



# ESTUDO PRÉVIO – Memória Descritiva e Justificativa

Linha CSF Sophia 2S – Fundação, a 400 kV





| Revisão | Data       | Descrição       | Elaborado | Verificado | Aprovado |
|---------|------------|-----------------|-----------|------------|----------|
| 0       | 07/06/2024 | Emissão inicial | RS        | JC         | MP       |
|         |            |                 |           |            |          |
|         |            |                 |           |            |          |
|         |            |                 |           |            |          |
|         |            |                 |           |            |          |
|         |            |                 |           |            |          |
|         |            |                 |           |            |          |
|         |            |                 |           |            |          |

|                 | Nome                | Assinatura | Data       |
|-----------------|---------------------|------------|------------|
| Elaborado por:  | Rui Sá              |            | 07/06/2024 |
| Verificado por: | José Carlos Martins |            | 07/06/2024 |
| Aprovado por:   | Marcelo Pereira     |            | 07/06/2024 |



## ÍNDICE GERAL

|        |                                                                       |    |
|--------|-----------------------------------------------------------------------|----|
| 1.     | CONSIDERAÇÕES GERAIS.....                                             | 1  |
| 1.1.   | OBJETO.....                                                           | 1  |
| 1.2.   | CARACTERÍSTICAS DA LINHA DA CENTRAL SOLAR FOTOVOLTAICA, 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  |
| 2.3.2. | DISTÂNCIAS DE SEGURANÇA ASSOCIADAS A CABOS.....                       | 8  |
| 2.4.   | ACESSÓRIOS DOS CABOS CONDUTORES E DE GUARDA .....                     | 9  |
| 2.5.   | AMORTECEDORES DE VIBRAÇÕES.....                                       | 9  |
| 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.....                                        | 12 |
| 2.8.   | CIRCUITO DE TERRA DOS APOIOS .....                                    | 13 |
| 2.8.1. | NORMALIZAÇÃO ADOTADA .....                                            | 13 |
| 2.8.2. | CONSTITUIÇÃO E CARACTERÍSTICAS DOS CIRCUITOS DE TERRA.....            | 14 |
| 3.     | CÁLCULOS.....                                                         | 15 |
| 3.1.   | CÁLCULOS ELÉTRICOS .....                                              | 15 |
| 3.1.1. | RESISTÊNCIA ELÉTRICA LINEAR DOS CONDUTORES .....                      | 15 |
| 3.1.2. | CAPACIDADE TÉRMICA.....                                               | 16 |
| 3.1.3. | EFEITO COROA. CAMPO ELÉTRICO CRÍTICO. PERDAS POR EFEITO COROA .....   | 18 |
| 3.1.4. | CONSTANTES ELÉTRICAS DA LINHA.....                                    | 19 |
| 4.     | DIRETRIZ DA LINHA.....                                                | 20 |
| 4.1.   | LOCALIZAÇÃO .....                                                     | 20 |
| 5.     | TRAVESSIAS DE VIAS DE COMUNICAÇÃO .....                               | 20 |
| 5.1.   | TRAVESSIAS DE ESTRADAS.....                                           | 21 |
| 5.2.   | TRAVESSIAS DE SERVIDÕES DE VIAS-FÉRREAS.....                          | 21 |
| 5.3.   | TRAVESSIAS DE CURSOS DE ÁGUA .....                                    | 21 |
| 5.4.   | SERVIDÕES AERONÁUTICAS CIVIS E MILITARES .....                        | 22 |
| 5.5.   | CRUZAMENTOS E PARALELISMOS COM LINHAS DE TELECOMUNICAÇÕES.....        | 22 |

|        |                                                                                  |    |
|--------|----------------------------------------------------------------------------------|----|
| 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 |
| 7.     | CONTACTOS ACIDENTAIS COM PEÇAS EM TENSÃO .....                                   | 25 |
| 8.     | RELAÇÃO DE OBSTÁCULOS A LIGAR À TERRA E DIMENSIONAMENTO DO CIRCUITO DE TERRA.... | 26 |
| 9.     | EFEITOS DOS CAMPOS ELETROMAGNÉTICOS .....                                        | 26 |
| 9.1.   | VALORES LIMITES .....                                                            | 26 |
| 9.2.   | CÁLCULO DO CAMPO ELÉTRICO .....                                                  | 26 |
| 9.3.   | CÁLCULO DO CAMPO MAGNÉTICO .....                                                 | 29 |
| 9.4.   | MEDIDAS IMPLEMENTADAS NO PROJETO PARA MINIMIZAÇÃO DA EXPOSIÇÃO .....             | 30 |
| 10.    | ELEMENTOS DO ESTUDO PRÉVIO .....                                                 | 32 |

## ÍNDICE DE TABELAS

|                                                                                                                                                                     |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 2.1 - Características gerais dos apoios .....                                                                                                                | 4  |
| Tabela 2.2 - Fundações características para os apoios utilizados na linha em projeto.....                                                                           | 5  |
| Tabela 2.3 - Distâncias de segurança.....                                                                                                                           | 8  |
| Tabela 2.4 - Classificação da poluição ao longo da linha .....                                                                                                      | 10 |
| Tabela 2.5 - Tipo de cadeias a aplicar .....                                                                                                                        | 11 |
| Tabela 2.6 - Distâncias sob carga de vento com exceção do vento extremo EN50341.....                                                                                | 11 |
| Tabela 2.7 - Limites especificados para a tensão de contacto e de passo.....                                                                                        | 13 |
| Tabela 2.8 - Características do tipo de circuito de terra apresentado.....                                                                                          | 15 |
| Tabela 3.1 - Correntes de defeito trifásico previstas.....                                                                                                          | 18 |
| Tabela 3.2 - 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) ..... | 18 |
| Tabela 3.3 - Campo elétrico máximo à superfície .....                                                                                                               | 19 |
| Tabela 3.4 - Grandezas diretas .....                                                                                                                                | 19 |
| Tabela 3.5 - Grandezas homopolares .....                                                                                                                            | 20 |
| Tabela 4.1 - Localização da linha, segundo a Carta Administrativa Oficial de Portugal .....                                                                         | 20 |
| Tabela 5.1 - Travessias de estradas .....                                                                                                                           | 21 |
| Tabela 5.2 - Travessias de cursos de água.....                                                                                                                      | 21 |
| Tabela 5.3 - Cruzamentos com Outras Linhas Elétricas Aéreas .....                                                                                                   | 23 |
| Tabela 5.4 - Cruzamentos com gasodutos.....                                                                                                                         | 23 |
| Tabela 9.1 - Limites de exposição a campos elétricos e magnéticos a 50 Hz .....                                                                                     | 26 |
| Tabela 9.2 - Valores calculados do campo elétrico.....                                                                                                              | 28 |
| Tabela 9.3 - Valores calculados do campo magnético .....                                                                                                            | 30 |



## 1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

### 1.1. OBJETO

A presente memória descritiva refere-se ao estudo prévio da 2ª linha elétrica a 400 kV presente no corredor sul, que fará a ligação entre a Central Solar Fotovoltaica de Sophia (CSF Sophia) e a Subestação do Fundão (REN) (SE Fundão), para permitir o escoamento da energia produzida.

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 CSF 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. O cumprimento destas metas associa-se, de forma direta, a necessidade de redução das emissões de CO<sub>2</sub> e dos outros gases com efeito de estufa, assim como a diminuição da dependência no abastecimento de energia face ao exterior.

## 1.2. CARACTERÍSTICAS DA LINHA DA CENTRAL SOLAR FOTOVOLTAICA, A 400 kV

A ligação do CSF Sophia à SE Fundão (REN) será feita através de duas linhas aéreas, sendo a segunda descrita no presente projeto (e a primeira descrita em projeto autónomo), constituída por um terno simples, a 400 kV, com dois cabos condutores por fase (geminados), dispostos em apoios de esteira horizontal entre o Pórtico da SE Sophia e o vértice V26 e em apoios de esteira vertical dupla entre o vértice V27/32 e o vértice V30/35. Está prevista a utilização de cabos condutores do tipo ZAMBEZE (565-AL1/30-ST1A) e 2 cabos de guarda: 1 tipo OPGW (AS/AA 39/94 AST 2x20 FO) + 1 do tipo DORKING (96-AL1/56-ST1A).

A presente linha aérea, a 400 kV que fará a ligação entre a CSF Sophia e a SE Fundão (REN), nos concelhos de Fundão e Penamacor, terá uma extensão total de 21,109 km, dos quais 1,30 km (na chegada à subestação da SE Fundão) serão partilhados em apoios de linha dupla com a Linha CSF Sophia 1S – Fundão, a 400 kV.

## 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 dupla;
- ≡ Fundações do apoio constituídas por quatro maciços independentes formados por uma sapata e uma chaminé prismática;
- ≡ Dois condutores por fase, em alumínio-aço, do tipo ZAMBEZE (565-AL1/30-ST1A), para 400kV;
- ≡ Dois cabos de guarda, do tipo OPGW (AS/AA 39/94 AST 2X20 FO) e DORKING (96-AL1/56-ST1A);
- ≡ 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 1 kV. 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 das famílias Q e DL e respectivas 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 das famílias Q e DL, incluindo perfis e chapas, estão calculados para o aço de designação: Fe510C/S355JO ( $\sigma_c = 355 \text{ N/mm}^2$ )<sup>(1)</sup>.

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.

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

As diversas dimensões tipo, são as seguintes:

**Tabela 2.1 - Características gerais dos apoios**

| Família de Apoios | Altura Útil Mínima ao Solo [m] | Altura Útil Máxima ao Solo [m] | Altura Total Máxima [m] | Envergadura [m] |
|-------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------------|-----------------|
| DLA               | 24,00                          | 74,60                          | 97,20                   | 17,00           |
| DLR               | 24,00                          | 74,60                          | 97,20                   | 17,00           |
| DLS               | 24,00                          | 64,80                          | 84,60                   | 13,40           |
| DLT               | 24,00                          | 74,60                          | 97,20                   | 17,00           |
| QA                | 20,60                          | 45,60                          | 50,60                   | 22,80           |
| QRA               | 20,60                          | 50,60                          | 55,60                   | 21,80           |
| QRS               | 20,60                          | 70,60                          | 75,60                   | 21,80           |
| QS                | 20,60                          | 44,55                          | 48,50                   | 20,00           |
| QT                | 20,60                          | 45,60                          | 50,60                   | 24,10           |

<sup>(1)</sup> Designação segundo EN 10025 e de acordo com EN 10027 e ECIS/IC 10.

## 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<sup>3</sup>;
- ≡ Ângulo de Talude Natural = 30 a 32°;
- ≡ Pressão Admissível = 200 a 300 kPa.

Quanto às características do betão, em condições normais, são as que correspondem ao do betão de Classe de resistência a compressão do 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 30° 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 |
|---------------|------------------|
| DLA           | DRE184           |
| DLR           | DRE124           |
| DLS           | DRE101           |
| DLT           | DRE266           |
| QA            | DRE101           |
| QRA           | DRE066           |
| QRS           | DRE066           |
| QS            | DRE040           |
| QT            | DRE135           |

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 mm<sup>2</sup> - 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 será calculada para as condições de “Zona A e Zona B”, garantindo as condições mecânicas exigidas na condição EDS (Every Day Stress)<sup>(2)</sup> máximo, e garantindo as condições de estabilidade das cadeias de Isoladores, foram verificados os 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.

---

<sup>(2)</sup> 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 fim de prevenir a ocorrência de defeitos nos cabos originados por dobração 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 diferentes apoios, com o cabo ZAMBEZE (565-AL1/30-ST1A) e para a tensão nominal da linha, conduz a um campo elétrico máximo à superfície dos condutores de 15,84 kV/cm (ver **Anexo A09**)

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 ZAMBEZE (565-AL1/30-ST1A) 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 **Tabela 9.2** 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 para este projeto de  $0,95 \times 50 \text{ kA} = 47,5 \text{ kA}$ , visto que 5% da corrente de curto-circuito se escoia para a subestação mais longe, o cabo ZAMBEZE (565-AL1/30-ST1A), apresenta-se dimensionado para estas correntes de curto-circuito. 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  $83.61^\circ\text{C}$  ( $T_{\text{inicial}} = 75^\circ\text{C}$ ).

O mesmo se passa com os cabos de guarda do tipo DORKING (96-AL1/56-ST1A), 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 DORKING (96-AL1/56-ST1A) encontram-se bem dimensionados para uma corrente de descarga atmosférica de 20 kA.

O cabo de guarda OPGW (AS/AA 39/94 AST 2x20 FO) apresentará características similares às do cabo DORKING (96-AL1/56-ST1A) mantendo-se, portanto, uma solução equilibrada.

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  $0,75 \times 50 / 2 = 18,75 \text{ kA}$  (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 ( $T_{inicial} = 30^{\circ}\text{C}$ ).

### 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, SA. 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                     | Linhas elétricas a 400 kV |                     |
|--------------------------------|---------------------------|---------------------|
|                                | Critério adotado [m]      | Mínimos RSLEAT [m]  |
| Solo                           | 14,0                      | 8,0                 |
| Árvores                        | 8,0                       | 5,0                 |
| Edifícios                      | 8,0                       | 6,0                 |
| Estradas                       | 16,0                      | 10,3                |
| Vias-férreas eletrificadas     | 16,0 <sup>(3)</sup>       | 16,0 <sup>(3)</sup> |
| Vias-férreas não eletrificadas | 15,0                      | 10,3                |
| Outras linhas aéreas           | 7,0 <sup>(3)</sup>        | 6,0 <sup>(3)</sup>  |
| Obstáculos Diversos            | 7,0                       | 5,0                 |

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

## 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.

As uniões e pinças de amarração dos cabos, ZAMBEZE (565-AL1/30-ST1A) 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 0,35 s.

A amarração do OPGW (AS/AA 39/94 AST 2x20 FO) 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.

## 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;

- III 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 perspectiva 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       | Nível 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) <sup>(4)</sup>, de acordo com o que se define a composição adequada para os diferentes tipos de cadeias na linha, a saber:

<sup>(4)</sup> Vd. Norma CEI-60815.



Tabela 2.5 - Tipo de cadeias a aplicar

| Função da Cadeia Isoladores 400 kV                               | Tipo e Quantidade Isolador | Plano/Desenho (Ver Anexo A.07) |
|------------------------------------------------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| Cadeias de amarração dupla (Pórtico da subestação)               | 2x23U160BS                 | PL 10192                       |
| Cadeias de amarração dupla                                       | 2x23 U160BS                | PL 10193                       |
| Cadeias de suspensão dupla (condutores laterais)                 | 2x23 U160BS                | PL 10198                       |
| Cadeias de suspensão dupla (condutor central)<br>Apoios tipo QS  | 2x23 U160BS                | PL 10199                       |
| Cadeias de suspensão dupla (condutor central)<br>Apoios tipo QRS | 2x23 U160BS                | PL 10200                       |

De acordo com o Guia de Coordenação de Isolamento aplicável às infraestruturas elétricas concessionadas pela REN (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 5320 mm (21,71 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 (Artigo 33.º) preconiza para situação em repouso e desviada pelo vento, respetivamente, 2600 e 2700 mm - valores respetivamente inferiores aos mínimos preconizados pela REN, S.A. <sup>(5)</sup> 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.

Tabela 2.6 - Distâncias sob carga de vento com exceção do vento extremo EN50341

| Tensão mais elevada [kV] | Distância mínima condutor-apoio em repouso [m] |                            | Distância mínima condutor-apoio em 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                       |

<sup>(5)</sup> O critério determinante 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 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.

### 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<sup>2</sup>.

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

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 OPGW (AS/AA 39/94 AST 2x20 FO), 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 à frequência industrial de 50 Hz 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 [1570 a 1650] 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<sup>(6)</sup>**, as recomendações estipuladas na publicação ANSI/IEEE std 80 -1986 e EN 50341-3-17.

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

**Tabela 2.7 - Limites especificados para a tensão de contacto ( $U_c$ ) e de passo ( $U_p$ )**

|           | 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;

<sup>(6)</sup> A fim de se tornar mais claras esta definição 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.

\* **Zonas não frequentadas**, as recomendações estipuladas na norma Suíça, refª 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.

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 ( $1000 \Omega$ ) 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 grilha 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  $\varnothing = 9\text{mm}$ ) 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  $50 \text{ mm}^2$ . 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 maciço de fundação:

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

| Tipo de Circuito de Terra                                | Resistência de Terra para $\rho = 300 \Omega \cdot m$ [ $\Omega$ ] | 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<br>$\varnothing = 16mm$<br>$l = 2,1 m$<br>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.04**.

Convirá salientar que nestas condições, está garantido o valor de resistência de terra menor que  $15 \Omega$ , 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 ZAMBEZE (565-AL1/30-ST1A), 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 ZAMBEZE (565-AL1/30-ST1A) em corrente contínua à temperatura de  $20^\circ C$  é de  $0,0511 \Omega/km$ . A resistência elétrica em corrente alternada ( $f = 50 Hz$ ) tendo em conta o efeito pelicular é de  $0,0522 \Omega/km$ . 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  $0,00403^\circ K^{-1}$ .

Obtendo-se para a temperatura máxima de funcionamento de  $85^\circ C$  o valor de  $0,06587 \Omega/km$ .

### 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<sup>3</sup>];

$S$  – secção transversal [m<sup>2</sup>];

$T$  – 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<sup>2</sup>];

$d$  – diâmetro do condutor [m];

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

$v$  – velocidade do vento (0,6 m/s para o regime de calma);

$E$  – poder emissivo em relação ao corpo negro (0,6);

$\sigma$  – constante de *Steffan* [5,7e-8 W/m<sup>2</sup>.K<sup>4</sup>].

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 ZAMBEZE (565-AL1/30-ST1A) é cerca de 1152 A, que corresponde uma capacidade de transporte da linha de 1597 MVA. Por sua vez, para uma temperatura ambiente de 15°C (“inverno”) a corrente máxima admissível é cerca de 1139 A, a que corresponde a capacidade de transporte de 1856 MVA, 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 ZAMBEZE (565-AL1/30-ST1A) 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 DORKING (96-AL1/56-ST1A) 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 23,75 kA;
- O limite térmico recomendado na especificação técnica 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 |
|--------------|----------------|
| Sophia       | 50 kA          |
| Fundão (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 - 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)

| Tipo de Condutor             | I <sub>cc</sub> [kA] | t <sub>cc</sub> [s] | Temp. Inicial [°C] | Temp. Final [°C] | ΔT [°C] | Limite [°C] | Validação |
|------------------------------|----------------------|---------------------|--------------------|------------------|---------|-------------|-----------|
| ZAMBEZE (565-AL1/30-ST1A)    | 23,75                | 0,35                | 75                 | 83               | 8       | 125         | OK        |
| DORKING (96-AL1/56-ST1A)     | 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 ZAMBEZE (565-AL1/30-ST1A) como o cabo de guarda do tipo OPGW (AS/AA 39/94 AST 2x20 FO) e DORKING (96-AL1/56-ST1A).

### 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 Q e DL, considerando a distância mínima dos cabos ao solo do critério REN, S.A. 14 m, ponderada pelo efeito da flecha do cabo como altura média.

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:

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



Onde  $[E]$  é o vetor dos fasores de campo elétrico (no modelo de cálculo o problema é de dimensão  $n^{(7)}$ , para ter em conta os três condutores e os dois cabos de guarda),  $\varepsilon = \varepsilon_r \cdot \varepsilon_0$  (com  $\varepsilon_r = 1$  e  $\varepsilon_0 = 8.859 \times 10^{-12}$  A.s/V.m),  $[D]$  é um vetor dos inversos dos raios dos cabos:

$$[D] = \left[ \frac{1}{r_i} \right] \quad i = 1 \dots n^{(7)}$$

$[A]^{-1}$  é a inversa da matriz dos coeficientes de potencial (A.s/V.m) e  $[U]$  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

| Tensão Nominal | Tensão Máxima |
|----------------|---------------|
| 15,84 kV/cm    | 16,64 kV/cm   |

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, ( $i = 1 \dots n$ ),  $m$  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).

### 3.1.4. CONSTANTES ELÉTRICAS DA LINHA

#### 3.1.4.1. GRANDEZAS DIRETAS

Tabela 3.4 - Grandezas diretas

| Resistência linear<br>[Ω/km] | Reactância longitudinal<br>[Ω/km] | Susceptância longitudinal<br>[S/km] |
|------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|
| 0,0350                       | 0,3342                            | $3,5981 \times 10^{-6}$             |

<sup>(7)</sup>  $n = 8$  para linha simples e  $n = 14$  para linha dupla

### 3.1.4.2. GRANDEZAS HOMOPOLARES

Tabela 3.5 - Grandezas homopolares

| Resistência linear<br>[Ω/km] | Reactância longitudinal<br>[Ω/km] | Susceptância longitudinal<br>[S/km] |
|------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|
| 0,2055                       | 0,7207                            | $2,9694 \times 10^{-6}$             |

## 4. DIRETRIZ DA LINHA

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

### 4.1. LOCALIZAÇÃO

O traçado da Linha CSF Sophia 2S - Fundão, a 400 kV, com comprimento de 21,09 km, desenvolve-se nos seguintes distritos e atravessa os seguintes concelhos e freguesias:

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

| Distrito       | Concelho  | Freguesia                                                                              |
|----------------|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| Castelo Branco | Penamacor | União das freguesias de Pedrógão de São Pedro e Bemposta                               |
|                |           | Penamacor                                                                              |
|                | Fundão    | União das freguesias de Vale de Prazeres e Mata da Rainha                              |
|                |           | Alcaide                                                                                |
|                |           | Enxames                                                                                |
|                |           | Fatela                                                                                 |
|                |           | União de freguesias de Fundão, Valverde, Donas, Aldeia de Joanes e Aldeia Nova do Cabo |

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

## 5. TRAVESSIAS DE VIAS DE COMUNICAÇÃO

Nas travessias de vias de comunicação (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 ocorrem as seguintes travessias de estradas:

Tabela 5.1 - Travessias de estradas

| Vértices da linha que limitam a localização da Travessia | Identificação da Infra Estrutura atravessada (Estradas) |
|----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| V10-V11                                                  | M561                                                    |
| V14 – V15                                                | M1074                                                   |
| V21 – V22                                                | Rua da Estação                                          |
| V23 – V24                                                | N345                                                    |
| V23 – V24                                                | N343                                                    |
| V23 – V24                                                | S/ identificação                                        |
| V24 – V25                                                | N343                                                    |
| V25 – V26                                                | S/ identificação                                        |
| V29/V34 – V30/V35                                        | S/designação                                            |

## 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 travessias de cursos de água:

Tabela 5.2 - Travessias de cursos de água

| Vértices da linha que limitam a localização da Travessia | Identificação da Infraestrutura atravessada (Curso de Água) |
|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| V2 – V3                                                  | s/ designação                                               |
| V2 – V3                                                  | Rib. da Nave                                                |
| V5 – V6                                                  | Rib. do Taveiro                                             |
| V6 – V7                                                  | s/ designação                                               |
| V7 – V8                                                  | s/ designação                                               |

| Vértices da linha que limitam a localização da Travessia | Identificação da Infraestrutura atravessada (Curso de Água) |
|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| V8 – V9                                                  | s/ designação                                               |
| V9 – V10                                                 | s/ designação                                               |
| V10 – V11                                                | s/ designação                                               |
| V11 – V12                                                | s/ designação                                               |
| V12 – V13                                                | s/ designação                                               |
| V13 – V14                                                | s/ designação                                               |
| V14 – V15                                                | 3x s/ designação                                            |
| V15 – V16                                                | s/ designação                                               |
| V16 – V17                                                | s/ designação                                               |
| V17 – V18                                                | s/ designação                                               |
| V18 – V19                                                | s/ designação                                               |
| V21 – V22                                                | s/ designação                                               |
| V22 – V23                                                | s/ designação                                               |
| V23 – V24                                                | s/ designação                                               |
| V24 – V25                                                | s/ designação                                               |
| V25 – V26                                                | 2x s/ designação                                            |
| V26– V27/V32                                             | 2x s/ designação                                            |
| V29/V34 – V30/V35                                        | s/ designação                                               |

#### 5.4. SERVIDÕES AERONÁUTICAS CIVIS E MILITARES

No traçado da linha não interseta com nenhuma zona de servidão aeronáutica civil ou militar.

#### 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  $m\Omega/km$ ,  $L$  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 ocorrem as seguintes travessias com outras linhas elétricas:

Tabela 5.3 - Cruzamentos com Outras Linhas Elétricas Aéreas

| Nível de Tensão [kV] da linha atravessada | Designação da Linha atravessada                                               | Vértice de Travessia |
|-------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| 15                                        | LN15 Aldeia da Mata da Rainha                                                 | V7 – V8              |
| 220<br>400                                | Linha Castelo Branco – Ferro, a 220 kV<br>Linha Falagueira – Fundão, a 400 kV | V15 – V16            |
| 220                                       | Linha Castelo Branco – Ferro 1/Fatela, a 220 kV                               | V19 – V20            |
| 15                                        | LN SE Fundão – Enxames                                                        | V24 – V25            |
| 15                                        | LN PTD 0248/FND FATELA (C.E.A.)                                               | V24 – V25            |
| 15                                        | LN 15 kV PTD 0387/FND                                                         | V26 – V27/V32        |

## 5.7. CRUZAMENTOS E PARALELISMOS COM GASODUTOS

No traçado da linha verifica-se interferências com redes primárias e secundárias de abastecimento de gás.

Tabela 5.4 - Cruzamentos com gasodutos

| Designação do gasoduto | Vértices da linha que limitam a localização do gasoduto atravessado |
|------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| s/ designação          | V14 – V15                                                           |

## 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:

- III 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);
- III Dos vãos entre apoios que distem mais de 500 m;
- III 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;
- III 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;
- III Das linhas aéreas que cruzem Autoestradas, Itinerários Principais ou Complementares.

#### **6.1.1. BALIZAGEM DIURNA**

##### **6.1.1.1. VÃOS A SINALIZAR**

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 (AS/AA 39/94 AST 2X20 FO) 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.

##### **6.1.1.2. APOIOS A SINALIZAR**

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.

#### **6.1.2. BALIZAGEM NOTURNA**

##### **6.1.2.1. APOIOS A SINALIZAR**

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 pela ANAC. Estes dispositivos terão de emitir luz vermelha com uma intensidade mínima de 10 Cd.

## 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 ocupam espaço aéreo passível de circulação de aves, a aplicação de medidas que reduzam a colisão destes com infraestruturas mencionadas poderá revelar-se muito importante para a redução do impacte referido em áreas devidamente identificadas. 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.

As medidas de colisão e eletrocussão para aves serão aplicadas em fase de projeto de licenciamento, de acordo com as imposições da Declaração de Impacte Ambiental (DIA) e/ou sugestão do consultor ambiental.

## 7. CONTACTOS ACIDENTAIS COM PEÇAS EM TENSÃO

A ocorrência desta situação é improvável e pode resumir-se à utilização de guias 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”.

## 8. 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.

## 9. EFEITOS DOS CAMPOS ELETROMAGNÉTICOS

### 9.1. VALORES LIMITES

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. Ref<sup>a</sup> 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 e com DL 11/2003, transpôs para a Legislação Portuguesa os limites de exposição para o território nacional. No quadro II da referida portaria apresentam-se os níveis de referência, de acordo com a tabela abaixo, para a exposição do público em geral e que são os seguintes:

Tabela 9.1 - Limites de exposição a campos elétricos e magnéticos a 50 Hz

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

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 para o troço de linha em projeto apresentam-se no **Anexo A.09** e **A.10**, respetivamente.

### 9.2. CÁLCULO DO CAMPO ELÉTRICO

#### 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 em simultâneo as diversas configurações dos apoios utilizados e dois cabos de guarda, estes supostos ao potencial do solo. A disposição geométrica dos cabos corresponde à família de apoios Q e DL, conforme o apresentado no Anexo A.02,



considerando a distância mínima dos cabos ao solo do critério REN, S.A. 14 m. 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<sup>(8)</sup>. Nesta conformidade o vetor de fasores das cargas  $[(q_r + j \cdot q_i)j] = 1, \dots, n$  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:

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

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

Onde  $y_i$  e  $y_j$  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:

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

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

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

<sup>(8)</sup> O campo elétrico é distorcido pela presença dos apoios, sendo estas 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.

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

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

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

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:

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

Cujo máximo em  $\alpha$  deverá satisfazer:

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

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

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

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  $E_\alpha$ .

## 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, para 400 kV, com um condutor por fase, cabos de guarda ao potencial do solo e valor eficaz do módulo da tensão na linha no seu valor nominal e para a altura mínima adotada pela REN, SA.

Tabela 9.2 - 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] |
|-------------------------------------|----------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| 14,00                               | 3,93                                         | 4,03                                          |

Estes valores, como se verifica, estão dentro dos limites apresentados em 9.1.

### 9.3. CÁLCULO DO CAMPO MAGNÉTICO

#### 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  $(x_j, y_j)$  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  $\vec{\phi}_{i,j}$  é o vetor unitário na direção do produto externo do vetor corrente com o vetor  $\vec{r}_{i,j}$ . 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:<sup>(9)</sup>

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

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.

#### VALORES CALCULADOS

No **Anexo A.10** apresentam-se de uma forma sistemática os valores do módulo do vetor densidade de fluxo magnético em perfis transversais numa faixa de -40 a +40 m em torno do eixo da linha e para a

<sup>(9)</sup> 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 perspectiva de fem induzidas em linhas de telecomunicações, não são relevantes na perspectiva dos efeitos sobre pessoas. No caso de linhas simples o número de condutores são 3.

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. No **Anexo A.09** apresentam-se os diversos perfis transversais da densidade de fluxo magnético a 1,8 m do solo para um módulo de corrente conforme o tipo de apoio utilizado. 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 9.3 - Valores calculados do campo magnético**

| Altura mínima dos cabos ao solo [m] | Densidade de Fluxo Magnético (a 1,8m do solo) [ $\mu$ T] |
|-------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| 14,00                               | 16,54                                                    |

Os valores da indução magnética decaem rapidamente e para o caso mais desfavorável a 30 m do eixo da linha não excedem 5,11  $\mu$ T. Todos os valores calculados são muito inferiores aos valores limites apresentados em Tabela 9.1 mesmo numa perspetiva de exposição pública permanente.

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

Como resultado do estudo das Grandes Condicionantes Ambientais 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 de ortofotomapas e altimetria, pelo *Google Earth*, 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 será 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 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 específicas.

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 em projeto, a 400 kV, caso viesse a cruzar zonas especiais, seriam utilizadas adicionalmente as seguintes medidas mitigadoras:

- ≡ Alçamento 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 das medidas adicionais atrás referidas.

## 10. ELEMENTOS DO ESTUDO PRÉVIO

Para o presente Estudo Prévio 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   | P23.013.02.02-AP-001 fls.1 e 2  |
| Planta Geral do Traçado da Linha sobre Ortofotomapas | P23.013.02.03-AP-003 fls.1 a 15 |
| Planta Geral do Traçado da Linha com Condicionantes  | P23.013.02.01-AP-004 fls.1 a 15 |

Porto, 05 de junho de 2024,

O AUTOR DO PROJETO

---

(Rui Sá)

VERIFICADO POR

---

(José Carlos Martins)

O TÉCNICO RESPONSÁVEL

---

(Marcelo Pereira)

Ordem Eng<sup>os</sup> nº 065810

DGEG nº 56693



VALUE ELEMENT ENGINEERING  
SOLUTIONS

**M** Rua do Multipark 1, N.º79,  
4595-452 Seroa – Paços de Ferreira  
**E** [geral@valueelement.pt](mailto:geral@valueelement.pt)

**T** +351 255 871 022  
**W** [www.valueelement.pt](http://www.valueelement.pt)  
**in** [value-element-engineering-solutions](https://www.linkedin.com/company/value-element-engineering-solutions)





## ANEXOS

Linha CSF Sophia 2S - Fundação, a 400 kV

## ANEXO A.01

### Elementos Gerais

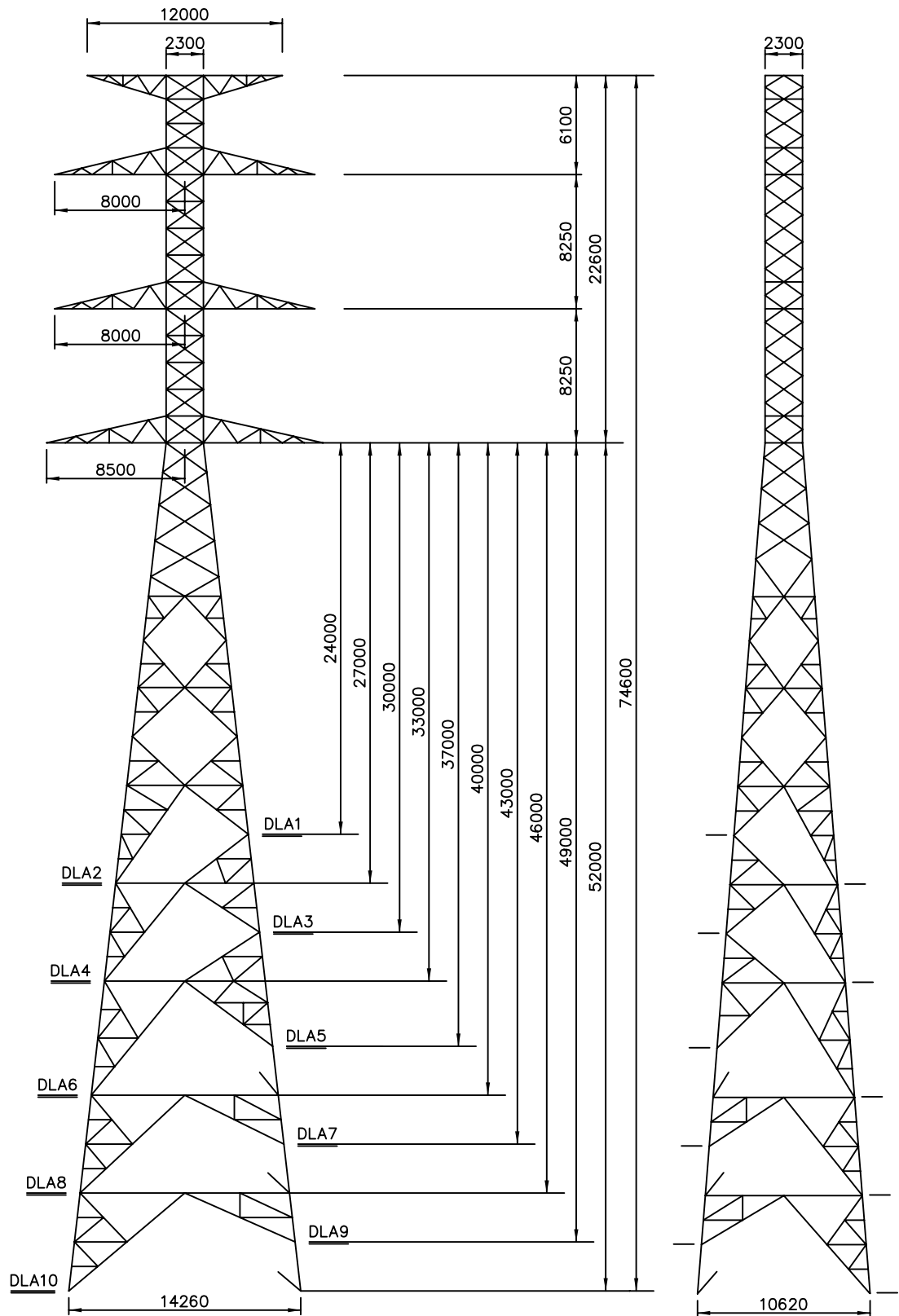
## Estudo Prévio

| Linha CSF Sophia 2S - Fundão, a 400 kV |              |                     |                        |                    |                   |          |                 |                 |
|----------------------------------------|--------------|---------------------|------------------------|--------------------|-------------------|----------|-----------------|-----------------|
| Vértice                                | Ângulo [grd] | Vão Topográfico [m] | Distância à Origem [m] | Coordenadas ETRS89 |                   |          | Tipo Fixação CC | Tipo Fixação CG |
|                                        |              |                     |                        | Meridiano [m]      | Perpendicular [m] | Cota [m] |                 |                 |
| Port.                                  | -            | 70.83               | 0.00                   | 73494.37           | 49347.33          | 385.18   | AP20            | A               |
| V1                                     | 30.47        | 206.02              | 70.83                  | 73437.03           | 49388.93          | 382.92   | AD20            | A               |
| V2                                     | 15.43        | 1414.68             | 276.85                 | 73344.75           | 49573.13          | 375.01   | AD20            | A               |
| V3                                     | -14.34       | 402.01              | 1691.53                | 73033.12           | 50953.06          | 389.83   | AD20            | A               |
| V4                                     | -6.08        | 564.54              | 2093.54                | 72859.21           | 51315.51          | 390.92   | AD20            | A               |
| V5                                     | -51.78       | 555.70              | 2658.08                | 72567.55           | 51798.85          | 381.57   | AD20            | A               |
| V6                                     | -31.89       | 547.14              | 3213.78                | 72024.66           | 51917.12          | 377.25   | AD20            | A               |
| V7                                     | -1.33        | 1467.40             | 3760.92                | 71499.80           | 51762.58          | 394.22   | AD20            | A               |
| V8                                     | -24.80       | 435.09              | 5228.32                | 70101.10           | 51318.85          | 409.29   | AD20            | A               |
| V9                                     | 44.48        | 605.81              | 5663.41                | 69767.44           | 51039.64          | 416.47   | AD20            | A               |
| V10                                    | 27.35        | 1098.66             | 6269.22                | 69161.64           | 51040.76          | 447.77   | AD20            | A               |
| V11                                    | -26.02       | 729.46              | 7367.88                | 68163.69           | 51500.28          | 526.21   | AD20            | A               |
| V12                                    | 9.03         | 1028.61             | 8097.34                | 67434.42           | 51516.90          | 543.92   | AD20            | A               |
| V13                                    | 14.54        | 1006.84             | 9125.95                | 66419.72           | 51685.46          | 630.80   | AD20            | A               |
| V14                                    | -42.01       | 2252.11             | 10132.79               | 65489.63           | 52071.02          | 519.57   | AD20            | A               |
| V15                                    | 8.48         | 271.70              | 12384.90               | 63317.28           | 51476.95          | 524.91   | AD20            | A               |
| V16                                    | 22.17        | 504.30              | 12656.60               | 63048.01           | 51440.71          | 528.55   | AD20            | A               |
| V17                                    | 48.29        | 349.80              | 13160.90               | 62555.27           | 51548.05          | 524.52   | AD20            | A               |
| V18                                    | 26.51        | 558.43              | 13510.70               | 62358.42           | 51837.20          | 542.01   | AD20            | A               |
| V19                                    | -18.24       | 533.22              | 14069.13               | 62257.70           | 52386.47          | 547.27   | AD20            | A               |
| V20                                    | 18.57        | 564.20              | 14602.35               | 62017.23           | 52862.39          | 547.66   | AD20            | A               |
| V21                                    | 3.04         | 645.25              | 15166.55               | 61918.39           | 53417.86          | 536.95   | AD20            | A               |
| V22                                    | -37.25       | 461.81              | 15811.80               | 61835.82           | 54057.81          | 502.95   | AD20            | A               |
| V23                                    | -5.08        | 828.90              | 16273.61               | 61533.58           | 54406.95          | 536.34   | AD20            | A               |
| V24                                    | -9.91        | 576.61              | 17102.51               | 60942.86           | 54988.43          | 527.05   | AD20            | A               |
| V25                                    | -28.95       | 1409.37             | 17679.12               | 60474.17           | 55324.30          | 513.21   | AD20            | A               |
| V26                                    | 11.61        | 707.85              | 19088.49               | 59084.46           | 55558.91          | 445.06   | AD20            | A               |
| V27/V32 <sup>(*)</sup>                 | 10.46        | 653.57              | 19796.34               | 58419.37           | 55801.22          | 433.06   | AD20            | A               |
| V28/V33 <sup>(*)</sup>                 | 13.65        | 344.67              | 20449.91               | 57820.35           | 56062.61          | 424.54   | AD20            | A               |
| V29/V34 <sup>(*)</sup>                 | 68.18        | 207.67              | 20794.58               | 57541.03           | 56264.51          | 421.68   | AD20            | A               |
| V30/V35 <sup>(*)</sup>                 | 29.81        | 89.84               | 21002.25               | 57567.16           | 56470.53          | 420.85   | AD20            | A               |
| Port.                                  | -            | -                   | 21092.09               | 57617.46           | 56544.96          | 423.23   | AP20            | A               |

(\*) Vértice em comum com a linha CSF Sophia 1S - Fundão, a 400 kV.

