Empresa Hidroelétrica do Guadiana, S.A

# CENTRAL FOTOVOLTAICA DE SOBREIRA DE BAIXO

# HIBRIDIZAÇÃO DA CENTRAL HIDROELÉTRICO DE ALQUEVA II

# SUBESTAÇÃO DA CF SOBREIRA DE BAIXO 30/400 kV

# PROJETO ELÉTRICO

**Julho de 2025**

## ÍNDICE

Pág.

**1 - OBJECTIVO ..... 3**

**2 - CONFIGURAÇÃO GERAL DO PROJECTO ..... 5**

**3 - LICENCIAMENTO AMBIENTAL ..... 5**

**4 - DESCRIÇÃO DOS EQUIPAMENTOS E INSTALAÇÕES ..... 7**

4.1 - Conceção e descrição geral ..... 7
4.2 - Condições gerais de projeto e construção ..... 7
4.3 - Transformador de potência ..... 8
4.4 - Aparelhagem de 400 kV – Painel Trannsformador MAT e Painel Linha MAT ..... 9
4.5 - Posto de corte de 30 kV ..... 9
4.6 - Reactância de neutro ..... 10
4.7 - Transformador dos serviços auxiliares ..... 10
4.8 - Elétrodos de terra e ligações à terra ..... 10
4.9 - Coordenação do isolamento ..... 11
4.10 - Proteções ..... 14
4.11 - Contagem de energia ..... 15
4.12 - Comando e Controlo ..... 16
4.12 - Transformador dos serviços auxiliares ..... 17
4.13 - Serviços Auxiliares ..... 17
4.13.1 - Serviços auxiliares de corrente alternada ..... 17
4.13.2 - Serviços auxiliares de corrente contínua (fontes de alimentação permanentes) ..... 18
4.13.3 - Iluminação e tomadas ..... 19
4.13.4 - Sistemas de iluminação ..... 19
4.13.5 - Tomadas ..... 19
4.14 - Sistemas e Instalações Auxiliares ..... 20
4.14.1 - Ar condicionado ..... 20
4.14.2 - Deteção de intrusão e incêndio ..... 20
4.14.3 - Instalação telefónica ..... 20
4.15 - Encravamentos ..... 20
4.16 - Exploração e condução ..... 21

**5 - QUALIDADE DOS EQUIPAMENTOS, NORMAS E REGULAMENTOS ..... 21**

**6- CÁLCULOS E DIMENSIONAMENTOS DA SUBESTAÇÃO ..... 22**

6.1 - Condições Ambientais de Serviço ..... 22
6.2 - Características Gerais das Redes Elétricas ..... 22
6.3 - Correntes de curto-circuito para efeitos de dimensionamento ..... 22
6.4 - Dimensionamento das ligações da subestação ..... 23
6.5 - Dimensionamento do elétrodo de terra ..... 23

**7 - DISPOSIÇÕES REGULAMENTARES ..... 24**

**8 - PARECERES DE ENTIDADES ..... 24**

**ANEXOS**

Anexo 01 – Características dos equipamentos;

Anexo 02 – Desenhos;

# CENTRAL FOTOVOLTAICA DE SOBREIRA DE BAIXO

# SUBESTAÇÃO DA CF DE SOBREIRA DE BAIXO (30 / 400 kV)

# PROJETO DE LICENCIAMENTO ELÉTRICO

## MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA

## 1 - OBJECTIVO

A presente Memória Descritiva e os seus anexos, constituem o Projeto de Licenciamento Elétrico da Subestação da Central Fotovoltaica de Sobreira de Baixo (30/400 kV), pertencente à Central Fotovoltaica de Sobreira de Baixo (adiante designada CFSB), reformulado ao abrigo do procedimento previsto no n.º 2 do art.º 16º do Decreto-lei n.º 151-B/2013, de 31 de outubro, e cujo promotor é a sociedade denominada por **Empresa Hidroelétrica do Guadiana, S.A**, adiante designada por EDP Produção, sendo o seu desenvolvimento e construção em parceria com a **EDPR PT Promoção e Operação, S.A.**

Em conformidade com a publicação do Decreto-Lei n.º 15/2022, de 14 de janeiro de 2022, que Estabelece a organização e o funcionamento do Sistema Elétrico Nacional (SEN), e transpõe as Diretivas (UE) 2019/944 e (UE) 2018/2001, onde é disponibilizada a definição de Hibridização (alínea nn) do artigo 3º): "***a adição a centro electroprodutor ou UPAC já existente de novas unidades de produção que utilizem diversa fonte primária de energia renovável, sem alterar a capacidade de injeção do centro electroprodutor ou UPAC preexistente***", pretende a Empresa Hidroelétrica do Guadiana, S.A., instalar uma central fotovoltaica, designada de "Central Fotovoltaica de Sobreira de Baixo", associada à Central Hidroelétrica de Alqueva II adiante designada de CHAVII, sem alteração da potência de ligação, e cuja licença de produção será averbada.

Neste contexto, e uma vez que se trata da coexistência de 2 tecnologias de conversão de 2 fontes primárias de energia em energia elétrica, designamos a operação de: Hibridização da CHAVII com a CFSB.

Este tipo de projetos híbridos, visam a otimização do diagrama de carga da central, sem envolver qualquer alteração à sua potência de ligação, uma vez que só possibilita a produção de eletricidade durante o dia, quando a radiação solar assim o permite, isto é, tem a grande mais-valia de estar disponível durante as horas de maior consumo de eletricidade podendo ser, complementar à energia hídrica que, por sua vez, tem já uma grande expressão na produção de eletricidade em Portugal.

A CHAVII, resultante do reforço de potência do Escalão de Alqueva, encontra-se localizada imediatamente a jusante do encontro direito da barragem de Alqueva, na União de freguesias de Amieira e Al-

queva, sito no rio Guadiana, concelho de Portel, distrito de Évora.

Foi-lhe atribuída uma Licença de Produção (Reforço de Potência do Escalão de Alqueva), por despacho favorável de 08 de agosto de 2008, Proc.EI1.0/67938, em nome da EDP Gestão da Produção de Energia, S.A., e por despacho de 7 de fevereiro de 2011, foi autorizada a transferência de titularidade para a empresa Hidroelétrica do Guadiana, S.A. A 07 de fevereiro de 2011, foi prorrogado o prazo de entrada em operação até 28 de fevereiro de 2013.

Em consequência da vistoria realizada a 20 de fevereiro de 2013, foi-lhe atribuída a Licença de Exploração com efeitos a partir dessa data.

A central possui dois grupos reversíveis de eixo vertical, cada um constituído por uma turbina-bomba tipo Francis, com uma potência unitária de 129,6 MW e por um alternador-motor síncrono trifásico de potência unitária de 143 MVA, com uma potência total de 259,2 MW (286 MVA).

Por despacho datado de 09 de abril de 2021, foi autorizado o averbamento da Licença de Produção, processo EL 1,0/67938-M.

Para a integração da CFSB com a rede elétrica, prevê-se a instalação da Subestação de Sobreira de Baixo 30/400kV, sita na freguesia de Pedrogão do Alentejo, do concelho de Vidigueira, distrito de Beja.

## 2 - CONFIGURAÇÃO GERAL DO PROJECTO

A CFSB será constituída por, equipamento de geração, designadamente por módulos fotovoltaicos do tipo bifacial com funcionamento em Baixa Tensão (BT) em corrente contínua. A conversão para corrente alternada em baixa tensão é efetuada a partir de inversores descentralizados, denominados inversores de *string*. Por sua vez é efetuada a elevação de BT para MT em postos de transformação, designados *kiobets*, a partir dos quais se desenvolve a rede 30kV, em troços subterrâneos entre os kiobets, e entre estes e a Subestação da CF de Sobreira de Baixo, que se trata da Subestação de Interligação à Subestação de Alqueva do Operador de Rede de Transporte (REN).

A elevação de MT para MAT é efetuada na subestação 30/400 kV da CF de Sobreira de Baixo, alvo do presente Licenciamento e o transporte de energia efetuado numa linha de 400kV, de circuito simples, dois de dois condutor por fase.

Para além das infraestruturas incluídas no âmbito da CF de Sobreira de Baixo, será ainda construído pelo ORT um painel de 400 kV na Subestação de Alqueva (SE ALQ), propriedade da RESP (REN).

## 3 - LICENCIAMENTO AMBIENTAL

A área de estudo para a implantação do Projeto da Central Fotovoltaica da Sobreira de Baixo não se enquadra em área sensível, ao abrigo do artigo 2.º do Decreto-Lei n.º 151-B/2013, de 31 de outubro, na sua atual redação no Decreto-Lei n.º 152-B/2017, de 11 de dezembro e alterado pelo Decreto-Lei n.º 11/2023, de 10 de fevereiro (Desenho 6).

De acordo com o Decreto-lei n.º 151-B/2013, de 31 de outubro, na sua atual redação, que verte já a alteração introduzida pelo Decreto-Lei n.º 11/2023, de 10 de fevereiro (reforma e simplificação dos licenciamentos ambientais), o Projeto da Central Fotovoltaica da Sobreira de Baixo encontra-se sujeito a uma Avaliação de Impacte Ambiental (AIA), pelo facto do projeto original - entretanto alvo de reformulação ao abrigo do procedimento previsto no n.º 2 do art.º 16.º do referido diploma, desencadeado pela Agência Portuguesa do Ambiente (APA), com a anuência do promotor do projeto, com base no Parecer emitido pela Comissão de Avaliação (CA) - ocupar uma área de painéis solares e inversores superior a 100 ha, conforme estabelecido no Anexo II:

- *"no caso de centros electroprodutores de fonte renovável solar, quando a área ocupada por painéis solares e inversores seja ≥ 100 ha (caso geral)"*.

Relativamente à Linha elétrica de 400 kV que irá escoar a energia produzida na Central Fotovoltaica da Sobreira de Baixo, esta tem um comprimento de 3,0 km, pelo que a linha não se enquadra nos limites estabelecidos no Anexo II, ponto 3 alínea b) (instalações industriais destinadas ao transporte (…) de energia elétrica por cabos aéreos (não incluídos no anexo I)), nem no Anexo I do Decreto-Lei n.º 152-B/2017, de 11 de dezembro. Deste modo a Linha elétrica será integrada no EIA e tratada como Projeto Complementar.

Uma das atividades necessárias à implementação do projeto, a desflorestação, por si só, enquadra-se em AIA segundo o caso geral do Anexo II, n.º 1, alínea d) do Decreto-Lei n.º 152-B/2017, de 11 de dezembro, já que implica uma área de desflorestação maior ou igual a 50 ha.

# 4 - DESCRIÇÃO DOS EQUIPAMENTOS E INSTALAÇÕES

## 4.1 - Conceção e descrição geral

A Subestação 30/400 kV da CF de Sobreira de Baixo, será fundamentalmente, constituída por dois transformadores de potência e respetivos paineis com equipamentos de corte e proteção, que interligarão a um barramento de 400kV que fará a junção das potências dos dois transformadores, que por sua vez é agregada num painel de Linha MAT.

No painel de transformador será equipado com secionador de barra que fará o isolamento da linha MAT de interligação à rede e das redes MT provenientes do campo fotovoltaico.

No painel de linha MAT está incluído o seccionador de terra para realização, em maior segurança, das operações de conservação, incluindo os transformadores de intensidade e de tensão destinados à proteção e medida.

O seccionamento da subestação será efetuado, do lado de MAT, pela abertura do seccionador de 400 kV. Está prevista a instalação de dispositivos de encravamento que não permitam a manobra dos seccionadores com o respetivo disjuntor na posição de fechado.

O fecho do seccionador de terra será possível apenas na situação de "seccionador de 400 kV aberto" e com uma segunda condição de "linha sem tensão" (encravamento por chave, disponibilizada após consignação da linha).

O disjuntor e o seccionador de 400 kV serão motorizados de modo a ser possível o seu comando à distância, a partir de comutadores instalados no painel de comando ou a partir do telecomando. O seccionador de terra será de comando manual.

A proteção contra sobretensões, originadas por descargas atmosféricas e/ou por manobras, será assegurada por descarregadores de óxidos metálicos instalados na chegada da linha e junto ao transformador e pelos cabos de guarda da linha. Para proteção do edifício de comando contra descargas atmosféricas, serão instaladas hastes de descarga na cobertura e no pórtico, ligadas entre si e ao elétrodo de terra.

O posto de corte de 30 kV será dotado dos encravamentos próprios de monobloco do tipo normalizado e de encravamento de manobra da aparelhagem das celas de saída para os transformadores de interligação com o disjuntor do respetivo painel de 400 kV.

## 4.2 - Condições gerais de projeto e construção

As ligações flexíveis de MAT entre os equipamentos da subestação serão executadas com condutores de liga de Alumínio, "Almelec", tipo Aster 851 mm2, em feixe duplo, de dimensões compatíveis com as intensidades de serviço e com a intensidade de curto-circuito de 50 kA considerada no projeto da subestação.
No andar dos 400 kV será construído um barramento, composto por tubos de alumínio com o diâmetro

adequadamente dimensionado aos efeitos do aquecimento e esforços eletrodinâmicos.

Quer o pórtico de amarração da linha de 400 kV, quer as restantes estruturas metálicas de suporte da aparelhagem consideradas no projeto correspondem a estruturas normalizadas utilizadas habitualmente nas subestações de 400 kV.

A distância da aparelhagem ativa à vedação exterior é, em qualquer caso, maior que 10 m de largura. Entre a aparelhagem, a distância foi determinada para, nalguns casos, permitir a realização de futuras intervenções ligeiras, com parte da instalação em serviço, de acordo com os procedimentos de segurança, permitindo também, no perímetro circundante, entre as estruturas e a vedação exterior, a circulação de cargas dentro da designada, na planta anexa, de via de circulação. Esta via ficará devidamente identificada através de marcos implantados na gravilha e de marcações por faixas amarelas nas zonas pavimentadas.

Todas as ligações, no andar de 400 kV, apresentam um afastamento entre fases nunca inferior a 5,75 m com a exceção das ligações ao transformador de potência MAT/MT, condicionadas à distância entre polos, específica do equipamento.

Os isoladores de coluna e de cadeia possuirão características de acordo com as normas CEI 60273 e CEI 60305, respetivamente.

A aparelhagem de corte e seccionamento, será do tipo apoiado, suportada por estruturas metálicas, e dotada de comandos motorizados, tendo sempre a possibilidade de comando manual, que se sobrepõe ao comando elétrico, inibindo-o.

As estruturas metálicas e fundações, destinadas ao suporte do equipamento e cabos serão dimensionadas e adequadas às solicitações possíveis de ocorrer, nomeadamente, as devidas ao peso, temperatura, vento, ações sísmicas, esforços térmicos e eletrodinâmicos, etc., após escolha dos equipamentos.

### 4.3 - Transformador de potência

Os transformadores de potência serão trifásicos, de 400/30 kV, 112,5/150 MVA, de arrefecimento ONAN/ONAF, com grupo de ligações YNd11, em banho de óleo, de exterior e com regulação automática de tensão em carga. Serão equipados com a aparelhagem de proteção a seguir indicada, dotada de contactos para alarme e/ou disparo: imagem térmica, para controlo da temperatura dos enrolamentos, teletermómetro com sonda, termóstato e termómetro de resistência, para controlo da temperatura do óleo, relé Buchholz, detetores de nível de óleo, relé de proteção do comutador em carga, válvula de sobrepressão e detetor de gases no óleo. Em anexo, são apresentadas as características principais deste transformador.

### 4.4 - Aparelhagem de 400 kV – Painel Trannsformador MAT e Painel Linha MAT

a) Disjuntor

O disjuntor do painel de 400 kV será monopolar, próprio para instalação exterior, de corte em atmosfera de SF6. O modo de comando normal será do tipo mecânico, de abertura livre, com acumulação de energia em molas de abertura e de fecho, acionadas e rearmadas quer manual, por manivela, quer eletricamente, por motor de rearme.

Será equipado com uma bobina de fecho e duas de abertura, estas destinadas a serem atuadas por proteções distintas; uma destas bobinas será atuada por falta de tensão e a outra por emissão de corrente. Em anexo, são apresentadas as características principais do disjuntor de 400 kV.

b) Seccionador

O seccionador será de Seccionador tripolar três colunas e dupla abertura lateral, de polos separados, para instalação exterior. O comando dos três polos é sincronizado e os contactos são equipados com acessórios de pressão para garantir boa ligação elétrica. Para permitir a ligação à terra da linha, serão instaladas facas de ligação à terra com encravamento mecânico com o seccionador atrás referido. Em anexo, são apresentadas as características principais do seccionador de 400 kV.

c) Descarregadores de sobretensões

Os descarregadores de sobretensões instalados junto ao transformador de interligação, serão de óxido de zinco, equipados com limitador de pressão e contador de descargas, próprios para montagem exterior. Em anexo, são apresentadas as características principais destes aparelhos.

d) Transformadores de medição

Os transformadores de medição (intensidade e tensão) serão do tipo indutivo, herméticos, de isolamento de papel impregnado de óleo, próprios para montagem exterior. Em anexo, são apresentadas as características principais destes transformadores de medição.

### 4.5 - Posto de corte de 30 kV

O posto de corte de 30 kV será constituído por dois conjuntos de celas metálicas modulares, em monobloco do tipo blindado, interligados entre si através de uma cela de interbarras apropriada para o efeito. Estão previstas as seguintes celas:

- Celas de chegada dos ramais da rede interna de 30 kV, e celas idênticas, de reserva, cada uma equipada com um disjuntor tripolar e um interruptor-seccionador, com facas de terra, de corte em SF6, e com transformadores de intensidade;
- Cela de interbarra equipada com um disjuntor tripolar e um interruptor-seccionador, com facas de terra, de corte em SF6, e com transformadores de intensidade;

- Cela de saída para o transformador de interligação, equipada do mesmo modo, com encravamento por chave com o disjuntor de interligação de 400 kV, incluindo a medida de tensão no barramento;
- Cela de alimentação do transformador dos serviços auxiliares, equipada com um interruptor-seccionador, com facas de terra, de corte em SF6, combinado com fusíveis de proteção do transformador;
- Cela de ligação à reactância de criação do neutro artificial, equipada do mesmo modo;
- Cela de reserva totalmente equipada, com as mesmas características que a cela de saída para o transformador de interligação.

### 4.6 - Reactância de neutro

A reactância de neutro artificial será trifásica, imersa em óleo, grupo de ligação ZN, com uma impedância homopolar de 104 Ω, por fase, e corrente de defeito no neutro ($3I_0$) de 500 A. Será instalada na subestação, à intempérie em zona vedada para evitar o acesso indevido.

### 4.7 - Transformador dos serviços auxiliares

O transformador trifásico de serviços auxiliares, de 100 kVA, 30 000/ 230-400 V, Dyn11, em banho de óleo, de exterior, montado na subestação, à intempérie em zona vedada para evitar o acesso indevido.

### 4.8 - Elétrodos de terra e ligações à terra

A rede geral de terras da Subestação 30/400 kV da CF de Sobreira de Baixo é concebida de forma a constituir uma rede equipotencial, reduzindo os riscos de tensões de passo e de contacto e limitando-as a valores não perigosos, em caso de defeito à terra, seguindo as recomendações da norma IEEE 80-2000 e o Documento de Harmonização HD 637 S1.

A rede geral de terras será um conjunto interligado formado por:

- terra de proteção, destinada a contribuir para a segurança das pessoas nas proximidades de um objeto metálico da instalação suscetível de colocação acidental sob tensão em caso de defeito de isolamento;
- terra de serviço, destinada a influenciar o comportamento da rede em caso de defeito à terra.

A rede geral de terras será uma terra única, constituída por um circuito de instalação subterrânea e por um circuito de instalação à superfície, ligados entre si.

A proteção contra descargas atmosféricas diretas será feita através rede de terras aérea, que é constituída por haste de descarga do tipo ionizante não eletronico, cujo cone de proteção, cubra na totalidade os equipamentos e instalações exteriores.

O circuito de terras subterrâneo será constituído por uma malha de condutores de cobre nu, com a secção de 120 mm2, enterrados a uma profundidade mínima de 0,8 m, ou em caso de terreno rochoso, poderá ser reduzido para uma profunidade de 0,6 m, e que constitui uma malha uniforme em toda a plataforma da subestação.

À rede de terras subterrânea serão ligadas a estruturas metálicas, massas da aparelhagem, descarregadores de sobretensão, neutros dos transformadores de potência e de medição, cabos de guarda e vedação exterior.

As ligações das massas dos equipamentos dos equipamentos da subestação ao elétrodo de terra serão feitas por cabo de cobre de igual secção da malha geral ou por barra de aço inoxidável de 50 x 5 $mm^2$, utilizando-se ligadores bimetálicos sempre que necessário.

### 4.9 - Coordenação do isolamento

Os princípios de coordenação do isolamento utilizados no projeto da instalação de 400 kV coincidem com os habitualmente adotados na Rede, quer no que respeita a níveis de isolamento dos equipamentos, distâncias de isolamento e linhas de fuga de isoladores, quer no referente a dispositivos de proteção contra sobretensões. A proteção contra sobretensões, originadas por descargas atmosféricas ou por manobras, será assegurada por descarregadores de óxidos metálicos instalados junto ao transformador.

A classificação dos locais quanto ao nível de poluição é determinante na escolha dos isoladores. Estando, a Subestação implementada na proximidade de uma zona logística urbana, considerou-se para este projeto a classe da severidade de poluição do local como forte, devido, principalmente, à proximidade de instalações industriais, de vias de circulação automóvel intenso, embora não muito próximas, mas, sobretudo, pela via de extração e movimentação de inertes (argilas), na proximidade, podendo originar poluição, de classe de severidade do local, "d", de acordo com a especificação IEC 60815-1.

A este nível de poluição, corresponde uma linha de fuga específica de 25 mm/kV pelo que o comprimento mínimo da linha de fuga dos isoladores para o andar de Um = 420 kV, é de 10 500 mm, e para o andar de Um = 36 kV, é de 900 mm.

De acordo com os princípios de coordenação de isolamento, os painéis de linha são protegidos contra sobretensões vindas do exterior através da montagem de descarregadores de sobretensões e de hastes de descarga nas cadeias de amarração ao pórtico, as quais deverão ter uma distância de escorvamento de 1700 mm para Um = 420 kV. Esta medida visa sobretudo a Proteção do equipamento do painel de linha e, sobretudo, do disjuntor quando estiver aberto ou em fase de abertura.

O transformador é protegido contra sobretensões por intermédio de descarregadores de sobretensão

instalados nos três níveis de tensão (400 e 30 kV).

**Níveis de Isolamento e de Proteção**

De acordo com as recomendações CEI aplicáveis, os níveis de isolamento e proteção a adotar para a aparelhagem de alta tensão utilizada nesta instalação, serão os indicados nos quadros seguintes:

**Transformador de Potência**

| **Tensão Nominal** | **400 kV** | **30 kV** |
|---|---|---|
| Tensão mais elevada em regime contínuo | 420 | 36 |
| Freq. Ind. 50Hz, 1 min, valor eficaz | | |
| Linha | 570 | 70 |
| Neutro | 72,5 | |
| Onda de choque atmosférica | | |
| Linha | 1300 | 170 |
| Neutro | --- | --- |
| Onda de choque de manobra | | |
| Fase-terra | 1050 | --- |
| Fase-fase | 1575 | --- |

**Aparelhagem de Corte e Manobra**

| | |
|---|---|
| Tensão nominal | 400 kV |
| Tensão máxima | 420 kV |
| Frequência nominal | 50 Hz |
| Número de fases | 3 |
| Regime de neutro | À terra |
| Constante de tempo da rede | 45 ms |
| Fator de defeito à terra | ≤1,4 |

| **Tensão máx. de serviço Um [kVef]** | **Tensão à frequência industrial, 50 Hz, 1 min [kVef]** | | **Tensão à onda de choque atmosférico [kV] (valor de crista)** | |
|---|---|---|---|---|
| | Fase-terra, fase-fase e entre - Dlsj. fechado | Fase-terra, fase-fase e entre - Dlsj. aberto | Fase-terra, fase-fase - Dlsj. fechado | Entre polos |
| 420 | 520 | 610 | 1050 | 1575 |

**Níveis de isolamento nominal dos Transformadores de Medição**

| **Tensão máxima de serviço Um [kVef]** | **Tensão à frequência industrial, 50 Hz, 1 min [kVef]** | **Tensão à onda de choque de manobra [kV] (valor de crista)** | **Tensão à onda de choque atmosférico [kV] (valor de crista)** |
|---|---|---|---|
| | Fase-terra | Fase-terra | Fase-terra |
| 420 | 630 | 1050 | 1425 |

Por sua vez, todos os equipamentos de BT deverão ter um nível de isolamento para suportarem uma tensão eficaz de 2 kV, à frequência industrial, durante 1 minuto. As distâncias de isolamento mínimas no ar medidas a partir das partes em tensão deverão respeitar os valores indicados no quadro seguinte:

**Distâncias mínimas de isolamento (IEC 61936-1)**

| Tensão mais Elevada [kVef] | Distâncias de isolamento [cm] | | Distância ao solo [cm] | Distância de trabalho referida à parte ativa [cm] | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Fase-terra | Fase-fase | | Horizontal | Vertical |
| 420 | 340 | 380 | 610 | 540 | 540 |

**Descarregadores de sobretensões**

O transformador de potência será protegido por descarregadores de sobretensões de óxido de zinco, nos vários níveis de tensão, com as seguintes características principais:

| Designação | Unid | 400 kV |
|---|---|---|
| - Modo de ligação: | | fase-terra |
| - Tipo de montagem: | | apoiada |
| - Corrente nominal de descarga: kA | | 10 |
| - Classe de descarga de longa duração: | | 2 |
| - Onda de corrente de grande amplitude 4/20 µs :kA | | 100 |

Sendo as tensões caraterísticas determinadas de acordo com as especificidades das redes, nomeadamente, nível de isolamento básico dos equipamentos a proteger, tensões mais elevadas das redes, fator de defeito à terra e regime de neutro, e que constam do Anexo I.

**Colunas e Cadeias de Isoladores**

Como referido anteriormente o nível de poluição deverá considerar-se médio. Nesse pressuposto as colunas isolantes deverão apresentar as seguintes características:

**Colunas de Isoladores**

**Nível de poluição: forte**

| | |
|---|---|
| Linha de fuga específica (mm/kV) | 25,0 |
| Distância mínima entre saias - s (mm) | 40,0 |
| Projeção mínima das saias - p (mm) | 45,0 |
| Coeficiente mínimo (s/p) | 0,8 |

Fator de linha de fuga máximo
(linha de fuga/linha de arco) 3,5

---

As cadeias de isoladores a instalar nos pórticos, especificadas de acordo com CEI 60305 e CEI 60120, encontram-se definidas no quadro seguinte:

**Cadeias de isoladores**

| Tensão [kV] | Tipo de Cadeia | Quantidade de Isoladores | Tipo de Isoladores | Linha de fuga total [mm] |
|---|---|---|---|---|
| 420 | Amarração | 2x23 | ***F160 BS*** | 12535 |

Nas instalações de 30 kV e de baixa tensão, os equipamentos a utilizar possuem os níveis de isolamento definidos nas normas aplicáveis, sendo a proteção contra sobretensões assegurada, na instalação de 30 kV, por descarregadores de óxidos metálicos, e na instalação de baixa tensão por dispositivos adequados, garantindo três níveis de proteção (alta, média e fina).

## 4.10 - Proteções

O Sistema de proteções previsto para esta instalação, nomeadamente, para o painel de 400 kV, segue os princípios que têm vindo a ser adotados e indicados pelo Operador da Rede Nacional de Transporte, incluindo as funções de osciloperturbografia com armazenamento local e acesso remoto, bem como as instalações e equipamentos destinados às comunicações que servem de suporte ao funcionamento da proteção diferencial de linha.

Assim todas as cadeias de proteção serão alimentadas a partir da mesma bateria, embora podendo atuar em circuitos de disparo independentes.

Todas as proteções deverão possuir dispositivos de ensaio que permitam verificar o respetivo funcionamento, mantendo o painel em exploração.

➔ **Linha de 400 kV**

O sistema de proteção de linha obedecerá à especificação "Sistema de Comando e Proteção – SCP" do operador de rede (REN) e, de um modo não exaustivo contemplará as principais funções:

- Proteção Diferencial de Linha com função Distância Integrada;
- Proteção de Distância de Reserva (3 escalões);
- Proteção Direcional de Terra.

- Funções de proteção de: máxima corrente (curto circuito e sobrecarga térmica), máxima e mínima frequência e máxima e mínima tensão, falha de disjuntor.

➔ **Transformador de Potência AT/MAT**

A cadeia de proteções a instalar deverá comportar, além das proteções próprias do transformador de potência (*buchholz*, temperatura, imagem térmica, válvula de sobrepressão, etc.), as seguintes proteções:

- Proteção Diferencial;
- Proteção de Máxima Intensidade AT;
- Proteção de Máxima Intensidade MAT;
- Proteção de Falha de Disjuntor AT;
- Proteção de Falha de Disjuntor MAT;
- Proteção diferencial homopolar do enrolamento MAT;

➔ **Rede interna a 30 kV**

- máximo e mínimo de tensão, com 2 escalões (geral, no barramento);
- máximo de tensão homopolar (geral, no barramento);
- máximo de corrente, com 2 escalões (por cada ramal);
- máximo de corrente homopolar (por cada ramal e na reactância de neutro).

Os relés de proteção serão eletrónicos, programáveis, previstos para a ligação a transformadores de intensidade com a corrente nominal secundária de 1 A e a transformadores de tensão com tensão nominal secundária de 100/√3 V ou 100/3 V.

Os relés das proteções da interligação serão regulados de acordo com os valores adequados, ensaiados e, posteriormente, selados.

### 4.11 - Contagem de energia

A contagem oficial da energia da Central fotovoltaica estará localizada no painel de Linha de 400 kV da SE CF Sobreira de Baixo e assegurará a medição dos trânsitos de energia ativa e reativa nos dois sentidos, possibilitando o cálculo da potência média em período de 15 minutos e diferenciando os diferentes períodos tarifários, diários e sazonais. Será feita por equipamento adequado, a partir de transformadores de

medição instalados no painel de Linha a 400 kV da SE da CF de Sobreira de Baixo e com possibilidade de ligação a centrais de telecontagem.

A classe de precisão nos enrolamentos dos transformadores de medição destinados à contagem de energia é de 0,2s.

Será igualmente instalado equipamento de contagem da energia consumida nos serviços auxiliares.

Todos os circuitos e equipamentos de medição serão testados e posteriormente selados.

### 4.12 - Comando e Controlo

O Sistema de Comando e Controlo (SCC) será constituído por equipamentos funcionalmente adaptados às necessidades de controlo e supervisão das instalações da rede elétrica e tecnicamente atuais.

As principais funções a desempenhar pelo SCC são as seguintes:

- Geração e vigilância das polaridades de corrente contínua / Aquisição e tratamento de alarmes;
- Aquisição e monitorização de sinalizações e de estados da aparelhagem de MAT e de medidas;
- Comando da aparelhagem de MAT e verificação das condições de sincronismo, no caso da ordem de fecho dos disjuntores;
- Comando e supervisão dos serviços auxiliares;
- Contagem de energia ativa e reativa;
- Funções de automatismo diversas (comando sequencial, corte por tensão zero, reposição de serviço após reaparecimento de tensão, desde que tenha havido disparo, regulação automática de tensão, automatismos de seleção de alimentação nos serviços auxiliares de corrente alternada).

Ao SCC estão associados três níveis de intervenção:

- Um nível mais baixo, associado funcionalmente a cada painel, onde existe a zona de interface com o processo. É a este nível que se faz a aquisição de sinalizações, de alarmes e de medidas (lógicas e analógicas) e se realiza o primeiro patamar de comando (individual) de toda a aparelhagem MAT, com prévia verificação de condições de manobra (encravamentos e sincronismo) por motivos de segurança.

  Dispõe-se neste nível da afixação de sinalizações e estados e de indicação de algumas medidas (tensão e corrente) por painel.

- Um segundo nível, central em termos da subestação, onde se concentram funções e facilidades de condução e supervisão relativas à instalação como um todo. Dispõe-se, a este nível, de

interface operador/sistema, a partir do qual se pode, por exemplo:

- Acionar todos os órgãos de manobra, à exceção dos seccionadores de ligação à terra;

- Informação sobre os estados dos órgãos de manobra, as medidas associadas aos diversos painéis e as listas de sinalizações e alarmes;

- Reconfigurar o modo de exploração da subestação (comando remoto/local, automático/ manual);

- Parametrizar as funções do sistema e realizar alterações e ampliações (em modo "engenharia") do sistema.

A este nível obtém-se o registo cronológico de acontecimentos, a reconstituição dos registos de osciloperturbografia e a totalização das contagens de energia.

- Um terceiro nível situado num plano acima do anterior, associado às facilidades de telecontrolo e de telecomando da subestação, a partir do centro de comando remoto, que permitirá explorar a instalação sem pessoal em permanência.

### 4.12 - Transformador dos serviços auxiliares

Será um transformador trifásico, de 100 kVA, 20 000/ 400 V, Yzn11, em banho de óleo, de exterior, ligado ao terciário do transformador principal, em enrolamento específico para o efeito.

### 4.13 - Serviços Auxiliares

Os serviços auxiliares da subestação compreendem serviços em corrente alternada 400/230 V e serviços em corrente contínua 110 e 48 V.

#### 4.13.1 -Serviços auxiliares de corrente alternada

Os Serviços Auxiliares de Corrente Alternada da subestação estão previstos para 400-231 V, 50 Hz, sendo a sua alimentação assegurada pelos Transformadores de Serviços Auxiliares MT/BT de 100 kVA.

Para garantir a alimentação dos Serviços Auxiliares de Corrente Alternada em caso de falha da fonte em serviço, existirá um sistema automático que garante a comutação para a outra fonte: Grupo de Emergência de 78kVA (400-230V), também disponível no Edifício de Comando, e que possuirá um sistema de arranque e paragem automáticos, comandado a partir de um relé de deteção de presença de tensão.

Destinado à alimentação dos circuitos considerados prioritários ao funcionamento da instalação existirá,

para além do barramento geral dos Serviços Auxiliares de Corrente Alternada, um barramento socorrido de corrente alternada alimentado por uma unidade onduladora com redundâcia que será alimentada a partir dos serviços auxiliares de corrente contínua de 110 V.

A proteção de pessoas contra contactos indiretos na rede dos Serviços Auxiliares de Corrente Alternada da subestação será garantida pela adoção do sistema TT, cujas normas de conceção se encontram dentro das disposições regulamentares, nomeadamente:

- Disparo ao primeiro defeito;
- Neutro de baixa tensão do transformador dos Serviços Auxiliares ligado à rede geral de terras;
- Massas da instalação ligadas à rede geral de terras;
- Utilização de disjuntores diferenciais de média sensibilidade, montados de forma seletiva, assegurando o corte dos circuitos em caso de defeito à terra;
- Existência de terra geral com resistência inferior a 1 Ω.

### 4.13.2 -Serviços auxiliares de corrente contínua (fontes de alimentação permanentes)

Os Serviços Auxiliares de Corrente Contínua da subestação estão previstos para 110 V, sendo a sua alimentação realizada a partir de um conjunto de baterias e retificadores que integram, alimentação do autómato de condução, dos circuitos de comando e proteção e do equipamento de telecomunicações, também a função de televigilância de incêndio e de intrusão uma vez que se trata de uma instalação sem presença humana permanente

Na subestação, será instalado um sistema de alimentação constituído por:

- 2 conjuntos de Retificadores: armário 1 (5 unidades de 4.400W) e armário 2 (4 unidades de 4.400W).
- 2 conjuntos de Inversores: armário 1 (2 unidades de 2.200W) e armário 2 (2 unidades de 2.200W).
- 2 conjuntos de Baterias: armário 1 (270 Ah/5h (GAZ - KGM) ou 280 Ah/5h (PIBAS - KGM) ou 277.5 Ah/5h (SAFT UP1 M) e armário 2 (270 Ah/5h (GAZ - KGM) ou 280 Ah/5h (PIBAS - KGM) ou 277.5 Ah/5h (SAFT UP1 M).
- 2 conjuntos de Controladores: armário 1 ( 1 x Unidade de Controle controlada por um microprocessador de última geração para gerenciar os módulos retificadores por barramento digital (CAN BUS)) e armário 2 - X Conjunto ( 1 x Unidade de Controle controlada por um microprocessador de última geração para gerenciar os módulos retificadores por barramento digital (CAN BUS)).
- 2 conjuntos de Conversores 110-125/48 Vdc: armário 1 (2600 W 2 x FLATPACK2 48V/2000W HE) e armário 2 (2600 W 2 x FLATPACK2 48V/2000W HE).

Os Serviços Auxiliares de Corrente Contínua serão equipados com um dispositivo de controlo permanente do isolamento dos circuitos, para a deteção e sinalização da ocorrência de defeitos à terra.

### 4.13.3 -Iluminação e tomadas

Os níveis de iluminância média a considerar para os diferentes compartimentos do edifício de comando e da subestação serão os seguintes:

- sala de comando: 200 lux;
- restantes compartimentos: 150 lux;
- parque exterior de 400 kV: 20 lux.

Para além das luminárias de iluminação normal, em locais apropriados serão colocadas ainda luminárias de iluminação de emergência, com autonomia não inferior a 1,5 h, de forma a assegurar a circulação e atuação dos operadores com segurança, no caso de falta de tensão.

A subestação será iluminada com 4 projetores equipados com lâmpadas de sódio alta pressão, de 150 W, sendo ainda equipada com um projetor, de reforço, de vapor de sódio de alta pressão, de 1000 W, amovível.

Nos diferentes compartimentos, serão instaladas tomadas monofásicas de 16 A, tipo "*schuko*", quer para utilização geral, quer para alimentação dos equipamentos destinados à exploração da instalação, além de uma tomada trifásica na ferramentaria. Na subestação serão montadas duas tomadas trifásicas e uma monofásica, instaladas em armário montado em postalete com 30 cm de altura.

### 4.13.4 -Sistemas de iluminação

O Parque Exterior de Aparelhagem e o Edifício de Comando serão equipados com um sistema de iluminação principal e um sistema de iluminação de emergência. Este último sistema assegurará a iluminação necessária à circulação de pessoas em caso de falha de alimentação ao barramento geral dos Serviços Auxiliares de Corrente Alternada (SACA).

Para permitir intervenções de manutenção programada ou acorrer a avarias fortuitas noturnas, o parque exterior será equipado com holofotes orientáveis instalados nas estruturas da subestação. Estes equipamentos serão instalados em locais acessíveis, em segurança, com a subestação desligada.

### 4.13.5 -Tomadas

O Parque Exterior de Aparelhagem e o Edifício de Comando serão equipados com circuitos de tomadas

monofásicas e trifásicas para usos gerais.

No parque exterior existirá também um bloco de tomadas monofásica, trifásica normal e trifásica de potência, instalado em estrutura própria na proximidade do transformador principal, de modo a permitir a ligação de equipamentos e ferramentas elétricas para a execução de trabalhos de manutenção.

## 4.14 - Sistemas e Instalações Auxiliares

### 4.14.1 -Ar condicionado

O Edifício de Comando estará equipado com um sistema de ar condicionado, constituído por várias unidades, exteriores (condensadores) e interiores (evaporadores) e respetivo conjunto de tubagens de interligação, de modo que se consiga uma regulação de temperatura, em qualquer época do ano, entre 15 e 25 °C, seja qual for a temperatura exterior que se verifique.

### 4.14.2 -Deteção de intrusão e incêndio

O Edifício de Comando será equipado com um sistema de deteção de intrusão e incêndio, constituído por centrais separadas, detetores de intrusão do tipo micro-ondas e infravermelhos e detetores de incêndio do tipo ótico. No sistema de intrusão estão também consideradas as sinalizações de portão de entrada da subestação aberto e portas do Edifício de Comando Abertas.

### 4.14.3 -Instalação telefónica

A instalação telefónica prevista para o Edifício de Comando será constituída por uma rede estruturada entre as tomadas terminais e o bastidor passivo.

## 4.15 - Encravamentos

As manobras suscetíveis de danificarem o equipamento ou de colocarem em risco a integridade física das pessoas serão condicionadas por um sistema de encravamentos.

As manobras de fecho dos disjuntores serão validadas pelas condições de sincronização. No painel de linha, o fecho do seccionador de 400 kV só é permitido com o respetivo disjuntor de 400 kV aberto e em caso de disparo provocado pela atuação das proteções intrínsecas do transformador, a ordem de fecho só é possível após cancelamento da ordem de bloqueio de ligar, entretanto gerada.

A abertura dos disjuntores não será, em qualquer caso, bloqueada.

### 4.16 - Exploração e condução

A subestação será controlada centralmente por um computador industrial, ligado por fibra ótica a várias unidades de painel, que controlarão as diferentes partes da instalação. Este sistema permitirá, alternativamente, a supervisão e comando local da subestação ou a sua condução autónoma e assegurará ainda, através de um servidor OPC emulado no computador, as funções de interface com o Centro de Despacho.

Neste centro, localizado na sala de comando do edifício da subestação, será instalado um computador industrial a partir do qual se poderá fazer a supervisão e comando local da exploração da Central.

## 5 - QUALIDADE DOS EQUIPAMENTOS, NORMAS E REGULAMENTOS

Os equipamentos a instalar serão construídos segundo normas de fabrico e de ensaio reconhecidas e, ainda, certificados por organismos competentes.

No fim da montagem, realizar-se-ão ensaios de entrada em serviço e de comissionamento dos equipamentos, a que se seguirá uma fase de serviço experimental, finda a qual, se nada obstar, se considerarão os equipamentos aptos para o serviço industrial.

As características principais dos equipamentos são apresentadas no **Anexo D2.01**.

# 6- CÁLCULOS E DIMENSIONAMENTOS DA SUBESTAÇÃO

## 6.1 - Condições Ambientais de Serviço

| | |
|---|---|
| Instalações e equipamentos de MAT, AT: | exterior |
| Altitude: | <1000 m |
| Temperatura máxima do ar ambiente: | +40 °C |
| Temperatura mínima do ar ambiente: | -15 °C |
| Temperatura média do ar ambiente: | +20 °C |
| Humidade relativa máxima | 100% |
| Pressão máxima do vento: | 34 m/s; 700 Pa |
| Radiação solar | 1000 W/m$^2$ |
| Formação de gelo (espessura) | N/A |
| Classe de poluição[1] | Forte (Nível III - 25 mm/kV) |

## 6.2 - Características Gerais das Redes Elétricas

| **Características** | **400 kV** |
|---|---|
| Número de Fases | 3 |
| Tensão Nominal - UN (kV) | 400 |
| Tensão Estipulada - Um (kV) | 420 |
| Frequência Nominal (Hz) | 50 |
| Regime de Neutro | À terra |
| Fator de Defeito à Terra | ≤1,4[2] |
| Constante de tempo da rede - ms | 45 |
| Duração máxima da sobretensão | 3 |

## 6.3 - Correntes de curto-circuito para efeitos de dimensionamento

Considerando os valores indicados pelo Operador da RNT, previsíveis para 2031 para a SE Alqueva (SE ALQ) e as características da instalação a construir, nomeadamente, da linha de 400 kV entre esta SE e a Subestação da CFSB, e o transformador da mesma, os valores das correntes de curto-circuito trifásica obtidos são de cerca de 18,57, inferiores a 50 kA, nos 400 kV. Neste contexto, no presente projeto, para o dimensionamento dos equipamentos foram considerados os valores conservativos, apresentados no quadro seguinte:

[1] Segundo critérios da Norma CEI 60815
[2] Especificação REN (ET-EQAT-DS001 Ver. E 2017)

| Tensão Estipulada [kVef] | 420 |
|---|---|
| Valor Eficaz da Corrente Estipulada de curta duração (1 seg.) [kA] | 50[3] |
| Valor de Pico da Corrente Estipulada de Curta Duração [kA] | 125 |

Pelo que todos os equipamentos estruturas e instalações serão adequados para suportar os esforços térmicos eletromecânicos e eletrodinâmicos decorrentes do surgimento de ocorrências de qualquer tipo de curto-circuito (mono, bi ou trifásico), para os tempos previstos de extinção do defeito de 1s.

### 6.4 - Dimensionamento das ligações da subestação

As ligações e os acessórios de ligação e derivação foram dimensionados para a intensidade permanente de 2000 A, com aquecimento máximo admissível de 35 ºC, e para suportarem as correntes de curto-circuito de 50 kA de valor eficaz durante 3 s (125 kA de valor de pico), não podendo a temperatura ultrapassar 160 ºC.

As derivações e as ligações entre aparelhos são realizadas em cabo ASTER de dimensões compatíveis com as intensidades de serviço e com as intensidades de curto-circuito atrás indicadas.

### 6.5 - Dimensionamento do elétrodo de terra

De acordo com a norma IEEE Std 80, a corrente de defeito à terra mínima permitida pela secção do condutor da malha de terras é determinada pela seguinte expressão:

$$S_{min} = \frac{I_f}{\sqrt{\left(\frac{TCAP \times 10^{-4}}{t_f \times \alpha_r \times \rho_r}\right) \times \ln\left(\frac{K_0 + T_m}{K_0 + T_a}\right)}} \; [mm^2]$$

Onde:

*$S_{min}$ – é a secção mínima do condutor em mm² – 120mm²*

*$I_f$ - Corrente de defeito à terra máxima prevista (kA) – a determinar [kA]*

*$T_f$ - Duração do defeito, tempo de atuação das proteções – 1 s*

*$T_m$ – é a temperatura de fusão do condutor em ºC – 1084 ºC*

*$T_a$ – é a temperatura ambiente em ºC – 35 ºC*

*$a_r$ – é o coeficiente de variação da resistividade à temperatura de 20 ºC - 0,003810 1/ºC*

*$\rho_r$ – é a resistividade do condutor à temperatura de 20 ºC – 1,78*

*$K_0$ – é o resultado de (1/ $a_r$)-20 em ºC - 242*

[3] De acordo com exigência do operador da RNT, para tensão de 400kV

*TCAP – é a capacidade térmica do condutor por unidade de volume em J/(cm³. °C) – 3,42 J/(cm³. °C*

Assim:

$$I_f = 123{,}26\ [kA] > 50\ kA$$

Nesse sentido, está validada a utilização da secção mínima de 120mm² para o condutor da malha de terra da subestação.

## 7 - DISPOSIÇÕES REGULAMENTARES

Na elaboração do presente projeto foram respeitadas as disposições legais no respeitante ao regime jurídico para as instalações elétricas de produção de eletricidade de acordo com o DL 15/2022 de 14 de janeiro, o Regulamento Europeu de Requisitos para Geradores incluindo os requisitos não exaustivos publicados pela portaria 73/2020, de 16 de março, o regulamento da Rede Nacional de Distribuição e Transporte publicado pela Portaria n.º 596/2010, de 31 de julho e, no aplicável, do Regulamento de Licenças de Instalações Elétricas (RLIE), aprovadas pelo Decreto-Lei 26 582, de 30 de julho de 1936, com as sucessivas alterações até ao Decreto-Lei 96/2017, de 10 de agosto, as Regras Técnicas para Instalações Elétricas de Baixa Tensão(RTIEBT) e o Regulamento de Segurança de Subestações Postos de Seccionamento de Transforma-ção (RSSPST) considerando ainda que, mesmo que não expressamente especificado, a instalação será executada de acordo com as normas nacionais e internacionais aplicáveis, nomeadamente da CEI, e das boas regras da técnica.

A conceção da Central Fotovoltaica, enquanto Instalação de Produção de Energia Elétrica, obedece aos regulamentos de segurança de instalações elétricas aplicáveis. No que respeita ao cumprimento das condições técnicas de ligação de Centrais Fotovoltaicas à Rede Nacional de Transporte, a conceção ge-ral atende ao estabelecido na Portaria 73 de 2020 e às disposições do Regulamento da Rede de Transporte (RRT), publicado pela Portaria n.º 596/2010, de 31 de julho

Toda a Instalação, mesmo quando não expressamente especificado, será executada de acordo com as normas regulamentares aplicáveis e as boas regras da técnica.

## 8 - PARECERES DE ENTIDADES

Os pareceres de Entidades, encontram-se anexados à Memória Geral de Enquadramento instrutória do presente Processo de Licenciamento.

