tmax = 8 daN/mm2
EII/14 a retirar
B600/20 a retirar
RIIIR/19 a retirar
RI/24 a retirar
RII/14 a retirar
C-6-2750/965/14 a retirar
Al-aço 90 mm2
Existente
+60.00
Nº
1 MANU
2 HERM
3 CELE
4 ANTÓ
5 MANU
6 LAUR
7 ALBI
8 JUST
10 JOÃ
11 FL
12 CA
13 SE
14 JOS
COTAS DO TERRENO
70.00
70.96
76.20
83.73
91.30
90.80
88.77
APOIOS
NÚMERO
8
2
3
4
5
P.T.
TIPO/ALTURA
RIV/26
RS22/30.6
RS22/30.8
RS15/25
RS9/25
RS15/23
ARMAÇÃO/FIXAÇÃO DOS CONDUTORES
ASR/E
ASR/E ET
ASR/N
ASR/N.E
ASR/N
ASR/NE
ASR
ORIENTAÇÃO
à linha principal
ao ângulo 184.87gr
ao ângulo 177.57gr
ao ângulo 192.70gr
em alinhamento
ao ângulo 201.08gr
VÃO
94
82
172
329
128
35
DISTÂNCIAS À ORIGEM
00.00
94.00
176.00
348.00
477.00
603.00
640.00
PLANTA
201.28gr
RUA
112.67gr
LN a desmontar
177.57gr
LN a desmontar
RUA
201.08gr
CADASTRO
TIPO DE CULTURA
quintais
quintal
cultivo
cultivo
quintais
PROPRIETÁRIOS
1 2 3
4 5
6
8
9
10 11 12 13 14
LUGAR
FREGUESIA FANZERES
CONCELHO GONDOMAR
Travessa tipo M p/3 condutores a 1,30m do topo.
Travessa tipo N p/3 condutores a 3m do topo.
Travessa tipo N p/3 condutores a 2,00m do topo.
Levant. E.P.H.E.
Impl. E.P.H.E.
Estudo
Desenho
Visto
1/500 1/2500

Requerente: AS. APOIO AO DEFICIENTE GDM ***Local:*** MANARIZ ***Freg:*** FANZERES ***Concelho:*** GDM

CM 40/02 LN P/ PT FANZERES-MANARIZ, Nº 44/GDM

APOIO Nº 4

RS

FORÇA DE TRACÇÃO									
nº de ln	n condut.	secção	tensão	angulo (gr)	angulo (rad)	sin (angulo)	cos (angulo)	X(I)	Y(I)
1	3	90	8	102,45	1,6092808	0,9992596	-0,038475	2158,4007	-83,10602
2	3	90	8	298,34	4,6863138	-0,99966	-0,026072	-2159,266	-56,31609
3	3	50	3	36,2	0,5686283	0,5384767	0,8426404	242,31451	379,18819
								241,44943	239,76607	481,22
								SUM (X(I))	SUM(Y(I))	Ftracção

FORÇA DO VENTO								
nº de ln	n condut.	αcq	diâm.	vão	angulo (gr)	angulo (rad)	sin (angulo)	Z(I)
1	3	54	12	104	102,45	1,6092808	0,9992596	100,93836
2	3	54	12	153	298,34	4,6863138	-0,99966	148,61491
3	3	54	9	52	36,2	0,5686283	0,5384767	10,991695
								260,54	Fvento

FORÇA DOS ISOLADORES		
Nº COND	SECC	Fisol
9	N	31,5

FORÇA TOTAL	773,26	daN

Cópia propriedade da EDP

JAB
10-04-2002

CM 40/02 LN P/ PT FANZERES-MANARIZ, Nº 44/GDM				
AA 90 mm2	Flechas			
tmax= 8 daN/mm2	Vão	(3-4)	(4-5)	
		104	153	
°C	5	0,75	1,99	
	10	0,82	2,12	
	15	0,90	2,25	
	20	0,99	2,38	
	25	1,08	2,50	
	30	1,18	2,63	
	50	1,59	3,12	
Distância condutores		0,64	0,87	

AA ou CU? AA 0,0035

LN P/ PT 389/GDM		
AA 50 mm2	Flechas	
tmax= 3 daN/mm2	Vão	(4-1)
		52
°C	5	0,97
	10	1,01
	15	1,07
	20	1,11
	25	1,15
	30	1,20
	50	1,35
Distância condutores		0,60

AA ou CU? AA 0,0035

Tensões de Montagem			
	Vão	(3-4)	(4-5)
		104	153
°C	5	6,34	5,14
	10	5,78	4,83
	15	5,26	4,55
	20	4,79	4,31
	25	4,38	4,09
	30	4,01	3,89
	50	2,98	3,28

Tensões de Montagem		
	Vão	(4-1)
		52
°C	5	1,22
	10	1,17
	15	1,11
	20	1,07
	25	1,03
	30	0,99
	50	0,88

JAB
10-04-2002

Cópia propriedade de EDP

ORÇAMENTO DE MODIFICAÇÕES MT

Nome do requerente	Associação de Apoio ao Deficiente de Gondomar	
Freguesia - Lugar	Fanzeres - Manariz	
Concelho	Gondomar	
Nº da modificação	040-2002	
Valor dos materiais (SGO)	2.108,00	Euros
Valor de mão de obra (SGO)	2.619,00	Euros
Valor dos materiais retirados (SGO)		Euros (se entidade oficial)
Potência requerida		MVA (quando aplicável)

CP	IVA (%)
0,00	17

VALOR ORÇAMENTADO

5.672,40 € S/ IVA
6.636,71 € C/ IVA

GPPC-MT / MTS

Observações:

Conforme o previsto no Artº — da IF nº PRDA 18/2001 propõe-se comparticipação de 0 %.

Construção de uma rampa de acesso para saída de emergência (directiva do Serv. Nacional Bombeiros) na Ass. de Apoio Deficiente de Gon.

O COORDENADOR GPPC-MT

A DAR - SNR. ENG. MARQUES SOUSA

Propõe-se a comparticipação de 0% nos termos do nº 1 do Art.º 450 do D.L. de conclusão e indemnização.

O RESPONSÁVEL GPPC

DATA 02/04/16.

De acordo.

O DIRECTOR DA ÁREA DE REDE

DATA 02/04/17.

A GPPC-MT/GOM - Jorge Sampaio para abertura de SNP

Orçmt_JSampaio.xls
12-04-2002

IF nº PRDA 18/2001

GPPC-MT

Cópia propriedade da EDP

GDL1300M
ENMAJRS

SIMULACAO DE ORCAMENTOS
FIM DO ORCAMENTO

11/04/2002
16:42:13

DEP.RESP.: 1200 AR GRANDE PORTO
OBRA : MD LN FANZERES-MANARIZ,44
ASSOC.DEFEC.GOMDOMAR

EDIS-C2002-048512
60037464

	OBRA(Esc)	CLIENTE(Esc)
PROJECTO :		%
LICENCAS :		%
INDEMNIZACOES :		%
MATERIAL :	422.582 ~~130.041~~ ~~1.284.538~~ =	~~422.582~~
MAO OBRA :	525.118	
ENCARG. ESTRUT. :		
TOTAL :	~~663.162~~ 947.700	

PF13: MENU GERAL PF14: NOVO ORCAMENTO PF15: IMPRESSAO

Jorge Sempaio:
Faça Mod MT pela IS
Falta MT MODIF
11/4/02

2.619 € MÃO OBRA
2.108 € MATERIAL

~~94.120 €~~
~~105.227 €~~

Cópia propriedade de EDP

DEP.RESP.: 1200 AR GRANDE PORTO
OBRA : MD LN FANZERES-MANARIZ,44
ASSOC.DEFEC.GOMDOMAR

CO		U.C. / MATERIAIS / UNIDADES OBRA	-- QUANTIDADE -- OBRA	CLIENTE
13	U	03I112 0,1 M3 AB COVA TERRA COMP. (C4)	106	
13	U	08D108 0,1 M3 DESM MACICO BETAO	15	
13	U	08I111 0,1 M3 MACIÇO BETÃO CICLÓPICO	114	
13	U	14D106 0,1 TON DESM POSTES METALICOS RIGIDOS MT	13	
13	U	14G152 0.1 TON COLOCACAO POSTES METALICOS RIGIDOS	12	
13	U	21D002 DESM CADEIA AMARRACAO MT	6	
13	U	21I103 CADEIA A DESC 3*AAB1404+P 4-12 AL	6	
13	U	23C123 M REGULACAO AL/ACO 50 LINHA EXIST	162	
13	U	23C124 M REGULACAO AL/ACO 90 LINHA EXIST	312	
13	U	23D103 DESM M AL-ACO 90	384	
13	U	23I103 M AL-ACO 90	462	

PF13: CL.OB. PF14: ORCAM.TIPO PF16: COD.U.C. PF17: LIS.MATE. PF18: COD.MATE.
PF12: TOTAIS PF19: REC.MATE. PF15: LIS.U.C. PF22: UNID.OBRA PF24: FIM ORCAM.

Cópia propriedade EDP

DEP.RESP.: 1200 AR GRANDE PORTO
OBRA : MD LN FANZERES-MANARIZ,44
ASSOC.DEFEC.GOMDOMAR

CO		U.C. / MATERIAIS / UNIDADES OBRA	-- QUANTIDADE -- OBRA	CLIENTE
13	U	60I101 TERRA PROT - 1 ELECT	4	
13	U	84G101 TON*KM TRANSPORTE POSTES METALICOS	50	
13	U	90X519 H ADIC TAREFA ELECTRICISTA DOMIN DIUR	27	
13	U	90X520 H ADIC TAREFA ENCARREG ELECT DOMIN DIUR	9	
13	U	90X522 H ADIC TAREFA TRABALHA ESPECIALI DOMIN DIUR	18	
13	U	90X523 H ADIC TAREFA TRABALHA N/ESPECIA DOMIN DIUR	9	
13	M	00243471206 LIG BICQ MOVEL AL(20-70)/CU-AL	12	
13	M	00326027995 POSTE METAL (RS9/23)	1	

PF13: CL.OB. PF14: ORCAM.TIPO PF16: COD.U.C. PF17: LIS.MATE. PF18: COD.MATE
PF12: TOTAIS PF19: REC.MATE. PF15: LIS.U.C. PF22: UNID.OBRA PF24: FIM ORCAM

Cópia propriedade de EDP

III. Projecto de Linhas Subterrâneas de Média Tensão

O projecto de linhas subterrâneas de média tensão surge na empresa com vários objectivos:

- ligações a novos clientes;
- substituição total ou parcial de linhas aéreas por linhas subterrâneas, pela construção de edifícios nas proximidades;
- modificações no traçado da rede existente, por motivos diversos;
- investimentos da própria empresa no melhoramento da rede existente;

Estes últimos surgem por iniciativa do departamento de Planeamento da empresa.

As linhas subterrâneas são projectadas para uma tensão nominal de 15 kV, com uma tensão máxima em exploração de 17,5 kV.

O estudo deste tipo de projectos foi feito no departamento de projecto e construção de média tensão do Porto, onde pude ter contacto com uma rede de média tensão particular, sobretudo pelos muitos quilómetros de cabos com isolamento de papel impregnado a óleo e pelos postos de transformação subterrâneos existentes na cidade.

1. Estudos Preliminares

Antes de se iniciar o projecto de uma linha subterrânea de média tensão, com vista a satisfazer qualquer um dos objectivos enunciados, torna-se necessário fazer o estudo da sua inserção na rede existente, consultando as diversas cartas de rede para, posteriormente, se consultarem as cartas topográficas ou o SIT (Sistema de Informação Técnica) para pesquisar o traçado da rede existente.

1.1. Considerações sobre o traçado da linha

O traçado de uma linha subterrânea é feito de modo a que esta passe preferencialmente pelos passeios, jardins ou baías de estacionamento, deixando como última hipótese as faixas de rodagem. Nos passeios é mais fácil interromper a circulação para abrir valas e a reposição do pavimento (normalmente com betonilha esquartelada) é mais simples e eficaz que a das faixas de rodagem (normalmente em betão betuminoso).

São as Câmaras Municipais que fornecem as licenças ou autorizações para se intervir na via pública. No entanto, se a intervenção for feita nas faixas de rodagem, tal autorização pode não ser dada, impondo-se assim, a escolha de um novo traçado. A passagem de valas nas faixas de rodagem deve por isso limitar-se às travessias, feitas sempre na perpendicular.

Os cabos subterrâneos são normalmente instalados directamente no solo e agrupados em trevo.

O facto de os cabos estarem instalados directamente no solo permite que transportem mais corrente que instalados em tubo. Por outro lado, quando há necessidade de ligar um novo PT, cortando o cabo da rede existente para fazer duas uniões, os cabos enterrados estão acessíveis depois de aberta a vala enquanto que os cabos entubados obrigam à abertura do tubo, que não pode ser depois fechado, uma vez que as uniões jamais poderão estar entubadas.

O facto de estarem agrupados em trevo permite que quando as valas são abertas posteriormente, facilmente se identifiquem os cabos monopolares do mesmo grupo.

Quando se estabelecem travessias de vias públicas ou passagens nas entradas de garagens, a rede é entubada, segundo as correctas especificações técnicas e com o cuidado de deixar mais tubos de reserva.

1.2. Escolhas prévias

Como já foi referido anteriormente, a EDP-Distribuição tem um número limitado de materiais que aplica nas redes de distribuição. No caso das linhas aéreas de média tensão, essa restrição é máxima em termos de cabos, instalando-se apenas um tipo de cabo: o cabo monopolar de campo radial LXHIOV de 240mm^2 de secção 8,7/15(17,5kV). Todos os acessórios como caixas terminais e uniões são naturalmente os que correspondem a este tipo de cabo, à excepção de quando é necessário ligar estes cabos aos mais antigos de papel impregnado a óleo, do tipo PHCAJ 3x95mm^2, em que se usam caixas de transição óleo-seco.

Neste cenário, as escolhas feitas previamente, resultantes de um estudo de planeamento, limitam fortemente a actividade de projecto, que agora se vê restrita apenas a definir o traçado correcto da linha, com um determinado perfil de vala.

Em relação á topologia da rede adoptada, normalmente é em anel aberto, com possibilidade de reconfiguração. Assim, quando se constrói uma nova linha subterrânea para alimentar um PT, são instalados dois ternos de cabos monopolares, que separam a linha principal em dois, ligando um terno a cada lado.

2. Cálculo eléctrico

O cálculo eléctrico que aqui será feito destina-se apenas a determinar a máxima potência que um terno de cabos monopolares LXHIOV 1x240mm^2 8,7/15kV (17,5kV) poderá transportar em regime permanente.

Segundo as tabelas técnicas, quando este cabo se encontra enterrado num solo com resistência térmica de 100ºC.cm/W e temperatura máxima de 20ºC, agrupado em trevo juntivo, admitirá uma corrente máxima em regime permanente de 440A. Este valor é afectado do factor 0,8 por causa do agrupamento muitas vezes existente com outros cabos.

$$S = \sqrt{3}.U_c.I_z = \sqrt{3} \times 15000 \times 440 \times 0{,}8 = 9145kVA$$

Para ter uma noção deste valor pode-se dizer que possibilita a alimentação de mais de 14 postos de transformação de 630 kVA, funcionando à plena carga.

Como o écran metálico do cabo também já está determinado pela designação do cabo (em fios e fita de cobre), resta referir que este permite suportar uma corrente de 1000A durante 2 segundos. Como a EDP limita o valor das correntes de curto-circuito fase-terra a 1000A e as respectivas protecções actuam no máximo em 0,5s, pode-se concluir que os écrans metálicos estão bem dimensionados para as redes em que os cabos se inserem.

3. Exemplos de aplicação prática

Os exemplos de aplicação prática que serão mostrados expõem apenas o processo administrativo final de ligação de uma linha subterrânea de média tensão á rede existente, para alimentar um novo PT ou para modificar o traçado da rede existente. Estes exemplos estão ligados ao departamento de assistência técnica de projecto e construção do Porto.

Pretende-se assim mostrar o que obriga a criar novas linhas subterrâneas de média tensão e como estas são caracterizadas, uma vez que o projecto propriamente dito não existe.

Uma linha subterrânea de média tensão depois de instalada tem que ser ligada à rede existente. Nesse momento há uma passagem de responsabilidades do departamento de projecto e construção, que definiu todo o seu dimensionamento e especificações técnicas, para o departamento de exploração da empresa, que será responsável por manutenções e manobras a efectuar. Só depois desta transição é que se pode alimentar os novos clientes que estejam associados à linha.

Utilizam-se dois documentos nesta fase: o auto de entrega da instalação e o pedido de indisponibilidade.

O auto de entrega da instalação surge quando associada a essa nova linha subterrânea, estiver uma nova instalação tal como um posto de transformação ou um posto de seccionamento.

O pedido de indisponibilidade surge quando é necessário desactivar parte da rede existente de modo a ligar a nova linha, que pode ter ou não, novas instalações associadas. No primeiro caso não há novas instalações associadas enquanto que no segundo caso já há.

A simbologia normalmente utilizada é:

- Subestação;
- Posto de transformação público;
- Posto de seccionamento;
- união de cabos secos;
- terminação de cabo em ponta.

De notar que nos textos, quando se fala em cabo no singular, pretende-se designar um terno de cabos monopolares secos (3 x LXHIOV 1x240mm^2).

3.1. Alteração do traçado de linhas

Esta obra é apenas uma das muitas que a construção do novo estádio das Antas obriga, com a sua alteração nos acessos e na envolvente.

Na Avenida Fernão Magalhães irá nascer um novo arruamento que dará acesso ao novo estádio. Tal acesso, para além de implicar a demolição de algumas casas, terá trabalhos de terraplanagem que afectaram todas as canalizações que passam no subsolo desse lado da avenida, incluindo naturalmente as de electricidade. A solução encontrada para as dezenas de cabos de média e baixa tensão que por ali passam, é alterar o seu traçado para o outro lado da rua.

Neste enquadramento podemos observar o esquema feito por um técnico da EDP-Distribuição, por sua própria iniciativa, de forma a esclarecer a rede existente e as modificações a implementar. Estão assinaladas as saídas da subestação das Antas que ligam os postos de transformação ou postos de seccionamento.

Para fazer estas alterações previstas, são desligados separadamente troços de cabos de modo a serem cortados para se fazer uniões aos novos cabos. Vamos analisar mais pormenorizadamente um caso para melhor se entender.

Na saída 23 da subestação das Antas está ligado o posto de transformação 327, de onde saem dois cabos, um para o PT 667 e outro que fica em ponta no subsolo. Os cabos existentes serão substituídos desde o PT 327. Dois cabos aí iniciam um novo traçado, passando pelo outro lado da avenida até se encontrarem com o traçado antigo, onde será instalada uma união para um deles continuar a alimentação ao PT 667, e onde o outro ficará em ponta. Refira-se que é uma prática comum na empresa deixar cabos em ponta em tensão á saída de postos de transformação ou seccionamento e à saída de subestações.

Neste caso só houve que indisponibilizar um cabo (do PT327 ao PT667), o qual seria cortado para fazer uma união.

Todos os outros casos, dos quais se apresentam também os pedidos de indisponibilidade, são de ligação de novos cabos a troços de cabos já existentes, através de duas uniões, uma em cada extremidade.

3.2. Alimentação de um novo PT

Pretende-se neste caso a alimentação de um posto de transformação do cliente (INESC). Quando tal situação acontece, ou se constrói um posto de seccionamento perto do posto de transformação ou mesmo dentro do referido PT. Esta última escolha é agora muito frequente porque se começa a aplicar bastante aparelhagem de média tensão modular, isolada a hexafloreto de enxofre (SF6), nos postos de transformação. Assim sendo, a instalação de três interruptores-seccionadores (dois para entrada saída e um para corte do cliente) não necessita de muito espaço e é feita dentro do PT do cliente com o cuidado de bloquear a posição da aparelhagem com aluquetes. Neste caso se optou pela última escolha

O posto de transformação e posto de seccionamento serão caracterizados no auto de entrega da instalação, para o departamento de exploração saber que novas instalações terá ligadas à rede.

Finalmente, faz-se o pedido de indisponibilidade, para se desligar o cabo entre a saída 4 da subestação de Paranhos e o Posto de seccionamento 758 (Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto). Depois de desligado, o cabo é cortado para se ligarem os que vêm do Posto de seccionamento 792 (INESC) através de uniões.

Anexo
D

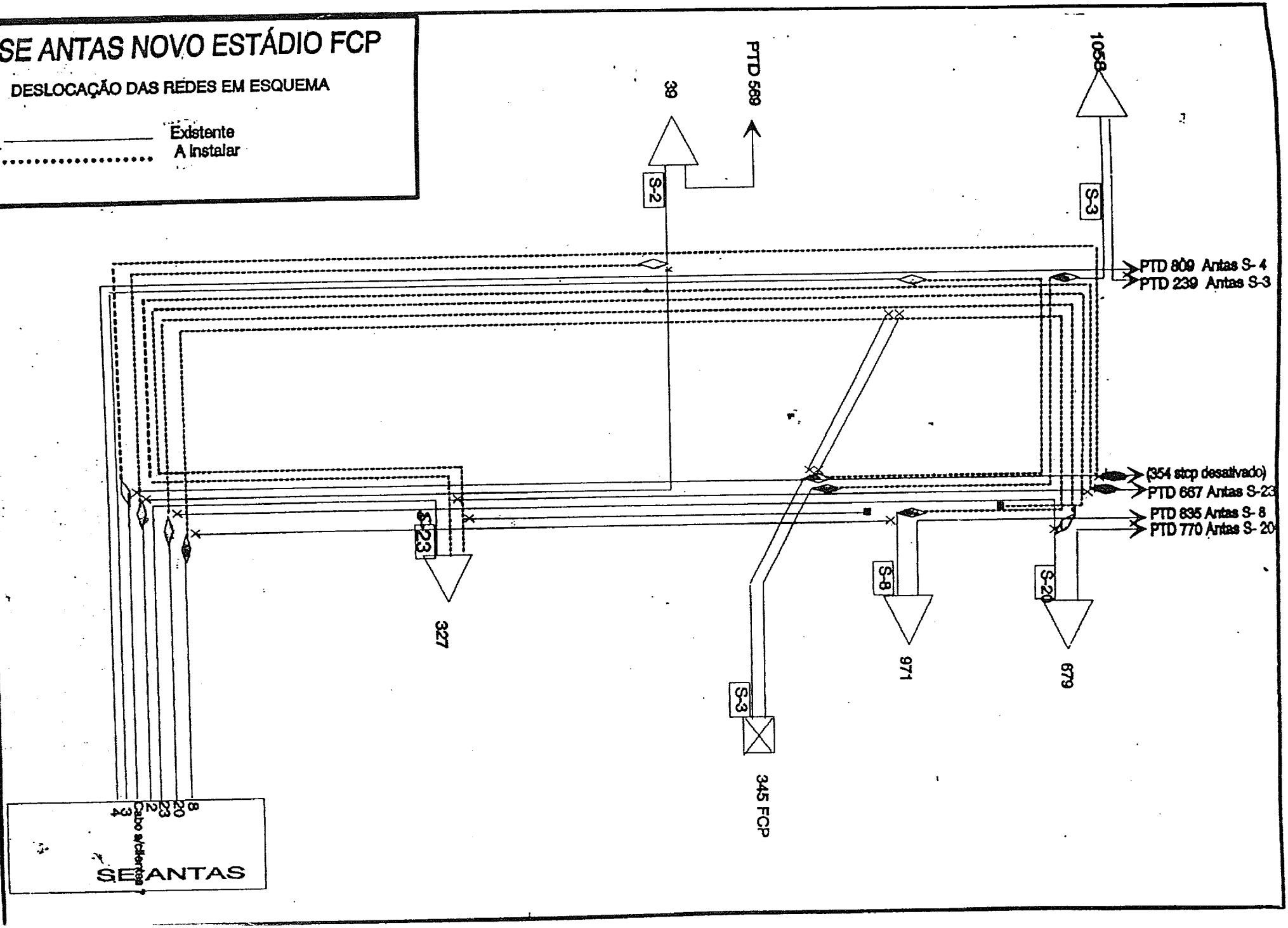
ALTERAÇÃO DO TRAÇADO DE LINHAS NA AVENIDA FERNÃO MAGALHÃES

SE ANTAS NOVO ESTÁDIO FCP

DESLOCAÇÃO DAS REDES EM ESQUEMA

Existente

A instalar



Cópia propriedade da EDP

EDP Distribuição	PEDIDO DE INDISPONIBILIDADE	Pedido nº: GPPC-AT /
	Entidade Requisitante: GPPC-AT	Data: / 04 / 2002

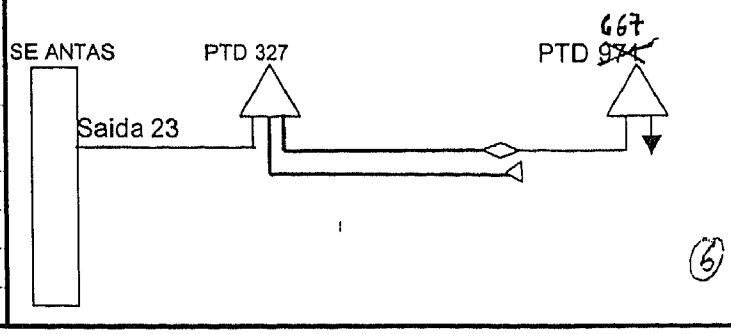
1 - INSTALAÇÃO SUJEITA A TRABALHOS/ENSAIOS:

S.E.Antas saida 23

2 - INSTALAÇÃO (OU PARTE) A INDISPONIBILIZAR:

Troço de cabo entre o PTD 327 e PTD 971

Esquema



3 - DESCRIÇÃO DO TRABALHO: **Trabalhos [x]** **Ensaios [ ]** **Ensaios especiais [ ]**

Execução de cx.uniões,para desviar a rede mt para o outro lado da Avenida (Acessibilidades das Antas)

Nota:A rede mt neste desvio,não sofre alterações

Obs: Para ligar os cabos no sec.corte em vazio no ptd 327,vai ser necessário isolar a mt na totalidade.