## ANEXO A.02

### Esquema Axial dos Apoios

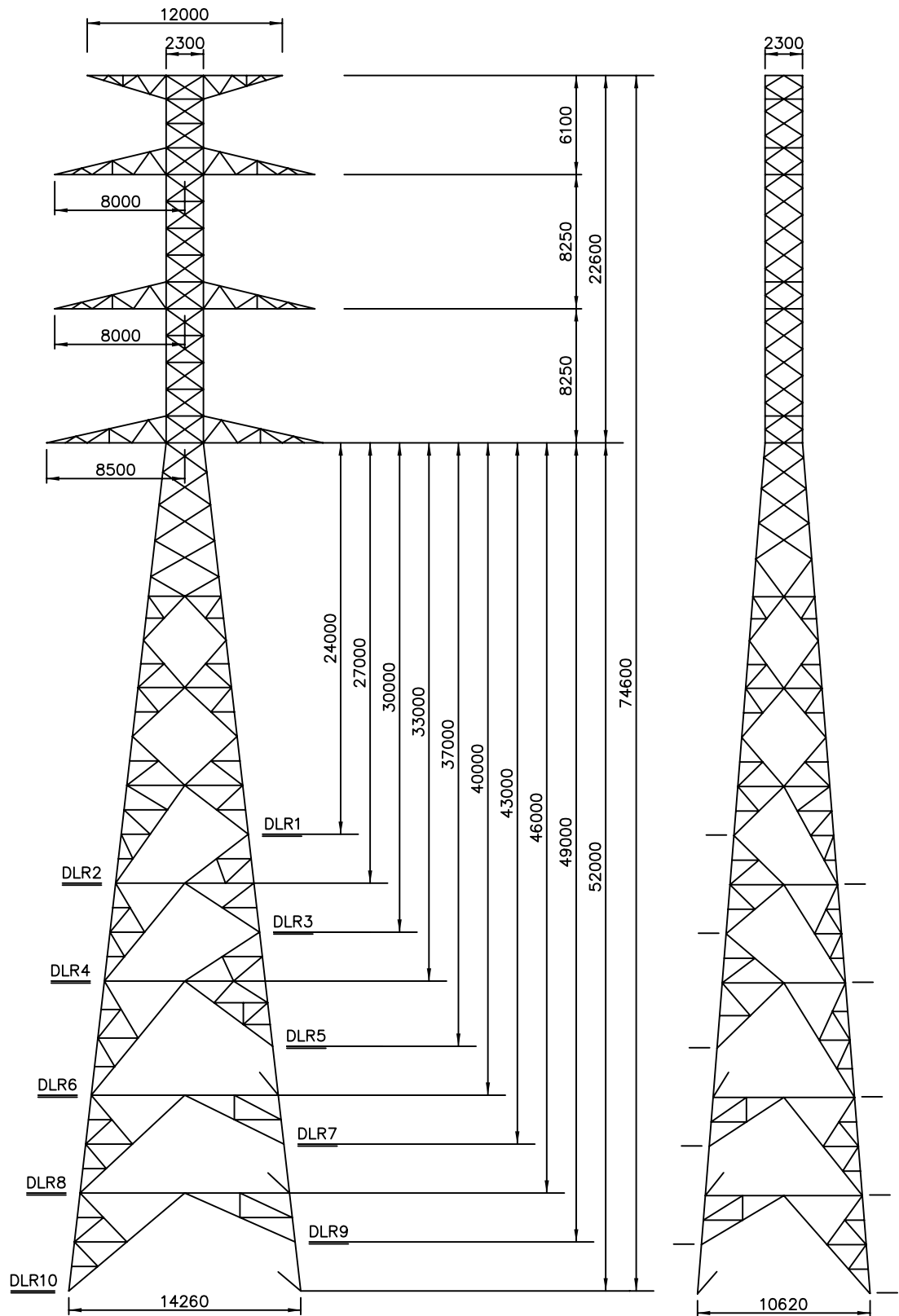


| Revisão | Designação | Des. | Verif. | Aprov. | Data |
|---------|------------|------|--------|--------|------|
|---------|------------|------|--------|--------|------|

Desenhado  
 Alcide Silva  
 Verificado  
 Helder Alexandre  
 Estado  
**Released**  
 Manuel Severina  
 Data  
 8/28/2006

LINHAS A 400 kV  
 POSTE TIPO DLA

**ren**  
 Rede Eléctrica Nacional, S.A.  
 DIVISÃO EQUIPAMENTO  
 Desenho N° LD31287  
 Revisão      Formato A4      N° folha —  
 Escala —

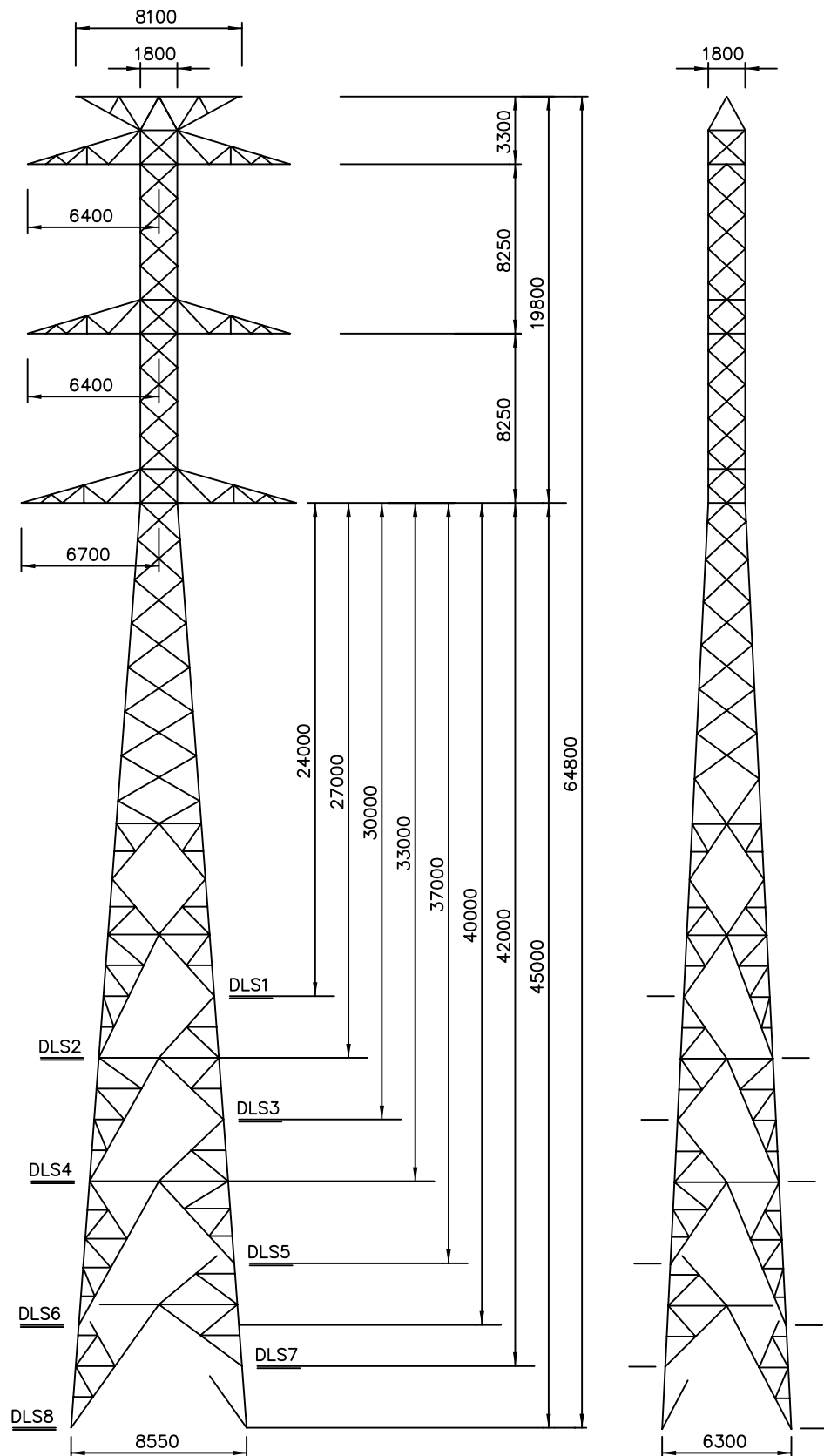


| Revisão | Designação | Des. | Verif. | Aprov. | Data |
|---------|------------|------|--------|--------|------|
|---------|------------|------|--------|--------|------|

Desenhado  
 Alcide Silva  
 Verificado  
 Helder Alexandre  
 Estado  
**Released**  
 Manuel Severina  
 Data  
 8/28/2006

LINHAS A 400 kV  
 POSTE TIPO DLR

**ren**  
 Rede Eléctrica Nacional, S.A.  
 DIVISÃO EQUIPAMENTO  
 Desenho N° LD31288  
 Revisão      Formato A4      N° folha —  
 Escala —



NOTA - DESENHO BASE - LD26108

|         |                         |           |             |            |            |
|---------|-------------------------|-----------|-------------|------------|------------|
| A       | Substituição da Legenda | J.Tavares | H.Alexandre | M.Severina | 29-04-2004 |
| Revisão | Designação              | Des.      | Verif.      | Aprov.     | Data       |

Desenhado  
José Tavares

Verificado  
Manuel Severina

Estado  
**Released**

Manuel Severina

Data  
29-04-2004

LINHAS A 400 kV

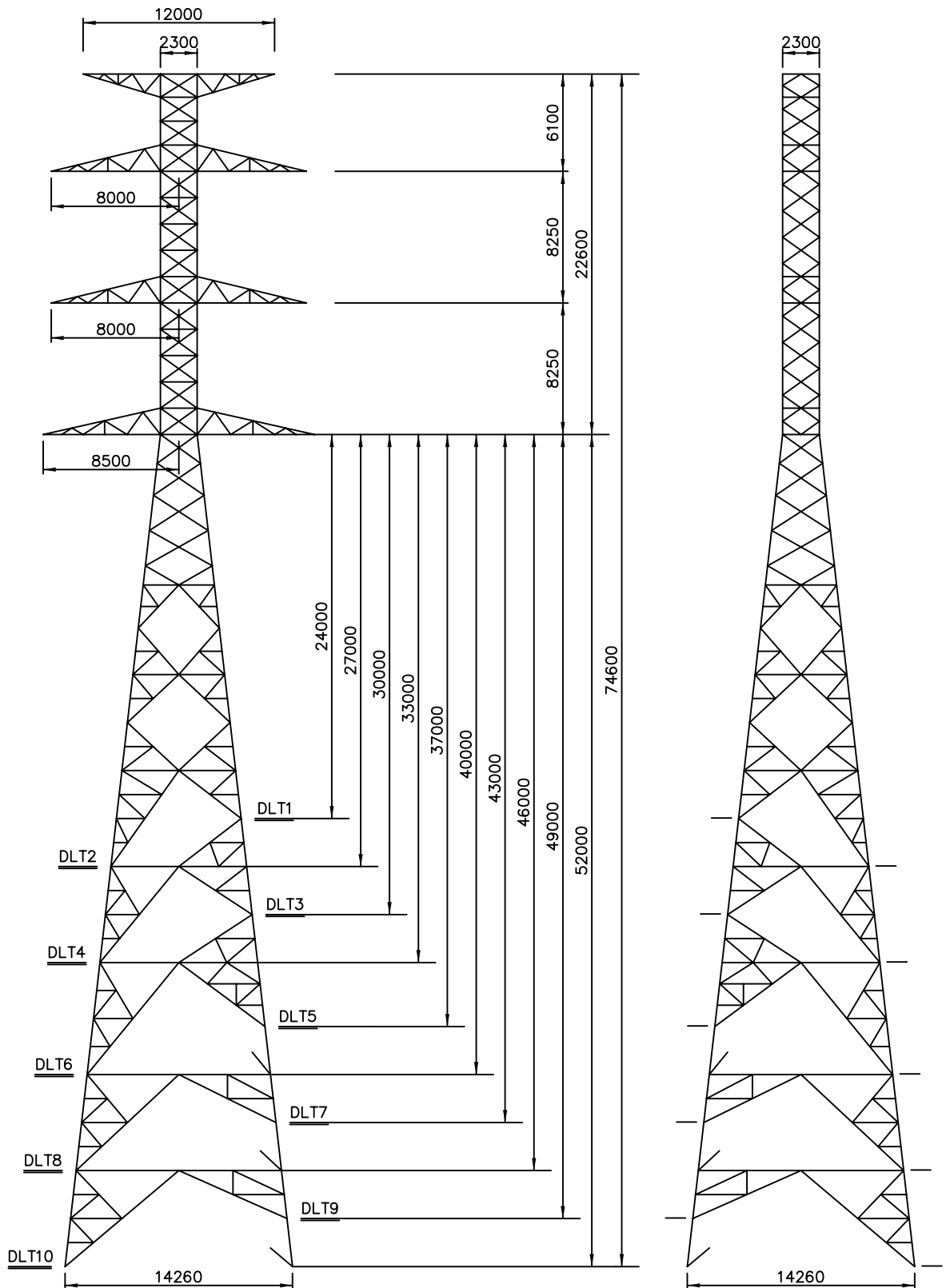
POSTE TIPO DLS

**ren**  
Rede Eléctrica Nacional, S.A.  
DIVISÃO EQUIPAMENTO

Desenho N°  
**LD30111**

Revisão A Formato A4 N° folha

Escala



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

Desenhado  
Alcide Silva

Verificado  
Helder Alexandre

Estado  
**Released**

Manuel Severina

Data  
2/4/2008

**LINHAS DUPLAS**

**POSTE TIPO DLT**



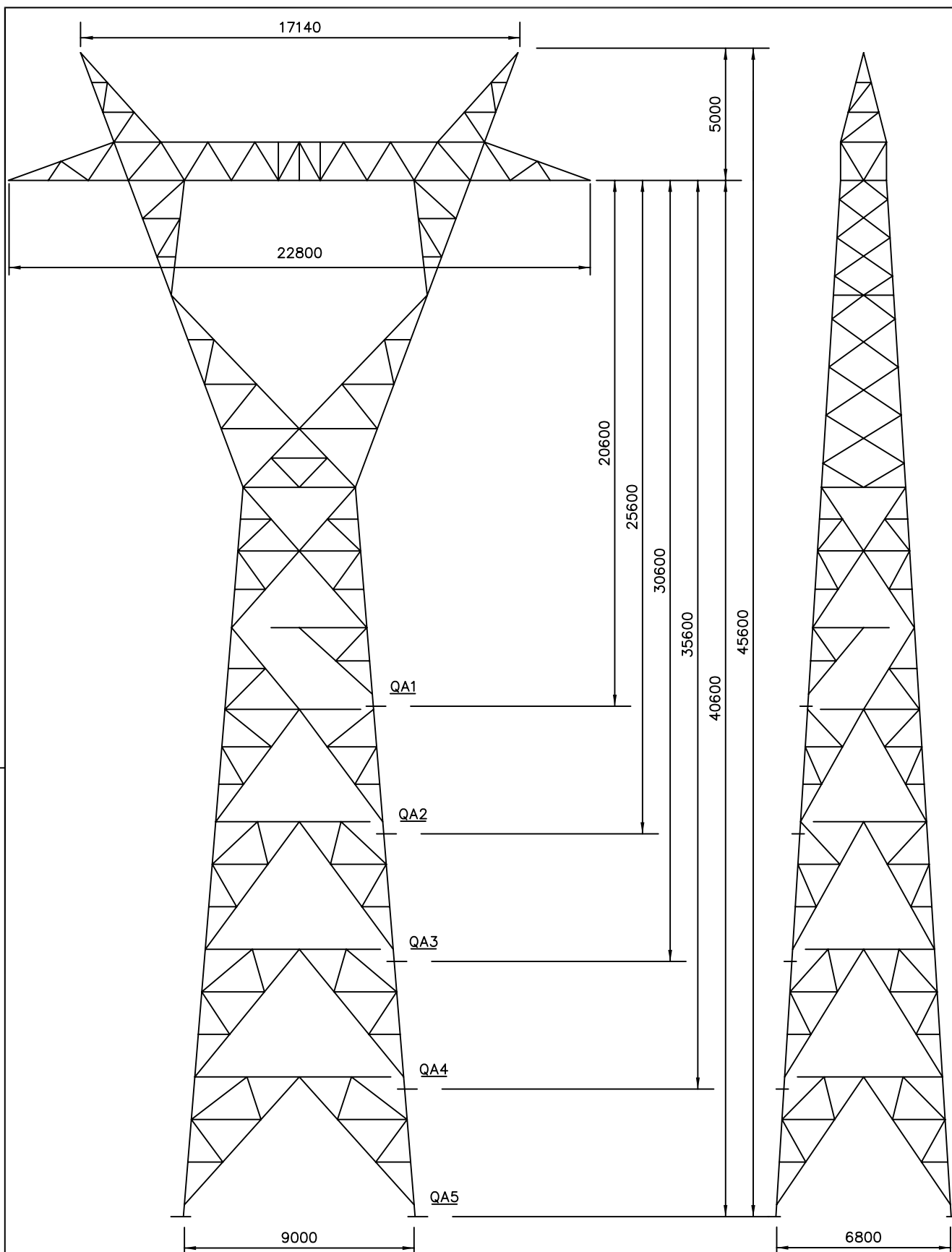
Rede Eléctrica Nacional, S.A.  
DIVISÃO EQUIPAMENTO

Desenho N° **LD31289**

Revisão **A** Formato **A4** N° folha **—**

Escala  
**—**





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

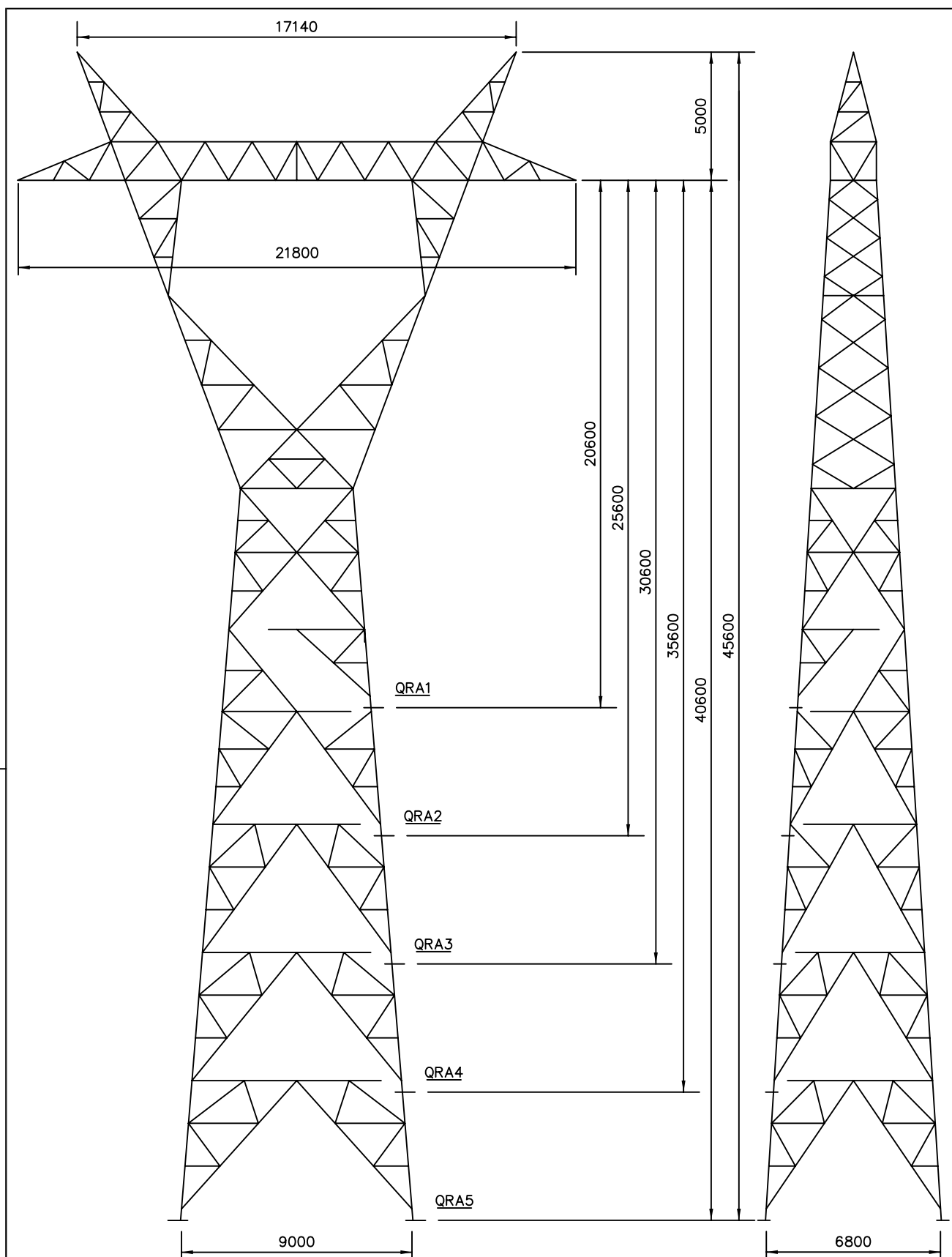
Des. A. Teixeira  
Proj. CME  
Verif. M. Severina  
Aprov. José Peralta  
Licenciamento DGE  
Data 2003-04-30

LINHAS A 400kV

POSTE QA

**ren**  
Rede Eléctrica Nacional, S.A.  
DIVISÃO EQUIPAMENTO

N° LD30631 | Revisão .  
Escala . | Formato A4  
Estado Approved | N° folha .



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

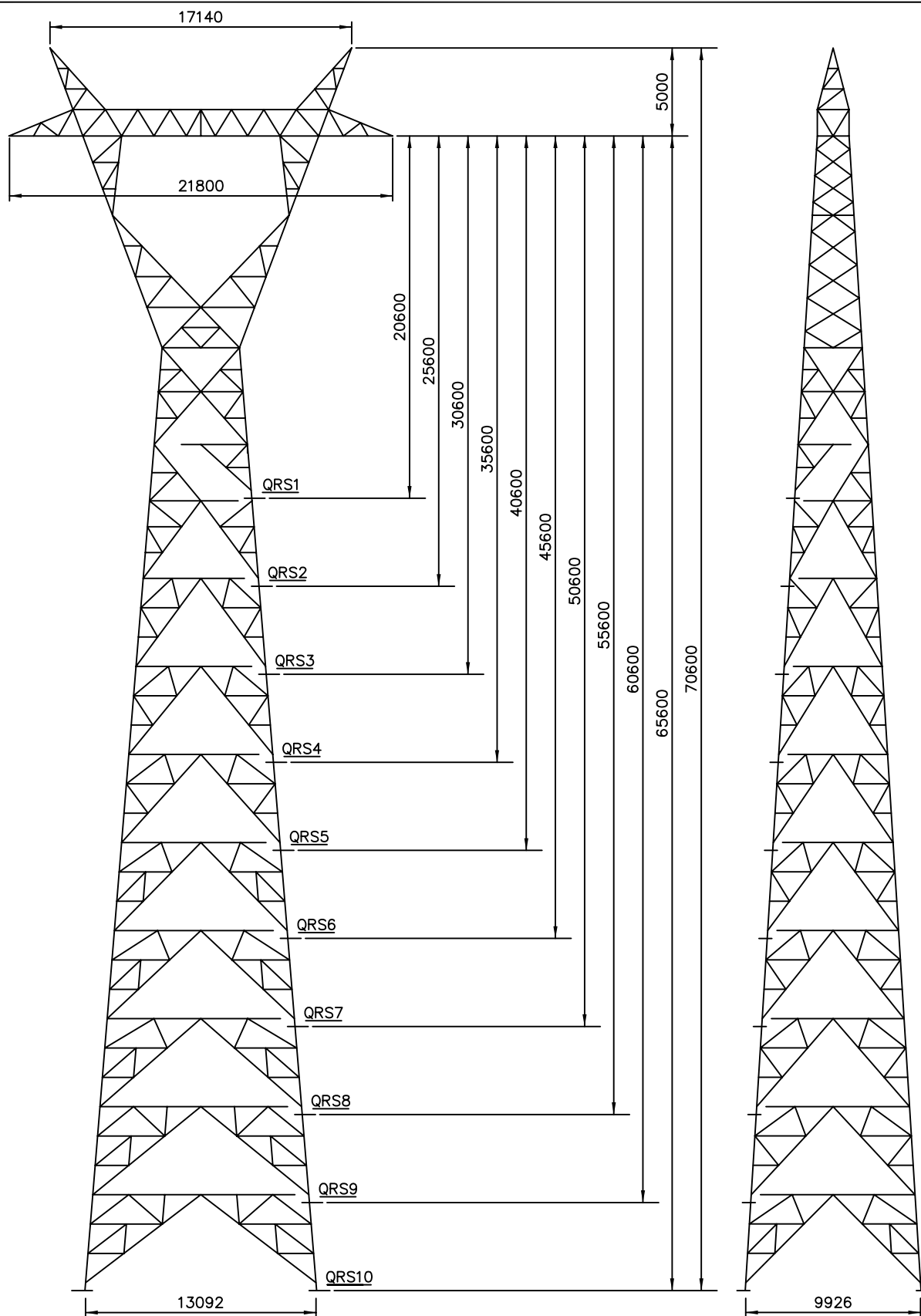
Des. A. Teixeira  
 Proj. CME  
 Verif. M. Severina  
 Aprov. José Peralta  
 Licenciamento  
 DGE  
 Data 2003-03-20

LINHAS A 400 kV

POSTE TIPO QRA

**ren**  
 Rede Eléctrica Nacional, S.A.  
 DIVISÃO EQUIPAMENTO

|                 |            |
|-----------------|------------|
| Nº LD30601      | Revisão .  |
| Escala .        | Formato A4 |
| Estado Approved | Nº folha . |



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

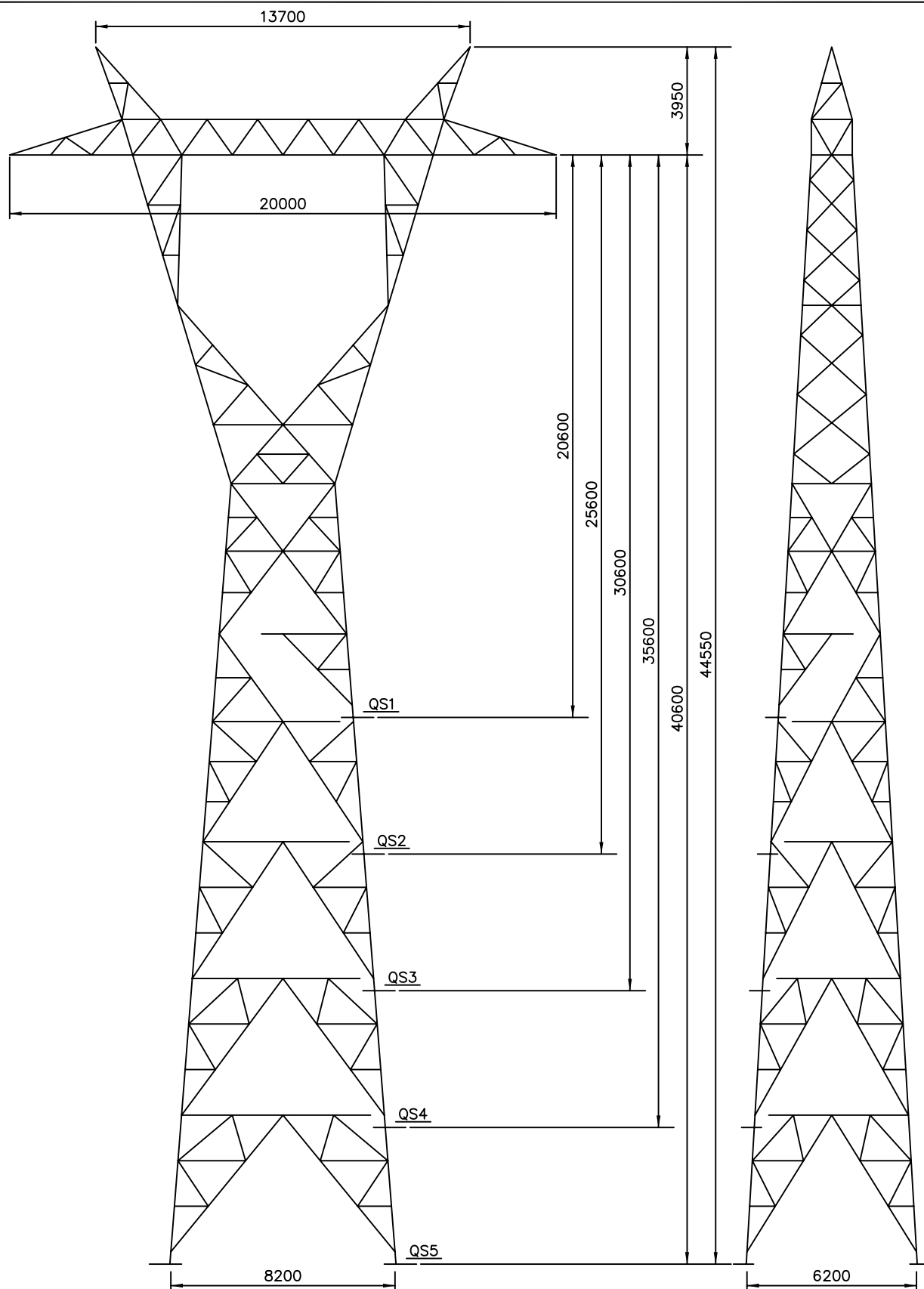
Des. A. Teixeira  
 Proj. CME  
 Verif. M. Severina  
 Aprov. José Peralta  
 Licenciamento DGE  
 Data 2003-03-20

LINHAS A 400 kV

POSTE TIPO QRS

**ren**  
 Rede Eléctrica Nacional, S.A.  
 DIVISÃO EQUIPAMENTO

|                 |            |
|-----------------|------------|
| N° LD30600      | Revisão .  |
| Escala .        | Formato A4 |
| Estado Approved | N° folha . |



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

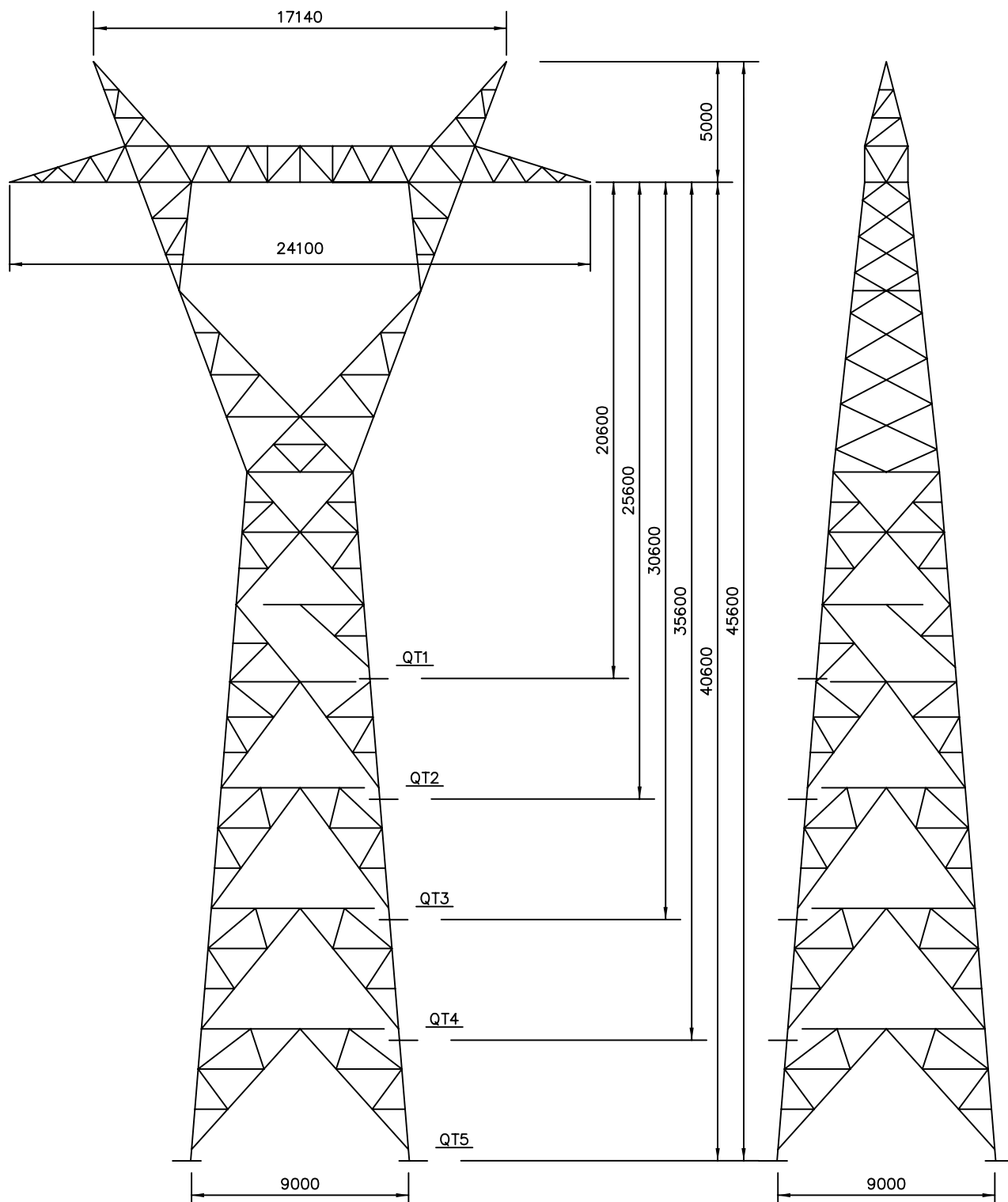
Des. A. Teixeira  
 Proj. CME  
 Verif. M. Severina  
 Aprov. José Peralta  
 Licenciamento  
 DGE  
 Data 2003-04-30

LINHAS A 400 kV

POSTE TIPO QS

**ren**  
 Rede Eléctrica Nacional, S.A.  
 DIVISÃO EQUIPAMENTO

Nº LD30599 | Revisão .  
 Escala . | Formato A4  
 Estado Approved | Nº folha .



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

Desenhado  
A.Teixeira

Verificado  
Manuel Severina

Estado  
**Released**

Manuel Severina

Data  
2/4/2008

LINHAS SIMPLES

POSTE TIPO QT

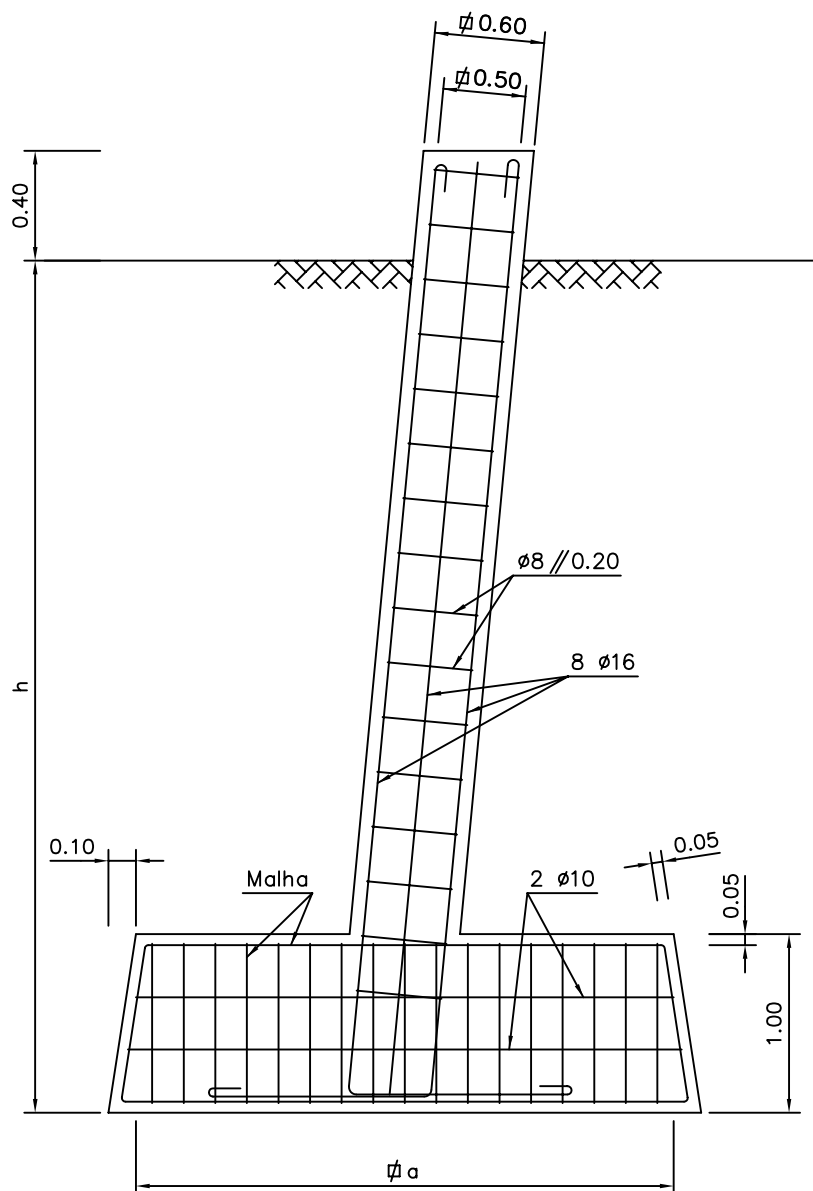


Rede Eléctrica Nacional, S.A.  
DIVISÃO EQUIPAMENTO

|            |         |         |    |
|------------|---------|---------|----|
| Desenho N° | LD30602 |         |    |
| Revisão    | A       | Formato | A4 |
| N° folha   |         |         |    |
| Escala     | —       |         |    |

## ANEXO A.03

### Esquema das Fundações



| 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

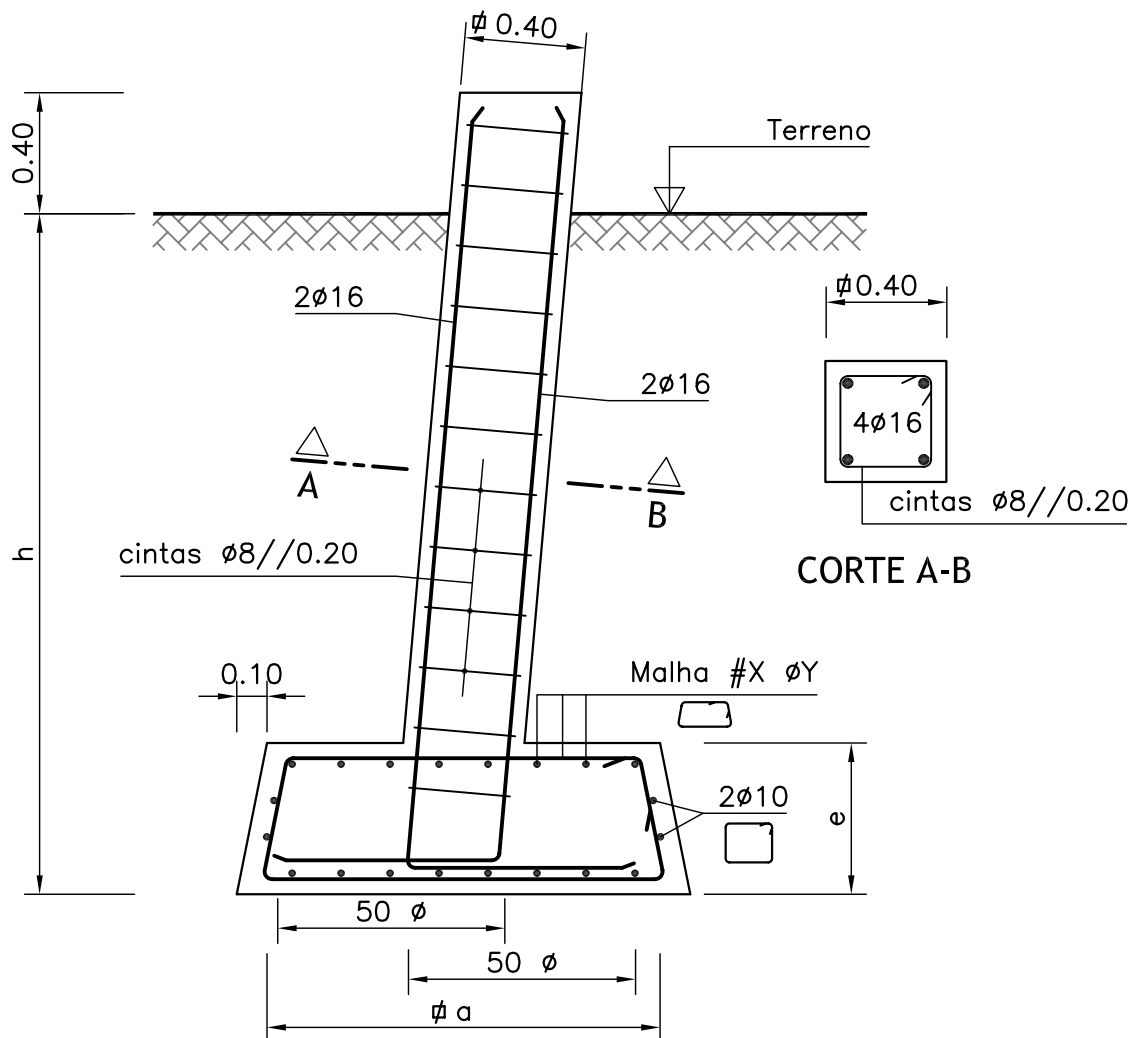
#X ØY – Malha constituída por X ferros de Y mm de diâmetro

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

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

**MACIÇOS DE FUNDAÇÃO**  
  
De DRE184 a DRE266

**ren**  
Rede Eléctrica Nacional, S.A.  
DIVISÃO EQUIPAMENTO  
Desenho N° **LD31013**  
Revisão **B** Formato **A4** N° folha **.**  
Escala **.**



| TIPO    | a<br>(m) | e<br>(m) | h<br>(m) | Malha   | Peso Arm.<br>(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 constituída por X ferros de Y mm de diâmetro

|         |                                        |           |         |            |            |
|---------|----------------------------------------|-----------|---------|------------|------------|
| 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       | Alterações diversas                    | Alcide    | C.Homem | M.Severina | 03/03/2009 |
| D       | Alteração da cotagem do maciço         | Alcide    | C.Homem | M.Severina | 17/02/2011 |
| Revisão | Designação                             | Des.      | Verif.  | Aprov.     | Data       |

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

MACIÇOS DE FUNDAÇÃO  
DE DRE021 A DRE073

**REN**

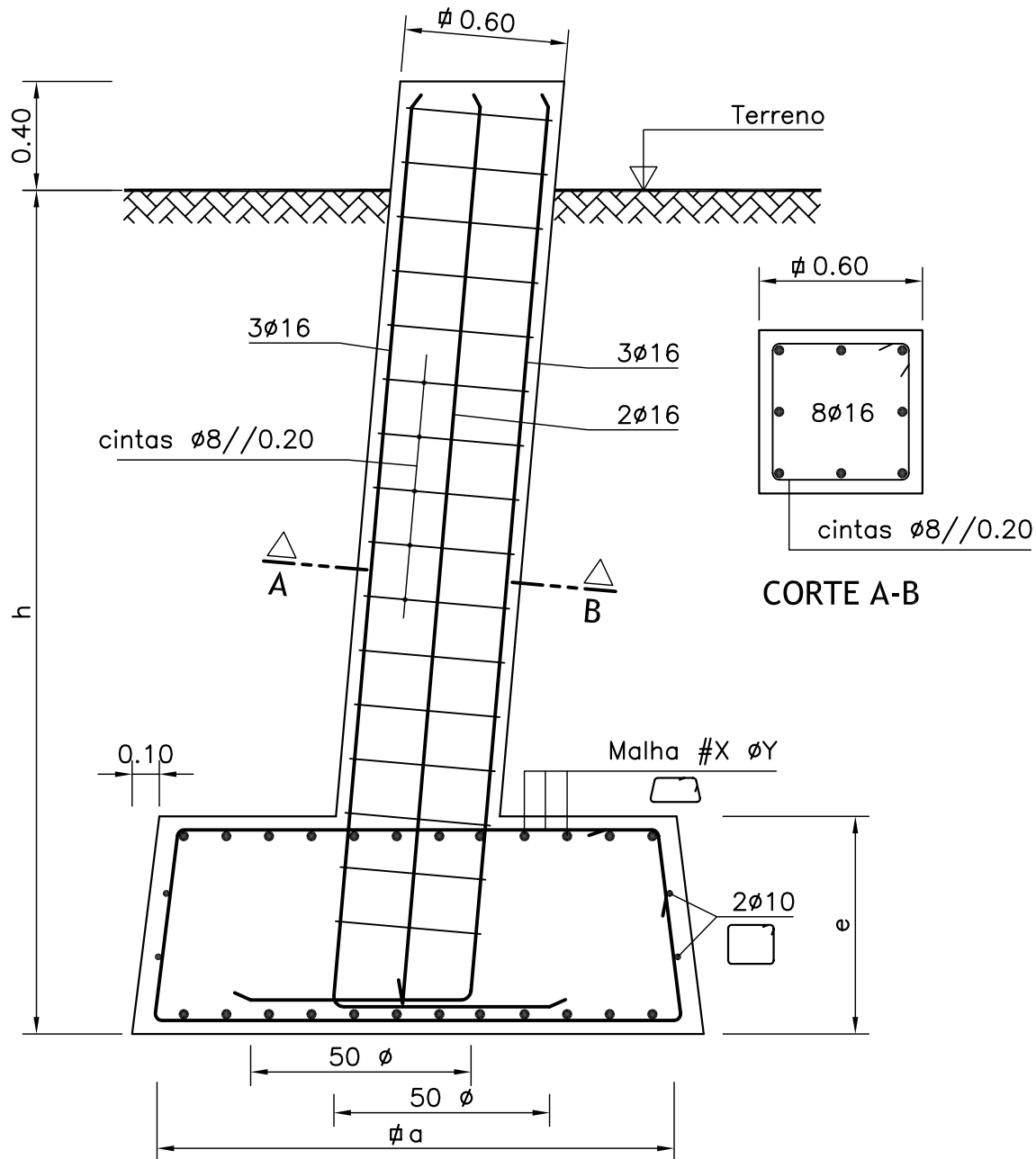
Rede Eléctrica Nacional, S.A.  
DIVISÃO EQUIPAMENTO

Desenho N° **LD31045**

Revisão **D** Formato **A4** N° folha **.**

Escala  
**S/ESCALA**





| TIPO    | a<br>(m) | e<br>(m) | h<br>(m) | Malha   | Peso Arm.<br>(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 constituída por X ferros de Y mm de diâmetro

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

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 N°  
**LD31046**

Revisão  
D  
Formato  
A4  
N° folha  
.