Porto, julho de 2025

# ANEXO B2.1

## - CARACTERISTICAS EQUIPAMENTOS

## Anexo 01 - Características dos equipamentos

### SUBESTAÇÃO - EQUIPAMENTOS EXTERIOR

| | | | |
|---|---|---|---|
| **TRANSFORMADOR DE POTÊNCIA 30/400 kV** | | | |
| Normas de fabrico e ensaio | | | CEI 60 076 |
| Tipo | execução | | trifásico, em banho de óleo |
| | instalação | | exterior |
| | arrefecimento | | ONAN / ONAF |
| Frequência nominal | | Hz | 50 |
| Potência nominal (ONAN/ONAF) | | MVA | 112,5/150 |
| Serviço | | | Contínuo |
| Tensões nominais | enrolamento AT | V | 400.000 |
| | enrolamento BT | V | 30.000 |
| Comutação de Tomadas AT | em carga, no enrolamento AT | % | ±10 x 1250 |
| Grupo de ligações | | | YNd11 |
| Neutro | | | acessível, de isolamento pleno |
| Tensão de curto-circuito nominal (75ºC) | | % | 14 |
| **DISJUNTOR DE 400 kV** | | | |
| Normas de fabrico e ensaio | | | CEI 62 271 ; CEI 60 694 |
| Tipo de corte | | | SF6 |
| Tipo construtivo / classe de montagem | | | fixo / exterior |
| Intensidade estipulada em serviço contínuo | Painel Transformador | A | 4000 |
| Intensidade estipulada em serviço contínuo | Painel Linha | A | 4000 |
| Intensidade de curta duração admissível | | kA / s | 50 / 3 |
| Poder de corte em curto-circuito | | kA | 50 |
| Poder de fecho em curto-circuito | | kA pico | 125 |
| Bobinas de disparo | | | 2 emissão corrente +<br>1 mínimo tensão |
| Bobinas de fecho | | | 1 |
| **SECCIONADOR DE 400 kV (com facas de terra)** | | | |
| Normas de fabrico e ensaio | | | CEI 62271 ; CEI 60694 |
| Classe de montagem | | | Exterior |
| Intensidade estipulada em serviço contínuo | | A | 3150 |
| Intensidade de curta duração admissível | | kA / s | 50 / 3 |
| Tensão de ensaio à frequência industrial(50 Hz, 1 min.) | à massa, entre polos | kV | 520 |
| | sobre distância de seccionam | kV | 610 |
| Tensão de ensaio ao choque atmosférico(onda 1,2 / 50 ms) | à massa, entre polos | kV | 1425 |
| | sobre distância de seccionam | kV | 1425(+240) |
| Modo de comando das facas principais | normal / de recurso | | eléctrico / manual |
| Modo de comando das facas de terra | normal | | eléctrico / manual |
| **SECCIONADOR DE 400 kV (sem facas de terra)** | | | |
| Normas de fabrico e ensaio | | | CEI 62271 ; CEI 60694 |
| Classe de montagem | | | Exterior |
| Intensidade estipulada em serviço contínuo | Painel Transformador | A | 3150 |
| Intensidade estipulada em serviço contínuo | Painel Linha | A | 3150 |
| Intensidade de curta duração admissível | | kA / s | 50 / 3 |
| Tensão de ensaio à frequência industrial(50 Hz, 1 min.) | à massa, entre polos | kV | 520 |
| | sobre distância de seccionam | kV | 610 |
| Tensão de ensaio ao choque atmosférico(onda 1,2 / 50 ms) | à massa, entre polos | kV | 1425 |
| | sobre distância de seccionam | kV | 1425(+240) |
| Modo de comando das facas principais | normal / de recurso | | eléctrico / manual |
| **TRANSFORMADORES DE TENSÃO DE 400 kV - PAINEL LINHA** | | | |
| Normas de fabrico e ensaio | | | CEI 61 869 |
| Instalação | | | Exterior |
| Razão de transformação estipulada | | V | 400 000:√3 / 100:√3 ; 100:√3 ; 100:√3 ; 100:3 |
| Factor de tensão estipulada | contínuo | | 1,2 |
| | durante 30 seg. | | 1,5 |
| Enrolamento 1 | Núcleo 1: potência (VA) ; classe de precisão | | 20 ; 0,2 |
| Enrolamento 2 | Núcleo 2: potência (VA) ; classe de precisão | | 20 ; 0,2 |
| Enrolamento 3 | Núcleo 3: potência (VA) ; classe de precisão | | 50 ; 0,5-3P |
| Enrolamento 4 | Núcleo 4: potência (VA) ; classe de precisão | | 50 ; 3P |

| Anexo 01 - Características dos equipamentos | | | |
|---|---|---|---|
| **SUBESTAÇÃO - EQUIPAMENTOS EXTERIOR** | | | |
| TRANSFORMADORES DE TENSÃO DE 400 kV - BARRAMENTO | | | |
| Normas de fabrico e ensaio | | | CEI 61 869 |
| Instalação | | | Exterior |
| Razão de transformação estipulada | | V | 400 000:√3 / 100:√3 ; 100:√3 ; 100:√3 ; 100:3 |
| Factor de tensão estipulada | contínuo | | 1,2 |
| | durante 30 seg. | | 1,5 |
| Enrolamento 1 | Núcleo 1: potência (VA) ; classe de precisão | | 20 ; 0,2 |
| Enrolamento 2 | Núcleo 2: potência (VA) ; classe de precisão | | 50 ; 0,5-3P |
| Enrolamento 3 | Núcleo 3: potência (VA) ; classe de precisão | | 50 ; 3P |

## Anexo 01 - Características dos equipamentos

### SUBESTAÇÃO - EQUIPAMENTOS EXTERIOR

| | | | |
|---|---|---|---|
| **TRANSFORMADORES DE INTENSIDADE 400 kV - PAINEL TRANSFORMADOR** | | | |
| Normas de fabrico e ensaio | | | CEI 60 044 |
| Instalação | | | Exterior |
| **PAINEL TRANSFORMADOR** | | | |
| Razão de transformação estipulada A / A | | A / A | 250-2500 / 1 - 1 - 1 - 1 - 1 |
| Núcleo 1 | potência (VA) ; classe de precisão | VA | 10 ; 0,2s fs5 |
| Núcleo 2 | potência (VA) ; classe de precisão | VA | 20 ; 0,5-5P30 |
| Núcleo 3 | potência (VA) ; classe de precisão | VA | 20 ; 5P30 |
| Núcleo 4 | potência (VA) ; classe de precisão | VA | 20 ; 5P30 |
| **PAINEL LINHA** | | | |
| Razão de transformação estipulada A / A | | A / A | 500-2500 / 1 - 1 - 1 - 1 - 1 |
| Núcleo 1 | potência (VA) ; classe de precisão | VA | 10 ; 0,2s fs5 |
| Núcleo 2 | potência (VA) ; classe de precisão | VA | 15 ; 0,2s fs5 |
| Núcleo 3 | potência (VA) ; classe de precisão | VA | 20 ; 0,5-5P30 |
| Núcleo 4 | potência (VA) ; classe de precisão | VA | 20 ; 5P30 |
| Núcleo 5 | potência (VA) ; classe de precisão | VA | 20 ; 5P30 |
| **DESCARREGADORES DE SOBRETENSÕES DE 400 kV - Fases** | | | |
| Normas de fabrico e ensaio | | | CEI 60 099 |
| Tipo construtivo | | | ZnO; invólucro polimérico |
| Tensão máxima entre fases (Us) | | kV | 420 |
| Tensão nominal (Ur) | | kV | 360 |
| Tensão de serviço permanente (Uc) | | kV | > 288 |
| Corrente estipulada de descarga 8 / 20 µs | | kA pico | 10 |
| Classe de descarga à onda de corrente de longa duração | | | 3 |
| Tensão residual à onda de descarga 8 / 20 µs | | kV pico | 864 |
| **DESCARREGADORES DE SOBRETENSÕES DE 30 kV** | | | |
| Normas de fabrico e ensaio | | | CEI 60 099 |
| Tipo construtivo | | | ZnO; invólucro polimérico |
| Tensão máxima entre fases (Us) | | kV | 36 |
| Tensão nominal (Ur) | | kV | 33 |
| Tensão de serviço permanente (Uc) | | kV | 26,4 |
| Corrente estipulada de descarga 8 / 20 µs | | kA pico | 10 |
| Tensão residual à onda de descarga 8 / 20 µs | | kV pico | 77,7 |
| **REACTÂNCIA PARA FORMAÇÃO DO NEUTRO ARTIFICIAL** | | | |
| Normas de fabrico e ensaio | | | CEI 60 076 + CEI 60 289 |
| Tipo | execução | | trifásico, em banho de óleo |
| | instalação | | Exterior |
| | arrefecimento | | ONAN |
| Frequência nominal | | Hz | 50 |
| Tensão nominal | | V | 30.000 |
| Nível de isolamento / Tensões de ensaio | | kV / kV / kV pico | 36 / 70 / 170 |
| Corrente de defeito no neutro (3Io) | | A | 500 |
| Ciclo de funcionamento | | s | 3Io durante 5s |
| Sobrecargas admissíveis | em permanência | | 1,05 Un |
| | durante 10 min | A | 30 (6% de 3Io) |
| Impedância homopolar por fase | | Ω | 104 |
| Grupo de ligações | | | ZN |
| Neutro | | | Acessível, isolamento pleno |

| Anexo 01 - Características dos equipamentos | | | |
|---|---|---|---|
| **SUBESTAÇÃO - EQUIPAMENTOS EXTERIOR** | | | |
| **TRANSFORMADOR DOS SERVIÇOS AUXILIARES** | | | |
| Normas de fabrico e ensaio | | | CEI 60 076 |
| Tipo | execução | | trifásico, em banho de óleo |
| | instalação | | Exterior |
| | arrefecimento | | ONAN |
| Frequência nominal | | Hz | 50 |
| Potência nominal | | kVA | 100 |
| Tensões nominais | enrolamento AT | V | 30.000 |
| | enrolamento BT | V | 400-230 |
| Serviço | | | contínuo |
| Comutação de tomadas MT | em vazio, no enrolamento AT | | +2/-2 x 2,5 % |
| Nível de isolamento / Tensões de ensaio | | kV / kV / kV pico | 36 / 70 / 170 |
| Grupo de ligações | | | Dyn11 |
| Neutro | | | acessível |
| Tensão de curto-circuito nominal (75 ºC) | | | 4% (valor indicativo) |
| Perdas | em vazio, a Un | W | 190 (valor indicativo) |
| | à carga nominal (75 ºC) | W | 1100 (valor indicativo) |

| Anexo 01 - Características dos equipamentos | | | |
|---|---|---|---|
| **EDIFICIO DE COMANDO** | | | |
| QUADRO DE MÉDIA TENSÃO | | | |
| Normas de fabrico e ensaio | | | CEI |
| Tipo construtivo | | | Invólucro metálico, compartimentado, isolamento a SF6 |
| Tensão estipulada | | kV | 30 |
| Nível de isolamento / Tensões de ensaio | | kV / kV / kV pico | 36 / 70 / 170 |
| Intensidade estipulada em serviço contínuo | barramento e saída TP | A | 4000 |
| Intensidade estipulada em serviço contínuo | chegadas ramais | A | 1250 |
| Intensidade estipulada em serviço contínuo | | A | 1250 |
| Intensidade de curta duração admissível | | kA / s | 31,5 / 3 |
| Disjuntor: Poder de corte em curto-circuito | | kA / s | 31,5 |
| Disjuntor: Poder de fecho em curto-circuito | | kA pico | 63 |
| Transformadores de Intensidade | | | |
| Normas de fabrico e ensaio | | | CEI 60 044 / CEI 61 869 |
| Corrente estipulada em regime permanente (p/efeitos aquec.) | | | 1,2 In |
| Nível de isolamento / Tensões de ensaio | | kV / kV / kV pico | 36 / 70 / 170 |
| Saída TP | razão de transformação estipulada | A / A | 4000 / 1 - 1 - 1 - 1 |
| | Núcleo 1: potência (VA) ; classe de precisão | VA | 10 ; 0,2S fs5 |
| | Núcleo 2: potência (VA) ; classe de precisão | VA | 10 ; 0,2S fs5 |
| | Núcleo 3: potência (VA) ; classe de precisão | VA | 5 ; 5P20 |
| | Núcleo 4: potência (VA) ; classe de precisão | VA | 5 ; 5P20 |
| Ramais Circuito + Reserva | razão de transformação estipulada | A / A | 750 / 1 - 1 - 1 |
| | Núcleo 1: potência (VA) ; classe de precisão | VA | 10 ; 0,2S fs5 |
| | Núcleo 2: potência (VA) ; classe de precisão | VA | 10 ; 0,2S fs5 |
| | Núcleo 3: potência (VA) ; classe de precisão | VA | 5 ; 5P20 |
| Saída TP Reserva | razão de transformação estipulada | A / A | 750-4000 / 1 - 1 - 1 - 1 |
| | Núcleo 1: potência (VA) ; classe de precisão | VA | 10 ; 0,2S fs5 |
| | Núcleo 2: potência (VA) ; classe de precisão | VA | 10 ; 0,2S fs5 |
| | Núcleo 3: potência (VA) ; classe de precisão | VA | 5 ; 5P20 |
| | Núcleo 4: potência (VA) ; classe de precisão | VA | 5 ; 5P20 |
| Ramais Circuitos - Toroidal | razão de transformação estipulada | A / A | 50 / 1 |
| | Núcleo 1: potência (VA) ; classe de precisão | VA | 1,25 ; 1 fs10 |
| Saída TSA | razão de transformação estipulada | A / A | 50 / 1 |
| | Núcleo 1: potência (VA) ; classe de precisão | VA | 10 ; 5P20 |
| Saída TSA - Toroidal | razão de transformação estipulada | A / A | 50 / 1 |
| | Núcleo 1: potência (VA) ; classe de precisão | VA | 1,25 ; 1 fs10 |
| Saída RN | razão de transformação estipulada | A / A | 300 / 1 |
| | Núcleo 1: potência (VA) ; classe de precisão | VA | 5 ; 5P20 |
| Saída RN - Toroidal | razão de transformação estipulada | A / A | 50 / 1 |
| | Núcleo 1: potência (VA) ; classe de precisão | VA | 1,25 ; 1 fs10 |
| Transformadores de tensão | | | |
| Normas de fabrico e ensaio | | | CEI 60 044-2, CEI 61 869 |
| Razão de transformação estipulada | | V | 30 000:√3 ; 100:√3 ; 100:√3 ; 100:3 |
| Factor de tensão estipulada | contínuo | | 1,2 |
| | durante 30 seg. | | 1,5 |
| Enrolamento 1 | potência ; classe de precisão | VA | 10 ; 0,2 |
| Enrolamento 2 | potência ; classe de precisão | VA | 30 ; 0,5/3P |
| Enrolamento 3 | potência ; classe de precisão | VA | 50 ; 3P |
| Nível de isolamento / Tensões de ensaio | | kV / kV / kV pico | 36 / 70 / 170 |

## Anexo 01 - Características dos equipamentos

### EDIFICIO DE COMANDO

**GRUPO GERADOR DIESEL**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Normas de fabrico e ensaio | | | EN 60204-1:92 ; EN 1088:9 ; ISO8528-6 ; IS+D5O 12100:2010 ; IEC 60034-9:2006 |
| Tipo | | | trifásico |
| | instalação | | interior |
| Frequência nominal | | Hz | 50 |
| Potência nominal de serviço contínuo PRP | | kVA | 78 |
| Potência em emergência STP | | kVA | 85,8 |
| Tensão nominal | | V | 400 - 231 |
| Factor de potência | | | 0,8 |
| Autonomia a 100 % da carga STP | | h | 12 |
| Autonomia a 75% da carga STP | | h | 17,6 |
| Sistema de arranque | Tensão | Vdc | 24 |
| | Potência | kW | 5.5 |
| | Bateria | Ah | 100 |
| Motor | Modelo | | A definir |
| | Velocidade nominal | | 1500 |
| Alternador | Modelo | | A definir |
| | IP | | IP23 |
| | Isolamento | | H |
| | Aquecimento | | H |
| | Supressão radiointerferências | Classe N | Classe N |
| Regulador automático de tensão | Modelo | | A definir |
| | Reg. Tensão | | ± 1% / ± 0,5% |
| Painel de comando electrónico | Modelo | | A definir |
| Tensão auxiliar de comando e de recolha de sinais | | Vdc | 110 |

## Anexo 01 - Características dos equipamentos

### EDIFICIO DE COMANDO

| | | | |
|---|---|---|---|
| **SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO** | | | |
| **BATERIA DE 110 Vcc** | | | |
| Normas de fabrico e ensaio | | | CEI |
| Quantidade Armários | | | 2 |
| Tipo de acumuladores | | | Alcalinos |
| Nº de elementos | | | 84 |
| Tensão nominal | | V/elem | 1,45 |
| Tensão de fim de descarga admissível | | V/elem | 1,14 |
| Capacidade nominal | | Ah / h | 280 Ah/ 5 h |
| Carga a tensão constante | regime flutuante | V/elem | 1,42 -1,43 |
| | regime reforço | V/elem | 1,45 |
| Temperaturas admissíveis | | ºC | -25 a +35 |
| Longevidade em serviço normal | | anos | >12 @40ºC |
| **RECTIFICADORES** | | | |
| Quantidade | | | 5 módulos rectificadores |
| Normas de fabrico e ensaio | | | CEI 60146 |
| Quantidade Armários | | | 2 |
| Tensão AC nominal | | Vac | 5 x 400, ±10% |
| Tensão DC de saída / gama de regulação | | Vdc | 120 / --- |
| Factor de potência nominal | | | >0,98 |
| Potência de saída do conjunto rectificador(a 110Vcc) | | kW | ≥ 17 (4 x 4,4) |
| Potência unitária de cada módulo | | kW | 4,4 |
| Corrente máxima | | A @ Vdc | 40 A @ 110 Vdc / 35 A @ 125 Vdc |
| Rendimento nominal | | | >90% a +70% In |
| Regime de funcionamento | | | contínuo |
| Temperaturas limite do ar ambiente | | ºC | 0 a +40 |
| Humidade relativa máxima | | % | 80 |
| Arrefecimento | | | natural |
| Tensão em carga flutuante | | V (ajustavel de 110 a 130 V) | 121 |
| Tensão em carga de reforço | | V (ajustavel de 110 a 130 V) | 126 |
| Ondulação ("ripple") da tensão de saída | | mVp.p (@30MHz) | < 250 |
| **CONVERSOR DC-DC** | | | |
| Normas de fabrico e ensaio | | | CEI 60146 |
| Instalação | | | Rack 19U |
| Quantidade | | | 2 |
| Tensão DC nominal entrada | | Vcc | 110 |
| Tensão DC nominal saída | | Vcc | -48 (+ à massa) |
| Potência unitária de cada módulo conversor | | kW | 3 |
| Factor de potência nominal | | > 0,98 | > 0,98 |
| Rendimento nominal | | In | > 90% a +75% |
| Regulação | | % | 1% ± 0,1% carga |
| Regime de funcionamento | | | contínuo |
| **ONDULADOR E BYPASS MANUAL** | | | |
| Normas de fabrico e ensaio | | | EN50091 / 60950; IEC 1000 |
| Instalação | | | Rack 19U |
| Quantidade | | | 2 |
| Tecnologia | Tipo | | alta frequência |
| | Controlo | | por microprocessador |
| Entrada | Tensão (V) | Vac | 230 |
| | Frequência (Hz) | Hz | 50 |
| Saída | Tensão (V) | Vac | 230 |
| | Precisão - reg. estacionário / dinâmico | | ± 3 % / ± 3 % |
| | Rendimento | | 0,9 |
| | Distorção harmónica | | < 3% |
| | Potência de saída | W | 4000 (2 x 2000) |
| Temperatura de funcionamento (ºC) | | | -20 a + 50 |

# ANEXO B2.2

- DESENHOS

# SUBESTAÇÃO 30/400 kV DA CENTRAL FOTOVOLTAICA DE SOBREIRA DE BAIXO

| ÍNDICE DE DESENHOS | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Nº ordem** | **Designação** | **Nº do desenho** | **Nº folhas** | **Escala** | **Formato** |
| **1** | EDIFÍCIO DE COMANDO E SUBESTAÇÃO: Disposição de Equipamento - Planta e Corte | 6161-0096-23 | 2 | 1:100 | A2 |
| **2** | EDIFÍCIO DE COMANDO E SUBESTAÇÃO: Diagrama da Rede Distribuição BT | 6161-0104-23 | 1 | S/Escala | A3 |
| **3** | PRODUÇÃO E EMISSÃO DE ENERGIA - Esquema geral unifilar | 6161-0106-23_B | 1 | S/Escala | A1 |
| **4** | PRODUÇÃO E EMISSÃO DE ENERGIA - Esquema da instalação de 30 kV | 6161-0107-23_B | 1 | S/Escala | A1 |
| **5** | PRODUÇÃO E EMISSÃO DE ENERGIA - Esquema da instalação de 400 kV | 6161-0108-23 | 1 | S/Escala | A1 |
| **6** | SERVIÇOS AUXILIARES: Quadro de Serviços Auxiliares de Corrente Alternada (QSACA) - Esquema Unifilar | 6161-0111-23 | 2 | S/Escala | A1 |
| **7** | SERVIÇOS AUXILIARES: Quadro de Serviços Auxiliares de Corrente Contínua (QSACC) - Esquema Unifilar | 6161-0112-23 | 1 | S/Escala | A2 |
| **8** | ELÉTRODO DE TERRA: Diagrama Geral | 6161-0116-23 | 1 | S/Escala | A3 |
| **9** | ELÉTRODO DE TERRA: Edificio de Comando e Subestação - Pormenores | 6161-0118-23 | 1 | S/Escala | A2 |

PLANTA GERAL - SUBESTAÇÃO
ESCALA 1:200

| Alt. | Data | Designação | Des. | Aprov. |
|---|---|---|---|---|

Emissor do Projeto: edp renováveis

Promotor do Projeto: Empresa Hidroelétrica do Guadiana, S.A.

Autor do Projeto: edp renováveis

Projeto: SUBESTAÇÃO 30/400KV DA CENTRAL FOTOVOLTAICA DA SOBREIRA DE BAIXO

PROJETO

Nº Desenho: 6161 0096-23

Revisão: -

Folha 01 / 02

Aprov.

Est./Proj.

Des.

Data: julho 2023

Designação: EDIFÍCIO DE COMANDO E SUBESTAÇÃO

DISPOSIÇÃO DE EQUIPAMENTOS

PLANTA E CORTE

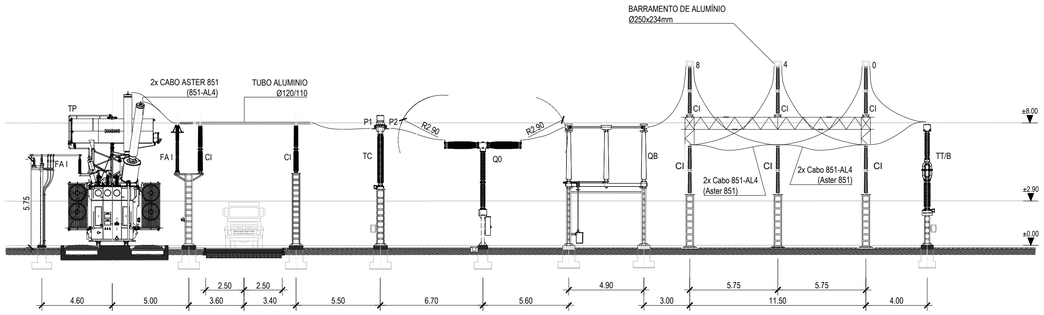
Escalas: 1: 200

Substitui:

Substituído por:

Data: -

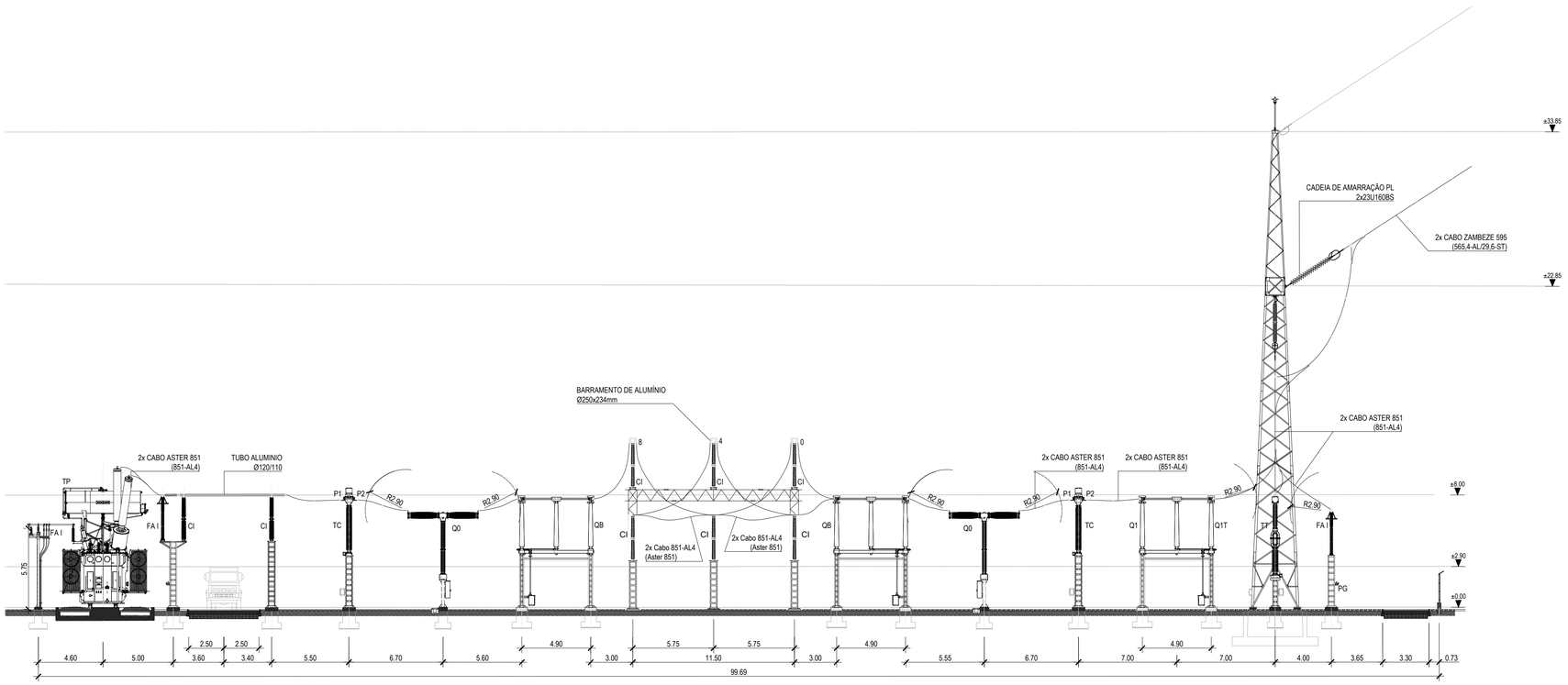
A1




CORTE B-B
ESCALA 1:200

# LISTA EQUIPAMENTOS

| ITEM | DESCRIÇÃO |
|---|---|
| EQUIPAMENTO | |
| FAI | DESCARREGADOR DE SOBRETENSÕES 400kV |
| TT/TT-B | TRANSFORMADOR DE TENSÃO 400kV |
| Q1/Q1T | SECCIONADOR C/ FACAS DE TERRA 400kV |
| QB | SECCIONADOR S/ FACAS DE TERRA 400kV |
| Q0 | DISJUNTOR 400kV |
| TC | TRANSFORMADOR DE CORRENTE 400kV |
| TP | TRANSFORMADOR DE POTÊNCIA 400/30kV |
| CI | COLUNA ISOLADORES 400 kV |
| F | DESCARREGADOR DE SOBRETENSÕES 30kV |
| IS | ISOLADORES 30kV |
| TSA | TRANSFORMADOR DE SERVIÇOS AUXILIARES 30/0,4kV |
| RN | REATÂNCIA DE NEUTRO 30kV |




CORTE A-A
ESCALA 1:200

| Alt. | Data | Designação | Des. | Aprov. |
|---|---|---|---|---|

Emissor do Projeto: edp renováveis

Promotor do Projeto:
Empresa Hidroelétrica do Guadiana, S.A.

Autor do Projeto: edp renováveis

Aprov.

Est./Proj.

Des.

Data: julho 2023

Projeto:
SUBESTAÇÃO 30/400KV DA CENTRAL FOTOVOLTAICA DA SOBREIRA DE BAIXO

PROJETO

Designação:
EDIFÍCIO DE COMANDO E SUBESTAÇÃO

DISPOSIÇÃO DE EQUIPAMENTOS

PLANTA E CORTE

Nº Desenho: 6161 | 0096-23

Revisão: - Folha: 02 / 02

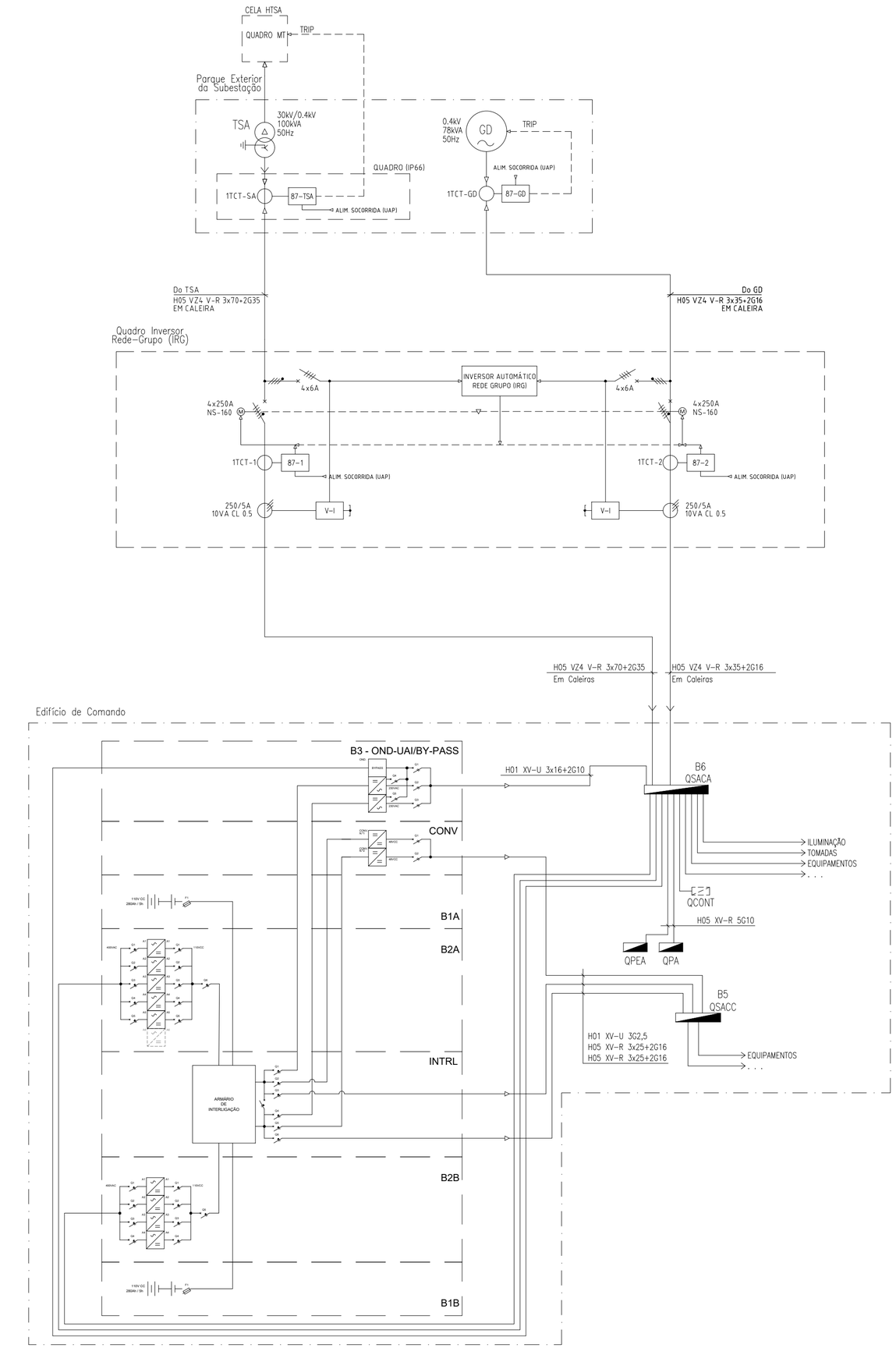
Escalas: 1: 200

Substitui:

Substituído por:

Data: -

A1




# LEGENDA:

B1A / B1B - ARMÁRIO DE BATERIAS 1 / ARMÁRIO DE BATERIAS 2

B2A / B2B - ARMÁRIO DE RECTIFICADORES 1 / ARMÁRIO DE RECTIFICADORES 2

B3 - ARMÁRIO UAI / BY-PASS / ONDULADOR

B4 - QUADRO DE SERVIÇOS AUXILIARES DE CORRENTE CONTÍNUA (QSACC)

B5 - QUADRO DE SERVIÇOS AUXILIARES DE CORRENTE ALTERNADA (QSACA)

C1 - ARMÁRIO EMS

C2 - UNIDADE DE GESTÃO CENTRAL (UGC)

C3 - ARMÁRIO PAINEL LINHA 400kV

C4 - ARMÁRIO PAINEL TRANSF. POTÊNCIA 1

C5 - ARMÁRIO PAINEL TRANSF. POTÊNCIA 2

C6 - ARMÁRIO BARRAMENTO 400 kV

C7 - ARMÁRIO DE SCADA SOLAR

C8 ARMÁRIO PPC SOLAR

C9 - ARMÁRIO CCTV SOLAR

C10.X - ARMÁRIOS COMUNICAÇÕES REN

C11 - ARMÁRIO COMUNICAÇÕES DO PARQUE

QPA - QUADRO PARCIAL ARMAZÉM

QPEA - QUADRO PARCIAL EXTERIOR DE APARELHAGEM

QCONT - QUADRO DE CONTAGEM

TSA - CELA DO TRANSFORMADOR DE SERVIÇOS AUXILIARES

G - GRUPO GERADOR

IRG - QUADRO INVERSOR REDE GRUPO

CDI - CENTRAL DETEÇÃO INCÊNDIO

ARMÁRIO / QUADRO ELÉTRICO PERTENCENTE À EMPREITADA

ARMÁRIO / QUADRO ELÉTRICO NÃO PERTENCENTE À EMPREITADA

| Alt. | Data | Designação | Des. | Aprov. |
|---|---|---|---|---|

Emissor do Projeto: edp Renewables

Promotor do Projeto: Empresa Hidroelétrica do Guadiana, S.A.

Autor do Projeto: edp Renewables

Aprov.

Est./Proj. HUGO

Des. HUGO

Data: Julho 2023

Projeto: SUBESTAÇÃO 30/400 kV DA CENTRAL FOTOVOLTAICA DE SOBREIRA DE BAIXO

PROJETO

Designação: EDIFÍCIO DE COMANDO E SUBESTAÇÃO

DIAGRAMA DA REDE DE DISTRUBUIÇÃO- BT

Nº Desenho: 6161-0104-23

Revisão : -

Folha : 01 / 01

Escalas: S/Escala

Substitui:

Substituído por:

Data: -

A2

PARQUE EXTERIOR DE APARELHAGEM (PEA)
INSTALAÇÃO DE 400 kV

| | | | |
|---|---|---|---|
| Níveis de Isolamento | 420 kV | 1050 kV | 1425 kV |
| Correntes de Dimensionamento | 2000/3150 A | 50 kA | 125 kA |

LIGAÇÃO AO PC ALQUEVA II

F1.3
Q3.3
Q2.3
Q1.3
Q2.3
Q2.1
Q1.1
F2.1
TP1
400.000 / 30.000 V
150 MVA
F3.1

EDIFICIO DE COMANDO
INSTALAÇÃO DE 30 kV

| | | | |
|---|---|---|---|
| 36 kV | 70 kV | 170 kV | Níveis de Isolamento |
| 4000 A | 31,5 kA | N/A | Correntes de Dimensionamento |

QUADRO DE MÉDIA TENSÃO

RESERVA 1 | SAÍDA RN 1 | SAÍDA TSA 1 | RAMAL 1 | RAMAL 2 | RAMAL 3 | RAMAL 4 | RAMAL 5 | RAMAL 6 | RESERVA 2 | SAÍDA TP1 | INTERBARRAS 1

RN 1
ZN
Zot: 104
3 Io: 500 A, 30 s

TSA 1
100 kVA
30 kV
400-231V
QUADRO GERAL DE CORRENTE ALTERNADA SERVIÇOS AUXILIARES

CT17 | CT20 | CT22 | CT24 | CT.16 | CT26

PARQUE EXTERIOR DE APARELHAGEM (PEA)
INSTALAÇÃO DE 400 kV

| | | | |
|---|---|---|---|
| Níveis de Isolamento | 420 kV | 1050 kV | 1425 kV |
| Correntes de Dimensionamento | 2000/3150 A | 50 kA | 125 kA |

LIGAÇÃO AO PC ALQUEVA II

F1.3
Q3.3
Q2.3
Q1.3
Q2.3
Q2.2
Q1.2
F2.2
TP2
400.000 / 30.000 V
150 MVA
F3.2

QUADRO DE MÉDIA TENSÃO

RESERVA 3 | SAÍDA RN 2 | SAÍDA TSA 2 | RAMAL 13 | RAMAL 12 | RAMAL 11 | RAMAL 10 | RAMAL 9 | RAMAL 8 | SAÍDA TP2 | INTERBARRAS 2

RN 2
ZN
Zot: 104 Ω
3 Io: 500 A, 30 s

TSA 2
100 kVA
30 kV
400-231V
QUADRO GERAL DE CORRENTE ALTERNADA SERVIÇOS AUXILIARES

CT12 | CT19 | CT15 | CT14 | CT08 | CT03

| Alt. | Data | Designação | Des. | Aprov. |
|---|---|---|---|---|
| B | 26/06/2025 | ALTERAÇÃO DO NÚMERO DE CT | NM | DS |

Emissor do Projeto: edp Renováveis

Promotor do Projeto:
Empresa Hidroelétrica do Guadiana, S.A.

Autor do Projeto: edp Renováveis

Projeto:
SUBESTAÇÃO 30/400KV DA CENTRAL FOTOVOLTAICA DA SOBREIRA DE BAIXO

PROJETO

Nº Desenho:
6.1.6.1 - 0.1.0.6 - 2.3

Revisão: B Folha: /

Aprov.
Est./Proj.
Des.
Data: abril 2023

Designação:
PRODUÇÃO / EMISSÃO DE ENERGIA

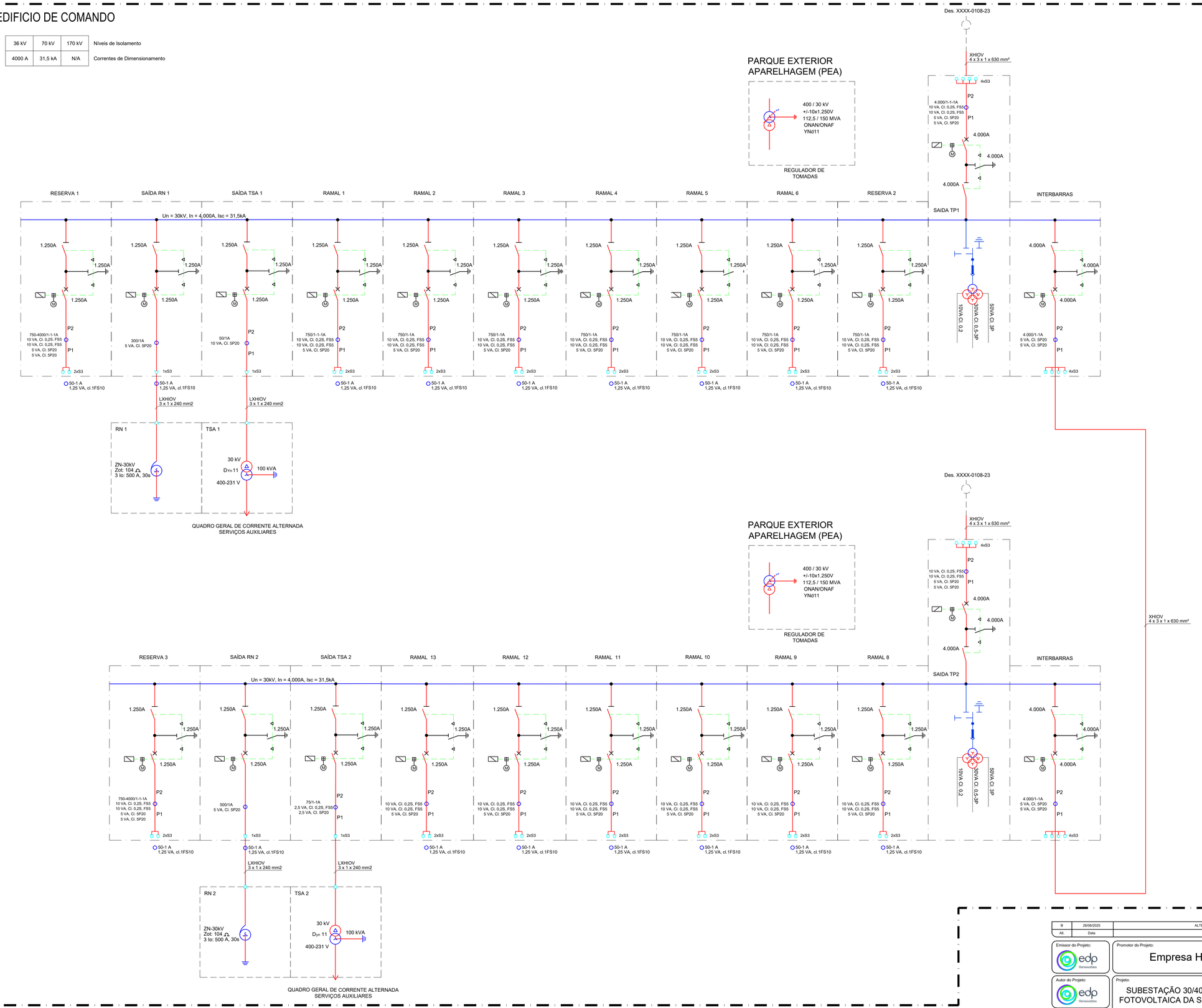
ESQUEMA GERAL UNIFILAR

Escalas:
Substituí:
Substituído por:
Data: -

A1

# EDIFICIO DE COMANDO

| | | | |
|---|---|---|---|
| 36 kV | 70 kV | 170 kV | Níveis de Isolamento |
| 4000 A | 31,5 kA | N/A | Correntes de Dimensionamento |




| Alt. | Data | Designação | Des. | Aprov. |
|---|---|---|---|---|
| B | 26/06/2025 | ALTERAÇÃO DO NÚMERO DE CT | NM | DS |

Emissor do Projeto: edp Renewables

Promotor do Projeto:
Empresa Hidroelétrica do Guadiana, S.A.

Autor do Projeto: edp Renewables

Projeto:
SUBESTAÇÃO 30/400KV DA CENTRAL FOTOVOLTAICA DA SOBREIRA DE BAIXO

PROJETO

Nº Desenho:
6.1.6.1.-.0.1.0.7.-.2.3

Revisão: B Folha 01 / 01

Aprov.

Est./Proj.

Des.

Data:
abril 2023

Designação:
PRODUÇÃO / EMISSÃO DE ENERGIA

ESQUEMA DA INSTALAÇÃO DE 30 kV

Escalas:

Substitui:

Substituído por:

Data: -

A1

# PARQUE EXTERIOR APARELHAGEM (PEA)

| | | | |
|---|---|---|---|
| 420 kV | 1050 kV | 1425 kV | Níveis de Isolamento |
| 3150 A | 50 kA | 125 kA | Correntes de Dimensionamento |

POSTO DE CORTE DO ALQUEVA (EDPP)

Ith (@90ºC)= ? A
(ZAMBEZE 595) 2x(1x595)mm²

Ur= 360 kV; Uc> 288 kV; Upl= 864 kV
In= 10kA; Cl. 3

Um= 420 kV; Fv: 1,2 (∞) / 1,5 (30s)
Upr= 400/√3 kV:
E1= 110/√3; 20VA; Cl. 0,2
E2= 110/√3; 20VA; Cl. 0,2
E3= 110/√3; 50 VA - cl.0,5-3P
E4= 110/3; 50VA; Cl. 3P

50 VA - cl.3P — E4
50 VA - cl.0,5-3P — E3
20 VA - cl.0,2 — E2
20 VA - cl.0,2 — E1

Ur= 400 kV; Um= 420 kV
Ik= 50 kA; tk= 3 s

RLE
RLM

Ur= 400 kV; Um= 420 kV
Ir= 3150 A; Ik= 50 kA; tk= 1 s

Ith (@90ºC)= 2356 A
AL851-AL4(ASTER 851) 2x(1x851)mm²

P2

Um= 420 kV
Ik= 50 kA; tk= 3 s
Ipr= 500 A
N1: 1 A; 10 VA; Cl. 0,2S FS5
N2: 1 A; 15 VA; Cl. 0,2S FS5
Ipr= 2500 A
N3: 1 A; 20VA; Cl. 0,5-5P30
N4: 1 A; 20VA; Cl. 5P30
N5: 1 A; 20VA; Cl. 5P30

N5 — 20VA; Cl. 5P30
N4 — 20VA; Cl. 5P30
N3 — 20VA; Cl. 0,5-5P30
N2 — 15 VA; Cl. 0,2S FS5
N1 — 10 VA; Cl. 0,2S FS5

P1

Ur= 400 kV; Um= 420 kV
Ir= 4000 A; Ik= 50 kA; tk= 3 s

225 MVA : 324,8 A
300 MVA : 433,0 A

Ur= 400 kV; Um= 420 kV
Ir= 3150 A; Ik= 50 kA; tk= 3 s

E1 — 20 VA - cl.0,2
E3 — 50 VA - cl.3P
E2 — 50 VA - cl.0,5 / 3P

Um= 420 kV; Fv: 1,2 (∞) / 1,9 (30s)
Upr= 400/√3 kV:
E1= 110/√3
E2= 110/√3
E3= 110/3;

3Ø; Ur= 400 kV; Um= 420 kV; fn= 50 Hz
Ir= 3150 A; Ik= 50 kA; tk = 3s

6101B-T6 3x0/(120/110) mm
Ith (@90ºC)= 2623 A

Ur= 400 kV; Um= 420 kV
Ir= 3150 A; Ik= 50 kA; tk= 3 s

Ith (@90ºC)= 2356 A
AL851-AL4(ASTER 851) 2x(1x851)mm²

Ur= 400 kV; Um= 420 kV
Ir= 4000 A; Ik= 50 kA; tk= 3 s

112,5 MVA : 162,4 A
150 MVA : 216,5 A

Um= 420 kV
Ik= 50 kA; tk= 3 s
Ipr= 250 A
N1: 1 A; 10 VA; Cl. 0,2S FS5
Ipr= 2500 A
N2: 1 A; 20VA; Cl. 0,5-5P30
N3: 1 A; 20VA; Cl. 5P30
N4: 1 A; 20VA; Cl. 5P30

P2
N4
N3
N2
N1
P1

Ur= 360 kV; Uc> 288 kV; Upl= 864 kV
In= 10kA; Cl. 3

TRANSFORMADOR DE POTÊNCIA 1
400 ±10x1.250V / 30kV (OLTC)
112,5 /150 MVA (ONAN / ONAF)
YNd11
Ucc= 14%

Us= 36kV; Ur= 33kV; Uc= 26,4kV
In= 10kA; Cl. 2

112,5 MVA : 2165,1 A
150 MVA : 2886,8 A

DES. 6161-0107-23

Ur= 400 kV; Um= 420 kV
Ir= 3150 A; Ik= 50 kA; tk= 3 s

Ith (@90ºC)= 2356 A
AL851-AL4(ASTER 851) 2x(1x851)mm²

Ur= 400 kV; Um= 420 kV
Ir= 4000 A; Ik= 50 kA; tk= 3 s

112,5 MVA : 162,4 A
150 MVA : 216,5 A

Um= 420 kV
Ik= 50 kA; tk= 3 s
Ipr= 250 A
N1: 1 A; 10 VA; Cl. 0,2S FS5
Ipr= 2500 A
N2: 1 A; 20VA; Cl. 0,5-5P30
N3: 1 A; 20VA; Cl. 5P30
N4: 1 A; 20VA; Cl. 5P30

P2
N4
N3
N2
N1
P1

Ur= 360 kV; Uc> 288 kV; Upl= 864 kV
In= 10kA; Cl. 3

TRANSFORMADOR DE POTÊNCIA 2
400 ±10x1.250V / 30kV (OLTC)
112,5 /150 MVA (ONAN / ONAF)
YNd11
Ucc= 14%

Us= 36kV; Ur= 33kV; Uc= 26,4kV
In= 10kA; Cl. 2

112,5 MVA : 2165,1 A
150 MVA : 2886,8 A

DES. 6161-0107-23

| Alt. | Data | Designação | Des. | Aprov. |
|---|---|---|---|---|

Emissor do Projeto: edp Renewables

Promotor do Projeto:
Empresa Hidroelétrica do Guadiana, S.A.

