



UNIVERSIDADE
EDUARDO
MONDLANE

FACULDADE DE ENGENHARIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

CURSO:

ENGENHARIA ELÉCTRICA

RELATÓRIO DE ESTÁGIO PROFISSIONAL

TITULO:

**CRIAÇÃO DE PONTOS DE SECCIONAMENTO NA EL
MACANETA - DISTRITO DE MARRACUENE - PROVÍNCIA
MAPUTO**

AUTOR:

Carlitos Evaristo Mussago Choma

SUPERVISOR:

Mestre Fernando Chachaia, Eng.

Maputo, Julho 2022



FACULDADE DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

CURSO:

ENGENHARIA ELÉCTRICA

RELATÓRIO DE ESTÁGIO PROFISSIONAL

TITULO:

**CRIAÇÃO DE PONTOS DE SECCIONAMENTO NA EL
MACANETA - DISTRITO DE MARRACUENE -
PROVÍNCIA MAPUTO**

AUTOR:

Carlitos Evaristo Mussago Choma

SUPERVISOR:

Mestre Fernando Chachaia, Eng.

Maputo, Julho 2022



FACULDADE DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA
LICENCIATURA EM ENGENHARIA ELÉCTRICA
F1-GUIA DE AVALIAÇÃO DO RELATÓRIO ESCRITO

Nome do estudante: **CARLITOS EVARISTO MUSSAGO CHOMA**

Referência do tema:

Data:/...../2022

Título do tema: **CRIAÇÃO DE PONTOS DE SECCIONAMENTO NA EL MACANETA -
 DISTRITO DE MARRACUENE - PROVÍNCIA MAPUTO**

1.Resumo	Classificação				
1.1.Apresentação dos pontos chaves no resumo (clareza, organização, correlação com o apresentado)	1	2	3	4	5
Secção 1 subtotal (máx: 5)					

2.Resumo	Classificação									
2.1.Objectivos	1	2	3	4	5					
2.2.Introdução, antecedentes e pesquisa bibliográfica	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2.3.Metodologias	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2.4.Resultados, sua análise e discussão	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2.5.Conclusões e aplicação dos Resultados (Recomendações)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Secção 2 subtotal (máx: 45)										

3.Argumentação	Classificação									
3.1.Criatividade e originalidade	1	2	3	4	5					
3.2.Rigor	1	2	3	4	5					
3.3.Análise Crítica, evidência e lógica	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3.4.Relação objectivos/ métodos/ resultados/ conclusões	1	2	3	4	5					
3.5.Relevância	1	2	3	4	5					
Secção 3 subtotal (máx: 30)										

4.Apresentação e estilo da escrita	Classificação				
4.4.Legibilidade e organização do trabalho	1	2	3	4	5
4.2.Ilustração e qualidade das figuras e tabelas	1	2	3	4	5
4.3.Estilo da escrita (fluência do texto, uso da língua e gramática)	1	2	3	4	5
4.4.Fontes bibliográficas (citação correcta, referências, etc)	1	2	3	4	5
Secção 4 subtotal (máx: 20)					

Total de pontos (máx: 100)		Nota (= Total*0.2)	
-----------------------------------	--	---------------------------	--

Assinatura do Supervisor: _____



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE

FACULDADE DE ENGENHARIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

FICHA DE AVALIAÇÃO DA ATITUDE DO ESTUDANTE

(Auxiliar para o supervisor)

Nome do estudante: **CARLITOS EVARISTO MUSSAGO CHOMA**

Referência do tema:

Data:/...../2022

Título do tema: **CRIAÇÃO DE PONTOS DE SECCIONAMENTO NA EL MACANETA -
DISTRITO DE MARRACUENE - PROVÍNCIA MAPUTO**

Indicador	Classificação				
	1	2	3	4	5
Atitude geral (manteve uma disposição positiva e sentido de humor)	1	2	3	4	5
Dedicação e comprometimento (Deu grande prioridade ao projecto e aceitou as responsabilidades prontamente)	1	2	3	4	5
Independência (realizou as tarefas independentemente, como prometido e a tempo)	1	2	3	4	5
Iniciativa (viu o que devia ter sido feito e fê-lo sem hesitar e sem pressões do supervisor)	1	2	3	4	5
Flexibilidade (disponibilidade para se adaptar e estabelecer compromissos)	1	2	3	4	5
Sensibilidade (ouviu e tentou compreender as opiniões dos outros)	1	2	3	4	5
Criatividade (contribuiu com imaginação e novas ideias)	1	2	3	4	5
Total de pontos (max: 35)					

Valor do classificador	Cotação obtida	Significado
	1	Não aceitável (0 a 9 valores)
	2	Suficiente (10 a 13 valores)
	3	Bom (14 a 16 valores)
	4	Muito Bom (17 a 18 valores)
	5	Excelente (19 a 20 valores)

Total de pontos (max: 35)	
----------------------------------	--

Nota (=Total*20/35)	
----------------------------	--



FACULDADE DE ENGENHARIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

CURSO: LICENCIATURA EM ENGENHARIA ELÉCTRICA

TERMO DE ENTREGA DO RELATÓRIO DE ESTÁGIO PROFISSIONAL

Declaro que o estudante **CARLITOS EVARISTO MUSSAGO CHOMA** entregou no dia/...../2022 as___ cópias do relatório do seu Estágio Profissional com referência:.....

Intitulado: **criação de pontos de seccionamento na EL Macaneta - Distrito de Marracuene - Província Maputo**

Maputo, _____ de _____ 2022

A chefe da Secretaria

(dra. Arlete Chiconela Cucu)

DECLARAÇÃO DE HONRA

Eu, **Carlitos Evaristo Mussago Choma** estudante do curso de Engenharia Eléctrica, da Faculdade de Engenharia da Universidade Eduardo Mondlane, declaro por minha honra que o presente trabalho é da minha autoria, sendo fruto dos conhecimentos adquiridos ao longo da formação, investigação pessoal e orientação do supervisor. Declaro ainda que o conteúdo do presente trabalho é original e as fontes consultadas estão identificadas na bibliografia.

Maputo, Julho de 2022

Assinatura

(Carlitos Evaristo Choma)

DEDICATÓRIA

A minha Família, minha esposa

RESUMO

A energia eléctrica tem um papel fundamental no desenvolvimento de uma comunidade. Portanto, a qualidade de serviço ao cliente apresenta-se no topo dos maiores desafios das concessionárias de energia eléctrica, um dos grandes vectores desta qualidade é a continuidade de serviço. No presente relatório pretende-se minimizar a problemática de interrupções frequentes de energia eléctrica na comunidade de Macaneta, distrito de Marracuene província de Maputo através da mudança de perfil da rede eléctrica com vista criar mais três pontos de seccionamento na EL-Macaneta de modo a melhorar a flexibilidade e eficiência na manobra, durante os trabalhos de manutenção, proporcionando maior qualidade de energia fornecida aos consumidores da comunidade de Macaneta.

Palavras chaves: Energia Eléctrica, Pontos de Seccionamento, EL-Macaneta

ABSTRACT

The Electricity has a fundamental role in the development of a community. Therefore, the quality of customer service presents itself at the top of the biggest challenges for electric energy of concessionaires, one of the great vectors of this quality is the continuity of electrical service. The present report intends to minimize the problem of frequent electrical power interruptions in the Macaneta community, Marracuene district, Maputo province, by changing the profile of the electrical network by creating three more disconnection points in EL-Macaneta to improve flexibility. and efficiency in maneuvering during maintenance work, providing better quality of energy supplied to consumers in the Macaneta community.

Keywords: Electricity, Disconnecting Switch points, EL-Macaneta

ÍNDICE

Declaração de honra	I
Resumo	III
Abstract	IV
Índice.....	V
Lista de figuras	VIII
Lista de tabelas	IX
Listas de anexos	X
Lista de abreviaturas e siglas.....	XI
Lista de símbolos	XII
Capítulo i- Introdução	14
1.1. Contextualização.....	14
1.2. Formulação do problema	15
1.3. Justificativa do tema.....	16
1.4. Objectivos	17
1.4.1. Objectivo geral	17
1.4.2. Objectivos específicos	17
1.5. Metodologia.....	18
1.6. Estrutura do trabalho.....	19
capítulo ii - revisão bibliográfico	20
2.1. Caracterização de uma linha mt.....	20
2.1.1. Apoios.....	20
2.1.2. Postes.....	21
2.1.3. Vãos máximos	21
2.1.4. Distâncias mínimas dos condutores ao solo.....	22

2.1.5.	Classificação das redes de média tensão quanto à localização	23
2.1.5.1.	Rede aérea	23
2.1.5.2.	Redes urbanas	24
2.1.6.	Condutores	24
2.1.7.	Armações.....	25
2.1.8.	Isoladores	27
2.2.	Seccionadores.....	29
2.2.2.	Características técnicas e o princípio de funcionamento de um seccionador	30
2.2.3.	Características técnicas do seccionador da linha el-macaneta	33
2.2.4.	Características construtivas, (sti electronica, 2019)	35
2.2.4.1.	Descrição características construtivas, (grupo energisa s.a, 2021)	35
2.2.5.	Condições gerais de funcionamento das chaves seccionadoras.....	37
2.2.6.	Expectativa de vida útil, (grupo energisa s.a, 2021)	37
2.2.7.	Materiais construtivos dos seccionadores,	38
2.3.	Chave seccionador fusível (<i>fuse link</i>) (<i>xs</i>)	41
2.3.1.	Descrição.....	41
2.3.2.	Características de um seccionador chave fusível.....	41
2.3.3.	Funções	42
2.4.	Elos fusíveis	43
2.5.	Dimensionamento de uma linha mt	45
2.5.1.	Aspectos a considerar no dimensionamento	45
2.5.2.	Traçado da linha mt	46
2.5.3.	Cálculo eléctrico.....	47
Capítulo iii-	Memorial descritivo e justificativo	50
3.1.	Geral.....	50

3.2. Localização geográfica de localidade de macaneta	50
3.3. Fornecimento de energia.....	51
3.3.1. Rede eléctrica de comunidade de macaneta.....	52
3.3.2. Lista das interrupções ocorridas no alimentador durante a operação da linha el-macaneta antes do estudo.....	52
3.3.3. Perfil da rede da comunidade de macaneta com dois pontos seccionamento	53
3.3.4. Perfil da nova rede da comunidade de macaneta com mais três ramais e seccionadores.....	53
3.4. Criação dos potos de seccionamentos.....	53
3.4.1. Dimensionamento do elo fusível (<i>fuse link</i>) da chave seccionadora.....	53
3.4.2. Seccionadores 1 e 2	55
3.4.3. Seccionador 3.....	56
3.4.4. Seccionador 4.....	57
3.4.5. Seccionador 5.....	58
3.5. Estimam ativa dos custos do projecto.....	59
Capítulo iv – Conclusões e Recomendações.....	60
4.1. Conclusões	60
4.2. Bibliográficas.....	61
Anexos	A

LISTA DE FIGURAS

Figura 2. 1: Cabos de Alumínio nus com alma de Aço.	25
Figura 2. 2: Armações existentes	27
Figura 2. 3: Cadeia de Isoladores	28
Figura 2. 4: Isoladores de vidro	28
Figura 2. 5: Isoladores cerâmicos	28
Figura 2. 6: Chaves seccionadores	29
Figura 2. 7: Chave seccionadora unipolar de tipo Faca (FC) e seus componentes	34
Figura 2. 8: Visão geral de uma chave seccionadora unipolar de Força tipo (SF)	36
Figura 2. 9:Características técnicas da Chave seccionadora Fusível unipolar tipo XS. 41	
Figura 2. 10:Chave fusível (a esquerda) & elo fusível (a direita).....	42
Figura 2. 11: Curva de operação dos elos fusíveis do tipo K, grupo A.....	44
Figura 3. 1: Localização Geográfica da Localidade Macaneta.....	50
Figura 3. 2:Rede de Transporte e Distribuição de Energia Eléctrica no Distrito de Marracuene	51
Figura 3. 3: Rede de média tensão da comunidade de Macaneta	52
Figura 3. 4:Seccionadores tipo <i>Dop-out fuse link</i>	56
Figura 3. 5: Ponto de Seccionamento 3	57
Figura 3. 6: Ponto de Seccionamento 4.	58

LISTA DE TABELAS

Tabela 2. 1:Vãos máximos entre apoios	22
Tabela 2. 2: Vãos óptimos em função do tipo de condutor	22
Tabela 2. 3:Características técnicas da Chave seccionadora unipolar	34
Tabela 2. 4: Distâncias mínimas adoptadas na EDM Distribuição	47
Tabela 3. 1: Limites geográficos da comunidade de Macaneta distrito de Marracuene	50
Tabela 3. 2: Potência de transformadores	53
Tabela 3. 3-Cálculo das correntes admissíveis dos elos fusíveis de cada Ramal	55

LISTAS DE ANEXOS

ANEXO 1.....	Error! Bookmark not defined.
ANEXO 2: DIAGRAMA DE MT ANTES DA RECONFIGURAÇÃO	1
ANEXO 3:DIAGRAMA DE MT DEPOIS DA RECONFIGURAÇÃO.....	Error! Bookmark not defined.
ANEXO 4:TRAVESSA DE 1,70M - ALÇADO PRINCIPAL (EDM, 2006).....	1
ANEXO 5:TRAVESSA DE 1,70M - ALÇADO LATERAL (EDM, 2006).....	Error! Bookmark not defined.
ANEXO 6:IMPLANTAÇÃO DO APOIO (EDM, 2006)	1
ANEXO 7:PROTECÇÃO CONTRA ESCALAMENTO (EDM, 2006).....	1
ANEXO 8:POSTE DE ALINHAMENTO COM CANADIANA - 33 KV (EDM, 2006)	1
ANEXO 9:PORMENORES DO POSTE DE ALINHAMENTO - 33 KV (EDM, 2006)	1
ANEXO 10:LEGENDA PARA O ANEXO 5 E 6 (EDM, 2006)	A
ANEXO 11:PÓRTICO DE AMARRAÇÃO COM SECCIONADOR - VISTA FRONTAL (EDM, 2006).....	1

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Eng.	Engenheiro
Eq.	Equação
f.e.m	Força electromotriz
Fig.	Figura
Nº	Número
Pag.	Página
Qtd.	Quantidade
CEI	Comissão Electrotécnica Internacional
EDM	Electricidade de Moçambique
PE	Polietileno
PT	Posto de Transformação
PTP	Posto de Transformação Privado
PTS	Posto de Transformação de Serviço
PVC	Policloreto de Vinilo
QGBT	Quadro Geral de Baixa Tensão
RD	Rede de Distribuição
RSIUEE	Regulamento de Segurança das Instalações de Utilização de Energia Eléctrica
RTIEBT	Regras Técnicas das Instalações Eléctricas de Baixa Tensão
SE	Subestação Eléctrica

LISTA DE SÍMBOLOS

S_{AT}	Potência aparente do Transformador (VA)
S_A''	Potência aparente pelo método de coeficiente de sobrecarga admissível (VA)
$K_{scadm}\%$	Coeficiente de sobrecarga admissível em percentagem.
I_s	Corrente de serviço (A)
f	Frequência (Hz)
U_n	Tensão nominal (V)
γ	Factor de correcção para temperaturas ambientes diferentes de 20°C
β	Factor de correcção para cabos multi-condutores enterrados
I_{fict}	Corrente fictícia (A)
I_{max}	Corrente máxima admissível na canalização (A)
S_N	Secção nominal (m)
I_z	Intensidade de corrente máxima admissível (A)
I_{np}	Corrente nominal de protecção (A)
I_{nf}	Corrente de não funcionamento (A)
I_f	Corrente de funcionamento (A)
ρ	Resistividade do material (Ohm/m/mm ²)
l	Comprimento (m)
R_m	Resistência do cabo a montante (Ohm)
r	Resistência máxima em corrente continua a vinte graus Celcius (Ohm)
$R_{(c20^\circ C)}$	Resistência do cabo a vinte graus Celcius (Ohm)
R_c	Resistência do cabo (Ohm)
T_i	Temperatura inicial
T_f	Temperatura final
α	Coeficiente de temperatura
R_{tc}	Resistência total do cabo (Ohm)
I_{cc}	Corrente de curto-circuito (A)
t_{act}	Tempo de actuação (s)
$(\cos\phi)_m$	Factor de potência médio
γ	Condutibilidade eléctrica (Mho/m/mm ²)

δ	Densidade de carga
Δ_u (%)	Queda de tensão percentual
Δ_u (V)	Queda de tensão em volts
C	Índice de Carga
M	Número de manobras de troca de fase
S_n	Potência aparente nominal (VA)

CAPÍTULO I- INTRODUÇÃO

1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO

A qualidade de serviço ao cliente apresenta-se no topo dos maiores desafios das concessionárias de energia eléctrica, um dos grandes vectores desta qualidade é a continuidade de serviço. A questão torna mais complicada, quando a linha passa por local com difícil acesso. Este facto, dificulta os trabalhos de manutenção preventiva e corretiva, o que resulta numa descontinuidade no fornecimento em um período longo. Para ultrapassar, essas dificuldades propõem-se a instalação de pontos de seccionamento na linha de média tensão (MT) de 33kV que alimenta a localidade.