Escala  
S/ESCALA

## ANEXO A.04

### Circuitos de Terra dos Apoios

## Corrente de Curto-Circuito ao Longo da Linha

### DADOS

|                 |     |
|-----------------|-----|
| Apoios          | Q   |
| 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 [ $\Omega$ / km]   | 0.0350     | 0.3342      |
| Zh - Impedância Homopolar [ $\Omega$ / km] | 0.2055     | 0.7207      |

$$\Rightarrow |Z_d| = 0.3360 \, \Omega / \text{km}$$

$$\Rightarrow |Z_h| = 0.7494 \, \Omega / \text{km}$$

|                                 |      |
|---------------------------------|------|
| Comprimento total da linha [km] | 21.1 |
|---------------------------------|------|

| Correntes de curto-circuito nas extremidades da linha [kA] | ICC1 | ICC2 |
|------------------------------------------------------------|------|------|
|                                                            | 50.0 | 50.0 |

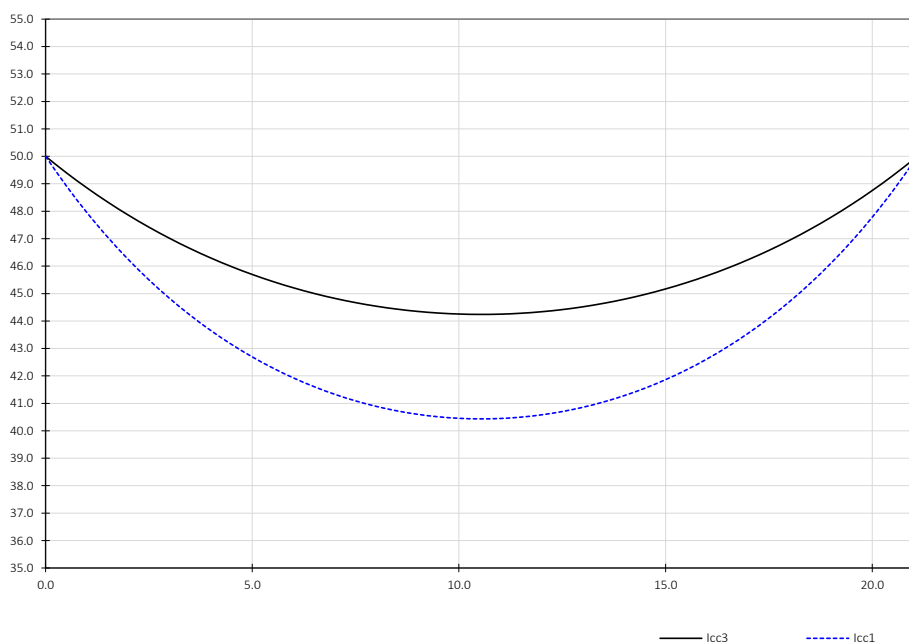
| Tensão nominal [kV] | Uc     | Us     |
|---------------------|--------|--------|
|                     | 400.00 | 230.94 |

| Dist. [km] | Icc3 [kA] | Icc1[kA] |
|------------|-----------|----------|
| 0.0        | 50.00     | 50.00    |
| 0.5        | 49.40     | 48.93    |
| 1.0        | 48.85     | 47.95    |
| 1.5        | 48.34     | 47.06    |
| 2.0        | 47.86     | 46.24    |
| 2.5        | 47.42     | 45.50    |
| 3.0        | 47.01     | 44.82    |
| 3.5        | 46.64     | 44.21    |
| 4.0        | 46.29     | 43.65    |
| 4.5        | 45.98     | 43.15    |
| 5.0        | 45.70     | 42.69    |
| 5.5        | 45.44     | 42.29    |
| 6.0        | 45.21     | 41.92    |
| 6.5        | 45.00     | 41.61    |
| 7.0        | 44.82     | 41.33    |
| 7.5        | 44.67     | 41.09    |
| 8.0        | 44.54     | 40.89    |
| 8.5        | 44.43     | 40.73    |
| 9.0        | 44.35     | 40.60    |
| 9.5        | 44.29     | 40.51    |
| 10.0       | 44.25     | 40.45    |
| 10.5       | 44.24     | 40.43    |
| 11.0       | 44.25     | 40.45    |
| 11.5       | 44.28     | 40.50    |
| 12.0       | 44.34     | 40.58    |
| 12.5       | 44.42     | 40.70    |
| 13.0       | 44.52     | 40.86    |
| 13.5       | 44.64     | 41.05    |
| 14.0       | 44.79     | 41.28    |
| 14.5       | 44.97     | 41.55    |
| 15.0       | 45.17     | 41.86    |
| 15.5       | 45.39     | 42.22    |
| 16.0       | 45.65     | 42.62    |
| 16.5       | 45.93     | 43.06    |
| 17.0       | 46.24     | 43.56    |
| 17.5       | 46.57     | 44.10    |
| 18.0       | 46.94     | 44.71    |
| 18.5       | 47.34     | 45.37    |
| 19.0       | 47.78     | 46.10    |
| 19.5       | 48.25     | 46.91    |
| 20.0       | 48.76     | 47.78    |
| 20.5       | 49.30     | 48.75    |
| 21.0       | 49.89     | 49.80    |
| 21.1       | 50.00     | 50.00    |

Icc3 -> corrente de curto-circuito trifásico

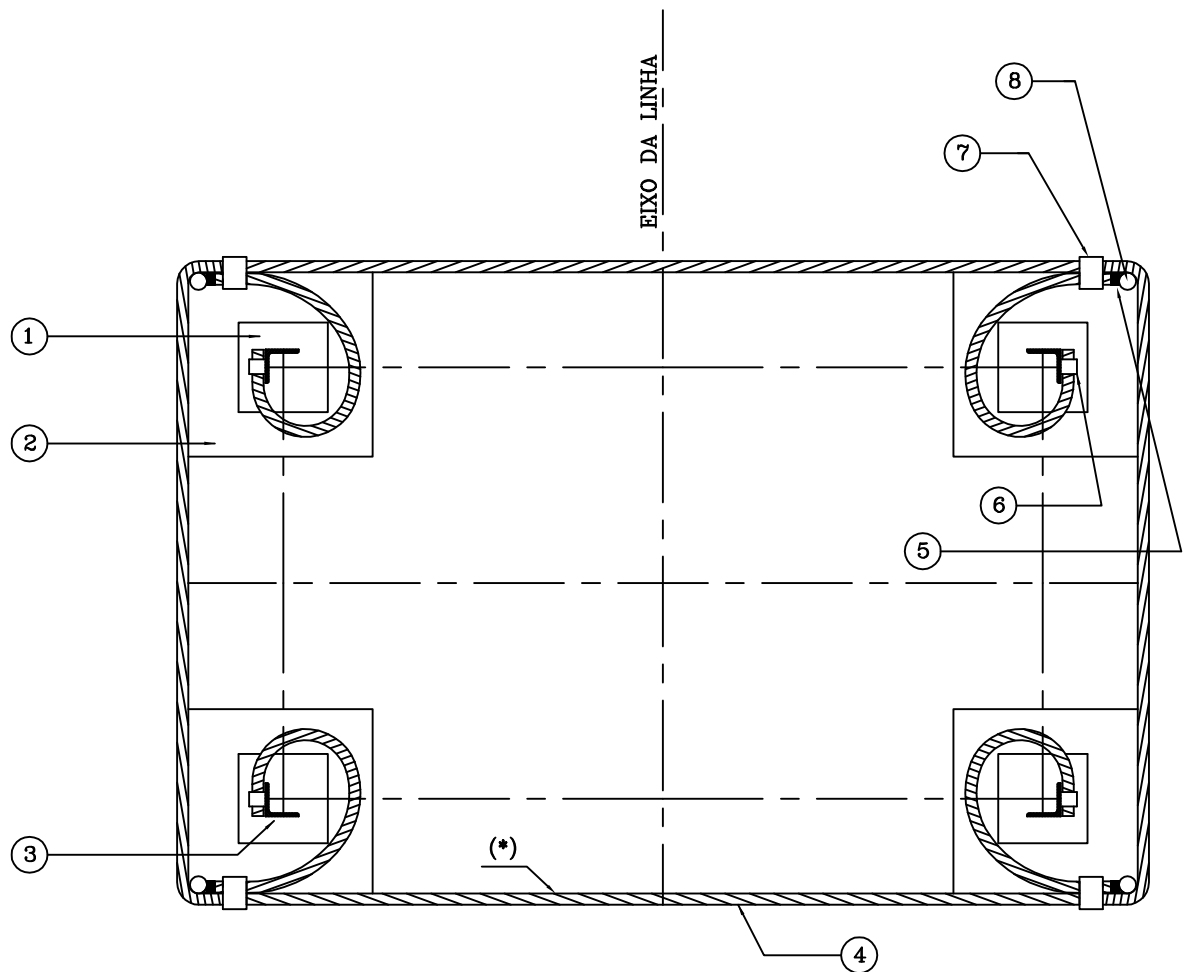
Icc1 -> corrente de curto-circuito monofásico

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



Impedância directa equivalente a montante das subestações = 6.8968 Ohm  
 Impedância homopolar equivalente a montante das subestações = 5.4861 Ohm

|                |                                     |                |
|----------------|-------------------------------------|----------------|
| <div>REN</div> | MATERIAL DE LIGAÇÃO À TERRA         | PL LTE 001     |
|                | CONFIGURAÇÃO TIPO DA MALHA DE TERRA | Data: 96.03.29 |



(\*) – Pode não existir anel fechado

| Posição | Designação                                            |
|---------|-------------------------------------------------------|
| (1)     | CHAMINÊ DO MACIÇO                                     |
| (2)     | CABOUÇO                                               |
| (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 n° | Data  | Designação                  | Efect. | Verif. | Desenhado                   |
|------------|-------|-----------------------------|--------|--------|-----------------------------|
| 01         | 02.04 | Alteração do logotipo.      | JT     | JV     | por: J. Tavares             |
| 02         | 08.09 | Introdução do Novo Logotipo | JT     | CH     |                             |
| 03         |       |                             |        |        | Verificado<br>por: C. Homem |
| 04         |       |                             |        |        |                             |





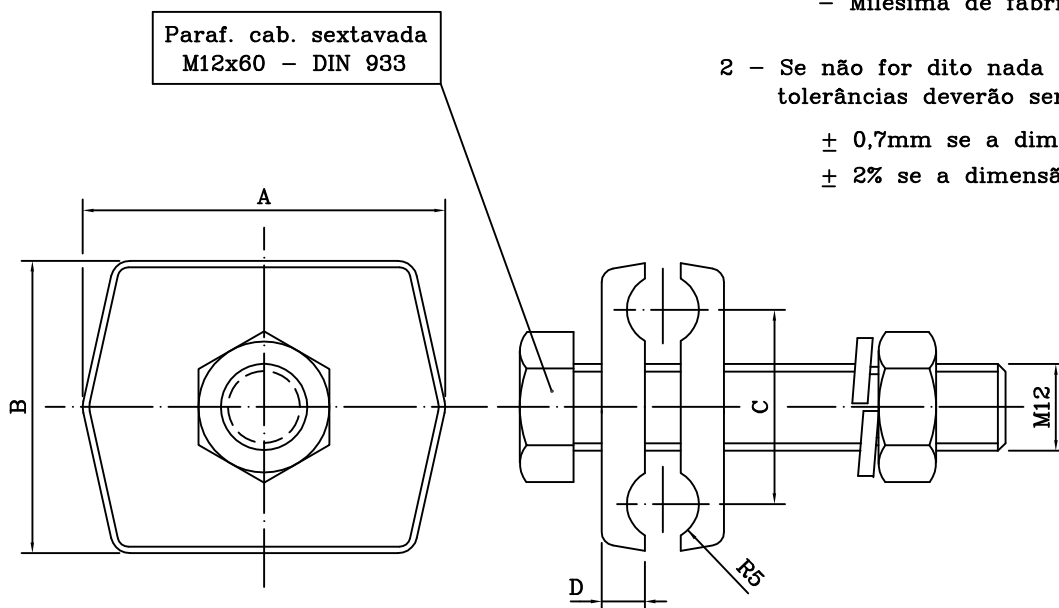
|                                   |                                                      |                                                                                         |                |  |
|-----------------------------------|------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------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

1 - Estes acessórios devem obrigatoriamente 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:

- $\pm 0,7\text{mm}$  se a dimensão for  $\leq 35\text{mm}$
- $\pm 2\%$  se a dimensão for  $> 35\text{mm}$



| CÓDIGO   | Ref.ª (*)<br>Fabricante | A<br>(mm)<br>(*) | B<br>(mm)<br>(*) | C<br>(mm)<br>(*) | D<br>(mm)<br>(*) | Carga de<br>rotura<br>(kN) (*) | Massa<br>(Kg)<br>(*) |
|----------|-------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|--------------------------------|----------------------|
| LIG. "M" |                         |                  |                  |                  |                  |                                |                      |

(\*) - A fornecer pelo fabricante.

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

(\*\*) - A fornecer pelo fabricante.

| Revisão n° | Data  | Designação                  | Efect. | Verif. | Desenhado                   |
|------------|-------|-----------------------------|--------|--------|-----------------------------|
| 01         | 02.04 | Alteração do logotipo       | JT     | JV     | por: J. Tavares             |
| 02         | 08.09 | Introdução do Novo Logotipo | JT     | CH     |                             |
| 03         |       |                             |        |        | Verificado<br>por: C. Homem |
| 04         |       |                             |        |        |                             |

EQPJ-LN

DESIGNAÇÃO

## ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

PL LTE 005

Data: 96.03.29

L I G A D O R

T I P O "E"

## Tipo de Peça

LIGAÇÃO MALHA DE TERRA

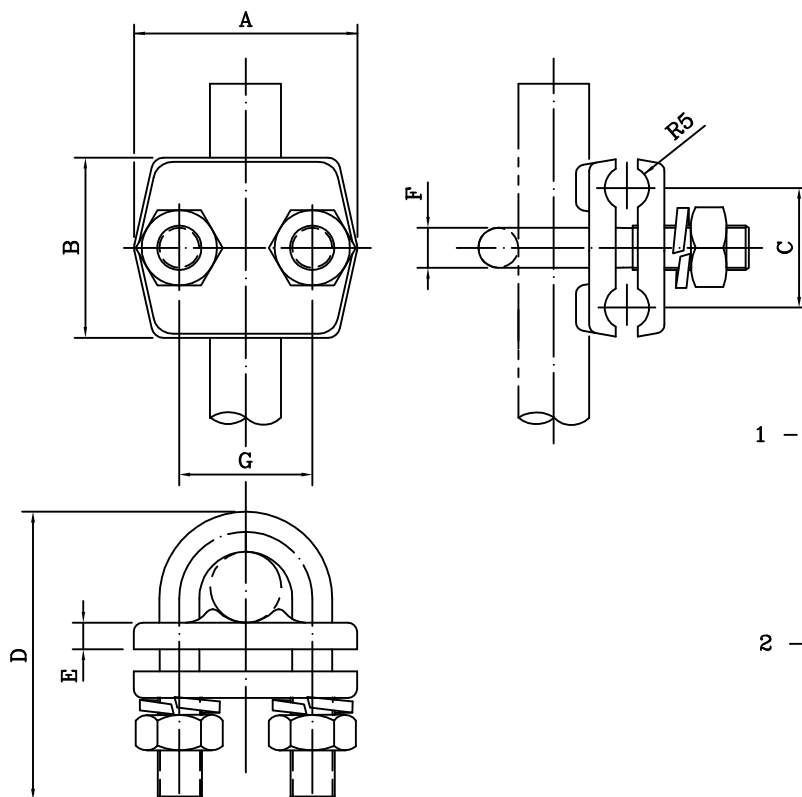
## Elemento de Alta Segurança

Sim ☐

Não ☐

## UTILIZAÇÃO

Ligação de electrodo de terra e cabo de cobre nú.



1 - Estes acessórios devem obrigatoriamente 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:

$\pm 0,7\text{mm}$  se a dimensão for  $\leq 35\text{mm}$

+ 2% se a dimensão for >35mm

[illegible]

(\*) - A fornecer pelo fabricante.

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

(\*\*) - A fornecer pelo fabricante.

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



EQPJ-LN

DESIGNAÇÃO

## ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

PL LTE 006

Data: 96.03.29

L I G A D O R

T I P O "C"

## Tipo de Peça

LIGAÇÃO MALHA DE TERRA

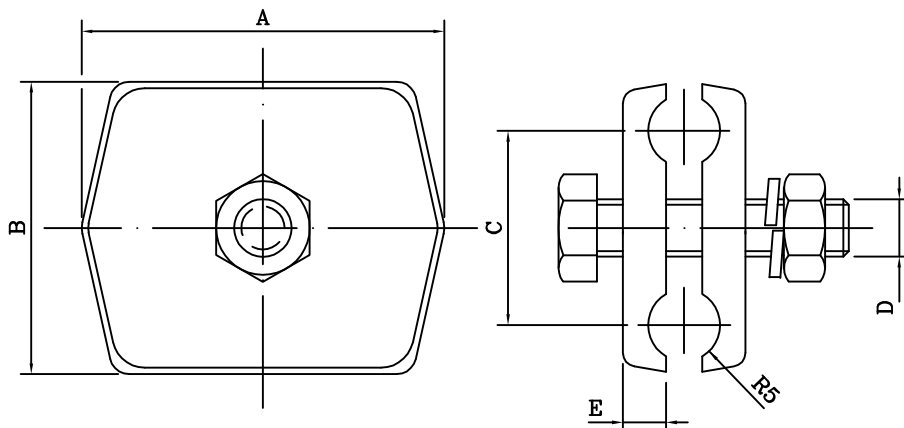
## Elemento de Alta Segurança

Sim ☐

Não ☐

## UTILIZAÇÃO

Ligação de dois cabos de cobre nus.



1 - Estes acessórios devem obrigatoriamente 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   | Ref. <sup>a</sup> (*)<br>Fabricante | A<br>(mm)<br>(*) | B<br>(mm)<br>(*) | C<br>(mm)<br>(*) | D<br>(mm)<br>(*) | ØE<br>(mm)<br>(*) | Carga de<br>rotura<br>(kN) (*) | Massa<br>(Kg)<br>(*) |
|----------|-------------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|--------------------------------|----------------------|
| LIG. "C" |                                     |                  |                  |                  |                  |                   |                                |                      |

(\*) - A fornecer pelo fabricante.

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

(\*\*) – A fornecer pelo fabricante.

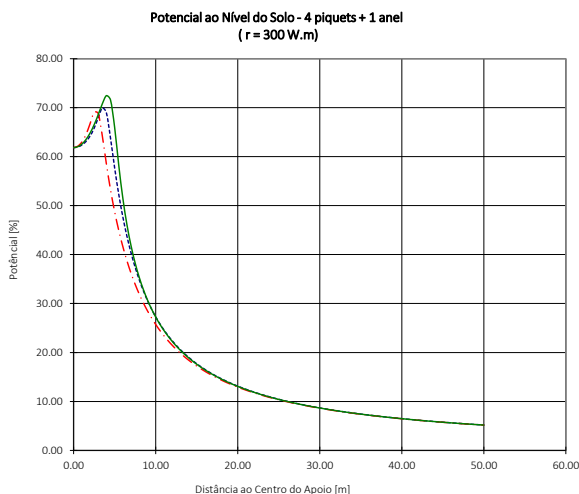
|            |       |                             |        |        |                 |
|------------|-------|-----------------------------|--------|--------|-----------------|
| Revisão nº | Data  | Designação                  | Efect. | Verif. | Desenhado       |
| 01         | 02.04 | Alteração do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

# Estudo Prévio

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

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

| DEixo [m]   | Pt(%)        | Pl(%)        | Pd(%)        | dPt(%)        | dPl(%)        | dPd(%)        |
|-------------|--------------|--------------|--------------|---------------|---------------|---------------|
| 0.00        | 61.85        | <b>61.85</b> | 61.85        |               |               |               |
| 0.50        | 61.98        | <b>62.12</b> | 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        | <b>69.06</b> | 66.51        | 2.71          | 4.57          | 3.02          |
| 3.00        | 67.94        | 68.80        | 68.58        | 3.75          | 2.09          | 3.77          |
| <b>3.50</b> | <b>69.94</b> | <b>64.21</b> | 70.79        | 4.14          | -4.84         | 4.28          |
| 4.00        | 68.92        | 58.44        | <b>72.46</b> | 0.97          | -10.35        | 3.88          |
| <b>4.50</b> | <b>63.76</b> | 53.24        | 71.57        | -6.18         | <b>-10.98</b> | 0.77          |
| 5.00        | 57.72        | 48.77        | 65.99        | -11.20        | -9.67         | -6.47         |
| <b>5.50</b> | 52.32        | 44.95        | <b>58.28</b> | <b>-11.44</b> | -8.29         | <b>-13.29</b> |
| 6.00        | 47.70        | 41.63        | 51.51        | -10.02        | -7.14         | <b>-14.48</b> |
| 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  
Resistência da malha = **18.47** Ohm

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

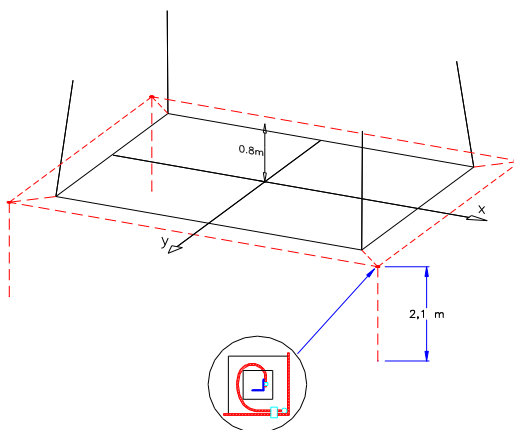
Umáx solo t = 69.94 %  
Umáx solo l = 69.06 %  
Umáx solo d = 72.46 %

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 escoou 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 escoou pelos cabos de guarda, variando a parte que se escoou 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 escoou-se praticamente toda pelos cabos de guarda para a terra da subestação.



## ANEXO A.05 Características dos Cabos

EQPJ

Data act. 10/03/16

## ETCCO01 - Cabos nus para linhas aéreas de MAT



## CARACTERISTICAS DOS CABOS

## ANEXO 1

| Cabos       |              | Composição |      |    |      | Composição      | Diâm.     | Diâm.    | Secção                  | Secção                 | massa          | massa neutra |            | Peso Total | Mod.         | C.Dilat.    | Carga        | R cor cont      | Kr      | CCL     | Coef.  |
|-------------|--------------|------------|------|----|------|-----------------|-----------|----------|-------------------------|------------------------|----------------|--------------|------------|------------|--------------|-------------|--------------|-----------------|---------|---------|--------|
| Designação  | N.comercial  | Nr         | Dia  | Nr | Dia  | por camada      | cabo (mm) | aço (mm) | cabo (mm <sup>2</sup> ) | aço (mm <sup>2</sup> ) | s/m.n. (daN/m) | min. (g/m)   | max. (g/m) | daN/m      | Elast. (MPa) | Térmica (°) | Rotura (daN) | a 20 °C (Ohm/m) | (/k)    | (J/m/k) | E.Pel. |
| AAAC 570    | Aster 570    | 61         | 3.45 | -  | -    | 1;6;12;18;24    | 31.05     |          | 570.24                  |                        | 1.544          |              |            | 1.544      | 53980        | 0.0000230   | 18360        | 0.0000583       | 0.00360 | 1397.09 | 1.024  |
| AAAC 851    | Aster 851    | 91         | 3.45 | -  | -    | 1;6;12;18;24;30 | 38.00     |          | 850.70                  |                        | 2.316          |              |            | 2.316      | 52500        | 0.0000230   | 27647        | 0.0000394       | 0.00360 | 2048.22 |        |
| AAAC 1144   | Aster 1144   | 91         | 4.00 | -  | -    |                 | 44.00     | -        | 1143.50                 | -                      | 3.110          |              | 0.00       | 3.110      | 55000        | 0.0000230   | 36022        | 0.0000293       | 0.00360 | 2801.58 |        |
| AACSR 147.1 | Pastel 147.1 | 30         | 2.25 | 7  | 2.25 | 1;6;12;18       | 15.75     | 6.75     | 147.11                  | 27.83                  | 0.542          | 4.86         | 6.94       | 0.548      | 83970        | 0.0000181   | 8185         | 0.0002790       | 0.00360 | 397.43  |        |
| ACSR 130    | Guinea       | 12         | 2.92 | 7  | 2.92 | 1;6;12          | 14.60     | 8.76     | 127.24                  | 46.88                  | 0.586          | 8.16         | 11.65      | 0.596      | 104500       | 0.0000153   | 6646         | 0.0003594       | 0.00403 | 374.09  |        |
| ACSR 153    | Dorking      | 12         | 3.20 | 7  | 3.20 | 1;6;12          | 16.00     | 9.60     | 152.81                  | 56.30                  | 0.705          | 9.80         | 14.00      | 0.717      | 104500       | 0.0000153   | 7708         | 0.0002992       | 0.00403 | 449.26  |        |
| ACSR 260    | Panther      | 30         | 3.00 | 7  | 3.00 | 1;6;12;18       | 21.00     | 9.00     | 261.20                  | 49.50                  | 0.955          |              |            | 0.955      | 78155        | 0.0000177   |              |                 | 0.00403 |         |        |
| ACSR 325    | Bear         | 30         | 3.35 | 7  | 3.35 | 1;6;12;18       | 23.45     | 10.05    | 326.12                  | 61.70                  | 1.202          | 10.77        | 15.39      | 1.215      | 79500        | 0.0000178   | 10938        | 0.0001093       | 0.00403 | 881.06  | 1.003  |
| ACSR 374    | Tejo         | 42         | 2.79 | 19 | 2.79 | 1;6;12;18;24    | 25.11     | 13.95    | 373.90                  | 116.40                 | 1.584          |              |            | 1.584      | 91630        | 0.0000158   |              |                 | 0.00403 |         |        |
| ACSR 485    | Zebra        | 54         | 3.18 | 7  | 3.18 | 1;6;12;18;24    | 28.62     | 9.54     | 484.48                  | 55.60                  | 1.600          | 9.71         | 13.87      | 1.612      | 68000        | 0.0000193   | 12849        | 0.0000674       | 0.00403 | 1260.92 | 1.011  |
| ACSR/AW 517 | RAIL AW      | 45         | 3.70 | 7  | 2.47 | 1;6;9;15;21     | 29.61     | 7.41     | 517.39                  | 33.53                  | 1.532          |              |            | 1.532      | 61937        | 0.0000213   | 11370        | 0.0000585       | 0.00403 | 1312.20 | 1.018  |
| ACSR 546    | Cardinal     | 54         | 3.38 | 7  | 3.38 | 1;6;9;15;21     | 30.38     | 10.13    | 546.10                  | 62.70                  | 1.791          |              |            | 1.791      | 68670        | 0.0000193   | 15262        | 0.0000597       | 0.00403 | 1424.03 |        |
| ACSR 595    | Zambeze      | 42         | 4.14 | 7  | 2.32 | 1;6;8;14;20     | 31.80     | 6.96     | 594.97                  | 29.59                  | 1.764          | 5.15         | 7.36       | 1.770      | 61500        | 0.0000212   | 11967        | 0.0000511       | 0.00403 | 1497.03 | 1.021  |
|             |              |            |      |    |      |                 |           |          |                         |                        |                |              |            |            |              |             |              |                 |         |         |        |
|             |              |            |      |    |      |                 |           |          |                         |                        |                |              |            |            |              |             |              |                 |         |         |        |
|             |              |            |      |    |      |                 |           |          |                         |                        |                |              |            |            |              |             |              |                 |         |         |        |
|             |              |            |      |    |      |                 |           |          |                         |                        |                |              |            |            |              |             |              |                 |         |         |        |
|             |              |            |      |    |      |                 |           |          |                         |                        |                |              |            |            |              |             |              |                 |         |         |        |

Legenda:

- Kr - Coeficiente de variação da resistência do cabo com a temperatura (°K)
- CCL - Capacidade calorífica linear (J/m/k)  $C = Cs \cdot Ss + Ca \cdot Sa$
- Cs - Calor específico do aço =  $3,78 + 6 \text{ J/m}^3 / \text{k}$
- Ca - Calor específico do alumínio =  $2,45E+6 \text{ J/m}^3 / \text{k}$
- Coef.Ef.Pel. - Coeficiente de Efeito Pelicular
- Ss, Sa - Secções respectivamente do aço e alumínio (mm<sup>2</sup>)
- Al - Alumínio
- Aç - Aço
- Lal - Liga de alumínio

| OPGW AS/AA 39/94 AST 2x 20 F                         |                                           |
|------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| Fabricante                                           |                                           |
| Tipo de Cabo de Guarda                               | OPGW AS/AA 39/94 AST 2x 20 F              |
| Secção Nominal [mm <sup>2</sup> ]                    | 132.5                                     |
| Quantidade de Fibras Ópticas                         | 40                                        |
| Composição                                           | 1 x 3,15 + (4 x 3.10 + 1 tubo)+ 12 x 3,15 |
| Diâmetro [mm]                                        | 15.8                                      |
| Massa Linear [kg/m]                                  | 0.565                                     |
| Módulo de Elasticidade [daN/mm <sup>2</sup> ]        | 9068                                      |
| Coefficiente de Dilatação Linear [°C <sup>-1</sup> ] | 1.76E-05                                  |
| Resistência Elétrica [Ohm/km]                        | 0.3200                                    |
| Carga de Rotura [daN]                                | 7235                                      |

## ANEXO A.06

### Características dos Isoladores

|      |               |             |
|------|---------------|-------------|
| ESLN | ESLN/ET/ICA01 | <b>RENN</b> |
|------|---------------|-------------|

## 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 Hz-1 min:           |                                               | 75 kV                                | (eficaz)        |
| TENSÃO SUPORTÁVEL SOB CHUVA A 50 Hz-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 ≥ 65 kgf/mm <sup>2</sup> |                 |
| 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 |
|                                                   |                                               |                                      |                 |
|                                                   |                                               |                                      |                 |
|                                                   |                                               |                                      |                 |
|                                                   |                                               |                                      |                 |

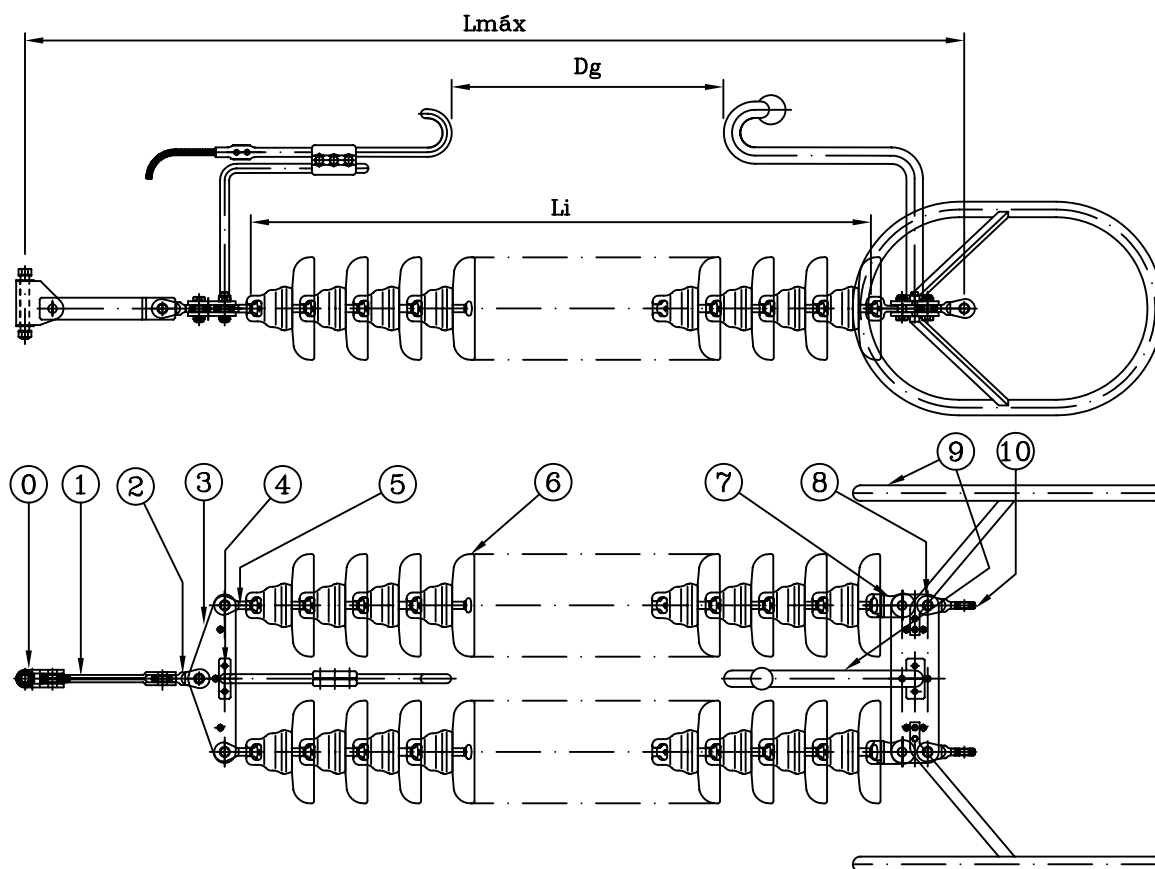
## ANEXO A.07

### Planos das Cadeias de Isoladores e Fixação dos CG



|            |           |                                |                          |       |                              |
|------------|-----------|--------------------------------|--------------------------|-------|------------------------------|
| <b>REN</b> | 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 |

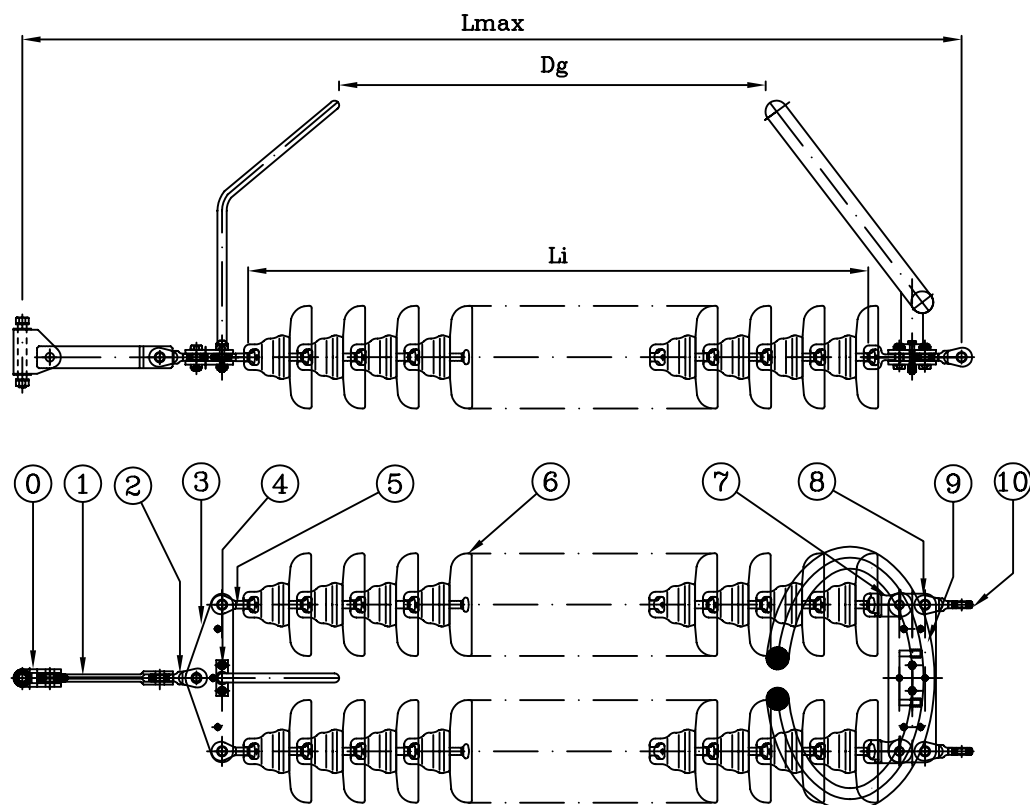
- 1 - A haste de descarga do lado da estrutura é regulável, enquanto do lado do condutor é fixa.
- 2 - O espigão dos isoladores é de  $\varnothing 20\text{mm}$  de acordo com a publicação CEI - 60120.
- 3 - Os dispositivos de protecção, hastes, são em varão de aço de  $\varnothing 25\text{mm}$  e devem-se 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 às 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 $\varnothing 20\text{mm}$ )          |                            |
| (6)          | ----            | 2x23 * U160BS                                                                   | 2x20 * Antipoluição 160 kN |
| (7)          | 85              | BALL SOCKET COM PATILHA (2xBS 150 - Norma CEI 60120 $\varnothing 20\text{mm}$ ) |                            |
| (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 $\pm 50$ mm                                                             |                            |
| Carga rotura |                 | 300 kN                                                                          | 300 kN                     |
| Peso aprox.  |                 | 354 Kg                                                                          | 396 Kg                     |