Autor do Projeto: edp Renewables

Aprov.:

Est./Proj.: Hugo

Des.: Hugo

Data: abril 2023

Projeto:
SUBESTAÇÃO 30/400KV DA CENTRAL FOTOVOLTAICA DA SOBREIRA DE BAIXO

PROJETO

Designação:
PRODUÇÃO / EMISSÃO DE ENERGIA

ESQUEMA DA INSTALAÇÃO DE 400 kV

Nº Desenho: 6.1.6.1 - 0.1.0.8 - 2.3

Revisão: -  Folha: 01 / 01

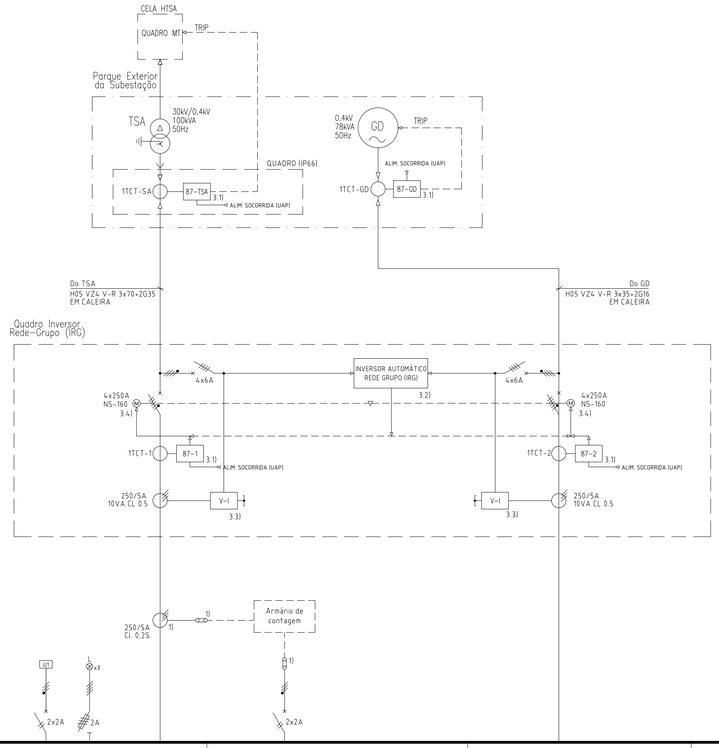
Escalas:

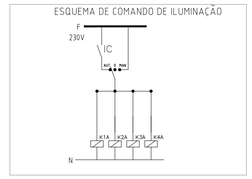
Substitui:

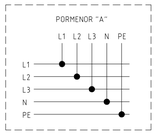
Substituído por:

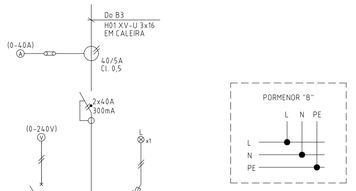
Data: -

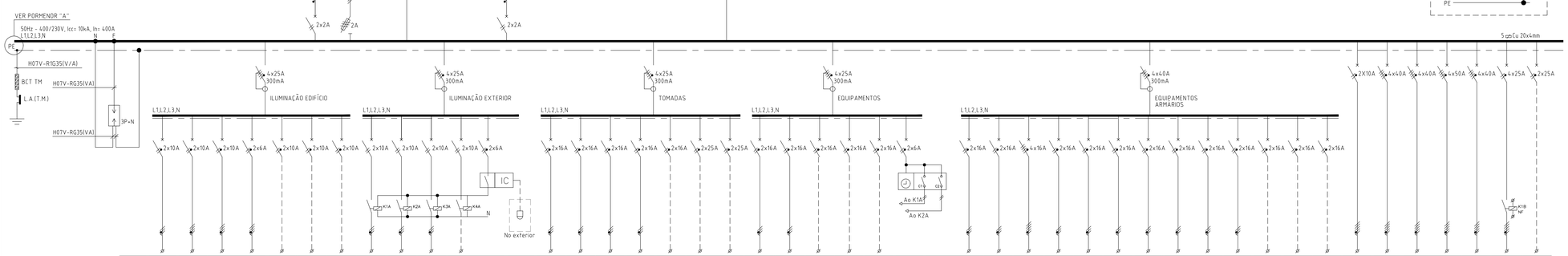
A1






| Nº Circ. | IL1 | IL2 | IL3 | IL1S | IL4 | IL5 | IL6 | IL7 | IL8 | IL9 | IL10 | --- | --- | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | EQ1 | EQ2 | EQ3 | EQ4 | EQ5 | EQ6 | EQ7 | EQ8 | EQ9 | EQ10 | EQ11 | EQ12 | EQ13 | EQ14 | EQ15 | EQ16 | EQ17 | EQ18 | EQ19 | EQ20 | EN1 | EN2 | EN3 | EN4 | EN5 | EN6 | EN7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Fases | L1 | L2 | L3 | L1 | L2 | L3 | L1 | L2 | L3 | L1 | L2 | L3 | | L1 | L2 | L3 | L1 | L2 | L3 | L1 | L2 | L3 | L1 | L2 | L3 | L1 | L2 | L3 | L1 | L2 | L3 | L1 | L2 | L3 | L1 | L2 | L3 | L1 | L2 | L3 | L1 | L1L2L3 | L1L2L3 | L1L2L3 | L1L2L3 | L1L2L3 | L1 |
| CANALIZAÇÃO | H01 XV-U 3G1.5 V0 20 | H01 XV-U 4G1.5 V0 20 | H01 XV-U 4G1.5 V0 20 | H01 XV-U 3G1.5 V0 20 | --- | --- | --- | H01 XV-U 3G1.5 V0 20 | H01 VZ4 V-U 3G1.5 CALEIRA | H01 VZ4 V-U 3G1.5 CALEIRA | H01 XV-U 2x1.5 V0 20 | --- | H01 XV-U 3x1.5 V0 20 | H01 XV-U 3G2.5 V0 20 | H01 XV-U 3G2.5 V0 20 | H01 XV-U 3G2.5 V0 20 | H01 XV-U 3G2.5 V0 20 | --- | --- | --- | H01 XV-U 3G2.5 V0 20 | H01 VZ4 V-U 3G2.5 CALEIRA | H01 VZ4 V-U 3G2.5 CALEIRA | --- | --- | --- | H01 XV-U 2x1.5 V0 20 | H01 XV-U 2x1.5 V0 20 | --- | H01 VZ4 V-U 3G4 CALEIRA | H01 VZ4 V-U 3G4 CALEIRA | H05 VZ4 V-U 5G2.5 CALEIRA | H01 VZ4 V-U 3G4 CALEIRA | H01 VZ4 V-U 3G4 CALEIRA | H01 VZ4 V-U 3G4 CALEIRA | H01 XV-U 3G2.5 CALEIRA | H01 XV-U 3G2.5 CALEIRA | --- | --- | --- | H05 XV-R 3G10 CALEIRA | H05 XV-R 5G10 CALEIRA | H05 XV-R 5G10 CALEIRA | H05 XV-R 5G16 CALEIRA | H05 XV-R 5G10 V0 20 | H01 XV-U 5G4 V0 20 | --- |
| DESTINO | ILUM. WC E COPA | ILUM. SALA COMANDO E HALL / ILUMA PARA AS EMERGÊNCIAS | ILUM. SALA GUARDAS / C/ ILUMA PARA AS EMERGÊNCIA | LETREIRO DE SAÍDA | RESERVA EQUIPADA | RESERVA EQUIPADA | RESERVA EQUIPADA | ILUMINAÇÃO EXTERIOR | ILUMINAÇÃO EXTERIOR P/ EXTERIOR APARELHAGEM IPEA | ILUMINAÇÃO EXTERIOR P/ EXTERIOR APARELHAGEM IPEA | RESERVA EQUIPADA | INTERRUPTOR CREPUSCULAR 84 - QSACA | CÉLULA FOTOELÉTRICA P/ EXTERIOR APARELHAGEM IPEA | TOM. 2P+T/16A, WC E COPA | TOM. 2P+T/16A SALA COMANDO E HALL | TOM. 2P+T/16A SALA GUARDAS | TOM. 2P+T/16A SALA GUARDAS | RESERVA EQUIPADA | RESERVA EQUIPADA | RESERVA EQUIPADA | SECADOR DE MÃOS WC | TERMOACUMULADOR WC | RESERVA EQUIPADA | RESERVA EQUIPADA | RESERVA EQUIPADA | INTERRUPTOR HORÁRIO 85 - QSACA | COMANDOS 85 - QSACA | AQUECIMENTO E ILUM. WC, COMANDO E HALL P/ EXTERIOR APARELHAGEM IPEA | AQUECIMENTO, ILUM. E TOM. SALA GUARDAS P/ EXTERIOR APARELHAGEM IPEA | AQUECIMENTO E ILUM. SALA GUARDAS P/ EXTERIOR APARELHAGEM IPEA | COMANDO, SINALIZ. E PROT. P/ EXTERIOR APARELHAGEM IPEA | AQUECIMENTO E ILUM. P/ EXTERIOR APARELHAGEM IPEA | AQUECIMENTO E ILUM. P/ EXTERIOR APARELHAGEM IPEA | AQUECIMENTO E ILUM. P/ EXTERIOR APARELHAGEM IPEA | AQUECIMENTO E ILUM. P/ EXTERIOR APARELHAGEM IPEA | AQUECIMENTO E ILUM. P/ EXTERIOR APARELHAGEM IPEA | AQUECIMENTO E ILUM. P/ EXTERIOR APARELHAGEM IPEA | ILUM. E TOM. 1) APARELHAGEM IPEA 2x6w+ 2) APARELHAGEM IPEA 2x6w+ 3) APARELHAGEM IPEA 2x6w+ | RESERVA EQUIPADA | RESERVA EQUIPADA | RESERVA EQUIPADA | B1 - UAI / BY-PASS / ONDULADOR | B2A - ARMÁRIO DE RECTIFICADORES 1 | B2B - ARMÁRIO DE RECTIFICADORES 2 | ALIMENTAÇÃO QPEA P/ EXTERIOR APARELHAGEM IPEA | ALIMENTAÇÃO QPA ARMAZÉM | ALIMENTAÇÃO QUADRO EXAVAC | RESERVA EQUIPADA |

| T1(S) | T2(S) | EQ1(S) | EQ2(S) | EQ3(S) | EQ4(S) | EQ5(S) | EQ6(S) | EQ7(S) | EQ8(S) | EQ9(S) | EQ10(S) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| H01 XV-U 3G2.5 V0 20 | H01 XV-U 3G2.5 V0 20 | H01 XV-U 3G2.5 V0 20 | H01 XV-U 3G2.5 V0 20 | H01 XV-U 3G2.5 V0 20 | H01 XV-U 3G2.5 V0 20 | H01 XV-U 3G2.5 V0 20 | H01 XV-U 3G2.5 V0 20 | H01 XV-U 3G2.5 V0 20 | H01 XV-U 3G2.5 V0 20 | --- | --- |
| TOM. 2P+T/16A SALA COMANDO | TOM. 2P+T/16A B2 - SSAACA (SALA GUARDAS) | CENTRAL DETEÇÃO INCÊNDIO | CENTRAL DETEÇÃO INTRUSÃO HALL | C1 - ARMÁRIO EMS / C10.X - ARMÁRIOS COMUNICAÇÕES SALA DE GUARDAS | C3 - ARMÁRIO DE SCADA SOLAR SALA DE GUARDAS | C8 - ARMÁRIO DPC SOLAR SALA DE GUARDAS | C9 - ARMÁRIO CCTV SOLAR SALA DE GUARDAS | C10.X - ARMÁRIOS COMUNICAÇÕES REN / C11 - ARMÁRIO COMUNICAÇÕES DO PARQUE | ARMÁRIO DE CONTAGEM | RESERVA EQUIPADA | RESERVA EQUIPADA |

## LEGENDA

- INTERRUPTOR
- INTERRUPTOR DIFERENCIAL
- DISJUNTOR
- CONTACTOR
- RESERVA
- FUSÍVEL
- SINALIZADOR
- VOLTÍMETRO
- CONTROLADOR DE TENSÃO
- BORNE SECCIONÁVEL
- TOMADA MONÓFASICA COM TERRA
- LA (TM) - LIGADOR AMOVÍVEL (TERRA DE MASSAS)
- BCT (TM) - BARRA COLETORA DE TERRAS (TERRA DE MASSAS)
- ELÉTRODO DE TERRA
- BORNE (EM RÉGUA DE BORNES)
- DESCARREGADOR DE SOBRETENSÕES
- CONVERSOR AC/DC (RETIFICADOR)
- CONVERSOR DC/AC (ONDULADOR)
- CONVERSOR DC/DC
- INTERRUPTOR CREPUSCULAR
- CÉLULA FOTOELÉTRCIA
- INTERRUPTOR HORÁRIO (2 CANAIS)

B1A / B1B - ARMÁRIO DE BATERIAS 1 / ARMÁRIO DE BATERIAS 2
B2A / B2B - ARMÁRIO DE RECTIFICADORES 1 / ARMÁRIO DE RECTIFICADORES 2
B3 - ARMÁRIO UAI / BY-PASS / ONDULADOR
B4 - QUADRO DE SERVIÇOS AUXILIARES DE CORRENTE CONTÍNUA (QSACC)
B5 - QUADRO DE SERVIÇOS AUXILIARES DE CORRENTE ALTERNADA (QSACA)
C1 - ARMÁRIO EMS
C2 - UNIDADE DE GESTÃO CENTRAL (UGC)
C3 - ARMÁRIO PAINEL LINHA 400kV
C4 - ARMÁRIO PAINEL TRANSF. POTÊNCIA 1
C5 - ARMÁRIO PAINEL TRANSF. POTÊNCIA 2
C6 - ARMÁRIO BARRAMENTO 400 kV
C7 - ARMÁRIO DE SCADA SOLAR
C8 ARMÁRIO PPC SOLAR
C9 - ARMÁRIO CCTV SOLAR
C10.X - ARMÁRIOS COMUNICAÇÕES REN
C11 - ARMÁRIO COMUNICAÇÕES DO PARQUE
QPA - QUADRO PARCIAL ARMAZÉM
QPEA - QUADRO PARCIAL EXTERIOR DE APARELHAGEM
QCONT - QUADRO DE CONTAGEM
TSA - CELA DO TRANSFORMADOR DE SERVIÇOS AUXILIARES
G - GRUPO GERADOR
IRG - INVERSOR REDE GRUPO
CDI - CENTRAL DETEÇÃO INCÊNDIO

NOTA:
1) EQUIPADO COM ACESSÓRIOS PARA SELAGEM
2) QUANDO NADA É REFERIDO SOBRE O TIPO DE INSTALAÇÃO DA CANALIZAÇÃO DEVE SER ASSUMIDO QUE SE TRATA DE INSTALAÇÃO EM CAMINHO DE CABOS OU CALHA TÉCNICA

| Alt. | Data | Designação | Des. | Aprov. |
|---|---|---|---|---|

Emissor do Projeto: edp renováveis

Promotor do Projeto: Empresa Hidroelétrica do Guadiana, S.A.

Autor do Projeto: edp renováveis

Projeto: SUBESTAÇÃO 30/400 kV DA CENTRAL FOTOVOLTAICA DE SOBREIRA DE BAIXO

PROJETO

Nº Desenho: 6.1.6.1 - 0.1.1.1 - 2.3

Revisão: -  Folha 01 / 02

Aprov.

Est./Proj.

Des.

Data: Março 2023

Designação: EDIFÍCIO DE COMANDO E SUBESTAÇÃO

QUADRO DE SERVIÇOS AUXILIARES DE CORRENTE ALTERNADA (QSACA)

ESQUEMA UNIFILAR

Escalas: S/Escala

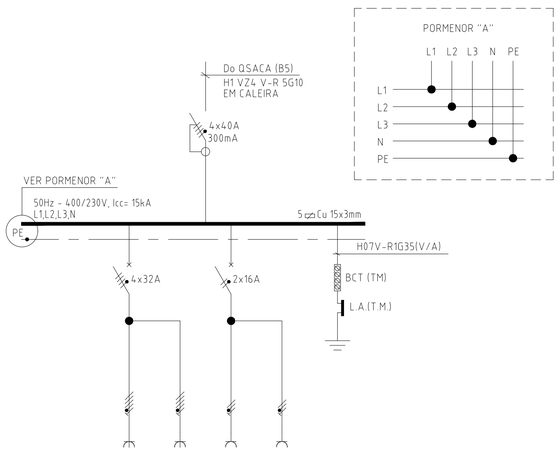
Substitui:

Substituído por:

Data: -

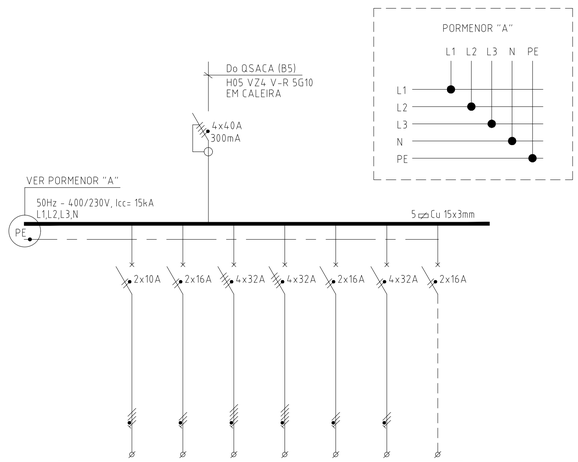
A1

# QUADRO PARCIAL EXTERIOR DE APARELHAGEM (QPEA)




| Nº Circ. | T1 | T1 | T2 | T2 |
|---|---|---|---|---|
| Fases | L1, L2,L3 | L1, L2,L3 | L1 | L1 |
| CANALIZAÇÃO | H1 XV-U 5G6 | H1 XV-U 5G6 | H1 XV-U 3G2,5 | H1 XV-U 3G2,5 |
| DESTINO | TOMADA 3P+N+T/32A TRIFÁSICA | TOMADA 3P+N+T/32A TRIFÁSICA | TOMADA 2P+T/16A MONOFÁSICA | TOMADA 2P+T/16A MONOFÁSICA |

# QUADRO PARCIAL DE ILUMINAÇÃO E TOMADAS DO ARMAZÉM (QPA)




| Nº Circ. | IL1 | T1 | T2 | EQ1 | EQ2 | EQ3 | EQ4 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Fases | L1 | L2 | L1,L2,L3 | L1,L2,L3 | L3 | L1,L2,L3 | L1 |
| CANALIZAÇÃO | H01 XV-U 4G1,5 VD 20 | H01 XV-U 3G2,5 VD 20 | H05 XV-U 5G6 VD 25 | H05 XV-U 5G6 VD 25 | H01 XV-U 3G2,5 VD 20 | H05 XV-U 5G6 VD 25 | - - - |
| DESTINO | ILUM. ARMAZÉM/ECONOMATO C/ LINHA PARA KIT EMERGÊNCIA | TOM. 2P+T/16A ARMAZÉM/ECONOMATO | TOMADA 3P+N+T/32A ARMAZÉM | GRUPO HIDROPNEUMÁTICO | MOTOR ELÉTRICO PORTÃO ARMAZÉM | GUINCHO MOTORIZADO ARMAZÉM | RESERVA EQUIPADA |

## LEGENDA

- INTERRUPTOR DIFERENCIAL
- DISJUNTOR
- RESERVA EQUIPADA
- BORNE (EM RÉGUA DE BORNES)
- TOMADA MONÓFASICA COM TERRA
- TOMADA TRIFÁSICA COM TERRA
- BCT (TM) - BARRA COLETORA DE TERRAS (TERRA DE MASSAS)
- LA (TM) - LIGADOR AMOVÍVEL (TERRA DE MASSAS)
- ELÉTRODO DE TERRA

NOTA:
1) QUANDO NADA É REFERIDO SOBRE O TIPO DE INSTALAÇÃO DA CANALIZAÇÃO DEVE SER ASSUMIDO QUE SE TRATA DE INSTALAÇÃO EM CAMINHO DE CABOS OU CALHA TÉCNICA

| Alt. | Data | Designação | Des. | Aprov. |
|---|---|---|---|---|

Emissor do Projeto: edp renováveis

Promotor do Projeto: Empresa Hidroelétrica do Guadiana, S.A.

Autor do Projeto: edp renováveis

Aprov.

Est./Proj.

Des.

Data: Março 2023

Projeto: SUBESTAÇÃO 30/400 kV DA CENTRAL FOTOVOLTAICA DE SOBREIRA DE BAIXO

PROJETO

Designação: EDIFÍCIO DE COMANDO E SUBESTAÇÃO

QUADRO DE SERVIÇOS AUXILIARES DE CORRENTE ALTERNADA (QSACA)

ESQUEMA UNIFILAR

Nº Desenho: 6.1.6.1 - 0.1.1.1 - 2.3

Revisão: -

Folha: 02 / 02

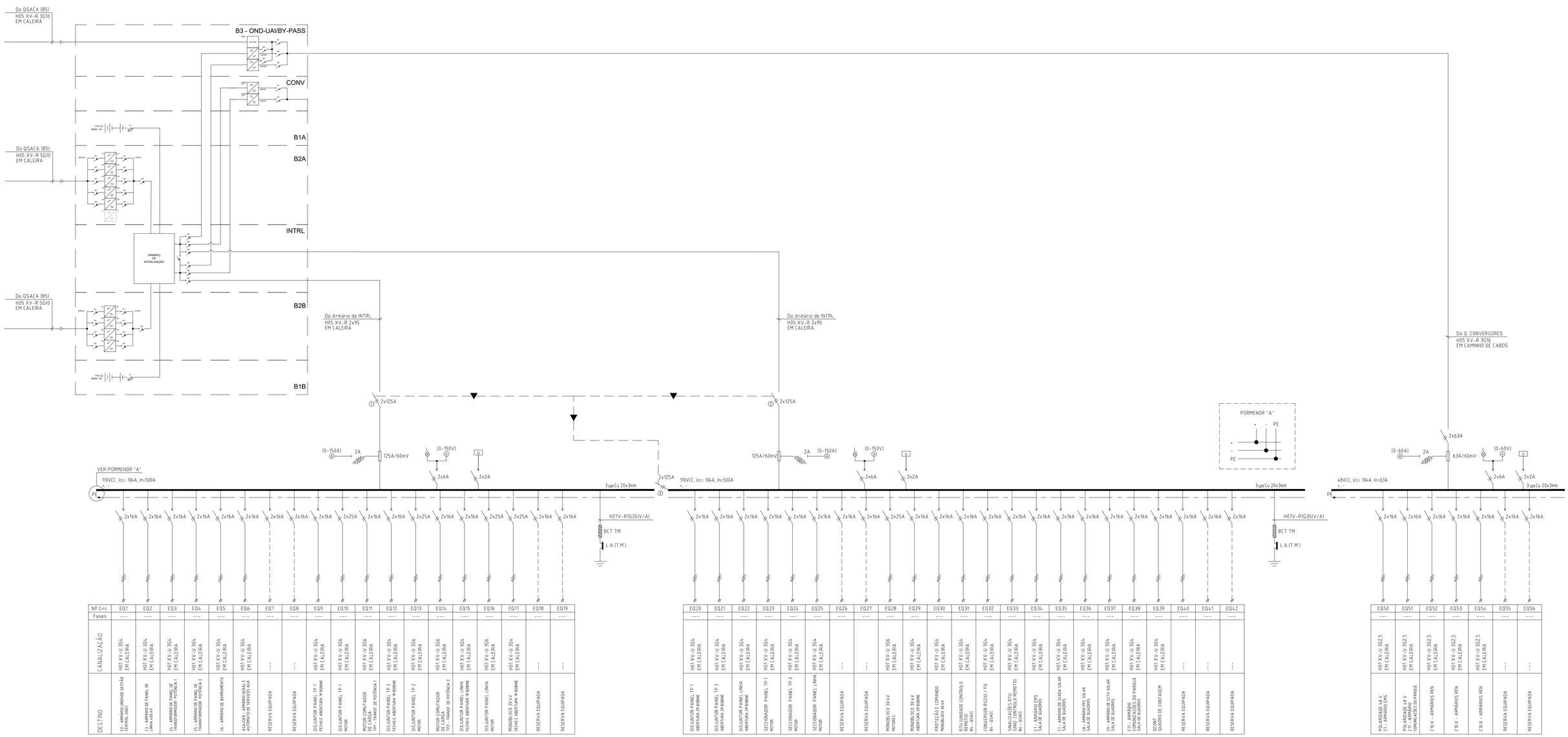
Escalas: S/Escala

Substitui:

Substituído por:

Data: -

A1




| Nº Circ. | EQ1 | EQ2 | EQ3 | EQ4 | EQ5 | EQ6 | EQ7 | EQ8 | EQ9 | EQ10 | EQ11 | EQ12 | EQ13 | EQ14 | EQ15 | EQ16 | EQ17 | EQ18 | EQ19 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Fases | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| CANALIZAÇÃO | H07 XV-U 3G4 EM CALEIRA | H07 XV-U 3G4 EM CALEIRA | H07 XV-U 3G4 EM CALEIRA | H07 XV-U 3G4 EM CALEIRA | H07 XV-U 3G4 EM CALEIRA | H07 XV-U 3G4 EM CALEIRA | --- | --- | H07 XV-U 3G4 EM CALEIRA | H07 XV-U 3G6 EM CALEIRA | H07 XV-U 3G6 EM CALEIRA | H07 XV-U 3G4 EM CALEIRA | H07 XV-U 3G6 EM CALEIRA | H07 XV-U 3G6 EM CALEIRA | H07 XV-U 3G4 EM CALEIRA | H07 XV-U 3G6 EM CALEIRA | H07 XV-U 3G4 EM CALEIRA | --- | --- |
| DESTINO | C2 - ARMÁRIO UNIDADE GESTÃO CENTRAL (UGC) | C3 - ARMÁRIO DE PAINEL DE LINHA 400 kV | C4 - ARMÁRIO DE PAINEL DE TRANSFORMADOR POTÊNCIA 1 | C5 - ARMÁRIO DE PAINEL DE TRANSFORMADOR POTÊNCIA 2 | C6 - ARMÁRIO DE BARRAMENTO | ASA/GER - ARMÁRIO GERAL E AUTOMATISMOS SERVIÇOS AUX. | RESERVA EQUIPADA | RESERVA EQUIPADA | DIS.JUNTOR PAINEL TP 1 FECHO E ABERTURA 1Ø BOBINE | DIS.JUNTOR PAINEL TP 1 MOTOR | MOTOR COMUTADOR DE TAPS - TRANSF. DE POTÊNCIA 1 | DIS.JUNTOR PAINEL TP 2 FECHO E ABERTURA 1Ø BOBINE | DIS.JUNTOR PAINEL TP 2 MOTOR | MOTOR COMUTADOR DE TAPS - TRANSF. DE POTÊNCIA 2 | DIS.JUNTOR PAINEL LINHA FECHO E ABERTURA 1Ø BOBINE | DIS.JUNTOR PAINEL LINHA MOTOR | MONOBLOCO 30 kV FECHO E ABERTURA 1Ø BOBINE | RESERVA EQUIPADA | RESERVA EQUIPADA |

| Nº Circ. | EQ20 | EQ21 | EQ22 | EQ23 | EQ24 | EQ25 | EQ26 | EQ27 | EQ28 | EQ29 | EQ30 | EQ31 | EQ32 | EQ33 | EQ34 | EQ35 | EQ36 | EQ37 | EQ38 | EQ39 | EQ40 | EQ41 | EQ42 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Fases | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| CANALIZAÇÃO | H07 XV-U 3G4 EM CALEIRA | H07 XV-U 3G4 EM CALEIRA | H07 XV-U 3G4 EM CALEIRA | H07 XV-U 3G4 EM CALEIRA | H07 XV-U 3G4 EM CALEIRA | H07 XV-U 3G4 EM CALEIRA | --- | --- | H07 XV-U 3G6 EM CALEIRA | H07 XV-U 3G4 EM CALEIRA | H07 XV-U 3G4 EM CALEIRA | H07 XV-U 3G4 EM CALEIRA | H07 XV-U 3G4 EM CALEIRA | H07 XV-U 3G4 EM CALEIRA | H07 XV-U 3G4 EM CALEIRA | H07 XV-U 3G4 EM CALEIRA | H07 XV-U 3G4 EM CALEIRA | H07 XV-U 3G4 EM CALEIRA | H07 XV-U 3G4 EM CALEIRA | --- | --- | --- |
| DESTINO | DIS.JUNTOR PAINEL TP 1 ABERTURA 2ª BOBINE | DIS.JUNTOR PAINEL TP 2 ABERTURA 2ª BOBINE | DIS.JUNTOR PAINEL LINHA ABERTURA 2ª BOBINE | SECCIONADOR PAINEL TP 1 MOTOR | SECCIONADOR PAINEL TP 2 MOTOR | SECCIONADOR PAINEL LINHA MOTOR | RESERVA EQUIPADA | RESERVA EQUIPADA | MONOBLOCO 30 kV MOTORES | MONOBLOCO 30 kV ABERTURA 2ª BOBINE | PROTEÇÃO E COMANDO MONOBLOCO 30 kV | RTU UNIDADE CONTROLO REMOTO BA - GSACC | CONVERSOR RS232 / F/O | SINALIZAÇÕES RTU (UNID. CONTROLO REMOTO) BA - GSACC | C1 - ARMÁRIO EMS SALA DE GUARDAS | C2 - ARMÁRIO DE SCADA SOLAR SALA DE GUARDAS | C8 - ARMÁRIO PPC SOLAR SALA DE GUARDAS | C9 - ARMÁRIO DE CCTV SOLAR SALA DE GUARDAS | C11 - ARMÁRIO COMUNICAÇÕES DO PARQUE SALA DE GUARDAS | QCONT QUADRO DE CONTAGEM | RESERVA EQUIPADA | RESERVA EQUIPADA | RESERVA EQUIPADA |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| H07 XV-U 3G2.5 EM CALEIRA | H07 XV-U 3G2.5 EM CALEIRA | H07 XV-U 3G2.5 EM CALEIRA | H07 XV-U 3G2.5 EM CALEIRA | H07 XV-U 3G2.5 EM CALEIRA | H07 XV-U 3G2.5 EM CALEIRA | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| POLARIDADE 48 V C1 - ARMÁRIO EMS | POLARIDADE 48 V C11 - ARMÁRIO COMUNICAÇÕES DO PARQUE | C10.X - ARMÁRIOS REN | C10.X - ARMÁRIOS REN | C10.X - ARMÁRIOS REN | RESERVA EQUIPADA | RESERVA EQUIPADA | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| H07 XV-U 3G2.5 EM CALEIRA | H07 XV-U 3G2.5 EM CALEIRA | H07 XV-U 3G2.5 EM CALEIRA | H07 XV-U 3G2.5 EM CALEIRA | H07 XV-U 3G2.5 EM CALEIRA | H07 XV-U 3G2.5 EM CALEIRA | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| POLARIDADE 48 V C1 - ARMÁRIO EMS | POLARIDADE 48 V C11 - ARMÁRIO COMUNICAÇÕES DO PARQUE | C10.X - ARMÁRIOS REN | C10.X - ARMÁRIOS REN | C10.X - ARMÁRIOS REN | RESERVA EQUIPADA | RESERVA EQUIPADA | | | | | | | | | | | | | | | | | |

## LEGENDA

- INTERRUPTOR DIFERENCIAL
- DISJUNTOR
- INTERRUPTOR
- RESERVA
- FUSÍVEL
- SINALIZADOR
- VOLTÍMETRO
- CONTROLADOR DE TENSÃO
- SHUNT PARA MEDIÇÃO CORRENTE CONTÍNUA
- LA (TM) - LIGADOR AMOVÍVEL (TERRA DE MASSAS)
- BCT (TM) - BARRA COLETORA DE TERRAS (TERRA DE MASSAS)
- ELÉTRODO DE TERRA
- BORNE (EM RÉGUA DE BORNES)
- CONVERSOR AC/DC (RETIFICADOR)
- CONVERSOR DC/AC (ONDULADOR)
- CONVERSOR DC/DC

B1A / B1B - ARMÁRIO DE BATERIAS 1 / ARMÁRIO DE BATERIAS 2

B2A / B2B - ARMÁRIO DE RECTIFICADORES 1 / ARMÁRIO DE RECTIFICADORES 2

B3 - ARMÁRIO UAI / BY-PASS / ONDULADOR

B4 - QUADRO DE SERVIÇOS AUXILIARES DE CORRENTE CONTÍNUA (QSACC)

B5 - QUADRO DE SERVIÇOS AUXILIARES DE CORRENTE ALTERNADA (QSACA)

C1 - ARMÁRIO EMS

C2 - UNIDADE DE GESTÃO CENTRAL (UGC)

C3 - ARMÁRIO PAINEL LINHA 400kV

C4 - ARMÁRIO PAINEL TRANSF. POTÊNCIA 1

C5 - ARMÁRIO PAINEL TRANSF. POTÊNCIA 2

C6 - ARMÁRIO BARRAMENTO 400 kV

C7 - ARMÁRIO DE SCADA SOLAR

C8 ARMÁRIO PPC SOLAR

C9 - ARMÁRIO CCTV SOLAR

C10.X - ARMÁRIOS COMUNICAÇÕES REN

C11 - ARMÁRIO COMUNICAÇÕES DO PARQUE

QPA - QUADRO PARCIAL ARMAZÉM

QPEA - QUADRO PARCIAL EXTERIOR DE APARELHAGEM

QCONT - QUADRO DE CONTAGEM

TSA - CELA DO TRANSFORMADOR DE SERVIÇOS AUXILIARES

G - GRUPO GERADOR

IRG - INVERSOR REDE GRUPO

CDI - CENTRAL DETEÇÃO INCÊNDIO

NOTA:
1- QUANDO NADA É REFERIDO SOBRE O TIPO DE INSTALAÇÃO DA CANALIZAÇÃO DEVE SER ASSUMIDO QUE SE TRATA DE INSTALAÇÃO EM CAMINHO DE CABOS OU CALHA TÉCNICA

2- PREVISTO O FORNECIMENTO E ALIMENTAÇÃO DE UM MÓDULO RETIFICADOR EXTRA E ESPAÇO EXTRA PREPARADO PARA UMA EXPANSÃO DE UM FUTURO MÓDULO RETIFICADOR, DE ACORDO COM A ET EDPR TCSP-EU/E&C-SBST-00001.

| Alt. | Data | Designação | Des. | Aprov. |
|---|---|---|---|---|

Emissor do Projeto: edp Renováveis

Promotor do Projeto:
Empresa Hidroelétrica do Guadiana, S.A.

Autor do Projeto: edp Renováveis

Projeto:
SUBESTAÇÃO 30/400 kV DA CENTRAL FOTOVOLTAICA DE SOBREIRA DE BAIXO

PROJETO

Nº Desenho: 6.1.6.1 - 0.1.1.2 - 2.3

Revisão: -  Folha 0.1 / 0.1

Aprov.

Est./Proj.

Des.

Data: Março 2023

Designação:
EDIFÍCIO DE COMANDO E SUBESTAÇÃO

QUADRO DE SERVIÇOS AUXILIARES DE CORRENTE CONTÍNUA (QSACC)

ESQUEMA UNIFILAR

Escalas: S/Escala

Substitui:

Substituído por:

Data: -

TORRE
METEOROLÓGICA

PCS1

CENTRAL FOTOVOLTAICA

PCSn

PCSn+1

Ligador tipo C

Cabo de terra CU 70mm2

4,50

4,50

TS

TP

SUBESTAÇÃO

LEGENDA:

Elétrodo de terra: Cabo Cu 70 mm2 (Valas) e 120 mm2 (Subestação)
Elétrodo da subestação em quadriculas com distâncias de 4,5m aproximadamente.

TS TP Ligação do elétrodo à barra de terra de serviço (TS) ou de proteção (TP)

Ligação cabo - cabo - soldadura aluminotérmica

Elétrodo Terra simples de aço revestido a cobre ø20mm 2.00m

PCS Subestação Unitária (Power Conversation Unit)

| Alt. | Data | Designação | Des. | Aprov. |
|---|---|---|---|---|

Emissor do Projeto: edp Renewables

Promotor do Projeto:
Empresa Hidroelétrica do Guadiana, S.A.

Autor do Projeto: edp Renewables

Aprov.

Est./Proj.

Des.

Data:
Março 2023

Projeto:
SUBESTAÇÃO 30/400KV DA CENTRAL FOTOVOLTAICA DA SOBREIRA DE BAIXO

PROJETO

Designação:
ELÉTRODO DE TERRA

DIAGRAMA GERAL

Nº Desenho:
6161-0116-23

Revisão : -

Folha : 01/01

Escalas:
S/Escala

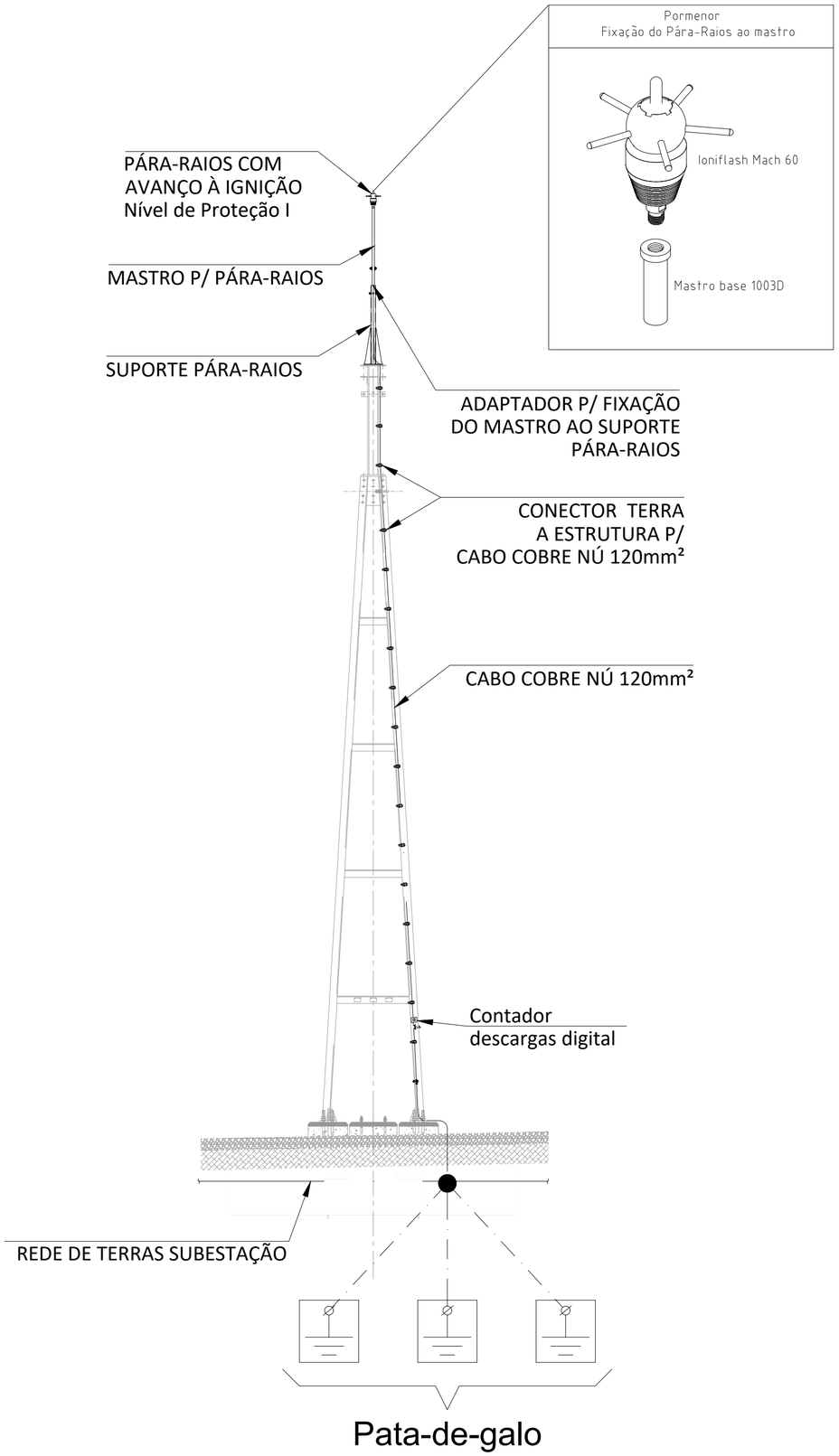
Substitui:

Substituído por:

Data: -

A3

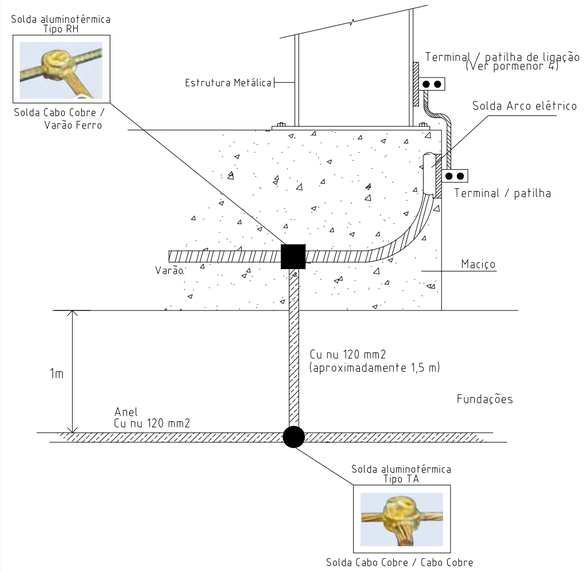
## Pormenor 1
*Pára-Raios*



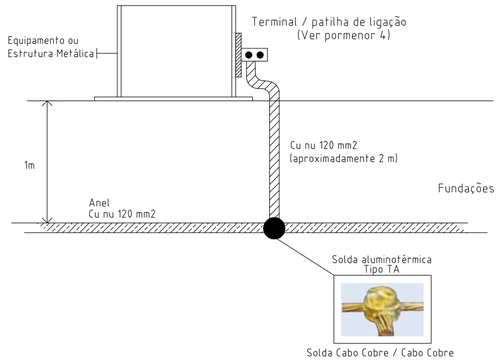

### Pormenor
Fixação do Pára-Raios ao mastro




## Pormenor 2
*Pormenor da ligação a maciços*



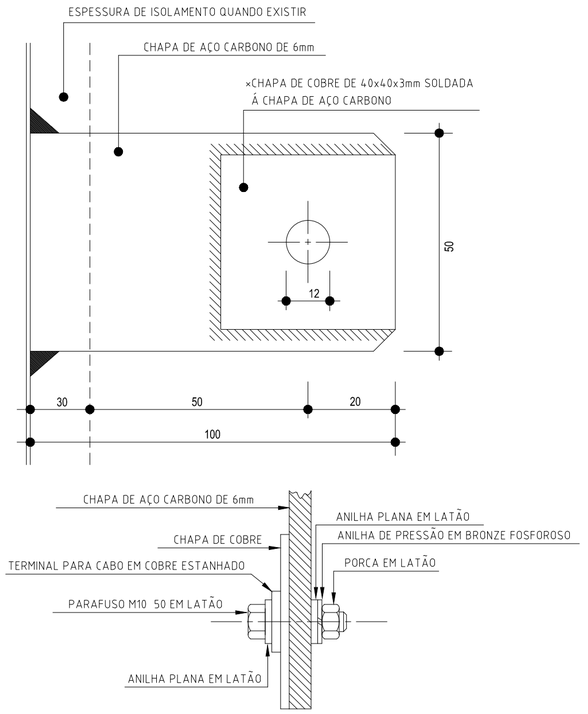

## Pormenor 3
*Pormenor da ligação a equipamentos ou outras partes metálicas*




*NOTAS:*

No caso de ligações às partes metálicas de equipamentos ou estruturas, inclui-se o fornecimento dos parafusos, anilhas, porcas e terminais de compressão. A patilha para ligação do cabo será do âmbito do fornecimento do próprio equipamento ou estrutura (ver pormenores).

## Pormenor 4
*Patilha de ligação*




×SOLDADURA TIPO CASTOLIN 181 PA
(Liga de cobre-zinco-prata, isenta de cádmio)

## Pormenor 5
*Pormenor tomadas de terra nas estruturas de suporte dos equipamentos*




*NOTA:*

Este pormenor deverá ser visto complementarmente com os pormenores 2, 3 e 4, consoante os casos.

| Alt. | Data | Designação | Des. | Aprov. |
|---|---|---|---|---|

Emissor do Projeto: edp Renováveis

Promotor do Projeto: Empresa Hidroelétrica do Guadiana, S.A.

Autor do Projeto: edp Renováveis

Projeto: SUBESTAÇÃO 30/400 kV DA CENTRAL FOTOVOLTAICA DE SOBREIRA DE BAIXO

PROJETO

Nº Desenho: 6161-0118-23

Revisão : - Folha : 01 / 01

Aprov.

Est./Proj. HUGO

Des. HUGO

Data: Março 2023

Designação: ELÉTRODO DE TERRA

EDIFÍCIO DE COMANDO E SUBESTAÇÃO

PORMENORES

Escalas: S/Escala

Substitui:

Substituído por:

Data: -

A2

Empresa Hidroelétrica do Guadiana, S.A

# CENTRAL FOTOVOLTAICA DE SOBREIRA DE BAIXO

# HIBRIDIZAÇÃO DA CENTRAL HIDROELÉTRICA DE ALQUEVA II

# LINHA AÉREA 400kV

# PROJETO ELÉTRICO

**Agosto de 2024**

VALUE ELEMENT ENGINEERING

SOLUTIONS

# PROJETO – Memória Descritiva

## Linha CF Sobreira de Baixo - Alqueva (REN), a 400 kV

edp Renewables

| Revisão | Data | Descrição | Elaborado | Verificado | Aprovado |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 25/09/2023 | Emissão inicial | JC | AS | MP |
| A | 13/02/2024 | Acerto nº de Pórtico SE Alqueva | JC | AS | MP |
| B | 19/06/2024 | Ajuste Buffer Área de Proteção Avifauna | JC | RS | MP |
| C | 09/08/2024 | Compatibilização com linha em projeto da REN | JC | RS | MP |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

| | Nome | Assinatura | Data |
|---|---|---|---|
| Elaborado por: | José Carlos Martins | | 09/08/2024 |
| Verificado por: | Rui Sá | | 09/08/2024 |
| Aprovado por: | Marcelo Pereira | | 09/08/2024 |

## ÍNDICE GERAL

1. CONSIDERAÇÕES GERAIS ..... 1
1.1. OBJETO ..... 1
1.2. CARACTERÍSTICAS DA LINHA DE LIGAÇÃO DA CENTRAL FOTOVOLTAICA À RNT, A 400 kV ... 2
1.3. CRITÉRIOS TÉCNICOS GERAIS ..... 2
2. EQUIPAMENTO ..... 4
2.1. APOIOS ..... 4
2.2. FUNDAÇÕES ..... 5
2.3. CABOS ..... 6
2.3.1. ASPETOS GERAIS DO DIMENSIONAMENTO ..... 6
2.3.1.1. ASPETOS MECÂNICOS ..... 6
2.3.1.2. ASPETOS ELÉTRICOS ..... 7
2.3.2. DISTÂNCIAS DE SEGURANÇA ASSOCIADAS A CABOS ..... 8
2.4. ACESSÓRIOS DOS CABOS CONDUTORES E DE GUARDA ..... 9
2.5. AMORTECEDORES DE VIBRAÇÕES ..... 10
2.6. CADEIAS DE ISOLADORES ..... 10
2.6.1. ASPETOS DE DIMENSIONAMENTO ELÉTRICO ..... 10
2.6.2. ACESSÓRIOS DE CADEIAS ..... 12
2.6.3. FIXAÇÃO À ESTRUTURA ..... 12
2.7. COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO ..... 13
2.8. CIRCUITO DE TERRA DOS APOIOS ..... 13
2.8.1. NORMALIZAÇÃO ADOTADA ..... 13
2.8.2. CONSTITUIÇÃO E CARACTERÍSTICAS DOS CIRCUITOS DE TERRA ..... 15
3. CÁLCULOS ..... 16
3.1. CÁLCULOS ELÉTRICOS ..... 16
3.1.1. RESISTÊNCIA ELÉTRICA LINEAR DOS CONDUTORES ..... 16
3.1.2. CAPACIDADE TÉRMICA ..... 16
3.1.3. EFEITO COROA. CAMPO ELÉTRICO CRÍTICO. PERDAS POR EFEITO COROA ..... 19
3.1.4. CONSTANTES ELÉTRICAS DA LINHA ..... 21
4. DIRETRIZ DA LINHA ..... 21
4.1. LOCALIZAÇÃO ..... 21
5. TRAVESSIAS DE VIAS DE COMUNICAÇÃO ..... 22
5.1. TRAVESSIAS DE ESTRADAS ..... 22
5.2. TRAVESSIAS DE SERVIDÕES DE VIAS-FÉRREAS ..... 22

5.3. TRAVESSIAS DE CURSOS DE ÁGUA ..... 22
5.4. SERVIDÕES AERONÁUTICAS CIVIS E MILITARES ..... 22
5.5. CRUZAMENTOS E PARALELISMOS COM LINHAS DE TELECOMUNICAÇÕES ..... 23
5.6. CRUZAMENTOS COM OUTRAS LINHAS ELÉTRICAS AÉREAS ..... 23
5.7. CRUZAMENTOS E PARALELISMOS COM GASODUTOS ..... 23
6. BALIZAGEM AÉREA ..... 23
6.1. SINALIZAÇÃO PARA AERONAVES ..... 23
6.1.1. BALIZAGEM DIURNA ..... 24
6.1.2. BALIZAGEM NOTURNA ..... 24
6.2. SINALIZAÇÃO PARA AVES ..... 25
6.3. CONTACTOS ACIDENTAIS COM PEÇAS EM TENSÃO ..... 26
6.4. RELAÇÃO DE OBSTÁCULOS A LIGAR À TERRA E DIMENSIONAMENTO DO CIRCUITO DE TERRA ..... 26
7. EFEITOS DOS CAMPOS ELETROMAGNÉTICOS ..... 26
7.1. VALORES LIMITES ..... 26
7.2. CÁLCULO DO CAMPO ELÉTRICO ..... 27
7.2.1. MODELO DE CÁLCULO ..... 27
7.2.2. VALORES CALCULADOS ..... 29
7.3. CÁLCULO DO CAMPO MAGNÉTICO ..... 30
7.3.1. MODELO DE CÁLCULO ..... 30
7.3.2. VALORES CALCULADOS ..... 30
7.4. MEDIDAS IMPLEMENTADAS NO PROJETO PARA MINIMIZAÇÃO DA EXPOSIÇÃO ..... 31
8. ELEMENTOS DO PROJETO ..... 33

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.1 – Caraterísticas gerais dos apoios ..... 5
Tabela 2.2 – Fundações características para os apoios utilizados na linha em projeto ..... 6
Tabela 2.4 – Distâncias de segurança ..... 8
Tabela 2.5 – Classificação da poluição ao longo da linha ..... 11
Tabela 2.6 – Tipo de cadeias a aplicar ..... 11
Tabela 2.7 – Distâncias mínimas condutor-apoio, desviadas ou não pelo vento, de acordo com a norma EN 50341 ..... 12
Tabela 2.8 – Limites especificados para a tensão de contacto e de passo ..... 14
Tabela 2.9 – Características do tipo de circuito de terra apresentado ..... 15
Tabela 3.1 – Correntes de defeito trifásico previstas ..... 18

Tabela 3.3 – Campo elétrico máximo à superfície dos condutores ..... 19
Tabela 3.4 – Perdas anuais ..... 20
Tabela 3.8 – Grandezas diretas ..... 21
Tabela 3.9 – Grandezas homopolares ..... 21
Tabela 4.1 – Localização da linha, segundo a Carta Administrativa Oficial de Portugal ..... 21
Tabela 5.2 – Travessias de Cursos de Água ..... 22
Tabela 8.1 – Limites de exposição a campos elétricos e magnéticos a 50 Hz ..... 26
Tabela 8.2 – Valores calculados do campo elétrico ..... 29
Tabela 8.3 – Valores calculados do campo magnético ..... 31

# 1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

## 1.1. OBJETO

A presente memória descritiva refere-se ao projeto da linha, a 400 kV, que fará a ligação da Central Fotovoltaica de Sobreira de Baixo (CF Sobreira de Baixo) e a Subestação de Alqueva (SE Alqueva), propriedade da REN, S.A., com o objetivo de interligação da Central Fotovoltaica de Sobreira de Baixo à Rede Nacional de Transporte (RNT), para permitir o escoamento da energia produzida.

O projeto da Central Fotovoltaica de Sobreira de Baixo nasce com o intuito de aproveitar o recurso Sol, cujo potencial de exploração em Portugal é extremamente elevado, em comparação com outros países europeus em que não tem uma expressão quantitativa tão favorável. Em Portugal, as potencialidades de aproveitamento da energia solar, mesmo que em pequenas escalas é deveras considerável e substancial no sentido da substituição dos combustíveis fósseis.

O *mixing* energético nacional apresenta, uma lacuna evidente, que se traduz no facto de nos anos secos em que a produção hídrica diminui drasticamente, o país ser obrigado a importar essa energia de Espanha e de França, aumentando simultaneamente a produção das centrais a gás (combustível também importado), e em ambos os casos fazendo sair recursos financeiros que se traduzem num desequilíbrio das contas com o exterior nos anos secos.

Assim, considera o proponente que o recurso solar pode no momento atual, e com o correto dimensionamento, ser competitivo em termos de mercado, contribuindo para um aumento da autonomia energética do país, evitando a dependência de recursos como o gás natural e o carvão (necessariamente importados), a que acresce o facto de um contributo decisivo no aspeto de segurança energética nacional ao funcionar em "*tandem*" com a produção hídrica quando observado na perspetiva das características do *mixing* da produção energética.

Importa ter em conta os objetivos estabelecidos pelo país, o Plano Nacional Integrado de Energia e Clima (PNEC 2030) é o principal instrumento de política energética e climática para o período 2021-2030, tendo sido aprovado em Conselho de Ministros de 21 de maio de 2020 e foi publicado através da Resolução de Conselho de Ministros n.º 53/2020, de 10 de julho. As medidas nele incluídas terão um papel fundamental para assegurar a concretização dos objetivos e metas, em matéria de energia e clima, definidos para Portugal no horizonte 2030. Este plano substitui o Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética (PNAEE) e o Plano Nacional de Ação para as Energias Renováveis (PNAER) após 2020 e está igualmente orientado para os objetivos a longo prazo de Portugal, rumo à neutralidade carbónica, através da articulação com o Roteiro para a Neutralidade Carbónica 2050 (RNC 2050).

A construção desta Central Fotovoltaica de Sobreira de Baixo contribui, assim, para alcançar as metas que Portugal assumiu referentes ao Quadro da Diretiva Comunitária, relativa a produção de eletricidade a partir de fontes renováveis de energia. Após as fortes apostas na energia hídrica e eólica, a energia solar posiciona-se como a tecnologia com maior potencial de desenvolvimento em Portugal durante a próxima década.

Na perspetiva de desenvolvimento de trabalho conjunto (técnico/económico e ambiental), sobre a área disponível para instalação da Central Fotovoltaica de Sobreira de Baixo, foram desenvolvidos os necessários estudos.