Assim para garantir a flexibilidade da alimentação de várias zonas da localidade de Macaneta distrito de Marracuene em caso de avarias e manutenção na linha de média tensão (MT) de 33kV, com apenas dois pontos de seccionamentos, devem ser criados mais 3 (três) pontos o que vai garantir a continuidade no fornecimento de energia eléctrica com qualidade necessária para os consumidores. Com mais três pontos de seccionamento, teremos:

- Em caso de qualquer perturbação na rede afectará apenas o circuito em causa, mantendo os demais em serviço;
- Facilidade de manutenção, visto que com a criação dos pontos de seccionamento a linha terá um perfil que passará próximo da estrada que dá acesso a localidade;
- Facilidade de localização do circuito ou ponto de avaria.

Ponto de seccionamento é um ponto da rede eléctrica que permite a descontinuidade ou continuidade dum circuito (ramal), constituído por uma base de “*Drop-outs link fusível ou sold link*”.

Este projecto destina-se ao estudo que permita à criação de 3 (três) pontos de seccionamento na EL Macaneta - distrito de Marracuene - Província Maputo, concessionada pela Electricidade de Moçambique (ED). Com a criação, de ponto de seccionamento vai permitir mudança de perfil da linha para adequar os pontos críticos de modo a facilitar o acesso durante a manutenção e localização de pontos de avarias, assim, só alguma parte da localidade pode ficar sem a energia eléctrica por algum tempo.

1.2. FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

A EL-Macaneta é uma linha muito extensa e alimenta a localidade de Macaneta onde a carga importante é composta por estâncias turísticas e residências, configurado num único perfil. Com a ocorrência de qualquer perturbação que surge na rede eléctrica, torna a localidade sem alimentação de energia eléctrica, resultando em prejuízos aos consumidores e a concessionária (EDM) de energia eléctrica. Diante deste problema, pretende-se criar três pontos de seccionamento.

1.3. JUSTIFICATIVA DO TEMA

A localidade de Macaneta é alimentada com uma linha de 33kV, designada por EL-Macaneta que parte da subestação de Marracuene. Sendo que a alimentação desta localidade é feita de forma radial com um único circuito (ramal) que interliga os postos de transformação entre si, e com apenas 2 (dois) pontos de seccionamento do tipo *sold link*, fazendo com que qualquer perturbação ou manutenção num dos pontos da rede, seja impossível isolar o ponto de avaria sem desligar toda rede, resultando em cortes frequentes de energia de natureza forçada (manutenção) ou avarias, e com entrada de mais 3 pontos de seccionadores do tipo *droup-outs link* fusível, será possível minimizar o efeito de uma avaria em qualquer ponto, na medida em que, quando um ramal ter problemas pode ser retirado da rede para a reparação ou manutenção sem prejudicar a outros ramais.

1.4. OBJECTIVOS

1.4.1. Objectivo geral

- Criar pontos de seccionamento na EL Macaneta.

1.4.2. Objectivos específicos

- Listar as interrupções ocorridas no alimentador durante a operação da linha EL-Macaneta antes deste estudo;
- Analisar as características técnicas e o princípio de funcionamento do seccionador para a linha EL-Macaneta;
- Propor um perfil com três ramais e seccionadores para a Linha EL Macaneta;
- Estudo de viabilidade técnica e financeira na criação de três pontos de seccionamento na linha EL-Macaneta.

1.5. METODOLOGIA

Para o alcance dos objectivos, propõe-se a pesquisa:

a) Quanto à abordagem

- **Qualitativa:** Será feita uma interpretação e a análise dos dados de perfil de tensão e pontos de seccionamento do consumo existentes.
- **Quantitativa:** Será feita uma análise e aquisição dos dados com vista a dar uma melhor proposta de perfil de tensão e pontos de seccionamento, com vista a melhoria no fornecimento de energia eléctrica e a eliminação das extensões de falhas.

b) Quanto à natureza

- **Aplicada:** Será necessário dar uma solução ao problema existente usando conhecimentos para fazer a mudança de perfil de tensão e pontos de seccionamento.

c) Quanto aos objectivos

- **Pesquisa descritiva:** Será feita uma análise e descrição dos dados colectados da duração das falhas antes e depois da mudança e criação dos pontos de seccionamento.

d) Quanto aos procedimentos

- **Pesquisa bibliográfica:** Será feita uma busca materiais, como livros, relatórios e artigos científicos com vista a satisfazer os objectivos da pesquisa.
- **Levantamento:** Será feito questionamentos directos com pessoas relevantes ao objecto de pesquisa, para a colecta dos dados, como técnicos responsáveis e gestores.
- **Estudo de caso:** Será feito uma exploração e descrição a situação real actual da comunidade de Macaneta, distrito de Marracuene província de Maputo através da mudança de perfil da rede eléctrica com vista a criar mais três pontos de seccionamento na EL-Macaneta, formular hipóteses, desenvolver teorias e explicar variáveis de causa.

1.6. ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente trabalho é dividido em 4 capítulos descritos da seguinte forma:

Capítulo I – Introdução

Neste capítulo é feita a contextualização do trabalho, Justificação, uma breve descrição das possíveis razões deste projecto em causa, a metodologia usada para a sua concepção, bem como os seus objectivos.

Capítulo II – Revisão Bibliográfica

Este é o capítulo é dedicado aos conceitos que fundamentam a teoria relevante ao princípio de funcionamento dos equipamentos que constituem uma rede de distribuição de energia eléctrica em média tensão e os seu respectivo sistema de protecção.

Capítulo III – Criação de pontos de seccionamentos

Neste capítulo dedica-se á todos os pormenores sobre a criação de pontos de seccionamento do tipo Drop-outs links fusíveis na Rede de distribuição de energia eléctrica em MT na localidade de Macaneta distrito de Marracuene e apresentar-se-á a proposta em relação ao problema em estudo, onde culmina na inserção de três (3) Pontos de seccionamento.

Capítulo IV – Conclusões e Recomendações

Por fim, este capítulo contempla as conclusões, recomendações relativamente aos objectivos traçados.

CAPÍTULO II - REVISÃO BIBLIOGRÁFICO

2.1. CARACTERIZAÇÃO DE UMA LINHA MT

Uma linha de média tensão é constituída por diversos materiais. Este subcapítulo destina-se à descrição dos mesmos.

2.1.1. Apoios

O apoio de uma linha aérea de MT é constituído por um poste (em betão ou madeira), e tem como função suportar os condutores, os isoladores e os acessórios. Os apoios devem ser dimensionados em função das alturas mínimas definidas regularmente, dos esforços mecânicos a que estão sujeitos, quer por acção do peso dos condutores e quer devido às condições atmosféricas, e do acesso ao local de implantação, (EDM, 2006).

A EDM opta sempre que possível por postes de madeira, pois apresentam um menor custo em relação aos postes em betão, fruto de possuírem uma base menor. O facto de os postes em betão virem para o local desmontado implica desde logo um custo adicional de mão-de-obra na sua montagem, (EDM, 2006).

Por isso os postes em betão apenas devem de ser utilizados quando não é possível o transporte de um poste de madeira para o local a instalar, ou quando os postes de madeira não suportam os esforços mecânicos aplicados pelos condutores.

Cada apoio vai estar sujeito a esforços aplicados pelos condutores, sendo que estes podem são classificados da seguinte forma, (R.S.I.U.E.E, 2011):

- ✓ **Esforços Verticais** – esforço resultante do peso dos condutores, armações e isoladores;
- ✓ **Esforços Transversais** – esforço resultante da tracção dos condutores quando estes fazem ângulos e/ou da acção do vento;
- ✓ **Esforços longitudinais** – esforço resultante dos diferentes esforços mecânicos aplicados pelos condutores dos vão adjacentes, ou quando o esforço é aplicado apenas de um dos lados.

2.1.2. Postes

Os postes são geralmente de madeira, betão, ferro ou aço, servem para sustentar linhas de transmissão de energia eléctrica que por sua vez alimenta os locais ou espaços residenciais, comerciais e industriais, além disso este previne com que os fios não sofram curto-circuito (tocarem-se) e protegem a superfície das ruas da inconveniência dos cabos e fios, (EDM, 2006).

Em geral, os postes mais utilizados são os de madeira comparativamente aos outros citados no parágrafo acima devido as suas vantagens no que diz respeito os custos de aquisição, transporte, manuseio e facilidade de colocação dos equipamentos auxiliares da rede, (R.S.I.U.E.E, 2011).

No entanto, postes de ferro, concreto e também de fibra são também usados. Postes de madeira são mais baratos, e os tratados com creosoto duram mais tempo. A par desta vantagem está a facilidade de subir e colocar dispositivos nesse tipo de postes, sem contar que o isolamento entre condutores activos e a terra é reforçado, (EDM, 2006).

A altura (h) dos postes em MT (Media tensão) de 12 a 15 metros, para a plantação ou colocação dos postes de madeira deve basear se nas seguintes fórmulas (R.S.R.D.E.E, 2011), **Vide Anexo:6**.

$$h' = 0,1 \times L + 0,5\text{metros} \quad [2.1]$$

Onde: L- comprimento do poste.

2.1.3. Vãos máximos

Segundo o Regulamento de Segurança de Redes de Distribuição de Energia Eléctrica em Baixa Tensão no artº 38 admite-se os seguintes vãos, (R.S.R.D.E.E, 2011):

- L = 50m, (largura igual á cinquenta metros) dentro de povoações com consumidores não dispersos, (R.S.R.D.E.E, 2011);
- L= 90m, (largura igual á noventa metros) fora das povoações, ou dentro de povoações com consumidores dispersos, (R.S.R.D.E.E, 2011).

Atendendo ao comprimento total do apoio, à profundidade do encastramento do apoio no solo, a altura do solo a que os condutores devem ficar e também à distância do topo a que os condutores serão fixados nos postes, os vãos máximos permitidos, para os diferentes cabos e tipos de apoio, no caso do terreno ser plano e horizontal e de não haver quaisquer acidentes ou obstáculos (EDM, 2006), são:

Tabela 2. 1:Vãos máximos entre apoios

		VÃOS MÁXIMOS		
		TIPO DE APOIO (altura; m)		
CABOS	VÃO (m)	12,25	15	18
	SQUIRREL	120	160	210
	FERRET	130	180	220
	MINK	150	210	240

Fonte: (EDM, 2006)

Contudo considerando as condições climáticas do nosso país (temperaturas e velocidades dos ventos), onde serão implantadas estas linhas, os vãos óptimos de montagem em função do tipo de condutor a ser utilizado são os seguintes, (EDM, 2006):

Tabela 2. 2: Vãos óptimos em função do tipo de condutor

CABOS	SQUIRREL	FERRET	MINK
Vão óptimo (m)	76	101	120

Fonte: (EDM, 2006)

2.1.4. Distâncias mínimas dos condutores ao solo

Segundo o Regulamento de Segurança de Redes de Distribuição de Energia Eléctrica em Baixa Tensão no artº 47 são permitidas as seguintes alturas mínimas entre os condutores ao solo, (R.S.I.U.E.E, 2011):

- $h = 5$ m, nos bairros e nas travessias de estradas;
- $h = 6$ m, nas estradas pavimentadas;
- $h = 7$ m, em auto-estradas.

i) Redes de Media Tensão

São redes primárias de distribuição que interligam entre postos de transformação e a rede de MT com tensões que vão desde 6,6kV, 11kV, 22kV e 33kV (EDM, 2006), onde o valor da tensão usado para linha em estudo é de 33kV si e eventualmente uma subestação a PT's, com as tensões de 11KV, 22KV e 33KV.

A electricidade de Moçambique, na altura da sua criação herdou um conjunto de redes com diferentes tensões, hoje já é visível o esforço feito no sentido da sua normalização, pois grande parte delas já foram convertidas para as tensões normalizadas, porém, constata-se que os níveis de tensão de 6,6 e 22kV, irão permanecer em zonas como Manica e Sofala, (EDM, 2006)

2.1.5. Classificação das redes de Média Tensão quanto à localização

Quanto a localização as redes de média tensão podem ser, (R.S.R.D.E.E, 2011):

- Aéreas
- Subterrâneas

2.1.5.1. Rede Aérea

rede aérea é o conjunto de condutores que constituem a rede de distribuição, montados a certa altura sobre um terreno, apoiados em postes por intermédio de isoladores. A rede aérea de média tensão é constituída por postes, isoladores, condutores e ferragens. Os postes servem para dar sustentação à rede e mantê-la distante do solo. Os isoladores impedem que os condutores e os postes entrem em contacto entre si, evitando deste modo que os postes transmitam energia a terra, (R.S.R.D.E.E, 2011).

ii) Classificação das redes quanto a disposição na área

Quanto disposição as redes electricas podem ser, (R.S.R.D.E.E, 2011):

- Redes Industrias;
- Redes urbanas;
- Redes rurais.

2.1.5.2. Redes Urbanas

A característica fundamental desta rede, é servir consumidores específicos como serviços públicos, empresas e industriais existentes nas cidades.

Nas cidades encontram-se consumidores que pelas suas funções não permitem interrupção no abastecimento de energia como hospitais, correios, estações de rádio e televisão e presidência. Uma característica particular das redes urbanas é a existência simultânea de consumidores de 1ª categoria e 2ª categoria. Uma característica também importante das redes urbanas são as pontas de carga no diagrama de cargas diário, que resultam da sobreposição dos diagramas de instituições públicas, industriais e domésticas, (R.S.I.U.E.E, 2011).

Em muitos países, incluindo Moçambique, aplicam-se tarifas por escalões de utilização consoante a hora do dia, sendo mais altas de dia que de noite para encorajar o aplainamento do diagrama de carga. Outro aspecto importante é o factor de potência, que actualmente nas redes urbanas para grandes cargas está entre 0,83 e 0,95 e para pequenas cargas varia entre 0,6 e 0,8. Prevê-se para o futuro uma diminuição desses valores nas redes de 6 a 20 kV, (EDM, 2006).

2.1.6. Condutores

Os condutores a utilizar nas linhas aéreas são, em regra, nus. Os condutores isolados são raramente utilizados, pois em experiências anteriores, constatou-se que o revestimento que protege o condutor alterava as características do condutor, por esse motivo, e analisando o factor económico, optou-se por utilizar condutores nus nas linhas aéreas. Os condutores nus utilizados nas linhas podem ser de Ligas de Alumínio. Alumínio-Aço ou de Cobre, sendo os mais utilizados os de Alumínio-Aço, (SOLIDAL, 2007).