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

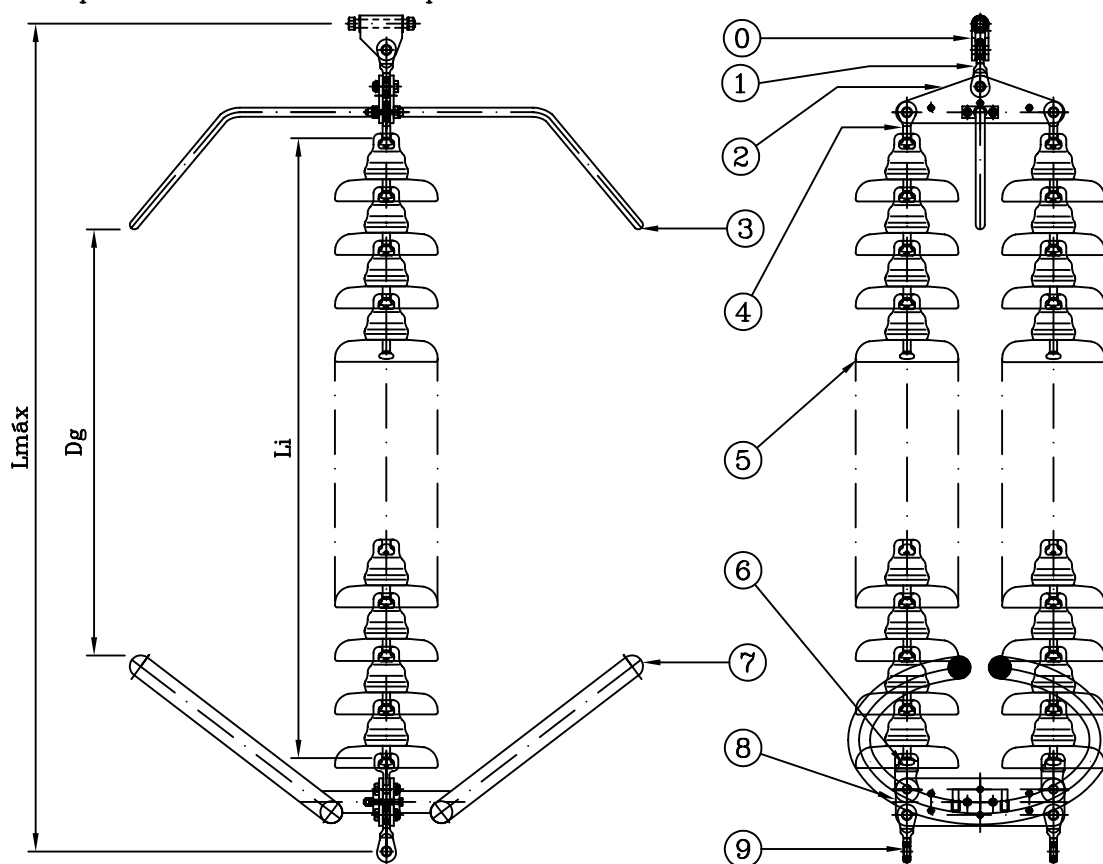
- 1 - Os dispositivos de protecção como a haste são em varão de aço de  $\varnothing 25\text{mm}$ , enquanto o anel de descarga será em tubo de aço com secção mínima de  $500\text{mm}^2$  ( $\varnothing \pm 60\text{mm}$ ) aberto, devendo nesta zona ser maciço (intervalo entre pontas do anel  $50 \pm 5\text{mm}$ ).
- 2 - O espigão dos isoladores é de  $\varnothing 20\text{mm}$  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 $\varnothing 20\text{mm}$ )          |                            |
| (6)          | ----            | 2x23 * U160BS                                                                   | 2x20 * Antipoluição 160 kN |
| (7)          | 85              | BALL SOCKET COM PATILHA (2xBS 150 - Norma CEI 60120 $\varnothing 20\text{mm}$ ) |                            |
| (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                     |

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

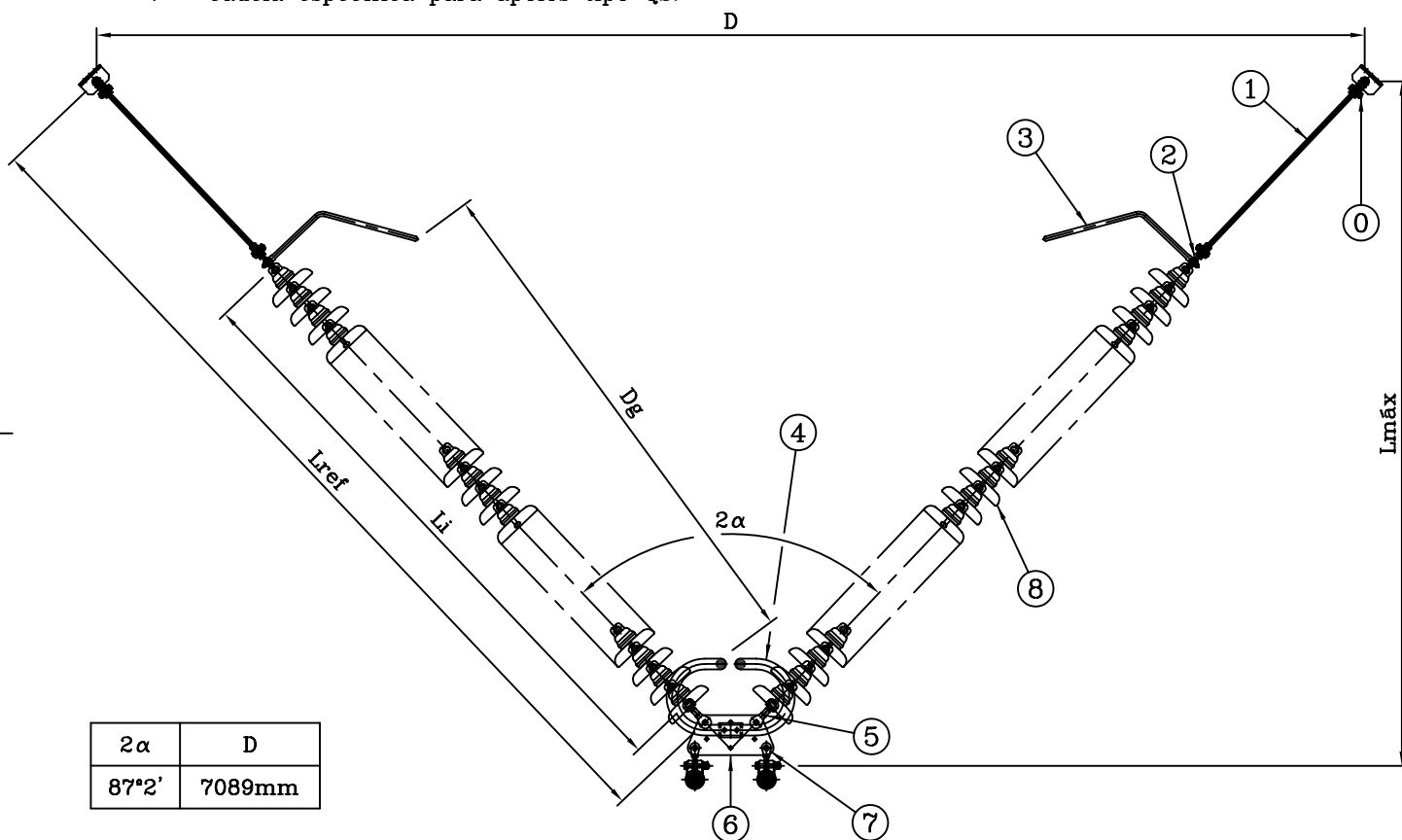
- 1 - As hastes de descarga superior e o anel de descarga inferior devem estar no plano do condutor, com disposição para ambos os lados.
- 2 - O espigão dos isoladores é de Ø20mm de acordo com a publicação CEI - 60120.
- 3 - Os dispositivos de protecção, hastes, são em varão de aço de Ø25mm, enquanto o anel de descarga inferior será em tubo de aço com secção mínima de 500mm<sup>2</sup> (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                     |

|            |           |                                |               |              |                |
|------------|-----------|--------------------------------|---------------|--------------|----------------|
| <b>REN</b> | 420 kV    | PLANO DAS CADEIAS DE SUSPENSÃO |               | "V"<br>(90°) | PL 10199       |
| EQLN-PJ    | Un=400 kV | Feixe Duplo                    | Linha Simples | ≤50 kA       | Data: 09.05.21 |
|            |           |                                |               |              | Revisão: 1     |

- 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  $\varnothing 20\text{mm}$  de acordo com a publicação CEI - 60120.
- 3 - Os dispositivos de protecção, hastes, são em varão de aço de  $\varnothing 25\text{mm}$ , enquanto o anel de descarga inferior será em tubo de aço com secção mínima de  $500\text{mm}^2$  ( $\varnothing \pm 60\text{mm}$ ), aberto, devendo nesta zona ser maciço (intervalo entre pontas  $50 \pm 5\text{mm}$ ).
- 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  $250\text{mm}$ .
- 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 QS.

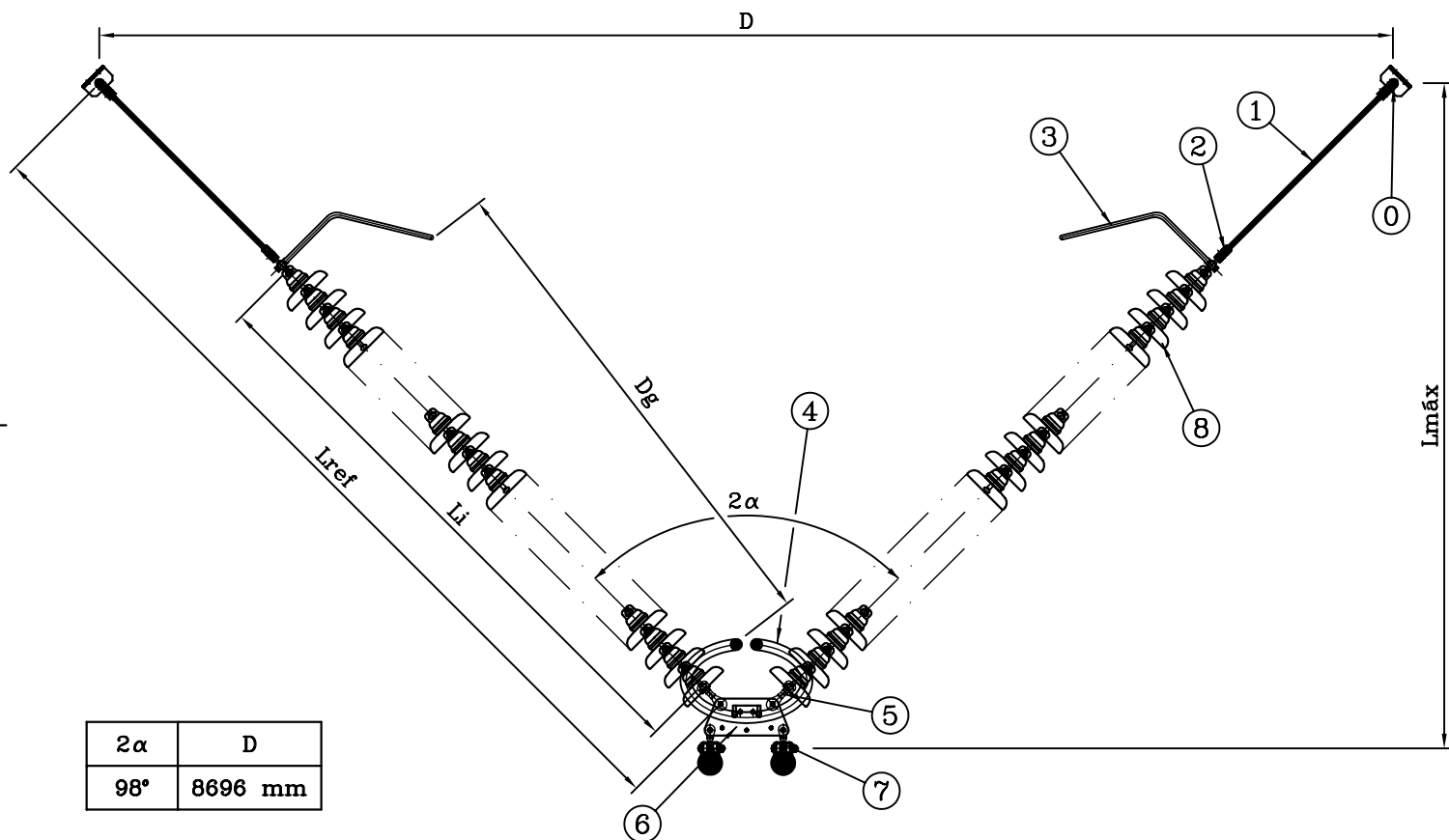


|                |        |
|----------------|--------|
| $2\alpha$      | D      |
| $87^{\circ}2'$ | 7089mm |

| Posição      | Comp. Útil (mm) | 4 D 4 V 2 M 150 Q 5                                                              | 4 D 4 V 2 F 150 Q 5      |
|--------------|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| (0)          | 75              | CHARNEIRA CH300                                                                  |                          |
| (1)          | 1236/1194       | PROLONGO PF 150/1236                                                             | PROLONGO PF 150/1194     |
| (2)          | 125             | OLHAL COM BOLA P/HASTE (2xOBH 150 - Norma CEI 60120 $\varnothing 20\text{mm}$ )  |                          |
| (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 $\varnothing 20\text{mm}$ ) |                          |
| (6)          | 143             | BALANCEIRO BTP 300/90                                                            |                          |
| (7)          | 100             | LIGADOR CRUZADO LC 150                                                           |                          |
| (8)          | ----            | 23 * U160BS                                                                      | 20 * Antipoluição 160 kN |
| Lref         |                 | 4939 mm                                                                          | 4939 mm                  |
| Lmáx         |                 | 3824 mm                                                                          | 3824 mm                  |
| Li           |                 | 3358 mm                                                                          | 3400 mm                  |
| Dg           |                 | 2896 mm                                                                          | 2938 mm                  |
| Carga rotura |                 | 300 kN                                                                           | 300 kN                   |
| Peso aprox.  |                 | 379 Kg                                                                           | 420 Kg                   |

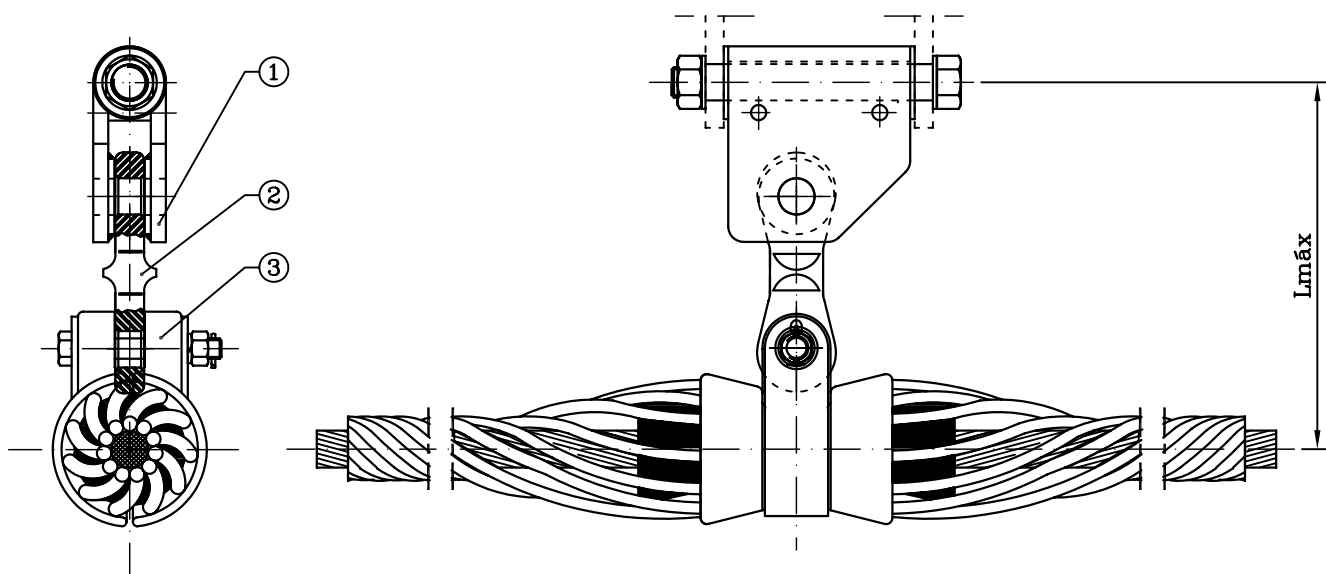
|            |           |                                |               |              |                              |
|------------|-----------|--------------------------------|---------------|--------------|------------------------------|
| <b>REN</b> | 420 kV    | PLANO DAS CADEIAS DE SUSPENSÃO |               | "V"<br>(98°) | PL 10200                     |
| EQPJ-LN    | Un=400 kV | Feixe Duplo                    | Linha Simples | ≤50 kA       | Data: 08.05.08<br>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 500mm<sup>2</sup> (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.



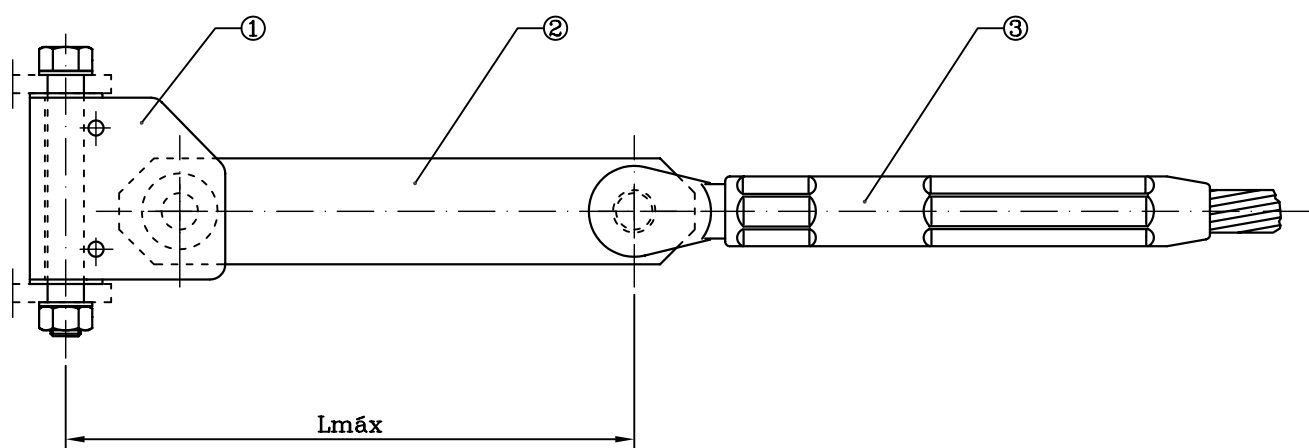
| Posição      | Comp. Útil (mm) | 4 D 4 V 2 M 150 R 5                                         | 4 D 4 V 2 F 150 R 5      |
|--------------|-----------------|-------------------------------------------------------------|--------------------------|
| (0)          | 75              | CHARNEIRA CH300                                             |                          |
| (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                   |

|                                                                                             |                                |                              |                                              |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|------------------------------|----------------------------------------------|
| <br>EQPJ-LN | PLANO DE CONJUNTO DE SUSPENSÃO |                              | $\leq 50$ kA<br>Data: 08.05.08<br>Revisão: 2 |
|                                                                                             | Cabo de Guarda                 | Linha Simples<br>Linha Dupla |                                              |



| 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                                  |                                |

|                                                                                             |                                |                              |                                              |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|------------------------------|----------------------------------------------|
| <br>EQPJ-LN | PLANO DE CONJUNTO DE AMARRAÇÃO |                              | $\leq 50$ kA<br>Data: 08.05.08<br>Revisão: 2 |
|                                                                                             | Cabo de Guarda                 | Linha Simples<br>Linha Dupla |                                              |



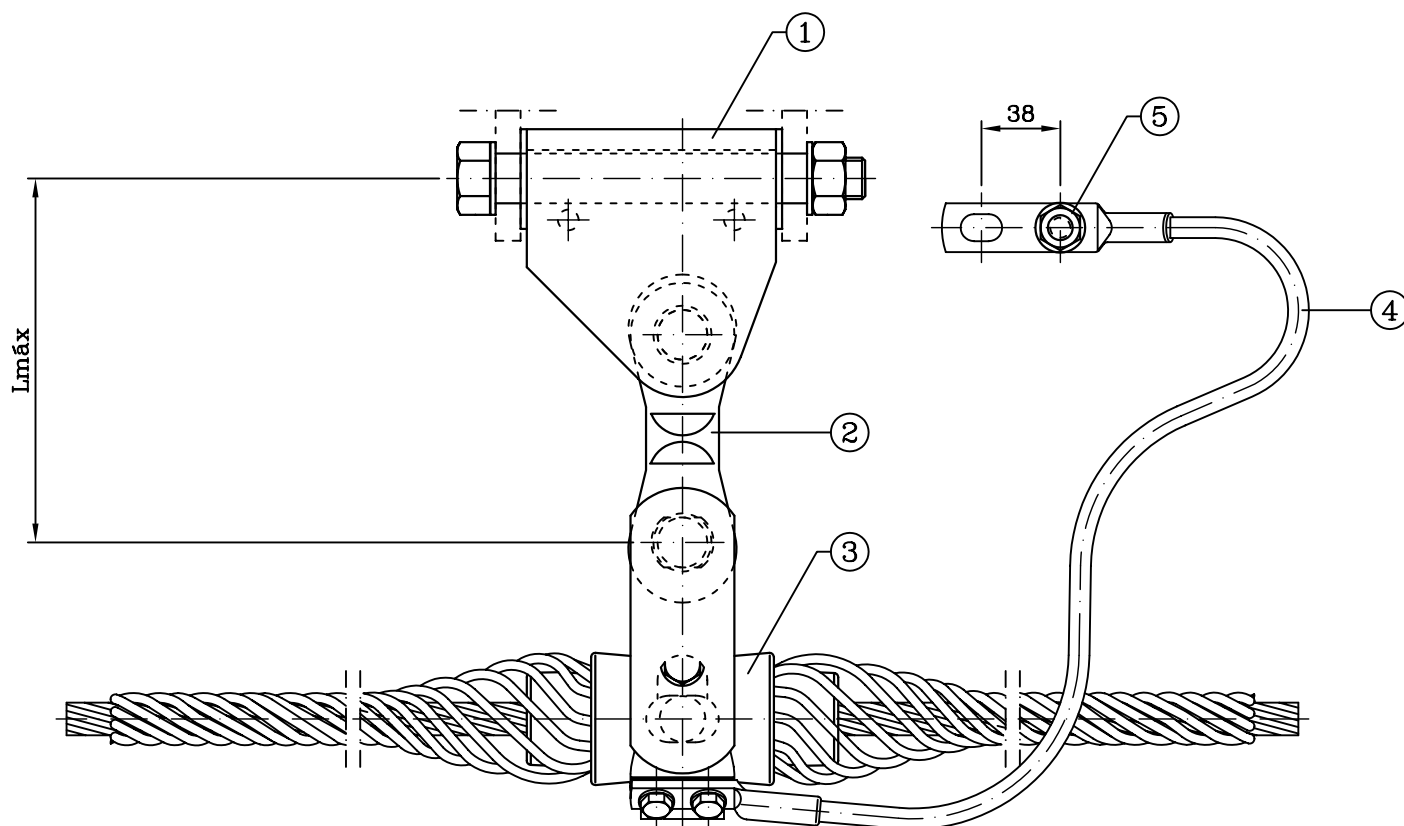
| Posição      | Comp. Útil (mm)                        | DESIGNAÇÃO                      |
|--------------|----------------------------------------|---------------------------------|
| (1)          | 75                                     | CHARNEIRA CH 150                |
| (2)          | 300    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

|                                                                                             |                                |                              |                                              |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|------------------------------|----------------------------------------------|
| <br>EQPJ-LN | PLANO DE CONJUNTO DE SUSPENSÃO |                              | $\leq 50$ kA<br>Data: 08.05.08<br>Revisão: 2 |
|                                                                                             | Cabo de Guarda<br>OPGW         | Linha Simples<br>Linha Dupla |                                              |

SHUNT – Cabo de cobre estanhado  $\varnothing$  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.



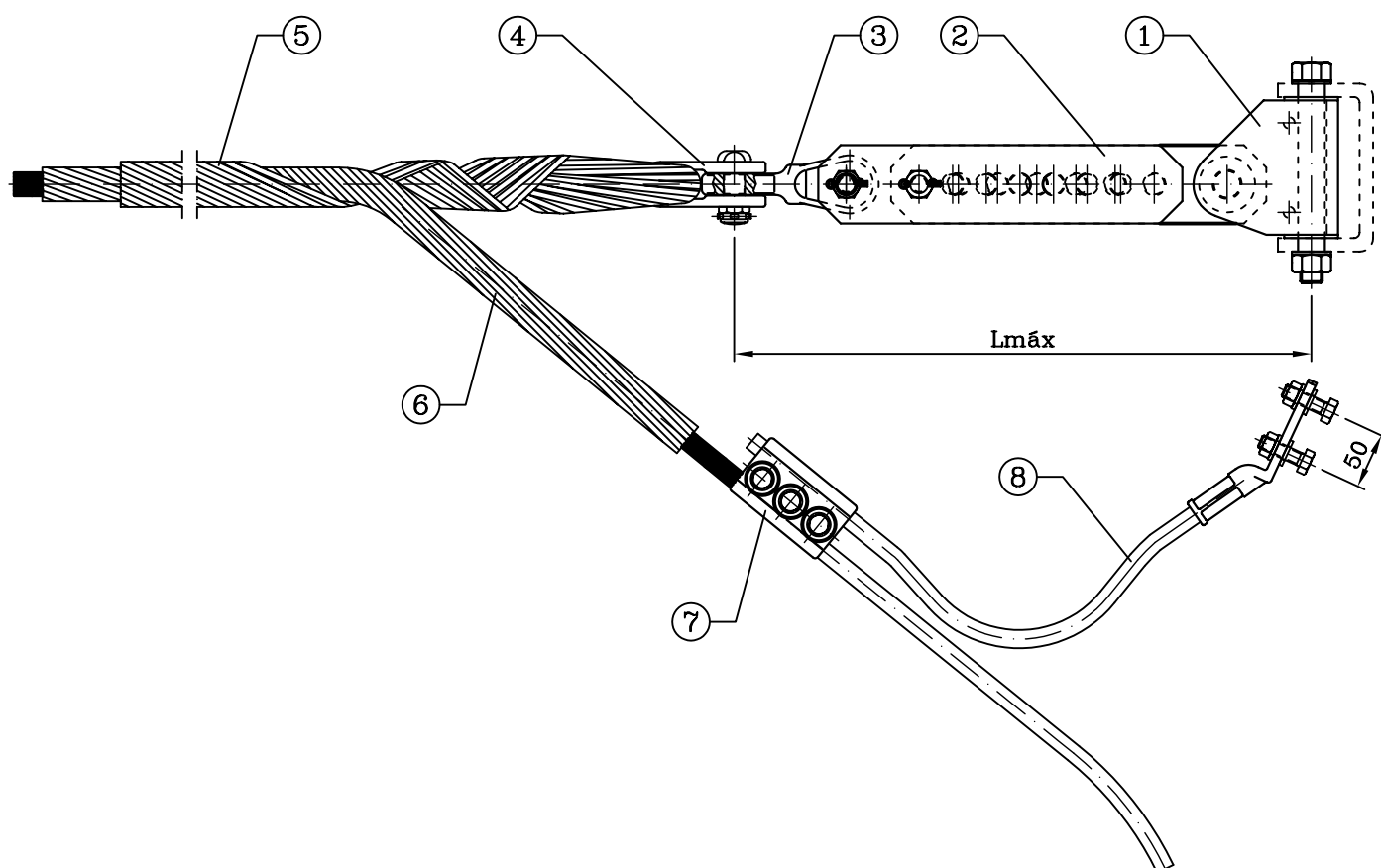
| Posição      | Comp. Útil (mm) | DESIGNAÇÃO                       |
|--------------|-----------------|----------------------------------|
| (1)          | 75              | CHARNEIRA CH 150                 |
| (2)          | 100             | LIGADOR DIREITO LD 150           |
| (3)          |    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



|                                                                                             |                                |                              |                                                          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|------------------------------|----------------------------------------------------------|
| <br>EQPJ-LN | PLANO DE CONJUNTO DE AMARRAÇÃO |                              | $\leq 50$ kA<br>PL 10183<br>Data: 08.11.03<br>Revisão: 3 |
|                                                                                             | Cabo de Guarda<br>OPGW         | Linha Simples<br>Linha Dupla |                                                          |

SHUNT – Cabo de alumínio de  $\varnothing$  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)

# Estudo Prévio

## Capacidade Térmica - Regime Permanente

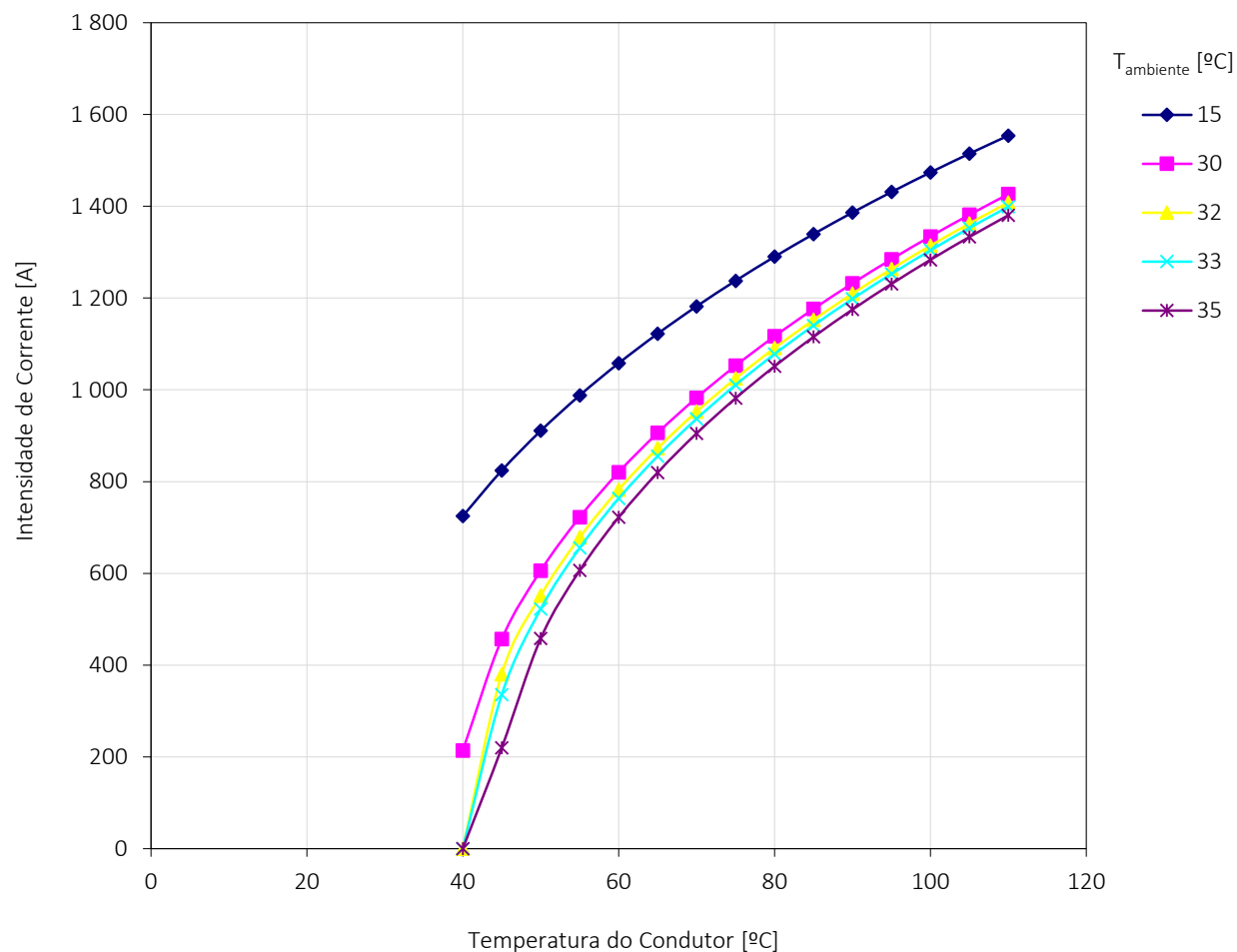
|                                             |          |
|---------------------------------------------|----------|
| Cabo                                        | ZAMBEZE  |
| Rca-Resistência Eléctrica em C.A.[Ohm/m]    | 52.17E-6 |
| K-Coeff.var.da Resist. do cabo c/temp.[/°K] | 4.03E-3  |
| D-Diâmetro do Cabo [mm]                     | 31.8     |
| C-Coeficiente de Absorção Solar             | 0.5      |
| Rs-Radiação Solar [W/m²]                    | 1000     |
| V-Velocidade do Vento [m/s]                 | 0.6      |
| e-Poder Emiss. Relação ao Corpo Negro       | 0.6      |
| Constante de Steffan [W/m²k⁴]               | 56.70E-9 |

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

## INTENSIDADE DE CORRENTE POR CABO [A]

| Temperat.<br>Cabo [°C] | Temperatura ambiente [°C] |              |              |              |              |
|------------------------|---------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|                        | 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                     | <b>1 339</b>              | <b>1 176</b> | <b>1 152</b> | <b>1 140</b> | <b>1 115</b> |
| 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        |

## Ampacidade



## ANEXO A.09

### Campo Elétrico

EMISSÃO DE RADIAÇÃO ELETROMAGNÉTICA  
Cálculo do Campo Elétrico de Linhas MAT - Perfil do Campo Elétrico kV/m à Tensão Nominal

## DADOS

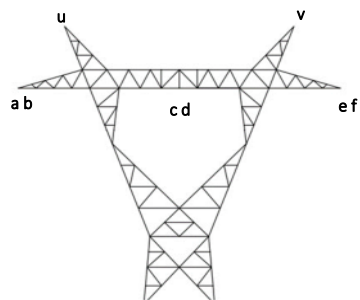
|                 |     |
|-----------------|-----|
| Apoios          | Q   |
| Cond. Geminados | SIM |
| Nº de ternos    | 1   |

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

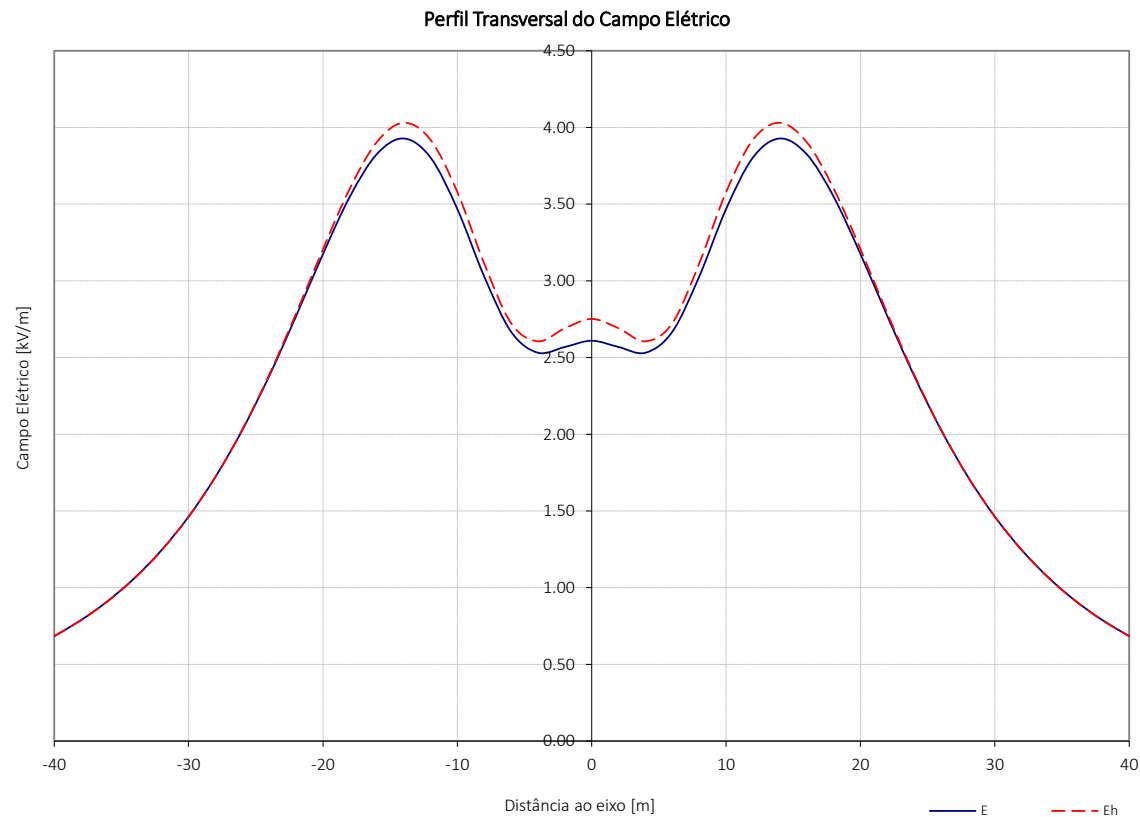
|                  |       |
|------------------|-------|
| C. Guarda        | OPGW  |
| Diâmetro CG [mm] | 15.80 |

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

| Geometria dos Cabos [m] |      |        |       |
|-------------------------|------|--------|-------|
| Cond.                   | Fase | X      | Y     |
| a                       | 0    | -12.25 | 14.00 |
| b                       | 0    | -11.85 | 14.00 |
| c                       | 4    | -0.20  | 14.00 |
| d                       | 4    | 0.20   | 14.00 |
| e                       | 8    | 11.85  | 14.00 |
| f                       | 8    | 12.25  | 14.00 |
| u                       | -1   | -8.57  | 19.00 |
| v                       | 1    | 8.57   | 19.00 |



| xN  | E    | Eh   |
|-----|------|------|
| -40 | 0.68 | 0.68 |
| -38 | 0.79 | 0.79 |
| -36 | 0.91 | 0.91 |
| -34 | 1.06 | 1.06 |
| -32 | 1.25 | 1.24 |
| -30 | 1.46 | 1.46 |
| -28 | 1.72 | 1.72 |
| -26 | 2.03 | 2.03 |
| -24 | 2.38 | 2.39 |
| -22 | 2.77 | 2.79 |
| -20 | 3.17 | 3.21 |
| -18 | 3.55 | 3.60 |
| -16 | 3.83 | 3.90 |
| -14 | 3.93 | 4.03 |
| -12 | 3.80 | 3.92 |
| -10 | 3.47 | 3.58 |
| -8  | 3.03 | 3.11 |
| -6  | 2.67 | 2.72 |
| -4  | 2.53 | 2.61 |
| -2  | 2.57 | 2.69 |
| 0   | 2.61 | 2.75 |
| 2   | 2.57 | 2.69 |
| 4   | 2.53 | 2.61 |
| 6   | 2.67 | 2.72 |
| 8   | 3.03 | 3.11 |
| 10  | 3.47 | 3.58 |
| 12  | 3.80 | 3.92 |
| 14  | 3.93 | 4.03 |
| 16  | 3.83 | 3.90 |
| 18  | 3.55 | 3.60 |
| 20  | 3.17 | 3.21 |
| 22  | 2.77 | 2.79 |
| 24  | 2.38 | 2.39 |
| 26  | 2.03 | 2.03 |
| 28  | 1.72 | 1.72 |
| 30  | 1.46 | 1.46 |
| 32  | 1.25 | 1.24 |
| 34  | 1.06 | 1.06 |
| 36  | 0.91 | 0.91 |
| 38  | 0.79 | 0.79 |
| 40  | 0.68 | 0.68 |



| Cond.         | a     | b     | c     | d     | e     | f     | u    | v    |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|
| Emáx. [kV/cm] | 14.24 | 14.44 | 14.92 | 14.92 | 14.44 | 14.24 | 6.88 | 6.88 |