## 1.2. CARACTERÍSTICAS DA LINHA DE LIGAÇÃO DA CENTRAL FOTOVOLTAICA À RNT, A 400 kV

A ligação da CF Sobreira de Baixo à RNT será feita através de uma linha aérea de terno simples, a 400 kV, até à SE Alqueva. Esta linha tem uma extensão total de cerca de 2.18 km, com dois cabos condutores por fase (geminados), dispostos em apoios de esteira horizontal até ao apoio P7 e, deste em diante, em apoios de esteira vertical. Está prevista a utilização de apoios do tipo Q e DL, cabos condutores do tipo ACSR 595 (ZAMBEZE) e cabos de guarda tipo OPGW+DORKING.

Esta ligação implicará a modificação da linha existente Alqueva - Ferreira do Alentejo, a 400 kV:

- Ripagem do painel P422 para P442;
- Introdução do apoio novo 8/1.

Com esta modificação na chegada à subestação, estas duas linhas partilharão o apoio P8/1 (apoio comum com Linha Alqueva - Ferreira do Alentejo, a 400 kV – em projeto).

A linha será estabelecida entre a CF Sobreira de Baixo, a construir no concelho de Vidigueira, na freguesia de Pedrógão e a SE Alqueva da RNT, Rede Nacional de Transporte, de que é concessionária a REN - Rede Elétrica Nacional, S.A., no concelho de Vidigueira, na freguesia de Pedrógão.

## 1.3. CRITÉRIOS TÉCNICOS GERAIS

Do ponto de vista técnico, o projeto a que se refere a presente memória, será constituído pelos elementos estruturais normalmente usados em linhas do escalão de tensão de 400 kV, nomeadamente:

- Apoios reticulados em aço da família Q, utilizados em linhas aéreas simples;
- Apoios reticulados em aço da família DL, utilizados em linhas aéreas duplas;

- Fundações do apoio constituídas por quatro maciços independentes formados por uma sapata e uma chaminé prismática;
- Dois cabos condutores por fase, em alumínio-aço, do tipo ACSR 595 (ZAMBEZE);
- Dois cabos de guarda, do tipo OPGW e ACSR 153 (DORKING);
- Isoladores de vidro temperado do tipo U160BS;
- Cadeias de isoladores e acessórios adequados ao escalão de corrente de defeito máxima de 50 kA;
- Circuitos de terra do apoio dimensionados de acordo com as características dos locais de implantação.

Nos aspetos técnicos regulamentares e/ou normativos, entre outros, observar-se-ão os seguintes no âmbito nacional:

- EN 50341-1- Overhead electrical lines exceeding AC 1kV. *Part 1: General requirements – Common specifications*;
- EN 50341-3-17 - *National Normative Aspects (NNA) for Portugal;*
- Dec. Reg. 1/92 - Anexo: Regulamento de Segurança de Linhas Elétricas de Alta Tensão (RSLEAT);
- Circulares da Direção Geral de Aviação Civil;
- Condicionalismos relativos aos diversos Planos de Diretores Municipais (PDM);
- Portaria 1421/2004 de 23 de novembro, que fixa os níveis de referência relativos à exposição da população aos Campos Eletromagnéticos;
- Decreto-Lei nº 11/2018 de 15 de fevereiro que estabelece os critérios de minimização e monitorização de exposição da população a CEM que devem orientar o planeamento e a construção das linhas;
- Legislação relativa à Avaliação de Impacte Ambiental (AIA);
- Legislação referente ao Domínio Hídrico;
- Legislação relativa à Reserva Agrícola Nacional (RAN), incluindo o Regime Florestal;
- Legislação relativa à Reserva Ecológica Nacional (REN);
- Lista Especificações Técnicas da REN, SA.;

- Lista de Documentos Técnicos de Referência elaborados pela REN, SA;
- Normativos e Publicações da CEI, ISO e CENELEC aplicáveis;
- Legislação relativa a Projeto de elementos tipo de apoios;
- Regulamento de Proteção às Espécies Florestais e Agrícolas;
- Regulamento Geral do Ruído (Dec. – Lei n.º 9/2007 de 17 de janeiro);
- Legislação relativa a Servidões Administrativas;

e internacionais sobre os temas:

- Tensões Induzidas - *National Electrical Safety Code, USA (NESC)*;
- Perturbações Radioelétricas - *Comité International Spécial des Perturbations Radiophoniques (CISPR);*
- Critérios de Funcionamento da Linha em Regime de Curto-circuito.

# 2. EQUIPAMENTO

## 2.1. APOIOS

Os apoios da família Q e DL e respetivas fundações foram já licenciados como elementos tipo das linhas da RNT pelo que se referem seguidamente apenas as respetivas características gerais. Os desenhos das silhuetas dos apoios constituem o Anexo A.02.

As estruturas dos apoios são constituídas por estruturas metálicas treliçadas convencionais, formadas por perfis L de abas iguais ligados entre si diretamente ou através de chapas de ligação e parafusos. Os apoios da família Q e DL, incluindo perfis e chapas, estão calculados para o aço de designação: Fe510C/S355JO ($\sigma c$ = 355 N/mm$^2$)[(1)].

Os parafusos são de classe 8.8, conforme desenhos de construção, de rosca métrica, segundo norma DIN 7990, normalização adotada em regra na Europa com a vantagem de possuir uma gama de espigões de comprimentos bem adaptados para a utilização em estruturas metálicas e em apoios de linhas elétricas em particular.

[(1)] Designação segundo EN 10025 e de acordo com EN 10027 e ECISS/IC 10.

A proteção dos apoios contra a corrosão é assegurada por zincagem a quente, a qual tem uma espessura mínima de 70 µm nas peças com espessura inferior ou igual a 6 mm e 80 µm nas peças de espessura superior a 6 mm.

As diversas dimensões tipo, são as seguintes:

Tabela 2.1 – Caraterísticas gerais dos apoios

| Família de apoios | Altura útil mínima ao solo [m] | Altura útil máxima ao solo [m] | Altura total máxima [m] | Envergadura [m] |
|---|---|---|---|---|
| QT | 20.6 | 40.6 | 45.6 | 24.1 |
| QRS | 20.6 | 65.6 | 70.6 | 21.8 |
| DLT | 24.0 | 52.0 | 74.6 | 17.0 |

## 2.2. FUNDAÇÕES

As fundações para os apoios indicados no ponto anterior são constituídas por quatro maciços de betão independente, com sapata, chaminé prismática e armadura de aço. Conforme estipula a regulamentação as fundações associadas aos apoios são dimensionadas para os mais elevados esforços que lhe são comunicados pela estrutura metálica, considerando todas as combinações regulamentares de ações. O dimensionamento destas fundações é, por sua vez, dependente das condições geotécnicas do terreno onde são implantadas.

Assim, *a priori*, as fundações são definidas para condições "médias" de terreno correspondentes a uma caracterização tipo de "areia fina e média até 1 mm de diâmetro de grão" a que correspondem as características:

- Massa volúmica = 1600 kg/m$^3$;
- Ângulo de talude natural = 30 a 32º;
- Pressão admissível = 200 a 300 kPa.

Quanto às características do betão, em condições normais, são as que correspondem ao do betão tipo C30/37, caracterizado pela sua resistência à compressão aos 28 dias de 30 MPa (provetes cilíndricos).

As fundações são dimensionadas ao arrancamento, na generalidade dos casos abrangidos pelas condições "médias" de terreno, pelo método do peso de terreno estabilizante, calculado pelo tronco de pirâmide de abertura a 30º e desprezando a contribuição da força de atrito do terreno.

Na tabela seguinte podemos observar o tipo de fundações características para os apoios utilizados na linha em projeto:

Tabela 2.2 – Fundações características para os apoios utilizados na linha em projeto

| Tipo de Apoio | Tipo de Fundação |
|---|---|
| QT | DRE135 |
| QRS | DRE066 |
| DLT | DRE266 |

Na fase de piquetagem, previamente à construção, são detetadas as situações que serão objeto de dimensionamento específico do ponto de vista geométrico e geotécnico. No primeiro caso trata-se de adaptar o apoio ao terreno, utilizando pernas desniveladas ou maciços de configuração especial, no segundo caso trata-se de verificar e/ou redimensionar os maciços face aos valores que as grandezas acima referidas apresentam nos locais de implantação.

O Anexo A.03 contém os esquemas das fundações normais dos apoios reticulados a instalar.

## 2.3. CABOS

### 2.3.1. ASPETOS GERAIS DO DIMENSIONAMENTO

As características mecânicas e elétricas dos cabos estão indicadas no Anexo A.05, as condições gerais de utilização são as habitualmente adotadas pela REN, SA. neste tipo de cabos. Um dos cabos instalados na posição de cabo de guarda será de facto um cabo tipo OPGW (*Optical Ground Wire*), o qual possui no seu interior fibras óticas destinadas às funções de telemedida e telecontrole bem como de telecomunicações em geral.

#### 2.3.1.1. ASPETOS MECÂNICOS

- Cabos Condutores: **ACSR 595 mm² - ZAMBEZE (565-AL1/30-ST1A)**
- Cabos de Guarda: **DORKING (96-AL1/56-ST1A) + OPGW (AS/AA 39/94 AST 2x20 FO)**

As condições de trabalho dos cabos e de estabelecimento impostas no Caderno de Encargos, traduzidas numa distância mínima ao solo de 14 metros para o nível de tensão de 400 kV, assim como a ocorrência de árvores de espécies protegidas que têm de ser preservadas, conduziram aos valores dos parâmetros e trações horizontais dos cabos condutores e cabos de guarda.

A linha em projeto foi calculada para as condições de "Zona A", garantindo as condições mecânicas exigidas na condição EDS (*Every Day Stress*)[2] máximo, e garantindo as condições de estabilidade das cadeias de Isoladores, é incluída uma relação dos ângulos de oscilação das cadeias de suspensão na situação convencionalmente utilizada para a verificação dos desvios máximos para a temperatura de 15°C e metade do vento máximo.

A fim de prevenir a ocorrência de defeitos nos cabos originados por dobragem excessiva nos pontos de fixação aos apoios foram verificados os ângulos de enrolamento dos cabos condutores nas pinças de suspensão.

#### 2.3.1.2. ASPETOS ELÉTRICOS

Do ponto de vista elétrico, o cálculo efetuado para os apoios Q (com separadores de 40 cm), com o cabo ACSR 595 (ZAMBEZE) e para a tensão nominal da linha, conduz a um campo elétrico máximo à superfície dos condutores de 14.89 kV/cm. Do ponto de vista das perdas por efeito de coroa, assim como do ruído acústico e interferência radioelétrica, este valor é aceitável. Por outro lado, a utilização do cabo ACSR 595 (ZAMBEZE) associada às alturas ao solo impostas neste projeto conduz a valores de campo elétrico ao nível do solo inferiores aos limites definidos, na Portaria 1421/2004 de 23 de novembro, que retomam os valores estipulados por organismos internacionais (ICNIRP) e adotados na União Europeia (ver 7 e o Anexo A.09).

No que diz respeito ao comportamento dos cabos em situações de defeito, considerou-se o nível máximo de corrente de defeito de 0.95 x 50 kA = 47.5 kA, visto que 5% da corrente de curto-circuito se escoa para a subestação mais longe. O cabo ZAMBEZE (565-AL1/30-ST1A), apresenta-se dimensionado para correntes de curto-circuito máximas de 23.75 kA para 0.35 s, correspondendo a uma temperatura máxima do cabo de 83.61°C ($T_{inicial} = 75°C$).

O mesmo se passa com os cabos de guarda do tipo ACSR 153 (DORKING), os quais são elementos importantes na segurança de pessoas, dado o efeito moderador na distribuição da corrente de defeito, transportando a maior parte daquela e reduzindo, portanto, a corrente que é escoada para o solo via poste. Em relação à ação protetora ou de blindagem dos condutores, que se reflete na qualidade de serviço da Rede de Transporte, os cabos de guarda do tipo ACSR 153 (DORKING) encontram-se bem dimensionados para uma corrente de descarga atmosférica de 20 kA.

[2] O EDS é definido em Portugal a uma temperatura dos condutores de 15°C e ausência de vento. Pretende traduzir aquelas condições atmosféricas a que corresponde um maior grau de probabilidade de ocorrência, o valor médio mais frequente. O valor percentual indicado representa a percentagem da tração nestas condições em função da tração última (i.e., de rotura) do cabo.

A linha possui em toda a extensão dois cabos de guarda. Admitindo um defeito de 50 kA num dos extremos da linha, ter-se-ia em cada cabo uma corrente de 0.75 x 50 / 2 = 18.75 kA (supondo o escoamento de 75 % da corrente de defeito pelos cabos de guarda, e 25 % da mesma é conduzida pelo poste para terra), correspondendo a uma temperatura máxima de 129˚C e 167˚C, para os cabos de guarda DORKING (96-AL1/56-ST1A) e OPGW (AS/AA 39/94 AST 2x20 FO), respetivamente ($T_{inicial} = 30°C$).

### 2.3.2. DISTÂNCIAS DE SEGURANÇA ASSOCIADAS A CABOS

Sobre este tema observa-se o disposto no RSLEAT (DR 1/92), onde se definem várias distâncias mínimas, como:

- Ao solo;
- Às árvores;
- Aos edifícios;
- Às autoestradas e Estradas Nacionais;
- Entre cabos de guarda e condutores;
- Entre condutores, etc.

Em relação às distâncias de segurança, particularmente aos obstáculos a sobrepassar (solo, árvores, edifícios, estradas, etc.) deve dizer-se que estas serão verificadas para a situação de flecha máxima, ou seja, temperatura dos condutores de 85°C sem sobrecarga.

Neste projeto, adotaram-se os critérios definidos pelas especificações técnicas da REN, S.A. os quais estão acima dos mínimos regulamentares, criando-se assim uma servidão menos condicionada e aumentando-se o nível de segurança em geral. Na tabela seguinte mostram-se os valores adotados:

**Tabela 2.3 – Distâncias de segurança**

| Obstáculos | 400 kV | |
|---|---|---|
| | Critério adotado REN [m] | Critério RSLEAT [m] |
| Solo | 14.0 | 8.0 |
| Árvores | 8.0 | 5.0 |
| Edifícios | 8.0 | 6.0 |
| Estradas | 16.0 | 10.3 |

| Obstáculos | 400 kV | |
|---|---|---|
| | Critério adotado REN [m] | Critério RSLEAT [m] |
| Vias-férreas eletrificadas | 16.0(3) | 16.0(3) |
| Vias-férreas não eletrificadas | 15.0 | 10.3 |
| Outras linhas aéreas | 7.0(3) | 6.5(3) |
| Obstáculos Diversos | 7.0 | 5.0 |

## 2.4. ACESSÓRIOS DOS CABOS CONDUTORES E DE GUARDA

Os acessórios de fixação (pinças de amarração e de suspensão) e os de reparação (uniões e mangas de reparação) estão dimensionados para as ações mecânicas transmitidas pelos cabos e para os efeitos térmicos resultantes do escalão de corrente de defeito máxima (50 kA).

As uniões e pinças de amarração dos cabos, ACSR 595 (ZAMBEZE) são do tipo de compressão, constituídas por um tubo de aço que se comprime sobre a alma de aço e por um tubo de alumínio que se comprime na superfície do cabo condutor. Qualquer destes acessórios tem uma carga de rotura não inferior à dos cabos, e particularmente as uniões devem garantir aquela carga simultaneamente com uma resistência elétrica inferior a um troço de cabo de igual comprimento. Os valores de dimensionamento conduzem assim a uma carga última de rotura destes acessórios não inferior a 150 kN e temperatura final do material abaixo do limite térmico para correntes de 50 kA durante 0.4 s.

A amarração do OPGW realiza-se sem corte do cabo e este é fixado por um conjunto de varetas pré-formadas que fornecem o necessário aperto.

As pinças de suspensão para fixação dos condutores e cabos de guarda nos apoios de suspensão são do tipo AGS – *Armour Grip Suspension*. Este tipo de pinças, normalizadas nas linhas da REN, S.A., fixam o cabo através de um sistema de varetas helicoidais pré-formadas e de uma manga de neopreno, apresentando características particularmente favoráveis no que diz respeito à redução ou eliminação de danos causados aos fios que formam o cabo na zona de fixação, em resultado de fadiga causada por vibrações eólicas.

Serão usados separadores de 400 mm e com a função dupla de amortecedor/separador (na linguagem anglo-saxónica como *Speed-Grip Spacers*) com parafuso de topo *break-away*.

(3) Considerando o ponto de cruzamento a 200 m do apoio mais próximo.

## 2.5. AMORTECEDORES DE VIBRAÇÕES

Consideram-se aqui os problemas de fadiga causada por vibrações eólicas sobre os fios dos cabos, uma vez que este problema não se coloca em relação aos apoios (estes têm uma frequência própria de vibração muito baixa). Apesar das conhecidas características redutoras de danos de fadiga nos cabos condutores associadas ao uso de pinças de suspensão AGS, tanto estes como os cabos de guarda estão sujeitos a regimes de vibrações eólicas, que exigem a adoção de sistemas especiais de amortecimento das mesmas. Alguns fatores determinam o comportamento dos cabos nestas circunstâncias:

- Características de inércia (massa) e de elasticidade;
- Características dos acessórios de fixação dos cabos;
- Tensão mecânica de esticamento (normalmente referenciada ao EDS);
- Geometria dos vãos;
- Regime dos ventos (geralmente os regimes de rajada que condicionam as trações máximas sobre cabos e estruturas, não produzem fadiga nos cabos; são neste caso os regimes lamelares de velocidade baixa-média que produzem as vibrações de mais alta frequência que conduzem a problemas de fadiga mecânica; os terrenos de baixa rugosidade oferecem em geral as condições topográficas para a ocorrência deste tipo de ventos).

A modelização matemática deste fenómeno, com a intenção de produzir resultados generalizáveis a todas as circunstâncias de projeto é bastante complexa e uma perspetiva de cálculo caso a caso não é prática. De um modo geral, em função da parametrização das grandezas acima referidas, são projetados amortecedores, cujas características de inércia e elásticas permitem o amortecimento num espetro relativamente largo de frequências na gama das expectáveis. A geometria de colocação no vão é geralmente definida através de regras empíricas e de uma análise estatística baseada numa amostragem significativa de ensaios, medidas laboratoriais e experiência de utilização. Assim para este projeto, a colocação de amortecedores será efetuada após a regulação dos cabos e com base em estudos específicos a realizar pelo fornecedor deste tipo de equipamentos.

## 2.6. CADEIAS DE ISOLADORES

### 2.6.1. ASPETOS DE DIMENSIONAMENTO ELÉTRICO

Serão usados isoladores de calote e haste em vidro do tipo U160BS para a linha e nas amarrações ao Pórtico. Estes isoladores que classificaremos de “normais” estão bem adaptados às zonas de poluição

média, que caracterizam todo o corredor da linha. Por outro lado, do ponto de vista do diâmetro do espigão é suficiente para as correntes de defeito previstas. As características destes isoladores estão tabeladas no Anexo A.06.

**Tabela 2.4 – Classificação da poluição ao longo da linha**

| Postes | Poluição | Carga de rotura [kN] |
|---|---|---|
| Toda a linha | Ligeira / Média | 160 |

Para as zonas de poluição ligeira/média a linha de fuga a considerar é de 20 mm/kV (tensão composta)[4], de acordo com o que se define a composição adequada para os diferentes tipos de cadeias na linha, a saber:

**Tabela 2.5 – Tipo de cadeias a aplicar**

| Nível de Tensão [kV] | Função da Cadeia Isoladores | Tipo e Quantidade Isolador | Plano/Desenho |
|---|---|---|---|
| 400 | Cadeias de amarração dupla (pórticos das subestações) | 2 x 23 U160BS | PL 10192 |
| 400 | Cadeias de amarração dupla | 2 x 23 U160BS | PL 10193 |
| 400 | Cadeias de suspensão dupla (condutores laterais) | 2 x 23 U160BS | PL10198 |
| 400 | Cadeias de suspensão em "V" (condutor central) | 2 x 23 U160BS | PL10200 |

De acordo com o Guia de Coordenação de Isolamento (atualização de 2013) serão retiradas as hastes de descarga reguláveis nas cadeias de amarração aos pórticos e colocados descarregadores de sobretensão de baixa tensão residual na entrada dos painéis de linha. O comprimento da linha de fuga das cadeias com isoladores U160BS é 8740 mm (20.81 mm/kV).

Estas distâncias estão devidamente coordenadas com as distâncias mínimas entre peças em tensão e as partes metálicas das estruturas (massa) - que o RSLEAT preconiza para situação em repouso e desviada pelo vento, respetivamente, 2700 e 2600 mm - valores respetivamente inferiores aos mínimos preconizados pela REN, S.A.[5] nos intervalos correspondentes e que são, [3111 – 3186] e [2600] em mm para uma variação da distância entre hastes de guarda respetivamente correspondente de, [2828 – 2896] em mm.

[4] Vd. Norma CEI-60815.

[5] O critério determinador deste dimensionamento é o de considerar que a distância entre peças em tensão e a estrutura, quando a cadeia de isoladores equipada é desviada pelo vento, deve garantir uma tensão suportável (50 Hz) 10% acima da tensão suportável da cadeia de isoladores equipada e sob chuva, enquanto que, na situação de repouso o critério aponta para a garantia de uma tensão suportável ao choque atmosférico 10% acima da cadeia de isoladores devidamente equipada

Tabela 2.6 – Distâncias mínimas condutor-apoio, desviadas ou não pelo vento, de acordo com a norma EN 50341

| Tensão mais elevada [kV] | Distância mínima condutor-apoio em repouso [m] | | Distância mínima condutor-apoio com vento [m] | |
|---|---|---|---|---|
| | Ao braço ou estrutura kg=1.45 | Dentro da janela kg=1.25 | Ao braço ou estrutura kg=1.45 | Dentro da janela kg=1.25 |
| 420 | 2.60 | 3.24 | 1.12 | 1.34 |

### 2.6.2. ACESSÓRIOS DE CADEIAS

Os acessórios de 400 kV estão adaptados ao escalão de corrente de defeito de 50 kA, durante 0.4 s, sendo a densidade máxima de corrente limitada a 75 A/mm$^2$.

As hastes de guarda nas cadeias de amarração e suspensão com isoladores U160BS são em varão de aço de ∅ 25 mm, os anéis de descarga são em tubo de aço de ∅ 60 mm, e com uma abertura de 50 mm e secção mínima de 500 mm$^2$.

Ainda relativamente aos dispositivos de proteção será de referir que eles se devem dispor de modo a proteger os isoladores do arco obrigando-o a manter-se afastado daqueles. No caso da presente linha as cadeias de suspensão duplas são colocadas com os dispositivos de guarda dispostos no plano perpendicular ao condutor, com estes para o exterior da linha, excetuando o condutor central em apoios de linha simples, que tem dispositivos para ambos os lados no plano paralelo ao dos condutores.

Os planos das cadeias estão incluídos no Anexo A.07.

### 2.6.3. FIXAÇÃO À ESTRUTURA

Os conjuntos de cadeia, quer dos condutores quer dos cabos de guarda, são fixos à estrutura através de um sistema de caixa e charneira, o qual oferece uma resistência de contacto favorável em comparação com os sistemas de fixação com acessórios de perfil redondo. A adoção deste sistema resultou da experiência de exploração e de ensaios específicos para o efeito.

No caso dos cabos do tipo OPGW, as fixações (amarração e suspensão) terão um sistema de *shunt* a assegurar a ligação à estrutura de forma franca, de modo a evitar quaisquer sobreaquecimentos na zona de derivação em resultado de correntes de defeito.

Os planos de fixação dos cabos de guarda estão incluídos no Anexo A.07.

## 2.7. COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO

No sentido de estabelecer a coordenação de isolamento, as várias distâncias mínimas a considerar são organizadas de acordo com uma hierarquia. Por ordem crescente teremos:

1. As hastes de descarga (explosores) das cadeias de amarração da linha aos pórticos da subestação serão substituídas por descarregadores de sobretensões (não incluídos neste projeto) instalados na cabeça dos painéis de linha da subestação, que irão proteger os mesmos contra sobretensões vindas do exterior;

2. Distância entre hastes de guarda nas cadeias de isoladores. Aqui a linha terá um nível de isolamento semelhante ao dos equipamentos que constituem os painéis de linha, ou seja:

    - Tensão suportável ao choque atmosférico 1425 kV
    - Tensão suportável ao choque de manobra 1050 kV

3. Distância no ar entre peças em tensão (condutores e/ou acessórios) e a estrutura, na situação de repouso (sem vento) e com uma inclinação introduzida pelo vento, que se manifesta através do movimento das cadeias de isoladores. Estas distâncias garantem tensões suportáveis superiores às mencionadas atrás em 2, com o objetivo de evitar contornamentos para as estruturas. Os valores calculados para a distância mínima entre peças em tensão e a massa na situação de repouso são, de [3111 a 3186] mm e na de desviado pelo vento [2600] mm, respetivamente para as distâncias entre hastes de [2828 a 2896] mm.

## 2.8. CIRCUITO DE TERRA DOS APOIOS

### 2.8.1. NORMALIZAÇÃO ADOTADA

Neste âmbito tomou-se em consideração:

*** Zonas públicas e frequentadas**[(6)], as recomendações estipuladas na publicação ANSI/IEEE std 80 -1986 e EN 50341-3-17.

[(6)] A fim de se tornar mais claras estas definições, diga-se que se entende por **zonas publicas** aquelas onde se verifique uma densidade populacional grande ainda que só em determinadas ocasiões (parques urbanos), áreas destinadas a convívio cultural, recreativo ou desportivo, recintos destinados a feiras, mercados, atos públicos e religiosos, lugares de romaria, zonas de equipamento social coletivo como hipermercados, hospitais e lugares de ensino, etc. Por sua vez uma **zona frequentada** será aquela que não sendo da categoria anterior se pode caracterizar pela presença humana amiúde como caminhos de serviço, áreas junto a fontes ou poços de utilização habitual, zonas agrícolas de atividade frequente do tipo hortas, instalações agropecuárias e de apoio agrícola, etc. Uma zona será entendida como **pouco frequentada** se corresponder a uma zona submetida a exploração agrícola em que a intervenção humana é reduzida, a uma exploração ganadeira, etc. Finalmente é entendida como **zona não frequentada** se a presença humana é esporádica, sendo normalmente associada à inaptidão agrícola como por exemplo zona florestal, zona de acentuado declive, etc.

Os limites especificados para a tensão de contacto e de passo, admitindo uma resistividade do solo de 100 Ω.m e um tempo de eliminação de defeito 0.5 s, são respetivamente:

Tabela 2.7 – Limites especificados para a tensão de contacto e de passo

| | Zona Pública | Zona Frequentada |
|---|---|---|
| $U_c$ [V] | 189 | 255 |
| $U_p$ [V] | 262 | 355 |

* Zonas pouco frequentadas, o prescrito nas especificações VDE 0141/7.76;

* Zonas não frequentadas, as recomendações estipuladas na norma Suíça, ref.ª ASE 3569 - 1.1985.

Nestas duas últimas zonas, e considerando tempos de eliminação de defeito < 0.5 s, as recomendações enunciadas não especificam qualquer valor limite para a tensão de contacto e de passo.

Na escolha do corredor da linha procurou-se que este atravessasse zonas não frequentadas, afastando-o o mais possível dos aglomerados populacionais, sendo que todos os apoios estão implantados em zonas pouco frequentadas ou não frequentadas.

Recorre-se aqui às equações de *Dalziel* para a corrente tolerável pelo corpo humano, e faz-se intervir a resistência elétrica média de um indivíduo (1000 Ω) e a resistência média pé/solo, proporcional à resistividade do solo. Os valores limites referidos aparecem, portanto, parametrizados pela resistividade do solo e o tempo de eliminação de defeito. Conforme características dos equipamentos de proteção e estatística da exploração da RNT está garantido com um nível alto de probabilidade o tempo de eliminação de defeito, já o valor da resistividade é bastante variável quer em valor médio de local para local quer localmente nas diferentes direções em torno do poste e ainda ao longo do tempo em função do grau de humidade do solo. Por outro lado, note-se que estes valores limites crescem com o valor da resistividade do solo (com incidência na resistência pé/solo), o que justifica por vezes a utilização de gravilha ou asfalto (materiais de alta resistividade) numa camada superficial sobre o solo como medida para subir aqueles limites. Em qualquer caso o tratamento de zonas públicas deve ser sempre feito caso a caso e com uma metodologia que passa por medições e análise *in situ* que confirmem as estimativas obtidas pelo modelo de cálculo.

### 2.8.2. CONSTITUIÇÃO E CARACTERÍSTICAS DOS CIRCUITOS DE TERRA

Indicam-se seguidamente as soluções construtivas para cada uma das situações típicas dos circuitos de terra.

#### A) Zonas pouco frequentadas e/ou não frequentadas

A configuração tipo de elétrodos de terra que se preconiza utilizar nestas zonas, é em todos os apoios de quatro estacas e respetivos cabos de cobre de ligação à estrutura, e anel a unir as 4 estacas.

Os elétrodos de terra são estacas de *Copperweld* de 16 mm de diâmetro e 2.1 m de comprimento, enterradas na vertical uma em cada um dos cantos exteriores do conjunto de caboucos devendo os seus topos estar a uma profundidade mínima de 0.8 metros. Complementarmente, será instalado, em todos os apoios, um anel de terra (constituído por um cabo de cobre de ∅ = 9 mm) enterrado horizontalmente a cerca de 0.80 m de profundidade, ligando os quatro elétrodos num anel que rodeará o poste.

Os cabos que interligam os elétrodos de terra às cantoneiras das bases, são de cobre nu de 50 $mm^2$. O cabo é ligado à cantoneira e às estacas por intermédio de ligadores apropriados, procurando-se sempre um permanente bom contacto e de baixa resistência. Os ligadores a utilizar nestes casos são adequados aos tipos de materiais em contacto e proporcionam boa continuidade elétrica.

Na tabela abaixo, apresentam-se a título apenas indicativo as características deste tipo de circuito de terra, no que se refere à tensão de contacto e de passo, e ainda ao potencial máximo no solo em % do potencial do circuito de terra, segundo a direção da diagonal do apoio ou do maciço de fundação:

**Tabela 2.8 – Características do tipo de circuito de terra apresentado**

| Tipo de Circuito de Terra | Resistência de Terra para ρ = 300 Ω.m [Ω] | Potencial máx. no solo em % do potencial do circuito de Terra | Tensão de Contacto em % do potencial do circuito de Terra [d = 1.0 m] | Tensão de Passo em % do potencial do circuito de Terra |
|---|---|---|---|---|
| 4 estacas Ø = 16mm l = 2.1 m anel | 18.47 | 72.46 | 41.72 | 14.48 |

O tipo de configuração que se preconiza para o circuito de terra dos apoios nestas zonas pode ser visto no Anexo A.03.

Convirá salientar que nestas condições, está garantido o valor de resistência de terra menor que 15 Ω, recomendado para o 1º km junto das subestações, procurando-se deste modo diminuir a probabilidade de contornamentos por arco de retorno.

# 3. CÁLCULOS

## 3.1. CÁLCULOS ELÉTRICOS

### 3.1.1. RESISTÊNCIA ELÉTRICA LINEAR DOS CONDUTORES

Os condutores são do tipo alumínio-aço, com dois condutores por fase do cabo ACSR 595 (ZAMBEZE), que são constituídos por um núcleo central, de duas camadas, em fios de aço e por três camadas de fios em alumínio. As características destes cabos estão incluídas no Anexo A.05.

A resistência elétrica quilométrica do cabo ACSR 595 (ZAMBEZE) em corrente contínua à temperatura de 20°C é de 0.0511 Ω/km. A resistência elétrica em corrente alternada (f = 50 Hz) tendo em conta o efeito pelicular é de 0.0522 Ω/km. A variação da resistência elétrica com a temperatura é dada por:

$$R(\theta) = R(20) \cdot [1 + \alpha \cdot (\theta - 20)]$$

Onde o coeficiente de temperatura $\alpha$ tem o valor 0.00403°K$^{-1}$.

Obtendo-se para a temperatura máxima de funcionamento de 85°C o valor de 0.06587 Ω/km.

### 3.1.2. CAPACIDADE TÉRMICA

#### 3.1.2.1. CAPACIDADE MÁXIMA DE TRANSPORTE

Este regime é definido para uma temperatura máxima do condutor, definida para o compromisso económico máximo na relação (transporte anual de energia) / (perdas energéticas). Esta temperatura está definida para a RNT como 85˚C. O modelo de cálculo tem em conta a dissipação térmica da energia elétrica nos condutores (efeito Joule) em resultado da passagem de corrente e a interação dos condutores com o meio envolvente em termos de energia radiante. O modelo utilizado é conhecido por modelo de *Kuipers-Brown* que se pode escrever:

$$C \cdot S \cdot dT = P_J \cdot dt + P_s \cdot dt - P_c \cdot dt - P_i \cdot dt$$

Ou:

$$C \cdot S \cdot \frac{dT}{dt} = I^2 \cdot R_T + \alpha \cdot R \cdot d - 8.55 \cdot (T - T_A) \cdot (v \cdot d)^{0.448} - E \cdot \sigma \cdot \pi \cdot d \cdot (T - T_A)$$

Onde $C \cdot S \cdot dT$ é a energia térmica armazenada no condutor durante o tempo dt, $P_J \cdot dt$ é a energia Joule, $P_s \cdot dt$ a energia absorvida a partir da radiação solar, $P_c \cdot dt$ a energia perdida por convecção (para

velocidades do vento superiores a 0.2 m/s, ou seja, convecção forçada) e $P_i \cdot dt$ a energia perdida por irradiação. Por sua vez os restantes parâmetros têm o significado seguinte:

$C$ – capacidade calorífica [W.s/m$^3$];

$S$ – secção transversal [m$^2$];

$T$ – temperatura absoluta do condutor [°K];

$t$ – tempo [s];

$R_T$ – resistência elétrica à temperatura absoluta T [Ω];

$\alpha$ – coeficiente de absorção solar (0.5);

$R$ – radiação solar [1000 W/m$^2$];

$d$ – diâmetro do condutor [m];

$T_A$ – temperatura ambiente absoluta [°K];

$v$ – velocidade do vento (0.6 m/s para o regime de calmia);

$E$ – poder emissivo em relação ao corpo negro (0.6);

$\sigma$ – constante de *Steffan* [5.7e-8 W/m$^2$.K$^4$].

No modelo acima, o regime permanente traduz-se por ser:

$$\frac{dT}{dt} = 0$$

A corrente admissível é fundamentalmente função do aquecimento dos condutores (diferença da temperatura do condutor e da temperatura ambiente) traduzindo-se a ação daquele aquecimento em:

- Perdas por efeito Joule;
- Flechas máximas, com incidência das distâncias mínimas ao solo e outros obstáculos;
- Comportamento dos acessórios (pontos quentes);
- Envelhecimento dos condutores.

As correntes admissíveis são assim fixadas considerando 2 períodos convencionais:

- Período de Verão (15 de abril a 15 de outubro): Temperatura ambiente 32°C
- Período de Inverno (16 de outubro a 14 de abril): Temperatura ambiente 15°C

No Anexo A.08 apresenta-se a evolução da temperatura dos condutores para diversos valores eficazes de corrente e diferentes temperaturas ambientes (ie, temperatura do ar à altura dos condutores). Os valores adotados para os parâmetros acima referidos são globalmente aqueles que melhor se adaptam às características do território nacional. Pode ali observar-se, por exemplo, que para a velocidade do vento de 0.6 m/s e temperatura ambiente de 32°C ("verão") a corrente máxima admissível, para o cabo ACSR 595 (ZAMBEZE) é da ordem de 1152 A, por sua vez, para uma temperatura ambiente de 15°C ("inverno") a corrente máxima admissível é da ordem de 1339 A, tendo em conta que a linha é constituída por 2 condutores por fase a capacidade máxima de transporte para o verão será de 1597 MVA e de 1856 MVA para o inverno, valores superiores à carga prevista para a linha em projeto.

### 3.1.2.2. REGIME DE CURTO-CIRCUITO

No que diz respeito ao comportamento dos cabos em regimes de defeito, foram considerados os pressupostos:

- Corrente de curto-circuito de 50 kA;
- Tempo de eliminação de defeitos de 0.35 s;
- No caso do cabo ACSR 595 (ZAMBEZE) admite-se que a corrente de curto-circuito se distribui uniformemente pelo cabo e 5 % é conduzida para a subestação mais afastada, traduzindo-se numa corrente de 23.75 kA;
- No caso do cabo ACSR 153 (DORKING) e cabo OPGW (AS/AA 39/94 AST 2x20 FO), admite-se que a corrente de curto-circuito se distribui uniformemente pelos dois cabos de guarda e que 25 % da mesma é conduzida pelo poste para a terra, ou seja, que cada cabo terá de suportar 18.75 kA;
- O limite térmico recomendado na EQPJ/ET/PLN01 (125˚C, para os cabos condutores) e pela IEC60865-1 (aproximadamente 200˚C, para os cabos de guarda).

**Tabela 3.1 – Correntes de defeito trifásico previstas**

| Subestação | Projeto 400 kV |
|---|---|
| CF Sobreira de Baixo | 50 kA |
| Alqueva (REN) | 50 kA |

Na tabela seguinte apresentam-se os valores obtidos, podendo verificar-se a conformidade com os limites térmicos acima referidos.

Tabela 3.2 - Comportamento dos cabos em regimes de defeito

| Tipo de Condutor | ICC [kA] | tcc [s] | Temp. Inicial [˚C] | Temp. Final [˚C] | ΔT [˚C] | Limite [˚C] | Validação |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ACSR 595 (ZAMBEZE) | 23.75 | 0.35 | 75 | 83 | 8 | 125 | OK |
| ACSR 153 (DORKING) | 18.75 | 0.35 | 30 | 129 | 99 | 200 | OK |
| OPGW (AS/AA 39/94 AST 2X20F) | 18.75 | 0.35 | 30 | 167 | 137 | 200 | OK |

Face ao atrás exposto e de acordo com os pressupostos indicados, consideram-se adequados para 50 kA tanto o condutor ACSR 595 (ZAMBEZE) como o cabo de guarda do tipo OPGW e ACSR 153 (DORKING).

### 3.1.3. EFEITO COROA. CAMPO ELÉTRICO CRÍTICO. PERDAS POR EFEITO COROA

O cálculo do campo elétrico crítico e perdas por efeito coroa foi feito com base nas características geométricas dos apoios da família QT.

No Anexo A.09 apresentam-se os valores dos campos máximos à superfície dos condutores com relevância para este capítulo. Os campos máximos à superfície dos condutores foram calculados através de:

$$[\underline{E}] = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \varepsilon} \cdot [D] \cdot [A]^{-1} \cdot [\underline{U}]$$

Onde $[\underline{E}]$ é o vetor dos fasores de campo elétrico (no modelo de cálculo o problema é de dimensão 8, para ter em conta os seis condutores e os dois cabos de guarda), $\varepsilon = \varepsilon_r \cdot \varepsilon_0$ (com $\varepsilon_r$= 1 e $\varepsilon_0$ = 8.859e-12 A.s/V.m), $[D]$ é um vetor dos inversos dos raios dos cabos:

$$[D] = \left[\frac{1}{r_i}\right] \quad i = 1 \dots 8$$

$[A]^{-1}$ é a inversa da matriz dos coeficientes de potencial (A.s/V.m) e $[\underline{U}]$ é o vetor dos fasores de tensão fase-terra (V). O modelo acima inclui os cabos de guarda, os quais estão considerados ao potencial do solo.

O campo elétrico máximo à superfície dos condutores variará entre:

Tabela 3.3 – Campo elétrico máximo à superfície dos condutores

| Tensão Nominal [kV/cm] | Tensão Máxima [kV/cm] |
|---|---|
| 14.89 | 15.63 |

O campo elétrico crítico é definido como o limiar do valor de campo elétrico a partir do qual o efeito coroa surge. O valor deste limiar depende da geometria dos condutores e de parâmetros atmosféricos que afetam as condições de ionização do ar. Estimou-se aqui o valor daquele campo elétrico crítico pela expressão de PEEK:

$$\varepsilon_0 = 18.1 \cdot m \cdot \delta \cdot \left[1 + \left(\frac{0.54187}{\sqrt{r \cdot \delta}}\right)\right] \quad [kV/cm]$$

Onde $r$ é o raio dos cabos, condutores e cabos de guarda, $(i = 1..8)$, $m$ é um fator para ter em conta a rugosidade da superfície dos cabos (que origina zonas de maior densidade de linhas de força, tomou-se o valor 0.6), $\delta$ é a pressão atmosférica relativa definida por:

$$\delta = 0.386 \cdot \frac{760 - 0.086 \cdot h}{273 + \theta}$$

Onde $h$ é a altitude média da linha e $\theta$ a temperatura média anual (15˚C).

A altitude influencia com algum significado o valor do campo elétrico crítico, baixando-o. Na prática isto significa um aumento de perdas por efeito coroa.

As perdas por efeito coroa com bom tempo foram calculadas pela expressão de *Peterson*:

$$P = 20.945 \times 10^{-6} \cdot \frac{f \cdot U^2 \cdot \emptyset}{\left(\log\left(\frac{D_m}{r}\right)\right)} \qquad [kW/km]$$

Onde $U$ é a tensão eficaz entre fase e neutro em kV, $r$ o raio do condutor em cm, $D_m$ a distância média geométrica entre condutores, $f$ a frequência do sistema (50 Hz) e $\emptyset$ um fator experimental dependente da relação $E/E_0$, sendo $E$ o campo elétrico à superfície do condutor e $E_0$ o campo elétrico crítico, ambos em kV/cm.

As perdas por efeito coroa dependem particularmente das condições climatéricas. Sob chuva elas podem crescer várias dezenas de vezes acima do valor calculado para bom tempo. Para determinar o valor médio anual das perdas é usual utilizar um fator multiplicativo entre 3 e 9 (usou-se 5). Assim as perdas médias anuais estimam-se:

**Tabela 3.4 – Perdas anuais**

| Perdas Mínimas [kW/km] | Perdas Máximas [kW/km] |
|---|---|
| 1.05 | 5.27 |

### 3.1.4. CONSTANTES ELÉTRICAS DA LINHA

#### 3.1.4.1. GRANDEZAS DIRETAS

Tabela 3.5 – Grandezas diretas

| Resistência linear [Ω/km] | Reactância longitudinal [Ω/km] | Susceptância longitudinal [S/km] |
|---|---|---|
| 0.0364 | 0.3326 | $3.4740 \times 10^{-6}$ |

#### 3.1.4.2. GRANDEZAS HOMOPOLARES

Tabela 3.6 – Grandezas homopolares

| Resistência linear [Ω/km] | Reactância longitudinal [Ω/km] | Susceptância longitudinal [S/km] |
|---|---|---|
| 0.2166 | 0.6755 | $2.6036 \times 10^{-6}$ |

## 4. DIRETRIZ DA LINHA

Nos desenhos da planta geral do traçado, indica-se o traçado da linha à escala 1:25000.

No perfil e planta parcelar da linha, apresenta-se a localização e especificação dos apoios ao longo do traçado, assim como a posição dos condutores inferiores e dos cabos de guarda em todos os vãos.

### 4.1. LOCALIZAÇÃO

O traçado da linha CF Sobreira de Baixo – Alqueva (REN), a 400 kV, com comprimento de 2.18 km, desenvolve-se no seguinte distrito e atravessa o seguinte concelho e freguesia:

Tabela 4.1 – Localização da linha, segundo a Carta Administrativa Oficial de Portugal

| Distrito | Concelho | Freguesia |
|---|---|---|
| Beja | Vidigueira | Pedrogão |

Os distritos, concelhos e freguesias atravessados estão indicados no perfil e planta parcelar. O parcelamento dos terrenos na faixa de 60 metros centrada no eixo da linha assim como os tipos de exploração serão em período de Projeto de Licenciamento também representados na planta parcelar, que conterá ainda, a numeração das parcelas em correspondência com a Relação de Proprietários resultante do levantamento cadastral a efetuar.

No anexo A.01 estão incluídas as coordenadas dos centros de todos os apoios ao nível do solo.

# 5. TRAVESSIAS DE VIAS DE COMUNICAÇÃO

Nas travessias de vias de comunicação (Autoestradas, IP, Estradas Municipais, Estradas Nacionais, Rios e Cursos de Água e Linhas de Caminho de Ferro) serão respeitadas as distâncias mínimas apresentadas em 2.3.2.

Para melhorar a fiabilidade mecânica da linha, serão utilizadas cadeias duplas de suspensão nas travessias de estradas, caminhos-de-ferro, rios navegáveis e de outras linhas de alta tensão.

Tratando-se de apoios com cadeias de amarração e como estas são sempre duplas (nas linhas da RNT) a melhoria da fiabilidade está também garantida.

## 5.1. TRAVESSIAS DE ESTRADAS

No traçado da linha não ocorrem interseções com estradas.

## 5.2. TRAVESSIAS DE SERVIDÕES DE VIAS-FÉRREAS

No traçado da linha não ocorrem interseções com linhas de caminho-de-ferro.

## 5.3. TRAVESSIAS DE CURSOS DE ÁGUA

No traçado da linha ocorrem as seguintes interseções com cursos de água:

**Tabela 5.1 – Travessias de Cursos de Água**

| Vão de Travessia | Designação |
|---|---|
| P1-P2 | S/ designação |
| P4-P5 | S/ designação |
| P8/1 – P432 | S/ designação |

## 5.4. SERVIDÕES AERONÁUTICAS CIVIS E MILITARES

No traçado da linha não ocorrem interseções com servidões aeronáuticas civis e militares.

## 5.5. CRUZAMENTOS E PARALELISMOS COM LINHAS DE TELECOMUNICAÇÕES

*A priori* em nenhum ponto do traçado da linha de ligação ocorrem situações de paralelismo com linhas de telecomunicações.

A rede de 400 kV terá o neutro ligado à terra e possuirá em toda a sua extensão dois cabos de guarda também ligados à terra.

As f.e.m induzidas nas linhas de telecomunicação nas secções de cruzamento serão estimadas através de

$$e = I \cdot M \cdot L \cdot k \times 10^{-3}\ [V]$$

onde $I$, em A, é o valor eficaz da corrente de defeito indutora (corrente de curto circuito monofásico à terra) no vão de cruzamento, $M$ o valor médio do módulo da impedância mútua linear das duas linhas para a secção considerada em mΩ/km, $L$ é o comprimento (valor algébrico) da projeção da secção sobre a linha de energia em km e $k$ é um coeficiente redutor que tem em conta o retorno duma parte da corrente de defeito pelos cabos de guarda e o efeito de écran dos condutores ligados à terra e paralelos à linha de energia e aos circuitos de telecomunicação.

## 5.6. CRUZAMENTOS COM OUTRAS LINHAS ELÉTRICAS AÉREAS

No traçado da linha não ocorrem interseções com outras linhas elétricas.

## 5.7. CRUZAMENTOS E PARALELISMOS COM GASODUTOS

No traçado da linha não se verificam cruzamentos ou ocorrência de interferências com redes primárias e secundárias de abastecimento de gás.

# 6. BALIZAGEM AÉREA

## 6.1. SINALIZAÇÃO PARA AERONAVES

De acordo com a Circular de Informação Aeronáutica 10/03 de 6 de maio, do Instituto de Nacional de Aviação Civil (INAC) considera-se necessário efetuar a balizagem dos seguintes obstáculos:

- Das linhas aéreas quando penetrem numa área de servidão geral aeronáutica e/ou que, ultrapassem as superfícies de desobstrução (que são para este nível de tensão de 25 m);

- Dos vãos entre apoios que distem mais de 500 m;
- Dos vãos que cruzem linhas de água, lagos, albufeiras, etc, com uma largura média superior a 80 m ou que excedam, em projeção horizontal, mais de 60 m relativamente às cotas de projeção sobre o terreno, no caso de vales ou referida ao nível médio das águas;
- Dos elementos de uma linha aérea que se situem nas proximidades de pontos de captação de água localizados em zonas de risco de incêndios florestais;
- Das linhas aéreas que cruzem Autoestradas, Itinerários Principais ou Complementares.

### 6.1.1. BALIZAGEM DIURNA

A sinalização diurna consiste na colocação de esferas de cor alternadamente vermelha ou laranja internacional e branca possuindo o diâmetro mínimo de 600 mm, que serão instaladas nos cabos de guarda do tipo OPGW com a utilização de pré-formados de proteção, de modo que a projeção segundo o eixo da linha da distância entre esferas consecutivas seja sempre igual ou inferior a 30 metros.

A balizagem diurna dos apoios consiste na pintura às faixas, de cor alternadamente vermelha ou laranja internacional e branca. As faixas a pintar correspondem a troços modulares das estruturas de forma a realçar a sua forma e dimensões. As faixas extremas são pintadas na cor vermelha ou laranja internacional.

#### 6.1.1.1. VÃOS A SINALIZAR

No traçado da linha em projeto, não foi identificada a necessidade de aplicar sinalização diurna nos vãos.

#### 6.1.1.2. APOIOS A SINALIZAR

No traçado da linha em projeto, não foram identificadas situações onde exista necessidade de uso de balizagem diurna de apoios.

### 6.1.2. BALIZAGEM NOTURNA

A balizagem noturna consiste na colocação de balisores nos condutores superiores, próximo das fixações dos cabos às cadeias, de cada lado dos apoios, ou na sinalização no topo dos apoios com díodos

eletroluminescentes (“LED”) alimentados por painéis solares e baterias acumuladoras de energia ou outro equipamento equivalente desde que aprovado pelo INAC. Estes dispositivos terão de emitir luz vermelha com uma intensidade mínima de 10 Cd.

No traçado da linha em projeto, não foram identificadas situações onde exista necessidade de uso de balizagem noturna de apoios.

## 6.2. SINALIZAÇÃO PARA AVES

Os dispositivos de sinalização para a avifauna são do tipo “BFD” (*Bird Flight Diverter*), dispositivos de forma helicoidal de fixação dupla com 35 cm de diâmetro e 1 m de comprimento, de cor laranja/vermelho e branco, que se ajustam ao cabo de guarda por enrolamento no mesmo. Numa das extremidades, estes dispositivos têm um anel de maior diâmetro, que sobressai no perfil do cabo. Este anel, combinado com a cor do dispositivo, aumenta significativamente a visibilidade dos cabos pelas aves, sem lhe conferir um aspeto volumoso, e não introduzindo nenhum aumento significativo em relação à área exposta ao vento.

Uma vez que as linhas representam elementos de risco de colisão para as aves revela-se muito importante a aplicação de medidas de minimização que reduzam o impacte referido. Assim, recomenda-se que sejam implementadas medidas de minimização com vista à redução da potencial mortalidade de avifauna por colisão com os elementos condutores da linha, através da instalação de mecanismos salva-pássaros.

Os BFD’s são dispositivos de forma helicoidal que se ajustam ao cabo de guarda por enrolamento no mesmo. Numa das extremidades, estes dispositivos têm um anel de maior diâmetro, que sobressai no perfil do cabo. Este anel, combinado com a cor do dispositivo, aumenta significativamente a visibilidade dos cabos pelas aves, sem lhe conferir um aspeto volumoso, e não introduzindo nenhum aumento significativo em relação à área exposta ao vento.