(Interligação em bt)

⇨ *Restituição da instalação em caso de emergência: minutos*

4 - DISPOSIÇÕES DE SEGURANÇA A EXECUTAR: **Execução na vizinhança de Tensão - Sim [ ] Não [x]**

5 - PERÍODOS(S) SOLICITADO(S):

Data _ _/_04_/_2002 Dia semana _ ªFeira_ Início _09_h 00_m Fim _17_h 00_m

Data ____/____/____ Dia semana _____ Início ____h ____m Fim ____h ____m

Com devolução à Condução no final de cada dia Sim [ ] Não [ ]

Entidade Executora (EDP/Empreiteiro)(*): SPLB engº Henrique Pinto (936241532)

Responsável de Trabalhos: Sr.Antonio Maria _____ ____ (936241538)

Responsável da Consignação proposto: Piquete PRT/MT_____

O Responsável do Departamento

Antonio Pascoal (317705)

em _ _/ _04_/ _2002_

A preencher pela Entidade Requisitante

1- RECEBIDO NO CC

_____

____/____/____

2 - AVALIAÇÃO DA AUTORIZAÇÃO: Pode ser executado [ ]

[ ] - Só pode ser executado em dia de descanso semanal _____

[ ] - Não pode ser executado por _____

Alterado para: Data ____/____/____ Dia semana _____ Início ____h ____m Fim ____h ____m

3 - INFORMAÇÃO DA CONDUÇÃO

Proc.Consignação nº _____/____

Responsável de Consignação nomeado _____ (_____

Anexos para Resp. Consignação

[ ] Ordem de manobras

[ ] Boletim de Consignações

[ ] Boletim de Trabalho nº: _____

[ ] Boletim de Trabalho nº: _____

[ ] Boletim de Trabalho nº: _____

4 - OBSERVAÇÕES: (Informações de interesse, justificação p/a consignação em dia não útil, etc.)

A preencher pela Entidade Resp. pela Condução

Enviado para a Entid. Requisitante em ____/____/____ **Enviado ao Respons. Consignação DPI/MR em** ____/____/____

O Responsável do CC

_____

(*)- Nº EDP ou meio de comunicação fiável do empreiteiro.

EDP Distribuição	**PEDIDO DE INDISPONIBILIDADE** Entidade Requisitante: GPPC-AT	Pedido nº: GPPC-AT / Data: / 04 / 2002

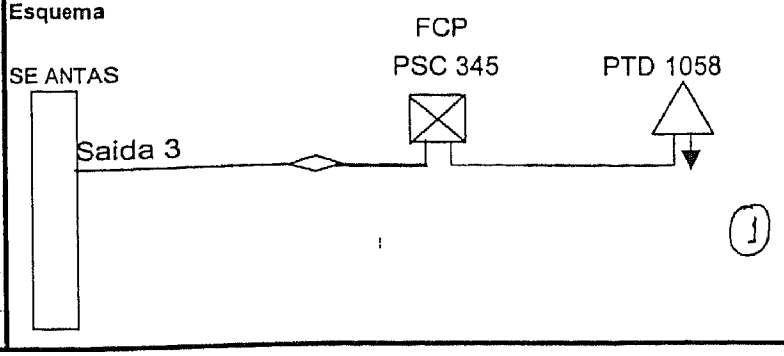
1 - INSTALAÇÃO SUJEITA A TRABALHOS/ENSAIOS:

S.E.Antas saida 3

2 - INSTALAÇÃO (OU PARTE) A INDISPONIBILIZAR:

Troço de cabo entre a SE Antas e o PSC 345

Esquema



A preencher pela Entidade Requisitante

3 - DESCRIÇÃO DO TRABALHO: **Trabalhos [x]** **Ensaios [ ]** **Ensaios especiais [ ]**

Execução de cx.uniões,para desviar a rede mt para o outro lado da Avenida (Acessibilidades das Antas)

Nota:A rede mt neste desvio,não sofre alterações

⇨ *Restituição da instalação em caso de emergência:* *minutos*

4 - DISPOSIÇÕES DE SEGURANÇA A EXECUTAR: **Execução na vizinhança de Tensão - Sim [ ] Não [x]**

5 - PERÍODOS(S) SOLICITADO(S):

Data _ _/_04_/_2002 Dia semana _ ªFeira_ Início _09_h 00_m Fim _17_h 00_m

Data ____/____/____ Dia semana _____ Início ____h ____m Fim ____h ____m

Com devolução à Condução no final de cada dia
Sim [ ] Não [ ]

Entidade Executora (EDP/Empreiteiro)(*): SPLB engº Henrique Pinto (936241532)

Responsável de Trabalhos: Sr.Antonio Maria _____ _____ (936241538)

Responsável da Consignação proposto: Piquete PRT/MT_____

O Responsável do Departamento
Antonio Pascoal (317705)
em _ _ / _04_ / _2002_

A preencher pela Entidade Resp. pela Condução

1- RECEBIDO NO CC

_____

____/____/____

2 - AVALIAÇÃO DA AUTORIZAÇÃO: Pode ser executado [ ]

[ ] - Só pode ser executado em dia de descanso semanal _____

[ ] - Não pode ser executado por _____

Alterado para: Data ____/____/____ Dia semana _____ Início ____h ____m Fim ____h ____m

3 - INFORMAÇÃO DA CONDUÇÃO

Proc.Consignação nº _____/____

Responsável de Consignação nomeado _____ (_____

4 - OBSERVAÇÕES: (Informações de interesse, justificação p/a consignação em dia não útil, etc.)

Anexos para Resp. Consignação

[ ] Ordem de manobras

[ ] Boletim de Consignações

[ ] Boletim de Trabalho nº: _____

[ ] Boletim de Trabalho nº: _____

[ ] Boletim de Trabalho nº: _____

Enviado para a Entid. Requisitante em ____/____/____ Enviado ao Respons. Consignação DPI/MR em ____/____/____

O Responsável do CC

_____

(*)- Nº EDP ou meio de comunicação fiável do empreiteiro.

EDP Distribuição
GRUPO EDP

PEDIDO DE INDISPONIBILIDADE

Entidade Requisitante: GPPC-AT

Pedido nº: GPPC-AT /

Data: / 04 / 2002

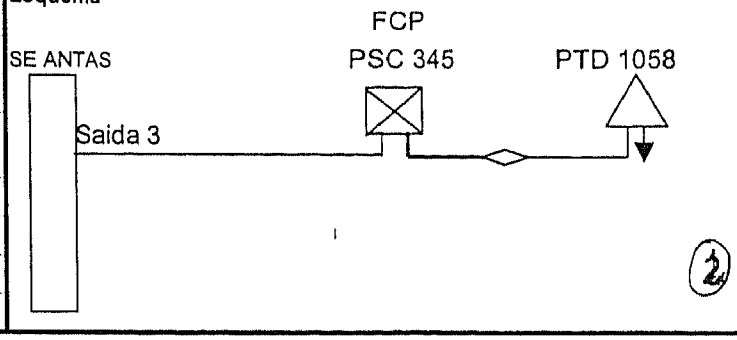
1 - INSTALAÇÃO SUJEITA A TRABALHOS/ENSAIOS:

S.E.Antas saida 3

2 - INSTALAÇÃO (OU PARTE) A INDISPONIBILIZAR:

Troço de cabo entre o PSC 345 e o PTD 1058

Esquema



2

A preencher pela Entidade Requisitante

3 - DESCRIÇÃO DO TRABALHO: **Trabalhos [x]** **Ensaios [ ]** **Ensaios especiais [ ]**

Execução de cx.uniões,para desviar a rede mt para o outro lado da Avenida (Acessibilidades das Antas)

Nota:A rede mt neste desvio,não sofre alterações

⇨ *Restituição da instalação em caso de emergência:* *minutos*

4 - DISPOSIÇÕES DE SEGURANÇA A EXECUTAR: **Execução na vizinhança de Tensão - Sim [ ] Não [x]**

5 - PERÍODOS(S) SOLICITADO(S):

Data _ _/_04_/_2002 Dia semana _ ªFeira_ Início _09_h 00_m Fim _17_h 00_m

Data ____/____/____ Dia semana _____ Início ____h ____m Fim ____h ____m

Com devolução à Condução no final de cada dia
Sim [ ] Não [ ]

Entidade Executora (EDP/Empreiteiro)(*): SPLB engº Henrique Pinto (936241532)

Responsável de Trabalhos: Sr.Antonio Maria _____ ____ (936241538)

Responsável da Consignação proposto: Piquete PRT/MT_____

O Responsável do Departamento
Antonio Pascoal (317705)
em _ _/ _04_ / _2002_

A preencher pela Entidade Resp. pela Condução

1- RECEBIDO NO CC

_____

____/____/____

2 - AVALIAÇÃO DA AUTORIZAÇÃO: Pode ser executado [ ]

[ ] - Só pode ser executado em dia de descanso semanal _____

[ ] - Não pode ser executado por _____

Alterado para: Data ____/____/____ Dia semana _____ Início ____h ____m Fim ____h ____m

3 - INFORMAÇÃO DA CONDUÇÃO

Proc.Consignação nº _____/____

Responsável de Consignação nomeado _____ (_____

Anexos para Resp. Consignação

[ ] Ordem de manobras

[ ] Boletim de Consignações

[ ] Boletim de Trabalho nº: _____

[ ] Boletim de Trabalho nº: _____

[ ] Boletim de Trabalho nº: _____

4 - OBSERVAÇÕES: (Informações de interesse, justificação p/a consignação em dia não útil, etc.)

Enviado para a Entid. Requisitante em ____/____/____ **Enviado ao Respons. Consignação DPI/MR em** ____/____/____

O Responsável do CC

_____

(*)- Nº EDP ou meio de comunicação fiável do empreiteiro.

EDP Distribuição	PEDIDO DE INDISPONIBILIDADE	Pedido nº: GPPC-AT /
	Entidade Requisitante: GPPC-AT	Data: / 04 / 2002

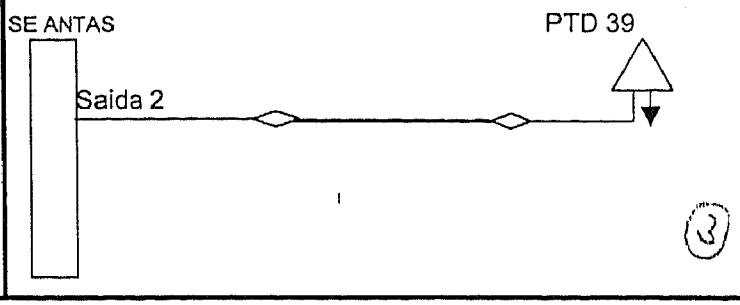
1 - INSTALAÇÃO SUJEITA A TRABALHOS/ENSAIOS:

S.E.Antas saida 2

2 - INSTALAÇÃO (OU PARTE) A INDISPONIBILIZAR:

Troço de cabo entre SE Antas e PTD 39

Esquema



A preencher pela Entidade Requisitante

3 - DESCRIÇÃO DO TRABALHO: **Trabalhos [x]** **Ensaios [ ]** **Ensaios especiais [ ]**

Execução de cx.uniões,para desviar a rede mt para o outro lado da Avenida (Acessibilidades das Antas)

Nota:A rede mt neste desvio,não sofre alterações

⇨ *Restituição da instalação em caso de emergência:* *minutos*

4 - DISPOSIÇÕES DE SEGURANÇA A EXECUTAR: **Execução na vizinhança de Tensão - Sim [ ] Não [x]**

5 - PERÍODOS(S) SOLICITADO(S):

Data _ _/_04_/_2002 Dia semana _ ªFeira_ Inicio _09_h 00_m Fim _17_h 00_m

Data ____/____/____ Dia semana _____ Início ____h ____m Fim ____h ____m

Com devolução à Condução no final de cada dia
Sim [ ] Não [ ]

Entidade Executora (EDP/Empreiteiro)(*): SPLB engº Henrique Pinto (936241532)
Responsável de Trabalhos: Sr.Antonio Maria _____ ____ (936241538)
Responsável da Consignação proposto: Piquete PRT/MT_____

O Responsável do Departamento
Antonio Pascoal (317705)
em _ _/ _04_ / _2002_

A preencher pela Entidade Resp. pela Condução

1- RECEBIDO NO CC

_____

____/____/____

2 - AVALIAÇÃO DA AUTORIZAÇÃO: Pode ser executado [ ]
[ ] - Só pode ser executado em dia de descanso semanal _____
[ ] - Não pode ser executado por _____

Alterado para: Data ____/____/____ Dia semana _____ Início ____h ____m Fim ____h ____m

3 - INFORMAÇÃO DA CONDUÇÃO

Proc.Consignação nº _____/____
Responsável de Consignação nomeado _____ (_____

4 - OBSERVAÇÕES: (Informações de interesse, justificação p/a consignação em dia não útil, etc.)

Anexos para Resp. Consignação

[ ] Ordem de manobras
[ ] Boletim de Consignações
[ ] Boletim de Trabalho nº: _____
[ ] Boletim de Trabalho nº: _____
[ ] Boletim de Trabalho nº: _____

Enviado para a Entid. Requisitante em ____/____/____ **Enviado ao Respons. Consignação DPI/MR em** ____/____/____

O Responsável do CC

_____

(*)- Nº EDP ou meio de comunicação fiável do empreiteiro.

EDP Distribuição	PEDIDO DE INDISPONIBILIDADE	Pedido nº: GPPC-AT /
	Entidade Requisitante: GPPC-AT	Data: / 04 / 2002

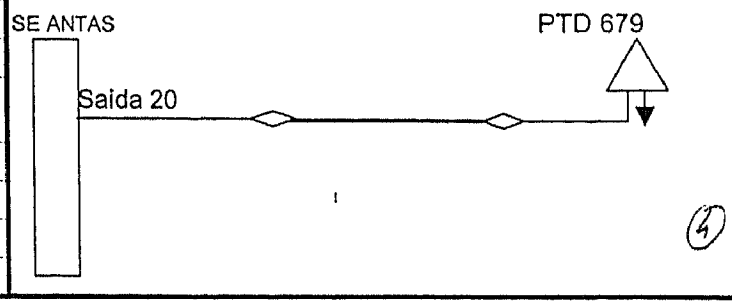
1 - INSTALAÇÃO SUJEITA A TRABALHOS/ENSAIOS:

S.E.Antas saida 20

2 - INSTALAÇÃO (OU PARTE) A INDISPONIBILIZAR:

Troço de cabo entre SE Antas e PTD 679

Esquema



(4)

A preencher pela Entidade Requisitante

3 - DESCRIÇÃO DO TRABALHO: **Trabalhos [x]** **Ensaios [ ]** **Ensaios especiais [ ]**

Execução de cx.uniões,para desviar a rede mt para o outro lado da Avenida (Acessibilidades das Antas)

Nota:A rede mt neste desvio,não sofre alterações

⇨ *Restituição da instalação em caso de emergência:* *minutos*

4 - DISPOSIÇÕES DE SEGURANÇA A EXECUTAR: **Execução na vizinhança de Tensão - Sim [ ] Não [x]**

5 - PERÍODOS(S) SOLICITADO(S):

Data _ _/_04_/_2002 Dia semana _ ªFeira_ Início _09_h 00_m Fim _17_h 00_m

Data ____/____/____ Dia semana _____ Início ____h ____m Fim ____h ____m

Com devolução à Condução no final de cada dia
Sim [ ] Não [ ]

Entidade Executora (EDP/Empreiteiro)(*): SPLB engº Henrique Pinto (936241532)

Responsável de Trabalhos: Sr.Antonio Maria _____ ____ (936241538)

Responsável da Consignação proposto: Piquete PRT/MT_____

O Responsável do Departamento
Antonio Pascoal (317705)
em _ _ / _04_ / _2002_

A preencher pela Entidade Resp. pela Condução

1- RECEBIDO NO CC

_____

____/____/____

2 - AVALIAÇÃO DA AUTORIZAÇÃO: Pode ser executado [ ]

[ ] - Só pode ser executado em dia de descanso semanal _____

[ ] - Não pode ser executado por _____

Alterado para: Data ____/____/____ Dia semana _____ Início ____h ____m Fim ____h ____m

3 - INFORMAÇÃO DA CONDUÇÃO

Proc.Consignação nº _____/____

Responsável de Consignação nomeado _____ (_____

Anexos para Resp. Consignação

[ ] Ordem de manobras

[ ] Boletim de Consignações

[ ] Boletim de Trabalho nº: _____

[ ] Boletim de Trabalho nº: _____

[ ] Boletim de Trabalho nº: _____

4 - OBSERVAÇÕES: (Informações de interesse, justificação p/a consignação em dia não útil, etc.)

Enviado para a Entid. Requisitante em ____/____/____ **Enviado ao Respons. Consignação DPI/MR em** ____/____/____

O Responsável do CC

_____

(*)- Nº EDP ou meio de comunicação fiável do empreiteiro.

EDP Distribuição — GRUPO EDP	**PEDIDO DE INDISPONIBILIDADE** Entidade Requisitante: GPPC-AT	Pedido nº: GPPC-AT / Data: / 04 / 2002

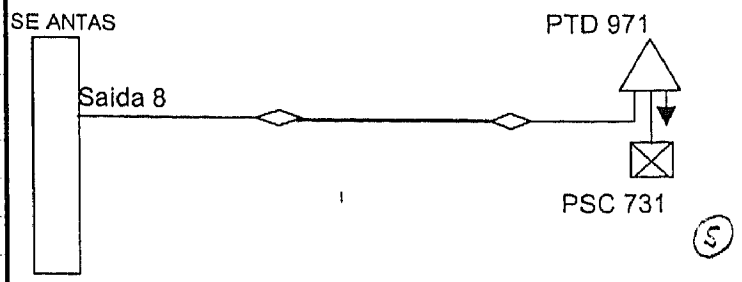
1 - INSTALAÇÃO SUJEITA A TRABALHOS/ENSAIOS:

S.E.Antas saida 8

2 - INSTALAÇÃO (OU PARTE) A INDISPONIBILIZAR:

Troço de cabo entre SE Antas e PTD 971

Esquema



3 - DESCRIÇÃO DO TRABALHO: **Trabalhos [x]** **Ensaios [ ]** **Ensaios especiais [ ]**

Execução de cx.uniões,para desviar a rede mt para o outro lado da Avenida (Acessibilidades das Antas)

Nota:A rede mt neste desvio,não sofre alterações

⇨ *Restituição da instalação em caso de emergência:* *minutos*

4 - DISPOSIÇÕES DE SEGURANÇA A EXECUTAR: **Execução na vizinhança de Tensão - Sim [ ] Não [x]**

5 - PERÍODOS(S) SOLICITADO(S):

Data _ _/_04_/_2002 Dia semana _ ªFeira_ Início _09_h 00_m Fim _17_h 00_m

Data ____/____/____ Dia semana _____ Início ____h ____m Fim ____h ____m

Com devolução à Condução no final de cada dia Sim [ ] Não [ ]

Entidade Executora (EDP/Empreiteiro)(*): SPLB engº Henrique Pinto (936241532)

Responsável de Trabalhos: Sr.Antonio Maria _____ ____ (936241538)

Responsável da Consignação proposto: Piquete PRT/MT_____

O Responsável do Departamento Antonio Pascoal (317705) em _ _ / _04_ / _2002_

A preencher pela Entidade Requisitante

1- RECEBIDO NO CC

_____

____/____/____

2 - AVALIAÇÃO DA AUTORIZAÇÃO: Pode ser executado [ ]

[ ] - Só pode ser executado em dia de descanso semanal _____

[ ] - Não pode ser executado por _____

Alterado para: Data ____/____/____ Dia semana _____ Início ____h ____m Fim ____h ____m

3 - INFORMAÇÃO DA CONDUÇÃO

Proc.Consignação nº _____/____

Responsável de Consignação nomeado _____ (_____

4 - OBSERVAÇÕES: (Informações de interesse, justificação p/a consignação em dia não útil, etc.)

Anexos para Resp. Consignação

[ ] Ordem de manobras

[ ] Boletim de Consignações

[ ] Boletim de Trabalho nº: _____

[ ] Boletim de Trabalho nº: _____

[ ] Boletim de Trabalho nº: _____

A preencher pela Entidade Resp. pela Condução

Enviado para a Entid. Requisitante em ____/____/____ Enviado ao Respons. Consignação DPI/MR em ____/____/____

O Responsável do CC

_____

(*)- Nº EDP ou meio de comunicação fiável do empreiteiro.

EDP Distribuição	PEDIDO DE INDISPONIBILIDADE	Pedido nº: GPPC-AT / / 04 / 2002 Data:
	Entidade Requisitante: GPPC-AT	

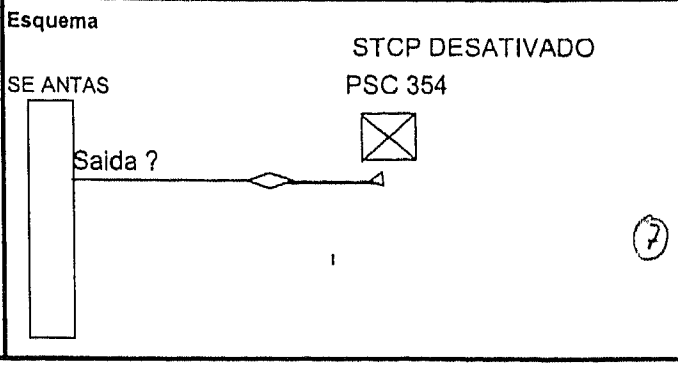
1 - INSTALAÇÃO SUJEITA A TRABALHOS/ENSAIOS:

S.E.Antas saida ?