## EMISSÃO DE RADIAÇÃO ELETROMAGNÉTICA

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

## DADOS

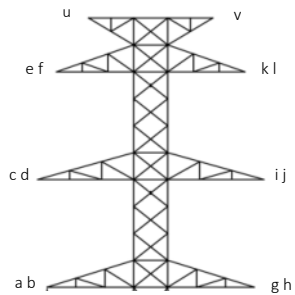
|                 |     |
|-----------------|-----|
| Apoios          | DL  |
| Cond. Geminados | SIM |
| Nº.de ternos    | 2   |

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

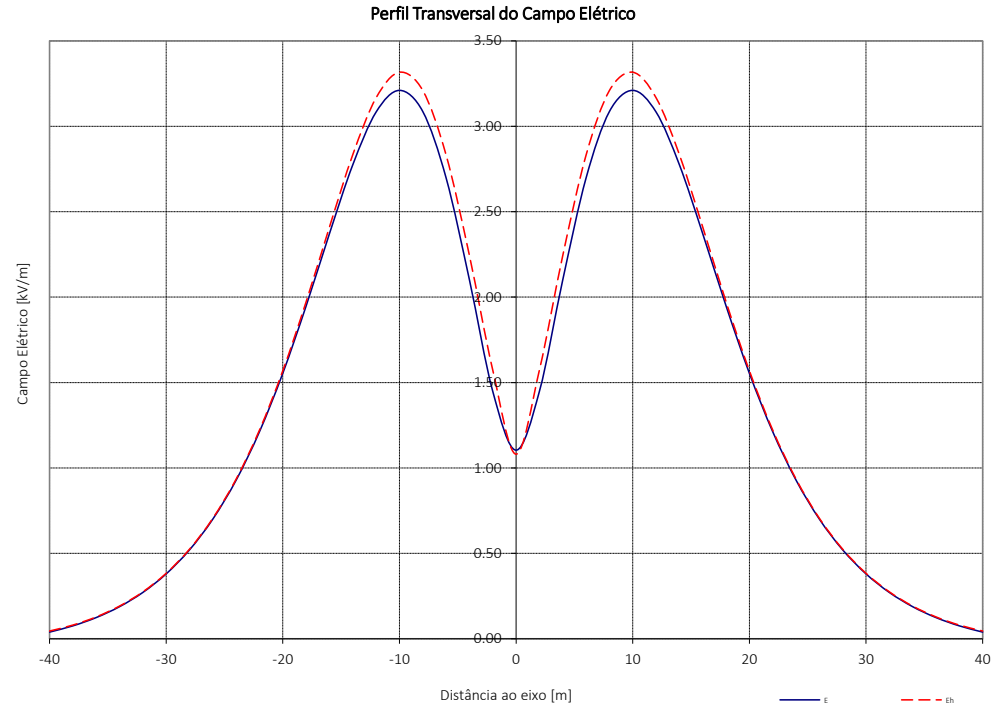
|                  |       |
|------------------|-------|
| C. Guarda        | OPGW  |
| Diâmetro CG [mm] | 15.80 |

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

| Geometria dos Cabos [m] |      |       |       |
|-------------------------|------|-------|-------|
| Cond.                   | Fase | X     | Y     |
| a                       | 0    | -8.70 | 14.00 |
| b                       | 0    | -8.30 | 14.00 |
| c                       | 4    | -8.20 | 22.25 |
| d                       | 4    | -7.80 | 22.25 |
| e                       | 8    | -8.20 | 30.50 |
| f                       | 8    | -7.80 | 30.50 |
| g                       | 8    | 8.30  | 14.00 |
| h                       | 8    | 8.70  | 14.00 |
| i                       | 4    | 7.80  | 22.25 |
| j                       | 4    | 8.20  | 22.25 |
| k                       | 0    | 7.80  | 30.50 |
| l                       | 0    | 8.20  | 30.50 |
| u                       | -1   | -6.00 | 36.60 |
| v                       | 1    | 6.00  | 36.60 |



| xN  | E    | Eh   |
|-----|------|------|
| -40 | 0.04 | 0.05 |
| -38 | 0.08 | 0.08 |
| -36 | 0.12 | 0.13 |
| -34 | 0.19 | 0.19 |
| -32 | 0.27 | 0.27 |
| -30 | 0.38 | 0.38 |
| -28 | 0.52 | 0.52 |
| -26 | 0.70 | 0.71 |
| -24 | 0.93 | 0.94 |
| -22 | 1.21 | 1.22 |
| -20 | 1.55 | 1.57 |
| -18 | 1.95 | 1.97 |
| -16 | 2.37 | 2.41 |
| -14 | 2.77 | 2.83 |
| -12 | 3.08 | 3.17 |
| -10 | 3.21 | 3.32 |
| -8  | 3.09 | 3.21 |
| -6  | 2.70 | 2.83 |
| -4  | 2.10 | 2.24 |
| -2  | 1.45 | 1.57 |
| 0   | 1.10 | 1.08 |
| 2   | 1.45 | 1.57 |
| 4   | 2.10 | 2.24 |
| 6   | 2.70 | 2.83 |
| 8   | 3.09 | 3.21 |
| 10  | 3.21 | 3.32 |
| 12  | 3.08 | 3.17 |
| 14  | 2.77 | 2.83 |
| 16  | 2.37 | 2.41 |
| 18  | 1.95 | 1.97 |
| 20  | 1.55 | 1.57 |
| 22  | 1.21 | 1.22 |
| 24  | 0.93 | 0.94 |
| 26  | 0.70 | 0.71 |
| 28  | 0.52 | 0.52 |
| 30  | 0.38 | 0.38 |
| 32  | 0.27 | 0.27 |
| 34  | 0.19 | 0.19 |
| 36  | 0.12 | 0.13 |
| 38  | 0.08 | 0.08 |
| 40  | 0.04 | 0.05 |



| Cond.         | a     | b     | c     | d     | e     | f     | g     | h     | i     | j     | k     | l     | u    | v    |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|
| Emáx. [kV/cm] | 15.49 | 15.57 | 15.84 | 15.79 | 15.53 | 15.63 | 15.57 | 15.49 | 15.79 | 15.84 | 15.63 | 15.53 | 5.77 | 5.77 |

EMIÇÃO DE RADIAÇÃO ELETROMAGNÉTICA  
Cálculo do Campo Elétrico de Linhas MAT - Perfil do Campo Elétrico kV/m à Tensão Máxima

## DADOS

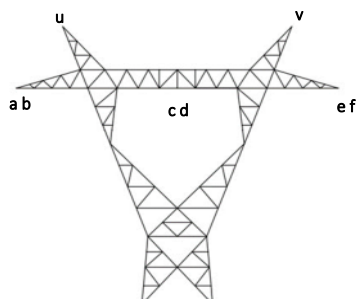
|                 |     |
|-----------------|-----|
| Apoios          | QT  |
| Cond. Geminados | SIM |
| Nº de ternos    | 1   |

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

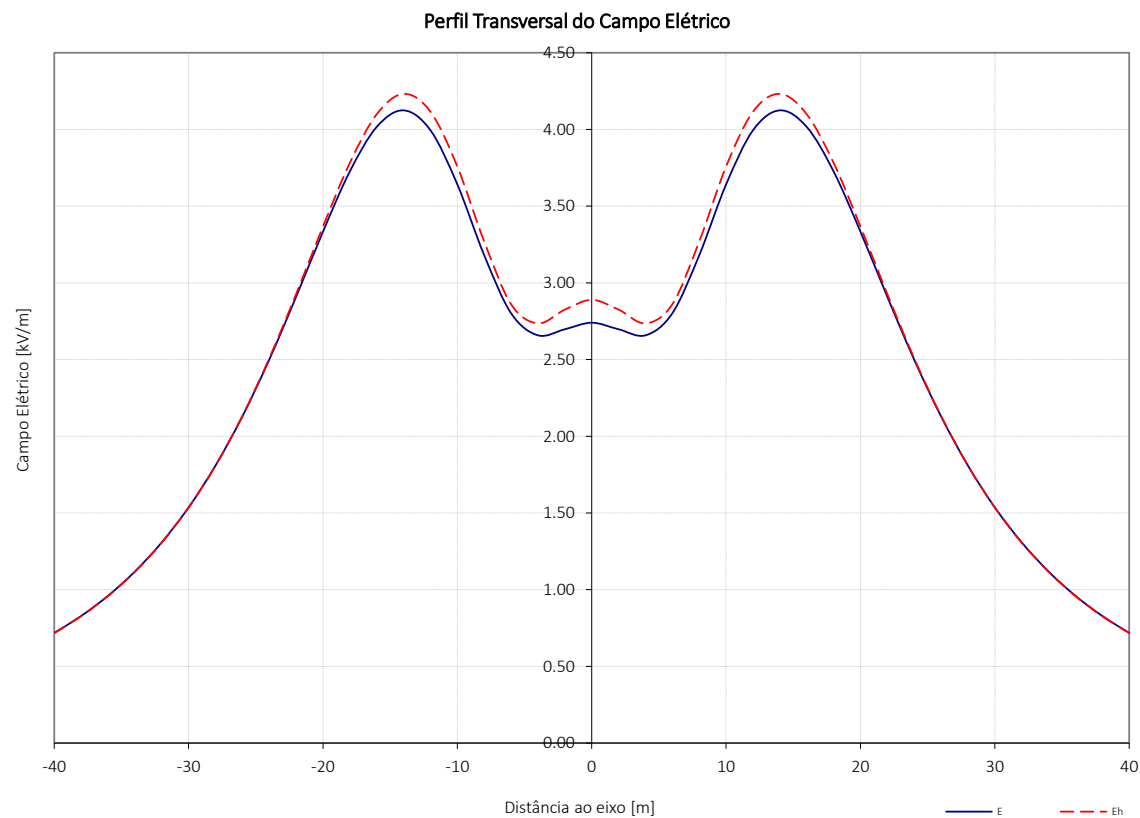
|                  |       |
|------------------|-------|
| C. Guarda        | OPGW  |
| Diâmetro CG [mm] | 15.80 |

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

| Geometria dos Cabos [m] |      |        |       |
|-------------------------|------|--------|-------|
| Cond.                   | Fase | X      | Y     |
| a                       | 0    | -12.25 | 14.00 |
| b                       | 0    | -11.85 | 14.00 |
| c                       | 4    | -0.20  | 14.00 |
| d                       | 4    | 0.20   | 14.00 |
| e                       | 8    | 11.85  | 14.00 |
| f                       | 8    | 12.25  | 14.00 |
| u                       | -1   | -8.57  | 19.00 |
| v                       | 1    | 8.57   | 19.00 |



| xN  | E    | Eh   |
|-----|------|------|
| -40 | 0.72 | 0.72 |
| -38 | 0.83 | 0.83 |
| -36 | 0.96 | 0.96 |
| -34 | 1.12 | 1.12 |
| -32 | 1.31 | 1.31 |
| -30 | 1.54 | 1.53 |
| -28 | 1.81 | 1.81 |
| -26 | 2.13 | 2.13 |
| -24 | 2.50 | 2.51 |
| -22 | 2.91 | 2.93 |
| -20 | 3.33 | 3.37 |
| -18 | 3.73 | 3.78 |
| -16 | 4.02 | 4.10 |
| -14 | 4.12 | 4.23 |
| -12 | 3.99 | 4.12 |
| -10 | 3.64 | 3.76 |
| -8  | 3.18 | 3.27 |
| -6  | 2.80 | 2.86 |
| -4  | 2.66 | 2.74 |
| -2  | 2.70 | 2.83 |
| 0   | 2.74 | 2.89 |
| 2   | 2.70 | 2.83 |
| 4   | 2.66 | 2.74 |
| 6   | 2.80 | 2.86 |
| 8   | 3.18 | 3.27 |
| 10  | 3.64 | 3.76 |
| 12  | 3.99 | 4.12 |
| 14  | 4.12 | 4.23 |
| 16  | 4.02 | 4.10 |
| 18  | 3.73 | 3.78 |
| 20  | 3.33 | 3.37 |
| 22  | 2.91 | 2.93 |
| 24  | 2.50 | 2.51 |
| 26  | 2.13 | 2.13 |
| 28  | 1.81 | 1.81 |
| 30  | 1.54 | 1.53 |
| 32  | 1.31 | 1.31 |
| 34  | 1.12 | 1.12 |
| 36  | 0.96 | 0.96 |
| 38  | 0.83 | 0.83 |
| 40  | 0.72 | 0.72 |



| Cond.         | a     | b     | c     | d     | e     | f     | u    | v    |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|
| Emáx. [kV/cm] | 14.95 | 15.16 | 15.67 | 15.67 | 15.16 | 14.95 | 7.22 | 7.22 |

## EMISSÃO DE RADIAÇÃO ELETROMAGNÉTICA

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

## DADOS

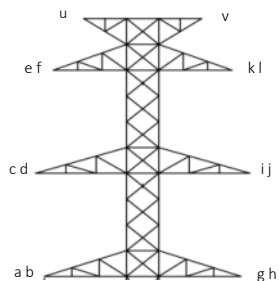
|                 |     |
|-----------------|-----|
| Apoios          | DL  |
| Cond. Geminados | SIM |
| Nº de ternos    | 2   |

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

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

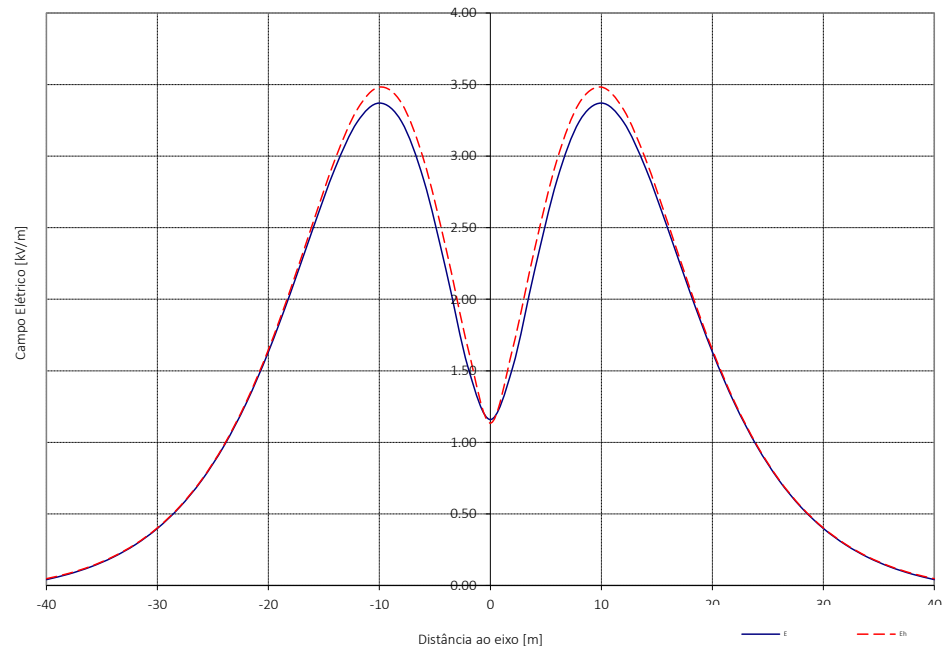
|         |        |
|---------|--------|
| Uc [kV] | 420.00 |
| Us [kV] | 242.49 |

| Geometria dos Cabos [m] |      |       |       |
|-------------------------|------|-------|-------|
| Cond.                   | Fase | X     | Y     |
| a                       | 0    | -8.70 | 14.00 |
| b                       | 0    | -8.30 | 14.00 |
| c                       | 4    | -8.20 | 22.25 |
| d                       | 4    | -7.80 | 22.25 |
| e                       | 8    | -8.20 | 30.50 |
| f                       | 8    | -7.80 | 30.50 |
| g                       | 8    | 8.30  | 14.00 |
| h                       | 8    | 8.70  | 14.00 |
| i                       | 4    | 7.80  | 22.25 |
| j                       | 4    | 8.20  | 22.25 |
| k                       | 0    | 7.80  | 30.50 |
| l                       | 0    | 8.20  | 30.50 |
| u                       | -1   | -6.00 | 36.60 |
| v                       | 1    | 6.00  | 36.60 |



| xN  | E    | Eh   |
|-----|------|------|
| -40 | 0.04 | 0.05 |
| -38 | 0.08 | 0.08 |
| -36 | 0.13 | 0.13 |
| -34 | 0.20 | 0.20 |
| -32 | 0.28 | 0.29 |
| -30 | 0.40 | 0.40 |
| -28 | 0.55 | 0.55 |
| -26 | 0.74 | 0.74 |
| -24 | 0.98 | 0.98 |
| -22 | 1.27 | 1.28 |
| -20 | 1.63 | 1.65 |
| -18 | 2.05 | 2.07 |
| -16 | 2.49 | 2.53 |
| -14 | 2.91 | 2.98 |
| -12 | 3.24 | 3.33 |
| -10 | 3.37 | 3.48 |
| -8  | 3.24 | 3.37 |
| -6  | 2.83 | 2.97 |
| -4  | 2.21 | 2.36 |
| -2  | 1.52 | 1.65 |
| 0   | 1.16 | 1.13 |
| 2   | 1.52 | 1.65 |
| 4   | 2.21 | 2.36 |
| 6   | 2.83 | 2.97 |
| 8   | 3.24 | 3.37 |
| 10  | 3.37 | 3.48 |
| 12  | 3.24 | 3.33 |
| 14  | 2.91 | 2.98 |
| 16  | 2.49 | 2.53 |
| 18  | 2.05 | 2.07 |
| 20  | 1.63 | 1.65 |
| 22  | 1.27 | 1.28 |
| 24  | 0.98 | 0.98 |
| 26  | 0.74 | 0.74 |
| 28  | 0.55 | 0.55 |
| 30  | 0.40 | 0.40 |
| 32  | 0.28 | 0.29 |
| 34  | 0.20 | 0.20 |
| 36  | 0.13 | 0.13 |
| 38  | 0.08 | 0.08 |
| 40  | 0.04 | 0.05 |

Perfil Transversal do Campo Elétrico



| Cond.         | a     | b     | c     | d     | e     | f     | g     | h     | i     | j     | k     | l     | u    | v    |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|
| Emáx. [kV/cm] | 16.26 | 16.34 | 16.64 | 16.57 | 16.31 | 16.41 | 16.34 | 16.26 | 16.57 | 16.64 | 16.41 | 16.31 | 6.05 | 6.05 |



## ANEXO A.10

### Indução Magnética

Cálculo do Campo Magnético a uma distância h do solo  
Perfil Transversal do Campo Magnético  $\mu\text{T}$

CABO DE GUARDA LIGADO À TERRA

DADOS

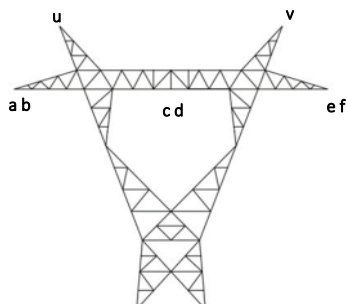
|                 |     |
|-----------------|-----|
| Apoios          | QT  |
| Cond. Geminados | Sim |
| Nº.de ternos    | 1   |

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

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

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

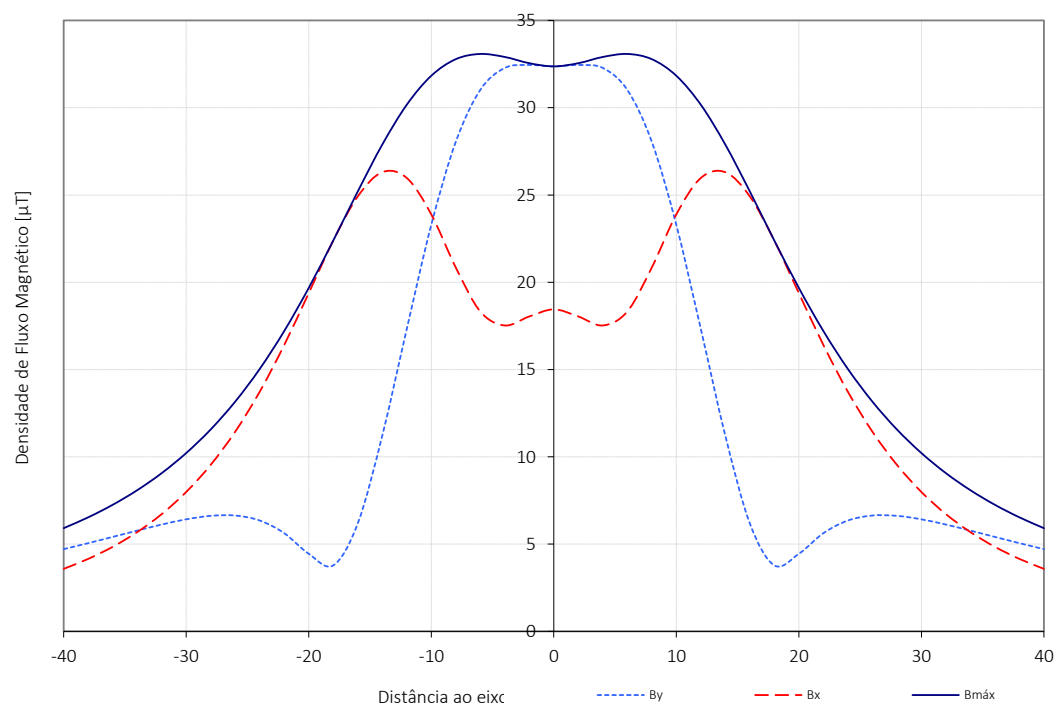
| Geometria dos Cabos [m] |      |        |       |
|-------------------------|------|--------|-------|
| Cond.                   | Fase | X      | Y     |
| a                       | 0    | -12.25 | 14.00 |
| b                       | 0    | -11.85 | 14.00 |
| c                       | 4    | -0.20  | 14.00 |
| d                       | 4    | 0.20   | 14.00 |
| e                       | 8    | 11.85  | 14.00 |
| f                       | 8    | 12.25  | 14.00 |
| u                       | -1   | -8.57  | 19.00 |
| v                       | 1    | 8.57   | 19.00 |



| xN  | h= 1.8 [m] |       |       |
|-----|------------|-------|-------|
|     | Bmáx       | Bx    | By    |
| -40 | 5.91       | 3.58  | 4.71  |
| -38 | 6.53       | 4.15  | 5.05  |
| -36 | 7.25       | 4.84  | 5.41  |
| -34 | 8.09       | 5.69  | 5.77  |
| -32 | 9.07       | 6.72  | 6.12  |
| -30 | 10.21      | 7.99  | 6.42  |
| -28 | 11.57      | 9.54  | 6.62  |
| -26 | 13.16      | 11.44 | 6.64  |
| -24 | 15.03      | 13.73 | 6.35  |
| -22 | 17.21      | 16.41 | 5.63  |
| -20 | 19.68      | 19.38 | 4.45  |
| -18 | 22.39      | 22.38 | 3.78  |
| -16 | 25.20      | 24.92 | 6.18  |
| -14 | 27.88      | 26.31 | 11.21 |
| -12 | 30.17      | 25.98 | 17.32 |
| -10 | 31.83      | 23.89 | 23.28 |
| -8  | 32.78      | 20.85 | 28.04 |
| -6  | 33.08      | 18.33 | 31.02 |
| -4  | 32.91      | 17.52 | 32.28 |
| -2  | 32.55      | 18.04 | 32.45 |
| 0   | 32.37      | 18.45 | 32.37 |
| 2   | 32.55      | 18.04 | 32.45 |
| 4   | 32.91      | 17.52 | 32.28 |
| 6   | 33.08      | 18.33 | 31.02 |
| 8   | 32.78      | 20.85 | 28.04 |
| 10  | 31.83      | 23.89 | 23.28 |
| 12  | 30.17      | 25.98 | 17.32 |
| 14  | 27.88      | 26.31 | 11.21 |
| 16  | 25.20      | 24.92 | 6.18  |
| 18  | 22.39      | 22.38 | 3.78  |
| 20  | 19.68      | 19.38 | 4.45  |
| 22  | 17.21      | 16.41 | 5.63  |
| 24  | 15.03      | 13.73 | 6.35  |
| 26  | 13.16      | 11.44 | 6.64  |
| 28  | 11.57      | 9.54  | 6.62  |
| 30  | 10.21      | 7.99  | 6.42  |
| 32  | 9.07       | 6.72  | 6.12  |
| 34  | 8.09       | 5.69  | 5.77  |
| 36  | 7.25       | 4.84  | 5.41  |
| 38  | 6.53       | 4.15  | 5.05  |
| 40  | 5.91       | 3.58  | 4.71  |

Distância ao solo **h= 1.8 [m]**

Perfil Transversal da Densidade de Fluxo Magnético B



Cálculo do Campo Magnético a uma distância h do solo  
Perfil Transversal do Campo Magnético  $\mu\text{T}$

# CABO DE GUARDA LIGADO À TERRA

## DADOS

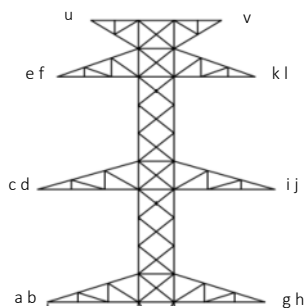
|                 |     |
|-----------------|-----|
| Apoios          | DL  |
| Cond. Geminados | SIM |
| Nº de ternos    | 2   |

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

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

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

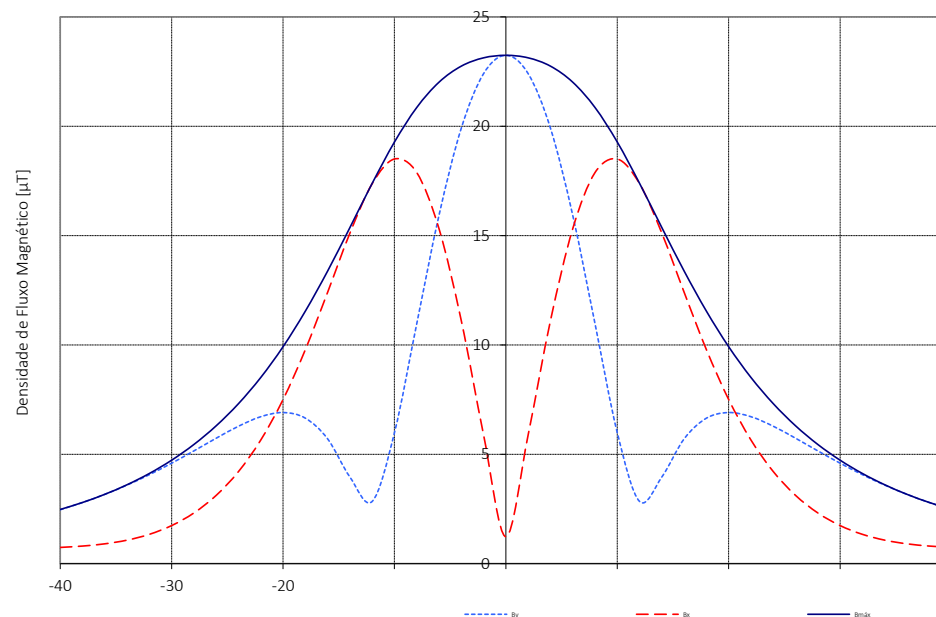
| Geometria dos Cabos [m] |      |       |       |
|-------------------------|------|-------|-------|
| Cond.                   | Fase | X     | Y     |
| a                       | 0    | -8.70 | 14.00 |
| b                       | 0    | -8.30 | 14.00 |
| c                       | 4    | -8.20 | 22.25 |
| d                       | 4    | -7.80 | 22.25 |
| e                       | 8    | -8.20 | 30.50 |
| f                       | 8    | -7.80 | 30.50 |
| g                       | 8    | 8.30  | 14.00 |
| h                       | 8    | 8.70  | 14.00 |
| i                       | 4    | 7.80  | 22.25 |
| j                       | 4    | 8.20  | 22.25 |
| k                       | 0    | 7.80  | 30.50 |
| l                       | 0    | 8.20  | 30.50 |
| u                       | -1   | -6.00 | 36.60 |
| v                       | 1    | 6.00  | 36.60 |



| xN  | h= 1.8 [m] |       |       |
|-----|------------|-------|-------|
|     | Bmáx       | Bx    | By    |
| -40 | 2.48       | 0.74  | 2.47  |
| -38 | 2.80       | 0.80  | 2.79  |
| -36 | 3.17       | 0.90  | 3.17  |
| -34 | 3.61       | 1.07  | 3.59  |
| -32 | 4.12       | 1.34  | 4.07  |
| -30 | 4.73       | 1.74  | 4.59  |
| -28 | 5.45       | 2.32  | 5.15  |
| -26 | 6.30       | 3.12  | 5.73  |
| -24 | 7.31       | 4.21  | 6.28  |
| -22 | 8.51       | 5.65  | 6.72  |
| -20 | 9.92       | 7.50  | 6.91  |
| -18 | 11.54      | 9.78  | 6.65  |
| -16 | 13.38      | 12.41 | 5.70  |
| -14 | 15.36      | 15.11 | 3.96  |
| -12 | 17.39      | 17.37 | 2.84  |
| -10 | 19.28      | 18.50 | 5.98  |
| -8  | 20.86      | 17.88 | 10.97 |
| -6  | 22.01      | 15.31 | 15.93 |
| -4  | 22.75      | 11.10 | 19.91 |
| -2  | 23.13      | 5.89  | 22.40 |
| 0   | 23.24      | 1.23  | 23.24 |
| 2   | 23.13      | 5.89  | 22.40 |
| 4   | 22.75      | 11.10 | 19.91 |
| 6   | 22.01      | 15.31 | 15.93 |
| 8   | 20.86      | 17.88 | 10.97 |
| 10  | 19.28      | 18.50 | 5.98  |
| 12  | 17.39      | 17.37 | 2.84  |
| 14  | 15.36      | 15.11 | 3.96  |
| 16  | 13.38      | 12.41 | 5.70  |
| 18  | 11.54      | 9.78  | 6.65  |
| 20  | 9.92       | 7.50  | 6.91  |
| 22  | 8.51       | 5.65  | 6.72  |
| 24  | 7.31       | 4.21  | 6.28  |
| 26  | 6.30       | 3.12  | 5.73  |
| 28  | 5.45       | 2.32  | 5.15  |
| 30  | 4.73       | 1.74  | 4.59  |
| 32  | 4.12       | 1.34  | 4.07  |
| 34  | 3.61       | 1.07  | 3.59  |
| 36  | 3.17       | 0.90  | 3.17  |
| 38  | 2.80       | 0.80  | 2.79  |
| 40  | 2.48       | 0.74  | 2.47  |

Distância ao solo **h= 1.8 [m]**

## Perfil Transversal da Densidade de Fluxo Magnético B

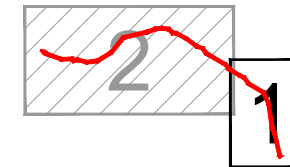
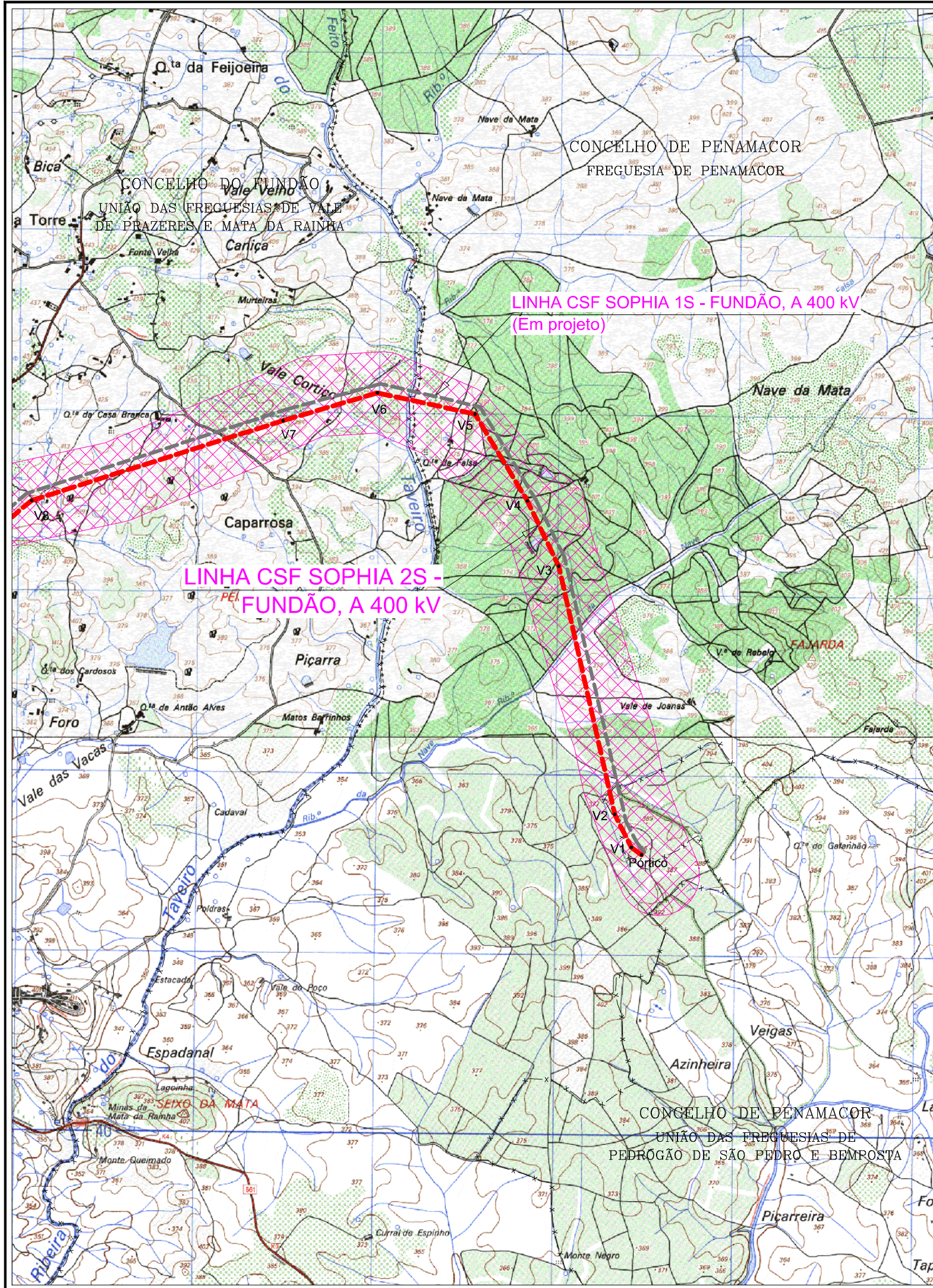




## PEÇAS DESENHADAS

Linha CSF Sophia 2S - Fundação, a 400 kV





## LEGENDA:

|         |   |        |
|---------|---|--------|
| TENSÕES | — | 400 kV |
|         | — | 220 kV |
|         | — | 150 kV |

## TRAÇADO DAS LINHAS:

- Linha CSF Sophia 2S – Fundão, a 400 kV
- Troço comum das Linhas CSF Sophia 1S/2S – Fundão, a 400 kV
- Linha CSF Sophia 1S – Fundão, a 400 kV (Em projeto)
- Outras linhas a 400 kV em projeto
- Corredor Base para estudo da implantação das infraestruturas da RNT.

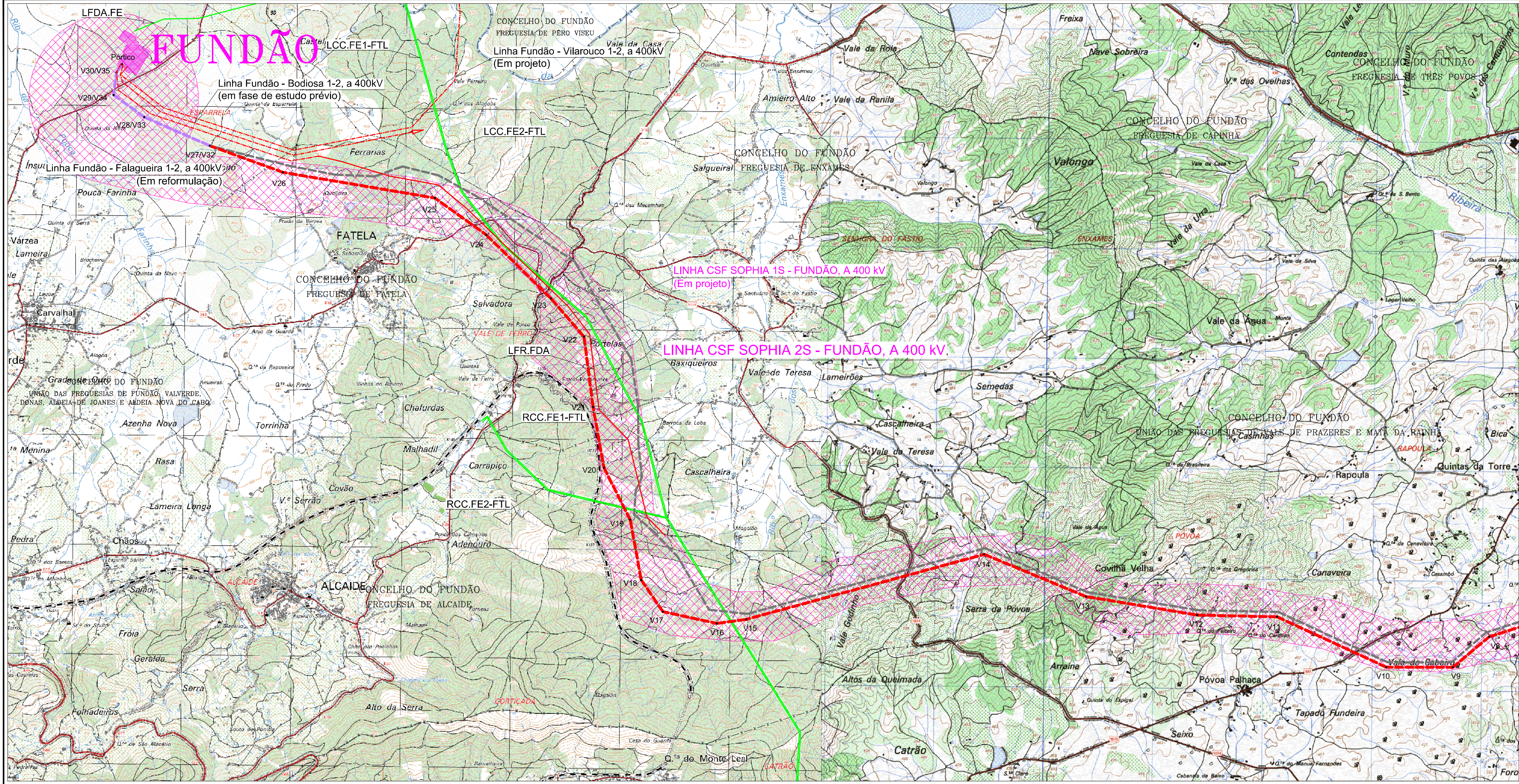
|             |            |
|-------------|------------|
| Projectado: | J. Martins |
| Desenhado:  | F. Brito   |
| Verificado: | M. Pereira |

|         |         |
|---------|---------|
| Escala: | 1/25000 |
|---------|---------|

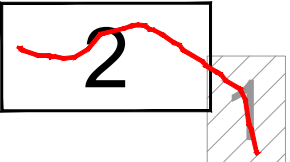
|         |                                                         |
|---------|---------------------------------------------------------|
| Ciente: | lightsourcebp                                           |
| Obra:   | LINHA CSF SOPHIA 2S - FUNDÃO, A 400 kV<br>ESTUDO PRÉVIO |
|         | PLANTA GERAL                                            |

|                                                                                                                              |                         |          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|----------|
| <br>VALUE ELEMENT ENGINEERING SOLUTIONS |                         |          |
| R. do Multipark 1, N.º 79<br>4595-542 Seroa - Paços de Ferreira<br>e-mail: geral@valueelement.pt<br>www.valueelement.pt      |                         |          |
| Nº Desenho:                                                                                                                  | P23.013.02.02-AP-001-01 |          |
| Data:                                                                                                                        | Folha. nº:              | Formato: |
| 07/06/2024                                                                                                                   | 1/2                     | A3       |





LINHAS DE 400 kV



- LFR.FDA – Linha FALAGUEIRA–FUNDÃO
- Linha Fundão – Vilarouco 1–2, a 400kV (Em projeto)
- Linha Fundão – Bodiosa 1–2, a 400kV (em fase de estudo prévio)
- Linha Fundão – Falagueira 1–2, a 400kV (Em reformulação)

LINHAS DE 220 kV

- LFDA.FE – ABERTURA DA LINHA PENAMACOR – FERRO PARA A SUBESTAÇÃO DO FUNDÃO
- LCC.FE1–FTL – Linha CAST.BRANCO–FERRO 1/FATELA
- LCC.FE2–FTL – Linha CAST.BRANCO–FERRO 2/FATELA
- RCC.FE1–FTL – Ramal CAST.BRANCO–FERRO 1/FATELA
- RCC.FE2–FTL – Ramal CAST.BRANCO–FERRO 2/FATELA

LEGENDA:

- TENSÕES
- 400 kV
  - 220 kV
  - 150 kV

TRAÇADO DAS LINHAS:

- Linha CSF Sophia 2S – Fundão, a 400 kV
- Troço comum das Linhas CSF Sophia 1S/2S – Fundão, a 400 kV
- Linha CSF Sophia 1S – Fundão, a 400 kV (Em projeto)
- Outras linhas a 400 kV em projeto
- Corredor Base para estudo da implantação das infraestruturas da RNT.

|                           |                                                                                                                    |                                                                                                                                      |
|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Projectado:<br>J. Martins | Cliente:<br><b>lightsourcebp</b><br>Obra:<br><b>LINHA CSF SOPHIA 2S - FUNDÃO, A 400 kV</b><br><b>ESTUDO PRÉVIO</b> | Nº Desenho:<br><b>P23.013.02.02-AP-001-02</b><br>Data:<br><b>07/06/2024</b><br>Folha nº:<br><b>2/2</b><br>Formato:<br><b>297x765</b> |
| Desenhado:<br>F. Brito    |                                                                                                                    |                                                                                                                                      |
| Verificado:<br>M. Pereira |                                                                                                                    |                                                                                                                                      |
| Escala:<br>1/25000        | PLANTA GERAL                                                                                                       |                                                                                                                                      |

Este documento é propriedade da Value Element Engineering Solutions, não podendo ser copiado, desenvolvido ou comunicado a terceiros, no todo ou em parte, sem autorização expressa

**VALUE ELEMENT ENGINEERING SOLUTIONS**  
R. do Multipark 1, N.º 79  
4595-542 Seroa - Paços de Ferreira  
e-mail: geral@valueelement.pt  
www.valueelement.pt





DISTRITO DE CASTELO BRANCO  
CONCELHO DE PENAMACOR  
U.F. DE PEDRÓGÃO DE SÃO PEDRO E BEMPOSTA

- LEGENDA:
- Linha CSF Sophia 2S - Fundão, a 400 kV
  - Troço comum das Linhas CSF Sophia 1S/2S - Fundão, a 400 kV
  - Linha CSF Sophia 1S - Fundão, a 400 kV (Em projeto)
  - Faixa de 45m
  - Corredor de estudo

|                           |                                                         |                                                                                                                                                                                                                                    |
|---------------------------|---------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Projectado:<br>J. Martins | Cliente:<br>lightsourcebp                               | <div></div> <div>R. do Múltiplo 1, N.º 79<br/>4595-542 Seta - Paços de Ferreira<br/>e-mail: geral@valueelement.pt<br/>www.valueelement.pt</div> <div>P23.013.02.02-AP-003-01<br/>Data: 07/06/2024 Folha nº: 1/15 Formato: A1</div> |
| Desenhado:<br>F. Brito    | Obr:                                                    |                                                                                                                                                                                                                                    |
| Verificado:<br>M. Pereira | LINHA CSF SOPHIA 2S - FUNDÃO, A 400 kV<br>ESTUDO PRÉVIO |                                                                                                                                                                                                                                    |
| Escala:<br>1/2000         | PLANTA ORTOFOTOMAPA                                     |                                                                                                                                                                                                                                    |

Este documento é propriedade da Value Element Engineering Solutions, não podendo ser copiado, desenvolvido ou comunicado a terceiros, no todo ou em parte, sem autorização expressa.