Na linha em projeto, será usada sinalização para aves ao longo de todo o traçado. A sinalização dos cabos de guarda deverá ser de forma a obter-se um espaçamento de 10 m entre dispositivos, em perfil (ou seja, os dispositivos deverão ser dispostos de 20 em 20 m, alternadamente, em cada cabo de guarda).

## 6.3. CONTACTOS ACIDENTAIS COM PEÇAS EM TENSÃO

A ocorrência desta situação é improvável e pode resumir-se à utilização de gruas ou outros equipamentos na proximidade das linhas.

A altura mínima ao solo da linha é muito superior ao mínimo regulamentar (como medida de segurança), ver 2.3.2, e torna improvável a hipótese daquela ocorrência, reduzindo-se o risco de acidente.

Refira-se ainda que todos os apoios, tal como está regulamentado, possuirão uma chapa sinalética em local visível, indicando **"PERIGO DE MORTE"**.

## 6.4. RELAÇÃO DE OBSTÁCULOS A LIGAR À TERRA E DIMENSIONAMENTO DO CIRCUITO DE TERRA

Não estão previstas *a priori* ligações particulares de obstáculos. Quaisquer situações deste tipo que se tornem aparentes em fase de construção ou de exploração serão resolvidas através de uma adequada ligação à terra, conforme preconizada no número anterior.

# 7. EFEITOS DOS CAMPOS ELETROMAGNÉTICOS

## 7.1. VALORES LIMITES

A REN toma como referência a portaria n.º 1421, de 23 de Novembro, que retoma os valores limites de exposição do público em geral definidos na recomendação do Conselho da União Europeia (*"Council Recommendation on the Limitation of Exposure of the General Public to Electromagnetic Fields 0 Hz – 300 GHz")* de 1999/07/05, previamente homologada na 2 188.ª Reunião do Conselho em 1999/06/08 pelos Estados Membros , e que as recomendações do ICNIRP (*International Comission on Non Ionizing Radiation Protection*) no que se refere aos limites de exposição do público em geral.

**Tabela 7.1 – Limites de exposição a campos elétricos e magnéticos a 50 Hz**

| Características de Exposição | Campo Elétrico [kV/m] (RMS) | Densidade de Fluxo Magnético [µT] (RMS) |
|---|---|---|
| Público em geral (em permanência) | 5 | 100 |

O Conselho Europeu emitiu, em 99/07/05, uma recomendação sobre os limites de exposição do público em geral aos campos eletromagnéticos, na gama de frequências de 0 Hz - 300 GHz (Doc. Refª 1999-1100-0001 / 8550/99 "Council Recommendation on the limitation of exposure of the general public to electromagnetic fields (0 Hz - 300 GHz)", e posteriormente o Governo Português, com a promulgação

da Portaria 1421/2004 de 23 de novembro, que transpôs para a Legislação Portuguesa as recomendações do Conselho Europeu, definindo as restrições básicas e os níveis de referência relativos à exposição da população aos campos eletromagnéticos.

Por sua vez o Decreto-Lei nº11/2018 acima referido mantém válidos os limites de exposição do público em geral referidos na portaria e inclui a necessidade de monitorização periódica e a necessidade de garantir um afastamento mínimo entre o eixo do traçado do projeto das linhas e determinadas "infraestruturas sensíveis" definidas na alínea c) do artigo 3º do Decreto-Lei.

De referir que a minimização da exposição a campos elétrico e magnético, associados ao transporte de energia elétrica, consegue-se essencialmente atuando na fonte da emissão – a linha. Assim a minimização pode efetuar-se de duas formas distintas:

- Atuando na localização da fonte do campo (linha) com a escolha adequada e possível do traçado de forma a maximizar o afastamento a "infraestruturas sensíveis";
- Atuando na fonte do campo diretamente com a adoção de medidas de projeto nos materiais e equipamentos embora na maior parte dos casos a sua implementação seja bastante complexa e a redução dos valores dos campos pouco significativos;

Nas linhas da RNT, em qualquer escalão de tensão, e de acordo com os registos conhecidos, não ocorrem valores superiores aos referidos atrás. Esta conclusão está bem fundamentada por análise comparativa com cálculos teóricos e medições efetuadas em linhas similares em todo o mundo. O cálculo concreto dos valores do campo elétrico e magnético apresenta-se no Anexo A.09 e Anexo.10, respetivamente.

## 7.2. CÁLCULO DO CAMPO ELÉTRICO

### 7.2.1. MODELO DE CÁLCULO

O cálculo dos campos elétricos efetua-se a partir do conhecimento das cargas elétricas em cada um dos cabos da linha. No presente caso considerou-se que as cargas, assim como os cabos de guarda estão dispostas de acordo com a configuração do apoio QT, conforme o apresentado no anexo A.01, considerando uma distância ao solo que corresponde à situação mais desfavorável em toda a extensão da linha (distância minimia entre o condutor inferior e o solo). Esta distância é verificada no vão P3-P4.

Os valores que se obtiveram correspondem, portanto a valores máximos absolutos do campo elétrico, nos planos horizontais em que foram calculados e que correspondem, sensivelmente ao nível do solo e ao nível da cabeça de um homem (1.80 m do solo).

Para o cálculo da distribuição de cargas elétricas sobre os condutores da linha considerou-se um modelo de cálculo bidimensional onde a geometria é definida num plano vertical transversal à linha, o solo é considerado plano, horizontal e de extensão infinita. Neste modelo os condutores são também supostos paralelos entre si e ao solo, e os condutores inferiores situam-se a uma distância do solo correspondente ao mínimo absoluto acima referido. O plano de corte transversal considera-se afastado dos apoios [7]. Nesta conformidade o vetor de fasores das cargas $[(q_r + j \cdot q_i)j] = 1, \dots n$ [8] calculou-se através de:

$$[\tilde{Q}] = [\tilde{P}]^{-1} \cdot [\tilde{V}]$$

Onde $[\tilde{P}]$ é a matriz dos coeficientes de potencial de Maxwell e $[(v_r + j \cdot v_i)j] = 1, \dots n$ o vetor de fasores de tensões. A matriz $[\tilde{P}]$ é simétrica e os seus elementos definidos por:

$$P_{ii} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \varepsilon} \cdot \ln\left(\frac{4 \cdot y_i}{d_i}\right)$$

$$P_{ij} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \varepsilon} \cdot \ln\left(\frac{(x_i - x_j)^2 + (y_i + y_j)^2}{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2}\right)^{1/2}$$

Onde $y_i$ e $y_i$ são as alturas dos condutores $i$ e $j$ acima do solo, $d_i$ é o diâmetro do condutor $i$ e $x_i$ e $x_j$ são as coordenadas horizontais dos condutores $i$ e $j$.

Uma vez calculadas as cargas elétricas em cada condutor, o campo elétrico num determinado ponto $N\ (x_n, y_n)$ do espaço é calculado através de:

$$\vec{E}_j = \tilde{E}_{x,j} \cdot \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} + \tilde{E}_{y,j} \cdot \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$$

Onde as componentes horizontal e vertical do campo referentes à carga $j$ são dadas por (método das imagens):

$$E_{x,j} = \frac{(q_{rj} + j \cdot q_{ij}) \cdot (x_N - x_j)}{2 \cdot \pi \cdot \varepsilon \cdot \left[(x_j - x_N)^2 + (y_j - y_N)^2\right]} - \frac{(q_{rj} + j \cdot q_{ij}) \cdot (x_N - x_j)}{2 \cdot \pi \cdot \varepsilon \cdot \left[(x_j - x_N)^2 + (y_j + y_N)^2\right]}$$

$$E_{y,j} = \frac{(q_{rj} + j \cdot q_{ij}) \cdot (y_N - y_j)}{2 \cdot \pi \cdot \varepsilon \cdot \left[(x_j - x_N)^2 + (y_j - y_N)^2\right]} - \frac{(q_{rj} + j \cdot q_{ij}) \cdot (y_N + y_j)}{2 \cdot \pi \cdot \varepsilon \cdot \left[(x_j - x_N)^2 + (y_j + y_N)^2\right]}$$

[7] O campo elétrico é distorcido pela presença dos apoios, sendo estes estruturas metálicas, e, portanto, condutoras ao potencial do solo. Este efeito - efeito écran - é no sentido favorável, ie, de diminuição dos valores daqueles campos pelo que o modelo utilizado é simultaneamente mais simples e pelo lado da segurança.

[8] $n = 8$ para linhas simples e $n = 14$ para linhas duplas

As componentes horizontais e verticais referentes a todas as cargas obtêm-se fazendo o somatório das contribuições de todas as cargas:

$$\tilde{E}_x = \sum_{j=1}^{k} \tilde{E}_{x,j} \qquad \tilde{E}_y = \sum_{j=1}^{k} \tilde{E}_{y,j}$$

O campo elétrico é assim um vetor de fasores à frequência de 50 Hz da forma:

$$\vec{E} = (\tilde{E}_x, \tilde{E}_y) = (E_{x,r} + j \cdot E_{x,i}, E_{y,r} + j \cdot E_{y,i})$$

O qual descreve no plano $xy$ uma trajetória pulsante elíptica. A componente máxima do fasor do campo elétrico num determinado ponto do espaço é dada pelo valor do semieixo maior daquela elipse.

O valor $E_\alpha$ do módulo do campo ao longo de uma direção definida por um ângulo $\alpha$, medido em relação à horizontal, é dado por:

$$(E_\alpha)^2 = \left(E_{ry} \cdot \sin(\alpha) + E_{rx} \cdot \cos(\alpha)^2 + \left(E_{iy} \cdot \sin(\alpha) + E_{ix} \cdot \cos(\alpha)^2\right)\right)$$

Cujo máximo em $\alpha$ deverá satisfazer:

$$\frac{d(E_\alpha)^2}{d\alpha} = 0$$

O que conduz à relação quadrática em $\tan(\alpha)$:

$$\tan^2(\alpha) \cdot \left(E_{ry} \cdot E_{rx} + E_{iy} \cdot E_{ix}\right) + \tan(\alpha) \cdot \left(-E_{iy}^2 + E_{ix}^2 - E_{ry}^2 + E_{rx}^2\right) - \left(E_{ry} \cdot E_{rx} + E_{iy} \cdot E_{ix}\right) = 0$$

Válida para $\alpha \neq \pi/2$, valor onde simplesmente $E_{\pi/2} = E_y$. As duas soluções para $\tan(\alpha)$ correspondem aos dois semieixos da elipse do campo, calculando-se assim o valor máximo do módulo do campo através da expressão acima para $E_\alpha$.

### 7.2.2. VALORES CALCULADOS

No Anexo A.09 apresentam-se os perfis transversais do campo elétrico máximo ao nível do solo e a 1.8 m do solo para uma faixa entre -40 e +40 m em torno do eixo da linha, para a configuração de apoios a utilizar, com dois condutores por fase, cabos de guarda ao potencial do solo e valor eficaz do módulo da tensão na linha no seu valor nominal e para uma distância ao solo que corresponde à situação mais desfavorável em toda a extensão da linha (distância mínima entre o condutor inferior e o solo).

Tabela 7.2 – Valores calculados do campo elétrico

| Altura mínima dos cabos ao solo [m] | Campo Elétrico Máximo (Nível do solo) [kV/m] | Campo Elétrico Máximo (a 1.8m do solo) [kV/m] |
|---|---|---|
| 16.51 | 2.99 | 3.06 |

Estes valores, como se verifica, estão dentro dos limites apresentados em 7.1.

## 7.3. CÁLCULO DO CAMPO MAGNÉTICO

### 7.3.1. MODELO DE CÁLCULO

O campo magnético foi calculado usando um modelo bidimensional geometricamente idêntico ao descrito para o campo elétrico. O valor do campo magnético num ponto de coordenadas ($x_i$ , $y_i$) em resultado da corrente $I_i$ que percorre um condutor centrado no ponto de coordenadas ($x_i$ , $y_i$)pode ser dado por:

$$\vec{H}_{j,i} = \frac{\vec{I}_i \cdot \vec{r}_{j,i}}{2 \cdot \pi \cdot r_{i,j}^2} = \frac{I_i}{2 \cdot \pi \cdot r_{i,j}} \cdot \vec{\phi}_{i,j}$$

Onde $\phi_{i,j}$ é o vetor unitário na direção do produto externo do vetor corrente com o vetor $\mathrm{r}_{i,j}$. Teremos portanto:

$$\vec{\phi}_{i,j} = -\frac{y_i - y_j}{r_{i,j}} \cdot \begin{bmatrix}1\\0\end{bmatrix} + \frac{x_i - x_j}{r_{i,j}} \cdot \begin{bmatrix}0\\1\end{bmatrix}$$

e

$$r_{i,j} = \sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j{}^2)}$$

O campo magnético total é dado pela soma das contribuições devidas às correntes em todos os condutores:[9]

$$\vec{H}_j = \sum_{i=1}^{m} \frac{I_i}{2 \cdot \pi \cdot r_{i,j}} \cdot \vec{\phi}_{i,j}$$

A densidade de fluxo magnético é então:

$$\vec{B} = \mu \cdot \vec{H}$$

Onde $\mu = 4 \cdot \pi \times 10^{-7}$, tanto no solo como no ar.

### 7.3.2. VALORES CALCULADOS

No Anexo A.10 apresentam-se de uma forma sistemática os valores do módulo do vetor densidade de

[9] Aqui desprezam-se as correntes de retorno pela terra e correntes nos cabos de guarda. As correntes de defeito que se escoam pelos cabos de guarda produzem picos de campo magnético de muito curta duração, cuja energia, relevante na perspetiva de fem induzidas em linhas de telecomunicações, não são relevantes na perspetiva dos efeitos sobre pessoas. No caso de linhas simples o número de condutores são 3.

fluxo magnético a 1.8 m do solo em perfis transversais numa faixa de -40 a +40 m em torno do eixo da linha e para a altura mínima adotada pela REN, SA. Neste cálculo admitiu-se um regime estabilizado e equilibrado de funcionamento para as correntes. Para efeitos da avaliação dos valores máximos de densidade de fluxo magnético correspondentes a exposições com carácter permanente esta condição é perfeitamente legítima. A evolução das correntes da nova linha a projetar pode ser vista no Anexo A.08. Para a linha em projeto, com a configuração imposta pelos apoios utilizados, com regime de correntes suposto trifásico e equilibrado o valor máximo da densidade de fluxo magnético a 1.8 m do solo é de:

Tabela 7.3 – Valores calculados do campo magnético

| Altura mínima dos cabos ao solo [m] | Densidade de Fluxo Magnético máximo (a 1.8m do solo) [μT] |
|---|---|
| 16.51 | 30.91 (no eixo)[10] |

Os valores da indução magnética decaem rapidamente e para o caso mais desfavorável a 30 m do eixo da linha não excedem 11.00 μT. Todos os valores calculados são muito inferiores aos valores limites apresentados em 7.1 mesmo numa perspetiva de exposição pública permanente.

## 7.4. MEDIDAS IMPLEMENTADAS NO PROJETO PARA MINIMIZAÇÃO DA EXPOSIÇÃO

Como resultado de uma análise ambiental preliminar de corredores, é escolhido um corredor que se considera como o que melhor minimiza os impactes nos diversos fatores ambientais. Foi explicitamente dada particular atenção à existência de áreas urbanas e procurou-se que o corredor se mantivesse afastado daquelas.

Para o corredor escolhido realizou-se o respetivo levantamento aerofotogramétrico e produziu-se cartografia atualizada à escala 1:2000, que permitiu desenvolver o traçado da linha no seu interior de modo a garantir um maior afastamento de eventuais "infraestruturas sensíveis" isoladas que possam existir no interior do corredor.

O desenvolvimento do traçado e a elaboração do perfil foi realizado de modo a garantir sempre distâncias mínimas ao solo no plano vertical de 14 m (para linhas de 400 kV), e também aos restantes obstáculos que são bastante mais conservadoras do que as distâncias mínimas definidas

[10] Para o cálculo desta configuração, utilizou-se o perfil de carga da linha, ou seja, 1339 A por cabo, que resulta em 2678 A por fase.

regulamentarmente. Por outro lado, no plano horizontal procurou-se garantir que não existisse nenhuma "infraestrutura sensível" (como definida no Decreto-Lei nº 11/2018) no interior da zona de proteção da linha.

Ao longo do traçado da linha foram ainda identificadas zonas especiais, caracterizadas designadamente por serem zonas de povoamento disperso, com potencial para virem a ser humanizadas (zonas de lazer, com fáceis vias de acesso), de atividade agrícola intensa, para serem objeto de medidas especificas.

O cálculo dos Campos Eletromagnéticos é sempre efetuado para as situações mais desfavoráveis designadamente para a corrente máxima e tensão máxima e altura mínima ao solo que ocorra na linha ainda que a probabilidade de estas situações poderem acontecer ao longo do ano serem muito reduzidas. Se existirem zonas especiais serão igualmente efetuados cálculos para essas zonas.

Quando se trata de linhas simples, como é o caso da linha CF Sobreira de Baixo – Alqueva (REN), a 400 kV, caso viesse a cruzar zonas especiais, seriam utilizadas adicionalmente as seguintes medidas mitigadoras:

- Alteamento do troço da linha (os apoios terão uma altura acima da necessária para dar cumprimento ao critério REN);
- Utilização apoios compactos (distâncias entre fases mais reduzidas) o que implicaria vãos mais curtos;
- Colocação de apoios de linhas duplas, mas em que apenas serão utilizados 3 braços (configuração em triângulo).

No entanto decorrente da análise do traçado, para este tema em concreto, verifica-se não ser necessário a adoção na linha CF Sobreira de Baixo – Alqueva (REN), a 400 kV, de nenhuma das medidas adicionais atrás referidas.

## 8. ELEMENTOS DO PROJETO

Para o presente projeto produziram-se e juntaram-se as seguintes peças:

- Peças Escritas:
  - Memória Descritiva
  - Anexos à Memória Descritiva
    - A.01 Elementos Gerais da Linha
    - A.02 Esquema Axial dos Apoios
    - A.03 Esquema das Fundações
    - A.04 Circuitos de Terra dos Apoios
    - A.05 Características dos Cabos
    - A.06 Características dos Isoladores
    - A.07 Planos de Cadeias de Isoladores e Fixação dos CG
    - A.08 Capacidade Térmica dos Cabos (Em Regime Permanente)
    - A.09 Campo Elétrico
    - A.10 Indução Magnética
- Peças Desenhadas:

| | |
|---|---|
| Planta Geral do Traçado da Linha, à escala 1:25000 | P22.018.01.04-PP-001 |
| Perfil e Planta Parcelar | P22.018.01.04-PP-002 |
| Planta Geral do Traçado da Linha inserido sobre Ortofotomapas | P22.018.01.04-PP-003-fls. 1 e 2 |
| Planta Geral do Traçado da Linha com Condicionantes | P22.018.01.04-PP-004-fls. 1 e 2 |

Porto, 09 de agosto de 2024,

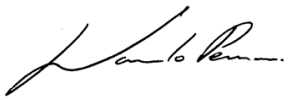
O AUTOR DO PROJETO

José Martins

VERIFICADO POR

Rui Sá

O TÉCNICO RESPONSÁVEL



Marcelo Pereira

Ordem Engos nº 065810

VALUE ELEMENT ENGINEERING

SOLUTIONS


M Rua do Multipark 1, N.º 79,
4595-542 Seroa – Paços de Ferreira

E geral@valueelement.pt

T +351 255 871 022

W www.valueelement.pt

in value-element-engineering-solutions

VALUE ELEMENT ENGINEERING

SOLUTIONS

# ANEXOS

## Linha CF Sobreira de Baixo – Alqueva (REN), a 400 kV

edp Renewables

ANEXO A.01

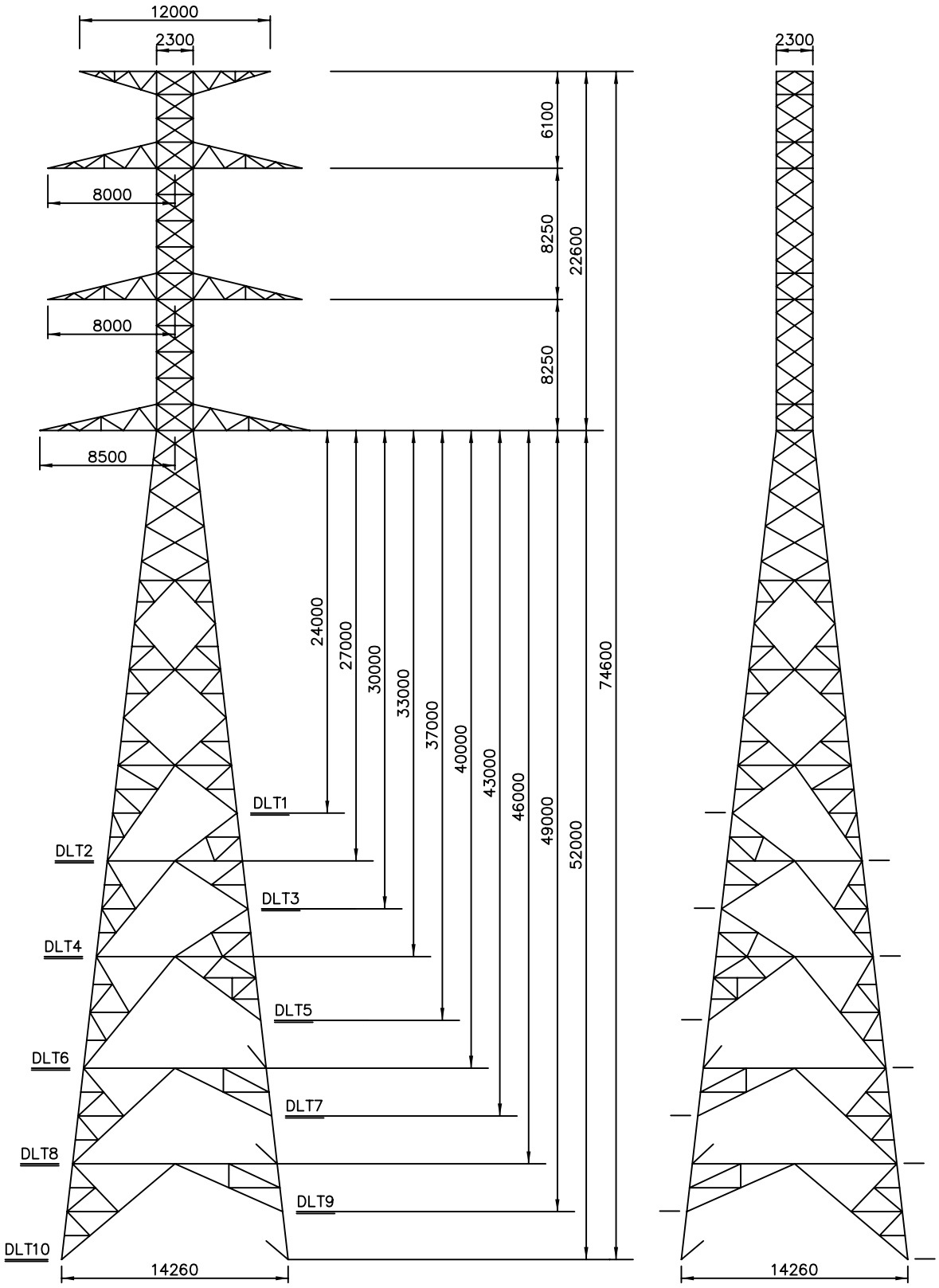
Elementos Gerais

| Linha CF Sobreira de Baixo - Alqueva (REN), a 400 kV | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Apoio | | | | | | Ângulo [grd] | Vão Topográfico [m] | Distância à Origem [m] | Coordenadas ETRS89 | | | Fixação dos cabos | | | Tipo Fixação CC | Tipo Fixação CG |
| N.º | Tipo | Área de Ocupação [$m^2$] | Altura Total [m] | Altura Útil [m] | Fundação | | | | Meridiano [m] | Perpendicular [m] | Cota [m] | C.Condutores | OPGW | Dorking | | |
| Port. | PORTICO | - | - | - | - | - | 69.73 | 0.00 | 54459.40 | -166125.73 | 126.28 | 4D4H2M150P5 | 10183 | 10181 | AP20 | A |
| 1 | QT2 | 51 | 30.60 | 25.60 | DRE135 | 5.82 | 320.73 | 69.73 | 54460.06 | -166056.00 | 124.00 | 4D4H2M150N5 | 10183 | 10181 | AD20 | A |
| 2 | QT3 | 63 | 35.60 | 30.60 | DRE135 | -9.18 | 305.64 | 390.46 | 54492.37 | -165736.90 | 136.35 | 4D4H2M150N5 | 10183 | 10181 | AD20 | A |
| 3 | QT4 | 77 | 40.60 | 35.60 | DRE135 | 44.61 | 231.86 | 696.10 | 54479.13 | -165431.55 | 166.92 | 4D4H2M150N5 | 10183 | 10181 | AD20 | A |
| 4 | QT3 | 63 | 35.60 | 30.60 | DRE135 | 25.18 | 448.65 | 927.96 | 54620.80 | -165248.01 | 178.78 | 4D4H2M150N5 | 10183 | 10181 | AD20 | A |
| 5 | QRS7 | 98 | 55.60 | 50.60 | DRE066 | - | 285.09 | 1376.60 | 55010.62 | -165025.92 | 207.40 | 4D4K2M150L5/4D4V2M150R5 | 10182 | 10180 | SD20 | S |
| 6 | QT5 | 92 | 45.60 | 40.60 | DRE135 | -30.78 | 284.48 | 1661.69 | 55258.33 | -164884.80 | 237.52 | 4D4H2M150N5 | 10183 | 10181 | AD20 | A |
| 7 | QT5 | 92 | 45.60 | 40.60 | DRE135 | - | 191.14 | 1946.17 | 55411.70 | -164645.21 | 182.57 | 4D4H2M150N5 | 10183 | 10181 | AD20 | A |
| 8/1[(1)] | DLT1 | 69 | 47.17 | 24.57 | DRE266 | 1.68 | 47.55 | 2137.31 | 55514.75 | -164484.23 | 173.39 | 4D4H2M150N5 | 10183 | 10181 | AD20 | A |
| Port. | PORTICO | - | - | - | - | - | - | 2184.85 | 55541.43 | -164444.87 | 175.44 | 4D4H2M150P5 | 10183 | 10181 | AP20 | A |

(1) Apoio comum com Linha Alqueva - Ferreira do Alentejo, a 400 kV (em projeto).

ANEXO A.02

Esquema Axial dos Apoios




| Revisão | Designação | Des. | Verif. | Aprov. | Data |
|---|---|---|---|---|---|
| A | Alterações diversas | Alcide | H.Alexandre | M.Severina | 04/02/2008 |

Desenhado
Alcide Silva

Verificado
Helder Alexandre

Estado
Released

Manuel Severina

Data
2/4/2008

# LINHAS DUPLAS

## POSTE TIPO DLT

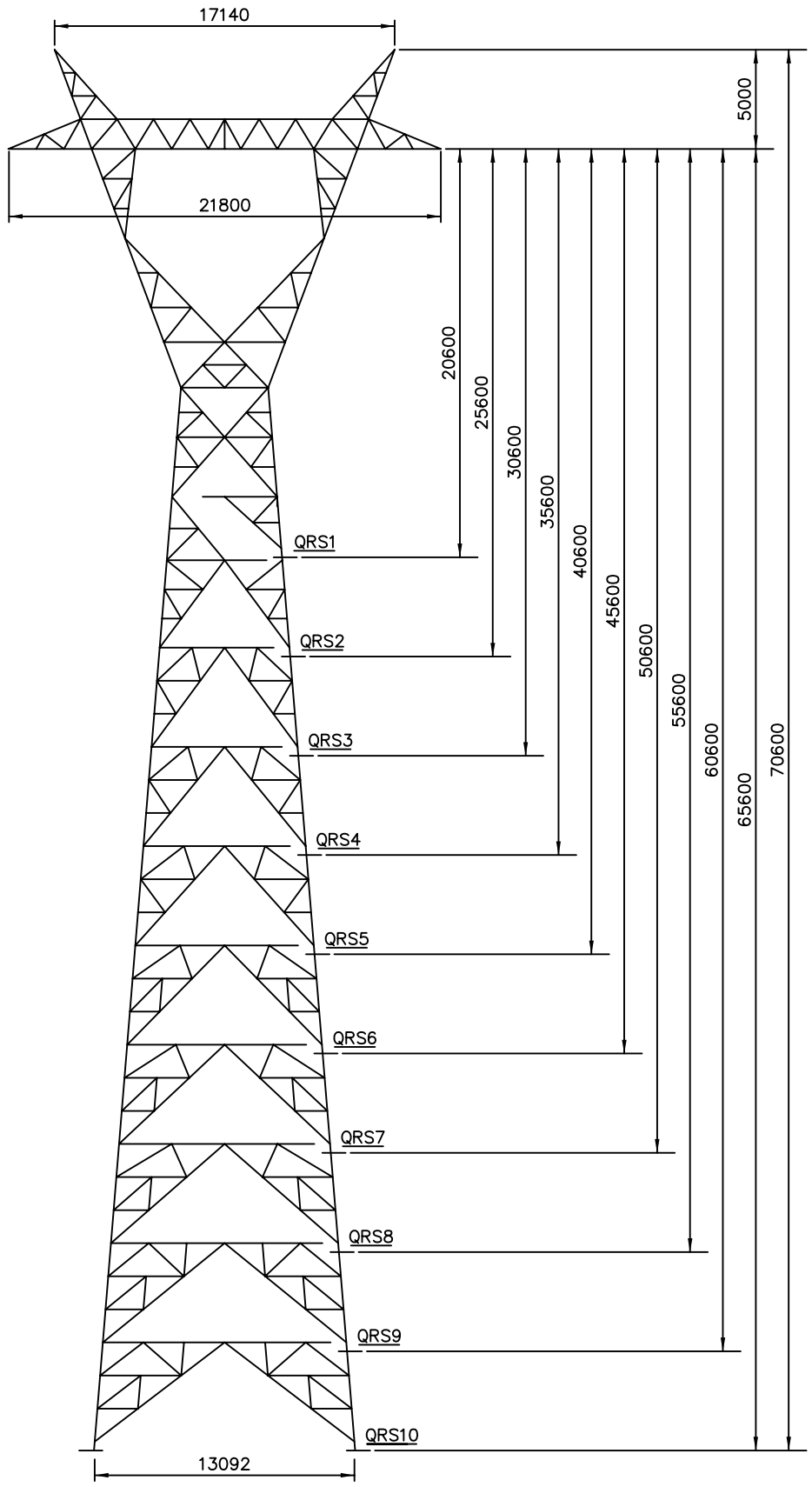
REN

Rede Eléctrica Nacional, S.A.
DIVISÃO EQUIPAMENTO

Desenho Nº
LD31289

| Revisão | Formato | Nº folha |
|---|---|---|
| A | A4 | – |

Escala
–




| Edição | Designação | Des. | Verif. | Aprov. | Data |
|---|---|---|---|---|---|
| | . | | | | |

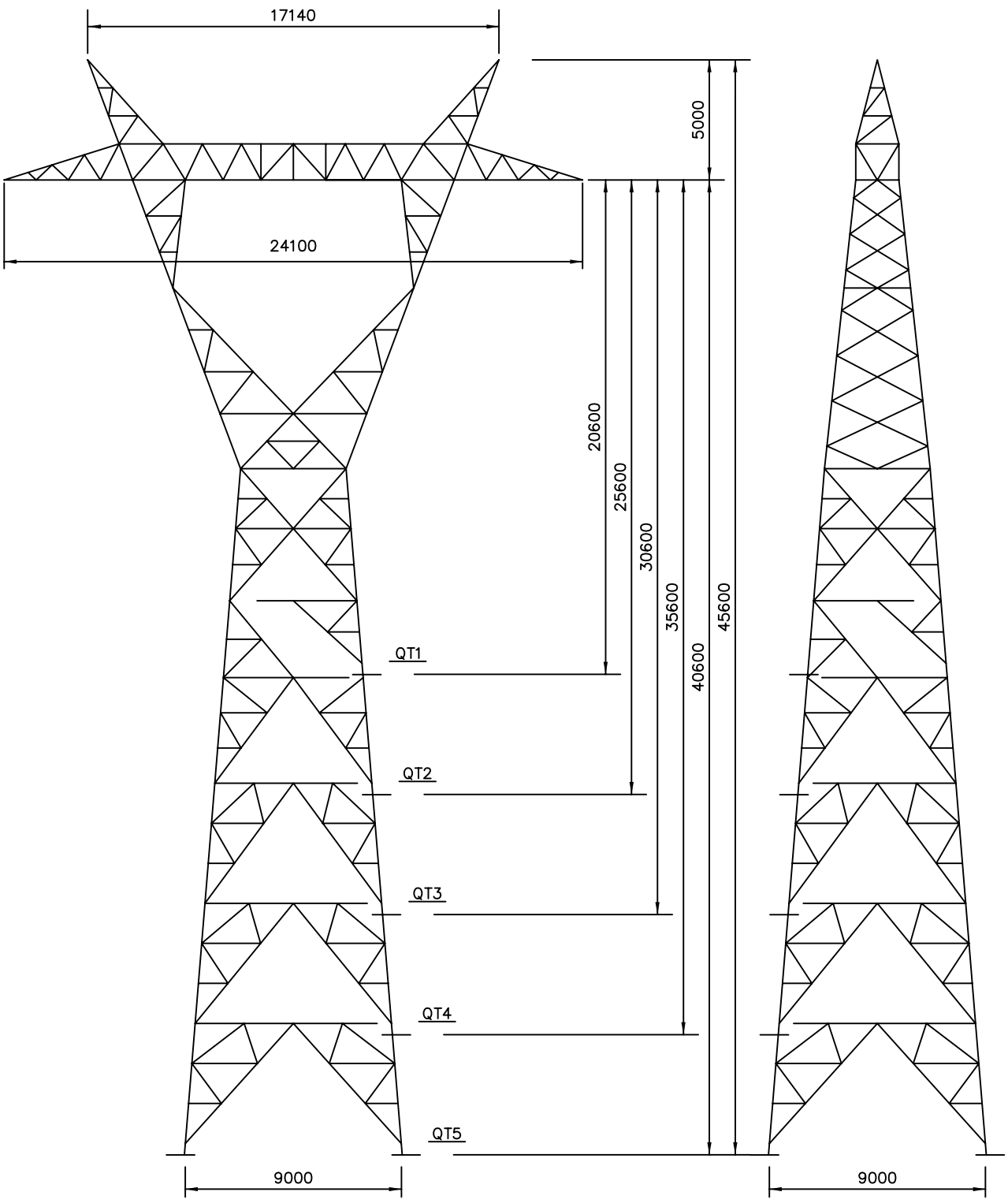
| | |
|---|---|
| Des. | A. Teixeira |
| Proj. | CME |
| Verif. | M. Severina |
| Aprov. | José Peralta |
| Licenciamento DGE | |
| Data | 2003-03-20 |

# LINHAS A 400 kV

# POSTE TIPO QRS

Rede Eléctrica Nacional, S.A.
DIVISÃO EQUIPAMENTO

| | |
|---|---|
| Nº LD30600 | Revisão . |
| Escala . | Formato A4 |
| Estado Approved | Nº folha . |




| Revisão | Designação | Des. | Verif. | Aprov. | Data |
|---|---|---|---|---|---|
| A | Alterações diversas | Alcide | H.Alexandre | M.Severino | 04/02/2008 |

Desenhado
A.Teixeira
Verificado
Manuel Severina
Estado
Released
Manuel Severina
Data
2/4/2008

# LINHAS SIMPLES

## POSTE TIPO QT

REN

Rede Eléctrica Nacional, S.A.
DIVISÃO EQUIPAMENTO

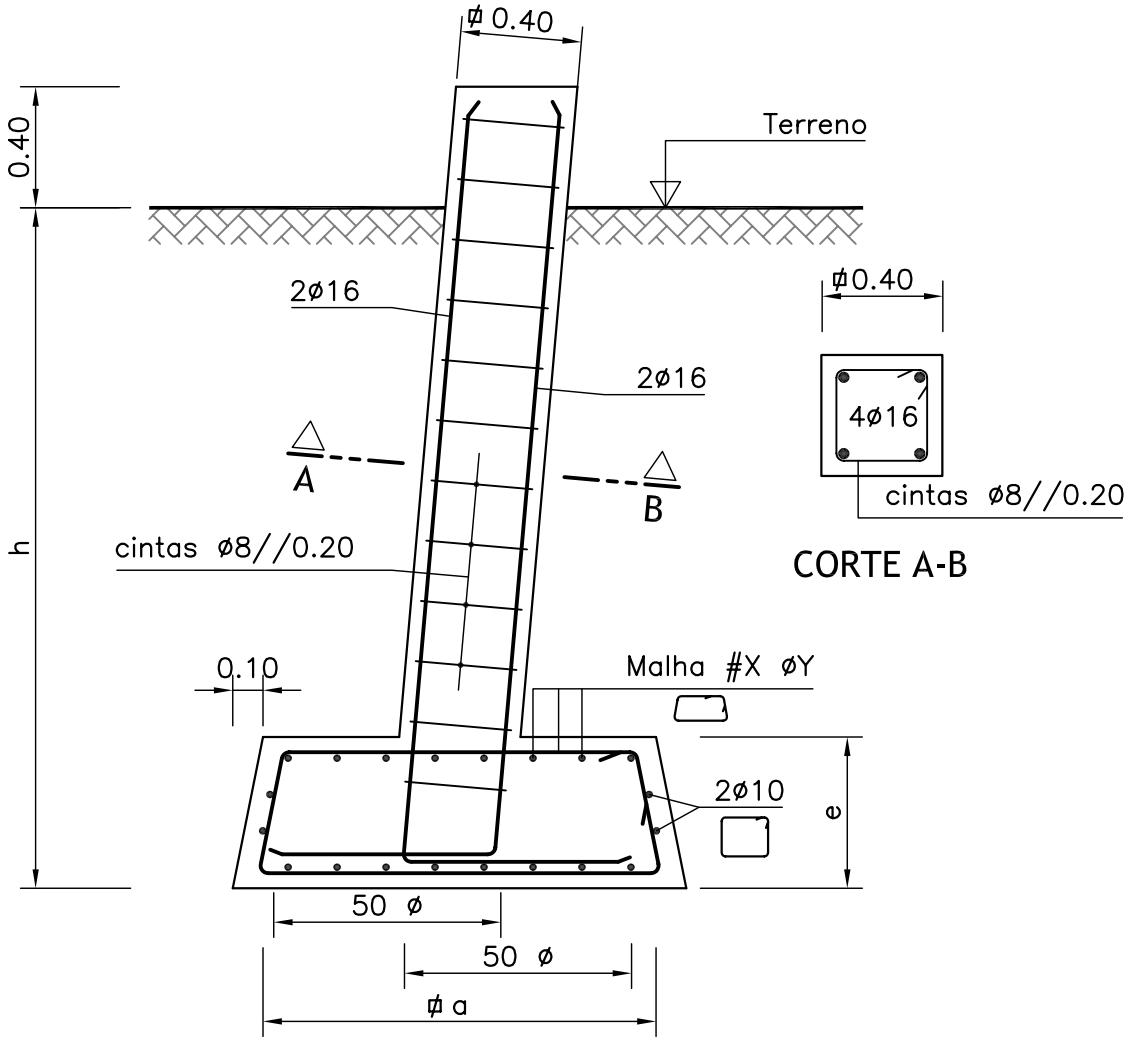
Desenho Nº
LD30602

| Revisão | Formato | Nº folha |
|---|---|---|
| A | A4 | |

Escala
_

ANEXO A.03

Esquema das Fundações




| TIPO | a (m) | e (m) | h (m) | Malha | Peso Arm. (Kg) |
|---|---|---|---|---|---|
| DRE 021 | 1.00 | 0.50 | 2.10 | #6 ø8 | 45 |
| DRE 023 | 1.10 | 0.50 | 2.10 | #6 ø10 | 55 |
| DRE 027 | 1.30 | 0.50 | 2.10 | #8 ø10 | 65 |
| DRE 031 | 1.30 | 0.50 | 2.25 | #8 ø10 | 70 |
| DRE 035 | 1.50 | 0.60 | 2.25 | #10 ø10 | 90 |
| DRE 040 | 1.50 | 0.60 | 2.40 | #10 ø10 | 90 |
| DRE 045 | 1.70 | 0.70 | 2.40 | #12 ø10 | 115 |
| DRE 052 | 1.70 | 0.70 | 2.60 | #12 ø10 | 115 |
| DRE 060 | 1.70 | 0.70 | 2.80 | #12 ø10 | 115 |
| DRE 066 | 1.80 | 0.70 | 2.85 | #12 ø12 | 160 |
| DRE 073 | 1.80 | 0.70 | 3.00 | #12 ø12 | 160 |

Betão= B 25/30
Aço= A 400NR
Rec.= 5cm

**Nota:**
#X øY – Malha constituda por X ferros de Y mm de diâmetro

| Revisão | Designação | Des. | Verif. | Aprov. | Data |
|---|---|---|---|---|---|
| A | Alteração da especificação da malha | J.Tavares | C.Homem | M.Severino | 01/03/2005 |
| B | Especificação da constituição da malha | J.Tavares | C.Homem | M.Severino | 28/09/2005 |
| C | Alterações diversas | Alcide | C.Homem | M.Severino | 03/03/2009 |
| D | Alteração da cotagem do maciço | Alcide | C.Homem | M.Severino | 17/02/2011 |

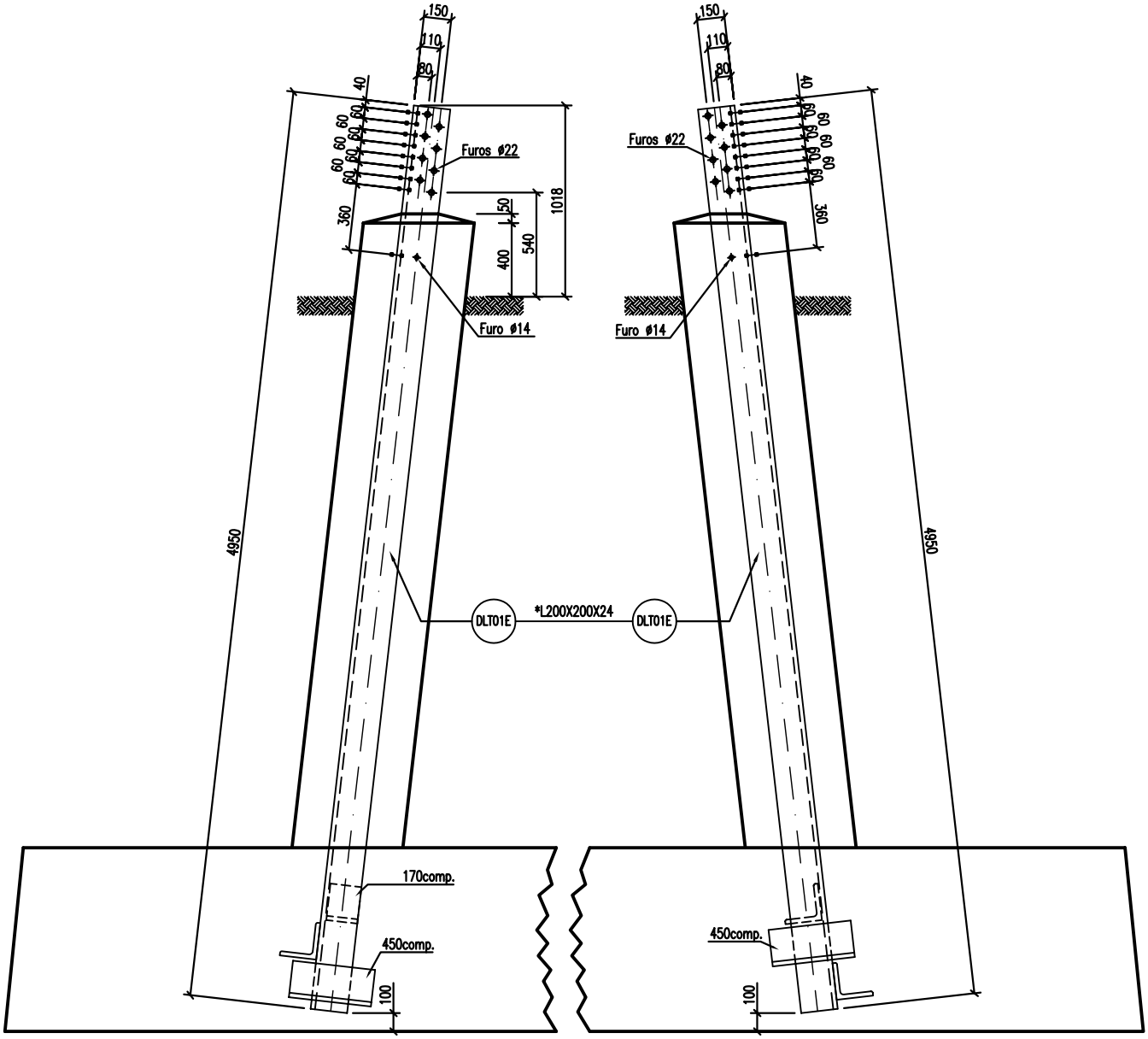
Desenhado: Alcide Silva
Verificado: Carlos Homem
Estado: Released
Manuel Severina
Data: 2/17/2011

# MACIÇOS DE FUNDAÇÃO DE DRE021 A DRE073

REN
Rede Eléctrica Nacional, S.A.
DIVISÃO EQUIPAMENTO

Desenho Nº: LD31045
Revisão: D | Formato: A4 | Nº folha: .
Escala: S/ESCALA

FICHEIRO AUTOCAD: LD31045.dwg




# FUNDAÇÃO DRE266

Nota: As dimensões são em milímetros.
Perfilado *L200X200X24.
Os esquadros são do mesmo perfil do montante.

| Revisão | Designação | Des. | Verif. | Aprov. | Data |
|---|---|---|---|---|---|
| A | Mofificação do tipo de fundação. | J.Tavares | C.Homem | M.Severina | 06/03/2007 |

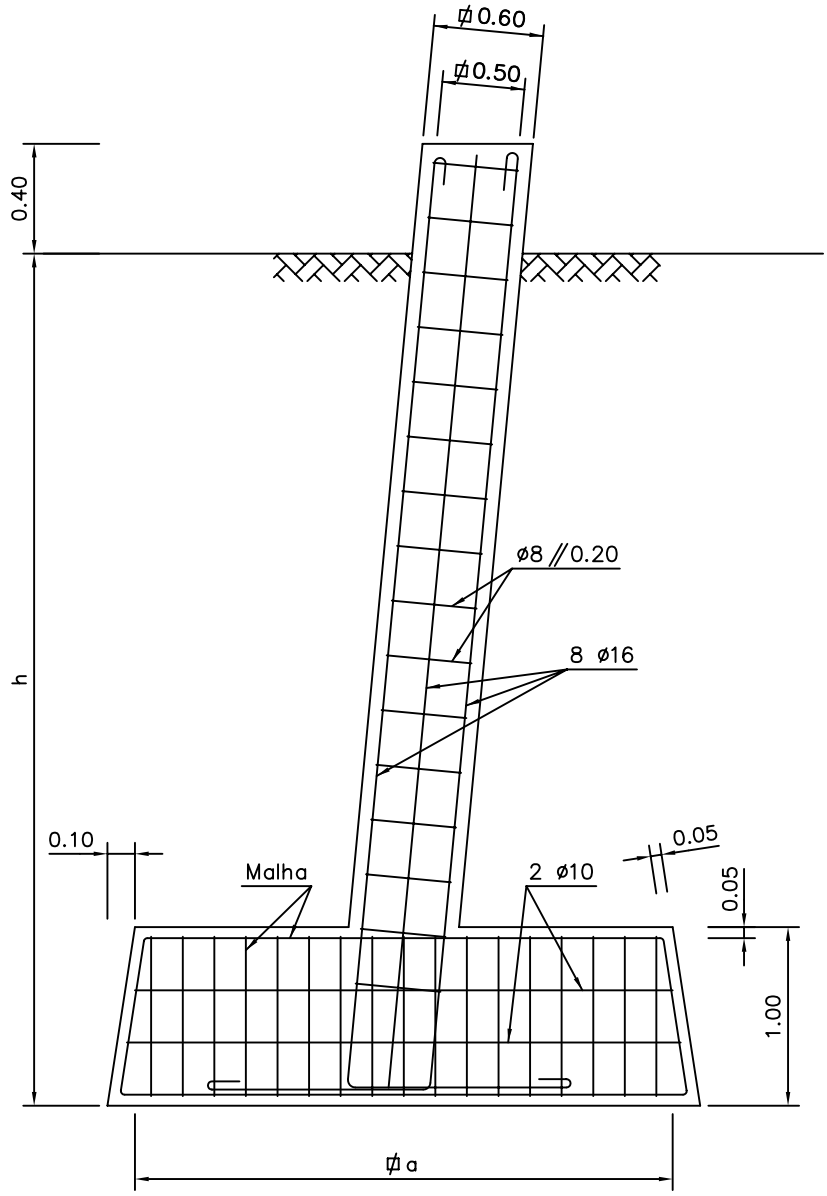
Desenhado: José Tavares
Verificado: Carlos Homem
Estado: Released
Manuel Severina
Data: 3/6/2007

POSTE DLT

FUNDAÇÕES
DLT 1, 2, 3, 4, 5 e 6

REN
Rede Eléctrica Nacional, S.A.
DIVISÃO EQUIPAMENTO

Desenho Nº: LD30362
Revisão: A | Formato: A4 | Nº folha: .
Escala: .




| TIPO | a (m) | h (m) | Malha | Peso Arm. (Kg) |
|---|---|---|---|---|
| DRE 184 | 3.30 | 3.50 | #23 ø16 | 790 |
| DRE 203 | 3.30 | 3.70 | #23 ø16 | 795 |
| DRE 218 | 3.50 | 3.70 | #24 ø16 | 860 |
| DRE 239 | 3.50 | 3.90 | #24 ø16 | 865 |
| DRE 266 | 3.70 | 4.00 | #24 ø16 | 965 |

## Notas:

Armaduras: Aço A 400 NR

#X øY – Malha constituda por X ferros de Y mm de diâmetro

| Revisão | Designação | Des. | Verif. | Aprov. | Data |
|---|---|---|---|---|---|
| A | Alteração da especificação da malha. | J.Tavares | C.Homem | M.Severina | 01-03-2005 |
| B | Alteração das malhas. | J.Tavares | C.Homem | M.Severina | 28-09-2005 |