Deve-se ao facto do aço potenciar uma maior resistência mecânica, ou seja, aumenta a tensão de rotura do condutor, enquanto o alumínio potencia uma elevada capacidade de transporte de energia. Os condutores de cobre deixaram de ser utilizados porque o seu preço no mercado cresceu exponencialmente nos últimos anos, e também por possuírem uma fraca flexibilidade, o que leva a um difícil manuseamento, (SOLIDAL, 2007).

O preço do material condutor também tem influência, mas o facto de o cobre ser um material mais pesado, e com menor resistência mecânica comparado com o alumínio, leva a que os esforços aplicados aos apoios sejam mais elevados, o que faz com que os custos com materiais (apoios e amarrações) sejam mais elevados.



Figura 2. 1: Cabos de Alumínio nus com alma de Aço.

Fonte: (<https://svrweb.cabelte.pt/>)

Os cabos condutores a usar na construção de linhas aéreas de média tensão serão de alumínio reforçados com fios de aço designados por “ACSR”.

As secções a usar serão, (EDM, 2006):

- Cabo ACSR “SQUIRREL” com a secção de 24,43 mm²;
- Cabo ACSR “FERRET” com a secção de 49,48 mm²;
- Cabo ACSR “MINK” com a secção de 73,71 mm²;

Em casos particulares podem ser usados cabos de secções maiores designadamente o cabo ACSR “RACCON” ou mesmo LEOPARD.

2.1.7. Armações

As armações são as estruturas metálicas colocadas na parte superior de um apoio, e tem como objectivo suportar os condutores das linhas aéreas. Dependendo da função do apoio, escolhe-se a armação mais conveniente, capaz de suportar os esforços mecânicos, (EDM, 2006).

Para os apoios que desempenham funções de fim de linha e de derivação recomenda-se as seguintes armações (EDM, 2006):

- HRFSC (Esteira horizontal);
- HTP4 (Esteira horizontal – destinado a apoios com PT aéreo).

Para os restantes tipo de apoios (alinhamento, ângulo e reforço) utilizam-se as seguintes armações, (EDM, 2006):

- HRFSC (Esteira horizontal normal ou reforçada);
- TAN (Triângulo para funções de ângulo);
- TAL (Triângulo para funções de alinhamento);
- GAN (Galhardete para funções de ângulo);
- GAL (Galhardete para funções de alinhamento);
- VAN (Esteira vertical para funções de ângulo);
- VAL (Esteira vertical para funções de alinhamento).

Como podemos verificar pelo nome dado às armações estas assumem a designação pela qual os condutores estão dispostos. A esteira vertical praticamente não se usa a não ser que se tenha ângulos muito fechados. Já a escolha entre a disposição em triângulo tem em consideração as distâncias entre vãos e as distâncias entre condutores, pois se a disposição em galhardete tem a vantagem de aumentar a distância entre condutores, a disposição em triângulo aumenta as distâncias ao solo e a edifícios, (EDM, 2006).



Figura 2. 2: Armações existentes
Fonte: (Barros, 2010).

2.1.8. Isoladores

Os isoladores têm com função isolar electricamente o condutor do apoio, e suportar mecanicamente o cabo, e são constituídos por vidro ou por cerâmica. Nas linhas de MT, podem-se utilizar isoladores rígidos, de eixo vertical ou de eixo horizontal e cadeias de isoladores, formadas por um conjunto de isoladores em forma de disco de vidro ou de porcelana. Nos novos projectos, os isoladores rígidos são pouco utilizados porque são de difícil montagem e demasiado frágeis devido ao seu tamanho.

As cadeias de isoladores devem de ser utilizadas em quase todo o tipo de linhas, pois apresentam melhores soluções em caso de manutenção, e alteração da linha. Nos apoios de alinhamento deve-se utilizar as cadeias de suspensão e nos restantes tipos de amarrações deve-se utilizar as cadeias de amarrações.



Figura 2. 3: Cadeia de Isoladores

Fonte: (Barros, 2010)

Segundo (Barros, 2010), a escolha do número de isoladores para formar uma cadeia de isoladores depende da tensão aplicada na linha. Actualmente a empresa, para a tensão de 15 kV, aplica três isoladores em cada cadeia, do tipo U70 para um isolamento simples e U100 para isolamento reforçado. Como já foi referenciado anteriormente um conjunto de isoladores podem formar dois tipos de cadeias, as cadeias de suspensão e as cadeias de amarração. As cadeias de amarração são cadeias que estão dispostas horizontalmente e são usadas em apoios de derivação, de ângulo ou fim de linha. Já as cadeias de suspensão podem estar dispostas verticalmente ou em V, e são usadas em apoios onde a linha se encontra suspensa (apoios de alinhamento).



Figura 2. 4: Isoladores de vidro
Fonte: (www.siklo.com.br)



Figura 2. 5: Isoladores cerâmicos
Fonte: (www.isolanteeletrico.com.br)

2.2. Seccionadores

Um **seccionador** é componente electromecânico que permite separar de maneira mecânica um circuito eléctrico de alimentação, garantindo visivelmente uma distância satisfatória de isolamento eléctrico. O objectivo pode ser, por exemplo, assegurar a segurança das pessoas que trabalham sobre a parte energizada do circuito eléctrico bem como eliminar uma parte avariada para poder continuar o funcionamento com o resto dos circuitos.

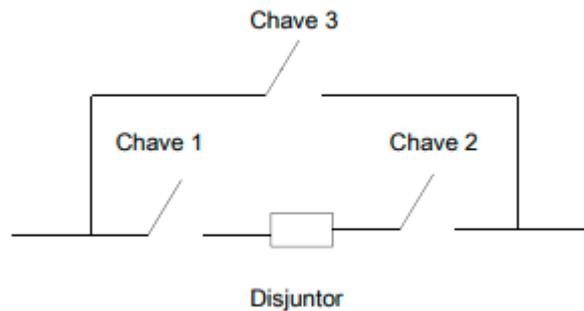


Figura 2. 6: Chaves seccionadores

Fonte: (Grupo Energisa S.A, 2021)

2.2.1. Tipos de seccionadores

Os seccionadores são distinguidos de acordo com a sua abertura.

Características das Aberturas Características das Aberturas:

- Abertura vertical – Tipo LA ;
- Abertura central – Tipo HE ;
- Dupla abertura lateral – Tipo LB ;
- Abertura vertical reversa – Ti LAV po;
- Abertura lateral – Tipo HB;
- Abertura semi-Abertura semi -pantográfica vertical pantográfica vertical – Tipo SSP; Tipo SSP;
- Abertura semi-pantográfica horizontal – Tipo SOH;
- Abertura monopolaes tipo Abertura monopolaes tipo “faca ” – Tipo GB e GH Tipo GB e GH.

2.2.2. Características técnicas e o princípio de funcionamento de um seccionador

Os seccionadores de linhas aéreas de MT são aparelhos electrotécnicos, que surgem da necessidade de garantir segurança e isolamento visível de zonas de rede, e possui as seguintes características:

a) Arco eléctrico

Surge devido a uma descarga eléctrica entre dois eléctrodos condutores (exemplo: faca – maxila) separados por um meio isolante (exemplo: ar), (Geraldés, 2008).

b) Centro de condução

É o órgão de condução das redes de distribuição encarregue da vigilância e condução das instalações e equipamentos das redes de distribuição, (Geraldés, 2008).

c) Corrente máxima de curta duração

É o valor eficaz de corrente que o aparelho é capaz de suportar na sua posição de fechado sob condições de utilização e comportamento especificadas, (Geraldés, 2008).

d) Corte ou seccionamento de uma instalação

É a interrupção de todos os condutores activos provenientes das suas fontes de alimentação como por exemplo: abrir um seccionador, abrir arcos ou fiadores de continuidade, com a condição de que as características dos equipamentos que asseguram esta função respondam aos critérios de interrupção, (Geraldés, 2008).

e) Intensidade nominal

É a máxima corrente normal de funcionamento, (Geraldés, 2008).

f) Isolamento

É a acção que consiste em separar electricamente uma instalação de todas as possíveis fontes de tensão, por meio de seccionadores abertos ou por qualquer

outro método equivalente de seccionamento, que dê iguais garantias de separação permanente, (Geraldès, 2008).

g) Linha de fuga mínima

É o valor mínimo, em milímetros, do comprimento do isolador por cada quilovolt de tensão da linha, mediante o grau de poluição onde esta está inserida, (Geraldès, 2008).

h) Manobras

São acções destinadas a realizar mudanças de esquema de exploração, para desligar ou a religar instalações para trabalhos.

i) Nível de isolamento

É o conjunto dos valores de tensão nominal, tensão de ensaio à frequência industrial e tensão de ensaio ao choque que caracterizam o aparelho de corte quanto à sua aptidão para resistir aos campos eléctricos, (Geraldès, 2008).

j) Operação

É a acção desencadeada localmente ou por telecomando que visa modificar o estado de um órgão ou sistema, (Geraldès, 2008).

k) Perigo eléctrico

É a fonte de possíveis danos corporais ou prejuízos para a saúde devidos à presença de energia eléctrica numa instalação eléctrica, (Geraldès, 2008).

l) Poder de corte

É o máximo valor da corrente que o aparelho pode cortar, sob determinada tensão, (Geraldès, 2008).

m) Poder de fecho

É a corrente que o aparelho é capaz de estabelecer correctamente sob uma dada tensão, (Geraldès, 2008).

n) Rede de distribuição

É parte da rede utilizada para transportar a energia eléctrica produzida pelas centrais até aos consumidores, com exclusão da rede de transporte e ligações fronteiriças, (Geraldès, 2008).

o) Seccionador

É o aparelho destinado a interromper ou a estabelecer a continuidade de um condutor ou a isolá-lo de outros condutores e que, por não ter poder de corte, não deve ser manobrado em carga, (Geraldès, 2008).

p) Seccionador de facas ou maxilas móveis

É o seccionador que manobra os vários pólos simultaneamente por intermédio de um veio central, que origina o deslocamento de três braços móveis nos quais se fixam as facas ou as maxilas, (Geraldès, 2008).

q) Sobrecarga

É a corrente superior à corrente nominal de funcionamento, (Geraldès, 2008).

r) Sobreensão

É a tensão superior à tensão nominal de funcionamento, (Geraldès, 2008).

s) Tensão à frequência nominal

É o valor eficaz de tensão alternada sinusoidal que o isolamento do aparelho de corte deve suportar sob condições de ensaio especificadas, (Geraldès, 2008).

t) Tensão de ensaio ao choque

É o valor de amplitude da onda de choque normalizada de tensão que o isolamento da aparelhagem de corte deve suportar sob condições de ensaio especificadas, (Geraldès, 2008).

u) Trabalho em tensão (TET)

É o trabalho em que o trabalhador entra em contacto com peças em tensão ou entra na zona de trabalhos em tensão com partes do seu corpo ou com ferramentas, com equipamentos ou com dispositivos que ele manipule, (Geraldès, 2008).

v) Trabalho fora de tensão (TFT)

É o trabalho realizado em instalações eléctricas, após terem sido tomadas todas as medidas adequadas para se evitar o risco eléctrico e que não estejam nem em tensão nem em carga, (Geraldès, 2008).

w) Zona de trabalho em tensão

É o espaço em volta das peças em tensão no qual o nível de isolamento destinado a evitar o perigo eléctrico não é garantido se nele se entrar sem serem tomadas medidas de protecção, (Geraldès, 2008).

2.2.3. Características técnicas do seccionador da linha EL-Macaneta

Na linha EL- Macaneta, actualmente os seccionadores usados são chaves seccionadoras do tipo faca (FC) unipolar, que são seccionadores de operações vertical, sendo constituído por duas colunas isolantes fixas, sendo um de suporte fixo e a outra de suporte da articulação do contacto móvel (faca), com uma argola para operação por vara de manobra dispondo, normalmente chamada de trava de segurança, (Grupo Energisa S.A, 2021).

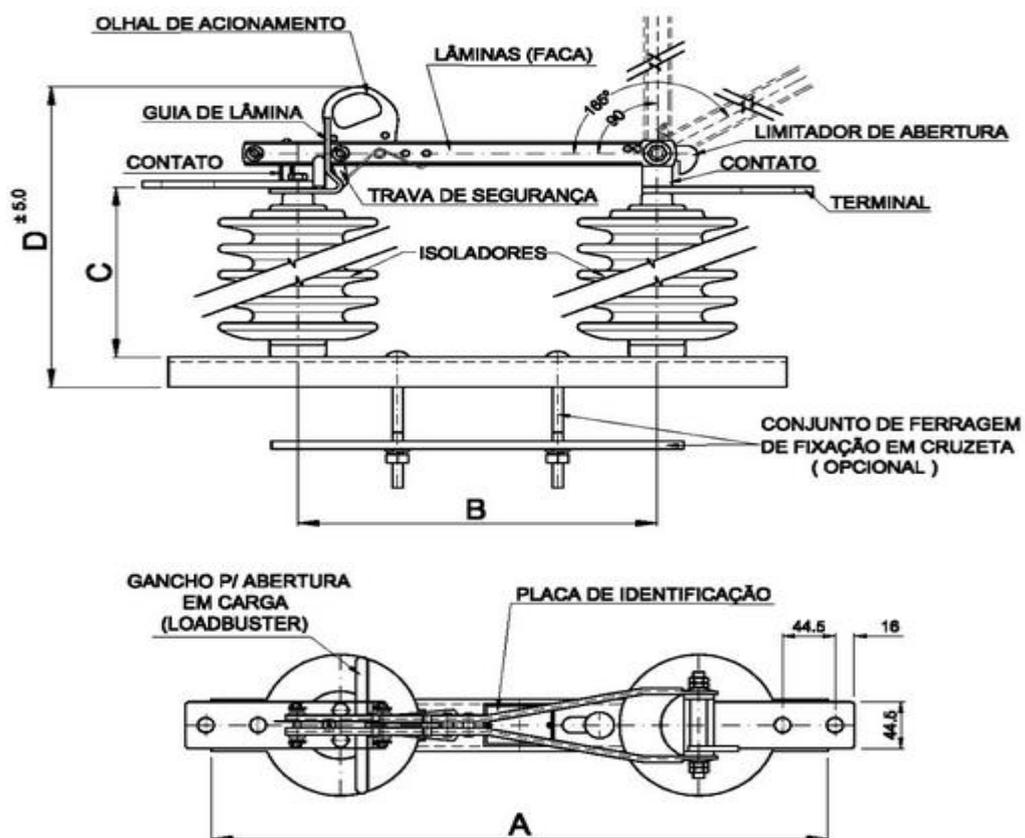


Figura 2. 7: Chave seccionadora unipolar de tipo Faca (FC) e seus componentes

Fonte: (STI eletrônica, 2019)

Tabela 2. 3: Características técnicas da Chave seccionadora unipolar

CATÁLOGO. Nº	TENSÃO MAX. (kV)	CORR. NOM. (A)	NBI (kV)	DIST. ESCOAMENTO (mm)	DIMENSÕES EM (mm)				PE SO (Kg)
					A	B	C	D	
SUD-15021-A	17,5	200	95	300	525	305	148	278	10
SUD-15041-A		400							
SUD-15061-A		630							
SUD-15022-A	17,5	200	110	380	525	305	175	305	13
SUD-15042-A		400							
SUD-15062-A		630							
SUD-25023-A	24	200	125	500	550	381	200	330	16
SUD-25043-A		400							
SUD-25063-A		630							
SUD-34024-A	36	200	150	549	600	457	247	374	20
SUD-34044-A		400							
SUD-34064-A		630							
SUD-34025-A	36	200	170	660	600	457	278	418	23
SUD-34045-A		400							
SUD-34065-A		630							
SUD-34026-A	36	200	200	710	600	457	305	435	24
SUD-34046-A		400							
SUD-34066-A		630							

Fonte: (STI eletrônica, 2019)

2.2.4. Características construtivas, (STI eletrônica, 2019)

- a) Parte condutora (terminais, lâminas e contactos) em cobre electrolítico de alta condutividade, proporciona baixas perdas;
- b) Contactos em linha, auto limpantes e de alta pressão;
- c) Trava de segurança que impede abertura accidental por vibrações ou curto circuito Terminais padrão NEMA ou terminais para conectores tipo CUNHA;
- d) Olhal e gancho para operação manual por meio de vara de manobra ou para uso de dispositivo de abertura em carga (loadbuster);
- e) Isoladores tipo suporte leves em porcelana vitrificada.
- f) Base em aço carbono galvanizado a fogo, dimensional conforme solicitação;
- g) Accionamento manual por meio de vara de manobra;
- h) Ensaios de tipo realizados em laboratórios oficiais;
- i) Projectada conforme normas ANSI / IEC.