1 2 3

DISTRITO DE CASTELO BRANCO  
CONCELHO DE PENAMACOR  
FREGUESIA DE PENAMACOR

V3

V4

LEGENDA:

- Linha CSF Sophia 25 - Fundão, a 400 kV
- Troço comum das Linhas CSF Sophia 15/25 - Fundão, a 400 kV
- Linha CSF Sophia 15 - Fundão, a 400 kV (Em projeto)
- Faixa de 45m
- Corredor de estudo

|                           |                                                                  |
|---------------------------|------------------------------------------------------------------|
| Projectado:<br>J. Martins | Cliente:<br>lightsourcebp                                        |
| Desenhado:<br>F. Brito    | Obra:<br>LINHA CSF SOPHIA 2S - FUNDÃO, A 400 KV<br>ESTUDO PRÉVIO |
| Verificado:<br>M. Pereira |                                                                  |
| Escala:<br>1/2000         |                                                                  |

R. do Múltiplo 1, N.º 79  
4595-542 Seta - Paços de Ferreira  
e-mail: geral@valueelement.pt  
www.valueelement.pt

P23.013.02.02-AP-001-02  
Data: 07/06/2024 Folha nº: 2/15 Formato: A1

Este documento é propriedade da Value Element Engineering Solutions, não podendo ser copiado, desenvolvido ou comunicado a terceiros, no todo ou em parte, sem autorização expressa.





LEGENDA:

- Linha CSF Sophia 2S - Fundão, a 400 kV
- Troço comum das Linhas CSF Sophia 1S/2S - Fundão, a 400 kV
- Linha CSF Sophia 1S - Fundão, a 400 kV (Em projeto)
- Faixa de 45m
- Corredor de estudo

PROJETO DE INTERVENÇÃO – PT 21005/EN589  
DOCUMENTO AUTOMÁTICO – CUSCARS

|                                                                                                                                                                                                     |                                                                  |                                                                                                                                                                                                                  |                |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| Projectado:<br>J. Martins                                                                                                                                                                           | Cliente:<br><b>lightsourcebp</b>                                 | <br>R. do MultiPark 1, N.º 79<br>4595-542 Serra - Paços de Ferreira<br>e-mail: geral@valueelement.pt<br>www.valueelement.pt |                |
| Desenhado:<br>F. Brito                                                                                                                                                                              | Obra:<br>LINHA CSF SOPHIA 2S - FUNDÃO, A 400 KV<br>ESTUDO PRÉVIO |                                                                                                                                                                                                                  |                |
| Verificado:<br>M. Pereira                                                                                                                                                                           |                                                                  |                                                                                                                                                                                                                  |                |
| Escala:<br>1/2000                                                                                                                                                                                   |                                                                  |                                                                                                                                                                                                                  |                |
| Data:<br>07/06/2024                                                                                                                                                                                 |                                                                  | Folha nº:<br>3/15                                                                                                                                                                                                | Formato:<br>A1 |
| <small>Este documento é propriedade da Value Element Engineering Solutions, não podendo ser copiado, desenvolvido ou comunicado a terceiros, no todo ou em parte, sem autorização expressa.</small> |                                                                  |                                                                                                                                                                                                                  |                |





LEGENDA:

Linha CSF Sophia 25 - Fundão, a 400 kV

Troço comum das Linhas CSF Sophia 15/25 - Fundão, a 400 kV

Linha CSF Sophia 15 - Fundão, a 400 kV (Em projeto)

Faixa de 45m

Corredor de estudo

Projetado:  
J. Martins

Desenhado:  
F. Brito

Verificado:  
M. Pereira

Escala:  
1/2000

Projeto:

lightsourcebp

Cliente:

Obras:

LINHA CSF SOPHIA 2S - FUNDÃO, A 400 kV

Estudo:

ESTUDO PRÉVIO

Planta:

PLANTA ORTOFOTOMAPA

Formato:

A1

Projeto:

P23.013.02.02-AP-001-04

Data:

07/06/2024

Folha:

4/15

Formato:

A1

Projeto:

P23.013.02.02-AP-001-04

Data:

07/06/2024

Folha:

4/15

Formato:

A1

Projeto:

P23.013.02.02-AP-001-04

Data:

07/06/2024

Folha:

4/15

Formato:

A1

Projeto:

P23.013.02.02-AP-001-04

Data:

07/06/2024

Folha:

4/15

Formato:

A1





- LEGENDA:
- Linha CSF Sophia 2S - Fundão, a 400 kV
  - Troço comum das Linhas CSF Sophia 1S/2S - Fundão, a 400 kV
  - Linha CSF Sophia 1S - Fundão, a 400 kV (Em projeto)
  - Faixa de 45m
  - Corredor de estudo

|                           |                                                                  |
|---------------------------|------------------------------------------------------------------|
| Projectado:<br>J. Martins | Cliente:<br>lightsourcebp                                        |
| Desenhado:<br>F. Brito    | Obra:<br>LINHA CSF SOPHIA 2S - FUNDÃO, A 400 KV<br>ESTUDO PRÉVIO |
| Verificado:<br>M. Pereira |                                                                  |
| Escala:<br>1/2000         |                                                                  |

**VALUE ELEMENT ENGINEERING SOLUTIONS**  
R. do MultiPark 1, N.º 79  
4595-542 Serpa - Paços de Ferreira  
e-mail: geral@valueelement.pt  
www.valueelement.pt

P23.013.02.02-AP-001-05  
Data: 07/06/2024 Folha nº: 5/15 Formato: A1

Este documento é propriedade da Value Element Engineering Solutions, não podendo ser copiado, desenvolvido ou comunicado a terceiros, no todo ou em parte, sem autorização expressa.



5 6 7

DISTRITO DE CASTELO BRANCO  
CONCELHO DE FUNDÃO  
U.F. DE VALE DE PRAZERES E MATA DA RAINHA



LEGENDA:

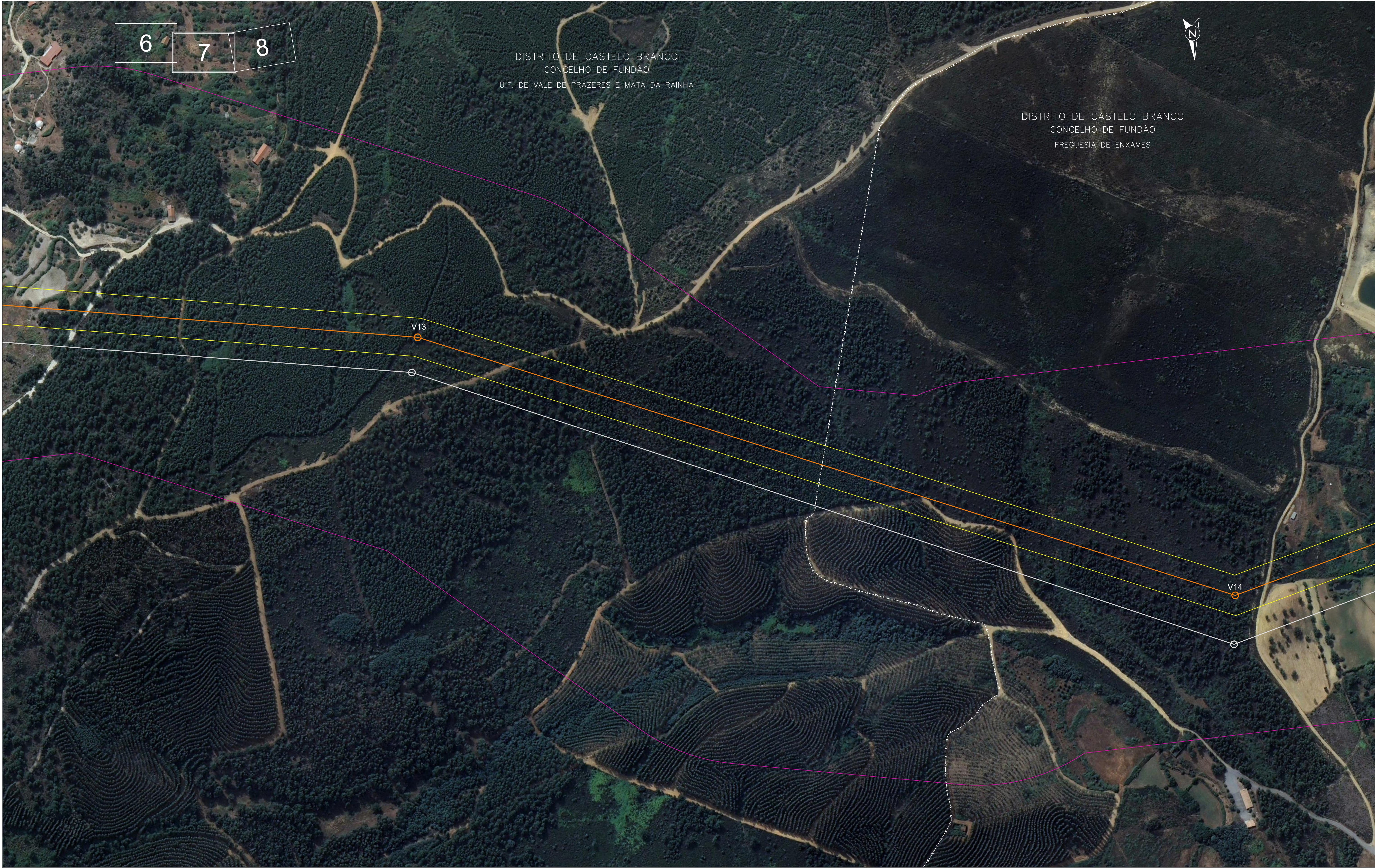
- Linha CSF Sophia 2S - Fundão, a 400 kV
- Troço comum das Linhas CSF Sophia 1S/2S - Fundão, a 400 kV
- Linha CSF Sophia 1S - Fundão, a 400 kV (Em projeto)
- Faixa de 45m
- Corredor de estudo

|                           |                                                         |
|---------------------------|---------------------------------------------------------|
| Projectado:<br>J. Martins | Cliente:<br>lightsourcebp                               |
| Desenhado:<br>F. Brito    | Obr:                                                    |
| Verificado:<br>M. Pereira | LINHA CSF SOPHIA 2S - FUNDÃO, A 400 KV<br>ESTUDO PRÉVIO |
| Escala:<br>1/2000         | Data: 07/06/2024<br>Folha nº: 6/15<br>Formato: A1       |



P23.013.02.02-AP-001-06  
Este documento é propriedade da Value Element Engineering Solutions, não podendo ser copiado, desenvolvido ou comunicado a terceiros, no todo ou em parte, sem autorização expressa.





DISTRITO DE CASTELO BRANCO  
CONCELHO DE FUNDÃO  
U.F. DE VALE DE PRAZERES E MATA DA RAINHA

DISTRITO DE CASTELO BRANCO  
CONCELHO DE FUNDÃO  
FREQUÉSIA DE ENXAMES

- LEGENDA:
- Linha CSF Sophia 2S - Fundão, a 400 kV
  - Troço comum das Linhas CSF Sophia 1S/2S - Fundão, a 400 kV
  - Linha CSF Sophia 1S - Fundão, a 400 kV (Em projeto)
  - Faixa de 45m
  - Corredor de estudo

|             |            |
|-------------|------------|
| Projectado: | J. Martins |
| Desenhado:  | F. Brito   |
| Verificado: | M. Pereira |
| Escala:     | 1/2000     |

|           |                                                         |
|-----------|---------------------------------------------------------|
| Cliente:  | lightsourcebp                                           |
| Obra:     | LINHA CSF SOPHIA 2S - FUNDÃO, A 400 kV<br>ESTUDO PRÉVIO |
| Data:     | 07/06/2024                                              |
| Folha nº: | 7/15                                                    |
| Formato:  | A1                                                      |

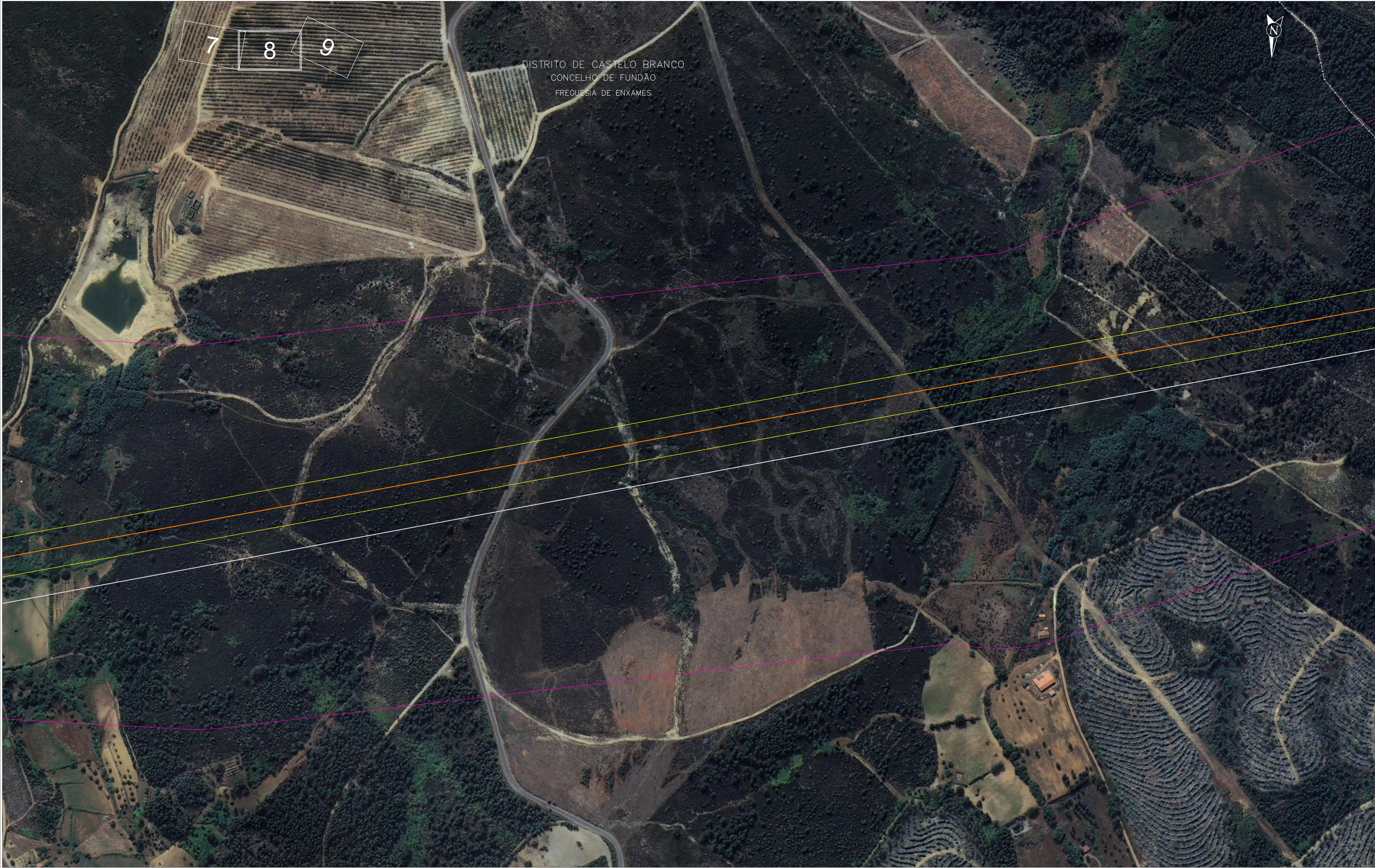
**VALUE ELEMENT ENGINEERING SOLUTIONS**

R. do MultiPark 1, N.º 79  
4595-542 Serra - Paços de Ferreira  
e-mail: geral@valueelement.pt  
www.valueelement.pt

P23.013.02.02-AP-001-07

Este documento é propriedade da Value Element Engineering Solutions, não podendo ser copiado, desenvolvido ou comunicado a terceiros, no todo ou em parte, sem autorização expressa.





LEGENDA:

Linha CSF Sophia 25 - Fundão, a 400 kV

Troço comum das Linhas CSF Sophia 15/25 - Fundão, a 400 kV

Linha CSF Sophia 15 - Fundão, a 400 kV (Em projeto)

Faixa de 45m

Corredor de estudo

Projetado:  
J. Martins

Desenhado:  
F. Brito

Verificado:  
M. Pereira

Escala:  
1/2000

Cliente:  
lightsourcebp

Obra:  
LINHA CSF SOPHIA 2S - FUNDÃO, A 400 KV  
ESTUDO PRÉVIO

Data:  
07/06/2024

Folha nº:  
8/15

Formato:  
A1

Este documento é propriedade da Value Element Engineering Solutions, não podendo ser copiado, desenvolvido ou comunicado a terceiros, no todo ou em parte, sem autorização expressa.

SISTEMA DE GESTÃO DE QUALIDADE - CERTIFICADO POR ISO 9001:2015

VALUE ELEMENT ENGINEERING SOLUTIONS

R. do MultiPark 1, N.º 79  
4595-542 Serpa - Paços de Ferreira  
e-mail: geral@valueelement.pt  
www.valueelement.pt

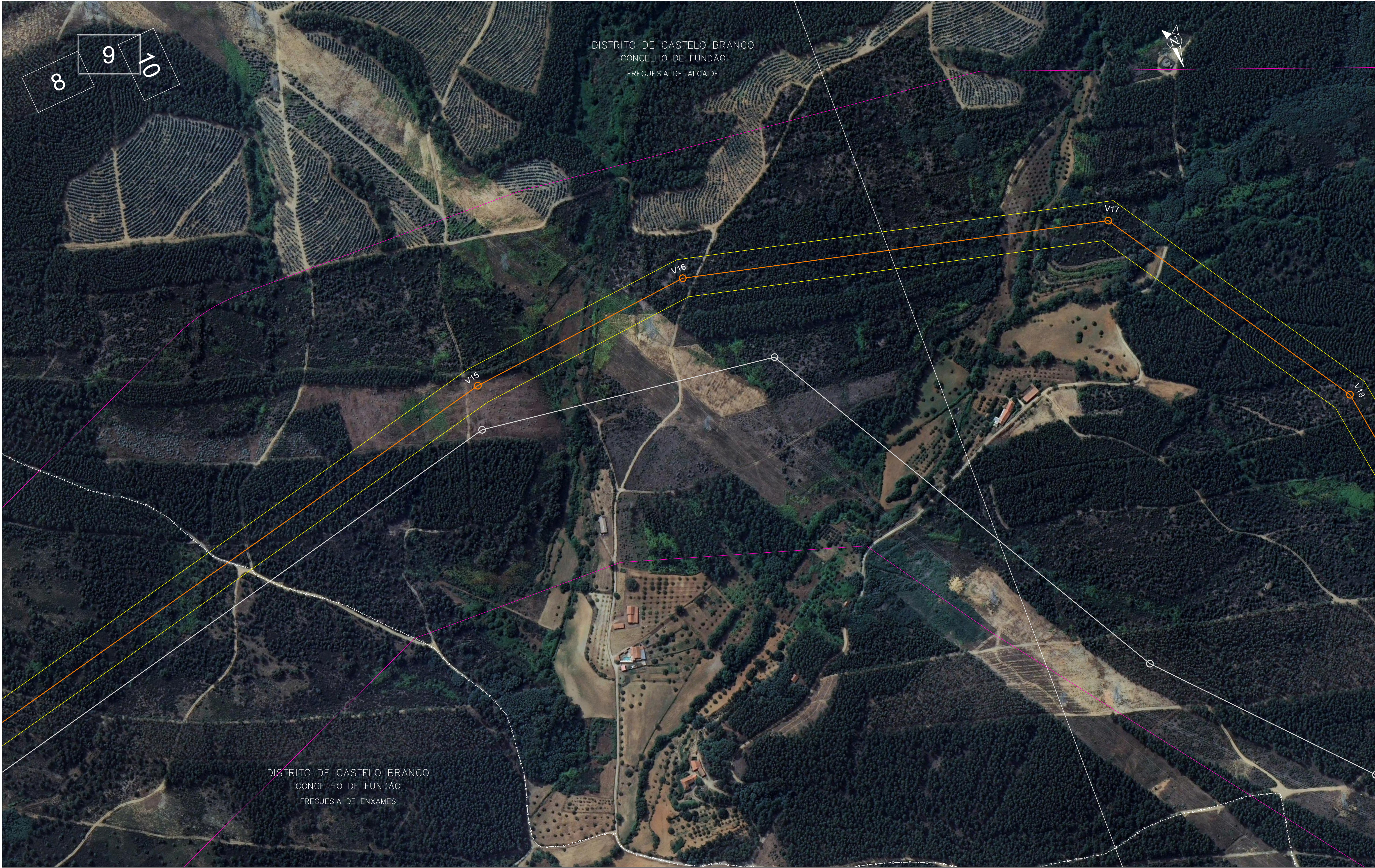
P23.013.02.02-AP-001-08

Data: 07/06/2024

Folha nº: 8/15

Formato: A1





LEGENDA:

- Linha CSF Sophia 2S - Fundão, a 400 kV
- Troço comum das Linhas CSF Sophia 1S/2S - Fundão, a 400 kV
- Linha CSF Sophia 1S - Fundão, a 400 kV (Em projeto)
- Faixa de 45m
- Corredor de estudo

|             |            |
|-------------|------------|
| Projetado:  | J. Martins |
| Desenhado:  | F. Brito   |
| Verificado: | M. Pereira |
| Escala:     | 1/2000     |

|           |                                                         |
|-----------|---------------------------------------------------------|
| Cliente:  | lightsourcebp                                           |
| Obr:      | LINHA CSF SOPHIA 2S - FUNDÃO, A 400 KV<br>ESTUDO PRÉVIO |
| Data:     | 07/06/2024                                              |
| Folha nº: | 9/15                                                    |
| Formato:  | A1                                                      |

**VALUE ELEMENT ENGINEERING SOLUTIONS**  
R. do MultiPark 1, N.º 79  
4595-542 Serra - Paços de Ferreira  
e-mail: geral@valueelement.pt  
www.valueelement.pt  
P23.013.02.02-AP-001-09  
Este documento é propriedade da Value Element Engineering Solutions, não podendo ser copiado, desenvolvido ou comunicado a terceiros, no todo ou em parte, sem autorização expressa.





LEGENDA:

- Linha CSF Sophia 2S - Fundão, a 400 kV
- Troço comum das Linhas CSF Sophia 1S/2S - Fundão, a 400 kV
- Linha CSF Sophia 1S - Fundão, a 400 kV (Em projeto)
- Faixa de 45m
- Corredor de estudo

SISTEMA DE GESTÃO DE QUALIDADE — PT-M005-FMS09  
DOCUMENTO AUTOMÁTICO — CUS005

|                           |                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|---------------------------|------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Projectado:<br>J. Martins | Cliente:<br>lightsourcebp                                        | <br>R. do MultiPark 1, N.º 79<br>4595-542 Serpa - Paços de Ferreira<br>e-mail: geral@valueelement.pt<br>www.valueelement.pt<br>P23.013.02.02-AP-001-10<br>Data: 07/06/2024 Folha nº: 10/15 Formato: A1<br><small>Este documento é propriedade da Value Element Engineering Solutions, não podendo ser copiado, desenvolvido ou comunicado a terceiros, no todo ou em parte, sem autorização expressa.</small> |
| Desenhado:<br>F. Brito    | Obra:<br>LINHA CSF SOPHIA 2S - FUNDÃO, A 400 KV<br>ESTUDO PRÉVIO |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Verificado:<br>M. Pereira |                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Escala:<br>1/2000         |                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |









LEGENDA:

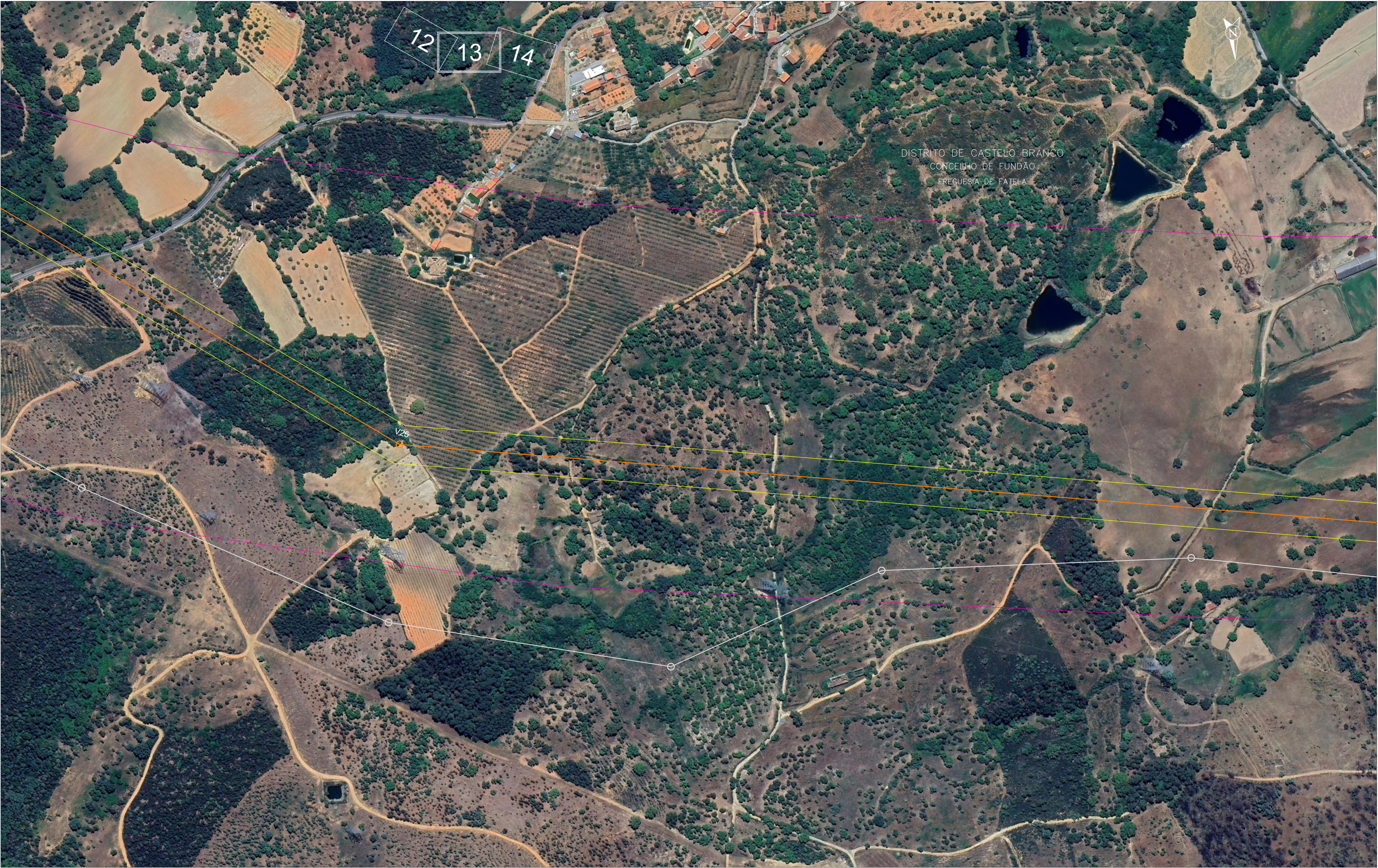
- Linha CSF Sophia 2S - Fundão, a 400 kV
- Troço comum das Linhas CSF Sophia 1S/2S - Fundão, a 400 kV
- Linha CSF Sophia 1S - Fundão, a 400 kV (Em projeto)
- Faixa de 45m
- Corredor de estudo

|                           |                                                                 |
|---------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| Projectado:<br>J. Martins | Cliente:<br>lightsourcebp                                       |
| Desenhado:<br>F. Brito    | Obr:<br>LINHA CSF SOPHIA 2S - FUNDÃO, A 400 KV<br>ESTUDO PRÉVIO |
| Verificado:<br>M. Pereira |                                                                 |
| Escala:<br>1/2000         | Data:<br>07/06/2024                                             |
|                           | Folha nº:<br>12/15                                              |
|                           | Formato:<br>A1                                                  |

Este documento é propriedade da Value Element Engineering Solutions, não podendo ser copiado, desenvolvido ou comunicado a terceiros, no todo ou em parte, sem autorização expressa.

**VALUE ELEMENT ENGINEERING SOLUTIONS**  
R. do Múltiplo 1, N.º 79  
4595-542 Serra - Paços de Ferreira  
e-mail: geral@valueelement.pt  
www.valueelement.pt  
P23.013.02.02-AP-001-12  
07/06/2024 12/15 A1





LEGENDA:

Linha CSF Sophia 25 - Fundão, a 400 kV

Troço comum das Linhas CSF Sophia 15/25 - Fundão, a 400 kV

Linha CSF Sophia 15 - Fundão, a 400 kV (Em projeto)

Faixa de 45m

Corredor de estudo

Projeto: J. Martins

Desenhado: F. Brito

Verificado: M. Pereira

Escala: 1/2000

Cliente: **lightsourcebp**

Obra: LINHA CSF SOPHIA 2S - FUNDÃO, A 400 kV  
ESTUDO PRÉVIO

Planta nº: 13/15

Formato: A1

**VALUE ELEMENT ENGINEERING SOLUTIONS**

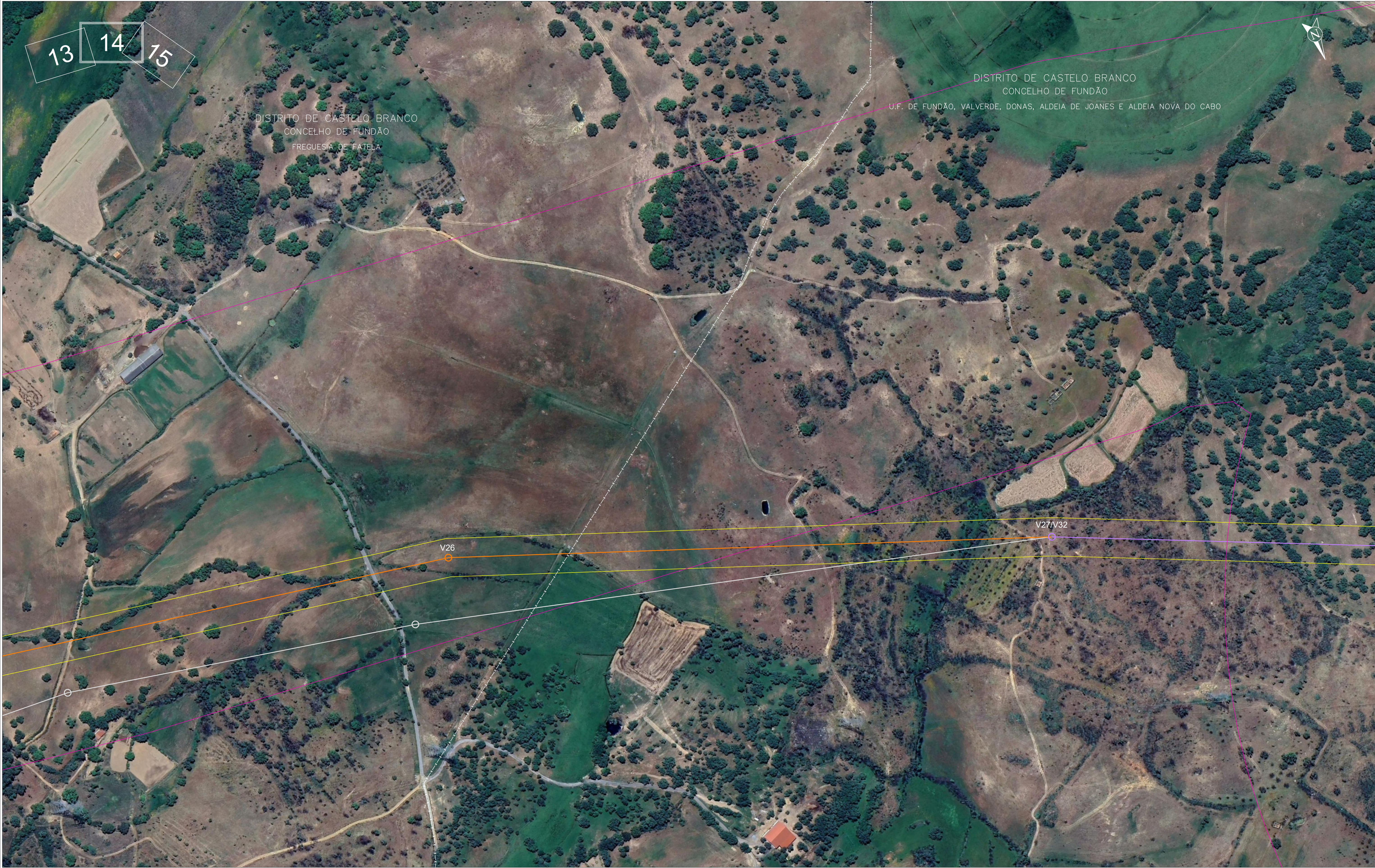
R. do Múltiplo 1, N.º 79  
4595-542 Serra - Paços de Ferreira  
e-mail: geral@valueelement.pt  
www.valueelement.pt

P23.013.02.02-AP-001-13

07/06/2024 13/15 A1

Este documento é propriedade da Value Element Engineering Solutions, não podendo ser copiado, desenvolvido ou comunicado a terceiros, no todo ou em parte, sem autorização expressa.





- LEGENDA:
- Linha CSF Sophia 2S - Fundão, a 400 kV
  - Troço comum das Linhas CSF Sophia 1S/2S - Fundão, a 400 kV
  - Linha CSF Sophia 1S - Fundão, a 400 kV (Em projeto)
  - Faixa de 45m
  - Corredor de estudo

|                           |                                                                  |
|---------------------------|------------------------------------------------------------------|
| Projectado:<br>J. Martins | Cliente:<br>lightsourcebp                                        |
| Desenhado:<br>F. Brito    | Obra:<br>LINHA CSF SOPHIA 2S - FUNDÃO, A 400 KV<br>ESTUDO PRÉVIO |
| Verificado:<br>M. Pereira |                                                                  |
| Escala:<br>1/2000         | Data:<br>07/06/2024                                              |
|                           | Folha nº:<br>14/15                                               |
|                           | Formato:<br>A1                                                   |

Este documento é propriedade da Value Element Engineering Solutions, não podendo ser copiado, desenvolvido ou comunicado a terceiros, no todo ou em parte, sem autorização expressa.

**VALUE ELEMENT ENGINEERING SOLUTIONS**

R. do MultiPark 1, N.º 79  
4595-542 Seta - Paços de Ferreira  
e-mail: geral@valueelement.pt  
www.valueelement.pt

P23.013.02.02-AP-001-14





LEGENDA:

- Linha CSF Sophia 2S - Fundão, a 400 kV
- Troço comum das Linhas CSF Sophia 1S/2S - Fundão, a 400 kV
- Linha CSF Sophia 1S - Fundão, a 400 kV (Em projeto)
- Faixa de 45m
- Corredor de estudo

Projetado: J. Martins

Desenhado: F. Brito

Verificado: M. Pereira

Escala: 1/2000

Cliente: lightsourcebp

Obra: LINHA CSF SOPHIA 2S - FUNDÃO, A 400 kV ESTUDO PRÉVIO

Data: 07/06/2024 15/15 A1

Este documento é propriedade da Value Element Engineering Solutions, não podendo ser copiado, desenvolvido ou comunicado a terceiros, no todo ou em parte, sem autorização expressa.