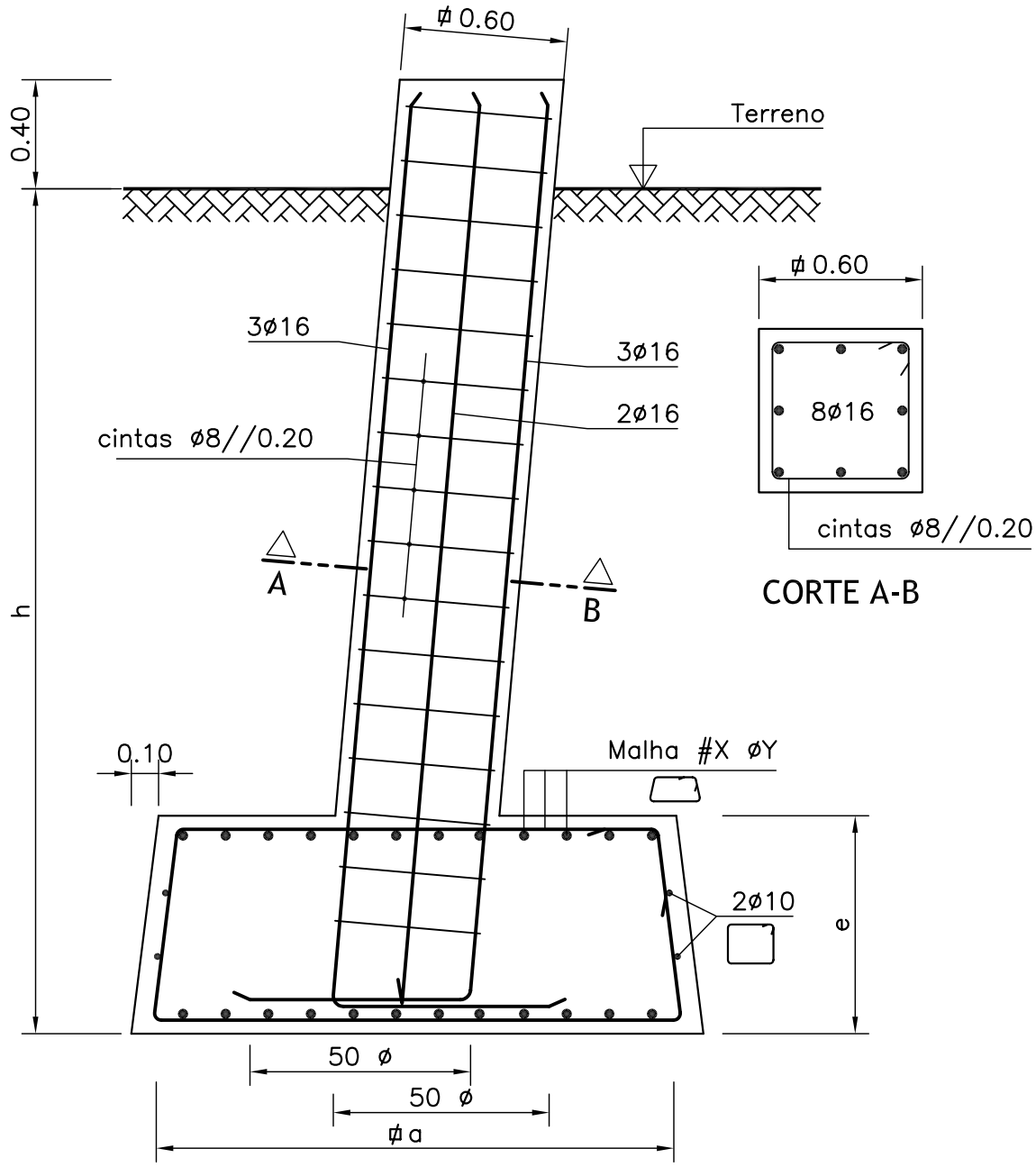
Desenhado: José Tavares
Verificado: Carlos Homem
Estado: Released
Manuel Severina
Data: 9/28/2005

# MACIÇOS DE FUNDAÇÃO

De DRE184 a DRE266

Rede Eléctrica Nacional, S.A.
DIVISÃO EQUIPAMENTO

Desenho Nº: LD31013
Revisão: B | Formato: A4 | Nº folha: .
Escala: .




| TIPO | a (m) | e (m) | h (m) | Malha | Peso Arm. (Kg) |
|---|---|---|---|---|---|
| DRE 081 | 1.90 | 0.80 | 3.10 | #12 ø12 | 200 |
| DRE 092 | 1.90 | 0.80 | 3.30 | #12 ø12 | 205 |
| DRE 101 | 2.10 | 0.80 | 3.30 | #16 ø12 | 260 |
| DRE 114 | 2.10 | 0.80 | 3.50 | #16 ø12 | 260 |
| DRE 124 | 2.30 | 0.80 | 3.50 | #16 ø12 | 275 |
| DRE 135 | 2.50 | 0.85 | 3.50 | #16 ø12 | 290 |
| DRE 147 | 2.70 | 0.90 | 3.50 | #18 ø12 | 330 |
| DRE 159 | 2.90 | 0.95 | 3.50 | #18 ø12 | 360 |
| DRE 171 | 3.10 | 1.00 | 3.50 | #20 ø12 | 410 |

Betão= B 25/30
Aço= A 400NR
Rec.= 5cm

**Nota:**
#X øY – Malha constituda por X ferros de Y mm de diâmetro

| Revisão | Designação | Des. | Verif. | Aprov. | Data |
|---|---|---|---|---|---|
| A | Alteração da especificação da malha | J.Tavares | C.Homem | M.Severina | 01/03/2005 |
| B | Especificação da constituição da malha | J.Tavares | C.Homem | M.Severina | 28/09/2005 |
| C | Alteração das cotas da chaminé | J.Tavares | C.Homem | M.Severina | 31/03/2006 |
| D | Alterações diversas | Alcide | C.Homem | M.Severina | 03/03/2009 |

Desenhado: Alcide Silva
Verificado: Carlos Homem
Estado: Released
Manuel Severina
Data: 3/3/2009

# MACIÇOS DE FUNDAÇÃO DE DRE081 A DRE171

REN
Rede Eléctrica Nacional, S.A.
DIVISÃO EQUIPAMENTO

Desenho Nº: LD31046
Revisão: D | Formato: A4 | Nº folha: .
Escala: S/ESCALA

FICHEIRO AUTOCAD: LD31046.dwg

ANEXO A.04

Circuitos de Terra dos Apoios

## ESTUDO DAS CORRENTES DE CURTO-CIRCUITO AO LONGO DA LINHA

### Corrente de Curto-Circuito ao Longo da Linha

### DADOS

| | |
|---|---|
| Apoios | QT |
| Cond. Geminados | SIM |
| Nº.de ternos | 1 |

| | |
|---|---|
| C.Condutor | ZAMBEZE |
| Diâmetro CC [mm] | 31.80 |

| | |
|---|---|
| C. Guarda | OPGW |
| Diâmetro CG [mm] | 15.80 |

| | Parte Real | Parte Imag. |
|---|---|---|
| Zd - Impedância Directa [Ω / km] | 0.0364 | 0.2166 |
| Zh - Impedância Homopolar [Ω / km] | 0.3326 | 0.6755 |

⇒ |Zd| = 0.2196 Ω / km

⇒ |Zh| = 0.7529 Ω / km

| | |
|---|---|
| Comprimento total da linha [km] | 2.2 |

| | $ICC_1$ | $ICC_2$ |
|---|---|---|
| Correntes de curto-circuito nas extremidades da linha [kA] | 50.0 | 50.0 |

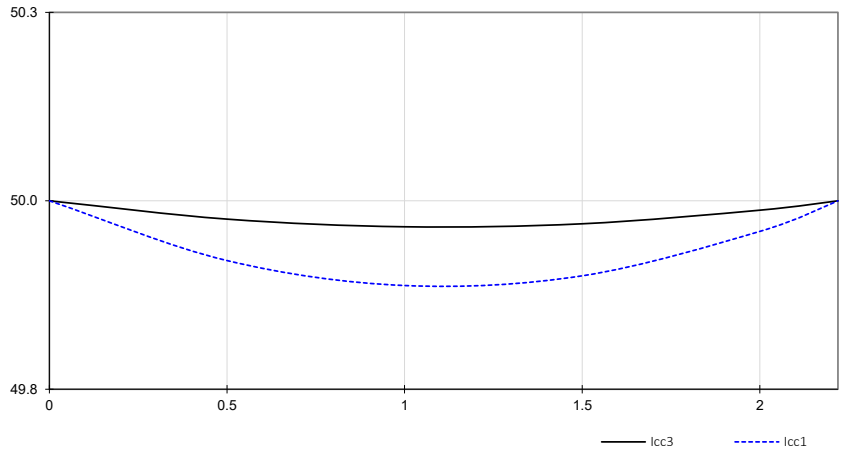
| | $U_c$ | $U_s$ |
|---|---|---|
| Tensão nominal [kV] | 400.00 | 230.94 |

| Dist. [km] | Icc3 [kA] | Icc1[kA] |
|---|---|---|
| 0.0 | 50.00 | 50.00 |
| 0.5 | 49.98 | 49.92 |
| 1.0 | 49.97 | 49.89 |
| 1.5 | 49.97 | 49.90 |
| 2.0 | 49.99 | 49.96 |
| 2.2 | 50.00 | 50.00 |

**Icc3 -> corrente de curto-circuito trifásico**

**Icc1 -> corrente de curto-circuito monofásico**

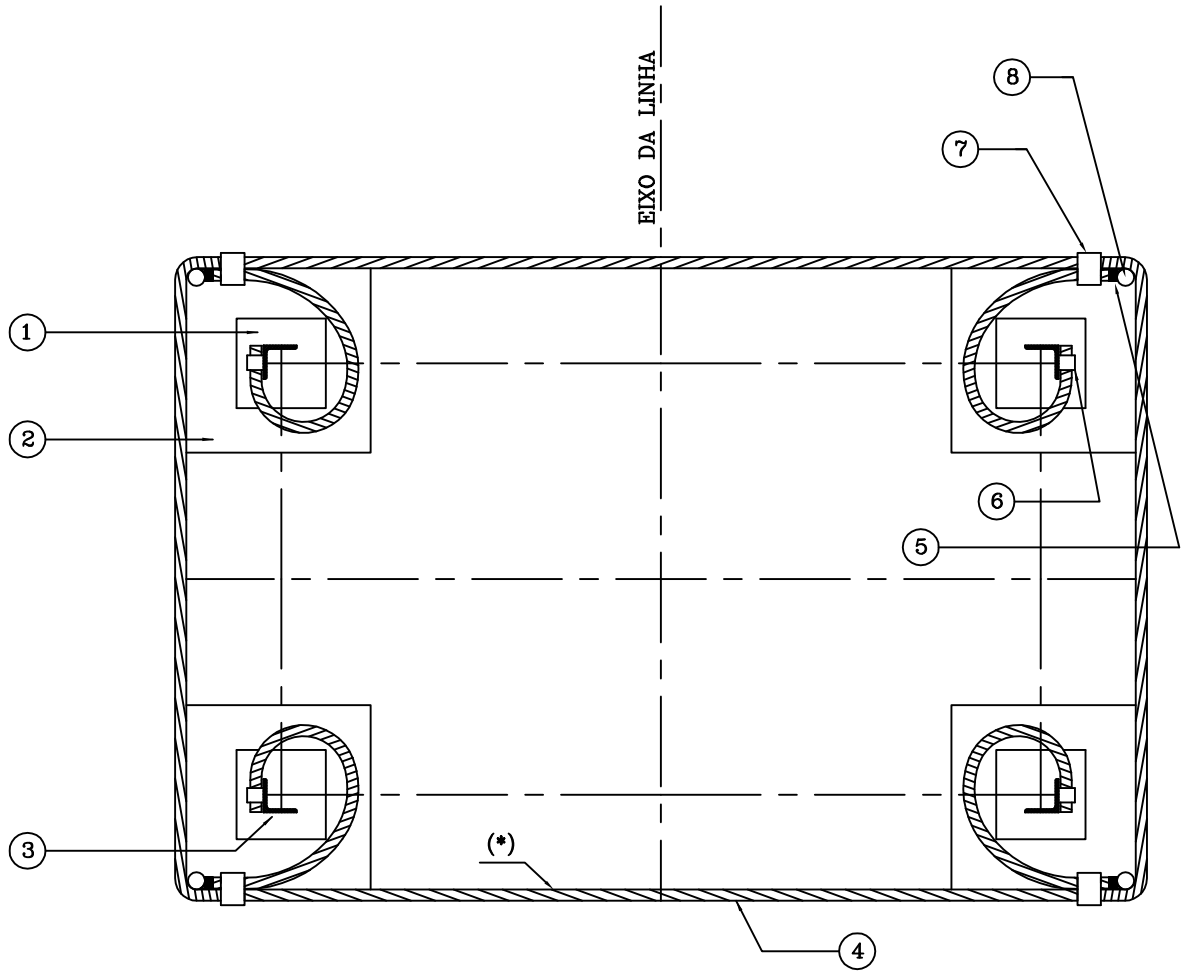
**Evolução da Corrente de Curto-Circuito Trifásico Simétrico(3) e Monofásico(1)**




Impedância directa equivalente a montante das subestações = 9.0002 Ohm

Impedância homopolar equivalente a montante das subestações = 8.4520 Ohm

| REN | MATERIAL DE LIGAÇÃO À TERRA | PL LTE 001 |
|---|---|---|
| EQPJ–LN | CONFIGURAÇÃO TIPO DA MALHA DE TERRA | Data: 96.03.29 |




(*) – Pode não existir anel fechado

| Posição | Designação |
|---|---|
| (1) | CHAMINÉ DO MACIÇO |
| (2) | CABOUCO |
| (3) | CANTONEIRA DA BASE |
| (4) | CABO COBRE COM 9mmø ENTERRADO À PROFUNDIDADE DE 800mm |
| (5) | LIGADOR TIPO "E" |
| (6) | LIGADOR TIPO "M" |
| (7) | LIGADOR TIPO "C" |
| (8) | ELECTRODO |

| Revisão nº | Data | Designação | Efect. | Verif. | Desenhado por: J. Tavares |
|---|---|---|---|---|---|
| 01 | 02.04 | Alteração do logotipo. | JT | JV | |
| 02 | 08.09 | Introdução do Novo Logotipo | JT | CH | Verificado por: C. Homem |
| 03 | | | | | |
| 04 | | | | | |

| EQPJ–LN | ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA | PL LTE 002<br>Data: 96.03.29 |
|---|---|---|
| DESIGNAÇÃO | E L E C T R O D O<br>D E<br>T E R R A | Tipo de Peça<br>LIGAÇÃO MALHA DE TERRA<br>Elemento de Alta Segurança<br>Sim ☐ Não ☐ |
| UTILIZAÇÃO | Ligação da malha de terra ao solo. | |

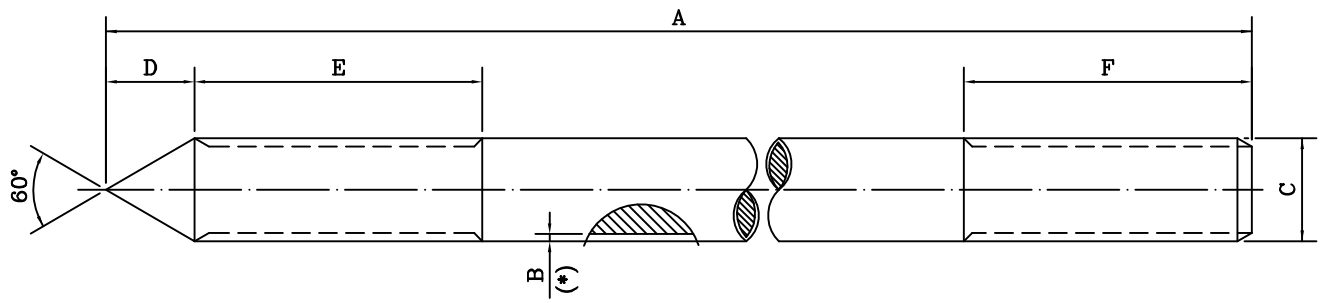
1 – Estes acessórios devem obrigatóriamente ter as seguintes indicações:

- Marca de identificação
- Marca do fabricante
- Milésima de fabricação

2 – Se não for dito nada em contrário as tolerâncias deverão ser:

± 0,7mm se a dimensão for ≤35mm

± 2% se a dimensão for >35mm




(*) – B – Espessura mínima do revestimento.

| CÓDIGO | Refª (**) Fabricante | A (mm) | B (mm) (**) | C (mm) | D (mm) (**) | E (mm) (**) | F (mm) (**) | Carga de rotura (kN) (**) | Massa (Kg) (**) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ELECT. 16 | | 2000 | | ø16 | | | | | |

(**) – A fornecer pelo fabricante.

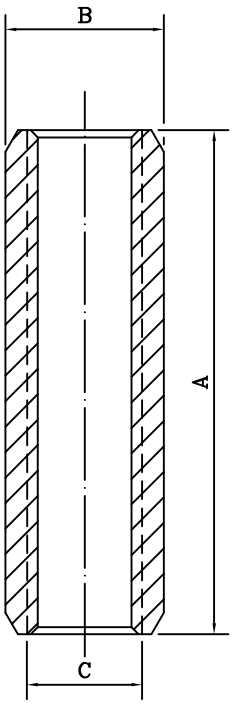
| ELEMENTO | Produtos Siderúrgicos | | | | Resi–liência kVC 0° C (***) | Norma de Referência (***) | Tipo de Revestimento (***) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Tipo de Aço (***) | Tracção | | | | | |
| | | Re MPa (***) | R MPa (***) | A % (***) | | | |
| ELECT. 16 | | | | | | | |

(***) – A fornecer pelo fabricante.

| Revisão nº | Data | Designação | Efect. | Verif. | Desenhado por: J. Tavares |
|---|---|---|---|---|---|
| 01 | 02.04 | Alteração do logotipo | JT | JV | |
| 02 | 08.09 | Introdução do Novo Logotipo | JT | CH | Verificado por: C. Homem |
| 03 | | | | | |
| 04 | | | | | |

| REN | ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA | PL LTE 003 |
|---|---|---|
| EQPJ–LN | | Data: 96.03.29 |

| DESIGNAÇÃO | U N I Ã O<br>E L E C T R O D O | Tipo de Peça<br>LIGAÇÃO MALHA DE TERRA<br>Elemento de Alta Segurança<br>Sim ☐ Não ☐ |
|---|---|---|
| UTILIZAÇÃO | Ligação de topo de dois electrodos de terra. | |




1 – Estes acessórios devem obrigatóriamente ter as seguintes indicações:
- Marca de identificação
- Marca do fabricante
- Milésima de fabricação

2 – Se não for dito nada em contrário as tolerâncias deverão ser:
- ± 0,7mm se a dimensão for ≤35mm
- ± 2% se a dimensão for >35mm

| CÓDIGO | Refª (*) Fabricante | A (mm) (*) | B (mm) (*) | C (mm) (*) | Carga de rotura (kN) (*) | Massa (Kg) (*) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| UN. ELECT.16 | | | | | | |

(*) – A fornecer pelo fabricante.

| ELEMENTO | Produtos Siderúrgicos | | | | | | Norma de Referência (**) | Tipo de Revestimento (**) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Tipo de (**) Material | Composição (**) | | | | | | |
| UN. ELECT. 16 | | | | | | | | |

(**) – A fornecer pelo fabricante.

| Revisão nº | Data | Designação | Efect. | Verif. | Desenhado por: J. Tavares |
|---|---|---|---|---|---|
| 01 | 02.04 | Alteração do logotipo | JT | JV | |
| 02 | 08.09 | Introdução do Novo Logotipo | JT | CH | Verificado por: C. Homem |
| 03 | | | | | |
| 04 | | | | | |

| EQPJ–LN | ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA | PL LTE 004<br>Data: 96.03.29 |
|---|---|---|
| DESIGNAÇÃO | L I G A D O R<br>T I P O "M" | Tipo de Peça: LIGAÇÃO MALHA DE TERRA<br>Elemento de Alta Segurança<br>Sim ☐ Não ☐ |
| UTILIZAÇÃO | Ligação cabo de cobre e fixação a montante do apoio. | |

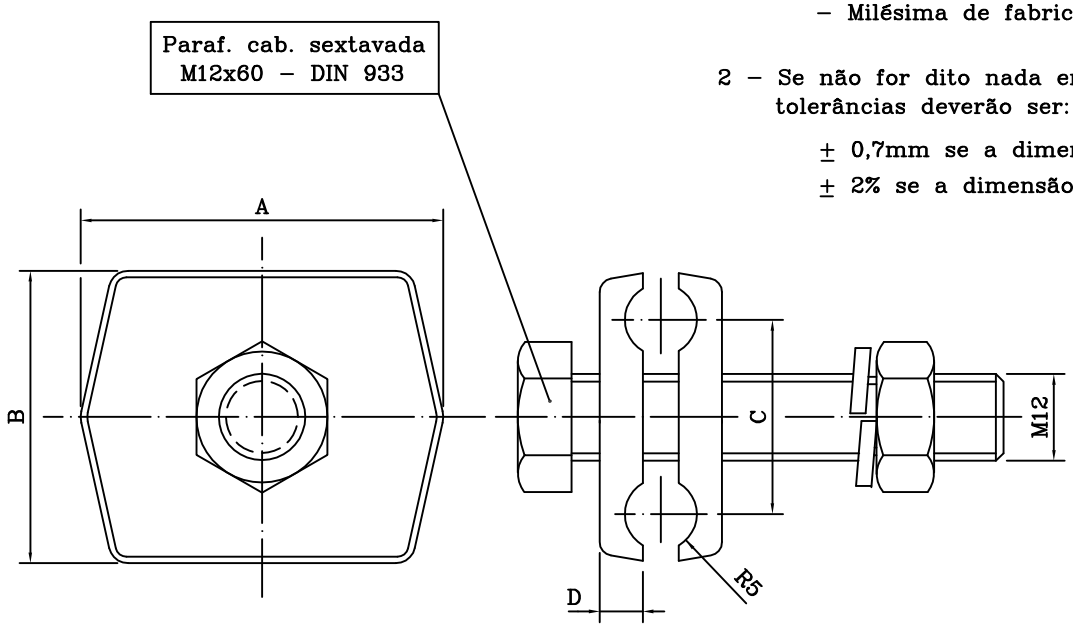
1 – Estes acessórios devem obrigatóriamente ter as seguintes indicações:

- Marca de identificação
- Marca do fabricante
- Milésima de fabricação

2 – Se não for dito nada em contrário as tolerâncias deverão ser:

± 0,7mm se a dimensão for ≤35mm

± 2% se a dimensão for >35mm




| CÓDIGO | Refª (*) Fabricante | A (mm) (*) | B (mm) (*) | C (mm) (*) | D (mm) (*) | Carga de rotura (kN) (*) | Massa (Kg) (*) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| LIG. "M" | | | | | | | |

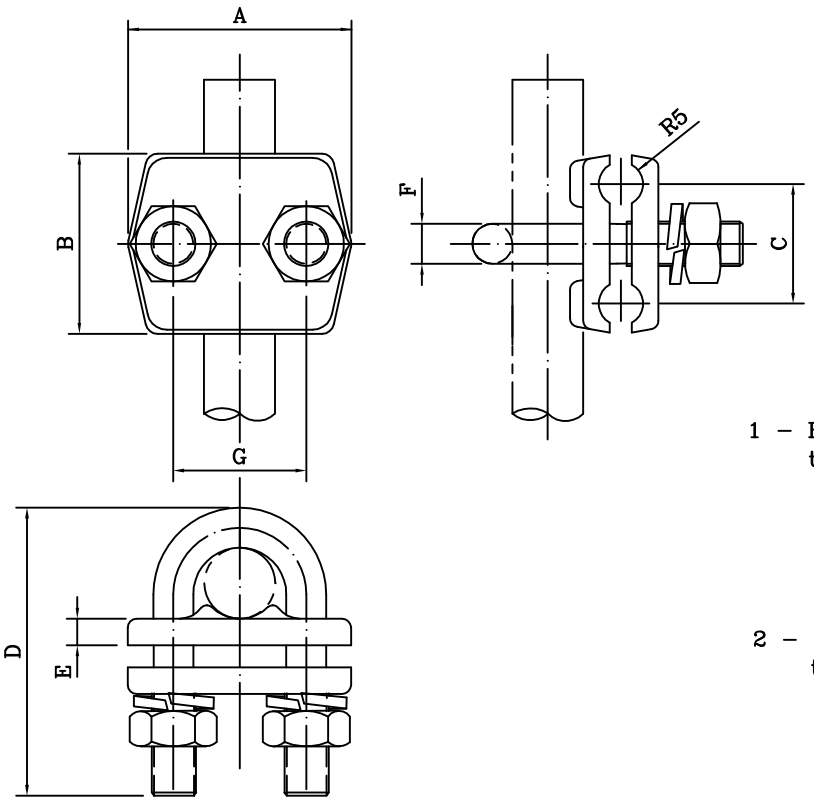
(*) – A fornecer pelo fabricante.

| ELEMENTO | Produtos Siderúrgicos | | | | | | Norma de Referência (**) | Tipo de Revestimento (**) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Tipo de (**) Material | Composição (**) | | | | | | |
| LIG. "M" | | | | | | | | |

(**) – A fornecer pelo fabricante.

| Revisão nº | Data | Designação | Efect. | Verif. | Desenhado por: J. Tavares |
|---|---|---|---|---|---|
| 01 | 02.04 | Alteração do logotipo | JT | JV | |
| 02 | 08.09 | Introdução do Novo Logotipo | JT | CH | Verificado por: C. Homem |
| 03 | | | | | |
| 04 | | | | | |

| EQPJ–LN | ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA | PL LTE 005<br>Data: 96.03.29 |
|---|---|---|
| DESIGNAÇÃO | L I G A D O R<br>T I P O "E" | Tipo de Peça: LIGAÇÃO MALHA DE TERRA<br>Elemento de Alta Segurança<br>Sim ☐ Não ☐ |
| UTILIZAÇÃO | Ligação de electrodo de terra e cabo de cobre nú. | |




1 – Estes acessórios devem obrigatóriamente ter as seguintes indicações:

- Marca de identificação
- Marca do fabricante
- Milésima de fabricação

2 – Se não for dito nada em contrário as tolerâncias deverão ser:

± 0,7mm se a dimensão for ≤35mm

± 2% se a dimensão for >35mm

| CÓDIGO | Refª (*) Fabricante | A (mm) (*) | B (mm) (*) | C (mm) (*) | D (mm) (*) | E (mm) (*) | F (mm) (*) | G (mm) (*) | Carga de rotura (kN) (*) | Massa (Kg) (*) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| LIG. "E" | | | | | | | | | | |

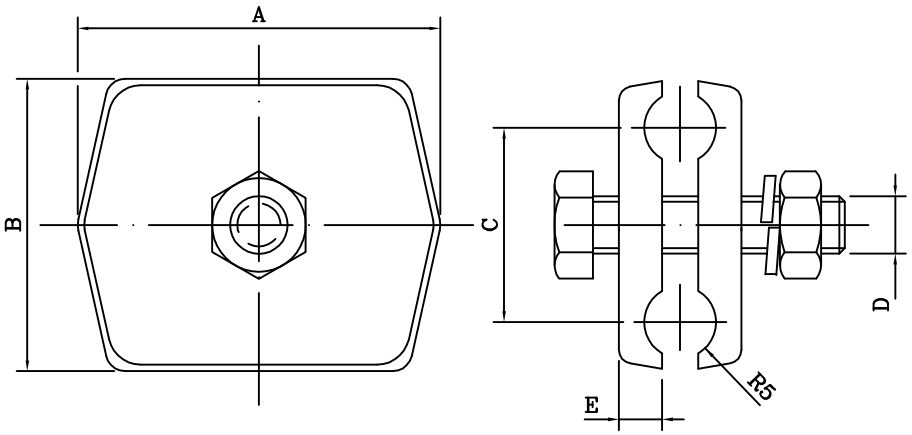
(*) – A fornecer pelo fabricante.

| ELEMENTO | Produtos Siderúrgicos | | | | | | Norma de Referência (**) | Tipo de Revestimento (**) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Tipo de (**) Material | Composição (**) | | | | | | |
| LIG. "E" | | | | | | | | |

(**) – A fornecer pelo fabricante.

| Revisão nº | Data | Designação | Efect. | Verif. | |
|---|---|---|---|---|---|
| 01 | 02.04 | Alteração do logotipo | JT | JV | Desenhado por: J. Tavares |
| 02 | 08.09 | Introdução do Novo Logotipo | JT | CH | Verificado por: C. Homem |
| 03 | | | | | |
| 04 | | | | | |

| EQPJ–LN | ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA | PL LTE 006<br>Data: 96.03.29 |
|---|---|---|
| DESIGNAÇÃO | L I G A D O R<br>T I P O "C" | Tipo de Peça: LIGAÇÃO MALHA DE TERRA<br>Elemento de Alta Segurança<br>Sim ☐ Não ☐ |
| UTILIZAÇÃO | Ligação de dois cabos de cobre nús. | |




1 – Estes acessórios devem obrigatóriamente ter as seguintes indicações:

- Marca de identificação
- Marca do fabricante
- Milésima de fabricação

2 – Se não for dito nada em contrário as tolerâncias deverão ser:

± 0,7mm se a dimensão for ≤35mm
± 2% se a dimensão for >35mm

| CÓDIGO | Refª (*) Fabricante | A (mm) (*) | B (mm) (*) | C (mm) (*) | D (mm) (*) | øE (mm) (*) | Carga de rotura (kN) (*) | Massa (Kg) (*) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| LIG. "C" | | | | | | | | |

(*) – A fornecer pelo fabricante.

| ELEMENTO | Produtos Siderúrgicos | | | | | | Norma de Referência (**) | Tipo de Revestimento (**) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Tipo de (**) Material | Composição (**) | | | | | | |
| LIG. "C" | | | | | | | | |

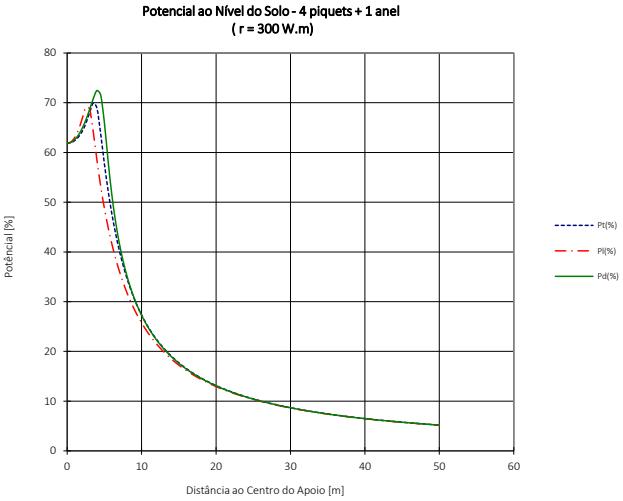
(**) – A fornecer pelo fabricante.

| Revisão nº | Data | Designação | Efect. | Verif. | Desenhado por: J. Tavares |
|---|---|---|---|---|---|
| 01 | 02.04 | Alteração do logotipo | JT | JV | |
| 02 | 08.09 | Introdução do Novo Logotipo | JT | CH | Verificado por: C. Homem |
| 03 | | | | | |
| 04 | | | | | |

**Perfis de Potencial ao Nível do Solo - Malha de 4 piquets + 1 anel**

Perfis Transversal (t), Longitudinal(l) e Diagonal(d), solo homogéneo de resistividade 300 Ohm.m

| DEixo [m] | Pt(%) | Pl(%) | Pd(%) | dPt(%) | dPl(%) | dPd(%) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.00 | 61.85 | **61.85** | 61.85 | | | |
| 0.50 | 61.98 | **62.12** | 62.03 | | | |
| 1.00 | 62.38 | 62.97 | 62.57 | 0.53 | 1.13 | 0.72 |
| 1.50 | 63.09 | 64.49 | 63.49 | 1.11 | 2.37 | 1.46 |
| 2.00 | 64.20 | 66.71 | 64.80 | 1.82 | 3.73 | 2.23 |
| 2.50 | 65.80 | **69.06** | 66.51 | 2.71 | 4.57 | 3.02 |
| 3.00 | 67.94 | 68.80 | 68.58 | 3.75 | 2.09 | 3.77 |
| **3.50** | **69.94** | **64.21** | 70.79 | 4.14 | -4.84 | 4.28 |
| 4.00 | 68.92 | 58.44 | **72.46** | 0.97 | -10.35 | 3.88 |
| **4.50** | **63.76** | 53.24 | 71.57 | -6.18 | **-10.98** | 0.77 |
| 5.00 | 57.72 | 48.77 | 65.99 | -11.20 | -9.67 | -6.47 |
| **5.50** | 52.32 | 44.95 | **58.28** | **-11.44** | -8.29 | -13.29 |
| 6.00 | 47.70 | 41.63 | 51.51 | -10.02 | -7.14 | **-14.48** |
| 6.50 | 43.75 | 38.73 | 46.12 | -8.57 | -6.21 | -12.16 |
| 7.00 | 40.35 | 36.19 | 41.80 | -7.35 | -5.44 | -9.71 |
| 7.50 | 37.41 | 33.93 | 38.28 | -6.33 | -4.80 | -7.84 |
| 8.00 | 34.85 | 31.92 | 35.35 | -5.50 | -4.26 | -6.45 |
| 8.50 | 32.61 | 30.13 | 32.87 | -4.80 | -3.80 | -5.41 |
| 9.00 | 30.63 | 28.52 | 30.74 | -4.22 | -3.41 | -4.61 |
| 9.50 | 28.88 | 27.06 | 28.89 | -3.74 | -3.07 | -3.98 |
| 10.00 | 27.31 | 25.74 | 27.26 | -3.32 | -2.78 | -3.48 |
| 10.50 | 25.90 | 24.54 | 25.81 | -2.97 | -2.52 | -3.07 |
| 11.00 | 24.63 | 23.44 | 24.52 | -2.68 | -2.30 | -2.74 |
| 11.50 | 23.48 | 22.44 | 23.36 | -2.42 | -2.10 | -2.45 |
| 12.00 | 22.43 | 21.51 | 22.31 | -2.20 | -1.93 | -2.21 |
| 12.50 | 21.48 | 20.66 | 21.35 | -2.00 | -1.78 | -2.01 |
| 13.00 | 20.60 | 19.87 | 20.48 | -1.83 | -1.64 | -1.83 |
| 13.50 | 19.79 | 19.14 | 19.67 | -1.69 | -1.52 | -1.68 |
| 14.00 | 19.05 | 18.46 | 18.93 | -1.55 | -1.41 | -1.55 |
| 14.50 | 18.35 | 17.83 | 18.24 | -1.44 | -1.31 | -1.43 |
| 15.00 | 17.71 | 17.24 | 17.61 | -1.33 | -1.23 | -1.32 |
| 15.50 | 17.11 | 16.68 | 17.01 | -1.24 | -1.15 | -1.23 |
| 16.00 | 16.55 | 16.16 | 16.46 | -1.16 | -1.07 | -1.15 |
| 16.50 | 16.03 | 15.67 | 15.94 | -1.08 | -1.01 | -1.07 |
| 17.00 | 15.54 | 15.21 | 15.46 | -1.01 | -0.95 | -1.00 |
| 17.50 | 15.08 | 14.78 | 15.00 | -0.95 | -0.89 | -0.94 |
| 18.00 | 14.64 | 14.37 | 14.57 | -0.90 | -0.84 | -0.89 |
| 18.50 | 14.23 | 13.98 | 14.17 | -0.84 | -0.80 | -0.84 |
| 19.00 | 13.85 | 13.61 | 13.78 | -0.80 | -0.76 | -0.79 |
| 19.50 | 13.48 | 13.26 | 13.42 | -0.75 | -0.72 | -0.75 |
| 20.00 | 13.13 | 12.93 | 13.08 | -0.71 | -0.68 | -0.71 |
| 20.50 | 12.80 | 12.62 | 12.75 | -0.68 | -0.65 | -0.67 |
| 21.00 | 12.49 | 12.32 | 12.44 | -0.64 | -0.62 | -0.64 |
| 21.50 | 12.19 | 12.03 | 12.14 | -0.61 | -0.59 | -0.61 |
| 22.00 | 11.91 | 11.76 | 11.86 | -0.58 | -0.56 | -0.58 |
| 22.50 | 11.64 | 11.50 | 11.59 | -0.56 | -0.53 | -0.55 |
| 23.00 | 11.38 | 11.25 | 11.34 | -0.53 | -0.51 | -0.53 |
| 23.50 | 11.13 | 11.01 | 11.09 | -0.51 | -0.49 | -0.50 |
| 24.00 | 10.89 | 10.78 | 10.86 | -0.48 | -0.47 | -0.48 |
| 24.50 | 10.67 | 10.56 | 10.63 | -0.46 | -0.45 | -0.46 |
| 25.00 | 10.45 | 10.35 | 10.42 | -0.44 | -0.43 | -0.44 |
| 25.50 | 10.24 | 10.14 | 10.21 | -0.43 | -0.41 | -0.42 |
| 26.00 | 10.04 | 9.95 | 10.01 | -0.41 | -0.40 | -0.41 |
| 26.50 | 9.85 | 9.76 | 9.82 | -0.39 | -0.38 | -0.39 |
| 27.00 | 9.66 | 9.58 | 9.63 | -0.38 | -0.37 | -0.38 |
| 27.50 | 9.48 | 9.41 | 9.46 | -0.36 | -0.36 | -0.36 |
| 28.00 | 9.31 | 9.24 | 9.29 | -0.35 | -0.34 | -0.35 |
| 28.50 | 9.14 | 9.08 | 9.12 | -0.34 | -0.33 | -0.34 |
| 29.00 | 8.98 | 8.92 | 8.96 | -0.33 | -0.32 | -0.32 |
| 29.50 | 8.83 | 8.77 | 8.81 | -0.31 | -0.31 | -0.31 |
| 30.00 | 8.68 | 8.62 | 8.66 | -0.30 | -0.30 | -0.30 |
| 30.50 | 8.54 | 8.48 | 8.52 | -0.29 | -0.29 | -0.29 |
| 31.00 | 8.40 | 8.34 | 8.38 | -0.28 | -0.28 | -0.28 |
| 31.50 | 8.26 | 8.21 | 8.24 | -0.27 | -0.27 | -0.27 |
| 32.00 | 8.13 | 8.08 | 8.11 | -0.27 | -0.26 | -0.26 |
| 32.50 | 8.00 | 7.96 | 7.99 | -0.26 | -0.25 | -0.26 |
| 33.00 | 7.88 | 7.84 | 7.87 | -0.25 | -0.25 | -0.25 |
| 33.50 | 7.76 | 7.72 | 7.75 | -0.24 | -0.24 | -0.24 |
| 34.00 | 7.65 | 7.61 | 7.63 | -0.23 | -0.23 | -0.23 |
| 34.50 | 7.54 | 7.50 | 7.52 | -0.23 | -0.22 | -0.23 |
| 35.00 | 7.43 | 7.39 | 7.41 | -0.22 | -0.22 | -0.22 |
| 35.50 | 7.32 | 7.28 | 7.31 | -0.21 | -0.21 | -0.21 |
| 36.00 | 7.22 | 7.18 | 7.21 | -0.21 | -0.21 | -0.21 |
| 36.50 | 7.12 | 7.09 | 7.11 | -0.20 | -0.20 | -0.20 |
| 37.00 | 7.02 | 6.99 | 7.01 | -0.20 | -0.19 | -0.20 |
| 37.50 | 6.93 | 6.90 | 6.92 | -0.19 | -0.19 | -0.19 |
| 38.00 | 6.83 | 6.81 | 6.82 | -0.19 | -0.18 | -0.19 |
| 38.50 | 6.75 | 6.72 | 6.74 | -0.18 | -0.18 | -0.18 |
| 39.00 | 6.66 | 6.63 | 6.65 | -0.18 | -0.17 | -0.18 |
| 39.50 | 6.57 | 6.55 | 6.56 | -0.17 | -0.17 | -0.17 |
| 40.00 | 6.49 | 6.46 | 6.48 | -0.17 | -0.17 | -0.17 |
| 40.50 | 6.41 | 6.39 | 6.40 | -0.16 | -0.16 | -0.16 |
| 41.00 | 6.33 | 6.31 | 6.32 | -0.16 | -0.16 | -0.16 |
| 41.50 | 6.25 | 6.23 | 6.25 | -0.16 | -0.15 | -0.16 |
| 42.00 | 6.18 | 6.16 | 6.17 | -0.15 | -0.15 | -0.15 |
| 42.50 | 6.11 | 6.08 | 6.10 | -0.15 | -0.15 | -0.15 |
| 43.00 | 6.03 | 6.01 | 6.03 | -0.14 | -0.14 | -0.14 |
| 43.50 | 5.96 | 5.94 | 5.96 | -0.14 | -0.14 | -0.14 |
| 44.00 | 5.90 | 5.88 | 5.89 | -0.14 | -0.14 | -0.14 |
| 44.50 | 5.83 | 5.81 | 5.82 | -0.13 | -0.13 | -0.13 |
| 45.00 | 5.76 | 5.75 | 5.76 | -0.13 | -0.13 | -0.13 |
| 45.50 | 5.70 | 5.68 | 5.69 | -0.13 | -0.13 | -0.13 |
| 46.00 | 5.64 | 5.62 | 5.63 | -0.13 | -0.12 | -0.13 |
| 46.50 | 5.58 | 5.56 | 5.57 | -0.12 | -0.12 | -0.12 |
| 47.00 | 5.52 | 5.50 | 5.51 | -0.12 | -0.12 | -0.12 |
| 47.50 | 5.46 | 5.44 | 5.45 | -0.12 | -0.12 | -0.12 |
| 48.00 | 5.40 | 5.39 | 5.40 | -0.12 | -0.11 | -0.12 |
| 48.50 | 5.35 | 5.33 | 5.34 | -0.11 | -0.11 | -0.11 |
| 49.00 | 5.29 | 5.28 | 5.29 | -0.11 | -0.11 | -0.11 |
| 49.50 | 5.24 | 5.22 | 5.23 | -0.11 | -0.11 | -0.11 |
| 50.00 | 5.18 | 5.17 | 5.18 | -0.11 | -0.11 | -0.11 |




Dimensões consideradas na base : transversal = 7 x 5

Rsistência da malha = **18.47** Ohm

| | | | |
|---|---|---|---|
| Upt= | -11.44 % | Uct= | 36.24 % |
| Upl= | -10.98 % | Ucl= | 35.79 % |
| Upd= | **-14.48** % | Ucd= | **41.72** % |

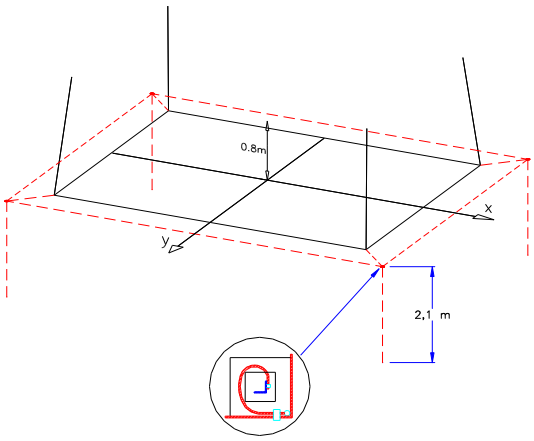
| | |
|---|---|
| Umáx solo t = | 69.94 % |
| Umáx solo l = | 69.06 % |
| Umáx solo d = | 72.46 % |

Valores em % da tensão da malha de terra.

A tensão da malha é estimada em função da parte da corrente de curto-circuito que se escoa num dado apoio. Esta corrente depende da evolução ao longo da linha e das resistências dos apoios na vizinhança, bem como da resistividade e homogeneidade do solo.

Medições feitas nos EUA mostram que a maior parte da corrente de curto-circuito se escoa pelos cabos de guarda, variando a parte que se escoa para o solo num dado apoio entre 0 e 12% de Icc.

Na vizinhança das subestações (3-4 km iniciais) a corrente de curto-circuito escoa-se práticamente toda pelos cabos de guarda para a terra da subestação.