2.2.4.1. Descrição características construtivas, (Grupo Energisa S.A, 2021)

a) Base

É a parte da chave onde são fixados os elementos necessários ao isolamento, serve para fixação mecânica da chave na estrutura.

b) Corrente nominal

É o valor eficaz da corrente de regime contínuo, a qual a chave deve ser capaz de conduzir indefinidamente, sem que a elevação de temperatura das suas partes componentes exceda os valores especificados.

c) Descarga disruptiva

Manifesta-se pela passagem abrupta de corrente através de um meio isolante, quando este perde localmente suas propriedades de isolamento. Ocorrerá sempre que a tensão ultrapassar o nível básico de isolamento (NBI) do equipamento.

d) Gancho

É o dispositivo incorporado na parte superior do contacto fixo de maneira a possibilitar o acoplamento de ferramenta de abertura sob carga, podendo servir também como guia mecânica para a lâmina.

e) Guia de lâmina

É o dispositivo incorporado ao terminal de contacto fixo de chave faca unipolar, de modo a direccionar as lâminas na operação de fechamento.

f) Isoladores

É a parte do seccionador onde são fixados os elementos activos da mesma.

g) Lâmina de contacto móvel

É o elemento condutor móvel, que devido ao seu movimento relativo durante uma operação, acopla e desacopla os contactos, fechando ou abrindo o circuito.

h) Olhal

É o dispositivo acoplado à lâmina que permite a introdução do cabeçote da vara de manobra ou do equipamento auxiliar de abertura em carga, de modo a permitir a operação da chave (tanto para abertura quanto para fechamento).

i) Trava de segurança

É o dispositivo mecânico que permite o travamento da chave faca unipolar na posição fechada, impedindo uma abertura acidental.



Figura 2. 8: Visão geral de uma chave seccionadora unipolar de Força tipo (SF)

Fonte: (STI eletrônica, 2019)

Este seccionador foi desenvolvido para manobras em redes de distribuição para tensões, (STI eletrônica, 2019):

- Até 36kV e correntes nominais de até 630A.
- Capaz de suportar correntes de curto-circuito de curta duração de até 25kA/s valor eficaz (térmica) e 65kA valor de crista (dinâmica).

2.2.5. Condições gerais de funcionamento das chaves seccionadoras

As chaves seccionadoras devem atender às seguintes exigências, (Grupo Energisa S.A, 2021):

- As chaves seccionadoras devem ser fornecidas com todos os acessórios necessários ao seu perfeito funcionamento, como suporte para instalação em cruzeta e parafusos, porca e arruelas lisas e de pressão, devendo estar de acordo com a respectiva padronização.
- As chaves seccionadoras devem ser adequadas para montagem em cruzeta, na posição horizontal invertida ou suporte apropriado devendo ser operáveis pela vara de manobra, através de ferramenta para abertura em carga (FAC).
- Possuir uma trava de segurança que assegure o travamento mecânico da lâmina na posição fechada; após a liberação da trava esta deve abrir para esforços entre 10 e 20 daN, aplicados ao olhal, em direção perpendicular à base da chave;
- Para abertura em carga deve apresentar um gancho adequado para acoplamento da ferramenta apropriada, o qual poderá servir como guia da lâmina, caso isto não ocorra a chave deve ser equipada com esse dispositivo de modo a impedir o seu incorrecto fechamento;
- O conjunto arruela cônica e mola hélice cônica deve actuar ajustando as lâminas da faca, compensando o desgaste dos contactos, de forma a manter um contacto eléctrico adequado, sem problema de sobreaquecimento.

2.2.6. Expectativa de vida útil, (Grupo Energisa S.A, 2021)

As chaves seccionadoras têm uma expectativa de vida útil, mínima, de 30 (trinta) anos a partir da data de fabricação, contra qualquer falha das unidades do lote fornecidas, baseada nos seguintes termos e condições:

- Não se admitem falhas, no decorrer dos primeiros 25 (vinte e cinco) anos de vida útil, provenientes de processo fabril;
- A partir do 25º ano, admite-se 0,1% de falhas para cada período de 1 (um) ano, acumulando-se, no máximo, 0,5% de falhas no fim do período de vida útil.

2.2.7. Materiais construtivos dos seccionadores,

Segundo o (Grupo Energisa S.A, 2021) os materiais construtivos dos seccionadores são:

a) Isolador da base

Podem ser de porcelana ou de material polimérico, dotados de distâncias de escoamento.

- Porcelana

Os isoladores devem ser produzidos pelo processo plástico e que deve ser recoberta com uma camada de esmalte liso cristalizado.

- Polimérico

Os isoladores devem ser compostos por um bastão de resina reforçado com fibra de vidro e revestido por material polimérico à base de borracha de silicone vulcanizada, devendo ser resistente ao trilhamento eléctrico e ao intemperismo, com rigidez mecânica e eléctrica adequada.

b) Terminais de ligação

Deve ser tipo barramento padrão NEMA 2 (dois) furos, em liga de cobre estanhado, devendo permitir a conexão por meio de conectores terminais tipo cabo-barra.

A liga de cobre deverá ter:

- Condutividade mínima, de 30% IACS;
- Teor de zinco inferior a 5%.

O revestimento de estanho deve ter espessura mínima de:

- 8 µm para qualquer amostra;
- 12 µm para a média das amostras.

c) Lâmina

Deve ser constituída por duas barras paralelas de cobre electrolítico, rigidamente fixadas entre si, dimensionadas de modo a resistir aos esforços electromecânicos e térmicos associados às características nominais da chave.

d) Contactos

Deve ser em liga de cobre ou material de características superiores, construídos de modo a garantir alta pressão e autolimpeza, sendo que a acção de varredura não deve provocar abrasão ou arranhadura na superfície dos mesmos. As molas que mantêm a pressão de contacto devem ser de bronze fosforoso ou aço inoxidável, de modo a manter inalterada a tensão mecânica ao longo da vida útil da chave.

e) Trava de segurança

Deve ser em bronze ou material de características superiores, construídos de modo que trave mecanicamente a lâmina na posição fechada, evitando a sua abertura em caso de curto-circuito ou esforço que não seja aplicado no olhal.

f) Gancho e olhal

Deve ser em:

- Aço carbono 1010 a 1020, galvanizado a quente;
- Liga metálica não ferrosa de resistência mecânica similar à do referido aço carbono e teor de zinco não superior a 6 %;
- Aço inoxidável de resistência mecânica similar à do referido aço carbono;
- Liga de alumínio de resistência mecânica similar à do referido aço carbono.

E deverá ser construído de modo a possibilitar a abertura sob carga, com ferramenta apropriados.

g) Limitador de abertura

Deverá ser em:

- Aço carbono 1010 a 1020, galvanizado a quente;
- Liga metálica não ferrosa de resistência mecânica similar à do referido aço carbono e teor de zinco não superior a 6 %;

E deverá ser construído de modo a possibilitar o limite de curso da lâmina, quando da abertura da chave, em relação à base, um ângulo de:

- Mínimo de 90°;
- Máximo de 165°.

h) Parafusos, porcas, arruelas, pinos e eixos da chave faca

Os parafusos, porcas e arruelas de pressão, usados para fixar peças de cobre ou bronze, devem ser de liga de material não ferroso ou aço inoxidável, sendo que, os parafusos, quando em bronze silício, devem apresentar tensão de resistência mínima à tracção de 48 N/mm² ou 480 N/mm².

Os pinos de fixação e eixos, em contacto com peças de zinco, de bronze ou de cobre, devem ser em aço inoxidável ou liga de cobre estanhado.

2.3. Chave seccionador Fusível (*Fuse Link*) (XS)

2.3.1. Descrição

As chaves fusíveis tipo XS da S&C, quando dotadas (S&C Electric, 2018), conferem protecção contra todo o espectro de faltas a sistemas de distribuição para uso externo, com valores de tensão nominal de 4.16 kV até 25 kV, quando aplicados em capacitores, cabos, linhas e transformadores aéreos. Este desempenho também abrange sistemas solidamente aterrados com tensão nominal de 26,4 kV até 34.5 kV, para a protecção de linhas e transformadores do tipo monofásico a neutro e bancos de capacitores aterrados e conectados em Y. "Protecção contra todo o espectro de faltas" significa que as chaves fusível tipo XS interrompem todas as faltas – desde a menor corrente capaz de derreter o elo fusível até a máxima corrente nominal de interrupção – sob todas as condições realistas de tensão de recuperação de transitórios. As chaves fusíveis tipo XS da S&C, são fabricados de acordo com um sistema de qualidade certificado pela ISO9001:2000.

2.3.2. Características de um seccionador chave fusível

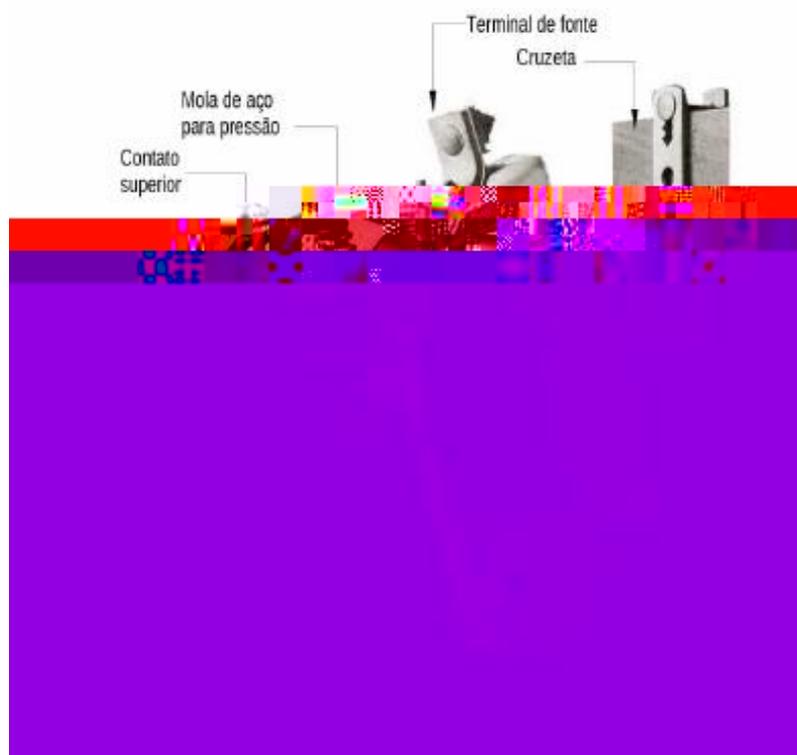


Figura 2. 9:Características técnicas da Chave seccionadora Fusível unipolar tipo XS

Fonte: (www.isolanteeletrico.com.br)

Todas as chaves fusíveis tipo XS empregam uma inovação desenvolvida pela S&C – ventilação simples, somente para baixo e para longe - característica de especial importância quando é preciso manter a exaustão longe das outras fases em circuitos sobrecarregados. Tampas descartáveis do tubo fusível, cuja substituição é onerosa, inexistem.

As chaves fusíveis tipo XS oferecem superior manipulação mecânica e desempenho eléctrico, incluindo:

- Fácil instalação do elo fusível - mesmo usando luvas;
- Fácil inserção do tubo fusível (e retirada);
- Excelente alinhamento ao fechar - a partir de qualquer ângulo e sob condições adversas de iluminação e tempo;
- Sem a ruptura do elo fusível;
- Acção de *dropout* completamente confiável - seja qual for o nível da corrente de falta;
- Combina perfeitamente com a ferramenta *Loadbuster* da S&C – garantia e confiança na manobra da carga.

2.3.3. Funções

- Devem facilitar sua coordenação com outros dispositivos de protecção, contribuindo para a redução dos consumidores afectados pela actuação dos sistemas de protecção;
- São fabricados de modo que suas propriedades não sejam alteradas com a passagem nominal de corrente eléctrica.



Figura 2. 10:Chave fusível (a esquerda) & elo fusível (a direita)

Fonte: (Grupo Energisa S.A, 2021)

2.4. Elos fusíveis

Segundo (Popinga & Scheidt, 2020), o elo fusível é um elemento metálico, no qual é inserida uma parte sensível a correntes eléctricas elevadas, fundindo-se e rompendo-se em um intervalo de tempo inversamente proporcional à grandeza da referida corrente.

Sendo classificados como: Tipo **H**, Tipo **K** e Tipo **T**, (Popinga & Scheidt, 2020).

- Os elos fusíveis do tipo **H** são fusíveis de altos surtos, com tempo de actuação mais longo. São utilizados somente na protecção de transformadores de distribuição e, devido à sua actuação lenta, não irá operar na energização do transformador devido à corrente de magnetização ou *Inrush*. São produzidos com as seguintes correntes nominais: 0.5, 1, 2, 3 e 5 A;
- Os elos fusíveis do Tipo **K** têm o tempo de actuação mais rápido. São utilizados principalmente na protecção de ramais alimentadores de distribuição, ou ao longo dos ramais, porém em trajectórias finais. São agrupados em dois diferentes tipos, elos fusíveis preferenciais e elos fusíveis não-preferenciais. Ambos os grupos preferenciais e não-preferenciais são séries completas e aceitáveis por si mesmas. Assim, na implantação de elos com finalidade de protecção, escolhe-se um grupo e exclui-se o outro, pois não existe a selectividade entre os dois grupos. Os elos preferenciais são de 6, 10, 15, 25, 40, 65, 100, 140 e 200 A, e os não-preferenciais são de 8, 12, 20, 30, 50 e 80 A;
- O elo fusível do tipo **T** é considerado um fusível de actuação lenta. Sua aplicação principal é na protecção de ramais primários de redes aéreas de distribuição. Foram desenvolvidos para protecção contra sobrecargas e interrupção de correntes de alta intensidade. Também são divididos em dois grupos, preferenciais e não-preferenciais.
- Comparando graficamente com os do tipo **K**, a diferença está na actuação mais retardada em menor tempo, isto é, correntes maiores para a actuação.