SISTEMA DE GESTÃO DE QUALIDADE - PT 19045:2015

VALUE ELEMENT ENGINEERING SOLUTIONS

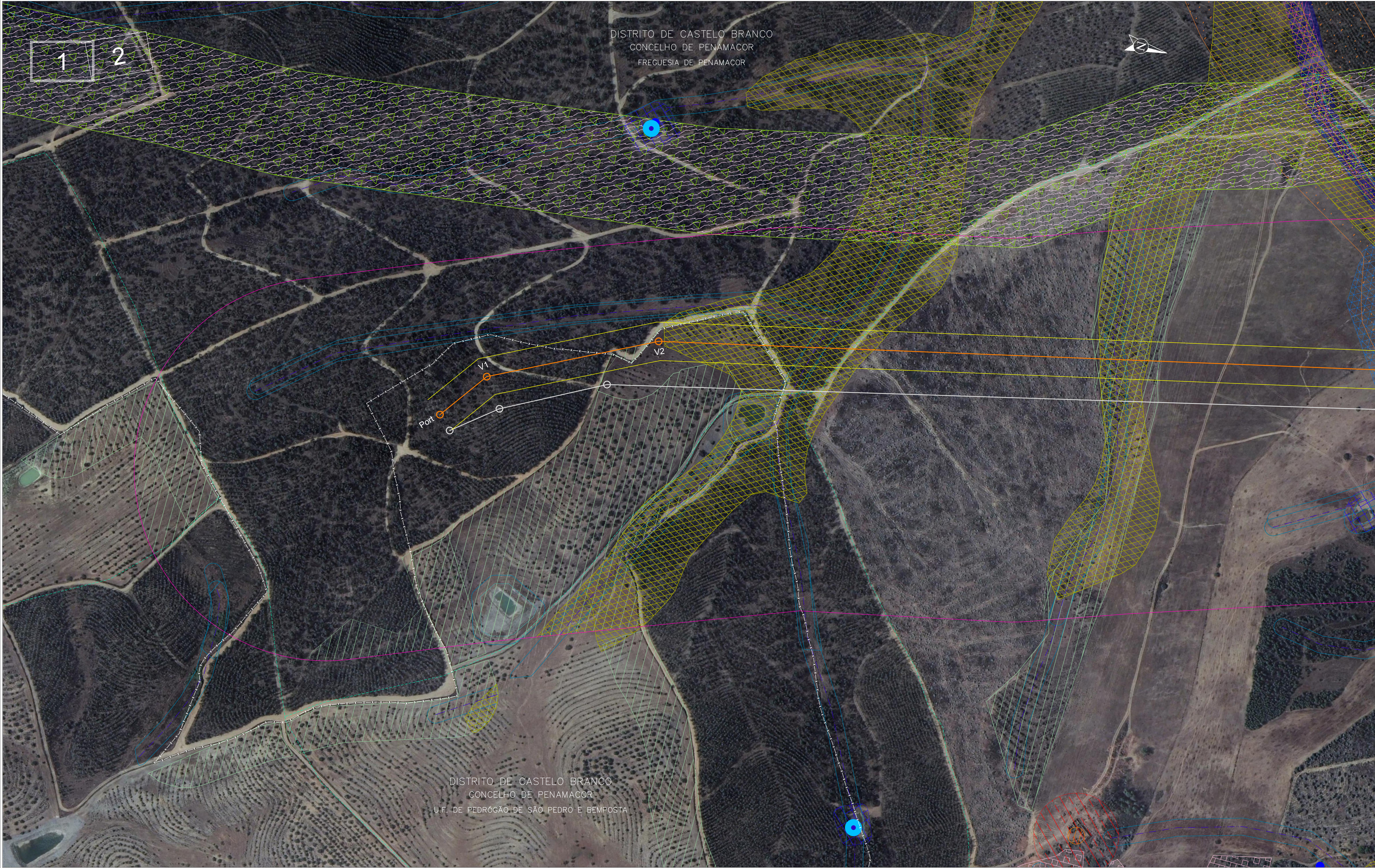
R. do Múltiplo 1, N.º 79  
4595-542 Serra - Paços de Ferreira  
e-mail: geral@valueelement.pt  
www.valueelement.pt

PT Desenho

P23.013.02.02-AP-001-15

Data: 07/06/2024 15/15 A1





**LEGENDA:**

|  |                                                   |  |  |  |  |
|--|---------------------------------------------------|--|--|--|--|
|  | Área de proteção aos aglomerados urbanos (100m)   |  |  |  |  |
|  | Área de proteção aos poços (5m)                   |  |  |  |  |
|  | Área de proteção aos vértices geodésicos (15m)    |  |  |  |  |
|  | Área de proteção às captações de água (5m)        |  |  |  |  |
|  | Área de proteção às charcas (10m)                 |  |  |  |  |
|  | Área de proteção às edificações (25m)             |  |  |  |  |
|  | Área de proteção às captações públicas e privadas |  |  |  |  |
|  | Área de proteção às áreas urbanas (100m)          |  |  |  |  |
|  | Captações de água                                 |  |  |  |  |

|  |  |
|--|--|
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

Projetado: J. Martins  
Desenhado: F. Brito  
Verificado: M. Pereira  
Escala: 1/2000

Cliente: lightsourcebp  
Obr: LINHA CSF SOPHIA 2S - FUNDÃO, A 400 kV  
ESTUDO PRÉVIO  
PLANTA CONDICIONANTES

R. do Multipark 1, N.º 79  
4595-542 Serra - Paços de Ferreira  
e-mail: geral@valueelement.pt  
www.valueelement.pt  
P23.013.02.02-AP-004-01  
Data: 07/06/2024 Folha nº: 1/15 Formato: A1  
Este documento é propriedade da Value Element Engineering Solutions, não podendo ser copiado, desenvolvido ou comunicado a terceiros, no todo ou em parte, sem autorização expressa.





**LEGENDA:**

Linha CSF Sophia 2S - Fundão, a 400 kV

Troço comum das Linhas CSF Sophia 15/25 - Fundão, a 400 kV

Linha CSF Sophia 15 - Fundão, a 400 kV (Em projeto)

Faixa de 45m

Corredor de estudo

Afloramentos rochosos

Aproveitamento hidroagrícola

Área de proteção ao património (50m)

Área de proteção aos aglomerados urbanos (100m)

Área de proteção aos poços (5m)

Área de proteção aos vértices geodésicos (15m)

Área de proteção às captações de água (5m)

Área de proteção às charcas (10m)

Área de proteção às edificações (25m)

Área de proteção às captações públicas e privadas

Área de proteção às áreas urbanas (100m)

Captações de água

Centrais solares

Charcas

Conduita adutora

Corredores ecológicos

Edificações

Faixa de gestão de combustível

Faixa de proteção às linhas de água (10m)

Faixa de proteção às linhas MT e BT (15m)

Faixa de proteção às ribeiras (10m)

Faixa de proteção aos gasodutos (10m)

Faixa de proteção às condutas adutoras (10m)

Faixa de proteção às linhas MAT (45m)

Faixa de proteção à rede viária

Gasodutos

Geoparque NATURTEJO

Linhas a 220 kV

Linhas a 220 kV em projeto

Linhas a 400 kV

Linhas de baixa tensão

Linhas de água

Linhas de média tensão

Ocorrências minerais

Paisagem Serra da Gardunha

Património arqueológico

Património do PDM de Fundão

Património edificado

Área de proteção do Património do PDM de Fundão (50m)

Plano municipal de defesa da floresta contra incêndios

Poços de água

Área de proteção dos pontos de água de combate a incêndio florestal aéreo (100m)

Área de proteção dos pontos de água de combate a incêndio florestal terrestre (5m)

Posto de transformação

Povoamento de quercineas

Povoamento de quercineas agrícolas e florestal

Prospecção e pesquisa de recursos minerais

Reserva agrícola nacional

Recursos agrícolas e florestais - Baldio de Vale Prazeres

Rede de pontos de água

Rede primária da faixa de gestão florestal

Rede viária

Rede viária florestal

REN - Áreas com risco de erosão

REN - Áreas de instabilidade de vertentes

REN - Áreas estratégicas de infiltração e de proteção e recarga de aquíferos

REN - Leitos dos cursos de água

REN - Zonas ameaçadas pelas cheias

Subestação

Subestepes de gramíneas e anuais da Thero-Brachypodietea

Vegetação ribeirinha

Vértices geodésicos

Zona de intervenção florestal

Projectado:  
**J. Martins**

Desenhado:  
**F. Brito**

Verificado:  
**M. Pereira**

Escala:  
**1/2000**

Cliente:  
**lightsourcebp**

Obr:  
**LINHA CSF SOPHIA 2S - FUNDÃO, A 400 kV**

**ESTUDO PRÉVIO**

**PLANTA CONDICIONANTES**

Projeto:  
**P23.013.02.02-AP-001-02**

Data:  
**07/06/2024**

Folha nº:  
**2/15**

Formato:  
**A1**

**VALUE ELEMENT ENGINEERING**

R. do Múltiplo 1, N.º 79  
4595-542 Serra - Paços de Ferreira  
e-mail: geral@valueelement.pt  
www.valueelement.pt

Este documento é propriedade da Value Element Engineering Solutions, não podendo ser copiado, desenvolvido ou comunicado a terceiros, no todo ou em parte, sem autorização expressa.





**LEGENDA:**

—●— Linha CSF Sophia 2S - Fundão, a 400 kV

—●— Troço comum das Linhas CSF Sophia 1S/2S - Fundão, a 400 kV

—○— Linha CSF Sophia 1S - Fundão, a 400 kV (Em projeto)

— Faixa de 45m

— Corredor de estudo

— Afloramentos rochosos

— Aproveitamento hidroagrícola

— Área de proteção ao património (50m)

— Área de proteção aos aglomerados urbanos (100m)

— Área de proteção aos poços (5m)

— Área de proteção aos vértices geodésicos (15m)

— Área de proteção às captações de água (5m)

— Área de proteção às charcas (10m)

— Área de proteção às edificações (25m)

— Área de proteção às captações públicas e privadas

— Área de proteção às áreas urbanas (100m)

— Captações de água

— Centrais solares

— Charcas

— Conduta adutora

— Corredores ecológicos

— Edificações

— Faixa de gestão de combustível

— Faixa de proteção às linhas de água (10m)

— Faixa de proteção às linhas MT e BT (15m)

— Faixa de proteção às ribeiras (10m)

— Faixa de proteção aos gasodutos (10m)

— Faixa de proteção às condutas adutoras (10m)

— Faixa de proteção às linhas MAT (45m)

— Faixa de proteção à rede viária

— Gasodutos

— Geoparque NATURTEJO

— Linhas a 220 kV

— Linhas a 220 kV em projeto

— Linhas a 400 kV

— Linhas de baixa tensão

— Linhas de água

— Linhas de média tensão

— Ocorrências minerais

— Paisagem Serra da Gardunha

— Património arqueológico

— Património do PDM de Fundão

— Património edificado

— Área de proteção do Património do PDM de Fundão (50m)

— Plano municipal de defesa da floresta contra incêndios

— Poços de água

— Área de proteção dos pontos de água de combate a incêndio florestal aéreo (100m)

— Área de proteção dos pontos de água de combate a incêndio florestal terrestre (5m)

— Posto de transformação

— Povoamento de quercineas

— Povoamento de quercineas agrícolas e florestal

— Prospeção e pesquisa de recursos minerais

— Reserva agrícola nacional

— Recursos agrícolas e florestais - Baldio de Vale Prazeres

— Rede de pontos de água

— Rede primária da faixa de gestão florestal

— Rede viária

— Rede viária florestal

— REN - Áreas com risco de erosão

— REN - Áreas de instabilidade de vertentes

— REN - Áreas estratégicas de infiltração e de proteção e recarga de aquíferos

— REN - Leitos dos cursos de água

— REN - Zonas ameaçadas pelas cheias

— Subestação

— Subestepes de gramíneas e anuais da Thero-Brachypodietea

— Vegetação ribeirinha

— Vértices geodésicos

— Zona de intervenção florestal

Projetado: J. Martins

Desenhado: F. Brito

Verificado: M. Pereira

Escala: 1/2000

Cliente: lightsourcebp

Obr: LINHA CSF SOPHIA 2S - FUNDÃO, A 400 kV

ESTUDO PRÉVIO

PLANTA CONDICIONANTES

R. do Multipark 1, N.º 79  
4595-542 Serra - Paços de Ferreira  
e-mail: geral@valueelement.pt  
www.valueelement.pt

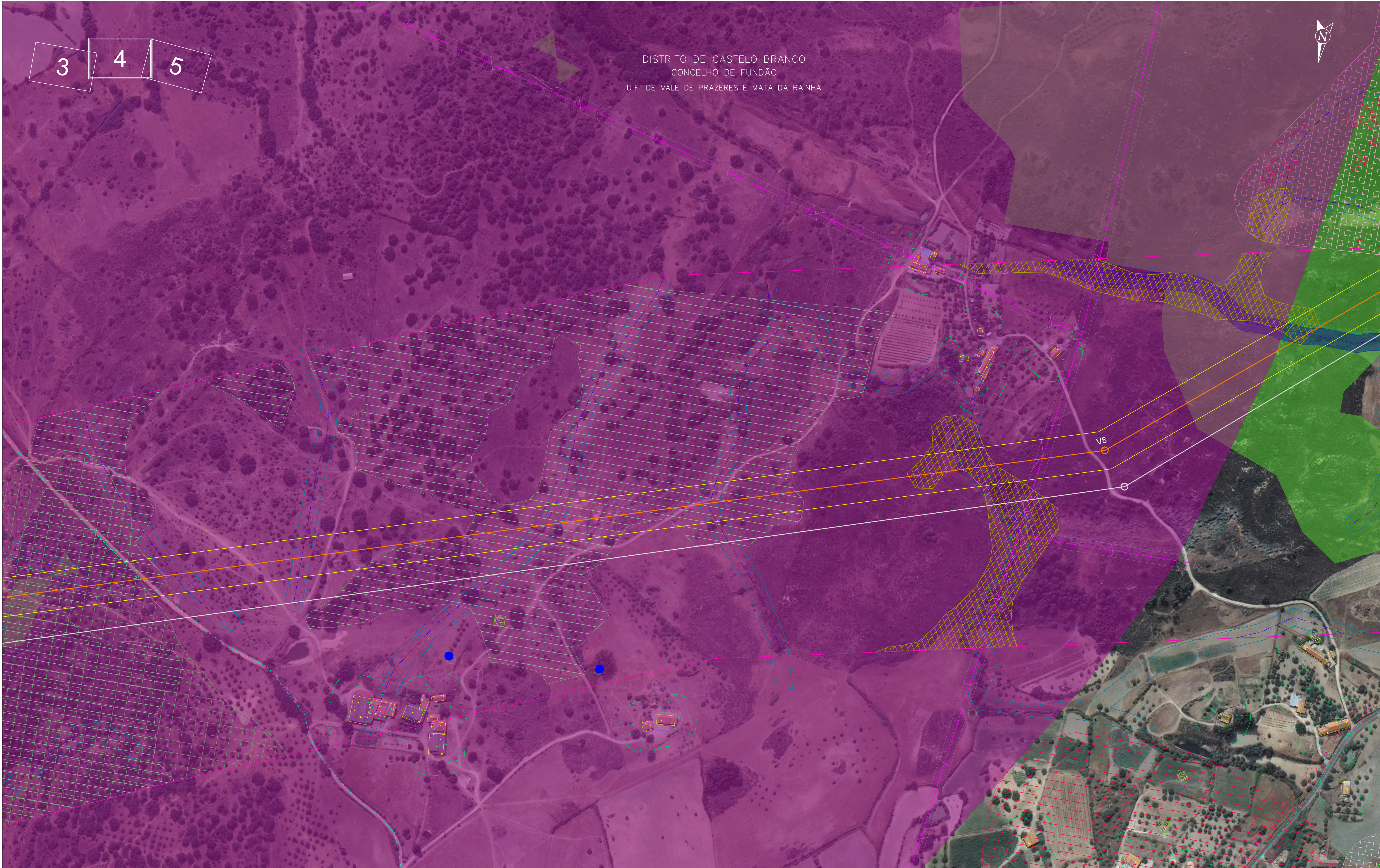
P23.013.02.02-AP-001-03

Data: 07/06/2024 Folha nº: 3/15 Formato: A1

(Este documento é propriedade da Value Element Engineering Solutions, não podendo ser copiado, desenvolvido ou comunicado a terceiros, no todo ou em parte, sem autorização expressa)



SISTEMA DE GESTÃO DE QUALIDADE - PT 0001/2018  
SISTEMA DE GESTÃO DE QUALIDADE - PT 0001/2018



**LEGENDA:**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |

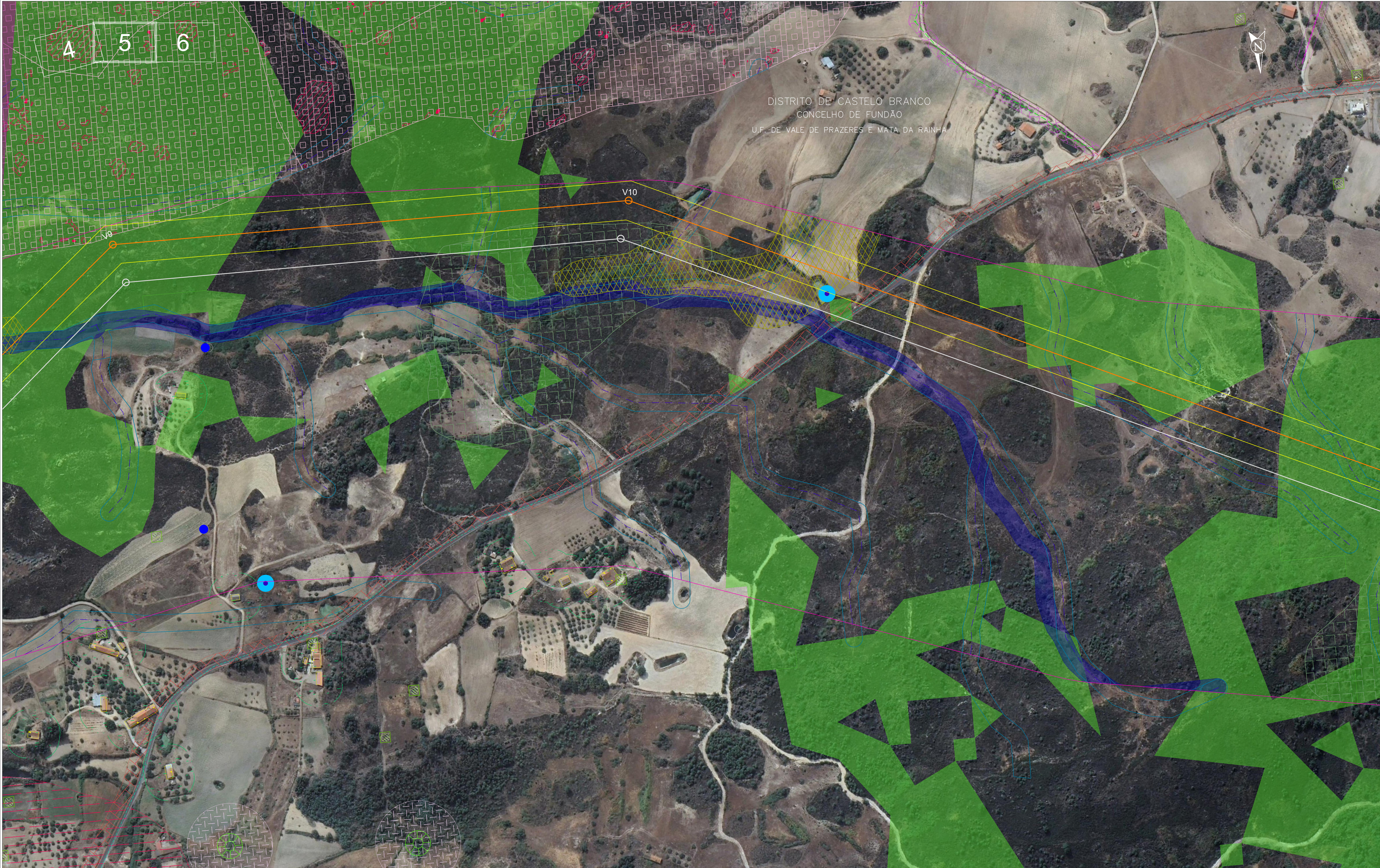
Projectado: J. Martins  
Desenhado: F. Brito  
Verificado: M. Pereira  
Escala: 1/2000

Cliente: lightsourcebp  
Obr: LINHA CSF SOPHIA 2S - FUNDÃO, A 400 kV  
ESTUDO PRÉVIO  
PLANTA CONDICIONANTES

Projeto: 013.02.02-AP-001-04  
Data: 07/06/2024  
Folha nº: 4/15  
Formato: A1

Este documento é propriedade da Value Element Engineering Solutions, não podendo ser copiado, desenvolvido ou comunicado a terceiros, no todo ou em parte, sem autorização expressa.





**LEGENDA:**

|                                                            |                                                   |                                           |                                              |                                                                                    |                                                                              |                                                          |
|------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-------------------------------------------|----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| Linha CSF Sophia 2S - Fundão, a 400 kV                     | Área de proteção aos aglomerados urbanos (100m)   | Centrais solares                          | Faixa de proteção aos gasodutos (10m)        | Plano municipal de defesa da floresta contra incêndios                             | Recursos agrícolas e florestais - Baldio de Vale Prazeres                    | REN - Zonas ameaçadas pelas cheias                       |
| Troço comum das Linhas CSF Sophia 15/25 - Fundão, a 400 kV | Área de proteção aos vértices geodésicos (15m)    | Charcas                                   | Faixa de proteção às condutas adutoras (10m) | Poços de água                                                                      | Rede de pontos de água                                                       | Subestação                                               |
| Linha CSF Sophia 15 - Fundão, a 400 kV (Em projeto)        | Área de proteção às captações de água (5m)        | Conduta adutora                           | Faixa de proteção às linhas MAT (45m)        | Área de proteção dos pontos de água de combate a incêndio florestal aéreo (100m)   | Rede primária da faixa de gestão florestal                                   | Subestepes de gramíneas e anuais da Thero-Brachypodietea |
| Faixa de 45m                                               | Área de proteção às charcas (10m)                 | Corredores ecológicos                     | Faixa de proteção à rede viária              | Área de proteção dos pontos de água de combate a incêndio florestal terrestre (5m) | Rede viária                                                                  | Vegetação ribeirinha                                     |
| Corredor de estudo                                         | Área de proteção às edificações (25m)             | Edificações                               | Gasodutos                                    | Posto de transformação                                                             | Rede viária florestal                                                        | Vértices geodésicos                                      |
| Afloramentos rochosos                                      | Área de proteção às captações públicas e privadas | Faixa de gestão de combustível            | Geoparque NATURTEJO                          | Povoamento de quercíneas                                                           | REN - Áreas com risco de erosão                                              | Zona de intervenção florestal                            |
| Aproveitamento hidroagrícola                               | Área de proteção às áreas urbanas (100m)          | Faixa de proteção às linhas de água (10m) | Linhas a 220 kV                              | Povoamento de quercíneas agrícolas e florestal                                     | REN - Áreas de instabilidade de vertentes                                    |                                                          |
| Área de proteção ao património (50m)                       | Captações de água                                 | Faixa de proteção às linhas MT e BT (15m) | Linhas a 220 kV em projeto                   | Prospeção e pesquisa de recursos minerais                                          | REN - Áreas estratégicas de infiltração e de proteção e recarga de aquíferos |                                                          |
|                                                            |                                                   | Faixa de proteção às ribeiras (10m)       | Linhas a 400 kV                              | Reserva agrícola nacional                                                          | REN - Leitos dos cursos de água                                              |                                                          |

**PROJETO:** J. Martins  
**DESENHADO:** F. Brito  
**VERIFICADO:** M. Pereira  
**ESCALA:** 1/2000

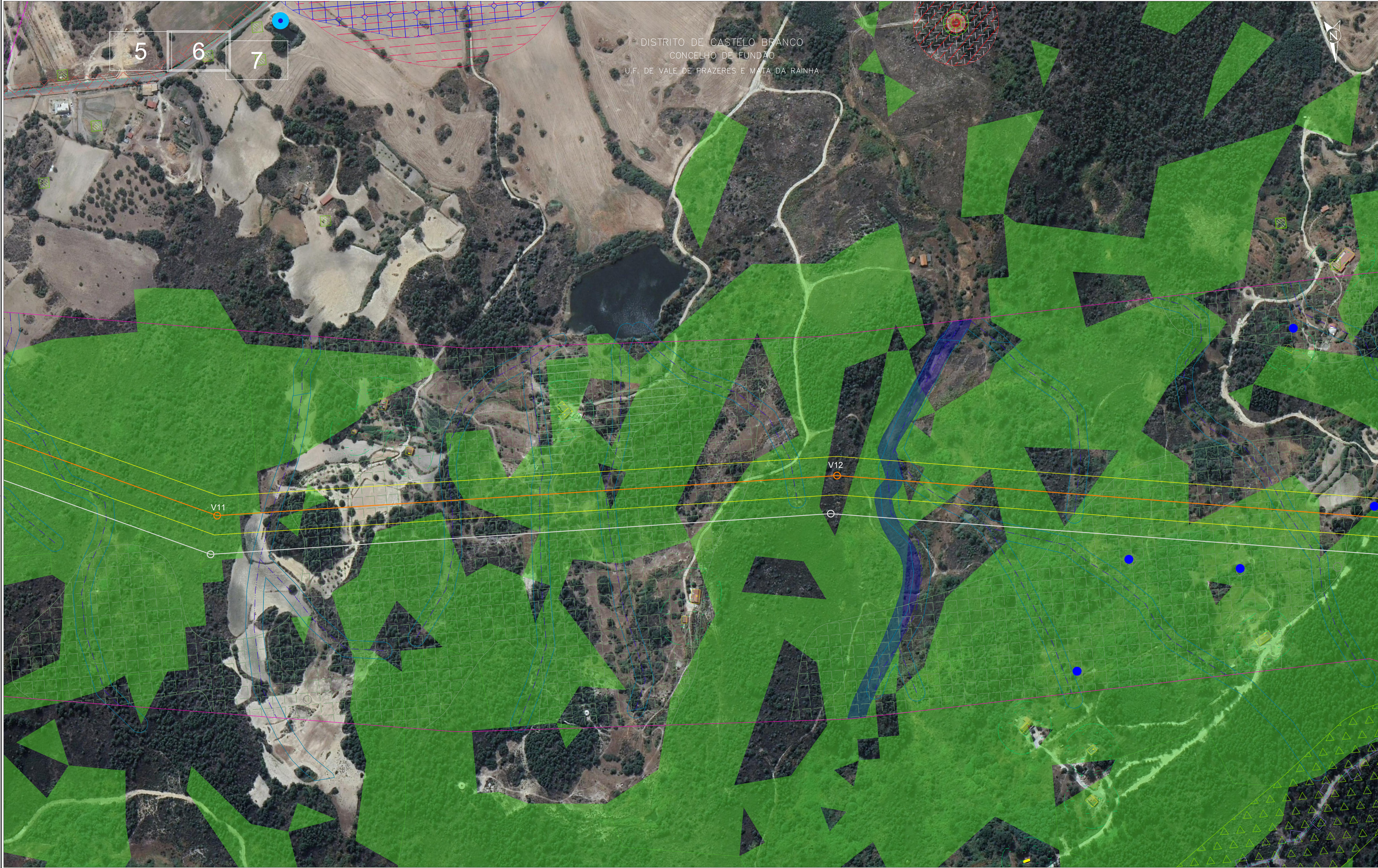
**CLIENTE:** lightsourcebp  
**OBRA:** LINHA CSF SOPHIA 2S - FUNDÃO, A 400 kV  
**ESTUDO PRÉVIO**  
**PLANTA CONDICIONANTES**

**PROJETO:** P23.013.02.02-AP-001-05  
**DATA:** 07/06/2024  
**FOLHA Nº:** 5/15  
**FORMATO:** A1

Este documento é propriedade da Value Element Engineering Solutions, não podendo ser copiado, desenvolvido ou comunicado a terceiros, no todo ou em parte, sem autorização expressa.

SISTEMA DE GESTÃO DE QUALIDADE - PT 2004/EN ISO 9001:2015





**LEGENDA:**

Linha CSF Sophia 2S - Fundão, a 400 kV

Troço comum das Linhas CSF Sophia 1S/2S - Fundão, a 400 kV

Linha CSF Sophia 1S - Fundão, a 400 kV (Em projeto)

Faixa de 45m

Corredor de estudo

Afloramentos rochosos

Aproveitamento hidroagrícola

Área de proteção ao património (50m)

Área de proteção aos aglomerados urbanos (100m)

Área de proteção aos poços (5m)

Área de proteção aos vértices geodésicos (15m)

Área de proteção às captações de água (5m)

Área de proteção às charcas (10m)

Área de proteção às edificações (25m)

Área de proteção às captações públicas e privadas

Área de proteção às áreas urbanas (100m)

Captações de água

Centrais solares

Charcas

Conduta adutora

Corredores ecológicos

Edificações

Faixa de gestão de combustível

Faixa de proteção às linhas de água (10m)

Faixa de proteção às linhas MT e BT (15m)

Faixa de proteção às ribeiras (10m)

Faixa de proteção aos gasodutos (10m)

Faixa de proteção às condutas adutoras (10m)

Faixa de proteção às linhas MAT (45m)

Faixa de proteção à rede viária

Gasodutos

Geoparque NATURTEJO

Linhas a 220 kV

Linhas a 220 kV em projeto

Linhas a 400 kV

Linhas de baixa tensão

Linhas de água

Linhas de média tensão

Ocorrências minerais

Paisagem Serra da Gardunha

Património arqueológico

Património do PDM de Fundão

Património edificado

Área de proteção do Património do PDM de Fundão (50m)

Plano municipal de defesa da floresta contra incêndios

Poços de água

Área de proteção dos pontos de água de combate a incêndio florestal aéreo (100m)

Área de proteção dos pontos de água de combate a incêndio florestal terrestre (5m)

Posto de transformação

Povoamento de quercineas

Povoamento de quercineas agrícolas e florestal

Prospecção e pesquisa de recursos minerais

Reserva agrícola nacional

Recursos agrícolas e florestais - Baldio de Vale Prazeres

Rede de pontos de água

Rede primária da faixa de gestão florestal

Rede viária

Rede viária florestal

REN - Áreas com risco de erosão

REN - Áreas de instabilidade de vertentes

REN - Áreas estratégicas de infiltração e de proteção e recarga de aquíferos

REN - Leitos dos cursos de água

REN - Zonas ameaçadas pelas cheias

Subestação

Subestepes de gramíneas e anuais da Thero-Brachypodietea

Vegetação ribeirinha

Vértices geodésicos

Zona de intervenção florestal

Projetado:  
**J. Martins**

Desenhado:  
**F. Brito**

Verificado:  
**M. Pereira**

Escala:  
**1/2000**

Cliente:  
**lightsourcebp**

Obr:  
**LINHA CSF SOPHIA 2S - FUNDÃO, A 400 kV**

**ESTUDO PRÉVIO**

**PLANTA CONDICIONANTES**

**P23.013.02.02-AP-001-06**

Data:  
**07/06/2024**

Folha nº:  
**6/15**

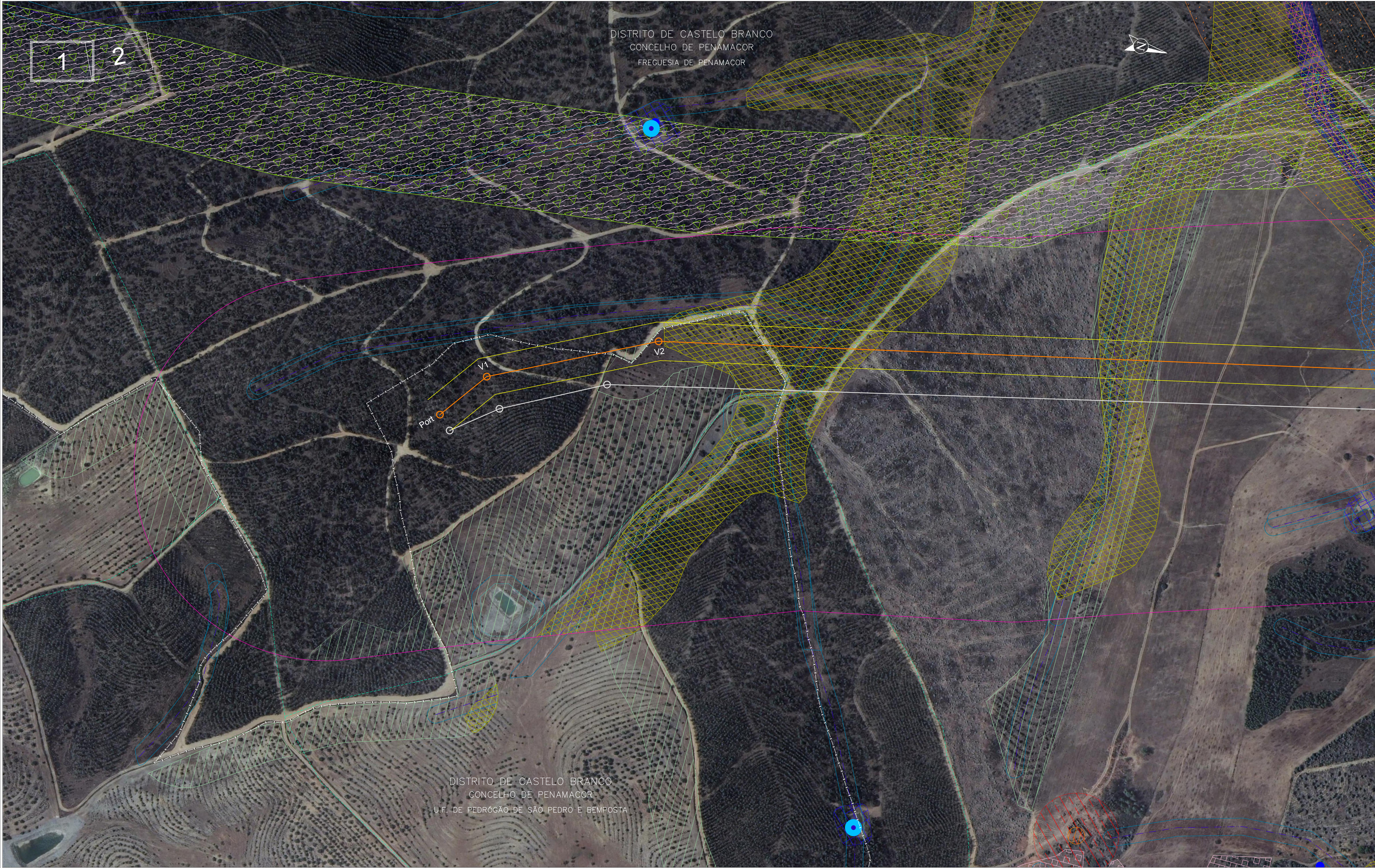
Formato:  
**A1**

**VALUE ELEMENT ENGINEERING SOLUTIONS**

R. do Mulpark 1, N.º 79  
4595-542 Serra - Paços de Ferreira  
e-mail: geral@valueelement.pt  
www.valueelement.pt

**Este documento é propriedade da Value Element Engineering Solutions, não podendo ser copiado, desenvolvido ou comunicado a terceiros, no todo ou em parte, sem autorização expressa.**





**LEGENDA:**

Linha CSF Sophia 2S - Fundão, a 400 kV

Troço comum das Linhas CSF Sophia 1S/2S - Fundão, a 400 kV

Linha CSF Sophia 1S - Fundão, a 400 kV (Em projeto)

Faixa de 45m

Corredor de estudo

Afloramentos rochosos

Aproveitamento hidroagrícola

Área de proteção ao património (50m)

Área de proteção aos aglomerados urbanos (100m)

Área de proteção aos poços (5m)

Área de proteção aos vértices geodésicos (15m)

Área de proteção às captações de água (5m)

Área de proteção às charcas (10m)

Área de proteção às edificações (25m)

Área de proteção às captações públicas e privadas

Área de proteção às áreas urbanas (100m)

Captações de água

Centrais solares

Charcas

Conduta adutora

Corredores ecológicos

Edificações

Faixa de gestão de combustível

Faixa de proteção às linhas de água (10m)

Faixa de proteção às linhas MT e BT (15m)

Faixa de proteção às ribeiras (10m)

Faixa de proteção aos gasodutos (10m)

Faixa de proteção às condutas adutoras (10m)

Faixa de proteção às linhas MAT (45m)

Faixa de proteção à rede viária

Gasodutos

Geoparque NATURTEJO

Linhas a 220 kV

Linhas a 220 kV em projeto

Linhas a 400 kV

Linhas de baixa tensão

Linhas de água

Linhas de média tensão

Ocorrências minerais

Paisagem Serra da Gardunha

Património arqueológico

Património do PDM de Fundão

Património edificado

Área de proteção do Património do PDM de Fundão (50m)

Plano municipal de defesa da floresta contra incêndios

Poços de água

Área de proteção dos pontos de água de combate a incêndio florestal aéreo (100m)

Área de proteção dos pontos de água de combate a incêndio florestal terrestre (5m)

Posto de transformação

Povoamento de quercineas

Povoamento de quercineas agrícolas e florestal

Prospecção e pesquisa de recursos minerais

Reserva agrícola nacional

Recursos agrícolas e florestais - Baldio de Vale Prazeres

Rede de pontos de água

Rede primária da faixa de gestão florestal

Rede viária

Rede viária florestal

REN - Áreas com risco de erosão

REN - Áreas de instabilidade de vertentes

REN - Áreas estratégicas de infiltração e de proteção e recarga de aquíferos

REN - Leitos dos cursos de água

REN - Zonas ameaçadas pelas cheias

Subestação

Subestepes de gramíneas e anuais da Thero-Brachypodietea

Vegetação ribeirinha

Vértices geodésicos

Zona de intervenção florestal

Projetado:  
**J. Martins**

Desenhado:  
**F. Brito**

Verificado:  
**M. Pereira**

Escala:  
**1/2000**

Cliente:  
**lightsourcebp**

Obr:  
**LINHA CSF SOPHIA 2S - FUNDÃO, A 400 kV**

**ESTUDO PRÉVIO**

**PLANTA CONDICIONANTES**

**VALUE ELEMENT ENGINEERING**  
SOLUÇÕES  
R. do Multipark 1, N.º 79  
4595-542 Serra - Paços de Ferreira  
e-mail: geral@valueelement.pt  
www.valueelement.pt  
(Nº Desenho:  
**P23.013.02.02-AP-004-01**  
Data:  
**07/06/2024** | Folha nº: **1/15** | Formato:  
**A1**

Este documento é propriedade da Value Element Engineering Solutions, não podendo ser copiado, desenvolvido ou comunicado a terceiros, no todo ou em parte, sem autorização expressa.