ANEXO A.05

Características dos Cabos

| Projeto | ETCCO01 - Cabos nus para linhas aéreas de MAT | REN |
|---|---|---|
| **Data act. 14-06-2016**<br>**REV. C** | | |

## CARACTERISTICAS DOS CABOS

**ANEXO 1**

| Cabos | | Composição | | | | | | Composição | Diâm. | Diâm. | Secção | Secção | massa | massa neutra | | Mod. | C.Dilat. | Carga | R cor cont | Kr | CCL | Coef. | Normas |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Designação | N.comercial | Nr | Dia | Tipo | Nr | Dia | Tipo | por camada | cabo (mm) | aço (mm) | cabo ($mm^2$) | aço ($mm^2$) | s/m.n. (kg/m) | min. (g/m) | max. (g/m) | Elast. (MPa) | Térmica (/º) | Rotura (daN) | a 20 ºC (Ohm/m) | (/k) | (J/m/k) | E.Pel. | ref[a] |
| AAAC 570 | Aster 570 | 61 | 3.45 | Lal | | | | 1;6;12;18;24 | 31.05 | | 570.24 | 0.00 | 1.575 | | 0.00 | 53980 | 0.0000230 | 18360 | 0.0000583 | 0.00360 | 1397.09 | 1.024 | NF C34-125 |
| ACSR 325 | Bear | 30 | 3.35 | Al | 7 | 3.35 | Aç | 1;6;12;18 | 23.45 | 10.05 | 326.12 | 61.70 | 1.213 | 10.77 | 15.39 | 79500 | 0.0000178 | 10938 | 0.0001093 | 0.00403 | 881.06 | 1.003 | BS 215 P 2 |
| ACSR 153 | Dorking | 12 | 3.20 | Al | 7 | 3.20 | Aç | 1;6;12 | 16.00 | 9.60 | 152.81 | 56.30 | 0.719 | 9.80 | 14.00 | 104500 | 0.0000153 | 7708 | 0.0002992 | 0.00403 | 449.26 | | CSA49.1-1957 |
| ACSR 130 | Guinea | 12 | 2.92 | Al | 7 | 2.92 | Aç | 1;6;12 | 14.60 | 8.76 | 127.24 | 46.88 | 0.588 | 8.16 | 11.65 | 104500 | 0.0000153 | 6646 | 0.0003594 | 0.00403 | 374.09 | | CSA49.1-1957 |
| ACSR 260 | Panther | 30 | 3.00 | Al | 7 | 3.00 | Aç | 1;6;12;18 | 21.00 | 9.00 | 261.20 | 49.50 | 0.974 | | | 78155 | 0.0000177 | | | 0.00403 | | | BS 215 P 2 |
| AACSR147.1 | Pastel147.1 | 30 | 2.25 | Lal | 7 | 2.25 | Aç | 1;6;12;18 | 15.75 | 6.75 | 147.11 | 27.83 | 0.547 | 4.86 | 6.94 | 83970 | 0.0000181 | 8185 | 0.000279 | 0.00360 | 397.43 | | NF C34-125 |
| ACSR 374 | Tejo | 42 | 2.79 | Al | 19 | 2.79 | Aç | 1;6;12;18;24 | 25.11 | 13.95 | 373.90 | 116.40 | 1.615 | | | 91630 | 0.0000158 | | | 0.00403 | | | |
| ACSR 595 | Zambeze | 42 | 4.14 | Al | 7 | 2.32 | Aç | 1;6;8;14;20 | 31.80 | 6.96 | 594.97 | 29.59 | 1.792 | 5.15 | 7.36 | 61500 | 0.0000212 | 11967 | 0.0000511 | 0.00403 | 1497.03 | 1.021 | BS 215 P 2 |
| ACSR 485 | Zebra | 54 | 3.18 | Al | 7 | 3.18 | Aç | 1;6;12;18;24 | 28.62 | 9.54 | 484.48 | 55.60 | 1.620 | 9.71 | 13.87 | 68000 | 0.0000193 | 12849 | 0.0000674 | 0.00403 | 1260.92 | 1.011 | BS 215 P 2 |
| ACST 121 | OPGW 14,6 | | | Lal | | | ACS | | 14.60 | | 120.64 | | 0.526 | | | 93880 | 0.0000172 | 6362 | 3.11E-04 | | | | |
| ACST 137- 40fo | OPGW 15,5 | 12 | 3.10 | Lal | 5 | 3.10 | ACS | | 15.50 | | 136.80 | 37.70 | 0.551 | 10.50 | | 86400 | 0.0000175 | 7470 | 3.19E-04 | | | 1.100 | EN 50182 |
| ACST 151-40fo | OPGW 16,3 | | | Lat | | | ACS | | 16.25 | | 151.21 | | 0.633 | | | 92520 | 0.0000175 | 8910 | 2.80E-04 | | | | |
| ACSR/AW 517 | RAIL AW | 45 | 3.70 | Al | 7 | 2.47 | Aç | 1;6;9;15;21 | 29.61 | 7.41 | 517.39 | 33.53 | 1.563 | | | 61937 | 0.0000213 | 11370 | 0.0000585 | 0.00403 | 1312.20 | 1.018 | ASTM B549/93 |
| ACSR 546 | Cardinal | 54 | 3.38 | Al | 7 | 3.38 | Aç | 1;6;9;15;21 | 30.38 | 10.13 | 546.10 | 62.70 | 1.791 | | | 68670 | 0.0000193 | 15262 | 0.0000597 | 0.00403 | 1424.03 | | CSA49.1-1957 |
| ACSR 570 | 570/40 | 45 | 4.02 | Al | 7 | 2.68 | Aç | 1;6;9;15;21 | 32.20 | | 610.60 | 39.40 | 1.852 | | | | | 13620 | 0.0000511 | 0.00403 | | | DIN 48204 |
| ACSR 538 | CAMEL | 54 | 3.35 | Al | 7 | 3.4 | Aç | 1;6;12;18;24 | 30.15 | 10.05 | 537.66 | 61.70 | 1.798 | | | | | 14592 | | | | | BS 215 P 2 |
| ACSR 597 | Moose | 54 | 3.53 | AL | 7 | 3.5 | aç | 1;6;12;18;24 | 31.77 | 10.59 | 596.99 | 68.50 | 1.996 | | | | | 16097 | | | | | BS 215 P 2 |
| ACSR 565 | 500 | 54 | 3.43 | Al | 7 | 3.4 | Aç | 1;6;12;18;24 | 30.90 | | 563.6 | 64.60 | 1.888 | | | | | 15380 | 0.0000578 | 0.00403 | | | CEI 61089 A1/S1A |
| ACSR 560 | 560 | 45 | 3.98 | Al | 7 | 2.7 | Aç | 1;6;9;15;21 | 31.83 | | 598.5 | 38.70 | 1.854 | | | | | 13200 | 0.0000517 | 0.00403 | | | ASTM B 232 |
| ACSR/AW860 | LapwingAW | 45 | 4.77 | Al | 7 | 3.3 | Aç | | 38.16 | 9.55 | 861.16 | 55.48 | 2.599 | 0.00 | 2.599 | 58961 | | 19499 | 0.0000351 | 0.00403 | 2183.63 | 1.060 | ASTM B-549 |
| AACSR147.1 | PHLOX147,1 | 18 | 2.25 | Lal | 19 | 2.3 | Aç | 1;6;12;18 | 15.80 | 11.3 | 147.11 | 75.5 | 0.791 | 0 | 10 | 124000 | 0.0000142 | 13280 | 4.68E-04 | 0.0036 | 460.83 | | CEI 61089 |

Legenda:

- Kr - Coeficiente de variação da resistência do cabo com a temperatura (/ºk)
- CCL - Capacidade calorifica linear (J/m/k) C = Cs*Ss+Ca*Sa
- Cs - Calor especifico do aço = 3,78+6 $J/m^3/k$ ;
- Ca - Calor especifico do alumínio = 2,45E+6 $J/m^3/k$;
- Coef.Ef.Pel. - Coeficiente de Efeito Pelicular
- Ss, Sa - Secções respectivamente do aço e alumínio ($mm^2$)
- Al - Alumínio
- Aç - Aço
- Lal - Liga de alumínio
- Clal- Calor específico da liga de alumínio = 2,45E+6 J/m3/k;

| CABO : OPGW AS/AA 32/94 AST 2x20 FO | |
|---|---|
| Fabricante | |
| Tipo de Cabo de Guarda | OPGW AS/AA 32/94 AST 2x20 FO |
| Secção Nominal [$mm^2$] | 132.5 |
| Quantidade de Fibras Ópticas | 2x20 |
| Composição | 2 x 3.10 + 5 x 3.15 + 12 x 3.15 |
| Diâmetro [mm] | 15.8 |
| Massa Linear [kg/m] | 0.565 |
| Módulo de Elasticidade [$daN/mm^2$] | 9068 |
| Coeficiente de Dilatação Linear [$°C^{-1}$] | 1.76E-05 |
| Resistência Elétrica [Ohm/km] | 0.3200 |
| Carga de Rotura [daN] | 7235 |

ANEXO A.06

Características dos Isoladores

| ESLN | ESLN/ET/ICA01 | REN |
|---|---|---|

## CARACTERÍSTICAS DO ISOLADOR

**ANEXO II**

| DISCRIMINAÇÃO | | |
|---|---|---|
| **DESIGNAÇÃO (CEI):** | U160 BS | |
| **I) CARACTERÍSTICAS DIMENSIONAIS:** | | |
| **DIÂMETRO NOMINAL MÁXIMO:** | 280 mm | |
| **DIÂMETRO DO ESPIGÃO (Segundo Publicação CEI 120):** | 20 mm | |
| **PASSO:** | 146 mm | |
| **LINHA DE FUGA NOMINAL MÍNIMA:** | 380 mm | |
| **II) CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS:** | | |
| **TENSÃO SUPORTÁVEL A SECO A 50 $H_Z$-1 min:** | 75 kV | (eficaz) |
| **TENSÃO SUPORTÁVEL SOB CHUVA A 50 $H_Z$-1 min:** | 45 kV | (pico) |
| **TENSÃO SUPORTÁVEL AO CHOQUE AMOSFÉRICO:** | 110 kV | (pico) |
| **TENSÃO MÍNIMA DE PERFURAÇÃO EM ÓLEO:** | 130 kV | (eficaz) |
| **III) CARACTERÍSTICAS ELECTROMECÂNICAS:** | | |
| **CARGA DE ROTURA MÍNIMA GARANTIDA:** | 160 kN | |
| **IV) CARACTERÍSTICAS DOS COMPONENTES:** | | |
| **SAIA DIELÉCTRICA:** | Vidro temperado ou porcelana | |
| **CAMPÂNULA:** | Ferro fundido maleável | |
| **ESPIGÃO:** | Aço forjado $\geq$ 65 kgf/mm$^2$ | |
| **CIMENTO DE COLAGEM:** | Cimento aluminoso | |
| **GOLPILHAS:** | Bronze fosforoso ou aço inox | |

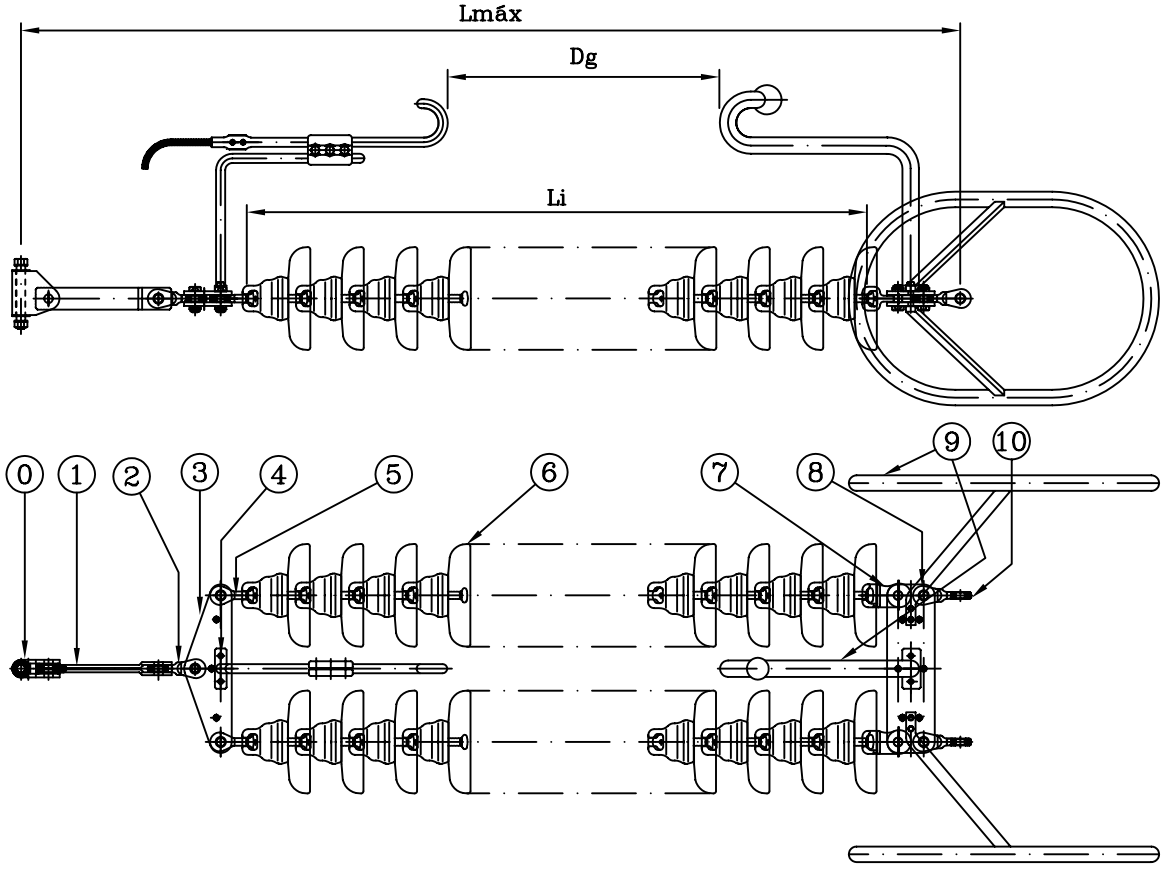
| REV. Nº | DESIGNAÇÃO | EXEC. | APROV. |
|---|---|---|---|
| 2003-02-25 | Novo Logotipo. Alteração linha de fuga mínima | Carlos Homem | Manuel Severina |
| 2007-04-13 | Novo Logotipo. | Carlos Homem | Manuel Severina |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

ANEXO A.07

Planos das Cadeias de Isoladores e Fixação dos CG

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| REN | 420 kV | PLANO DAS CADEIAS DE AMARRAÇÃO | | DUPLA | PL 10192 |
| EQPJ–LN | Un=400 kV | Feixe Duplo | Ao Pórtico da Subestação | 50 kA | Data: 08.05.21<br>Revisão: 1 |

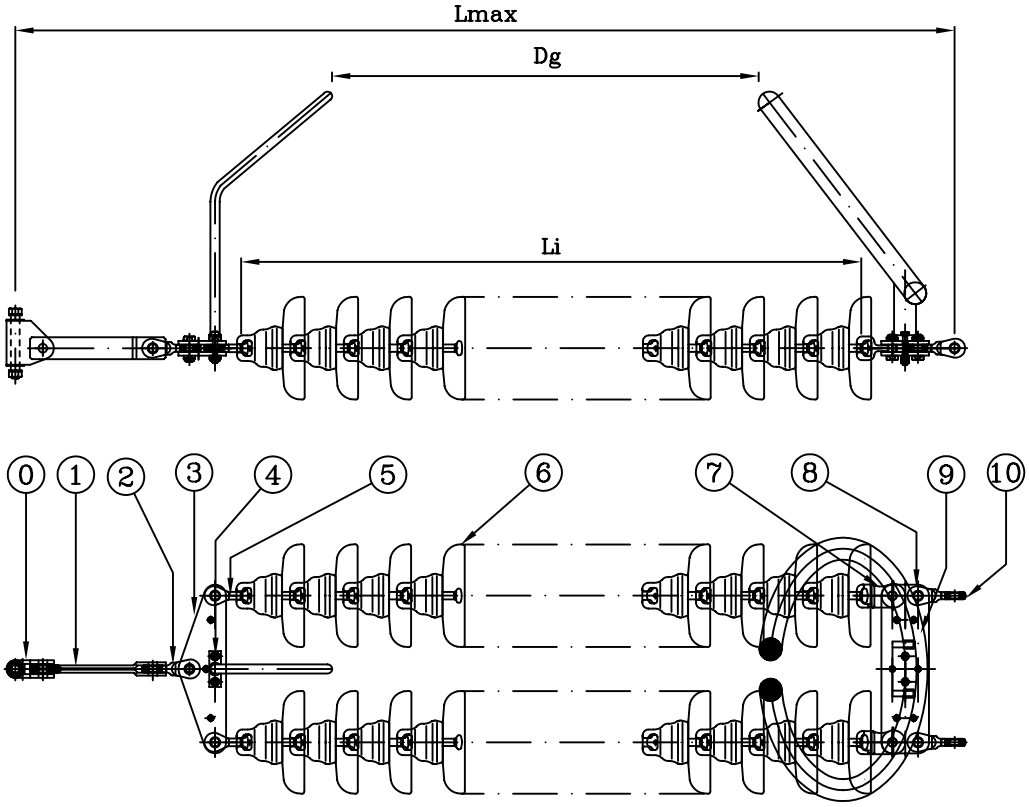
1 – A haste de descarga do lado da estrutura é regulável, enquanto do lado do condutor é fixa.
2 – O espigão dos isoladores é de ø20mm de acordo com a publicação CEI – 60120.
3 – Os dispositivos de protecção, hastes, são em varão de aço de ø25mm e devem–se associar 2 anéis regularizadores do potencial (lado do condutor).
4 – As dimensões da golpilha são de acordo com a publicação CEI – 60372.
5 – Os dispositivos de protecção, hastes, devem estar dispostos de modo a que o arco permaneça sempre a uma distância dos isoladores pelo menos, igual ao seu diâmetro e nunca inferior a 250mm.
6 – Pode ser prevista a utilização de "shunts" quer do lado da estrutura quer do lado do condutor. A ligação do "shunt" da haste regulável, não deve ser feita ás peças intermédias da cadeia, mas sim à estrutura de fixação da cadeia.




| Posição | Comp. Útil (mm) | 4 D 4 H 2 M 150 P 5 | 4 D 4 H 2 F 150 P 5 |
|---|---|---|---|
| (0) | 75 | CHARNEIRA CH 300 | |
| (1) | 300 | PROLONGO PF 300 | |
| (2) | 100 | LIGADOR CRUZADO LC 300 | |
| (3) | 70 | BALANCEIRO BT 300 | |
| (4) | ---- | HASTE DE DESCARGA SUPERIOR REGULÁVEL HDr 25 | |
| (5) | 70 | OLHAL COM BOLA (2xOB 150 – Norma CEI 60120 ø20mm) | |
| (6) | ---- | 2x23 * U160BS | 2x20 * Antipoluição 160 kN |
| (7) | 85 | BALL SOCKET COM PATILHA (2xBS 150 – Norma CEI 60120 ø20mm) | |
| (8) | 70 | BALANCEIRO BR 300 | |
| (9) | ---- | HASTE DE DESCARGA INFERIOR FIXA C/ ANÉIS HDf/AR 25 | |
| (10) | 100 | LIGADOR CRUZADO 2xLC 150 | |
| Lmáx | 4228 mm | | 4270 mm |
| Li | 3358 mm | | 3400 mm |
| Dg | 1700 mm ±50 mm | | |
| Carga rotura | 300 kN | | 300 kN |
| Peso aprox. | 354 Kg | | 396 Kg |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| REN | 420 kV | PLANO DAS CADEIAS DE AMARRAÇÃO | | DUPLA | PL 10193 |
| | | | | | Data: 08.05.21 |
| EQPJ–LN | Un=400 kV | Feixe Duplo | Linha Simples<br>Linha Dupla | ≤50 kA | Revisão: 1 |

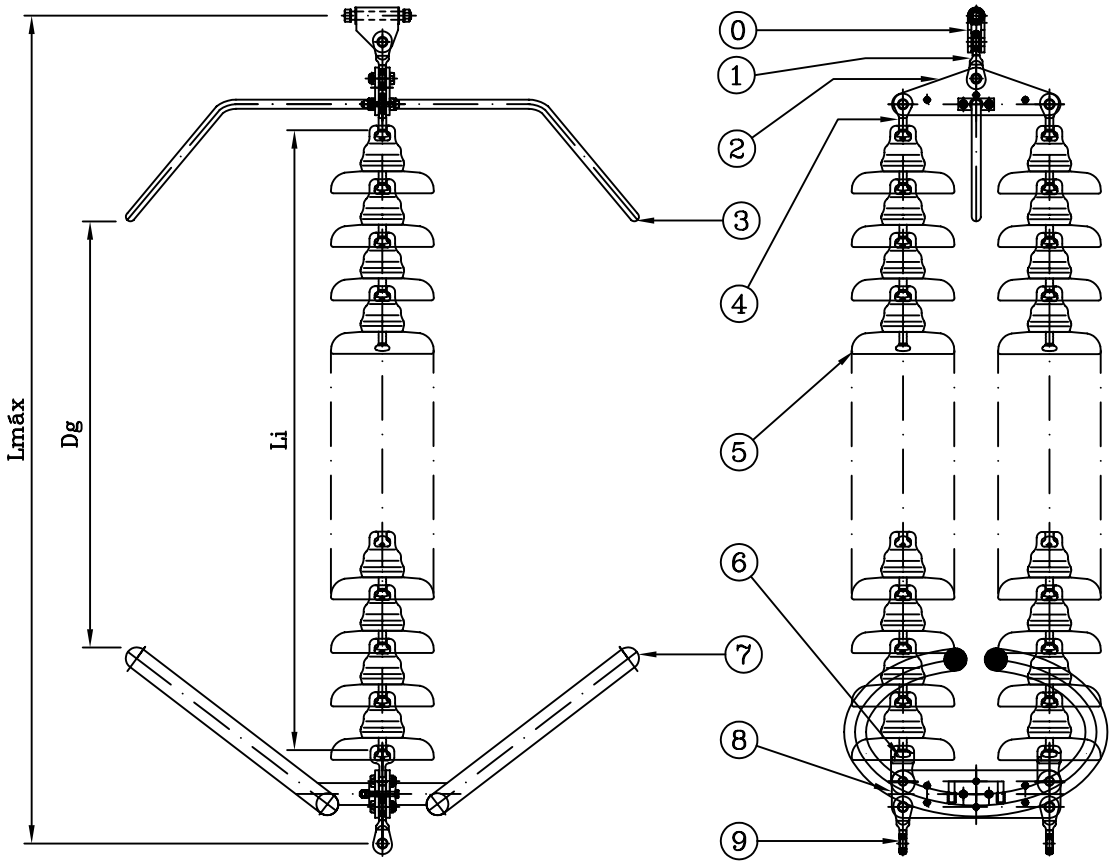
1 – Os dispositivos de protecção como a haste são em varão de aço de ø25mm, enquanto o anel de descarga será em tubo de aço com secção mínima de 500mm$^2$ (ø ±60mm) aberto, devendo nesta zona ser maciço (intervalo entre pontas do anel 50 ±5mm).
2 – O espigão dos isoladores é de ø20mm de acordo com a publicação CEI – 60120.
3 – As dimensões da golpilha são de acordo com a publicação CEI – 60372.
4 – Os dispositivos de protecção, haste e anel de descarga, devem estar dispostos de modo a que o arco permaneça sempre a uma distância dos isoladores pelo menos, igual ao seu diâmetro e nunca inferior a 250mm.




| Posição | Comp. Útil (mm) | 4 D 4 H 2 M 150 N 5 | 4 D 4 H 2 F 150 N 5 |
|---|---|---|---|
| (0) | 75 | CHARNEIRA CH 300 | |
| (1) | 300 | PROLONGO PF 300 | |
| (2) | 100 | LIGADOR CRUZADO LC 300 | |
| (3) | 70 | BALANCEIRO BT 300 | |
| (4) | ---- | HASTE DE DESCARGA SUPERIOR HD 25C1 | |
| (5) | 70 | OLHAL COM BOLA (2xOB 150 – Norma CEI 60120 ø20mm) | |
| (6) | ---- | 2x23 * U160BS | 2x20 * Antipoluição 160 kN |
| (7) | 85 | BALL SOCKET COM PATILHA (2xBS 150 – Norma CEI 60120 ø20mm) | |
| (8) | 70 | BALANCEIRO BR 300 | |
| (9) | ---- | ANEL DE PROTECÇÃO INFERIOR AP60 N1 | |
| (10) | 100 | LIGADOR CRUZADO 2xLC 150 | |
| Lmáx | 4228 mm | | 4270 mm |
| Li | 3358 mm | | 3400 mm |
| Dg | 2828 mm | | 2870 mm |
| Carga rotura | 300 kN | | 300 kN |
| Peso aprox. | 341 Kg | | 383 Kg |

| REN | 420 kV | PLANO DAS CADEIAS DE SUSPENSÃO | | DUPLA | PL 10198 |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | Data: 08.05.21 |
| EQPJ–LN | Un=400 kV | Feixe Duplo | Linha Simples<br>Linha Dupla | ≤50 kA | Revisão: 1 |

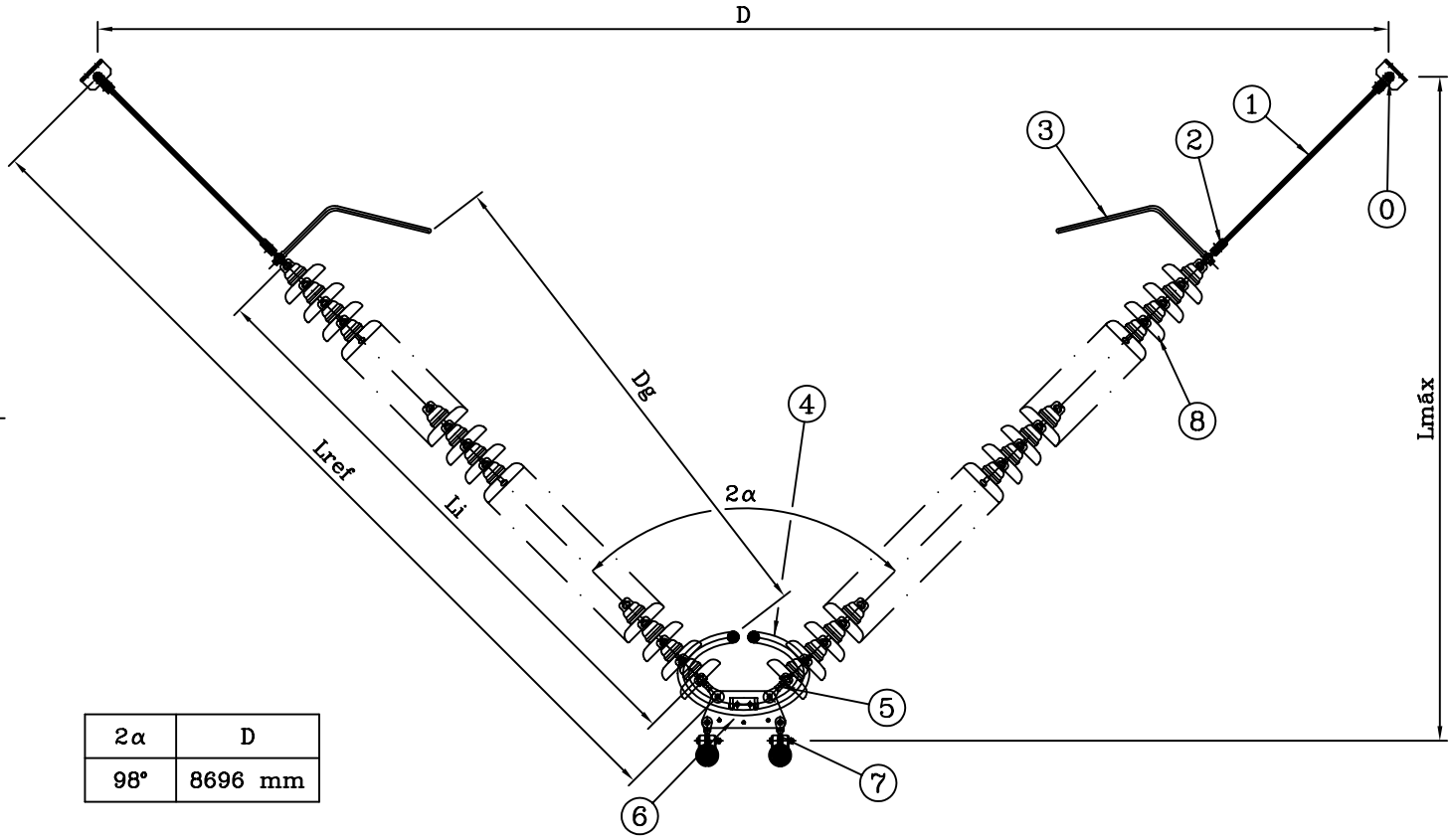
1 – As hastes de descarga superior e o anel de descarga inferior devem estar no plano do condutor, com disposição para ambos os lados.
2 – O espigão dos isoladores é de ø20mm de acordo com a publicação CEI – 60120.
3 – Os dispositivos de protecção, hastes, são em varão de aço de ø25mm, enquanto o anel de descarga inferior será em tubo de aço com secção mínima de 500mm$^2$ (ø ±60mm), aberto, devendo nesta zona ser maciço (intervalo entre pontas 50 ±5mm).
4 – As dimensões da golpilha são de acordo com a publicação CEI – 60372.
5 – Os dispositivos de protecção, hastes e anel de descarga, devem estar dispostos de modo a que o arco permaneça sempre a uma distância dos isoladores pelo menos, igual ao seu diâmetro e nunca inferior a 250mm.
6 – As duas filas de isoladores são colocadas no plano perpendicular ao condutor.
7 – Só devem ser usadas nas travessias ou cruzamentos importantes.
8 – Não podem ser utilizados nos apoios das famílias "Y" e "DI".




| Posição | Comp. Útil (mm) | 4 D 4 K 2 M 150 L 5 | 4 D 4 K 2 F 150 L 5 |
|---|---|---|---|
| (0) | 75 | CHARNEIRA CH 300 | |
| (1) | 100 | LIGADOR CRUZADO LC 300 | |
| (2) | 70 | BALANCEIRO BT 300 | |
| (3) | ---- | HASTE DE DESCARGA SUPERIOR HD 25C2 | |
| (4) | 70 | OLHAL COM BOLA (2xOB 150 – Norma CEI 60120 ø20mm) | |
| (5) | ---- | 2x23 * U160BS | 2x20 * Antipoluição 160 kN |
| (6) | 85 | BALL SOCKET COM PATILHA (2xBS 150 – Norma CEI 60120 ø20mm) | |
| (7) | ---- | ANEL DE PROTECÇÃO INFERIOR AP60 N2 | |
| (8) | 70 | BALANCEIRO BR 300 | |
| (9) | 100 | LIGADOR CRUZADO LC 150 | |
| Lmáx | 3928 mm | | 3970 mm |
| Li | 3358 mm | | 3400 mm |
| Dg | 2828 mm | | 2870 mm |
| Carga rotura | 300 kN | | 300 kN |
| Peso aprox. | 355 Kg | | 397 Kg |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| RENX | 420 kV | PLANO DAS CADEIAS DE SUSPENSÃO | | "V" (98°) | PL 10200 |
| | | | | | Data: 08.05.08 |
| EQPJ–LN | Un=400 kV | Feixe Duplo | Linha Simples | ≤50 kA | Revisão: 0 |

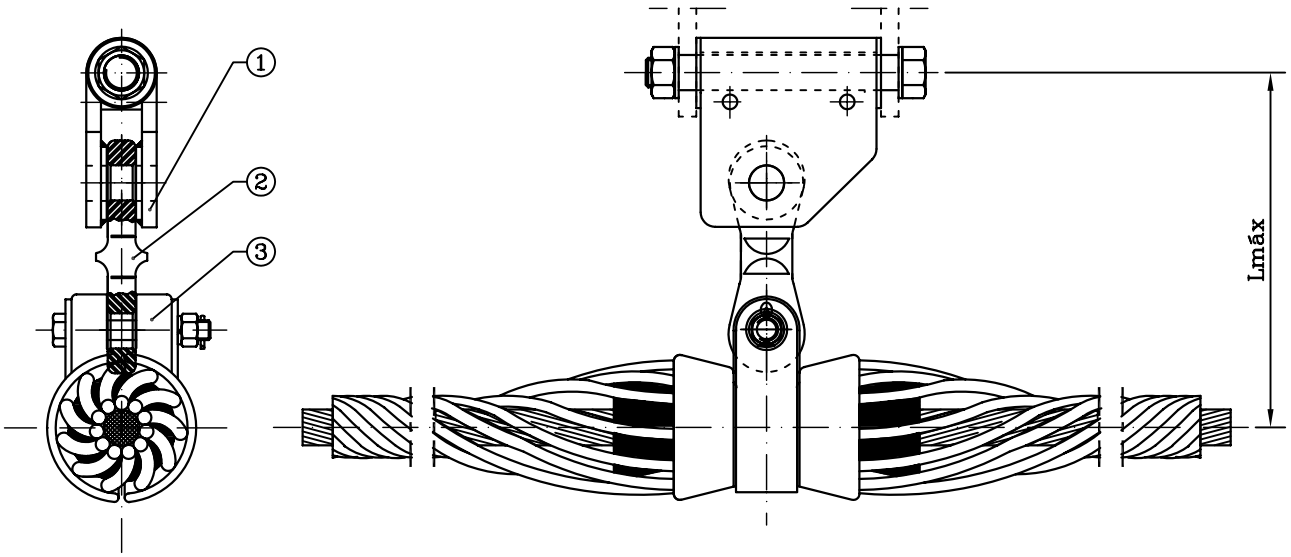
1 – As hastes de descarga superior devem estar no plano perpendicular ao condutor, e o anel de descarga inferior no plano do condutor para ambos os lados.
2 – O espigão dos isoladores é de ø20mm de acordo com a publicação CEI – 60120.
3 – Os dispositivos de protecção, hastes, são em varão de aço de ø25mm, enquanto o anel de descarga inferior será em tubo de aço com secção mínima de 500mm² (ø ±60mm), aberto, devendo nesta zona ser maciço (intervalo entre pontas 50 ±5mm).
4 – As dimensões da golpilha são de acordo com a publicação CEI – 60372.
5 – Os dispositivos de protecção, hastes e anel de descarga, devem estar dispostos de modo a que o arco permaneça sempre a uma distância dos isoladores pelo menos, igual ao seu diâmetro e nunca inferior a 250mm.
6 – As condições geométricas e mecânicas a que as cadeias de suspensão em "V" devem obedecer estão mencionadas no texto.
7 – Cadeia específica para apoios tipo QRS.




| 2α | D |
|---|---|
| 98° | 8696 mm |

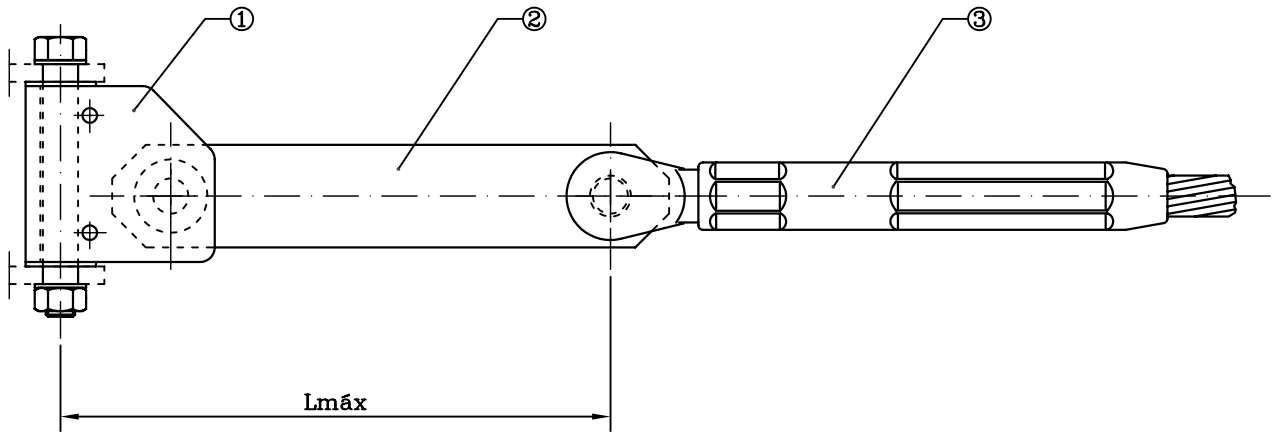
| Posição | Comp. Útil (mm) | 4 D 4 V 2 M 150 R 5 | 4 D 4 V 2 F 150 R 5 |
|---|---|---|---|
| (0) | 75 | CHARNEIRA CH300 | |
| (1) | 1870/1828 | PROLONGO PF 150/1870 | PROLONGO PF 150/1828 |
| (2) | 125 | OLHAL COM BOLA P/HASTE (2xOBH 150 – Norma CEI 60120 ø20mm) | |
| (3) | ---- | HASTE DE DESCARGA SUPERIOR HD 25V1 | |
| (4) | ---- | ANEL DE PROTECÇÃO INFERIOR AP60 N2 | |
| (5) | 145 | BALL SOCKET COM PATILHA (2xBSA 150 – Norma CEI 60120 ø20mm) | |
| (6) | 143 | BALANCEIRO BTp 300/90 | |
| (7) | 100 | LIGADOR CRUZADO LC 150 | |
| (8) | ---- | 23 * U160BS | 20 * Antipoluição 160 kN |
| Lref | 5573 mm | | 5573 mm |
| Lmáx | 3900 mm | | 3900 mm |
| Li | 3358 mm | | 3400 mm |
| Dg | 2896 mm | | 2938 mm |
| Carga rotura | 300 kN | | 300 kN |
| Peso aprox. | 389 Kg | | 431 Kg |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| REN | PLANO DE CONJUNTO DE SUSPENSÃO | | ≤50 kA | PL 10180 |
| EQPJ–LN | Cabo de Guarda | Linha Simples<br>Linha Dupla | | Data: 08.05.08<br>Revisão: 2 |




| Posição | Comp. Útil (mm) | DESIGNAÇÃO |
|---|---|---|
| (1) | 75 | CHARNEIRA CH 150 |
| (2) | 100 | LIGADOR DIREITO LD 150 |
| (3) | 107 | PINÇA DE SUSPENSÃO PS (secção) |
| Lmáx | 282 mm | |
| Carga rotura | FUNÇÃO DA PINÇA DE SUSPENSÃO UTILIZADA | |
| Peso aprox. | 10 Kg | |

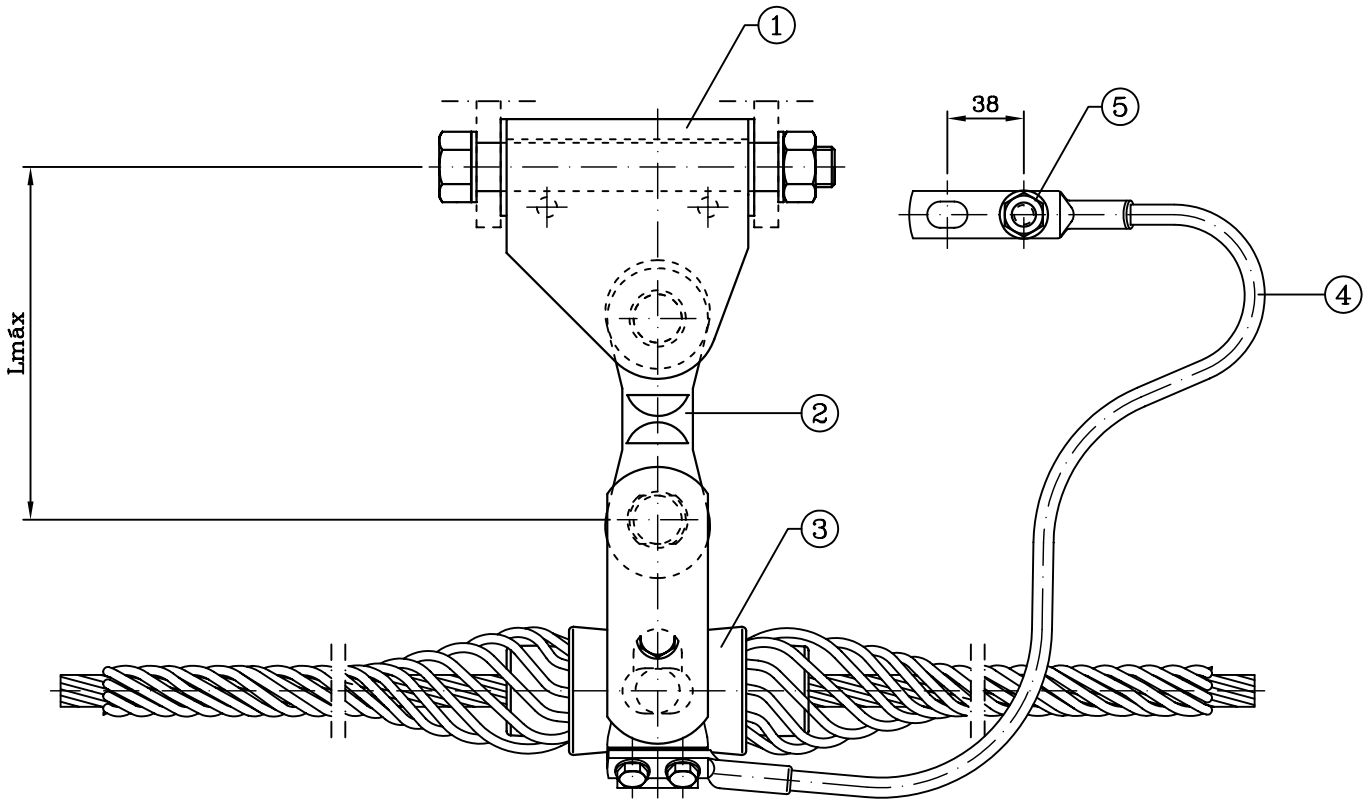
| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| REN | PLANO DE CONJUNTO DE AMARRAÇÃO | | ≤50 kA | PL 10181 |
| EQPJ–LN | Cabo de Guarda | Linha Simples<br>Linha Dupla | | Data: 08.05.08<br>Revisão: 2 |




| Posição | Comp. Útil (mm) | DESIGNAÇÃO |
|---|---|---|
| (1) | 75 | CHARNEIRA CH 150 |
| (2) | 300 | PROLONGO PR 150 |
| (3) | 460 | PINÇA DE AMARRAÇÃO PAP (secção) |
| Lmáx | 375 mm | |
| Carga rotura | FUNÇÃO DA PINÇA DE AMARRAÇÃO UTILIZADA | |
| Peso aprox. | 11 Kg | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| REN | PLANO DE CONJUNTO DE SUSPENSÃO | | ≤50 kA | PL 10182 |
| EQPJ–LN | Cabo de Guarda OPGW | Linha Simples Linha Dupla | | Data: 08.05.08 Revisão: 2 |

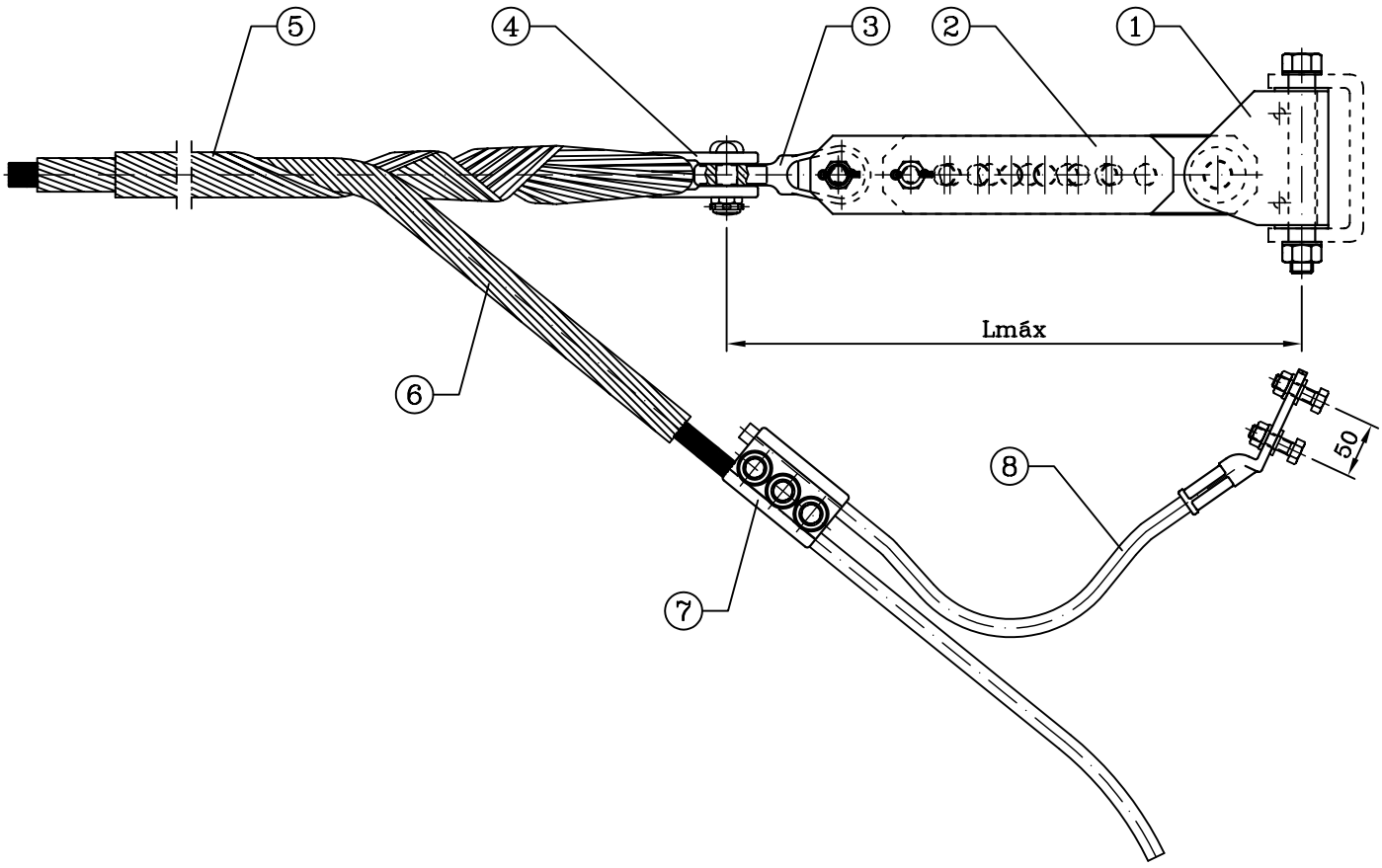
SHUNT – Cabo de cobre estanhado ø 10mm.
Terminais de cobre estanhado com bimetálico junto à pinça.
Os materiais constituintes do Shunt devem permitir a passagem da corrente de curto circuito, 10 kA–1S, sem deterioração.




| Posição | Comp. Útil (mm) | DESIGNAÇÃO |
|---|---|---|
| (1) | 75 | CHARNEIRA CH 150 |
| (2) | 100 | LIGADOR DIREITO LD 150 |
| (3) | | PINÇA DE SUSPENSÃO AGS |
| (4) | | SHUNT |
| (5) | | PARAF. M12x40 COM PORCA E ANILHA |
| Lmáx | | 175 mm |
| Carga rotura | | 150 kN |
| Peso aprox. | | 7 Kg |

| REN | PLANO DE CONJUNTO DE AMARRAÇÃO | | ≤50 kA | PL 10183 |
|---|---|---|---|---|
| EQPJ–LN | Cabo de Guarda OPGW | Linha Simples Linha Dupla | | Data: 08.11.03 Revisão: 3 |

SHUNT – Cabo de alumínio de ø 14mm.
Os materiais constituintes do Shunt devem permitir a passagem da corrente de curto circuito, 10 kA–1S, sem deterioração.




| Posição | Comp. Útil (mm) | DESIGNAÇÃO |
|---|---|---|
| (1) | 75 | CHARNEIRA CH 150 |
| (2) | 340–550 | PROLONGO REGULÁVEL |
| (3) | 100 | LIGADOR CRUZADO LC 150 |
| (4) | | PASSA CABOS |
| (5) | | CONJUNTO DE VARETAS DE FIXAÇÃO |
| (6) | | CONJUNTO DE VARETAS DE PROTECÇÃO |
| (7) | | LIGADOR PARALELO |
| (8) | | SHUNT |
| Lmáx | | 515–725 mm |
| Carga rotura | | 150 kN |
| Peso aprox. | | 14 Kg |

ANEXO A.08

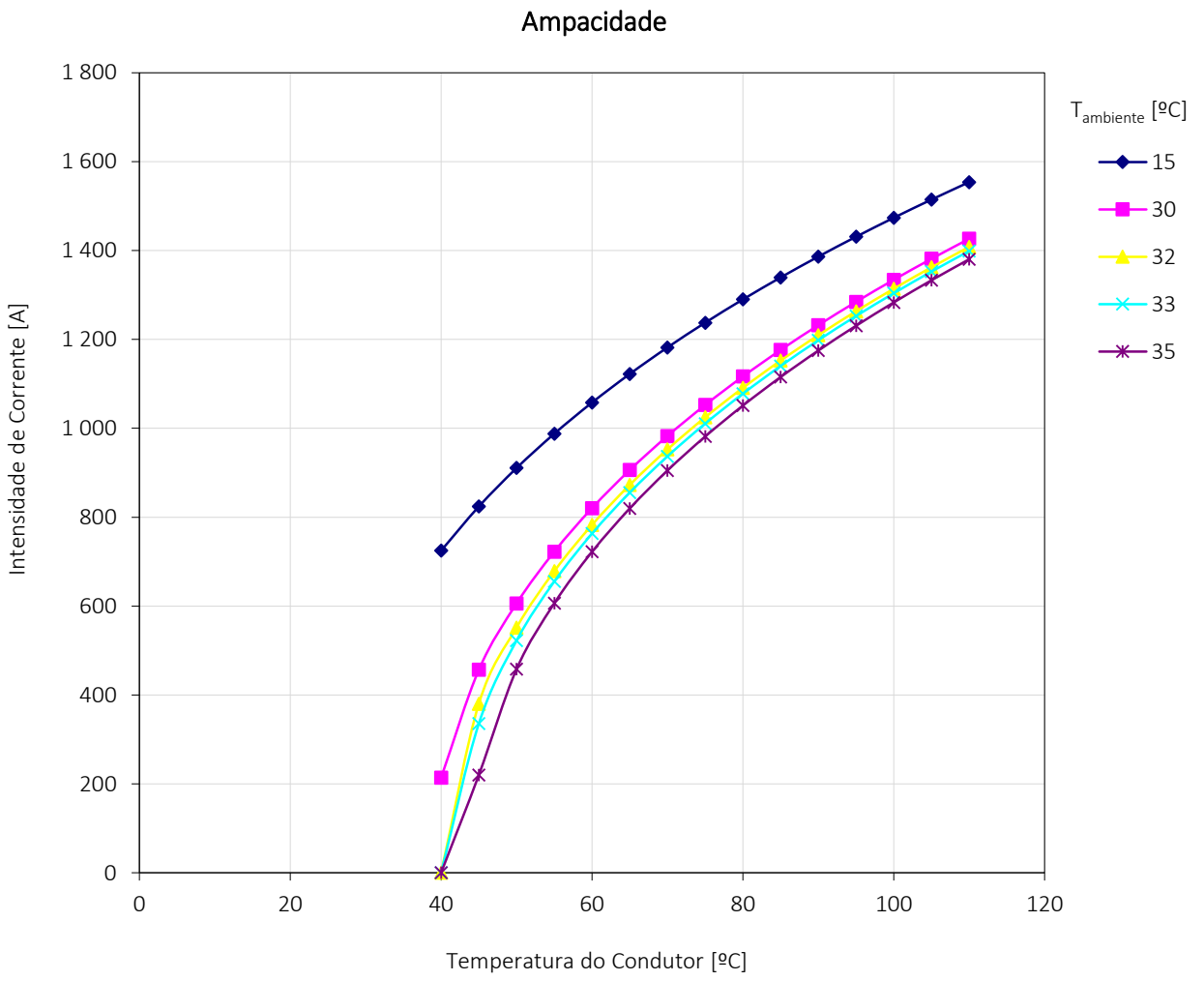
Capacidade Térmica dos Cabos
(Em Regime Permanente)

| Capacidade Térmica - Regime Permanente | |
|---|---|
| Cabo | ZAMBEZE |
| Rca-Resistência Eléctrica em C.A.[Ohm/m] | 52.17E-6 |
| K-Coef.var.da Resist. do cabo c/temp.[/ºK] | 4.03E-3 |
| D-Diâmetro do Cabo [mm] | 31.8 |
| C-Coeficiente de Absorção Solar | 0.5 |
| Rs-Radiação Solar [W/m$^2$] | 1000 |
| V-Velocidade do Vento [m/s] | 0.6 |
| e-Poder Emiss. Relação ao Corpo Negro | 0.6 |
| Constante de Steffan [W/m$^2$k$^4$] | 56.70E-9 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| U= | 400 | kV | Condutores p/fase= | 2 | |
| P[MVA]= | 1 856.0 | Ta [ºC]= | 15 | Tc [ºC]= | 85 |
| P[MVA]= | 1 597.0 | Ta [ºC]= | 32 | Tc [ºC]= | 85 |

**INTENSIDADE DE CORRENTE POR CABO [A]**

| Temperat. | Temperatura ambiente [ºC] | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Cabo [ºC] | 15 | 30 | 32 | 33 | 35 |
| 40 | 725 | 214 | --- | --- | --- |
| 45 | 824 | 457 | 380 | 336 | 220 |
| 50 | 911 | 606 | 552 | 522 | 458 |
| 55 | 988 | 722 | 678 | 655 | 606 |
| 60 | 1 058 | 820 | 783 | 763 | 722 |
| 65 | 1 122 | 906 | 873 | 855 | 820 |
| 70 | 1 182 | 983 | 952 | 937 | 905 |
| 75 | 1 238 | 1 052 | 1 025 | 1 011 | 981 |
| 80 | 1 290 | 1 117 | 1 091 | 1 078 | 1 051 |
| 85 | **1 339** | **1 176** | **1 152** | **1 140** | **1 115** |
| 90 | 1 386 | 1 232 | 1 210 | 1 198 | 1 175 |
| 95 | 1 431 | 1 284 | 1 263 | 1 253 | 1 231 |
| 100 | 1 474 | 1 334 | 1 314 | 1 304 | 1 283 |
| 105 | 1 515 | 1 381 | 1 362 | 1 353 | 1 333 |
| 110 | 1 554 | 1 426 | 1 408 | 1 399 | 1 380 |



ANEXO A.09

Campo Elétrico

EMISSÃO DE RADIAÇÃO ELETROMAGNÉTICA

Cálculo do Campo Elétrico de Linhas MAT - Perfil do Campo Eléctrico kV/m à Tensão Nominal

**DADOS**

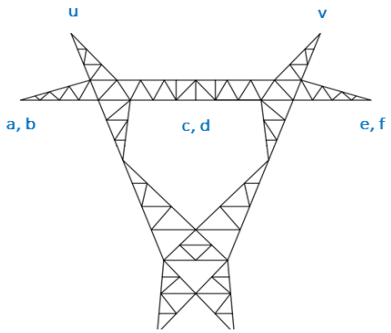
| | |
|---|---|
| Apoios | QT |
| Cond. Geminados | SIM |
| Nº.de ternos | 1 |

| | |
|---|---|
| C.Condutor | ZAMBEZE |
| Diâmetro CC [mm] | 31.80 |

| | |
|---|---|
| C. Guarda | OPGW |
| Diâmetro CG [mm] | 15.80 |

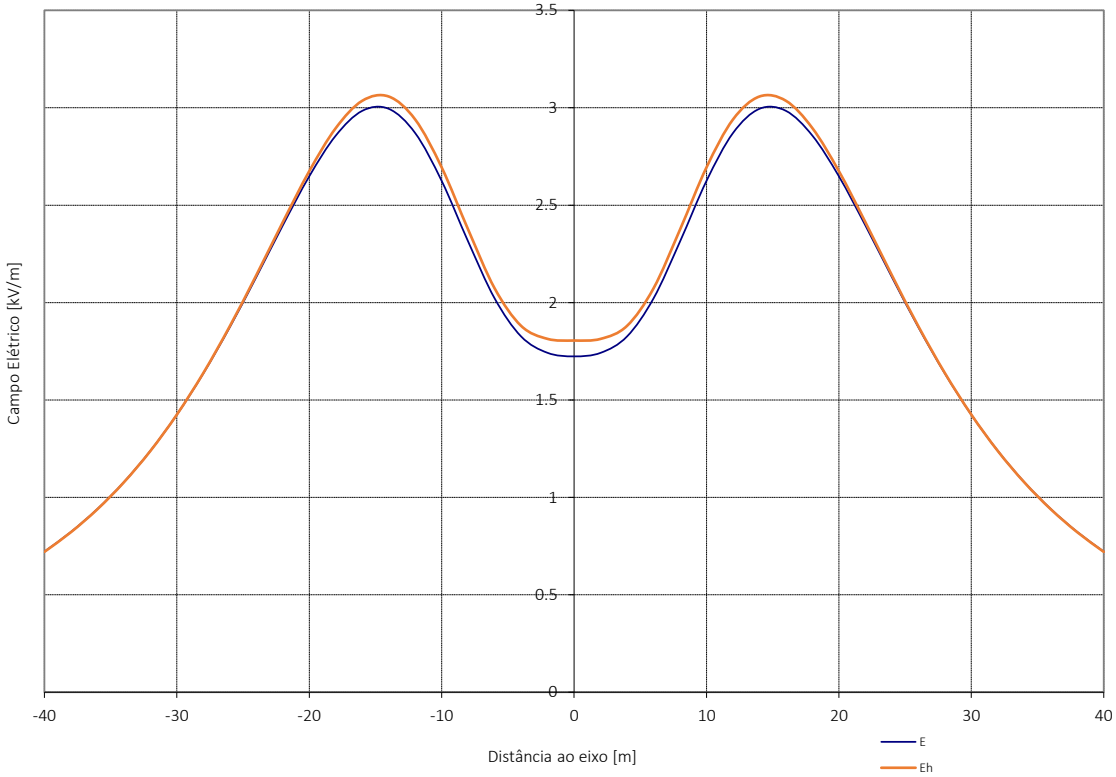
| | |
|---|---|
| Uc [kV] | 400.00 |
| Us [kV] | 230.94 |

| Geometria dos Cabos [m] | | | |
|---|---|---|---|
| Cond. | Fase | X | Y |
| a | 0 | -12.25 | 16.51 |
| b | 0 | -11.85 | 16.51 |
| c | 4 | -0.20 | 16.51 |
| d | 4 | 0.20 | 16.51 |
| e | 8 | 11.85 | 16.51 |
| f | 8 | 12.25 | 16.51 |
| u | -1 | -8.57 | 21.51 |
| v | -1 | 8.57 | 21.51 |




| xN | E | Eh |
|---|---|---|
| -40 | 0.72 | 0.72 |
| -38 | 0.82 | 0.82 |
| -36 | 0.94 | 0.94 |
| -34 | 1.08 | 1.08 |
| -32 | 1.24 | 1.24 |
| -30 | 1.42 | 1.42 |
| -28 | 1.64 | 1.64 |
| -26 | 1.87 | 1.88 |
| -24 | 2.13 | 2.14 |
| -22 | 2.40 | 2.41 |
| -20 | 2.65 | 2.67 |
| -18 | 2.86 | 2.90 |
| -16 | 2.98 | 3.04 |
| -14 | 2.99 | 3.06 |
| -12 | 2.87 | 2.94 |
| -10 | 2.62 | 2.69 |
| -8 | 2.31 | 2.37 |
| -6 | 2.02 | 2.07 |
| -4 | 1.83 | 1.88 |
| -2 | 1.74 | 1.81 |
| **0** | **1.72** | **1.81** |
| 2 | 1.74 | 1.81 |
| 4 | 1.83 | 1.88 |
| 6 | 2.02 | 2.07 |
| 8 | 2.31 | 2.37 |
| 10 | 2.62 | 2.69 |
| 12 | 2.87 | 2.94 |
| 14 | 2.99 | 3.06 |
| 16 | 2.98 | 3.04 |
| 18 | 2.86 | 2.90 |
| 20 | 2.65 | 2.67 |
| 22 | 2.40 | 2.41 |
| 24 | 2.13 | 2.14 |
| 26 | 1.87 | 1.88 |
| 28 | 1.64 | 1.64 |
| 30 | 1.42 | 1.42 |
| 32 | 1.24 | 1.24 |
| 34 | 1.08 | 1.08 |
| 36 | 0.94 | 0.94 |
| 38 | 0.82 | 0.82 |
| 40 | 0.72 | 0.72 |