2 - INSTALAÇÃO (OU PARTE) A INDISPONIBILIZAR:

Troço de cabo entre a SE Antas e a ponta do antigo PSC 354 stcp desativado

Esquema



3 - DESCRIÇÃO DO TRABALHO: **Trabalhos [x]** **Ensaios [ ]** **Ensaios especiais [ ]**

Execução de cx.uniões,para desviar a rede mt para o outro lado da Avenida (Acessibilidades das Antas)

Nota:A rede mt neste desvio,não sofre alterações

⇨ *Restituição da instalação em caso de emergência: minutos*

4 - DISPOSIÇÕES DE SEGURANÇA A EXECUTAR: **Execução na vizinhança de Tensão - Sim [ ] Não [x]**

5 - PERÍODOS(S) SOLICITADO(S):

Data _ _/_04_/_2002 Dia semana _ ªFeira_ Início _09_h 00_m Fim _17_h 00_m

Data ____/____/____ Dia semana _____ Início ____h ____m Fim ____h ____m

Com devolução à Condução no final de cada dia Sim [ ] Não [ ]

Entidade Executora (EDP/Empreiteiro)(*): SPLB engº Henrique Pinto (936241532)

Responsável de Trabalhos: Sr.Antonio Maria _____ ____ (936241538)

Responsável da Consignação proposto: Piquete PRT/MT_____

O Responsável do Departamento Antonio Pascoal (317705) em _ _ / _04_ / _2002_

A preencher pela Entidade Requisitante

1- RECEBIDO NO CC

_____

____/____/____

2 - AVALIAÇÃO DA AUTORIZAÇÃO: Pode ser executado [ ]

[ ] - Só pode ser executado em dia de descanso semanal _____

[ ] - Não pode ser executado por _____

Alterado para: Data ____/____/____ Dia semana _____ Início ____h ____m Fim ____h ____m

3 - INFORMAÇÃO DA CONDUÇÃO

Proc.Consignação nº _____/____

Responsável de Consignação nomeado _____ (_____

Anexos para Resp. Consignação

[ ] Ordem de manobras

[ ] Boletim de Consignações

[ ] Boletim de Trabalho nº: _____

[ ] Boletim de Trabalho nº: _____

[ ] Boletim de Trabalho nº: _____

4 - OBSERVAÇÕES: (Informações de interesse, justificação p/a consignação em dia não útil, etc.)

A preencher pela Entidade Resp. pela Condução

Enviado para a Entid. Requisitante em ____/____/____ **Enviado ao Respons. Consignação DPI/MR em** ____/____/____

O Responsável do CC

_____

(*)- Nº EDP ou meio de comunicação fiável do empreiteiro.

Anexo
E

ALIMENTAÇÃO DO PSC 792
INESC

AUTO DE ENTREGA DA INSTALAÇÃO

RAMAL

SUBESTAÇÃO :De Paranhos	LINHA / SAÍDA : 04					
Aéreo					Subterrâneo	
Identificação dos apoios c/ amarração	Comprimento	Condutor / Secção	N.º Apoios	Identificação do N.º do apoio c/ seccionador	Comprimento	Condutor / Secção
					2x260	LXHIOV-240mm2

POSTO DE TRANSFORMAÇÃO

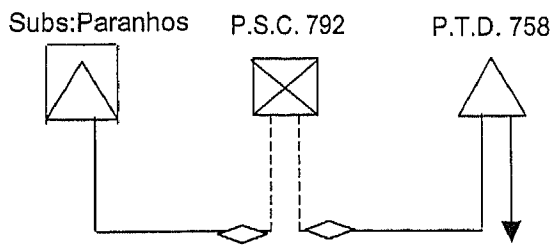
Cliente ☑	Distribuição ☐	N.º do P.T.:		Designação:
Distrito: PORTO	PORTO		Freguesia: Paranhos	
Lugar:	Rua: Dr.Roberto Frias			N.º :
Tipo do P.T.(S): CB ☑ CA ☐ CM ☐ KB ☐ A ☐AS ☐AI ☐CS ☐F ☐				
Identificação do Cliente (só para os PTC's): PSC 792 (INESC)				Referência MT:
Contactos:				

POSTO DE SECCIONAMENTO

Tipo de Equipamento	Tipo de Corte							Fabricante / Tipo
	S	I	IS	D	ISF	IF	IN(A)	
Cela N.º 01	☐	☑	☐	☐	☐			SIMENS
Cela N.º 02	☐	☑	☐	☐	☐	☐		SIMENS
Cela N.º 03	☐	☑	☐	☐	☐	☐		SIMENS
Cela N.º 04	☐	☐	☐	☐	☐	☐		
Protecção TP I	☐	☐	☐	☐	☐	☐		
Protecção TP II	☐	☐	☐	☐	☐	☐		
Protecção TP III	☐	☐	☐	☐	☐	☐		

Valor das Terras	T.S. (Ω)	T.P. (Ω)	Terra Única (Ω)
			<1

Esquema Unifilar:



CARACTERÍSTICAS DOS TRANSFORMADORES

	Tipo	Potência	Fabricante	N.º Série	Ano	N.º Tomadas / Posição
TP I	Seco	400	France-Transfo	752679-01	2002	5 / 2--5
TP II						
TP III						

Número total de saídas de baixa tensão:

Observações: Execução 2 uniões seco/seco e 2 terminações 15KV para inserção do PSC 792 na rede MT(Inesc). O comprimento do cabo da Subs:Paranhos ao PSC 792 é de 1295m, e do PSC 792 ao PSC 758 é de 325m.

No dia ___/___/___ , foram concluídos os trabalhos de _____, pelo que a partir daquela data, passa a presente instalação a ser considerada como pronta para entrar em serviço e a reger-se pelo regime de consignações definido pelo respectivo regulamento em vigor.

O Responsável

Enviado para _____, em ___/___/___ _____

O Responsável

Verificada a instalação pelo _____, em ___/___/___ _____

O Responsável

Enviado para _____, em ___/___/___ _____

Anexos: ☐ Carta da Rede de 15 kV ☐ _____

Datas de ligação do Ramal e do Posto de Transformação:

O Responsável

Data de ligação: ___/___/___ - ☐ Ramal _____

Data de ligação: ___/___/___ - ☐ Posto de Transformação

N.º da EDP:

EDP Distribuição

PEDIDO DE INDISPONIBILIDADE

Entidade Requisitante: GPPC-AT

Pedido nº: GPPC-AT / 238

Data: 14 /_06_/_02__

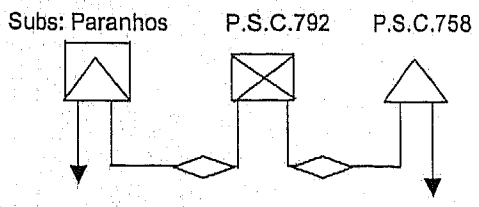
1 - INSTALAÇÃO SUJEITA A TRABALHOS/ENSAIOS:

Saida 04 subs: de Paranhos

2 - INSTALAÇÃO (OU PARTE) A INDISPONIBILIZAR:

Isola.Cabo M.T.Entre Subs:Paranhos e P.S.C. 758

Esquema



A preencher pela Entidade Requisitante

3 - DESCRIÇÃO DO TRABALHO: **Trabalhos [ ]** **Ensaios [ ]** **Ensaios especiais [ ]**

Execução de 2 uniões Seco/Seco e 2 terminações 15KV para Inserção do PSC 792 na Rede de MT(Inesc)

⇨ *Restituição da instalação em caso de emergência:* *minutos*

4 - DISPOSIÇÕES DE SEGURANÇA A EXECUTAR: **Execução na vizinhança de Tensão - Sim [ ] Não [ ]**

5 - PERÍODOS(S) SOLICITADO(S):

Data _20_/_06_/_02_ Dia semana _Quinta Feira__ Inicio 16_h_00_m Fim 23__h 00____m

Data _/_/_ _ Dia semana __ Inicio ____h____m Fim __h __m

Com devolução à Condução no final de cada dia
Sim [ ] Não [ ]

Entidade Executora (EDP/Empreiteiro)(*): MATEACE

Responsável de Trabalhos: António Sá Pereira 917844938

Responsável da Consignação proposto: __ Piquete PRT/MT

O Responsável do Departamento

__Eng.Paulo Almeida __(_322806)

em 14_ / 06 / 02_

A preencher pela Entidade Resp. pela Condução

1- RECEBIDO NO CC

_____

____/____/____

2 - AVALIAÇÃO DA AUTORIZAÇÃO: Pode ser executado [ ]

[ ] - Só pode ser executado em dia de descanso semanal _____

[ ] - Não pode ser executado por _____

Alterado para: Data ____/____/____ Dia semana _____ Inicio ____h____m Fim ____h____m

3 - INFORMAÇÃO DA CONDUÇÃO

Proc.Consignação nº _____/____

Responsável de Consignação nomeado _____ (_____)

Anexos para Resp. Consignação

[ ] Ordem de manobras

[ ] Boletim de Consignações

[ ] Boletim de Trabalho nº: _____

[ ] Boletim de Trabalho nº: _____

[ ] Boletim de Trabalho nº: _____

4 - OBSERVAÇÕES: (Informações de interesse, justificação p/a consignação em dia não útil, etc.)

Enviado para a Entid. Requisitante em ____/____/____ **Enviado ao Respons. Consignação DPI/MR em** ____/____/____

O Responsável do CC

_____

(*)- Nº EDP ou meio de comunicação fiável do empreiteiro.

IV. Projecto de Redes Aéreas de Baixa Tensão

O projecto de redes aéreas de baixa tensão surge na empresa devido a pedidos de fornecimento de energia (PFE's), de clientes localizados em zonas semi-urbanas, rurais ou fora de aglomerados populacionais.

Os casos que pude estudar eram redes em cabos torçada para alimentar instalações de utilização em terrenos para agricultura, feitas a partir de Postos de transformação aéreos construídos para este fim: uma autêntica rede rural.

De todos os casos apenas fiz o estudo em pormenor de um deles, que de seguida apresentarei.

1. Rede aérea para AGRIS P09-2001

Ao abrigo de um programa de financiamento comunitário (AGRIS), alguns agricultores de Gião - Vila do Conde requereram ligação de energia eléctrica a partir da rede, por forma a implementar um sistema de rega mais eficaz nos seus terrenos.

A ligação foi estudada, concluindo-se que haveria necessidade de construir um posto de transformação (aéreo de 50kVA neste caso), o qual requeria a construção de uma linha aérea de média tensão.

O projecto de linhas aéreas de média tensão já foi visto como é tratado na EDP -Distribuição e o projecto dos postos de transformação não é analisado porque se segue os projectos tipo da DGE. É agora altura de ver como foi dimensionada a rede aérea de baixa tensão de modo a alimentar os três consumidores.

1.1. Estudos Preliminares

Antes de ser projectado um ramal para alimentar um cliente em baixa tensão, é necessário verificar a viabilidade de este ser feito a partir dos postos de transformação existentes. Há uma equipa que vai ao terreno recolher elementos sobre a instalação de utilização:

- Dados sobre o requerente;
- Localização da instalação;
- Potência requerida;
- Tipo de zona;
- Dados relativos aos PT's mais próximos, com referência da sua ponta;

Após esta visita, é proposta uma solução, que pode englobar ou não a construção de um novo posto de transformação. Neste caso englobou porque a localização dos terrenos é muito afastada para se construírem ramais a partir da rede de baixa tensão existente.

1.2. Visita ao terreno

Quando chega ao departamento de projecto e construção o pedido para definir e orçamentar a solução de alimentação escolhida, é necessário fazer uma nova visita ao terreno, mas esta com o objectivo de medir distâncias, escolher a localização dos postes e confirmar se a solução escolhida é exequível.

Nessa visita que fiz ao local, pude contactar os requerentes para confirmar a propriedade dos terrenos e a localização da instalação de utilização a alimentar, que em alguns casos ainda não existia. Depois de definidos os pontos de entrega de energia, foram medidas as distâncias até ao local de implantação do posto de transformação.

Neste tipo de rede em particular (tensa e suportada em apoios de betão), a definição do traçado é dependente sobretudo da localização dos apoios, para além de se pretender ligar o ponto de consumo à rede existente pela menor distância possível e em troços rectilíneos.

Tentou-se implantar os apoios em locais públicos como estradas, ruas ou caminhos de servidão, de forma a que ficassem encostados o mais possível às paredes e muros, havendo por vezes necessidade de aí os embutir, para não condicionarem a circulação de veículos ou máquinas agrícolas.

Teve-se especial atenção para não condicionar a entrada em propriedades e para tentar, sempre que possível, evitar a passagem por debaixo de árvores, cujo risco de queda está sempre presente.

Embora seja possível implantar apoios com espaçamentos superiores, é utilizada como referência o valor de 35m para distância entre apoios. Desta forma, se for pretendida iluminação pública para o local, a distância entre luminárias será a adequada.

Como resultado desta visita fez-se um esboço da rede que apresento em anexo, acompanhando o caminho de servidão existente, com a localização previsível dos apoios, a localização dos clientes e o comprimento acumulado da rede. Note-se que o último vão do ramal de Ramiro Silva Gomes é maior que os outros (47m) porque a existência de uma ramada no local obrigou a esta solução.

1.3. Escolhas prévias

Tal como nos outros projectos vistos até ao momento, existem restrições no material que pode ser escolhido e até na forma como se projecta a rede ou ramal aéreo em baixa tensão.

As redes aéreas em baixa tensão são redes em cabo torçada, normalmente tensas e suportadas em apoios de betão armado, com uma topologia essencialmente radial arborescente. A sua protecção é quase sempre feita nos postos de transformação, a partir de fusíveis gG de alto poder de corte, mas por vezes são instaladas caixas com protecção, principalmente quando há mudanças de secção.

Os cabos normalmente utilizados são os seguintes:

Para ramais ou baixadas

- LXS 2x16mm^2;
- LXS 4x16mm^2;
- XS 2x6mm^2;
- XS 4x6mm^2;

Para canalizações principais

- LXS 4x25+16mm^2;
- LXS 4x50+16mm^2;
- LXS 4x70+16mm^2;

Os postes de betão normalmente utilizados são os seguintes:

- 9BF00 – 100/50;
- 9BF00 – 200/80;
- 9BP00 – 400/290;

- 9BP00 – 600/260;
- 9BP01 – 800/320;
- 9BP02 – 1000/370;

Para além destes postes, ainda existem outros de alturas superiores (10m) que deverão ser escolhidos se não se conseguirem obter as distâncias mínimas ao solo, ou a outros elementos.

Os postes são implantados directamente no solo ou consolidados por fundações especiais de modo a ficar assegurada a sua estabilidade tendo em conta as solicitações actuantes e a natureza do solo.

Geralmente, os postes de betão dispensam fundações especiais por se conseguir a sua estabilidade respeitando a profundidade mínima de enterramento ($H/10+0{,}5$ m) e atacando a parte enterrada com pedra solta.

Em todos os apoios a fixação dos condutores será feita por pinças de amarração. É a opção tomada na empresa porque se mais tarde for necessário derivar um ramal da canalização principal, esta derivação será feita no arco criado entre as duas pinças. A diferença de custos entre a instalação de duas pinças de amarração ou uma pinça de suspensão é inferior aos custos de alteração da rede se não houvesse arcos nos apoios.

1.4. Cálculo eléctrico

Os únicos cálculos que normalmente se efectuam são a determinação da potência e das quedas de tensão. A protecção das canalizações contra sobreintensidades não é feita neste estudo.

Mais tarde, aquando da orçamentação da rede, a protecção contra sobrecargas é escolhida por recurso a tabelas existentes na empresa que relacionam para cada tipo de cabo, qual o fusível adequado. É também confirmado se o comprimento da canalização não excede o comprimento protegido pelo fusível escolhido, contra curto-circuitos.

1.4.1. Determinação da potência

As instalações de utilização serão consideradas como se tratassem de estabelecimentos comerciais, sendo o seu factor de simultaneidade nos ramais e canalização principal unitário.

$$S_{Total} = \sum S_{EC}$$

Como a potência requerida é nos três clientes de 20,7kVA, o factor de carga considerado é de 0,7, como está explicado nas notas técnicas.

A cada ramal estará associada a seguinte corrente:

$$I_s = \frac{20{,}7 \times 0{,}7}{\sqrt{3} \times 400} = 20{,}9A$$

Na canalização principal teremos três troços com as seguintes correntes:

$$I_s = \frac{20{,}7 \times 0{,}7}{\sqrt{3} \times 400} = 20{,}9A$$

$$I_s = \frac{2 \times 20{,}7 \times 0{,}7}{\sqrt{3} \times 400} = 41{,}8A$$

$$I_s = \frac{3 \times 20{,}7 \times 0{,}7}{\sqrt{3} \times 400} = 62{,}7A$$

Como se sabe que não é este o critério preponderante neste tipo de redes, mas o de quedas de tensão ou de curto-circuitos mínimos, escolheram-se cabos de secções elevadas para a canalização principal e para os diversos ramais.

Cabos escolhidos:

- Ramal consumidor 1 – LXS 4x25mm^2 (Iz=100A);
- Ramal consumidor 2 - LXS 4x16mm^2 (Iz=75A);
- Ramal consumidor 3 – LXS 4x25mm^2 (Iz=100A);
- Canalização principal – LXS 4x70+16mm^2 (Iz=190A);

Como se pode perceber, a condição de aquecimento para os diversos cabos é largamente respeitada.

1.4.2. Queda de tensão

Consultando as tabelas do fabricante, são apresentados os seguintes valores de queda de tensão para um factor de potência 0,8:

- LXS 4x16mm^2 - ΔU = 3,49 V/A.km;
- LXS 4x25mm^2 - ΔU = 2,23 V/A.km;
- LXS 4x70+16mm^2 - ΔU = 0,871 V/A.km;

Então, para cada consumidor as quedas de tensão são as seguintes:

1º Consumidor

$$\Delta U_1 = 0.06 \times 62{,}7 \times 0.871 + 0.195 \times 20{,}9 \times 2.23 = 12{,}37\ \text{V}\ \ (5{,}38\%)$$

2º Consumidor

$$\Delta U_2 = 0.06 \times 62{,}7 \times 0.871 + 0{,}205 \times 41{,}8 \times 0.871 + 0.03 \times 20{,}9 \times 3.49 = 12{,}93\ \text{V}\ \ (5{,}62\%)$$

3º Consumidor

$$\Delta U_3 = 0.06 \times 62{,}7 \times 0.871 + 0{,}205 \times 41{,}8 \times 0.871 + 0{,}130 \times 20{,}9 \times 0.871 +$$
$$+ 0{,}047 \times 20{,}9 \times 2.23 = 15{,}30\ \text{V}\ \ (6{,}65\%)$$

A condição de queda de tensão está cumprida porque são todas inferiores a 8%.

1.5. Cálculo mecânico

No cálculo mecânico da rede, parte-se já da secção do cabo, da natureza do respectivo material e da sua composição, parâmetros fixados no cálculo eléctrico. Os objectivos do cálculo mecânico da rede são no que se refere aos seus cabos:

- determinar a tensão mecânica de montagem dos cabos, à qual estes devem ser submetidos no acto da montagem da rede, conforme as condições climatéricas que se verificarem nesse momento, para assegurar que, quaisquer que sejam as condições atmosféricas venham a verificar-se, os condutores nunca sejam solicitados por tensões mecânicas superiores à sua tensão de segurança;
- escolher a altura dos apoios da linha por forma a que fique garantido que os cabos nunca se aproximam exageradamente do solo ou dos objectos vizinhos da linha, quaisquer que sejam as condições atmosféricas que se venham a verificar.

Além destes problemas relativos aos cabos da rede, o cálculo mecânico destas diz também respeito ao dimensionamento dos respectivos apoios, ou pelo menos, à verificação da estabilidade dos tipos de apoios escolhidos e dos seus maciços de fundação.

1.5.1. Cálculo mecânico dos condutores

Os valores de tensão máxima a aplicar aos feixes das diferentes secções estão indicados no próximo quadro:

Natureza das Almas condutoras	Secção Nominal (mm^2)	Técnica Escandinava		
		σ Rot/2,5 (N/mm^2)	σ max (N/mm^2)	T (N)
Alumínio	16	47,5	47,5	3040
	25	48	48	4800
	50	48	30	6000
	70	48	21	5880
	95	48	16	6080
Cobre	6	80	80	1920
	10	84	84	3360

Os valores da tensão e flecha de montagem estão calculados através da equação dos estados, partindo dos valores desta tabela, para diferentes comprimentos de vão. São tabelas que fazem parte do guia técnico da DGE para este tipo de redes, das quais escolhi as dos cabos que serão utilizados no exemplo prático.

Como não é muito determinante a regulação dos condutores neste tipo de rede, não será aqui exposto o processo de cálculo mecânico dos cabos, tal como na média tensão.

1.5.2. Verificação da estabilidade dos apoios

A verificação da estabilidade dos apoios de uma linha aérea consiste em verificar se estes possuem resistência mecânica para suportar de uma forma robusta as solicitações que lhes são impostas, variáveis consoante a função que tomam. As solicitações que lhes podem ser aplicadas são as seguintes:

- Sobrecarga de vento sobre o apoio, ferragens e cabos nos meios vãos adjacentes ao apoio;
- Tracções mecânicas exercidas pelos cabos das canalizações principais e ramais;
- Peso do próprio apoio, ferragens e cabos das canalizações principais e ramais;

Estes cálculos não são executados na EDP Distribuição porque a escolha dos apoios faz-se por comparação com outras redes semelhantes. Enquanto estive a estagiar fiz estes cálculos para ganhar sensibilidade na escolha dos apoios, em função do cabo que suportam e da função que desempenham.

Esses cálculos foram executados para apoios com funções diferentes, escolhendo-se os que se consideraram mais desfavoráveis.

Como não existe nenhum levantamento topográfico, fez-se o desenho da rede que estava no esboço em cima de uma imagem aérea à escala 1:2000, que serviu assim para medir os ângulos utilizados no cálculo com alguma precisão.

d – diâmetro aparente do feixe (mm);
a_m – semi-soma dos vãos adjacentes (m);
T – tracção máxima do feixe da linha principal (N);
T_D - tracção máxima do feixe da linha derivada (N);
α - coeficiente de redução;
c – coeficiente de forma;
q – pressão dinâmica do vento (Pa).

Apoio de alinhamento

Trata-se de um apoio qualquer de alinhamento, com os vãos adjacentes iguais a 30m e suportando cabo LXS 4x70+16mm^2.

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:

$$F = \alpha.c.q.S$$

em que:
α - coeficiente de redução = 0,6;
c – coeficiente de forma = 1,3;
q – pressão dinâmica do vento = 75% do valor fixado no RSLEAT (0,75x750=563Pa).
S – área da superfície batida pelo vento (m^2);

portanto

$$F = 439 \times 10^{-3} \times \mathrm{d} \times \mathrm{a_m}$$

$$F = 439 \times 10^{-3} \times 34{,}7 \times 30 = 457N = 46{,}6kgf$$

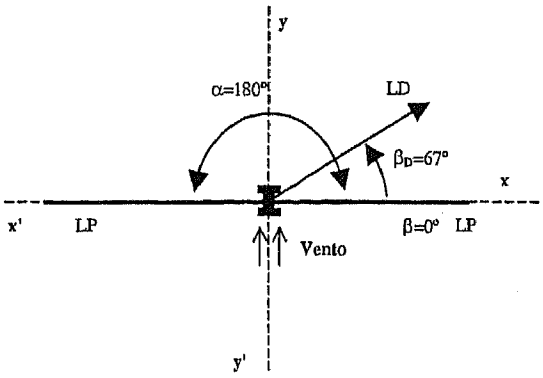
Consultando o diagrama de esforços úteis dos apoios de betão, pode-se confirmar que o poste BF00/100 consegue suportar estes esforços. No entanto foi escolhido o poste 9BF00 – 200/80.

Apoios de derivação

Os apoios de derivação devem ser calculados considerando o 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.