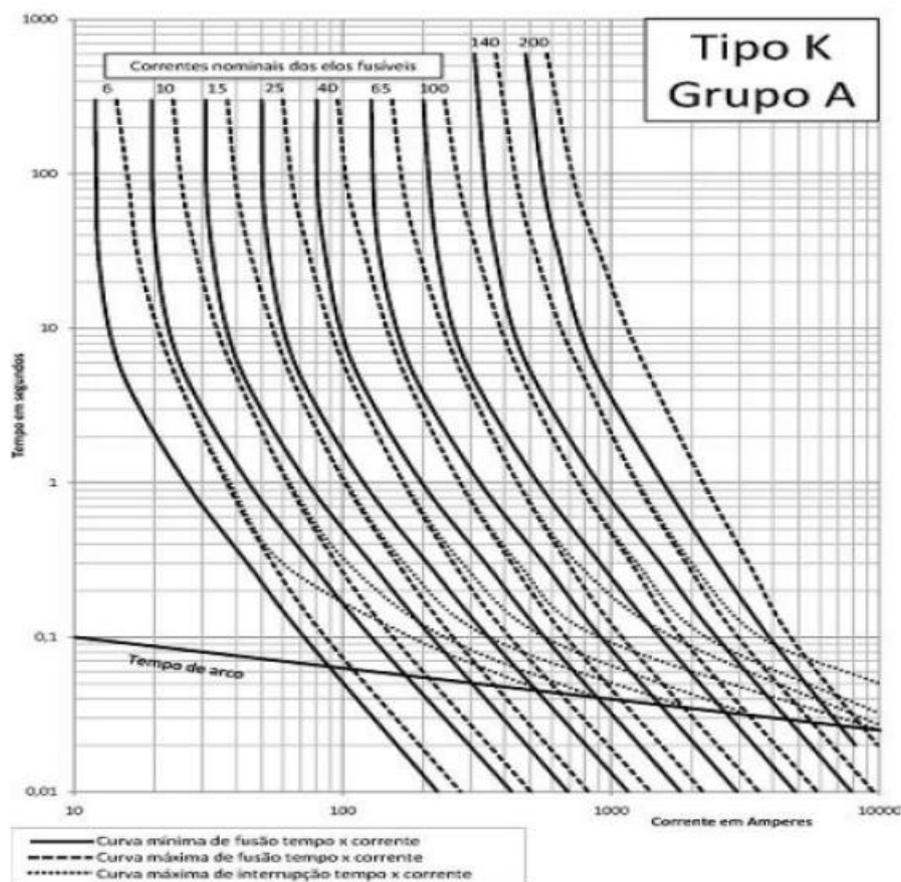


Figura 2. 11: Curva de operação dos elos fusíveis do tipo K, grupo A

Fonte: (Popinga & Scheidt, 2020)

2.5. Dimensionamento de uma Linha MT

A elaboração de um projecto de uma Linha de MT carece de uma análise rigorosa do Regulamento de Segurança de Linhas Eléctricas de Alta Tensão e das indicações presentes no Guia Técnico de Recomendações de Linhas Eléctricas de Alta Tensão até 30 kV, para que sejam cumpridas todas as normas de segurança existentes.

Para a realização de projecto é necessário seguir as seguintes etapas:

- Levantamento topográfico do local;
- Escolha do traçado da linha;
- Cálculo Eléctrico;
- Cálculo Mecânico;
- Escolha do material a utilizar.

A primeira fase do projecto, é o levantamento topográfico da região, pois só depois de ter-se o perfil do terreno pode-se encontrar a melhor solução para o traçado da linha. A segunda fase é a escolha do traçado da linha, sendo esta a mais longa, pois é necessário chegar a acordo com os proprietários dos terrenos, de modo a calcular o valor das indemnizações a pagar pela perda de rendimento da zona afectada. Muitas vezes não é possível acordar as verbas entre as partes, o que faz com que se escolha um trajecto diferente, ou que seja necessária a intervenção da DGEG (este processo pode demorar anos).

Depois de ultrapassar os problemas burocráticos, com o acordo dos proprietários para a colocação dos apoios e da passagem dos condutores, efectua-se os cálculos eléctricos e mecânicos a fim de definir qual o material necessário a utilizar na implementação do projecto. Com a escolha do material a utilizar (condutores, apoios e armações) é necessário verificar as distâncias regulamentares (distâncias ao solo, edifícios e entre condutores).

Após o correcto dimensionamento da linha, os dados são transportados para o SIT/DM, que efectua o traçado do perfil da linha, bem como a planta parcelar.

2.5.1. Aspectos a considerar no dimensionamento

Na elaboração de um projecto de uma linha aérea de distribuição de MT, tem de ser ter em consideração algumas condições de modo a que o projecto seja licenciado pela DGEG.

Pode-se então destacar algumas que são de extrema importância:

- Condições técnicas associadas aos limites impostos aos elementos que constituem uma linha de MT (quedas de tensão, perdas de energia, esforços aplicados aos apoios e níveis de aquecimento);
- Condições de segurança (distância entre condutores, distância dos condutores ao solo e aos edifícios);
- Condições económicas (minimização dos custos de construção escolhendo o melhor traçado);
- Condições patrimoniais e ambientais (respeitar o património cultural, bem como a fauna e flora da região, minimizando os danos).

2.5.2. Traçado da Linha MT

Cabe ao projectista escolher o melhor traçado, analisando os vários traçados possíveis, as vantagens e as desvantagens, de modo a minimizar os seus inconvenientes.

O ideal seria que o traçado de uma linha de média tensão fosse rectilíneo, paralelo às vias de comunicação, para que os inconvenientes, como travessias de estradas, casas e terrenos com muitos proprietários, fossem reduzidos ao máximo. As linhas devem de ser projectadas de forma a eliminar todos os perigos previsíveis para as pessoas e materiais, e deverá respeitar o património cultural, estético e científico da paisagem, causando-lhe o menor dano (artigo nº 5 e 6 do RSLEAT). Para isso deve-se ter em conta o existente no terreno, e cumprir as distâncias mínimas impostas pelo regulamento. Nesse aspecto o regulamento especifica quais as distâncias mínimas (ao solo, às árvores, aos edifícios e aos mais diversos obstáculos).

Assim para condutores nus temos de respeitar as seguintes distâncias:

- Distância dos condutores ao solo (artigo 27º) :

$$D = 6.0 + 0.005 \times U_n \text{ (m)} \quad [2.2]$$

- Distância dos condutores às árvores (artigo 28º):

$$D = 2.0 + 0.0075 \times U_n \text{ (m)} \quad [2.3]$$

Onde que U_n é a tensão nominal da linha em kilovolts (kV). Sendo que D não deverá ser inferior a 2,5 metros.

- Distância dos condutores a obstáculos diversos (artigo 30º) :

$$D = 3.0 + 0.0075 \times U_n \text{ (m)} \quad [2.4]$$

Em que U_n é a tensão nominal da linha em kilovolts (kV). Sendo que D não deverá ser inferior a 3 metros.

- Distância dos condutores a obstáculos diversos (artigo 30º) :

$$D = 2.0 + 0.0075 \times U_n \text{ (m)} \quad [2.5]$$

De forma a criar padrões entre todos os projectista a empresa optou por criar uma tabela própria (Tabela 2.4), que aumenta as distâncias dos condutores aos obstáculos e cumpre o regulamento.

Tabela 2. 4: Distâncias mínimas adoptadas na EDM Distribuição

Distâncias dos Condutores...	Distâncias mínimas
... ao solo	7 metros
... aos restantes obstáculos (edifícios, árvores, etc.)	4 metros

Fonte: (EDM, 2006)

2.5.3. Cálculo eléctrico

O cálculo eléctrico não foi alvo de atenção durante a realização deste trabalho, pois a tensão e a secção dos condutores a utilizar encontra-se normalizada e como irei demonstrar mais a frente, a corrente de serviço e a queda de tensão são muito reduzidas para a capacidade suportada pelo condutor, pelo que a empresa na maioria das situações despreza este cálculo.

O cálculo eléctrico incide no cálculo da intensidade da corrente de serviço, dos parâmetros das linhas, das quedas de tensão e das perdas de energia.

2.5.3.1. Intensidade de corrente

O valor da intensidade de corrente de serviço é determinado a partir da seguinte expressão:

$$I_s = \frac{S}{\sqrt{3} \times U_n} \text{ (A)} \quad [2.6]$$

2.5.3.2. Parâmetros da Linha

O cálculo dos parâmetros de uma linha é extremamente importante, pois é a melhor forma de se conhecer as suas limitações, bem como enquadrá-las na legislação em vigor verificando se cumprem as normas estabelecidas. Assim os parâmetros que caracterizam uma linha de distribuição de energia eléctrica são os seguintes:

- Resistência; Indutância Linear e Capacidade.

Para o cálculo destes parâmetros é necessário saber a disposição dos condutores, para se encontrar qual a maior distância entre cada condutor, pois quanto maior a distância entre eles maior será a indutância.

Essa distância equivalente entre condutores é dada pela seguinte expressão:

$$d = \sqrt[3]{d_{12} \times d_{13} \times d_{23}} \quad [2.7]$$

2.5.3.3. Resistência

A resistência é a capacidade de o condutor se opor a passagem de energia eléctrica. Para calcular a resistência recorre-se a seguinte expressão:

$$R_{20^{\circ}C} = \frac{\rho}{\sigma} \left[\Omega / km \right] \quad [2.8]$$

Resistência calculada para uma temperatura de 20°C, pelo que é necessário corrigir essa resistência para a temperatura normal de funcionamento.

$$L = R_{20^{\circ}C} \times \left[1 + \alpha_{20^{\circ}C} (\theta_{Temp,Func} - 20) \right] \left[\Omega / km \right] \quad [2.9]$$

2.5.3.4. Indutância Linear

A expressão que permite obter o valor da indutância é dada por:

$$L = \left[\frac{\mu}{2n} + 4.6 \times \log\left(\frac{d}{r}\right) \right] \times 10^{-4} \left[H / km \right] \quad [2.10]$$

Actualmente em Moçambique existe para a média tensão duas tensões normalizadas (11 e 33 kV) sendo que na área geográfica onde se realizou este projecto a tensão escolhida recaiu nos 33 kV.

A secção do condutor utilizado também é definida internamente, e em todos os projectos que tive a oportunidade de realizar utilizou-se a Al-Aço de 50mm², pois trata-se da menor secção que a EDM utiliza para ramais de Média Tensão. Para linhas principais são utilizados condutores de Al-Aço de 95 e 120 mm².

CAPÍTULO III- MEMORIAL DESCRITIVO E JUSTIFICATIVO

3.1. Geral

A presente memória descritiva e justificativa, refere-se ao projecto criação de pontos de seccionamento na El Macaneta - distrito de Marracuene - província Maputo com as seguintes coordenadas geográficas, Latitude: 25°42'29"S e Longitude: 32°32'.21"E, e os seus limites geográficos estão apresentados na tabela 3.1, com uma área de 234km² e constituído por 31139 habitantes, (Ambientais, 2012)

3.2. Localização geográfica de localidade de Macaneta

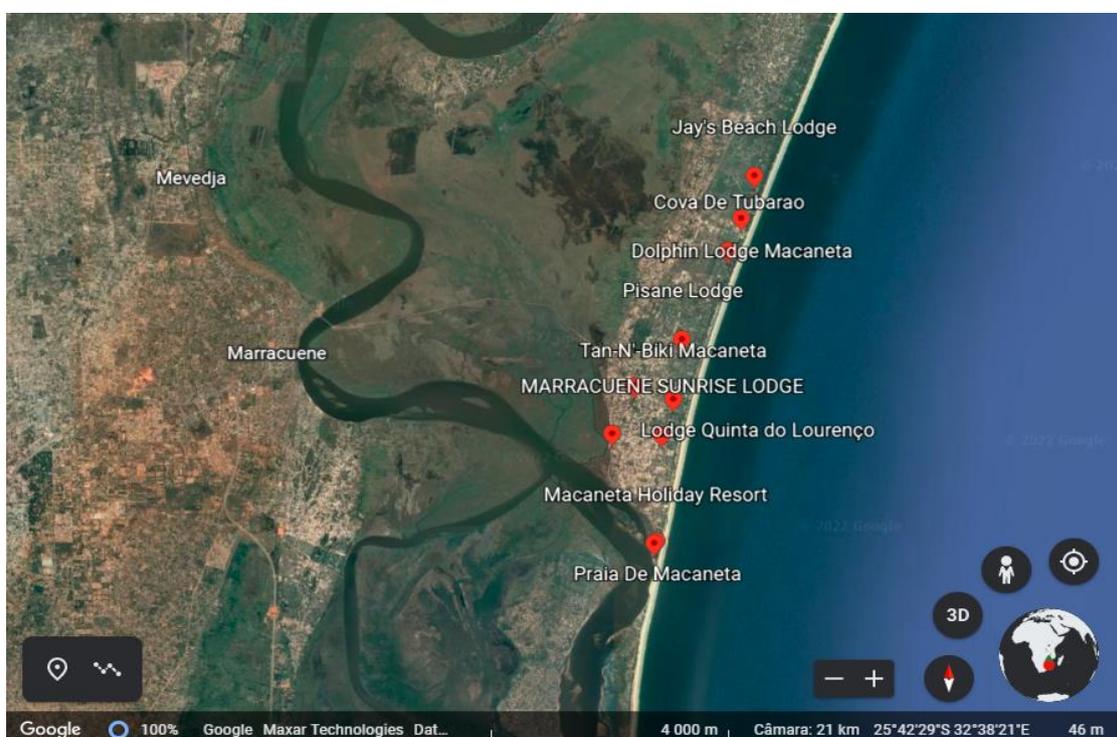


Figura 3. 1: Localização Geográfica da Localidade Macaneta

Fonte: (google earth, 2022)

Tabela 3. 1: Limites geográficos da comunidade de Macaneta distrito de Marracuene

Distrito de Marracuene				
Limites	Norte	Sul	Este	Oeste
	Distrito de Manhiça	Cidade de Maputo	Oceano Indico	Distrito de Moamba

Fonte: (INE, 2010)

3.3. Fornecimento de energia

De acordo com as autoridades distritais, o Distrito de Marracuene beneficia de energia eléctrica proveniente da Hidroeléctrica de Cahora Bassa, através de três linhas de média tensão (33 KV) num total de 142,91 km, designadamente:

- EL15 (Riopele a Bobole) com uma extensão de 90,18km;
- EL Macaneta (Macaneta) com uma extensão de 28,50 km; e
- EL Guava (Guava) com uma extensão de 24,23 km.

Não estão disponíveis os dados sobre o número de consumidores de energia eléctrica. No entanto, dados do Censo de 2007 indicou que 16,7% dos agregados familiares tem acesso a energia eléctrica. Segundo informações do PES (2011), o Governo Distrital prevê estender a linha da rede eléctrica de Macaneta a Machubo num raio de 40 Km e estender a rede eléctrica para os bairros de expansão, nomeadamente Micanhine, Agostinho Neto, Mumemo e 4 de Outubro.

Segundo as autoridades distritais, o combustível lenhoso é a principal fonte de energia para a confecção de alimentos no Distrito de Marracuene. Esta fonte de energia serve também para abastecer a Vila Sede do Distrito e a cidade de Maputo.

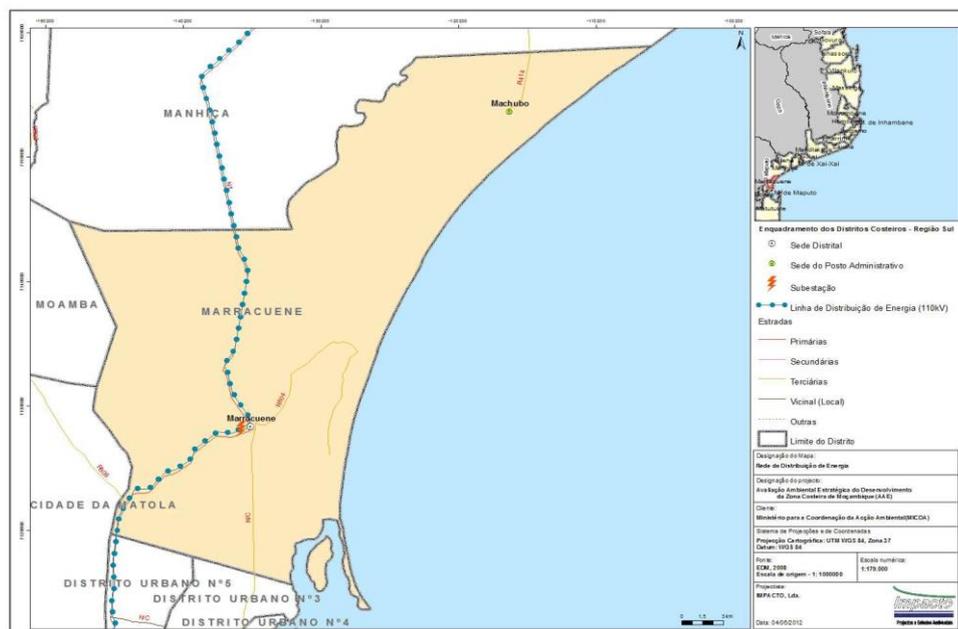


Figura 3. 2: Rede de Transporte e Distribuição de Energia Eléctrica no Distrito de Marracuene

Fonte: (Ambientais, 2012)

3.3.1. Rede eléctrica de comunidade de Macaneta

A rede de média tensão da comunidade de Macaneta é constituída por postes de madeira do tipo eucaliptos creosotados e postes de betão nos pontos de seccionamento, condutores AAAC, alimentada partir da linha EL-Macaneta de tensão nominal de 33kV, com uma extensão de 28.50km como ilustra as figuras abaixo.



a)



b)

Figura 3. 3: Rede de média tensão da comunidade de Macaneta

Fonte: (Autor)

3.3.2. Lista das interrupções ocorridas no alimentador durante a operação da linha EL-Macaneta antes do estudo

Para melhor análise das interrupções na linha EL-Macaneta que alimenta a energia eléctrica na comunidade de Macaneta foi feita uma lista com todas as durações das interrupções programada, não programadas (avaria) e manobra e também na mesma lista foi registado os tempos média de reposição, duração média das interrupções e a frequência média que ocorre as interrupções, **Vide Anexo: 1, tabelas: 1, 2 e 3.**

3.3.3. Perfil da rede da comunidade de Macaneta com dois pontos seccionamento

O perfil da rede da comunidade de Macaneta como ilustra o **Anexo:2** é constituído por apenas dois seccionadores *sold link* 1 e 2, e apoios de madeira figura 3.3 a) e b) com arranjo triangular, vide os anexos 8 e 9, isoladores de porcelana e cabos de AAAC.