**Perfil Transversal do Campo Elétrico**




| Cond. | a | b | c | d | e | f | u | v |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Emáx. [kV/cm] | 14.13 | 14.34 | 14.89 | 14.89 | 14.34 | 14.13 | 7.01 | 7.01 |

EMISSÃO DE RADIAÇÃO ELETROMAGNÉTICA

Cálculo do Campo Elétrico de Linhas MAT - Perfil do Campo Eléctrico kV/m à Tensão Máxima

**DADOS**

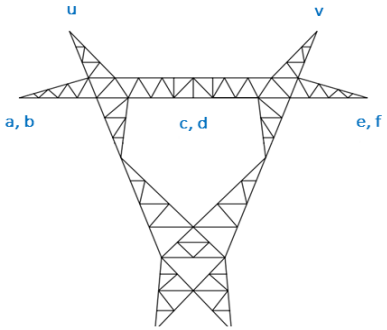
| | |
|---|---|
| Apoios | QT |
| Cond. Geminados | SIM |
| Nº.de ternos | 1 |

| | |
|---|---|
| C.Condutor | ZAMBEZE |
| Diâmetro CC [mm] | 31.80 |

| | |
|---|---|
| C. Guarda | OPGW |
| Diâmetro CG [mm] | 15.80 |

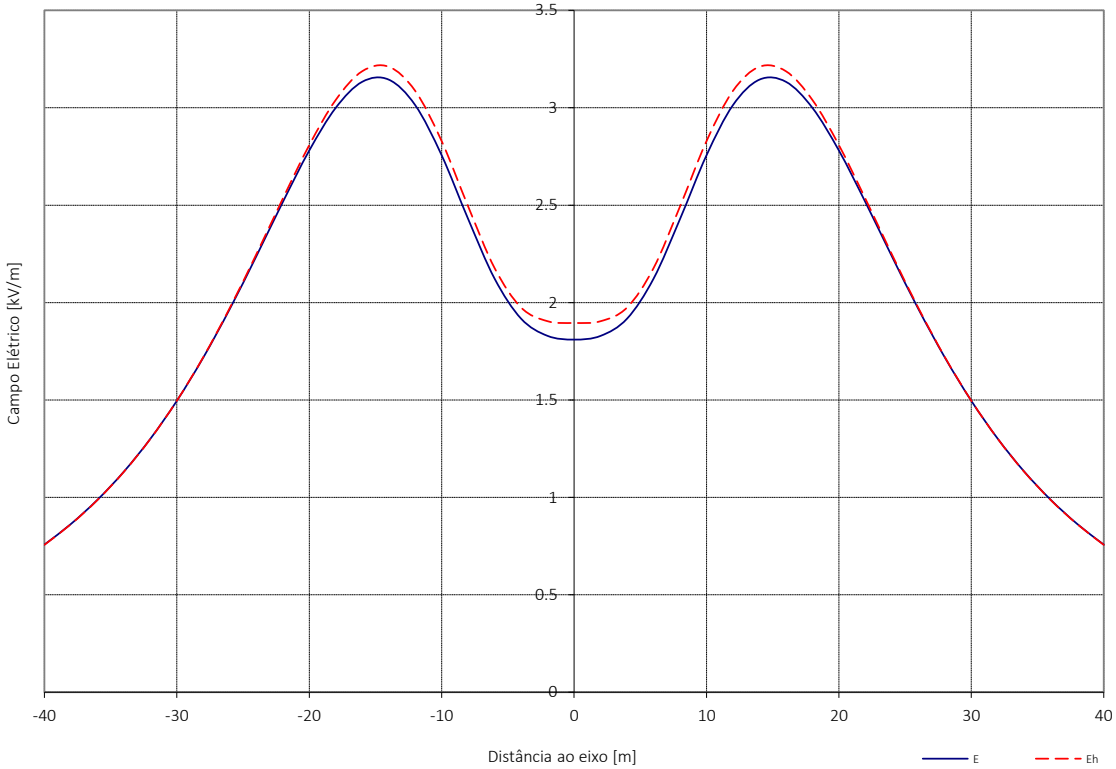
| | |
|---|---|
| Uc [kV] | 420.00 |
| Us [kV] | 242.49 |

| Geometria dos Cabos [m] | | | |
|---|---|---|---|
| Cond. | Fase | X | Y |
| a | 0 | -12.25 | 16.51 |
| b | 0 | -11.85 | 16.51 |
| c | 4 | -0.20 | 16.51 |
| d | 4 | 0.20 | 16.51 |
| e | 8 | 11.85 | 16.51 |
| f | 8 | 12.25 | 16.51 |
| u | -1 | -8.57 | 21.51 |
| v | -1 | 8.57 | 21.51 |




| xN | E | Eh |
|---|---|---|
| -40 | 0.76 | 0.76 |
| -38 | 0.86 | 0.86 |
| -36 | 0.99 | 0.99 |
| -34 | 1.13 | 1.13 |
| -32 | 1.30 | 1.30 |
| -30 | 1.50 | 1.50 |
| -28 | 1.72 | 1.72 |
| -26 | 1.97 | 1.97 |
| -24 | 2.24 | 2.25 |
| -22 | 2.52 | 2.53 |
| -20 | 2.78 | 2.81 |
| -18 | 3.00 | 3.04 |
| -16 | 3.13 | 3.19 |
| -14 | 3.14 | 3.21 |
| -12 | 3.01 | 3.09 |
| -10 | 2.76 | 2.83 |
| -8 | 2.43 | 2.49 |
| -6 | 2.12 | 2.18 |
| -4 | 1.92 | 1.97 |
| -2 | 1.83 | 1.90 |
| **0** | **1.81** | **1.90** |
| 2 | 1.83 | 1.90 |
| 4 | 1.92 | 1.97 |
| 6 | 2.12 | 2.18 |
| 8 | 2.43 | 2.49 |
| 10 | 2.76 | 2.83 |
| 12 | 3.01 | 3.09 |
| 14 | 3.14 | 3.21 |
| 16 | 3.13 | 3.19 |
| 18 | 3.00 | 3.04 |
| 20 | 2.78 | 2.81 |
| 22 | 2.52 | 2.53 |
| 24 | 2.24 | 2.25 |
| 26 | 1.97 | 1.97 |
| 28 | 1.72 | 1.72 |
| 30 | 1.50 | 1.50 |
| 32 | 1.30 | 1.30 |
| 34 | 1.13 | 1.13 |
| 36 | 0.99 | 0.99 |
| 38 | 0.86 | 0.86 |
| 40 | 0.76 | 0.76 |

**Perfil Transversal do Campo Elétrico**




| Cond. | a | b | c | d | e | f | u | v |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Emáx. [kV/cm] | 14.84 | 15.06 | 15.63 | 15.63 | 15.06 | 14.84 | 7.36 | 7.36 |

ANEXO A.10

Indução Magnética

Projeto

Cálculo do Campo Magnético a uma distância h do solo
Perfil Transversal do Campo Magnético µT

**CABO DE GUARDA LIGADO À TERRA**

**DADOS**

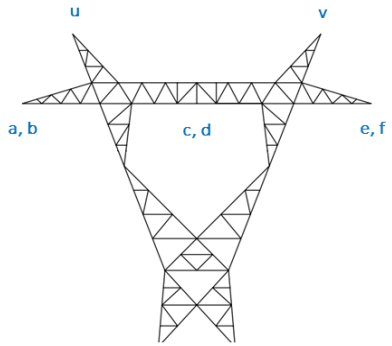
| | |
|---|---|
| Apoios | QT |
| Cond. Geminados | SIM |
| Nº.de ternos | 1 |

| | |
|---|---|
| C.Condutor | ZAMBEZE |
| Diâmetro CC [mm] | 31.80 |

| | |
|---|---|
| C. Guarda | OPGW |
| Diâmetro CG [mm] | 15.80 |

| | |
|---|---|
| $U_c$ [kV] | 400 |
| I [A] | 1339 |

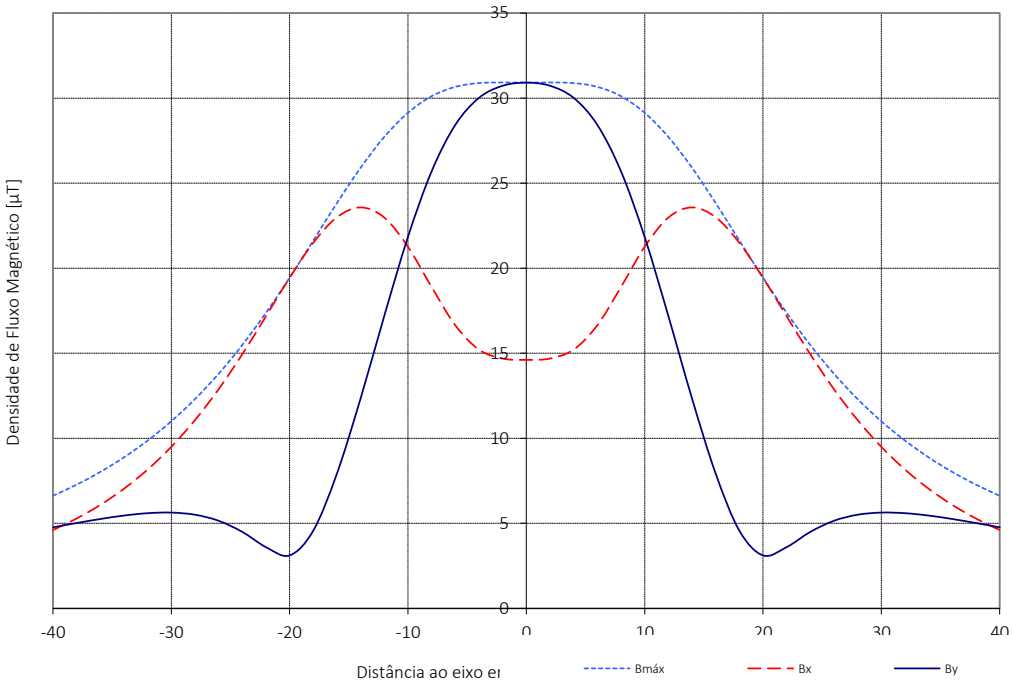
| Geometria dos Cabos [m] | | | |
|---|---|---|---|
| Cond. | Fase | X | Y |
| a | 0 | -12.25 | 16.51 |
| b | 0 | -11.85 | 16.51 |
| c | 4 | -0.20 | 16.51 |
| d | 4 | 0.20 | 16.51 |
| e | 8 | 11.85 | 16.51 |
| f | 8 | 12.25 | 16.51 |
| u | -1 | -8.57 | 21.51 |
| v | -1 | 8.57 | 21.51 |




| | h= 1.8 [m] | | |
|---|---|---|---|
| xN | Bmáx | Bx | By |
| -40 | 6.62 | 4.61 | 4.77 |
| -38 | 7.27 | 5.28 | 5.02 |
| -36 | 8.02 | 6.08 | 5.26 |
| -34 | 8.88 | 7.04 | 5.46 |
| -32 | 9.87 | 8.16 | 5.60 |
| -30 | 11.00 | 9.50 | 5.63 |
| -28 | 12.30 | 11.07 | 5.51 |
| -26 | 13.80 | 12.89 | 5.15 |
| -24 | 15.49 | 14.94 | 4.50 |
| -22 | 17.38 | 17.17 | 3.60 |
| -20 | 19.45 | 19.44 | 3.12 |
| -18 | 21.63 | 21.50 | 4.58 |
| -16 | 23.83 | 23.00 | 7.93 |
| -14 | 25.91 | 23.57 | 12.35 |
| -12 | 27.72 | 22.98 | 17.20 |
| -10 | 29.14 | 21.26 | 21.84 |
| -8 | 30.11 | 18.89 | 25.70 |
| -6 | 30.66 | 16.65 | 28.43 |
| -4 | 30.88 | 15.21 | 30.02 |
| -2 | 30.92 | 14.69 | 30.73 |
| **0** | **30.91** | **14.61** | **30.91** |
| 2 | 30.92 | 14.69 | 30.73 |
| 4 | 30.88 | 15.21 | 30.02 |
| 6 | 30.66 | 16.65 | 28.43 |
| 8 | 30.11 | 18.89 | 25.70 |
| 10 | 29.14 | 21.26 | 21.84 |
| 12 | 27.72 | 22.98 | 17.20 |
| 14 | 25.91 | 23.57 | 12.35 |
| 16 | 23.83 | 23.00 | 7.93 |
| 18 | 21.63 | 21.50 | 4.58 |
| 20 | 19.45 | 19.44 | 3.12 |
| 22 | 17.38 | 17.17 | 3.60 |
| 24 | 15.49 | 14.94 | 4.50 |
| 26 | 13.80 | 12.89 | 5.15 |
| 28 | 12.30 | 11.07 | 5.51 |
| 30 | 11.00 | 9.50 | 5.63 |
| 32 | 9.87 | 8.16 | 5.60 |
| 34 | 8.88 | 7.04 | 5.46 |
| 36 | 8.02 | 6.08 | 5.26 |
| 38 | 7.27 | 5.28 | 5.02 |
| 40 | 6.62 | 4.61 | 4.77 |

Distância ao solo **h= 1.8 [m]**

**Perfil Transversal da Densidade de Fluxo Magnético B**



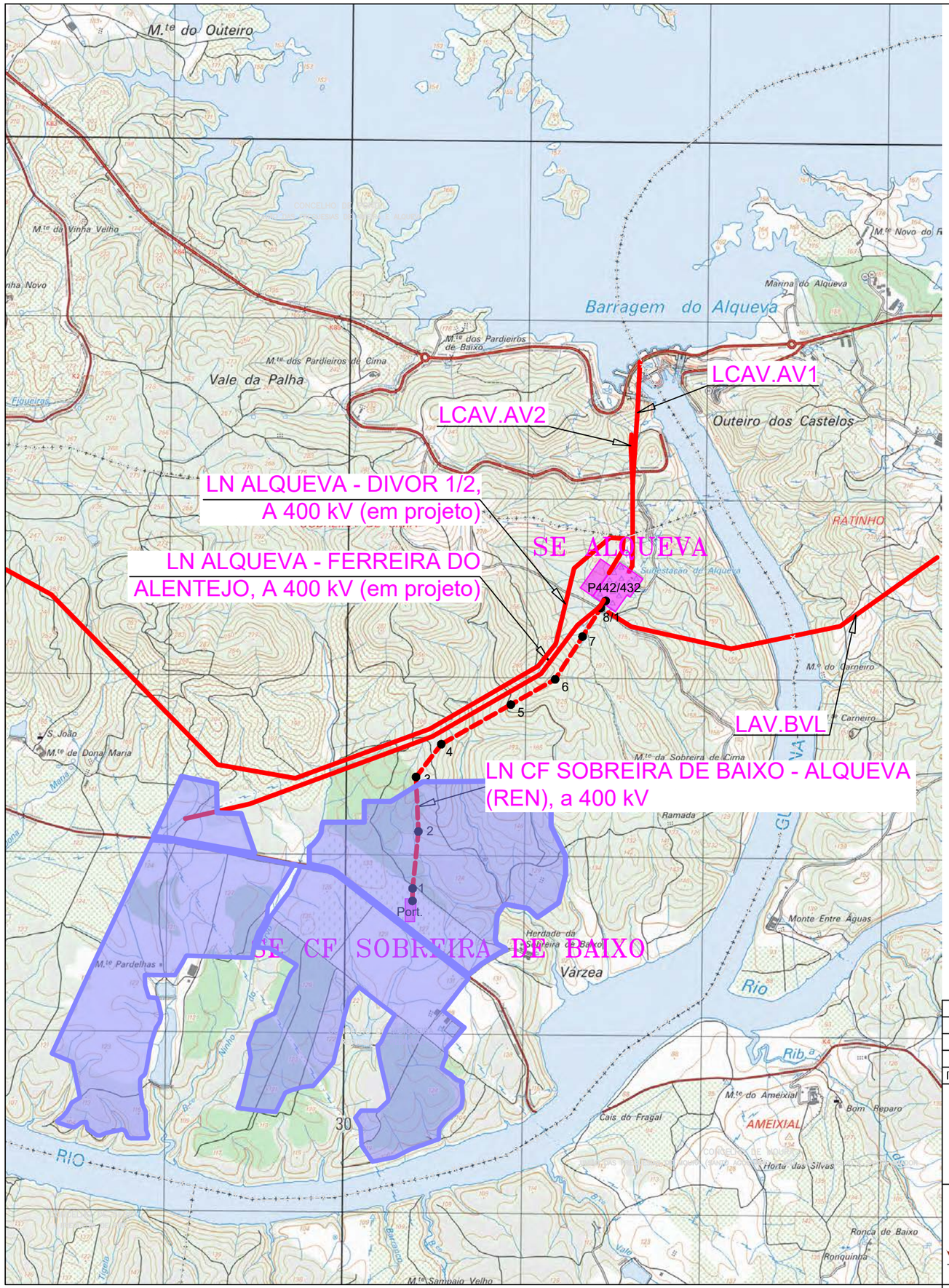
VALUE ELEMENT ENGINEERING

SOLUTIONS

# PEÇAS DESENHADAS

## Linha CF Sobreira de Baixo – Alqueva (REN), a 400 kV

edp Renewables




SISTEMA DE REFERÊNCIA – PT-TM06/ETRS89
DATUM ALTIMÉTRICO – CASCAIS

## LINHAS DE 400kV

LAV.FA – Linha ALQUEVA – FERREIRA DO ALENTEJO (em projeto)

LAV.DV1/2 – Linha ALQUEVA – DIVOR 1/2 (em projeto)

LAV.BVL – Linha ALQUEVA – BROVALES

LCAV.AV1 – Linha CENTRAL ALQUEVA – ALQUEVA 1

LCAV.AV2 – Linha CENTRAL ALQUEVA – ALQUEVA 2

LEGENDA:

TENSÕES
- 400 kV
- 220 kV
- 150 kV

TRAÇADO DAS LINHAS:

Linha CF Sobreira de Baixo – Alqueva (REN), a 400 kV

CF Sobreira de Baixo

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| D | Ajuste das áreas do parque fotovoltaico | 16/07/2025 | N.Marques | D.Silva | PROJ. | 25/09/2023 | J.Martins |
| C | Compatibilização com linha em projeto da REN | 09/08/2024 | J.Martins | M.Pereira | LEV. TOP. | . | . |
| B | Ajuste buffer área de proteção avifauna | 19/06/2024 | J.Martins | M.Pereira | DES. | 25/09/2023 | F.Brito |
| A | Acerto nº de pórtico SE Alqueva | 13/02/2024 | J.Martins | M.Pereira | VERIF. | 25/09/2023 | M.Pereira |
| ÍNDICE | DESCRIÇÃO | DATA | ALTERADO | APROVADO | | DATA | RUBRICA |

edp Renewables

VALUE ELEMENT ENGINEERING SOLUTIONS

FORMATO A3

OUTPUT 1x1

ESCALA 1:25000

LINHA A 400kV

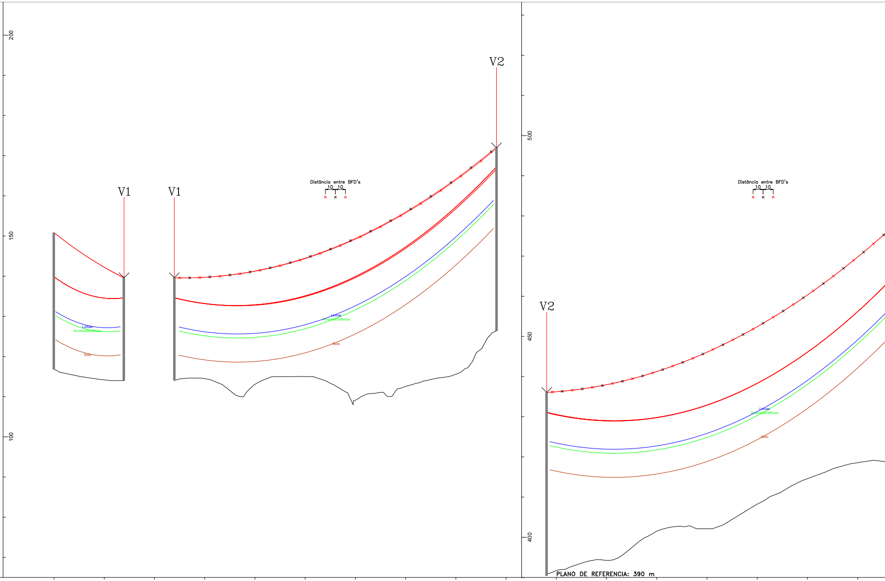
# LN CF SOBREIRA DE BAIXO - ALQUEVA (REN), a 400 kV

## PLANTA DE LOCALIZAÇÃO

Freguesias: Pedrógão

Concelhos: Vidigueira

| SUBSTITUI | CÓDIGOS DE OBRA | | Nº DESENHO | | ÍNDICE |
|---|---|---|---|---|---|
| | . | . | 1 | P22.018.01.04-PP-001-01 | D |

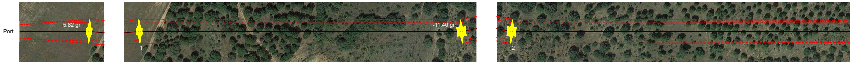

V1
V1
V2
V2
Distância entre BFD's
10 10
Linhas
Árvores/Edifícios
Solo
200
150
100
500
450
400

PLANO DE REFERENCIA: 75 m

PLANO DE REFERENCIA: 390 m

	0		100 100	200	300	400 400	500	600	700

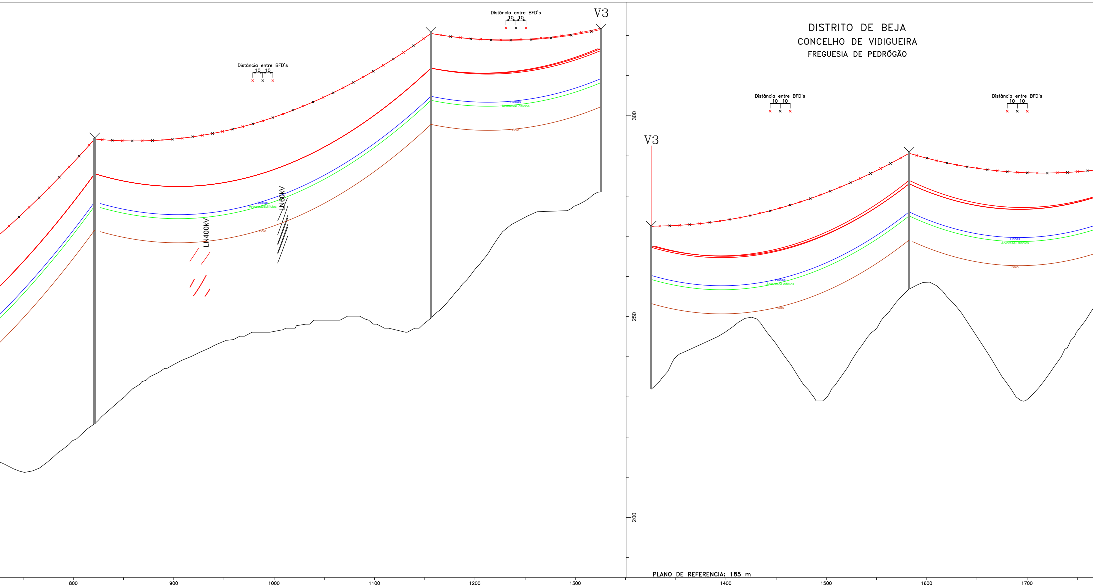
	M=54459.39 P=-166125.73		M=54460.06 P=-166056.00		M=54492.37 P=-165736.90	
Distância da Estação à Origem (m)	0.00		69.73		390.46	
Cota do Terreno no Apoio (m)	126.85		124.00		136.35	
Número do apoio	Port.		1		2	
Tipo de Apoio	Pórtico S. de Baixo		QT1		QT5	
Tipo de Equipamento	4D4H2M150P5		4D4H2M150N5		4D4H2M150N5	
Alturas Útil/Total do Apoio (m)	23.00/34.00		20.60/25.60		40.60/45.60	
Vãos Horizontais (m)		69.73		320.73		430.83
Distância do Apoio à Origem (m)	0.00		69.73		390.46	


Port.
5.82 gr
1
-11.40 gr
2

SISTEMA DE REFERÊNCIA – PT-TM06/ETRS89
DATUM ALTIMÉTRICO – CASCAIS

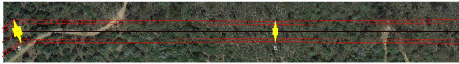
P22.018.01.03.PP-002.dwg

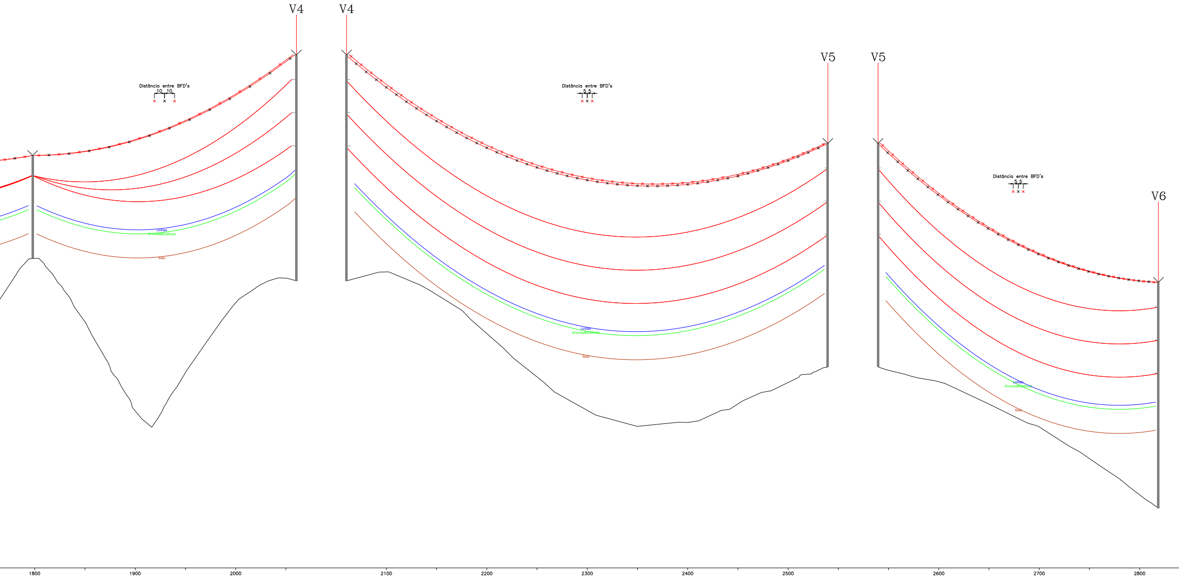
DISTRITO DE BEJA
CONCELHO DE VIDIGUEIRA
FREGUESIA DE PEDRÓGÃO


Distância entre BFD's
10 10
V3
Distância entre BFD's
10 10
Linhas
Árvores&Edifícios
Solo
LN400kV
LN60kV
Linhas
Árvores&Edifícios
Solo
V3
Distância entre BFD's
10 10
Distância entre BFD's
10 10
Linhas
Árvores&Edifícios
Solo
Linhas
Árvores&Edifícios
Solo
300
250
200
PLANO DE REFERENCIA: 185 m
800
900
1000
1100
1200
1300
1400
1500
1600
1700

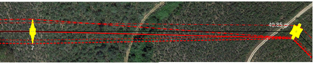
M=54458.75 P=-165307.39		M=54432.62 P=-164973.50		M=54419.41 P=-164804.67		M=54554.03 P=-164585.88	
821.29		1156.20		1325.55		1582.43	
174.23		200.52		231.93		256.87	
3		4		5		6	
QRS10		QRS10		QT4		QS3	
4D4K2M150L5/4D4V2M150R5		4D4K2M150L5/4D4V2M150R5		4D4H2M150N5		4D4K2M150L5/4D4V2M150Q5	
62.22/71.15		62.22/71.15		35.60/40.60		26.20/34.08	
	334.91		169.34		256.89		215.40
821.29		1156.20		1325.55		1582.43	

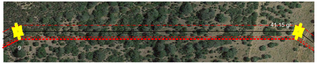
3
4
40.09 gr
L.A.T.

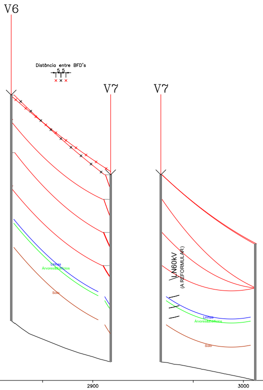



V4
V4
V5
V5
V6
Distância entre BFD's
10 10
Distância entre BFD's
5 5
Distância entre BFD's
5 5
Linhas
Árvores&Edifícios
Solo
Linhas
Árvores&Edifícios
Solo
Linhas
Árvores&Edifícios
Solo
1800
1900
2000
2100
2200
2300
2400
2500
2600
2700
2800

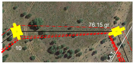
M=54666.91 P=-164402.43		M=54804.53 P=-164178.78		M=55270.32 P=-164066.67		M=55542.42 P=-164129.13
1797.83		2060.43		2539.53		2818.70
262.00		256.42		235.00		199.88
7		8		9		10
QT1		ELT4		DLT4		ELT4
4D4H2M150N5		4D4H2M150N5		4D4H2M150N5		4D4H2M150N5
20.60/25.60		33.57/56.17		33.00/55.60		33.57/56.17
	262.60		479.10		279.17	
1797.83		2060.43		2539.53		2818.70






V6
Distância entre BFD's
5 5
V7
V7
Linhas
Árvores&Edifícios
Solo
LN60kV
(A REFORMULAR)
Linhas
Árvores&Edifícios
Solo
2900
3000

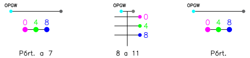
M=55606.16 P=-164205.00	M=55561.19 P=-164287.81
2917.79	3012.02
189.59	185.01
11	Port.
DLT1	Pórtico 472
4D4H2M150N5	4D4H2M150P5
24.00/46.60	23.00/34.00
99.09	94.22
2917.79	3012.02


76.15 gr
10
L.A.T.

L.A.T. (A REFORMULAR)
11
Port.

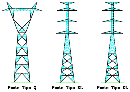
CONDUTORES: 2 x ACSR 595 (ZAMBEZE)
CABOS DE GUARDA: ACSR 153 (DORKING) + OPGW
DISPOSIÇÃO DAS FASES :

Vista da CF Sobreira de Baixo


OPGW
0 4 8
Pórt. a 7
OPGW
0
4
8
8 a 11
OPGW
0 4 8
Pórt.

APOIOS: N°1 a N°11
VÉRTICES: Apoios N°1, N°2, N°5, N°8, N°9, N°10 e N°11
DISTRITO: BEJA
CONCELHOS: VIDIGUEIRA
FREGUESIAS: PEDRÓGÃO

→ Anti poiso
→ Sinalização para Aves


Poste Tipo Q
Poste Tipo EL
Poste Tipo DL

ÍNDICE	DESCRIÇÃO	DATA	ALTERADO	APROVADO		DATA	RUBRICA
					PROJ.	05/05/2023	J.Martins
					LEV. TOP.	.	.
					DES.	05/05/2023	F.Brito
					VERIF.	05/05/2023	M.Pereira

edp Renewables

FORMATO
420x2060

OUTPUT
1x2

ESCALA
V=1/500
H=1/2000

VALUE ELEMENT ENGINEERING SOLUTIONS

LINHA A 400kV

LN CF SOBREIRA DE BAIXO - ALQUEVA (REN), a 400 kV

PERFIL E PLANTA PARCELAR

Freguesias: Pedrógão e União das Freguesias de Amieira e Alqueva
Concelhos: Vidigueira e Portel

SUBSTITUI	CÓDIGOS DE OBRA		Nº DESENHO		ÍNDICE
	.	.	1	P22.018.01.03.PP-002	.

1 | 2

DISTRITO DE BEJA
CONCELHO DE VIDIGUEIRA
FREGUESIA DE PEDROGÃO

P1
P2
P3
P4
Port.

SE CF SOBREIRA DE BAIXO

LEGENDA:

- Linha CF Sobreira de Baixo - Alqueva (REN), a 400 kV
- Faixa de 45m
- Corredor de 400m
- Vedação parque
- Painéis Fotovoltaicos

SISTEMA DE REFERÊNCIA - ETRS89 - PT-TM06
DATUM ALTIMÉTRICO - CASCAIS

Poste Tipo Q

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| D | Ajuste da área do parque fotovoltaico | 16/07/2025 | N.Marques | D.Silva | PROJ. | 25/09/2023 | J.Martins |
| C | Compatibilização com linha em projeto do REN | 09/08/2024 | J.Martins | M.Pereira | LEV. TOP. | - | - |
| B | Ajuste buffer área de proteção avifauna | 19/06/2024 | J.Martins | M.Pereira | DES. | 25/09/2023 | F.Brito |
| A | Acerto nº de pórtico SE Alqueva | 13/02/2024 | J.Martins | M.Pereira | VERIF. | 25/09/2023 | M.Pereira |
| INDICE | DESCRIÇÃO | DATA | ALTERADO | APROVADO | | DATA | RUBRICA |

edp Renewables

FORMATO A1

OUTPUT 1x1

ESCALA 1/2000

VALUE ELEMENT ENGINEERING SOLUTIONS

# LINHA A 400kV

## LN CF SOBREIRA DE BAIXO - ALQUEVA (REN), a 400 kV

PLANTA ORTOFOTOMAPA

Freguesias: Pedrógão — Concelhos: Vidigueira

| SUBSTITUI | CÓDIGOS DE OBRA | | Nº DESENHO | ÍNDICE |
|---|---|---|---|---|
| | . | . | 1 P22.018.01.04-PP-003-01 | D |

1 | 2

DISTRITO DE BEJA
CONCELHO DE VIDIGUEIRA
FREGUESIA DE PEDROGÃO

DISTRITO DE ÉVORA
CONCELHO DE PORTEL
UNIÃO DAS FREGUESIAS DE AMEIRA E ALQUEVA

SE ALQUEVA

P5
P6
P7
P8/1
P8/2
P8/3
P8/4
P9

M=55400 P=165200

LEGENDA:

- Linha CF Sobreira de Baixo - Alqueva (REN), a 400 kV
- Faixa de 45m
- Corredor de 400m
- Vedação parque
- Painéis Fotovoltaicos

Poste Tipo Q | Poste Tipo DL

SISTEMA DE REFERÊNCIA - ETRS89 - PT-TM06
DATUM ALTIMÉTRICO - CAOP

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| D | Ajuste da área do parque fotovoltaico | 16/07/2025 | N.Marques | D.Silva | PROJ. | 25/09/2023 | J.Martins |
| C | Compatibilização com linha em projeto da REN | 09/08/2024 | J.Martins | M.Pereira | LEV. TOP. | - | - |
| B | Ajuste buffer área de proteção avifauna | 19/06/2024 | J.Martins | M.Pereira | DES. | 25/09/2023 | F.Brito |
| A | Acerto nº de pórtico SE Alqueva | 13/02/2024 | J.Martins | M.Pereira | VERIF. | 25/09/2023 | M.Pereira |
| INDICE | DESCRIÇÃO | DATA | ALTERADO | APROVADO | | DATA | RUBRICA |

edp Renewables

FORMATO A1

OUTPUT 1x1

ESCALA 1/2000

VALUE ELEMENT ENGINEERING

# LINHA A 400kV

## LN CF SOBREIRA DE BAIXO - ALQUEVA (REN), a 400 kV

PLANTA ORTOFOTOMAPA

Freguesias: Pedrógão — Concelhos: Vidigueira

| SUBSTITUI | CÓDIGOS DE OBRA | | Nº DESENHO | INDICE |
|---|---|---|---|---|
| | . | . | 1 P22.018.01.04-PP-003-02 | D |

1 | 2

DISTRITO DE BEJA
CONCELHO DE VIDIGUEIRA
FREGUESIA DE PEDROGÃO

P1
P2
P3
P4
Port.

SE CF SOBREIRA DE BAIXO

LEGENDA:

- Linha CF Sobreira de Baixo - Alqueva (REN), a 400 kV
- Faixa de 45m
- Corredor de 400m
- Vedação parque
- Painéis Fotovoltaicos
- Albufeiras e charcas
- Linhas de água principais
- Ocorrências patrimoniais
- Linha elétrica a 30 kV
- Linha elétrica a 60 kV
- Linha elétrica a 400 kV
- Linha elétrica a 400 kV a reformular
- Linha elétrica a 400 kV em projeto
- Faixa de proteção 30 kV (15m)
- Faixa de proteção 60 kV (25m)
- Faixa de proteção 400 kV (45m)
- Rede viária
- REN Corredor linha 400 kV (necessário parecer REN)
- Limite POAAP
- Floresta de sobreiros e azinheiras (minimizar abate de sobreiros e azinheiras, evitar abertura de faixa)
- Área de proteção ao ninho de Águia-de-bonelli
- Núcleos de sobreiros e azinheiras (interdito abate de sobreiros e azinheiras)

Poste Tipo Q

SISTEMA DE REFERÊNCIA - ETRS89 - PT-TM06
DATUM ALTIMÉTRICO - CASCAIS

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| D | Ajuste da área do parque fotovoltaico | 16/07/2025 | N.Marques | D.Silva | PROJ. | 25/09/2023 | J.Martins |
| C | Compatibilização com linha em projeto do REN | 09/08/2024 | J.Martins | M.Pereira | LEV. TOP. | - | - |
| B | Ajuste buffer área de proteção avifauna | 19/06/2024 | J.Martins | M.Pereira | DES. | 25/09/2023 | F.Brito |
| A | Acerto nº de pórtico SE Alqueva | 13/02/2024 | J.Martins | M.Pereira | VERIF. | 25/09/2023 | M.Pereira |
| INDICE | DESCRIÇÃO | DATA | ALTERADO | APROVADO | | DATA | RUBRICA |

edp Renewables

FORMATO A1

OUTPUT 1x1

ESCALA 1/2000

LINHA A 400kV

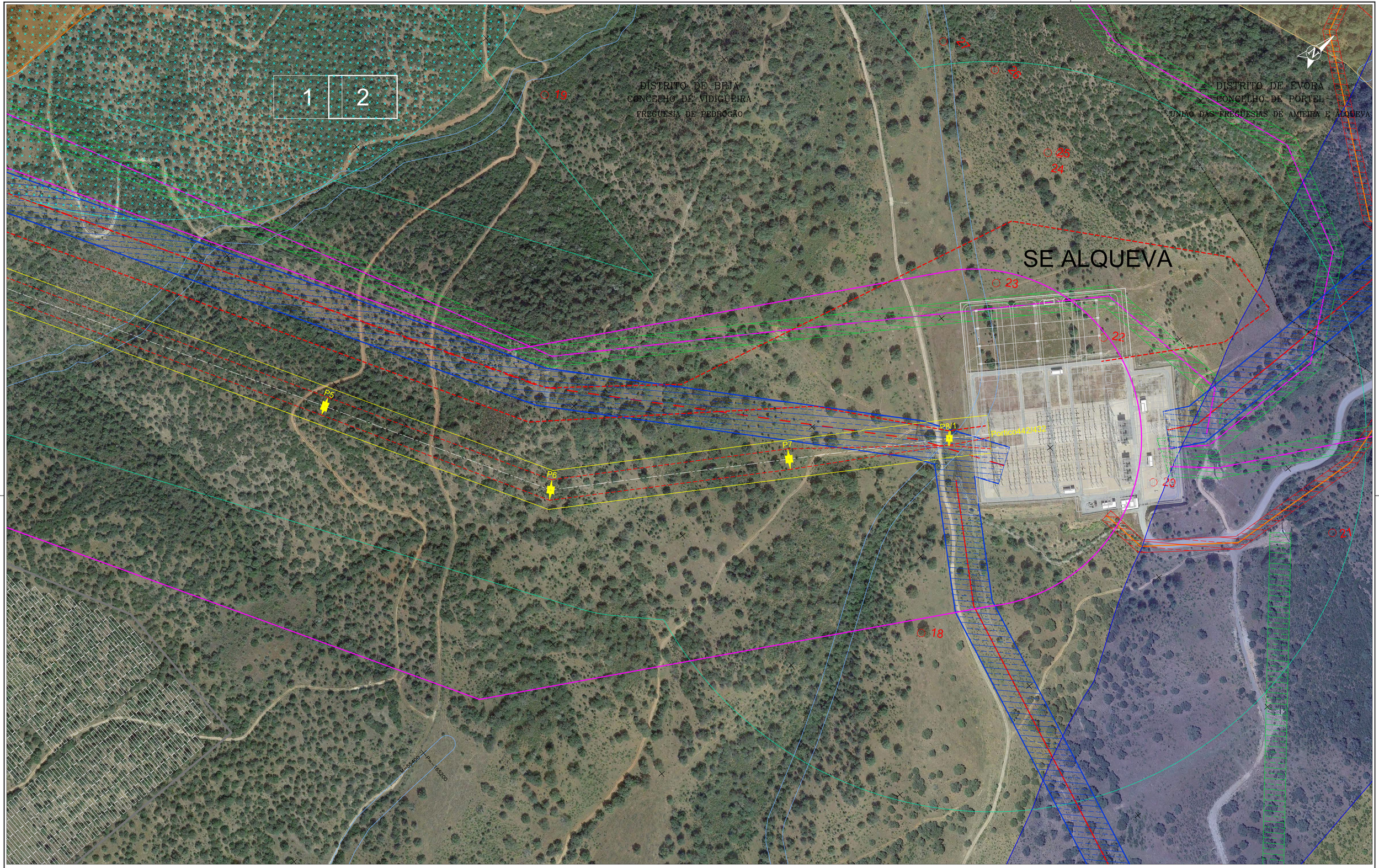
LN CF SOBREIRA DE BAIXO - ALQUEVA (REN), a 400 kV

PLANTA CONDICIONANTES

Freguesias: Pedrógão — Concelhos: Vidigueira

VALUE ELEMENT ENGINEERING SOLUTIONS

| SUBSTITUI | CÓDIGOS DE OBRA | | Nº DESENHO | ÍNDICE |
|---|---|---|---|---|
| | . | . | 1 P22.018.01.04-PP-004-01 | D |




LEGENDA:

- Linha CF Sobreira de Baixo - Alqueva (REN), a 400 kV
- Faixa de 45m
- Corredor de 400m
- Vedação parque
- Painéis Fotovoltaicos
- Albufeiras e charcas
- Linhas de água principais
- Ocorrências patrimoniais
- Linha elétrica a 30 kV
- Linha elétrica a 60 kV
- Linha elétrica a 400 kV
- Linha elétrica a 400 kV a reformular
- Linha elétrica a 400 kV em projeto
- Faixa de proteção 30 kV (15m)
- Faixa de proteção 60 kV (25m)
- Faixa de proteção 400 kV (45m)
- Rede viária
- REN Corredor linha 400 kV (necessário parecer REN)
- Limite POAAP
- Floresta de sobreiros e azinheiras (minimizar abate de sobreiros e azinheiras, evitar abertura de faixa)
- Área de proteção ao ninho de Águia-de-bonelli
- Núcleos de sobreiros e azinheiras (interdito abate de sobreiros e azinheiras)

Poste Tipo Q  Poste Tipo DL

SISTEMA DE REFERÊNCIA - ETRS89 / PT-TM06
DATUM ALTIMÉTRICO - CAOP

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| D | Ajuste da área do parque fotovoltaico | 16/07/2025 | N.Marques | D.Silva | PROJ. | 25/09/2023 | J.Martins |
| C | Compatibilização com linha em projeto da REN | 09/08/2024 | J.Martins | M.Pereira | LEV. TOP. | - | - |
| B | Ajuste buffer área de proteção avifauna | 19/06/2024 | J.Martins | M.Pereira | DES. | 25/09/2023 | F.Brito |
| A | Acerto nº de pórtico SE Alqueva | 13/02/2024 | J.Martins | M.Pereira | VERIF. | 25/09/2023 | M.Pereira |
| INDICE | DESCRIÇÃO | DATA | ALTERADO | APROVADO | | DATA | RUBRICA |

edp Renewables

FORMATO A1

OUTPUT 1x1

ESCALA 1/2000

VALUE ELEMENT ENGINEERING

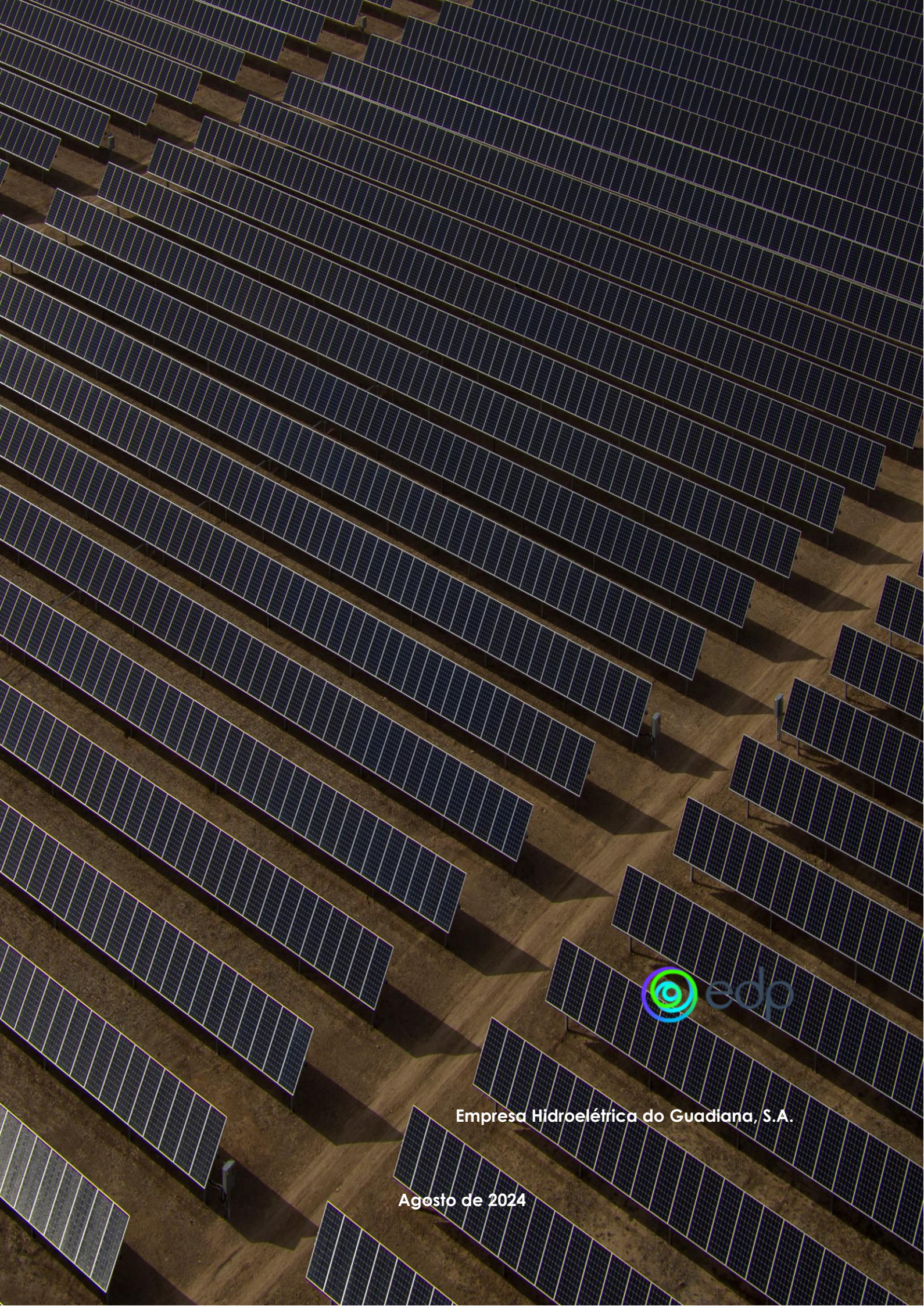
LINHA A 400kV

LN CF SOBREIRA DE BAIXO - ALQUEVA (REN), a 400 kV

PLANTA CONDICIONANTES

Freguesias: Pedrógão — Concelhos: Vidigueira

| SUBSTITUI | CÓDIGOS DE OBRA | | Nº DESENHO | INDICE |
|---|---|---|---|---|
| | . | . | 1 P22.018.01.04-PP-004-02 | D |



Empresa Hidroelétrica do Guadiana, S.A.

Agosto de 2024