Apoio de derivação em alinhamento

Trata-se do apoio número 2, de onde deriva o ramal para o primeiro consumidor (Felismina Maria da Costa Ramalho). A linha principal é em cabo LXS 4x70+16mm^2 e a linha derivada em cabo LXS 4x25mm^2.



A primeira fase consiste em escariar o apoio, de modo a que o seu eixo dos yy passe na bissectriz do ângulo existente da linha principal. Sabendo o ângulo α que a linha faz naquele apoio, os ângulos β e θ determinam-se da seguinte forma:

$$\beta = \frac{180° - 180°}{2} = 0°$$

$$\theta = 0°$$
$$\beta_D = 67°$$

O esforço no sentido da bissectriz do ângulo da linha principal é determinado pela expressão:

$$F_Y = 439 \times 10^{-3} \left(d.a_m.\cos^2 \beta + d'.\frac{a'}{2}.\cos^2 \beta_D \right) + 2.T.sen\beta + T_D.sen\beta_D$$

$$F_Y = 439 \times 10^{-3} \times (34.7 \times 30 \times \cos^2 \tfrac{0}{2} + 20.4 \times \tfrac{35}{2}.\cos^2 67°) + 4800 \times sen67° = 4899N \approx 500kgf$$

O esforço no sentido perpendicular à bissectriz do ângulo da linha principal é determinado pela expressão:

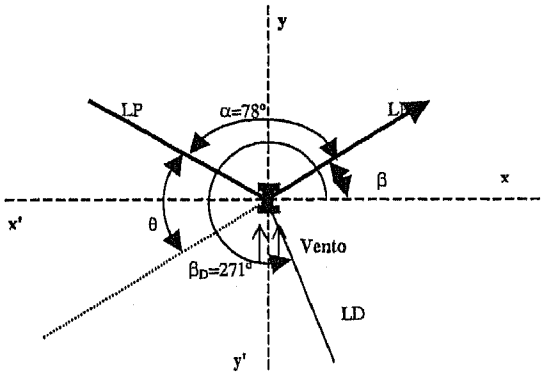
$$F_X = T_D.\cos \beta_D$$

$$F_X = 4800 \times \cos 67° = 1876N \approx 191kgf$$

Consultando o diagrama de esforços úteis dos apoios de betão, pode-se confirmar que apenas o poste BP02/1000 consegue suportar estes esforços. Seria escolhido o poste 9BP02 – 1000/370.

Apoio de derivação em ângulo

Trata-se do apoio número 8, de onde deriva o ramal para o segundo consumidor (Manuel da Costa Arteiro). A linha principal é em cabo LXS 4x70+16mm^2 e a linha derivada em cabo LXS 4x16mm^2.



$$\beta = \frac{180° - 78°}{2} = 51°$$

$$\theta = 2 \times \beta = 102°$$

O esforço no sentido da bissectriz do ângulo da linha principal é determinado pela expressão:

$$F_Y = 439 \times 10^{-3} \times (34.7 \times 35 \times \cos^2 \tfrac{102°}{2} + 17 \times \tfrac{30}{2} \times \cos^2 271°) + 2 \times 5880 \times sen \tfrac{102°}{2} +$$
$$+ 3040 \times sen 271° = 6311N \approx 644kgf$$

O esforço no sentido perpendicular à bissectriz do ângulo da linha principal é determinado pela expressão:

$$F_X = 3040 \times \cos(271°) = 53N \approx 5{,}4kgf$$

Consultando o diagrama de esforços úteis dos apoios de betão, pode-se confirmar que apenas o poste BP01/800 consegue suportar estes esforços. Seria escolhido o poste 9BP01 – 800/320.

Apoio fim de linha

Trata-se do apoio número 13, o último do ramal para o terceiro consumidor (Ramiro Silva Gomes). O ramal é feito em cabo LXS 4x25mm^2.

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

O esforço na direcção da linha é determinado pela seguinte expressão:

$$F_X = T$$

$$F_X = 4800N \approx 490kgf$$

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

$$F_Y = 439\times10^{-3}.d.\frac{a}{2}$$

$$F_Y = 439\times10^{-3}\times20.4\times\frac{47}{2} = 210N \approx 21{,}4kgf$$

em que **a** é o comprimento do vão adjacente ao apoio (m)

Consultando o diagrama de esforços úteis dos apoios de betão, pode-se confirmar que apenas o poste BP00/600 consegue suportar estes esforços. Seria escolhido o poste 9BP00 – 600/260.

2. Notas técnicas

NOTA TÉCNICA Nº5 – DETERMINAÇÃO DE POTÊNCIAS

A primeira fase do cálculo eléctrico consiste na determinação da potência que será considerada para o cálculo eléctrico. A potência que serve de base para o cálculo é a potência requerida, que no futuro será a máxima contratada pelo cliente. Nos ramais, a potência a considerar é dada pela seguinte fórmula:

$$S_{Total} = \sum S_{Hab.}\cdot f_s^{RSICEE} + \sum S_{SC} + \sum S_{EC}$$

$\sum S_{Hab.}\cdot f_s^{RSICEE}$ - Somatório das potências das n habitações alimentadas pelo ramal, afectado do factor de simultaneidade fs, do art.25º do Regulamento de Segurança de Instalações Colectivas de Edifícios e Entradas (RSICEE);

$\sum S_{SC}$ - Somatório das potências de instalações de serviços comuns;

$\sum S_{EC}$ - Somatório das potências dos estabelecimentos comerciais;

Nas canalizações principais, a potência a considerar é dada pela seguinte fórmula:

$$S_{Total} = \sum S_{Hab.}\cdot f_s^{CP} + \sum S_{SC} + \sum S_{EC}$$

$\sum S_{Hab.}\cdot f_s^{CP}$ - Somatório das potências das n habitações a jusante da canalização principal, afectado do factor de simultaneidade f_s^{CP}, dado pela seguinte fórmula:

$f_s^{CP} = 0{,}2 + \frac{0{,}8}{\sqrt{n}}$, até a um mínimo de 0,25;

$\sum S_{SC}$ - Somatório das potências de instalações de serviços comuns a jusante da canalização principal;

$\sum S_{EC}$ - Somatório das potências dos estabelecimentos comerciais a jusante da canalização principal;

Note-se que tanto os estabelecimentos comerciais como as instalações de serviços comuns são afectadas de um factor de simultaneidade unitário.

O REBATE, programa usado na EDP e do qual falarei mais adiante, considera os seguintes factores de carga em função da potência contratada e independentemente da função da instalação:

Potência Contratada (kVA)	Factor de Carga f_c
1,15; 3,45; 6,90	0,5
10,35 ; 13,8	0,6
17,25 ; 20,70	0,7

27,60; 34,50; 41,40	0,8

Então, a potência contratada será sempre afectada deste factor de carga para efeito de cálculos.

NOTA TÉCNICA Nº6 – CÁLCULOS ELÉCTRICOS EM BAIXA TENSÃO

Condição de aquecimento e protecção contra sobrecargas

Antes de escolher o cabo torna-se necessário determinar a sua corrente de serviço, partindo da potência anteriormente determinada e considerando a instalação trifásica.

$$I_s = \frac{S_{Total}}{\sqrt{3} \times U_C}$$

onde:

I_s - Corrente de serviço (A);

U_C - Tensão composta (400V);

S_{Total} - Potência aparente total determinada anteriormente (VA)

O cabo e a aparelhagem de protecção contra sobrecargas serão escolhidos de modo a satisfazer simultaneamente as seguintes condições:

$$I_f \leq 1{,}45 \times I_z$$
$$I_s \leq I_n \leq I_z$$

onde:

I_f - é a intensidade de corrente convencional de funcionamento do aparelho de protecção.

I_z - é a intensidade de corrente máxima admissível na canalização, já afectada pelos devidos coeficientes;

I_s - é a intensidade de corrente de serviço da canalização;

I_n - é a intensidade de corrente nominal do aparelho de protecção do cabo.

Queda de tensão

A queda de tensão foi obtida a partir dos valores indicados pelas tabelas dos fabricantes de cabos (SOLIDAL neste caso), para um factor de potência de 0,8. No entanto, será aqui calculada para o cabo LXS 4x70mm² de modo a confirmar os valores indicados nessa tabela, através de uma fórmula aproximada para sistemas trifásicos.

$$\Delta U = \sqrt{3}.l.\left(R_f^{50°C}.\cos\varphi + L.\omega.sen\varphi\right)I_s \quad (V)$$

ΔU – queda de tensão (V);
l – comprimento do cabo (km);
$R_f^{20°C}$ - resistência do cabo a 20ºC (Ω/km);
$R_f^{50°C}$ - resistência do cabo a 50ºC (Ω/km);

$$R_f^{50°C} = R_f^{20°C} \times (1 + \alpha.\Delta\theta) = 0{,}443 \times \left(1 + 4{,}03 \times 10^{-3} \times (50 - 20)\right) = 0{,}4966\Omega / km$$

α- coeficiente de termoresistividade (ºC⁻¹);
Δθ – sobreelevação de temperatura;
L – indutância do cabo (H/km);
ω - velocidade angular (2πf em que f é a frequência);
X – reactância do cabo, igual a L.ω , para cabos torçada 0,1Ω/km;
cosφ - factor de potência;
I_s - é a intensidade de corrente de serviço da canalização;

$$\Delta U = \sqrt{3}.\left(R_f^{50°C}.\cos\varphi + L.\omega.sen\varphi\right)I_s =$$
$$= \sqrt{3} \times l \times (0{,}4966 \times 0.8 + 0{,}1 \times 0{,}6) \times I_s =$$
$$= 0{,}792 \times l \times I_s \quad (V/A.km)$$

O valor indicado nas tabelas do fabricante para o cabo LXS 4x70mm² é de 0,871 V/A.km que mesmo sendo mais desfavorável será o valor usado.

A queda de tensão no ponto mais afastado da rede terá que ser inferior a 8% nas zonas rurais e a 6% nas zonas urbanas.

Curtos-circuitos

A corrente de curto-circuito presumida (máxima) não é calculada, pois se considera que o poder de corte das protecções instaladas (100 kA – fusíveis) é sempre superior.

A intensidade nominal dos aparelhos de protecção deverá ser tal de modo que a corrente de curto-circuito seja cortada antes da canalização atingir a sua temperatura limite admissível, ou seja, o tempo de actuação dos referidos aparelhos deverá ser tal que a corrente de curto-circuito seja cortada antes da canalização atingir a sua temperatura de fadiga térmica.

A situação mais desfavorável para actuação de um fusível contra curto-circuitos ocorrerá quando a corrente de curto-circuito for mínima, já que um baixo valor de corrente de curto-circuito leva a um maior tempo de corte do defeito. A corrente de curto-circuito será mínima quando ocorrer um defeito fase-neutro no ponto mais afastado do troço protegido. Assim sendo, o valor da corrente de curto-circuito mínima pode ser traduzido por:

$$I_{cc}^{\min} = \frac{0{,}95 \times U_s}{1{,}5 \times \sum_i \left(l_i \times (R_n^{20^\circ} + R_f^{20^\circ}) \right)} \quad \text{(A)}$$

onde:

$I_{cc}^{\min}$ - corrente de curto-circuito mínima (A);

U_s - tensão simples da rede (230V);

1,5 - factor de correcção das resistências para a temperatura média de curto-circuito;

l_i - comprimento do cabo i (Km);

$R_f^{20°C}$ - resistência linear do condutor de fase do cabo i a 20 °C (Ω/Km);

$R_n^{20°C}$ - resistência linear do condutor de neutro do cabo i a 20 °C (Ω/Km)

O tempo de actuação do fusível deverá ser inferior a 5s e inferior ao tempo de fadiga térmica do cabo, que se determina pela seguinte expressão:

$$\sqrt{t_{ft}} = k.\frac{S_{neutro}}{I_{cc}^{\min}}$$

$$ta \le t_{ft}$$

$$t_a < 5s$$

Em que:

t_{ft} – tempo de fadiga térmica da canalização ;
ta – tempo de corte do aparelho de protecção ;
k – constante que toma o valor 135 para condutores de alumínio isolados a polietileno recticulado;
S_n – secção do condutor de neutro (mm²);
$I_{cc}^{\min}$ – corrente de curto-circuito mínima, é a corrente que resulta de um curto-circuito franco fase-neutro no ponto mais afastado do circuito (A).

Anexo
F

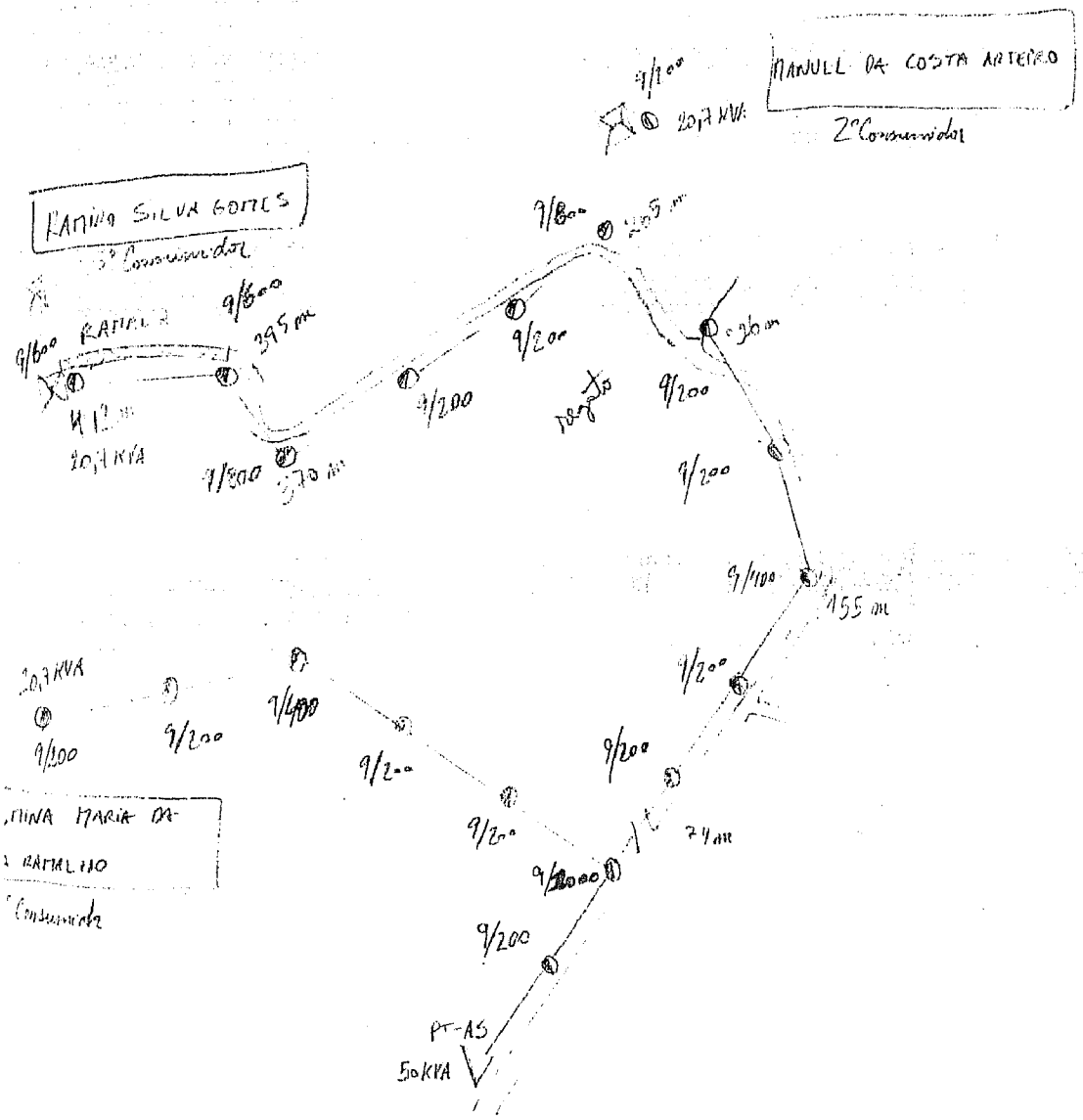
REDE AÉREA PARA AGRIS P02-2001

MANUEL COSTA ARTEIRO E OUTROS

AGRIS P09-2001

MANUEL COSTA ARTEIRO E OUTROS

REDE DE DISTRIBUIÇÃO EM BAIXA TENSÃO



ESCALA

1:2000

Cópia propriedade de EDP

COMPOSIÇÃO DO FEIXE LXS 6x70+16

Dados

S = 4x70 mm ²
p = 1,156 kg/m
Ø = 35,1 mm

q = 563 MPa
θ inv.= 0° C
θ prim. = +15° C

c = 1,3
α = 23x10 ⁻⁶ °C ⁻¹
E = 56 000 N/mm ²

σ máx= 20 N/mm ²
a c = 36 m

a	0 °C		5 °C		10 °C		15 °C		20 °C		25 °C		30 °C		35 °C		40 °C		50 °C	
(m)	f (cm)	T (N)	f (cm)	T (N)	f (cm)	T (N)	f (cm)	T (N)	f (cm)	T (N)	f (cm)	T (N)	f (cm)	T (N)	f (cm)	T (N)	f (cm)	T (N)	f (cm)	T (N)
5	1	5580	1	3855	2	2310	3	1330	4	913	5	720	6	610	7	535	7	480	9	410
10	3	5520	4	3985	5	2770	7	2005	9	1570	11	1310	13	1140	14	1020	16	930	18	800
15	6	5445	8	4130	10	3150	13	2505	16	2085	18	1805	20	1605	22	1455	24	1340	28	1170
20	11	5360	14	4260	17	3460	20	2900	23	2505	26	2220	29	2005	31	1840	34	1710	38	1505
25	17	5280	21	4375	24	3700	28	3210	32	2845	35	2570	38	2355	41	2180	44	2040	50	1820
30	25	5215	29	4465	33	3895	38	3465	42	3130	45	2870	49	2655	52	2480	56	2335	62	2100
35	34	5160	39	4535	44	4050	48	3670	53	3365	57	3120	61	2915	65	2740	68	2595	75	2360
40	48	4775	53	4320	58	3960	63	3660	68	3415	72	3200	76	3030	80	2880	84	2750	92	2525
45	66	4420	71	4100	76	3830	81	3600	86	3405	90	3235	95	3090	99	2960	103	2840	111	2645
50	86	4180	92	3940	97	3735	102	3555	106	3400	111	3260	115	3130	120	3020	124	2920	132	2740
55	109	4015	114	3830	119	3670	124	3520	129	3390	134	3275	138	3165	142	3070	147	2980	155	2820
60	134	3900	139	3750	144	3615	149	3495	154	3390	158	3285	163	3195	167	3110	172	3030	180	2890
65	160	3810	166	3690	171	3580	176	3480	180	3385	185	3295	190	3215	194	3140	199	3070	207	2940
70	189	3740	195	3640	200	3545	205	3460	209	3380	214	3305	219	3235	224	3170	228	3105	237	2990
75	220	3690	226	3600	231	3525	236	3450	241	3380	245	3310	250	3250	255	3190	259	3135	268	3030
80	254	3645	259	3570	264	3505	269	3440	274	3380	279	3320	284	3260	288	3210	293	3160	302	3065
85	289	3610	294	3550	299	3490	304	3430	309	3375	314	3320	319	3270	324	3225	328	3180	338	3095
90	327	3580	332	3525	337	3470	342	3420	347	3375	352	3325	357	3280	361	3240	366	3200	375	3120
a_c	37	5145	42	4555	47	4090	51	3720	56	3425	60	3180	64	2980	68	2810	72	2665	79	2425