3.3.4. Perfil da nova rede da comunidade de Macaneta com mais três ramais e seccionadores

Com a proposta da criação de mais 3 pontos de seccionamento na rede da comunidade de Macaneta, a mesma (rede) passa a contar com 5 pontos de seccionamento tipo *drop-out fuse link* que os mesmo serão montados nos pontos que permitirão o isolamento do ramal com avaria sem prejudicar os demais ramais. **Vide Anexo: 3**, estes seccionadores são feitos de pórtico de madeira e de betão para os locais com um solo com menor resistência mecânica, com arranjo horizontal **Vide Anexo: 11**, de salientar que este projecto encontra-se na fase de execução, e espera-se que neste processo sejam alcançados os seguintes pontos subsequentes.

3.4. Criação dos pontos de seccionamentos

3.4.1. Dimensionamento do elo fusível (*Fuse link*) da chave seccionadora

Os elos-fusíveis fazem parte das chaves-fusíveis, são dispositivos que devem fundir para condições de sobre corrente e nunca para corrente de carga, (Barros, 2010).

Tabela 3. 2: Potência de transformadores

Ramal	Potência de transformadores (kVA)										Total (kVA)
	U _n =33kV										
1	50	315	50	50	250						715
2	100	50	315	200	50	200					915
3	200	50	100	200	50	200	50	25	50		1025
4	50	50	50	50	160	100	50	100	200	200	1010
5	315										315

Fonte: (Autor)

Para a aplicação dos elos fusíveis, é necessário seguir alguns pré-requisitos. É imprescindível realizar uma análise criteriosa da localização e dos tipos de chaves a serem utilizadas, de modo a assegurar maior eficiência na continuidade e segurança no fornecimento de energia. Para a protecção de ramal é necessário que a corrente nominal do elo fusível seja igual ou superior a 150% (cento e cinquenta) da corrente máxima da carga prevista em projecto, no ponto de instalação da chave fusível, (Poppinga & Scheidt, 2020).

$$I_{NEF} = 1.5xI_{nom} \quad [3.1]$$

Onde:

- I_{NEF} → Corrente nominal do elo fusível, em A (Amperes);
- I_{nom} → Corrente máxima do ramal alimentado, em A.

A chave fusível deve ter uma corrente nominal igual ou pelo menos 150% da corrente nominal do ramal do elo fusível alimentado. Ainda de acordo com os autores citados acima, corrente de magnetização ou *Inrush*, é a corrente de energização dos transformadores. Essa pode chegar a 10 vezes o valor da corrente nominal. É necessário realizar os cálculos de correntes curto-circuito trifásicas, bifásicas e fase terra nos pontos da rede onde serão instaladas as chaves fusíveis. O elo fusível deve possuir corrente nominal igual ou inferior a 25% da corrente de curto-circuito fase-terra mínima que ocorrer no fim do trecho, (Poppinga & Scheidt, 2020).

$$I_{NEF} \leq 0,25 \times I_{cc FT_{min}} \quad [3.2]$$

Onde:

- $I_{cc FT_{min}}$ → Corrente de curto-circuito fase-terra-mínima, em A.

Então, para aplicação dos elos fusíveis, deve-se seguir alguns critérios básicos. Para isso, deve-se conhecer a corrente nominal do elo fusível, corrente máxima do ramal alimentado, corrente de curto-circuito fase-terra-mínima e os critérios de coordenação e selectividade. Para ramais com transformadores de distribuição e/ou prédios residenciais/industriais ligados em média tensão os elos devem ser determinados de acordo com as potências instaladas no ramal (kVA) e com a demanda (kW), (Poppinga & Scheidt, 2020).

Em ramais com transformadores trifásicos, devem ser considerados alguns pontos, (Poppinga & Scheidt, 2020):

- Carga – A corrente nominal do elo deve ser superior à corrente de carga, considerando sempre que possível a evolução do sistema para 3 anos;
- Coordenação – Os elos fusíveis deverão estar coordenados entre si e para o valor da máxima corrente de curto-circuito no ponto da instalação do fusível protector;
- Sensibilidade – A corrente nominal do elo fusível deve ser menor ou igual à quarte parte da corrente de curto-circuito no fase-terra mínimo no fim do trecho protegido pelo fusível;
- O elo fusível deve suportar a corrente transitória de magnetização durante, pelo menos, 0,1 segundo.

Tabela 3. 3: Cálculo das correntes admissíveis dos elos fusíveis de cada Ramal

Ramal	Tensão nominal (kV)	Potência total do Ramal (kVA)	Corrente nominal (A)	Corrente nominal do elo fusível (A)	Corrente de curto-circuito fase-terra-mínima admissível (A)
			$I_{nom} = \frac{S_n}{\sqrt{3} \times U_n}$	$I_{NEF} = 1,5 \times I_{nom}$	$I_{cc FT_{min}} \geq \frac{I_{NEF}}{0,25}$
1	33	750	13,12	29,68	78,68
2	33	915	16	24	96
3	33	1025	17,9	26,85	90,3
4	33	1010	17,67	26,51	96,06
5	33	315	5,51	8,265	33,06

Fonte: (Autor)

3.4.2. Seccionadores 1 e 2

Este projecto destina-se a criação de mais 3 pontos de seccionamentos do tipo *drop-out fuse link*, culminando na mudança de perfil, visto que a rede antiga passava em locais de difícil acesso (**vide a figura 3.3 a linha a**)), para permitir a flexibilidade dos trabalhos de inspecção e manutenção da rede.

Os primeiros dois pontos (1) um e (2) dois antigos do tipo *sold link*, (**vide a figura 3.3 a linha b**)) devem ser trocados para seccionadores do tipo *Drop-out fuse link* (**vide a figura 3.4**), com link fusível de corrente nominal de 32A baseado na

tabela 3.3, visto que, os seccionadores de *sold link* em caso de qualquer falha na linha, seja de sobrecarga ou curto circuito os mesmos não fazem qualquer manobra automática de modo á proteger a rede e os equipamentos nela instalados, enquanto que os seccionadores fusíveis (*Drop-out fuse link*) além de permitir o isolamento da linha para a manutenção, permitem a manobra da linha em carga e protecção da rede contra sobrecorrentes.



Figura 3. 4:Seccionadores tipo *Dop-out fuse link*

Fonte: (Autor)

Os seccionadores do *link* fusível além de permitir a manobra ou isolamento da rede, irão garantir a protecção da mesma contra sobre-correntes originados por curto-circuito ou sobrecarga.

3.4.3. Seccionador 3

O seccionador número 3, deve ser pórtico de madeira com uma ferragem do tipo ``U`` com 3 bases *drop-outs* e *link* fusível de 30A, (**vide a tabela 3.3**), devendo ser criado no ramal 3, constituído por um perfil 700m onde é necessário a implantação

de 12 postes de madeira de 12m, 12 ferragens, 36 isoladores de porcelanas, 6 isoladores de cadeia e 2100m de condutores do tipo AAAC 150mm, de modo a permitir a conexão da rede antiga, que alimenta uma carga considerável de 1025kVA da zona de Tan-bik até ao interior, que é composto por 9 PT's (**vide a tabela 3.5 e o Anexo 3**).



Figura 3. 5: Ponto de Seccionamento 3

Fonte: (Autor)

3.4.4. Seccionador 4

O seccionador número 4, deve ser pórtico de betão com uma ferragem do tipo ``U`` com 3 bases *drop-outs* e *link* fusível de 30A (**vide a tabela 3.3**), devendo estar no ramal 4, com um perfil 1km, sendo necessário a implantação de 17 postes de madeira de 12m, 17 ferragens, 51 isoladores de porcelanas, 3 isoladores de cadeia e 3km de condutores do tipo AAAC 150mm, de modo a permitir a conexão da rede antiga, que alimenta uma carga considerável de 1010kVA da zona Pessane Lodge até ao interior onde é composto por 10 PT's (**vide a tabela 3.5 e o Anexo 3**).



Figura 3. 6: Ponto de Seccionamento 4.

Fonte: (Autor)

3.4.5. Seccionador 5

O seccionador número 5, deve ser pórtico de madeira com uma ferragem do tipo ``U`` com 3 bases *drop-outs* e *link* fusível de 10A, vide a tabela, devendo ser criado no ramal 5, constituído por um perfil 600m, sendo necessário a implantação de 10 postes de madeira de 12m, 10 ferragens, 30 isoladores de porcelanas, 6 isoladores de cadeia e 1.8km de condutores do tipo AAAC 150mm, de modo a permitir a conexão da rede antiga onde alimentará uma carga de 315kVA da zona da cova de tubarão até ao interior onde é composto por 1 PT's (vide a tabela 3.5 e o Anexo 3)

3.5. ESTIMAM ATIVA DOS CUSTOS DO PROJECTO.

1	Drop-outs 36 kV	un	21	9,041.34	189,868.14
2	Seccionador de linha 36kV	un	0	7,362.00	0.00
3	Condutor nu do tipo AAAC 150,90mm ²	m	7000	122.96	860,720.00
4	Espia completa MT	un	4	3,208.08	12,832.32
5	Postes de madeira	un	0	10,500	0.00
6	Postes de betão	un	0	35,000.00	0.00
7	Condutor de aço de 50mm ²	m	300	440.42	132,126.00
8	Grampos de Terra	un	50	97.23	4,861.50
9	Parafusos M18x300x100	un	70	1,250.00	87,500.00
10	Parafusos M18x400x100	un	50	5,630.00	281,500.00
11	Isoladores horizontais c/ pernos	un	117	733.41	85,808.97
12	Perfil "U" de 100x50x8mm (3m)	un	6	3,626.63	21,759.78
13	Cadeias de isoladores HT	un	15	667.5	10,012.50
SUBTOTAL - I					1,686,989.21
IVA					0.17
SUBTOTAL - II					1,973,777.38

CAPÍTULO IV – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

4.1. CONCLUSÕES

Após o levantamento das interrupções na comunidade de Macaneta, distrito de Marracuene, constatou-se que no ano 2020 a duração média das interrupções foi maior em relação aos anos 2021 e 2022, com uma duração de 0.002 e 0.001 respectivamente. A frequência média das interrupções também teve o mesmo comportamento para o mesmo ano de 2020, com valores de 0.231, e 0.068 para ano 2021. O tempo médio de reposição foi maior no ano 2021 em relação ao ano 2020, sendo 0.008 e 0.007 respectivamente, sendo no presente ano (2022) prevê-se uma diminuição ou eliminação da duração média das interrupções para zero.

Sendo que os primeiros dois pontos de seccionamento (1) um e (2) dois já existentes sendo do tipo *sold link*, que em caso de qualquer falha na linha, seja de sobrecarga ou curto circuito os mesmos não fazem qualquer manobra automática de modo a proteger a rede e os equipamentos nela instalados, enquanto que os novos seccionadores fusíveis a serem instalados (em todos pontos de seccionamento incluído nos antigos pontos localizados nos ramais com a mesma designação (ramal 1,2,3,4,5)) do tipo *Drop-out fuse link* com *link* fusível de corrente nominal de 10A (para seccionador numero 5 a estar no ramal 5), 30A (para seccionador numero 3 e 4 a estar no ramal 3 e 4) e 32A (para seccionador numero 1 e 2 a estar no ramal 1 e 2), além de permitir o isolamento da linha para a manutenção, vão permitir a manobra da linha em carga e protecção da rede contra sobre-correntes.

Tendo sido proposto um novo perfil da rede em execução com 5 pontos de seccionamento (criando-se mais 3 pontos de seccionamentos), para permitir maior flexibilidade e eficiência nas manobras garantindo a continuidade de serviço, de forma a minimizar as interrupções da rede.

O novo perfil em execução, conta com seccionadores fusíveis que estes vão garantir manobra em carga e protecção da rede contra sobre-correntes.

O custo de aquisição e execução do projecto previsto é cerca de **1,973,777.38mts, (um milhão e novecentos e setenta e três mil e setecentos e setenta e sete meticais e trinta e oito centavos)**, que é viável comparando com os prejuízos durante as interrupções.