6

7

8

DISTRITO DE CASTELO BRANCO  
CONCELHO DE FUNDÃO  
U.F. DE VALE DE PRAZERES E MATA DA RAINHA

DISTRITO DE CASTELO BRANCO  
CONCELHO DE FUNDÃO  
FREQUENCIA DE ENXAMES



V13

V14

## LEGENDA:

|                                                            |                                                 |                                           |                                                       |                                                                                    |                                                                              |                                                          |
|------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| Linha CSF Sophia 2S - Fundão, a 400 kV                     | Área de proteção aos aglomerados urbanos (100m) | Centrais solares                          | Faixa de proteção aos gasodutos (10m)                 | Plano municipal de defesa da floresta contra incêndios                             | Recursos agrícolas e florestais - Baldio de Vale Prazeres                    | REN - Zonas ameaçadas pelas cheias                       |
| Troço comum das Linhas CSF Sophia 1S/2S - Fundão, a 400 kV | Área de proteção aos poços (5m)                 | Charcas                                   | Faixa de proteção às condutas adutoras (10m)          | Poços de água                                                                      | Rede de pontos de água                                                       | Subestação                                               |
| Linha CSF Sophia 1S - Fundão, a 400 kV (Em projeto)        | Área de proteção aos vértices geodésicos (15m)  | Conduta adutora                           | Faixa de proteção às linhas MAT (45m)                 | Área de proteção dos pontos de água de combate a incêndio florestal aéreo (100m)   | Rede primária da faixa de gestão florestal                                   | Subestepes de gramíneas e anuais da Thero-Brachypodietea |
| Faixa de 45m                                               | Área de proteção às captações de água (5m)      | Corredores ecológicos                     | Faixa de proteção à rede viária                       | Área de proteção dos pontos de água de combate a incêndio florestal terrestre (5m) | Rede viária                                                                  | Vegetação ribeirinha                                     |
| Corredor de estudo                                         | Área de proteção às charcas (10m)               | Edificações                               | Gasodutos                                             | Posto de transformação                                                             | Rede viária florestal                                                        | Vértices geodésicos                                      |
| Afloramentos rochosos                                      | Área de proteção às edificações (25m)           | Faixa de gestão de combustível            | Geoparque NATURTEJO                                   | Povoamento de quercíneas                                                           | REN - Áreas com risco de erosão                                              | Zona de intervenção florestal                            |
| Aproveitamento hidroagrícola                               | Área de proteção às áreas urbanas (100m)        | Faixa de proteção às linhas de água (10m) | Ocorrências minerais                                  | Povoamento de quercíneas agrícolas e florestal                                     | REN - Áreas de instabilidade de vertentes                                    |                                                          |
| Área de proteção ao património (50m)                       | Captações de água                               | Faixa de proteção às linhas MT e BT (15m) | Paisagem Serra da Gardunha                            | Prospeção e pesquisa de recursos minerais                                          | REN - Áreas estratégicas de infiltração e de proteção e recarga de aquíferos |                                                          |
|                                                            |                                                 | Faixa de proteção às ribeiras (10m)       | Património arqueológico                               | Reserva agrícola nacional                                                          | REN - Leitos dos cursos de água                                              |                                                          |
|                                                            |                                                 |                                           | Património do PDM de Fundão                           |                                                                                    |                                                                              |                                                          |
|                                                            |                                                 |                                           | Património edificado                                  |                                                                                    |                                                                              |                                                          |
|                                                            |                                                 |                                           | Área de proteção do Património do PDM de Fundão (50m) |                                                                                    |                                                                              |                                                          |

|                                                                                                                                                                                      |                                                        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| Projetado:<br><b>J. Martins</b>                                                                                                                                                      | Cliente:<br><b>lightsourcebp</b>                       |
| Desenhado:<br><b>F. Brito</b>                                                                                                                                                        | Obra:<br><b>LINHA CSF SOPHIA 2S - FUNDÃO, A 400 kV</b> |
| Verificado:<br><b>M. Pereira</b>                                                                                                                                                     | <b>ESTUDO PRÉVIO</b>                                   |
| Escala:<br><b>1/2000</b>                                                                                                                                                             | <b>PLANTA CONDICIONANTES</b>                           |
| Data: <b>07/06/2024</b> Folha nº: <b>7/15</b> Formato: <b>A1</b>                                                                                                                     |                                                        |
| Este documento é propriedade da Value Element Engineering Solutions, não podendo ser copiado, desenvolvido ou comunicado a terceiros, no todo ou em parte, sem autorização expressa. |                                                        |

**VALUE ELEMENT ENGINEERING SOLUTIONS**  
R. do Muliipark 1, N.º 79  
4595-542 Serra - Paços de Ferreira  
e-mail: geral@valueelement.pt  
www.valueelement.pt  
Nº Desenho: **P23.013.02.02-AP-001-07**  
Data: **07/06/2024** Folha nº: **7/15** Formato: **A1**



7 8 9

DISTRITO DE CASTELO BRANCO  
CONCELHO DE FUNDÃO  
FREGUESIA DE ENXAMES



|                                                            |                                                   |                                           |                                              |                                                       |                                                                                    |                                                                              |                                                          |  |
|------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-------------------------------------------|----------------------------------------------|-------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|--|
| <b>LEGENDA:</b>                                            |                                                   |                                           |                                              |                                                       |                                                                                    |                                                                              |                                                          |  |
| Linha CSF Sophia 2S - Fundão, a 400 kV                     | Área de proteção aos aglomerados urbanos (100m)   | Centrais solares                          | Faixa de proteção aos gasodutos (10m)        | Linhas de baixa tensão                                | Plano municipal de defesa da floresta contra incêndios                             | Recursos agrícolas e florestais - Baldio de Vale Prazeres                    | REN - Zonas ameaçadas pelas cheias                       |  |
| Troço comum das Linhas CSF Sophia 1S/2S - Fundão, a 400 kV | Área de proteção aos poços (5m)                   | Charcas                                   | Faixa de proteção às condutas adutoras (10m) | Linhas de água                                        | Poços de água                                                                      | Rede de pontos de água                                                       | Subestação                                               |  |
| Linha CSF Sophia 1S - Fundão, a 400 kV (Em projeto)        | Área de proteção aos vértices geodésicos (15m)    | Conduta adutora                           | Faixa de proteção às linhas MAT (45m)        | Linhas de média tensão                                | Área de proteção dos pontos de água de combate a incêndio florestal aéreo (100m)   | Rede primária da faixa de gestão florestal                                   | Subestepes de gramíneas e anuais da Thero-Brachypodietea |  |
| Faixa de 45m                                               | Área de proteção às captações de água (5m)        | Corredores ecológicos                     | Faixa de proteção à rede viária              | Ocorrências minerais                                  | Área de proteção dos pontos de água de combate a incêndio florestal terrestre (5m) | Rede viária                                                                  | Vegetação ribeirinha                                     |  |
| Corredor de estudo                                         | Área de proteção às charcas (10m)                 | Edificações                               | Gasodutos                                    | Paisagem Serra da Gardunha                            | Posto de transformação                                                             | Rede viária florestal                                                        | Vértices geodésicos                                      |  |
| Afloramentos rochosos                                      | Área de proteção às edificações (25m)             | Faixa de gestão de combustível            | Geoparque NATURTEJO                          | Património arqueológico                               | Povoamento de quercíneas                                                           | REN - Áreas com risco de erosão                                              | Zona de intervenção florestal                            |  |
| Aproveitamento hidroagrícola                               | Área de proteção às captações públicas e privadas | Faixa de proteção às linhas de água (10m) | Linhas a 220 kV                              | Património do PDM de Fundão                           | Povoamento de quercíneas agrícolas e florestal                                     | REN - Áreas de instabilidade de vertentes                                    |                                                          |  |
| Área de proteção ao património (50m)                       | Área de proteção às áreas urbanas (100m)          | Faixa de proteção às linhas MT e BT (15m) | Linhas a 220 kV em projeto                   | Património edificado                                  | Prospeção e pesquisa de recursos minerais                                          | REN - Áreas estratégicas de infiltração e de proteção e recarga de aquíferos |                                                          |  |
|                                                            | Captações de água                                 | Faixa de proteção às ribeiras (10m)       | Linhas a 400 kV                              | Área de proteção do Património do PDM de Fundão (50m) | Reserva agrícola nacional                                                          | REN - Leitos dos cursos de água                                              |                                                          |  |

|             |            |
|-------------|------------|
| Projetado:  | J. Martins |
| Desenhado:  | F. Brito   |
| Verificado: | M. Pereira |
| Escala:     | 1/2000     |

|                       |                                                         |
|-----------------------|---------------------------------------------------------|
| Cliente:              | lightsourcebp                                           |
| Obra:                 | LINHA CSF SOPHIA 2S - FUNDÃO, A 400 kV<br>ESTUDO PRÉVIO |
| PLANTA CONDICIONANTES |                                                         |



**VALUE ELEMENT ENGINEERING**  
SOLUTIONS

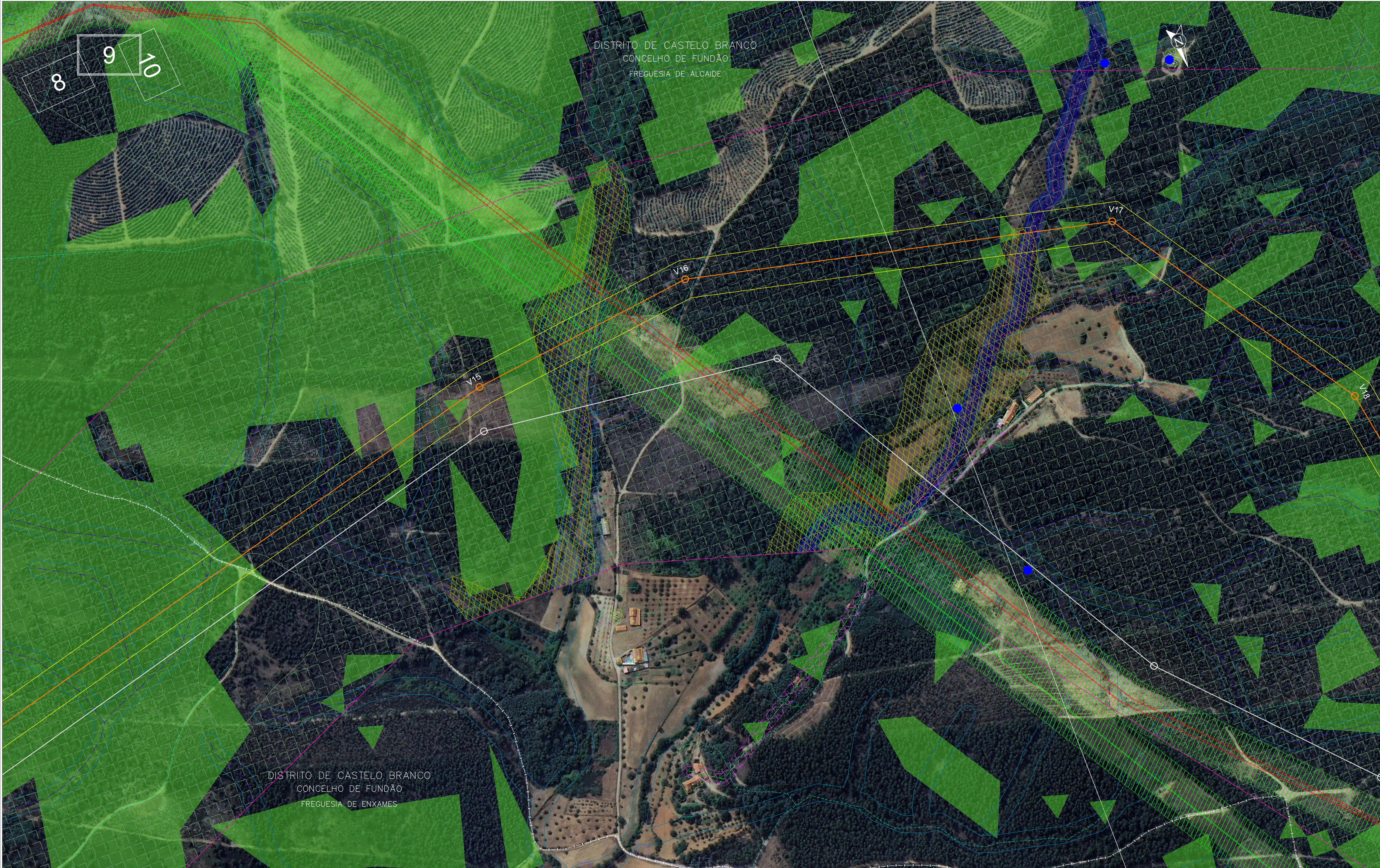
R. do Múltiplo 1, N.º 79  
4595-542 Serra - Paços de Ferreira  
e-mail: geral@valueelement.pt  
www.valueelement.pt

Nº Desenho:  
**P23.013.02.02-AP-001-08**

|                            |                           |                       |
|----------------------------|---------------------------|-----------------------|
| Data:<br><b>07/06/2024</b> | Folha. nº:<br><b>8/15</b> | Formato:<br><b>A1</b> |
|----------------------------|---------------------------|-----------------------|

Este documento é propriedade da Value Element Engineering Solutions, não podendo ser copiado, desenvolvido ou comunicado a terceiros, no todo ou em parte, sem autorização expressa.





**LEGENDA:**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |

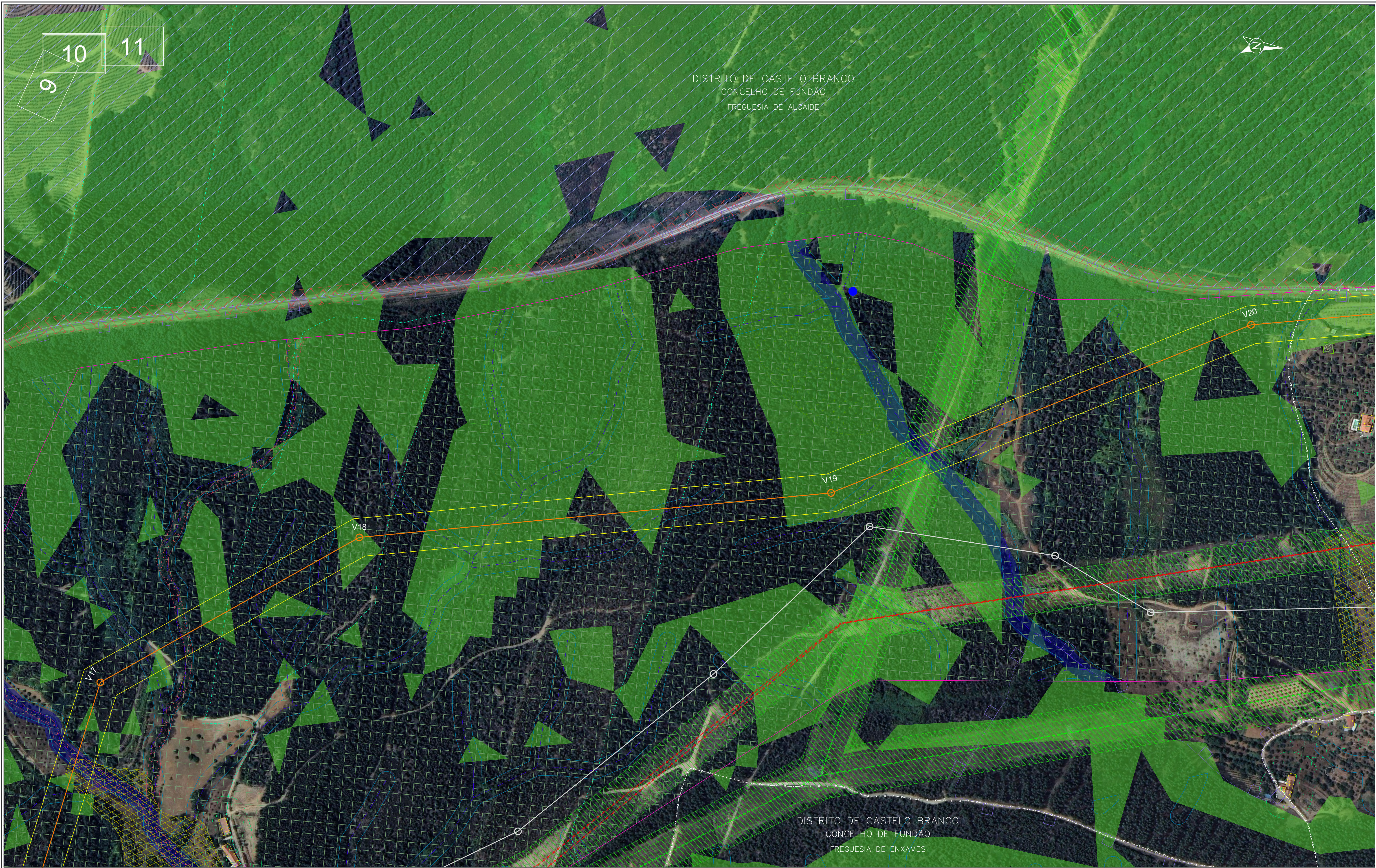
Projeto: J. Martins  
Desenhado: F. Brito  
Verificado: M. Pereira  
Escala: 1/2000

Cliente: lightsourcebp  
Obra: LINHA CSF SOPHIA 2S - FUNDÃO, A 400 kV  
ESTUDO PRÉVIO  
PLANTA CONDICIONANTES

Projeto: P23.013.02.02-AP-001-09  
Data: 07/06/2024  
Folha nº: 9/15  
Formato: A1

Este documento é propriedade da Value Element Engineering Solutions, não podendo ser copiado, desenvolvido ou comunicado a terceiros, no todo ou em parte, sem autorização expressa.





**LEGENDA:**

—○— Linha CSF Sophia 2S - Fundão, a 400 kV

—○— Troço comum das Linhas CSF Sophia 1S/2S - Fundão, a 400 kV

—○— Linha CSF Sophia 1S - Fundão, a 400 kV (Em projeto)

— Faixa de 45m

— Corredor de estudo

— Afloramentos rochosos

— Aproveitamento hidroagrícola

— Área de proteção ao património (50m)

— Área de proteção aos aglomerados urbanos (100m)

— Área de proteção aos poços (5m)

— Área de proteção aos vértices geodésicos (15m)

— Área de proteção às captações de água (5m)

— Área de proteção às charcas (10m)

— Área de proteção às edificações (25m)

— Área de proteção às captações públicas e privadas

— Área de proteção às áreas urbanas (100m)

— Captações de água

— Centrais solares

— Charcas

— Conduta adutora

— Corredores ecológicos

— Edificações

— Faixa de gestão de combustível

— Faixa de proteção às linhas de água (10m)

— Faixa de proteção às linhas MT e BT (15m)

— Faixa de proteção às ribeiras (10m)

— Faixa de proteção aos gasodutos (10m)

— Faixa de proteção às condutas adutoras (10m)

— Faixa de proteção às linhas MAT (45m)

— Faixa de proteção à rede viária

— Gasodutos

— Geoparque NATURTEJO

— Linhas a 220 kV

— Linhas a 220 kV em projeto

— Linhas a 400 kV

— Linhas de baixa tensão

— Linhas de água

— Linhas de média tensão

— Ocorrências minerais

— Paisagem Serra da Gardunha

— Património arqueológico

— Património do PDM de Fundão

— Património edificado

— Área de proteção do Património do PDM de Fundão (50m)

— Plano municipal de defesa da floresta contra incêndios

— Poços de água

— Área de proteção dos pontos de água de combate a incêndio florestal aéreo (100m)

— Área de proteção dos pontos de água de combate a incêndio florestal terrestre (5m)

— Posto de transformação

— Povoamento de quercineas

— Povoamento de quercineas agrícolas e florestal

— Prospeção e pesquisa de recursos minerais

— Reserva agrícola nacional

— Recursos agrícolas e florestais - Baldio de Vale Prazeres

— Rede de pontos de água

— Rede primária da faixa de gestão florestal

— Rede viária

— Rede viária florestal

— REN - Áreas com risco de erosão

— REN - Áreas de instabilidade de vertentes

— REN - Áreas estratégicas de infiltração e de proteção e recarga de aquíferos

— REN - Leitos dos cursos de água

— REN - Zonas ameaçadas pelas cheias

— Subestação

— Subestepes de gramíneas e anuais da Thero-Brachypodietea

— Vegetação ribeirinha

— Vértices geodésicos

— Zona de intervenção florestal

Projetado: **J. Martins**

Desenhado: **F. Brito**

Verificado: **M. Pereira**

Escala: **1/2000**

Cliente: **lightsourcebp**

Obra: **LINHA CSF SOPHIA 2S - FUNDÃO, A 400 kV**

**ESTUDO PRÉVIO**

**PLANTA CONDICIONANTES**

**VALUE ELEMENT ENGINEERING**

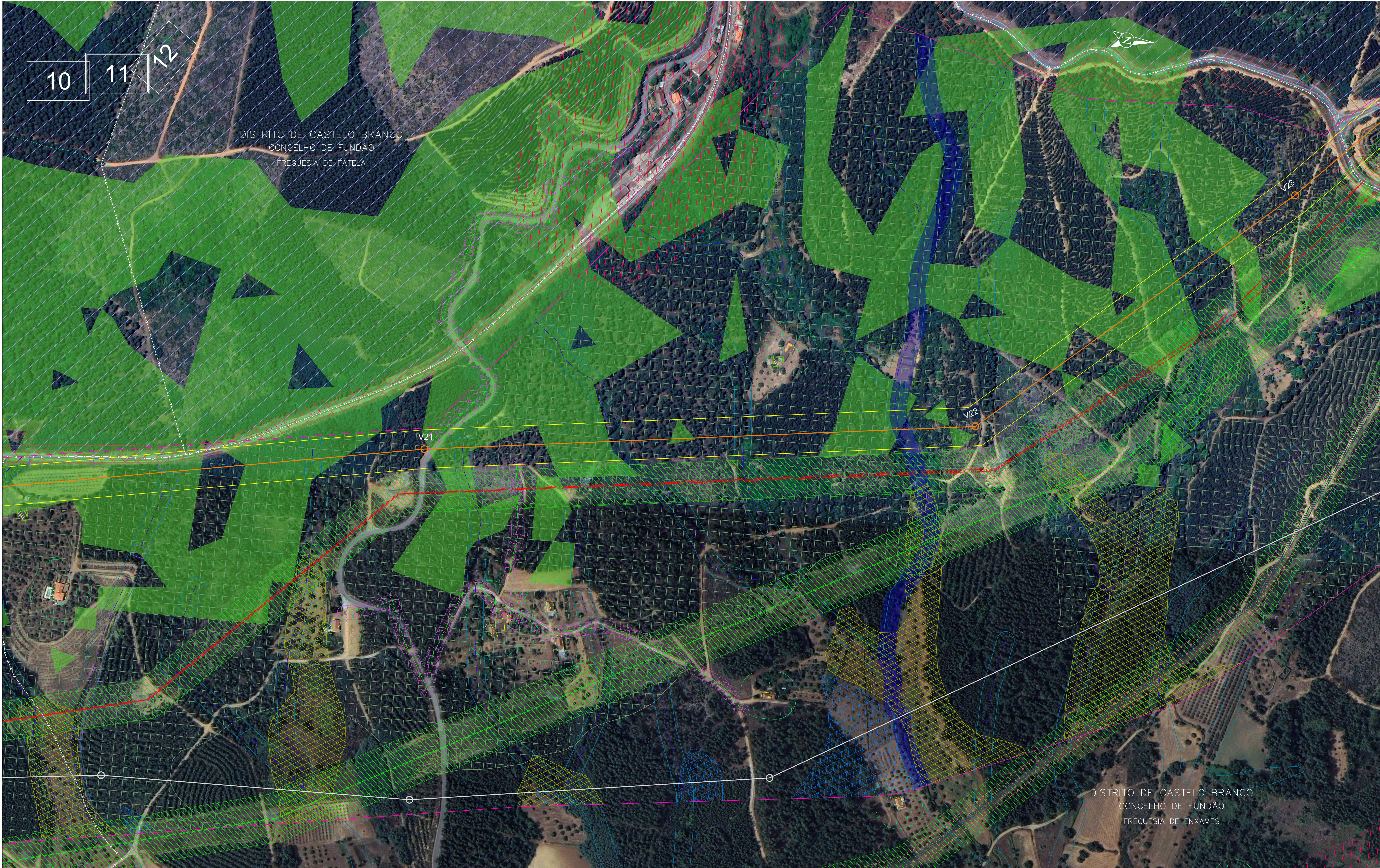
R. do Múltiplo 1, N.º 79  
4595-542 Serra - Paços de Ferreira  
e-mail: geral@valueelement.pt  
www.valueelement.pt

**P23.013.02.02-AP-001-10**

Data: **07/06/2024** Folha nº: **10/15** Formato: **A1**

Este documento é propriedade da Value Element Engineering Solutions, não podendo ser copiado, desenvolvido ou comunicado a terceiros, no todo ou em parte, sem autorização expressa.





**LEGENDA:**

—○— Linha CSF Sophia 2S - Fundão, a 400 kV

—○— Troço comum das Linhas CSF Sophia 1S/2S - Fundão, a 400 kV

—○— Linha CSF Sophia 1S - Fundão, a 400 kV (Em projeto)

— Faixa de 45m

— Corredor de estudo

— Afloramentos rochosos

— Aproveitamento hidroagrícola

— Área de proteção ao património (50m)

— Área de proteção aos aglomerados urbanos (100m)

— Área de proteção aos poços (5m)

— Área de proteção aos vértices geodésicos (15m)

— Área de proteção às captações de água (5m)

— Área de proteção às charcas (10m)

— Área de proteção às edificações (25m)

— Área de proteção às captações públicas e privadas

— Área de proteção às áreas urbanas (100m)

— Captações de água

Centrais solares

Charcas

Conduta adutora

Corredores ecológicos

Edificações

Faixa de gestão de combustível

Faixa de proteção às linhas de água (10m)

Faixa de proteção às linhas MT e BT (15m)

Faixa de proteção às ribeiras (10m)

Faixa de proteção aos gasodutos (10m)

Faixa de proteção às condutas adutoras (10m)

Faixa de proteção às linhas MAT (45m)

Faixa de proteção à rede viária

Gasodutos

Geoparque NATURTEJO

Linhas a 220 kV

Linhas a 220 kV em projeto

Linhas a 400 kV

Linhas de baixa tensão

Linhas de água

Linhas de média tensão

Ocorrências minerais

Paisagem Serra da Gardunha

Património arqueológico

Património do PDM de Fundão

Património edificado

Área de proteção do Património do PDM de Fundão (50m)

Plano municipal de defesa da floresta contra incêndios

Poços de água

Área de proteção dos pontos de água de combate a incêndio florestal aéreo (100m)

Área de proteção dos pontos de água de combate a incêndio florestal terrestre (5m)

Posto de transformação

Povoamento de quercineas

Povoamento de quercineas agrícolas e florestal

Prospecção e pesquisa de recursos minerais

Reserva agrícola nacional

Recursos agrícolas e florestais - Baldio de Vale Prazeres

Rede de pontos de água

Rede primária da faixa de gestão florestal

Rede viária

Rede viária florestal

REN - Áreas com risco de erosão

REN - Áreas de instabilidade de vertentes

REN - Áreas estratégicas de infiltração e de proteção e recarga de aquíferos

REN - Leitos dos cursos de água

REN - Zonas ameaçadas pelas cheias

Subestação

Subestepes de gramíneas e anuais da Thero-Brachypodietea

Vegetação ribeirinha

Vértices geodésicos

Zona de intervenção florestal

Projetado: J. Martins

Desenhado: F. Brito

Verificado: M. Pereira

Escala: 1/2000

Cliente: lightsourcebp

Obr: LINHA CSF SOPHIA 2S - FUNDÃO, A 400 kV

ESTUDO PRÉVIO

PLANTA CONDICIONANTES

P23.013.02.02-AP-001-11

Data: 07/06/2024

Folha nº: 11/15

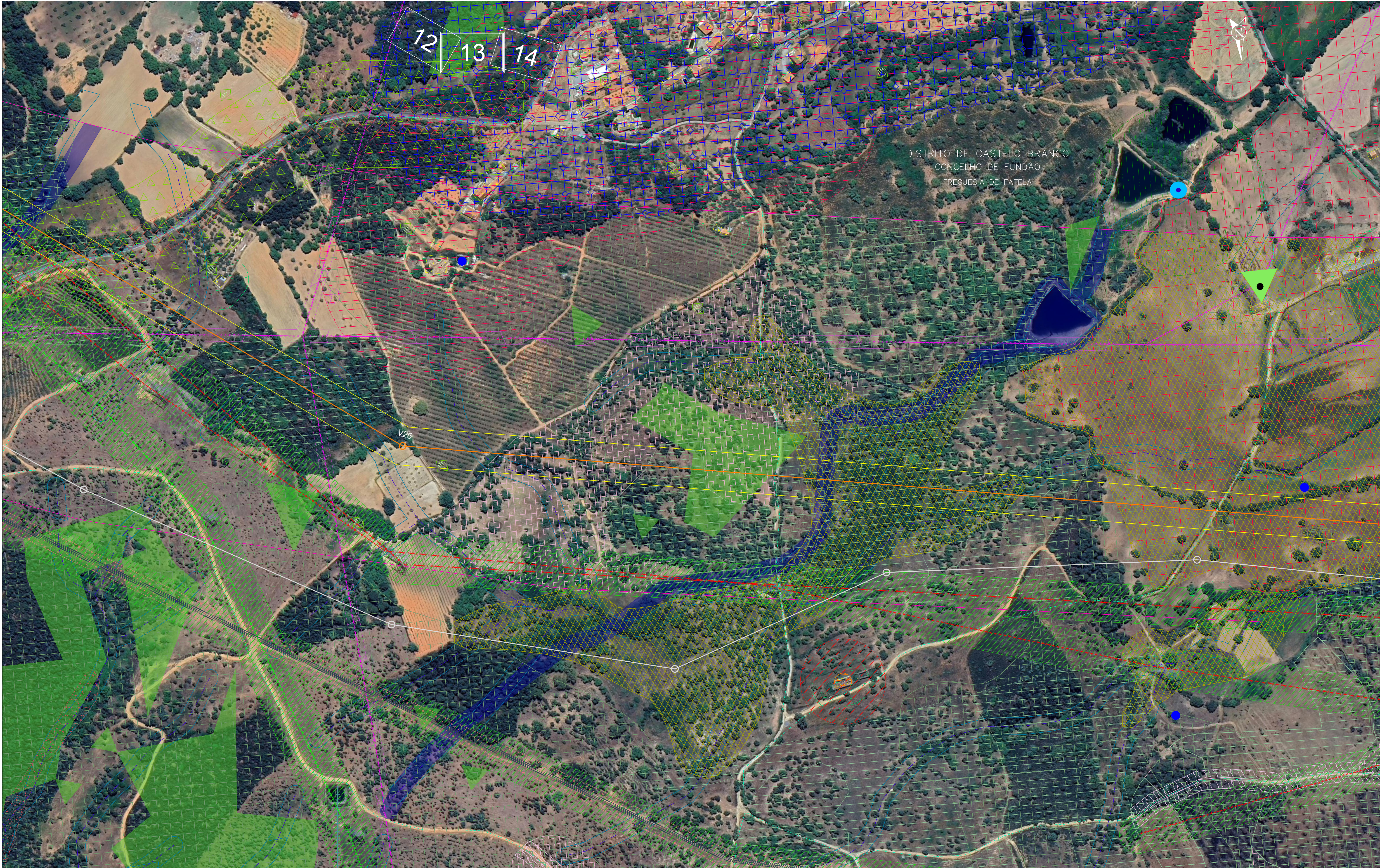
Formato: A1

Este documento é propriedade da Value Element Engineering Solutions, não podendo ser copiado, desenvolvido ou comunicado a terceiros, no todo ou em parte, sem autorização expressa.









**LEGENDA:**

—○— Linha CSF Sophia 2S - Fundão, a 400 kV

—○— Troço comum das Linhas CSF Sophia 1S/2S - Fundão, a 400 kV

—○— Linha CSF Sophia 1S - Fundão, a 400 kV (Em projeto)

— Faixa de 45m

— Corredor de estudo

— Afloramentos rochosos

— Aproveitamento hidroagrícola

— Área de proteção ao património (50m)

— Área de proteção aos aglomerados urbanos (100m)

— Área de proteção aos poços (5m)

— Área de proteção aos vértices geodésicos (15m)

— Área de proteção às captações de água (5m)

— Área de proteção às charcas (10m)

— Área de proteção às edificações (25m)

— Área de proteção às captações públicas e privadas

— Área de proteção às áreas urbanas (100m)

— Captações de água

— Centrais solares

— Charcas

— Conduta adutora

— Corredores ecológicos

— Edificações

— Faixa de gestão de combustível

— Faixa de proteção às linhas de água (10m)

— Faixa de proteção às linhas MT e BT (15m)

— Faixa de proteção às ribeiras (10m)

— Faixa de proteção aos gasodutos (10m)

— Faixa de proteção às condutas adutoras (10m)

— Faixa de proteção às linhas MAT (45m)

— Faixa de proteção à rede viária

— Gasodutos

— Geoparque NATURTEJO

— Linhas a 220 kV

— Linhas a 220 kV em projeto

— Linhas a 400 kV

— Linhas de baixa tensão

— Linhas de água

— Linhas de média tensão

— Ocorrências minerais

— Paisagem Serra da Gardunha

— Património arqueológico

— Património do PDM de Fundão

— Património edificado

— Área de proteção do Património do PDM de Fundão (50m)

— Plano municipal de defesa da floresta contra incêndios

— Poços de água

— Área de proteção dos pontos de água de combate a incêndio florestal aéreo (100m)

— Área de proteção dos pontos de água de combate a incêndio florestal terrestre (5m)

— Posto de transformação

— Povoamento de quercineas

— Povoamento de quercineas agrícolas e florestal

— Prospeção e pesquisa de recursos minerais

— Reserva agrícola nacional

— Recursos agrícolas e florestais - Baldio de Vale Prazeres

— Rede de pontos de água

— Rede primária da faixa de gestão florestal

— Rede viária

— Rede viária florestal

— REN - Áreas com risco de erosão

— REN - Áreas de instabilidade de vertentes

— REN - Áreas estratégicas de infiltração e de proteção e recarga de aquíferos

— REN - Leitos dos cursos de água

— REN - Zonas ameaçadas pelas cheias

— Subestação

— Subestepes de gramíneas e anuais da Thero-Brachypodietea

— Vegetação ribeirinha

— Vértices geodésicos

— Zona de intervenção florestal

Projetado: J. Martins

Desenhado: F. Brito

Verificado: M. Pereira

Escala: 1/2000

Cliente: lightsourcebp

Obr: LINHA CSF SOPHIA 2S - FUNDÃO, A 400 kV

ESTUDO PRÉVIO

PLANTA CONDICIONANTES

VALUE ELEMENT ENGINEERING

R. do Multipark 1, N.º 79

4595-542 Serra - Paços de Ferreira

e-mail: geral@valueelement.pt

www.valueelement.pt

Proj. Desenhado:

P23.013.02.02-AP-001-13

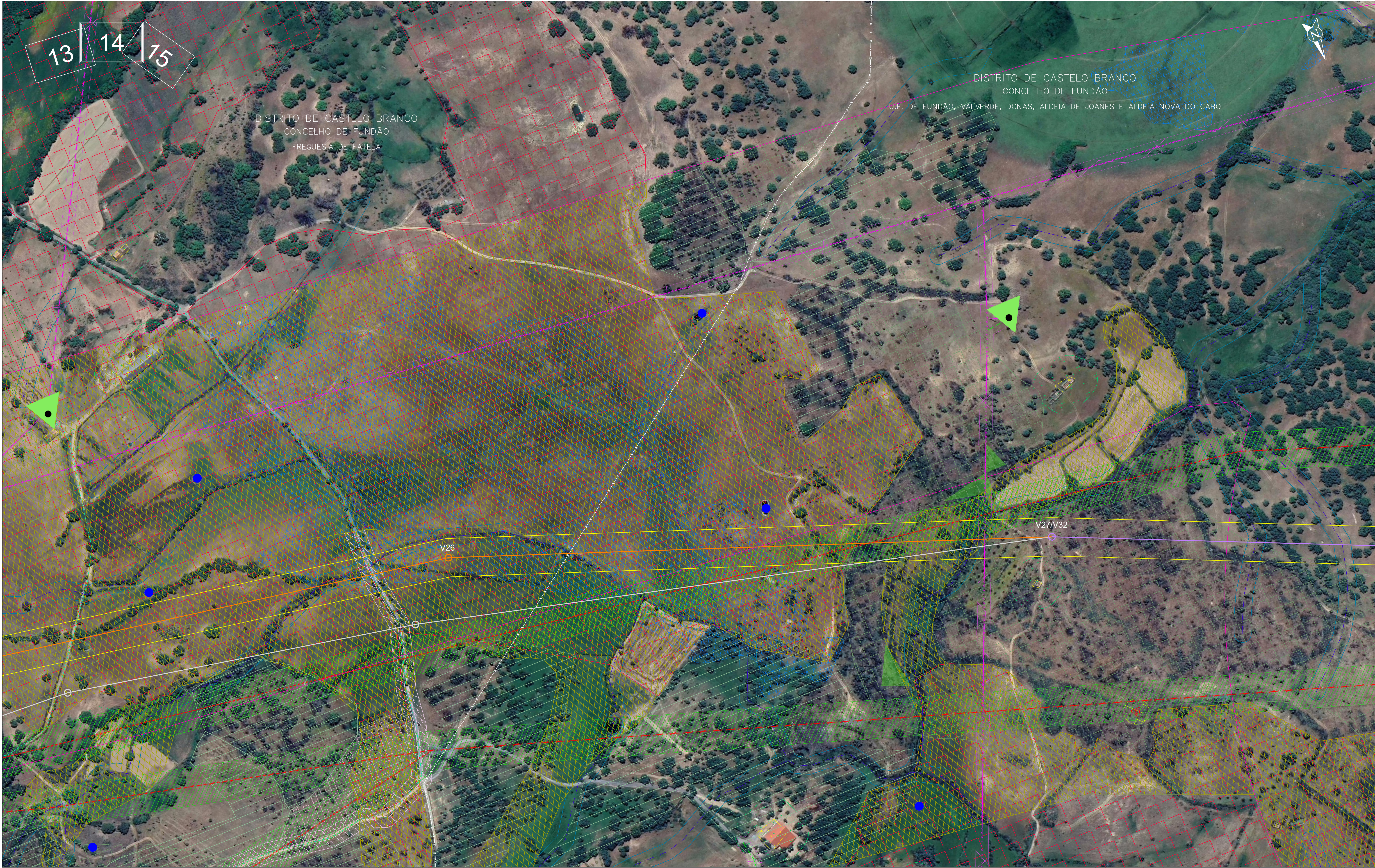
Data: 07/06/2024

Folha nº: 13/15

Formato: A1

Este documento é propriedade da Value Element Engineering Solutions, não podendo ser copiado, desenvolvido ou comunicado a terceiros, no todo ou em parte, sem autorização expressa.





**LEGENDA:**

—●— Linha CSF Sophia 2S - Fundão, a 400 kV

—●— Troço comum das Linhas CSF Sophia 1S/2S - Fundão, a 400 kV

—○— Linha CSF Sophia 1S - Fundão, a 400 kV (Em projeto)

— Faixa de 45m

— Corredor de estudo

— Afloramentos rochosos

— Aproveitamento hidroagrícola

— Área de proteção ao património (50m)

— Área de proteção aos aglomerados urbanos (100m)

— Área de proteção aos poços (5m)

— Área de proteção aos vértices geodésicos (15m)

— Área de proteção às captações de água (5m)

— Área de proteção às charcas (10m)

— Área de proteção às edificações (25m)

— Área de proteção às captações públicas e privadas

— Área de proteção às áreas urbanas (100m)

— Captações de água

— Centrais solares

— Charcas

— Conduta adutora

— Corredores ecológicos

— Edificações

— Faixa de gestão de combustível

— Faixa de proteção às linhas de água (10m)

— Faixa de proteção às linhas MT e BT (15m)

— Faixa de proteção às ribeiras (10m)

— Faixa de proteção aos gasodutos (10m)

— Faixa de proteção às condutas adutoras (10m)

— Faixa de proteção às linhas MAT (45m)

— Faixa de proteção à rede viária

— Gasodutos

— Geoparque NATURTEJO

— Linhas a 220 kV

— Linhas a 220 kV em projeto

— Linhas a 400 kV

— Linhas de baixa tensão

— Linhas de água

— Linhas de média tensão

— Ocorrências minerais

— Paisagem Serra da Gardunha

— Património arqueológico

— Património do PDM de Fundão

— Património edificado

— Área de proteção do Património do PDM de Fundão (50m)

— Plano municipal de defesa da floresta contra incêndios

— Poços de água

— Área de proteção dos pontos de água de combate a incêndio florestal aéreo (100m)

— Área de proteção dos pontos de água de combate a incêndio florestal terrestre (5m)

— Posto de transformação

— Povoamento de quercineas

— Povoamento de quercineas agrícolas e florestal

— Prospeção e pesquisa de recursos minerais

— Reserva agrícola nacional

— Recursos agrícolas e florestais - Baldio de Vale Prazeres

— Rede de pontos de água

— Rede primária da faixa de gestão florestal

— Rede viária

— Rede viária florestal

— REN - Áreas com risco de erosão

— REN - Áreas de instabilidade de vertentes

— REN - Áreas estratégicas de infiltração e de proteção e recarga de aquíferos

— REN - Leitos dos cursos de água

— REN - Zonas ameaçadas pelas cheias

— Subestação

— Subestepes de gramíneas e anuais da Thero-Brachypodietea

— Vegetação ribeirinha

— Vértices geodésicos

— Zona de intervenção florestal

Projectado: **J. Martins**

Desenhado: **F. Brito**

Verificado: **M. Pereira**

Escala: **1/2000**

Cliente: **lightsourcebp**

Obr: **LINHA CSF SOPHIA 2S - FUNDÃO, A 400 kV**

**ESTUDO PRÉVIO**

**PLANTA CONDICIONANTES**

Projeto: **P23.013.02.02-AP-001-14**

Data: **07/06/2024** | Folha nº: **1** | Formato: **A1**

Este documento é propriedade da Value Element Engineering Solutions, não podendo ser copiado, desenvolvido ou comunicado a terceiros, no todo ou em parte, sem autorização expressa.

**VALUE ELEMENT ENGINEERING SOLUTIONS**

R. do Multipark 1, N.º 79  
4595-542 Serra - Paços de Ferreira  
e-mail: [geral@valueelement.pt](mailto:geral@valueelement.pt)  
[www.valueelement.pt](http://www.valueelement.pt)





**LEGENDA:**

— Linha CSF Sophia 2S - Fundão, a 400 kV

— Troço comum das Linhas CSF Sophia 1S/2S - Fundão, a 400 kV

— Linha CSF Sophia 1S - Fundão, a 400 kV (Em projeto)

— Faixa de 45m

— Corredor de estudo

— Afloramentos rochosos

— Aproveitamento hidroagrícola

— Área de proteção ao património (50m)

— Área de proteção aos aglomerados urbanos (100m)

— Área de proteção aos poços (5m)

— Área de proteção aos pontos de água (5m)

— Área de proteção às charcas (10m)

— Área de proteção às captações de água (5m)

— Área de proteção às edificações (25m)

— Área de proteção às captações públicas e privadas

— Área de proteção às áreas urbanas (100m)

— Captações de água

— Centrais solares

— Charcas

— Conduta adutora

— Corredores ecológicos

— Edificações

— Faixa de gestão de combustível

— Faixa de proteção às linhas de água (10m)

— Faixa de proteção às linhas MT e BT (15m)

— Faixa de proteção às ribeiras (10m)

— Faixa de proteção aos gasodutos (10m)

— Faixa de proteção às condutas adutoras (10m)

— Faixa de proteção às linhas MAT (45m)

— Faixa de proteção à rede viária

— Gasodutos

— Geoparque NATURTEJO

— Linhas a 220 kV

— Linhas a 220 kV em projeto

— Linhas a 400 kV

— Linhas de baixa tensão

— Linhas de água

— Linhas de média tensão

— Ocorrências minerais

— Paisagem Serra da Gardunha

— Património arqueológico

— Património do PDM de Fundão

— Património edificado

— Área de proteção do Património do PDM de Fundão (50m)

— Plano municipal de defesa da floresta contra incêndios

— Poços de água

— Área de proteção dos pontos de água de combate a incêndio florestal aéreo (100m)

— Área de proteção dos pontos de água de combate a incêndio florestal terrestre (5m)

— Posto de transformação

— Povoamento de quercineas

— Povoamento de quercineas agrícolas e florestal

— Prospecção e pesquisa de recursos minerais

— Reserva agrícola nacional

— Recursos agrícolas e florestais - Baldio de Vale Prazeres

— Rede de pontos de água

— Rede primária da faixa de gestão florestal

— Rede viária

— Rede viária florestal

— REN - Áreas com risco de erosão

— REN - Áreas de instabilidade de vertentes

— REN - Áreas estratégicas de infiltração e de proteção e recarga de aquíferos

— REN - Leitos dos cursos de água

— REN - Zonas ameaçadas pelas cheias

— Subestação

— Subestepes de gramíneas e anuais da Thero-Brachypodietea

— Vegetação ribeirinha

— Vértices geodésicos

— Zona de intervenção florestal

Projetado: J. Martins

Desenhado: F. Brito

Verificado: M. Pereira

Escala: 1/2000

Cliente: lightsourcebp

Obr: LINHA CSF SOPHIA 2S - FUNDÃO, A 400 kV

ESTUDO PRÉVIO

PLANTA CONDICIONANTES

Projeto: P23.013.02.02-AP-001-15

Data: 07/06/2024

Folha nº: 15/15

Formato: A1

Este documento é propriedade da Value Element Engineering Solutions, não podendo ser copiado, desenvolvido ou comunicado a terceiros, no todo ou em parte, sem autorização expressa.

SISTEMA DE GESTÃO DE QUALIDADE - PT 2000/EN ISO 9001:2015