a - vão f - flecha T - tracção

COMPOSIÇÃO DO FEIXE LXS 4x25+16

Dados

S = 4x25 mm²
p = 0,512 kg/m
Ø = 23,4 mm

q = 563 MPa
$\theta_{inv.}$ = 0° C
$\theta_{prim.}$ = +15° C

c = 1,3
α = 23x10⁻⁶ °C⁻¹
E = 56 000 N/mm²

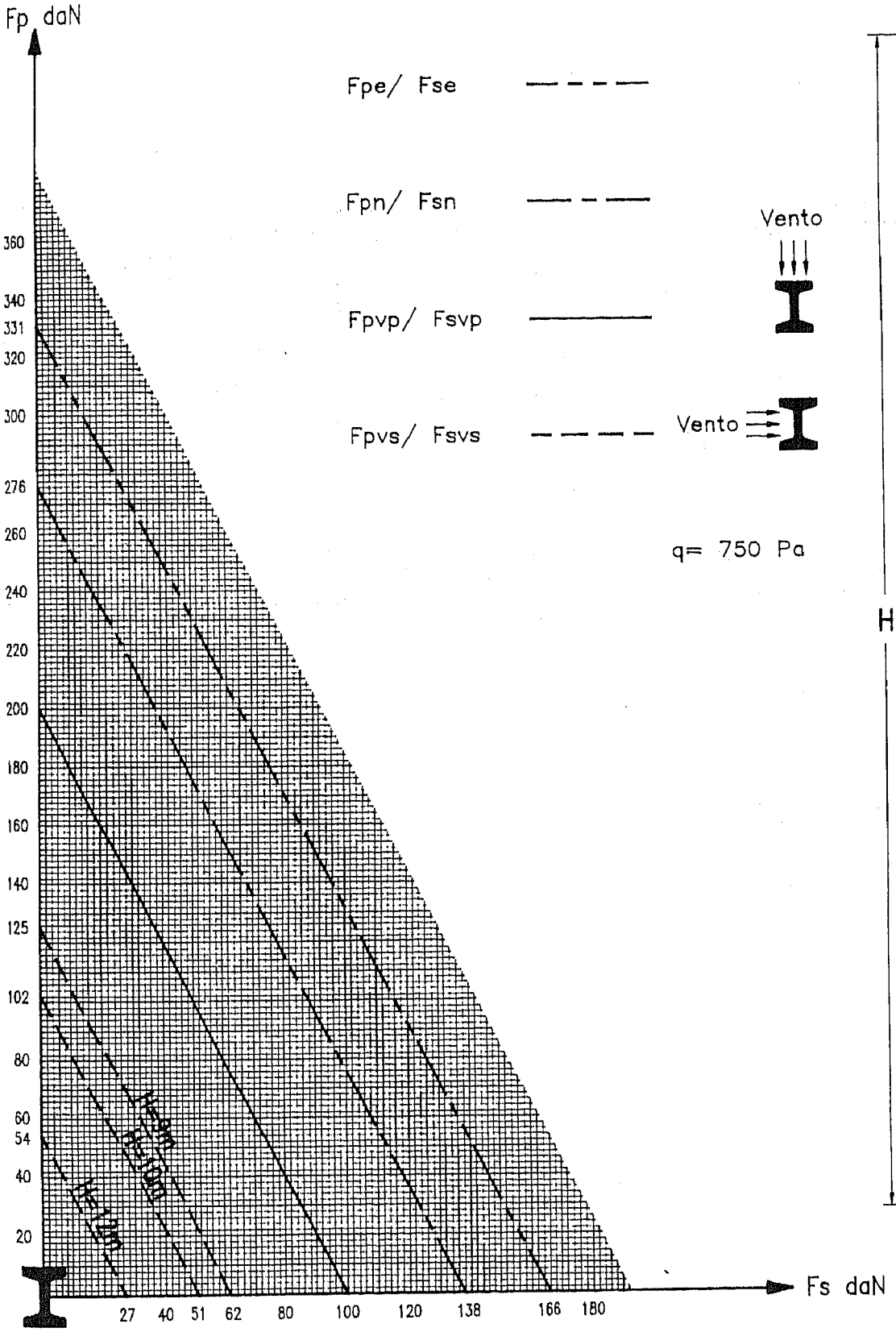
$\sigma_{máx}$ = 50 N/mm²
a_c = 49 m

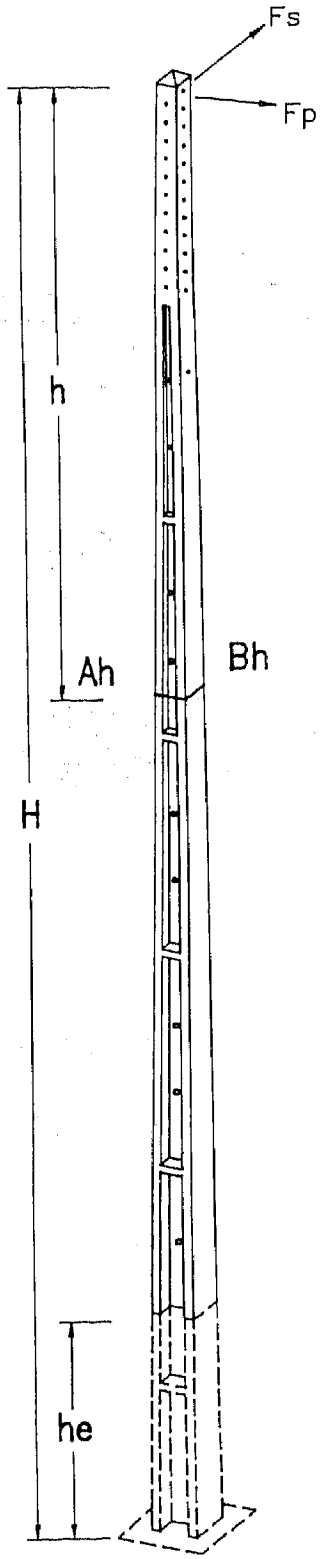
a (m)	0 °C		5 °C		10 °C		15 °C		20 °C		25 °C		30 °C		35 °C		40 °C		50 °C	
	f (cm)	T (N)	f (cm)	T (N)	f (cm)	T (N)	f (cm)	T (N)	f (cm)	T (N)	f (cm)	T (N)	f (cm)	T (N)	f (cm)	T (N)	f (cm)	T (N)	f (cm)	T (N)
5	0	4995	0	4355	0	3715	1	3075	1	2440	1	1815	1	1230	2	750	3	485	5	295
10	1	4985	1	4345	2	3715	2	3090	3	2480	3	1910	5	1405	6	1030	8	780	12	550
15	3	4960	3	4340	4	3720	5	3120	6	2540	7	2320	9	1590	11	1260	14	1040	19	770
20	5	4930	6	4320	7	3720	8	3150	10	2620	12	2145	15	1760	17	1465	20	1250	26	970
25	8	4900	9	4300	11	3730	13	3185	15	2690	18	2265	21	1920	24	1645	28	1440	35	1160
30	12	4160	13	4280	15	3730	18	3220	21	2770	24	2380	28	2060	32	1810	36	1610	43	1320
35	16	4810	18	4260	21	3740	24	3260	28	2840	32	2480	36	2190	40	1950	45	1760	53	1480
40	21	4770	24	4240	27	3745	31	3300	35	2910	40	2580	44	2310	49	2080	54	1900	63	1620
45	27	4720	31	4210	35	3750	39	3340	44	2980	48	2670	54	2420	59	2200	64	2030	74	1750
50	35	4590	39	4120	43	3690	48	3320	53	2990	59	2715	64	2480	70	2280	76	2120	86	1860
55	46	4240	51	3830	56	3470	61	3150	67	2880	73	2640	79	2450	85	2280	91	2130	102	1900
60	59	3930	64	3580	70	3270	77	3010	83	2780	89	2580	95	2420	101	2270	107	2140	119	1935
65	74	3660	80	3370	87	3120	93	2890	100	2700	107	2540	113	2390	119	2270	125	2150	137	1970
70	91	3440	98	3200	105	2990	112	2800	119	2640	126	2500	132	2370	139	2260	145	2160	157	2000
75	110	3260	118	3060	125	2880	132	2720	139	2590	146	2460	153	2360	159	2260	166	2170	178	2020
80	132	3110	139	2940	147	2790	154	2660	161	2540	168	2440	175	2340	182	2260	188	2180	201	2040
85	155	2990	162	2850	170	2720	177	2610	184	2510	192	2410	198	2330	205	2250	212	2180	225	2060
90	179	2890	187	2770	194	2670	202	2570	209	2480	216	2400	223	2320	230	2250	237	2190	250	2070
a_c	33	4680	36	4190	40	3755	45	3360	50	3025	56	2735	61	2490	67	2285	72	2115	82	1840

a - vão f - flecha T - tracção

SOCIEDADE PORTUGUESA Cavan® S.A.

BF00/200
H<=12 m

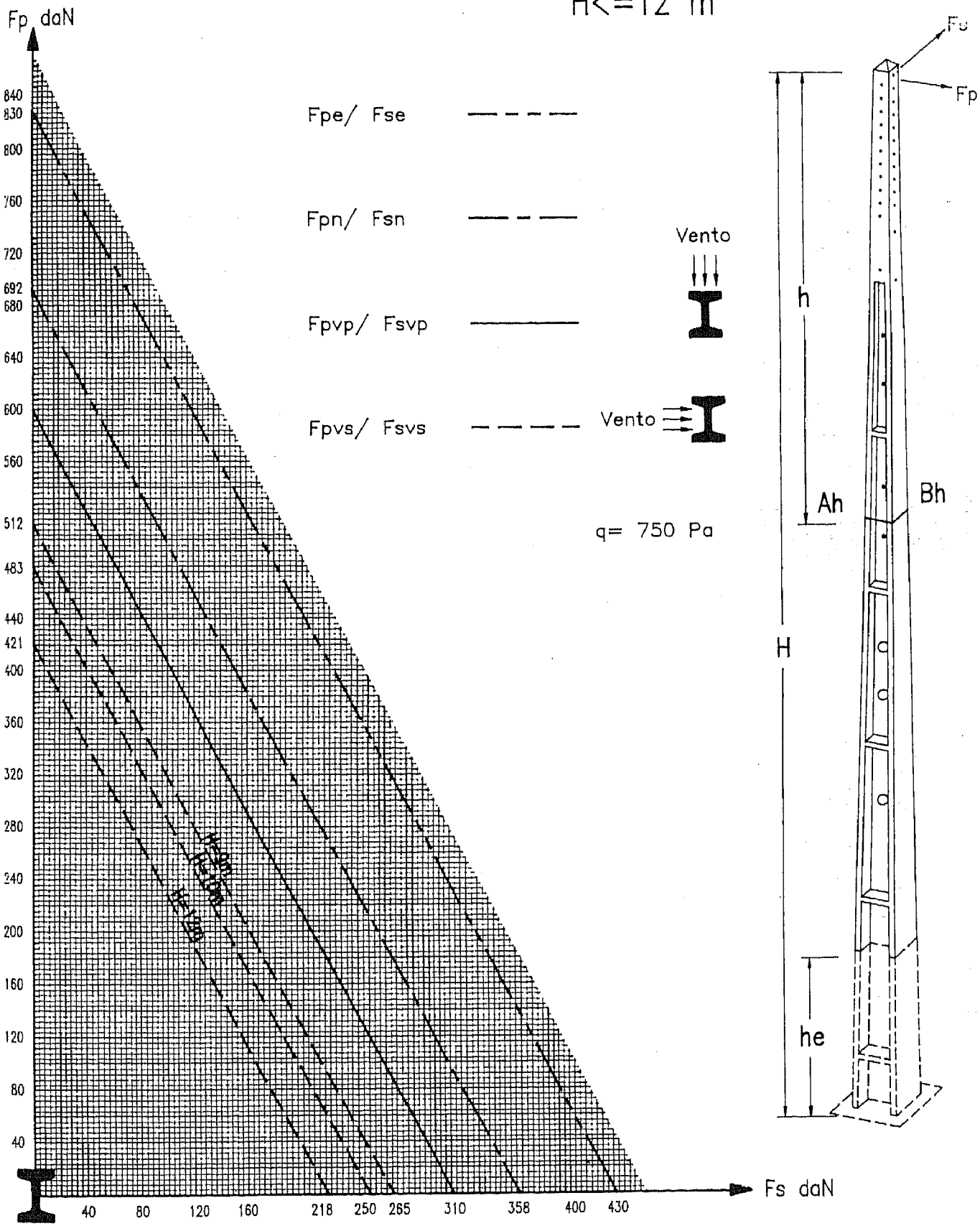




Data 97/10/01	Des. Oliveira	Visto	Serie : Diagramas	Nº 194

SOCIEDADE PORTUGUESA Cavan® S.A.

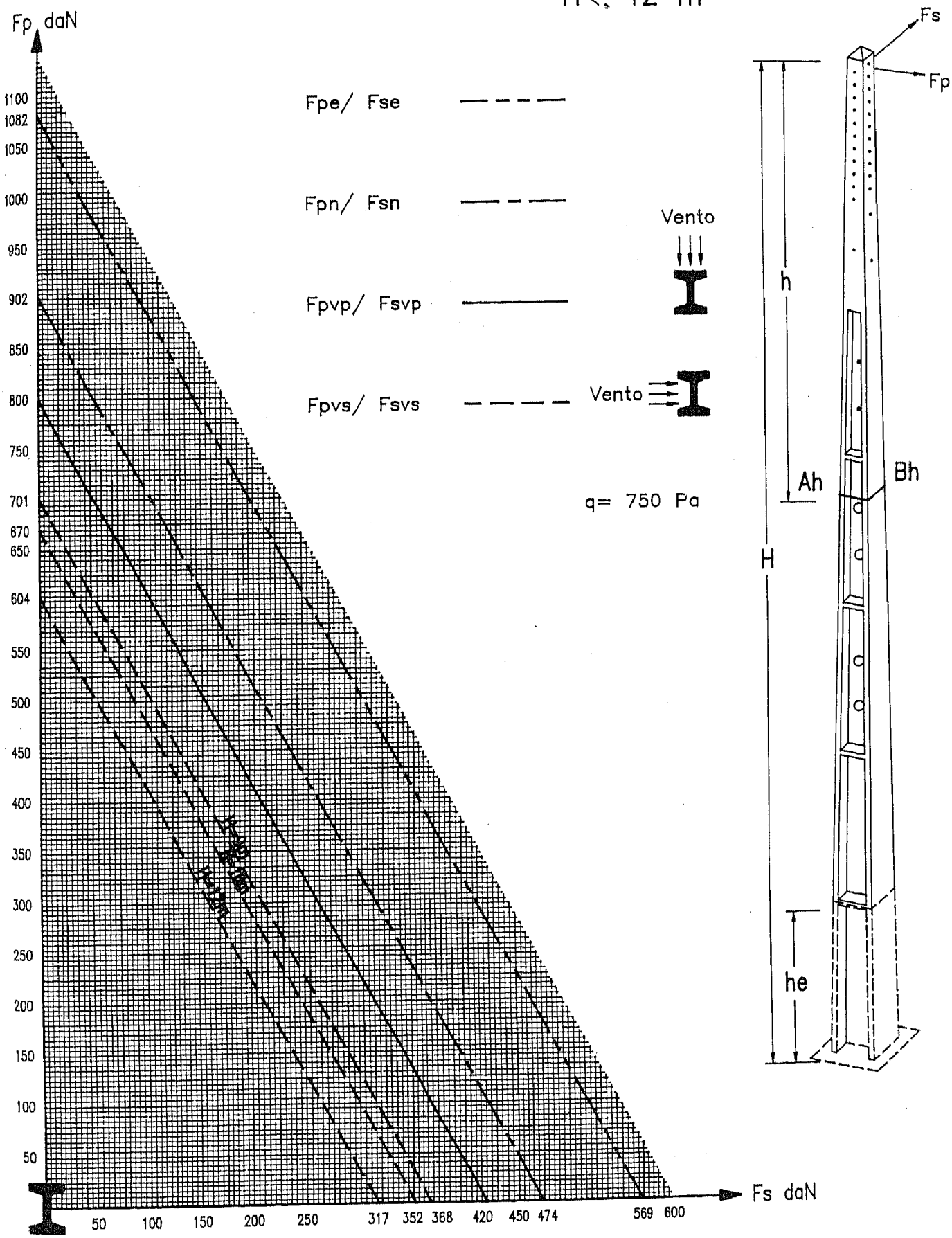
BP00/600
H<=12 m



Data 97/10/01	Des.	Visto	Serie : Diagramas	Nº 197

SOCIEDADE PORTUGUESA Cavan® S.A.

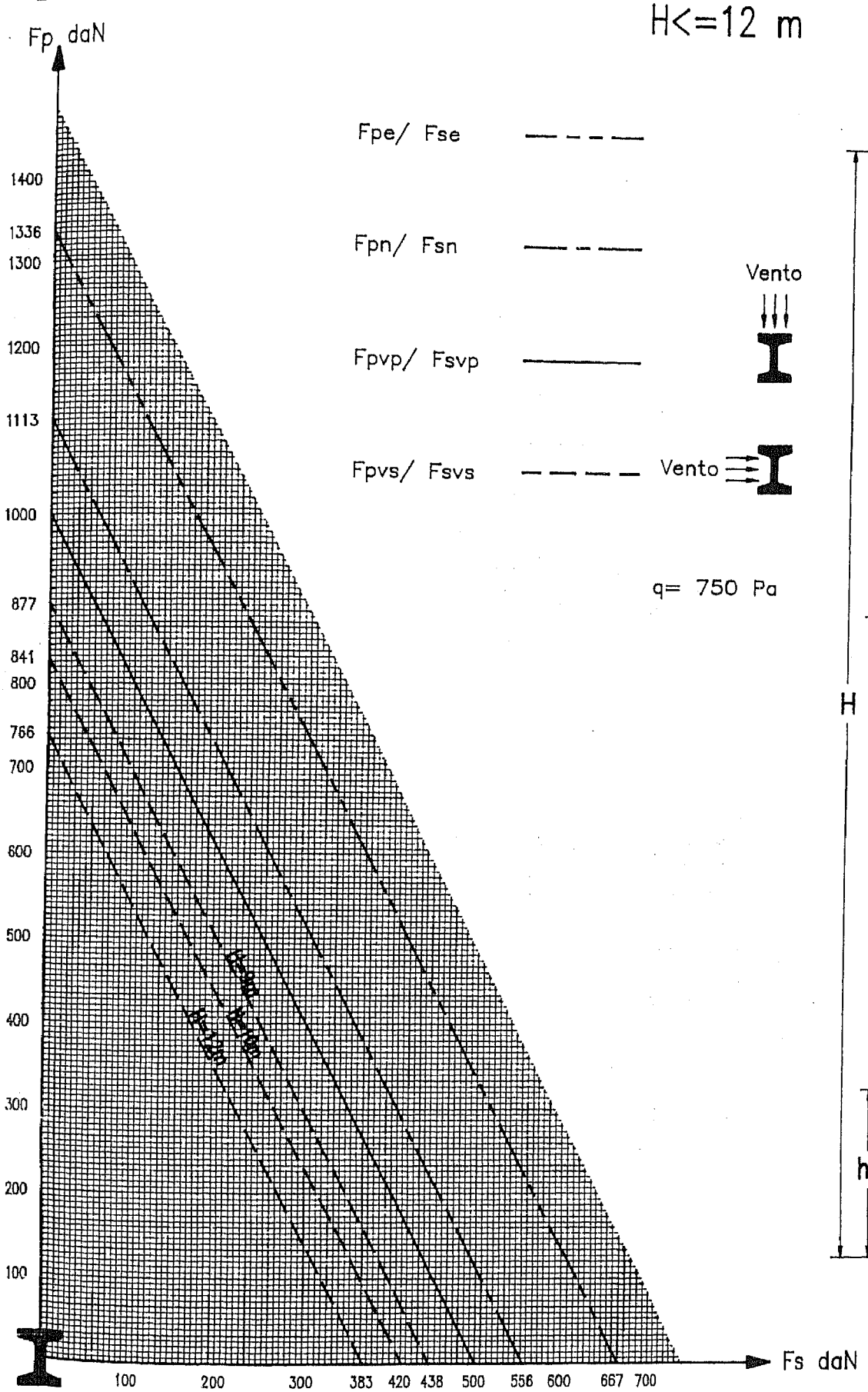
BP01/800
H<=12 m

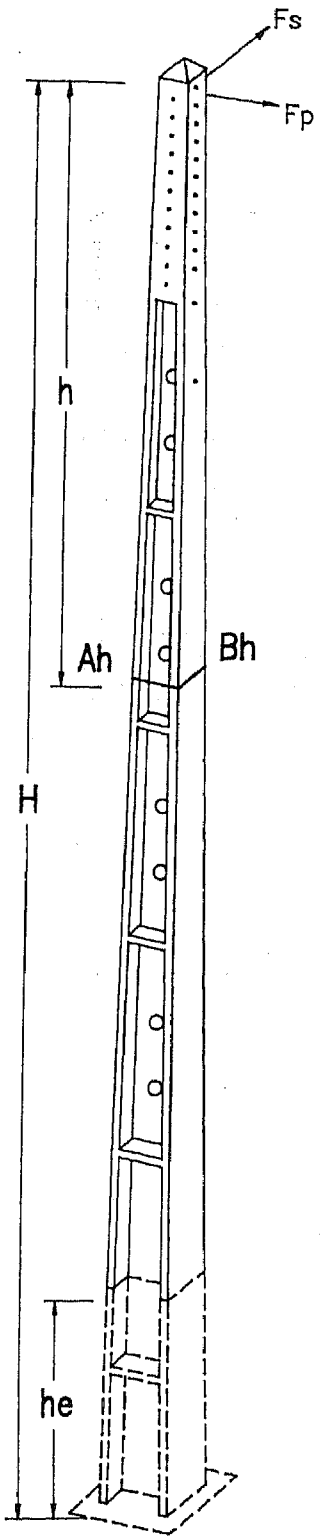


Data 97/10/01	Des.	Visto	Serie : Diagramas	Nº 198

SOCIEDADE PORTUGUESA Cavan® S.A.

BP02/1000
H<=12 m





Data 97/10/01	Des.	Visto	Serie : Diagramas	Nº 199

V. Projectos de Redes Subterrâneas de Baixa Tensão

O projecto de redes aéreas de baixa tensão surge na empresa devido a pedidos de fornecimento de energia (PFE's) ou a alterações na rede existente.

As ligações a novos clientes, quando ultrapassam determinados níveis de potência ou de comprimento, têm que ser estudadas pelo departamento de projecto. As alterações mais profundas da rede têm também que ser estudadas por este departamento.

De todos os casos em que estive envolvido, o mais completo foi o de uma alteração profunda da rede em Guifões – Matosinhos, a qual apresentarei a seguir.

Para além da actividade de projecto de redes subterrâneas de baixa tensão, no departamento onde estive (GPPC-BT) também se calculavam as comparticipações que os clientes teriam eventualmente que pagar pela sua ligação, seguindo o Regulamento de Relações Comerciais de 1998 e a portaria nº454/2001.

1. Alterações na rede de baixa tensão em Guifões - Matosinhos

1.1. Estudos preliminares

Em Guifões pretende-se construir um loteamento com moradias e blocos para habitação. Quando o projecto de infraestruturas desse loteamento foi entregue na EDP Distribuição, detectou-se que um posto de transformação existente (PT 007/MTS) teria que sair do local onde estava, por pertencer a um lote. Como naquela zona não existe espaço disponível para a construção de um novo Posto, a solução proposta foi a de transferir as cargas existentes para os novos postos de transformação que iriam ser construídos na urbanização. Os documentos internos da empresa relativos a esta proposta são apresentados em anexo.

A acompanhar estes documentos foi também enviada uma ficha de recolha de elementos, normalmente utilizada para novas ligações, mas que neste caso serve para caracterizar o PT 007/MTS. Esta ficha e a folha de identificação das saídas são apresentadas em anexo.

1.2. Visita ao local

Quando este processo chegou ao departamento de projecto foi enviado um técnico ao local para fazer o levantamento da rede alimentada por este PT, com o pormenor necessário para se poderem efectuar cálculos sobre esta. Quando iniciei o meu estágio neste departamento fiz uma visita com o mesmo técnico ao local, por forma a tomar consciência da realidade que estudava e para confirmar a topologia indicada no primeiro esquema. Como havia um pequeno erro nesse primeiro esquema desenhei um segundo, que apresento em anexo.

É de referir que se o Sistema de Informação Técnica (SIT) estivesse a funcionar neste concelho, seria dispensável esta visita para recolher elementos para estudos. Noutro capítulo será abordado com mais pormenor este assunto.

1.3. Escolhas prévias

Tal como nos outros projectos vistos até ao momento, existem restrições no material que pode ser escolhido e até na forma como se projecta a rede subterrânea em baixa tensão.

Mais detalhadamente, os cabos que estão estabelecidos para instalar são os seguintes:

Para canalizações principais:

- LVAV 3x185+95mm^2 0,6/1kV;

- LVAV 3x150+70mm^2 0,6/1kV;
- LSVAV 4x95mm^2 0,6/1kV;
- LSVAV 4x50mm^2 0,6/1kV;

Para os ramais:

- LVAV 3x185+95mm^2 0,6/1kV;
- LVAV 3x150+70mm^2 0,6/1kV;
- LSVAV 4x95mm^2 0,6/1kV;
- LSVAV 4x50mm^2 0,6/1kV;
- VAV 3x16+10mm^2 0,6/1kV;
- VAV 4x10mm^2 0,6/1kV;

Para redes de iluminação pública:

- VAV 3x16+10mm^2 0,6/1kV;
- → VAV 4x10mm^2 0,6/1kV;

1.4. Cálculo eléctrico

1.4.1. Determinação da potência

Com o esquema da rede feito, iniciei a consulta dos elementos da rede no Sistema de Gestão de Incidentes (SGI). O SGI é um sistema como o próprio nome diz, dedicado à gestão de incidentes. Na sua base de dados encontra-se o número de clientes ligado a cada armário, com a respectiva potência contratada, os armários ligados a um determinado Posto de transformação e outros dados que permitem determinar que clientes são afectados por uma determinada avaria. Assim pude determinar a potência contratada em cada nó da rede que é o valor utilizado para efeito de cálculos.

Os dados referentes ao PT 007/MTS consultados no sistema são apresentados em anexo. Um dado interessante é que num PT com 500kVA estão ligados clientes com um total de potência contratada de 1633kVA. Noutro programa poder-se-ia confirmar que a ponta indicada para este PT era de 324 kW. Com esta informação pode-se observar a diferença que existe entre os valores contratados e os reais, e questionar os valores utilizados para factores de simultaneidade.

1.4.2. Estudo da situação actual

Os estudos em redes eléctricas de baixa tensão são feitos com um programa chamado REBATE, que será apresentado num capítulo próprio. Para além de outras funções, este programa permite determinar a queda de tensão em cada nó da rede e verificar se não existe nenhum cabo em sobrecarga.

Com este programa foi feito um estudo da situação de cada saída alimentada por aquele PT. Concluiu-se que todos os cabos estavam em condições normais de funcionamento e que as quedas de tensão eram inferiores a 5% em todos os casos.

1.4.3. Estudo da proposta sugerida

A solução sugerida por outro departamento era a de passar todas as cargas ligadas a este PT para o PT1 do novo loteamento.

Foi feito outro estudo de cada saída do PT007/MTS, colocando como hipótese que se faria uniões dos cabos existentes a outros de características idênticas, que iriam até ao PT1, distanciado de 170m do primeiro.

Concluiu-se que todos os cabos estavam em condições normais de funcionamento, mas as quedas de tensão eram superiores a 6% numa saída, valor que não se poderia permitir. Além de ultrapassar o valor regulamentar, não se pretende que qualquer solução fique limitada à expansão das redes existentes, que agrava os valores de queda de tensão.

1.4.4. Estudo da solução definitiva

Como a solução de "transportar" todas as cargas para o PT1 não era exequível, fez-se um novo estudo em que se alimentava a rede existente através dos dois PT's da urbanização.