4.2. BIBLIOGRÁFICAS

- [1] **google earth.** (30 de Maio de 2022). Obtido de
<https://earth.google.com/web/search/macaneta+lodje/@-25.74301358,32.715735,3.50740423a,20939.63284884d>
- [2] **<https://svrweb.cabelte.pt/>.** (4 de Março de 2022). Obtido de
<http://tongdacable.com.pt/products.html>: <http://tongdacable.com.pt/1-1-acsr.html>
- [3] **<https://www.isolanteeletrico.com.br>.** (14 de Maio de 2022). Obtido de
<https://www.isolanteeletrico.com.br/produtos/isolador-eletrico/isolador-eletrico-ceramico>: [https://www.isolanteeletrico.com.br/produtos/isolador-eletrico-isolador-eletrico-ceramico](https://www.isolanteeletrico.com.br/produtos/isolador-eletrico/isolador-eletrico-ceramico)
- [4] **<https://www.siklo.com.br>.** (14 de Maio de 2022). Obtido de
<https://qualidadeonline.wordpress.com/2020/09/30/a-conformidade-termomecanica-das-unidades-de-isoladores-para-cadeia/>:
<https://qualidadeonline.wordpress.com/2020/09/30/a-conformidade-termomecanica-das-unidades-de-isoladores-para-cadeia/>
- [5] AMBIENTAIS, P. E. (2012). **Perfil ambiental e mapeamento do uso actual da terra nos.** Maputo: Projectos e Estudos Ambientais.
- [6] BARROS, J. V. (2010). **Estudo de viabilidade economica edas proteções da subestação de 69-13.8kV do campus do PICI da Univesidade Federal Do Ceará.** Fortaleza: Univesidade Federal Do Ceará.
- [7] EDM, E. D. (2006). **Manual de Montagem de Lihás-M1.** In D. d. Linhas. Maputo: EDM.
- [8] ELECTRIDADE DE MOÇAMBIQUE, E.P. (2022). **Dados da indisponibilidade da EL-Macaneta.** EDM-ASCKG, Direcção de distribuição, Marracuene.
- [9] GERALDES, M. A. (2008). **Manual de Seccionadores da Rede de Distribuição MT.** Porto: Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

- [10] GRUPO ENERGISA S.A. (Abril de 2021). **Chave seccionadora distribuição tipo faca**. Cataguases, MG, Brasil.
- [11] POPINGA, L., & SCHEIDT, T. A. (2020). **Estudo de coordenação e seletividade da rede de distribuição da permissionária CEREJ no Município de Leoberto Leal: O caso da localidade do Rio Antinha**. Palhoça: Universidade do Sul de Santa Catarina.
- [12] R.S.I.U.E.E. (26 de Dezembro de 2011). **Regulamento de Segurança das Instalações de Utilização de Energia Eléctrica**.
- [13] S&C Electric, C. (2018). **Elos Fusíveis Positrol® da S&C**.
- [14] SOLIDAL. (2007). **Condutores Eléctricos**. Lisboa: Quitas & Quitas.
- [15] STI eletrônica. (2019). *STI eletrônica*. Obtido em 26 de Maio de 2022, de Chave Seccionadora Unipolar de Distribuição tipo "SUD":
<https://stieletronica.com.br/n/produto/chave-seccionadora-unipolar-de-distribuicao-tipo-sud/>

Anexos

ANEXO 1

ANEXO 1: LEGENDA PARA O ANEXO 5 E 6 (EDM, 2006)

9	Pregos	Ferro	8	
8	Grampos	Ferro galv.	50	
7	Arame galv. Nº 10	Ferro galv.		Comprimento (A + 1,5)m
6	Chapa nº 28	Ferro galv.	1	Chapa galv. Nº 28
5	Parafuso M16x350x100	Ferro galv.	2	Com porca e 2 anilhas
4	Isolador	Porcelana	3	Tipo HT 1018/ELC
3	Ferro suporte	Ferro galv.	3	Tipo M3/ELC
2	Travessa 100x120x1.700	Madeira	2	Missanda
1	Poste 12,25/15/18m	Madeira	1	Eucalipto creosotado
REF.	DESIGNAÇÃO	MATERIAL	QUA.	OBSERVAÇÕES

ANEXO 2

Tabela 2-2: Indisponibilidade da EL-Macaneta do ano 2020

SE MARRACUENE Barramento de 33 KV	Ip		Im		Inp		Pt		Comp. [Km]	Qtd. PTs	Pot. Total [KVA}	T. de Rede	Idade	ND33/100	SAIDI	SAIFI	SARI
	Qtd.	Duração	Qtd.	Duração	Qtd.	Duração	Qtd	Duração									
EL15-Maputo/Bobole	0	0:00:00	4	2:06:00	2	0:25:00	6	2:31:00	70,8	59	9,907	L. Aérea	32	0	0.002	0.102	0.017
EL Vila	1	8:30:00	2	0:35:00	2	0:46:00	5	9:51:00	11,50	21	6,505	L. Aérea	32	0	0.002	0.231	0.007
EL-Macaneta	0	0:00:00	3	0:29:00	6	0:59:00	9	1:28:00	46,39	39	5,090	L. Aérea	32	0	0.002	0.231	0.007

Fonte: (Electricidade De Moçambique, E.P., 2022)

ANEXO 3

Tabela 3-3: Indisponibilidade da EL-Macaneta do Ano 2021

SE MARRACUENE Barramento de 33 KV	Ip		Im		Inp		Pt		Comp. [Km]	Qtd. PTs	Pot. Total [KVA}	T. de Rede	Idade	ND33/100	SAIDI	SAIFI	SARI
	Qtd.	Duração	Qtd.	Duração	Qtd.	Duração	Qtd	Duração									
EL15-Maputo/Bobole	0	0:00:00	3	1:08:00	2	0:06:00	5	1:14:00	67.24	65	13,020	L. Aérea	32	7.436	0.001	0.077	0.010
EL-Macaneta	0	0:00:00	3	0:34:00	0	0:00:00	3	0:34:00	71.95	81	10,340	L. Aérea	32	11.240	0.001	0.068	0.008
EL - Guava	0	0:00:00	3	0:34:00	0	0:00:00	6	2:31:00	26.69	44	9,000	L. Aérea	15	1.240	0.001	0.068	0.008
EL - FABRICA Ex-Riopele	0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0.2	1	2,230	L. Aérea	20	0.000	0.000	0.000	0.000
	0	0:00:00	6	1:42:00	2	0:06:00	8	1:48:00	166	191	34590						

Fonte: (Electricidade De Moçambique, E.P., 2022)

ANEXO 4

Tabela 4-4: Indisponibilidade da EL-Macaneta para o Ano 2022

SE MARRACUENE Barramento de 33 KV	Ip		Im		Inp		Pt		Comp. [Km]	Qtd. PTs	Pot. Total [KVA}	T. de Rede	Idade	ND33/100	SAIDI	SAIFI	SARI
	Qtd.	Duração	Qtd.	Duração	Qtd.	Duração	Qtd	Duração									
EL15-Maputo/Bobole	0	0:00:00	5	2:03:00	6	0:27:00	11	2:30:00	63.49	55	11,160	L. Aérea	32	17.326	0.002	0.200	0.009
EL-Macaneta	0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	71.95	81	10,340	L. Aérea	32	0.000	0.000	0.000	0.000
EL - Guava	0	0:00:00	10	3:15:00	3	2:47:00	13	6:02:00	26.14	42	8,485	L. Aérea	15	49.732	0.006	0.310	0.019
EL - FABRICA Ex-Riopele	0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0.2	1	2,230	L. Aérea	20	0.000	0.000	0.000	0.000
	0	0:00:00	15	5:18:00	9	3:14:00	24	8:32:00	162	179	32215						

Fonte: (Electricidade De Moçambique, E.P., 2022)

Legenda:

SARI: Tempo Médio de reposição
SAIDI: Duração Media das interrupções
SAIFI: Frequência Media das Interrupções

Ip: Interrupções programadas;
Im: Interrupções por manobras;
Inp: Interrupções não programadas (disparos)

Pt: Potência total

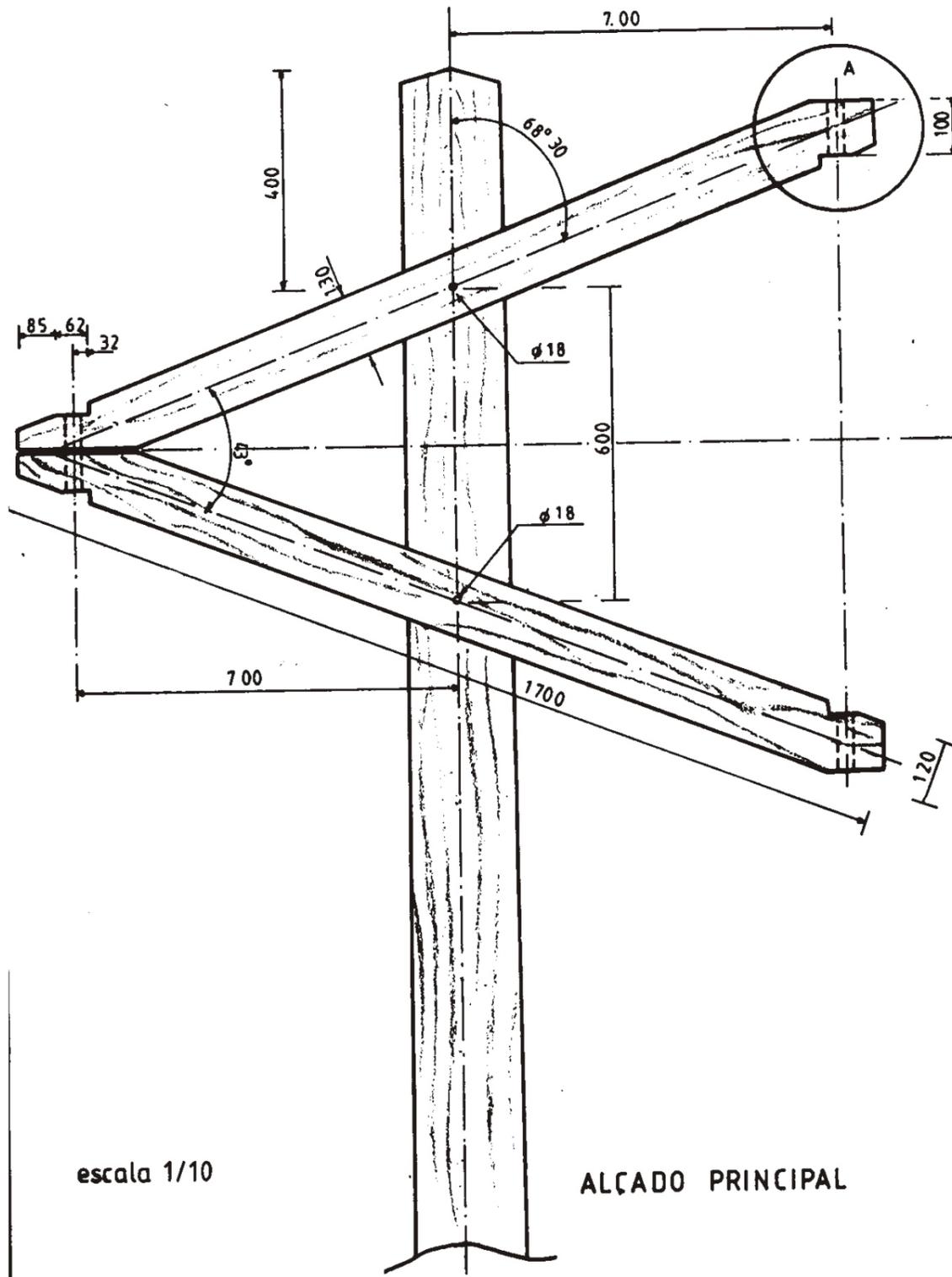
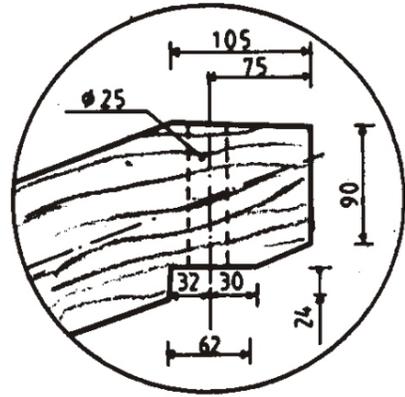
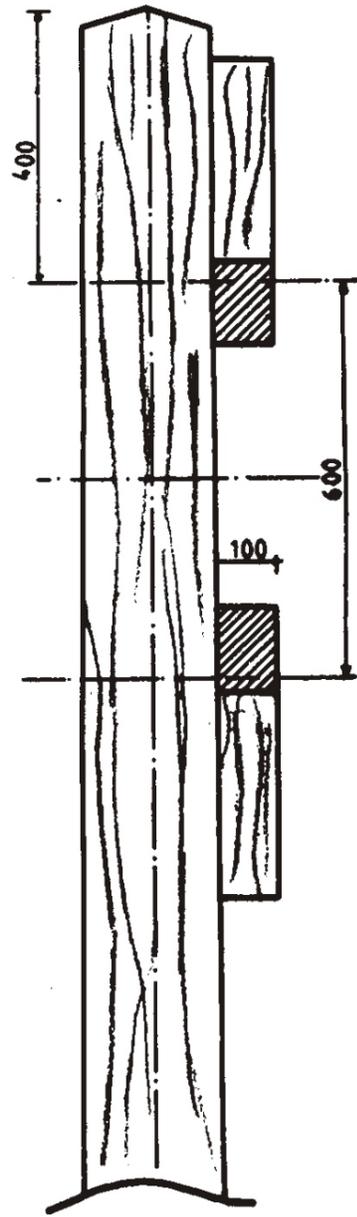


Figura 1-5: TRAVESSA DE 1,70M - ALÇADO PRINCIPAL (EDM, 2006)



PORMENOR A



ALÇADO LATERAL

escala 1/10

Figura 2-6: TRAVESSA DE 1,70M - ALÇADO LATERAL (EDM, 2006)

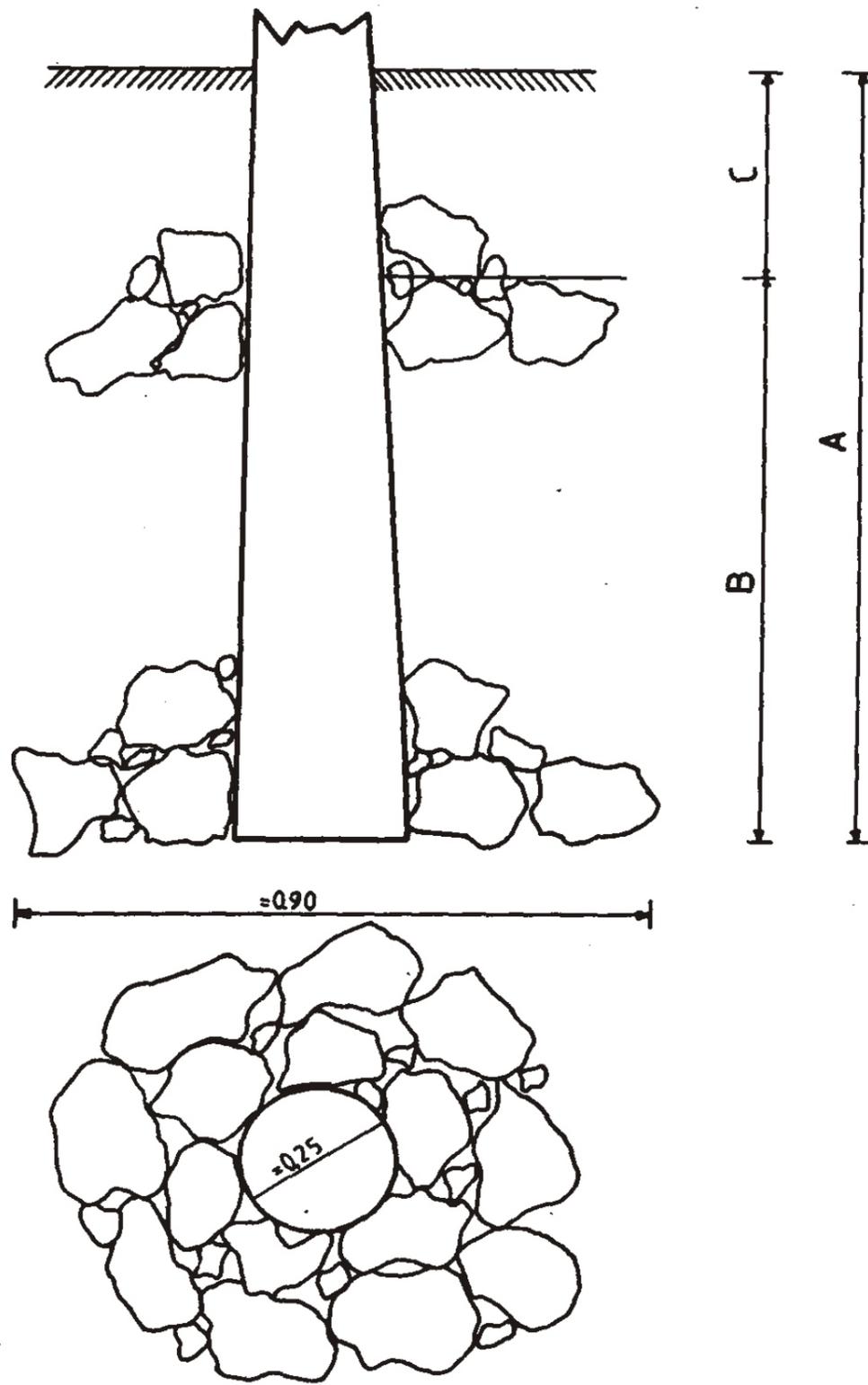


Figura 3-7: IMPLANTAÇÃO DO APOIO (EDM, 2006)