No local onde está o PT 007/MTS surgiria um novo armário de distribuição onde ligariam parte das saídas deste PT, nomeadamente as que estavam direcionadas para o centro da freguesia. Esse armário estaria alimentado do PT1 da urbanização através de dois cabos LVAV 3x185+95mm^2. As outras saídas que se dirigiam noutro sentido (por acaso só uma) seriam alimentadas a partir do PT2 da urbanização.

Com esta nova configuração fez-se um novo estudo no programa REBATE.

Concluiu-se que todos os cabos estavam em condições normais de funcionamento e que as quedas de tensão eram inferiores a 6% em todos os casos.

A separação das cargas entre os dois novos PT's permite afectar menos a disponibilidade de potência em cada um deles e, simultaneamente, aproximar mais a média tensão dos centros de cargas do que a solução proposta.

Como esta pareceu ser a melhor solução dentro das possibilidades existentes, foi escolhida como definitiva, sendo depois orçamentada.

A tabela que apresento de seguida mostra os valores máximos da queda de tensão em cada circuito, para cada estudo.

Queda de tensão %				
Circuito	**1**	**3**	**4**	**5**
Estudo rede actual	4,07	3,95	2,25	2,48
Estudo proposta sugerida	6,46	5,79	3,72	5,29
Estudo da solução definitiva	5,51	3,18	4,11	5,52

O circuito nº2 não foi estudado porque alimenta um quadro de obras que é um consumo provisório.

Os resultados dos estudos feitos no REBATE para a solução definitiva são apresentados em anexo.

O traçado das canalizações que ligarão os novos PT's da urbanização à rede existente foi marcado num desenho e que é apresentado em anexo.

As protecções destas canalizações estão definidas em tabela incluída no REBATE, que é igual às tabelas utilizadas pelos colaboradores da EDP Distribuição para outras situações. Essa tabela é apresentada em anexo.

1.5. Orçamento

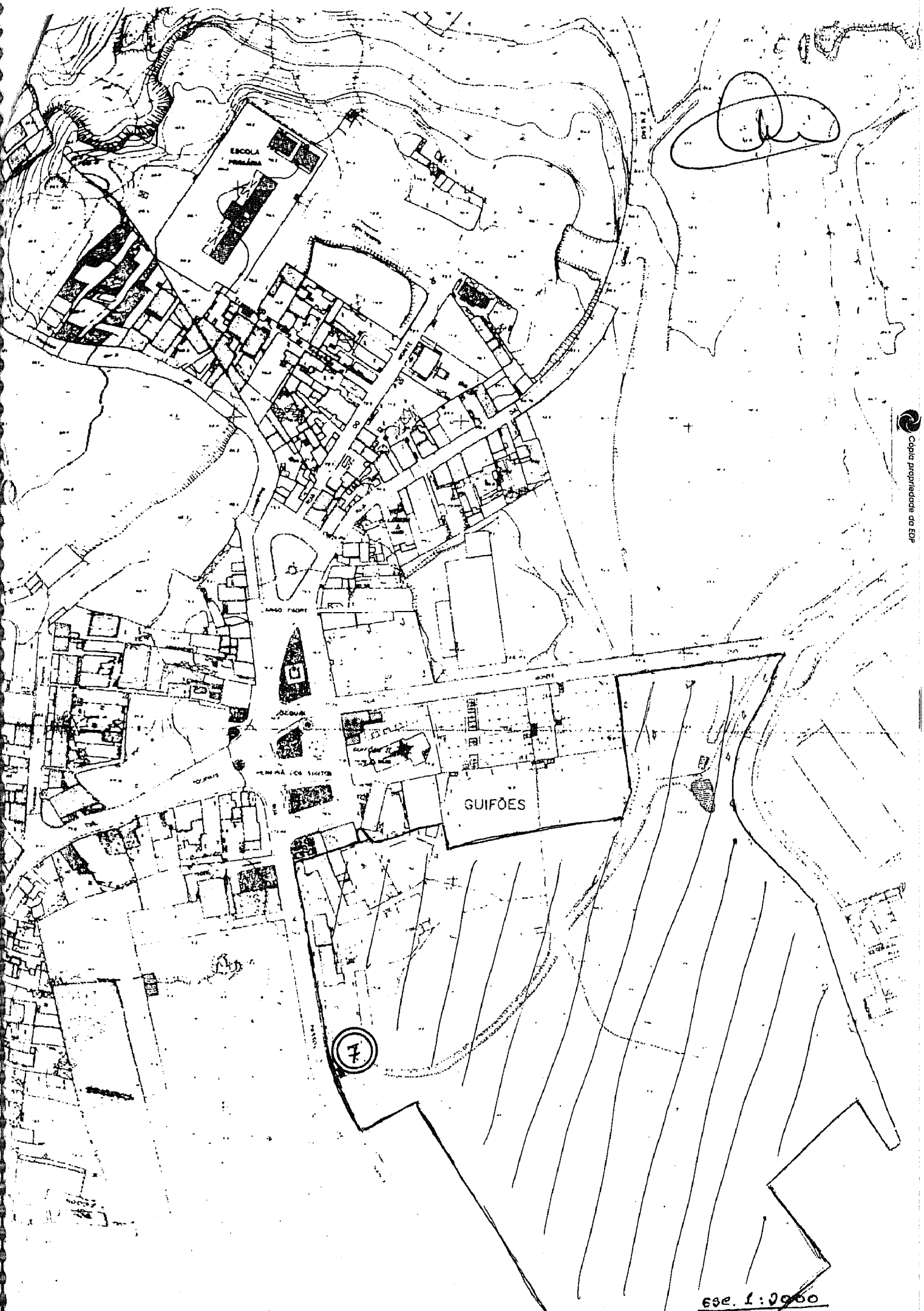
O estudo desta modificação termina com a orçamentação da obra que está envolvida. Para cada material que é montado ou desmontado há um código que o caracteriza, bem como para a mão-de-obra envolvida. Faz-se uma lista com as tarefas incluídas e suas quantidades, juntando-se depois os códigos necessários. Quando a lista está pronta basta introduzi-la no computador para o orçamento estar feito.

Esta é uma forma antiga de fazer orçamentos que ainda está em prática mas já quase totalmente afastada pela utilização do novo sistema SAP/R3.

O orçamento das modificações é apresentado em anexo.

Anexo
G

ALTERAÇÕES NA REDE DE BAIXA TENSÃO EM GUIFÕES - MATOSINHOS



Cópia propriedade da EDP

EDP Distribuição	NOTA INTERNA	NI N.º GPPC-LU 457/2001 Data: 16/ 11

Assunto: Loteamento 257/01-LU - PT Nº 7/MTS

Destinatário: URVCD - Engº. José António Carmo

Na sequência da entrada do projecto referido em epígrafe, verificou-se que o PT 7/MTS, localizado no Lote 2, interfere com o loteamento. Trata-se de um PT tipo "cabine alta", com um transformador de 500 kVA e com as 6 saídas ocupadas.

Pelo exposto, solicita-se parecer sobre a possibilidade da transferência de cargas se efectuar para um dos PTs localizados na sua proximidade ou a da necessidade da construção e equipamento electromecânico de um novo PT no loteamento, encargo do promotor.

Para o efeitcenvia-se 1 exemplar acompanhado da Ficha FR03A parcialmente preenchida, agradecendo posterior encaminhamento do processo para o GPPC-BT.

REQUERENTE: Maria Luísa Reina Maia

LOCALIZAÇÃO: Rua Passos Manuel - Gulfões - Matosinhos

PT 1

Nº 639/MTS - Rua Engº. António Maia I
Potência do Transformador: 630 kVA;
Tipo de PT: Kiobet

PT 2

Nº 640/MTS - Rua Engº. António Maia II
Potência do Transformador: 630 kVA;
Tipo de PT: Kiobet

Anexos: 1 exemplar do projecto

Cópia propriedade da EDP

Área de Rede Grande Porto

FICHA DE RECOLHA DE ELEMENTOS Nº NL / UR VCD ____ / 00 / LOT

Requerente : Maria Luisa Reina Maia e Outros

Local da Instalação: Rua de Passos Manuel - Guifões Concelho: Mts

Tipo de Instalação: Loteamento

Potência requerida : 1260 kVA

Tipo de zona: Urbana ☐ Semi-urbana ☒ Rural ☐

Dados relativos aos PT's "mais próximos":

Nome do PT	Nº	Tipo de PT	Pot. Inst.(KVA)	Pot. Tom.(KW)	Distância ao PT 1
GFO - R. Passos Manuel	007	CA	500	*	140

* - Leitura da ponta efectuada no sistema 324 KW
- Leitura da ponta efectuada "IN LOCO". 230 KW

Interferências com linha eléctricas: SIM ☐ (Linha BT ☐ / Linha 15kV ☐ / Outras ☐) NÃO ☒

Solução proposta por NL / UR / PC-BT:

Concorda-se com o presente projecto, quer para BT quer para IP. Para se efectuar o desclassificamento do PT Nº 007 será necessário intervir de forma a satisfazer os circuitos constantes do modelo IV, anexo a partir do PT1.

Ao GPPC-LU:

De NL / UR / PC-BT:

Data: 01/12/06

Ao GPPC:

Do GPPC-LU:

Data: ___ / ___ / ___

Ao GR-Planeamento:

O Resp. do GPPC:

Data: ___ / ___ / ___

Solução acordada entre PC-BT e NL / UR:

O Resp. de GPPC:

Data: ___ / ___ / ___

DOC Nº 03A
Data 00/02/23

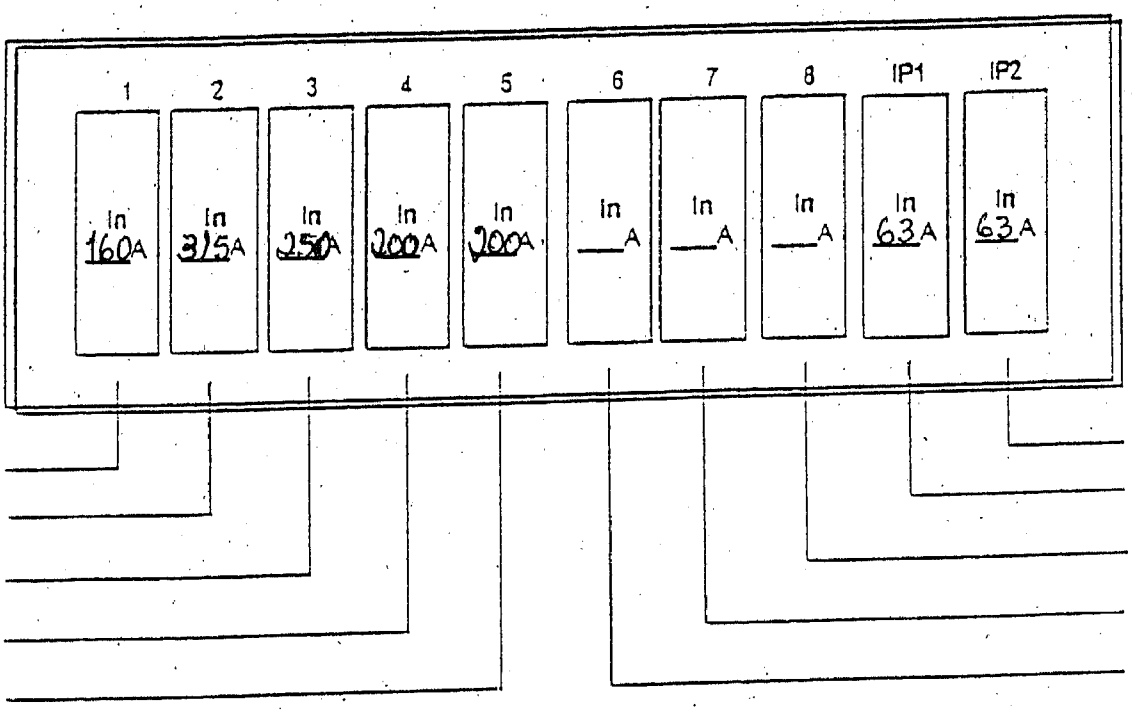
Fecha:

(MODELO IV)

CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO MATOSINHOS

IDENTIFICAÇÃO DE SAÍDAS DE BT/P DO PT

PT Geifões (Freguesia) - Rua Passos Manuel (Lugar/ Rua) Nº. 007/ MTS (Concelho)



	RUA / LUGAR	CABO TIPO / SECÇÃO
CIRCUITO 1		VAV / 3x95+50
CIRCUITO 2	(ligação provisória)	LXS / 4X70
CIRCUITO 3		VAV / 3x95+50
CIRCUITO 4		LVAV / 3x185+95
CIRCUITO 5		VAV / 3x95+50
CIRCUITO 6		Reserva /
CIRCUITO 7		/
CIRCUITO 8		/
CIRCUITO IP1	(sobrepostos)	VAV / 2x1x4x10
CIRCUITO IP2	(sobrepostos)	VAV / 2x1x4x10

OBS: – Encontra-se um cabo do tipo LSVAV 4x95 mm² desligado do QGBT e desactivado.

DATA 01/12/06 TRABALHADOR

Cópia propriedade da EDP

Luis Pessoa Neto
03-12-2001 14:05

To: José António Carmo/URVCD/ARGP/MTS-AC/EDIS@EDP
cc: Domingos Costa/GPPC/ARGP/MTS-AC/EDIS@EDP

Subject: Loteamento 257/01-LU - NI GPPC-LU 457/2001 - Interferência do PT 7/MTS

Sr. Engº. Carmo,

Relativamente ao projecto 257/01-LU e à NI GPPC-LU 457/2001, na sequência da análise do respectivo projecto, verifiquei que o Técnico responsável pela sua execução incluiu o seguinte parágrafo na MD, na página 6:

"Vamos equipar o PT1 com um transformador de 630 kVA, deixando-se uma reserva de potência de cerca de 367 kVA para o restabelecimento da rede de distribuição de energia eléctrica em baixa tensão estabelecida a partir do PT 13/08/007, dado que prevemos que ele venha a ser desmantelado. Segundo informação oriunda da EDP, o PT 13/08/007 encontra-se actualmente com uma ponta de cerca de 330 kVA, pelo que a potência disponibilizada satsfaz plenamente as actuais necessidades."

Encaminho-lhe esta informação, na perspectiva de poder ser importante para efeitos de emissão de parecer.

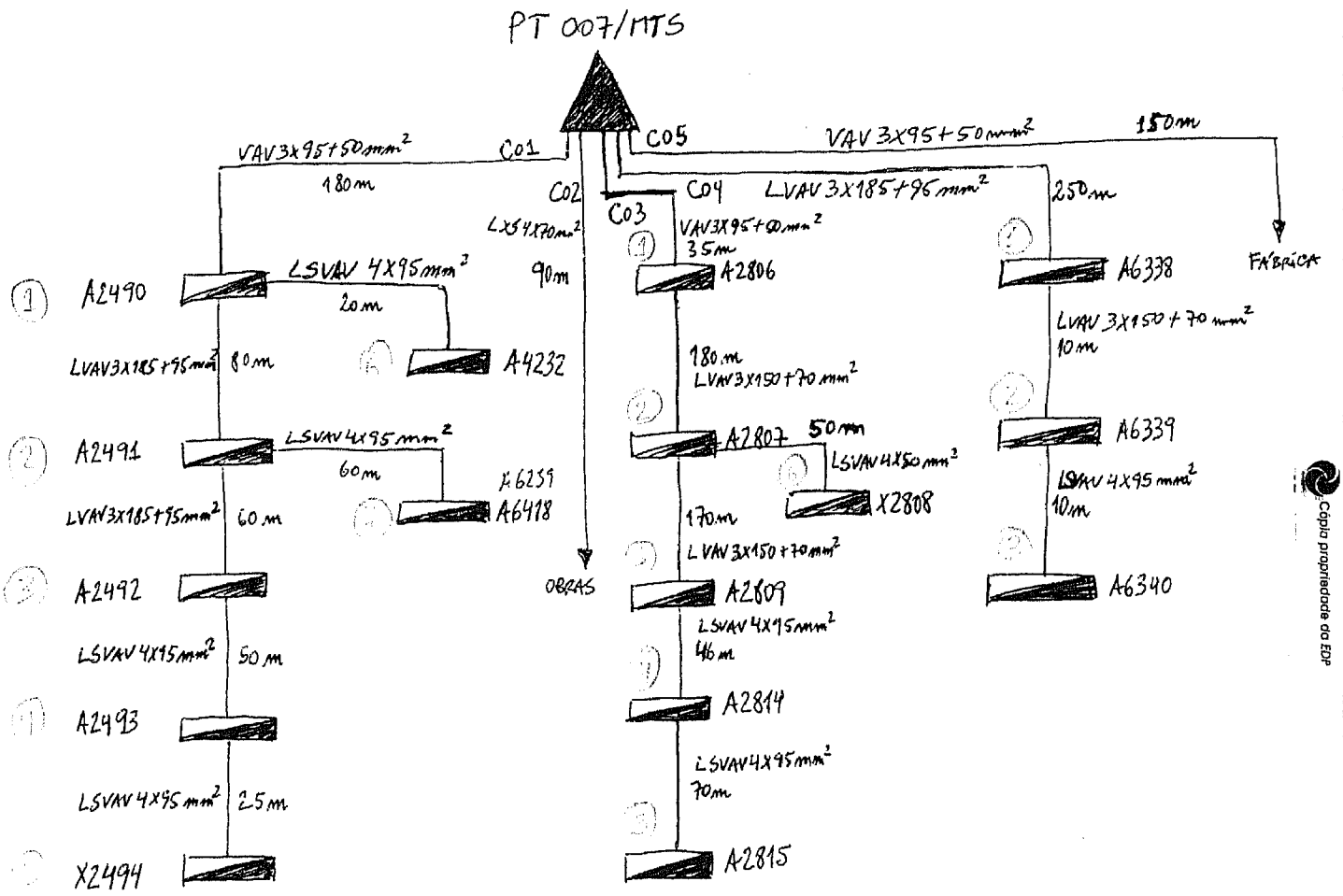
Cumprimentos

Maria Luísa Reiriz Maiz
R. Passos Manuel - GFO

Ao URVCD - N/C
Para conhecimento e eventuais efeitos.
01.12.03

Ao URVCD-AA:
Para juntar ao processo em causa para análise.
01/12/04

Cópia propriedade da EDP



Cópia propriedade da EDP

Sessão Editar Visualizar Ferramentas Macro Transferir Espaço de Trabalho Ajuda

```
GT6153F                  SISTEMA DE GESTAO DE INCIDENTES                 22/05/2002
ENPTJRF                CONSULTA DE POSTOS DE TRANSFORMACAO               15:06:27

DEP.RESP.: 1200  AR GRANDE PORTO

********************          IDENTIFICACAO DO PT          ********************
SUBESTACAO            : MATOSINHOS_____________
SAIDA DE SUBESTACAO   : MTS     2 /11/15  KV /AMIAL II
NOME DO P.T.          : 0007 GFO-RUA PASSOS MANUEL____
********************          LOCALIZACAO GEOGRAFICA       ********************
DISTRITO: PORTO                                  CONC: MATOSINHOS
FREGUES.: GUIFOES                               LUGAR: GUIFOES
RUA     : RUA PASSOS MANUEL                    NUMERO:      7     DUPLICADOR:  PT
********************          CARACTERISTICAS DO PT        ********************
PROPRIEDADE: E.D.P.        IMPORTANTES: SIM     *  POTENCIA INSTALADA:   500 KVA
                                        NAO     *    NUMERO CLIENTES :    232
                                                          NUMERO    : 0007
       ZONA : < 5.000 CLIENTES                      NUM. PS ASSOCIADO: 0----

NUM INCID.  :              NUM TRAB PRG.              NUM TOTAL INC.:
NUM INT. ACD: 3            NUM INT. PRG:              NUM.TOTAL INT.: 3
        Observacao:  Existem 1 INSTALACOES associadas a este P.T.
      PF17: CONSULTA SAIDA SUBESTACAO        PF18: CONSULTA TRANSFORMADORES

46                                                                      08/24
```

Conectado Geral MSSERV EN LU77 APIA

Iniciar | Genérica - Eicon Aviva | Explorando - Manuel | PT007MTS Circuito3 | PT007MTS Circuito1 2 | PT007MTS Circuito3 2 | 15:06

Sessão Editar Visualizar Ferramentas Macro Transferir Espaço de Trabalho Ajuda

```
GT4010P                    SISTEMA DE GESTAO DE INCIDENTES                22/05/2002
ENPTJRF                       SIMULACAO DE INCIDENTES                       15:10:52
                                                                   PAG.:  1 DE  1
DEP.RESP.: 1200 AR GRANDE PORTO                      ESTADO: PD PENDENTE
DESCRICAO: XXX
INS.AFECT: T_ 0007 GFO-RUA PASSOS M  AN  TIPO INCID.: ___
PIQUETE  : ____                          INST.ORIGEM: ___
           ____                          ELEM.AVAR. : ___
           ____                          EMPR.: ____
DATA DET : 22 - 05   15 : 07     DATA PREV.RES: __ - __  00 : 00
CODIGO   : 121507286                     NUM. NOTA :
O/S      :                 DATA COMB.:                    HORA COMB.:
          SAIDA  PT   POTENCIA CONT.(kVA)     CLTES   AFECTADOS    DURACAO
             EDP            PT EDP                       PT EDP      (min)
          ---------   ------------------     ----------------     --------

          ---------   ------------------     ----------------     --------
PENDENTES:    26            1633,00                 232
                          PF24: OPCOES
```

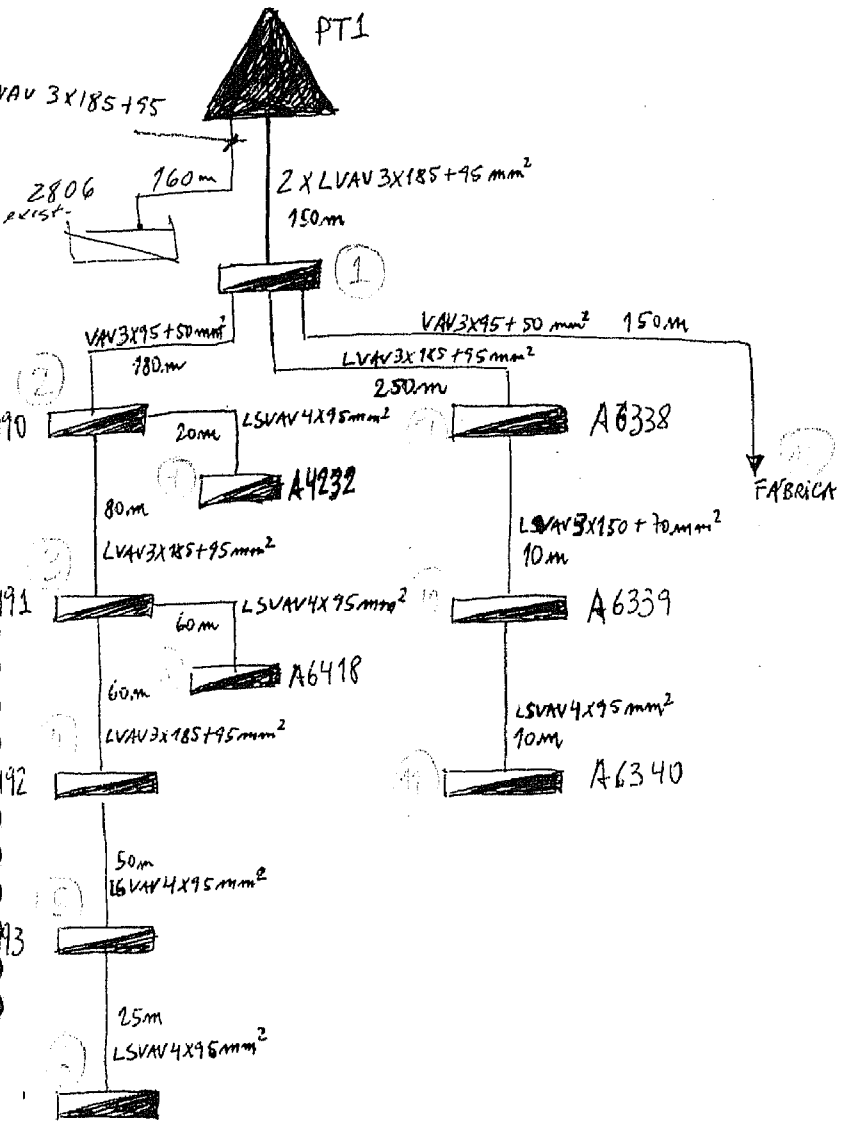
05/61

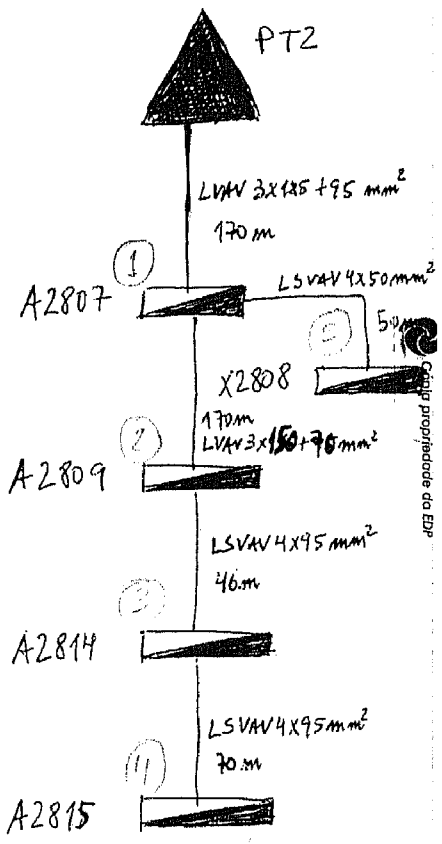
Conectado. Geral MSSERV EN LU:77 APIA

Iniciar | Genérica - Eicon... | Explorando - Manuel | PT007MTS Circuito3 | PT007MTS Circuito1 2 | PT007MTS Circuito3 2 | PT007MTS Circuito1 | 15:11

REDE DE DISTRIBUIÇÃO

MARIA LUÍSA REINA MAIA E OUTROS





Cópia propriedade da EDP

REBATE

Programa de Cálculo de Apoio ao Dimensionamento de Redes BT

REDE ACTUAL

AR

Posto de Transformação

Identificação: PT 1 - Loteamento MARIA MAIA

Potência do Transformador:	630	kVA
Ponta do PT:		kW
Total das Potências Contratadas:		kVA
N.º Total de Clientes:		clientes

Saída em Estudo

Identificação: Saídas do PT007/MTS

Informação SGI		
	N.º Clientes --	Pot. Contratada kVA
Saída do QGBT (Cod. 1 a 25)		
Saídas Fictícias (Cod. ≥ 26)		
Total:	0	0
N.º Anual de Interrupções (n_s)		

Rede Actual: X

Ponta da Saída (P_S) : kW

Rede Remodelada:

r (*) = 0,00 p.u.

Cálculo de Ps

Rede Nova:

Comprimento Total da Saída =	980	m
Ponta da Saída (P_S) =	160,32	kW
Relação de Pontas (P_S / P'_S) =	1,00	p.u.

k (**) = 0,00 p.u.

Especificação de k

(*) r : Relação de Pontas (Ps / P's) , i.e., (Ponta Lida / Ponta Calculada)

(**) k : Relação (Comprimento da rede Remodelada ou Nova) / (Comprimento da rede Actual)

Obs. O valor de 'k' depende do tipo de estudo a efectuar, sendo actualizável no botão respectivo.

No caso de 'Rede Actual' e 'Rede Nova': k = 1,00 p.u.

No caso de 'Rede Remodelada': k =] 0 ; 1] p.u.

ENTRADA DE DADOS PARA O CÁLCULO DE REDES BT

AR
0

PT 1 - Loteamento MARIA MAIA
Saídas do PT007/MTS

Topologia da Rede

[A]

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

'Ramos'

	Cabo / Condutor		
	Tipo (*)	S_{fase} mm²	Comprimento m
1	LVAV	185	85
2	LVAV	185	180
3	LVAV	185	80
4	LVAV	185	60
5	LSVAV	95	50
6	LSVAV	95	25
7	LSVAV	95	20
8	LSVAV	95	60
9	LVAV	185	250
10	LVAV	150	10
11	LSVAV	95	10
12	LSVAV	95	150
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			

'Nós'

	N_{ij} — P_{cij}, kVA												Casos Especiais Trifásicos		N_i
	1,15	3,45	6,9		10,35		13,8	17,25	20,7	27,6	34,5	41,4	$\Sigma N_{esp,i}$ clientes	$\Sigma P_{esp,i}$ kVA	clientes
	Monof	Monof	Monof	Trif	Monof	Trif	Trif	Trif		Trif					
F_j	0,5				0,6			0,7		0,8					
nó 1															0
nó 2	1	6	8			4	3								22
nó 3		2	1				1		2						6
nó 4	1	7	3			2									13
nó 5	1		4			1									6
nó 6	2	13	7			2									24
nó 7			1							1					2
nó 8		2	2												4
nó 9		1	11				1						1	49,0	14
nó 10		4	9			2									15
nó 11		1	3			1									5
nó 12							1						1	99,0	2
nó 13															--
nó 14															--
nó 15															--
nó 16															--
nó 17															--
nó 18															--
nó 19															--
nó 20															--
nó 21															--
nó 22															--
nó 23															--
nó 24															--
nó 25															--
nó 26															--
nó 27															--
nó 28															--
nó 29															--
nó 30															--

Comprimento Total = 980 m $P_{Contratada}$ (SGI) = 0 kVA $P_{Contratada}$ (Total Informado) = 892 kVA ΣN_i = 113

PARÂMETROS DE REFERÊNCIA

Utilização da Ponta	h	horas	1.750
Factor de Carga	α	--	0,20
Factor de Perdas	β	--	0,09
Factor de Potência	cos ϕ	--	0,93
Reactância Quilométrica	χ	ohm.km⁻¹	0,1
Queda Tensão Máxima Regulamentar na Rede	q.d.t.	%	5
Tempo Médio de Reparação por Avaria	ti	horas	1,0
N.º Anual de Interrupções por 1000 Clientes	ni	número/1000	0
Resistividade do Condutor (alumínio)	ρ_{Al}	ohm.mm².m⁻¹	0,033
Resistividade do Condutor (cobre)	ρ_{Cu}	ohm.mm².m⁻¹	0,021

Gama de Valores Típicos (Redes Novas)
1000 < h < 2000
--
--
tg ϕ = 0,4
0,07 < χ < 0,15 (Aéreo Torçada e Subt.) (a)
R.Urbana: 5 a 6% ; R.Rural: 6 a 8%
0,5 < ti < 1,5
--
--

(a) 0,15 < χ < 0,25 (Aéreo. Nú)

Evolução Temporal

Especificação da Pot. de Ponta na Saída do PT	
$P'_{Saída}$ kW	$P_{Saída}$ kW
160,32	0,00

P_s / P'_s = 0,00 p.u.

Ano 1
$P_{Saída\ PT}$ (Ano 1)
0,00 kW

Especificação do Crescimento	
Ano k (Base Ano 0)	tc %
Ano 2	0
Ano 3	0
Ano 4	0
Ano 5	0
Ano 6	0
Ano 7	0
Ano 8	0
Ano 9	0
Ano 10	0

Ano k (**)
$P_{Saída\ PT}$ (Ano k)
0,00 kW

(*) CU, AL, XS, LXS, VAV, LSVAV, LVAV

(**) Ano de ordem mais elevada, para o qual se especificou um valor de $t_c \neq 0$. Caso o valor da Taxa de Crescimento das Potências de Ponta (consumos) seja nulo ao longo dos anos, tc = 0, temos: Ano k = Ano 1.

SAÍDA DE RESULTADOS DO CÁLCULO DE REDES BT

AR
0

PT 1 - Loteamento MARIA MAIA
Saídas do PT007/MTS

Verificação de Existência de Sobrecarga

	Condutor				Fusível gG
	Secção mm²	(a)	I A	I_{max} A	I_n A
1	185		248,8	281,8	250 A
2	185		131,5	281,8	250 A
3	185		90,7	281,8	250 A
4	185		64,8	281,8	250 A
5	95		50,3	193,1	160 A
6	95		42,5	193,1	160 A
7	95		36,8	193,1	160 A
8	95		14,9	193,1	160 A
9	185		97,5	281,8	250 A
10	150		45,3	247,1	200 A
11	95		20,6	193,1	160 A
12	95		154,8	193,1	160 A
13	--		--	--	--
14	--		--	--	--
15	--		--	--	--
16	--		--	--	--
17	--		--	--	--
18	--		--	--	--
19	--		--	--	--
20	--		--	--	--
21	--		--	--	--
22	--		--	--	--
23	--		--	--	--
24	--		--	--	--
25	--		--	--	--
26	--		--	--	--
27	--		--	--	--
28	--		--	--	--
29	--		--	--	--
30	--		--	--	--

(a) Indicação de que a secção adoptada no 'ramo' correspondente é insuficiente.
(b) Indicação de que foi ultrapassado o valor máximo admissível de q.d.t.

Determinação da Restrição de Potência, ΔP_{NR} (kW)

(Potência de Ponta Máxima em Condições Regulamentares de Tensão)

	$P'_{ramo\ i'}$ kW	$P'_{ramo\ i'}$ kW	ΔU %	(b)
1	160,32	160,32	1,87	
2	84,75	84,75	3,96	
3	58,43	58,43	4,61	
4	41,76	41,76	4,95	
5	32,42	32,42	5,35	*
6	27,41	27,41	5,51	*
7	23,74	23,74	4,08	
8	9,63	9,63	4,75	
9	62,81	62,81	4,03	
10	29,17	29,17	4,07	
11	13,26	13,26	4,11	
12	99,77	99,77	5,52	*
13	0,00	0,00	0,00	
14	0,00	0,00	0,00	
15	0,00	0,00	0,00	
16	0,00	0,00	0,00	
17	0,00	0,00	0,00	
18	0,00	0,00	0,00	
19	0,00	0,00	0,00	
20	0,00	0,00	0,00	
21	0,00	0,00	0,00	
22	0,00	0,00	0,00	
23	0,00	0,00	0,00	
24	0,00	0,00	0,00	
25	0,00	0,00	0,00	
26	0,00	0,00	0,00	
27	0,00	0,00	0,00	
28	0,00	0,00	0,00	
29	0,00	0,00	0,00	
30	0,00	0,00	0,00	

Ponta Real	Ponta Possível
160,3 kW	160,3 kW

Factor de Restrição de Potência

m_0 = 1,000 p.u.

ΔU_{max}
5,52 %

$(\Delta U_{max})_{Admissível}$
5 %

Resultados

Código Objectivo ASCI(D) (Rede BT)	Grandezas	Quantidade Actual [X] Esperada [ ]
B10	Energia Anual Não Fornecida (ENF)	0,0 kWh
B16	Restrição de Potência por q.d.t. Não Regulamentar (BT)	0,0 kW
C12	Energia Anual de Perdas (BT)	6 877,8 kWh
C13	ENF Anual devido à Conservação da Rede	0,0 kWh
C17	Número Anual de Interrupções (BT)	0 avr.

(*) k = 0,00 p.u. (Valor informado na Capa)

m_0 =

Cálculo do Factor de Restrição (m_0)

REBATE

Programa de Cálculo de Apoio ao Dimensionamento de Redes BT

AR

REDE NOVA

Posto de Transformação

Identificação: PT2 Loteamento MARIA MAIA

Potência do Transformador:	630	kVA
Ponta do PT:		kW
Total das Potências Contratadas:		kVA
N.º Total de Clientes:		clientes

Saída em Estudo

Identificação: Saída 3 do PT007/MTS

Informação SGI	N.º Clientes --	Pot. Contratada kVA
Saída do QGBT (Cod. 1 a 25)		
Saídas Fictícias (Cod. ≥ 26)		
Total:	0	0
N.º Anual de Interrupções (n_s)		

Rede Actual:

Ponta da Saída (P_S) : kW

Rede Remodelada:

$r^{(*)}$ = 0,00 p.u.

Cálculo de Ps

Rede Nova: X

Comprimento Total da Saída =	506	m
Ponta da Saída (P_S) =	61,73	kW
Relação de Pontas (P_S / P'_S) =	1,00	p.u.

$k^{(**)}$ = 0,00 p.u.

Especificação de k

(*) r : Relação de Pontas (Ps / P's) , i.e., (Ponta Lida / Ponta Calculada)

(**) k : Relação (Comprimento da rede Remodelada ou Nova) / (Comprimento da rede Actual)

Obs. O valor de 'k' depende do tipo de estudo a efectuar, sendo actualizável no botão respectivo.

No caso de 'Rede Actual' e 'Rede Nova': k = 1,00 p.u.

No caso de 'Rede Remodelada': k =] 0 ; 1] p.u.

ENTRADA DE DADOS PARA O CÁLCULO DE REDES BT

AR
0

PT2 Loteamento MARIA MAIA
Saída 3 do PT007/MTS

Topologia da Rede

[A]

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

'Ramos'

	Cabo / Condutor		
	Tipo (*)	S_{fase} mm²	Comprimento m
1	LVAV	185	170
2	LVAV	150	170
3	LSVAV	95	46
4	LSVAV	95	70
5	LSVAV	50	50
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			

'Nós'

	N_{ij} — P_{cij}, kVA												Casos Especiais Trifásicos		N_i
	1,15	3,45	6,9		10,35		13,8	17,25	20,7	27,6	34,5	41,4			
	Monof	Monof	Monof	Trif	Monof	Trif	Trif	Trif		Trif			ΣN_{espi}	ΣP_{espi}	
F_j	0,5				0,6			0,7		0,8			clientes	kVA	clientes
no 1	2		2			3			1						8
no 2		1	12			4	1		1						19
no 3	1	1	1			1									4
no 4		5	3												8
no 5			1				1								2
no 6															—
no 7															—
no 8															—
no 9															—
no 10															—
no 11															—
no 12															—
no 13															—
no 14															—
no 15															—
no 16															—
no 17															—
no 18															—
no 19															—
no 20															—
no 21															—
no 22															—
no 23															—
no 24															—
no 25															—
no 26															—
no 27															—
no 28															—
no 29															—
no 30															—

Comprimento Total = 506 m $P_{Contratada}$ (SGI) = 0 kVA $P_{Contratada}$ (Total Informado) = 311 kVA ΣN_i = 41

PARÂMETROS DE REFERÊNCIA

Utilização da Ponta	h	horas	1.750
Factor de Carga	α	—	0,20
Factor de Perdas	β	—	0,09
Factor de Potência	cos ϕ	—	0,93
Reactância Quilométrica	χ	ohm.km⁻¹	0,1
Queda Tensão Máxima Regulamentar na Rede	q.d.t.	%	5
Tempo Médio de Reparação por Avaria	ti	horas	1,0
N.º Anual de Interrupções por 1000 Clientes	ni	número/1000	0
Resistividade do Condutor (alumínio)	ρ_{Al}	ohm.mm².m⁻¹	0,033
Resistividade do Condutor (cobre)	ρ_{Cu}	ohm.mm².m⁻¹	0,021

Gama de Valores Típicos (Redes Novas)
1000 < h < 2000
—
—
tg ϕ = 0,4
0,07 < χ < 0,15 (Aéreo Torçada e Subt.) (a)
R.Urbana: 5 a 6% ; R.Rural: 6 a 8%
0,5 < ti < 1,5
—
—

(a) 0,15 < χ < 0,25 (Aéreo, NU)

Evolução Temporal

Especificação da Pot. de Ponta na Saída do PT	
$P'_{Saída}$ kW	$P_{Saída}$ kW
61,73	61,73

P_S / P'_S = 1,00 p.u.

Ano 1
$P_{Saída\ PT}$ (Ano 1)
61,73 kW

Especificação do Crescimento	
Ano k (Base Ano 0)	tc %
Ano 2	0
Ano 3	0
Ano 4	0
Ano 5	0
Ano 6	0
Ano 7	0
Ano 8	0
Ano 9	0
Ano 10	0

Ano k (**)
$P_{Saída\ PT}$ (Ano k)
61,73 kW

(*) CU, AL, XS, LXS, VAV, LSVAV, LVAV

(**) Ano de ordem mais elevada, para o qual se especificou um valor de $t_c \neq 0$. Caso o valor da Taxa de Crescimento das Potências de Ponta (consumos) seja nulo ao longo dos anos, tc = 0, temos: Ano k = Ano 1.

SAÍDA DE RESULTADOS DO CÁLCULO DE REDES BT

AR
0

PT2 Loteamento MARIA MAIA
Saída 3 do PT007/MTS

Verificação de Existência de Sobrecarga

	Condutor				Fusível gG
	Secção mm²	(a)	I A	I_{max} A	I_n A
1	185		95,8	281,8	250 A
2	150		71,7	247,1	200 A
3	95		29,7	193,1	160 A
4	95		21,5	193,1	160 A
5	50		17,0	129,9	100 A
6	–		–	–	–
7	–		–	–	–
8	–		–	–	–
9	–		–	–	–
10	–		–	–	–
11	–		–	–	–
12	–		–	–	–
13	–		–	–	–
14	–		–	–	–
15	–		–	–	–
16	–		–	–	–
17	–		–	–	–
18	–		–	–	–
19	–		–	–	–
20	–		–	–	–
21	–		–	–	–
22	–		–	–	–
23	–		–	–	–
24	–		–	–	–
25	–		–	–	–
26	–		–	–	–
27	–		–	–	–
28	–		–	–	–
29	–		–	–	–
30	–		–	–	–

(a) Indicação de que a secção adoptada no 'ramo' correspondente é insuficiente.
(b) Indicação de que foi ultrapassado o valor máximo admissível de q.d.t.

Determinação da Restrição de Potência, ΔP_{NR} (kW)

(Potência de Ponta Máxima em Condições Regulamentares de Tensão)

	$P'_{ramo\ i}$ kW	$P''_{ramo\ i}$ kW	ΔU %	(b)
1	61,73	61,73	1,44	
2	46,23	46,23	2,73	
3	19,14	19,14	2,94	
4	13,84	13,84	3,18	
5	10,93	10,93	1,68	
6	0,00	0,00	0,00	
7	0,00	0,00	0,00	
8	0,00	0,00	0,00	
9	0,00	0,00	0,00	
10	0,00	0,00	0,00	
11	0,00	0,00	0,00	
12	0,00	0,00	0,00	
13	0,00	0,00	0,00	
14	0,00	0,00	0,00	
15	0,00	0,00	0,00	
16	0,00	0,00	0,00	
17	0,00	0,00	0,00	
18	0,00	0,00	0,00	
19	0,00	0,00	0,00	
20	0,00	0,00	0,00	
21	0,00	0,00	0,00	
22	0,00	0,00	0,00	
23	0,00	0,00	0,00	
24	0,00	0,00	0,00	
25	0,00	0,00	0,00	
26	0,00	0,00	0,00	
27	0,00	0,00	0,00	
28	0,00	0,00	0,00	
29	0,00	0,00	0,00	
30	0,00	0,00	0,00	
Ponta Real	61,7 kW			
Ponta Possível		61,7 kW		

Factor de Restrição de Potência

m_0= 1,000 p.u.

ΔU_{max}
3,18 %

$(\Delta U_{max})_{Admissível}$
5 %

Resultados

Código Objectivo ASCI(D) (Rede BT)	Grandezas	Quantidade Actual ☐ Esperada ☒
B10	Energia Anual Não Fornecida (ENF)	0,0 kWh
B16	Restrição de Potência por q.d.t. Não Regulamentar (BT)	0,0 kW
C12	Energia Anual de Perdas (BT)	1 020,0 kWh
C13	ENF Anual devido à Conservação da Rede	0,0 kWh
C17	Número Anual de Interrupções (BT)	0 avr.

(*) k = 0,00 p.u. (Valor informado na Capa)

m_o=

Cálculo do Factor de Restrição (m_0)

BASE DE DADOS

Cabos				Fusível
Montagem ---	**Tipo** ---	$I_{fabricante}$ A	I_{max} A	I_n A
Aéreo	CU6	31	29,5	25 A
	CU10	43	40,9	32 A
	CU16	75	71,3	63 A
	CU25	100	95,0	80 A
	CU35	125	118,8	100 A
	CU50	160	152,0	125 A
	AL20	43	40,9	32 A
	AL25	75	71,3	63 A
	AL40	100	95,0	80 A
	AL60	125	118,8	100 A
	AL85	160	152,0	125 A
	XS6	50	47,5	40 A
	XS10	70	66,5	50 A
	LXS16	75	71,3	63 A
	LXS25	100	95,0	80 A
	LXS35	120	114,0	100 A
	LXS50	150	142,5	125 A
	LXS70	190	180,5	160 A
	LXS95	230	218,5	200 A
Subterrâneo	VAV6	56	51,2	40 A
	VAV10	75	68,6	50 A
	VAV16	98	89,7	80 A
	VAV25	128	117,1	100 A
	VAV35	157	143,7	125 A
	VAV50	185	169,3	150 A
	VAV70	228	208,6	160 A
	VAV95	275	251,6	200 A
	LSVAV16	80	73,2	63 A
	LSVAV25	99	90,6	80 A
	LSVAV35	118	108,0	80 A
	LSVAV50	142	129,9	100 A
	LSVAV70	176	161,0	140 A
	LSVAV95	211	193,1	160 A
	LSVAV120	242	221,4	200 A
	LVAV150	270	247,1	200 A
	LVAV185	308	281,8	250 A

GDL1300M
ENMAMVF

SIMULACAO DE ORCAMENTOS
FIM DO ORCAMENTO

28/05/2002
17:33:43

DEP.RESP.: 1200 AR GRANDE PORTO
OBRA : MODIFICAÇÃO PT N°7/MTS-REDE BT

	OBRA(Esc)	CLIENTE(Esc)
PROJECTO :		%
LICENCAS :		%
INDEMNIZACOES :		%
MATERIAL :	1.325.485	
MAO OBRA :	902.701	
ENCARG. ESTRUT. :		
TOTAL :	2.228.186	

PF13: MENU GERAL PF14: NOVO ORCAMENTO PF15: IMPRESSAO

Cópia propriedade da EDP

$C = 1,2 \times 2.227186$ €

$= 2.673.832$ €

$= 13.336,97$ Euros.