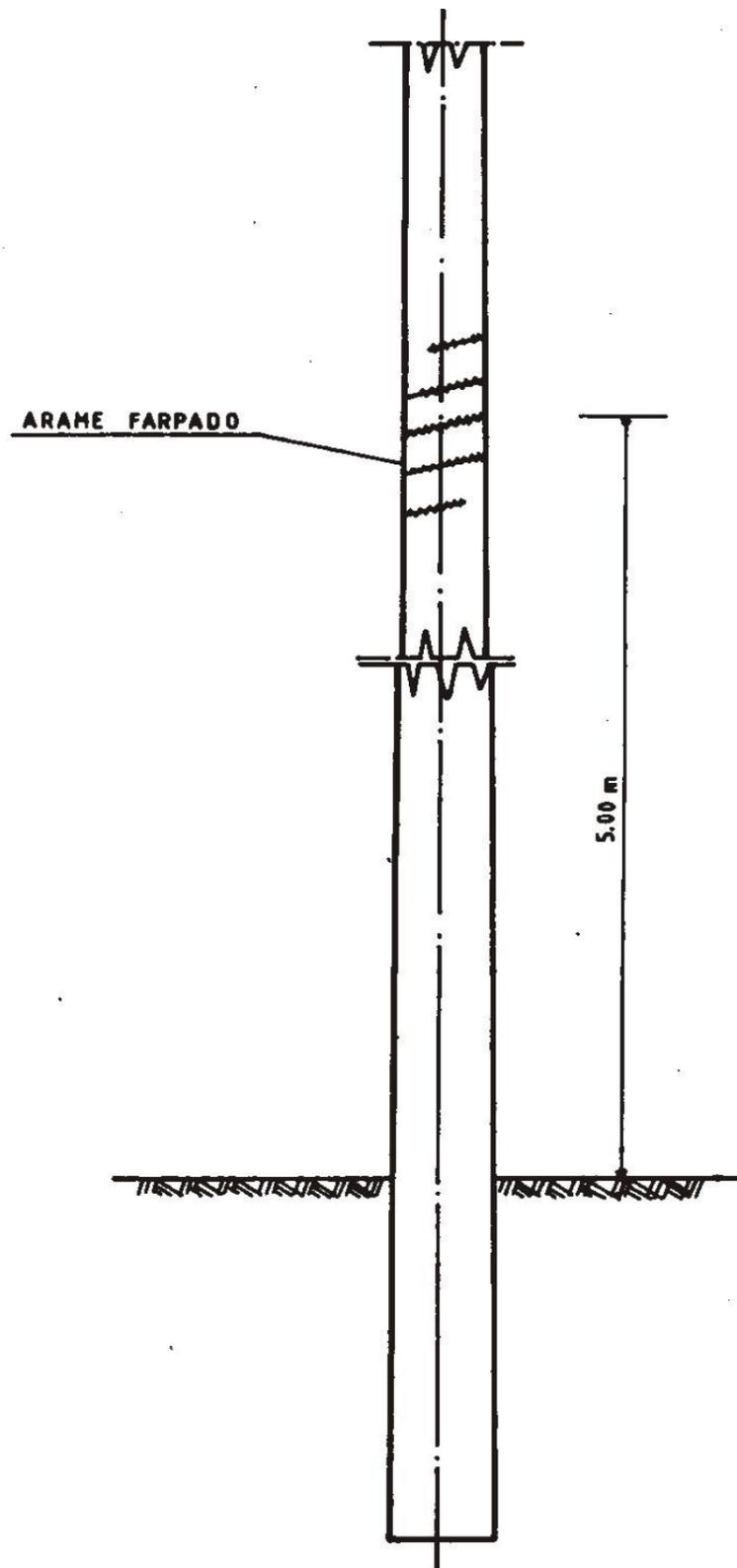


Figura 4-8: PROTECÇÃO CONTRA ESCALAMENTO (EDM, 2006)

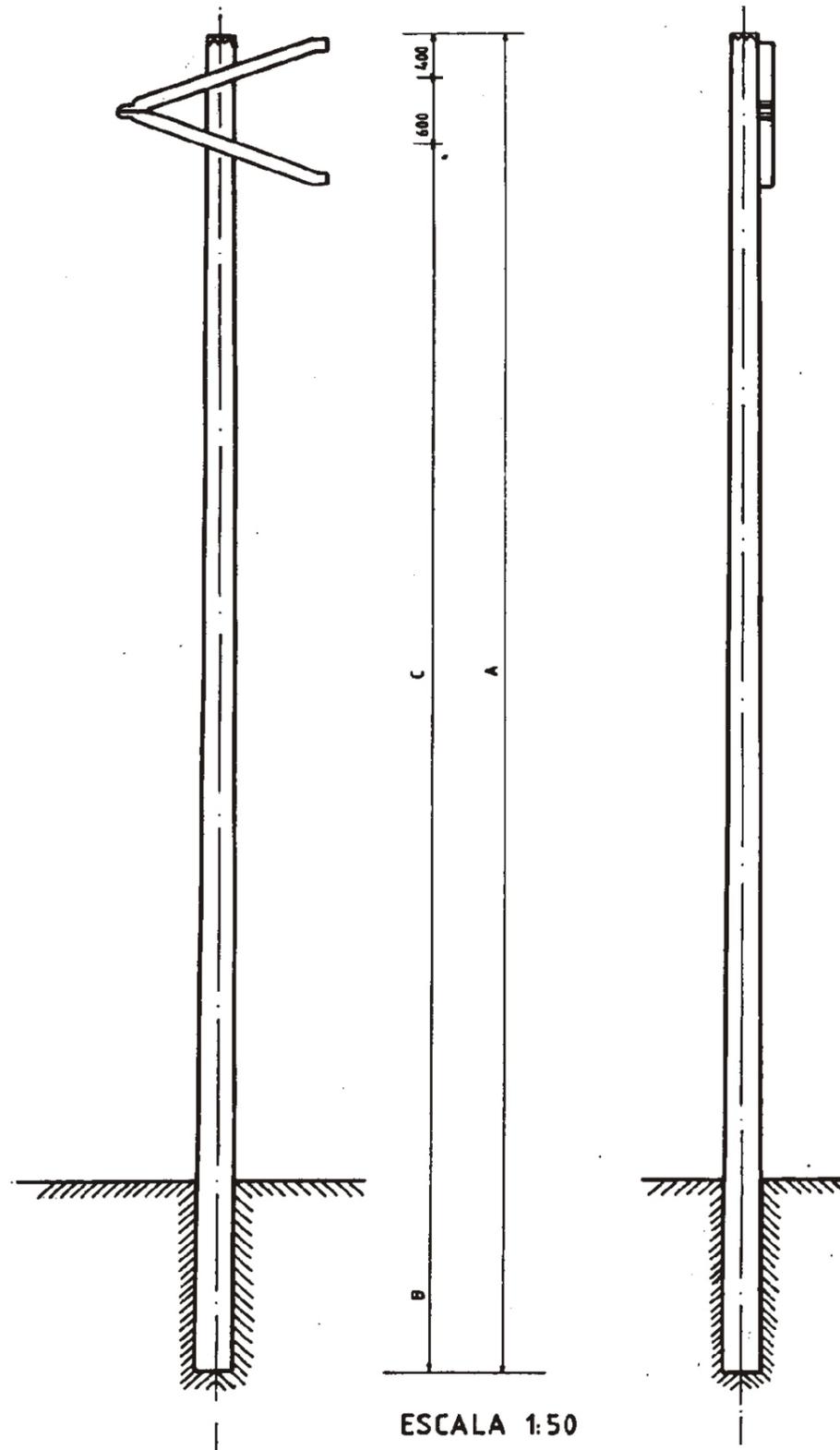


Figura 5-9: POSTE DE ALINHAMENTO COM CANADIANA - 33 KV (EDM, 2006)

ANEXO 10

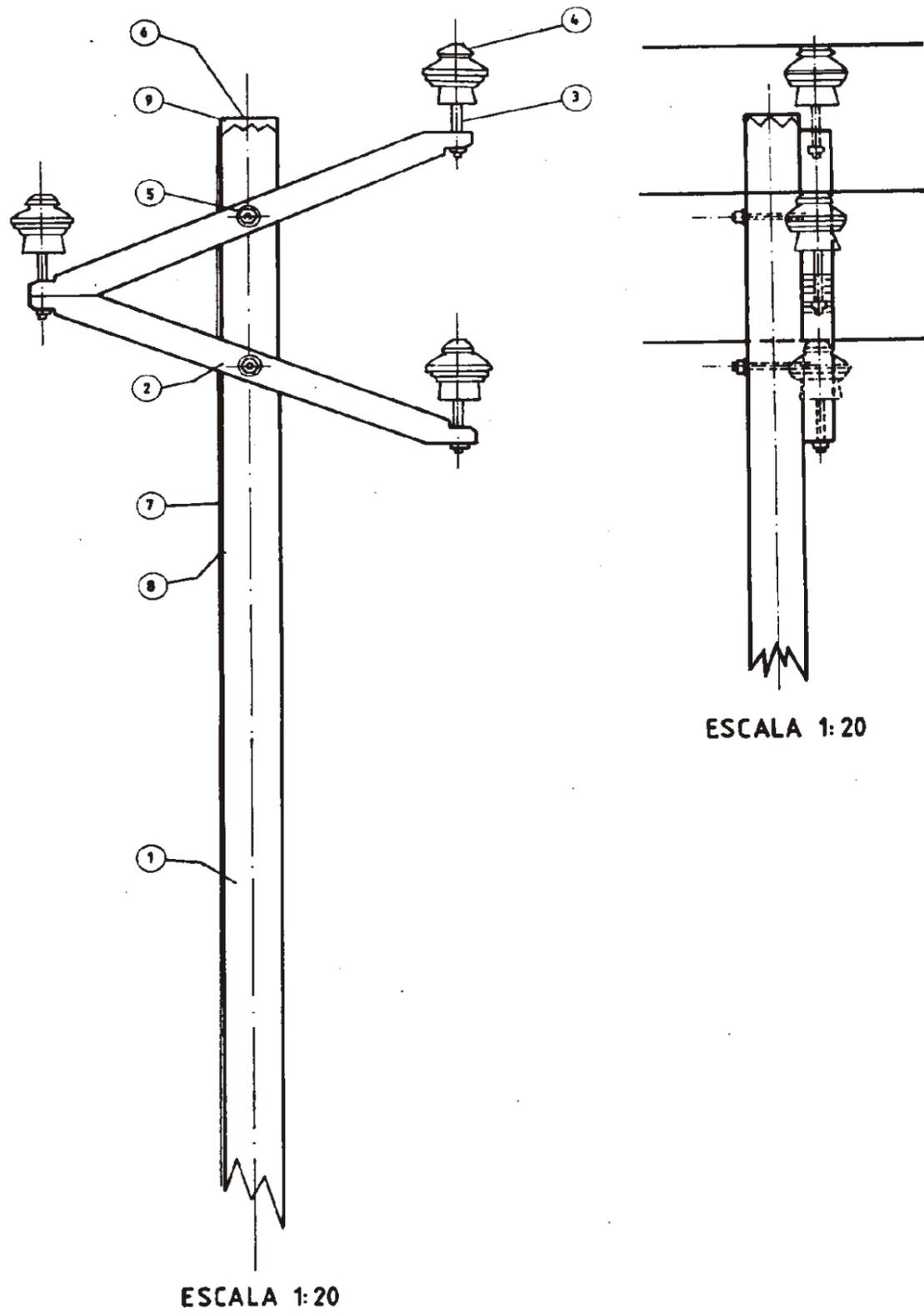


Figura 6-10: PORMENORES DO POSTE DE ALINHAMENTO - 33 KV (EDM, 2006)

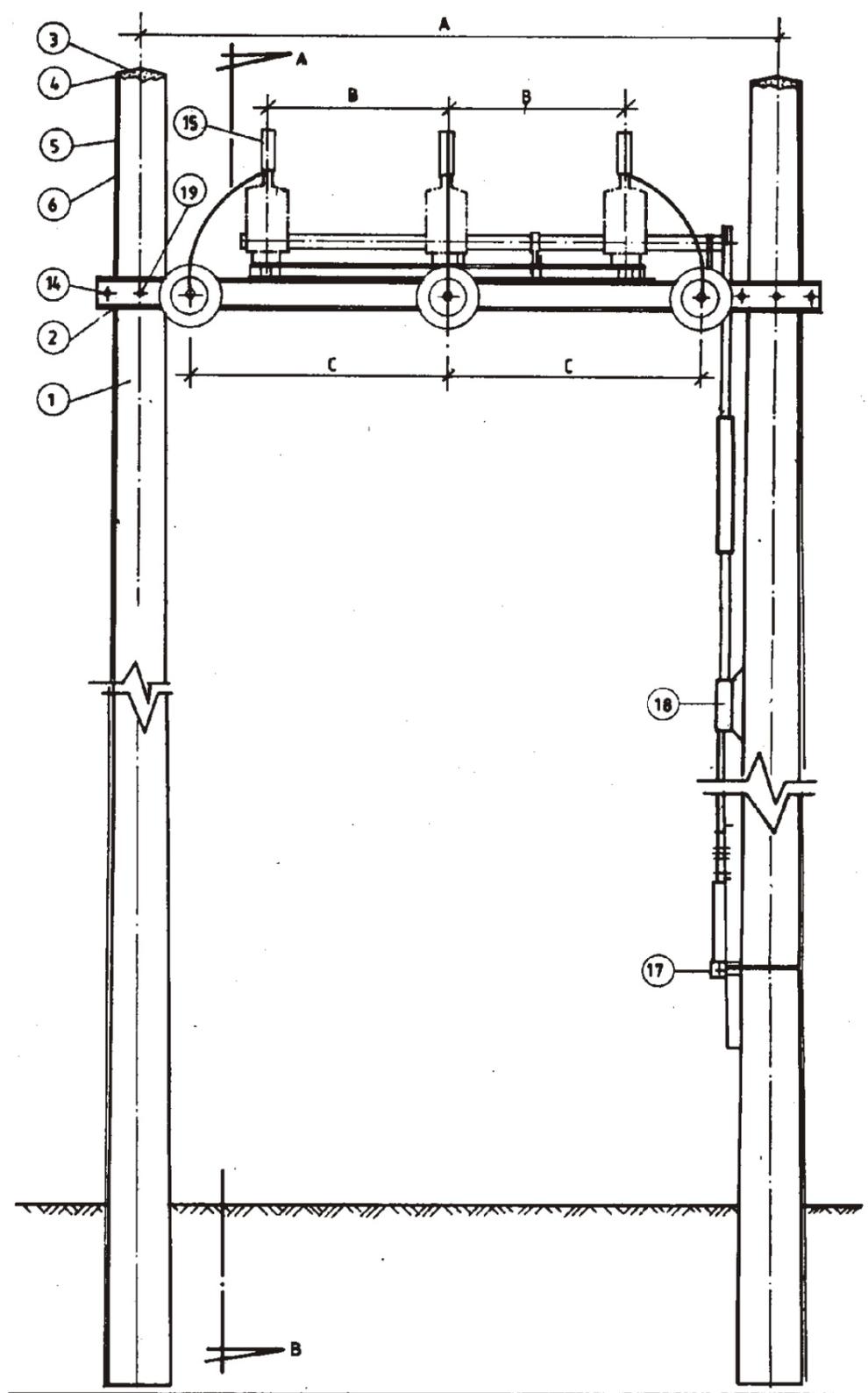


Figura 7-11: PÓRTICO DE AMARRAÇÃO COM SECCIONADOR - VISTA FRONTAL (EDM, 2006)

ANEXO 12

Actas de Encuentros

ANEXO 13

Relatório de Progresso

ANEXO 14

Avaliação

Apêndices

Apêndice 1

DIAGRAMA DE MT ANTES DA RECONFIGURAÇÃO

Apêndice 2

DIAGRAMA DE MT DEPOIS DA RECONFIGURAÇÃO

DIAGRAMA DE MT DEPOIS DA RECONFIGURAÇÃO