GDL1170M
ENMAMVF

SIMULACAO DE ORCAMENTOS
DISCRIMINACAO GERAL DO ORCAMENTO

28/05/2002
17:32:27

DEP.RESP.: 1200 AR GRANDE PORTO
OBRA : MODIFICAÇÃO PT N°7/MTS-REDE BT

CO		U.C. / MATERIAIS / UNIDADES OBRA	-- QUANTIDADE -- OBRA	CLIENTE
63	U	01G240 M3 AB+TP VALA EM TRAVES VIA PUBLICA	15	
63	U	01I400 M AB+TAP VALA TERRA COMP (C4) - PERFIL BT	180	
63	U	06G406 0,1M2 REP PAV F ROD - CUB CAL/GRANITO/CALC	39	
63	U	06G446 0,1M2 REP PAV PAS - BETONIL ACAB SUPERF ESQ	66	
63	U	32I413 M LVAV 3*185+95 EM VALA ABERTA	180	
63	U	32I424 M LVAV 3*185+95 EM TUBO EXIST	460	
63	U	37I902 TERM + LIG LVAV 3*185+95 - PT/ARM DIST	9	
63	U	37I905 TERM + LIG LSVAV 4*95 - PT/ARM DIST	2	
63	U	46I493 ARMARIO DIST 4+1 CIRC T2 EM MAC PRE-FAB	1	
63	U	60I403 ELECTRODO DE TERRA	2	
63	U	60I412 M ESTABELECIMENTO CIRCUITO TERRA	10	

PF13: CL.OB. PF14: ORCAM.TIPO PF16: COD.U.C. PF17: LIS.MATE. PF18: COD.MATE.
PF12: TOTAIS PF19: REC.MATE. PF15: LIS.U.C. PF22: UNID.OBRA PF24: FIM ORCAM

Copia propriedade da EDP

GDL1170M
ENMAMVF

SIMULACAO DE ORCAMENTOS
DISCRIMINACAO GERAL DO ORCAMENTO

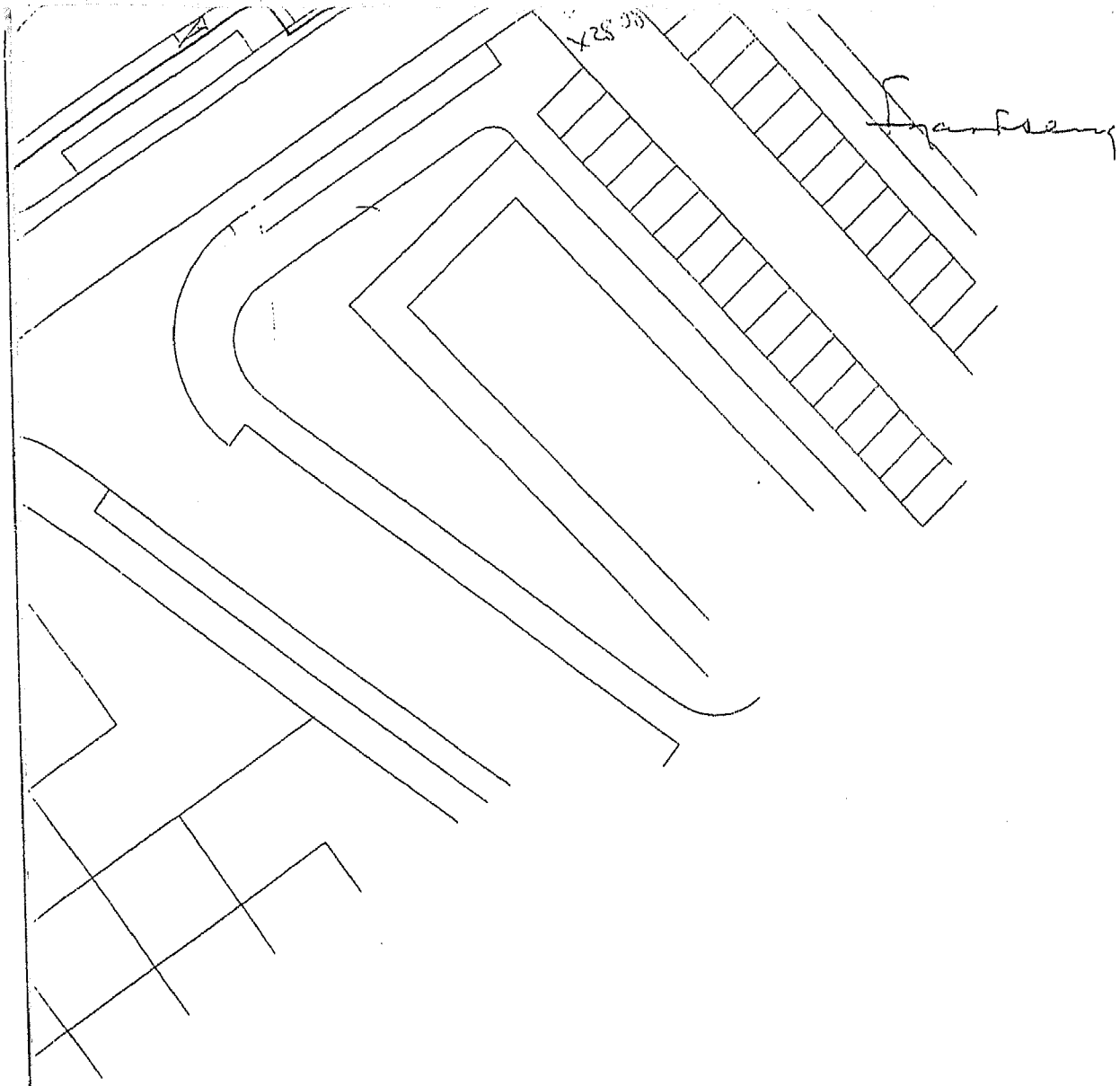
28/05/2002
17:33:10

DEP.RESP.: 1200 AR GRANDE PORTO
OBRA : MODIFICAÇÃO PT N°7/MTS-REDE BT

CO	U.C. / MATERIAIS / UNIDADES OBRA	-- QUANTIDADE -- OBRA	CLIENTE
63	M 00244314759 EL SUB FAC 315A400V GG T2	12	

PF13 : CL.OB. PF14: ORCAM.TIPO PF16: COD.U.C. PF17: LIS.MATE. PF18: COD.MATE.
PF12 : TOTAIS PF19: REC.MATE. PF15: LIS.U.C. PF22: UNID.OBRA PF24: FIM ORCAM

Copia propriedade da EDP



PROJECTOU	01/05/21	Eng. Monteiro da Mota
DESENHOU	01/05/21	Jorge Faria
COPIOU	__/__/__	
VERIFICOU	__/__/__	
APROVOU	__/__/__	

ARQUITECTURA

PLANTA DO LOTEAMENTO

ESCALAS:

1/500

MARIA LUÍSA REINA MAIA E OUTROS

LOTEAMENTO

RUA DE PASSOS MANUEL

GUIFÕES – MATOSINHOS

REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA

OMEGA

PROJECTOS DE ENGENHARIA E ARQUITECTURA, Ldª

OBSERVAÇÕES

2.1

A	B	C	D	E	F	G
OUT.00						

VI. Análise de Projectos de Loteamentos

1. Enquadramento da análise efectuada

Quando um empreendedor constrói um loteamento, tem que construir também determinadas infraestruturas que são indispensáveis ao seu funcionamento:

- → Rede de gás;
- → Rede de águas e saneamento;
- → Rede de telecomunicações;
- → Rede de distribuição de electricidade (Média Tensão, Postos de Transformação, Baixa Tensão e Iluminação Pública);
- → Rede de televisão por cabo.

Estas infraestruturas construídas são depois entregues às entidades (SMAS, PT Comunicações, EDP Distribuição, etc.) que fazem a sua exploração, manutenção e as ligam às redes já existentes.

Por diversas razões, entre as quais a rapidez na resolução de avarias, estas entidades restringem os materiais que são aplicados nas suas redes. Para além desta restrição, durante a execução das infraestruturas são fiscalizadas determinadas tarefas, consideradas mais críticas. Quando a infraestrutura é entregue à entidade correspondente, são feitos ensaios a diversos elementos que a compõem.

A análise de projecto de loteamentos é portanto a primeira fase deste processo de acompanhamento à execução de novas infraestruturas de electricidade.

2. Apreciação de projectos

Na EDP Distribuição há um documento denominado "Normas para apreciação de projectos", no qual se baseia toda a análise feita aos projectos. Neste documento são descritas as características técnicas que os diversos elementos das redes de Baixa Tensão, Iluminação Pública, Postos de Transformação e Rede de Média Tensão devem ter, para cumprir requisitos regulamentares, normas da EDP (chamadas DMA's) e os documentos que o projecto deve incluir.

À medida que a análise do projecto é efectuada, assinala-se numa lista predefinida o estado de conformidade de cada ponto e as observações que devem ser feitas.

Depois desta análise estar feita, é contactado o técnico responsável pelo projecto, por forma a corrigir as não conformidades que o projecto possa ter.

3. Verificações a efectuar a cálculos eléctricos

A verificação dos cálculos eléctricos num projecto de infraestruturas de um loteamento espelha bem os métodos céleres, normalmente baseados em tabelas, que se utilizam na empresa para noutras alturas efectuar dimensionamento de redes.

As tabelas que apresento em anexo mostram valores que rapidamente podem ser comparados com os que constam no projecto, para todas as fases desde a determinação da potência à escolha das canalizações e respectivas protecções. A análise de curto-circuitos mínimos é feita calculando o tempo de fadiga térmica das canalizações, com posterior comparação com os tempos de actuação dos fusíveis em tabela, ou pela verificação que não são excedidas os comprimentos máximos das canalizações, valores estes também indicados em tabelas.

4. Exemplos de aplicação prática

Dos vários projectos que pude analisar e comparar com a análise efectuada pelo Engenheiro do departamento, vou apresentar um dos que teve mais pontos para corrigir. Trata-se do loteamento Portas Fronhas em Vila do Conde, do qual apresento a ficha de apreciação em anexo.

VII. Análise de Projectos de 2ª Categoria

A análise de projectos de 2ª Categoria é feita apenas nos casos em que na mesma construção existe também um posto de seccionamento.

Nestes casos, é feita uma análise aos seguintes pontos:

- Entrada de pessoas – tem que haver uma entrada para uso exclusivo por pessoal da entidade distribuidora, com acesso directo para a rua ou se não for directo, que não tenha obstáculos;
- Encravamentos – a aparelhagem de média tensão instalada tem que permitir o seu encravamento de posição por chave da entidade distribuidora;
- Separação de áreas – as áreas de acesso privado e as de acesso por pessoal da entidade distribuidora devem estar convenientemente separadas por uma rede. Este ponto é apenas uma observação.

Desta forma é possível fazer manobras no posto de seccionamento e corte, inclusive o corte de alimentação ao cliente, sem que este possa interferir.

VIII. Software utilizado

SIT – Sistema de Informação Técnica

Trata-se de um sistema que funciona com uma poderosa base de dados, que contém informação sobre todo o tipo de redes eléctricas de distribuição, aliando informação como cartografia digital. Actualmente é mais utilizado para consultar os traçados das redes no subsolo mas a sua utilização como uma verdadeira ferramenta de trabalho é feita tanto no projecto e construção de redes como na sua manutenção.

Durante o estágio várias foram as vezes que consultei o sistema por causa das imagens aéreas mas ainda tive oportunidade de ver como é actualizada a sua base de dados, com um código rigoroso de expressão da topografia das redes.

A grande vantagem deste sistema, para além da sua componente gráfica, é o facto de relacionar o que normalmente chamam por dois mundos: o de imagens topográficas e o dos desenhos esquemáticos.

Apresento em anexo uma imagem com as redes de média tensão e baixa tensão inerentes ao PT 1091 do Porto, e o esquema eléctrico de um PT tipo cabina baixa.

REBATE – Programa de cálculo de apoio ao dimensionamento de redes de baixa tensão

Trata-se de um programa feito em Excel, que permite fazer de uma forma rápida os cálculos básicos inerentes aos estudo de uma rede de baixa tensão.

De uma forma engenhosa, consegue-se descrever a topologia da rede, introduzir os dados da potência em jogo, obtendo-se um cálculo da queda de tensão para cada nó e se existe ou não sobrecargas nas canalizações. O único cuidado a ter é de numerar os nós da rede com uma deterinada ordem, tal como está feito no caso prático de Guifões.

IX. Bibliografia

Durante o estágio tive oportunidade de consultar as seguintes publicações de uma forma mais ou menos aprofundada, conforme os casos:

- Recomendações para Linhas Aéreas de Alta Tensão até 30 kV. – DGE;
- Guia de Aplicação de Tabelas de Materiais. – EDP;
- R.S.L.E.A.T. – Regulamento de Segurança de Linhas Eléctricas de Alta Tensão;
- Catálogo de postes de betão Cavan;
- Guia Técnico Solidal;
- Guia técnico de redes aéreas de baixa tensão em condutores isolados agrupados em feixe (torçada)- DGE;
- Regulamento de Segurança de Redes de Distribuição de Energia Eléctrica em Baixa Tensão;
- Condições de aceitação de infraestruturas – EDP Distribuição;
- Normas para apreciação de projectos – EDP Distribuição;
- Decreto-Lei nº555/99 – Estabelece o regime jurídico da urbanização e edificação;
- Decreto-Lei nº177/2001 – Corrige o anterior decreto em alguns artigos.

Anexo
H

ANÁLISE DE PROJECTOS DE LOTEAMENTOS

TEMPO DE FUSÃO DE FUSÍVEIS EM FUNÇÃO DA CORRENTE (VALORES RETIRADOS DE GRÁFICOS)

In=50 A

I (A)	Tfus (s)
0000	> 5,000
200	5,000
225	4,000
250	3,000
275	2,000
300	1,000
350	0,500
500	0,100
600	0,050
700	0,030
800	0,020
1000	0,010
1400	0,004

In=63 A

I (A)	Tfus (s)
0000	> 5,000
270	5,000
275	4,000
300	3,000
325	2,000
375	1,000
450	0,500
650	0,100
750	0,050
850	0,030
950	0,020
1250	0,010
1700	0,004

In=80 A

I (A)	Tfus (s)
0000	> 5,000
350	5,000
375	4,000
400	3,000
425	2,000
475	1,000
550	0,500
800	0,100
950	0,050
1050	0,030
1250	0,020
1500	0,010
2000	0,004

In=100 A

I (A)	Tfus (s)
0000	> 5,000
450	5,000
475	4,000
525	3,000
550	2,000
650	1,000
775	0,500
1200	0,100
1400	0,050
1500	0,030
1750	0,020
2100	0,010
3000	0,004

In=125 A

I (A)	Tfus (s)
0000	> 5,000
575	5,000
600	4,000
650	3,000
700	2,000
800	1,000
900	0,500
1300	0,100
1500	0,050
1750	0,030
2000	0,020
2500	0,010
3500	0,004

In=160

I (A)	Tfus (s)
0000	> 5,000
750	5,000
800	4,000
850	3,000
900	2,000
1100	1,000
1200	0,500
1700	0,100
2000	0,050
2400	0,030
2600	0,020
3300	0,010
4600	0,004

In=200 A

I (A)	Tfus (s)
0000	> 5,000
1050	5,000
1100	4,000
1150	3,000
1250	2,000
1450	1,000
1600	0,500
2200	0,100
2700	0,050
3000	0,030
3400	0,020
4200	0,010
6000	0,004

In=250 A

I (A)	Tfus (s)
0000	> 5,000
1350	5,000
1400	4,000
1500	3,000
1650	2,000
1850	1,000
2100	0,500
2900	0,100
3500	0,050
4000	0,030
4500	0,020
5750	0,010
8000	0,004

In=315 A

I (A)	Tfus (s)
0000	> 5,000
1900	5,000
1950	4,000
2000	3,000
2200	2,000
2500	1,000
2800	0,500
3700	0,100
4400	0,050
5000	0,030
5500	0,020
00000	0,010
10000	0,004

In=400 A

I (A)	Tfus (s)
0000	> 5,000
2400	5,000
2500	4,000
2700	3,000
2900	2,000
3300	1,000
3650	0,500
5000	0,100
5800	0,050
6600	0,030
7500	0,020
9500	0,010
14000	0,004

INSTALAÇÕES INDIVIDUAIS

S (KVA)	I (A)	CABO	Tipo
3,45 (monof)	5	VAV 4 x 10	T00
10,35 (monof)	15	VAV 4 x 10	T00
20,7 (monof)	30	VAV 4 x 10	T00
6,9	10	VAV 4 x 10	T00
10,35	15	VAV 4 x 10	T00
13,8	20	VAV 4 x 10	T00
17,25	25	VAV 4 x 10	T00
20,7	30	VAV 4 x 10	T00
27,6	40	VAV 3x16+10	T00
34,5	50	VAV 3x16+10	T00
41,4	60	VAV 3x16+10	T00
55,2	80	VAV 3x16+10	T00
69	100	LSVAV 4x50	T00
86,25	125	LSVAV 4x50	T00
110,4	160	LSVAV 4x95	T2
138	200	LSVAV 4x95	T2
172,5	250	LVAV 3x150+70	T2
172,5	250	LVAV 3x185+95	T2
217,35	315	LVAV 3x185+95	T2
276	2x200	2 x LSVAV 4x95	T2
345	2x250	2 x LVAV 3x185+95	2 T2
434,7	2x315	2 x LVAV 3x185+95	2 T2

INSTALAÇÕES COLECTIVAS

S (KVA)	I (A)	CABO	Tipo
S <=55,2	80	VAV 3x16+10	T00
55,2<S<=88,25	125	LSVAV 4x50	T00
88,25<S<=138	200	LSVAV 4x95	T2
138<S<=172,5	250	LVAV 3x150+70	T2
138<S<=217,35	315	LVAV 3x185+95	T2

FICHA DE APRECIAÇÃO DE PROJECTOS

LOTEAMENTO N.º 982/02 - LV
REQUERENTE: Duarte Gonçalves da Silva
LOCALIZAÇÃO: Loteamento Portas Fronhas, Vila do Conde
TÉCNICO: José Manuel Azevedo Rodrigues Gomes

PROJECTO		S	N
N.º de Exemplares			
Termo de Responsabilidade		X	
Ficha de Identificação	(1)*	X	
Ficha Electrotécnica			X
Ficha de Descrição das Potências	(2)*	X	
Planta Topográfica			X
Exemplar em formato reproduzível			X
Mapa de Medições	(3)		X
POSTO DE TRANSFORMAÇÃO			
Construção Civil	(4)		X
Ventilação		X	
Localização e Acessos	(5)	X	
Tubagem e Caixas de Visita BT e MT	(6)		X
Dimensões das Celas	(7)		X
Encravamentos		X	
Equipamento MT de Entrada/Saída	(8)		X
Equipamento MT de Protecção ao Transf.		X	
Transformador (perdas extra reduzidas)	(9)		X
Ligação MT ao Transf. 3xLXHIOV (1x120)	(10)		X
QGBT tipo CA2 (1000 A)	(11)		X
a) Ligação ao QGBT 7xLSVV (1x380)	(12)		X
b) Aparelhagem de acordo			
c) Quadro de IP	(13)		X
Terras de Protecção e de Serviço	(14)		X
Acessórios			
REDE BT			
Cabos normalizados	(15)		X
Vala BT		X	
Rede de tubagem e Caixas de visita	(16)	X	
Travessias			
ADs / CRs normalizados			X
Triblocos			X
Caixa de visita do AD	(16)		X
AD - Ligação das bainhas met. dos cabos	(17)		X
AD - Terras	(13)		X

		S	N
Cálculos	(12)		X
ILUMINAÇÃO PÚBLICA			
Cabos normalizados	(13) (1)		X
Recomendações C. E. I.			
Luminárias normalizadas	(3)		X
Colunas normalizadas	(1)*	X	
Electrificação	(3)		X
Terras	(3)		X
MÉDIA TENSÃO			
Vala MT			X
Cabo normalizado			X
MEDIÇÕES			
De acordo			X
DESENHOS			
De acordo	(18)		X

Observações:

(1) Instalação de 2ª Categoria ?
(2) coeficientes de simultaneidade errados
(3) materiais não recomendados
(4) desenhos das grelhas de ventilação e portas; não têm características de c civil PT nem corte transversal
(5) Localização não acessível a uma sua
(6) Não existe ex. visita MT, saída BT não concordante com desenhos
(7) Celas mal desenhadas no corte
(8) I.e. curta duração admissível 16kA x f/1s
(9) Não há indicações dos pesos (ferro e cobre)
(10) Cabos 95mm² cobre
(11) Não especifica tipo de quadro
(12) Cabos XV 2 ou 120 mm² secções equivalentes
(13) Não especifica
(14) Primeiro descreve sistema TT, depois terra geral
(15) VAV 3x70+35 não é normalizado
(16) Dimensões das caixas de visita da rede e dos A
(17) colunas cilíndricas
(18) Faltam muitos desenhos, alguns deles (caixas vent citados na memória descritiva

e aparelhagem → b) Aparelhagem de acordo

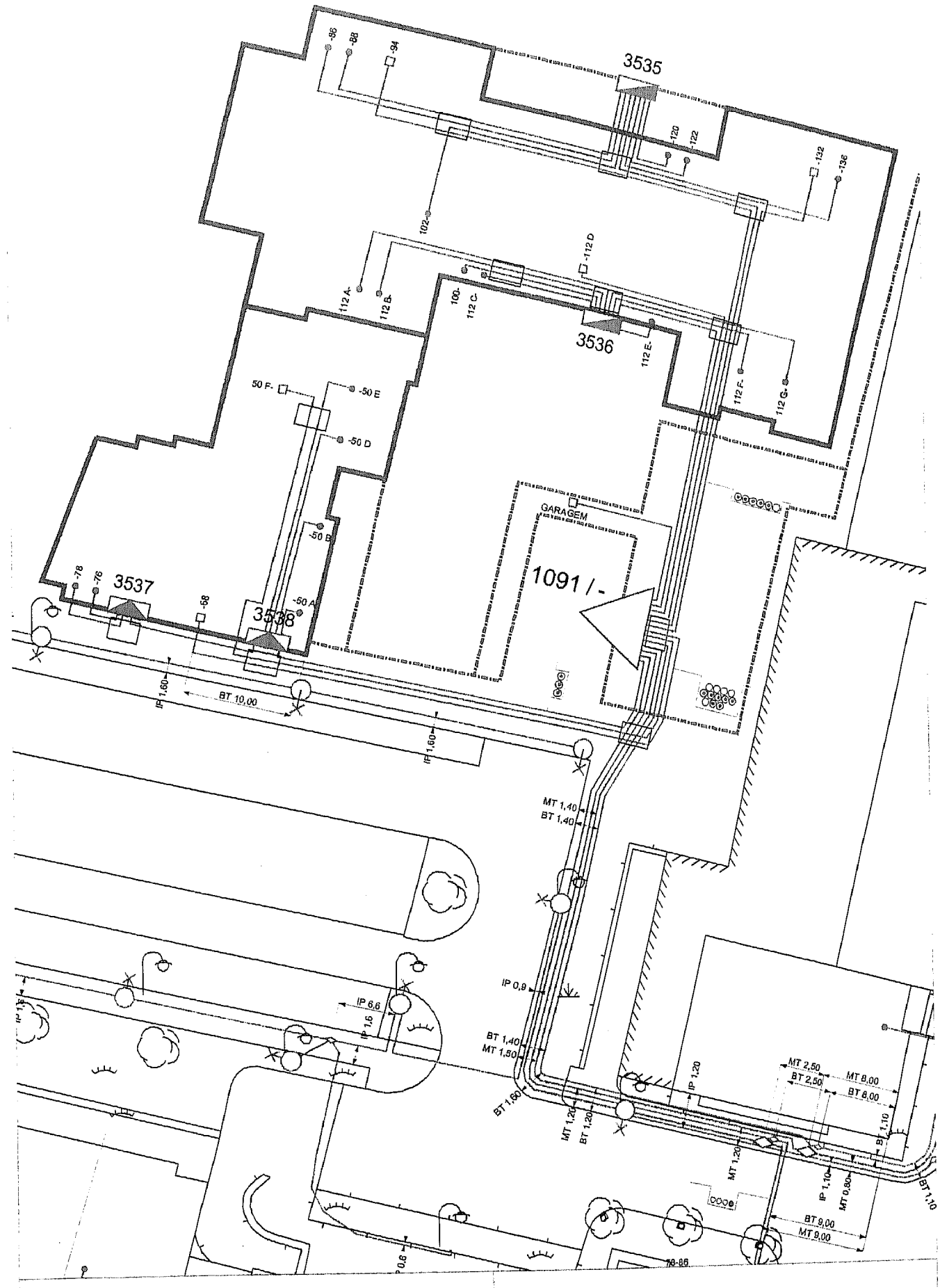
mais → Acessórios

Protecção de BT no PT por disjuntores ou fusíveis?

Cópia propriedade da EDP

Anexo
I

SISTEMA DE INFORMAÇÃO TÉCNICA



EDP Distribuição
Energia, S.A.
GRUPO EDP

Rede MT/ BT/ IP

Data: 14/6/2002

Escala: 1:500